



## بهبود زمان انتظار بیماران مراجعه کننده به اورژانس با استفاده از شبیه‌سازی گسسته پیشامد

یحیی زارع مهرجردی<sup>۱</sup>، مجید حبوباتی<sup>۲\*</sup>، فرید صفایی نیک<sup>۳</sup>

۱- استادیار گروه مهندسی صنایع، دانشگاه یزد

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع گرایش مدیریت سیستم و بهره‌وری، دانشگاه یزد

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع گرایش مدیریت سیستم و بهره‌وری، دانشگاه یزد

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۱/۲۱

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۲/۱۷

### چکیده

مقدمه: بسیاری از پروژه‌های شبیه‌سازی در بیمارستان‌ها و ابتدا در بخش‌های اورژانس با هدف افزایش بهره‌وری، اجرا شدند. اولین مسأله در زمینه کیفیت خدمات و حقوق بیمار «زمان انتظار» است. هدف این مطالعه کاهش زمان انتظار بیماران، زمان‌سنجی خدمات یک مرکز اورژانس، مدل‌سازی و بهبود آن با استفاده از شبیه‌سازی گسسته پیشامد است. روش بررسی: این مطالعه از نوع توصیفی-تحلیلی است که به صورت مقطعی بر روی ۱۵۰ بیمار مراجعه کننده به اورژانس یک بیمارستان دولتی انجام گرفته و اطلاعات از طریق مشاهده و به صورت پرسشنامه تکمیل گردیده است. مدل شبیه‌سازی با استفاده از نرم افزار Arena طراحی شده است. نتایج: نتایج نشان داد بیشترین زمان انتظار، فاصله زمانی درخواست آزمایش تا دریافت نتیجه آن توسط پزشک و نیز زمان لازم برای معاینه و مشاوره است. با اجرای شبیه‌سازی و آزمایش پنج سناریوی مختلف، سناریوی شماره ۵ با توجه به اضافه کردن فقط ۳ پرسنل اضافی و کاهش زمان‌های انتظار لازم از نظر اقتصادی دارای جذابیت بیشتری می‌باشد. نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج پژوهش برای کاهش زمان انتظار بیماران، اجرای فرآیند تریاژ بیماران در بخش فوریت‌ها و استفاده از متخصص طب اورژانس برای تشخیص پزشکی و سفارش اقدامات تشخیصی در مراحل اولیه فرآیند و نیز یک کارشناس آزمایشگاه مخصوص بیماران اورژانسی جهت تسریع روند دریافت نتیجه آزمایش، توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: اورژانس، زمان انتظار، شبیه‌سازی گسسته پیشامد، نرم افزار Arena، تریاژ

\* (نویسنده مسئول)؛ تلفن: ۰۳۵۱-۸۲۲۲۳۰۱، نمابر: ۰۳۵۱-۸۲۲۲۳۰۱، پست الکترونیکی: magidhh@yahoo.com

## مقدمه

بخش اورژانس یکی از مهم‌ترین بخش‌های بیمارستان است که عملکرد آن می‌تواند تأثیر فراوانی بر عملکرد سایر بخش‌های بیمارستان و رضایت بیماران داشته باشد (۱)، این بخش به لحاظ حساسیت می‌بایست از نظر ساختاری به گونه‌ای صحیح سازماندهی شود و فرآیندهای ارائه خدمت، مورد توجه دقیق قرار گیرد تا با اعمال مدیریت کارآمد بتواند عملکرد مناسبی در ارائه خدمات مطلوب به بیماران نیازمند داشته باشد (۲). اغلب اولین تجربه بیماران به بخش اورژانس مربوط می‌شود و از آنجا که به درمان و مراقبت خاص و فوری نیازمند هستند درک مشکل بیماران در بخش فوریت‌ها در جهت رضایت آنها امری ضروری است (۳). در دهه‌های اخیر عواملی نظیر رشد جمعیت، افزایش بروز آسیب‌های عمدی و غیر عمدی و سوءمصرف مواد، بخش‌های فوریت‌های بیمارستان‌ها را با تراکم مراجعه کنندگان روبرو ساخته است (۴). این در حالی است که تعداد بخش‌های فوریت‌ها در سال‌های اخیر افزایش قابل ملاحظه‌ای نداشته است (۵). کیفیت ارائه خدمات در بخش فوریت‌ها در ارزشیابی رسمی بیمارستان‌ها نیز مهم است و ارزشیابی سایر بخش‌های بیمارستان به کسب حد نصاب لازم در بخش فوریت‌های آن بیمارستان بستگی دارد (۶). یکی از مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی کیفیت خدمات در بخش اورژانس، مدت زمان انتظار بیماران برای دریافت خدمات (کلینیکی، پاراکلینیکی) است. منظور از زمان انتظار، مدت زمانی است که بیمار جهت دریافت خدمات تشخیصی و درمانی در بخش مربوطه منتظر می‌ماند. گاهی نجات جان یک انسان تنها به این وابسته است که عملیات امدادی ثانیه‌ای زودتر انجام شود و این وظیفه اورژانس است که ثانیه‌ها را کوتاه‌تر کند (۷، ۸). از این رو سرعت ارائه خدمات در مراکز درمانی به خصوص اورژانس در جهت کاستن از مرگ و میر و معلولیت‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۱). یک راهبرد اساسی برای کاهش زمان انتظار، استفاده از تریاژ یا اولویت‌بندی بیماران بر حسب فوریت وضعیت بالینی است (۵). تریاژ عبارت است از اولویت‌بندی مراقبت از بیماران بر اساس شدت آسیب و انجام بهترین اقدام درمانی برای بیشترین افراد در کم‌ترین زمان ممکن. انجام تریاژ در شرایط عادی در اورژانس‌هایی که در سال بیش از

۳۰ هزار بیمار مراجعه کننده دارند ضروری است (۹، ۱۰). این مطالعه به زمان سنجی خدمات یک مرکز اورژانس، مدل‌سازی آن با استفاده از شبیه‌سازی گسسته پیشامد و شناسایی گلوگاه‌های موجود و تعیین سناریوهای بهبود برای رفع این گلوگاه‌ها با هدف کاهش زمان انتظار بیماران می‌پردازد.

تکنیک شبیه‌سازی، تقلیدی از عملکرد فرآیند یا سیستم واقعی با گذشت زمان است. شبیه‌سازی گسسته پیشامد یکی از پرکاربردترین ابزارهای تحقیق در عملیات در خدمت مدیران و مهندسان است که اجازه ارزیابی عملکرد اجرایی را پیش از پدید آمدن سیستم می‌دهد و مقایسه گزینه‌های اجرایی گوناگون را بدون ایجاد اختلال در سیستم واقعی، میسر می‌کند. این تکنیک، فشرده‌سازی زمان را به منظور اتخاذ تصمیم‌های به موقع مجاز می‌دارد و سرانجام اینکه به دلیل ساختار قابل درک خود و در دسترس بودن زبان‌های کامپیوتری ویژه شبیه‌سازی، مانند نرم‌افزار Arena بسیاری از افراد می‌توانند از آن استفاده کنند. مدل شبیه‌سازی هم به عنوان ابزاری برای پیش‌بینی تأثیر تغییرات در سیستم‌های موجود و هم ابزار طراحی برای پیش‌بینی عملکرد سیستم‌های جدید است (۱۱). در سال‌های اخیر، کاربرد شبیه‌سازی در بخش بهداشت و درمان به طور فزاینده‌ای گسترش یافته است. از دلایل عمده این مسأله، می‌توان به افزایش پیچیدگی نظام‌های بهداشتی و درمانی، قابلیت گسترده شبیه‌سازی در مدل‌سازی نظام‌های پیچیده و غیرقطعی و پیشرفت چشمگیر نرم‌افزارهای شبیه‌سازی اشاره کرد. با این وجود استفاده از این فن در بخش بهداشت و درمان بسیار کمتر از حوزه‌های صنعتی است. شبیه‌سازی، ابزار مناسبی برای تصمیم‌گیری‌های دقیق و مبتنی بر شواهد است و نتایج بی‌نظیری را برای بررسی و برنامه‌ریزی نظام‌های پیچیده و غیرقطعی که از خصوصیات بارز نظام‌های بهداشتی و درمانی است، فراهم می‌کند. این تکنیک، با مدل‌سازی پویا نمایی نظام بهداشت و درمان، درک ما را از مسأله و راه‌حل‌های مختلف آن افزایش می‌دهد. شبیه‌سازی با ارائه یک تحلیل پویا از نظام، تصویری واقعی از نظام را به پژوهشگر نشان می‌دهد. این فرآیند، درک تحلیلی‌گر از روابط نظام واقعی را بهبود می‌بخشد و به

Duguay و Chetouane (۱۷) در سال ۲۰۰۷ به مدل سازی و بهبود یک مرکز اورژانس در کانادا توسط نرم افزار Arena با هدف کاهش زمان انتظار بیماران پرداختند. هدف در این مطالعه رساندن زمان های انتظار به زیر مقادیر استاندارد بود. متغیرهای کنترل شامل تعداد پزشکان و پرستاران و اتاق های معاینه می شد و زمان انتظار بیماران به طور مستقیم به در دسترس بودن متغیرهای کنترل بستگی داشت.

مطالعاتی از این دست برای مدیران بیمارستان ها و افرادی که مسئولیت تعیین سیاست های کلی مراقبت های بهداشتی و درمانی را بر عهده دارند متمر ثمر بوده و بینشی را در خصوص عوامل مؤثر بر سرعت خدمات در اورژانس و اطلاعات مورد نیاز برای پیشگیری تغییرات آن عوامل فراهم می کند. در این راستا پژوهش حاضر به منظور تعیین سرعت ارائه خدمات و شبیه سازی آن با هدف کاهش زمان انتظار بیماران و بهبود خدمات موجود در بخش اورژانس یک بیمارستان دولتی انجام پذیرفته است.

### روش بررسی

این پژوهش با استفاده از روش توصیفی-تحلیلی و به صورت مقطعی انجام پذیرفته است. جامعه مورد بررسی در این پژوهش شامل تمام مراجعه کنندگان به بخش اورژانس یک بیمارستان دولتی در طول یک ماه می باشد. روش نمونه گیری در این پژوهش به صورت ساده بوده است. با توجه به مطالعات قبلی، با انحراف معیار ۰/۳۱، ضریب اطمینان ۰/۹۵، دقت ۰/۰۵ و ضریب نمونه گیری ۰/۳۹۳ تعداد ۱۵۰ نمونه از جامعه مورد مطالعه انتخاب گردید.

حداقل حجم نمونه مورد نیاز بر اساس فرمول زیر به دست آمد:

$$n \geq \frac{(z_{1-\alpha/2})^2 \cdot \sigma^2}{d^2}$$

به منظور گردآوری داده ها در این پژوهش از چک لیست هایی استفاده شد که بر اساس فرم «زمان سنجی گردش کار خدمات اورژانس» وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی طراحی شده بود و پایایی آن توسط ضریب آلفای کرونباخ (α=۰/۹۳) تعیین گردید. پژوهشگران به محض ورود بیمار به بخش اورژانس و نوبت گرفتن در قسمت پذیرش، زمان ورود وی به اورژانس و مراجعه به قسمت پذیرش را ثبت کردند. بخش های دیگر چک لیست با توجه به اینکه بیمار چه خدمت هایی را دریافت می کند، تکمیل شده

شناخت دقیق نظام کمک می کند و این درک برای ایجاد اصلاحات در نظام تحت مطالعه ارزش فراوانی دارد (۱۲،۱۳). بسیاری از پروژه های شبیه سازی در بیمارستان ها و ابتدا در بخش های اورژانس جهت افزایش کارایی و راندمان این بخش اجرا شده اند. شبیه سازی این امکان را به مدیران بیمارستان می دهد تا سناریوهای مختلف بهبود را بدون اجرا در سیستم موجود، ابتدا تأثیرش را در مدل مجازی مشاهده کنند و اگر میزان بهبود رضایت بخش بود در سیستم واقعی به اجرا در بیاورند.

بیشترین مطالعات با هدف کاهش زمان انتظار و افزایش سطح خدمات توسط بهبود فرآیند مراقبت صورت گرفته است که در ادامه به برخی از آنها اشاره می کنیم.

Evans و همکاران در سال ۱۹۹۶ از شبیه سازی توسط نرم افزار Arena برای تحقیقات مختلف در برنامه زمان بندی پرستاران، تکنسین های بخش اورژانس و پزشکان به منظور کاهش متوسط زمان اقامت بیماران در سیستم استفاده نمودند. در این مدل پنج زمان بندی مختلف، بر اساس متوسط زمانی که بیمار در سیستم می گذراند ارزیابی شده است (۱۴).

Komashie و Mousavi (۱۵) در سال ۲۰۰۵ مطالعه ای در یک بخش اورژانس در منطقه ای از لندن انجام دادند. هدف عمده این تحقیق تعیین اثر تعداد منابع کلیدی (پزشکان، پرستاران، تخت ها) روی عملکردهای کلیدی (زمان های انتظار، صف های انتظار و ظرفیت های عملیاتی) بود. مدل Arena ی طراحی شده شامل چندین ویژگی از قبیل زمان های متغیر خدمات بر اساس رتبه بندی دکتر و پرستار همراه با شرایط وضعیت بیمار در طول درمان است. یک فرآیند ورود مختلف برای هر روز هفته مورد استفاده قرار گرفت. داده ها توسط میانگین گزارش بیمارستان، مصاحبه ها و مشاهدات جمع آوری گردیده است.

در مطالعه Saunders و همکاران (۱۶) در سال ۱۹۸۹ ویژگی های مدل پیشنهادی شامل اولویت های تریاژ، تست های آزمایشگاهی، جنبه های گوناگون آموزشی و تأخیرهای ناشی از مشاوره پزشکان بود. بیماران و نمونه های آزمایشگاهی به عنوان نهادهای جاری در سیستم مدل شدند. هدف اصلی، مطالعه تأثیر منابع کلیدی روی زمان های انتظار و ظرفیت عملیاتی بود.

بیماران و میزان عملکرد ارائه‌دهندگان خدمات است.

### نتایج

فراوانی مطلق و نسبی مراجعه‌کنندگان به اورژانس بر اساس نحوه مراجعه و تریخیص به تفکیک جنسیت به شرح جداول ۱ و ۲ می‌باشد. نتایج بررسی متوسط زمان انتظار بیماران مراجعه‌کننده به اورژانس بیمارستان جهت دریافت خدمات (کلینیکی، پاراکلینیکی)، نشان می‌دهد که تعداد مراجعه مردان ۷۶ نفر (۵۰/۷٪) و زنان ۷۴ نفر (۴۹/۳٪) به یک اندازه بوده است. بیشترین نحوه مراجعه مردان و زنان به اورژانس، به صورت همراه، ۳۹ نفر (۵۲٪) و بیشترین نحوه تریخیص از اورژانس، به صورت تریخیص با دارو، ۳۷ نفر (۴۹/۳٪) بوده است. مدت زمان انتظار بیماران مراجعه‌کننده به بخش‌های مختلف اورژانس به صورت زیر بوده است:

- ۱- از زمان ورود به بخش اورژانس تا زمان ورود به اتاق پزشک ۵ دقیقه
- ۲- از زمان ورود به اتاق معاینه تا زمان خروج از آن ۳۰ دقیقه
- ۳- از زمان ورود به اتاق الکتروکاردیوگرافی تا زمان خروج از این اتاق ۱۴ دقیقه
- ۴- از زمان ورود به اتاق تزریقات تا زمان خروج از این اتاق ۳ دقیقه
- ۵- از زمان ورود به بخش رادیولوژی تا زمان دریافت نتیجه ۲۳ دقیقه
- ۶- از زمان ورود به واحد آزمایشگاه تا زمان دریافت نتیجه آزمایش ۱۰۶ دقیقه

است. در پایان دریافت خدمت نیز زمان تریخیص و خروج بیمار از بخش اورژانس و نحوه تریخیص وی ثبت گردید.

برای ارزیابی اولیه داده‌ها، اطلاعات داخل چک لیست‌ها وارد نرم افزار تحلیل گر آماری Arena شد و مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و بدین وسیله توزیع آماری داده‌ها بدست آمد. در زمان پژوهش، سیستم تریاژ در این مرکز اجرا نشده بود و مراجعه‌کنندگان به فوریت‌ها با توجه به نحوه مراجعه، پس از پذیرش، ابتدا توسط پزشک اورژانس معاینه می‌شدند و در صورت نیاز به ارزیابی‌ها و اقدامات تشخیصی، دستور اقدام لازم داده می‌شد، در غیر این صورت بیمار با دستورات دارویی و اقدامات سرپایی تریخیص می‌گردید. پس از انجام اقدامات تشخیصی مانند آزمایشگاه، رادیولوژی، الکتروکاردیوگرافی پزشک اورژانس برای تشخیص نهایی، بیمار را دوباره معاینه نموده و در صورت لزوم اطلاعات مربوط به وضعیت بالینی بیمار جهت مشاوره با پزشک متخصص، ثبت می‌شد. سپس بر حسب تشخیص نهایی ممکن بود بیمار تحت نظر قرار گرفته، به اتاق عمل یا بخش تخصصی ارجاع داده شده و یا تریخیص شود (شکل ۱). پس از این مرحله، به منظور شناسایی گلوگاه‌های موجود، مدل شبیه‌سازی بخش اورژانس در محیط نرم‌افزار Arena طراحی گردید و پس از وارد کردن داده‌های واقعی در مدل مجازی و اجرای آن، گلوگاه‌های موجود در سیستم شناسایی شد. سپس با اجرای سناریوهای بهبود در مدل مجازی و مقایسه نتایج سناریوها، بهترین سناریو انتخاب گردید. مدل نهایی شبیه سازی اورژانس توسط نرم افزار Arena در شکل ۲ نشان داده شده است. متغیرهای کنترل در این مدل تعداد پزشکان، تعداد پرستاران و تعداد پرسنل آزمایشگاه است. متغیرهای خروجی مدل نیز شامل زمان انتظار

جدول ۱- توزیع فراوانی و درصد مراجعه‌کنندگان به اورژانس بر اساس نحوه مراجعه به تفکیک جنسیت

| نحوه مراجعه | مرد   |       | زن    |       |
|-------------|-------|-------|-------|-------|
|             | تعداد | درصد  | تعداد | درصد  |
| خود بیمار   | ۲۴    | ۳۱/۶٪ | ۸     | ۱۰/۸٪ |
| همراه       | ۳۲    | ۴۲/۱٪ | ۴۶    | ۶۲/۲٪ |
| ارجاع       | ۱۸    | ۲۳/۷٪ | ۱۴    | ۱۸/۹٪ |
| آمبولانس    | ۲     | ۲/۶٪  | ۶     | ۸/۱٪  |
| جمع         | ۷۶    | ۱۰۰٪  | ۷۴    | ۱۰۰٪  |

جدول ۲: توزیع فراوانی و درصد مراجعه کنندگان به اورژانس بر اساس نحوه ترخیص به تفکیک جنسیت

| نحوه ترخیص | مرد   |       | زن    |       |
|------------|-------|-------|-------|-------|
|            | تعداد | درصد  | تعداد | درصد  |
| دارو       | ۳۸    | ٪۵۰   | ۳۶    | ٪۴۸/۶ |
| بستری      | ۰     | ٪۰    | ۶     | ٪۸/۲  |
| اعزام      | ۲     | ٪۲/۶  | ۲     | ٪۲/۷  |
| بستری موقت | ۳۶    | ٪۴۷/۴ | ۳۰    | ٪۴۰/۵ |
| جمع        | ۷۶    | ٪۱۰۰  | ۷۴    | ٪۱۰۰  |

جدول ۴: توزیع زمان‌های خدمات اورژانس

| خدمات اورژانس        | توزیع زمان خدمات |
|----------------------|------------------|
| ورود بیماران         | EXPO(۲۰)         |
| پذیرش                | UNIFM(۸,۳)       |
| معاینه اول توسط پزشک | TRIA(۲۰,۱۵,۸)    |
| آزمایشگاه            | TRIA(۱۲۰,۹۰,۴۰)  |
| رادیولوژی            | TRIA(۲۳,۱۶,۷)    |
| معاینه مجدد و مشاوره | TRIA(۹۰,۶۰,۳۰)   |
| اتاق درمان           | UNIFM(۹۰,۴۵)     |

برای تأیید اعتبار مدل، نتایج به دست آمده از اجرای مدل با نتایج به دست آمده واقعی مقایسه شد. نتایج نشان دادند که میانگین زمان انتظار بیماران بر اساس نتایج داده‌ها با زمان انتظار به دست آمده از نتایج مدل، اختلاف معنی داری ندارد و اورژانس بیمارستان، به جز در قسمت زمان انتظار جهت دریافت نتیجه آزمایش و نیز زمان لازم برای معاینه و مشاوره، در دیگر فرآیندها از متوسط زمان انتظار مطلوبی برخوردار است. در حال حاضر تقسیم بندی شیفت‌های کار بخش اورژانس بیمارستان به شرح جدول ۳ می‌باشد.

جدول ۳: شیفت‌های کار بخش اورژانس بیمارستان

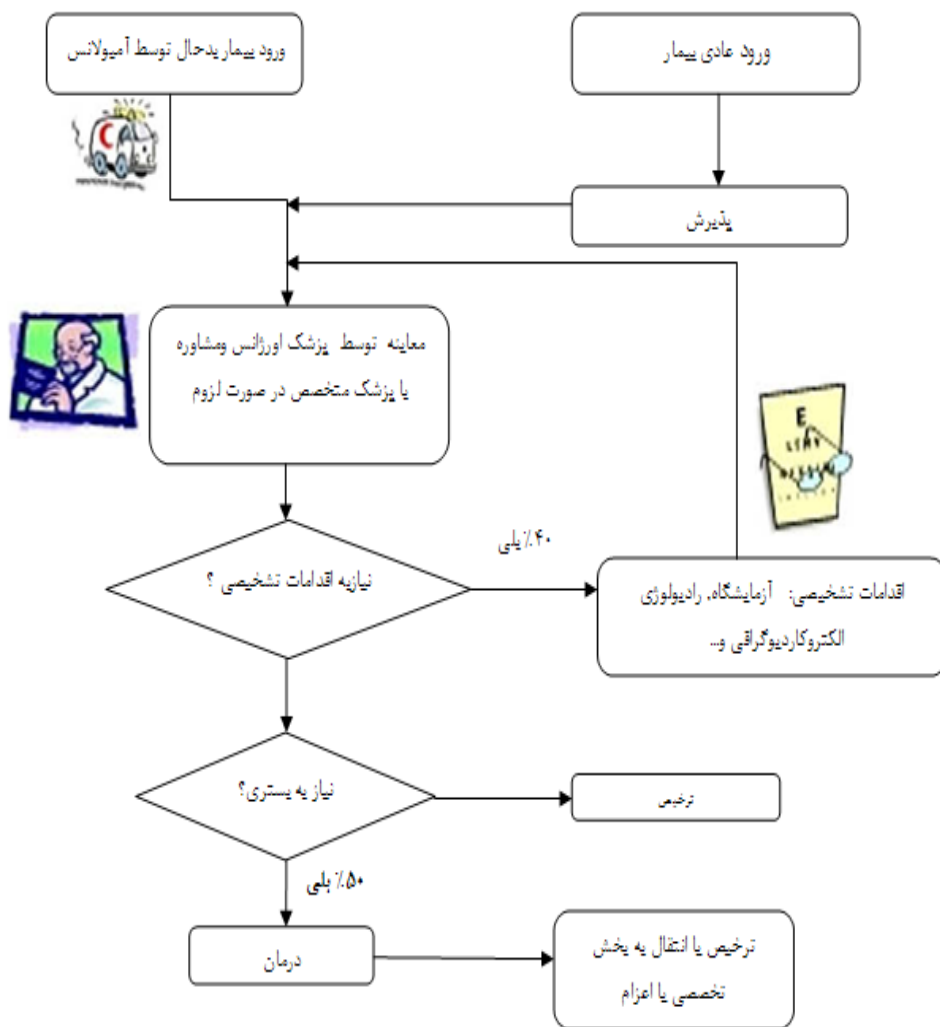
| ساعت شیفت | تعداد پزشک | تعداد پرستار | پرستل آزمایشگاه |
|-----------|------------|--------------|-----------------|
| ۷-۱۴      | ۳          | ۶            | ۱۴              |
| ۱۴-۲۱     | ۲          | ۴            | ۴               |
| ۲۱-۷      | ۲          | ۵            | ۴               |

پنج سناریو مطابق جدول ۵ برای بهبود «زمان انتظار درخواست آزمایش تا دریافت نتیجه آن توسط پزشک» و نیز «زمان انتظار برای معاینه و مشاوره» با استفاده از مدل شبیه‌سازی طراحی و سپس سناریوها برای هر روز در طول ۲۴ ساعت، شبیه‌سازی گردیده‌اند. برای هر سناریو تعداد پرسنل اضافی و ساعت شیفت مورد نظر در جدول ۵ نشان داده شده است. شکل ۳ مدت اقامت کلی بیماران، زمان آزمایش، زمان معاینه اول، معاینه دوم و مشاوره را برای سناریوهای مختلف در مقایسه با وضعیت موجود نشان می‌دهد. سناریوهای ۳ و ۵ کاهش بیشتر مدت اقامت کلی را نتیجه می‌دهند. سناریوهای ۱ و ۲ و ۵ به ترتیب کاهش بیشتر زمان انتظار برای دریافت نتیجه آزمایش را در پی دارند. سناریوهای ۳ و ۵ کاهش چشمگیر زمان لازم برای معاینه اول و سناریوهای ۱ و ۲ و ۵ کاهش ۵۰ درصدی زمان لازم برای معاینه دوم و مشاوره را سبب می‌شوند. در مجموع سناریوی ۵ با توجه به اضافه کردن

بررسی اولیه داده‌ها نشان داد که فواصل ورود بیماران به اورژانس دارای توزیع نمایی با پارامتر ۲۰ دقیقه است. ٪۷۳ مراجعه کنندگان به صورت عادی (توسط همراه یا خود بیمار) پذیرش می‌شوند و بقیه توسط آمبولانس یا به صورت ارجاع مورد معاینه قرار می‌گیرند. با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS و نیز تحلیل کننده ورودی نرم‌افزار Arena توزیع مناسب زمان خدمات مطابق جدول ۴ شناسایی شد. در جدول ۴ علایم EXPO، TRIA، UNIFM به ترتیب معرف توزیع مثلی، نمایی و یکنواخت می‌باشند.

مقابل سناریوهای ۲ و ۳ کمترین جذابیت را از نظر اقتصادی خواهد داشت زیرا به ۶ پرسنل اضافی نیاز دارد.

فقط ۳ پرسنل اضافی و کاهش زمان‌های انتظار لازم در تمامی موارد از نظر اقتصادی دارای جذابیت بیشتری خواهد بود.



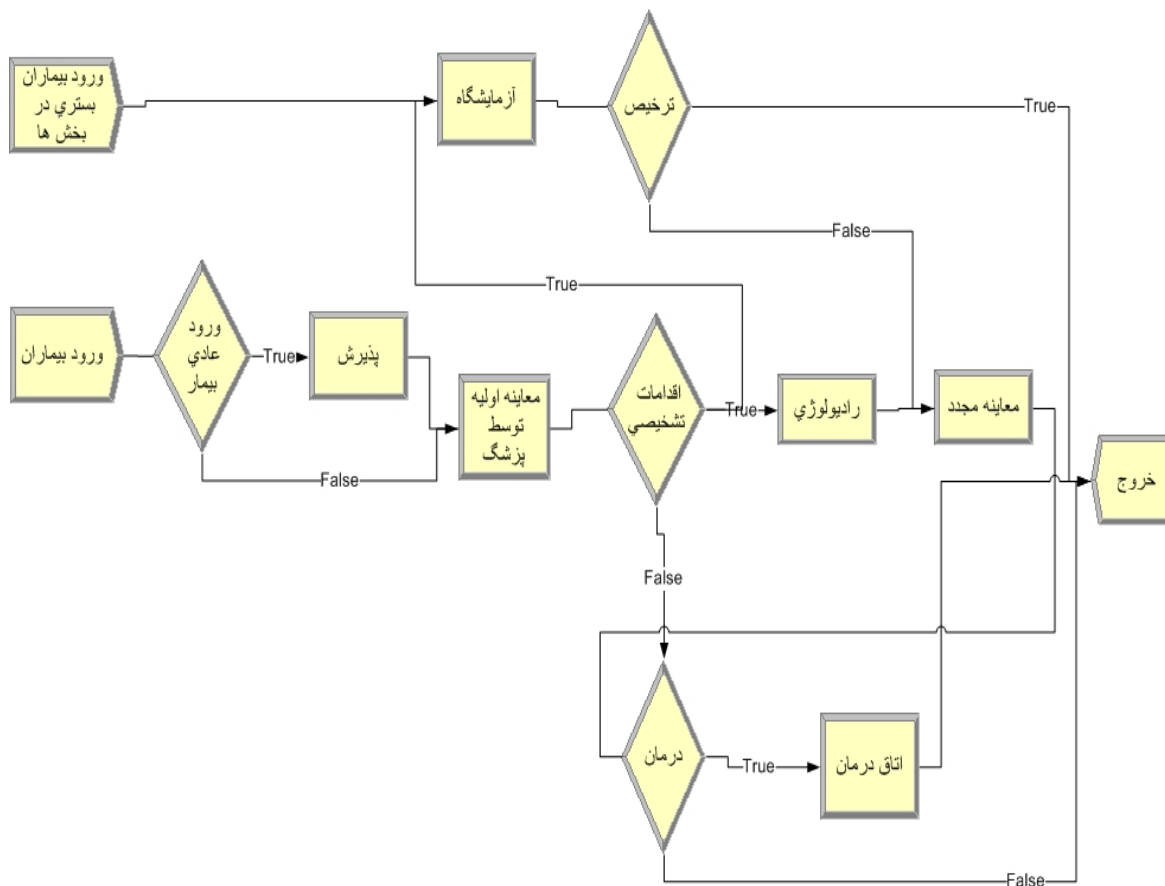
شکل ۱: نمودار جریان کار در اورژانس

با وضع موجود در شکل ۴ ارائه شده است. درصد فعالیت، نشانگر ساعاتی است که ارائه‌دهندگان خدمت به فعالیت مربوطه اشتغال دارند و با توجه به نظام مورد بررسی که یک مرکز آموزشی-درمانی است، بقیه وقت آنان صرف فعالیت‌های آموزشی می‌شود. با توجه به شکل ۴ میزان بهره‌گیری از منابع ارائه‌دهنده خدمت نیز در سناریوی ۵ وضعیت مطلوبی دارد.

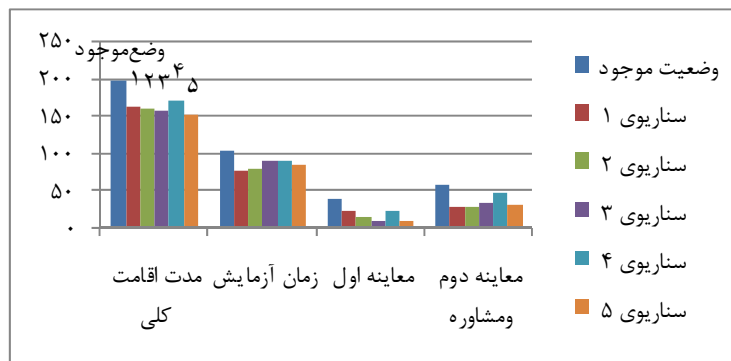
یکی از اطلاعات مفید دیگری که از مدل شبیه‌سازی بدست می‌آید، میزان عملکرد ارائه‌دهندگان خدمت است که در قالب درصد فعالیت نشان داده می‌شود. ارائه خدمت در این مدل توسط پزشکان، پرسنل آزمایشگاه، پرستاران، رادیولوژیست‌ها و متصدیان پذیرش صورت می‌گیرد. اطلاعات مورد نیاز در این زمینه به تفکیک ارائه‌دهندگان خدمت برای سناریوهای مختلف در مقایسه

جدول ۵: سناریوها برای افزایش متغیرهای کنترل در شیفت‌های مختلف

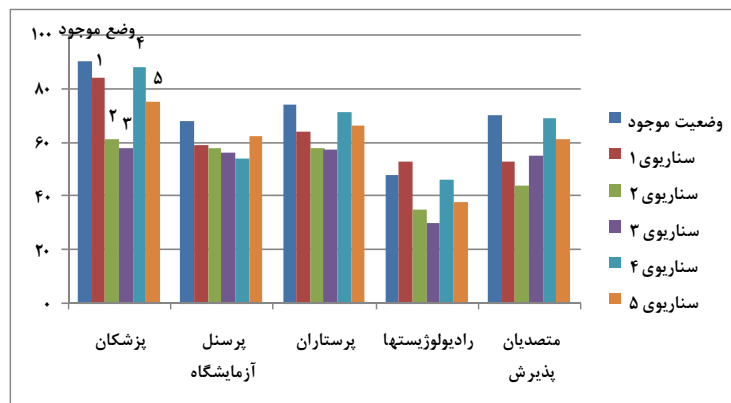
| سناریو   | پزشک اضافی                | پرستار اضافی | آزمایشگاه اضافی                         |
|----------|---------------------------|--------------|---|
| سناریو ۱ | -                         | -            | ۲, [۷, ۱۴]<br>۱, [۴, ۲۱]                |
| سناریو ۲ | ۱, [۱۴, ۲۱]<br>۱, [۲۱, ۷] | -            | ۲, [۷, ۱۴]<br>۴, [۱۴, ۲۱]<br>۱, [۲۱, ۷] |
| سناریو ۳ | ۱, [۱۴, ۲۱]<br>۱, [۲۱, ۷] | ۱, [۱۴, ۲۱]  | ۱, [۷, ۱۴]<br>۱, [۱۴, ۲۱]<br>۱, [۲۱, ۷] |
| سناریو ۴ | -                         | ۱, [۱۴, ۲۱]  | ۱, [۷, ۱۴]<br>۱, [۱۴, ۲۱]<br>۱, [۲۱, ۷] |
| سناریو ۵ | ۱, [۱۴, ۲۱]               | -            | ۱, [۷, ۱۴]<br>۱, [۱۴, ۲۱]               |



شکل ۲: مدل شبیه سازی اورژانس توسط نرم افزار Arena



شکل ۳: مقایسه زمان‌های ارائه خدمات در سناریوهای مختلف



شکل ۴: مقایسه درصد عملکرد ارائه دهندگان خدمت در سناریوهای مختلف

### بحث و نتیجه گیری

در این پژوهش، تلاش گردید تا با زمان سنجی فرآیندهای ارائه خدمات یک مرکز اورژانس، مدل شبیه‌سازی از عملکرد نظام واقعی طراحی گردد. با استفاده از مدل شبیه‌سازی ارائه شده، ضمن شناسایی دو گلوگاه مهم «آزمایشگاه» و «معاینه و مشاوره» و تعیین سناریوهای بهبود برای رفع این گلوگاه‌ها، تعداد بهینه منابع ارائه خدمات و نیز میزان عملکرد منابع مشخص گردید. با بررسی‌های صورت گرفته و تحلیل نتایج،

سناریوی ۵ به عنوان بهترین سناریو انتخاب شد. در این سناریو، با اضافه نمودن یک پزشک به شیفت دوم، یک پرسنل آزمایشگاه به شیفت اول و یک پرسنل آزمایشگاه به شیفت دوم، در مجموع با اضافه کردن فقط ۳ پرسنل اضافی، مدت اقامت کلی بیماران در سیستم به میزان ۲۲ درصد کاهش یافت. جدول ۶ ویژگی‌های موجود در مطالعه حاضر در مقایسه با مطالعات انجام شده قبلی را نشان می‌دهد.

جدول ۶: مقایسه بین مطالعات قبلی و مطالعه حاضر

| مطالعه حاضر (۲۰۱۱) | مطالعه Duguay (2007) | مطالعه Komashie (2005) | مطالعه Saunders (1989)               | ویژگی موجود        |
|--------------------|----------------------|------------------------|--------------------------------------|--------------------|
| خیر                | بلی                  | خیر                    | بلی                                  | ترباژ              |
| بیماران            | بیماران              | بیماران                | بیماران، نمونه‌ها و نتایج آزمایشگاهی | ورودی‌ها           |
| بلی                | بلی                  | بلی                    | خیر                                  | شیفت‌های کارکنان   |
| بلی                | بلی                  | خیر                    | بلی                                  | تست‌های آزمایشگاهی |
| Arena              | Arena                | Arena                  | Cinema                               | نرم افزار          |

Komashie و Mousavi تناسب بین زمان‌های انتظار و زمان اشتغال پزشک را نشان می‌دهد. بالاترین کاهش در زمان انتظار برای یک سناریوی که در آن سیستم بدون بسته شدن فرض شده بود، به دست آمد، به طوری که تمام بیماران می‌توانستند پذیرش شوند. این سناریو فقط زمانی امکان پذیر است که تعداد زیادی تخت موجود باشد و برای شبیه سازی وضعیت‌های بحرانی یا بیماری‌های مسری و واگیردار جالب خواهد بود.

با توجه به نتایج پژوهش و برای کاربرد یافته‌ها جهت کاهش زمان انتظار بیماران، اجرای تریاژ بیماران در بخش فوریت‌ها (مهم‌ترین عامل در تسریع خدمات رسانی با توجه به وضعیت بیمار) و استفاده از یک پزشک متخصص طب اورژانس در سطح تریاژ برای تشخیص پزشکی و سفارش اقدامات تشخیصی در مراحل اولیه فرآیند و نیز استفاده از یک کارشناس آزمایشگاه مخصوص بیماران اورژانسی جهت تسریع روند دریافت نتیجه آزمایش و به‌کارگیری برنامه ریزی صحیح در بخش اورژانس توصیه می‌گردد.

در پژوهش Chetouane و Duguay در سال ۲۰۰۷ (۱۷) بیشترین کاهش زمان انتظار برای سناریوی افزایش یک پزشک و یک پرستار بدون اضافه کردن اتاق معاینه بدست آمد. تعداد اتاق‌های معاینه هیچ تأثیری روی زمان انتظار نداشت. مدت اقامت کلی بیماران در سیستم نیز به مدت ۲ ساعت کاهش یافت. برابر نتایج به دست آمده از مطالعه Saunders و همکاران در سال ۱۹۸۹ (۱۶) زمان گردش آزمایش خون یک اثر مستقیم روی زمان انتظار بیمار داشت که با یافته‌های مطالعه حاضر هم‌خوانی دارد. در هر دو مطالعه فوق سیستم تریاژ در مرکز اورژانس اجرا شده بود و مراجعه کنندگان به فوریت‌ها با دریافت کد تریاژ بر اساس شدت آسیب و نیاز به اقدامات اورژانسی پذیرش می‌شدند. در حالی که در مطالعه حاضر و مطالعه Komashie و Mousavi در سال ۲۰۰۷ (۱۵) به دلیل اجرا نشدن سیستم تریاژ در مرکز اورژانس، کدهای تریاژ در مدل نیستند. نتایج اجرای شبیه سازی گسسته پیشامد در مطالعه

#### منابع:

- 1- Zohoor A, Pilevar-zadeh M. *Study of speed of offering services in emergency department at Kerman Bahonar hospital in 2000*. J Iran Unive Med Sci 2003; 10(35): 413-20. [Persian]
- 2- Kirsch TD. *Emergency Medicine around the world*. Ann Emerg Med 1998; 32(2): 237-8.
- 3- Vesico M, Donahoe P, Gentile C. *An organizational wide approach to improving ED patient satisfaction one community leading hospital experience*. J Emerg Nurs 1999; 25(3): 192-8.
- 4- Weiss SJ, Steven J, Derlet R, Arndahl J, Ernst AA, Richards J, et al. *Estimating the degree of emergency department overcrowding in academic medical centers: results of the national ED overcrowding study(NEDOCS)*. Academic Emerg Med 2004; 11(1): 38-50.
- 5- Golaghaie F, Sarmadian H, Rafiie R, Nejat N. *A study on waiting time and length of stay of attendants to emergency department of Vali-e-Asr Hospital, Arak-Iran*. J Arak Unive Med Sci 2008; 11(2): 74-83. [Persian]
- 6- Abolhasani F. *Study on satisfaction of patient's companions who referred to emergency departments of hospitals of Hamadan university of medical sciences and health care services during 1996*. J Hamadan Unive Med Sci 1996; 7(1): 8-15. [Persian]
- 7- Eldabi T, Irani Z, Paul RJ. *A proposed approach for modeling healthcare systems for understanding*. J Manag Med 2002; 16(2-3): 170-87.

- 8- Anderson EA, Zwelling LA. *Measuring service quality at the University of Texas MD Anderson Center*. Int J Health Care Qual Assur 1996; 9(7): 9-22.
- 9- Garner A, Lee A, Harrison K, Schultz C. *Comparative Analysis of multiple-casualty indent triage algorithms*. Annals of Emerg Med 2001; 38(5): 541-8.
- 10- Dehnadi Moghadam A, Yousef zade Sh, Hemati H, Shabani S. *Comparison the number of triaged patients in three working shift in porsina hospital in rasht*. J Guilan Univer Med Sci 2008; 17(65): 68-76.[Persian]
- 11- Banks J, Carson J, Nelson BL, Nicol D. *Discrete-event system simulation*. New Jersey: Prentice-Hall 1996.
- 12- Jun JB, Jacobson SH, Swisher JR. *Application of discrete-event simulation in health care and clinics: a survey*. J Operational Research Society 1999; 50(2):109-23.
- 13- Aeinparast A, Tabibi SJ, Shahanaghi K, Arianezhad MB. *Estimating outpatient waiting time: a simulation approach*. Payesh Health Monitor J 2009; 8(4): 327-33. [Persian]
- 14- Evans GW, Gor TB, Unger E. *A simulation model for evaluating personnel schedules in a hospital emergency department*. Proceedings of the 28 th Conference on Winter Simulation; 1996.p. 1205-9.
- 15- Komashie A, Mousavi A. *Modeling emergency departments using discrete event simulation techniques*. In: Kuhl ME, Steiger MN, Armstrong NM, Joines JA, editors. Proceedings of the 2005 Winter Simulation Conference, orland, USA, December 4-7; 2005.p. 2681-5.
- 16- Saunders CE, Makens PK, Leblanc LJ. *Modeling emergency department operations using advanced computer simulation systems*. Annals Emerg Med 1989; 18(2): 134-40.
- 17- Duguay C, Chetouane F. *Modeling and Improving emergency department system using discrete event simulation*. Simulation 2007; 83(4): 311-20.

## ***Improvement of Waiting Time for Patients Referring to Emergency Room Using Discrete Event Simulation***

Zare Mehrjardi Y(PhD)<sup>1</sup>, Hoboubati M(MSc)<sup>\*2</sup>, Safaee Nik F(MSc)<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Department of Industrial Engineering, Yazd University, Yazd, Iran

**Received:** 7 May 2010

**Accepted:** 10 Feb 2011

### ***Abstract***

**Introduction:** Many simulation studies have been conducted in the hospitals and first in the emergency departments to increase the productivity. The first issue in the field of service quality and hence the patient right is “waiting time”. The goal of this study was to reduce patients waiting times, emergency service timing, modeling and improving using discrete event simulation.

**Methods:** This was a descriptive - analytical study by the cross-sectional method on 150 patients referred to the emergency department in a public hospital. All necessary data were collected using questionnaire and through observation. Simulation model was designed using Arena software.

**Results:** Our computer simulation model indicates that the maximum waiting time is the time waited for the test request till the results are received by the MD and also the time is necessary for the consultation and examination purposes. Among the five different scenarios, alternative 5 is more interesting economically since it requires only three additional staffs to bring down waiting times.

**Conclusion:** According to research results, to reduce patient waiting time, the Triage processing in the emergency departments and the employment of emergency medicine expert, and the ordering of the diagnostic processes in the early stages of treatment as such as laboratory ordering for emergency patients are of main necessity.

**Keywords:** Emergencies; Emergency Services, Hospital; Triage/Statistics and numerical data; Hospital Administration

***This paper should be cited as:***

Zare Mehrjardi Y, Hoboubati M, Safaee Nik F. ***Improvement of waiting time for patients referring to emergency room using discrete event simulation.*** J Shahid Sadoughi Univ Med Sci; 19(3): 302-12.

***\*Corresponding author: Tel: +98 351 8232301, Fax: +98 351 8232301, Email: magidhh@yahoo.com***