● وصول مقاله: ۹۶/۲/۱۶
● اصلاح نهایی: ۹۶/۴/۲۲
● پذیرش نهایی: ۹۶/۴/۲۹

سطح بهینه کارکنان بخش اورژانس بیمارستانی با رویکرد شبیه‌سازی

امیرحسین خوش‌بین[۱]/ محمدمهدی سپهری[۲]/ صدیق رئیسی[۳]

چکیده

مقدمه: تخصیص مناسب نیروی انسانی بخش اورژانس می‌تواند تأثیر بسیاری بر عملکرد هزینه‌های بخش اورژانس بیمارستان داشته باشد. تحقیق حاضر به‌منظور ارائه راه‌کار بهینه جهت تعیین تعداد کارکنان تخصیص یافته به واحد اورژانس بیمارستان‌ها به انجام رسیده است.

روش پژوهش: پژوهش حاضر به لحاظ عملکردی از نوع کاربردی و در زیرگروه مطالعات تحلیلی قرار دارد. جامعه پژوهش بیماران مراجعه‌کننده به اورژانس بیمارستان امام رضا (ع) تبریز بوده است. پس از شناسایی جریان بیماران، داده‌های لازم در ایستگاه‌های مختلف عملیاتی در دوره سه هفته و برای ۹۰۰ بیمار جمع‌آوری شدند. سپس الگوهای آماری شناسایی و با بهره‌گیری از آنها مدل شبیه‌سازی کامپیوتری به کمک نرم‌افزار Arena طراحی و مورد اعتبارسنجی قرار گرفت. طراحی مدل برنامه‌ریزی خطی با هدف کمینه‌سازی LOS در بخش اورژانس متکی بر مدل شبیه‌سازی کامپیوتری طراحی‌شده، در محاسبه سطح بهینه تعداد کارکنان استفاده‌شده است.

یافته‌ها: نتایج تحلیل حساسیت انجام‌شده بر روی DTDT، نشان داد که با افزایش ۱۰٪، ۲۰٪، ۳۰٪ بودجه عملیاتی بخش اورژانس، LOS به ۳۵۹، ۳۳۷ و ۳۰۸ دقیقه کاهش پیدا کرد و این رابطه، زمانی که بودجه کم می‌باشد، کاملاً آشکار و معنی‌دار است.

نتیجه‌گیری: نتایج تحقیق نشان داد که در سرمایه‌گذاری اضافی، اولویت اصلی در به‌کارگیری تعداد بیشتر پزشکان است. هم‌چنین مدل شبیه‌سازی به مدیران عملیاتی کمک کرد تا شناخت بهتری از تأثیر عوامل کنترل‌پذیر بر کارایی نهائی اورژانس حاصل شود تا در محیط شبیه‌سازی‌شده، بدون کسب تجربه عملی، سناریوهای مورد نظر ارزیابی‌شده و پس از مقایسه نتایج، بهترین راهکارها انتخاب شود.

کلید واژه‌ها: اورژانس بیمارستان، بهینه‌سازی متکی بر شبیه‌سازی، تعداد بهینه کارکنان.

۱- کارشناسی‌ارشد مهندسی صنایع، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۲- استاد، گروه مهندسی صنایع و سیستم‌ها، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران، (نویسنده مسئول)، پست الکترونیک:
Mehdi.sepehri@modares.ac.ir
۳- دانشیار، گروه مهندسی صنایع، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

مقدمه

واحد اورژانس بیمارستان‌ها با هدف حفظ جان بیمار و مقابله با بیماری‌های اورژانسی به ارائه خدمات درمانی می‌پردازد؛ این واحد، ۲۴ ساعت از روز و هفت روز هفته مشغول به خدمت‌رسانی به بیماران است. در طول سال‌های اخیر در ایران، مراجعات به واحد اورژانس به خاطر سرعت در ارائه خدمات و هزینه کم خدمات درمانی، به‌شدت افزایش‌یافته است[۱]. با کاهش زمان انتظار بیماران در اورژانس، کارایی اورژانس بهبود می‌یابد[۲,۳]. درنتیجه، کارایی واحد اورژانس تحت تأثیر مشکل قدیمی به نام "ازدحام" است[۴-۶]. ازدحام یا تجمع در واحد اورژانس، زمانی شکل می‌گیرند که ظرفیت فعلی نمی‌تواند پاسخ‌گوی تقاضای جریان بیماران باشد؛ و می‌تواند خود را به اشکال گوناگون نشان دهد. برای مثال: حضور بیماران بیش‌از اندازه در اورژانس، مدت‌زمان طولانی حضور و انتظار بیماران[۷]، انجام مداخلات درمانی در راهروهای واحد اورژانس؛ همگی نشانه‌هایی از ازدحام می‌باشند. ازدحام بیماران در واحد اورژانس دارای تأثیرات منفی است؛ مانند: کاهش بهره‌وری پزشکان، نبود ارتباط کافی بین کارکنان در حین انجام وظیفه، افزایش اهمال‌کاری در ارائه خدمات مراقبت‌های درمانی به بیماران، تغییر ناگهانی مقصد آمبولانس به نزدیک‌ترین واحد اورژانس ممکن به دلیل نبود تخت خالی[۸,۹] و نارضایتی بیمارانی که قبل از دریافت خدمات درمانی ، اورژانس را ترک می‌نمایند[۲]. بعلاوه این که ازدحام بیماران باعث افزایش استرس و سختی کار و هم‌چنین کاهش رعایت اخلاق حرفه‌ای در بین کارکنان واحد اورژانس و در نتیجه موجب افزایش خطاهای سیستم درمانی، نرخ مرگ و میر بالا و افزایش درخواست‌های جابجایی کارکنان واحد می‌گردد[۵]. ازدحام بیماران بر محیط کاری کارکنان و بر کیفیت خدمات اورژانس، دارای تأثیر آنی هست و با شاخص‌های کلیدی کارایی اندازه‌گیری می‌شود[۱۰]. به خاطر همین دلایل، حل مسئله ازدحام بیماران، یکی از مباحث موردعلاقه و مهم برای کارکنان واحد اورژانس و محققین در حوزه طب اورژانس هست[۵]. ازآنجاکه بیش از ۲۵ درصد پذیرش‌های بخش اورژانس، بستری می‌شوند، لذا کیفیت ارائه خدمات در این بخش نمادی از وضعیت کلی ارائه خدمات در بیمارستان محسوب می‌شود[۱۱].

در فعالیت‌های انجام‌شده اخیر، جهت بهبود کارایی اورژانس، چندین روش استفاده‌شده است. اتخاذ تصمیمات شهودی از قبیل بهبود و افزایش کارکنان و بهبود طراحی فرایندهای موجود، یکی از ساده‌ترین روش‌هایی محسوب می‌شود که مکرراً توسط مدیران بخش اورژانس استفاده گردیده است[۱۲,۱۳]؛ اما برخی از روش‌ها، نامناسب و شاید هزینه‌بر و زمان بر هم باشند[۱۴]. به همین دلیل، فعالان حوزه بهداشت و درمان، برای توسعه رویکردهای علمی بهینه‌سازی کارایی اورژانس، روش‌های موجود را برای محققین مدیریت عملیات، در دو شاخه اصلی روش‌های تحلیلی و مدل‌های شبیه‌سازی طبقه‌بندی نموده‌اند[۱۵]. مدل‌های تحلیلی، حالت‌های ساده‌تری از شبیه‌سازی اورژانس و یا مدل متمرکزشده بر بخش خاصی از اورژانس را نشان می‌دهند. همان‌طور که سقفیان و همکاران در سال ۲۰۱۲ توضیح داده‌اند، هرگز نمی‌توان برای واحد اورژانس (هر چند پیچیده) از یک مدل تحلیلی استفاده کرد[۲]. ابزارهای شبیه‌سازی به کمک کامپیوتر برای بهینه یابی مسئله ازدحام در بخش اورژانس بسیار مناسب هستند[۱۶].

مدل‌های شبیه‌سازی اورژانس به کثرت در مقالات مرتبط شرح داده‌شده است[۱۶-۱۹]. استفاده از شبیه‌سازی بعنوان ابزاری جهت تحلیل کارایی اورژانس و پیشینه پژوهشی مدل‌های شبیه‌سازی در اورژانس را می‌توان در ادبیات موضوع مقالات عجمی و همکاران[۱۸]، سلیمی فرد و همکاران[۱۶] و گونل و همکاران[۱۷] مطالعه نمود. این مدل‌ها در معیارهای گوناگونی مانند سطح جزئیات‌شان متفاوت‌اند[۸]؛ کاربرد تحلیل‌های مدل‌های شبیه‌سازی، سه دسته‌اند: تحلیل‌های مربوط به منابع، که شامل ارزیابی تأثیر تغییر تعداد نیروی انسانی و تخصیص منابع در کارایی اورژانس است[۲۰]؛ تحلیل‌های مربوط به فرآیند، که منجر به اصلاح برخی از قوانین و جنبه‌های سازمانی فرآیند می‌شود[۲۱]؛ تحلیل‌های مربوط به عوامل محیطی که بر روی متغیرهای خارجی اورژانس متمرکز است[۲۲]. نمونه‌های مطالعاتی که از شبیه‌سازی برای تحلیل وضعیت

اورژانس پرداخته‌شده است، در مقالاتی که در کشورهای مختلف ازجمله کویت[۲۳]، ایرلند[۱۴] ، تایوان[۲۴] و ایران[۲۷_۲۵] انجام‌یافته، مسئله بهینه‌یابی تعداد منابع (از جمله نیروی انسانی) بررسی‌شده است. اولین مورد از این طیف مقالات در سال ۱۹۶۰ میلادی به تحریر درآمده و اغلب مطالعات، در دو دهه اخیر انجام‌یافته است[۸].

عجمی و همکاران از طریق شبیه‌سازی، به تحلیل و انتخاب بهترین سناریو برای کاهش مدت زمان انتظار بیماران در اورژانس پرداختند. آنها استفاده از تکنیک‌های مختلف تحقیق در عملیات به ویژه شبیه‌سازی را به خاطر سهولت در استفاده، ابزار مناسبی برای کاهش هزینه‌های اورژانس بیان کردند[۱۸].

بیاتی و همکاران با هدف استاندارد نمودن تعداد و نحوه توزیع نیروهای پرستاری در بخش اورژانس، به تحلیل زمان انتظار بیماران و طول صف موجود در بخش اورژانس با استفاده از رویکرد برنامه‌ریزی خطی، پرداختند[۲۸].

سلیمی فرد و همکاران در شبیه‌سازی اورژانس، باهدف بهبود جریان بیمار، سناریوهای با موضوع تغییر منابع اورژانس ارائه دادند. آنها پس از اجرای هر سناریو، تغییر در تعداد پزشکان اورژانس را علی‌رغم هزینه‌ی بالای آن، به‌عنوان بهترین سناریو انتخاب نمودند[۱۶]؛پیش از این، رشیدی هم در پایان‌نامه خود، راهکاری مشابه این سناریو، مطرح نموده بود[۲۹].

سپهری و همکاران، پس از شبیه‌سازی سیستم اورژانس، هفت سناریو جهت کاهش زمان انتظار بیماران ارائه دادند. در این پژوهش، علاوه بر زمان‌های انتظار بیمار در هر یک از مراحل درمان در واحد اورژانس، شاخص‌های عملکردی LOS وDTDT نیز استفاده‌شده است[۳۰].

زینالی و همکاران، سیستم پشتیبان اطلاعات جدیدی را جهت بهبود جریان بیمار و حل مسئله ازدحام در اورژانس با رویکرد تغییر در تعداد منابع، ارائه نمودند[۲۷].

قرهی و همکاران با استفاده از شبیه‌سازی و تکنیک تصمیم‌گیری چند معیاره، در سطح عملیاتی، به بهبود جریان بیمار در بخش اورژانس پرداختند. آنها سناریوهای مختلف را با تغییر زمان کاری کارکنان و تغییر تعداد کارکنان، طراحی و آزمایش کردند[۳۱].

در کنار این مباحث، کارایی اورژانس با شاخص‌های کارایی کلیدی (KPI) متفاوتی اندازه‌گیری می‌شوند. شاخص‌ها معمولاً از نظریه‌ها، نگرش‌ها و یا موقعیت‌ها سرچشمه می‌گیرند و قادرند میزان دست‌یابی به آرمان‌ها یا اهداف از قبل تعیین شده در یک سیستم را ارزیابی کنند[۶]. در بین این شاخص‌ها، مدت‌زمان حضور که به‌کل مدت‌زمانی که بیمار در اورژانس سپری کرده است، اشاره دارد؛ شاخص کارایی کلیدی مهمی در مطالعات گذشته و در فعالیت‌های اجرائی به‌حساب می‌آید[۳۲]. این شاخص به‌کرات در مقالات گذشته مورداستفاده قرارگرفته است[۱۶, ۳۳–۳۷]. اما تمرکز صرف بر این شاخص عملکردی، مشکلات مهمی را در روش کار پدید می‌آورد. شاخص LOS، امکان داشتن یک دید کلی از کارایی سیستم اورژانس را در اختیار ما قرار می‌دهد اما در ارزیابی عملکرد زیرسیستم‌ها، امکان شناسایی نقاط قوت و ضعف را از ما می‌گیرد. گذشته از این، این شاخص عملکردی تنها در بیماران غیر اورژانسی اهمیت دارد و یا در شرایط بدتر، مقدار این شاخص برای بیماران غیر اورژانسی تحت تأثیر مدت‌زمان انتظار بیماران اورژانسی قرار گیرد. با توجه به این موارد، ضروری است تا یک شاخص عملکردی دیگری از اورژانس مطرح گردد تا ایرادات شاخص قبلی را جبران نماید که از شاخص متوسط زمان حضور پزشک بر بالین بیمار استفاده می‌شود. DTDT با نام‌های دیگری ازجمله مدت‌زمان اولین ویزیت یا "مدت زمان پزشک" بیان می‌شود[۳۸]؛ این شاخص بیان‌گر مدت زمان بین ورود بیمار تا اولین ملاقات با یک پزشک است و عنصر مهمی برای بیماران اورژانسی تلقی می‌شود. برای بیماران غیر اورژانسی، مقدار DTDT معمولاً به مقدار LOS نزدیک می‌شود؛ بنابراین LOS برای این نوع بیماران کافی است. برخی از مقالات پیشین، تنها شاخص DTDT را برای تحلیل وضعیت اورژانس استفاده کرده‌اند[۳۹–۴۱] و برخی از مقالات هر دو شاخص را به‌عنوان شاخص‌های عملکردی در نظر گرفته‌اند[۴۲,۴۳]. شاخص‌های مورداستفاده در این پژوهش، تمام هفت ویژگی شاخص‌های عملکردی را دارا می‌باشند[۴۴].

هدف اصلی این مقاله، تعیین سطح بهینه تعداد پرسنل بخش اورژانس بیمارستان با در نظر گرفتن محدودیت‌های مالی و شاخص‌های عملکردی مدت‌زمان حضور بیمار و مدت‌زمان حضور پزشک بر بالین بیمار می‌باشد.

روش پژوهش

این پژوهش از دیدگاه شیوه، توصیفی و از دیدگاه هدف، یک پژوهش کاربردی بود. مراحل اصلی این پژوهش شامل: ۱- شناخت فرآیندهای دپارتمان اورژانس و گردآوری داده‌ها، ۲- ساخت یک مدل مجازی از فرایندهای بخش اورژانس و اعتبار سنجی این مدل، ۳- ارائه مدل ریاضی باهدف بهینه‌سازی شاخص‌های عملکردی، ۴- تعریف و اجرای سناریوهای مختلف، ۵- مقایسه و تحلیل نتایج برای شناسایی اثر تغییرات شبیه‌سازی‌شده در عملکرد بخش و انتخاب راهکار مناسب است.

اورژانس بیمارستان آموزشی درمانی امام رضا (ع) تبریز را به عنوان مرجع اصلی برای طراحی مدل شبیه‌سازی انتخاب شده است. در این بخش یک گزارش اجمالی از خدمات واحد اورژانس، ارائه می‌شود، سپس چارچوب مدل‌سازی تشریح شده و در نهایت در مسئله تعداد نیروی انسانی، جواب به‌دست‌آمده از مدل‌سازی با جواب چهار مدل پیشین مقایسه خواهد شد. برای مراحل پایه‌ای شبیه‌سازی از پیشینه پژوهشی[۲۷] استفاده‌شده است که شامل: تعریف مسئله، جمع‌آوری داده‌ها و طراحی مدل، اعتبار سنجی مدل، و در آخر آزمایش و تحلیل نتایج است.

شش بخش متفاوت در اورژانس بیمارستان امام رضا (ع) تبریز وجود دارد: (۱) اتاق انتظار خارجی برای ورود بیماران سرپائی، (۲) منطقه پذیرش و تریاژ، (۳) بخش CPR برای بیماران بدحال، (۴) بخش داخلی (دارای چندین اتاق معاینه)، (۵) بخش تروما، (۶) بخش داخلی برای بیماران سرپائی.

بعلاوه، واحد اورژانس دارای یک فضایی برای حضور آمبولانس بوده و یک اتاق عملیاتی مرکزی جهت انجام تمامی فعالیت‌هایی که به حضور فیزیکی بیمار نیازی نیست، مانند گزارش‌دهی کامپیوتری، آزمایش‌های تشخیصی، مشاوره با کودکان و افراد خاص، آماده‌سازی مواد داروئی و ملزومات درمان و... اختصاص داده‌شده است.

ورود بیماران به اورژانس، ناهمگن است. به علت ظرفیت محدود منابع (انسانی، تجهیزاتی، مواد اولیه و...) و وضعیت وخیم بیماران واحد اورژانس، بیماران بدحال‌تر باید فوراً تحت نظر پزشک قرار گیرند و بیماران با وضعیت سلامتی مناسب‌تر در اولین زمان ممکن ویزیت شوند. به همین خاطر، در شروع فرآیند خدمت‌رسانی، بیماران توسط پرستاران تریاژ، بر اساس شرایطشان به پنج دسته، (به شاخص شدت اورژانس (ESI) مشهورند)، اولویت‌بندی می‌گردند. سطح تریاژ ۱، به معنای بالاترین اولویت است و برای مسائل و تهدیدات حیاتی مورداستفاده قرار می‌گیرند. سطح ۵ تریاژ نشان‌دهنده کمترین اهمیت است[۵].

در طول مدت‌زمان اقامت بیمار، جریان بیماران شامل مراحل بسیار زیاد با انواع منابع موردنیاز مختلف است. هر منبعی که باعث ایجاد تأخیر بیمار در اورژانس گردد، باید در مدل نمایش داده شود. این منابع بر اساس سطوح مختلف بیماران اورژانسی به انواع مختلفی تقسیم‌بندی شده‌اند. یک پزشک می‌تواند در قالب پزشک ارشد و یا کارآموز حضورداشته باشد؛ پزشکان کم‌سابقه فقط می‌توانند نسبت به بیماران اورژانسی با شدت ۳ و ۴ و ۵ رسیدگی کنند، درحالی‌که پزشکان با سابقه بالاتر می‌توانند تمامی سطوح بیماران را ویزیت نمایند. هم‌چنین دو نوع پرستار وجود دارد: پرستار تریاژ و پرستار داخل اورژانس. پرستار تریاژ تنها مجاز به فعالیت در واحد تریاژ هست، درحالی‌که پرستار داخل اورژانس عهده‌دار تمامی فعالیت‌های در طول خدمت‌رسانی به بیماران در اورژانس است. علاوه بر این، بیماران در گروه سطوح اورژانس ۱ و ۲ و ۳، بیماران بستری نامیده می‌شوند و به وسیله پزشکان و پرستاران مشخص‌شده، تحت درمان قرار می‌گیرند. گروه سطح اورژانسی ۴ و ۵ بیماران سرپائی نامیده می‌شوند و به وسیله منابع و پرستاران مرتبط درمان می‌شوند. اتاق‌های معاینه برای سطوح اورژانس ویژه‌ای، اما با زیر بخش متفاوتی تخصیص داده می‌شوند. اتاق شوک‌دهی به بیماران با سطح اورژانس ۱ و بخشی از بیماران با سطح اورژانس ۲ و ۳ اختصاص داد شده است. اتاق شوک به

اتاق تروما و احیاء مشهور است. اتاق‌های معاینه به سه بخش تقسیم‌شده است: بخش‌های متوسط برای بیماران با سطح ۲ و ۳، بخش عمومی برای سطح ۴ و بخش درمان سریع برای بیماران با سطح اورژانس ۵ اختصاص داده‌شده است[۲۷]. منابع انسانی دیگر به بیماران با سطح اورژانسی منحصراً اختصاص داده نشده است و به‌صورت مشترک بین بیماران در هر سطحی، توزیع می‌شوند. بعضی از منابعی (مانند نیروهای خدماتی) که تأثیر معناداری در مدت‌زمان تأخیر بیماران ندارند؛ در مدل مطرح نشده است.

شبیه به دیگر مقالات مرتبط[۲۰]، متدلوژی ارائه‌شده در این پژوهش به ارزیابی تأثیر تغییرات کارکنان بر شاخص‌های عملکرد کلیدی می‌پردازد. منابع انسانی به‌عنوان متغیر کنترلی در نظر گرفته‌شده است. به خاطر پیچیدگی فرآیند ، شبیه‌سازی به‌عنوان مناسب‌ترین گزینه برای مدل‌سازی واقعی مطرح می‌شود. شبیه‌سازی پیشامد گسسته را به‌عنوان ابزاری برای ساخت مدل شبیه‌سازی انتخاب‌شده و با استفاده از نرم‌افزار شبیه‌سازی Arenaانجام‌گرفته است. در طول مدت زمانی که بیمار در واحد اورژانس اقامت دارد، مراحل مختلفی را با صرف منابع محدود مختلف سپری می‌نماید. بهینه یابی LOSبه بهینه‌سازی مجموع زمان‌های این مراحل درمان بیمار می‌پردازد. برخی از زمان‌ها مانند ویزیت بیمار توسط پزشک یا انجام آزمایشات پزشکی، متغیر خارجی بوده و غیرقابل بهینه‌سازی می‌باشند[۳۱]. در مسئله فعلی، زمان‌های شیفت کارکنان از ۴ ساعت تا ۲۴ ساعت متغیر است و می‌تواند همپوشانی هم داشته باشد؛ اما خدمات پزشکی در اورژانس به سه شیفت زمانی تقسیم‌شده است: شیفت صبح و عصر به ترتیب از ساعت ۸ صبح الی ۲ عصر و ۱۴ الی ۸ شب و شیفت بعدی از ساعت ۸ شب تا ۸ صبح است که شیفت شب نامیده می‌شود.سطح کارکنان فعلی از یک روش شهودی و به‌وسیله مدیریت اورژانس به‌صورت تجربی تعیین می‌گردد. هدف از تسطیح کارکنان، استفاده از ترکیب افرادی است که پاسخگوی تقاضاهای مختلف بخش اورژانس باشد. تعداد پزشکان در طول هفته یکسان است اما در روزهای پنجشنبه و جمعه تغییر می‌کند. دیگر کارکنان مثل پرستاران و بیماربرها همه‌روزه در تعداد ثابت و معینی به خدمت‌رسانی مشغول می‌شوند. جهت مطالعه جزئیات مدل مفهومی جریان بیمار و زمان‌های انتظار بیماران در اورژانس به مراجعه شود. همان‌گونه که در[۳۱] توضیح داده شده است، ESI بیمارانی که به اورژانس وارد می‌شوند، متفاوت بوده و به خاطر این تنوع، فرآیند خدمت‌رسانی نیز از بیماری به بیمار دیگر متفاوت است؛ اما کل زمان حضور بیماران در اورژانس مطابق شکل۱ به پنج مرحله تقسیم می‌شود که جزئیات این فرآیندها در[۱۸] بیان‌شده است.

با توجه به این‌که کیفیت مدل شبیه‌سازی به‌دقت داده‌های ورودی بستگی دارد؛ جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها باید با دقت تمام انجام گیرد. اولین مرحله، جمع‌آوری انواع مختلف داده‌هاست. دومین قدم، پیدا کردن توزیع‌های آماری این داده‌هاست، بعد از پیدا کردن این توزیع‌ها، آنها به‌عنوان پارامتر ورودی برای مدل استفاده می‌شود. مدل شبیه‌سازی در این تحقیق سه نوع داده نیاز دارد: الف) الگوی ورود بیماران، ب) احتمالات جریان بیمار و ج) زمان‌های فرآیند.

توزیع ورود بیماران، فرآیند پواسون ناهمگن با نرخ (λ_t) نظر گرفته‌شده است[۲۳]. الگوی ورود بیماران در واحدهای اورژانس بیمارستان‌های ایرانی، شبیه یکدیگرند. روز سه‌شنبه معمولاً بیشترین مراجعه به اورژانس اتفاق می‌افتد و بیشترین نرخ ورود بیمار در دوره‌ی زمانی ۱۰ صبح الی ۱۲ ظهر و از ۷شب الی ۱ صبح هرروز است. توزیع ورود بیماران با متوسط نرخ ورود بیمار $(\hat{\lambda}_t)$ برای هر ساعت از روز و در طول یک هفته (جمعاً به تعداد ۷روز*۲۴ساعت=تعداد نرخ ورود بیمار در یک شبانه‌روز) است. این نرخ‌های برآورد شده که نشان‌دهنده‌ی نرخ ورود بیمار به ازای هر ساعت از روز است، بر پایه داده‌های یک‌ساله واحد اورژانس بیمارستان امام رضا (ع) در طول مدت خرداد ۹۳ تا خرداد ۹۴ تعیین‌شده است و در طی سه هفته اول این دوره زمان ورود بیماران به اورژانس و زمان شروع و پایان ارائه خدمت و دیگر اطلاعات لازم برای مدل شبیه‌سازی، در هر یک از ایستگاه های ارائه خدمت در اورژانس و زمان سفر از یک ایستگاه به ایستگاه دیگر

برای ۹۰۰ نفر از بیماران جمع‌آوری شد. مجموع تعداد نرخ‌های ورود بیمار به ازای هر ساعت از روز که در طول یک هفته محاسبه‌شده است، برابر با ۱۶۸ نرخ است. (شکل ۲)

احتمالات جریان بیمار نشان‌دهنده شانس سپری کردن مرحله اصلی فرآیند درمان، توسط بیمار است. احتمالات جریان بیمار بعد از هر بار تصمیم‌گیری در فرآیند درمان استفاده می‌شود و بر اساس درجه شدت اورژانس متفاوت است[۴۵]. به این نکته باید توجه نمود که زمان خدمت‌رسانی وابسته به منابع و نوع بیمار است. در حقیقت پزشکان متخصص، سریع‌تر از پزشکان کم‌سابقه کار می‌کنند و فرآیند درمان بیماران بدحال طولانی‌تر از فرآیند بیماران عادی است.

همان‌طور که در[۴۶] توضیح داده‌شده است؛ اگر مدل، شبیه به سیستم فعلی نباشد، هر استنتاجی از مدل، احتمالاً نادرست بوده و شاید باعث گردد که تصمیمات پرهزینه‌ای اتخاذ گردد. به همین دلیل، مدل مفهومی از طریق متخصصین اعتبار سنجی شده و اطمینان حاصل‌شده که این مدل، نمایانگر مدل دقیقی از سیستم است. تکامل تدریجی مدل شبیه‌سازی، طولانی بوده و شامل چندین بازنگری بوده است.

برای تعیین صحت مدل مفهومی، اطمینان حاصل شده که مدل طراحی شده، به‌درستی نشان‌دهنده سیستم اورژانس بوده و بازتاب‌دهنده واقعی فرآیند است. سپس، به خاطر اعتبار دهی مدل شبیه‌سازی‌شده، ثابت شده که مدل شبیه‌سازی کامپیوتری، مطابق و همانند با مدل مفهومی است. برای اثبات صحت مدل شبیه‌سازی شده، از دو شاخص استفاده شده: ۱- مدت‌زمان حضور بیمار ۲- مدت‌زمان هر یک از مراحل خدمات درمانی. این شاخص‌ها هم با مقادیر دنیای واقعی با استفاده از آمار توصیفی و هم به‌وسیله متخصصین مقایسه شده‌اند. در اعتبار سنجی مدل، به‌وسیله درک بعضی از نکات مهم و کلیدی، به جست‌وجوی اشتباهات و تصحیح‌شان پرداخته شده تا مدل نشان‌دهنده‌ی دنیای واقعی باشد. بعد از این مراحل، مدل شبیه‌سازی، معتبر محسوب گردیده و برای انجام آزمایش‌های سناریوها مناسب است.

پیچیدگی سیستم اورژانس و غیرممکن بودن محاسبه‌ی تمامی مشخصه‌های اورژانس، نیازی به استدلال ندارد. رابینسون در سال ۱۹۹۴ نشان داد که ۸۰٪ دقت مدل، در گرو رعایت و اعمال ۲۰٪ جزئیات مدل است؛ اما مدل‌های اورژانس در تحقیقات پیشین عموماً بسیاری از مشخصه‌ها را به‌عنوان فرضیات، پذیرفته و با مسامحه از این جزئیات گذشته‌اند.

طراحی مدل واقعی و موثق از دید افراد خبره اورژانس، به انتخاب مدل مناسب و همچنین تعیین سطح مناسب جزئیات که تأثیر قابل‌توجهی در رفتار سیستم داشته باشد، نیاز دارد. جدول۱ نشان‌دهنده ترکیبی از مشخصه‌های که در مطالعات گذشته استفاده‌شده است، می‌باشد.

به عنوان مثال، معیار "جزئیات اطلاعات"، اشاره به تفاوت‌های فردی کارکنان دارد. همان‌طور که در[۴۷] توضیح داده شده است، اورژانس‌ها بین بیماران وخیم و بیماران سرپائی تفاوت قائل‌اند و پزشکان را نیز بر همین معیار، به بیماران تخصیص می‌دهند. از دیگر بخش‌بندی‌های ممکن، تفاوت بین پزشکان باسابقه و کم سابقه است (معمولاً در تحقیقات پیشین، از این تفاوت غفلت می‌شود). گذشته از این، برخی از مشخصه‌های مهم، مثل محدودیت بیمار یکسان – کارکنان یکسان به دلیل این که در اغلب مطالعات گذشته اشاره شده است، از درج در جدول خودداری شده است. (جدول ۱)

به منظور کاهش ازدحام در اورژانس، مدیران اورژانس و مدیران میانی بیمارستان علاقه به سرمایه‌گذاری در نیروی انسانی اورژانس هستند. هدف آنها، بهبود متوسط زمان حضور بیمار در اورژانس با افزایش تعداد کارکنان است. سؤالی که باید از تصمیم‌گیرندگان پرسید: برای افزایش تعداد کارکنان، چه مقدار بودجه لازم هست و این بودجه اضافی چگونه به منابع انسانی تخصیص خواهد یافت؟

اکثر مقالات به خاطر پیدا کردن مؤثرترین ترکیب نیروی انسانی چندین سناریو متفاوت را آزمایش نموده و کارایی این سناریوها را باهم مقایسه نموده‌اند؛ مانند[۴۷,۲۰]؛ اما این رویکرد حتی برای پروژه‌های کوچک نیز بسیار می‌تواند زمان‌بر باشد. به همین دلیل، در این مقاله از بهینه‌یابی شبیه‌سازی برای حل این مسئله استفاده

می‌شود. بهینه‌یابی شبیه‌سازی، جست‌وجوی اتوماتیک راه‌حل بهینه در مدل شبیه‌سازی شده، است.

هدف این مدل حداقل‌رسانی متوسط زمان حضور بیمار در اورژانس تحت محدودیت‌های بودجه‌ای، تعریف‌شده است. این مسئله شبیه‌سازی در نرم‌افزار Arena و با استفاده از ابزار Opt Quest مدل‌سازی و بهینه یابی شده است.

مجموعه منابع مدل را به‌صورت (پزشک باسابقه، پزشک بی‌سابقه، پرستار، پرستار تریاژ، بیماربر) =I تعریف می‌شود. مجموعه (شیفت اول روز، شیفت دوم روز، شیفت شب) =J هم به‌عنوان شیفت‌های کاری ممکن تعریف می‌شود. تحت محدودیت‌های قطعی هزینه‌های اورژانس تابع هدف را، "کاهش متوسط زمان حضور بیمار در اورژانس " در نظر می‌گیریم. حقوق ماهیانه کارکنان اورژانس نیز در مدل استفاده‌شده است. تابع هدف دقیق بوده و تنها می‌تواند از طریق شبیه‌سازی محاسبه و ارزیابی گردد. متغیرهای کنترلی نشان‌دهنده مقدار منابع اصلی در طول شیفت است. ازلحاظ محدودیت‌های اجرائی، تعداد کارکنان برای پزشکان در آخر هفته غیرقابل تغییر است.

مدل ریاضی به شرح زیر است:

۱) $Min\overline{LOS}$

Subject to:

۲) $$\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} C_{ij}X_{ij} \le C(1+\alpha) \quad \forall i \in I, \forall j \in J$$

۳) $\overline{DTDT} \le L$

۴) $X_{ij}\ is\ integer \forall i \in I, \forall j \in J$

متغیرها به‌صورت زیر تعریف می‌شود.:

(LOS) = توسط زمان حضور در سیستم

DTDT = متوسط زمان اولین حضور پزشک بر بالین بیماران بدحال

X_{ij} = تعداد فرد i شفت j

C_{ij} = میزان حقوق فرد i در شیفت j

C = بودجه فعلی نیروی انسانی

α = درصد بودجه اضافی نیروی انسانی

رابطه (۱) به‌عنوان تابع هدف، مدت‌زمان حضور بیمار در بخش اورژانس را کمینه می‌نماید. روابط (۲)، (۳) و (۴) محدودیت‌های مدل ریاضی می‌باشند. رابطه (۲) نشان‌دهنده بودجه نیروی انسانی است. محدودیت بودجه به‌عنوان تابعی از سطح اطمینان α است که درصدی از بودجه اضافی نیروی انسانی می‌باشد. رابطه (۳)، از این که مقدار DTDT برای بیماران بدحال از مقدار تعیین شده L تجاوز نکند، تعریف‌شده است. رابطه (۴) دامنه متغیر تصمیم را نشان می‌دهد.

به خاطر این که تصمیم‌گیرندگان بتوانند مؤثرترین راه‌حل را انتخاب نمایند، بر روی محدودیت مالی (رابطه ۲)، تحلیل حساسیت انجام یافته؛ یعنی با تغییر دادن α، تغییرات (LOS) بررسی‌شده است. به دلیل این‌که نتایج بهینه یابی در مقایسه با اولین جواب (آزمایش) می‌تواند دچار اندکی تغییر گردد، هر یک از آزمایش‌های هر سناریو را با چندین بار تغییر در پارامترهای اولیه، اندازه‌گیری شده است.

یافته‌ها

در جدول ۳، نتایج به‌دست‌آمده از بهینه یابی شبیه‌سازی درج‌شده است. عبارت "غیرممکن" نشان‌دهنده این است که ترکیب محدودیت‌های بودجه و DTDT منجر به جواب ممکن نمی‌شود. بقیه مقادیر (LOS) در واحد دقیقه محاسبه‌شده است. باید توجه شود که وقتی مقدارL بیش از ۶۷ دقیقه باشد، مقادیر به‌دست‌آمده از مدل شبیه‌سازی، به ازای هیچ‌گونه سرمایه‌گذاری اضافی بوده و درنتیجه محدودیت‌ها آزاد هستند.

همان‌طور که در جدول ۲ نشان داده‌شده است؛ بودجه بخش اورژانس، تأثیر حاشیه‌ای بر کارایی این واحد دارد. این مطلب را می‌توان از ستون اول جدول که محدودیت DTDT در این مجموعه جواب، بی‌تأثیر است، فهمید. تحلیل حساسیت نشان‌دهنده بیشترین تأثیر حاشیه‌ای α بر (LOS) است؛ درصورتی‌که سرمایه‌گذاری به مقدار ۱۰٪ بودجه فعلی بخش اورژانس، انجام گیرد. این نتایج به مدیران اورژانس این امکان را می‌دهد تا به همراه مدیران میانی بیمارستان امام رضا (ع) با تصمیم‌گیری عملیاتی مناسب و با افزایش ۱۰ درصدی بودجه نیروی انسانی؛ باعث کاهش ۱۶ درصدی متوسط زمان حضور بیمار در سیستم شود. (جدول ۲)

هم‌چنین محدودیت DTDT بر بهینگی و امکان‌پذیر بودن مدل برای سرمایه‌گذاری کم، مؤثر است. محدودیت L نمی‌تواند به‌وسیله هر تخصیص ممکن منابع پاسخ‌گو باشد و به همین دلیل، مدل غیرممکن می‌شود. در دیگر موارد، با کاهش مقدار محدودیت DTDT برای بودجه مشخص، مقدار بهینه (LOS) افزایش می‌یابد. برای مثال، برای α=٪۳۰ هر مقدار از L ≥ 45 تمامی مقادیر بهینه (LOS) برابر با ۳۰۸ دقیقه است.اما وقتی‌که مقدار L برابر با ۳۵ باشد، مقدار بهینه LOS به ۳۲۰ دقیقه افزایش پیدا می‌کند. برای بودجه‌های بالاتر، محدودیت DTDT به‌صورت خودکار، ارضا می‌شود و شاخص (LOS) مستقل از این محدودیت عمل می‌کند؛ به همین دلیل باید موازنه‌ای بین این دو شاخص انجام گیرد. برای این که نتیجه نهایی حاصل شود، باید راه‌حل‌های گوناگون در قالب تعداد منابع انسانی ارزیابی شوند. (جدول ۲)

تغییرات نیروی انسانی را برای هر جواب بهینه و با توجه به تعداد نیروی انسانی فعلی و بدون بودجه اضافی در جدول ۳ بیان‌شده است (α=٪۳۰ و L = 45). در این جدول می‌توان تمامی موارد (تمامی حالات مسئله- با / بدون در نظر گرفتن محدودیت DTDT) را مشاهده نمود که بین تمامی پرسنل، پزشکان بر دیگر منابع ارجحیت دارند. در تمامی ترکیبات بودجه و DTDT حداقل یک پزشک وجود دارد. همچنین در سرمایه‌گذاری اضافی ۱۰٪ از برخی منابع مانند پرستاران استفاده نشده است. این بدین معنی است که حجم کاری پزشکان در بین دیگر کارکنان، بیشتر است.

درصورتی‌که بودجه بیشتری در اختیار باشد، از پرستاران بیشتری استفاده می‌شود؛ برای مثال وقتی α=٪۳۰ و محدودیت DTDT در وضعیت فعلی باشد، دو پرستار اضافی به‌کارگیری می‌شود. همچنین پرستار تریاژ هم در شاخص DTDT تأثیرگذار است (به دلیل اینکه تریاژ و مدت‌زمان انتظار بیمار در تریاژ، جزئی از DTDT محسوب می‌شود). به‌عنوان نمونه در α=٪۲۰ جهت ارضای محدودیت DTDT در شیفت عصر، از یک پرستار تریاژ هم استفاده‌شده است. برای بودجه‌های بالاتر α ≥ 30، تعداد کارکنان، به‌صورت مستقل از محدودیت DTDT تعیین می‌شود؛ یعنی بدون در نظر گرفتن محدودیت DTDT، کارکنان کافی برای درمان و رسیدگی به بیماران بدحال وجود دارد و ارائه خدمات درمانی در شرایط DTDT ≤ L رخ می‌دهد. با توجه به متن بالا، می‌توان نتایج را به‌صورت خلاصه بیان نمود:

۱- سرمایه گزاری اضافی با اولویت تخصیص به پزشک انجام می‌گیرد. کیفیت خدمات پیگیرانه در قالب شاخص عملکردی DTDT به پزشکان اولویت بیشتری می‌دهد. این یافته باعث شگفتی مدیران اورژانس شده است. این یافته‌ها برای محققینی که بر بهینه یابی تخصیص پرستار در بخش‌های مختلف بیمارستان، متمرکز شده‌اند؛ موضوع جالبی محسوب می‌شود[۸]. در مقابل، تعداد کمی از مقالات، اهمیت تأثیر برنامه‌ریزی پزشکان (در مقایسه با پرستاران) را بر کارایی اورژانس بررسی کرده‌اند.

۲- در بودجه کم، ارتباط بین DTDT و (LOS) کاملاً واضح و آشکار است.

بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش، یک مدل شبیه‌سازی شده واحد اورژانس را با در نظر گرفتن تمامی ساختارهای عادی و شاخص‌های مالی بیمارستان امام رضا (ع)، طراحی شده است. آزمایش سناریوهای مختلف در مدل شبیه‌سازی، بر تعداد نیروی انسانی متمرکز بوده و باعث بینش‌افزایی مدیران نسبت به تأثیر هر دو محدودیت DTDT و بودجه بر (LOS)، می‌شود. با استفاده از نرم‌افزار Arena، بر متوسط زمان حضور بیمار در سیستم به‌عنوان تابعی از بودجه نیروی انسانی، تحلیل حساسیت انجام یافته است. از این پژوهش، دو نتیجه‌گیری اصلی می‌توان اتخاذ کرد. اولین نتیجه‌گیری، ترکیب نیروی انسانی است که به عنوان راه‌حل بهینه، در اورژانس بیمارستان می‌تواند اعمال شود. این بدین معنی است که تصمیم‌گیرندگان کم تجربه، در ترکیب شیفت‌های کاری فعلی اورژانس، می‌توانند به تعیین تعداد بهینه منابع انسانی اقدام کنند. دومین نتیجه‌گیری، تحلیل حساسیت انجام شده، نشان داد که بودجه نیروی انسانی باعث کاهش تأثیر حاشیه‌ای در

کارایی اورژانسی می‌گردد. به‌عنوان‌مثال، وقتی‌که محدودیت DTDT بی‌تأثیر باشد، یک افزایش ۱۰ ٪، ۲۰٪ و ۳۰٪ در بودجه نیروی انسانی می‌تواند به ترتیب باعث بهبودی به مقدار ۱۹٪ ، ۲۴٪ و ۳۰ درصدی در LOS گردد. علاوه بر این، مدیران باید به ازای هر مقدار بودجه اضافی، از ارتباط بین DTDT و (LOS) آگاه باشند. نتیجه دوم بینش بهتری به تصمیم‌گیرندگان می‌دهد تا از تأثیر تغییرات بودجه بر کارایی سیستم آگاه شوند و این امکان را به آنان می‌دهد تا مرتباً بهترین ترکیب نیروی انسانی را انتخاب کنند. در بعضی موارد، محدودیت DTDT در تغییرات بودجه، هیچ تأثیری ندارد. این تحقیق نشان می‌دهد که برخلاف عقیده کارکنان بیمارستان، سرمایه گزاری اضافی باید با اولویت به‌کارگیری پزشکان، تخصیص داده شود. این تحقیق به مدیران کمک می‌کند تا درک بهتری از تأثیر بودجه بر کارایی اورژانس به همراه وابستگی بین دو شاخص عملکرد اورژانس داشته باشند. این مسئله به مدیران کمک می‌کند تا در سطح عملیاتی، تصمیمات مناسبی اتخاذ نمایند. مطالعه فعلی شامل بعضی از محدودیت‌ها (در انواع مختلف) است. نوع اول، مربوط به داده‌های اولیه ورودی است. برای مثال، احتمالات جریان بیمار و زمان‌های فرآیند، به‌عنوان تابعی از بد حالی بیمار در نظر گرفته شده است؛ اما در واقعیت، بعضی از این داده‌ها وابسته به سن بیمار می‌باشد. گذشته از این، احتمال ترک بیمار بدون دریافت کامل خدمت به عنوان ورودی در نظر گرفته شده و این در حالی است که این پارامتر باید در سیستم، به‌عنوان خروجی وابسته به زمان انتظار در نظر گرفته شود. متأسفانه، داده‌های مربوط به ترک بیمار در شرایطی که بیمار ثبت‌نام نکرده باشد، معتبر نبوده؛ اما در صورت غیبت ناگهانی بیمار، سریعاً کارکنان اورژانس متوجه می‌شدند.

هم‌چنین فرض شده که وضعیت سلامتی بیماران در طول حضور موقتی در اورژانس، ثابت است که نمی‌توان این فرض را به عموم بیماران تعمیم داد.

در آخر، "پیش‌دستی در انجام فعالیت‌ها" یک شاخص انسانی و از وظایف کارکنان اورژانس بوده و مدل‌سازی این شاخص، کار سختی است. این قصور، می‌تواند زمان‌های انتظار طولانی‌تر را در مدل شبیه‌سازی‌شده نسبت به سیستم واقعی، نشان دهد. برای مثال، در سیستم واقعی، پزشکان باسابقه، می‌توانند در بعضی از کارها وقفه ایجاد کنند تا تصمیم پزشکان کم‌سابقه را کنترل و اعتبار سنجی نمایند، درحالی‌که در مدل شبیه‌سازی، پزشکان کم‌سابقه باید برای دریافت نظر پزشکان باسابقه، منتظر بمانند که این تصمیم با انتظار بیماران همراه است. علاوه بر این، از بین معیارهایی که وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی به‌عنوان شاخص‌های عملکردی اورژانس بیمارستانی برای سنجش و ارزیابی کارکرد اورژانس‌ها تعریف نموده است؛ شاخص‌های درصد بیماران خارج شده از اورژانس ظرف مدت ۱۲ ساعت، درصد احیای قلبی – ریوی (CPR) ناموفق[۴۸]، درصد ترک با مسئولیت شخصی و میانگین زمان تریاژ جهت اندازه‌گیری و تحلیل کارایی سیستم اورژانس می‌توان استفاده کرد. پایش و پیگیری این شاخص‌ها کمک شایانی به ارزیابی عملکرد بخش اورژانس می‌نماید[۱۱].

طبق دسته‌بندی‌های انجام‌شده در[۸]، آزمایش‌های سناریوهای مطالعه حاضر، مربوط به منابع انسانی است؛ می‌توان به عنوان کار تکمیلی در مطالعه موردی، در اجرای سناریوهای مختلف در مدل شبیه‌سازی شده اورژانس، فضای منابعی مانند بخش داخلی و تخت‌ها هم اضافه شود. علاوه بر این، روش مورد استفاده برای تعیین سطح بهینه کارکنان در این تحقیق هر چند روش درستی است اما در مقایسه با روش‌های دیگر[۲۷]؛ سطح بهینگی، کمتر به واقعیت نزدیک است. می‌توان در مطالعات آتی جهت بهینه یابی تعداد کارکنان دپارتمان اورژانس، از عوامل غیر زمانی هم استفاده نمود. همان‌طور که در[۴۹] بیان‌شده است، مسائل و مشکلات اورژانس را باید از خود فرآیند و نه از تعداد کارکنان تعریف کرد. مسائل مربوط به فرآیند، شامل ارزیابی تأثیر اصلاح فرآیند و یا تغییر بعضی از قوانین و جایگاه‌های سازمانی در کارایی اورژانس است. در بین این تغییرات قوانین اورژانس، می‌توان تأثیر برخی از "روش‌های پیش‌دستی" را آزمایش کرد. مثلاً: به پرستار تریاژ اجازه داده شود تا آزمایش‌ها و مداخلات درمانی را انجام دهد.

جدول ۱ – منابع، مشخصات و موجودی ورودی‌های مختلف مدل

انواع ورودی‌ها	منابع داده‌ها	خصوصیات	جزئیات اطلاعات
ورود بیمار	– پایگاه داده اورژانس	– وابسته به‌روز و ساعت	– نرخ ورود بیمار/ ساعت – سطح اورژانسی بیماران
احتمالات جریان بیمار	– پایگاه داده اورژانس – دیگر پایگاه داده‌ها – مصاحبه با متخصصین	– وابسته به سطح ESI بیمار	– تست‌های تشخیصی – ترک بیمار بدون دریافت خدمت – تصویربرداری یا آزمایش – اشعه ایکس، اسکن، اکو یا MRI – نیاز به مشاوره با متخصص – فوت بیمار – نیاز به آزمایش مجدد – ترخیص از واحد نظارت
زمان‌های فرآیند	– دیگر پایگاه داده‌ها – مصاحبه با متخصصین – مشاهده میدانی	– کند بودن پزشکان کم سابق نسبت به دیگر پزشکان – طولانی بودن زمان خدمت‌رسانی به بیماران بدحال نسبت به دیگر بیماران	– زمان خدمت متفاوت

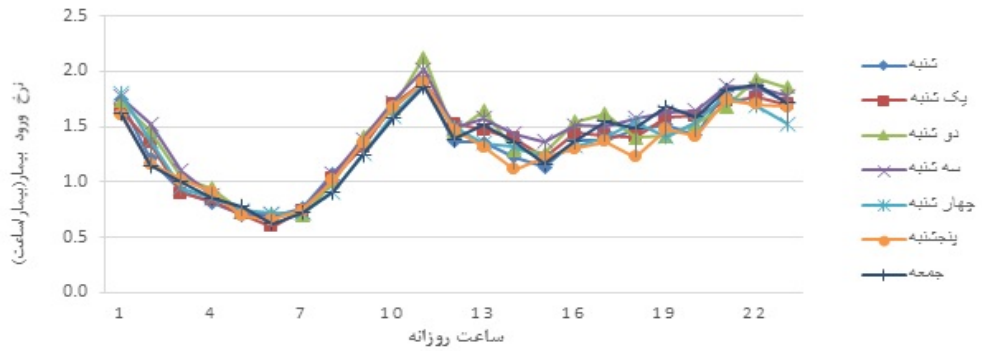
جدول ۲ – مقادیر (LOS) بهینه در آزمایشات شبیه‌سازی

بودجه اضافی نیروی انسانی (α)	DTDT فعلی=۶۷ دقیقه	$DTDT \leq 55$	$DTDT \leq 45$	$DTDT \leq 35$	$DTDT \leq 20$
٪۵	۴۴۶	غیرممکن	غیرممکن	غیرممکن	غیرممکن
٪۱۰	۳۵۹	۴۳۲	غیرممکن	غیرممکن	غیرممکن
٪۲۰	۳۳۷	۳۴۸	۳۴۹	غیرممکن	غیرممکن
٪۳۰	۳۰۸	۳۰۸	۳۰۸	۳۲۰	غیرممکن
٪۴۰	۲۹۹	۲۹۹	۲۹۹	۲۹۹	۲۹۹

جدول۳ - تعداد کارکنان به ازای هر جواب بهینه تحلیل حساسیت

بودجه اضافی نیروی انسانی (α)	%۰	%۱۰	%۲۰	%۳۰
DTDT فعلی=٦٧ دقیقه	کارکنان فعلی	یک پزشک کم‌سابقه، شیفت صبح	یک پزشک کم‌سابقه، شیفت بعدازظهر یک پرستار، شیفت صبح	یک پزشک باسابقه، شیفت بعدازظهر یک پرستار، شیفت صبح یک پرستار، شیفت عصر
$DTDT \leq 55$	غیرممکن	یک پزشک کم‌سابقه، شیفت صبح یک پزشک باسابقه، شیفت عصر	یک پزشک باسابقه، شیفت عصر یک پزشک کم‌سابقه، شیفت شب یک پرستار تریاژ، شیفت عصر	یک پزشک کم‌سابقه، شیفت صبح یک پزشک باسابقه، شیفت عصر دو پرستار، شیفت صبح
$DTDT \leq 45$	غیرممکن	غیرممکن	یک پزشک کم‌سابقه، شیفت صبح یک پزشک کم‌سابقه، شیفت شب یک پرستار تریاژ، شیفت عصر	دو پزشک باسابقه، شیفت صبح یک پزشک کم‌سابقه، شیفت شب دو پرستار، شیفت عصر
$\overline{DTDT} \leq 35$	غیرممکن	غیرممکن	غیرممکن	دو پزشک کم‌سابقه، شیفت صبح یک پزشک کم‌سابقه، شیفت شب یک پزشک باسابقه، شیفت عصر دو پرستار تریاژ، شیفت عصر
$\overline{DTDT} \leq 20$	غیرممکن	غیرممکن	غیرممکن	غیرممکن

شکل ۱ - مراحل عمومی جریان بیمار در اورژانس



شکل ۲ - تخمین روزانه نرخ ورود بیمار

Reference:

1- Monicaa P, Kaidel J, Weber N, Hubler A. Adaptation to The Edge Of Chaos In The Self-Adjusting, Logistice Map. Let; 2007: 11.
2- Alvani SM. Public Management. Tehran: Ney Publishing; 2009.
3- Asmaelian S. The Application of Chaos Theory in Management; 2012.
4- Mosheri S. A Review of the Chaos Theory and Its Applications in Economics, Journal of Economic Research in Iran, 2002; 12: 29-71.
5- Koskela L, Howell G. The theory of project management – problem and opportunity". Draft for Research Note, VTT Technical Research Centre of finland; 2006: 1-100.
6- Morrison K. School leadership and complexity &chaos theory. London Routledgefalmer; 2002: 12-15.
7- Mirzadeh Z, Goudarzi M, Sajjad, N, Asadi, H. The analysis of factors and assessment of chaotic management in Physical Education Organization of Islamic Republic of Iran based on pattern of chaos theory, sport management, 2014; 1: 19-38.
8- Rohbakhsh D, Ajami J. The application of Chaos theory to study and modeling importance of the situation to start and improve strategic management in an organization. Tenth International Conference on Strategic Management, Ferdowsi University of Mashhad, 2013.
9- Yousefizadeh Z, Shah Mohammadi F. Explain chaos theory in strategic management, Second International Conference on new research in management, economics and humanities, Dubai, Institute of Karin conference excellence, 2015.
10- Nikkhooi M, Shafiee M, Kayani K. The design of secure communications systems using synchronization of chaotic systems, Journal, 2010; 3&4: 55-67.
11- Stacey RD. Managing Chaos. Dina mice Business Strategies In Unpredictable Word, Kogan London: Page; 1998: 30.
12- Mirzazadeh ZS, Godarzi M, Sajadi SN, Asadi H. Analysis and assessment of management chaos in the Islamic Republic of Iran Physical Education Organization on the pattern of chaos theory. Sport Management, 2014; 6(1): 19-38.
13- Bonn I. Developing strategic thinking as a core competency, Management Decision, 2001; 39(9): 63-70.
14- Howard EF. Strategic Thinking in Insurance. Long Range Planning, 1989; 22(3): 76 – 79.
15- Saadati AR, Sayadi S, Ahangari Sh. The relationship between leadership styles with strategic thinking in Managers of government organizations state kerman. Management efficiency, 2013; 26: 69-91.

Optimum Staff Leveling of Hospital Emergency Department Using a Simulation Based Approach

Khoshbin AH[1], Sepehri MM[2], Raissi S[3]

Abstract

Introduction: Allocation of human resource properly can have an effective role in the hospital emergency departments cost performance. This research has been conducted to provide the optimal solution on staff leveling for emergency department of hospitals.
Methods: This research is an applied research and deploys from analytic analysis. The population of study include patients referred to a given emergency department on Imam Reza Hospital in Tabriz at a period of three months in 1393. After analyzing the current patient workflow, required data concerning the patients' inter-arrival time, cycle times in different stations gathered for 900 patients during three weeks. Based on such data, simulation models designed using the Arena software features and finally the model verified and validated. Then proposed linear programming model based on minimizing patients' average stay time, helped to calculate optimum staff leveling.
Results: Result of sensitivity analysis on DTDT, show that if operational budget of emergency department increased 10%, 20%, 30%; The LOS leads to 359,337,308 minutes. In the lower budget, this correlation is apparent and significant.
Conclusion: Simulation results revealed that increasing on the number of physicist has the most priority on extra investment. Also, the proposed simulation model helped the operating managers to get more sense on the effects of the relevant controllable factors to total efficiency on the emergency department; in simulated framework, without operational experience, examine intended scenarios and comparing results then select best solutions.

Keywords*:* Hospital emergency department, simulation based optimization, Optimum Staff Leveling.

1- M.Sc Industrial Engineering, South-Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2- Professor, Department of Engineering and Informatics, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran, Correspondent author, Email: Mehdi.sepehri@modares.ac.ir
3- Associate Professor, Department of Industrial Engineering, South-Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran