

بهینه‌سازی زمان فرآیند ارائه خدمات در بخش اورژانس با

استفاده از مدلسازی ریاضی و شبیه‌سازی*

مطالعه موردی: بیمارستان امام رضا (ع)

مهدی یوسفی نژاد عطاری¹

انسیه نیشابوری جامی²

اکبر ستاری بهنام³

چکیده

مدت زمان انتظار بیماران، میزان هزینه‌ها و رضایت شغلی کادر پرستاری از جمله معیارهای مهم ارائه خدمات در بیمارستان است. یکی از اصلی‌ترین دلایل بالا بودن مدت زمان انتظار بیماران در بیمارستان، نبود کادر متخصص کافی در داخل بیمارستان است. افزایش هزینه‌ها و پایین بودن رضایت شغلی کادر پرستاری بیمارستان‌ها متأثر از بهره‌گیری از روش‌های سنتی و غیرعلمی در تخصیص پرستاران به شیفت‌ها می‌باشد. بخش مراقبت‌های اورژانس از واحدهای ویژه بیمارستانی است که مطالعه و بررسی جریان بیمار در آن از حساسیت بالایی برخوردار است. در این پژوهش وضعیت فعلی بخش اورژانس بیمارستان امام رضا (ع) تبریز با نرم‌افزار Arena 14 شبیه‌سازی شد تا از نظر هزینه و میزان صف ایجاد شده وضعیت فعلی مورد ارزیابی قرار گیرد. سپس در ادامه حالت فعلی این بخش با سه سناریو با تعداد پرستاران متفاوت، مقایسه می‌شود. برای بررسی هزینه‌ها و رضایت شغلی پرستاران در هر سناریو، یک مدل ریاضی برنامه‌ریزی غیرخطی عدد صحیح ارائه شده است. در این مدل، تخصیص مناسبی از پرستاران به شیفت‌ها و روزهای هفته بر مبنای مینیمم نمودن هزینه‌ها و افزایش رضایت شغلی پرستاران صورت گرفته است. در بخش پایانی با تحلیل خروجی‌های هر دو مدل شبیه‌سازی و برنامه‌ریزی غیرخطی، مشخص شده است که تعداد پرستاران موجود برای این بخش کافی نبوده و باید 6 پرستار به این بخش اضافه شوند.

واژه‌های کلیدی: مسئله تخصیص چندهدفه، بهینه‌سازی زمان فرآیند ارائه خدمات، شبیه‌سازی، مدل‌سازی ریاضی، روش معیار جامع (GCM)

* تاریخ دریافت: 1396/12/12؛ تاریخ پذیرش: 1397/02/02.

Mahdi_108108@yahoo.com

¹ گرو مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بناب، بناب؛ ایران (بسنده مسئول)

en_jami@yahoo.com

² گرو مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بناب، بناب؛ ایران

akbarsatari@hotmail.com

³ گرو مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بناب، بناب؛ ایران

مقدمه

سیستم‌های سلامت یکی از مهم‌ترین صنایع خدماتی هر کشور به شمار می‌آیند (کوهران و بهتری، 2006). سهم هزینه‌های بهداشت و درمان از تولید ناخالص داخلی، در کشورهای در حال توسعه کمتر است و این موضوع نشان می‌دهد که میزان اهمیتی که سلامت نیروی انسانی در جامعه دارد با سطح توسعه یافتگی کشورها افزایش می‌یابد. سهم هزینه‌های بهداشت و درمان از تولید ناخالص داخلی، برای 13 کشور در حال توسعه منتخب خاورمیانه و شمال آفریقا در سال 2014 مورد مقایسه قرار گرفته است (وایت، 2015). نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که به طور متوسط، 5/68 درصد از تولید ناخالص داخلی کشورهای مذکور به هزینه‌های بهداشت و درمان اختصاص یافته است.

طی سال‌های اخیر، هزینه‌های بهداشت و درمان در ایران به عنوان یکی از کشورهای در حال توسعه، روند صعودی داشته است. طبق گزارش بانک جهانی بهداشت هزینه سرانه بهداشت هر شهروند ایرانی در سال 2001 حدود 422 دلار (6/3 درصد از تولید ناخالص داخلی) رسیده است (غفاری و همکاران، 2008). در گزارش این سازمان، مشخص شده است بخش عظیمی از هزینه‌ها توسط دولت پرداخت می‌شود. در سال 2014، دولت حدود 41/20 درصد از کل هزینه‌های صرف شده در بهداشت و درمان را پرداخته است. این رقم در سال 2000 در حدود 37 درصد (9/6 درصد از کل هزینه‌های دولت) و در سال 2007 در حدود 46/8 درصد (11/5 درصد از کل هزینه‌های دولت) ثبت شده است. لذا با توجه به منابع محدود دولتی و افزایش روزافزون جمعیت، در آینده‌ای نزدیک، مدیران بهداشت و درمان با کمبود منابع مواجه خواهند بود؛ بنابراین بکارگیری ابزارهای مناسب جهت استفاده بهینه از منابع، لازم و ضروری به نظر می‌رسد.

یکی از بخش‌های مهم بهداشت و درمان که بیش از 36 درصد از هزینه‌های دولتی را به خود اختصاص داده است، بیمارستان‌ها هستند (تریپو و همکاران، 2015). با این وجود، سیستم‌های بهداشت و سلامت از ازدحام و هزینه‌های بالا رنج می‌برد. بر اساس سخنان

کارتر: "یکی از دلایل مهم ناکارایی در سیستم سلامت "افراد مقیم" هستند، افرادی که در سیستم سلامت و بهداشت به کار مشغول هستند، از محیط کاری اطراف خود درک بالایی دارند اما از اتفاقاتی که در واحد همسایه رخ می دهد آگاهی کمی دارند (کوهران و بهتری، 2006). پزشکان و پرستاران واحد اورژانس یا اتاق عمل از مشکلات کارکنان بخش های عمومی بیمارستان یا واقعاً اطلاع ندارند یا تمایلی جهت حل این مشکلات از خود نشان نمی دهند. کارکنان بیمارستان برای منافع بلندمدت، ارزش کمی قائل هستند. گاهی اوقات تفکراتی از جمله "شغل بنده از شغل شما مهم تر است" یا "مشکلات من بیشتر از مشکلات شماست" نیز وجود دارد. این مسئله دقیقاً جایی است که متخصصان تحقیق در عملیات می توانند نقش مهمی ایفا کنند".

بخش اورژانس، قلب بیمارستان را تشکیل می دهد و نیروی انسانی متخصص منبع اصلی تولید و ارائه خدمت در این بخش، نمادی از وضعیت کلی ارائه خدمات بیمارستان است. یکی از مهم ترین شاخص هایی که در ارزیابی مراکز اورژانس به کار گرفته می شود، طول مدت زمانی است که بیماران برای دریافت خدمات تشخیصی و درمانی صرف می نمایند. همچنین نیروی انسانی متخصص منبع اصلی تولید و ارائه خدمت در این بخش است که در هیچ شرایطی این بخش نباید با کمبود نیروی انسانی مواجه باشد، لذا بهینه نمودن تعداد نیروها در این بخش در ارتقای بهره وری بیمارستان تأثیرگذار است.

تعداد زیاد و وضعیت حاد مراجعه کنندگان به بخش اورژانس بیمارستان، این بخش را به یکی از مهم ترین بخش های بیمارستان تبدیل کرده است و از آنجا که یکی از اصلی ترین الزامات این بخش برای ارائه خدمات مناسب و به موقع وجود تعداد کافی از کادر متخصص، خصوصاً تعداد پرستاران است، بهینه سازی تعداد کادر این بخش از اهمیت بیشتری برخوردار هست. بنا به تحقیقات صورت گرفته، برای بهینه کردن تعداد این کادر روش های متعددی از قبیل استفاده از آمار، اندازه گیری کار، مدل های صف و برنامه ریزی خطی موجود است.

بخش اورژانس بیمارستان امام رضا (ع) تبریز نیز به عنوان یکی از حساس ترین بخش های بزرگ ترین مرکز بهداشتی و درمانی استان آذربایجان شرقی از این مشکلات مستثنا نیست و با توجه به انبوه مراجعات به این بخش، نیاز به بهینه کردن جریان کار در این بخش با استفاده از روش های مختلف آماری و برنامه ریزی ریاضی بیشتر احساس می شود. در این مقاله با استفاده از مدل سازی ریاضی پرسنل مورد نیاز در اورژانس با توجه به محدودیت های اورژانس و همچنین کاهش زمان انتظار بیماران انجام شده است و با استفاده از روش های شبیه سازی به افزایش بهره وری و کارایی این بخش مهم از بخش های سلامت اقدام شده است. نوآوری مقاله مدلسازی مسئله با دو تابع هدف برای حداقل کردن هزینه پرستاران و حداکثر نمودن رضایت شغلی پرستاران و استفاده همزمان از مدل سازی و شبیه سازی برای ارزیابی مدل نوشته شده و بررسی سناریوهای مختلف با حالت واقعی می باشد.

در ادامه این مقاله در بخش بعدی پیشینه پژوهش موضوع مقاله مورد بحث قرار گرفته است. در بخش سوم، ضمن بیان مسئله، فرمولاسیون ریاضی پیشنهادی ارائه شده است. در بخش چهارم یافته های پژوهش و در بخش آخر نتیجه گیری و پیشنهادات برای محققین آینده ارائه شده است.

پیشینه پژوهش

برای تعیین تعداد بهینه پرسنل مورد نیاز بخش اورژانس از مدل سازی ریاضی و شبیه سازی استفاده شده است. در ادامه به پیشینه تحقیق موارد ذکر شده در حوزه سلامت پرداخته می شود. تاکاکووا و شیزوکی یک روش برای زمان بندی عملیات اورژانس پیشنهاد داده اند که زمان انتظار بیمار را حداقل می کند (تاکاکووا و شیزوکی، 2004). سینریچ و مارمور یک ابزار شبیه سازی برای دپارتمان اورژانس عمومی گسترش داده اند که قابل انعطاف، شهودی و برای استفاده بسیار ساده است و شامل مقادیری برای بیشتر پارامترهای سیستم است (سینریچ و مرمرور، 2004).

یکی از خدمات قابل محاسبه که در دپارتمان اورژانس مورد استفاده قرار می‌گیرد، زمان انتظار بیمار است. گارسیا و همکاران تأثیر آهنگ سریع صف را بر روی کاهش زمان انتظار بیماران با اولویت پایین در اورژانس تحلیل کرده‌اند (گارسیا و همکاران، 1995). بیماران اورژانس معمولاً با توجه به شدت بیمار اولویت‌بندی می‌شوند و از این رو بیماران با شدت کمتر معمولاً زمان بیشتری را نسبت به سایر بیماران برای دریافت خدمت منتظر می‌مانند. آن‌ها دریافتند که یک خط آهنگ سریع که برای سطح حداقلی از منابع استفاده می‌شود، می‌تواند باعث کاهش قابل توجهی در زمان انتظار بیمار شود. مطالعه مشابهی توسط ماهاپاترا و همکاران برای ارزیابی تأثیر راه‌های سریع فرآیند مراقبت برای بیماران غیرحیاتی در زمان انتظارشان در دپارتمان اورژانس ارائه شده است (ماهپاترا و همکاران، 2003). کریستیک و بوسمیر در یک مدل شبیه‌سازی رویداد گسسته از دپارتمان اورژانس در دانشگاه بیمارستان لوئیزویل نشان دادند که توان عملیاتی بیمار می‌تواند با استفاده از آهنگ سریع صف و یک آزمایشگاه "آمار" برای پردازش حجم بالایی از تست‌ها، بهبود یابد (کریستیک و بوسمیر، 1993). کیرتلند و همکاران یازده متغیر را برای بهبود جریان بیمار در دپارتمان اورژانس بررسی کرده‌اند و 3 متغیر را که می‌تواند به طور متوسط 38 دقیقه از زمان انتظار بیمار را کاهش دهد مشخص نمودند (کیرتلند و همکاران، 1995).

معیار مهم دیگر برای کارآیی دپارتمان اورژانس، زمان کلی سپری شده بیمار در اورژانس (یعنی طول مدت اقامت) است. میلر و همکاران از شبیه‌سازی رویداد گسسته برای یک دپارتمان اورژانس از یک بیمارستان بزرگ در جنوب شرقی ایالات متحده را استفاده می‌کنند تا نشان دهند که تغییر قابل توجه فرآیند برای رسیدن به اهداف معین برای طول اقامت بیمار مورد نیاز است (میلر¹ و همکاران، 2003). ساماها و همکاران تشریح می‌کنند که چگونه شبیه‌سازی رویداد گسسته توسط بیمارستان دانشگاه کوپر برای کاهش مدت اقامت‌ها در دپارتمان اورژانس آن‌ها استفاده شده است (ساماها و همکاران، 2003). مطالعه

¹ Miller

آن‌ها تعیین کرد که طول اقامت، مشکل مربوط به فرآیند بوده نه مربوط به منابع. برای مثال، مطالعه نشان داد که اضافه کردن فوت مربع یا تخت‌ها طول اقامت را کوتاه نخواهد کرد و این کار منجر به اجتناب از هزینه قابل توجهی شد. ریتوندو و فریدمن نشان می‌دهند که تغییر یک سیاست فرآیندی (مرتب‌سازی تست‌ها در سیستم ارزیابی خدمات پزشکی) به صورت کاهش زمان انتظار بیمار در اتاق اورژانس و افزایش عملکرد بیمار نتیجه می‌دهد (ریتوندو و فریدمن، 1993) ادواردز و همکاران نتایج مطالعات شبیه‌سازی را به صورت دو کلینیک پزشکی که از سیستم‌های صف مختلف استفاده می‌کنند نتیجه می‌دهد: پردازش متوالی، جایی که بیماران در یک صف یگانه منتظر می‌مانند، و فرآیند شبه‌موازی، جایی که بیماران به کوتاه‌ترین صف هدایت می‌شوند تا جریان را حفظ کنند. آن‌ها نشان می‌دهند که زمان انتظار بیمار می‌تواند تا 30% با استفاده از فرآیند نیمه‌موازی کاهش یابد (ادواردز و همکاران، 1994).

چانگ و شرمین در مطالعه‌ای به یک مدل‌سازی ریاضی دو مرحله‌ای برای یک سیستم زمان‌بندی پرستاران با توجه به نیازمندی‌های مدیریت بیمارستان و مقررات دولتی و ترجیحات شیفی پرستاران پرداختند. در مرحله اول برنامه زمان‌بندی کار و تعطیلات پرستاران مشخص می‌شود و توسط یک الگوریتم ژنتیک بهینه‌سازی می‌شود. در مرحله دوم لوحه مربوط به پرستاران تدوین گشته و از الگوریتم ژنتیک برای به دست آوردن تعداد بهینه پرستاران استفاده می‌گردد. آن‌ها در مطالعه موردی به این نتیجه رسیدند که الگوریتم ژنتیک می‌تواند ابزاری کارآمد برای حل مسائل زمان‌بندی پرستاران باشد (چانگ و شرمین، 2009).

هاف هدف از برنامه‌ریزی محدودیت برای حل مسائل زمان‌بندی پرستاران استفاده کرد و مشاهده شد که تکنیک‌های دیگری هم قادر به حل مسائل زمان‌بندی پرستاران هستند (هاف، 2011). آدولی و همکاران یک مدل برنامه‌ریزی خطی صفر و یک جهت زمان‌بندی پرستاران ارائه داده‌اند که هدف آن مینیم کردن هزینه‌ها و افزایش اولویت پرستاران در شیفت‌های مدنظرشان است که این مدل 36% هزینه‌های اضافه کاری

را کاهش داد (آدولی، 2018). مقالات عنوان شده فقط در یک زمینه مدل‌سازی یا شبیه‌سازی کار کرده‌اند. اما مقاله پیش رو علاوه بر دو هدفه بودن، برای انتخاب بهترین ترکیب پرستاران و تخصیص آن‌ها به شیفت‌ها از مدل‌سازی و شبیه‌سازی توأم بهره برده است.

روش‌شناسی پژوهش

در این مقاله مدلی ریاضی را برای برطرف کردن برخی از مشکلات مطرح شده از قبیل هزینه بکارگیری پرستاران و رضایت شغلی پرستاران از تخصیص‌های انجام شده ارائه نموده‌ایم. برای این کار با مراجعه به قوانین بهره‌وری پرستاری توانستیم مدلی جامع و کلی برای بخش اورژانس بدست آوریم. برخی از قوانین بهره‌وری پرستاری به شرح زیر هستند:

- هر پرستار در هفته موظف است که L ساعت ارائه خدمت نماید.
- حداکثر میزان حضور برای هر پرستار حدود U ساعت در هفته است.
- نحوه تقسیم‌بندی و تعداد شیفت‌ها می‌تواند توسط بیمارستان تعیین شود که در بیمارستان مورد مطالعه هر روز شامل سه شیفت به شرح زیر است:
 - U شیفت صبح از ساعت 7:30 الی 14 (8 ساعت کاری)
 - U شیفت عصر از ساعت 13:15 الی 20 (8 ساعت کاری)
 - U شیفت شب از ساعت 19:15 الی 8 (16 ساعت کاری)
- تعداد کادر پرستاری (N) به میزان مراجعه کنندگان هر بیمارستان مربوط است.
- هر پرستار روزانه حداکثر می‌تواند 16 ساعت کاری، کار کند.
- هر پرستار بعد از هر شیفت شب، یک روز را باید استراحت کنند.
- هزینه هر ساعت کار در زمان معمولی Cst ریال و هزینه هر ساعت اضافه کاری C^{3st} ریال است.

• به دلیل سختی کار، پرستاران شیفت‌های شش ساعته در محاسبه حقوق برابر با هشت ساعت در نظر گرفته می‌شوند اما در زمان‌بندی شیفت‌ها همان شش ساعت منظور می‌گردد.

یکی از مسائل مهم در مدل‌سازی هزینه، تخصیص است که در مسئله ما شامل هزینه ثابت هفتگی برای هر پرستار به اضافه هزینه اضافه کاری‌های همان فرد هست که باید به نحوی این تخصیص انجام شود که مجموع این هزینه‌ها حداقل گردد. هدف بعدی، رضایت پرستاران از تخصیص انجام شده است که بهره‌وری و کیفیت فرآیند درمان را حداکثر نماید. برای مدل‌سازی مسئله تشریح شده، از نمادهای زیر استفاده شده است:

الف - اندیس‌ها:

N	مجموعه کل پرستارها
S	مجموعه شیفت‌ها
T	تعداد کل روزهای مورد مطالعه
i	اندیس پرستار
s	اندیس شیفت (1 و 2 و 3)
t	افق زمانی (1 الی 7)
j	بخش‌های اورژانس (1 الی 5)

ب - پارامترها:

D_j'	تعداد پرستاران مورد نیاز در بخش j
c_{st}	هزینه ثابت بکارگیری یک پرستار در شیفت s در روز t ام
c'_{st}	هزینه اضافه کاری یک پرستار در شیفت s در روز t ام
U	ماکزیمم ساعات حضور پرستار در یک هفته
L	حداقل ساعات حضور پرستار در یک هفته

ج- متغیرهای تصمیم:

y_{ist} میزان رضایت پرستار i ام از تخصیص به شیفت s ام در روز t ام (بین 0 و 1)

X_{ijst} اگر پرستار i ام به بخش j ام در شیفت s روز t ام تخصیص یابد 1 و در غیر این صورت 0

$$\text{Min } z_1 = \left(\sum_i \sum_j \sum_t \sum_s 44 * N * c_{st} \right) + (K * c'_{st}) \quad \text{رابطه (1)}$$

$$\text{Max } z_2 = \sum_i \sum_j \sum_t \sum_s y_{ist} X_{ijst} \quad \text{رابطه (2)}$$

$$\sum_j X_{ijst} = 1 \quad \forall i, s, t \quad \text{رابطه (3)}$$

$$\sum_i X_{ijst} = D'_j \quad \forall j, s, t \quad \text{رابطه (4)}$$

$$X_{ij3t} * \sum_{s=1}^3 X_{ijs(t+1)} = 0 \quad \forall j, i, t \quad \text{رابطه (5)}$$

$$L \leq \sum_j \sum_{t=1}^3 (8X_{ij1t} + 8X_{ij2t} + 8X_{ij3t}) \leq U \quad \forall i \quad \text{رابطه (6)}$$

$$\sum_j (X_{ij1t} + 8X_{ij2t} + 8X_{ij3t}) \leq 16 \quad \forall i, t \quad \text{رابطه (7)}$$

$$\sum_i \sum_j \sum_{t=1}^7 (8X_{ij1t} + 8X_{ij2t} + 8X_{ij3t}) - N * L = K \quad \text{رابطه (8)}$$

تابع هدف اول تلاش می‌کند هزینه ثابت هفتگی و هزینه مربوط به اضافه کاری هر پرستار را حداقل کند. در رابطه (2) تابع هدف دوم برنامه زمانی مطلوب هر پرستار و تخصیص مناسب آنان، رضایت کادر پرستاری و کیفیت ارائه خدمات را افزایش داده و فرآیند انجام خدمات را کاهش دهد. رابطه (3) تضمین می‌کند که هر پرستار در هر شیفت در بیش از یک قسمت از اورژانس ارائه خدمت نکند. محدودیت (4) تضمین می‌کند تعداد پرستاران به کار گرفته شده در هر شیفت و در هر روز و به هر بخش باید برابر با تعداد مورد نیاز پرستاران باشد. محدودیت (5) بیان می‌کند که هر پرستار بعد از هر شیفت

شب، یک روز را باید استراحت کنند. محدودیت (6) کنترل می کند تا هر پرستار حداقل و حداکثر زمان لازم برای ارائه خدمت در هر هفته را رعایت کند. محدودیت (7) مشخص می کند که هر پرستار در هر روز نهایتاً می تواند 16 ساعت کاری ارائه خدمت کند و نهایتاً محدودیت (8) مقدار ضریب k را برای قرار دادن در تابع هدف هزینه حاصل می کند.

برای شبیه سازی و حل مدل ریاضی ارائه شده برای بخش اورژانس به اطلاعاتی از سیستم صف این بخش شامل نرخ ورود (λ)، نرخ خدمت (μ)، تعداد پرستار و تعداد قسمت های موجود در بخش اورژانس نیاز داشتیم که با هماهنگی دانشگاه و ارائه درخواست مطالعه موردی به بیمارستان امام رضا (ع) تبریز، نسبت به دریافت این اطلاعات اقدام شد و با همکاری مسئول بخش اورژانس و مسئول بخش انفورماتیک بیمارستان و همچنین خبرگان کادر پرستاری اورژانس، این اطلاعات به دست آمد.

برای این منظور ابتدا با استفاده از داده های ورود و خروج بیماران به بخش اورژانس طی سال 1393 که به صورت فایل اکسل از بخش انفورماتیک بیمارستان به دست آمده بود، نسبت به پیدا کردن نرخ ورود و تابع توزیع آن اقدام شد و سپس برای به دست آوردن نرخ خدمت، ابتدا با همکاری برخی از پرستاران با تجربه این بخش فهرستی از اقدامات مورد نیاز برای بیماران را به دست آورده و در اختیار پرستاران قرار داده شد تا مدت زمان لازم برای هر اقدام و درصد افرادی که بدان اقدام نیاز پیدا می کنند را مشخص کنند که با میانگین گیری از داده های جمع آوری شده، اطلاعات زیر بدست آمد:

بخش اورژانس بیمارستان امام رضا (ع) تبریز دارای 5 بخش کلینیکی است:

- تریاژ
- بخش CPR
- بخش داخلی
- بخش تروما
- بخش سرپائی

بهبودسازی زمان فرآیند ارائه خدمات در بخش اورژانس با استفاده از // 145

بیماران بعد از ورود به بخش اورژانس توسط پرستار تریاژ معاینه می‌شوند و بر اساس نوع بیماری و شدت آن و بر اساس سیستم ESI تریاژ می‌شوند و به بخش موردنیاز منتقل می‌شوند.

در ساختار تریاژ ESI با عنوان یکی از روش‌های تریاژ 5 سطحی، تقسیم‌بندی بیماران بر اساس دو معیار شدت بیماری و تسهیلات مورد نیاز بیمار انجام می‌گیرد که اولی با وجود یا عدم وجود عوامل تهدید کننده حیات و عضو، وجود علائم خطیر و همچنین علائم حیاتی تعیین می‌شود و دومی بر اساس تجربه پرستار و مقایسه بیمار موجود با موارد مشابه قبلی تعیین می‌گردد.

بیمارانی با سطح ESI1 و ESI2 و برخی از بیماران با سطح ESI3 باید برای درمان به قسمت CPR منتقل شوند. این بیماران شامل بیمارانی هستند که حالشان وخیم ارزیابی شده باشد. بیشتر این بیماران دارای مشکلاتی از قبیل حمله آسم، کاهش هوشیاری، تروماهای شدید و خونریزی هستند. زمان ارائه خدمت به هر گروه از بیماران با سطح ESIهای مختلف و درصد تقریبی بیماران مراجعه کننده، بعد از بررسی پرسشنامه‌ها، پرسش از خبرگان کادر پرستاری، انجام مشاهدات و زمان‌سنجی در جدول شماره (1) آورده شده است:

جدول 1. زمان ارائه خدمت در قسمت تریاژ

سطح ESI	زمان ارائه خدمت (m)	درصد بیماران در این سطح A	ارجاع به :
ESI	کمتر از 15 ثانیه	20%	CPR1
ESI 2	کمتر از 30 ثانیه	10%	CPR یا داخلی یا تروما
ESI 3	4 دقیقه	50%	CPR یا داخلی یا تروما
ESI 4	7 دقیقه	10%	معاینات سرپایی
ESI 5	8 دقیقه	10%	معاینات سرپایی

در نهایت نرخ خدمت μ_{te} توسط رابطه (9) محاسبه می‌گردد:

$$\mu_{te} = \sum_i (\mu_i * \alpha) = 3/6 \quad \text{رابطه (9)}$$

بیمارانی با سطح ESI 1 و ESI 2 و برخی از بیماران با سطح ESI 3 باید برای درمان به قسمت CPR منتقل شوند. این بیماران شامل بیمارانی هستند که از حالشان وخیم ارزیابی شده باشند. بیشتر این بیماران دارای مشکلاتی از قبیل حمله آسم، کاهش هوشیاری، تروماهای شدید و خونریزی هستند. زمان ارائه خدمت در این قسمت توسط همکاری پرستاران ارشد، لیست خدمات ضروری به دست آمد و در اختیار پرستاران قرار گرفت. در جدول (2) لیست خدمات و درصد بیمارانی که به آن خدمت نیاز دارند، پس از پرسش از خبرگان کادر پرستاری و بررسی پرسشنامه‌ها، آورده شده است.

جدول 2. زمان ارائه خدمت در قسمت سی پی یو

نام خدمت	مدت زمان ارائه خدمت μ_i (برحسب دقیقه)	درصد بیمارانی که به این خدمت نیاز دارند
Iv لاین	1	100%
سرم تراپی	1	100%
ECG	2	99%
O ₂ تراپی	1	99%
گزارش نویسی	7	100%
انیتویاسیون	12	40%
احیاء قلبی	35	35%
نبولایزر	3	15%
تزریقات دارویی	3	15%
چک BS	1	100%
مانیتورینگ	1	100%
پالس اکسی متری	1	100%
اخذ آزمایش‌ها	1	100%

147 /// بهینه‌سازی زمان فرآیند ارائه خدمات در بخش اورژانس با استفاده از

در نهایت نرخ خدمت μ_c توسط رابطه (10) محاسبه می‌گردد:

$$\mu_c = \sum_i (\mu_i * \alpha) = 33/92 \quad \text{رابطه (10)}$$

زمان ارائه خدمت در قسمت تروما مطابق با جدول (3) است:

جدول 3. زمان ارائه خدمت در قسمت تروما

نام خدمت	مدت زمان ارائه خدمت μ_i (بر حسب دقیقه)	درصد بیمارانی که به این خدمت نیاز دارند
Iv لاین	1	%85
سرم تراپی	1	%85
ECG	3	%10
مانیتورینگ	1	%3
گزارش نویسی	5	%100
اخذ آزمایش‌ها	1	%50
گلوکومتری	2	%10

در نهایت نرخ خدمت μ_t توسط رابطه (11) محاسبه می‌گردد:

$$\mu_t = \sum_i (\mu_i * \alpha) = 7/73 \quad \text{رابطه (11)}$$

زمان ارائه خدمت در قسمت داخلی مطابق با جدول (4) است:

جدول 4. زمان ارائه خدمت در قسمت داخلی

نام خدمت	مدت زمان ارائه خدمت μ_i (بر حسب دقیقه)	درصد بیمارانی که به این خدمت نیاز دارند
Iv لاین	2	%100
ECG	2	%90
سرم تراپی	1	%100
داروهای تزریقی	1	50
گزارش نویسی	5	%100
اخذ آزمایش‌ها	2	%99
چک BS	1	%99
مانیتورینگ	1	%10
O ₂ تراپی	1	%50

همچنین نرخ خدمت μ_d توسط رابطه (12) محاسبه می‌گردد:

$$\mu_d = \sum_i (\mu_i * \alpha) = 13/87 \quad \text{رابطه (12)}$$

زمان ارائه خدمت در قسمت معاینات سرپایی مطابق با جدول (5) است:

جدول 5. زمان ارائه خدمت در قسمت معاینات سرپایی

نام خدمت	مدت زمان ارائه خدمت η (برحسب دقیقه)	درصد بیمارانی که به این خدمت نیاز دارند
لاین Iv	2	%100
داروهای تزریقی	1	%50
سرم تراپی	1	%100
اخذ آزمایش‌ها	2	%99
ویزیت بیمار	1	%100
متفرقه	3	%100

در نهایت نرخ خدمت μ_s توسط رابطه (13) محاسبه می‌گردد:

$$\mu_s = \sum_i (\mu_i * \alpha) = 9/48 \quad \text{رابطه (13)}$$

نرخ ورود بیماران بطور متوسط 236 نفر است.

یافته‌های پژوهش

با استفاده از مدل شبیه‌سازی می‌توان تحلیل مناسبی از وضعیت سیستم بدست آورد و با اعمال تغییراتی درصدد بهبود وضع موجود برآمد. برای این منظور لازم است حالت واقعی سیستم اورژانس مورد مطالعه را با حالت‌های مختلف و سناریوهای مختلف مقایسه کرد و بهترین حالت را با در نظر گرفتن کمترین زمان انتظار و کمترین هزینه و بیشترین رضایت شغلی بدست آورد. برای طراحی سناریوهای مختلف ابتدا باید محل‌هایی که امکان بهینه کردن را دارند پیدا نمود. برای این کار هم از نظر کادر پرستاران خبره استفاده شده و هم از اطلاعات بدست آمده از مدل شبیه‌سازی حالت واقعی. در ادامه به بررسی سناریوهای مختلف می‌پردازیم.

سناریو 1 (حالت واقعی)

در حال فعلی بخش اورژانس با 11 پرستار در هر شیفت و مجموعاً 64 پرستار در حال ارائه خدمت است که داده‌ها وارد نرم‌افزار Arena شده است و خروجی نرم‌افزار برای شبیه‌سازی محیط اورژانس به مدت یک هفته، به صورت زیر است (به خاطر قوانین بیمارستان و سیستم تریاژ مبنی عدم امکان در تغییر تعداد پرستار تریاژ، این قسمت، از محاسبات بخش شبیه‌سازی کنار گذاشته شده است. محاسبات سناریو اول در جدول (6) نشان داده شده است:

جدول 6. خروجی Arena در سناریو 1

مجموع	CPR	سرپایی	تروما	داخلی	
10	3	1	2	4	تعداد پرستار
59/57	14/82	14/73	14/79	15/23	متوسط زمان انتظار
173/76	32/42	30	54/05	55/29	متوسط طول صف
-	20 الی 30 نفر	30 الی 40 نفر	50 الی 60 نفر	50 الی 60 نفر	طول صف واقعی

سناریو 2

با صحبت‌هایی که با کادر پرستاری انجام شد، اکثراً بر این ادعا بودند که همواره در قسمت‌های تروما، داخلی و CPR با کمبود نیرو مواجه هستند برای همین در سناریوی دوم با بر این شدیم تا زمان انتظار را در حالتی بررسی کنیم که تعداد پرستار به قرار جدول (7) می‌باشد:

جدول 7. خروجی Arena در سناریو 2

مجموع	CPR	سرپایی	تروما	داخلی	
16	5	1	4	6	تعداد پرستار
1/49	0/38	0/36	0/35	0/4	متوسط زمان انتظار
3/94	1/75	1/59	1/23	1/37	متوسط طول صف

سناریو 3

سناریو سوم را در حالتی بررسی می‌کنیم کم‌ترین پرستار در هر قسمت مشغول به ارائه خدمات هستند. به خاطر تقسیم وظایف در برخی قسمت‌های اورژانس نمی‌توان از یک پرستار در حالت کمترین پرستار استفاده کرد و تعداد پرستاران و مشخصات صف ایجاد شده به قرار جدول (8) است:

جدول 8. خروجی Arena در سناریو 3

مجموع	CPR	سرپایی	تروما	داخلی	تعداد پرستار
6	2	1	2	1	
177/27	44/6	45/6	44/60	42/47	متوسط زمان انتظار
470/83	98/55	90/06	148/79	133/43	متوسط طول صف

برای تحلیل مدل ریاضی تنها کافی است داده‌های واقعی را وارد نرم‌افزار کرده و آن را اجرا کنیم که در این حالت فقط وضعیت موجود را بهینه کرده و بهترین تخصیص را برای وضعیت موجود پیدا کرده‌ایم در حالی که یکی از مهم‌ترین اهداف ما تغییر در تعداد پرستاران است و برای این منظور لازم است مدل ریاضی را تحت سناریوهای مختلفی که در بخش قبل معرفی نمودیم، اجرا کنیم تا هزینه و رضایت شغلی را در حالت واقعی و حالت‌های پیشنهاد شده مقایسه کرده و بهترین سناریو را انتخاب نماییم. در ادامه خروجی‌های نرم‌افزار گمز تحت سناریوهای مختلف آورده شده است.

در حالت واقعی بیمارستان از 11 پرستار در هر شیفت استفاده می‌کند که اگر هر کدام علاوه بر ساعات مقرری خودشان بخواهند به طور متوسط 10 ساعت در هفته اضافه کاری انجام دهند (در حال حاضر تمامی پرستاران از اضافه کاری در این میزان استفاده می‌کنند)، در یک هفته نمی‌توان برای بیش از 45 پرستار کار تعریف نمود. این در حالی است که در حال حاضر بخش اورژانس 64 پرستار دارد و تمام پرستاران نیز علاوه بر 44 ساعت وقت قانونی، به طور متوسط 10 ساعت نیز اضافه کاری انجام می‌دهند. برای یافتن علت این تناقض برنامه زمانبندی فعلی پرستاران را بررسی کردیم و متوجه شدیم که برخی از

بهبودسازی زمان فرآیند ارائه خدمات در بخش اورژانس با استفاده از 151 ///

پرستاران اورژانس بعضاً به بخش‌های دیگر بیمارستان ارجاع داده می‌شوند که شاید از نظر قانونی زیاد صحیح نباشد. در هر حال ما برای حل مدل ناچار شدیم از حالت صحیح پرستاران (45 پرستار) به جای حالت واقعی استفاده کنیم.

نحوه محاسبه 45 پرستار به این قرار است که با وجود 11 پرستار در هر شیفت و با وجود 32 ساعت کار در هر روز (با احتساب سختی کار که هر روز را به جای 24 ساعت 32 ساعت حساب کرده‌اند) جمعاً 352 ساعت کار در هر روز در دسترس است که معادل $352 \times 7 = 2464$ ساعت کار در هفته است که اگر قرار باشد هر پرستار مانند الان هفته‌ای 54 ساعت کار همراه با اضافه کاری انجام دهند امکان ارائه خدمت بیش از $2464 / 54 = 45/63$ پرستار وجود ندارد که با روند کردن این عدد به 45 پرستار رسیده‌ایم. در ادامه خروجی‌های مدل ریاضی آورده شده است. خروجی توابع هدف به صورت تک به تک و ادغام شده توسط روش معیار جامع¹ به صورت جدول (9) است:

جدول 9. خروجی گمز در سناریو 1

تابع هدف هزینه	تابع هدف رضایت شغلی	تابع هدف روش معیار جامع
مقدار 22607200	197	2/00508

حال با بدست آوردن نقطه تعادل بین دو تابع هدف توسط روش معیار جامع مقدار هر کدام از توابع هدف را در نقطه‌ای که روش معیار جامع مشخص کرده است توسط برنامه گمز بدست می‌آوریم. جدول (10) این مقادیر را نشان می‌دهد.

جدول 10. مقدار توابع هدف در نقطه مشخص شده توسط روش معیار جامع تحت سناریو اول

تابع هدف هزینه	تابع هدف رضایت شغلی
مقدار 22607200	169/9

¹ GCM: Global criteria method

در سناریو 2 با تغییراتی که ایجاد نمودیم، تعداد پرستاران را به عدد 17 رساندیم که در این حالت به تمام 64 پرستار موجود در بخش اورژانس نیاز خواهیم داشت و مدل را برای همین تعداد اجرا نمودیم و نتایج در جدول (11) آورده شده‌اند.

جدول 11. خروجی گمز در سناریو دوم

تابع هدف هزینه	تابع هدف رضایت شغلی	تابع هدف روش معیار جامع
مقدار 33913600	291/4	2/777968

حال با بدست آوردن نقطه تعادل بین دو تابع هدف توسط روش معیار جامع مقدار هر کدام از توابع هدف را در نقطه‌ای که GCM مشخص کرده است توسط برنامه گمز بدست می‌آوریم. جدول (12) این مقادیر را نشان می‌دهد.

جدول 12. مقدار توابع هدف در نقطه مشخص شده توسط روش معیار جامع تحت سناریو دوم

تابع هدف هزینه	تابع هدف رضایت شغلی
مقدار 33913600	298/3

در سناریو سوم از کمترین میزان پرستار استفاده شده است، تنها 7 پرستار در هر شیفت مشغول ارائه خدمات هستند، بنابراین اگر بخواهیم هر پرستار به طور متوسط 10 ساعت در هفته اضافه کاری داشته باشد، فقط 29 پرستار نیاز خواهیم داشت. در جدول (13) خروجی مدل آورده شده است:

جدول 13. خروجی گمز در سناریو سوم

تابع هدف هزینه	تابع هدف رضایت شغلی	تابع هدف روش معیار جامع
مقدار 21493600	124/5	1/652299

حال با بدست آوردن نقطه تعادل بین دو تابع هدف توسط روش معیار جامع مقدار هر کدام از توابع هدف را در نقطه‌ای که روش معیار جامع مشخص کرده است توسط برنامه گمز بدست می‌آوریم. جدول (14) این مقادیر را نشان می‌دهد.

جدول 14. مقدار توابع هدف در نقطه مشخص شده توسط روش معیار جامع تحت سناریو سوم

تابع هدف هزینه	تابع هدف رضایت شغلی	مقدار
21493600	126/5	

خلاصه اطلاعات بدست آمده از سناریوهای مختلف در جدول (15) آمده است:

جدول 15. خلاصه اطلاعات بدست آمده از روش‌ها

مقدار تابع رضایت	مقدار تابع هزینه	متوسط زمان انتظار	تعداد پرستار	سناریو
در نقطه بدست آمده از روش معیار جامع	در نقطه بدست آمده از روش معیار جامع			
196/9	22607200	78/32	11	سناریو 1
298/3	33913600	1/49	17	سناریو 2
126/5	21493600	177/27	7	سناریو 3

همان‌طور که در جدول (15) مشخص است، هر کدام از سناریوها در یکی از مشخصه‌ها بر دیگری برتری دارند. بنابراین برای انتخاب بهترین سناریو لازم است ابتدا وزن هر مشخصه یا ویژگی را نسبت به مشخصه دیگر مشخص کنیم و سپس طبق تکنیک تحلیل سلسله‌مراتبی¹ به انتخاب بهترین سناریو پردازیم. حال از پایین‌ترین سطح به پالایش سلسله‌مراتب می‌پردازیم. در گام اول ماتریس مقایسه زوجی برای هر معیار به‌طور جدا تشکیل داده می‌شود و طبق تکنیک تحلیل سلسله‌مراتبی گزینه‌ها دو به دو با یکدیگر مقایسه می‌شوند. جداول (16) الی (18) ماتریس مقایسات زوجی نسبت به هر مشخصه را نشان می‌دهند.

¹ AHP : Analytic hierarchy process

جدول 16. مقایسات زوجی نسبت به زمان انتظار

سناریو 3	سناریو 2	سناریو 1	زمان انتظار
2/263407	0/019025	1	سناریو 1
118/9732	1	52/56376	سناریو 2
1	0/008405	0/441812	سناریو 3
122/2366	1/02743	54/005557	جمع

جدول 17. مقایسات زوجی نسبت به زمان انتظار

سناریو 3	سناریو 2	سناریو 1	هزینه
0/950741	1/500124	1	سناریو 1
0/633775	1	0/666612	سناریو 2
1	1/577846	1/051811	سناریو 3
2/584517	4/07797	2/718422	جمع

جدول 18. مقایسات زوجی نسبت به زمان انتظار

سناریو 3	سناریو 2	سناریو 1	رضایت
1/556522	0/660074	1	سناریو 1
2/358103	1	1/514982	سناریو 2
1	0/42407	0/642458	سناریو 3
4/914625	2/084143	3/15744	جمع

در گام بعدی

- ابتدا حاصل جمع هر ستون را به دست می آوریم.
 - سپس هر عنصر در ماتریس زوجی را به جمع ستون خودش تقسیم می گردد تا ماتریس زوجی نرمالیزه شود.
 - مقدار میانگین هر سطر در ماتریس نرمالیزه محاسبه می شود.
- در ادامه جداول (19) الی (21) این محاسبات را نشان می دهند:

جدول 19. وزن نسبی، نسبت به زمان انتظار

ماتریس نرمالایزه شده			وزن نسبی
0/018517	0/018517	0/018517	0/018517
0/973303	0/973303	0/973303	0/973303
0/008181	0/008181	0/008181	0/008181

جدول 20. وزن نسبی، نسبت به هزینه

ماتریس نرمالایزه شده			وزن نسبی
0/36786	0/36786	0/36786	0/36786
0/24522	0/24522	0/24522	0/24522
0/38692	0/38692	0/38692	0/61308

جدول 21. وزن نسبی، نسبت به رضایت

ماتریس نرمالایزه شده			وزن نسبی
0/316712	0/316712	0/316712	0/316712
0/479813	0/479813	0/479813	0/479813
0/203474	0/203474	0/203474	0/796526

حال سطح بالاتر را پیمایش می‌کنیم. در این سطح باید معیارها به صورت دو به دو با یکدیگر مقایسه شوند. همان طور که در فصل اول اشاره شد مهمترین شاخصه ارزیابی یک سیستم در وهله اول، مدت زمان لازم برای دریافت خدمت توسط بیمار یا همان متوسط زمان انتظار است و برای این کار مشخصه رضایت شغلی نیز باید بیشتر شود و هزینه تخصیص پرستاران آخرین فاکتوری است که باید در نظر گرفته شود. بنابراین اهمیت مشخصه متوسط زمان انتظار 3، اهمیت مشخصه رضایت شغلی 2، و اهمیت مشخصه هزینه تخصیص 1 در نظر گرفته می‌شود. با در نظر گرفتن این توضیحات جدول مقایسات زوجی مشخصه به مشخصه به صورت جدول (22) خواهد بود:

جدول 22. مقایسات زوجی مشخصه به مشخصه

رضایت	هزینه	مدت زمان انتظار	
2	3	1	مدت زمان انتظار
0/5	1	0/33333	هزینه
1	2	0/5	رضایت
3/5	6	1/833333	جمع

در گام بعدی

- ابتدا حاصل جمع هر ستون را به دست می آوریم.
 - سپس هر عنصر در ماتریس زوجی را به جمع ستون خودش تقسیم می کنیم تا ماتریس زوجی نرمالیزه شود.
 - مقدار میانگین هر سطر در ماتریس نرمالیزه را محاسبه می کنیم.
- در ادامه جدول (23) این محاسبات را نشان می دهد:

جدول 23. وزن هر معیار نسبت به هدف

وزن هر معیار	نرمالایز شده ماتریس مقایسات زوجی		
0/538961	0/571429	0/5	0/545455
0/163781	0/142857	0/166667	0/181818
0/297258	0/285714	0/333333	0/272727

حال با ترکیب وزن های نسبی، وزن های نهایی آلترناتیوها یا همان سناریوها به قرار

زیر به دست می آیند:

سناریو 1	0/018517	0/36786	0/316712	×	0/538961	=	0/164373
سناریو 2	0/973303	0/24522	0/479813		0/163781		0/707363
سناریو 3	0/008181	0/61308	0/796526		0/297258		0/341594

همان طور که از اطلاعات بالا بدست آمد، سناریو 2 با اختلاف بالایی به عنوان

بهترین سناریو انتخاب می شود.

تنها متغیر موجود در مدل مربوط به تخصیص پرستاران به شیفت‌ها در قسمت‌های مختلف اورژانس طی روزهای مختلف هست که به صورت برنامه زمانبندی پرستاران ارائه می‌شود. به دلیل مشابه بودن و حجیم بودن تعداد داده‌های خروجی در این قسمت، تنها خروجی مربوط به یکی از پرستاران در بهترین سناریو یعنی سناریوی 2 آورده شده است که به صورت جدول شماره 13 است. در این جدول ایام هفته به صورت اعداد بین 1 تا 7 مشخص شده‌اند و ستون اول نشان‌دهنده شماره پرستار هست که با عدد 1 مشخص شده، ستون دوم نشان‌دهنده شماره قسمت‌های اورژانس است که به صورت اعداد بین 1 تا 5 (عدد 1 تریاژ - عدد 2 CPR - عدد 3 تروما - عدد 4 داخلی - عدد 5 سرپایی) است و ستون سوم معادل شماره شیفت است (1 برابر شیفت صبح - 2 برابر شیفت عصر - 3 برابر شیفت شب). بنابراین اگر عدد خانه‌ای برابر با یک باشد یعنی در روز t ام باید پرستار i ام در قسمت j ام و در شیفت s ام ارائه خدمت نماید و اگر صفر باشد یعنی آن پرستار در آن زمان Off است.

با بررسی که در نرم‌افزار اکسل روی خروجی‌های جدول شماره (24) انجام داده شد، صحت خروجی‌های بدست آمده تأیید شد و این مدل توانست به خوبی تمام محدودیت‌های مسئله را در نظر گرفته و تخصیص مناسبی برای کادر پرستاری بیمارستان امام رضا (ع) تبریز ارائه دهد.

جدول 24. خروجی نرم‌افزار گمز (تخصیص پرستاران)

ایام هفته	شیفت	شماره پرستار									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
شنبه	صبح			C		C		TR		D	
	عصر		TE					D		TR	
	شب	D			TR		C		C		
یکشنبه	صبح			D				TR		C	
	عصر		D	D						TR	
	شب										
دو	صبح							S		D	

شماره پرستار	شیفت	4							
	عصر	TR	C	C			D	S	C
	شب						C		
سه شنبه	صبح				C			C	
	عصر	C			D	TE	TR		D
	شب		TR				D		
چهارشنبه	صبح				D	TR	TR	C	
	عصر				D				
	شب		D	D				C	D
پنج شنبه	صبح	C				C			
	عصر			TE	D	D		TR	TR
	شب						TR		
شنبه	صبح				C			C	D
	عصر		C	TR		C	D		D
	شب	C						D	

نتیجه گیری و پیشنهادها

یکی از حیاتی ترین محل هایی که نیاز به بهینه سازی دارد، سیستم های سلامت است که در صورت عدم توجه به این بخش، خسارات جبران ناپذیری به بار خواهد آورد. بنابراین هدف ما از این پژوهش بررسی بهینه سازی این بخش مهم از جامعه است و در پژوهش خود سعی در ارائه راه حل های مناسب برای انتخاب بهترین تعداد پرستاران و بهترین تخصیص برای آنان داشتیم. برای پیاده سازی تئوری های موجود، بخش اورژانس بیمارستان امام رضا (ع) را به عنوان یک مورد مطالعاتی برای پژوهش انتخاب نمودیم و به مشکلات زیاد بودن مدت زمان انتظار بیماران و بهینه نبودن هزینه ها و رضایت شغلی کادر پرستاری بیمارستان پرداختیم. یکی از اصلی ترین دلایل زیاد بودن مدت زمان انتظار بیماران در بیمارستان، نبود کادر متخصص کافی در داخل بیمارستان است و بهینه نبودن هزینه ها و رضایت شغلی کادر پرستاری بیمارستان ها نشأت گرفته از استفاده از روش های

سنتی و غیرعلمی در تخصیص پرستاران به شیفت‌ها می‌باشد. برای حل این مشکلات ابتدا با استفاده از اطلاعات دقیقی که از بخش انفورماتیک بیمارستان و همچنین از طریق مشاهده مستقیم و مصاحبه و پرسشنامه بدست آوردیم، شروع به شبیه‌سازی این بخش توسط نرم افزار Arena 14 نمودیم و علاوه بر اجرای حالت واقعی و موجود، چندین سناریو مختلف را نیز در این نرم‌افزار پیاده کردیم و طول صف و مدت زمان انتظار هر یک را بدست آوردیم. در ادامه برای بدست آوردن هزینه و رضایت شغلی پرستاران یک مدل برنامه‌ریزی غیرخطی عدد صحیح چندهدفه برای مسئله ارائه نمودیم که با حل آن توسط روش معیار جامع تحت سناریوهای مختلف توانستیم بهترین حالت را برای تخصیص کادر پرستاری بدست آوریم.

طبق اطلاعات بدست آمده از وضعیت فعلی اورژانس، کادر پرستاری از کم بودن تعداد کادر ناراضی بودند و ادعا می‌کردند که تعداد کادر موجود که جمعاً 11 نفر است، جوابگوی بیماران مراجعه کننده نیستند. خروجی‌های ما نشان داد که این ادعا صحیح بوده و برای جلوگیری از تولید صف مخصوصاً در قسمت‌های حیاتی مانند CPR، تروما و داخلی، باید به هر کدام از این بخش‌ها 2 پرستار دیگر اضافه شود و تعداد کل به 17 نفر برسد. در این حالت علاوه بر این که طول صف و مدت زمان انتظار بیماران به طور چشمگیری کاهش می‌یابد و تقریباً از ایجاد صف جلوگیری می‌کند، تابع هدف مسئله تخصیص نیز در کمترین مقدار خود قرار می‌گیرد که نشان‌دهنده این موضوع است که با وجود افزایش هزینه‌های پرستاری بیمارستان به علت افزایش 6 نفری در تعداد کادر، رضایت شغلی بسیار بیشتر شده که این خود نیز باعث افزایش کیفیت ارائه خدمات می‌شود. همچنین در حال حاضر برنامه تخصیص و زمان‌بندی پرستاران به صورت دستی و توسط روش‌های سنتی انجام می‌گیرد که علاوه بر وقت‌گیر بودن امکان پایین بودن رضایت شغلی را نیز به همراه دارد. این مدل یک برنامه زمان‌بندی نیز برای هر پرستار بر حسب جدول زمان‌بندی پیشنهادی خود پرستاران ارائه می‌دهد که می‌توان ادعا نمود که

بهترین حالت را در اختیار بیمارستان قرار می‌دهد. پیشنهادات جهت تحقیقات آینده به شرح ذیل می‌باشند:

- بررسی کادرهای دیگر مشغول در بیمارستان اعم از پزشکان، بیماربرها، کادر اجرایی
- بهینه‌سازی تعداد تجهیزات موجود در بخش‌های مختلف علی‌الخصوص در اورژانس
- بهینه‌سازی فرآیند انتقال بیمار از اورژانس به بخش‌های دیگر و بر عکس
- مطالعه سایر بخش‌های بیمارستان مانند اتاق عمل و بهینه‌سازی کادر و تجهیزات آنها
- بهینه‌سازی فرآیند اجرایی پرستاران از قبیل اخذ آزمایشات، ثبت گزارشات، رگ‌گیری و... و ترتیب انجام آنها
- استفاده از سایر روش‌های حل مسائل برنامه‌ریزی چندهدفه
- پیاده‌سازی مدل‌ها در سایر بخش‌های سیستم‌های سلامت، مانند کلینیک‌ها و درمانگاه‌ها

منابع

- AUFM HOFE, H. M. (2011). Solving rostering tasks by generic methods for constraint optimization. *International Journal of Foundations of Computer Science*, 12 (05), 671-693.
- B. White, (2015) "World development report 2015: mind, society, and behavior, by the World Bank Group." *Can. J. Dev. Stud. / Rev. Can. d'études du développement*, vol. 36, no. 4, pp. 581-584, Oct.
- Cochran, J. K., & Bharti, A. (2006). Stochastic bed balancing of an obstetrics hospital. *Health care management science*, 9 (1), 31-45.
- Cochran, J. K., & Bharti, A. (2006). Stochastic bed balancing of an obstetrics hospital. *Health care management science*, 9 (1), 31-45.
- Edwards, R. H., Clague, J. E., Barlow, J., Clarke, M., Reed, P. G., & Rada, R. (1994). Pragmatics. *Health Care Analysis*, 2 (2), 164-169.
- El Adoly, A. A., Gheith, M., & Fors, M. N. (2018). A new formulation and solution for the nurse scheduling problem: A case study in Egypt. *Alexandria Engineering Journal*.
- García, M. L., Centeno, M. A., Rivera, C., & DeCario, N. (1995, December). Reducing time in an emergency room via a fast-track. In *Proceedings of the 27th conference on Winter simulation* (pp. 1048-1053). IEEE Computer Society.
- Ghaffari, S., Jackson, T. J., Doran, C. M., Wilson, A., & Aisbett, C. (2008). Describing Iranian hospital activity using Australian refined DRGs: A case study of the Iranian social security organisation. *Health Policy*, 87 (1), 63-71.
- Kirtland, A., Lockwood, J., Poisker, K., Stamp, L., & Wolfe, P. (1995, December). Simulating an emergency department" is as much fun as...". In *Simulation Conference Proceedings, 1995. Winter* (pp. 1039-1042). IEEE.
- Kraitsik, M. J., & Bossmeyer, A. (1993, January). Simulation applied to planning an emergency department expansion. In *Proceedings of the 1993 SCS Western Multiconference on Simulation: Simulation in Health Sciences and Services* (pp. 19-27).
- McGuire, F. (1994, December). Using simulation to reduce length of stay in emergency departments. In *Simulation Conference Proceedings, 1994. Winter* (pp. 861-867). IEEE.
- Miller, M. J., Ferrin, D. M., & Szymanski, J. M. (2003, December). Emergency departments II: simulating Six Sigma improvement ideas for a hospital emergency department. In *Proceedings of the 35th conference on Winter simulation: driving innovation* (pp. 1926-1929). Winter Simulation Conference.
- Ritondo, M., & Freedman, R. W. (1993, January). The effects of procedure scheduling on emergency room throughput: A simulation study. In *1993 SCS Western Multiconference on Simulation: Simulation in the Health Sciences and Services. Society for Computer Simulation, La Jolla, California, USA* (pp. 17-20).
- S. Mahapatra, C. Koelling, L. Patvivatsiri, B. Fraticelli, D. Eitel, and L. Grove, (2003) Pairing emergency severity index5-level triage data with computer aided system design to improve emergency department access and throughput, in *Simulation Conference, 2003. Proceedings of the 2003 Winter*, , pp. 1917-1925.
- Samaha, S., Armel, W. S., & Starks, D. W. (2003, December). Emergency departments I: the use of simulation to reduce the length of stay in an emergency department. In *Proceedings of the 35th conference on winter simulation: driving innovation* (pp. 1907-1911). Winter Simulation Conference.
- Sinreich, D., & Marmor, Y. N. (2004, December). A simple and intuitive simulation tool for analyzing emergency department operations. In *Proceedings of the 36th conference on Winter simulation* (pp. 1994-2002). Winter Simulation Conference.
- Takakuwa, S., & Shiozaki, H. (2004, December). Functional analysis for operating emergency department of a general hospital. In *Simulation Conference, 2004. Proceedings of the 2004 Winter* (Vol. 2, pp. 2003-2011). IEEE.
- Trybou, J., Gemmel, P., & Annemans, L. (2015). Provider accountability as a driving force towards physician-hospital integration: a systematic review. *International journal of integrated care*, 15 (1).
- Tsai, C. C., & Li, S. H. (2009). A two-stage modeling with genetic algorithms for the nurse scheduling problem. *Expert Systems with Applications*, 36 (5), 9506-9512.

استناد به این مقاله: (DOI): JEMSC-1803-1066 (R3) شناسه دیجیتال

یوسفی نژاد عطاری، م؛ نیشابوری جامی، الف؛ ستاری، الف. (1396). «بهینه‌سازی زمان فرآیند ارائه خدمات در بخش اورژانس با استفاده از مدل‌سازی ریاضی و شبیه سازی». *دوفصلنامه مدیریت مهندسی و رایانش نرم*, 3 (5)، 135-161.