

# مدلسازی زمان بندی نوبت کاری پرستاران در شیفت های کاری مختلف بیمارستان (مطالعه موردی: بیمارستان شفا بابلسر)\*

مصطفی نصراللهی<sup>۱</sup>

## مقاله پژوهشی

### چکیده

**مقدمه:** برای بسیاری از سازمان ها توانایی داشتن شمار کافی کارکنان در زمان مناسب عامل بسیار مهمی در برآوردن نیازمندی های مشتریان است. هدف پژوهش حاضر مدلسازی بیمارستان برای تنظیم نوبت کاری و تعداد بهینه ی کارکنان به منظور افزایش کارایی بیمارستان و حداقل نمودن هزینه ها بود.

**روش بررسی:** این پژوهش گاربردی و از دسته مطالعات اجرایی مداخله ای بود که که با کمک مدل برنامه ریزی آرمانی صفر و یک و حل آن اقدام به محاسبه تعداد بهینه پرستار در هر شیفت، از شیفت های متوالی هر پرستار جلوگیری کرده و در نهایت به ارائه مدلی مناسب جهت زمان بندی پرستاران با کمترین خطا پرداخته که این امر منتج به افزایش کارایی و بهره وری هر پرستار در شیفت مورد نظر شده است. جامعه آماری در این مطالعه میدانی که در زمستان ۱۳۹۱ خورشیدی انجام شده است، بیمارستان شفا بابلسر بوده که در آن ۱۳ پرستار از بخش آی سی یو بیمارستان به طور تصادفی انتخاب شده است. لذا در این مطالعه نیز با کمک برنامه ریزی آرمانی و حل آن از طریق نرم افزار GAMS (Guide to Available Mathematical Software) با محاسبه تعداد بهینه پرستار در بخش مراقبت های ویژه بیمارستان شفا بابلسر در هر شیفت، از اضافه کاری های غیر ضروری کاسته و به کارایی هر پرستار اضافه شود که این امر نهایتاً منجر به ایجاد انگیزه در پرستاران جهت انجام وظایف محوله شده است.

**یافته ها:** ارزیابی عملکرد بیمارستان با استفاده از مدلسازی، شبیه سازی و برنامه ریزی دقیق نوبت کاری می تواند به عنوان ابزار مناسبی برای برنامه ریزی ظرفیت و بهبود کارایی در قلمرو ارائه خدمات درمانی کارا و سریع مطرح می شود. برآوردها حاکی از آن است که در بسیاری از جوامع حدود یک چهارم نیروی کار بصورت نوبت کار بوده و اختصاصاً در حرفه پرستاری بیش از نیم تا دو سوم آنها نوبت کار هستند. در این تحقیق هم به کمک مدلسازی به تعیین تعداد بهینه پرستار پرداخته شده که نهایتاً تمامی پرستاران بین ۸ الی ۱۰ روز از ۱۴ روز را سرکار بوده و هیچ پرستاری بیش از ۶ روز متوالی در بیمارستان حضور نداشته باشد.

**نتیجه گیری:** بیمارستان ها می توانند با برنامه ریزی منابع انسانی و استفاده بهینه از نیروی کار، زمان، هزینه، ضمن افزایش کارایی، مشکل برنامه ریزی را کاهش دهند. سیستم های خدمات درمانی مسائل پیچیده ی بسیاری را در بر می گیرد که می توان برای حل آنها از تحلیل و کاربردهای تحقیق در عملیات بهره برد. در این تحقیق هم به ارائه مدلی جهت زمان بندی مناسب پرستاران پرداختیم به طوری که هم رضایت پرسنل جلب گردید و هم دستورالعمل ها و قوانین مربوط به بیمارستان مورد نظر رعایت شده است.

**واژه های کلیدی:** برنامه ریزی؛ ساعات کار؛ پرستاران؛ بیمارستان ها.

پذیرش مقاله: ۹۳/۶/۴

اصلاح نهایی: ۹۳/۴/۱۵

دریافت مقاله: ۹۲/۲/۲۰

**ارجاع:** نصراللهی مصطفی. مدلسازی زمان بندی نوبت کاری پرستاران در شیفت های کاری مختلف بیمارستان (مطالعه موردی: بیمارستان شفا بابلسر). مدیریت اطلاعات سلامت ۱۳۹۳؛ ۱۱(۷): ۹۸۵-۹۹۴.

\*- این مقاله حاصل پایان نامه دانشجویی در مقطع کارشناسی ارشد می باشد.

۱- کارشناسی ارشد، مدیریت صنعتی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران، ایران (نویسنده مسؤول) Email: Nasrollahi.Mostafa@gmail.com

## مقدمه

از سال ۱۹۶۰ میلادی مقالات بسیاری در مورد جنبه‌های مختلف حل رایانه‌ای مسأله زمان‌بندی کارکنان واحدهای درمانی منتشر شده است و راه‌های مختلفی برای حل این مسئله به کار برده شده است. در اکثر پژوهش‌های اولیه مسئله به صورت یک تابع هدف بیشینه یا کمینه‌سازی فرمول نویسی می‌شد. برنامه‌ریزی یعنی حرکتی هوشمندانه، منطقی و البته گام به گام در راه رسیدن به اهداف از پیش تعیین شده یا به عبارت دیگر، برنامه‌ریزی تهیه الگو و نقشه دقیق برای رسیدن به هدف با توجه به امکانات و توانایی‌های خود در کوتاه‌ترین زمان ممکن است. به تعبیر دیگر برنامه‌ریزی عبارت است از تهیه، توزیع و تخصیص عوامل و وسایل محدود برای رسیدن به هدف‌های مطلوب در حداقل زمان و با حداقل هزینه ممکن. به طور کلی مدیریت با برنامه‌ریزی مفهوم پیدا می‌کند. برنامه‌ریزی را می‌توان به دو دسته تقسیم نمود، دسته اول برنامه‌ریزی جامع که برنامه‌ریزی در سطح بالای سازمان می‌باشد که توسط مدیریت ارشد سازمان به طور دراز مدت انجام می‌شود. دسته دوم برنامه‌ریزی عملیاتی می‌باشد که به فعل در آوردن تصمیمات و چارچوب تعیین شده توسط برنامه‌ریزی جامع می‌پردازد. مشکلات زمان‌بندی برنامه کارکنان مختلف بیمارستان از دهه ۱۹۸۰ میلادی مورد توجه و مطالعه بسیاری از محققان قرار گرفته است. متأسفانه حتی در کشور ایالات متحده که در آن مهمترین صنعت داخلی، خدمات درمانی می‌باشد، تعداد کمی از متخصصین تحقیق در عملیات موضوع خدمات درمانی را مورد توجه خود قرار داده‌اند، اما به هر حال متخصصینی نیز وجود دارند که عمده تحقیقات خود را در این زمینه متمرکز کرده‌اند. زمان‌بندی پرستاران یکی از انواع مسائل زمان‌بندی است که با توجه به مراقبت‌های بهداشتی و دشوار بودن کار پرستاران، بسیار مورد توجه قرار گرفته است. در بیمارستان‌ها معمولاً هر ماه سر پرستار هر بخش برنامه زمانی کاری را تدوین می‌کند و تلاش می‌نماید که این برنامه با همه محدودیت‌ها و

خواسته‌های پرستاران و کارکنان بخش سازگاری داشته باشد. برنامه کاری باید پاسخگوی نیاز بخش در رابطه با تعداد افراد مورد نیاز از هر رده مهارتی در هر نوبت باشد، از سوی دیگر برنامه دارای محدودیت‌های دیگری مانند ترجیحات افراد برای روزهای استراحت، وجود افراد با موقعیت‌های خاص مانند مادران شیرده یا افرادی که به علت بیماری یا سایر حوادث در مرخصی هستند نیز می‌باشد. اولین تحقیق انجام شده بر روی برنامه‌ریزی سیکلی در زمینه خدمات درمانی بوسیله مایر و ولف انجام شد که این مدلسازی‌های اولیه بر اساس برنامه‌ریزی در تک شیفت انجام می‌گرفت، هدف اصلی در این تحقیق کمینه کردن شمار کارمندان بود (۱). اما در مقاله‌ای این مسئله عنوان شد که استراتژی‌های برنامه‌ریزی باید تغییر کند چرا که توالی خاص از انواع شیفت‌های کاری ای که به یک فرد از پرسنل تخصیص می‌دهیم می‌تواند اثرات منفی بر روی وضعیت خواب و ریتم قلبی وی داشته باشد (۲). در این راستا تحقیقات بسیاری بر روی قواعد ارگونومیکی انجام شد تا اثرات مضر اینگونه برنامه‌ها را حداقل کند. با به حساب آوردن این اصول، برنامه‌ریزی سیکلی مشکل‌تر و مشکل‌تر شد. در مطالعه‌ای دیگر به یک پژوهش اصلی بر روی کاربرد فرضیه‌ی مجموعه‌فازی در مسائل زمان‌بندی پرستاران پرداخته شده است که مشخصاً یک مدل برنامه‌ریزی آرمانی فازی ایجاد شد، در آنها از رویکردهای حل فازی مختلف استفاده شده است که یک کاربرد حقیقی هم برای اثبات امکانپذیری مدل ارائه شده ارائه گردیده است. همچنین برای بدست آوردن یک مجموعه مدل قطعی برای تصمیم‌گیری رویکرد تحلیل حساسیت هم انجام شده است. در واقع مطالعه آنها نشان می‌دهد که استفاده از رویکرد مدلسازی فازی در مسائل زمان‌بندی پرستاران برنامه‌های منصفانه‌تری برای پرستاران فراهم می‌آورد و مسائل مدیریتی بیمارستان را بیشینه در نظر می‌گیرد (۳).

در سال‌های اخیر سازمان‌هایی نظیر انجمن دانشکده‌های پرستاری آمریکا و مربیان پرستاری در مؤسسات آموزشی و نیز

آنها در مطالعه موردی به این نتیجه رسیدند که الگوریتم ژنتیک می‌تواند ابزاری کارآمد برای حل مسائل زمانبندی پرستاران باشد (۸). امروزه با پیشرفت سریع علوم و روند رو به رشد فناوری‌های جدید، می‌توان شاهد تغییراتی شگرف در کلیه گروه‌های حرفه‌ای از جمله حرفه مرتبط با سلامتی انسان بود. تغییراتی که موجب طرح دیدگاه‌های نوین و گسترش مرزهای دانش در خصوص ارائه هر چه بهتر مراقبت از انسان‌ها شده است و مسلماً پرستاری نیز به سبب جایگاه و اقتضای حرفه‌ی خود از این قاعده مستثنی نیست (۹).

Hofe 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 (۱۰). Walter و Marion بیمارستان وینا را مورد مطالعه قرار دادند و از روش بهینه‌سازی کلونی مورچه برای تخصیص پرستاران در بیمارستان‌ها بر اساس برخی محدودیت‌های خاص استفاده نمودند. در این مطالعه یک شبیه‌سازی چهار هفته‌ای برای ارزیابی سه رویکرد مختلف برای تعدادی پرستاران صورت گرفت و مشخص شد روش مذکور در مقایسه با روش‌های دیگر بهبودهای قابل ملاحظه‌ای را سبب می‌شود (۱۱).

در متون تحقیق در عملیات مربوط به مسئله زمانبندی، اکثراً از برنامه‌ریزی آرمانی استفاده شده است. تابع هدف، از مقوله هزینه و درآمد صرفنظر کرده و انحراف از آرمان‌های مشخصی را که تماماً مربوط به کیفیت سرویس می‌باشند حداقل می‌کند. جواب مدل، برنامه کاری هر فرد در بیمارستان بوده و محدودیت‌ها شامل یک سری اصول است، ضمن آنکه یک مجموعه از آرمان‌ها نیز در آنها تعریف می‌شود.

با توجه به شرایط سخت کاری پرستاران و حساسیت موقعیت آنان پژوهشگر در این مطالعه بر آن شد به ارائه مدلی برای زمانبندی شیفت‌های مختلف پرستاران بخش مراقبت‌های ویژه بیمارستان بپردازد تا با کمینه کردن انحرافات تعداد پرستاران در هر شیفت از اضافه کاری‌های غیرضروری

سازمان‌های مراقب سلامتی در سطوح ملی بر عملکرد حرفه‌ای در پرستاری توجه و تأکید کرده‌اند. همچنین سازمان‌های مراقبت‌های سلامتی جهت ایجاد تغییراتی در سیستم به سوی حرفه‌گرایی کامل در پرستاری که بی شک به پیامدهای مثبتی برای بیماران منجر خواهد شد، تشویق می‌شوند (۴). آنچه مسلم است اینکه کل این نظام باید به دیده سیستمی نگریسته شود و مشکلات آن از سطح کلان توسط مسؤولان مورد بررسی قرار گیرد. در غیر اینصورت نه تنها هیچگاه این مشکلات از بین نمی‌روند، بلکه با وجود جوان بودن جمعیت کشورمان، نیازهای درمانی در ۲۰ سال آینده رشد فزاینده‌ای خواهد داشت و در این دوران هزینه‌های کلانی در حال شکل گرفتن خواهد بود که معضل درمان را در سطح کشور دو چندان خواهد کرد (۵). دو مقاله در مورد زمانبندی غیر چرخشی توسط Rothstein و Warner ارائه شده است که کاربرد روش راستین به عملیات‌های اداره و خانه داری بیمارستان مربوطه می‌شود. هدف او بیشینه کردن جفت‌های روز مرخصی‌ها برای مثال دوشنبه و سه شنبه با توجه به محدودیت‌های حاصل از دو روز مرخصی در هر هفته و تخصیص دهی کلی بود در حالیکه وارنر یک الگوریتم دو فازی را برای حل مسئله زمانبندی پرستاران ارائه کرد. فاز اول شامل پیدا کردن راه حل‌های علمی برای محدودیت‌های گوناگون کارمندی است، فاز دوم به دنبال بهبود بخشیدن به راه حل‌های فاز اول بوسیله بیشینه کردن ترجیحات انفرادی برای الگوهای زمانی مختلف است در حالیکه راه حل فاز اول را حفظ می‌کند (۶، ۷). Sherman و Chang در مطالعه‌ای به یک مدل‌سازی ریاضی دو مرحله‌ای برای یک سیستم زمانبندی پرستاران با توجه به نیازمندی‌های مدیریت بیمارستان و مقررات دولتی و ترجیحات شیفتی 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 می‌شود.

اجتناب و همچنین تا جای امکان از شیفت‌های متوالی پرهیز شود.

### روش بررسی

این پژوهش کاربردی بوده به طوریکه پس از اجرا شدن مدل توسط نرم افزار The General Algebraic Modeling System (GAMS) ، نتیجه این مدلسازی به بخش تحقیق و توسعه بیمارستان تحویل داده شده تا به بهره‌برداری برسد. در این تحقیق سعی بر آن شده است که با کمک مدل برنامه ریزی آرمانی صفر و یک و حل آن از طریق نرم افزار GAMS به محاسبه تعداد بهینه پرستار در هر شیفت، از شیفت‌های متوالی هر پرستار جلوگیری کرده و در نهایت به ارائه مدلی مناسب جهت زمانبندی پرستاران با کمترین خطا پرداخته که این امر منتج به افزایش کارایی و بهره‌وری هر پرستار در شیفت مورد نظر شده است. جامعه آماری در این مطالعه میدانی که در زمستان ۱۳۹۱ خورشیدی انجام شده است، بیمارستان شفا بابلسر بوده که در آن ۱۳ پرستار از بخش ICU بیمارستان به طور تصادفی انتخاب شده است و اطلاعات مورد نیاز به صورت بازدید میدانی و پرسش و پاسخ از مدیران مربوطه بیمارستان و همچنین سرپرستاران هر شیفت جمع آوری شده است. تابع هدف در این مسئله، کمینه‌سازی اضافه کاری پرستاران یا بیشینه سازی پاسخگویی به ترجیحات و درخواست های پرستاران است. بنابراین، مسئله آنچنان پیچیده است که حل آن به صورت دستی بسیار زمانبر است، از اینرو، حل این مسئله به صورت خودکار و با کمک رایانه مورد علاقه و توجه پژوهشگران بسیاری در سرتاسر دنیا قرار گرفته است. از طریق نرم‌افزار گمز به محاسبه تعداد بهینه پرستار، از شیفت‌های متوالی هر پرستار جلوگیری کرده و در نهایت به ارائه مدلی مناسب جهت زمانبندی پرستاران با کمترین خطا پرداخته می‌شود. با توجه به مدل‌ها و محدودیت‌ها، رویکردهای حل مسئله زمانبندی پرستاران را می‌توان به دو دسته اصلی، رویکردهای بهینه‌سازی و رویکردهای تصمیم تقسیم کرد. رویکردهای

بهینه‌سازی معمولاً بر پایه تکنیک‌های برنامه‌ریزی ریاضی هستند در حالیکه رویکردهای تصمیم اغلب ابزارهای هوش مصنوعی و رویکردهای ابتکاری را بکار می‌گیرند.

از مفروضات مدل می‌توان به چند مورد ذیل اشاره نمود:

- ✓ پرستاران در طول زمان برنامه ریزی در دسترس هستند.
- ✓ بیمارستان شامل سه شیفت (صبح-عصر-شب) می‌باشد.
- ✓ تعداد پرستار موجود بخش مراقبت‌های ویژه بیمارستان ۱۳ پرستار می‌باشد.
- ✓ شروع هفته از شنبه می‌باشد و تا پنجشنبه ادامه دارد.

### ارائه اندیس‌ها:

$n$ : تعداد روزهای زمانبندی ( $n=14$ )

$m$ : تعداد پرستاران در دسترس در هر واحد (واحد آی سی یو

$m=13$ )

$I$ : مجموعه تمام روزهای افق برنامه‌ریزی

$i \in I$ : اندیس روز

$J$ : مجموعه تمام شیفت‌های کاری

$j \in J$ : اندیس شیفت

$K$ : مجموعه تمام پرستاران

$k \in K$ : اندیس پرستار

$J'$ : مجموعه دو شیفت اول

$J''$ : مجموعه دو شیفت اول و سوم

$J'''$ : مجموعه دو شیفت دوم و سوم

$U$ : حداکثر روزهای کاری در افق برنامه‌ریزی

$L$ : حداقل روزهای کاری در افق برنامه‌ریزی

$N_{i,j}$ : پرستاران متقاضی شیفت  $j$  در روز  $i$  ام

$(i=1,2,3,\dots,n) (j=1,2,3)$

$M_{i,j}$ : حداقل تعداد پرستاران مورد نیاز شیفت  $j$  در روز  $i$  ام

$(i=1,2,3,\dots,n) (j=1,2,3)$

## متغیر تصمیم

اگر پرستار  $k$  ام در روز  $i$  ام به شیفت  $j$  تخصیص یابد.

در غیر این صورت

$$\left. \begin{matrix} 1 \\ \vdots \end{matrix} \right\} X_{ijk}$$

اگر پرستار  $k$  ام در روز  $i$  ام مرخصی باشد.

در غیر این صورت

$$\left. \begin{matrix} 1 \\ \vdots \end{matrix} \right\} C_{ik}$$

## تابع هدف

رابطه (۱)

مختلف داده می شود می توان اهمیت هر کدام را تعیین نمود. به طور مثال  $W_1$  مربوط به تعداد روزهای کاری هر پرستار می باشد که طبق سیاست بیمارستان شفا ۵۰ درصد وزنی را داشته و به طور مشابه  $W_2$  و  $W_3$  که با نوع شیفت های پرستاران سر و کار دارند، به ترتیب ۳۰ درصد و ۲۰ درصد از وزن کل را به خود اختصاص داده اند. این مدل دارای دو متغیر تصمیم و دوازده محدودیت می باشد که در ذیل آمده است. رابطه (۲) که محدودیت اول می باشد تضمین می کند که حداقل تعداد پرستاران در هر روز رعایت شده باشد.

$$\sum_{j \in J} X_{ijk} + C_{i,k} = 1 \quad \forall i, k$$

$$\text{رابطه (۲)} \quad W_1 \sum_{k=1}^m (S1_k^- + S1_k^+) + W_2 \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{k=1}^m S2_{i,k}^+ + W_3 \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{k=1}^m S3_{i,k}^+$$

محدودیت دوم بیانگر این است که هر پرستار در هر روز فقط در یک شیفت کار می کند

$$X_{ijk} + \sum_{j' \in J'} X_{i+1,j'k} \leq 1 \quad j=3, \forall k, i < n-1$$

رابطه (۴)

سیاست بیمارستان شفا بابلسر ( $W_1=0.5, W_2=0.3, W_3=0.2$ )

## محدودیت‌ها

$$\sum_{k \in K} X_{ijk} \geq M_{i,j} \quad \forall i, j$$

رابطه (۲)

$$C_{i,k} + \sum_{j \in J} X_{i+1,j,k} + C_{i+2,k} \leq 2 \quad \forall i < n-2, k$$

رابطه (۵)

محدودیت سوم نشان می دهد چنانچه پرستاری شبکار بوده، در روز بعد شیفت صبح و غروب نباشد. محدودیت چهارم از بوجود آمدن الگوی Off-On-Off جلوگیری می کند.

معادله اول، تابع هدف می باشد و بیانگر حداقل سازی انحرافات می باشد، که بر اساس مقادیری که به  $W$  های

رابطه (۶)

$$\left\{ \begin{array}{ll} X_{ijk} + X_{(i+1)jk} + X_{(i+2)jk} \leq C_{(i+3)k} + 2 & \forall k, j = 3, i = 1, 2, \dots, 11 \\ X_{ijk} + X_{(i+1)jk} + X_{(i+2)jk} \leq C_{(i+4)k} + 2 & \forall k, j = 3, i = 1, 2, \dots, 10 \\ X_{ijk} + X_{(i+1)jk} + X_{(i+2)jk} \leq C_{(i+5)k} + 2 & \forall k, j = 3, i = 1, 2, \dots, 9 \end{array} \right.$$

رابطه (۸)

محدودیت پنجم نشان دهنده این است که اگر پرستاری سه شیفت متوالی شب کار بود، سه روز بعد را استراحت کند.

$$\sum_{j \in J} X_{ijk} + \sum_{j' \in J'} X_{(i+1)j'k} + \sum_{j'' \in J''} X_{(i+2)j''k} + \sum_{j''' \in J'''} X_{(i+3)j'''k} + \sum_{j'''' \in J''''} X_{(i+4)j''''k} + \sum_{j''''' \in J'''''} X_{(i+5)j'''''k} \leq 5$$

$$\forall k, i < n-4$$

$$\sum_{i \in I} X_{ijk} \leq 3 \quad j = 3, \forall k$$

$$L \leq \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} X_{ijk} \leq U \quad \forall k$$

رابطه (۷)

هفتم اجازه نمی‌دهد هیچ پرستاری بیش از ۶ روز متوالی کار کند. و محدودیت هشتم از کار کردن بیش از سه شیفت متوالی شب‌کاری هر پرستار جلوگیری می‌کند.

$$\sum_{i \in I} X_{ijk} \geq 1 \quad \forall j, k \quad \text{رابطه (۹)}$$

$$X_{ijk} + \sum_{j'' \in J''} X_{i+1j''k} + S2_{i,k}^- - S2_{i,k}^+ = 1 \quad j = 2, \forall k, i < n-1 \quad \text{رابطه (۱۰)}$$

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} X_{ijk} + S1_{i,k}^- - S1_{i,k}^+ = 9 \quad \forall k \quad \text{رابطه (۱۱)}$$

$$X_{ijk} + \sum_{j'' \in J''} X_{i+1j''k} + S3_{i,k}^- - S3_{i,k}^+ = 1 \quad j = 1, \forall k, i < n-1 \quad \text{رابطه (۱۲)}$$

در بخش اطفال، ۷ نفر در بخش اداری، ۶ نفر در بخش مالی، و مابقی در سایر بخش‌ها که جمعاً ۱۹۷ نفر می‌باشند. جدول ۱ تعداد پرستاران متقاضی شیفت کار در روزهای مختلف را نمایش می‌دهد. داده‌های زیر به عنوان اطلاعات در طراحی مدل در این تحقیق استفاده می‌شود.

بر اساس آنالیز و تحلیل مدل توسط نرم‌افزار گمز، مقادیر مربوط به هر متغیر مشخص شده، نحوه اختصاص شیفت‌ها به پرستاران در طول شبانه روز تعیین گردیده است که در زیر به پاره‌ای از آن خواهیم پرداخت:

همانطور که مشاهده شد تمامی محدودیت‌های مدل ارضا شده و به مدلی که مورد رضایت مدیران بخش‌های مختلف بیمارستان و پرستاران آن است، رسیدیم، که نهایتاً منتج به رضایت و خرسندی بیماران و همراهان شده است.

جدول ۱ برنامه شیفت کاری پرستاران بر اساس درخواست پرستاران (قبل از ارایه مدل) می‌باشد در حالی که در جدول ۲ به خلاصه‌ای از وضعیت ۱۳ پرستار مورد مطالعه در ۱۴ روز سه شیفت پرداختیم که M, E, N, V به ترتیب بیانگر شیفت صبح، غروب، شب و مرخصی هر پرستار می‌باشد. به طور مثال پرستار دوم در روزهای اول، دهم، یازدهم، صبح‌کار، و همچنین پرستار هشتم در روزهای چهارم و پنجم در شیفت

رابطه (۹) محدودیت ششم تضمین کننده این است که هر پرستار در هر دو هفته بین ۸ تا ۱۰ روز کار کند این در حالیست که محدودیت

محدودیت نهم تضمین می‌کند تا هر پرستار در دو هفته، در یک شیفت خاص کار نکند بلکه در هر سه شیفت کار کند. محدودیت دهم به هر پرستار ۹ روز از ۱۴ روز را کار تخصیص می‌دهد. محدودیت یازدهم مشخص کننده این است که اگر پرستاری شیفت غروب کار کرد، در روز بعد صبح کار یا شب‌کار نشود. محدودیت آخر هم از کار کردن در شیفت‌های غروب و شب، بعد از شیفت صبح روز قبل جلوگیری می‌کند. در این بخش با استفاده از برنامه نرم‌افزار GAMS و فرموله کردن و ارائه مدل ریاضی که مشاهده کردید، نوبت‌کاری پرستاران بیمارستان شفا، مدلسازی و برنامه زمانبندی شیفت کاری ارائه شد.

### یافته‌ها

بیمارستان شفا هم اکنون به عنوان بزرگترین بیمارستان شهرستان به شمار می‌آید که شامل بخش‌هایی نظیر بخش اورژانس، بخش (ICU) intensive care unit، بخش زنان، بخش مردان، و بخش اطفال و همچنین امکاناتی مانند زایشگاه، اتاق عمل، آزمایشگاه، رادیولوژی، سونوگرافی، و داروخانه می‌باشد. از لحاظ نیروی انسانی (پرستار، پزشک، بهیار، کارمند) شامل ۲۱ نفر در بخش اورژانس و مراقبت‌های ویژه، ۱۲ نفر در بخش زنان، ۱۱ نفر در بخش مردان، ۹ نفر

بدیهی است پرستار سوم طبق، در روزهای چهارم، هفتم، یازدهم و دوازدهم به استراحت می پردازد. به همین ترتیب برنامه کاری سایر پرستاران در جدول ذیل آمده است.

صبح مشغول به کار است، این در حالیست که، پرستار اول در روزهای اول و دوم، غروب کار بوده و به طور مشابه مطابق، پرستار چهارم در روزهای هشتم و نهم شب کار خواهد بود.

جدول ۱: (تعداد پرستاران متقاضی شیفت کاری در روزهای مختلف)

روز شیفت	شیفت صبح (j=1)	شیفت عصر (j=2)	شیفت شب (j=3)
۱	۱	۱	۱
۲	۲	۱	۱
۳	۲	۱	۱
۴	۲	۲	۱
۵	۲	۲	۱
۶	۱	۱	۱
۷	۱	۱	۱
۸	۲	۱	۱
۹	۲	۱	۱
۱۰	۲	۱	۱
۱۱	۲	۱	۱
۱۲	۱	۱	۱
۱۳	۱	۲	۱
۱۴	۲	۱	۱

شیفت پرداختیم که M، E، N، V به ترتیب بیانگر شیفت صبح، غروب، شب و مرخصی هر پرستار می باشد. به طور مثال پرستار دوم در روزهای اول، دهم، یازدهم، صبح کار و همچنین پرستار هشتم در روزهای چهارم و پنجم در شیفت صبح مشغول به کار است، این در حالیست که، پرستار اول در روزهای اول و دوم، غروب کار بوده و به طور مشابه مطابق، پرستار چهارم در روزهای هشتم و نهم شب کار خواهد بود. بدیهی است پرستار سوم طبق، در روزهای چهارم، هفتم، یازدهم و دوازدهم به استراحت می پردازد. به همین ترتیب برنامه کاری سایر پرستاران در جدول ذیل آمده است.

بر اساس آنالیز و تحلیل مدل توسط نرم افزار گمز، مقادیر مربوط به هر متغیر مشخص شده، نحوه اختصاص شیفتها به پرستاران در طول شبانه روز تعیین گردیده است که در زیر به پاره‌ای از آن خواهیم پرداخت:

همانطور که مشاهده شد تمامی محدودیت‌های مدل ارضا شده و به مدلی که مورد رضایت مدیران بخش‌های مختلف بیمارستان و پرستاران آن است، رسیدیم، که نهایتاً منتج به رضایت و خرسندی بیماران و همراهان شده است. جدول ۱ برنامه شیفت کاری پرستاران بر اساس درخواست پرستاران (قبل از ارائه مدل) می باشد در حالی که در جدول ۲ به خلاصه‌ای از وضعیت ۱۳ پرستار مورد مطالعه در ۱۴ روز سه

جدول ۲: تحلیل شیفت صبح و عصر و شب توسط نمودار GAMS

روز پرستار	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴
۱	E	E	V	V	V	N	N	V	M	M	M	M	V	M
۲	M	V	N	N	V	V	E	E	V	M	M	V	E	E
۳	E	E	E	V	N	N	V	E	E	E	V	V	V	M
۴	E	E	V	V	M	M	V	N	N	V	V	M	M	M
۵	V	M	M	M	M	M	M	V	V	V	E	E	V	N
۶	E	V	M	M	M	V	M	N	N	V	N	V	V	M
۷	E	E	V	E	E	V	N	N	N	V	M	V	V	E
۸	E	E	V	V	M	M	V	N	N	V	E	E	N	N
۹	E	E	V	V	M	M	V	N	N	V	V	N	N	V
۱۰	V	V	N	N	V	V	E	E	E	E	V	M	V	E
۱۱	N	N	V	V	E	E	V	V	E	E	M	M	V	E
۱۲	E	E	E	V	V	N	N	V	N	N	V	V	M	M
۱۳	E	V	V	V	M	M	V	N	N	V	V	E	E	E

تحقیقات روی بیشینه کردن مرخصی‌های متوالی کار شده است که در این نوع پژوهش انگیزش کارکنان و قوانین بیمارستان دیده نشده است. مانند مطالعات زمانبندی غیر چرخشی توسط Warner ارائه شده است. کاربرد این روش به عملیات‌های اداره و خانه‌داری بیمارستان مربوطه می‌شود. هدف او بیشینه کردن جفت‌های روز مرخصی‌ها برای مثال دوشنبه و سه شنبه با توجه به محدودیت‌های حاصل از دو روز مرخصی در هر هفته و تخصیص دهی کلی بود (۱۲). لیکن در این تحقیق که وجه تشابه آن با مطالعات دیگر در کمینه کردن تعداد پرستاران است، به تمامی وجوه، اعم از انگیزش کارکنان، قوانین و دستورالعمل‌های بیمارستان توجه شده و نتیجه آن مدلی است که منتج به داشتن تعداد بهینه پرستار در هر شیفت شده است. در پایان به تخصیص هر پرستار در هر شیفت پرداختیم به طوری که هم محدودیت‌های نرم و هم محدودیت‌های سخت در نظر گرفته شده است. در واقع منظور از محدودیت‌های نرم همان خواسته‌های پرستاران و محدودیت‌های سخت همان قوانین و دستورالعمل بیمارستان می‌باشد، سپس مدل مورد نظر به کمک نرم افزار GAMS آنالیز گردید

### بحث

ارائه بسیاری از خدمات در طول شبانه روز یکی از ضرورت‌های جامعه ۲۴ ساعته می‌باشد که با توجه به ماهیت آهنگین حیات در انسان، با مشکلاتی برای نیروی کار همراه است. برآوردها حاکی از آن است که در بسیاری از جوامع حدود یک چهارم نیروی کار بصورت نوبت کار بوده و اختصاصاً در حرفه پرستاری بیش از نیم تا دو سوم آنها نوبت کار هستند. با توجه به شرایط سخت کاری پرستاران و حساسیت موقعیت آنان بر آن شدیم در این مطالعه به ارائه مدلی برای زمانبندی شیفت‌های مختلف پرستاران بخش آی سی یو بیمارستان شفا بابل سر پرداختیم. وجه افتراق این مطالعه با مطالعات پیشین بدین صورت است که اهدافی که در این مطالعه مدنظر قرار گرفته است در مطالعات پیشین به صورت توأماً بررسی نشد. به عبارت دیگر در مطالعات پیشین یا روی کمینه کردن تعداد کارمندان در هر شیفت بدون نظر گرفتن قوائد موجود در بیمارستان کار شده است، به طور مثال Hofe با کار کردن روی برنامه ریزی محدودیت برای حل مسائل زمانبندی پرستاران، فقط روی کمینه کردن تعداد پرستاران بدون در نظر گرفتن سایر شرایط مانور داده اند (۱۰). و یا در بعضی



بهینه در هر شیفت از اضافه کاری های غیر ضروری کاسته و به کارایی هر پرستار بیافزاییم.

### تشکر و قدردانی

در نهایت لازم می‌دانم از استاد زحمتکش و توانمند خود جناب آقای استاد عباس طلوعی اشلقی معاونت محترم آموزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات که صبورانه مرا در تدوین این مقاله با رهنمودهای ارزنده خود یاری نموده‌اند قدردانی نمایم و از همسر مهربان و دلسوزم و همچنین از ریاست محترم و کلیه پرسنل خدمت و محترم بیمارستان شفا بابلسر کمال تقدیر و تشکر را داشته و از خداوند منان توفیق روز افزون را برای آن عزیزان مسئلت دارم.

### نتیجه گیری

شیفت کاری متفاوت روی روابط فرد در خانواده وظایف همسری و والدی و ارتباطات جنسی فرد تاثیر دارد. فردی که دارای نوبت‌های کاری مختلف است، وضعیت روحی ثابتی ندارد، تحریک پذیر است و این می‌تواند بر روی روند طبیعی فعالیت وی در منزل اثر بگذارد. با توجه به نتایج با پیشرفت مدل فوق در آینده و مدلسازی با استفاده از تکنیک های دیگر میتوان منابع انسانی بیمارستان را در جهت ارائه خدمات درمانی بهتر به بیماران و مدیریت صحیح بیمارستان بهینه ساخت. هدف مدلسازی بیمارستان برای تنظیم نوبت کاری و تعداد بهینه ی کارکنان به منظور افزایش کارایی بیمارستان و حداقل نمودن هزینه ها می باشد در این تحقیق هم بر آن شدیم که با کمک برنامه ریزی آرمانی به محاسبه تعداد پرستار

### References

1. Maier C, Wolfe H. Cyclical Scheduling and Allocation of Nursing staff. *Socio Economic Planning Sciences* 1973; 7:471-487.
2. Siferd S, Benton W. Workforce Staffing and Scheduling Hospital Nursing Specific Models. *European Journal of Operational Research* 1992; 60(3):233-246.
3. Seyda T, Hasan S. Nurse scheduling using fuzzy modeling approach *Fuzzy Sets and Systems. Operations Research* 2010; 11:1543-1563.
4. Weis D. Professional values key to professional development. *European Journal of Operational Research* 2002; 29(5):271-275.
5. Cleary M. Nursing ethics and power in teaching of codes of ethics. an empirical research study 2009; 13(4):483-490.
6. Warner M. Scheduling Nursing personnel according to Nursing preference. A mathematical programming approach. *Operations Research* 1976; 24:842-856.
7. Rothstein M. Hospital Manpower Shift Scheduling by Mathematical Programming. *Health Service* 1973; 8: 60-66
8. Chang-Chun T, Sherman H. A two-stage modeling with genetic algorithms for the nurse scheduling problem. *Expert Systems with Applications* 2009; 36(5): 9506-9512.
9. Tabari-Khomeiran R, Parsa-Yekta Z, Ahmadi F. Competence development among nurses, 2007;8-10.
10. Hofe HMA. Solving Rostering Tasks by Generic Methods for Constraint Optimization. *Int. J. Found. Comput. Sci.* 2011; 2(5), 671-693
11. Gutjahr WJ, Rauner MS. An ACO algorithm for a dynamic regional nurse-scheduling problem in Austria, *Computers & Operations Research*, 2007; 34(3), 642-666
12. Warner DM. Nurse sta6ng, scheduling, and reallocation in the hospital. *Hospital and Health Services Administration* 1976;21(3):77-90.

## Modeling the Nurse Scheduling in Different Shifts of Babolsar Shafa Hospital\*

Mostafa Nasrollahi<sup>1</sup>

### Original Article

#### Abstract

**Introduction:** For many of organizations, ability of having appropriate number of staffs in proper times and moments is an important factor in meeting client's necessities. Generally hospital modeling is done in order to regulate the shifts and choose the optimum number of crew to increase the effectiveness of hospital and to minimize the costs, so in this study it is intended to reduce the unnecessary overtimes and to increase the efficiency of nurses through use of goal programming and then solving it with GAMS software to choose the optimum number of nurses in the ICU section of Shafa hospital in Babolsar, that eventually results in motivation of nurses for doing their assigned duties.

**Methods:** In this research it is tried to prevent the consecutive shifts of each of nurses through help of 0-1 goal programming model and solving it with GAMS software and after that a proper model with the lowest error is presented for nurse scheduling which leads to enhancement in performance and efficiency of each nurse in respective shift. Shafa hospital in Babolsar was the statistical population of this case study that was done in winter of 1391 and 13 nurses of ICU section of this hospital chosen randomly.

**Results:** Performance assessment of hospital using modeling, simulation and precise scheduling of on and off days may be used as an appropriate tool for capacity programming and effectiveness improvement in the area of effective and quick health care servicing. Estimations show that in many of societies, one-fourth of work force are working in shifts and particularly in nursing profession more than half to two-thirds of crew work in shifts. In this article shifts of nurses are arranged and optimum number of nurses is determined with modeling in such a way that eventually all of the nurses should be at work for 8-10 days out of 14 days and no nurse should be in hospital more than 6 consecutive days.

**Conclusion:** Hospitals can reduce the problems of scheduling and increase the performance with planning and programming human recourse and with optimal use of work force, time and cost. Health care systems include many complicated issues that can be solved through use of analysis and applications of research in operations. In this research a model for appropriate scheduling of nurses is presented in such a way that the personnel became satisfied and instructions and regulations of hospital are obeyed.

**Keywords:** Planning; Working Hours; Nurses; Hospitals.

Received: 10 May, 2013

Accepted: 26 Aug, 2014

**Citation:** Nasrollahi M. **Modeling the Nurse Scheduling in Different Shifts of Babolsar Shafa Hospital.** *Health Inf Manage* 2015; 11(7):994.

\*- This article is resulted from MSc thesis.

1- MSc Industrial Management, Science & Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran (Corresponding Author)

Email: Nasrollahi.Mostafa@gmail.com