مجله پیاورد سلامت
دوره ۱۸، شماره ٤، مهر ۱٤۰۳، ۳٤٦-۳۳۱
مقاله پژوهشی

ارایه مدل شبیه‌سازی جهت بهینه‌سازی جریان حرکت و مدت اقامت بیمار(مورد مطالعه: در بخش اورژانس بیمارستان تخصصی منتخب در شهرستان زاهدان)

محمدرضا اصغریان[۱]، فرزاد فیروزی جهان‌تیغ[۲*]

دریافت مقاله: ۱٤۰۲/۱۱/۱۰
پذیرش مقاله: ۱٤۰۳/۸/٦

* نویسنده مسئول:
فرزاد فیروزی جهان‌تیغ؛
دانشکده مهندسی شهید نیکبخت دانشگاه سیستان و بلوچستان

Email:
firouzi@eng.usb.ac.ir

چکیده

زمینه و هدف: بخش اورژانس بیمارستان، یکی از ورودی‌های اصلی آن حساب می‌شود؛ که مراقبت‌های بهداشتی و درمانی را برای بیماران بحرانی و غیربحرانی فراهم آورده است و با محدودیت‌های بهداشتی و درمانی مختلفی مواجه است اما همواره تأکید اصلی بر روی محدودیت منابع است. بسیاری از پروژه‌های شبیه‌سازی در بیمارستان‌ها و ابتدا در بخش‌های اورژانس با هدف افزایش بهره‌وری اجرا شدند. تحقیق حاضر، یک تشریح کلی برای جریان حرکت و مدت اقامت بیمار در بخش اورژانس بیمارستان تخصصی منتخب در شهرستان زاهدان است. هدف تحقیق فعلی، پیشگیری از پیچیدگی‌های مراقبتی، کاهش زمان انتظار و مدت اقامت بیمار در بخش اورژانس، ارایه‌ی مدل شبیه‌سازی و بهبود آن بر اساس شبیه‌سازی گسسته‌پیشامد است.

روش بررسی: با استفاده از بانک اطلاعات سامانه‌ی بخش اورژانس بر اساس داده‌های مورد نیاز و همچنین از طریق مشاهده‌ی حضوری داده‌های مربوط به مدت اقامت بیمار در بخش اورژانس، شامل زمان ورود، زمان انتظار، نوع خدمات ارایه شده به بیمار، زمان خدمت‌دهی و زمان خروج، جمع‌آوری شدند و به‌وسیله‌ی کارشناسان مرتبط با همین حوزه، بررسی و تأیید گردید تا از بالاترین میزان روایی با واقعیات برخوردار باشد. داده‌ها در نرم‌افزار Excel طراحی شدند و سپس تحلیل داده‌ها و ایجاد مدل شبیه‌سازی با استفاده از نرم‌افزار Aren V14 انجام شد و براساس نتایج حاصله تأثیر راه‌حل‌های پیشنهادی ارزیابی شد.

یافته‌ها: یافته‌های تحقیق حاضر نشان داد که بیشترین صف ایجاد شده در بخش اورژانس بیمارستان تخصصی منتخب در شهرستان زاهدان، مربوط به معاینه‌ی پزشکی و آزمایشات تکمیلی است. با اجرای مدل شبیه‌سازی و آزمایش راه‌حل‌های مختلف، راه‌حل ۳ یعنی افزودن یک پرستار به مشاوره‌ی پرستاری و یک کارشناس به رادیولوژی، دارای بیشترین پیامد بهینه‌ساز بر روی عملکرد سیستم در سطوح مختلف فرآیند پذیرش بیمار است و هزینه‌ی اجرای آن نیز بیش از راه‌حل‌های ۱ و ۲ است. این راه‌حل، یک کاهش ۱٤ درصدی در عملکرد میانگین مدت اقامت و یک کاهش ۳۰/٦ درصدی برای میانگین مدت زمان آزمایش‌های تکمیلی ایجاد نمود.

نتیجه‌گیری: به‌کارگیری مدل‌های صف و تکنیک‌های شبیه‌سازی باعث بهبود عملکرد سیستم می‌شوند و اجرای آن‌ها اثرات قابل‌توجهی بر روی کاهش زمان انتظار و مدت اقامت بیماران در بخش اورژانس، افزایش سطح کیفی فرآیند نظارت بر بیماران، مدیریت بهینه‌ی منابع و افزایش بهره‌وری به‌همراه دارد.

واژه‌های کلیدی: مدل شبیه‌سازی، بخش اورژانس، گردش کار، مدت اقامت

۱ دانشجوی کارشناسی‌ارشد مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی شهید نیکبخت، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

۲ دانشیار گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی شهید نیکبخت، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

[Downloaded from payavard.tums.ac.ir on 2025-03-10]

مقدمه

امروزه در بیشتر سازمان‌های بهداشتی و درمانی، به‌ویژه در بخش‌های اورژانس بیمارستانی، شاهد افزایش چشمگیر چالش‌ها هستیم که بیشتر این چالش‌ها به‌دلیل تقاضای بسیار زیاد برای خدمات بهداشتی و درمانی، ظهور انواع جدید بیماری‌ها و فقدان کارهای پژوهشی عمیق بر روی نیازهای بخش‌های اورژانس هستند(۲و ۱). چنین سیستم‌هایی با مباحث کلیدی مواجه هستند، مثل کمبود منابع(منابع انسانی و مواد اولیه درمانی)، زمان انتظار طولانی برای بیماران و نرخ بالای بیمارانی که بخش اورژانس را بدون این‌که به‌وسیله‌ی یک متخصص ویزیت شوند ترک می‌کنند. این مسائل می‌توانند بر روی کیفیت خدمات درمانی دریافت شده تأثیرگذار باشند(۳). علاوه بر این، ناکارآمدی مدیریت زمان نیز تأثیر زیادی بر روی کیفیت خدمات درمانی و رضایت بیماران دارد(۵و ٤). به‌ویژه در وضعیت‌های پرازدحام که کل دوره‌ی اقامت بیمار در بخش اورژانس را افزایش می‌دهد و نرخ مرگ‌و میر را بالا می‌برد(٦). به‌منظور کاهش مجموع دوره‌ی اقامت بیمار در بخش اورژانس و افزایش کیفیت خدمات درمانی، تکنیک‌های بسیاری در حوزه‌ی صنعتی به‌دست آمده‌اند که در بخش‌های درمانی و بهداشتی نیز استفاده می‌شوند(۸و۷). به‌منظور دستیابی به هدف اصلی تحقیق حاضر که در انتهای همین بخش آمده است، از روش گردش کار برای الگوبرداری سیستم موردکاوی استفاده می‌شود تا بدین‌ترتیب کمبودها برطرف شوند و عملکرد بخش اورژانس در مراحل گوناگون ارتقا پیدا کند. شبیه‌سازی رویداد گسسته یک روش رایج مورد استفاده در پژوهش در زمینه‌ی سیستم‌های پویا می‌باشد. این روش یک تکنیک کاربردی برای مواجهه با سیستم‌هاست، که تغییر حالت یک سیستم در گذر زمان، به‌صورت یکسری رویدادهای گسسته است(۷). نرم‌افزار شبیه‌ساز Arena، یک نرم‌افزار شبیه‌سازی رویداد گسسته برای شبیه‌سازی و اتوماسیون فرآیند است و برای ایجاد مدل شبیه‌سازی استفاده می‌گردد. این نرم‌افزار به‌طور مؤثر در بسیاری از انواع جدید پژوهش، استفاده شده است(۱۱-۹).

پژوهشگران بسیار زیادی تلاش کردند تا از طریق کاهش مدت زمان انتظار و مجموع طول درمان بیماران در بخش‌های اورژانس، عملکردهای این بخش را بهبود ببخشند. به‌عنوان مثال، یک ابزار شبیه‌سازی عامل محور برای ارزیابی درمان عبور سریع پیشنهاد شد. در نتیجه‌ی این ابزار پیشنهادی، یک کاهش چشمگیر در مدت زمان انتظار بیمار حاصل شد(۱۲). یک ابزار پشتیبانی برای تصمیم‌گیری توسعه داده شد که بر اساس یک رویکرد شبیه‌سازی بهینه‌سازی استوار بود. از این روش برای شناسایی حالت مناسب منابع موجود و دستیابی به یک عملکرد بهتر از طریق مختار گذاشتن مدیران برای انتخاب هدف‌های اولویت‌دار، استفاده می‌شود(۱۳). تکنیک‌های شبیه‌سازی رویدادهای گسسته به‌میزان زیادی برای برآورد ظرفیت آینده‌ی بخش اورژانس برای توسعه‌ی جدید استفاده می‌شوند. به‌عنوان مثال در پژوهشی نویسندگان قانونی را مورد کاوش قرار می‌دهند که الگوبرداری شبیه‌سازی رایانه‌ای باید در پژوهش‌ها ایفای نقش داشته باشد و در توسعه‌ی سیستم‌های بخش اورژانس استفاده گردد. این نویسندگان به‌تشریح چهار رویکرد زیربنایی برای الگوبرداری شبیه‌سازی رایانه‌ای در کنار کاربردها و مصارفی که دارند اشاره می‌کنند؛ تکنیک‌هایی که در فرآیند الگوبرداری سیستم‌های پویا ارایه می‌شوند که شامل شبیه‌سازی رویداد گسسته، شبیه‌سازی عامل‌محور و شبیه‌سازی مونت‌کارلو هستند(١٤). در پژوهشی دیگر یک چارچوب پشتیبان تصمیم‌گیری مبتنی بر شبیه‌سازی کنشی‌واکنشی معرفی می‌شود که از آن برای ارزیابی تأثیر گزینه‌های بالقوه بر روی خروجی‌ها و عملکردهای تصمیم‌گیرندگان استفاده می‌شود؛ این نتیجه حاصل شد که ترخیص درست و هوشمندانه‌ی بیمار از بخش اورژانس از طریق نظارت پیوسته بر تخت بیمار، می‌تواند از تأثیر بیشتری در مقایسه با افزایش ظرفیت فیزیکی بخش اورژانس برخوردار باشد(۱۵).

در تحقیقی گلوگاه‌های بخش اورژانس شناسایی و جهت بهبود عملکرد سیستم ٦ سناریو معرفی شد و تمرکز اصلی بر روی محدودیت منابع و کاهش هزینه‌ها صورت پذیرفت و با توجه به محدودیت‌های منابع و هزینه در سناریوهای F و E، اجرای سناریوی A توصیه شد (١٦). همچنین متغیرهای پاسخ به زمان انتظار، تعداد انتظار و استفاده از بخش‌های مختلف اورژانس بررسی شد و از میان ۳ راهکار بررسی شده، دو برابر کردن ظرفیت تخت در اورژانس به‌عنوان بهترین راهکار تعیین شد(۱۷). نارسایی منابع در بخش‌های اورژانس، یکی از مهم‌ترین دلایل نهفته در ورای انتظار طولانی و نرخ بالاتر ترک اورژانس بدون ویزیت شدن بیمار به‌حساب می‌آید. به‌عنوان نمونه، پژوهشگران از یک روش بهینه‌سازی شبیه‌سازی برای یافتن چیدمان درست و مناسب منابع بخش اورژانس از جمله پرستاران، متخصصان عمومی و تخت‌ها استفاده کرده‌اند. پس از اجرای چند نمونه شبیه‌سازی با محدودیت‌های بودجه‌ای گوناگون، یک بهبود ۸/۱ درصدی در میزان مدت اقامت با بودجه

[Downloaded from payavard.tums.ac.ir on 2025-03-10]

جاری و یک بهبود ۹/۵ درصدی با افزایش واحد بودجه‌ای حاصل شد(۱۸). در پژوهشی دیگر یک مدل شبیه‌سازی رویداد گسسته ارایه شد که با فرا الگوهای مناسب ترکیب شده است تا جریان رسیدگی به درمان بیمار را ارتقا ببخشد و از طریق تغییر تعداد منابع بخش اورژانس، تجمع مراجعان را کاهش دهد. در نتیجه، میانگین مدت زمان انتظار بیماران به‌میزان ٤٨ درصد کاهش پیدا کرد(۱۹).

همچنین یک مدل گردش کار برای درک وضعیت جاری مراقبت‌های افراد مسموم در یک بخش اورژانس ایجاد شد. به‌عنوان یکی از نتایج به‌دست آمده، مشخص شد که مصاحبه‌های غربالگری اولیه می‌توانند منجر به ارایه‌ی خدمات هوشمند و متناسب و مراقبت از بیماران مبتلا به مسمومیت در بخش اورژانس شود که می‌توان از آن به‌عنوان مدلی برای تسهیلات دیگر نیز استفاده کرد(۲۰). افزون براین سیستم صف یک بیمارستان چشم‌پزشکی بررسی شد و اطلاعات مربوط به زمان سرویس و زمان انتظار جمع‌آوری و مدل‌های تئوری صف در آن‌جا اجرا شد. در نهایت زمان‌بندی ثبت‌نام بیماران به‌عنوان راه‌حل بهینه مشخص شد(۲۱). دیگر محققان یک کلینیک خدمات درمانی عمومی را بررسی کردند و پس از بررسی طول صف و زمان‌های انتظار و خدمت‌دهی مشخص شد که کلینیک‌ها باید سیستمی را ترجیح دهند که تمام بخش‌ها را برای پیشبرد رفتار استراتژیک بیماران اختصاص دهد(۲۲).

تعداد کمی از نویسندگان بر روی خطاهای انسانی در بخش‌های اورژانس تمرکز کرده‌اند؛ این خطاها می‌توانند بر روی کیفیت مراقبت‌های پزشکی تأثیر بگذارند و بر مدت زمان انتظار نیز اثرگذار باشند. در پژوهشی از طریق الگوبرداری خطاهای انسانی، ایجاد یک مدل شبیه‌سازی‌بهینه‌سازی میسر شد. نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهند که اضافه شدن پرستار و پزشک در بخش اورژانس، می‌تواند باعث کاهش خطاهای انسانی، کاهش دوره‌ی انتظار یا بستری بیمار و کاهش طول نوبت‌گیری شود(۲۳).

مهم‌ترین اهداف پژوهش فعلی، کاهش مدت انتظار و مدت اقامت بیمار در بخش اورژانس بیمارستان تخصصی منتخب در شهرستان زاهدان و کسب عملکرد بهتر آن است. علاوه بر این، تلاش بر این است که دوره‌ی زمانی اقدامات گوناگون در فرآیند نظارت بر بیمار کاهش پیدا کند؛ یعنی سیستم صف بخش اورژانس بهینه گردد. از طریق این مدل توسعه‌یافته، ارزیابی میزان تأثیر بسیاری از راه‌حل‌های پیشرفته بر روی کارکنان بخش‌های بهداشتی، منابع و ساختار بخش اورژانس بیمارستان تخصصی منتخب در شهرستان زاهدان میسر می‌شود. مدل تحقیق حاضر از این جهت امکان کاربرد دارد که می‌توان با استفاده از آن راه‌حل‌های بهبودآفرین و بهینه‌ساز جهت بهبود وضع موجود ارایه داد و همچنین یک درک کلی از رویه‌ی این «سیستم» را، از طریق شناسایی کمبودها و ضعف‌ها و عوامل تأثیرگذار بر روی عملکرد سیستم، فراهم آورد.

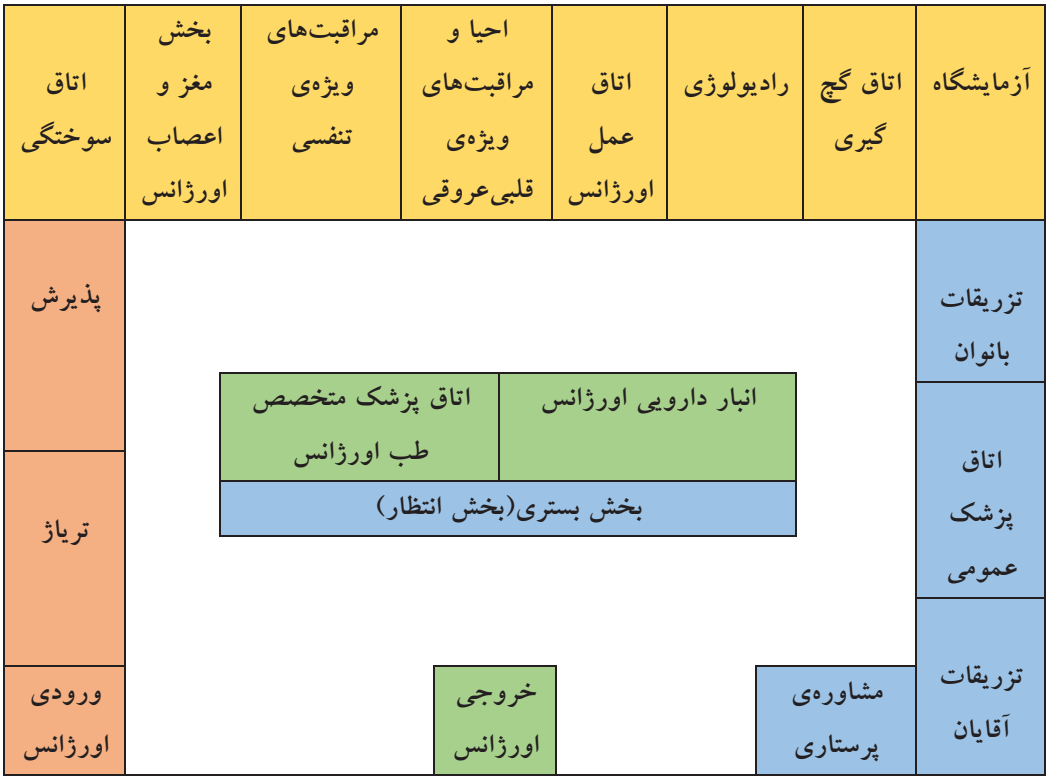
روش بررسی

روش تحقیق حاضر بر اساس سه مرحله‌ی اصلی استوار است. نخست با استفاده از بانک اطلاعات بخش اورژانس بیمارستان تخصصی منتخب در شهرستان زاهدان و همچنین از طریق مشاهده‌ی حضوری، جمع‌آوری داده‌های ضروری به‌منظور ارزیابی سیستم واقعی شروع شد. سپس از این داده‌ها به‌عنوان پارامترهای ورودی برای ایجاد مدل شبیه‌سازی به‌منظور بررسی تأثیر راه‌حل‌های پیشنهاد شده استفاده شد. در پایان، مدل شبیه‌سازی بهینه‌ی تحقیق حاضر اجرا گردید و نتایج به‌دست آمده شرح داده شد. چند راه‌حل بهبودآفرین و بهینه‌ساز ارایه شد و به‌کمک آن‌ها پارامترهای مدل شبیه‌سازی، مورد آزمایش قرار گرفتند. بدین‌ترتیب تأثیر هر یک از این راه‌حل‌ها در بهبود گلوگاه‌های بخش اورژانس بیمارستان تخصصی منتخب در شهرستان زاهدان مشخص شد.

محل مورد بررسی در این پژوهش بخش اورژانس بیمارستان تخصصی منتخب واقع در شهرستان زاهدان بود. بر اساس داده‌های جمع‌آوری شده در خلال ۲ سال یعنی از فروردین ۱٤۰۱ تا اسفندماه ۱٤۰۲، این مرکز قادر است ماهانه پذیرای ۵۰۰۰ بیمار باشد. این مرکز دارای بخش‌های جداگانه شامل، ۱- مشاوره‌ی پرستاری، ۲- بخش تزریقات، ۳- اتاق پزشک عمومی(پزشک اسکرین)، ٤- آزمایشگاه، ۵- اتاق گچ‌گیری، ٦- رادیولوژی، ۷- اتاق عمل اورژانس، ۸- بخش مراقبت‌های ویژه‌ی قلبی(CCU) اورژانس، ۹- بخش مراقبت‌های ویژه‌ی بیماران دارای مشکل تنفسی و کاهش سطح هوشیاری(ICU) اورژانس، ۱۰- بخش مغز و اعصاب اورژانس، ۱۱- اتاق سوختگی، ۱۲- انبار دارویی(داروهای بیمارانی که در بخش اورژانس بستری می‌شوند از این محل تأمین می‌گردد)، ۱۳- اتاق پزشک متخصص طب اورژانس، ١٤- بخش بستری(بخش انتظار) اورژانس، ۱۵- تریاژ و ١٦- پذیرش است. در شکل ۱،

[Downloaded from payavard.tums.ac.ir on 2025-03-10]

ساختار فیزیکی مورد کاوی بخش اورژانس بیمارستان منتخب در شهرستان زاهدان نشان داده شده است.



شکل ۱: چیدمان فیزیکی بخش اورژانس بیمارستان تخصصی منتخب در شهرستان زاهدان

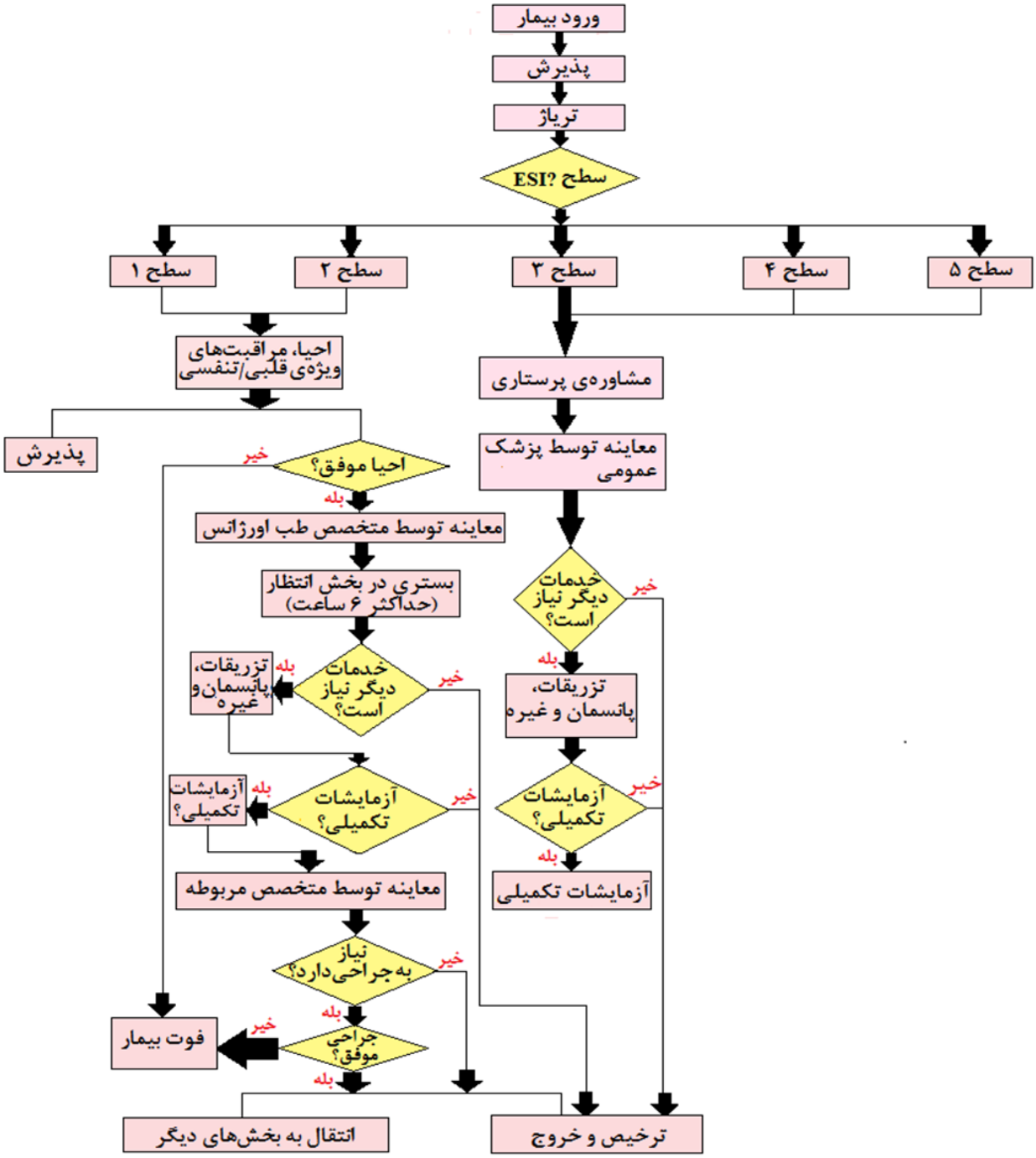
بخش تزریقات شامل دو قسمت جداگانه برای آقایان و بانوان می‌باشد و هر قسمت دارای ۱۲ تخت بیمارستانی یعنی در مجموع ۲٤ تخت است. در این بخش خدماتی چون تزریقات، پانسمان، بخیه‌زدن و باز کردن بخیه، و باز کردن گچ انجام می‌گردد. بخش بستری کوتاه مدت یا بخش انتظار دارای ۱۵ تخت و به‌صورت مختلط است و مختص بیماران بحرانی است که نیاز به مراقبت‌های ویژه دارند، و حداکثر تا ٦ ساعت تعیین تکلیف می‌گردند که تحت عمل جراحی قرار گیرند و یا برای ادامه‌ی بستری و فرآیند درمان به بخش‌های دیگر منتقل گردند.

بیماران بر اساس شرایطی که دارند(حاد، اضطراری، فوری، غیرفوری، و عادی) و با استفاده از شاخص شدت فوریت (Emergency Severity Index (ESI)) به پنج گروه کلی تفکیک می‌شوند، این سطح‌بندی به‌وسیله‌ی پرستار قسمت تریاژ انجام می‌شود. سطح ۱ خطرناک‌ترین بیمار است که نیاز به درمان فوری دارد؛ در حالی‌که سطح ۵ از کم‌ترین اضطرار برخوردار است و بیشتر در ردیف بیماران کلینیکی قرار می‌گیرد. بیماران دارای شرح حال‌های حاد پس از مرحله‌ی تریاژ، بدون پذیرش به‌طور مستقیم به بخش احیا و مراقبت‌های ویژه‌ی قلبی و تنفسی هدایت می‌شوند و سپس به‌طور مستقیم به‌وسیله‌ی پزشک متخصص طب اورژانس مورد درمان قرار می‌گیرند. به‌طور معکوس، بیمارانی که از سطح متوسط و قابل‌قبولی برخوردارند، بر اساس شرایطی که دارند، به‌وسیله‌ی یک نفر پرستار تریاژ تفکیک و سطح‌بندی(سطح ۳، ٤ و ۵) می‌شوند و در نهایت به پزشک عمومی(پزشک اسکرین) ارجاع داده می‌شوند.

بیماران اورژانسی و فوری(یعنی بیمارانی‌که سطح ۱ و ۲ دارند)، معمولاً در میانگین مدت زمان کم‌تر از ۱۵ دقیقه از زمان ورود مورد رسیدگی و درمان قرار می‌گیرند؛ درحالی‌که بیمارانی که از سطح بالا و قابل قبول برخوردار هستند، مدت زمان طولانی‌تری را در انتظار سپری کرده و یا حتی اورژانس را بدون ویزیت ترک می‌کنند.

در شکل ۲، فلوچارت گردش کار فرآیند پذیرش بیمار در بخش اورژانس بیمارستان تخصصی منتخب در شهرستان زاهدان نشان داده شده است. این شکل، مسیرهای محتمل برای جریان حرکت بیمار در بخش اورژانس را نشان داده است. گردش کار، یک مبنا برای مدل شبیه‌سازی رویدادهای گسسته است. این مدل بر اساس جریان حرکت بیمار در سیستم مورد بررسی استوار است.

[Downloaded from payavard.tums.ac.ir on 2025-03-10]



شکل ۲: نمودار جریان حرکت بیمار در بخش اورژانس بیمارستان تخصصی منتخب در شهرستان زاهدان

ورود بیمار می‌تواند به‌صورت ورود با پای خود بیمار و یا به‌وسیله‌ی آمبولانس باشد. سپس بیماران در زمان ورود، به‌وسیله‌ی یک پرستار تریاژ طبقه‌بندی می‌شوند. پرستار تریاژ بر اساس علایم یا نشانه‌های بیمار، یک ارزیابی اولیه بر روی وضعیت وی انجام می‌دهد. سپس بر اساس شاخص شدت فوریت، بیمار را در یکی از پنج سطح قرار می‌دهد. بیماری که در سطح یک قرار دارد، دارای شرایط حاد است و باید بی‌درنگ درمان گردد؛ درحالی‌که بیمار سطح پنج، در واقع یک بیمار کلینیکی با یک وضعیت پایدارتر به‌حساب می‌آید. پس از این مرحله، دو مسیر برای بیمار در نظر گرفته می‌شود:

۱- بیماران دارای سطح ۱ و ۲ پس از تریاژ، بدون پذیرش و به‌طور مستقیم به بخش اورژانس حیاتی(بخش احیا، مراقبت‌های ویژه‌ی قلبی‌عروقی و یا مراقبت‌های ویژه‌ی بیماری‌های تنفسی) هدایت می‌شوند تا در آن‌جا پزشک متخصص طب اورژانس اقدامات اولیه و لازم را برای درمان آن‌ها انجام دهد و در واقع وضعیت بیمار مورد پایش قرار می‌گیرد. سپس بیمار جهت بستری به بخش بستری اورژانس(بخش انتظار) منتقل می‌شود و طبق پروتکل بیمارستان

[Downloaded from payavard.tums.ac.ir on 2025-03-10]

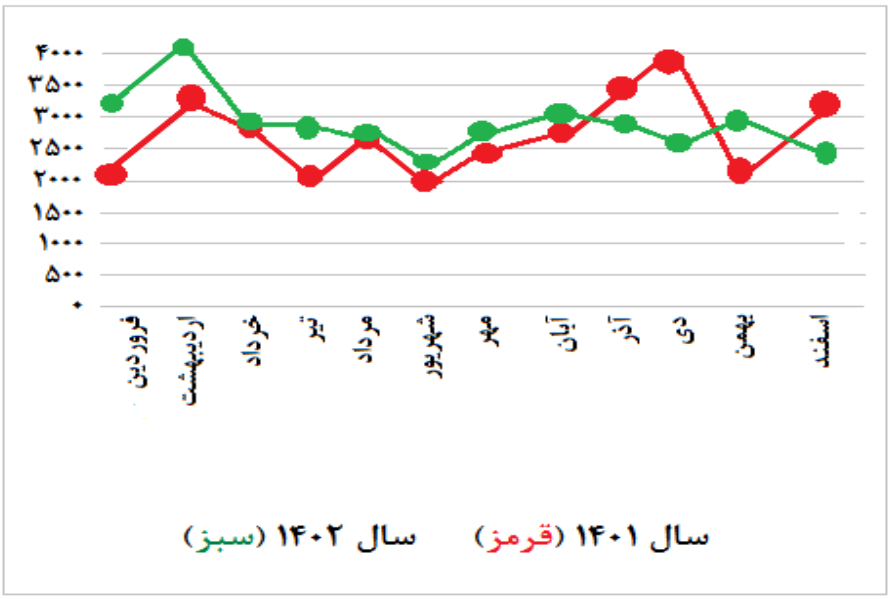
حداکثر ٦ ساعت در این بخش بستری و تعیین تکلیف می‌شود. پس از انجام اقدامات تشخیصی مانند آزمایشگاه، رادیولوژی و الکتروکاردیوگرافی پزشک متخصص طب اورژانس بیمار را معاینه نموده و در صورت نیاز اطلاعات مربوط به وضعیت بالینی بیمار جهت مشاوره با پزشک متخصص مربوط ثبت می‌شود. سپس بر حسب تشخیص نهایی پزشک متخصص مربوط، بیمار ممکن است فقط تحت نظر قرار گیرد و در بخش‌های دیگر بستری شود و یا نیاز به عمل جراحی داشته باشد، تحت عمل جراحی قرار گیرد و در ادامه به بخش‌های دیگر منتقل شود و در نهایت پس از تسویه حساب، ترخیص گردد.

۲- در غیر این‌صورت اگر وضعیت بیمار غیربحرانی باشد(یعنی در سطوح شاخص شدت فوریت برابر با ۳، ٤ و یا ٥ باشد) اطلاعات بیمار در قسمت پذیرش ثبت می‌گردد، سپس به‌وسیله‌ی یک نفر پرستار تریاژ سطح‌بندی می‌شود و پس از پرداخت وجه به‌وسیله‌ی بیمار یا همراه او، قبضی از طریق دستگاه خودپرداز صادر می‌شود که نوبت‌دهی بیمار در آن مشخص است و این نوع بیماران به پزشک عمومی(پزشک اسکرین) ارجاع داده می‌شوند. بیمار توسط مشاور پرستاری، مشاوره‌های پرستاری لازم را دریافت می‌نماید و در سالن انتظار در صف باقی می‌ماند تا نوبت او فرا رسد. در ادامه پزشک عمومی، بیمار را ویزیت می‌نماید و پس از این مرحله بیمار یا همراه او داروهای تجویز شده را تهیه می‌نماید و اگر تزریق آمپول یا سرم نیاز باشد بیمار به قسمت تزریقات رفته و پس از اتمام آن از بخش اورژانس خارج می‌گردد. این مدل به‌صورت احتمالی تصمیم‌گیری می‌کند و براساس داده‌های تاریخی در خلال ۲ سال(۱٤۰۱ و ۱٤۰۲) ثبت‌شده در بانک اطلاعات بخش اورژانس بیمارستان تخصصی منتخب در شهرستان زاهدان و داده‌های جمع‌آوری شده از طریق مشاهده‌ی حضوری دریافت شده است.

- **مرحله‌ی گردآوری داده‌ها**

یکی از ضروری‌ترین اقدامات، پیش از رفتن به هر مرحله‌ی بعد، جمع‌آوری داده است. این مرحله از مراحل دشوار و مهم است که متأسفانه در بیشتر بیمارستان‌ها داده‌های ضروری و کامل جمع‌آوری نمی‌شوند. در مقاله‌ی فعلی مبنای کار، آرشیوهای بخش اورژانس بیمارستان تخصصی منتخب در شهرستان زاهدان در خلال دو سال(۱٤۰۱و۱٤۰۲) قرار داده شد و در کنار آن برای جمع‌آوری داده‌های ضروری، از خود کارکنان نیز مصاحبه صورت پذیرفت و همچنین از طریق مشاهده‌ی حضوری داده‌های مربوط به مدت اقامت بیماران در بخش اورژانس شامل زمان ورود، زمان انتظار، نوع خدمت یا خدماتی که بیمار دریافت نموده، زمان خدمت‌دهی، و زمان خروج، ثبت و جمع‌آوری شد.

در این‌کار پژوهشی، داده‌های جمع‌آوری شده به‌شکل نمودارهای گرافیکی درآورده شد تا مطالعه و تحلیل آن‌ها میسر شود. آمار مربوط به کودکان و بزرگسالان از یکدیگر تفکیک شد تا امکان تحلیل و مشاهده‌ی آن‌ها افزایش پیدا کند.

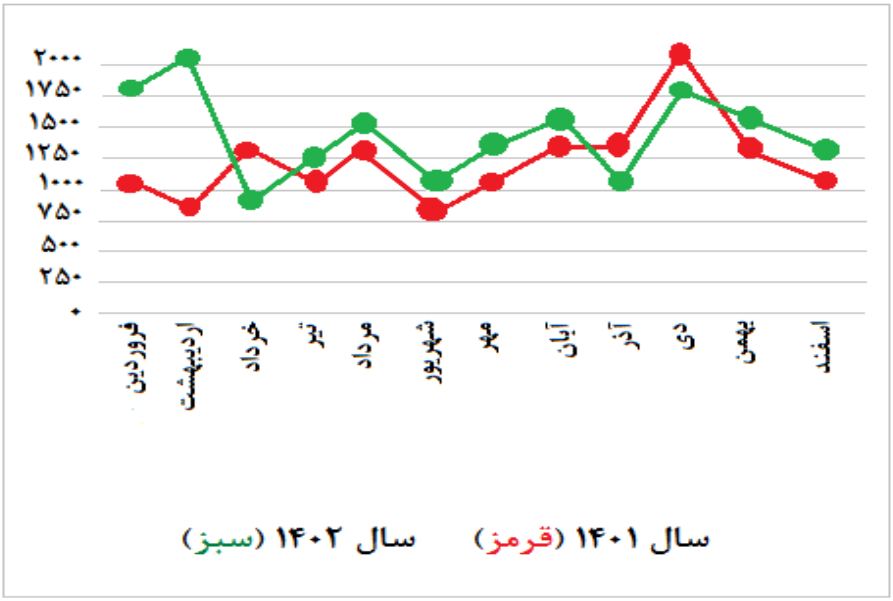


نمودار ۱: تعداد مشاوره‌ی بزرگسالان در ماه در خلال دو سال(۱۴۰۱ و ۱۴۰۲)

در نمودار ۱، منحنی‌های مربوط به تعداد مشاوره‌های بزرگسالان در هر ماه در خلال دو سال(۱٤۰۱و۱٤۰۲) نشان داده شده است. طبق نمودار ۱، تعداد مشاوره‌ی بزرگسالان به‌طور میانگین ۲۸۰۰ مورد در ماه بوده است و تعداد مشاوره‌ی بزرگسالان بیشتر از تعداد مشاوره‌ی کودکان است.

[Downloaded from payavard.tums.ac.ir on 2025-03-10]

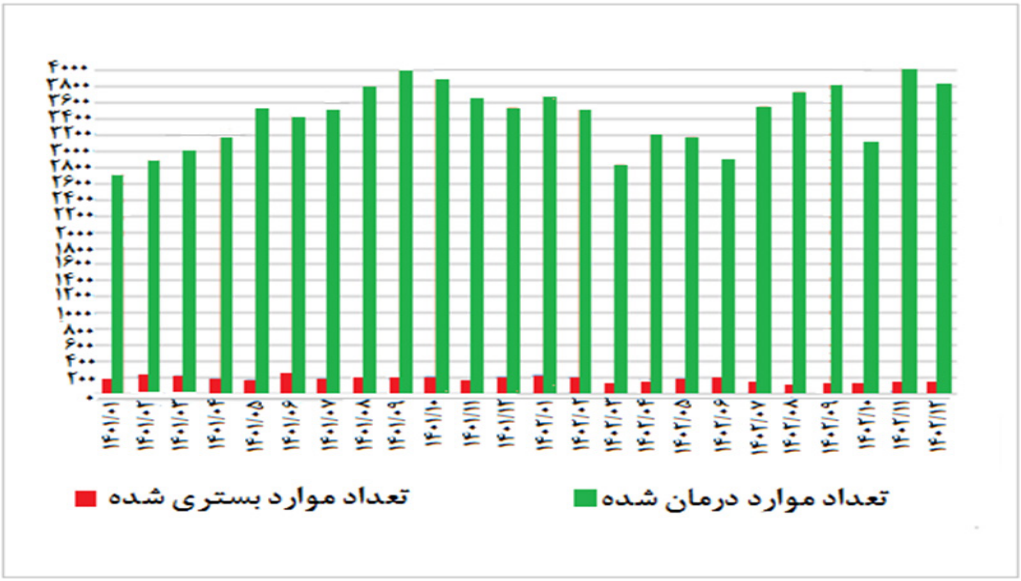
در نمودار ۲، منحنی‌های مربوط به تعداد مشاوره‌های کودکان در هر ماه در خلال دو سال(۱۴۰۱و۱۴۰۲) نشان داده شده است.



نمودار ۲: تعداد مشاوره‌ی کودکان در ماه طی دو سال(۱۴۰۱ و ۱۴۰۲)

در نمودار ۲، منحنی‌های قرمز رنگ مربوط به تعداد مشاوره‌ی کودکان در بخش اورژانس در سال ۱۴۰۱ و منحنی‌های سبز رنگ مربوط به تعداد مشاوره‌ی کودکان در بخش اورژانس در سال ۱۴۰۲ می‌باشند. طبق نمودار ۲ مشاهده شد که میانگین تعداد مشاوره برای کودکان در مقایسه با بزرگسالان کمتر است؛ و تعداد مشاوره‌ی کودکان به‌طور میانگین ۲۳۰۰ مورد در ماه بوده است.

نمودار ۳، هیستوگرام مربوط به تعداد بیماران درمان شده و بستری شده‌ی بزرگسالان بخش اورژانس بیمارستان تخصصی منتخب در شهرستان زاهدان است.

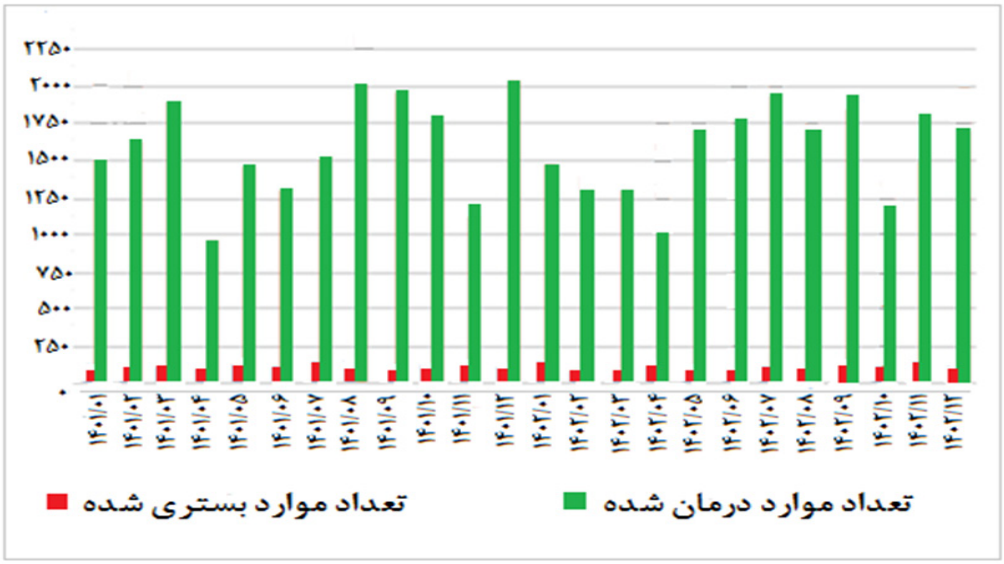


نمودار ۳: تعداد بیماران بزرگسال درمان شده و بستری شده از فروردین ۱۴۰۱ تا اسفند ۱۴۰۲

طبق نمودار ۳، میانگین تعداد بستری شدن بزرگسالان در خلال دو سال، در حدود ۱۸۰ بیمار در ماه است که این رقم دو برابر تعداد کودکانی است که در همین مدت زمان بستری شده‌اند.

نمودار ٤، هیستوگرام مربوط به تعداد بیماران درمان شده و بستری شده‌ی کودکان بخش اورژانس بیمارستان تخصصی منتخب در شهرستان زاهدان است.

[Downloaded from payavard.tums.ac.ir on 2025-03-10]



نمودار ۴: تعداد کودکان بیمار بستری شده و درمان شده از دیماه ۱۴۰۱ تا آذرماه ۱۴۰۲

طبق نمودار ٤، میانگین تعداد بستری شدن کودکان در خلال دو سال، در حدود ۹۰ بیمار در ماه است که این رقم برابر با ۵۰ درصد تعداد بیماران بزرگسالی است که در همین مدت زمان بستری شده‌اند.

در جدول ۱، دوره‌های زمانی مهم در مراحل گوناگون فرآیند پذیرش بیمار در بخش اورژانس بیمارستان تخصصی منتخب در شهرستان زاهدان نشان داده شده است.

جدول ۱: دوره‌ی زمانی فرآیندهای صورت گرفته در مراحل مختلف پذیرش بیمار

ردیف	شاخص‌های عملکردی اصلی بخش اورژانس	دوره‌ی زمانی (دقیقه)
۱	میانگین مدت اقامت بیمار	۲۳۲/۳۲۵
۲	میانگین زمان انتظار برای مشاوره‌ی پرستاری	۱۲/۵۱٦
۳	میانگین مدت زمان مشاوره‌ی پرستاری	٦/۵
٤	میانگین زمان انتظار برای معاینه‌ی پزشک	۱۲۳/۷۵۱
۵	میانگین مدت زمان معاینه‌ی پزشک	۱۱/۰۳۸
٦	میانگین مدت زمان آزمایشات تکمیلی	۷۱/۲۲

مطابق جدول ۱، مشاهده شد که مدت اقامت بیمار در بخش اورژانس، به‌طور میانگین ۲۳۲/۳۲۵ دقیقه شد؛ که برای موارد غیر اضطراری و سرپایی مدت زمان طولانی است. همچنین مطابق جدول ۱ یکی از دلایل اصلی طولانی شدن مدت اقامت در رتبه‌ی نخست اختصاص به زمان انتظار برای پزشک دارد و در جایگاه دوم، دوره‌ی زمانی طولانی آزمایش‌های تکمیلی قرار دارد که میانگین زمان سپری شدن برای این مرحله ۷۱/۲۲ دقیقه شد. پس از یک بررسی عمیق و ارزیابی صورت گرفته، مشخص شد که افزایش دوره‌ی زمان انتظار برای ویزیت پزشک و انجام آزمایش‌های تکمیلی، به‌ترتیب به‌دلیل کمبود پزشک و در دسترس نبودن مواد رادیولوژی بود.

- **مدل شبیه‌سازی**

یکی از مراحل حساس پیش از ایجاد مدل شبیه‌سازی، فرآیند گردآوری داده است؛ این فرآیند یکی از مراحل مهم و ضروری می‌باشد. رویکرد پیشنهادی تحقیق فعلی این امکان را می‌دهد که بتوان به عملکردها و نتایج مورد انتظار دست پیدا کرد؛ که این دستاوردها بر اساس ۳ مرحله‌ی اصلی مشخص شد، ۱-ارزیابی و بررسی سیستم واقعی با جمع‌آوری داده‌ها، ۲-الگوبرداری جریان‌های بیمار با استفاده از گردش کار به‌منظور شناسایی خطاهای موردی و کوچک، ۳- ایجاد یک مدل شبیه‌سازی به‌منظور اندازه‌گیری تأثیر راه‌حل‌های پیشنهاد شده. در مقاله‌ی حاضر بر اساس آرشیوهای بخش اورژانس بیمارستان تخصصی منتخب در شهرستان زاهدان در خلال ۲ سال(۱٤۰۱و۱٤۰۲)، و مصاحبه‌های

[Downloaded from payavard.tums.ac.ir on 2025-03-10]

صورت گرفته با کارکنان بخش اورژانس، همچنین ازطریق مشاهده‌ی حضوری، جمع‌آوری داده‌های ضروری انجام شد و سپس این داده‌ها بر اساس توزیع‌های آماری به‌صورت مدل درآورده شد تا بتوان از آن‌ها به‌عنوان پارامترهای ورودی به مدل شبیه‌سازی استفاده نمود؛ این پارامترها در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲: پارامترهای شبیه‌سازی

ردیف	پارامترها	توابع توزیع متغیرهای تصادفی (دقایق) و اندازه‌گیری احتمال	شرح
۱	نرخ ورود بیمار	تابع نمایی(۷/۳۱)	توزیع نمایی، با زمان بین ورود دو بیمار به کار می‌رود و میانگین آن ۷/۳۱ دقیقه است.
۲	مدت زمان ثبت	تابع یکنواخت(۲و۱)	زمان ثبت از زمان ورود تا ورود به سالن انتظار.
۳	مدت زمان تریاژ	تابع یکنواخت(۳و۱)	فرایند تریاژ دارای یک میانگین زمانی ۱ تا ۳ دقیقه است.
٤	مدت زمان مشاوره‌ی پرستار	تابع یکنواخت(۱۰و۳)	مدت زمان مشاوره‌ی بیمار به وسیله‌ی پرستار به‌طور میانگین ۳ تا ۱۰ دقیقه است.
٥	مدت زمان معاینه‌ی پزشک	تابع یکنواخت(۱۲و۷)	ویزیت بیمار به وسیله‌ی پزشک به‌طور میانگین ۷ تا ۱۲ دقیقه زمان صرف می‌کند.
٦	مدت زمان آزمایشات تکمیلی	تابع مثلثی(۹۰و٤٥و۱٥)	مدت زمان انجام آزمایش‌های تکمیلی شامل(رادیولوژی، آزمایش، اسکن).
۷	مدت زمان عمل جراحی	تابع یکنواخت(۱۸۰و٦۰)	میانگین زمان حضور بیمار در اتاق عمل دارای توزیع یکنواخت در بین ٦۰ و ۱۸۰ دقیقه است.
۸	نرخ عمل‌های جراحی موفق	٪۹٥	٪۹٥ از عمل‌های جراحی موفقیت‌آمیز هستند.

طبق جدول ۲، این مدل شامل ۷ فرآیند است(ثبت ورود، تریاژ، مشاوره‌ی پرستار، معاینه‌ی پزشک، آزمایشات تکمیلی، عمل جراحی، بستری شدن بیمار) که هریک از آن‌ها مشتمل بر مجموعه‌ی اختصاصی از منابع می‌باشد. هرکدام از فعالیت‌ها داری تابع توزیع احتمال هستند. این توابع توزیع احتمال برای هر فعالیت،پس از وارد نمودن داده‌های حاصل از زمان‌سنجی در نرم‌افزار Excel و ایجاد فایل Text برای هر فعالیت از طریق تحلیل داده‌های مربوط به هر فعالیت در قسمت Input Analyzer در نرم‌افزار Arena V14 به‌دست آمد.

شکل ۳، ماژول‌های اصلی در شبیه‌ساز مورد استفاده معرفی شده است و کاربرد آن‌ها در نرم‌افزار Arena V14 نیز بیان شده است.

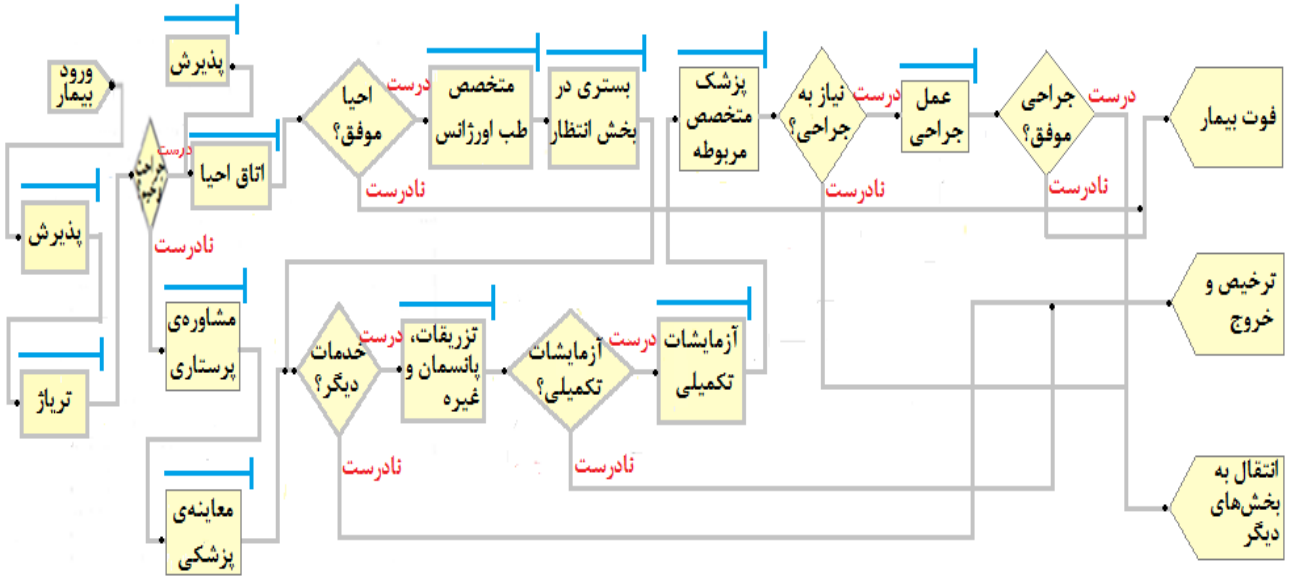
توضیح در مورد ماژول‌های اصلی در نرم‌افزار Arena V14	ماژول‌های اصلی در نرم‌افزار Arena V14
به‌عنوان نقطه‌ی ورودی نهاد یا موجودیت به مدل شبیه‌سازی استفاده می‌گردد. اسم و مشخصات نهاد، در این ماژول آورده می‌شود.	۱ را ایجاد کن
از طریق این ماژول، فعالیت‌ها و کارهای اصلی فرآیند خود را تعریف می‌نماییم.	۱ را اجرا کن
نهاد تصمیم گیرنده برای تغییر جهت جریان بر اساس درصدی از پیش تعیین شده می‌باشد.	در مورد ۱ تصمیم‌گیری کن درست نادرست
این نهاد نقش یک نقطه‌ی پایانی را درمدل شبیه‌سازی ایفا می‌کند وعمدتاً به‌عنوان گردآوری‌کننده‌ی داده‌های آماری استفاده می‌شود.	۱ را پایان بده

شکل ۳: تشریح ماژول‌های اصلی مورد استفاده‌ی مکرر در نرم‌افزار Arena V14

مطابق شکل ۳، ماژول‌های اصلی در نرم‌افزار Arena V14 که در هر شبیه‌سازی به‌طور ثابت باید مورد استفاده قرارگیرند، ماژول‌های ورود (Create)، فعالیت (Process)، تصمیم‌گیری (Decide)، و ماژول خروج (Dispose) هستند. کاربردهای هر ماژول در مدل شبیه‌سازی در شکل ۳ توضیح داده شده است.

[Downloaded from payavard.tums.ac.ir on 2025-03-10]

در شکل ٤، مدل شبیه‌سازی پیشنهادی در مقاله‌ی حاضر نشان داده شده است. مدل شبیه‌سازی بر اساس یک درک عمیق از فرآیندهای کنونی بخش اورژانس بیمارستان تخصصی منتخب در شهرستان زاهدان ایجاد شد. این مدل از طریق نرم‌افزار شبیه‌ساز Arena V14 شکل گرفت.



شکل ۴: مدل شبیه‌سازی سیستم خدمت‌دهی بخش اورژانس بیمارستان تخصصی منتخب در شهرستان زاهدان در نرم‌افزار Arena V14

مطابق شکل ٤، جریان حرکت بیمار از یک مرحله به مرحله بعد با استفاده از مؤلفه‌های تصمیم‌گیری صورت گرفت و هر تصمیم بر اساس مدل احتمالی استخراج‌شده از داده‌های جمع‌آوری شده صورت پذیرفت. شبیه‌سازی ورود بیمار با استفاده از یک هویت‌نگار، که با عنوان«ورود بیمار» برچسب خورده، مشخص شد. این مولد از یک توزیع نمایی پیروی می‌کند که برای مدل‌سازی فرآیند ورود در چنین حالتی مؤثر است.

مدل پیشنهادی در مقاله‌ی کنونی به‌وسیله‌ی تعدادی از کارشناسان مرتبط نیز راستی‌آزمایی شد که از جمله می‌توان به اجرای بسیاری از نمونه‌های شبیه‌سازی به‌منظور مقایسه‌ی نتایج با داده‌های واقعی بر اساس مجموعه‌ای از شاخص‌های عملکردی کلیدی بخش اورژانس اشاره کرد. برای آن‌که مدل این مقاله تا حد امکان به واقعیت نزدیک شود، شبیه‌سازی برای دوره‌ی زمانی ۱ ماهه، ٢٤ ساعته و با ۱۰ بار تکرار برای هر گزینه تنظیم شد. نتایج به‌دست آمده، میانگین خروجی‌های مربوط به همان تکرارها هستند.

در جدول ۳، داده‌های گردآوری شده در بخش اورژانس بیمارستان تخصصی منتخب در شهرستان زاهدان با داده‌های شبیه‌سازی شده در نرم‌افزار Arena V14 مقایسه شده است.

جدول ۳: مقایسه‌ی بین داده‌های حقیقی و نتایج شبیه‌سازی سیستم

ردیف	شاخص‌های کلیدی عملکرد بخش اورژانس (دقیقه)	داده‌های جمع‌آوری شده‌ی بخش اورژانس	داده‌های شبیه‌سازی
۱	میانگین مدت اقامت بیمار	۲۳۲/۳۲۵	۲۳۳/۱٤٥
۲	میانگین زمان انتظار برای مشاوره‌ی پرستار	۱۲/٥۱٦	۱۲/۳٤٦
۳	میانگین مدت زمان مشاوره‌ی پرستار	٦/٥	٦/٤۹
٤	میانگین زمان انتظار برای معاینه‌ی پزشک	۱۲۳/۷٥۱	۱۳۲/۰٤۱
٥	میانگین مدت زمان معاینه‌ی پزشک	۱۱/۰۳۸	۱۱/۰۲۸
٦	میانگین مدت زمان آزمایشات تکمیلی	۷۱/۲۲	۷۱/۲٤

مطابق جدول ۳، داده‌های حقیقی گردآوری شده با داده‌های شبیه‌سازی شده در نرم‌افزار Arena V14 اختلاف زیادی ندارند که این امر نشان‌دهنده‌ی دقت بالا در زمان‌سنجی فرآیندهای بخش اورژانس از طریق مشاهده‌ی حضوری دارد. در جدول ۳، گلوگاه‌های بخش اورژانس بیمارستان تخصصی منتخب در

[Downloaded from payavard.tums.ac.ir on 2025-03-10]

شهرستان زاهدان، قابل مشاهده است.

- **نتایج حاصل از شبیه‌سازی و بهینه‌سازی**

پس از شناسایی عوامل تأثیرگذار بر روی طول مدت اقامت بیمار در بخش اورژانس بیمارستان تخصصی منتخب در شهرستان زاهدان، از طریق ارزیابی دو گزینه‌ی بهینه‌ساز و بهبودآفرین به‌علاوه‌ی تجمیع هر دو گزینه به‌همراه هم در گزینه‌ی سوم، چند راه‌حل برای کاهش پیامدهای ناشی از مدت زمان طولانی‌تر اقامت بیمار و مدت انتظار بیماران پیشنهاد گردید:

۱- اضافه کردن یک پرستار به مشاوره‌ی پرستاری

۲- اضافه کردن یک کارشناس رادیولوژی

۳- اضافه کردن(یک پرستار به مشاوره‌ی پرستاری + یک کارشناس به رادیولوژی)

از نرم‌افزار شبیه‌سازی Arena V14 جهت شبیه‌سازی هر یک از تغییرات پیشنهادی برای یک دوره‌ی ۳۰ روزه و ۲٤ ساعته استفاده شد. نتایج بر اساس میانگین خروجی شبیه‌سازی ۱۰ بار تکرار برای هر راه‌حل محاسبه شدند.

جدول ۴: نتایج حاصل از شبیه‌سازی راه‌حل‌های پیشنهادی

ردیف	شاخص‌های اصلی عملکرد بخش اورژانس (دقیقه)	مقایسه با راه‌حل کنونی سیستم	راه‌حل ۱ (افزودن یک پرستار به مشاوره‌ی پرستاری)	راه‌حل ۲ (افزودن یک کارشناس به رادیولوژی)	راه‌حل ۳ (افزودن یک پرستار به مشاوره‌ی پرستاری و یک کارشناس به رادیولوژی)
۱	میانگین مدت اقامت بیمار	۲۳۳/۱٤٥	۲۲۰/۷٤٥	۲۱۰/٥٦٥	۲۰۰/٥۱٥
۲	میانگین زمان انتظار برای مشاوره‌ی پرستار	۱۲/۳٤٦	۱۲/۳۰٦	۱۲/۳۱٦	۱۲/۱٦٦
۳	میانگین مدت زمان مشاوره‌ی پرستار	٦/٤۹	٦/٥۰	٦/٥۰	٦/٥۱
٤	میانگین زمان انتظار برای معاینه‌ی پزشک	۱۳۲/۰٤۱	۱۱۹/٦۷۱	۱۲۹/٥۱۱	۱۱۹/٥٦۱
٥	میانگین مدت زمان معاینه‌ی پزشک	۱۱/۰۲۸	۱۰/۹۲۸	۱۱/۰۳۸	۱۱/۰۱۸
٦	مجموع میانگین‌های زمان‌های انتظار	۱٤٤/۳۸۷	۱۳۱/۹۷۷	۱٤۱/۸۲۷	۱۳۱/۷۲۷
۷	میانگین مدت زمان آزمایشات تکمیلی	۷۱/۲٤	۷۱/۳٤	٥۱/۲۰	٤۹/٤٥

یافته‌ها

یکی از نکات برجسته در زمان انجام تحقیق فعلی در این سیستم، نرخ عمل‌های جراحی موفق است که نشان‌دهنده‌ی عملکرد و کیفیت خیلی خوب وضعیت کنونی سیستم در مورد عمل‌های جراحی می‌باشد.

طبق جدول ٤، برای هر راه‌حل پیشنهادی، شاخص‌های اصلی عملکرد بخش اورژانس محاسبه شد؛ که مشتمل بر مدت اقامت، زمان‌های انتظار، و مدت زمان‌های انجام فرآیندها می‌باشد. هر راه‌حل دارای یک پیامد جزیی بر روی کل سیستم است. در ادامه، به تشریح هر راه‌حل و نرخ دستیابی به بهبودی آن در مقایسه با حالت کنونی سیستم پرداخته می‌شود. تشریح نتایج به‌شرح زیر و بر اساس شاخص‌های کلیدی گوناگون بخش اورژانس صورت می‌پذیرد:

۱- میانگین مدت اقامت بیمار: روشن است که راه‌حل ۱(یعنی اضافه نمودن یک پرستار به مشاوره‌ی پرستاری)، می‌تواند یک بهبودی جزیی بر روی سیستم به‌همراه داشته باشد و یک کاهش ٥/۳۲ درصدی ایجاد کند؛ درحالی‌که راه‌حل ۲(یعنی اضافه نمودن یک کارشناس به رادیولوژی)، یک کاهش قابل‌قبول ۹/٦۸٥ درصدی از یک میانگین ۲۳۳/۱٤٥ به ۲۱۰/٥٦٥ دقیقه به‌همراه دارد. از لحاظ کاهش میانگین مدت اقامت، راه‌حل ۳ مؤثرترین راه‌حل است؛ این راه‌حل یک کاهش ۱٤ درصدی در عملکرد دارد و نتایج چشمگیری بر روی افزایش کیفیت خدمات بهداشتی به‌همراه دارد.

۲- میانگین مدت زمان انتظار برای معاینه‌ی پزشک: راه‌حل‌های ۱ و ۳، یک کاهش تقریباً ۹/٥ درصدی در مدت زمان انتظار برای معاینه‌ی پزشکی به‌همراه دارند؛ در حالی‌که راه‌حل ۲ دارای یک کاهش کم یعنی ۱/۹۲ درصد است.

۳- مجموع میانگین‌های زمان‌های انتظار: در این خصوص راه‌حل ۳، یک کاهش ۸/۷۷ درصدی و راه‌حل ۱، یک کاهش ۸/٦۰ درصدی ایجاد می‌کنند که برای بهبود عملکرد سیستم قابل پذیرش هستند.

٤- دوره‌های زمانی عمل‌های جراحی: راه‌حل ۱، دارای یک تأثیر کاهشی جزیی به مقدار ۰/۹ درصد بر روی دوره‌ی معاینه‌ی پزشکی است. اما به‌طور

[Downloaded from payavard.tums.ac.ir on 2025-03-10]

معکوس، اضافه نمودن یک کارشناس به رادیولوژی(در راه‌حل ۲) و اضافه نمودن یک پرستار به مشاوره‌ی پرستاری و یک کارشناس به رادیولوژی(در راه‌حل ۳) دارای پیامد بزرگی بر روی کاهش مدت زمان کلی عمل جراحی از طریق کاهش میانگین مدت زمان اجرای آزمایشات تکمیلی به‌ترتیب به‌میزان ۲۸ و ۳۰/٦ درصد می‌باشند.

همان‌طور که مشاهده شد، اجرای راه‌حل ۳ دارای بیشترین پیامد بهینه‌ساز یعنی حالت بهینه بر روی عملکرد سیستم در سطوح مختلف فرآیند پذیرش بیمار است. این در حالی است که هزینه‌ی اجرای این راه‌حل نیز بیش از دو راه‌حل دیگر می‌باشد.

بحث

پس از شناسایی گلوگاه‌های بخش اورژانس بیمارستان تخصصی منتخب در شهرستان زاهدان یعنی(۱- معاینه‌ی پزشکی و ۲- رادیولوژی) که منجر به ایجاد صف می‌شد، ۳ راه‌حل برای بهبود وضع موجود شبیه‌سازی و بررسی شد. سپس راه‌حل ۳ به‌عنوان راه‌حل بهینه به مدیران بخش اورژانس ارایه شد و تعداد بهینه‌ی منابع ارایه‌ی خدمت نیز مشخص گردید تا با اجرای آن، زمان انتظار و مدت اقامت بیماران در بخش اورژانس کاهش محسوسی پیدا کند و سیستم صف بخش اورژانس بیمارستان تخصصی منتخب در شهرستان زاهدان بهینه گردد.

در تحقیقی Alhuntushi و همکاران(۲٤) به شبیه‌سازی قسمت‌های مختلف اورژانس بیمارستانی در استرالیا با استفاده از نرم‌افزار Arena پرداختند و سناریوهایی را برای بهبود وضع موجود معرفی نمودند، اهداف آن‌ها مشابه تحقیق حاضر بود با این تفاوت که آن‌ها روزهای ابتدا و انتهای هفته را بررسی نمودند اما در تحقیق حاضر تمام روزهای هفته بررسی گردید. در یک تحقیق مروری دیگر توسط Ouda و همکاران(۲۵) انواع مدل‌های شبیه‌سازی سیستم‌های صف بررسی شد و یکی از آن مدل‌ها، شبیه‌سازی رویداد گسسته بود که در تحقیق حاضر نیز از آن استفاده گردید. همچنین بیرانوند و همکاران(۱٦) در پژوهشی در یک بازه‌ی زمانی سه ماهه بخش اورژانس مرکز آموزشی درمانی شهدای خرم‌آباد را با نرم‌افزار Arena شبیه‌سازی نمودند و شش سناریو را برای بهبود وضع موجود ارایه نمودند که از نظر اهداف، همسو با پژوهش حاضر است و تفاوت در بازه‌ی زمانی تحقیق و تعداد سناریوهای پیشنهادی می‌باشد. در پژوهشی دیگر عسگریان و همکاران(۲٦) در یک بازه‌ی زمانی یک ماهه به شبیه‌سازی بخش اورژانس بیمارستان ایران با تمرکز بر کاهش نوبت و زمان انتظار بیماران با استفاده از نرم‌افزار Arena پرداختند و به دو سناریو برای بهبود وضع موجود دست یافتند که به لحاظ بهینه نمودن وضع موجود همسو با مقاله‌ی حاضر است اما در مقاله‌ی فعلی بخش کودکان و بزرگسالان مورد بررسی قرار گرفت. در تحقیق Komashie و Mousavi (۲۷) نتایج اجرای شبیه‌سازی گسسته‌پیش‌آمد، تناسب بین زمان‌های انتظار و زمان مشغول بودن پزشک را نشان می‌دهد. بالاترین کاهش در زمان انتظار برای سناریویی که در آن، سیستم بدون بسته شدن فرض شده بود به‌دست آمد، به‌طوری‌که تمام بیماران می‌توانستند پذیرش شوند. در تحقیق آن‌ها بخش تریاژ وجود نداشت و بعضی بخش‌ها مثل آزمایشگاه بررسی نشد اما در تحقیق حاضر علاوه بر این‌که قسمت تریاژ وجود داشت تمام بخش‌های اورژانس نیز بررسی گردید. همچنین جوکارکهنگی و همکاران(۲۸) بهینه‌سازی بخش اورژانس یک بیمارستان در شهر کرج را بررسی نمودند و جامعه‌ی مورد مطالعه‌ی آن‌ها بیماران مراجعه‌کننده به بخش اورژانس در روز چهارشنبه‌ی آخر سال بود. نرم‌افزارهای مورد استفاده‌ی آن‌ها Excel و Enterprise Dynamic بود و به‌این نتیجه دست یافتند که اضافه نمودن یک گروه درمانی دیگر سبب کاهش طول صف انتظار و بهبود خدمات‌رسانی می‌گردد. تحقیق آن‌ها از نظر اهداف، همسو با تحقیق حاضر است اما از لحاظ جامعه‌ی مورد مطالعه، بازه‌ی زمانی انجام پژوهش و نرم‌افزار مورد استفاده با پژوهش فعلی تفاوت دارد.

از جمله محدودیت‌های مهم تحقیق حاضر می‌توان به این موارد اشاره نمود: ۱- نیاز به حضور دو نفر به مدت یک‌ماه به‌هنگام جمع‌آوری داده‌های حضوری یعنی زمان‌سنجی فرآیندهای بخش اورژانس بیمارستان تخصصی منتخب در شهرستان زاهدان بود. ۲- برای دسترسی به اطلاعات عادی سامانه‌ی بخش اورژانس بیمارستان تخصصی منتخب در شهرستان زاهدان نیز سلسله مراتب سازمانی متعدد وجود داشت.

از جمله نقاط قوت پژوهش فعلی نیز می‌توان به این موارد اشاره نمود: ۱- تاکنون مطالعه‌ای با این ابزار در بخش اورژانس بیمارستان منتخب در شهرستان زاهدان انجام نشده است. ۲- چیدمان فیزیکی مناسب بخش اورژانس بیمارستان تخصصی منتخب در شهرستان زاهدان که امکان زمان‌سنجی فرآیندهای بخش اورژانس را با جابه‌جایی‌های کوتاه میسر نمود(طبق شکل ۱).

[Downloaded from payavard.tums.ac.ir on 2025-03-10]

نتیجه‌گیری

در پژوهش پیش‌رو، یک رویکرد کلی برای توسعه و بهبود فرآیندهای بخش اورژانس بیمارستان تخصصی منتخب در شهرستان زاهدان پیشنهاد شد. پس از ارزیابی گزینه‌های بهینه‌ساز پیشنهادی مختلف که عموماً بر پایه‌ی کمبودهای سیستم استوار بودند، این نتیجه به‌دست آمد که اضافه کردن یک پرستار به مشاوره‌ی پرستاری و یک کارشناس به رادیولوژی که معمولاً در سیستم کنونی از قلم افتاده است، موجب کاهش محسوس زمان انتظار و مدت اقامت بیماران در سیستم مذکور می‌گردد و یک انتخاب مؤثر برای مدیران بخش اورژانس است تا سیستم خود را ارتقا دهند. مدیران، بسته به بودجه می‌توانند هر یک از راه‌حل‌های پیشنهادی را اجرا نمایند. از سوی دیگر، این نتیجه نیز به‌دست آمد که افزایش تعداد بیماران غیراورژانسی در بخش‌های اورژانس، با سهل‌انگاری‌های کلینیک‌ها مرتبط است؛ که این موضوع تأثیری محسوس بر مدت زمان‌های انتظار طولانی‌تر دارد.

امید بر این است که نتایج حاصل از پژوهش حاضر، به‌عنوان راهنمایی برای پیشبرد اهداف نظام سلامت و خدمات بهداشتی درمانی استفاده گردد و بتواند در بهبود خدمات بهداشتی درمانی، کاهش زمان انتظار و مدت اقامت بیماران و همچنین مدیریت بهینه‌ی منابع در سایر بیمارستان‌ها و مراکز ارایه‌دهنده‌ی خدمات بهداشتی درمانی، نقشی مؤثر ایفا نماید.

در گام بعدی محققان پیشنهاد می‌کنند که یک پویش اطلاع‌رسانی همگانی می‌تواند برای شناسایی تفاوت بین بخش‌های اورژانس و کلینیک مفید باشد تا بتوان به این پرسش پاسخ داد که: «آیا بیمار باید به اورژانس مراجعه کند یا به کلینیک؟». علاوه بر این به‌عنوان یک چشم‌انداز، مقایسه‌ی هزینه‌ی اجرای هر کدام از راه‌حل‌های پیشنهادی، پس از اجرا می‌تواند فرصت‌های تحقیقاتی را در آینده فراهم نماید.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی صنایع-بهینه‌سازی سیستم‌ها، در دانشگاه سیستان و بلوچستان با عنوان«ارایه‌ی مدل شبیه‌سازی جهت بهینه‌سازی جریان حرکت و مدت اقامت بیمار در بخش اورژانس بیمارستان تخصصی منتخب در شهرستان زاهدان» است. نویسندگان مراتب تشکر و قدردانی خود را از کارشناسان محترم بخش اورژانس بیمارستان تخصصی منتخب در شهرستان زاهدان جهت مشارکت در انجام پژوهش در طول دوره‌ی مطالعه اعلام می‌دارند.

References

1. Richards JR, Van-Der-Linden MC & Derlet RW. Providing care in emergency department hallways: Demands, dangers, and deaths. Advances in Emergency Medicine 2014; 2014(495219): 1-7.

2. Hsia RY, Nath JB & Baker LC. California emergency department visit rates for medical conditions increased while visit rates for injuries fell. Health Affairs (Millwood) 2015; 34(4): 621-6.

3. Elder E, Johnston AN & Crilly J. Review article: Systematic review of three key strategies designed to improve patient flow through the emergency department. Emergency Medicine Australasia (EMA) 2015; 27(5): 394-404.

4. Jennings N, Clifford S, Fox AR, O-Connell J & Gardner G. The impact of nurse practitioner services on cost, quality of care, satisfaction and waiting times in the emergency department: A systematic review. International Journal of Nursing Studies 2015; 52(1): 421-35.

5. Saghafiyan S, Austin G & Traub SJ. Operations research/management contributions to emergency department patient flow optimization: Review and research prospects. IIE Transactions on Healthcare Systems Engineering, Forthcoming 2015; 5(2): 101-23.

6. Di-Somma S, Paladino L, Vaughan L, Lalle I, Magrini L & Magnanti M. Overcrowding in emergency department: An international issue. Internal and Emergency Medicine 2015; 10(2): 171-5.

7. Goyal M, Jadhav AP, Bonafe A, Diener H, Pereira VM, Levy E, et al. Analysis of workflow and time to treatment and the effects on outcome in endovascular treatment of acute ischemic stroke: Results from the SWIFT PRIME randomized controlled trial. Radiology 2016; 279(3): 888-97.

[Downloaded from payavard.tums.ac.ir on 2025-03-10]

8. Weigl M, Beck J, Wehler M & Schneider A. Workflow interruptions and stress at work: A mixed-methods study among physicians and nurses of a multidisciplinary emergency department. BMJ Open 2017; 7(12): e019074.

9. Joshi V, Lim C & Teng SG. Simulation study: Improvement for non-urgent patient processes in the emergency department. Engineering Management Journal 2016; 28(3): 145-57.

10. Oh C, Novotny AM, Carter PL, Ready RK, Campbell DD & Leckie MC. Use of a simulation-based decision support tool to improve emergency department throughput. Operations Research for Health Care 2016; 9(1): 29-39.

11. Kim BBJ, Delbridge TR & Kendrick DB. Adjusting patients streaming initiated by a wait time threshold in emergency department for minimizing opportunity cost. International Journal of Health Care Quality Assurance 2017; 30(6): 516-27.

12. Kaushal A, Zhao Y, Peng Q, Strome T, Weldon E, Zhang M, et al. Evaluation of fast track strategies using agent-based simulation modeling to reduce waiting time in a hospital emergency department. Socio-Economic Planning Sciences 2015; 50(1): 18-31.

13. Ozcan YA, Tanfani E & Testi A. Improving the performance of surgery-based clinical pathways: A simulation-optimization approach. Health Care Management Science 2017; 20(1): 1-15.

14. Azadeh A, Pourebrahim-Ahvazi M, Motevali-Haghighii S & Keramati A. Simulation optimization of an emergency department by modeling human errors. Simulation Modelling Practice and Theory 2016; 67(1): 117-36.

15. Abo-Hamad W & Arisha A. Simulation-based framework to improve patient experience in an emergency department. European Journal of Operational Research 2013; 224(1): 154-66.

16. Beyranvand A, Roghaniyan E & Shoja A. Providing a simulation model to evaluate, improve performance and reduce the waiting time of patients in the emergency department of Shohada Ashayer medical training center in Khorramabad. Scientific Research Quarterly of Lorestan University of Medical Sciences 2021; 22(4): 1-13[Article in Persian].

17. Wuerz RC, Milne LW, Eitel DR, Travers D & Gilboy N. Reliability and Validity of a New Five-level Triage Instrument. Academic Emergency Mediciney 2000; 7(3): 236-242.

18. Keshtkar L, Salimifard K & Faghih N. A simulation optimization approach for resource allocation in an emergency department. QScience Connect 2015; 2015(1): 1-11.

19. Zeinali F, Mahootchi M & Sepehri MM. Resource planning in the emergency departments: A simulation-based metamodeling approach. Simulation Modelling Practice and Theory 2015; 53(1): 123-38.

20. O-Keefe-Gatewood M, Wemple M, Greco S, Kritek PA & Durvasula R. A quality improvement project to improve early sepsis care in the emergency department. BMJ Quality and Safety 2015; 24(12): 787-95.

21. Tyagi M, Tyagi PK, Singh S, Sathpathy S, Kant S, Gupta SK, et al. Impact of application of queuing theory on operational efficiency of patient registration. Medical Journal Armed Forces India 2023; 79(3): 300-8.

22. Tuncalp F, Gunes ED & Ormeci EL. Modeling strategic walk-in patients in appointment systems: Equilibrium behavior and capacity allocation. European Journal of Operational Research 2024; 313(2): 587-601.

23. Laker LF, Torabi E, France DJ, Froehle CM, Goldlust EJ, Hoot NR, et al. Understanding emergency care delivery through computer simulation modeling. Academic Emergency Medicine 2018; 25(2): 116-27.

24. Alhuntushi NM, Jajo NK, Peiris SH, Khadra M & Mallows J. A new look at patient waiting time in an Australian emergency department using simulation. International Journal of Statistics and Systems 2022; 17(1): 1-18.

25. Ouda E, Sleptchenko A & Simsekler MCE. Comprehensive review and future research agenda on discrete-event simulation and agent-based simulation of emergency departments. Simulation Modelling Practice and Theory 2023; 129(1): 102823.

[Downloaded from payavard.tums.ac.ir on 2025-03-10]

26. Askarian M, Abari Haghighinejad H, Kharazmi E, Hatam N, Yousefi S, Hesami SA, et al. Using queuing theory and simulation modelling to reduce waiting times in an Iranian emergency department. International Journal of Community Based Nursing and Midwifery 2016; 4(1): 11-26.

27. Komashie A & Mousavi A. Modeling emergency department using discrete event simulation techniques, Orland, FL, USA: IEEE, Proceedings of the Winter Simulation Conference, 2005.

28. Jokar-kohnehgi H, Mahdavi S & Bagherinejad J. Development of the quality of emergency services with simulation and improvement tools with the help of queuing theory. A case study: Hospital emergency in Karaj city, Tehran: Proceedings of the International Conference on Modern Research in Management and Industrial Engineering, 2015.

[Downloaded from payavard.tums.ac.ir on 2025-03-10]

Journal of Payavard Salamat
Vol. 18, No. 4, Oct 2024

Presenting a Simulation Model to Optimize the Patient's Movement Flow and Length of Stay (Study Case: In the Emergency Department of a Selected Specialized Hospital in Zahedan City)

Mohammadreza Asgharian[1] (B.S.), Farzad Firouzi Jahantigh[2]* (Ph.D.)

1 Master of Sciences Student in Industrial Engineering, Shahid Nikbakht Faculty of Engineering, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran
2 Associate Professor, Department of Industrial Engineering, Shahid Nikbakht Faculty of Engineering, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran

Abstract

Received: 30 Jan. 2024
Accepted: 27 Oct. 2024

Background and Aim: The emergency department of the hospital is considered one of its main entrances; which has provided health care and treatment for critical and non-critical patients and faces various health and treatment restrictions, but the main emphasis is always on resource limitations. Many simulation projects were implemented in hospitals and first in emergency departments with the aim of increasing productivity. The present research is a general description of the patient's movement flow and length of stay in the emergency department of a selected specialized hospital in Zahedan city. The aim of the current research is to prevent care complications, reduce waiting time and patient stay in the emergency department, present a simulation model and improve it based on discrete-event simulation.

Materials and Methods: Using the data bank of the emergency department system based on the required data and also through the in-person observation of the data related to the duration of the patient's stay in the emergency department, including the arrival time, waiting time, The type of services provided to the patient, the time of service and the time of departure were collected and checked and confirmed by experts related to this field so that it has the highest level of reliability with the facts. The data were designed in Excel software, and then data analysis and simulation model creation were done using Aren V14 software, and according to the results, the effect of the proposed solutions was evaluated.

Results: The findings of the present research showed that the longest queue created in the emergency department of the selected specialized hospital in Zahedan city is related to medical examination and additional tests. By implementing the simulation model and testing different solutions, solution 3, which means adding one nurse to nursing consultation and one person to radiology, has the most optimizing effect on the performance of the system at different levels of the patient admission process. and the cost of its implementation is more than solutions 1 and 2. This solution created a 14% decrease in the average length of stay and a 30.6% decrease in the average duration of additional tests.

Conclusion: The use of queuing models and simulation techniques improve the performance of the system and their implementation has significant effects on reducing the waiting time and length of stay of patients in the emergency department, increasing the quality level of the process of monitoring patients. It leads to optimal management of resources and increased productivity.

Keywords: Simulation Model, Emergency Department, Workflow, Length of Stay

*** Corresponding Author:**
Firouzi Jahantigh F
Email:
firouzi@eng.usb.ac.ir

[Downloaded from payavard.tums.ac.ir on 2025-03-10]

Copyright © 2024 the Authors. 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.