مطالعات حسابداری و حسابرسی، بهار ۱۴۰۰، شماره ۳۷، از صفحه ۱۱۵ تا ۱۳۰

مسئله بهینه‌سازی حقوق و دستمزد برای زمان‌بندی نوبت کاری پرسنل همگن: مطالعه موردی در بیمارستان پاسارگاد

دکتر امیرحسین نوبیل[1]©

عضو هیات علمی مدعو، دانشکده مدیریت و حسابداری، موسسه آموزش عالی غیرانتفاعی پرندک، پرندک، ایران

(تاریخ دریافت: ۲۳ فروردین ۱۳۹۹؛ تاریخ پذیرش: ۳ مهر ۱۳۹۹)

هدف: کاربرد مدل‌ها و رویکردهای ریاضی و سیستماتیک در حوزه بهینه‌سازی حقوق و دستمزد پرداختی و سلامت در حال افزایش است. هدف این مطالعه ارائه مسئله برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح مختلط برای زمان‌بندی نوبت کاری چند روزه پرسنل به منظور کمینه کردن هزینه‌های جاری بیمارستان و درنظرگیری رضایت پرسنل است.

روش: این پژوهش تحقیقاتی از نوع کمی است. در این مطالعه یک مسئله برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح مختلط با تابع هدف هزینه (حقوق پرداختی) برای تعیین نوبت کاری پرسنل همگن به نحوی که ظرفیت-های تعداد پرسنل در هر نوبت کاری رعایت گردد پیشنهاد شده است. سپس این مدل ریاضی پیشنهادی باتوجه به اینکه یک مسئله خطی توسعه یافته می‌باشد با استفاده از نرم افزار لینگو (Lingo) حل، و جواب بهینه آن بدست آمده است.

یافته‌ها: با بررسی‌ها بدست آمده و تحلیل نتایج برای یک دوره زمانی تعیین نوبت کاری پرسنل واحد بهداشت محیط بیمارستان پاسارگاد تهران مشخص گردید که هزینه‌های جاری (حقوق پرداختی) مربوط به این واحد در یک ماه حدود ۹ درصد کاهش یافته است. این درصد کاهش در هزینه‌ها باتوجه به افزایش حقوق پایه و افزایش قیمت‌ها می‌تواند سازمان‌ها به‌خصوص بیمارستان‌ها را در صرفه‌جویی در هزینه‌ها یاری کند.

نتیجه‌گیری: استفاده از مدل ریاضی پیشنهادی و سیستماتیک باتوجه به نیاز بخش‌ها و واحدها موجب به‌کارگیری بهینه از پرسنل در نوبت‌های کاری شده و هزینه‌های جاری بیمارستان را کاهش می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: بهینه‌سازی هزینه‌ها، حقوق و دستمزد، زمان‌بندی نوبت‌های کاری، مسئله برنامه‌ریزی خطی.

© (نویسندهٔ مسئول)

[1] amirhossein.nobil@yahoo.com

مقدمه

استفاده از مدل‌های هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت سنتی به دلیل هزینه‌های زیاد و استفاده از روش‌های ذهنی و پرهزینه برای بسیاری از سازمان‌ها با دشواری همراه بوده است و این عوامل سبب شده‌اند که محققان به سمت ابزارهای مدیریتی و کمکی موثر، به‌موقع و به‌هنگام سوق پیدا کنند [۱و۲]. یکی از این ابزارها مسئله برنامه‌ریزی پرسنل می‌باشد که شامل اختصاص کارآمدی فعالیت‌های کاری به کارکنان به‌منظور رعایت شدن قوانین اتحادیه‌ها و کمینه شدن هزینه‌های جاری است. این مسائل در بسیاری از محیط‌های کاری مانند بانک‌ها، بیمارستان‌ها، رستوران‌ها و فروشگاه‌ها قابل اجرا و با اهمیت هستند [۳]. هزینه‌های جاری نظام بهداشت و درمان در کشورهای توسعه یافته روزبه‌روز در حال افزایش است و بیمارستان و مراکز درمانی به‌دنبال راهکاریی جهت کاهش هزینه‌ها هستند. بیش از ۵۰ درصد از هزینه‌های جاری بیمارستان‌ها متعلق به حقوق و دستمزد پرداختی به پرسنل است. ازاین‌رو یافتن رویکردهای علمی که بتواند این هزینه را کاهش دهد راهکاریی بسیار مناسب و معقول برای کاهش هزینه‌ها و بالا بردن سود می‌باشد. با گذشت سال‌ها، یکی از مهمترین نگرانی‌های مدیریت بیمارستان، بهینه‌سازی کارمندان و تصمیم‌گیری در مورد برنامه‌ریزی پرسنل است. پیامدهای کارکنان نامناسب می‌تواند بر عملکرد بیمارستان، تجربه بیمار و رضایت کارکنان تأثیر منفی بگذارد [۴].

تعداد پرسنل مورد نیاز خدمات بیمارستان‌ها و پلیس از قبل قابل تعریف هستند و آنها را می‌توان در طبقه برنامه‌ریزی مبتنی بر ماندگاری قرار داد [۵و۶]. به‌طورکلی سازمان‌ها از منظر مسائل زمان‌بندی پرسنل به ۴ دسته مختلف طبقه‌بندی می‌شوند. طبقه دوم برنامه‌ریزی پرسنل مبتنی بر نوسان تقاضا است که برای انبارها، مراکز توزیع، رستوران‌ها و خدمات پستی قابل اجرا می‌باشد. طبقه سوم برنامه‌ریزی مبتنی بر تحرک است و برای شرکت‌های حمل‌ونقل مانند شرکت‌های هواپیمایی و اتوبوسرانی قابل اجرا است. طبقه چهارم و نهایی مربوط به شرکت‌هایی می‌باشد که پروژه‌های مختلف به آنها واگذار می‌شود و آنها باید پروژه‌ها بین پرسنل تقسیم کنند به این طبقه، برنامه‌ریزی مبتنی بر پروژه گفته می‌شود [۷].

مدل‌های ریاضی از مسئله زمان‌بندی نوبت‌های کاری در تعدادی از مقالات آمده است. هندرسون و بئری[1] سه روش ابتکاری برای شناسایی زیر مجموعه‌های کار از تمامی الگوهای نوبت کاری ممکن ارائه دادند [۸]. مونوروئی[2] مسئله زمان‌بندی نوبت کاری را برای زمان‌هایی که روزهای تعطیل متوالی وجود دارد توسعه داد [۹]. تیبریوالا[3] و همکاران یک روش ابتکاری ساده را برای انتخاب الگوی کاری با دو روز تعطیلی پیاپی ارائه کردند [۱۰]. سپس بیلی[4] مدل یکپارچه‌ای را برای مسئله زمان‌بندی با در نظرگیری روزهای تعطیل و زمان‌بندی نوبت‌های کاری پیشنهاد کرد. در مدل او چندین الگو برای نوبت‌های کاری فرض شده است که پرسنل باتوجه به کمینه شدن هزینه کل به هر نوبت تخصیص می‌یابند [۱۱].

---

[1] Henderson and Berry
[2] Monroe
[3] Tibrewala
[4] Bailey

همچنین مسئله زمان‌بندی پرسنل را می‌توان به دو طبقه تک بخشی و چند بخشی دسته‌بندی نمود. در مسئله برنامه‌ریزی تک بخشی پرسنل به‌طور مستقل از نیازهای بخش‌های دیگر زمان‌بندی می‌شود [۱۲]. اما در مسئله چند بخشی تبادل پرسنل بین بخش‌ها و واحدها امکان‌پذیر است. بارد و ون[۱] [۱۳] و لِگوی[۲] و همکاران [۱۴] مسئله تخصیص وظایف برای نوبت‌های کاری تک بخشی را ارائه دادند. همچنین در سال‌های اخیر ون‌دِربرق[۳] و همکاران [۱۵] و دی‌بُروکر[۴] و همکاران [۱۶] مروری بر مسائل زمان‌بندی پرسنل انجام داده‌اند. بوگیلد و جپسن[۵] [۱۷] تاثیر چند شیفت متوالی، تعطیلات آخر هفته زیاد و دو نوع شیفت مختلف (روز-عصر و روز-شب) در زمان‌بندی شیفت‌ها را بر روی نشانگرهای زیستی بیماری قلبی مورد بررسی قرار دادند. مسئله برنامه‌ریزی پرسنل (پرستاران) اختصاص تعدادی از پرستاران به تعدادی شیفت به‌منظور برآوردن خواسته بیمارستان است. اهداف این مسئله به حداقل رساندن هزینه کلی بیمارستان و حداکثر رساندن ترجیحات با در نظر گرفتن قوانین دولتی و استانداردهای بیمارستان است. مهالاه و الخباباز[۶] [۱۸] یک مطالعه موردی واقعی بر روی واحد مراقبت‌های بهداشتی را در کشور کویت انجام دادند. آنها یک مسئله برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط را با هدف کمینه کردن برون‌سپاری پرستاران و ترجیحات آنها فرموله کردند.

ال‌ادولی و همکاران[۷] [۱۹] یک مدل ریاضی پیشنهادی را برای زمان‌بندی نوبت کاری پرستاران بر اساس ایده مدل جریان شبکه چند حالته ارائه دادند. مدل ارائه شده برای یک مطالعه موردی واقعی در بیمارستانی در مصر اجرا شد. نتایج مطالعه آنها نشان داد که این مدل ریاضی نسبت به زمانی‌که مدیر پرستاری برنامه زمانی را به‌صورت دستی تکمیل می‌کند منصفانه‌تر و حدود ۳۶ درصد هزینه اضافه‌کاری کلی را کاهش می‌دهد. کوریبال[۸] و همکاران [۲۰] روش برنامه‌ریزی آرمانی را برای زمان‌بندی نوبت کاری پرستاران ۴ بخش مختلف توسعه داده‌اند. در همین سال، داهمن[۹] و همکاران [۲۱] یک مسئله زمان‌بندی نوبت کاری چند روزه چند بخشی را با نیروی کار ناهمگن چند مهارته را که در آن پرسنل با محدودیت‌هایی بین بخش‌ها انتقال می‌یابند پیشنهاد کردند.

باتوجه به مطالعه بر روی تحقیقات پیشین، یکی از مهمترین مسئله و چالش‌های پیش روی مدیران بیمارستانی، بهینه‌سازی زمان‌بندی نوبت کاری پرسنل است. هدف این پژوهش زمان‌بندی بهینه نوبت کاری پرسنل همگن باتوجه به در نظرگیری روزهای تعطیل و تعداد مورد نیاز پرسنل در هر نوبت کاری به‌منظور رعایت شدن قوانین وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی و وزارت بهداشت و درمان و کمینه شدن

[1] Bard and Wan
[2] Lequy
[3] Van den Bergh
[4] De Bruecker
[5] Bøggild and Jeppesen
[6] M'Hallah and Alkhabbaz
[7] El Adoly
[8] Cürebal
[9] Dahmen

هزینه‌های جاری درخصوص حقوق و دستمزد پرسنل است. در این مدل پیشنهادی ریاضی یک مسئله جامع و یکپارچه برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح مختلط برای زمانبندی شیفت‌های رایج بیمارستانی برای پرسنل همگن ارائه شده است. پرسنل همگن دارای مهارت‌های یکسانی می‌باشند. تفاوت‌های این پژوهش با تحقیقات انجام شده در حوزه زمان‌بندی پرسنل عبارتند از: (الف) مدل ریاضی باتوجه به قوانین اداره کار کشور ایران فرموله شده است؛ (ب) روزهای تعطیل کاری در این مدل ریاضی قابل تشخیص است؛ (ج) شیفت‌های کاری متفاوت و با مدت زمان مختلف است؛ (د) روزها و نوبت‌های اضافه‌کاری هر پرسنل را مشخص می‌شود؛ (ه) هزینه‌های مازاد اضافه‌کاری، شب‌کاری و تعطیلی در نظر گرفته شده است؛ (و) این مدل می‌تواند باتوجه به هزینه‌ها به مدیران پیشنهاد کند که تعدیل نیرو یا افزایش نیرو داشته باشند؛ (ز) رضایت پرسنل نیز با در نظرگیری زمان استراحت و نحوه صحیح در اضافه‌کاری و شب‌کاری و توجه به حداکثر توان هر فرد افزایش می‌یابد. درنهایت با حل مدل پیشنهاد شده در نرم افزار لینگو و اجرای نتایج آن می‌توان هزینه‌های جاری را کاهش داد.

روش‌ها

مسئله مورد بررسی در این پژوهش جهت زمان‌بندی نوبت کاری پرسنل همگن برای تعداد نیروهای مورد نیاز بیمارستان است. پیش از مدلسازی ریاضی مسئله پیشنهادی لازم است که فرضیات به‌کار رفته در این پژوهش بیان شوند.

- حقوق یک ساعت کارکرد عادی هر پرسنل با سابقه و جدید مشخص و معلوم است.
- تعداد مورد نیاز پرسنل کل بیمارستان در هر روز و هر نوبت مشخص است.
- تمامی پرسنل همگن هستند یعنی تقریبا از مهارت یکسانی برخوردار می‌باشند.
- تعداد پرسنل فعلی و متقاضیان استخدام و حقوق آنها مشخص و معلوم است.
- چهار نوع نوبت کاری در هر روز وجود دارد: (الف) صبح کاری (D) از ساعت ۷ تا ۱۳ مدت زمان کارکرد ۶ ساعت؛ (ب) عصرکاری (G) از ساعت ۱۳ تا ۱۹ برابر مدت زمان کارکرد ۶ ساعت ؛ صبح و عصر (L) از ساعت ۷ تا ۱۹ برابر مدت زمان کارکرد ۱۲ ساعت و (د) شب‌کاری (N) از ساعت ۱۹ تا ۷ برابر مدت زمان کارکرد ۱۲ ساعت است.
- پرسنلی که نوبت کاری ۱۲ ساعت کار کرده‌اند باید روز بعد استراحت کنند یعنی ۱۲ ساعت کار و ۲۴ ساعت تعطیل هستند.
- درصد اضافه‌کاری، تعطیلی و شب‌کاری و حق بیمه باتوجه به قوانین اداره کار مشخص است.
- درصد اضافه شده شب‌کاری برای ساعت ۲۲ تا ۷ ۲صبح به مدت ۸ ساعت است.
- هر پرسنل در ماه باید ۱۸۰ ساعت کار نماید و یک نوبت کاری از ۴ نوع فوق می‌تواند به آن تعلق گیرد.
- تعداد روزکاری هر دوره برابر ۳۰ روز است و روزهای تعطیل آن نیز از روی تقویم مشخص می‌باشد.
- قرارداد پرسنل به‌صورت ماهانه است که در پایان هر ماه می‌توان تعدیل یا افزایش نیرو انجام شود.
- حداکثر زمان اضافه‌کاری کل و در هر نوبت مشخص است. ضمناً پرسنل مشتاق به اضافه‌کاری و دریافت حقوق بیشتر هستند.

- هیچ پرسنلی نمی‌تواند به‌مدت ۲۴ ساعت در یک روز فعالیت نماید.

نمادهای مورد استفاده در این مسئله برنامه‌ریزی خطی که در آن اندیس‌های i و j نشان‌دهنده پرسنل i ام و روز کاری j ام هستند، عبارتند از:

پارامترها

m: تعداد کل پرسنل

r: تعداد کل روزهای کاری

T_j: مجموعه نشان‌دهنده‌ی روزهای تعطیل

S_i: حقوق یکماه پرسنل i ام که شامل حقوق پایه، حق مسکن، حق اولاد، بن خوار و بار، حق بیمه و کسورات است

Q_i: مبلغ عیدی و سنوات سرشکن شده به یکماه پرسنل i ام؛ یعنی عیدی و سنوات آخر سال پرسنل i ام بر ۱۲ تقسیم شده تا برای یکماه بدست آید

C_i: حقوق یک ساعت کارکرد عادی پرسنل i ام که از تقسیم حقوق پایه بر ۱۸۰ بدست آمده است

W: حداقل کارکرد هر پرسنل

V: حداکثر کارکرد هر پرسنل

F: حداکثر روزی که پرسنل با نوبت کاری صبح و عصر می‌تواند صبح‌ها/ یا عصرها به‌عنوان اضافه‌کاری فعالیت نماید.

B: حداکثر روزی که پرسنل با نوبت کاری صبح/ یا عصر می‌تواند عصرها/ یا صبح‌ها به‌عنوان اضافه‌کاری فعالیت نماید.

x: حداکثر روزی که پرسنل با نوبت کاری صبح/ یا عصر می‌تواند شب‌ها به‌عنوان اضافه‌کاری فعالیت نماید.

f: حداکثر روزی که پرسنل با نوبت کاری شب می‌تواند صبح‌ها/ یا عصرها به‌عنوان اضافه‌کاری فعالیت نماید.

E_j: حداقل تعداد پرسنل مورد نیاز در نوبت صبح برای روز j ام

O_j: حداقل تعداد پرسنل مورد نیاز در نوبت عصر برای روز کاری j ام

P_j: حداقل تعداد پرسنل مورد نیاز در نوبت شب برای روز j ام

α: درصدی که به حقوق پایه بابت اضافه‌کاری یا تعطیلی اضافه می‌شود

β: درصدی که به حقوق پایه بابت شب‌کاری اضافه می‌شود

متغیرهای تصمیم

y_i: متغیر دودویی بکارگیری پرسنل i ام که اگر ۱ گردد از پرسنل i ام استفاده می‌شود و در غیراین‌صورت ۰ است.

D_i: متغیر دودویی که اگر ۱ شود پرسنل i ام در نوبت صبح کار می‌کند و در غیراین‌صورت ۰ می‌شود.

G_i: متغیر دودویی که اگر ۱ شود پرسنل i ام در نوبت عصر کار می‌کند و در غیراین‌صورت ۰ می‌شود.

L_i: متغیر دودویی که اگر ۱ شود پرسنل i ام در نوبت صبح و عصر کار می‌کند و در غیراین‌صورت ۰ می‌شود.

N_i: متغیر دودویی که اگر ۱ شود پرسنل i ام در نوبت شب کار می‌کند و در غیراین‌صورت ۰ می‌شود.

d_{ij}: متغیر دودویی که اگر ۱ شود پرسنل i ام در نوبت صبح روز j ام کار می‌کند و در غیراین‌صورت ۰ می‌شود.

g_{ij}: متغیر دودویی که اگر ۱ شود پرسنل i ام در نوبت عصر روز j ام کار می‌کند و در غیراین‌صورت ۰ می‌شود.

l_{ij}: متغیر دودویی که اگر ۱ شود پرسنل i ام در نوبت صبح و عصر روز j ام کار می‌کند و در غیراین‌صورت ۰ می‌شود.

n_{ij}: متغیر دودویی که اگر ۱ شود پرسنل i ام در نوبت شب روز j ام کار می‌کند و در غیراین‌صورت ۰ می‌شود.

U_j: ساعات کل کارکرد پرسنل i ام

t_{ij}: ساعات کل کارکرد تعطیلی کاری پرسنل i ام در روز j ام

ng_{ij}: متغیر دودویی که اگر ۱ شود پرسنل i ام با نوبت کاری عصر در شب j ام اضافه کار می‌ماند و در غیراین‌صورت ۰ می‌شود.

gn_{ij}: متغیر دودویی که اگر ۱ شود پرسنل i ام با نوبت کاری شب در عصر j ام اضافه کار می‌ماند و در غیراین‌صورت ۰ می‌شود.

gl_{ij}: متغیر دودویی که اگر ۱ شود پرسنل i ام با نوبت کاری صبح و عصر در عصر j ام اضافه کار می‌ماند و در غیراین‌صورت ۰ می‌شود.

gd_{ij}: متغیر دودویی که اگر ۱ شود پرسنل i ام با نوبت کاری صبح در عصر j ام اضافه کار می‌ماند و در غیراین‌صورت ۰ می‌شود.

nd_{ij}: متغیر دودویی که اگر ۱ شود پرسنل i ام با نوبت کاری صبح در شب j ام اضافه کار می‌ماند و در غیراین‌صورت ۰ می‌شود.

dn_{ij}: متغیر دودویی که اگر ۱ شود پرسنل i ام با نوبت کاری شب در صبح j ام اضافه کار می‌ماند و در غیراین‌صورت ۰ می‌شود.

dl_{ij}: متغیر دودویی که اگر ۱ شود پرسنل i ام با نوبت کاری صبح و عصر در صبح j ام اضافه کار می‌ماند و در غیراین‌صورت ۰ می‌شود.

dg_{ij}: متغیر دودویی که اگر ۱ شود پرسنل i ام با نوبت کاری عصر در صبح j ام اضافه کار می‌ماند و در غیراین‌صورت ۰ می‌شود.

مدل ریاضی پیشنهادی باتوجه به نمادهای بیان شده به شرح ذیل است:

$Min\ Z = \sum_{j=1}^{m}\{(y_i(S_i + Q_i)) + (\alpha C_i(U_i - W)) + (\alpha C_i \sum_{j=1}^{r} t_{ij}) + \beta C_i \sum_{j=1}^{r}(nd_{ij} + ng_{ij} + n_{ij})\}$	(۱)
به شرط اینکه:	
$D_i + G_i + L_i + N_i \le y_i\ ;\quad \forall i$	(۲)
$d_{ij} \ge 26D_i\ ;\quad \forall i.j$	(۳)
$d_{ij} \le D_i\ ;\quad \forall i.j$	(۴)
$g_{ij} \ge 26G_i\ ;\quad \forall i.j$	(۵)
$g_{ij} \le G_i\ ;\quad \forall i.j$	(۶)
$l_{ij} \ge 15L_i\ ;\quad \forall i.j$	(۷)
$l_{ij} \le L_i\ ;\quad \forall i.j$	(۸)
$l_{ij} + l_{i(j+1)} \le L_i\ ;\quad \forall i.j = 1.2 \dots r$	(۹)
$n_{ij} \ge 15N_i\ ;\quad \forall i.j$	(۱۰)
$n_{ij} \le N_i\ ;\quad \forall i.j$	(۱۱)
$n_{ij} + n_{i(j+1)} \le N_i;\quad \forall i.j = 1 \dots r$	(۱۲)
$ng_{ij} \le G_i x\ ;\quad \forall i.j$	(۱۳)
$gn_{ij} \le N_i f\ ;\quad \forall i.j$	(۱۴)
$n_{ij} + gn_{i(j+1)} \le N_i;\quad \forall i.j = 1 \dots r$	(۱۵)
$nd_{ij} \le D_i x\ ;\quad \forall i.j$	(۱۶)
$dn_{ij} \le N_i f\ ;\quad \forall i.j$	(۱۷)
$n_{ij} + dn_{ij} \le N_i\ ;\quad \forall i.j$	(۱۸)
$gd_{ij} \le D_i B\ ;\quad \forall i.j$	(۱۹)
$dg_{ij} \le G_i B\ ;\quad \forall i.j$	(۲۰)
$dl_{ij} \le L_i F\ ;\quad \forall i.j$	(۲۱)
$dl_{ij} + l_{ij} \le L_i;\quad \forall i.j$	(۲۲)
$gl_{ij} \le L_i F\ ;\quad \forall i.j$	(۲۳)
$gl_{ij} + l_{ij} \le L_i;\quad \forall i.j$	(۲۴)
$\sum_{i=1}^{m}(d_{ij} + dn_{ij} + dl_{ij} + dg_{ij} + l_{ij}) \ge E_j;\quad \forall j$	(۲۵)
$\sum_{i=1}^{m}(g_{ij} + gn_{ij} + gl_{ij} + gd_{ij} + l_{ij}) \ge O_j;\quad \forall j$	(۲۶)
$\sum_{i=1}^{m}(n_{ij} + ng_{ij} + nd_{ij}) \ge P_j;\quad \forall j$	(۲۷)

$U_i = \sum_{j=1}^{r}\{6(d_{ij} + dn_{ij} + dl_{ij} + dg_{ij} + g_{ij} + gn_{ij} + gl_{ij} + gd_{ij}) + 12(l_{ij} + n_{ij} + ng_{ij} + nd_{ij})\}; \quad \forall i$	(۲۸)
$W \le U_i \le V; \quad \forall i$	(۲۹)
$t_{ij} = 6(d_{ij} + dn_{ij} + dl_{ij} + dg_{ij} + g_{ij} + gn_{ij} + gl_{ij} + gd_{ij}) + 12(ng_{ij} + nd_{ij}); \quad \forall i \in m.j \in T_j$	(۳۰)
$D_i.G_i.L_i.N_i.y_i \in \{0.1\}; \quad \forall i$	(۳۱)
$d_{ij}.g_{ij}.l_{ij}.n_{ij}.ng_{ij}.nd_{ij}.gn_{ij}.dn_{ij}.gl_{ij}.dl_{ij}.gd_{ij}.dg_{ij} \in \{0.1\}; \quad \forall i.j$	(۳۲)
$U_i.t_{ij} \ge 0; \quad \forall i.j$	(۳۳)

تابع هدف (۱) بیانگر کمینه کردن هزینه‌های جاری درخصوص حقوق و دستمزد پرداختی شامل حقوق پایه، عیدی و سنوات، اضافه‌کاری، تعطیلی و شب‌کاری است. محدودیت (۲) تضمین می‌کند تا فردی استخدام نشده به آن نوبت کاری تخصیص نیابد و هر پرسنل دقیقا یک نوبت کاری به آن می‌تواند تخصیص یابد. محدودیت (۳) تضمین می‌کند که پرسنل با نوبت‌کاری صبح حداقل باید ۲۶ روز در این نوبت فعالیت نماید نماید تا ۱۸۰ ساعت کارکرد آن تکمیل شود. محدودیت (۴) تضمین می‌کند تا پرسنلی که برای نوبت کاری صبح انتخاب شده است به‌صورت صبح‌کار فعالیت نماید. محدودیت (۵) تضمین می‌کند که پرسنل با نوبت‌کاری عصر حداقل باید ۲۶ روز در این نوبت فعالیت نماید تا ۱۸۰ ساعت کارکرد آن تکمیل شود. محدودیت (۶) تضمین می‌کند تا پرسنلی که برای نوبت کاری عصر انتخاب شده است به‌صورت عصرکار فعالیت نماید. محدودیت (۷) تضمین می‌کند که پرسنل با نوبت‌کاری صبح و عصر حداقل باید ۱۵ روز در این نوبت فعالیت نماید تا ۱۸۰ ساعت کارکرد آن تکمیل شود. محدودیت (۸) تضمین می‌کند تا پرسنلی که برای نوبت کاری صبح و عصر انتخاب شده است به‌صورت صبح و عصرکار فعالیت نماید. محدودیت (۹) تضمین می‌کند پرسنلی که به‌صورت نوبت صبح و عصر در یک روزکاری فعالیت نموده است فردای آن تعطیل باشد تا قانون ۱۲ ساعت کار و ۲۴ ساعت تعطیلی رعایت شود. محدودیت (۱۰) تضمین می‌کند که پرسنل با نوبت‌کاری شب حداقل باید ۱۵ روز در این نوبت فعالیت نماید تا ۱۸۰ ساعت کارکرد آن تکمیل شود. محدودیت (۱۱) تضمین می‌کند تا پرسنلی که برای نوبت کاری شب انتخاب شده است به‌صورت شبکار فعالیت نماید. محدودیت (۱۲) تضمین می‌کند پرسنلی که به‌صورت نوبت شب در یک نوبت کاری فعالیت نموده است فردای آن تعطیل باشد.

محدودیت (۱۳) بیانگر آن است که پرسنل با نوبت کاری عصر حداکثر می‌تواند به تعداد x روز اضافه‌کار در نوبت شب باشد. محدودیت (۱۴) تضمین می‌کند که پرسنل با نوبت کاری شب حداکثر می‌تواند به تعداد f روز اضافه‌کار در نوبت عصر باشد. محدودیت (۱۵) تضمین می‌کند اضافه‌کاری عصر برای شب‌کار حتما باید قبل از نوبت شب همان شیفت باشد تا رضایت پرسنل تأمین شود. محدودیت (۱۶) بیانگر آن است که پرسنل با نوبت کاری صبح حداکثر می‌تواند به تعداد x روز اضافه‌کار در نوبت شب باشد. محدودیت (۱۷) تضمین می‌کند که پرسنل با نوبت کاری شب حداکثر می‌تواند به تعداد f روز اضافه‌کار در نوبت

صبح باشد. محدودیت (۱۸) تضمین می‌کند اضافه‌کاری صبح برای شب‌کار حتما باید بعد از نوبت شب همان شیفت باشد تا رضایت پرسنل تأمین گردد. محدودیت (۱۹) بیانگر آن است که پرسنل با نوبت کاری صبح حداکثر به تعداد B روز می‌تواند اضافه‌کار در نوبت عصر باشد. محدودیت (۲۰) بیانگر آن است که پرسنل با نوبت کاری عصر حداکثر به تعداد B روز می‌تواند اضافه‌کار در نوبت صبح باشد. محدودیت (۲۱) بیانگر آن است که پرسنل با نوبت کاری صبح و عصر حداکثر به تعداد F روز می‌تواند اضافه‌کار در نوبت صبح باشد. محدودیت (۲۲) تضمین می‌کند که پرسنل با نوبت کاری صبح و عصر اگر بخواهد در نوبت صبح اضافه‌کار باشد باید در روزی که نوبت‌کاری تعیین شده برای صبح و عصر آن نیست جهت اضافه‌کار حضور یابد. محدودیت (۲۳) بیانگر آن است که پرسنل با نوبت کاری صبح و عصر حداکثر به تعداد F روز می‌تواند اضافه‌کار در نوبت عصر باشد. محدودیت (۲۴) تضمین می‌کند که پرسنل با نوبت کاری صبح و عصر اگر بخواهد در نوبت عصر اضافه‌کار باشد باید در روزی که نوبت‌کاری تعیین شده برای صبح و عصر آن نیست جهت اضافه‌کار حضور یابد.

محدودیت (۲۵) تضمین می‌کند تعداد پرسنل مورد نیازصبح بیمارستان در هر روز رعایت شود. محدودیت (۲۶) تضمین می‌کند تعداد پرسنل مورد نیاز عصر بیمارستان در هر روز رعایت شود.

محدودیت (۲۷) تضمین می‌کند تعداد پرسنل مورد نیاز شب بیمارستان در هر روز رعایت شود. در محدودیت (۲۸) مقدار ساعت کل کارکرد هر پرسنل محاسبه می‌شود. محدودیت (۲۹) تضمین می‌کند که حداقل و حداکثر کارکرد ساعت کل هر پرسنل رعایت شود. در محدودیت (۳۰) مقدار ساعت کل کارکرد در روزهای تعطیل هر پرسنل محاسبه می‌شود. متغیرهای تصمیم دودویی مسئله در رابطه‌های (۳۱) و (۳۲) نشان داده شده‌اند و درنهایت در رابطه (۳۳) متغیرهای تصمیم پیوسته آمده‌اند.

یافته‌ها

در این بخش یک مثال عددی واقعی برای مسئله برنامه‌ریزی زمان‌بندی نوبت کاری پیشنهادی ارائه شده است. در این مطالعه موردی تعداد ۱۶ پرسنل واحد بهداشت محیط برای ۵ بخش مختلف بیمارستان پاسارگاد تهران با حقوق و مزایای مختلف برای دوره زمانی ۱ دی ماه ۹۸ لغایت تا ۳۰ دی ماه ۹۸ به مدت ۳۰ روز مورد تحلیل قرار گرفته است. در این دوره زمانی ۴ تعطیل رسمی (جمعه) به تاریخ‌های ۶، ۱۳، ۲۰ و ۲۷ دی ماه وجود دارد. تعداد پرسنل مورد نیاز در روزهای غیر تعطیل برای نوبت صبح، عصر و شب این بخش‌ها به‌ترتیب برابر ۷، ۴ و ۳ نفر است. همچنین، تعداد پرسنل مورد نیاز در روزهای تعطیل برای نوبت صبح، عصر و شب این بخش‌ها به‌ترتیب برابر ۵، ۴ و ۳ نفر است. حداکثر اضافه‌کاری برای پرسنل برابر ۱۰۰ ساعت در نظر گرفته شده است. همچنین α و β به‌ترتیب برابر ۰/۴ و ۰/۳۵ می‌باشند. به‌علاوه مقدار x و f برابر ۸ و مقدار B و F برابر ۱۱ فرض شده است. مابقی اطلاعات مربوط به حقوق و مزایای این ۱۶ نفر نیز در جدول ۱ آمده است.

باتوجه به اطلاعات داده شده و اینکه مدیریت در نظر دارد که باتوجه به پرسنل موجود زمان‌بندی انجام پذیرد و پرسنل جدیدی اضافه نگردد. این مسئله برنامه‌ریزی زمان‌بندی پیشنهادی با داده‌های ارائه شده با استفاده از نرم‌افزار لینگو ۱۸ بر روی یک کامپیوتر ۶۴ بیت با ویندوز ۱۰ و حافظه ۱۶ گیگا بایت و در

زمان ثانیه اجرا، و جواب بهینه ۴۲۶,۴۴۵,۸۷۵ ریال برای مدت زمانی در نظر گرفته شده حاصل گردید. همچنین زمان‌بندی بهینه نوبت‌های کاری و اضافه‌کاری هر ۱۶ پرسنل در جدول ۲ آمده است. این جواب بهینه در مقایسه با روش دستی زمان‌بندی پرسنل که مسئول بهداشت محیط ترتیب می‌داد حدود ۹ درصد معادل ۴۱,۴۲۰,۲۱۶ ریال کاهش یافته است.

جدول ۱- حقوق و مزایای (به ریال) ۱۶ پرسنل در نظر گرفته شده

پرسنل	C_i	S_i	Q_i
۱	۱۱۱,۲۶۹	۲۲,۴۵۸,۸۳۳	۵,۰۰۷,۰۹۸
۲	۱۰۷,۵۵۱	۲۱,۸۷۵,۸۷۸	۴,۸۳۹,۷۷۳
۳	۱۰۶,۶۴۶	۲۲,۰۲۹,۱۶۵	۴,۷۹۹,۰۸۵
۴	۱۰۷,۵۵۱	۲۳,۶۱۷,۲۶۹	۴,۸۳۹,۷۷۳
۵	۱۰۵,۶۱۷	۲۳,۱۱۴,۱۵۷	۴,۷۵۲,۷۵۰
۶	۱۰۳,۹۱۹	۲۱,۵۰۰,۸۰۲	۴,۶۷۶,۳۵۵
۷	۱۰۳,۹۱۹	۱۹,۸۲۶,۷۹۶	۴,۶۷۶,۳۵۵
۸	۱۰۳,۹۲۴	۱۹,۶۱۰,۷۶۸	۴,۶۷۶,۵۸۰
۹	۱۰۱,۹۱۹	۲۱,۱۶۷,۳۸۱	۴,۵۸۶,۳۴۰
۱۰	۹۷,۳۸۴	۲۱,۹۰۷,۳۸۰	۴,۳۸۲,۲۶۵
۱۱	۸۸,۷۷۸	۲۰,۳۷۹,۹۱۵	۳,۹۹۵,۰۲۵
۱۲	۸۸,۷۷۸	۱۸,۹۶۳,۵۳۸	۳,۹۹۵,۰۲۵
۱۳	۸۴,۸۲۳	۱۸,۳۵۳,۸۷۱	۳,۸۱۷,۰۳۵
۱۴	۸۴,۸۲۳	۱۸,۰۷۹,۶۵۱	۳,۸۱۷,۰۳۵
۱۵	۸۴,۸۲۳	۱۸,۳۵۴,۶۱۸	۳,۸۱۷,۰۳۵
۱۶	۸۴,۸۲۳	۱۶,۸۹۶,۳۷۰	۳,۸۱۷,۰۳۵

جدول ۲- زمان‌بندی بهینه نوبت کاری ۱۶ پرسنل موجود برای ۳۰ روز دی ماه ۹۸

فرد	نوبت	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
۱	**D**	D	D	D	D	D		D	D	D	D	D	D		D	D
۲	**D**	D	D	D	D	D		D	D	D	D	D	DG		DG	D
۳	**D**	D	DG	D	DG	D		D	DG	D	DG	D	D		D	D
۴	**L**		L		L		L		L		L		L		L	
۵	**L**		L		L		L		L		L		L		L	
۶	**L**	L		L		L		L		L		L		L		L
۷	**L**	L		L		L		L		L		L		L		L
۸	**L**		L		L		L		L		L		L		L	
۹	**L**	L		L		L		L		L		L		L		L
۱۰	**L**	L		L		L		L		L		L		L		L
۱۱	**N**		N		N		N		N		N		N		N	
۱۲	**N**	N		N		N		N		N		N		N		N
۱۳	**N**	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N
۱۴	**N**		N		N		GN		N		N		N	D	N	
۱۵	**N**	N		N		N	D	N		N		N		N		N
۱۶	**N**		N		N		N		N		N		N		N	

D: نوبت کاری صبح، G: نوبت کاری عصر، N: نوبت کاری شب و L: نوبت کاری صبح و عصر

ادامه جدول ۲- زمان‌بندی بهینه نوبت کاری ۱۶ پرسنل موجود برای ۳۰ روز دی ماه ۹۸

فرد	نوبت	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۹	۳۰
۱	**D**	DG	D	DG	D		D	D	DG	D	D	D		D	DG	D
۲	**D**	D	D	D	DG		D	D	D	D	DG	D		D	D	D
۳	**D**	D	D	D	D		D	D	D	D	D	D		D	D	D
۴	**L**	L		L		L		L		L		L		L		L
۵	**L**	L		L		L		L		L		L		L		L
۶	**L**		L		L		L		L		L		L		L	
۷	**L**		L		L		L		L		L		L		L	
۸	**L**	L		L		L		L		L		L		L		L
۹	**L**		L		L		L		L		L		L		L	
۱۰	**L**		L			L		L		L		L		L		L
۱۱	**N**	N		N		N		N		N		N		N		N
۱۲	**N**		N		N		N		N		N		N		N	
۱۳	**N**		N		N	D	GN		N		N		N		N	
۱۴	**N**	N		N	D	N	D	N		N	D	N	D	N	D	N
۱۵	**N**	D	N	D	N		N		N		N		GN		N	
۱۶	**N**	N		N		N		N	D	N		N	D	N		N

D: نوبت کاری صبح، G: نوبت کاری عصر، N: نوبت کاری شب و L: نوبت کاری صبح و عصر

بحث و نتیجه‌گیری

در سال‌های اخیر که هزینه‌های جاری نظام بهداشت و مراکز درمانی در حال افزایش است، یکی از مهمترین چالش‌های مدیران بیمارستان، زمان‌بندی بهینه نوبت‌های کاری پرسنل است به‌طوری‌که کمترین هزینه با رعایت قوانین اتحادیه‌ها حاصل شود. اتخاذ تصمیمات بهینه درخصوص زمان‌بندی نوبت-های کاری با محدودیت‌های فراوانی از قبیل: تعداد مورد نیاز پرسنل هر نوبت، تعداد پرسنل موجود، قوانین اداره کار، قوانین بیمارستان، توان جسمانی پرسنل و غیره همراه است. بنابراین مدل ریاضی یکپارچه و سیستماتیکی که بتواند شرایط و محدودیت‌ها موجود را با درنظرگیری اولویت‌های بیمارستان فرموله کند بسیار حائز اهمیت می‌باشد.

در این پژوهش یک مسئله برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح مختلط برای زمان‌بندی نوبت کاری پرسنل همگن ارائه شده است. در این مدل ریاضی پیشنهادی حقوق و مزایای پرسنل، تعداد آنها و تعداد مورد نیاز و قوانین اداره کار و بیمارستان به‌عنوان ورودی به مسئله داده شد و بر اساس آنها مدل‌سازی صورت پذیرفت. سپس این مدل پیشنهادی برای یک مطالعه موردی در بیمارستان پاسارگاد تهران و برای ۱۶ پرسنل ۵ بخش واحد بهداشت محیط اجرا گردید که نتیجه آن موجب کاهش ۹ درصدی هزینه‌ها نسبت به زمانی شد که زمان‌بندی پرسنل به‌صورت دستی تعیین می‌گردید. با در نظرگیری این نتیجه، اگر این مسئله پیشنهادی در ابعاد بزرگتر و برای تعداد پرسنل بیشتری انجام شود می‌توان تخمین زد که صرفه-جویی قابل توجه‌ای در هزینه‌های جاری ممکن است اتفاق بیفتد. یکی از جنبه‌های دیگر این مدل پیشنهادی این است که توان جسمانی و رضایت افراد لحاظ شده است و با محدودیت‌های قرار داده شده در مسئله می‌توان باتوجه به وضعیت بیمارستان این رضایت را افزایش یا کاهش داد. درنتیجه می‌توان این مطلب را بیان نمود که این برنامه‌ریزی پرسنل پویا و انعطاف‌پذیر است. این مسئله ریاضی را می‌توان با در نظرگیری پرسنل ناهمگن (دارای مهارت‌های مختلف)، تعداد پرسنل مورد نیاز متغیر در هر نوبت، هزینه لباس و وعده‌های غذایی و میزان وفاداری پرسنل توسعه داد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از ریاست محترم بیمارستان پاسارگاد تهران، آقای دکتر علیرضا جعفری‌زاده که در انجام این پژوهش نویسنده را یاری نمودند تشکر و قدردانی به‌عمل می‌آید. طرح حاضر در بیمارستان پاسارگاد دارای کد به شماره ۱۱۰/۹۸/۰۱۵۵۱۳ می‌باشد.

فهرست منابع

۱. خلیفه سلطانی، سید احمد. میرزایی، کلانی. (۱۳۹۱). "مدل هزینه‌یابی بر مبنای فعالیت زمان‌گرا"، **مطالعات حسابداری و حسابرسی**، انجمن حسابداری ایران، ش۳، ۳۲-۴۷.

۲. کمالی کرمانی، نرجس. بصیرزاده، محمدحسین. زردکوهی، محسن. دل آرام، محمد. طالبی نجف آبادی، عبدالحسین. (۱۳۹۲). "تعیین موثرترین عامل (از بین عوامل اعتماد به توانایی، سودمند

دانستن ابزار کمکی، برآورد اندازه‌ی شرکت، فشار حرفه) بر میزان استفاده از ابزار کمکی تصمیم‌گیری در ارزیابی ریسک تقلب مدیریت"، **مطالعات حسابداری و حسابرسی**، انجمن حسابداری ایران، ش۶، ۱۰۲-۱۱۵.

3. Dehghan, I., Ostadi, B., and Hosseini, S. (2019). "Developing a model for dynamic schedule of heart surgery based on patient's maximum delay". **Journal of Hospital**, 17(4):57-65. (in Persian)
4. Franz, L. S., Baker, H. M., Leong, G. K., and Rakes, T. R. (1989). "A mathematical model for scheduling and staffing multiclinic health regions". **European Journal of Operational Research**, 41(3): 277-289.
5. Bard, J.F. (2004). "Selecting the appropriate input data set when configuring a permanent workforce". **Computers & Industrial Engineering**, 47(4):371-389.
6. Burke, E. K., De Causmaecker, P., Berghe, G. V., and Van Landeghem, H. (2004). "The state of the art of nurse rostering". **Journal of scheduling**, 7(6): 441-499.
7. Brucker, P., Qu, R., & Burke, E. (2011). "Personnel scheduling: Models and complexity". **European Journal of Operational Research**, 210(3): 467-473.
8. Henderson, W. B., and Berry, W. L. (1977). "Determining optimal shift schedules for telephone traffic exchange operators". **Decision Sciences**, 8(1): 239-255.
9. Monroe, G. (1970). "Scheduling manpower for service operations". **Industrial Engineering**, 2(8): 10.
10. Tibrewala, R., Philippe, D., and Browne, J. (1972). "Optimal scheduiing of two consecutive idle periods". **Management Science**, 19(1): 71-75.
11. Bailey J. (1985). "Integrated days off and shift personnel scheduling"l **Computers & Industrial Engineering**, 9(4): 395-404.
12. Bard, J. F., and Wan, L. (2008). "Workforce design with movement restrictions between workstation groups". **Manufacturing & Service Operations Management**, 10(1): 24-42.
13. Bard, J F., and Wan, L. (2006) "The task assignment problem for unrestricted movement between workstation groups" **Journal of Scheduling**, 9(4): 315-341.

14. Lequy, Q., Bouchard, M., Desaulniers, G., Soumis, F., and Tachefine, B. (2012). "Assigning multiple activities to work shifts". **Journal of Scheduling**, 15(2): 239-251.13.
15. Van den Bergh, J., Beliën, J., De Bruecker, P., Demeulemeester, E., and De Boeck, L. (2013). "Personnel scheduling: Aβliterature review". **European journal of operational research**, 226(3): 367-385.
16. De Bruecker, P., Van den Bergh, J., Beliën, J., and Demeulemeester, E. (2015). "Workforce planning incorporating skills: State of the art". **European Journal of Operational Research**, 243(1): 1-16.
17. Bøggild, H., and Jeppesen, H. J. (2001). "Intervention in shift scheduling and changes in biomarkers of heart disease in hospital wards". **Scandinavian journal of work, environment & health**, 87-96.
18. M'Hallah, R., and Alkhabbaz, A. (2013). "Scheduling of nurses: A case study of a Kuwaiti health care unit". **Operations Research for Health Care**, 2(1-2): 1-19.
19. El Adoly, A. A., Gheith, M., and Fors, Mr N. (2018). "A new formulation and solution for the nurse scheduling problem: A case study in Egypt". **Alexandria engineering journal**, 57(4): 2289-2298.
20. Cürebal, A., Eren, T., and Alakaş, H, M. (2019). "Goal Programming Method for Shift Scheduling: Application for A Private Hospital Staff Nurse". Proceedings Book, 168.
21. Dahmen, S., Rekik, M., Soumis, F., and Desaulniers, G. (2020). "A two-stage solution approach for personalized multi-department multi-day shift scheduling". **European Journal of Operational Research**, 280(3): 1051-1063.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Accounting & Auditing Studies, Spring 2021, No. 37. pp. 115-130

A Payroll Optimization Problem for Homogeneous Personnel Shift Scheduling: A Case Study at Pasargad Hospital

Amir Hossein Nobil (PhD)[1]©
Adjunct Lecturer, Faculty of Management and Accounting, Parandak Institute of Higher Education, Parandak, Iran

(Received: 11 April 2020; Accepted: 24 September 2020)

Objective: The application of mathematical and systematic models and approaches to health and payroll is on the rise. The purpose of this study is to present a mixed integer linear programming (MILP) problem for multi-day shifts scheduling in order to minimize hospital costs (payroll) and consider staff satisfaction.
Methods: This is a quantitative research study. This study proposes a MILP problem with cost objective function to determine the homogeneous staff shift so that the capacity of the number of personnel per shift is met. Then the proposed mathematical model is solved using the Lingo software, and its optimal solution is obtained.
Results: By examining and analyzing the results for a period of personnel shift at the Environmental Health Unit of Tehran Pasargad Hospital, it was found that total costs related to this unit decreased by about 9% in a month. This percentage reduction in costs (payroll) due to rising salaries and rising prices can help hospitals save money.
Conclusion: The proposed mathematical and systematic model optimizes the personnel shift scheduling, and reduces hospital costs.

Keywords: Cost optimization, Payroll, Work shift Scheduling, Linear programming problem.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

[1] amirhossein.nobil@yahoo.com ©(Corresponding Author)