

# بهینه‌سازی کمی کارکنان پرستاری بخش اورژانس بیمارستان دکتر چمران تهران

## با استفاده از برنامه‌ریزی خطی

دکتر سعیده کتابی<sup>۱</sup>، جواد منزوی برزکی<sup>۲</sup>

### چکیده

**مقدمه:** بیمارستان‌ها به عنوان بزرگ‌ترین مراکز ارائه‌کننده‌ی مراقبت‌های بهداشتی و درمانی به آحاد جامعه، بخش عمده‌ی منابع و اعتبارات تخصیص یافته به بخش بهداشت و درمان کشور را به خود اختصاص می‌دهد. از این رو هزینه‌ی نیروی انسانی هر بیمارستان بیش از ۶۰ درصد منابع یک بیمارستان می‌باشد. مشکلات مربوط به تعیین تعداد کارکنان واقعی و بهینه‌ی مورد نیاز واحدهای پیچیده‌ی بیمارستان از جمله اورژانس، به علت اهمیت آن در کیفیت خدمات ارائه شده به مشتریان و هزینه‌ی آن برای بیمارستان، از جمله موضوعاتی است که تا کنون برای آن استاندارد مشخصی تدوین نگردیده است. این پژوهش با هدف شیف‌بندی و تعیین تعداد بهینه پرستار در بخش اورژانس بیمارستان شهید دکتر چمران تهران در شیفت‌های مختلف با استفاده از یکی از تکنیک‌های شناخته شده تحقیق در عملیات یعنی «برنامه‌ریزی خطی» صورت گرفته است.

**روش بررسی:** نوع پژوهش کاربردی از دسته مطالعات توصیفی-تحلیلی است. جامعه‌ی مورد پژوهش، بیماران مراجعه‌کننده به بخش اورژانس بیمارستان و پرستاران آن بخش در سه ماهه‌ی آذر، دی و بهمن سال ۱۳۸۵ بودند. ابزار جمع‌آوری داده‌ها چک لیست بوده که روایی آن توسط متخصصین مربوطه مورد تأیید قرار گرفت که پس از مشاهده، زمان‌سنجی و محاسبه‌ی متوسط ورود بیمار در طول یک روز و همچنین زمان سرویس‌دهی پرستار به انواع بیماران اورژانس، با استفاده از برنامه‌ریزی خطی و نرم‌افزار Win QSB (Windows Quantitative Systems for Business)، تعداد پرستاران بهینه مورد نیاز در شیفت‌های مختلف بیمارستان مشخص گردید.

**یافته‌ها:** برابر نتایج به دست آمده بیمارستان شهید دکتر چمران تهران برای ارائه‌ی خدمات مطلوب به بیماران مراجعه‌کننده به بخش اورژانس حداقل به ۲۸ پرستار نیاز دارد.

**نتیجه‌گیری:** مدل‌های متنوع تحقیق در عملیات همچون مدل برنامه‌ریزی خطی و شبیه‌سازی می‌تواند به عنوان ابزاری مفید برای زمان‌بندی و تعیین تعداد بهینه‌ی کارکنان مورد نیاز بخش‌های مختلف یک بیمارستان که از اهمیت حیاتی و ویژه‌ای برخوردار است، مورد استفاده قرار گیرد.

**واژه‌های کلیدی:** پرستاران؛ برنامه‌ریزی بیمارستان؛ فوریت‌های پزشکی؛ مدیریت علمی.

### نوع مقاله: تحقیقی

پدیرش مقاله: ۱۶/۷/۱۷

اصلاح نهایی: ۱۶/۶/۳۱

دریافت مقاله: ۱۶/۲/۲۵

### مقدمه

رو به رو هستند. از دیدگاه اقتصاد بهداشت،

۱. استادیار تحقیق در عملیات دانشگاه اصفهان و همکار مرکز مطالعات مدیریت و اقتصاد سلامت دانشگاه علوم پزشکی اصفهان (نویسنده‌ی مسؤول) Email: Sketabi@yahoo.com

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد آموزش مدارک پزشکی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

تصمیم‌گیرندگان نظام سلامت در تمام دنیا با محدودیت منابع و نیازهای نامحدود افراد جامعه

هر چند مدیران مراقبت‌های بهداشتی، خصوصاً در بخش اورژانس اغلب خود از کادر درمانی هستند تا تحلیل‌گر، بنابراین آنها به ابزارهایی نیاز دارند تا به راحتی استفاده شده و برای محیط‌های آنها انعطاف‌پذیر باشد. چندین دهه است که محققان از روش‌های متعددی مثل استفاده از آمار، اندازه‌گیری کار، مدل‌های صف و برنامه‌ریزی اعداد صحیح برای مشکلات زمان‌بندی کار کارکنان استفاده می‌کنند.

Hancock و Isken در سال ۱۹۹۸ موضوع کاربرد مدل‌های زمان‌بندی در بخش‌های مختلف بیمارستانی را که تقاضاهای متفاوتی در طول ایام هفته و اوقات یک روز دارند، مورد بررسی قرار دادند (۵).

Khan در سال ۱۹۹۱ مدل شبکه‌ای برای حداقل کردن منابع ارائه داد. منابع در این مدل، پرستارانی بودند که باید به بخش‌های مختلف بیمارستان اختصاص یابند. او ثابت کرد استفاده از یک الگوریتم ساده می‌تواند نتایجی شبیه روش سیمپلکس داشته باشد. مطالعه‌ی او حقایقی را در خصوص زمان‌بندی کارکنان سیستم‌های بخش اورژانس نشان داد، اما نتوانست یک الگو و روش کاملی برای زمان‌بندی و تعیین تعداد کارکنان یک سیستم پیچیده مثل سیستم‌های بخش اورژانس را فراهم نماید (۶).

طی دو دهه‌ی گذشته، استفاده از مدل شبیه‌سازی به عنوان برنامه‌ریزی و ابزار تصمیم‌گیری به صورت قابل ملاحظه‌ای در حوزه‌های مراقبت بهداشتی گسترش یافته است. بسیاری از پروژه‌های شبیه‌سازی در بیمارستان‌ها و ابتدا در بخش‌های اورژانس اجرا شده‌اند. Pitt در سال ۱۹۹۷ گزارش پروژه‌ی خود را

بیمارستان‌ها دارای موقعیت خاص و ویژه‌ای می‌باشند. این مراکز از یک طرف باید پاسخگوی سیر صعودی و فزاینده‌ی بیماران برای دریافت خدمات مطلوب بوده و از سوی دیگر همواره با محدودیت منابع و اعتبارات مواجه‌اند (۱). بیمارستان‌ها به عنوان بزرگ‌ترین مراکز ارائه‌کننده‌ی مراقبت‌های بهداشتی و درمانی به آحاد جامعه و همچنین بیمه‌شدگان سازمان‌های بیمه‌گر، بخش عمده‌ی منابع و اعتبارات تخصیص‌یافته به بخش بهداشت و درمان کشور را به خود اختصاص می‌دهند (۲). تسلط و کنترل بر وضعیت مالی بیمارستان‌ها همواره مورد توجه مدیران بیمارستان‌ها می‌باشد زیرا هزینه‌ی نیروی انسانی هر بیمارستان بیش از ۶۰ درصد منابع یک بیمارستان را به خود اختصاص می‌دهد (۳).

ارزش نیروی انسانی واقعی مورد نیاز در بخش‌هایی از بیمارستان مثل اورژانس که از پیچیدگی‌های خاصی برخوردار هست، آشکارتر بوده و شیف‌بندی و تعیین تعداد واقعی کارکنان این بخش حیاتی بیمارستان، از دغدغه‌های مهم مدیریت یک بیمارستان می‌باشد.

مشکلات زمان‌بندی برنامه‌ی کار کارکنان مختلف بیمارستان از جمله پرستاران واحد اورژانس به علت اهمیت آن در کیفیت خدمات ارائه شده به بیماران اورژانسی و رضایت‌مندی این گروه از دهه‌ی ۱۹۸۰ مورد توجه و مطالعه‌ی بسیاری از محققان قرار گرفته است. تعیین حداقل تعداد پرستار مورد نیاز همراه با رضایت بیمار از خدمت ارائه شده و همچنین مشخص نمودن تعداد پرستار مورد نیاز در طول هر شیفت از اهداف مشترک تمامی مطالعاتی بوده، که در این زمینه صورت گرفته است (۴).

خدمت مورد نیاز پرستاری، با استفاده از برنامه‌ریزی خطی تعداد بهینه‌ی پرستاران مورد نیاز بخش اورژانس تعیین گردد.

برنامه‌ریزی خطی یک تکنیک ریاضی قوی برای یافتن وضعیت بهینه در برآورد مسائلی همچون تخصیص و ترکیب منابع می‌باشد (۱۱). این شیوه یکی از کاربردی‌ترین شیوه‌های تحقیق در عملیات و یکی از بهترین آنها برای تصمیم‌گیری در خصوص تخصیص منابع محدود است (۱۲). یک مدل برنامه‌ریزی خطی دارای اجزائی به شرح ذیل می‌باشد (۱۳):

۱. متغیرهای تصمیم: متغیرهایی هستند که مقادیر آنها معلوم نبوده و تصمیم‌گیرنده در صدد یافتن مقادیری مناسب برای آنها می‌باشد.

۲. تابع هدف: تابع هدف عبارتی است ریاضی که روابط بین متغیرهای تصمیم و هدف مسأله‌ی مورد نظر را نشان می‌دهد. لازم به ذکر است که مدل برنامه‌ریزی خطی تنها با یک هدف کار می‌کند.

۳. ضرایب سود یا هزینه: ضریب متغیرهای تصمیم در تابع هدف را ضرایب سود یا هزینه می‌نامند. این ضرایب نشان‌دهنده‌ی ارزشی هست که یک متغیر، تصمیم در تابع هدف دارد.

۴. محدودیت‌ها: محدودیت‌ها نشان دهنده‌ی محدود بودن منابع برای انجام یک تصمیم می‌باشد. محدودیت بر حسب صورت مسأله ممکن است سه حالت داشته باشد که با سه نماد  $\leq$ ،  $=$  و  $\geq$  نشان داده می‌شوند.

مدل برنامه‌ریزی خطی در این تحقیق برای به دست آوردن تعداد بهینه‌ی پرستاران مورد نیاز برای هر شیفت واحد اورژانس کاربرد دارد.

در خصوص استفاده از شبیه‌سازی به عنوان ابزاری برای برنامه‌ریزی منابع ارائه نمود. این پروژه PRISM نام داشت (۷). Gor, Evans و Unger در سال ۱۹۹۶ از شبیه‌سازی برای تحقیقات مختلف در برنامه‌ی زمان‌بندی پرستاران، تکنسین بخش اورژانس و پزشکان به منظور کاهش متوسط زمان اقامت بیماران در سیستم استفاده نمودند. آنها از شبیه‌سازی ویژه‌ی بخش اورژانس با استفاده از نرم‌افزار ARENA به منظور ارزیابی، برنامه‌ی زمان‌بندی کارکنان مختلف ایجاد نمودند. در این مدل پنج زمان‌بندی مختلف، بر اساس متوسط زمانی که بیمار در سیستم می‌گذراند ارزیابی شده است (۸).

Cao و Tung در سال ۱۹۸۰ نیز از یک مدل برنامه‌ریزی خطی برای تعیین نیاز به پرستاران عادی، اضافه کاری و شرکتی استفاده کرده‌اند (۹).

Wijewickrama و Takakuwa در سال ۲۰۰۶ یک مدل برنامه‌ریزی خطی دیگر را برای تعیین تعداد بهینه‌ی پزشکان جهت بیماران سرپایی در بیمارستان آموزشی ناگایا در ژاپن، به منظور حداقل کردن زمان انتظار بیماران به کار برده‌اند (۱۰).

با توجه به اینکه ثبت داده‌های پذیرش، سرویس‌دهی و ترخیص بیماران اورژانس در بیمارستان‌های کشور به دقت صورت نمی‌پذیرد، امکان استفاده از مدل‌های پیچیده و پیشرفته‌ی تحقیق در عملیات (شبیه‌سازی و...) برای تعیین تعداد واقعی کارکنان بخش اورژانس میسر نبوده و در این تحقیق پس از مشخص نمودن متوسط ورود بیماران به اورژانس بیمارستان شهید دکتر چمران تهران در ساعات مختلف شبانه روز و همچنین زمان

### روش بررسی

نوع پژوهش کاربردی از دسته‌ی مطالعات توصیفی-تحلیلی است. جامعه‌ی مورد پژوهش، بیماران مراجعه‌کننده به بخش اورژانس، بیمارستان و پرستاران آن بخش در سه ماهه‌ی آذر، دی و بهمن سال ۱۳۸۵ بوده است، ابزار جمع‌آوری داده‌ها چک لیست بوده که روایی آن توسط متخصصین مربوطه مورد تأیید قرار گرفت. برای حل این مسأله از برنامه‌ریزی خطی و اعداد صحیح (Linear and Integer Programming) نرم‌افزار WinQSB تعداد پرستاران بهینه مورد نیاز در شیفت‌های مختلف بیمارستان مشخص گردید. نرم‌افزار مذکور از نرم‌افزارهای پرکاربرد تحقیق در عملیات بوده و به راحتی قابل دسترس می‌باشد.

به منظور تعیین متوسط ورود بیمار به بخش اورژانس بیمارستان، یک دوره‌ی ۲۴ ساعته این بخش را بر اساس متوسط ورود بیماران به ۸ دوره‌ی زمانی به شرح ذیل (جدول ۱) تقسیم نموده و متوسط تعداد مراجعه‌کنندگان به این بخش طی مدت مورد مطالعه به دست آمد.

جدول ۱: متوسط ورود بیماران در ۸ دوره‌ی زمانی

تعداد مراجعه کننده	دوره‌ی زمانی (ساعت)
۷۱	۸-۱۱
۵۰	۱۱-۱۴
۵۶	۱۴-۱۷
۵۴	۱۷-۲۰
۶۲	۲۰-۲۳
۱۲	۲۳-۲
۸	۲-۵
۲۰	۵-۸

بر اساس بررسی‌ها و مطالعات قبلی صورت گرفته در این بیمارستان، به منظور تعیین زمان خدمت پزشکی و پرستاری مورد نیاز برای مراجعه‌کنندگان به بخش اورژانس این بیمارستان، بیماران به سه گروه تقسیم و زمان خدمت پزشکی و پرستاری مورد نیاز هر گروه از بیماران به شرح ذیل (جدول ۲) می‌باشد:

جدول ۲: خدمت مورد نیاز بر اساس نوع بیمار

نوع بیمار	خدمت پرستاری (دقیقه)	خدمت پزشک (دقیقه)	مجموع (بر اساس نیاز به مراقبت)
مراقبت کم	۱۰	۵	۱۵
مراقبت متوسط	۲۰	۱۰	۳۰
مراقبت زیاد	۴۵	۲۰	۶۵

بررسی علل مراجعه‌کنندگان به اورژانس طی ساعات مختلف سه ماه گذشته نشان می‌دهد که به طور متوسط در هر دوره‌ی زمانی ۴۰ درصد بیماران مراجعه‌کننده از نوع بیمارانی هستند که به خدمات پرستاری کم، ۲۰ درصد به خدمات پرستاری متوسط و ۴۰ درصد به خدمات پرستاری زیاد نیاز دارند.

در حال حاضر تقسیم‌بندی شیفت‌های کار بیمارستان شهید دکتر چمران ۶ ساعته بوده و به شرح جدول ۳ می‌باشد:

جدول ۳: شیفت‌های بیمارستان

شیفت	ساعت
اول	۸-۱۴
دوم	۱۴-۲۰
سوم	۲۰-۲
چهارم	۲-۸

لازم به ذکر است هرچند به صورت ظاهری چهار شیفت در زمان‌بندی کارکنان بخش اورژانس تعیین

قرار دادن زمان خدمت پرستاری مورد نیاز برای هر گروه از بیماران (جدول ۲)، خدمت مورد نیاز برای بیماران مراجعه کننده در هر دوره‌ی زمانی و نهایتاً متوسط تعداد پرستاران مورد نیاز برای خدمت‌دهی به مراجعه کنندگان در هر ساعت به شرح جدول ۴ می‌باشد.

شده، لیکن پرستارانی که ساعت کار آنها از ۲۰ شب شروع و تا ساعت ۸ صبح ادامه دارد، عملاً در دو شیفت، کار می‌کنند.

با توجه به متوسط ورود بیمار در دوره‌های زمانی ۳ ساعته در نظر گرفته شده (جدول ۱) و همچنین مد نظر

جدول ۴: زمان خدمت و تعداد پرستار مورد نیاز

دوره‌ی زمانی	تعداد مراجعه کننده	میانگین مراجعه در هر ساعت	خدمت پرستاری مورد نیاز دقیقه در هر ساعت	تعداد پرستار مورد نیاز در هر ساعت
۸-۱۱	۷۱	۲۴	۶۲۴	۱۰
۱۱-۱۴	۵۰	۱۷	۴۴۲	۷
۱۴-۱۷	۵۶	۱۹	۴۹۴	۸
۱۷-۲۰	۵۴	۱۸	۴۶۸	۸
۲۰-۲۳	۶۲	۲۱	۵۴۶	۹
۲۳-۲	۱۲	۴	۱۰۴	۲
۲-۵	۸	۳	۷۸	۱
۵-۸	۲۰	۷	۱۸۲	۳

الف. متغیرهای تصمیم:

$x_1$ : تعداد پرستارانی که شیفت آنها از ساعت ۸ شروع می‌شود.

$x_2$ : تعداد پرستارانی که شیفت آنها از ساعت ۱۱ شروع می‌شود. (صفر)

$x_3$ : تعداد پرستارانی که شیفت آنها از ساعت ۱۴ شروع می‌شود.

$x_4$ : تعداد پرستارانی که شیفت آنها از ساعت ۱۷ شروع می‌شود. (صفر)

$x_5$ : تعداد پرستارانی که شیفت آنها از ساعت ۲۰ شروع می‌شود.

$x_6$ : تعداد پرستارانی که شیفت آنها از ساعت ۲۳ شروع می‌شود. (صفر)

برای ساختن یک مدل برنامه‌ریزی خطی اولین گام، شناسایی شیفت‌هایی است که در بیمارستان وجود دارد. در این بیمارستان، شیفت‌ها ۶ ساعته بوده و شروع و پایان آنها در جدول ۳ نشان داده شده است.

بر این اساس یک شیفت می‌تواند پرستارانی از دوره‌های زمانی مختلف را که در جدول ۱ نشان داده شده، داشته باشد. به عنوان مثال شیفت اول (۸-۱۴) می‌تواند پرستارانی از دوره‌ی زمانی اول (۸-۱۱) و دوره‌ی زمانی دوم (۱۱-۱۴) داشته باشد.

تابع هدف برنامه‌ریزی خطی، به کارگیری حداقل تعداد پرستار مورد نیاز در واحد اورژانس بیمارستان می‌باشد. با توجه به موارد ذکر شده مدل برنامه‌ریزی خطی به شرح ذیل می‌باشد:

همچنین حداقل تعداد پرستار مورد نیاز اورژانس  $Z=27$  نفر به دست آمد. با توجه به توضیح داده شده در خصوص شیفت سوم بیمارستان، عدد واقعی پرستاران مورد نیاز در یک دوره ۲۴ ساعته تعداد  $36(27+9)$  نفر می‌باشد.

در صورتی که بتوان شیفت‌های فعلی بیمارستان را تغییر داده و به پرستاران اجازه داده شود تا کار خود را از شیفت‌های مختلف آغاز کنند، به علت کم‌تر شدن محدودیت، تعداد پرستار مورد نیاز کم‌تری به دست خواهد آمد. به عنوان مثال در مدل حل شده با توجه به این که شیفت سوم کاری از ساعت ۲۰ شب شروع و تا ساعت ۸ صبح ادامه دارد، ۹ پرستاری که فقط از ساعت ۲۱ تا ۲۳ خدمت آنها مورد نیاز می‌باشد، عملاً تا ساعت ۸ صبح در شیفت مربوطه حضور داشته و هزینه‌ی تعداد اضافه آنان در این دوره بر بیمارستان تحمیل می‌گردد.

در صورتی که پرستاران بتوانند کار خود را از وسط شیفت‌های فعلی شروع کنند و مجدداً تعداد پرستار مورد نیاز در این حالت را از طریق مدل برنامه‌ریزی خطی حل نماییم، تعداد پرستار مورد نیاز در هر شیفت و تابع هدف به شرح ذیل تغییر خواهد نمود:

الف. متغیرهای تصمیم:

$x_1$ : تعداد پرستارانی که شیفت آنها از ساعت ۵ شروع می‌شود.

$x_2$ : تعداد پرستارانی که شیفت آنها از ساعت ۸ شروع می‌شود.

$x_7$ : تعداد پرستارانی که شیفت آنها از ساعت ۲ شروع می‌شود. (صفر)

$x_8$ : تعداد پرستارانی که شیفت آنها از ساعت ۵ شروع می‌شود. (صفر)  
ب. تابع هدف:

$$Min : z = x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8$$

ج. محدودیت‌ها:

۱. محدودیت‌های دوره‌ی زمانی (تقاضا): این محدودیت‌ها تعداد پرستار مورد نیاز در هر دوره‌ی زمانی (جدول ۴) به شرح ذیل می‌باشد:

$$x_1 \geq 10$$

$$x_1 + x_2 \geq 7$$

$$x_3 \geq 8$$

$$x_3 + x_4 \geq 8$$

$$x_5 \geq 9$$

$$x_5 + x_6 \geq 2$$

$$x_5 + x_6 + x_7 \geq 1$$

$$x_5 + x_6 + x_7 + x_8 \geq 3$$

با توجه به ساعات شروع شیفت‌ها واضح است که سه محدودیت آخر (روی متغیرهای  $x_6, x_7, x_8$ ) زائد می‌باشند (۱۳).

۲. محدودیت عرضه: در حال حاضر بیمارستان مذکور با هیچ گونه محدودیت عرضه پرستاران در شیفت‌های مختلف کاری مواجه نمی‌باشد.

۳. محدودیت‌های غیر منفی بودن متغیرها:

$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8 \geq 0$$

## یافته‌ها

جواب بهینه برای حداقل پرستار مورد نیاز برای واحد اورژانس بیمارستان پس از حل مدل Win QSB عبارت است از:  $x_1 = 10, x_3 = 8, x_5 = 9$

۳. محدودیت‌های غیر منفی:

$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8 \geq 0$$

$$x_1 = 10, x_2 = 0, x_3 = 8, x_4 = 0, x_5 = 8, x_6 = 1, x_7 = 1$$

همچنین حداقل تعداد پرستار مورد نیاز در این حالت (z=۲۸) به دست خواهد آمد که در مقایسه با حالت قبل تعداد ۸ نفر پرستار کم‌تر مورد نیاز خواهد بود.

### بحث

برای مسائل پیچیده، در صورت داشتن تعداد کافی داده، استفاده از مقادیر متوسط تخمین مناسبی را به دست می‌دهد. در این تحقیق نیز برای برآورد میزان نیاز به پرستار در هر شیفت، از درصد مورد انتظار مراجعه‌ی انواع بیماران و مقدار متوسط زمان مورد نیاز مراقبت برای آنها استفاده شده است. Kao و Liao در سال ۱۹۹۷ برای تعیین تعداد مورد نیاز کارکنان از روش تخمینی مشابه مقاله‌ی حاضر استفاده نموده‌اند (۱۴). Centeno و همکاران در تحقیق خود با جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز در مورد توزیع احتمالی زمان‌های بین ورود بیماران و همچنین زمان‌های مراقبت، میزان نیاز به پرستاران با همان مقادیر سمت راست برنامه‌ریزی خطی فوق را به طور دقیق‌تر با شبیه‌سازی به دست آورده‌اند. آنها ضمناً ثابت نمودند که تعداد پرستاران به دست آمده به کمک این روش، بسیار کم‌تر از تعداد محاسبه شده به صورت تجربی است. نتیجه‌ی به دست آمده در تحقیق حاضر نیز با آن مطابقت دارد (۴). Sinreich و Jabali نیز در سال ۲۰۰۷ با توسعه‌ی یک مدل بهینه‌سازی خطی به همراه

$x_3$ : تعداد پرستارانی که شیفت آنها از ساعت ۱۱ شروع می‌شود.

$x_4$ : تعداد پرستارانی که شیفت آنها از ساعت ۱۴ شروع می‌شود.

$x_5$ : تعداد پرستارانی که شیفت آنها از ساعت ۱۷ شروع می‌شود.

$x_6$ : تعداد پرستارانی که شیفت آنها از ساعت ۲۰ شروع می‌شود.

$x_7$ : تعداد پرستارانی که شیفت آنها از ساعت ۲۳ شروع می‌شود.

$x_8$ : تعداد پرستارانی که شیفت آنها از ساعت ۲ شروع می‌شود.

ب. تابع هدف:

$$Min : z = x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8$$

ج. محدودیت‌ها:

۱. محدودیت‌های دوره‌ی زمانی (تقاضا): این محدودیت‌ها تعداد پرستار مورد نیاز در هر دوره‌ی زمانی (جدول ۴) بر اساس شیفت‌های جدید کاری مدنظر به شرح زیر می‌باشد:

$$x_8 + x_1 \geq 10$$

$$x_1 + x_2 \geq 10$$

$$x_2 + x_3 \geq 7$$

$$x_3 + x_4 \geq 8$$

$$x_4 + x_5 \geq 8$$

$$x_5 + x_6 \geq 9$$

$$x_6 + x_7 \geq 2$$

$$x_7 + x_8 \geq 1$$

۲. محدودیت عرضه: در حال حاضر هیچ کدام از پرستاران حاضر نیستند ساعت کار خود را از ساعت ۲

$$x_8 = 0$$

بامداد شروع نمایند:

ارائه‌ی خدمات مطلوب به بیماران مراجعه کننده به این بخش به حداقل ۳۶ پرستار نیاز دارد.

لازم به ذکر است در این مدل، ساعات کاری حضور پرستار در اورژانس به صورت ۶ ساعت کاری مفید (همیشه در حال ارائه‌ی خدمت به بیماران) در نظر گرفته شده و در صورتی که مایل باشیم ساعت مفید کاری را ۵ ساعت در نظر بگیریم، در هر شیفت باید ۱ پرستار به الگو اضافه نماییم. با تغییر در شیفت‌ها، به قراری که ذکر شد، تعداد پرستار مورد نیاز به ۲۸ نفر کاهش خواهد یافت.

#### پیشنهادهای

در صورت وجود داده‌های دقیق و واقعی در خصوص سایر اقدامات انجام شده در اورژانس برای بیمار می‌توان از مدل‌هایی همچون شبیه‌سازی و... برای زمان‌سنجی دقیق اقدامات صورت گرفته در اورژانس نیز استفاده نمود. به علاوه با در نظر گرفتن ضریبی (به عنوان پاداش) برای شیفت‌های غیرمطلوب، می‌توان بهبود بیشتری در کیفیت جواب حاصل نمود. همچنین، با مدل مشابهی، می‌توان تعداد اقتصادی برای هر نوع تخصصی را به دست آورد.

یک مدل شبیه‌سازی توانسته‌اند در بخش‌های مختلف چند بیمارستان، به نتیجه‌ی مشابه این تحقیق برسند که با داشتن نیروی درمانی کم‌تر، البته با کاهش زمان اقامت بیماران، نتیجه‌ی درمانی یکسان را داشته باشند (۱۵).

با وجود بهبودسازی مدل برنامه‌ریزی خطی مربوطه، جواب مسأله اول رضایت‌بخش نبود. علت امر این است که نحوه‌ی شیفت‌بندی در بیمارستان مناسب نبوده و باعث ایجاد محدودیت می‌شود. این خود راه حلی را برای بهبود هدف (کاهش تعداد پرستاران) پیشنهاد می‌دهد. در مسأله‌ی دوم، پرستاران می‌توانند کار خود را از وسط شیفت‌های فعلی نیز شروع کنند تا همان میزان خدمت با تعداد کم‌تری پرستار قابل انجام باشد.

#### نتیجه‌گیری

با استفاده از مدل ارائه شده، ضمن آنکه تعداد بهینه‌ی پرستار مورد نیاز به دست می‌آید، تعداد پرستار مورد نیاز در هر شیفت کاری نیز مشخص می‌گردد.

برابر نتایج به دست آمده بیمارستان شهید دکتر چمران تهران در شرایط فعلی و با وجود شیفت‌های کاری تعریف شده برای پرستاران بخش اورژانس برای

#### منابع

۱. کریمی ایرج. اقتصاد سلامت. جلد اول. تهران: انتشارات گپ؛ ۱۳۸۳.
۲. کریمی ایرج. اقتصاد سلامت. جلد دوم. تهران: انتشارات گپ؛ ۱۳۸۳.
۳. عظیمی سید رضا. مجموعه‌ی قوانین و مقررات بهداشتی و درمانی و آموزش پزشکی. تهران: انتشارات حیان؛ ۱۳۸۱.
4. Centeno M, Giachetti R, Linn R, Ismail A. A Simulation –ILP based tool for scheduling ER staff. Proceedings of the 2003 Winter Simulation Conference, S. Chick, P. J. Sánchez, D. Ferrin, and D. J. Morrice, eds, 2003: 1930-1938.
5. Isken M. W, Hancock W. Tactical staff scheduling analysis for hospital ancillary units. Journal of the society for health systems 1998; 5(4):11-23.



6. Khan Z. A Note on a network model for nursing staff scheduling problems. *Information and decisions technologies* 1991; 17: 63-69.
7. Pitt M. A Generalized simulation system to support strategic resource planning in healthcare. *Proceedings of the 1997 Winter Simulation Conference* S. Andradottir, K. J. Healy, D. H. Withers, and B. L. Nelson (eds), 1997:1155-1162.
8. Evans G, Gor TB, Unger E. A Simulation model for evaluating personnel schedules in a hospital emergency department. *Proceedings of the 1996 Winter Simulation Conference*, J.M. Charles, D. J. Morrice, D. T. Brunner, and J. J. Swain (eds), 1996:1205- 1209.
9. Kao EPC, Tung GG. Forecasting demands for inpatient services in a large public health care delivery system. *Socio-Economic Planning Science* 1980; 14: 97-106.
10. Wijewickrama A, Takakuwa S. Simulation analysis of on outpatient department of internal medicine hospital. *Proceedings of the 2006 Winter Simulation Conference*, L. F. Perrone, F. P. Wieland, J. Liu, B. G. Lawson, D. M. Nicol, and R. M. Fujimoto, eds, 2006: 425-432.
۱۱. مومنی منصور، حاجی پور بهمن. خود آموز تحقیق در عملیات. تهران: مؤسسه‌ی عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه‌ریزی؛ ۱۳۸۵.
۱۲. تجبر منصور. تحقیق عملیاتی در مدیریت. اصفهان: انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه اصفهان؛ ۱۳۷۹.
۱۳. اصغر پور محمد جواد. برنامه‌ریزی خطی. تهران: مؤسسه‌ی انتشارات و چاپ دانشگاه تهران؛ ۱۳۷۳.
14. Liao C, Kao C. Scheduling nursing personnel on a microcomputer. *Health Manpower Management* 1997;23(3): 100-106.
15. Sinreich D, Jabali O. Staggered work shifts: a way to downsize and restructure an emergency department workforce yet maintain current operational performance. *Health Care Manage Sci* 2007; 10: 293–308.