

فصلنامه علمی مطالعات مدیریت صنعتی - سال هجدهم، شماره ۵۹، زمستان ۹۹ (نوع مقاله: پژوهشی)

صفحات ۲۱۸-۱۸۱

DOI: 10.22054/jims.2017.16659.1592

زمان بندی شیفت های پرستاران با در نظر گرفتن رضایت شغلی: مطالعه موردی در بیمارستان امام خمینی (ره) شهرستان نور

سمیه کاویان پور،* جواد رضائیان**

تاریخ دریافت: ۹۵/۹/۴ - تاریخ پذیرش: ۹۶/۷/۱۸

چکیده

زمان بندی مناسب شیفت های کاری پرستاران بیمارستان یک مسئله حیاتی در مدیریت بیمارستان است. پژوهشگر در این پژوهش در پی بهبود زمان بندی نوبت کاری پرستاران در سازمان های خدمات درمانی و بهداشتی است تا زمینه های کاهش هزینه ها و پیچیدگی محاسباتی را فراهم کند و برآیند این اقدامات را در قالب رضایت شغلی و کیفیت خدمات ارائه شده محقق سازد. برای این مسئله یک مدل ریاضی خطی ارائه گردید و بعد از اشاره به NP-hard بودن آن به ارائه الگوریتم فراابتکاری ژنتیک جهت حل مسئله در ابعاد موجود در واقعیت پرداخته شد و در بیمارستان امام خمینی (ره) شهرستان نور به عنوان یک نمونه واقعی پیاده سازی و نتایج محاسباتی ارائه گشت. در رویکرد پیشنهادی از استانداردهای اعتباربخشی بیمارستان ها و قوانین بهره وری در مدلسازی استفاده شده است. تولید جداول زمانی با استفاده از مدل ارائه شده منجر به بهبود سطح رضایت مندی پرستاران و ارتقای عملکرد شغلی آنها می شود.

واژگان کلیدی: زمان بندی پرستار، الگوریتم فراابتکاری ژنتیک، بهره وری، رضایت شغلی

* کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشکده مدیریت و مهندسی صنایع، دانشگاه علوم و فنون مازندران

** دانشیار گروه مهندسی صنایع، دانشکده مدیریت و مهندسی صنایع، دانشگاه علوم و فنون مازندران.

(نویسنده مسئول) j.rezaeian@ustmb.ac.ir

مقدمه

زمان بندی^۱، فرآیند تخصیص منابع به فعالیت‌ها با در نظر گرفتن محدودیت‌های عملیاتی به منظور استفاده بهینه از منابع موجود می‌باشد. توالی عملیات و زمان بندی شکل‌هایی از تصمیم‌گیری هستند که نقش اساسی در برنامه ریزی صحیح برای استفاده از منابع محدود، به منظور ارتقای بهره‌وری در سیستم‌های تولیدی و خدماتی ایفا می‌کنند. اقتصادی بودن این سیستم‌ها مشروط به داشتن یک برنامه تعیین توالی و زمان بندی مناسب می‌باشد. در این پژوهش، محقق در پی تعیین برنامه زمانی مناسب برای پرستاران در بیمارستان که سازمان خدماتی محسوب می‌شود، می‌باشد. مطالعات نشان می‌دهد که در دسترس بودن پرستاران واجد شرایط و در دسترس نیاز سیستم مراقبت بهداشتی است. پیش بینی شده که تا سال ۲۰۲۰ شکاف بین عرضه و تقاضای پرستاران واجد شرایط به ۳۶ درصد افزایش خواهد یافت [۱]. بررسی‌های اخیر نشان داده که بیش از یک سوم پرستاران قصد دارند ظرف یک سال موقعیت خود را ترک کنند [۲، ۳]. پرستاران به دلایل زیادی برای ترک موقعیتشان اشاره می‌کنند. جرسون و الیور یافتند که سیاست‌های زمان بندی یکی از دلایل مهمی است که چرا پرستاران حرفه خود را ترک می‌کنند [۳]. هم چنین حجم کار و استرس بالا منجر به نارضایتی پرستاران شده است. در محیط پرستاری فعلی بیمارستان‌ها، رایج است که هر واحد در بیمارستان، پرستاران تخصیص یافته خودش را به طور مستقل، بر اساس توان در دسترس بودن پرستاران و سیاست‌های بیمارستان زمان بندی کند. این شیوه زمان بندی، غیر متمرکز است. در این شیوه پرستاران بیمارستان معمولاً به اضافه کاری اجباری فراخوانده می‌شوند و این منجر به زمان بندی‌های با مطلوبیت کمتر و هزینه‌های اضافه‌تر برای بیمارستان می‌شود. با توجه به اینکه پرستاران با انجام وظایفی فراتر از توان خود مستهلک می‌شوند، سعی بر آن است که این مساله زمان بندی طوری مدل سازی شود که میزان استهلاک پرستاران حداقل گردد. در نتیجه رضایت شغلی پرستاران افزایش یافته و بهره‌وری نیز به دنبال آن افزایش خواهد یافت. یکی از اصلی‌ترین اولویت‌های مدیران، بهره‌وری و بهبود خدمات ارائه شده در بخش بهداشت و درمان جهت

افزایش رضایتمندی و برآورده کردن سطح توقعات مردم است که با افزایش بهره وری، مدیران می توانند راه رسیدن به اهداف سازمانی و توسعه و پیشرفت کشور در بخش بهداشت و درمان را هموار سازند، در نتیجه به عوامل اثرگذار بر بهره وری باید توجه ویژه ای شود. بنابراین یک زمان بندی خوب به مدیریت بهتر منابع کمیاب بیمارستان و افزایش بهره وری و رفاه پرستاران کمک می کند و این موضوع هم به نفع بیماران و هم به نفع پرستاران خواهد بود [۳، ۴].

در اکثر سازمان های خدمات درمانی، تخصیص پرستاران توسط اعضای کادر درمانی انجام می شود، در نتیجه معیارهای کاهش هزینه و افزایش بهره وری در سازمان مد نظر قرار نخواهد گرفت و میزان رضایتمندی گروه های ذی نفع (کارکنان و بیماران) به نسبت قابل توجهی کاهش می یابد. برای حل این بحران پیش آمده نیازمند روش های تاثیرگذار برای بهبود روند سازمانی هستیم. از جمله این روش ها ارائه رویکردی به منظور زمان بندی پرستار با در نظر گرفتن رضایت شغلی در بیمارستان ها می باشد. امروزه در برخی از سازمان های بهداشتی و درمانی، کاهش بهره وری به یک چالش تبدیل شده است که این امر می تواند ناشی از عدم استفاده بهینه از منابع انسانی سازمان باشد. لذا می توان با استفاده از زمان بندی خوب برای منابع انسانی و با در نظر گرفتن رضایت شغلی و مولفه های موثر بر بهره وری و تقویت این مولفه ها و هم چنین با مدنظر قرار دادن امکان مستهلک شدن پرستاران به افزایش رضایت شغلی و بهبود بهره وری در سازمان کمک کرد. این مقاله به صورت زیر سازماندهی شده است: در ابتدا پژوهش های انجام شده در زمینه زمان بندی پرستاران در چند سال اخیر ارائه شده است. سپس منابع پرستاری، شیفت ها، رویکرد موجود زمان بندی در بیمارستان ها توصیف می شود. پس از آن رویکرد پیشنهادی و ساختار الگوریتم ژنتیک پیشنهادی شرح داده می شود و در نهایت پیاده سازی رویکرد پیشنهادی در بیمارستان امام خمینی (ره) شهرستان نور و نتیجه گیری و پیشنهادهای آینده ارائه خواهد شد.

مرور ادبیات

در زمینه زمان بندی در بیمارستان‌ها پژوهش‌های متفاوتی توسط پژوهشگران مختلف در بیمارستان‌های مختلف انجام شده است که در ادامه به طور خلاصه به بعضی از آن‌ها اشاره خواهد شد. اولین بار هنکوک^۱ و ایسکن^۲ موضوع کاربرد مدل‌های زمان بندی در بخش‌های مختلف بیمارستانی را که تقاضای خدمت در طول ایام هفته و اوقات روز در آن‌ها متغیر است، مورد بررسی قرار دادند [۵]. پس از آن پژوهشگران مختلفی در این زمینه کار کرده اند. به عنوان مثال، مارچینو نو هفت گام برای کمک به زمان بندی پرستاران در چرخش سه شیفت شناسایی کرد. هم چنین یه و لین زمان انتظار بیماران بخش اورژانس را به عنوان تابع هدف در نظر گرفتند و تعدادی راه حل عملی و ممکن توسط الگوریتم ژنتیک ارزیابی و تولید کردند [۶]. روزن بوم^۳ و جورترن^۴ یک تکنیک برنامه نویسی عدد صحیح سه مرحله ای برای حل مساله زمان بندی پرستار ارائه دادند که مدل آن‌ها بر به دست آوردن راه حل‌های بهینه تمرکز می کند که کثرت کاری و مرخصی‌ها را در نظر می گیرد [۷]. جامارد^۵ و همکاران مساله زمان بندی پرستار را به یک مساله اصلی و مساله کمکی تقسیم کردند که مساله اصلی نیازمندی‌های کلی مانند حداقل کردن هزینه و پوشش تقاضا را حل می کند، در حالی که مساله کمکی ویژگی‌های خاص مربوط به هر پرستار مانند ارشدیت و مرخصی‌ها را حل می کند [۸].

میهان پارک^۶ و همکاران در سال ۲۰۱۲ در مقاله ی رضایت شغلی پرستاران دانش آموخته جدید در کره جنوبی تلاش کردند تا مقایسه ای بین رضایت شغلی پرستاران فارغ التحصیل جدید، متخصصان، مددکاران اجتماعی و مدرسان دانشگاه مقدماتی برای شناسایی ویژگی‌های خاص رضایت شغلی پرستاران انجام دهند. محتوای کار، محیط کار فیزیکی،

1. Hancock

2. Isken

3. Rosen bloom

4. Goertzen

5. Jaumard

6. Mihyan park

ارتباط بین فردی، سیستم پیشرفت و استقلال به طور قابل توجهی با رضایت شغلی کلی پرستاران مرتبط بود [۱۰]. پس از آن گاندی اس و همکاران در پژوهش خود در سال ۲۰۱۴ ارتباط سطوح علائم جسمانی، استرس و رضایت شغلی در میان پرستاران شاغل در یک بیمارستان روانپزشکی در هند را ارزیابی کردند و دریافتند که احساس استرس زیاد توسط پرستاران مراقبت از بیماران روانی می تواند منجر به علائم جسمانی شود که این موضوع بر رضایت شغلی آن‌ها اثرگذار است [۱۱]. در پژوهشی دیگر که هانگ تائو و همکاران در سال ۲۰۱۵ به منظور تعیین عوامل اثرگذار بر رضایت شغلی از دیدگاه پرستاران واحد مراقبت‌های ویژه^۱ انجام دادند، احساس رضایت شغلی و گرایش به ترک خدمت در میان پرستاران ICU را در کشور چین بررسی کردند. در این پژوهش دو موضوع با توجه به تاثیرات شگرفی که بر رضایت شغلی داشت ظاهر شد: ۱) استرس درک شده از تقاضاهای بار کاری بیش از حد و محیط کار ICU (۲) عدم احترام و به رسمیت شناختن شغل پرستاران و اما نتایج حاصل از این مطالعه این طور بیان شد که برای پرستاران ICU در چین، منابع نارضایتی شغلی به طور بالقوه با مداخلات ساده رفع می شوند [۹]. در مقاله تعهد سازمانی و رضایت شغلی در میان پرستاران در صربستان که توسط وادیکا^۲ و همکاران در سال ۲۰۱۴ به منظور شناسایی و آزمون عواملی که ممکن است یک اثر تخمین زننده بر رضایت شغلی و تعهد سازمانی داشته باشند انجام شد، به این نکته اشاره شد که یکی از پیش نیازهای اساسی مدیریت کارآمد سازمان در سلامت موسسات است که قطعاً نظارت و سنجش رضایت کارکنان و تعهد آن‌ها به سلامت سازمانی است که در آن کار می کنند [۱۲]. با توجه به مطالبی که ارائه شد، بیشترین علائم جسمانی با در نظر گرفتن تحقیقات انجام شده توسط بسیاری از پژوهشگران، مربوط به خستگی پرستاران بوده و مهم ترین عامل عدم رضایت شغلی گزارش شده است و بی توجهی به عوامل موجود در محیط کار پرستاری و خصوصاً ساعات کاری پرستاران، سبب فرسودگی شغلی آن‌ها خواهد شد. علاوه بر این در بیشتر مطالعات به بخش خاصی از بیمارستان مثلاً بخش اورژانس یا ICU پرداخته شده اما در پژوهش حاضر همه بخش‌های بیمارستان در نظر گرفته شده و به

1. Intensive Care Unit (ICU)

2. Vladika M

بر طرف کردن مهم ترین عامل عدم رضایت شغلی که خستگی پرستاران شاغل در بیمارستان‌ها است، توجه شده و زمان بندی مناسبی ارائه خواهد شد که استهلاک پرستاران در تمامی واحدها تا حد ممکن کاهش یابد. پس از آن پژوهشی توسط وانگ^۱ و همکارانش در سال ۲۰۱۳ در ارتباط با زمان بندی پرستاران با عنوان یک رویکرد دو مرحله ای برای مسئله زمان بندی پرستار انجام شد. این پژوهشگران مطالعات خود را در یک بخش اورژانس در هنگ کنگ انجام دادند. این رویکرد ابتکاری دو مرحله ای قادر به تولید زمان بندی‌های با کیفیت بود. در مقایسه با برنامه ریزی صفر و یک، رویکرد دو مرحله ای پیشنهادی، مزیت کاربر دوستی و تولید کارآمد زمان بندی‌های با کیفیت با زمان محاسباتی کمتری داشت [۱۳]. هم چنین در سال ۲۰۱۳ مقاله ای با عنوان زمان بندی نوبت کاری پرستاران: یک مطالعه موردی در واحد مراقبت‌های بهداشتی کویت در مجله ای منتشر شد. نویسندگان این مقاله، ریم ام حلا^۲ و امینه الخباز^۳ بر این باور بودند که جداول زمانی به دست آمده نسبت به جداولی که به صورت دستی توسط سرپرستار تولید شده بود برتر هستند [۱۴]. پس از آن در پژوهشی دیگر در سال ۲۰۱۴، موجیسولا^۴ و همکاران یک ابزار پشتیبان تصمیم گیری برای زمان بندی پرستاران در بخش اورژانسی واقع در جنوب نیوجرسی طراحی کردند. آن‌ها در پی بهبود بهره وری نیروی کار برای بخش‌های اورژانس با تاکید بر بهینه سازی زمان بندی‌های کارکنان پرستاری بودند. بدین منظور یک ابزار پشتیبان تصمیم گیری با پیشنهاد تعداد پرستاران مورد نیاز در هر ساعت برای هر روز در هفته طراحی کردند [۱۵]. اما همه پژوهش‌های بالا تا حدودی محدود هستند و تعداد زیادی از سیاست‌های زمان بندی ارائه شده در بیمارستان‌های امروز را در نظر نگرفته اند و هم چنین در آن‌ها به مساله زمان بندی پرستار با توجه به رضایت شغلی و در نظر گرفتن استهلاک پرستاران توجه نشده است و بیشتر این پژوهش‌ها تنها در یک بخش از بیمارستان در نظر گرفته شده اند.

1 .T.C. Wong

2 .Rym .M'Hallah

3 .Amina Alkhabbaz

4 .Mojisola otegbeye

توصیف مدل ارائه شده

در این مدل محدودیت‌ها به دو دسته محدودیت‌های سخت و محدودیت‌های نرم تقسیم بندی شده اند. محدودیت‌های سخت آن دسته از محدودیت‌هایی هستند که تحت هر شرایطی حتما باید برآورده شوند و محدودیت‌های نرم هم آن دسته از محدودیت‌هایی هستند که احتمال نقض آن‌ها وجود دارد. این در حالی است که در مدل ارائه شده میزان نقض محدودیت‌های نرم در تابع هدف جریمه شده است بدین صورت که میزان نقض محدودیت‌های نرم باید حداقل گردد. محدودیت‌های شماره ۴ تا شماره ۲۰ در دسته محدودیت‌های سخت قرار دارند و محدودیت‌های شماره ۲۱ تا شماره ۲۵ در دسته محدودیت‌های نرم جای گرفته اند. در ادامه مدل پیشنهادی با جزئیات کامل شرح داده می‌شود.

پرستاران و شیفت‌ها

پرستاران در این مدل به ۶ دسته تقسیم بندی شده اند. این تقسیم بندی بر اساس جنسیت، تجربه، واجد شرایط بودن و ارشدیت صورت گرفته است. برای پرستاران سه سطح تازه کار، متوسط و ارشد منظور شده است، بدین شکل که پرستار نوع اول، پرستار مرد سطح تازه کار در نظر گرفته شده که در دسته ۱ جای می‌گیرد. پرستار نوع دوم، پرستار مرد سطح متوسط است که در دسته ۲ جای گرفته است و پرستار نوع سوم، پرستار مرد سطح ارشد معرفی شده است که در دسته ۳ قرار دارد. دسته بندی پرستاران زن هم به همین ترتیب صورت گرفته است. پرستار نوع چهارم، پرستار زن سطح تازه کار است که در دسته ۴ قرار گرفته و پرستار نوع پنجم، پرستار زن سطح متوسط است که در دسته ۵ قرار دارد و پرستار نوع ششم هم پرستار زن سطح ارشد می‌باشد که در دسته ۶ جای گرفته است (جدول شماره ۱). در مدل پیشنهادی ۵ نوع شیفت در نظر گرفته شده است که شامل شیفت‌های روز، عصر، شب، تعطیلی و مرخصی می‌شود. شیفت‌های روز، عصر و شب، سه شیفت ۸ ساعته هستند که در مجموع ۲۴ ساعت یعنی یک شبانه روز را پوشش می‌دهند. شیفت تعطیل بدین دلیل در نظر گرفته شده است که در سایر مشاغل کارمندی یک روز جمعه در طول هفته تعطیل می‌باشد، اما با توجه

به شغل پرستاری که نمی توان بیمارستان را در روز تعطیل بدون پرستار رها کرد تعداد مشخصی روز تعطیل به ازای هر پرستار در طول هفته با توجه به نوع بیمارستان و سیاست های آن در نظر گرفته شده است. شیفت مربوط به مرخصی هم با توجه به درخواست مرخصی هر پرستار در طول هفته و در صورت قبول درخواست مرخصی توسط مدیریت برای هر پرستار لحاظ می شود. این شیفت ها توسط مقررات قانونی و سیاست های موجود در هر بیمارستان به هر پرستار تخصیص داده می شوند.

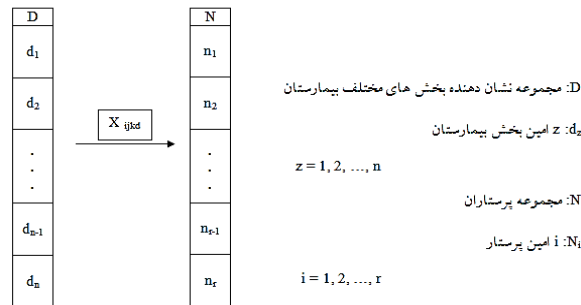
رویکرد موجود زمان بندی

رویکرد موجود در بیمارستان ها بدین صورت است که یک فرد خبره یا سرپرستار بخش، مسئول تخصیص شیفت ها به پرستاران می باشد. در رویکرد فعلی سرپرستاران تنها پرستاران بخش خود را زمان بندی می کنند و ممکن است چندین روز برای این کار زمان تلف شود و در نهایت زمان بندی تولید شده کارایی لازم را نخواهد داشت و ممکن است بسیاری از محدودیت های مهم زمان بندی نوبت کاری پرستاران در آن لحاظ نشود. این در حالی است که در رویکرد پیشنهادی این عملیات توسط نرم افزار و در زمان بسیار کم و با در نظر گرفتن بسیاری از عوامل محدود کننده زمان بندی پرستار انجام خواهد شد.

رویکرد پیشنهادی

در هر مسئله زمان بندی، هدف یا اهدافی مورد توجه می باشند که مطابق با مسئله مورد بررسی تعیین می شوند و میزان ارضاء هدف (اهداف) مورد نظر به میزان زیادی تحت تاثیر مدل ایجاد شده برای مسئله می باشد. بنابراین روش مورد استفاده برای زمان بندی فعالیت ها از اهمیت بالایی برخوردار است. مساله مورد بررسی در این پژوهش، به زمان بندی نوبت کاری پرستاران موجود در بخش های مختلف یک بیمارستان اختصاص دارد. در هر بیمارستانی وظایفی در بخش های مختلف وجود دارند که باید به بهترین نحو ممکن توسط پرستاران هر بخش انجام شوند. در این بخش مدلی ارائه خواهد شد که پرستاران بخش های مختلف یک

بیمارستان را به گونه ای زمان بندی می کند که پرستاران بر اساس واجد شرایط بودن بتوانند در بخش های مختلف بیمارستان فعالیت کنند تا بدین وسیله از تکراری بودن کارها و محیط کاری پرستاران اجتناب شود و رضایت شغلی آنها افزایش یابد.



X_{ijkl} آیا پرستار i در روز j به شیفت k در بخش d بیمارستان تخصیص می یابد؟

شکل ۱- نمایی از تخصیص پرستاران به بخش ها

مفروضات مسئله

- همه پرستاران موجود در بیمارستان به طور کلی و نه به صورت مستقل برای هر واحد، در نظر گرفته شده اند، یعنی زمان بندی متمرکز است.
- افق زمانی هفتگی در نظر گرفته شده است.
- محدودیت هایی که سطوح خدمات در هر واحد را بر اساس نسبت پرستار به بیمار کنترل می کند، خطی است.
- تعداد شیفت هایی که هر پرستار در روز می تواند کار کند و تعداد مرخصی ها در طول یک دوره زمان بندی برای هر پرستار، محدود است.
- حداکثر تعداد شیفت های شب و شیفت های عصر متوالی در طول هفته برای هر پرستار معین است.
- درخواست مرخصی هر پرستار در ابتدای هفته باید مشخص باشد.

● دسته بندی پرستاران بدون توجه به مهارت آن‌ها صورت گرفته و فرض بر این است که پرستاران هر سطح دوره‌های آموزشی لازم مربوط به سطح خود را دیده اند.

مدل ریاضی پیشنهادی

در این بخش در ابتدا اندیس‌ها و پارامترهای ورودی مدل، متغیرهای تصمیم‌گیری، تابع هدف و محدودیت‌ها به صورت جداگانه مورد بررسی قرار گرفته و تشریح می‌شوند. در این مدل محدودیت‌ها به دو دسته سخت و نرم تقسیم بندی شده اند. محدودیت‌های سخت آن‌هایی هستند که حتما باید برآورده شوند و محدودیت‌های نرم هم آن دسته از محدودیت‌هایی هستند که احتمال نقض آن‌ها وجود دارد. در تابع هدف سعی بر آن است که میزان نقض محدودیت‌های نرم با توجه به اهمیت وزنی هر محدودیت حداقل گردد. حال مدل ریاضی پیشنهادی با رویکرد برنامه ریزی صفر و یک برای مسئله یاد شده ارائه می‌گردد. (جدول ۱- انواع پرستاران)

جدول ۱- انواع پرستاران

نوع پرستار (t)	محدوده شماره گذاری
MRN_J	m_۱
MRN_M	m+1_n
MRN_S	n+1_o
FRN_J	o+1_p
FRN_M	p+1_q
FRN_S	q+1_r
تعداد کل	r

اندیس‌ها و پارامترهای ورودی به مدل

t : اندیس پرستاران;

t : اندیس نوع پرستاران;

j : اندیس روزهای هفته;

k : اندیس نوع شیفت;

d : اندیس بخش‌های بیمارستان;

W_s : اهمیت وزنی مربوط به محدودیت نرم s ;

Z_d : نسبت پرستار به بیمار در بخش d ;

L_{tjkd}^{Min} : حداقل انتظاری تعداد بیمار برای دریافت خدمت از پرستار نوع t در روز j و شیفت k در بخش d ;

L_{tjkd}^{Max} : حداکثر انتظاری تعداد بیمار برای دریافت خدمت از پرستار نوع t در بخش d در روز

j و شیفت k که در اینجا برابر با همان تعداد تخت موجود برای بیمار در هر بخش است;

a : تعداد شیفت کاری مجاز برای یک پرستار در یک شبانه روز;

b : تعداد تعطیلی برای هر پرستار در مدت زمان یک هفته;

c : تعداد شیفت‌های شب مجاز برای هر پرستار در طول یک هفته;

f : تعداد شیفت‌های عصر مجاز برای هر پرستار در طول یک هفته;

h : تعداد شیفت‌های عصر متوالی مجاز که باید اجتناب شود;

M_{ij} : اطلاعات مربوط به مرخصی‌های درخواستی پرستار i در روز j ;

N'_{ij} : حداقل تعداد پرستاران سطح ارشد مرد یا زن مورد نیاز برای همه بخش‌ها به طور مجزا

به جز بخش زنان و زایمان در روز j و شیفت k ;

N''_{ij} : حداقل تعداد پرستاران سطح ارشد زن مورد نیاز برای بخش زنان و زایمان در روز j و

شیفت k ;

M : یک عدد خیلی بزرگ

مجموعه‌ها

I : شاخص مجموعه پرستاران،

J : مجموعه ای که روزهای زمان بندی را نشان می‌دهد،

$$J = \{1(\text{شنبه}), 2(\text{یکشنبه}), 3(\text{دوشنبه}), 4(\text{سه شنبه}), 5(\text{چهارشنبه}), 6(\text{پنجشنبه}), 7(\text{جمعه})\};$$

K : مجموعه انواع شیفت،

$$K = \{1(\text{روز}), 2(\text{عصر}), 3(\text{شب}), 4(\text{تعطیلی}), 5(\text{مرخصی})\}$$

D : شاخص مجموعه بخش‌های بیمارستان؛

u : u امین بخش بیمارستان که باید پرستاران آن بخش زمان بندی شوند؛

$$D = \{1(\text{زنان و زایمان}), 2(\text{داخلی}), 3(\text{کودکان}), \dots\}$$

متغیرهای تصمیم‌گیری مدل پیشنهادی

$$X_{ijkl} = \begin{cases} 1, & \text{اگر پرستار } i \text{ به شیفت } k \text{ در روز } j \text{ برای فعالیت در بخش } d \text{ اختصاص داده شود} \\ 0, & \text{در غیر اینصورت} \end{cases}$$

(۱)

N_{jkd} : تعداد کل پرستاران مورد نیاز در روز j و شیفت k برای بخش d

تابع هدف مربوط به مسئله مورد نظر

$$Z_{Proposed} = w_1 N_{S1} + w_2 N_{S2} + w_3 N_{S3} + w_4 N_{S4} + w_5 N_{S5} + w_6 N_{S6}, \quad (2)$$

$$\begin{aligned}
 \text{Min. } Z_b = & w_1 \sum_{i \in I} \sum_{j=1}^6 \sum_{d \in D} s_{ijd}^+ + w_2 \sum_{i \in I} \sum_{j=1}^6 \sum_{d \in D} s_{ijd}^+ + w_3 \left(\sum_{i \in I} s_{3i}^+ + \sum_{i \in I} s_{3i}^- \right) \\
 & + w_4 \sum_{i \in I} \sum_{j=1}^5 \sum_{d \in D} s_{4ijd}^+ + w_5 \left(\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} s_{5ij}^+ + \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} s_{5ij}^- \right) \\
 & + w_6 \left[\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{k \in K} \sum_{d \in D} X_{ijkd} - \left(\sum_{j \in J} \sum_{k \in K} \sum_{d \in D} X_{ijkd} - 1 \right) \right], \forall i \in I
 \end{aligned} \tag{۳}$$

معادله شماره ۳ بسط یافته معادله شماره ۲ می باشد. در معادله شماره ۲، عبارت N_{S1} تعداد دفعاتی است که شیفت عصر قبل از تعطیلی یا مرخصی قرار بگیرد. عبارت N_{S2} نشان دهنده تعداد دفعاتی است که شیفت روز و عصر بعد از شیفت شب قرار گیرد. عبارت N_{S3} تعداد انحراف ساعات کاری هر پرستار در طول یک هفته از ۴۴ ساعت است. عبارت N_{S4} تعداد دفعاتی است که شیفت کاری روز و عصر بین مرخصی و تعطیلی محصور شود. عبارت N_{S5} تعداد دفعاتی است که درخواست مرخصی پرستاری رد شود و عبارت N_{S6} تعداد کل پرستاران مورد نیاز تمامی بخش ها می باشد که در تابع هدف حداقل می گردد.

محدودیت های مدل

محدودیت های سخت:

هر پرستار می تواند حداکثر در a شیفت در یک روز کار کند.

$$\sum_{k \in K} \sum_{d \in D} X_{ijkd} \leq a, \forall i \in I, j \in J \tag{۴}$$

هر پرستار باید b تعطیلی در طول هفته داشته باشد.

$$\sum_{j \in J} \sum_{d \in D} X_{ijkd} = b, \forall i \in I, K = 4 \tag{۵}$$

شیفت روز نباید بعد از شیفت شب باشد.

$$X_{ij3d} + X_{i(j+1)1d} < 2, \forall i \in I, j = 1, \dots, 6, d \in D \quad (۶)$$

هر پرستار نباید بیشتر از c شیفت شب در هفته کار کند.

$$\sum_{j \in J} \sum_{d \in D} X_{ijkd} \leq c, \forall i \in I, k = 3 \quad (۷)$$

هر پرستار نباید بیشتر از f شیفت عصر در طول هفته داشته باشد.

$$\sum_{j \in J} \sum_{d \in D} X_{ijkd} \leq f, \forall i \in I, k = 2 \quad (۸)$$

تعداد h شیفت عصر متوالی باید اجتناب شود.

$$X_{ijkd} + X_{i(j+1)kd} + \dots + X_{i(j+h-1)kd} < h, \forall i \in I, j = 1, \dots, 7 - (h - 1), k = 2, d \in D \quad (۹)$$

معادلات ۱۰ و ۱۱ مشخص می‌کند که هر پرستار در هر هفته باید حداکثر در دو بخش کار کند.

$$\sum_{k \in K} Z_{ik} \leq 2, \forall i \in I \quad (۱۰)$$

$$MZ_{ik} \geq \sum_{j \in J} \sum_{d \in D} X_{ijkd}, \forall i \in I, k \in K \quad (۱۱)$$

تعداد کل پرستاران مورد نیاز در روز j و شیفت k برای بخش d

$$\sum_{i \in I} X_{ijkd} = N_{jkd}, \forall j \in J, k = 1, 2, 3, d \in D \quad (۱۲)$$

تعداد پرستاران مورد نیاز از هر نوع در هر روز، شیفت و بخش خاص

حداقل و حداکثر تعداد پرستاران مرد مورد نیاز برای بخش d در روز z و شیفت k

$$\sum_{i=1}^o X_{ijkd} \geq Z_d \times L_{MRN}^{Min}{}_{jkd}, \forall j \in J, k = 1, 2, 3, \forall d \in D \quad (13)$$

$$\sum_{i=1}^o X_{ijkd} \leq Z_d \times L_{MRN}^{Max}{}_{jkd}, \forall j \in J, k = 1, 2, 3, \forall d \in D \quad (14)$$

حداقل و حداکثر تعداد پرستاران زن مورد نیاز برای بخش d در روز z و شیفت k

$$\sum_{i=o+1}^r X_{ijkd} \geq Z_d \times L_{FRN}^{Min}{}_{jkd}, \forall j \in J, k = 1, 2, 3, \forall d \in D \quad (15)$$

$$\sum_{i=o+1}^r X_{ijkd} \leq Z_d \times L_{FRN}^{Max}{}_{jkd}, \forall j \in J, k = 1, 2, 3, \forall d \in D \quad (16)$$

حداقل تعداد پرستاران سطح ارشد مرد یا زن مورد نیاز برای همه بخش‌ها به طور مجزا به جز

بخش زنان و زایمان در روز z و شیفت k

$$\sum_{i=n+1}^o X_{ijkd} + \sum_{i=q+1}^r X_{ijkd} \geq N'_{jkd}, \forall j \in J, k = 1, 2, 3, d = 2, \dots, u \quad (17)$$

حداقل تعداد پرستاران سطح ارشد زن مورد نیاز برای بخش زنان و زایمان در روز z و شیفت

k

$$\sum_{i=q+1}^r X_{ijkd} \geq N''_{jkd}, \forall j \in J, k = 1, 2, 3, d = 1 \text{ (فقط بخش زنان و زایمان)} \quad (18)$$

معادله ۱۹ مربوط به درخواست مرخصی هر پرستار می شود.

$$M'_{ij} = 1 - M_{ij}, \forall i \in I, \forall j \in J, \forall d \in D \quad (19)$$

معادله ۲۰ طبق استانداردهای اعتباربخشی بیمارستان نشان دهنده ی این است که در بخش های ویژه مانند CCU و ICU باید تعداد پرستاران ارشد حداقل ۵۵ درصد از تعداد کل پرستاران مورد نیاز این بخش در هر روز و در هر شیفت باشد.

$$\sum_{i=n+1}^o X_{ijkd} + \sum_{i=q+1}^r X_{ijkd} \geq 0.55 N_{jkd}, \forall j \in J, k \in K, d = ICU, CCU \quad (20)$$

محدودیت های نرم:

$$S_1: \left\{ X_{ij2d} + \sum_{k=4}^5 X_{i(j+1)kd} \right\} - (s1_{ijd}^+ - s1_{ijd}^-) = 1, \forall i \in I, j = 1, \dots, 6, d \in D$$

که $s1_{ijd}^+$ و $s1_{ijd}^-$ انحراف منفی و مثبت نتیجه معادله (۲۱) را نشان می دهد. اگر شیفت عصر قبل از تعطیلی یا مرخصی بیاید، $s1_{ijd}^+ = 1$ فقط انحراف مثبت جریمه شده است.

$$S_2: \left\{ X_{ij3d} + \sum_{k=1}^3 X_{i(j+1)kd} \right\} - (s2_{ijd}^+ - s2_{ijd}^-) = 1, \forall i \in I, j = 1, \dots, 6, d \in D \quad (22)$$

که $s2_{ijd}^+$ و $s2_{ijd}^-$ انحراف منفی و مثبت نتیجه معادله (۲۲) را نشان می دهد. اگر شیفتی غیر از تعطیلی یا مرخصی بعد از شیفت شب باشد، $s2_{ijd}^+ = 1$ فقط انحراف مثبت جریمه شده است.

$$S_3: \left\{ 8 \sum_{j \in J} \sum_{k=1}^2 \sum_{d \in D} X_{ijkd} + 12 \sum_{j \in J} \sum_{d \in D} X_{ij3d} \right\} - (s3_i^+ - s3_i^-) = 44, \forall i \in I \quad (23)$$

که s_{ijd}^+ و s_{ijd}^- انحراف منفی و مثبت نتیجه معادله (۲۳) را نشان می‌دهد. اگر مجموع ساعات کاری پرستاران در طول هفته بیشتر از ۴۴ ساعت شود، s_{ijd}^+ مقدار می‌گیرد و اگر کمتر از ۴۴ ساعت شود s_{ijd}^- مقدار می‌گیرد. هر دو انحراف مثبت و منفی جریمه شده است.

$$S_4: \left\{ \sum_{k=4}^5 X_{ijkd} + \sum_{k=1}^2 X_{i(j+1)kd} + \sum_{k=4}^5 X_{i(j+2)kd} \right\} - (s_{ijd}^+ - s_{ijd}^-) = 2, \forall i \in I, \quad (24)$$

$j = 1, \dots, 5, d \in D$

که s_{ijd}^+ و s_{ijd}^- انحراف منفی و مثبت نتیجه معادله (۲۴) را نشان می‌دهد. اگر شیفت کاری روز و عصر با مرخصی یا تعطیلی محصور شود، $s_{ijd}^+ = 1$. فقط انحراف مثبت جریمه شده است.

$$S_5: \left\{ \sum_{k=1}^4 \sum_{d \in D} X_{ijkd} - M'_{ij} \right\} - (s_{ij}^+ - s_{ij}^-) = 0, \forall i \in I, \forall j \in J \quad (25)$$

که s_{ij}^+ و s_{ij}^- انحراف منفی و مثبت نتیجه معادله (۲۵) را نشان می‌دهد. اگر در روزی که پرستاری درخواست مرخصی داده، به او شیفتی تخصیص داده شود، $s_{ij}^+ = 1$ و اگر پرستاری در روزی درخواست مرخصی نداده باشد و به او در آن روز مرخصی تخصیص داده شود $s_{ij}^- = 1$ هر دو انحراف مثبت و منفی جریمه شده است.

ساختار الگوریتم ژنتیک پیشنهادی

گام‌های اصلی الگوریتم ژنتیک پیشنهادی برای مساله ارائه شده به شرح ذیل می‌باشند:

ساختار کروموزوم

کروموزوم پیشنهادی در این پژوهش یک بخش دارد که این بخش شامل یک ماتریس با ابعاد "تعداد روزهای زمان بندی × تعداد پرستاران" ($r \times 7$) می‌باشد. هر سطر این ماتریس مربوط به یک پرستار و هر ستون آن نشان دهنده ی یک روز هفته است. هر سلول از این ماتریس شامل دو عدد است. عدد اول نمایشگر شیفتی است که به هر پرستار تخصیص داده می‌شود و عدد دوم معرف بخشی است که هر پرستار باید در آن فعالیت کند. در نتیجه در هر سلول، عدد اول مربوط به نوع شیفت می‌شود و از ۱ تا ۵ متغیر است و عدد دوم نیز مربوط به بخش‌های بیمارستان می‌شود که از ۱ تا ۶ (با توجه به داده‌های ورودی بیمارستان امام خمینی (ره) شهرستان نور که ۶ بخش از بیمارستان برای زمان بندی در نظر گرفته شده است) متغیر است. برای درک بهتر به شکل ۲- نگاه کنید. در این شکل ساختار کروموزوم پیشنهادی و نحوه کدگشایی کروموزوم برای یک نمونه با ۷ روز کاری و ۳ پرستار نمایش داده شده است.

	روز	روز	روز	روز	روز	روز	روز
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
پرستار ۱	۲،۱	۳،۲	۰،۰	۰،۰	۰،۰	۴،۱	۱،۱
پرستار ۲	۰،۰	۰،۰	۰،۰	۰،۰	۰،۰	۰،۰	۰،۰
پرستار ۳	۰،۰	۰،۰	۰،۰	۰،۰	۰،۰	۰،۰	۰،۰

شکل ۲- ساختار کروموزوم

جمعیت اولیه

یکی از مهم ترین تصمیمات در ابتدای الگوریتم، تعیین اندازه جمعیت اولیه است به طوری که اگر اندازه جمعیت کم باشد ممکن است نتوان به جواب‌های مناسبی دست یافت و اگر اندازه جمعیت خیلی زیاد باشد، زمان محاسباتی مسئله افزایش می‌یابد. در الگوریتم پیشنهادی، اندازه جمعیت اولیه برابر ۲۰ در نظر گرفته شده، به این صورت که ۲۰ کروموزوم اولیه به طور تصادفی تولید می‌شوند.

محاسبه و ارزیابی برازندگی

برای مشخص نمودن برازندگی کروموزوم‌ها لازم است معیاری جهت ارزیابی کروموزوم‌ها وجود داشته باشد. بدین منظور در هر تکرار از الگوریتم پس از ایجاد جمعیت جدید مقدار برازندگی کروموزوم‌های تولید شده بر اساس معیار تعریف شده تعیین می‌شود که این معیار بر اساس تابع هدف که در این مسئله حداقل کردن هزینه‌هاست تعریف شده است. در این الگوریتم به ازای هر کروموزوم مقدار تابع هدف محاسبه می‌گردد که این مقدار به عنوان میزان برازندگی هر کروموزوم در نظر گرفته می‌شود و چون هدف حداقل کردن هزینه‌هاست پس هر چه مقدار محاسبه شده کمتر باشد آن کروموزوم شایستگی بیشتری دارد.

روش‌های تولید جواب جدید

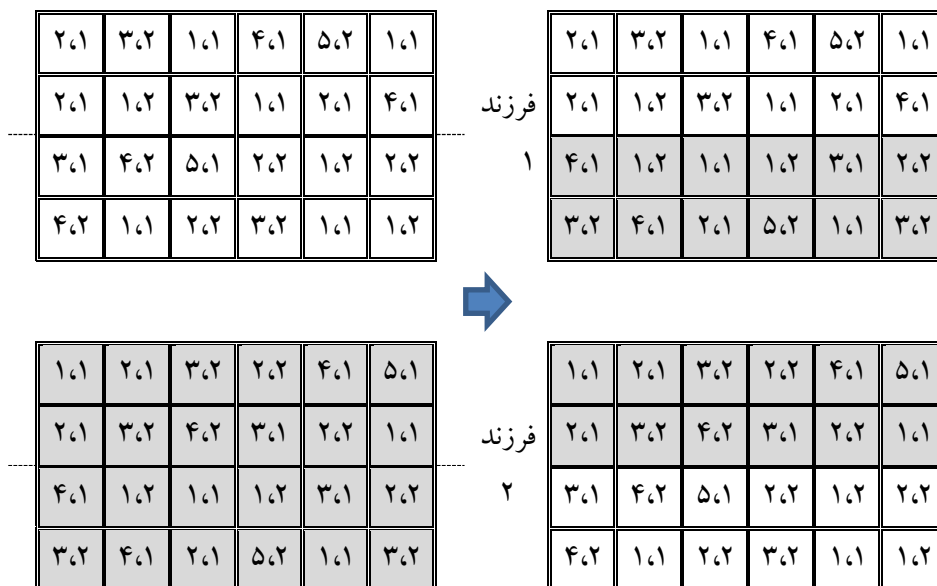
برای تولید جواب‌های (کروموزوم‌های) جدید، ابتدا به تصادف کروموزوم‌های والدین انتخاب شده سپس هم از عملگر تقاطع و هم از عملگر جهش استفاده شد که در ادامه هر دو عملگر به کار گرفته شده به طور کامل شرح داده می‌شود.

عملگر تقاطع

در الگوریتم پیشنهادی از سه نوع عملگر تقاطع، شامل تقاطع تک نقطه‌ای، تقاطع دو نقطه‌ای و تقاطع یکنواخت استفاده شد.

• تقاطع تک نقطه ای

در تقاطع تک نقطه ای عمل تقاطع هم به صورت افق (مبتنی بر پرستاران ۱) و هم به صورت عمودی (مبتنی بر روزهای زمان بندی^۲) صورت گرفت.



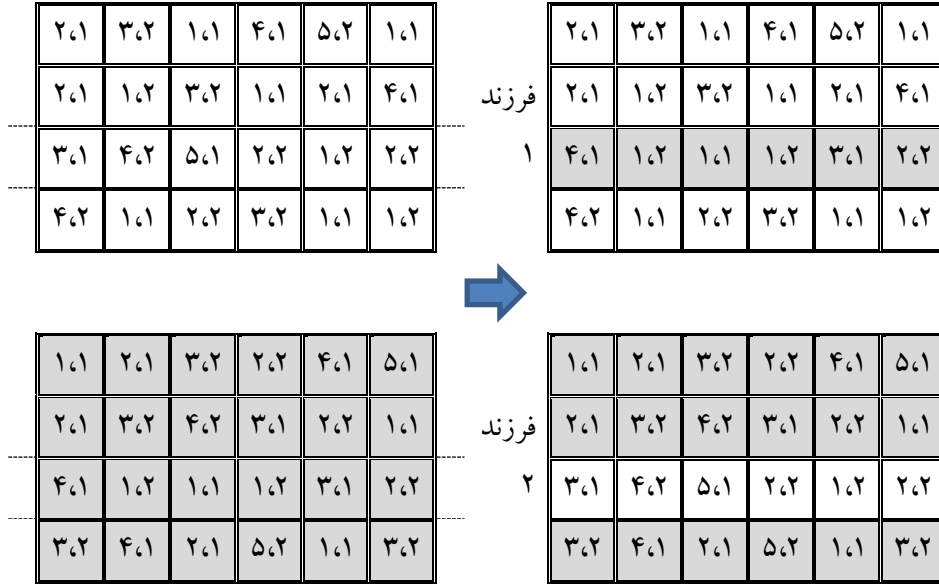
شکل ۳- عملگر تقاطع تک نقطه ای افقی

1. Nurses-based single point crossover

2. Day-based single point crossover

• تقاطع دو نقطه ای

در تقاطع دو نقطه ای نیز، عمل تقاطع به دو صورت افقی و عمودی انجام شده است.



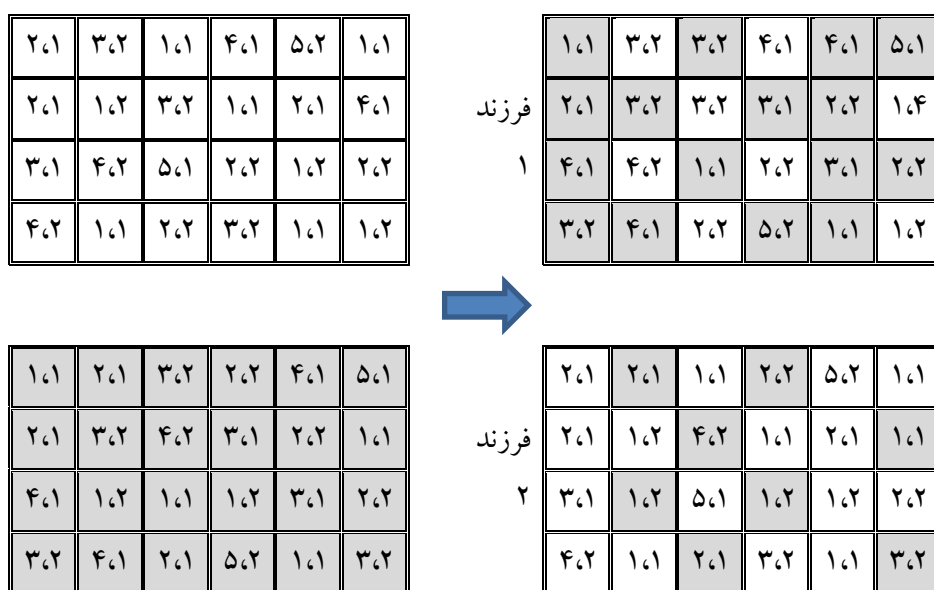
شکل ۴- عملگر تقاطع دو نقطه ای افقی

• تقاطع یکنواخت

در تقاطع یکنواخت نیز کروموزومی با عنوان کروموزوم ماسک تولید شده که ژن‌های آن شامل اعداد صفر و یک می‌باشد. سپس ژن‌های کروموزوم والد اول که متناظر با عدد ۱ در کروموزوم ماسک هستند عیناً به کروموزوم فرزند اول منتقل می‌شوند و ژن‌هایی از کروموزوم والد دوم که متناظر با عدد صفر در کروموزوم ماسک هستند نیز به کروموزوم فرزند اول منتقل می‌شوند و بالعکس.

۰	۱	۰	۱	۰	۰
۰	۰	۱	۰	۰	۱
۰	۱	۰	۱	۰	۰
۰	۰	۱	۰	۰	۱

شکل ۵- کروموزوم ماسک

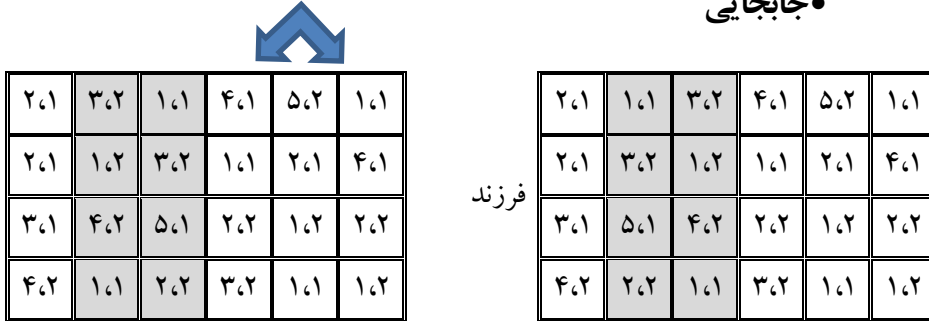


شکل ۶- عملگر تقاطع یکنواخت

عملگر جهش

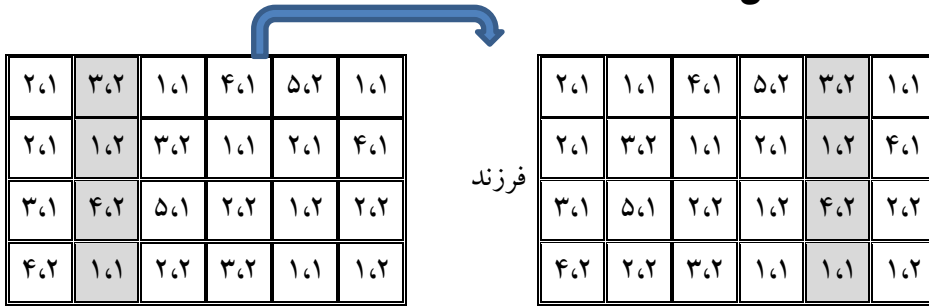
عملگر جهش فضایی از جواب را که توسط عملگر تقاطع یافت نشده جستجو می‌کند. در الگوریتم پیشنهادی عملگر جهش به سه صورت جابجایی، انتقال و معکوس سازی انجام شده است.

• جابجایی^۱



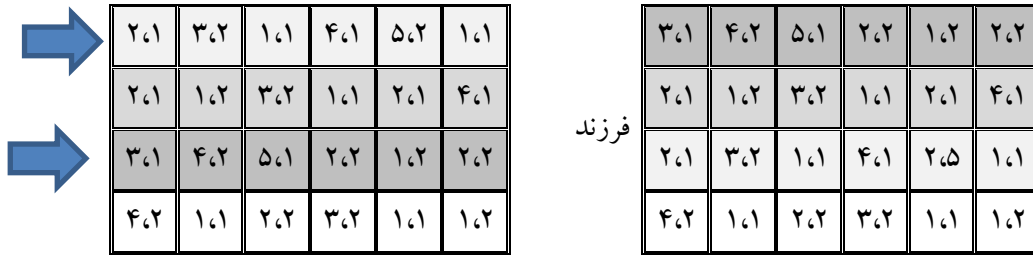
شکل ۷- عملگر جابجایی افقی

• انتقال^۲



شکل ۸- عملگر انتقال افقی

• معکوس سازی^۳



شکل ۹- عملگر معکوس سازی افقی

- 1 .Swap
- 2 .Insertion
- 3 .Reversion

معیار توقف

در الگوریتم پیشنهادی زمانی که الگوریتم به حداکثر تعداد تکرار معین برسد، متوقف می‌شود.

تجزیه و تحلیل نتایج

در این قسمت چندین مثال آزمایشگاهی با نرم افزار لینگو حل می‌شود و نتایج حاصل از آن با نتایج حاصل از حل همین مثال‌ها با الگوریتم GA در نرم افزار متلب مقایسه می‌شود. در این مثال‌ها تعداد شیفت‌ها بدون تغییر است زیرا انواع شیفت‌های هر بیمارستانی شامل شیفت روز، عصر، شب، تعطیلی و مرخصی می‌باشد که قابل تغییر نیست. اما بقیه پارامترها به طور تصادفی تغییر داده شده تا نتایج حاصل مقایسه گردند. تفاوت مثال اول و دوم در این است که در مثال دوم یک بخش CCU به عنوان بخش ویژه در نظر گرفته شده تا شرایط خاص بخش ویژه بر آن اعمال گردد و هم چنین در مثال دوم نسبت پرستار به بیمار نیز تغییر داده شد. در مثال سوم نسبت به مثال دوم تنها نسبت پرستار به بیمار و همینطور تعداد بیماران هر بخش تغییر داده شد. در مثال چهارم و پنجم تعداد بخش‌ها از سه بخش به دو بخش کاهش داده شد. تفاوت مثال چهارم و پنجم نسبت به هم در تعداد بیماران هر بخش می‌باشد. همچنین در مثال‌های ۳، ۴ و ۵ بدلیل بزرگ بودن سائز آنها جواب بهینه در زمان معقول حاصل نشد لذا بهترین جواب بدست آمده در طی ۲ ساعت از اجرای نرم افزار لحاظ گردید.

شماره مساله	تعداد شیفت‌ها	تعداد کل بخش‌ها	تعداد بخش‌های عادی	تعداد بخش‌های ویژه	بخش زنان و زایمان	نسبت پرستار به بیمار	تنوع پرستارها	تعداد پرستاران مورد نیاز	نتیجه بهینه یا بهترین جواب لینگو	نتیجه الگوریتم GA
۱	۵	۳	۲	-	۱	۱/۵، ۱/۵، ۱/۴	۶	۲۳	۱۰۹۳	۱۰۹۳
۲	۵	۳	۱	۱	۱	۱/۵، ۱/۲، ۱/۴	۶	۲۳	۲۸۸	۲۸۸
۳	۵	۳	۱	۱	۱	۱/۵، ۱/۴، ۱/۴	۶	۲۳	۷۲۳	۱۲۵۸
۴	۵	۲	۱	-	۱	۱/۵، ۱/۴	۵	۱۵	۸۹۹	۸۹۹
۵	۵	۲	۱	-	۱	۱/۵، ۱/۴	۶	۲۰	۴۵۱	۶۶۸
۶	۵	۴	۳	-	۱	۱/۵، ۱/۴، ۱/۴، ۱/۵	۶	۳۱	۱۳۵۰	۱۴۸۹
۷	۵	۳	۳	-	-	۱/۵، ۱/۵، ۱/۴	۶	۲۷	۸۴۰	۹۳۴

پیاده‌سازی در بیمارستان امام خمینی (ره) شهرستان نور

معرفی بیمارستان

بیمارستان امام خمینی (ره) شهرستان نور، بیمارستانی دانشگاهی درمانی است که در سال ۱۳۵۸ با ظرفیت ۱۳۵ تخت ثابت تاسیس شد و در حال حاضر ۹۱ تخت فعال دارد. تخصص‌های موجود در این بیمارستان عبارتند از: ارتوپدی، جراحی عمومی، ارولوژی، جراحی چشم، مغز و اعصاب، داخلی و عفونی، اطفال و نوزادان، زنان و زایمان، ICU، CCU

ورودی‌های مدل برای بیمارستان امام خمینی (ره) شهرستان نور

• ورودی‌های بیمارستان امام خمینی (ره) شهرستان نور

a	b	c	f	h	j	k	d	W1	W2	W3	W4	W5
۱	۱	۲	۳	۳	۷	۵	۶	۴	۱۰	۸	۴	۹

تعداد تخت‌های اشغالی							
جمعه	پنجشنبه	چهارشنبه	سه شنبه	دوشنبه	یکشنبه	شنبه	
۲۴	۲۴	۲۲	۲۵	۲۵	۲۳	۲۱	داخلی
۸	۸	۹	۱۰	۱۰	۸	۹	اطفال و نوزادان
۱۴	۱۴	۱۵	۱۵	۱۳	۱۵	۱۴	زنان و زایمان
۱۲	۱۲	۱۳	۱۴	۱۰	۱۱	۱۳	جراحی عمومی
۷	۷	۸	۶	۷	۷	۸	CCU
۵	۵	۴	۴	۵	۴	۶	ICU

lmax_FRN	lmax_MRN	تعداد تخت‌های هر بخش		Z
۲۵	۲۵	۲۵	داخلی	۰,۲۵
۱۶	۱۶	۱۶	اطفال و نوزادان	۰,۲۵
۱۷	۰	۱۷	زنان و زایمان	۰,۲۵
۱۷	۱۷	۱۷	جراحی عمومی	۰,۲۵
۸	۸	۸	CCU	۰,۵
۶	۶	۶	ICU	۰,۵

حداقل تعداد بیماران که به پرستار زن و مرد در بخش داخلی نیاز دارند.							
شنبه	یکشنبه	دوشنبه	سه شنبه	چهارشنبه	پنجشنبه	جمعه	
۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۱	۱۰	۱۰	lmin_MRN
۱۱	۱۳	۱۵	۱۵	۱۱	۱۴	۱۴	lmin_FRN

حداقل تعداد بیماران که به پرستار زن یا مرد در بخش اطفال و نوزادان نیاز دارند.							
شنبه	یکشنبه	دوشنبه	سه شنبه	چهارشنبه	پنجشنبه	جمعه	
۹	۸	۱۰	۱۰	۹	۸	۸	lmin_MRN
							lmin_FRN

حداقل تعداد بیماران که به پرستار زن و مرد در بخش زنان و زایمان نیاز دارند.							
شنبه	یکشنبه	دوشنبه	سه شنبه	چهارشنبه	پنجشنبه	جمعه	
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	lmin_MRN
۱۴	۱۵	۱۳	۱۵	۱۵	۱۴	۱۴	lmin_FRN

حداقل تعداد بیماران که به پرستار زن و مرد در بخش جراحی عمومی نیاز دارند.							
شنبه	یکشنبه	دوشنبه	سه شنبه	چهارشنبه	پنجشنبه	جمعه	
۶	۵	۴	۶	۶	۶	۶	lmin_MRN
۷	۶	۶	۸	۷	۶	۶	lmin_FRN

حداقل تعداد بیماران که به پرستار زن و مرد در بخش CCU عمومی نیاز دارند.							
شنبه	یکشنبه	دوشنبه	سه شنبه	چهارشنبه	پنجشنبه	جمعه	
۴	۴	۳	۳	۴	۴	۳	lmin_MRN
۴	۳	۴	۳	۴	۳	۴	lmin_FRN

جدول مربوط به درخواست مرخصی پرستار نوع سوم (پرستار مرد سطح ارشد) M3							
شماره پرستار	شنبه	يكشنبه	دوشنبه	سه شنبه	چهارشنبه	پنجشنبه	جمعه
۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۲	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۴۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۴۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۵۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

جدول مربوط به درخواست مرخصی پرستار نوع چهارم (پرستار زن سطح تازه كار) M4							
شماره پرستار	شنبه	يكشنبه	دوشنبه	سه شنبه	چهارشنبه	پنجشنبه	جمعه
۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰
۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

جدول مربوط به درخواست مرخصی پرستار نوع پنجم (پرستار زن سطح متوسط) M5							
شماره پرستار	شنبه	یکشنبه	دوشنبه	سه شنبه	چهارشنبه	پنجشنبه	جمعه
۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۵	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰

جدول مربوط به درخواست مرخصی پرستار نوع ششم (پرستار زن سطح ارشد) M6							
شماره پرستار	شنبه	یکشنبه	دوشنبه	سه شنبه	چهارشنبه	پنجشنبه	جمعه
۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰
۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۶۴	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰
۶۵	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰
۶۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۶۷	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰
۶۸	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰

نتایج حاصل از حل مدل پیشنهادی در بیمارستان مورد مطالعه

- جواب به دست آمده از حل مدل ارائه شده توسط الگوریتم پیشنهادی در نرم افزار متلب:

$$Z=5839$$

شماره پرستار	شنبه	یکشنبه	دوشنبه	سه شنبه	چهارشنبه	پنجشنبه	جمعه
۱	[۴،۴]	[۳،۶]	[۲،۲]	[۲،۲]	[۱،۴]	[۵،۶]	[۱،۶]
۲	[۲،۱]	[۱،۴]	[۳،۴]	[۵،۱]	[۲،۲]	[۳،۱]	[۴،۴]
۳	[۲،۱]	[۱،۵]	[۲،۶]	[۵،۶]	[۵،۲]	[۲،۶]	[۴،۴]
۴	[۳،۲]	[۴،۶]	[۱،۶]	[۲،۶]	[۱،۶]	[۲،۶]	[۱،۱]
۵	[۳،۲]	[۴،۶]	[۱،۶]	[۲،۶]	[۱،۱]	[۲،۱]	[۵،۲]
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۱۶۲	[۳،۴]	[۴،۵]	[۱،۱]	[۵،۳]	[۲،۲]	[۲،۴]	[۱،۱]
۱۶۳	[۴،۱]	[۳،۱]	[۳،۴]	[۲،۶]	[۵،۱]	[۵،۵]	[۱،۶]
۱۶۴	[۲،۲]	[۴،۶]	[۵،۲]	[۳،۴]	[۲،۲]	[۲،۶]	[۳،۲]
۱۶۵	[۳،۱]	[۱،۱]	[۲،۴]	[۲،۶]	[۵،۵]	[۱،۳]	[۳،۳]

نتیجه گیری و پیشنهادات آینده

اگر در پاسخ به دست آمده از نرم افزار متلب، به خانه شماره ۱ روز شنبه نگاه کنید دو عدد در این خانه درج شده است. همان طوری که قبلا شرح داده شد، عدد اول سمت چپ نمایشگر نوع شیفت و عدد دوم نمایشگر شماره بخشی است که پرستار شماره ۱ باید در آن فعالیت نماید. به عنوان مثال به پرستار ۱ در روز یکشنبه عدد {۳، ۶} تخصیص داده شده است به این معنا که این پرستار باید در روز یکشنبه در شیفت شب و در بخش ۶ بیمارستان یعنی بخش ICU فعالیت کند. پاسخ حاصل از حل مدل در نرم افزار متلب حاکی از آن است که

بیمارستان امام خمینی (ره) شهرستان نور با کمبود پرستار مواجه است. در حال حاضر تعداد پرستاران این بیمارستان تقریباً ۱۰۰ نفر است در صورتی که با توجه به مدل پیشنهادی و پاسخ حاصل باید به ۱۶۵ نفر برسد که معادل ۱۰ پرستار مرد سطح تازه کار، ۱۳ پرستار مرد سطح متوسط و ۵۰ پرستار مرد سطح ارشد و هم چنین در مورد پرستاران زن معادل ۱۰ پرستار زن سطح تازه کار، ۱۵ پرستار زن سطح متوسط و ۶۸ پرستار زن سطح ارشد است. این ارقام نشان دهنده آن است که بیمارستان امام خمینی (ره) شهرستان نور نیاز به استخدام ۵ پرستار مرد سطح تازه کار، ۳ پرستار مرد سطح متوسط، ۴۰ پرستار مرد سطح ارشد، ۲۸ پرستار زن سطح ارشد دارد و تعداد ۱۵ پرستار زن سطح متوسط مازاد دارد که می‌تواند با آموزش این ۱۵ پرستار از آنان به عنوان پرستار ارشد استفاده کند. از طرفی با در نظر گرفتن محدودیت‌هایی که در آن قانون بهره‌وری لحاظ شده و از سنج‌های اعتبار بخشی بیمارستان استفاده شده است می‌توان فشار کاری وارد بر هر پرستار را کاهش داد. به عنوان مثال نسبت پرستار به بیمار در این بیمارستان در وضعیت موجود تقریباً ۱ به ۶ می‌باشد که این رقم نشان دهنده ی حجم بالای کاری پرستاران است اما در مدل پیشنهادی این رقم به ۱ به ۴ کاهش داده شد به این معنا که هر پرستار به حداکثر ۴ بیمار در طول هر شیفت خدمت رسانی می‌کند و این سبب کاهش بار کاری هر پرستار شده و رضایت شغلی هر پرستار را افزایش می‌دهد. در نتیجه کیفیت خدمات افزایش یافته و این منتج به رضایت بیمار از خدمات دریافتی می‌گردد. از طرفی تعداد شیفت‌های شب مجاز هم به ازای هر پرستار حداکثر دو شیفت شب در طول هفته در نظر گرفته شده که این به نوعی فشار کاری شیفت شب را بین پرستاران در طول هفته تقسیم می‌نماید و سبب برقراری عدالت کاری در میان پرستاران می‌شود. از طرف دیگر مد نظر قرار دادن شیفت شب یک و نیم برابر سایر شیفت‌ها نیز به پرستاران انگیزه فعالیت در شیفت پرکار شب را می‌دهد و به این صورت پرستاران با انگیزه بیشتر در شیفت شب فعالیت کرده و خدمات بهتری را به بیماران ارائه خواهند داد و این هم سبب افزایش رضایت شغلی پرستاران و هم سبب افزایش رضایت بیماران خواهد شد.

در این پژوهش رویکردی برای حل مساله زمان بندی نوبت کاری پرستاران با در نظر گرفتن رضایت شغلی ارائه شد. در مدل ارائه شده چند فاکتور کیفیت موجود است. فاکتور کامل بودن^۱ که در ارتباط با محدودیت پوشش شیفت می باشد توسط محدودیت های شماره ۱۳ تا ۱۸ تحقق یافته است که نیروی انسانی کافی برای پوشش شیفت ها موجود باشد. فاکتور بهینگی^۲ مربوط به توزیع پرستاران واجد شرایط در هر روز، شیفت و بخش می باشد که این فاکتور نیز توسط محدودیت های شماره ۱۳ تا ۱۸ و محدودیت شماره ۲۰ تحقق می یابد. فاکتور تناسب^۳ که مربوط به توزیع متوازن تعداد شیفت های هر پرستار در طول شبانه روز، تعداد تعطیلی های هر پرستار، محدود شدن تعداد شیفت های شب و عصر برای هر پرستار یعنی محدودیت های شماره ۴، ۵، ۷، ۸ و ۹ می شود. فاکتور سلامت^۴ نشان دهنده ی سلامت جسمی و روحی پرستاران است که مربوط به محدودیت های تعداد شیفت شب (محدودیت شماره ۷) و تمامی محدودیت های نرم می شود، خصوصا محدودیت شماره ۲۳ که ساعات کاری پرستاران در طول هفته تا حد ممکن کمتر گردد و مطابق با قانون بهره وری از ۴۴ ساعت در هفته تجاوز نکند و هم چنین این فاکتور در سایر محدودیت های نرم نیز دیده می شود. فاکتور تداوم^۵ مربوط به شیفت هایی است که در روزهای متوالی به پرستاران تخصیص داده می شود که محدودیت شماره ۹ بیان کننده این فاکتور است. بدین ترتیب محدودیت های سخت و نرم که در این مدل سازی منظور شده به خوبی کیفیت زمان بندی را تعریف کرده است. از طرفی چون پارامترهایی هم چون نسبت پرستار به بیمار در این مدل اعمال شده است تخصیص پرستاران بر اساس یک استاندارد جهانی صورت می گیرد و از سنجه های اعتبار بخشی بیمارستان استفاده شده است. هم چنین مدل ارائه شده با توجه به تعریف پارامترهایی هم چون متغیر بودن تعداد شیفت ها در طول شبانه روز، قرار دادن تعداد شیفت های مجاز بر اساس سیاست هر بیمارستان، تعداد شیفت های عصر و همین طور شیفت های عصر متوالی و تعداد

-
1. Completeness
 2. Optimality
 3. Proportionality
 4. Healthiness
 5. Continuity

روزهای تعطیل مجاز بر عهده مدیریت بیمارستان و بر اساس سیاست‌ها و مقررات هر بیمارستان و هم چنین در نظر گرفتن تمامی بخش‌ها قابل اعمال در هر بیمارستان داخلی و خارجی می‌باشد. البته مجدداً ذکر می‌گردد که دسته بندی پرستاران بر اساس مهارت و مدارک تحصیلی نمی‌باشد و دسته بندی عمومی سه سطح برای پرستاران مرد و سه سطح برای پرستاران زن (تازه کار - متوسط - ارشد) صورت گرفته است و ارشدیت بیان شده صرفاً بر اساس تجربه و واجد شرایط بودن پرستاران است و ارتباطی به تحصیلات در مقطع تخصص و کارشناسی ارشد پرستاران ندارد. به همین دلیل دسته بندی صورت گرفته در مدل پیشنهادی قابل اعمال در همه بخش‌های بیمارستان می‌باشد. اهمیت وزنی که توسط مدیریت هر بیمارستان به هر محدودیت نرم اختصاص داده می‌شود بسیار مهم و تعیین کننده است چون هر تغییری در اهمیت وزنی هر محدودیت نرم می‌تواند جداول زمانی مربوط به نوبت‌های کاری پرستاران را به کلی تغییر دهد. رویکرد پیشنهادی می‌تواند با استفاده از یک الگوریتم فراابتکاری یک زمان بندی عملی نه لزوماً بهینه با در نظر گرفتن تعداد زیادی محدودیت نرم تا حد ممکن در دوره زمانی بسیار کوتاه تر نسبت به رویکرد موجود که سرپرستار یا سوپروایزر جداول زمانی مربوط به پرستاران را به طور دستی آماده می‌کند تولید کند. در نتیجه رویکرد ارائه شده از نظر کارایی و کیفیت بهتر از رویکرد موجود است و به همین ترتیب اگر رفاه پرستاران تضمین شود کیفیت خدمات بهداشتی افزایش می‌یابد. از ویژگی‌های دیگر این زمان بندی این است که درخواست مرخصی هر پرستار در آن اعمال شده و هم چنین برای زمان بندی هر دوره پرستاران می‌توان تعداد بیماران را در زمان بندی اعمال کرد و این برای زمان بندی پرستاران با توجه به مراجعه متفاوت بیماران در دوره‌های زمانی متفاوت مثلاً در فصول متفاوت سال قابل استفاده است و در مواقع بحرانی و هم چنین تشخیص این که بیمارستان نیاز به استخدام پرستار دارد یا خیر بسیار مفید است. در نهایت در نظر گرفتن تمامی پرستاران برای تخصیص شیفت در همه بخش‌ها یا همان "زمان بندی متمرکز پرستاران" این مزیت را دارد که اگر در یک بخش در طول هفته به یک پرستار نیازی نباشد می‌توان از آن پرستار در بخش‌های دیگری که به پرستار بیشتری در طول هفته نیاز دارند

استفاده کرد. برنامه نوبت کاری پرستاری ارائه شده در دوره زمانی مشخص نیازمندی‌های بیمارستان، پرستاران و بیماران را تحت پوشش قرار می‌دهد و با توجه به محدودیت‌های مختلفی که در این مدل‌سازی در نظر گرفته شده می‌توان رضایت شغلی پرستاران را افزایش داد و بدین وسیله بهره‌وری نیز افزایش خواهد یافت و به دنبال آن پرستاران نیز خدمات بهتری را به بیماران ارائه می‌دهند و این سبب افزایش رضایت بیماران می‌شود.

کار آینده به جنبه‌های زیر اختصاص خواهد یافت. اول، می‌توان محدودیت‌هایی در ارتباط با محاسبه حقوق و دستمزد پرستاران را هم در مدل پیاده‌سازی کرد. بدین ترتیب با در نظر گرفتن نوع شیفت و ساعات کاری هر پرستار میزان حقوق و دستمزد اضافه کاری هر پرستار محاسبه می‌شود و می‌توان در آن حقوق مربوط به شیفت‌های شب را یک و نیم برابر شیفت‌های دیگر و همین‌طور برای پرستارانی که در روزهای تعطیل در بیمارستان شیفت هستند اضافه‌کار در نظر گرفت و با در نظر گرفتن عواملی از این دست مدلی ارائه داد که بدین ترتیب هم می‌توان رضایت شغلی پرستاران را افزایش داد. دوم، از آنجایی که سازمان‌های خدماتی که پرسنل آن باید در طول شبانه‌روز خدمت‌رسانی کنند بسیار زیاد هستند، می‌توان با بررسی عوامل اثرگذار بر رضایت شغلی کارکنان سایر سازمان‌های خدماتی مدلی برای زمان بندی پرسنل آن سازمان ارائه کرد. سوم، می‌توان الگوریتمی ارائه کرد که در حالت تخصصی‌تر وظایف را به پرستاران در هر شیفت تخصیص دهد. به طوری که بیان کند که هر پرستار چه وظیفه‌ای مثلاً امداد، احیا و ... را در هر شیفت انجام دهد.

منابع

Biviano M, Fritz M.S, Spencer W, Dall T.M ,(۲۰۰۴). *What is behind HRSA's projected supply, demand, and shortage of registered nurses* .?

Report prepared for the National Center for Health Workforce Analysis, Bureau of Health Professions, Health Resources and Services by the Lewin Group .(Falls Church, VA :National Center for Health Workforce Analysis.

Aiken LH, Clarke SP, Sloane DM, Sochalski J, Silber JH. (2002), Hospital nurse staffing and patient mortality, nurse burnout, and job dissatisfaction *Journal of the American Medical Association* ,(۱۶)۲۸۸ , ۹۳-۱۹۸۷.

Wright P.D, Mahar S. (2013), Centralized nurse scheduling to simultaneously improve schedule cost and nurse satisfaction ,*Omega* ,۴۱ , ۱۰۵۲-۱۰۴۲.

Bahadori M, Teimourzadeh E, Masteri Farahani H. (2013), Factors Affecting Human Resources' Productivity in a Military Health Organization *Iranian Journal of Military Medicine* ۸۶-۷۷ ,(۱)۱۵ ,

Isken M.W, Hancock W.M. (1991), A heuristic approach to nurse scheduling in hospital units with nonstationary ,urgent demand, and a fixed staff size *Journal of the Society for Health System*.۴۱-۲۴ ,(۲)۲ ,

Rosenbloom E.S, Goertzen N.F. Nurse scheduling using mathematical programming. (1976 ,*Operations Research* ۸۷۰-۸۵۷ ,۳۱ ,

Jaumard B, Semet F, Vovor T. (1998), A generalized linear programming model for nurse scheduling *European Journal of Operational Research*.۱۸-۱ ,(۱)۱۰۷ ,

Alvani M, Ahmadi P. (2001), Designing a model for human resources productivity by using management productivity approach *Journal Res Science*. ۲۷-۵، ۱۹ ،

Tao H, Ellenbecker C.H, Wang Y, Li Y , (۲۰۱۵). Examining Perceptions of Job Satisfaction and Intentions to Leave among ICU Nurses in China , *International Journal of Nursing Sciences*. ۱۴۸-۱۴۰ ، (۲)۲ ،

Park M, Lee J.Y, Cho S-H. (2012), Newly Graduated Nurses' Job Satisfaction: Comparison with Allied Hospital Professionals , Social Workers, and Elementary School Teachers , *Asian Nursing Research* , ۹۰ -۸۵ ، (۳)۶

Gandhi S, Sangeetha G, Ahmed N, Chaturvedi S.K. (2014), Somatic symptoms, perceived stress and perceived job satisfaction among nurses working in an Indian psychiatric hospital , *Asian Journal of Psychiatry* , ۸۱-۷۷ ، ۱۲

Veličković V.M, Višnjić A, Jović S , Radulović O, Šargić C, Mihajlović J, Mladenović J, (2014) Organizational Commitment and Job Satisfaction Among Nurses in Serbia: A Factor Analysis , *Nursing Outlook*. ۴۲۷-۴۱۵ ، (۶)۶۲ ،

Wong T.C., Xu M, Chin K.S. (2014), A two-stage heuristic approach for nurse scheduling problem: A case study in an emergency department , *Computers & Operations Research*. ۱۱۰-۹۹ ، ۵۱ ،

M'Hallah R, Alkhabbaz A. (2013) ,(Scheduling of nurses: A case study of a Kuwaiti health care unit , *Operations Research for Health Care*. ۱۹-۱ ، ۲ ،

Otegbeye, M., Scriber, R., Ducoin ,D & ,Glasofer, A. (2015). Designing a data-driven decision support tool for nurse scheduling in the

emergency department :A case study of a southern New Jersey
emergency department *Journal of Emergency Nursing* ۳۵-۳۰ , ۴۱ ,