Archive of SID

2th International Conference on Industrial Management
19 & 20 April 2017
دومین کنفرانس بین المللی مدیریت صنعتی
(30 و 31 فروردین 1396)

بهبود فرایند های درمانی در بیمارستان با بکارگیری شبیه‌سازی و تئوری صف (مورد مطالعه: بخش اورژانس بیمارستان هاشمی نژاد)

محمدتقی تقوی‌فرد[1]، رویا افتاده[2]،مجتبی آقایی[3]

دانشیار گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبایی؛dr.taghavifard@gmail.com
کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران-جنوب،oftadeh93@gmail.com
دانشجوی دکتری تحقیق در عملیات، دانشگاه علامه طباطبایی،mojtaba_aghaei68@yahoo.com

چکیده

امروزه سیستم‌های درمانی با ایجاد تغییر در مفهوم خدمت روبرو هستند. در واقع، مفهوم خدمت به ایجاد تعادل میان خدمت برای بیماران و کارایی برای خدمت دهندگان خدمات تغییر کرده است.بخش اورژانس به منزله قلب بیمارستان است و گردش منظم امور در این واحد می تواند جان انسان های بسیاری را نجات دهد.زمان انتظار بیماران اورژانس یکی از عوامل مهمی است که باید در مدیریت و سازماندهی بخش بهداشت و درمان مورد توجه قرار گیرد. شبیه‌سازی ابزاری مناسب برای تحلیل سیستم‌های صف است. بنابراین، در این پژوهش هدف اصلی، مدلسازی فرایند اورژانس بیمارستان با استفاده از ترکیب شبیه‌سازی و تئوری صف، به منظور شناسایی و بهبود فرایندهای درمانی در بخش اورژانس است تا در نهایت به کاهش زمان‌های انتظار بیماران بیانجامد. بدین منظور پس از شناسایی فرآیندهای درمانی ، به مدل کردن این فرآیند در نرم افزار شبیه سازی مبادرت نمودیم. پس از انجام اعتبار سنجی مدل مربوطه، با استفاده از سناریوهایی به بهبود این فرآیندها اقدام نمودیم.نتایج حاصل از انجام این پژوهش منجر به بهبود فرآیندهای خدمت دهی و متعاقبا افزایش بهره وری و راندمان بخش اورژانس و پرسنل آن و نیز کاهش زمان انتظار بیماران شد.

واژگان کلیدی

فرآیندهای درمانی، اورژانس، تئوری صف، شبیه سازی، برنامه ریزی سناریو.

www.SID.ir

Archive of SID

1-مقدمه

بیمارستان با قلمرو مسئولیت های مشخص خود مهم‌ترین موسسه بهداشتی و درمانی و در واقع یک سازمان اجتماعی پزشکی به شمار می رود زیرا با کمک آن مراقبت های بهداشتی و درمانی کاملی به جامعه عرضه می گردد. از جمله بخش‌های مهم بیمارستان بخش اورژانس است که مهم‌ترین وظیفه آن، ارائه خدمات در فوریت های پزشکی است(عجمی و همکاران، 2011). بیمارانی که به این بخش مراجعه می کنند از نظر وضعیت جسمانی در حالت بحرانی به سر می برند و رسیدگی به آن ها در اسرع وقت و با بالاترین کیفیت از جمله وظایف کادر پزشکی و پرستاری شاغل در این بخش است.در بخش اورژانس به دلیل حاد تر بودن شرایط بیمار، نجات جان او باید در اولویت قرار گیرد.بررسی مطالعات صورت گرفته در بخش بهداشت و درمان ایران نشان داد که میانگین زمان انتظار بیماران در بخش‌های اورژانس مورد مطالعه بالاست که این خود بیانگر وجود مشکلاتی در سیستم ارائه خدمات اورژانس است. (آیین پرست و همکاران، 2009).

افزایش تعداد مراجعه کنندگان به اورژانس و بالا رفتن زمان انتظار بیماران از سویی و پیچیدگی ارائه خدمت در این بخش از سوی دیگر موجب شده تا تصمیم گیری برای ایجاد تغییر، اصلاح و یا ارتقای این سیستم از حساسیت بالایی برخوردار باشد(ساندارامورتی و همکاران [i]، 2009).

زمان انتظار بیماران اورژانس یکی از عوامل مهمی است که باید در مدیریت و سازماندهی بخش بهداشت و درمان مورد توجه قرار گیرد.زمان انتظار بیماران نه تنها یکی از عوامل مهم تاثیر گذار بر رضایت بیماران اورژانسی است بلکه یکی از شاخص های ارزیابی کیفیت خدمات اورژانس نیز به شمار می رود.(الدابی و همکاران، 2002)

راهکارهای زیادی برای کاهش ازدحام بیماران و درنتیجه کاهش زمان انتظار برای دریافت خدمت به آن ها در بخش اورژانس نظیر تسهیل دسترسی بیمار به کلینیک ها، افزایش فضای اورژانس و تعداد تخت ها، بهبود عملکرد سایر بخش‌های در ارتباط با اورژانس همانند رادیولوژی و آزمایشگاه و ... پیشنهاد شده است.از آنجایی که اورژانس سیستمی پیچیده بحساب می آید، با استفاده از مدل های تحلیلی، تنها می توان جزئی کوچک از آن را مدلسازی کرد.یکی از این روش های تحلیل تئوری صف است.

تئوری صف، ابزاری برای تحلیل سیستم های صف (سیستم هایی متشکل از خدمت دهنده، خدمت گیرنده و صف) است. این ابزار می تواند سیستم هایی با مفروضات مشخص را تحلیل و مشخصه های سیستم نظیر متوسط زمان انتظار، کل زمان حضور در سیستم و ... را به شکل دقیق محاسبه کند. در دنیای واقعی بسیاری از مفروضات این روش وجود ندارند. به عنوان مثال سیستم هایی که در آن ها نرخ خدمت دهی و نرخ ورود مشتریان توزیع نمایی ندارند(مثل **G/G/1**)، در سیستم بازخورد وجود دارد و پیچیدگی سیستم زیاد است، استفاده از این روش به تنهایی برای تحلیل کامل مسئله پیش رو ممکن نیست.لذا در این مورد می توان از شبیه‌سازی گسسته پیشامد(وقوع پیاشامدها به صورت گسسته و در مقاطع گسسته از زمان صورت می گیرد) که تخمین مناسبی از مشخصه های سیستم در اختیار تحلیل گر قرار می دهد، استفاده شود. (آیین پرست و طبیبی، 1391)

با توجه به موارد بالا،این پژوهش در بخش اورژانش بیمارستان هاشمی نژاد صورت می پذیرد. از جمله مشکلات این بخش، تشکیل صف های طولانی و متعاقبا صرف زمان انتظار طولانی جهت دریافت خدمت توسط بیماران مراجعه

[i] Sundaramoorthi

www.SID.ir

Archive of SID

کننده است.بنابراین این نیاز وجود دارد که به بهترین نحو در فرآیند خدمت دهی به بیماران گام برداریم و به همین دلیل بررسی وضع موجود و شناسایی نقاط ضعف سیستم و تغییرات مورد نیاز در سیستم فعلی و بهبود کیفیت خدمت رسانی ضروری بنظر می رسد به نحوی که از منابع بهتر استفاده شده و زمان انتظار بیمار کمینه گردد.در واقع مسئله اصلی این است که چگونه می توانیم به مدلی به منظور بهبود سیستم خدمت رسانی در بخش اورژانس این بیمارستان با استفاده از شبیه‌سازی کامپیوتری و تئوری صف دست پیدا کنیم به نحوی که این مدل منجر به بهبود فرآیندهای خدمت دهی و متعاقبا افزایش بهره وری و راندمان بخش اورژانس و پرسنل آن و نیز کاهش زمان انتظار بیماران شود؟

2-مروری بر پیشینه تحقیق

اورژانس به محلی گفته می‌شود که خدمات پزشکی اورژانس به بیماران ارائه می‌شود. اورژانس‌ها معمولاً به عنوان یک بخش یا دپارتمان از بیمارستان محسوب می‌شوند ولی معمولاً به جهت دسترسی بهتر و سریعتر بیماران در محلی جدا از ساختمان اصلی بیمارستان قرار می‌گیرند. معمولاً اورژانس‌ها شامل تریاژ، اتاق غربالگری، بخش تحت‌نظر و بخش اصلی اورژانس هستند. بسته به شرایط و امکانات اورژانس‌ها می‌توانند شامل بخش مراقبت‌های ویژه و اتاق‌های عمل سرپایی و عمومی هم باشند.

شبیه‌سازی عبارت است از فرایند طراحی مدلی از سیستم واقعی وانجام آزمایشهایی با این مدل است که با هدف پی‌بردن به رفتار سیستم ، یا ارزیابی استراتژیهای گوناگون - درمحدوده‌ای که به وسیله معیار و یا مجموعه‌ای از معیارها اعمال شده است- برای عملیات سیستم، صورت می‌گیرد ویا به عبارت دیگر،فرایند ایجاد مدلی رایانه‌ای از یک سیستم به منظور بررسی رفتار سیستم و تحلیل عملکرد آن. چونگ، 2003)

شبیه‌سازی گسسته – پیشامد یکی از روش‌های شبیه‌سازی است که برای مدلسازی و شبیه‌سازی سیستم‌های گسسته (سیستم‌های که رفتار سیستم در نقاط گسسته زمانی تغییر می‌کند) استفاده می‌شود. شبیه‌سازی رویداد گسسته، عمل یک سیستم به عنوان یک توالی زمانی از حوادث نشان داده می‌شود. هر رویداد در یک لحظه در زمان رخ می‌دهد و یک تغییر حالت در سیستم را نشان می‌دهد(بنکس و کارسن, 1984).

بررسی پژوهش های انجام گرفته در زمینه شبیه‌سازی سیستم های بهداشت و درمان نشان می دهد که بهره گیری از شبیه‌سازی به منظور تصمیم گیری در سیستم های بهداشتی و درمانی، منافع بی شماری برای مدیران و تصمیم گیری این سیستم ها به ارمغان آورده است.(آیین پرست و همکاران، 1391).

در سالیان اخیر تمایل به استفاده از شبیه‌سازی کامپیوتری برای کمک به تصمیم‌گیری موثر در مراقبت‌های بهداشتی برای بهبود عملیات در حال افزایش بوده است(زنگ و همکاران [ii]، 2011)

به نظر می‌رسد شبیه‌سازی کامپیوتری یک جایگزین مناسب با زمان کمتر و هزینه مناسب‌تر نسبت به بیشتر روش-های سنتی آماری باشد. در میان روش‌های مختلف شبیه‌سازی، مدل‌های شبیه‌سازی گسسته-پیشامد یکی از پرکابردترین روش‌ها در حوزه بهداشت و درمان و در شبیه‌سازی بخش‌های مختلف درمانی مانند اورژانس است(ویلامیزار و همکاران، 2011)

مقالات متعددی درباره کاربرد مدل‌های شبیه‌سازی و سیستم های صف در بیمارستان‌ها بیان شده که در ادامه به

[ii] Zeng

www.SID.ir

Archive of SID

چند مورد اشاره می‌شود.

زارع مهرجردی و همکاران(1390) زمان انتظار بیماران مراجعه کننده به اورژانس را با استفاده از شبیه‌سازی گسسته پیشامد مدلسازی کردند. نتایج تحقیق آن ها نشان داد که بیشترین زمان انتظار مربوط به فاصله زمانی درخواست آزمایش تا در یافت نتیجه آن توسط پزشک و نیز زمان لازم برای معاینه و مشاهده بود.(زارع مهرجردی و همکاران،1390)

عجمی و همکاران(1391) در تحقیق خود تحت عنوان " کاهش زمان انتظار بیماران در فرآیند اورژانس بیمارستان آیت الله کاشانی اصفهان با استفاده از مدل شبیه‌سازی" به بررسی فرآیند اورژانس پرداختند. (عجمی و همکاران، 1391)

جوکارکهنگی و همکاران(1392) در پژوهش خود تحت عنوان "توسعه کیفیت خدمات اورژانس با ابزار شبیه‌سازی و بهبود به کمک تئوری صف " به بررسی خدمات اورژانس و بهبود آن در یکی از درمانگاه های شهر کرج اقدام نمودند. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که با در نظر گرفتن هزینه ها و برای خدمت رسانی بهتر به بیماران مراجعه کننده به اورژانس اضافه کردن یک گروه درمانی دیگر سبب کاهش طول صف انتظار و بهبود خدمات رسانی به بیماران می‌شود. (جوکارکهنگی و همکاران، 1392)

نورشعبانی و باقری نژاد(1392)، در کار پژوهشی خود به ارزیابی و بهبود عملکرد سیستم صف کلینیک فوق تخصصی با استفاده از شبیه‌سازی پرداختند. به منظور انجام این پروژه نیز از نرم‌افزار شبیه‌سازی ARENA 14 استفاده کردند. نتایج به‌دست‌آمده نشان دادند که افزایش خدمت دهنده در این مطالعه موردی، منجر به بهبود قابل توجهی در سیستم صف گردید. (نورشعبانی و باقری نژاد، 1392)

باقرانژاد و حسن پور (1393)، در تحقیق خود تحت عنوان " بهینه سازی شبیه‌سازی سیستم صف درمانگاه شبانه روزی در حومه شهر کرج" به بررسی بهبود صف انتظار برای مراجعین به بخش‌های مختلف این درمانگاه پرداختند.

مرادی و رضوی(1393)، به طراحی مدلی برای بهبود کیفیت خدمت دهی در بیمارستان حافظ شیراز با استفاده از شبیه‌سازی کامپیوتری و تئوری صف اقدام نمودند.با بکارگیری تحلیل نتایج حاصله، شش سناریو که منجر به کاهش زمان انتظار می‌شود پیشنهاد گردیده شد. (مرادی و رضوی، 1393)

2-1: پیشینه تحقیقات خارجی

در سال 1997 پروژه ای در آمریکا تحت عنوان " بهینه سازی منابع مورد استفاده در بخش اورژانس بیمارستان ارتشی کلر با استفاده از شبیه‌سازی" شروع شد.هدف از این پروژه، شبیه‌سازی بخش‌های مهم اورژانس بیمارستان در جهت استفاده حداکثری از منابع بوده است(فاریک [iii]، 1997).

در مطالعات مختلفی از مدل های شبیه‌سازی جهت ارتقای عملکرد سیستم بهداشت و درمان، ارزیابی عملکرد و تحلیل خروجی سناریوهای مختلف، استفاده شده است.(سینریک و مارمر [iv]، 2005؛ سویشر و همکاران [v]، 2003).

در مقاله ای که در سال 2007 تحت عنوان " استفاده از تکنیک شبیه‌سازی و الگوریتم ژنتیک برای بهبود کیفیت مراقبت بخش اورژانس یک بیمارستان" توسط اعضای دپارتمان MIS دانشگاه ملی چیانی تایوان انجام شده است،

[iii] Farrick
[iv] Sinreich & Marmor
[v] Swisher et al.

www.SID.ir

Archive of SID

یافتن برنامه بهینه کاری برای پرستاران بر اساس حداقل ساختن زمان انتظار بیمار در بخش اورژانس، مورد نظر قرار گرفته است.(جین یه و شان لین، 2007).همچنین در سال 2008، در ایالات متحده آمریکا مطالعه ای با عنوان "استفاده از مدل شبیه‌سازی کامپیوتری برای کاهش زمان انتظار در بخش اورژانس " انجام شد.(جورجیوسکی و همکاران [vi]، 2008)احمد و الخمیس [vii](2009) تحقیقی را تحت عنوان شبیه‌سازی و بهینه سازی بخش اورژانس یک واحد بهداشتی و درمانی در کویت انجام دادند. آن ها با استفاده از شبیه‌سازی و بهینه سازی سیستم، روشی را برای تعیین تعداد بهینه پزشکان ، تکنسین های آزمایشگاه و پرستاران مورد نیاز با هدف به حداکثر رساندن بازده و به منظور کاهش زمان انتظار بیمار، سیستم را با توجه به محدودیت های بودجه ارائه دادند.وانگ [viii] و همکاران (2011) در مقاله خود با هدف بهبود کیفیت خدمات بخش اورژانس به وسیله افزایش کارایی عملیات آن از شبیه‌سازی استفاده کردند. بدین منظور این مطالعه شبیه‌سازی به بررسی علل خطا در زمان‌های انتظار برای دریافت خدمات تمرکز کرده است. کوزاوایسکی و همکاران [ix](2012) مدلی از اورژانس برای بهبود جریان درمان با هدف کاهش زمان انتظار بیماران ارائه کرده اند.نتایج پژوهش آن ها نشان می دهد که با در نظر گرفتن منابع مناسب متغیر برای بیماران در طول شبانه روز می توان زمان انتظار را کاهش داد.چتوانه و همکاران (2012) در تحقیق خود، راهکاری برای ارائه خدمات اورژانس ارائه کرده اند و از شبیه‌سازی برای محاسبه نتیجه سناریوها و طرح های مختلف استفاده کرده و در نهایت بهترین طرح را با توجه به نتایج انتخاب کردندآلماگوشی[x](2015) در تحقیق خود به مطالعه تحقیقاتی که در زمینه بکارگیری شبیه‌سازی در بیمارستان صورت پذیرفته است، پرداخته است.

با مرور تحقیقات صورت گرفته در این حوزه می توان به این نتیجه دست یافت که طی دو دهه گذشته، استفاده از مدل شبیه‌سازی جهت برنامه ریزی و به عنوان ابزار تصمیم گیری به صورت قابل ملاحظه ای در حوزه های مراقبت بهداشتی گسترش یافته و بسیاری از پروژه های شبیه‌سازی در بیمارستان ها ابتدا در بخش‌های اورژانس اجرا شده اند. تحقیق حاضر را می توان از لحاظ مورد مطالعه (اورژانس بیمارستان) با پژوهش های قبلی مشابه دانست ولی در هیچ کدام از پژوهش های قبلی (چه داخلی و چه خارجی) از نرم‌افزار شبیه‌سازی ED جهت شبیه‌سازی سیستم مورد نظر استفاده نشده است. نرم‌افزار ED در تمام مسائل حوزه‌های جابجایی مواد، حمل‌ونقل و فرایند تولید به‌خوبی پاسخگو است. اتم‌های حاضر در این بسته دارای قابلیت پوشش تمام فرایندهای ذکرشده بوده و به دلیل انعطاف‌پذیری موجود در عملکرد آن‌ها با توجه به نیاز مدل‌ساز، این قابلیت به حداکثر خود رسیده است. بنابراین با توجه به موارد پیش گفته ، در این پژوهش به دنبال مدلسازی فرایند اورژانس بیمارستان و استفاده از ترکیب شبیه‌سازی(بکارگیری نرم‌افزار ED) و تئوری صف، به منظور شناسایی و بهبود فرایندهای درمانی در بخش اورژانس است تا در نهایت به کاهش زمان‌های انتظار بیماران بیانجامد.

3-روش شناسی تحقیق

[vi] Georgievskiy
[vii] Ahmed & Alkhamis
[viii] Wang et al.
[ix] Kozlowski et al
[x] Almagooshi

www.SID.ir

Archive of SID

این پژوهش از نظر هدف، تحقیقی کاربردی است زیرا نتایج حاصل از این پژوهش به منظورشناسایی و بهبود فرآیندهای درمانی در بخش اورژانس بیمارستان مربوطه مورد استفاده قرار می گیرد و می توان از آن برای کاهش طول صف و نیز زمان ارائه خدمات درمانی به بیماران و همچنین بهبود کارایی پرسنل استفاده نمود. همچنین این تحقیق از نظر روش جمع‌آوری اطلاعات، از نوع کتابخانه ای و میدانی است.این تحقیق از نظر ماهیت و روش، تحقیقی توصیفی-تحلیلی است زیرا وضعیت انجام فرایندهای درمانی به‌طور دقیق مشخص شده و پس از مدل کردن این فرآیندها در نرم‌افزار شبیه‌سازی ED[xi] وضعیت فعلی ارائه خدمات و انجام فرآیندها از نظر سیستم های صف(تعداد پرسنل، مدت زمان ارائه خدمت درمانی، مدت زمان انتظار بیماران و ...) مشخص شده و پس از پیاده سازی سناریوهایی نتایج آن مورد توصیف و تحلیل قرار می گیرد. قلمرو مکانی در نظر گرفته شده برای این تحقیق بیمارستان شهید هاشمی نژاد واقع در خیابان ولی عصر (عج) - بالاتر از میدان ونک، کوچه شهید والی نژاد تهران است. از آنجایی که قلمرو زمانی این پژوهش وضعیت موجود اورژانس بیمارستان هاشمی نژاد است، این تحقیق یک تحقیق مقطعی محسوب می‌شود.

جمع‌آوری داده‌ها بر اساس نمونه‌گیری تصادفی و در زمان‌های مختلف صورت می گیرد. برای مشخص شدن تعداد داده‌های لازم برای انجام شبیه‌سازی این سیستم ابتدا باید تعداد نمونه مورد نیاز (n) را محاسبه کنیم. بدین منظور، به‌طور تصادفی ابتدا تعداد 20 نمونه از زمان ورود بیماران انتخاب و با استفاده از فرمول (1) حجم نمونه را محاسبه می کنیم.

$$N \geq \left(\frac{t_{\frac{\alpha}{2},n-1} \times \delta}{\varepsilon}\right)^2 \qquad (1)$$

به منظور تحلیل داده‌های به‌دست‌آمده از بخش اورژانس بیمارستان، بعد از جمع‌آوری نمونه های مورد نیاز، به منظور مدل کردن سیستم مورد نظر در نرم‌افزار شبیه‌سازی ED ابتدا با استفاده از این نرم‌افزار (که روش آن به تفصیل در بخش های بعدی ارائه خواهد شد) تابع توزیع داده ها (شامل توزیع زمان ورود بیماران به بخش اورژانس، توزیع زمان ارائه خدمات درمانی به بیماران و ...) به‌دست‌آمده و آنگاه در مرحله بعد به مدل کردن سیستم فعلی در نرم‌افزار شبیه‌سازی پرداخته خواهد شد.پس از آن به منظور اعتبار سنجی مدل شبیه‌سازی شده از نرم‌افزارهای آماری همچون SPSS استفاده می‌شود.

4- تشریح فرایند ورود تا ترخیص بیماران در بخش اورژانس

بخش اورژانس شهید هاشمی نژاد در ضلع جنوب غربی بیمارستان در طبقه همکف واقع شده است. در ورودی اورژانس از کوچه والی نژاد اولین درب بیمارستان است. و دارای رمپ و ورودی آمبولانس است.

این بیمارستان مرکزی آموزشی-پژوهشی و درمانی بوده و تحت نظارت وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی و ازجمله بیمارستان‌های تابعه دانشگاه علوم پزشکی ایران است. انجام خدمات فوق تخصصی در زمینه های نورولوژی، نفرولوژی ، پیوند کلیه، و جراحی عروق و... در این بیمارستان ارائه می‌شود.در ادامه، فرایند ورود تا ترخیص بیماران در بخش اورژانس مورد بررسی قرار می گیرد.

گام اول : ورود بیمار

[xi] Enterprice Dynamic

www.SID.ir

Archive of SID

مرحله اول در بخش اورژانس ورود بیمار به این بخش است که بیمار ممکن است یا خود به‌تنهایی و یا با همراه به این بخش مراجعه کند. در حالت دیگر ورود بیمار ممکن است از طریق آمبولانس صورت گیرد.

گام دوم : ویزیت بیمار و طبقه‌بندی بر اساس وخامت حال بیمار

در این مرحله ، بیمار توسط پرستار مستقر در اتاق تریاژ ویزیت شده و بر اساس وخامت حال وی، طبقه‌بندی بیمار صورت می‌گیرد.سیستم مورداستفاده در این اورژانس، سیستم ESI مصوب وزارت بهداشت است.سطح بندی بیمار در این مرحله به صورت زیر می باشد.

جدول 1:سطح‌بندی بیماران و حداکثر زمان انتظار آن‌ها

سطح	طبقه	حداکثر زمان انتظار(به دقیقه)
1	آنی (احیا)	0
2	خیلی فوری	10 تا 15
3	فوری	30 تا 60
4	نیمه فوری	60 تا 120
5	غیر فوری	120 تا ...

گام سوم: مرحله بعد از تشخیص سطح بیمار

در این مرحله اگر بیمار سطح 1 باشد بلافاصله به اتاق CPR منتقل‌شده و پزشک و پرستار بر اساس کد مربوطه(کد مربوط دسته‌بندی بیمار برای احیا) به اتاق CPR می‌روند. اگر بیمار سطح 2 باشد ، تا حداکثر 10 دقیقه توسط دکتر مستقر در بخش، ویزیت می‌شود.اگر بیمار در سطح 1 و 2 باشد فرم تریاژ توسط پرستار یا پزشک برای بیمار پر می‌شود.اگر بیمار در یکی از سطوح 3، 4 و 5 باشد خود مریض می‌تواند مراحل تکمیل فرم تریاژ و متعاقباً تشکیل پرونده را انجام دهد.

گام چهارم: پذیرش(تشکیل پرونده)

بیماران سطح‌های 1 تا 4 نیاز است که در قسمت پذیرش برای آن‌ها تشکیل پرونده صورت گیرد که بیماران سطح 1 و 2 اگر همراه داشته باشند ، تشکیل پرونده توسط همراه صورت می‌گیرد و در غیر این صورت تشکیل پرونده توسط کارکنان صورت می‌گیرد. بیمار سطح 5 نیاز به تشکیل پرونده ندارد و فقط ملزم است تا فرم تریاژ را تکمیل نماید.

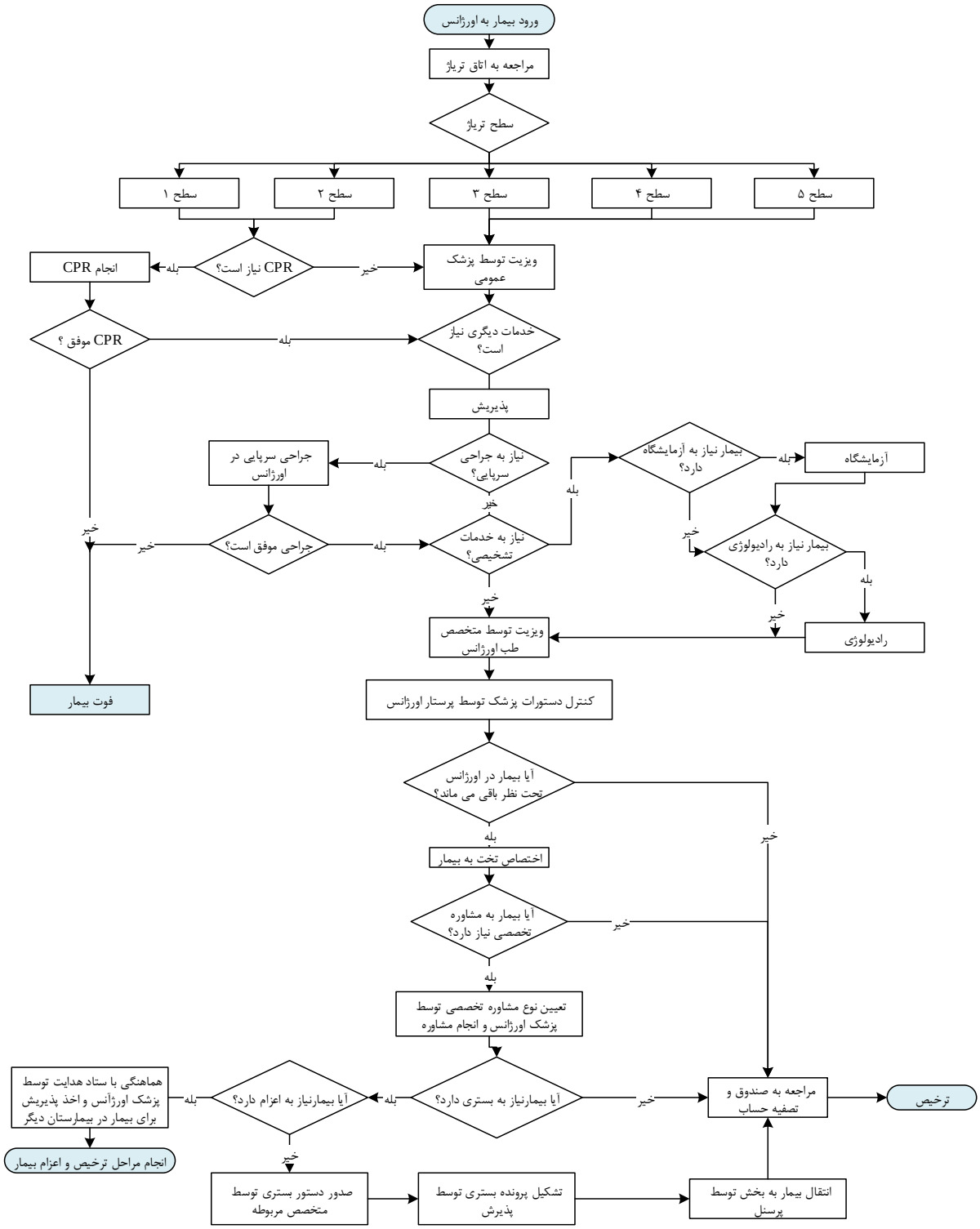
گام پنجم: رسیدگی به بیمار بر اساس سطح مربوطه

در این مرحله بیمار سطح 5 بعد از ویزیت سرپایی توسط پزشک، مبلغ را واریز کرده و فیش واریز مبلغ ضمیمه فرم تریاژ شده و بایگانی می‌شود و بیمار اورژانس را ترک می‌نماید.سطح‌های 3 و 4 هم بعد از تشکیل پرونده به بخش ویزیت منتقل‌شده تا پزشک آن‌ها را ویزیت نماید و بعد از انجام مراحل مربوطه ترخیص می‌شوند. اما برای بیماران سطح 1 و 2، بعد از انجام تمام اقدامات پاراکلینیکی، مراقبتی و دارویی(بعد از بستری بیمار) ممکن است چندین حالت اتفاق بیفتد:بستری در بخش‌ها،ترخیص،اعزام،فوت بیمار.

شرح کامل فرآیندهای اجراشده در بخش اورژانس را می‌توان در شکل 1 به تصویر کشید.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل 1: نمودار فرایندهای بخش اورژانس بیمارستان هاشمی نژاد

www.SID.ir

Archive of SID

5-گردآوری داده‌ها

در جهت انجام شبیه‌سازی ابتدا با استفاده از مشاهده و زمان‌سنجی، پارامترها و توزیع‌های صف مشخص می‌شوند.برای مشخص شدن تعداد داده‌های لازم برای انجام شبیه‌سازی این سیستم ابتدا باید N(تعداد نمونه مورد نیاز) را محاسبه کنیم،که بدین منظور به‌طور تصادفی ابتدا تعداد 25 نمونه(n نمونه اولیه) از زمان ورود بیماران را محاسبه کرده و برای محاسبه N و با استفاده از فرمول زیر از این تعداد نمونه اولیه استفاده می‌کنیم. نکته لازم به ذکر این است که تعداد نمونه اولیه را به‌طور تصادفی در یکی از روزهای هفته و از ساعت 9 تا 12 (که به‌طورمعمول و طبق گفته پرستار ارشد اورژانس اوج ساعات کاری این بخش محسوب می‌شود) جمع‌آوری شده است. در این فرمول، $t_{\frac{\alpha}{2},n-1}$ برابر است با آماره آزمون با درصد خطای $\frac{\alpha}{2}$ و درجه آزادی $n-1$ ، δ برابر است با انحراف معیار نمونه و ε نشان‌دهنده مقدار خطای نمونه‌گیری است. محاسبات به قرار زیر است:

جدول 2: داده‌های مربوط به زمان‌های بین دو ورود

زمان‌های بین دو ورود(بر اساس دقیقه)				
2	1	1	3	2
3	3	3	2	2
2	1	2	2	3
3	3	1	3	2
2	2	4	2	3

$$N \geq \left(\frac{t_{\frac{\alpha}{2},n-1} \times \delta}{\varepsilon}\right)^2$$

$$\varepsilon = 0.075$$

$$t_{\frac{\alpha}{2},n-1} = t_{.025,24} = 2.06$$

$$\delta = 0.814$$

$$N \geq \left(\frac{0.814 \times 2.06}{0.08}\right)^2 = 439.33 \cong 440$$

با توجه به‌T مقدار n محاسبه‌شده که تقریباً برابر با 440 است،بنابراین تعداد نمونه‌گیری‌های مورد نیاز برای انجام شبیه‌سازی این سیستم باید بیش از 440 باشد. داده‌های گردآوری‌شده در این پژوهش در طی 15 روز کاری(10 روز توسط پژوهشگر و داده‌های 5 روز کاری حاصل از داده‌های ثبت‌شده در اورژانس) و در ساعات8:00 صبح تا 20:00 شب (مدت‌زمان نمونه‌گیری برابر با 12 ساعت) گردآوری‌شده است و در مجموع این 15 روز کاری (180 ساعت) تعداد 550 نمونه جمع‌آوری شده است.

5-1:تعیین تابع توزیع داده‌های ورودی به مدل شبیه‌سازی

به‌منظور تعیین نوع تابع توزیع داده‌های مربوط به امور مختلف(زمان بین دو ورود مشتریان، زمان ارائه خدمت در هرکدام از باجه‌ها و ...) از نرم‌افزار ED استفاده می‌نماییم.

با توجه به توزیع های به‌دست‌آمده، بطور کلی برای زمان های ورود و زمان های خدمت دهی طبق جدول زیر داریم:

www.SID.ir

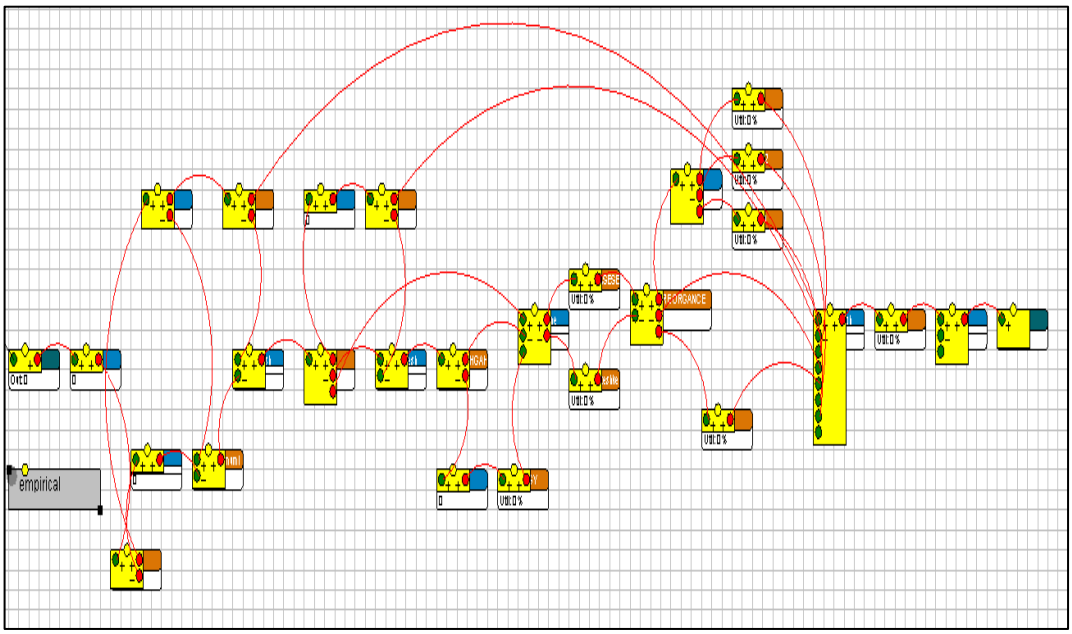
Archive of SID

جدول 3: توابع کلی به‌دست‌آمده برای داده‌ای جمع‌آوری شده برای هر قسمت

نوع داده	تابع توزیع
ورود بیماران	Weibull(5.46,1.10)
دریافت خدمت در اتاق تریاژ	Pearsont5(1.42,2.50,1.00)
ویزیت توسط پزشک عمومی	Lognormal(2.54,6.34,1.00)
دریافت خدمت در پذیرش	Lognormal(2.24,1.75,1.00)
دریافت خدمت در آزمایشگاه	Logistic(52.36,28.43,35.00)
دریافت خدمت در رادیولوژی	Lognormal(5.10,6.78,4.00)
دریافت خدمت در ویزیت توسط پزشک متخصص	Normal(12.66,10.15,2.00)
زمان انجام CPR	Pearsont5(20.84,4.40,5.00)
زمان انجام عمل سرپایی	Lognormal(18.36,13.19,5.00)

5-2:مدل‌سازی مسئله با نرم‌افزار ED

پس از مشخص کردن نوع توزیع داده‌های ورودی به مدل ، نوبت به پیاده سازی سیستم فعلی در بستر نرم‌افزار شبیه‌سازی می رسد. طبق انچه در مورد فرآیند درمانی در اورژانس این بیمارستان گفته شد، می توان مدل شبیه‌سازی زیر را به عنوان مدلی از سیستم اورژانس مد نظر مورد استفاده قرار داد.



شکل 2: شمای کلی از مدل شبیه‌سازی شده

www.SID.ir

Archive of SID

5-3:اعتبار سنجی مدل

از مهم‌ترین و مشکل ترین کارها در طراحی مدل های شبیه‌سازی، آزمایش مدل و تعیین اعتبار آن است. منظور از اعتبار سنجی مدل این است که در یک سطح اطمینان مطمئن شویم که خروجی مدل شبیه‌سازی با خروجی دنیای واقعی برابر است.یعنی مدل واقعی نسبت به دنیای واقعی صحیح طراحی شده است. در اعتبار سنجی مدل به دنبال آزمون این فرضیه هستیم که میانگین خروجی حاصل از مدل شبیه‌سازی با میانگین خروجی حاصل از دنیای واقعی برابر است(فرض H0) و یا خیر(فرض H1).

یکی از فرضیات اصلی برای اکثر آزمون های آماری، نرمال بودن توزیع مشاهدات است. اجرای ازمون نرمال بودن، استفاده از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف است. این آزمون یک آزمون ناپارامتری برای بررسی توزیع مشاهدات است. میزان تقریبی معنی داری آزمون (Asymptotic significant) در انتهای خروجی آزمون کولموگروف-اسمیرنوف می آید که با با مقایسه آن با α انجام و نسبت به نرمال بودن توزیع مشاهدات تصمیم گیری نمود.

اگر $\alpha = 0.05$ در نظر بگیریم ، چنانچه $P - value > 0.05$ باشد می توان فرض کرد توزیع مشاهدات نرمال است.با توجه به جدول و مقدار محاسبه شده برای Asymptotic significant نتیجه میگیریم که داده‌های حاصل از خروجی مدل شبیه‌سازی و خروجی دنیای واقعی نرمال هستند.

جدول 4: آزمون کولموگروف اسمیرنوف

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test			
		X10	X11
N		15	15
Normal Parameters[a,b]	Mean	81.1333	75.9333
	Std. Deviation	5.44933	5.63746
Most Extreme Differences	Absolute	.161	.166
	Positive	.119	.166
	Negative	-.161	-.126
Kolmogorov-Smirnov Z		.624	.642
Asymp. Sig. (2-tailed)		**.832**	**.804**
a. Test distribution is Normal. b. Calculated from data.			

بعد از مشخص کردن اینکه توزیع داده‌های حاصل نرمال می باشند یا خیر،باید به مقایسه داده‌های حاصل از مدل و دنیای واقعی بپردازیم. با توجه به اینکه داده‌های این مدل در طی 15 روز گردآوری شده است بنابراین برای تطابق این داده ها با مدل طراحی شده،مدل را 15 بار با زمان (12 ساعت) اجرا کرده و خروجی های حاصل از آن را یادداشت می نماییم.سپس با استفاده از آزمون های آماری به بررسی خروجی مدل با دنیای واقعی می پردازیم.

جدول 5: داده‌های حاصل از شبیه‌سازی و دنیای واقعی

خروجی مدل	78	86	77	70	89	79	83	81	88	78	85	86	85	74	78
خروجی بخش اورژانس	75	83	69	70	80	85	83	71	82	79	74	72	73	75	68

www.SID.ir

Archive of SID

در مرحله بعد باید مشخص کنیم که این داده ها از هم مستقل می باشند یاخیر.در صورت مستقل بودن از آزمون t و در غیر اینصورت از آزمون pair-t استفاده می کنیم.

جدول 6: آزمون استقلال نمونه ها

Descriptive Statistics								
	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum	Percentiles		
						25th	50th (Median)	75th
X10	15	81.1333	5.44933	70.00	89.00	78.0000	81.0000	86.0000
X11	15	75.9333	5.63746	68.00	85.00	71.0000	75.0000	82.0000

Test Statistics		
	X10	X11
Chi-Square	3.333[a]	1.467[b]
df	10	12
Asymp. Sig.	.972	1.000

با توجه به داده‌های حاصل این چنین نتیجه گیری می کنیم:

If Pearson Chi-Square > 0.05	مستقلند
If Pearson Chi-Square < 0.05	غیر مستقلند

از آنجا که شرط اول رعایت شده است(If Pearson Chi-Square > 0.05) این دو نمونه از هم مستقل می باشند.بازه اطمینان حاصل از این محاسبات با فرض برابر بودن واریانس و درجه آزادی$28(n1 + n2 - 2)$ بین 4.29439 و 4.96106−می‌باشد.حال توزیع t حاصل از جدول را محاسبه می کنیم.

$$t_{.025,28} = 2.05$$

فرضیات زیر برای اعتبار سنجی مدل موجود است:

$$\begin{cases} H_0: \mu_1 = \mu_2 \\ H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \end{cases}$$

اگرt به‌دست‌آمده از جدول در بازه (4.29439 و4.96106-)باشد فرض آماری(برابر بودن میانگین مدل و میانگین دنیای واقعی) است.در غیر اینصورت فرض H_1 (عدم برابری میانگین مدل با میانگین دنیای واقعی) تائید می‌شود.از آنجا که $t_{.025,28} = 2.05$ در بازه $(-4.96106, 4.29439)$می گیرد.پس می توان فرض آماری را تأیید کرد بدین معنا که میانگین حاصل از مدل با دنیای واقعی برابر است.

www.SID.ir

Archive of SID

4- برنامه ریزی سناریو

پس از انجام اعتبار سنجی مدل شبیه‌سازی شده در نرم‌افزار شبیه‌سازی و تایید این فرض که خروجی مدل شبیه‌سازی شده با خروجی سیستم واقعی مطابقت دارد، در مرحله بعد از انجام این پژوهش ، نوبت به ارائه راهکارهایی تحت عنوان سناریو به منظور بهبود فرایندهای درمانی در بیمارستان (و به‌طور اخص کاهش زمان های انتظار بیماران جهت دریافت خدمات درمانی) است. به منظور بهبود در فرایندها از منظر معیارهای عملکردی سیستم بدلیل‌ها یا سناریوهای مختلفی تعریف می‌شوند و اثر آن‌ها بر متغیرهای عملکردی مورد نظر در سیستم بررسی می‌شوند. این سناریوها می‌توانند از ابعاد و جنبه‌های گوناگون تعریف و مطرح شوند. مرحله پیش نیاز برای این کار تشخیص نقاطی از فرآیند خدمت دهی به بیماران است که مشتریان مدت زمان بیشتری جهت دریافت خدمت در آن سپری می کنند. بدین منظور ابتدا از طراحی آزمایش استفاده می کنیم. برای این کار مدل را به‌طور تصادفی 30 بار(برای هر دوره 12 ساعت) اجرا کرده و به منظور تشخیص نقاطی از مدل که صف بیشتری تشکیل می‌شود نتایج آن مورد بررسی قرار می گیرد.نتایج حاصل به شرح زیر است. این نتایج مربوط به متوسط زمان انتظار بیماران در هر یک از صف های مربوطه است.

Observation period: 1296000
Warmup period: 0
Number of observations: 30
Simulation method: Separate runs
Description:

		Average	Standard Deviation	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	Minimum	Maximum
Q of azmayesh	avg stay time	3972.43	1752.49	3317.79	4627.06	1527.10	7415.00
Q of CPR	avg stay time	86.01	141.00	33.34	138.68	0.00	676.43
Q of jarahi	avg stay time	31.78	59.14	9.69	53.87	0.00	211.49
Q of moayene	avg stay time	626.52	770.09	338.85	914.19	33.51	4303.60
Q of omumi	avg stay time	116.81	163.59	55.70	177.92	2.89	716.69
Q of paziresh	avg stay time	34.48	45.63	17.44	51.53	3.09	248.51
Q of radio	avg stay time	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q of sandogh	avg stay time	0.18	0.16	0.12	0.24	0.00	0.64
Q of teriazh	avg stay time	178.90	147.25	123.90	233.91	29.88	706.97
Queue of bastari	avg stay time	267.42	490.57	84.17	450.67	0.00	2494.47

شکل 3: متوسط زمان انتظار برای بخش‌های مختلف در 30 بار اجرای مدل شبیه‌سازی

از نتایج به‌دست‌آمده مشخص است که بیماران در صف های مربوط به آزمایشگاه(به‌طور متوسط 3972 ثانیه)، معاینه(به‌طور متوسط 626 ثانیه)، ویزیت توسط پزشک عمومی(116به‌طور متوسط ثانیه) ، سطح بندی توسط تریاژ(به‌طور متوسط 178 ثانیه) و بستری(به‌طور متوسط 267 ثانیه) نسبت به دیگر نقاط این فرآیند، مدت زمان بیشتری را جهت دریافت خدمت سپری می کنند. بنابراین سناریوهای پیشنهادی باید در راستای بهبود این قسمت های مشخص شده باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

4-1:سناریوی اول

اولین مرحله از فرآید پذیرش تا خروج بیمار ، اتاق تریاژ است. بیماران در بدو ورود به بخش اورژانس،به این اتاق مراجعه می کنند. در این مرحله ، بیمار توسط پرستار مستقر در اتاق تریاژ ویزیت شده و بر اساس وخامت حال وی، طبقه بندی بیمار صورت می گیرد. با توجه به حجم کاری این پرستار، در سناریوی اول پیشنهاد می‌شود از یک پرستار دیگر به منظور سطح بندی بیماران استفاده شود.به منظور بررسی نتایج حاصل از پیاده سازی این سناریو ابتدا مدل تغییر یافته برای این سناریو(اضافه شدن یک پرستار به قسمت تریاژ) را به‌طور تصادفی 15تا 40 بار اجرا می نماییم و زمان های مربوط مدت زمان انتظار مشتریان در صف مربوط به اتاق تریاژ را یادداشت می نماییم. این تعداد اجرای اولیه به منظور مشخص شدن تعداد لازم برای اجرای نهایی مدل در جهت بررسی این سناریو با استفاده از فرمول زیر است:

$$R \geq \left(\frac{t_{\frac{\alpha}{2},n-1} \times \delta_0}{\varepsilon}\right)^2$$

در این فرمول،R نشان دهنده حداقل تعداد لازم برای اجرای مدل شبیه‌سازی در این سناریو، $t_{\frac{\alpha}{2},n-1}$ نشان دهنده آماره آزمون در سطح خطای $\alpha = 0.05$ و درجه ازادی $(n-1)$ ، ε درصد خطای آزمایش و δ_0^2 نیز نشان دهنده انحراف معیار داده‌های به‌دست‌آمده است.پس ابتدا باید مدل شبیه‌سازی شده برای این سناریو را به‌طور تصادفی 15 بار اجرا کرده و پارامترهای مورد نیاز برای مشخص کردن تعداد اجرای نهایی مدل را به دست بیاوریم. داده‌های حاصل از 15 بار اجرای مدل به شرح زیر می باشند:

جدول 7: اجرای مدل شبیه‌سازی به‌طور تصادفی برای سناریوی اول

شماره اجرا	1	2	3	4	5	6	7
مدت زمان انتظار در صف(به ثانیه)	148.69	189.23	223.14	124.98	165.34	174.84	241.32
شماره اجرا	8	9	10	11	12	13	14	15
مدت زمان انتظار در صف(به ثانیه)	157.24	191.02	164.82	120.39	176.94	201.67	186.41	172.36

$$\delta_0 = 9.361$$
$$t_{\frac{\alpha}{2},n-1} = t_{0.025,14} = 2.12$$
$$\varepsilon = 2s$$
$$R \geq \left(\frac{t_{\frac{\alpha}{2},n-1} \times \delta_0}{\varepsilon}\right)^2 = \left(\frac{2.12 \times 9.361}{2}\right)^2 = 98.45 \cong 99$$

با توجه به نتیجه حاصل به منظور بررسی نتایج این سناریو باید حداقل مدل را 99 بار با مدت زمان 12 ساعت اجرا کنیم. بدین منظور از قسمت طراحی آزمایش نرم‌افزار استفاده می کنیم.نتایج به قرار زیر است.

www.SID.ir

Archive of SID

Observation period:	4320000
Warmup period:	0
Number of observations:	100
Simulation method:	Separate runs
Description:	

Q of teriazh

	Average	Standard Deviation	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	Minimum	Maximum
avg stay time	16.99	13.15	14.41	19.57	1.33	81.13

شکل 4: نتایج به‌دست‌آمده برای متوسط زمان انتظار بیماران در صف تریاژ در سناریوی اول

با توجه به نتایج حاصل از طراحی آزمایش برای سناریو اول(100 بار اجرای مدل شبیه‌سازی، هر دفعه 12 ساعت) این‌گونه نتیجه می‌شود که متوسط زمان انتظار بیماران در صف مربوط به اتاق تریاژ بعد از اضافه شدن یک پرستار دیگر، از مقدار 178.9 ثانیه به مقدار 16.99ثانیه با انحراف معیار 13.15 ثانیه کاهش یافته است.

4-2:سناریوی دوم: اضافه کردن یک متخصص دیگر در قسمت معاینه

محل دیگری از فرآیند دریافت خدمت توسط بیماران که متوسط زمان انتظار بیماران در آن زیاد است(به‌طور متوسط 626 ثانیه)، صف مربوط به معاینه بیماران توسط پزشک عمومی یا متخصص طب اورژانس است. با توجه به وخامت حال بیماران ممکن است مدت‌زمانی که یک متخصص صرف ویزیت یک بیمار می‌کند بیش از مدت زمان بین دو ورود بیمار به واحد مربوطه جهت ویزیت متخصص مربوط است. با توجه به سطح بندی بیمار، علاوه بر پزشک متخصص، اگر بیمار نیاز به مشاوره تخصصی توسط متخصص طب اورژانس نداشته باشد ، ویزیت توسط پزشک عمومی صورت می گیرد که با توجه به مدت زمان خدمت دهی توسط پزشک عمومی به نسبت مراجعه بیماران ، صف کمتری نسبت به ویزیت توسط متخصص تشکیل می‌شود. بعبارت دیگر به علت اصلی افزایش متوسط زمان انتظار بیماران برای ویزیت توسط پزشک عمومی یا متخصص، طولانی تر بودن متوسط زمان خدمت دهی توسط متخصص نسبت به پزشک عمومی است. بنابراین به منظور بهبود این فرایند در جهت کاهش زمان انتظار بیماران در صف مربوطه در این سناریو پیشنهاد می‌شود از یک متخصص دیگر به منظور ویزیت بیماران استفاده شود. به منظور بررسی نتایج حاصل از پیاده سازی این سناریو ابتدا مدل تغییر یافته برای این سناریو(اضافه شدن یک متخصص طب اورژانس به قسمت معاینه) را به‌طور تصادفی 15تا 40 بار اجرا می نماییم و زمان های مربوط مدت زمان انتظار مشتریان در صف مربوط به معاینه توسط پزشک عمومی یا متخصص را یادداشت می نماییم. پس ابتدا باید مدل شبیه‌سازی شده برای این سناریو را به‌طور تصادفی 15 بار اجرا کرده و پارامترهای مورد نیاز برای مشخص کردن تعداد اجرای نهایی مدل را به دست بیاوریم. داده‌های حاصل از 15 بار اجرای مدل به شرح زیر می باشند:

$$\delta_0 = 31.31$$
$$t_{\frac{\alpha}{2},n-1} = t_{0.025,14} = 2.12$$
$$\varepsilon = 2s$$
$$R \geq \left(\frac{t_{\frac{\alpha}{2},n-1} \times \delta_0}{\varepsilon}\right)^2 = \left(\frac{2.12 \times 31.31}{5}\right)^2 = 176.23 \cong 177$$

با توجه به نتیجه حاصل به منظور بررسی نتایج این سناریو باید حداقل مدل را 177 بار با مدت زمان 12 ساعت اجرا کنیم. بدین منظور از قسمت طراحی آزمایش نرم‌افزار استفاده می کنیم.نتایج به قرار زیر است.

www.SID.ir

Archive of SID

Observation period:	7776000					
Warmup period:	0					
Number of observations:	180					
Simulation method:	Separate runs					
Description:						
Q of moayene	*Average*	*Standard Deviation*	*Lower bound (95%)*	*Upper bound (95%)*	*Minimum*	*Maximum*
avg staytime	184.28	152.71	161.96	206.60	17.88	731.55

شکل 5: نتایج به‌دست‌آمده برای متوسط زمان انتظار بیماران در صف معاینه در سناریوی دوم

با توجه به نتایج حاصل از طراحی آزمایش برای سناریو اول(180 بار اجرای مدل شبیه‌سازی، هر دفعه 12 ساعت) این‌گونه نتیجه می‌شود که متوسط زمان انتظار بیماران در صف مربوط به معاینه بعد از اضافه شدن یک متخصص طب دیگر، از مقدار 626.52 ثانیه به مقدار 184.28 ثانیه با انحراف معیار 152.71 ثانیه کاهش یافته است.

4-3:سناریوی سوم: اضافه کردن یک تخت دیگر به قسمت بستری

هدف از سناریوی سوم بهبود زمان انتظار بیماران برای بستری شدن است. با توجه به موجود بودن سه تخت در بخش اورژانس و این نکته که فضای مورد نیاز برای اضافه کردن یک تخت دیگر هم وجود دارد، بنابراین به منظور جلوگیری از اتلاف وقت بیماران و انتظار در صف به منظور بستری شدن، در این سناریو پیشنهاد می‌شود که یک تخت دیگر برای بستری شدن بیماران اضافه شود.به منظور بررسی نتایج حاصل از پیاده سازی این سناریو ابتدا مدل تغییر یافته برای این سناریو(اضافه شدن یک تخت دیگر به قسمت بستری) را به‌طور تصادفی 15تا 40 بار اجرا می نماییم و زمان های مربوط مدت زمان انتظار مشتریان در صف مربوط به بستری شدن را یادداشت می نماییم. پس ابتدا باید مدل شبیه‌سازی شده برای این سناریو را به‌طور تصادفی 15 بار اجرا کرده و پارامترهای مورد نیاز برای مشخص کردن تعداد اجرای نهایی مدل را به دست بیاوریم. داده‌های حاصل از 15 بار اجرای مدل به شرح زیر می باشند:

$$\delta_0 = 15.177$$

$$t_{\frac{\alpha}{2},n-1} = t_{0.025,14} = 2.12$$

$$\varepsilon = 3s$$

$$R \geq \left(\frac{t_{\frac{\alpha}{2},n-1} \times \delta_0}{\varepsilon}\right)^2 = \left(\frac{2.12 \times 15.177}{3}\right)^2 = 115.026 \cong 116$$

با توجه به نتیجه حاصل به منظور بررسی نتایج این سناریو باید حداقل مدل را 116 بار با مدت زمان 12 ساعت اجرا کنیم. بدین منظور از قسمت طراحی آزمایش نرم‌افزار استفاده می کنیم.نتایج به قرار زیر است.

Observation period:	5184000					
Warmup period:	0					
Number of observations:	120					
Simulation method:	Separate runs					
Description:						
Queue of bastari	*Average*	*Standard Deviation*	*Lower bound (95%)*	*Upper bound (95%)*	*Minimum*	*Maximum*
avg stay time	67.47	136.69	43.00	91.94	0.00	813.32

شکل 6 : نتایج به‌دست‌آمده برای متوسط زمان انتظار بیماران در صف بستری در سناریوی سوم

با توجه به نتایج حاصل از طراحی آزمایش برای سناریو اول(120 بار اجرای مدل شبیه‌سازی، هر دفعه 12 ساعت)

www.SID.ir

Archive of SID

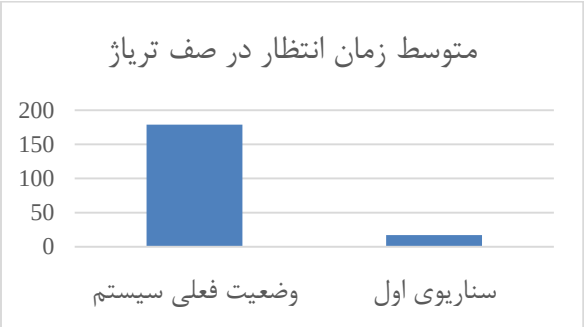
این‌گونه نتیجه می‌شود که متوسط زمان انتظار بیماران در صف مربوط به بستری بعد از اضافه شدن یک تخت دیگر، از مقدار 267.42 ثانیه به مقدار 67.47 ثانیه با انحراف معیار 136.69 ثانیه کاهش یافته است.

5-نتیجه گیری

این پژوهش در بخش اورژانس بیمارستان هاشمی نژاد صورت گرفت. ازجمله مشکلات این بخش، تشکیل صف‌های طولانی و متعاقباً صرف زمان انتظار طولانی جهت دریافت خدمت توسط بیماران مراجعه‌کننده است.بنابراین این نیاز وجود داشت که به بهترین نحو در فرآیند خدمت‌دهی به بیماران گام برداریم و به همین دلیل بررسی وضع موجود و شناسایی نقاط ضعف سیستم و تغییرات موردنیاز در سیستم فعلی و بهبود کیفیت خدمت‌رسانی ضروری به نظر می‌رسید به‌نحوی‌که از منابع بهتر استفاده‌شده و زمان انتظار بیمار کمینه گردد. بدین منظور ، ابتدا با توجه به اینکه ابزار مورداستفاده برای این تحقیق شبیه‌سازی بود، بر اساس فلوچارت مراحل ارائه خدمات درمانی به انواع بیماران نقاطی از این فرآیند که نیاز به جمع‌آوری داده به‌منظور استفاده در مدل شبیه‌سازی داشت را شناسایی کرده و بر اساس فرمول تعیین نمونه، به جمع‌آوری داده‌های موردنیاز اقدام شد. بعد از جمع‌آوری و ثبت داده‌ها، در مرحله بعد اقدام به مشخص کردن توابع توزیع داده‌ها نمودیم. سپس مدل سیستم فعلی را وارد نرم‌افزار شبیه‌سازی کرده و دستورات لازم را در این مدل وارد کرده و همچنین توابع توزیع داده‌ها را نیز وارد نمودیم.پس از آن، مدل شبیه‌سازی‌شده را به‌منظور طراحی سناریو اعتبار سنجی نمودیم. بر اساس تحلیل‌ها و آزمون‌های آماری، اعتبار مدل تائید شد. به عبارتی این فرض که خروجی مدل شبیه‌سازی با خروجی دنیای واقعی برابر است تائید شد. مرحله بعد ارائه سناریوهایی به‌منظور بهبود فرآیند خدمت‌دهی در جهت کاهش زمان انتظار مشتریان بود. نتایج حاصل از بکارگیری این سناریوها به شرح زیر است:

سناریو اول: اضافه کردن یک پرستار دیگر به قسمت تریاژ

با توجه به نتایج حاصل از طراحی آزمایش برای سناریو اول(100 بار اجرای مدل شبیه‌سازی، هر دفعه 12 ساعت) این‌گونه نتیجه می‌شود که متوسط زمان انتظار بیماران در صف مربوط به اتاق تریاژ بعد از اضافه شدن یک پرستار دیگر، از مقدار 178.9 ثانیه به مقدار 16.99ثانیه با انحراف معیار 13.15 ثانیه کاهش‌یافته است.



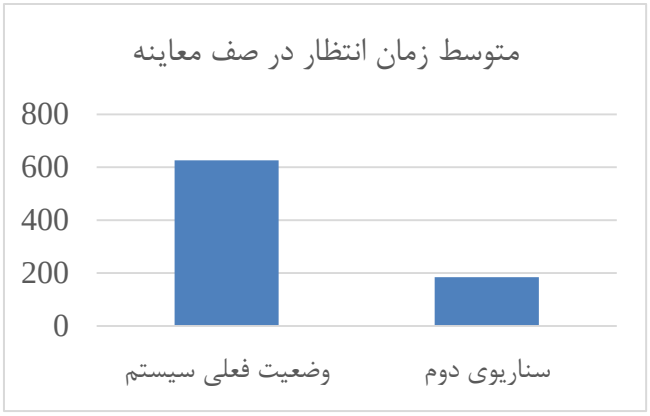
شکل 7: مقایسه وضعیت عادی و سناریوی اول در قسمت تریاژ

سناریوی دوم: اضافه کردن یک متخصص دیگر در قسمت معاینه

با توجه به نتایج حاصل از طراحی آزمایش برای سناریو دوم(180 بار اجرای مدل شبیه‌سازی، هر دفعه 12 ساعت) این‌گونه نتیجه می‌شود که متوسط زمان انتظار بیماران در صف مربوط به معاینه بعد از اضافه شدن یک متخصص طب دیگر، از مقدار 626.52 ثانیه به مقدار 184.28 ثانیه با انحراف معیار 152.71 ثانیه کاهش یافته است.

www.SID.ir

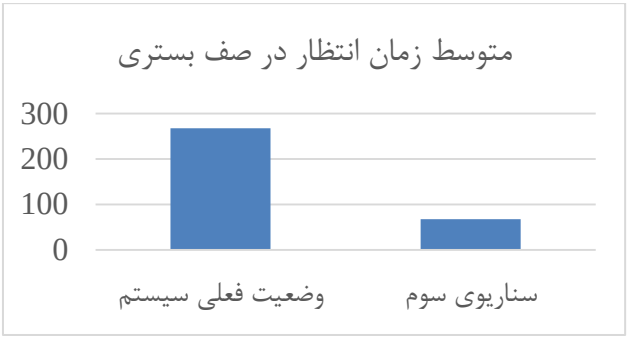
Archive of SID



شکل 8: مقایسه وضعیت عادی و سناریوی دوم در قسمت معاینه

سناریوی سوم: اضافه کردن یک تخت دیگر به قسمت بستری

با توجه به نتایج حاصل از طراحی آزمایش برای سناریو سوم(120 بار اجرای مدل شبیه‌سازی، هر دفعه 12 ساعت) این‌گونه نتیجه می‌شود که متوسط زمان انتظار بیماران در صف مربوط به بستری بعد از اضافه شدن یک تخت دیگر، از مقدار 267.42 ثانیه به مقدار 67.47 ثانیه با انحراف معیار 136.69 ثانیه کاهش یافته است.



شکل 9: مقایسه وضعیت عادی و سناریوی سوم در قسمت بستری

نتایج حاصل از اجرای سناریوها و میزان بهبود حاصل از آن می‌تواند به‌عنوان یک گزینه در دسترس و بالقوه برای مدیران و تصمیم‌گیرندگان بیمارستان به‌منظور بهبود فرایندهای درمانی خود مدنظر قرار گیرد.

6-پیشنهادهای تحقیقات آتی

- در نظر گرفتن عامل هزینه انجام هر فعالیت به‌عنوان بخشی از معیارهای موردبررسی در تحلیل نتایج و تعریف سناریوها
- در نظر گرفتن معیارهای عملکردی مختلف دیگری که در رضایت بیماران و کارکنان بخش مؤثر هستند به‌عنوان مبنای تحلیل سناریوها
- استفاده از مدل‌های ریاضی و بهینه‌سازی در کنار شبیه‌سازی برای دستیابی به جواب بهینه بعد از اجرای سناریوها

www.SID.ir

Archive of SID

7-مراجع:

1. بنکس, ج., & کارسن, ج. (1984). شبیه‌سازی سیستم های گسسته - پیشامد. (ه. محلوجی, مترجم) موسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف.
2. آیین پرست،افسون؛ آریانژاد، میربهادر؛ طبیبی، سید جمال الدین و شهانقی ، کامران(1391). کاهش زمان انتظار بیماران سرپایی: با رویکرد شبیه سازی.*مجله پزشکی هلال احمر ایران*، صفحه 865-869.
3. زارع مهر جردی، یحیی؛ حبوباتی،مجید و صفایی نیک ، فرید(1390).بهبود زمان انتظار بیماران مراجعه کننده به اورژانس با استفاده از شبیه سازی گسسته پیشامد. مجله علمی پزشکی دانشگاه شهید صدوقی یزد، دوره 19، شماره 3، ص 302 تا 312.
4. مرادی، هدی؛ رضوی، مریم.(1393). طراحی مدلی برای بهبود کیفیت خدمت دهی در بیمارستان حافظ شیراز با استفاده از شبیه سازی کامپیوتری و تئوری صف.*اولین کنفرانس ملی مدیریت و فناوری اطلاعات و ارتباطات*.پارک علم و فناوری دانشگاه تهران.
5. نورشعبانی، الهام؛ باقری‌نژاد، جعفر.1392. ارزیابی و بهبود عملکرد سیستم صف کلینیک فوق تخصصی با استفاده از شبیه سازی.*کنفرانس ملی حسابداری و مدیریت*.شیراز.
6. Ahmed, M. A., & Alkhamis, T. M. (2009). Simulation optimization for an emergency department healthcare unit in Kuwait. European Journal of Operational Research, 198(3), 936-942.
7. Ajami S, Ketabi S, Yarmohammadian Mohammad H, Bagherian H. Wait Time in Emergency Department (ED) Processes; Medical Arhives journal 2012; 66(1): 24-38.
8. Almagooshi S. Simulation modelling in healthcare: Challenges and trends.(2015). 6th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE 2015) and the Affiliated Conferences, AHFE . Procedia Manufacturing 3 . 301– 307
9. E. S. Jain, R. R. Creasey, J. Himmelspach, K. P. White, and M. Fu, "USING SIMULATION AND DATA ENVELOPMENT ANALYSIS IN OPTIMAL HEALTHCARE EFFICIENCY ALLOCATIONS," Proc. 2011 Winter Simul. Conf., pp. 108–119, 2011.
10. Eldabi T, Irani Z, Paul RJ .A proposed approach for modeling health-care systems for understanding. J Manag Med 2002; 16(2-3): 170-87
11. Sundaramoorthi D, Chen VC, Rosenberger JM, Kim SB, Buckley-Behan DF. A data-integrated simulation model to evaluate nurse-patient assignments. Health Care Manag Sci 2009 Sep; 12(3): 252-68.
12. Zeng,, Z., Ma, X., Hu, Y., & Li, J. (2011). A SIMULATION STUDY TO IMPROVE QUALITY OF CARE IN THE EMERGENCY DEPARTMENT OF A COMMUNITY HOSPITAL. JOURNAL OF EMERGENCY NURSING.
13. Jingjing, Xu & dong, Liu. (2012). "Queuing Models to Improve Port Terminal Handling Service system". Engineering Procedia, Vol. 4, p ..351-345

www.SID.ir

Archive of SID

2th International Conference on Industrial Management
19 & 20 April 2017
دومین کنفرانس بین المللی مدیریت صنعتی
(30 و 31 فروردین 1396)

Improvement of Therapeutic Processes in a Hospital using Simulation and Queuing Theory
(Case study: Hasheminezhad Hospital Emergency Room)

Mohammad Taghi Taghavifard[1]

1. Associate Professor, Department of Industrial Management, College of Management and Accounting, Allameh Tabataba'i University

Roya Oftadeh[2]
Mojtaba Aghaei[3]

Abstract:

Nowadays health systems are faced with a change in the concept of service. In fact, the concept of service has changed to balance service for patients and efficiency for service providers. Emergency department is such as the heart of hospital and Regular circulation of this unit can save many lives. Emergency patient waiting time is one of the important factors that should be considered in the management and organization of the health sector. Simulation is a suitable tool for the analysis of any queuing systems. Therefore, the main objective in this study is Hospital emergency process modeling using a combination of simulation and queuing theory in order to identify and improve care processes in emergency departments that eventually lead to a reduction in patient waiting time period. For this purpose, after identifying treatment processes, this process was implemented in simulation software. After validation of the model, we using scenarios improvement of this process. The results of this study leads to improve service processes and consequently increase productivity and efficiency of the emergency department and its personnel, as well as reduce patient waiting time

Keywords: Therapeutic Processes, Emergency, Queuing Theory, Simulation, Scenario Planning.

2. MA, Industrial Management, College of Management and Accounting, Islamic Azad University, Tehran South-Branch

3 .PhD student of Operations Research, Faculty of Management and Accounting, Allameh Tabataba'i University, Tehran.(Corresponding Author); Mojtaba_aghaei68@yahoo.com

www.SID.ir