بهینه سازی و زمانبندی تالار جراحی یک بیمارستان آموزشی درمانی شهر تهران بر پایه مدل شبیه سازی پیشامد گسسته

نادر مرکزی مقدم[۱]، ساناز زرگر بالای جمع[۲]، زانیار قادری[۳]، احسان توفیقی[۴*]

تاریخ دریافت: ۹۹/۱/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۹/۳/۲۷

چکیده:

زمینه و هدف: در بین بخش‌های بیمارستان، تالار جراحی سهم قابل‌توجهی از هزینه و درآمد بیمارستان را به خود اختصاص می‌دهد. زمان‌بندی تالار جراحی در افزایش بهره‌وری اتاق‌های عمل اهمیت بسزایی دارد و پژوهش حاضر با هدف بهینه‌سازی زمان‌بندی تالار جراحی بر پایه مدل شبیه‌سازی پیشامد گسسته انجام شد.

مواد و روش‌ها: این پژوهش به‌صورت مقطعی در تابستان ۹۷ در تالار جراحی یکی از بیمارستان‌های شهر تهران انجام پذیرفت. با ورود افراد به تالار جراحی، اطلاعات آن‌ها اعم از علت و بیماری که موجب جراحی‌شده، نوع عمل جراحی (انتخابی یا اورژانسی)، مدت‌زمان حضور هر بیمار در تالار جراحی با جزئیات زمانی ثبت گردید. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با نرم‌افزار SPSS، و شبیه‌سازی سیستم درمانی با نرم‌افزار Arena انجام پذیرفت.

نتایج: با تجزیه‌وتحلیل اطلاعات ورودی مربوط به ۶۲۵ بیمار در طول سه ماه، بیش از ۶۰ درصد مراجعین را آقایان تشکیل دادند. متوسط زمان انتظار افراد در تالار جراحی ۳۵ دقیقه بود. اولین ورود افراد به تالار جراحی در مورد بیماران انتخابی، در ساعت ۷:۱۰ صبح و آخرین ورود در ساعت ۱۷:۰۰ بود. از هشت سناریو مطرح‌شده، دو سناریوی اصلاح نرخ ورود (توزیع ورود به بعدازظهر) و سناریوی ترکیبی (اصلاح صف به بعدازظهر و اضافه کردن بیمار بر) بیشترین کاهش زمان انتظار را به همراه داشت.

نتیجه‌گیری: نتایج این مطالعه نشان داد که تغییر توزیع ورود بیماران به ساعت‌هایی که بار ورودی کمتری دارد، می‌تواند مدت‌زمان انتظار بیماران را کاهش داده و بهره‌وری تالار جراحی را افزایش دهد.

کلمات کلیدی: شبیه‌سازی پیشامد گسسته، زمان انتظار، جریان بیمار

[۱] استادیارگروه مدیریت و اقتصاد سلامت، دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی آجا، تهران، ایران.
[۲] استادیارگروه مدیریت و اقتصاد سلامت، دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی آجا، تهران، ایران.
[۳] دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع،گرایش سیستمهای سلامت،دانشگاه تربیت مدرس،تهران، ایران.
[۴] کارشناس ارشد مدیریت خدمات بهداشتی درمانی، دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی آجا، تهران، ایران. آدرس: تهران خیابان فاطمی غربی، خیابان اعتمادزاده، دانشگاه علوم پزشکی ارتش.(* نویسنده مسئول) تلفن: ۰۹۱۰۷۶۰۳۲۸۲ ehsantofighi603@gmail.com

مقدمه

بیمارستان‌ها در تأمین سلامت جامعه نقش کلیدی دارند. بعلاوه بخش عمده‌ای از هزینه‌های سلامت در آن‌ها مصرف می‌شود(۱). در میان سایر بخش‌های بیمارستان، تالار جراحی سهم قابل‌توجهی از هزینه و درآمد بیمارستان را به خود اختصاص می‌دهند. در چنین محیطی که به لحاظ مالی دچار چالش‌های فراوانی است، بررسی زمان‌بندی، اختلالات زمانی و کاهش زمان انتظار بیماران، از جمله راه‌حل‌های موجود در راستای افزایش کیفیت مراقبت از سلامت و رضایتمندی بیماران و در نهایت افزایش بهره‌وری تالار جراحی است. و مدیریت بیمارستان با نظارت بر برنامه کاری و فعالیت تالار جراحی می‌تواند بازدهی این بخش را به نحو مطلوبی افزایش دهد(۲). انسان‌ها بخشی از سیستم سلامت را تشکیل می‌دهند، بطوریکه از ابتدای تولد تا زمان مرگ بر این سیستم تاثیر گذارند. بنابراین مراقبت از سلامت، در تمامی کشورهای جهان یکی از عوامل اثرگذار بر نرخ رشد اقتصادی است(۳). سیستم های مراقبت از سلامت بسیار پیچیده و دارای منابع محدود و غیر قطعی هستند که خدماتی را به مراجعین خود ارائه می نمایند و بطور معمول، زمان انتظار برای استفاده از خدمات این سیستم ها زیاد است. یکی از مهم ترین مشکلاتی که در مدیریت یک بخش درمانی همیشه مشهود است زمان انتظار طولانی بیماران می باشد(۴). کاهش زمان انتظار و بهبود جریان بیمار در بخش های کلیدی همچون تالار جراحی، یک راه حل موجود برای کم شدن هزینه‌های عملیاتی و افزایش کیفیت مراقبت از سلامت است(۵).

بنابراین انگیزه زیادی برای بهینه کردن بازده منابع بیمارستانی و کاهش زمان انتظار مراجعین و افزایش رضایت بیمار وجود دارد. در خصوص زمان انتظار طولانی بیماران در بخش‌های درمانی تحقیقات زیادی انجام‌شده است و با پیشنهاد الگوهای زمانبندی متفاوتی سعی شده است تا استفاده بهتری از زمان صورت بگیرد.

اولین کار شناخته شده در زمینه کاهش زمان انتظار مراجعین، توسط Bailey انجام پذیرفت. او زمان انتظار بیمار و پزشک را از طریق مدل های صف بندی ریاضی با هدف به حداقل رساندن زمان انتظار موازنه نمود (۶). در پژوهشی با عنوان زمانبندی چند هدفه اتاق عمل تحت شرایط عدم قطعیت توسط مهسا قنبر پور در سال ۹۴، مسئله زمانبندی سالن های جراحی با هدف کمینه سازی زمان انتظار بیماران انجام شد، در این پژوهش دو مدل تک فازی و دوفازی برای این مسئله ارائه گردیده است. به منظور حل این مسئله پس از اثبات آن در پی سخت بودن مسئله از دو الگوریتم فرا ابتکاری جستجوی هارمونی و شبیه سازی تبرید برای حل تقریبی آن استفاده شده است(۷).

اسکندری و همکاران در سال ۹۴ مطالعه‌ای را با عنوان "زمان بندی چندهدفه اتاق عمل با استفاده از بهینه سازی مبتنی بر شبیه سازی" با دو هدف کمینه کردن روزهای انتظار بیماران برای جراحی و کمینه کردن هزینه های اضافه کاری و خالی ماندن اتاق های عمل پرداختند. سپس ساختن ابزار و بررسی تفاوت مدت فرآیندها بین مدل ریاضی و بهینه سازی مبتنی بر شبیه سازی را مد نظر قرار دادند، در نهایت پس از مطمئن شدن از عملکرد مشابه ابزارها، مقایسه آنها در شرایطی که مدت فرآیندها قطعی بود انجام شد. مطابق نتایج، برای مسئله زمان بندی اتاق عمل، بهینه سازی مبتنی بر شبیه سازی در مقایسه با مدل سازی ریاضی جوابی مناسب در زمانی معقول بدست می دهد(۸).

وانرکل و بلیک مطالعه ای در یکی از بیمارستان های کانادا با هدف کاهش زمان انتظار و برنامه ریزی ظرفیت در بخش جراحی عمومی، انجام دادند. آنها مدلی را بر مبنای شبیه سازی پیشامد گسسته ارائه کردند. سپس به تعیین ورودی‌های مدل، اعتبار سنجی و تعیین خروجی‌ها پرداختند، نتیجه‌ی شبیه‌سازی این بود که تعداد تخت‌ها، عامل اصلی انتظار طولانی‌مدت در بخش جراحی عمومی به شمار می‌آید. برای حل این مشکل سناریوهایی جهت توزیع مجدد تخت‌ها بین بخش‌های مختلف در نظر گرفته شد. نتایج نشان می‌دهد که افزایش ۳ تخت جراحی بیماران انتخابی بدون تغییر در نوبت-های خالی اتاق عمل موجب ثابت ماندن زمان انتظار در طول زمان می‌شود(۹). و بر اساس مطالعه Liu ، با دقت به موضوع کاهش زمان انتظار، به تعدادی از بیماران در برش‌های زمانی متفاوت نوبت داده شد(۱۰).

سیستم های مدرن، هدف متناسب کردن تقاضا و ظرفیت را مد نظر دارند. به نحوی که از منابع بهتر استفاده شود و زمان انتظار بیمار به حداقل کاهش یابد. یکی از مواردی که کمتر قابل لمس می باشد، زمان انتظار بیمار است. براساس مطالعات زمان های انتظار طولانی، عمده ترین دلیل نارضایتی بیماران در مراکز درمانی می باشد(۱۱). بنابراین لازم است راهی پیدا کنیم تا با کاهش زمان انتظار مراجعین، هم رضایت بیمار افزایش یابد و هم بازده کلی سیستم بالا رود. کاهش زمان انتظار، باعث افزایش رضایت مراجعین، افزایش کیفیت خدمات، افزایش بازده، کاهش ازدحام، و صرفه جویی در وقت افراد خواهد شد.

شبیه سازی یک موضوع شناخته شده است، اما در زمینه مراقبت از سلامت کمتر استفاده شده و پژوهش در زمینه کاهش زمان انتظار به ندرت صورت گرفته است. تالار جراحی

Published By Tehran University Of Medical Sciences: www.tums.ac.ir

بیشترین تقاضا را در خدمات بیمارستانی دارد. حدود ۷۰٪ پذیرش بیمارستان ها، مربوط به اعمال جراحی است. کاهش زمان انتظار بیماران در تالار جراحی از اهمیت بالایی برخوردار است. به علت اهمیت توسعه و مدیریت امکانات جراحی و اتاق عمل و تاثیر این فعالیت‌ها بر میزان تقاضای خدمات بیمارستان، نیاز به یک برنامه‌ریزی جهت کاهش زمان انتظار بیماران و بهبود وضعیت ضروری است(۱۲). هدف از این پژوهش، شناخت و به‌کارگیری استراتژی‌هایی است که باعث بهبود جریان حرکت بیمار و کاهش زمان انتظار وی و افزایش بازده خواهد شد، بدون اینکه کیفیت خدمات کم شود، یا هزینه‌ها به مقدار قابل‌توجهی افزایش یابد.

مواد و روش‌ها

با بررسی‌های انجام‌شده توسط تیم پژوهش در ابتدا جستجو به دو زبان فارسی و انگلیسی در پایگاه های اطلاعاتی بین‌المللی Wiley , ProQuest , Scopus ,PubMed و پایگاه داخلی Medlib, SID, Magiran, مروری بر مقالات انجام شده، در بازه زمانی ۱۹۹۰ الی ۲۰۱۸ با کلیدواژه‌های Reduced Waiting Time, Patient Procedure, Discrete Event Simulation و معادل فارسی آنها شامل شبیه سازی پیشامد گسسته، کاهش زمان انتظار، جریان بیمار در زمینه زمان انتظار صورت گرفت. و با ترکیبات مختلف کلید واژه ها با یکدیگر و کمک کلیدهای عملکردی AND , OR در صفحه جستجوی هر یک از پایگاه های مد نظر، بررسی گردید.

پژوهش حاضر، یک مطالعه توصیفی-تحلیلی است که دارای نتایج کاربردی بوده و به صورت مقطعی در تابستان ۱۳۹۷ در یکی از بیمارستان‌های شهر تهران انجام پذیرفت. مرکز موردمطالعه، یک بیمارستان آموزشی درمانی است، که دارای یک تالار جراحی و پنج اتاق عمل می‌باشد و جراحی های مغز و اعصاب، ارتوپدی، عمومی، پلاستیک، گوش حلق و بینی، چشم و اورولوژی را پوشش می دهد. جراحی چشم تنها در اتاق یک قابل انجام است که برای چنین عمل هایی مجهز شده اند. سایر عمل های جراحی قابل انجام در تمامی اتاق های عمل می باشد. به طور میانگین روزانه ۱۰ بیمار وارد تالار جراحی می شود.

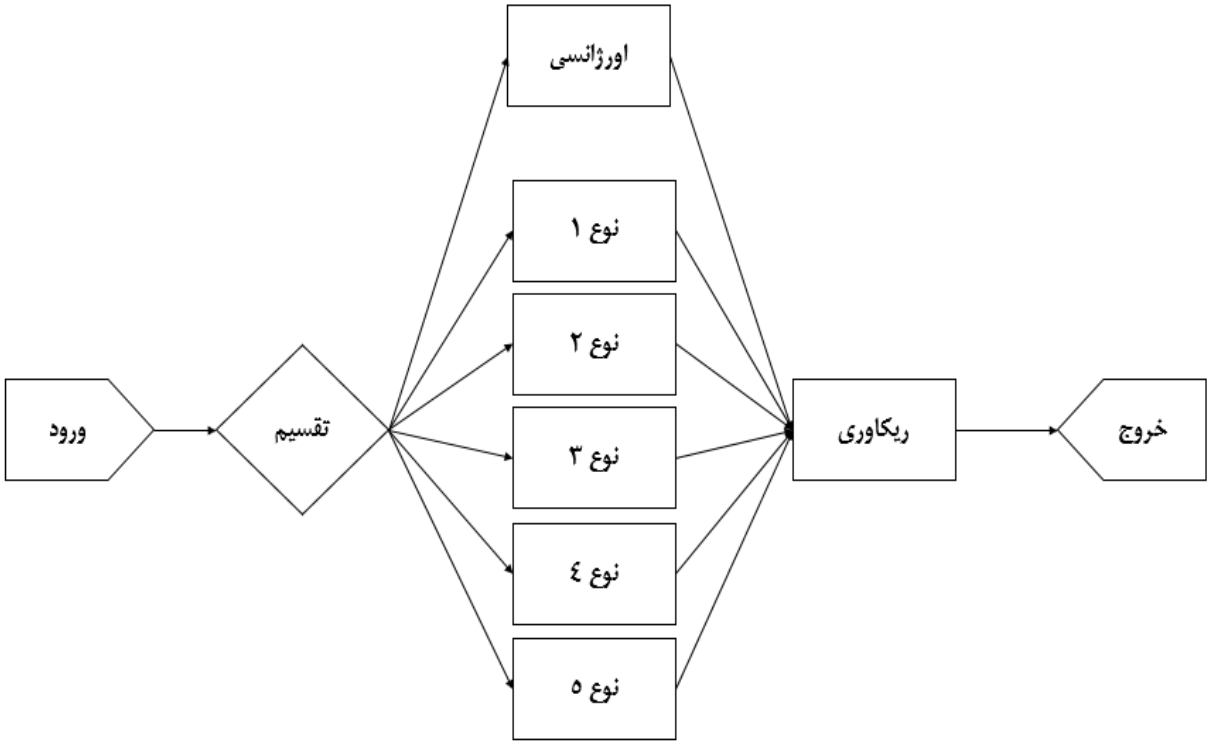
ابزار جمع آوری داده ها، دیتا شیت طراحی شده از سوی پژوهشگر، که روایی آن توسط رئیس، سرپرست تالار جراحی، افراد حاضر در فرآیندهای جراحی مانند رزیدنت ها و کارشناسان اتاق عمل و تکنسین های بیهوشی تایید شد، و گردآوری داده‌ها توسط پژوهشگر با مراجعه مستقیم به بیمارستان و با مشاهده‌ی جریان حرکت بیمار از زمان ورود به تالار جراحی تا زمان خروج از ریکاوری انجام پذیرفت. داده های دیتا شیت شامل علت و بیماری که موجب جراحی شده، نوع عمل جراحی (انتخابی یا اورژانسی)، زمان ورود بیمار به تالار جراحی، زمان ورود به اتاق جراحی، زمان شروع بیهوشی، زمان شروع جراحی، زمان اتمام جراحی، زمان اتمام بیهوشی، زمان خروج از اتاق جراحی ، زمان ورود به ریکاوری و در نهایت زمان خروج از تالار جراحی بود.

سپس داده های جمع آوری شده وارد نرم افزار Excel شد. تجزیه‌وتحلیل آماری داده ها توسط نرم افزار SPSS و شبیه‌سازی تالار جراحی توسط نرم‌افزار Arena صورت گرفت. گروه نمونه آماری مورد بررسی، ۵۹۵ بیمار انتخابی و ۲۵ بیمار اورژانسی مراجعه کننده به تالار جراحی بیمارستان بود. این بیماران در طول هفتاد روز و در طول روزهای مختلف هفته انتخاب شده اند. در طول این مدت بررسی، مراحل مختلف فرآیند جراحی بیماران، به‌صورت کامل مورد بررسی و پایش قرار گرفت و داده های زمانی کلیه مراحل از لحظه ورود به تالار جراحی تا خروج از واحد ریکاوری، ثبت و ضبط گردید.

در این پژوهش از شبیه سازی رایانه ای که عبارت است از فرآیند مدلسازی با استفاده از فرآیند و روابط منطقی روند جریان حرکت بیمار در تالار جراحی، استفاده گردیده است. و اجرای مدل بوسیله رایانه با کمک نرم افزار Arena انجام شده است. Arena یک نرم افزار شبیه سازی همه منظوره با ویژگی‌هایی همچون امکان انجام کار بصورت گروهی، پشتیبانی از همه رویکردهای شبیه سازی است که کاربران شناخته شده زیادی در دنیا دارد. این نرم افزار، در شبیه سازی کسب و کار و شبیه سازی استراتژیک با استفاده از مدل های عامل بنیان، مدل های سیستم پویا و مدل های رخداد گسسته کاربرد دارد.(۱۳)

توصیف سیستم مورد مطالعه و نمودار جریان حرکت بیمار در تالار جراحی

مدل ارائه شده، (شکل۱) مدلی است که بر مبنای جریان حرکت بیمار در تالار جراحی بر اساس واقعیت اجرا گردیده است. در واقع این مدل هدف بهینه سازی و زمانبندی تالار جراحی، کاهش زمان انتظار بیماران و افزایش شمار عمل های جراحی را ارائه می کند. که در نهایت این اهداف با روش شبیه سازی بررسی می شود. بیماران وارد تالار جراحی شده و روی یکی از تخت های ریکاوری قرار می گیرند تا فرآیند پذیرش و کارهای قبل از عمل آنها انجام شود. سپس به هرکدام از آنها یک اتاق تخصیص داده شده و بیماران توسط بیماربر به اتاق مورد نظر فرستاده می‌شوند تا عمل جراحی آنها انجام شود. پس از اتمام عمل جراحی، توسط بیماربر به اتاق ریکاوری انتقال یافته و سپس به بخش منتقل می شوند. شکل زیر مدلی از فرآیند تالار جراحی را نشان می دهد.



شکل ۱: مدل جریان حرکت بیمار در تالار جراحی

در تمامی مراحل پژوهش، رعایت اخلاق در پژوهش در نظر گرفته شده است. محقق با اخذ معرفی نامه از سوی دانشگاه و با هماهنگی ریاست بیمارستان و مدیریت تالار جراحی مبادرت به جمع آوری داده ها نمود. اطلاعات و مشخصات بیمار کاملا بصورت محرمانه و در برخورد با بیمار اصول رازداری و برخورد صمیمانه رعایت گردید.

یافته ها

بر اساس تجزیه و تحلیل اطلاعات ورودی مربوط به بیش از ۶۰۰ بیمار (۵۹۵ جراحی انتخابی و ۲۵ جراحی اورژانسی) در طول سه ماه، بیش از ۶۰ درصد مراجعین را آقایان و کمتر از ۴۰ درصد را خانم ها تشکیل دادند. بیشترین طول زمان جراحی مربوط به گروه جراحی پلاستیک بود، و گروه جراحی چشم کمترین طول زمان جراحی را به خود اختصاص دادند. اولین ورود بیماران به سیستم در مورد بیماران انتخابی، در ساعت ۷:۱۰ صبح و آخرین ورود در ساعت ۱۷:۰۰ بود.

مدت زمان انتظار بیمارن در هر ۶ نوع جراحی، از جمله مهم ترین سنجه های عملکردی می باشند که در خروجی این مدل نیز مد نظر قرار گرفته شده است. در مدل شبیه سازی شده برای بهبود فرایندها به معرفی سناریوهای مختلف می پردازیم و اثر آنها را بر متغیرهای عملکردی در سیستم، مورد بررسی قرار می دهیم.

برای افزایش دقت لازم و اعتبار افزایی خروجی ها و تفسیر آنها، مدل شبیه سازی شده برای ۷۰ بار نماینده ۷۰ روز منطبق بر داده های واقعی، با سناریوهای مختلف اجرا شد. هر سناریو نشان دهنده انجام زمانبندی در طول یک روز می باشد. در هر اجرا شمار بیماران ورودی و مدت زمان کل حضور بیمار در تالار جراحی بعنوان ورودی، و در رابطه با خروجی های مدل می توان شاهد مدت زمان انتظار برای هر ۶ نوع بیمار در سناریوهای مختلف بود.

در پژوهش حاضر، جهت کاهش زمان انتظار تعداد ۸ سناریو پیشنهاد و در سیستم شبیه سازی پیاده گردید. این سناریوها از طریق مصاحبه با مدیریت و کارکنان تالار جراحی، انتخاب گردید. نتایج این سناریوها در جدول زیر قابل مشاهده می باشد.

Published By Tehran University Of Medical Sciences: www.tums.ac.ir

جدول ۱ مقایسه نتایج سناریو های کاهش زمان انتظار

نام سناریو	بیماران نوع یک	بیماران نوع دو	بیماران نوع سه	بیماران نوع چهار	بیماران نوع پنج	بیماران اورژانسی
سیستم واقعی	۳۶.۳۸	۲۹.۰۳	۲۷.۰۹	۲۸.۳۷	۳۲.۲۹	۷.۰۶
اصلاح نرخ ورود						
توزیع ورود ها به بعد از ظهر (ساعت ۱۳ و ۱۵)	۲۹.۲	۲۱.۰۸	۱۸.۶۷	۲۶.۲۶	۲۲.۱۴	۵.۸۵
توزیع ورود ها به ساعات ۱۱ و ۱۳	۳۵.۸۱	۳۳.۰۹	۲۶.۳۴	۳۰.۷۳	۲۶.۳۴	۶.۷۹
شروع و توزیع ورود ها از ۷ صبح	۳۷.۶۱	۲۹.۷۵	۲۴.۰۱	۲۹	۲۳.۶۴	۷
اضافه کردن بیمار بر به بخش ریکاوری	۳۸.۳۷	۲۹.۷	۲۷.۰۸	۲۸.۶۳	۳۲.۵۳	۷.۵
اضافه کردن دو تخت به بخش ریکاوری	۳۵.۲۳	۲۹.۰۳	۲۶.۸	۲۸.۴۵	۳۰.۲۶	۸
ترکیب سناریوهای ۱ و ۲						
اصلاح صف به بعد از ظهر و اضافه کردن بیماربر	۳۰.۳۱	۲۶.۲۶	۲۱.۲۷	۲۲.۶۹	۲۶.۲۳	۱۰
اصلاح صف به صبح و اضافه کردن بیماربر	۳۲.۸۸	۳۵.۳۲	۲۶.۹	۲۹.۵۷	۲۳.۷۸	۱۱.۳
ورود اولین بیمار از ۷ صبح و اضافه کردن بیماربر	۳۰.۸۳	۲۹.۵۲	۲۴.۴۲	۲۶.۷۷	۲۳.۶۳	۹.۶۲

جدول ۱ مقایسه زمان انتظار بیماران در سناریوهای مختلف می باشد در ردیف دوم این جدول (سیستم واقعی) اطلاعات زمانی تالار جراحی در حالت فعلی، نمایش داده شده است. حالت موجود در واقع نمایش دهنده وضعیت اولیه سیستم است و ورودی های سیستم شامل زمان ورود و تعداد بیماران است و خروجی نیز شامل زمان انتظار هر نوع بیمار می باشد.

نرخ ورود بیماران دارای یک پیک در زمان ۸ صبح است و سناریوی اولیه ما تقسیم این پیک کاری به زمان های خلوت‌تر می باشد در سناریوی اصلاح نرخ ورود، ساعات ۱۳ و ۱۵ جزو خلوت ترین زمانهای ورود بیماران می باشد و در این سناریو، تعداد دو بیمار را از ساعت ۸ صبح به این ساعت ها اختصاص می دهیم. در این سناریو هر ۵ نوع بیماران با کاهش زمان انتظار رو به رو بودند و همچنین کاهش زمان انتظار بیماران اورژانسی برابر با ۱.۲۱ دقیقه بود.

سناریوی اصلاح نرخ ورود، توزیع ورود به صبح: امکان دارد که برخی از پزشکان راضی به تقسیم بیماران به ساعات بعد از ظهر که خارج از وقت اداری و کاری آنان است، نباشند بنابراین در این سناریو ۲ بیمار ساعت ۸ صبح را به ساعات ۱۱ و ۱۳ که ساعات خلوت تری هستند، تخصیص می دهیم. در این سناریو در برخی بیماران کاهش زمان انتظار و در برخی دیگر با افزایش آن مواجه بودیم به صورتی که بیماران دسته ۱،۳و ۵ با کاهش زمان انتظار و بیماران نوع ۲ و ۴ با افزایش زمان انتظار مواجه شدند.

سناریو اصلاح نرخ ورود، اولین ورود ۷ صبح: استفاده از ساعات اولیه روز نیز یکی از روش های تقسیم پیک ورود بیماران است. در این سناریو تعداد دو نفر از بیماران را در ساعت ۷ صبح به اتاق عمل وارد می کنیم. این سناریو بیماران نوع ۱ را (۱.۲۳ دقیقه) بیشتر منتظر می گذارد اما از طرفی زمان انتظار بیماران نوع ۳ را ۲.۹۹ دقیقه کاهش و بیماران نوع ۵ را به مقدار قابل توجهی (۸.۶۵ دقیقه) کمتر از سناریو۰ (سیستم واقعی) منتظر می گذارد.

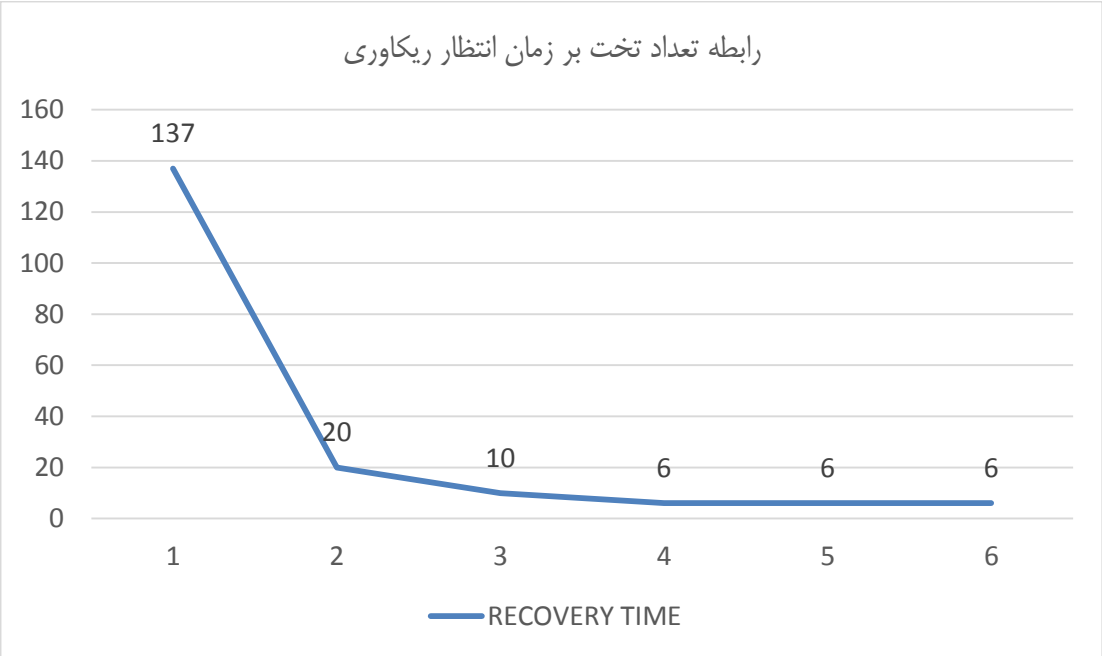
سناریو اضافه کردن بیماربر: در حال حاضر تعداد دو بیماربر در بخش حضور دارد و این موضوع باعث ایجاد صف بیمارانی شده که قرار است از اتاق عمل به ریکاوری منتقل شوند. بر همین اساس تصمیم این سناریو اضافه کردن یک بیماربر در تالار جراحی است.

همچنین نمودار حساسیت زمان انتظار ریکاوری بر اساس تعداد بیماربر نیز در نمودار ۱ نشان دهنده تعداد بهینه بیمار بر در بخش است. همانطور که در نمودار قابل مشاهده است در صورت وجود یک بیماربر، زمان انتظار ریکاوری به میزان

زیادی افزایش می‌یابد که نشان دهنده وابستگی این زمان انتظار به تعداد بیمار بر است و در حالت موجود یعنی دو بیماربر ۱۱ دقیقه است. در صورت افزودن یک بیماربر زمان انتظار به حدود ۲ دقیقه کاهش می‌یابد و پس از آن به مقدار صفر می رسد. به نظر می‌آید که وجود ۳ بیماربر بهینه ترین ترکیب باشد.

نمودار ۱: رابطه تعداد بیماربر با زمان انتظار ریکاوری

سناریو اضافه کردن دو تخت ریکاوری: با توجه به وجود فضای فیزیکی در بخش ریکاوری تصمیم بر آن شد که اضافه کردن تخت ریکاوری را نیز مورد بررسی قرار دهیم. بر اساس نمودار ۲، نمودار تحلیل حساسیت زمان انتظار ریکاوری با توجه به تعداد تخت مشاهده می شود که افزودن تخت بیشتر تاثیر چندانی در نتایج شبیه سازی ندارد در نتیجه این سناریو، سناریوی کارآمدی به حساب نمی آید.



نمودار ۲ رابطه تعداد تخت بر زمان انتظار ریکاوری

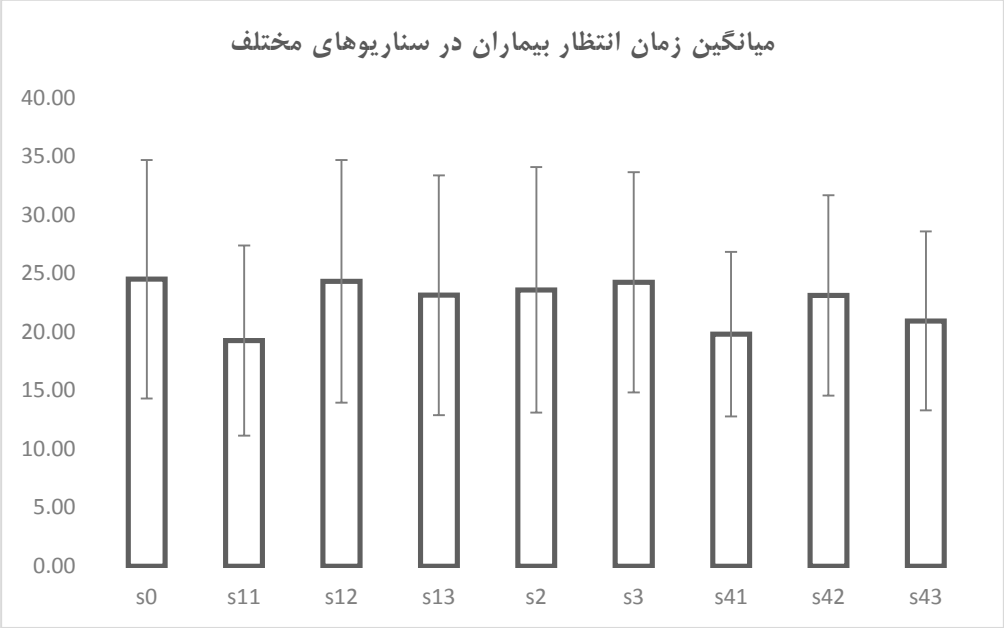
Published By Tehran University Of Medical Sciences: www.tums.ac.ir

تعدادی از سناریو ها در تداخل با هم نیستند و می توان آن ها را به صورت ترکیبی اعمال کرد و در این سناریو ما سناریو ۱ و ۲ را باهم ترکیب کرده ایم چرا که این دو سناریو بیشترین میزان بهبود را در زمان انتظار اتاق های عمل ارائه دادند.

سناریو اصلاح صف به بعد از ظهر و اضافه کردن بیماربر، در این سناریو ما شاهد کاهش زمان انتظار تقریبا برای تمامی بیماران بودیم و همچنین زمان انتظار ریکاوری از ۱۱ دقیقه به حدود ۲ دقیقه رسیده است. تنها افزایش زمان انتظار برای بیماران اورژانسی بود که به مقدار۲.۴ افزایش یافت.

سناریو اصلاح صف به صبح و اضافه کردن بیماربر، در این سناریو با افزایش زمان انتظار برای بیماران دسته ۲ و ۴ و اورژانسی بودیم. زمان انتظار برای بیماران دسته ۱،۳ و ۵ کاهش داشته است. زمان انتظار ریکاوری نیز به حدود ۲ دقیقه رسیده است.

سناریو ورود اولین بیمار از ۷ صبح و اضافه کردن بیماربر، در این سناریو بیماران نوع۱، ۳، ۴ و ۵ کمتر منتظر می مانند. اما بیماران نوع ۲ به میزان۰.۵۶ دقیقه بیشتر از حالت موجود منتظر می مانند. بیماران اورژانسی ۲ دقیقه بیشتر و زمان انتظار اتاق ریکاوری از حدود ۱۱ دقیقه به حدود ۲ دقیقه رسیده است.



نمودار ۳ میانگین زمان انتظار بیماران در سناریوهای مختلف

بحث و نتیجه گیری:

تالار جراحی بیمارستان به عنوان مرکز قدرت و درآمد و بخش کلیدی از کل سیستم بیمارستان به شمار می آید. حساسیت و اهمیت این بخش نشانگر میزان حساسیت و دقت این پژوهش نیز می باشد. عملکرد بجا و بهینه شده این بخش می تواند شمار بیماران زیادتری را وارد تالار جراحی کند و در نتیجه جان بسیاری از مردم نجات یابد. این امر نیازمند شناخت صحیح و دقیق سیستم می باشد(۱۴). یکی از مواردی که موجب ایجاد بار روانی به بیماران و کارکنان است، زمان انتظار را می توان نام برد. چرا که زمان انتظار طولانی افزایش هزینه و کاهش بهره وری تالار جراحی و کل بیمارستان را بدنبال دارد(۱۵). اولین ویژگی این پژوهش استفاده از پژوهش عملیاتی در حوزه بهداشت می باشد که از بروزترین پژوهش ها بشمار می آید. از جمله پژوهش هایی که در حوزه تالار جراحی انجام شده Rising و همکاران نشان دادند که زمان انتظار طولانی بیماران ناشی از زمانبندی ضعیف است و زمانبندی و مدیریت بهتر روی کل سیستم اثر دارد(۱۶).

سلیمی فر و همکاران با استفاده از شبیه سازی گسسته پیشامد و نرم افزار Arena به مدلسازی پرداختند و جهت بهبود در عملکرد بخش سناریوهایی را تعریف نمودند(۱۷). در پژوهش حاضر بیش از ۶۵ درصد بیماران بیش از ۳۵ دقیقه برای دسترسی به اولین خدمت منتظر می ماندند که این امر با منشور حقوق بیماران تفاوت زیادی دارد. بر اساس اعلام دولت انگلستان زمان انتظار طولانی برای بیماران غیر قابل پذیرش است بنابراین جهت حفظ حقوق بیماران منشور حقوق بیماران تدوین شده است. منشور حقوق بیماران مجموعه ای از

استانداردها می باشد که بیان می کند ۷۵ درصد بیماران باید در طی ۳۰ دقیقه از زمان حضورشان خدمت مورد نیاز را دریافت کنند. بر این اساس می توان به مساله زمانبندی اتاق های جراحی با رویکرد کاهش زمان انتظار بیماران اشاره نمود(۱۸).

مسئله زمان بندی اتاق عمل توسط اسکندری و بهرامی با هدف کمینه کردن هزینه های اضافه کاری و خالی ماندن اتاق های عمل و به حداقل رساندن روزهای انتظار بیماران، با استفاده از رویکرد بهینه سازی مبتنی بر شبیه سازی مورد بررسی قرار گرفت. آنها از روش های چندهدفه مبتنی بر قواعد الگوریتم ژنتیک تک هدفه جهت ترکیب با روش شبیه سازی استفاده نمودند و به مقایسه عملکرد آنها با مدل برنامه ریاضی و با یکدیگر پرداختند. اما در پژوهش حاضر صرفا مرحله انجام جراحی و منابع تالار جراحی در نظر گرفته شده است و سایر منابع از قبیل تجهیزات و ... به حالت در دسترس مفروض شده اند(۱۹).

تابع توزیع احتمال ارائه خدمت به افراد، از نوع نمایی است که باعث ازدحام در ساعات اولیه صبح و در نتیجه بالا رفتن زمان انتظار مراجعین می شود. بعد از طراحی مدل و تایید اعتبار آن نوبت به پیشنهاد سناریوها و پیاده سازی آنها در مدل شبیه سازی شده رسید. همچنین یادآوری این موضوع ضروری است که بین گلوگاه های شناخته شده این پژوهش و سایر پژوهش ها اختلافاتی وجود دارد که ناشی از قوانین و فرآیندهای مخصوص هر بیمارستان و مراکز درمانی می باشد، بعلاوه سناریوهایی که در هر پژوهش ارائه می شود بر اساس شناسایی گلوگاه های احتمالی تدوین می گردد. برخی از پژوهش های پیشین روی تغییر تعداد پرسنل و پزشکان و بعضی روی روش نوبت دهی و زمانبندی تاکید دارند.

Vincent از سناریو تغییر زمان شروع به کار سیستم و بهبود زمانبندی مراجعین، استفاده کرد. Ho تغییر تعداد کارکنان و پزشکان را مد نظر قرار دادند (۲۰). Rasha rashidi تغییر تعداد تکنسین ها- تعداد تجهیزات استفاده شده را مد نظر قرار دادند (۲۱). سلیمی فرد و همکاران نیز مدلسازی با استفاده از روش شبیه سازی گسسته پیشامد و نرم افزار Arena انجام داده و به تعریف سناریوهایی جهت بهبود در وضعیت عملکرد بخش پرداختند(۲۲).

در این پژوهش ۸ سناریو برای کاهش زمان انتظار مطرح شد، تعدادی از سناریوها از طریق نظر سنجی از پزشکان، مدیریت و کارکنان تالار جراحی جهت کاهش زمان انتظار بیماران انتخاب گردید(۲۳). به طور کلی پژوهشگران برآنند که زمان انتظار اتاق عمل را کمینه کنند و در بسیاری از مسائل از اهداف آنها بر شمرده می شود. با دقت به یافته های پژوهش به این نتیجه می رسیم که مدت زمان انتظار بیماران در حالت واقعی، برابر با ۳۵ دقیقه خواهد بود و این نشان دهنده صحت عملکرد مدل و برتری آن نسبت به حالت واقعی تالار جراحی بیمارستان می باشد. با کاهش مدت زمان انتظار بیماران، علاوه بر اینکه بسیاری از بیماران از نارضایتی رهایی می یابند، کاهش مدت زمان انتظار بر بهره گیری تالار جراحی نیز تاثیر می گذارد.

با بررسی سناریو های ذکر شده می توان پیاده سازی دو سناریوی توزیع ورود به بعد از ظهر و سناریوی چهار در حالت اول (اصلاح صف به بعداز ظهر و اضافه کردن بیماربر) را مد نظر داشت، چرا که علاوه بر کاهش زمان انتظار در ۵ نوع بیماران در سناریوی یک کاهش زمان انتظار بیماران اورژانسی را به میزان ۱.۲۲ نشان داد و سناریوی چهار، زمان انتظار ریکاوری را از ۱۱ دقیقه به ۲ دقیقه کاهش داده است. به نظر می رسد این سناریوها هم برای بیماران و هم برای مدیران بیمارستان سناریوی جذابی باشد. نتایج بدست آمده از پیاده سازی سناریوها را می توان بعنوان یک گامی جهت بهبود وضعیت حاضر که مدیران بیمارستان و سایر تصمیم گیرندگان مد نظر قرار دهند. در نهایت انتخاب بهترین سناریو منوط به توجه و تمرکز به مسائل هزینه ای می باشد، که بایستی با مد نظر داشتن فاکتورهای دیگر، تحلیل بصورت کامل تر انجام پذیرد.

محدودیتهایی اعم از محدودیت وسایل و تجهیزات مخصوص هر عمل با در نظر گرفتن زمان استرلیزه کردن آنها که به پیشگیری از عفونت مربوط هستند در مدل حاضر لحاظ نشده اند. در مدل این پژوهش از شبیه سازی گسسته پیشامد استفاده شده است که می توان از دیگر انواع شبیه سازی مانند شبیه سازی مبتنی بر عامل و شبیه سازی پویایی سیستم استفاده کرد. در شبیه سازی گسسته پیشامد از چندین الگوریتم می توان استفاده کرد. پیاده سازی آنها و مقایسه نتایج حاصل از آن کاری نوآورانه برای پژوهش های آتی می تواند باشد. این الگوریتم ها بنا به هدف های پژوهش و سیاست های بیمارستان می تواند متفاوت باشد. بعلاوه در جهت توسعه مدل با در نظر گرفتن ارتباطات اتاق عمل با دیگر بخش ها گامی در توسعه مدل برداشت. هرچه بیشتر به صورت سیستماتیک به بیمارستان نگریست آن مدل را بیشتر می توان به واقعیت نزدیک کرد.

تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از رساله کارشناسی ارشد دانشگاه علوم پزشکی آجا می باشد. پژوهشگران بر خود لازم می دانند از زحمات شورای پژوهشی دانشگاه، گروه مدیریت و اقتصاد سلامت، کارکنان محترم محیط پژوهش، تالار جراحی بیمارستان تشکر و قدردانی نمایند.

Published By Tehran University Of Medical Sciences: www.tums.ac.ir

References

1. Athighehchian A. Scheduling surgical operations by probability time. (phd Tesiss)Tehran: Tarbyat modaress University; 2011
2. Farzad Faraji Khiavi, Mohammad Reza Maleki, Naser Sadr Momtaz, Kourosh Jafarian. The effect of extended work shift on performance of Farabi Eye Hospital in Iran. Payesh. 2012; 11 (2) :181-187
3. Georgievskiy, I., Georgievskaya, Z., & Pinney, W. Using computer simulation modeling to reduce waiting times in emergency departments .(2008(
4. Bailey NT. A study of queues and appointment systems in hospital out?patient departments, with special reference to waiting?times. Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological). 1952 Jul;14(2):185-99.
5. Cayirli T, Veral E. Outpatient scheduling in health care: a review of literature. Production and operations management. 2003 Dec;12(4):519 49.
6. Soriano A. Comparison of two scheduling systems. Operations Research. 1966 Jun;14(3):388-97.
7. Mahsa Ghanbarpour Moghani, New Multi-Objective Mathematical Modeling for Operating Room Scheduling under Uncertainty, Industrial Engineering, MSc, University of Tehran [Persian[
8. Eskandari, & Bahrami Multiple-purpose operating room scheduling using simulation-based optimization. Journal of Industrial Engineering.2018 [Persian[
9. VanBerkel PT, Blake JT. A comprehensive simulation for wait time reduction and capacity planning applied in general surgery. Health care management Science. 2007 Dec 1;10(4):373-85.
10. Liu L, Liu X. Block appointment systems for outpatient clinics with multiple doctors. Journal of the Operational Research Society. 1998 Dec 1;49(12):1254-9.
11. Cayirli T, Veral E. Outpatient scheduling in health care: a review of literature. Production and operations management. 2003 Dec;12(4):519-49.
12. Khasha R. The development ofanalytical models based on simulation fo in the operating room.(Msc Tesiss) Tehran: Tarbiat Modares University; 2012
13. Djanatliev A, German R. Large scale healthcare modeling by hybrid simulation techniques using AnyLogic. InProceedings of the 6th International ICST Conference on Simulation Tools and Techniques 2013 Mar 5 (pp. 248-257.(
14. Macario A, Vitez T, Dunn B, McDonald T. Where are the costs in perioperative care?: Analysis of hospital costs and charges for inpatient surgical care. Anesthesiology: The Journal of the American Society of Anesthesiologists. 1995 Dec 1;83(6):1138-44.
15. Hall R, Belson D, Murali P, Dessouky M. Modeling patient flows through the healthcare system. InPatient flow: Reducing delay in healthcare delivery 2006 (pp. 1-44). Springer, Boston, MA.
16. Rising EJ, Baron R, Averill B. A systems analysis of a university-health-service outpatient clinic. Operations Research. 1973 Oct;21(5):1030-47.
17. Salimifard K, Keshtkar L, Moradi M. Improving Emergency Department Performance Using Simulation. jhosp. 2014; 13 (3) :9-15
18. Harper PR, Gamlin HM. Reduced outpatient waiting times with improved appointment scheduling: a simulation modelling approach. Or Spectrum. 2003 May 1;25(2):207-22.
19. Eskandari H, Bahrami M. Multi-Objective Operating Room Scheduling Using Simulation-based Optimization. Advances in Industrial Engineering. 2017 Mar 21;51(1):1-3.
20. Ho MP, Fung H, Chu SC, Tinsley H. Operational improvement in a specialist out-patient clinic in. Hong Kong Medical Journal. 2006;12(6 suppl 3):7-10 .
21. Rashidi, R. Modeling and Optimization of Patient Flow at the Diagnostic Imaging Department of Trillium Health Centre. ProQuest.(2007(
22. Salimifard, K. Moradi, L. Sadiq, M. Improve the performance of the Emergency Department by employing simulations. Quarterly Journal of Hospital.1393; 13(3): 9-15. [in Persian[
23. Santib??ez P, Chow VS, French J, Puterman ML, Tyldesley S. Reducing patient wait times and improving resource utilization at British Columbia Cancer Agency's ambulatory care unit through simulation. Health care management science. 2009 Dec 1;12(4):392

Optimization and Scheduling of the Surgery Hall of a Teaching Hospital of Tehran based on Discrete Event Simulation Model

Markazi-moghaddam N [1], Zargar balaye Jame S [2], GHaderi Z [3], tofighi E [4*]

Submitted: 2020.6.4 Accepted: 20206.16

Abstract

Background: Hospitals play a key role in ensuring community health. Among the hospital departments, the surgery room accounts for a significant portion of the cost and revenue of the hospital. Surgery timing is important to increase the efficiency of operating rooms. The purpose of this study was to optimize surgical hall scheduling based on discrete event simulation model.

Materials & Methods: This cross-sectional study was performed in the summer of 2018 in the operation room of one of the hospitals in Tehran. As people entered the operation room, their information about the cause and condition that caused the surgery, the type of surgery (elective or emergency) the time of being in the operation was recorded by details. Data analysis was performed SPSS software and simulation of therapeutic system was performed Arena software.

Results: By analyzing the input data of 625 patients during three months, more than 60% of patients were men and less than 40% were women. The first entry into the surgery room for the selected patients was at 7:10 am and the last was at 5:00 pm. Of the eight scenarios presented, two arrival rate correction scenarios (noon arrival distribution) and a combined scenario (noon queue correction and patient adding) resulted in the greatest reduction in waiting time.

Conclusion: The results of this study showed that changing the distribution of patients 'arrival to hours with less input time can decrease patients' waiting time and increase the efficiency of surgery room.

Keywords: Discrete event simulation, waiting time reduction, Patient flow

[1] Assistant Professor of department of Health Management and Economic, school of Medical, Aja University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
[2] Assistant Professor of department of Health Management and Economic, school of Medical, Aja University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
[3] Master of Industrial Engineering Student, Health Systems engineering major, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.
[4] Msc of Health care Management, Aja University of Medical Sciences, Tehran, Iran, (* Corresponding author) ehsantofighi603@gmail.com, 09107603282.

Copyright © 2020 Scientific Association of Hospital Affairs, and Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0). Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited