مجله دانشکده پرستاری و مامایی دانشگاه علوم پزشکی تهران (حیات) دوره ۱۵، شماره ۲، ۱۳۸۸، ۳۷-۲۳

طراحی سیستم هوشمند تنظیم برنامه نوبت‌کاری پرستاری با استفاده از الگوریتم ژنتیک

آسیه درویش* دکتر فرزاد توحیدخواه** دکتر رسول خیاطی*** سینا کیهانیان****

چکیده

زمینه و هدف: *تنظیم برنامه نوبت‌کاری پرستاری در دوره زمانی مشخص به طوری که نیازمندی‌های بیمارستان، پرستاران و بیماران را تحت پوشش قرار دهد، مسأله‌ای چالش برانگیز برای مدیران پرستاری است. مطالعه حاضر با هدف طراحی سیستم هوشمند تنظیم کننده برنامه نوبت‌کاری پرستاران با استفاده از الگوریتم ژنتیک برای ارایه خدمت بهتر به بیماران و مقابله با مشکلات برنامه‌ریزی سنتی انجام گرفته است.*

روش بررسی: *این مطالعه کاربردی و به منظور طراحی نرم‌افزار بوده و بر اساس داده‌های استخراج شده از برنامه‌های نوبت کاری و مصاحبه با مدیران پرستاری در بیمارستان‌های آموزشی منتخب دانشگاه علوم پزشکی تهران انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با تبدیل روند برنامه‌ریزی فرد خبره به تابع ریاضی و برنامه‌نویسی به روش الگوریتم ژنتیک با استفاده از نرم افزار Matlab و از طریق مقایسه برنامه‌های تهیه شده توسط فرد خبره و سیستم طراحی شده انجام گرفت.*

یافته‌ها: *مقایسه برنامه تهیه شده توسط فرد خبره در ٦ ماه و سیستم طراحی شده، میزان ۵۷٪ بهبود کاهش هزینه یکنواختی چیدمان، ۹۳٪ صرفه‌جویی در زمان مدیر پرستاری و همچنین رعایت عدالت بیشتر در تنظیم برنامه را نشان داد.*

نتیجه‌گیری: *تنظیم برنامه و زمان‌بندی نوبت‌کاری پرستاری توسط سیستم طراحی شده در مقایسه با فرد خبره از کارآیی بالایی برخوردار است و منجر به افزایش کارآیی مدیران، افزایش رضایت شغلی پرستاران، کاهش معضل کار با گزارشات کاغذی و اهمیت به تقاضای کارکنان ضمن رعایت نیازهای بیمارستان می‌شود. از آنجا که سیستم طراحی شده در این پژوهش محدود به داده‌های اخذ شده از دو بخش مورد مطالعه از بیمارستان طبی کودکان وابسته به دانشگاه علوم پزشکی تهران می‌باشد و قیود کمی را در نظر گرفته‌ایم، برای تعمیم آن به بخش‌های دیگر نیازمند ایجاد تغییرات در برنامه‌نویسی بر اساس داده‌ها می‌باشد. لذا توصیه می‌شود مطالعه آتی برای طراحی سیستم مشابه با افزودن قیود به طوری که برنامه تهیه شده، به دنیای واقعی نزدیک‌تر شود و همچنین در بخش‌های مختلف بیمارستان قابل استفاده باشد، انجام پذیرد.*

نویسنده مسؤول: آسیه درویش؛ دانشکده پرستاری و مامایی دانشگاه علوم پزشکی تهران

e-mail: sedarvish@yahoo.com

واژه‌های کلیدی: *برنامه‌ریزی، زمان‌بندی، نوبت‌کاری، پرستاری، الگوریتم ژنتیک، سیستم هوشمند*

- دریافت مقاله: دی ماه ۱۳۸۷ - پذیرش مقاله: اردیبهشت ماه ۱۳۸۸

مقدمه

یکی از حیطه‌های راهبرد ملی توسعه فناوری اطلاعات در کشور، سلامت می‌باشد و مراقبت پرستاری جزء اصلی مراقبت‌های بهداشتی است. سیاست‌های مدیریت منابع انسانی بر میزان کارآیی کارکنان، کیفیت مراقبت، وجدان کاری پرستاران و حتی نگه‌داری پرستاران تأثیرگذار است (۱و۲). مطالعات متعددی، تأثیر مدیریت کارآمد و برنامه‌ریزی دقیق نوبت کاری را بر سلامت پرستاران و کیفیت مراقبت تأیید نموده است (۳و٤).

* مربی گروه آموزشی پرستاری داخلی جراحی دانشکده پرستاری و مامایی دانشگاه علوم پزشکی تهران
** دانشیار گروه آموزشی بیوالکتریک دانشکده مهندسی پزشکی دانشگاه صنعتی امیرکبیر
*** استادیار گروه آموزشی مهندسی پزشکی دانشکده فنی مهندسی دانشگاه شاهد
**** دانشجوی مهندسی صنایع گرایش برنامه‌ریزی و تحلیل سیستم‌ها دانشکده فنی دانشگاه تهران

[Downloaded from hayat.tums.ac.ir on 2026-07-09]

تنظیم بهینه برنامه نوبت‌کاری پرستاری بر کاهش هزینه‌های بیمارستان، افزایش رضایت شغلی پرستاران، کیفیت مراقبت و افزایش بودجه ورودی بیمارستان تأثیر دارد (۵و۶). لذا ضروری است بیمارستان‌ها با برنامه‌ریزی بهتر منابع انسانی و استفاده بهینه از نیروی کار، زمان و هزینه، ضمن ارتقای کارآیی، مشکل برنامه‌ریزی را کاهش دهند. تنظیم برنامه و زمان‌بندی نیروها به روش سنتی و رعایت برتری‌های فردی و تقاضای کارکنان و تقسیم عادلانه و مطلوب نوبت‌کاری برای مدیران پرستاری، مشکل و زمان‌بر است. برنامه‌ریزی هوشمند خودکار می‌تواند برای محاسبات میزان ساعت کاری و برنامه‌ریزی کاری پرستاران با استفاده از الگوریتم ژنتیک برای ارایه خدمت بهتر به بیماران و مقابله با مشکلات مدیران پرستاری به کار رود (۷).

در مراکز درمانی، برنامه‌ریزی پرستاری به سه روش شخصی، دوره‌ای و غیردوره‌ای صورت می‌گیرد (۸). برنامه‌ریزی شخصی که بر مبنای تقاضای کارکنان تنظیم می‌گردد، منافع زیادی مانند کاهش غیبت، افزایش وظیفه‌شناسی سازمانی، القای استقلال حرفه‌ای و صرفه‌جویی در زمان مدیر دارد. اما برخی مشکلات ذاتی، مثل تقدم نیازهای شخصی کارکنان بر نیازهای بخش، عدم رعایت توزیع مناسب رتبه‌ها برای ارایه مراقبت بهتر و همچنین توزیع ناعادلانه نوبت‌های کاری مطلوب دارد (۱). مراکز درمانی خصوصی که غالباً دارای نیروی ثابت هستند از روش برنامه‌ریزی دوره‌ای استفاده می‌کنند، بدین صورت که برای دوره مشخصی از زمان، برنامه‌ای ثابت به نیروها اختصاص می‌دهند. اما در این روش نیز عدالت کمتر رعایت می‌شود. برنامه غیردوره‌ای دارای قابلیت انعطاف بالا بوده و نوبت کاری و روزهای تعطیل کارکنان هفته به هفته متفاوت می‌باشد. در این روش ضمن این که به تمایلات شخصی اهمیت داده می‌شود، نیازهای بخش نیز مدنظر قرار می‌گیرد (۸). از آن جا که روند کنونی برنامه‌ریزی نوبت‌کاری پرستاری در اغلب بیمارستان‌های دولتی ایران، به صورت غیردوره‌ای بوده و به دلیل متنوع بودن برنامه، در نظر گرفتن نیازهای بخش، تقاضاهای کارکنان و توزیع عادلانه نیروها در برنامه‌ریزی به روش سنتی در برنامه‌های غیردوره‌ای پیچیده‌تر و زمان بر می‌باشد (۹)، در این مقاله مسأله به این صورت مطرح و راه حل پیشنهادی ارایه می‌گردد.

به نقل از Aickelin، برای حل مسأله نوبت‌کاری پرستاری در برنامه غیردوره‌ای، بیشترین الگوریتم‌های به کارگرفته شده در مدل‌های ابتکاری (Heuristic)، و فراابتکاری (Meta-Heuristic) مانند شبیه‌سازی تبرید فلزات (Simulated Annealing)، جستجوی ستونی (Tabu Search) و الگوریتم ژنتیک (Genetic Algorithm) ارایه شده‌است (۷). Aickelin اشاره می‌کند از دهه ۱۹۷۰، دیدگاه حل مسایل با استفاده از کامپیوتر در افراد خبره ایجاد شد. او معتقد است تحقیقات درباره روش‌های بهینه‌سازی برنامه‌ریزی‌ها در مجموع یک هدف کلی «چگونگی یافتن راه‌حل‌های خوب ممکن در کمترین زمان ممکن» را دنبال می‌کند (۷). منابع نشان می‌دهد برای حل مسأله نوبت‌کاری پرستاری در برنامه غیردوره‌ای،

[Downloaded from hayat.tums.ac.ir on 2026-07-09]

بیشترین روش به کار گرفته شده، الگوریتم ژنتیک، به عنوان روشی فراابتکاری می‌باشد (۷و۱۱-۹). مجموعاً در تحقیقات مختلفی که برای حل مسأله نوبت‌کاری پرستاری انجام یافته، اکثراً قیود ساده‌ای را در نظر گرفته‌اند و رتبه برای پرستاران تعریف نگردیده است؛ ضمناً وابسته به نحوه طرح مسأله می‌باشد. برای مثال در مطالعه Aickelin، در طراحی مسأله فقط دو نوبت کاری تحت عنوان روز و شب در نظر گرفته شده است (۷). این مطالعات نشان می‌دهد الگوریتم ژنتیک، پراستفاده‌ترین و شناخته‌شده‌ترین الگوریتم تکاملی، دارای قدرت بسیار زیادی در یافتن جواب مسأله بوده است (۱۲و۱۳). کاربرد اصلی این الگوریتم‌ها در مسایلی است که دارای فضای حالت‌های خیلی متعدد هستند و عملاً بررسی همه حالت‌ها در زمان‌های واقعی ممکن نیست.

الگوریتم ژنتیک، به عنوان یکی از روش‌های یافتن جواب بهینه مسأله در بین روش‌های مرسوم در هوش مصنوعی مطرح است. الگوریتم ژنتیک، تکنیک جستجوی فراگیر است که اساس آن بر عمل ژنتیک طبیعی است. اجزای زیرساختی فرایند تکاملی در الگوریتم ژنتیک، جمعیت برنامه ژنی، تجدید نسل، جهش، رقابت و انتخاب هستند. بدین ترتیب طبیعت با حذف تدریجی گونه‌های نامناسب و در عین حال تکثیر بالاتر گونه‌های بهینه، می‌تواند دایماً هر نسل را از لحاظ خصوصیات مختلف ارتقا بخشد. در واقع می‌توان تکامل طبیعی را به صورت جست‌وجوی تصادفی (Blind Search) و بقای اصلح خلاصه کرد (۱۶-۱۴).

هدف اصلی در این مطالعه طراحی سیستم هوشمند تنظیم برنامه نوبت کاری پرستاری با استفاده از الگوریتم ژنتیک است. اهداف فرعی به ترتیب شامل توزیع یکنواخت نیروها، توزیع مناسب رتبه‌ها، اهمیت دادن به تقاضای کارکنان در کنار توزیع یکنواخت نیروها، رعایت عدالت در تنظیم برنامه در هنگام کمبود نیرو و صرفه‌جویی در زمان مدیر می‌باشد.

روش بررسی

این مطالعه کاربردی و به منظور طراحی نرم‌افزار بوده و بر اساس داده‌های استخراج شده از برنامه‌های نوبت کاری و مصاحبه با مدیران پرستاری در بیمارستان‌های آموزشی منتخب دانشگاه علوم پزشکی تهران انجام شد. نمونه‌ها دو بخش از بیمارستان منتخب با بیشترین پیچیدگی برنامه‌ریزی به روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شدند. ابزار گردآوری اطلاعات، شامل مصاحبه با ٦ نفر از مدیران پرستاری و همچنین تعداد ٦٣ عدد فرم‌های کاغذی مشتمل بر ۲۵۲ هفته برنامه‌های نوبت‌کاری پرستاران متعلق به برنامه ۹ ماه در ارتباط با تعداد ۲٥٤ نفر نیروی گروه پرستاری بود. اطلاعات به دست آمده از مصاحبه روی کاغذ پیاده شد و فرم‌های کاغذی بررسی شدند. داده‌های مطالعه به اشباع لازم برای طراحی سیستم دست یافت. سپس سیستم پیشنهادی بر مبنای داده‌های بخش‌های منتخب با برنامه‌ریزی غیردوره‌ای طراحی گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها از طریق بررسی و پیش پردازش داده‌ها و محاسبات توابع هزینه بر مبنای تبدیل روند برنامه‌ریزی فرد خبره به تابع ریاضی و برنامه‌نویسی به روش الگوریتم ژنتیک با

[Downloaded from hayat.tums.ac.ir on 2026-07-09]

استفاده از نرم‌افزار Matlab 7.1 انجام گردید. در مرحله آخر برای ارزیابی کارآیی سیستم، با برنامه فرد خبره مقایسه گردید.

جمع‌آوری داده‌ها در ٤ مرحله صورت پذیرفت:

در مرحله اول مصاحبه با مدیر ارشد پرستاری که از دانش کافی به منظور راهنمایی برای یافتن مناسب‌ترین مکان برای جمع‌آوری داده‌ها برخوردار بود، با هدف تعیین بیمارستان‌هایی با ساده‌ترین برنامه‌ریزی و کمترین تعداد نیرو و همچنین پیچیده‌ترین برنامه‌ریزی و بیشترین تعداد نیرو انجام گرفت.

در مرحله دوم با ارایه توضیحات لازم به مدیران پرستاری دو بیمارستان مورد نظر در خصوص پژوهش، رعایت مسایل اخلاقی، محرمانه ماندن اطلاعات و اختیار خروج از مطالعه در هر زمان، برنامه‌های نوبت کاری کلیه بخش‌ها مورد بررسی قرار گرفت.

در مرحله سوم به منظور تأیید صحت اطلاعات به دست آمده از برنامه‌ها، مصاحبه ساختاریافته با مدیران پرستاری دو بیمارستان با سؤالاتی از قبیل تعداد نوبت‌های کاری، ساعت کاری، تعداد نیروی مورد نیاز در هر نوبت کاری و روز، مدت زمان صرف شده برای تهیه برنامه و همچنین نوع برنامه‌ریزی انجام گرفت. سپس بیمارستان اول به دلیل داشتن برنامه‌ریزی دوره‌ای از مطالعه حذف و بیمارستان دوم، با برنامه‌ریزی غیردوره‌ای و بیشترین پیچیدگی برنامه‌ریزی انتخاب گردید. زیرا تنظیم برنامه نوبت‌کاری پرستاری به دلیل تنوع نیروی طرحی در آن جا بسیار زمان‌بر و مشکل می‌باشد.

در مرحله چهارم اطلاعات نوبت‌های کاری کل بخش‌های بیمارستان مرکز طبی کودکان مربوط به سه ماه بررسی شد و دو بخش با بیشترین پیچیدگی برنامه‌ریزی و بیشترین تعداد تخت (۳۰ تخت) و نیرو (۲۰ نفر) انتخاب و اطلاعات مورد نیاز برای طراحی سیستم از قبیل تعداد نیروی مورد نیاز به تفکیک نوبت کاری و روزهای تعطیل و غیرتعطیل، ساعت کار هفتگی و تعداد نیروی مورد نیاز بر اساس رتبه‌های پرستار رسمی، پرستار طرحی و بهیار از برنامه شش ماه نوبت کاری دو بخش یاد شده، استخراج گردید.

سپس برای دستیابی به هدف فرعی اول یا توزیع یکنواخت نیروها در برنامه هفتگی، بر مبنای اطلاعات جمع‌آوری شده، روند برنامه‌ریزی فرد خبره به تابع اول (تابع هزینه) تبدیل و با تعیین کروموزوم، تعیین پارامترها و راهبردهای الگوریتم ژنتیک، سیستم طراحی شد.

برای هدف فرعی دوم یا رعایت توزیع مناسب رتبه‌ها، با استفاده از تابع اول و تعیین کروموزوم‌های جداگانه برای هر رتبه، سیستم طراحی شد. در بیمارستان‌ها گروه پرستاری دارای مهارت‌های متفاوت و تجارب مختلف هستند. برای مثال پرستاران پس از پایان دوره کارشناسی، به مدت دو سال به عنوان خدمت طرح نیروی انسانی مشغول به کار می‌شوند. پرستار رسمی دارای سابقه کار بالای ۲ سال و تجربه کاری بیشتری از پرستار طرحی می‌باشد. پرستاران در امور معاینه، مراقبت‌هایی مانند پانسمان، بخیه، دارو درمانی به روش خوراکی و تزریقی و موارد تخصصی دیگر فعالیت می‌کنند. بهیار به دلیل حیطه کاری، کمک‌کننده به پرستار

[Downloaded from hayat.tums.ac.ir on 2026-07-09]

در ثبت علایم حیاتی و موارد دیگر است. یکی از مواردی که برای ارتقای کیفیت مراقبت مدنظر است، چیدمان صحیح این افراد طبق نظر مدیریت پرستاری در برنامه‌های هر نوبت کاری در هر روز بر اساس نیاز بخش مورد نظر می‌باشد. با توجه به موارد بالا، حل مسأله تنظیم برنامه نوبت‌کاری بر اساس رتبه‌ها با در نظر گرفتن ۳ رتبه انجام گرفت.

به منظور دستیابی به هدف فرعی سوم یا رعایت تقاضای پرستاران، تابع هزینه دوم و متعاقب آن با جمع بستن تابع اول و دوم، معیار کل طراحی گردید. در نوشتن تابع هزینه برای مسأله، تا حد امکان پارامترهای مهم مسأله تنظیم برنامه نوبت‌کاری پرستاری در یک بیمارستان وارد مدل شد و مسأله پیچیده‌تر شده و به یک مسأله بهینه‌سازی چند معیاره تبدیل شد. زیرا برنامه نوبت‌کاری باید به گونه‌ای ریخته شود که جدول هفتگی به صورت یکنواخت توسط پرستاران تکمیل شود و در عین حال در حالت پیچیده‌تر یک مدل ساده از ترجیح پرستاران به کار در نوبت‌های کاری مختلف نیز در نظر گرفته شود. به عنوان مثال ممکن است یک پرستار تمایل به کار در نوبت کاری صبح و دیگری در نوبت کاری عصر و دیگری در نوبت کاری شب داشته باشد. نیاز به خدمات پرستاری اغلب به صورت ۷ روز هفته و ۲٤ ساعت شبانه روز است، در حالی که پرستاران و خانواده‌های آن‌ها به کار به صورت سنتی ۵ روز در هفته و ۸ ساعت روزانه تمایل دارند. کار در برنامه ثابت مورد علاقه، برای برخی پرستاران در ایجاد نظم در برنامه زندگی روزمره آن‌ها بسیار اهمیت دارد. بنابراین تا جایی که به یکنواختی برنامه کاری بیمارستان لطمه وارد نمی‌شود باید ترجیحات کاری پرستاران نیز در نظر گرفته شود.

هدف فرعی چهارم، رعایت عدالت در توزیع برنامه هنگام کمبود نیرو است. در زمان‌های کمبود نیرو، مانند پایان یافتن دوره طرح خدمت نیروی انسانی یا بیماری و مرخصی کارکنان، مدیر ناچار به تنظیم برنامه برای تعداد کمتری نیرو با همان نیازمندی‌های قبلی می‌باشد. لذا در سیستم طراحی شده این امکان قرار داده شد تا تعداد نیروی کمتری برای برنامه‌ریزی انتخاب شوند.

آخرین هدف، هدف فرعی پنجم، صرفه‌جویی در زمان مدیر بوده که با طراحی سیستم نرم‌افزاری و تنظیم راهبردهای الگوریتم ژنتیک برای دستیابی به زمان‌های اجرا (Run) به حدود دو دقیقه برای دور بهینه سازی، تعداد جمعیت ۱۰۰ و معیار توقف تا تولید ۱۰۰نسل در نظر گرفته شد.

در این مطالعه هر رشته کروموزوم متشکل از ژن‌ها یا شماره پرستاران یک راه حل مسأله است که شماره پرستاران را در خانه‌های جدول برنامه توزیع می‌نماید. ابتدا با چیدمان تصادفی ژن‌ها در کنار هم، به تعداد جمعیت معین شده در راهبرد، کروموزوم تولید می‌شود و برای انتخاب والد از قاعده چرخ رولت استفاده می‌شود؛ پس از تولید کروموزوم به تعداد جمعیت تعیین شده، با عبور دادن همه کروموزوم‌ها از تابع هزینه، بهترین برنامه‌ها انتخاب می‌شود و با اعمال پارامتر «انتقال بهترین‌ها»، ۱۵٪ از بهترین برنامه‌ها به نسل بعد منتقل می‌گردد. در ادامه با اعمال پارامترهای «جابجایی» و «جهش» سعی در اصلاح تصادفی بقیه کروموزوم‌ها می‌شود و کروموزوم‌های

[Downloaded from hayat.tums.ac.ir on 2026-07-09]

جدید تولید شده به نسل بعد منتقل می‌شوند. این کار به تعداد دفعات تعیین شده در راهبرد تولید نسل، تکرار شده و سپس متوقف می‌گردد و در نهایت کروموزوم بهتر که همان برنامه بهینه شده می‌باشد ارایه می‌شود.

برای دستیابی به هدف اصلی مطالعه، محیط گرافیکی برای شبیه‌سازی دوم و با استفاده از تابع اول طراحی شد. سیستم طراحی شده به این صورت ارزیابی شد که اعداد ساعت کاری نیروها در برنامه تهیه شده توسط فرد خبره در تابع هزینه اعمال شد و نتایج به دست‌آمده در برنامه متعلق به شش ماه در هر دو بخش منتخب با نتایج به دست آمده از برنامه تهیه شده توسط سیستم طراحی شده مقایسه گردید.

یافته‌ها

یافته‌های به دست آمده از تحلیل برنامه‌های ثبت شده در کاغذ توسط فرد خبره و مصاحبه نشان داد برنامه‌ها در سه نوبت کاری صبح (۷ساعت)، عصر (۷ساعت) و شب (۱۲ساعت) تنظیم می‌گردد و ساعت کار موظف نیروهای مورد نظر برنامه‌ریزی در این مطالعه که دارای سابقه کار زیر ۲۰ سال بودند، ٤٤ ساعت در هفته می‌باشد. برای توزیع یکنواخت نیروی کار در طول هفته، معیار اول با تبدیل روند برنامه‌ریزی فرد خبره، به صورت تابع هزینه اول تعیین گردید.

$$f_1 = \sqrt{\sum_{i=1}^{Num\,of\ Nurses} (WeekHour_i - NormalWorkHour)^2}$$

در این رابطه داریم

Number of Nurses	تعداد پرستاران
$Week\ Hour_i$	ساعت‌های کاری هر پرستار
Normal Work Hours	میزان ساعت کاری موظف پرستاران

ابتدا ساعت کار پرستاران از ساعت موظف کار هفتگی کسر می‌شود. سپس به توان ۲ می‌رسد و از مجموع اعداد به دست آمده برای کلیه پرستاران جذر گرفته می‌شود. برای تعیین ساعت‌های کاری هر پرستار، ساعت کاری هر نوبت کاری در تعداد آن نوبت کاری ضرب شده و مقادیر با هم جمع می‌شود. حداقل کردن رابطه فوق به معنی کاهش فاصله میزان ساعت کاری همه پرستاران با میزان ساعت موظف است، یعنی همه پرستاران به طور معقولی در طول هفته به صورت یکنواخت و تا حد ممکن نزدیک به ٤٤ ساعت کار کنند.

در مرحله بعد، کدگذاری مناسب برای بیان کروموزوم‌ها با اختصاص شماره‌هایی به پرستاران طرح‌ریزی شد. برای تعیین کروموزوم در بخش اول (بخش٤ بیمارستان مرکز طبی کودکان)، به دلیل این که از میان تعداد ۲۰ نفر نیروی بخش، فقط ۹ نفر دارای برنامه غیردوره‌ای بودند، کروموزوم برای همین ۹ نفر و با استفاده از اطلاعات جمع‌آوری شده مطابق جدول شماره ۱ در خصوص تعداد نیروی مورد نیاز در روزهای هفته، تعیین گردید. لذا طول رشته برابر تعداد روزهای هفته ضربدر تعداد نیروی مورد نیاز در هر نوبت کاری، شامل ٤٦ ژن می‌شود. جدول برنامه دارای ٤٦ خانه می‌باشد که با استفاده از شماره‌های پرستاران از ۱ تا ۹ تکمیل می‌شود.

در ادامه در بخش دوم (بخش ۲ بیمارستان مرکز طبی کودکان)، مسأله به صورت پیچیده‌تر حل شد. از ۲۰ نفر نیروی بخش، دو نفر شامل سرپرستار و منشی بخش دارای برنامه ثابت صبح کاری بوده و از مطالعه خارج شدند. ۱۸ نفر

[Downloaded from hayat.tums.ac.ir on 2026-07-09]

باقی‌مانده دارای برنامه متغیر و ساعت کار موظف ٤٤ ساعت در هفته بودند. در این حالت تعداد پرستارانی که باید جایابی شوند نسبت به حالت قبلی از ۹ به ۱۸ نفر رسید و پیچیدگی مسأله افزایش یافت. برای تعیین کروموزوم از اطلاعات جدول شماره ۱ استفاده گردید.

لذا تعداد ۹٤ خانه باید توسط شماره پرستاران از ۱ تا ۱۸ به صورت مناسب تکمیل شود. در برنامه‌نویسی، برای پیشگیری از تکرار شماره پرستار مشابه در هر نوبت کاری، برنامه طوری نوشته شد که در هر نوبت کاری دور زده و شماره تکراری را با شماره پرستاری که در آن نوبت کاری قید نشده جایگزین می‌کند.

در ادامه پارامترها و راهبردهای الگوریتم ژنتیک تنظیم شده و برای انتخاب والدین از قاعده چرخ رولت استفاده گردید و بررسی و اجرای برنامه نشان داد به همگرایی مناسب رسیده است.

در خصوص توزیع یکنواخت نیروها، نتایج در شبیه‌سازی اول، با توزیع یکنواخت ۹ پرستار در بخش اول با استفاده از تابع هزینه اول، دیاگرام همگرایی الگوریتم ژنتیک کاهش هزینه از ۲۲/۸ به ۸/۵ را نشان داد و در شبیه‌سازی دوم، توزیع یکنواخت ۱۸ پرستار با در نظر گرفتن توزیع یکنواخت نیروها و استفاده از تابع هزینه اول، با اعمال الگوریتم ژنتیک بر این مسأله دیاگرام همگرایی کاهش هزینه از ٤۲/۷ به ۱۱/۳ را نشان داد که حاکی از قدرت بالای الگوریتم مورد استفاده است.

در خصوص رعایت توزیع مناسب رتبه‌ها، در این مطالعه رتبه‌ها به صورت ۷ نفر اول: پرستار رسمی دارای سابقه کار بالای ۲ سال، ۷ نفر دوم پرستار طرحی با سابقه کار زیر دو سال و ٤ نفر بعدی بهیار در نظر گرفته شدند. تعداد مورد نیاز نیرو از هر رتبه به صورت جدول شماره ۲، در مراحل جمع‌آوری اطلاعات از برنامه فرد خبره استخراج گردید.

در ادامه برای تعیین کروموزوم، مسأله به سه برنامه مجزا تقسیم شد و به ترتیب نیروهای رتبه ۱، ۲ و ۳ در طول هفته جایابی شدند. بدین معنی که بر اساس تعداد خانه‌های جدول برای هر رتبه، یک کروموزوم، تعیین شد. در شبیه‌سازی سوم، با استفاده از تابع هزینه اول، نتایج نشان داد الگوریتم پیشنهادی قادر به تنظیم برنامه با کارآیی لازم می‌باشد.

در خصوص رعایت عدالت در تنظیم برنامه در هنگام کمبود نیرو، ابتدا معیار دوم، برای در نظر گرفتن تقاضای پرستاران تعیین شد. سپس با معیار اول جمع شد. لذا تابع هزینه دوم به صورت زیر تعیین گردید.

$$f_2 = \sum_{i=1}^{Num\ of\ Nurses} \frac{\sum_{j=1}^{Num\ of\ Unfavorite\ Shifts_i} WorkHourShift_j}{\sum_{k=1}^{Num\ of\ Shifts_i} WorkHourShift_k}$$

در این رابطه داریم

تعداد پرستاران در نظر گرفته شده	$Num\ of\ Nurses$
تعداد نوبت‌های کاری هر پرستار	$Num\ of\ Shifts_i$
تعداد نوبت‌های کاری مطلوب هر پرستار	$Num\ of\ favorite\ Shifts_i$
ساعت کاری در هر نوبت کاری	$Work\ Hour\ Shift_i$
جمع ساعت کار نامطلوب هر پرستار	$\sum_{j=1}^{Num\ of\ Unfavorite\ Shifts_i} WorkHourShift_j$
مجموع کل ساعات کاری هر پرستار	$Work\ Hour\ Shift_i$

در حقیقت کمینه (Minimum) کردن تابع فوق به معنی کاهش دادن نسبت ساعات کاری نامطلوب به کل ساعات کاری یک پرستار است. بنابراین مطابق رابطه فوق کم‌کردن تابع هزینه به

[Downloaded from hayat.tums.ac.ir on 2026-07-09]

این معنی است که نوبت‌های کاری پرستاران تا حد امکان به نوبت کاری مورد علاقه‌شان نزدیک باشد.

برای تعیین معیار کل، این دو معیار باید در کنار یکدیگر بهینه شوند و برنامه مناسب، برنامه‌ای است که از دید هر دو تابع هزینه، بهینه باشد. برای تبدیل این مسأله بهینه‌سازی چند معیاره به یک مسأله بهینه‌سازی تک معیاره دو تابع هزینه فوق پس از نرمال‌سازی با هم جمع بسته شد و تابع هزینه نهایی به صورت زیر به دست آمد.

$$f_{Total} = w_1 \times f_1 + w_2 \times f_2$$

w_1 و w_2 وزن‌هایی هستند که اهمیت هر یک از توابع هزینه اول و دوم را معین می‌کنند. در مسأله تعیین برنامه زمانی پرستاران در یک بیمارستان، اگر w_1 زیاد باشد، اهمیت بیشتری به یکنواخت بودن برنامه زمانی می‌دهیم و بنابراین برنامه‌ای که با کمینه کردن این تابع هزینه به آن خواهیم رسید برنامه‌ای است که تا حد ممکن ساعات کاری پرستاران به صورت یکنواخت توزیع شده ولی در آن اثر کمی از توجه به علایق کاری پرستاران نمایان است. در مقابل افزایش w_2 باعث می‌شود، به علایق کاری پرستاران توجه بیشتری شود و برنامه‌ای که با در نظر گرفتن مقدار بالای این ضریب به دست می‌آید برنامه‌ای خواهد بود که به علایق پرستاران توجه زیادی کرده و در مقابل آن یکنواختی چیدمان را زیاد در نظر نمی‌گیرد. در حقیقت این دو ضریب، به ترتیب میزان اهمیت به نیازهای بیمارستان و تقاضای پرستاران را نشان می‌دهند. برای اجرای الگوریتم ژنتیک با تابع نهایی در این مسأله، مقادیری را به ضرایب نسبت می‌دهیم که به ترتیب $w_1=$ ۱ و $w_2=$۲۰، می‌باشد. دلیل انتخاب این مقادیر، قرار دادن هر دو تابع هزینه در یک بازه معین و نزدیک‌تر کردن اهمیت آن‌ها نسبت به هم می‌باشد.

در شبیه‌سازی چهارم، تعیین برنامه نوبت‌کاری با در نظر گرفتن تقاضای پرستاران با استفاده از معیار کل، فرض بر این گذاشته شد که پرستاران شماره ۱ تا ٦ علاقه به حضور در نوبت کاری صبح و پرستاران ۷ تا ۱۲ علاقه به حضور در نوبت کاری عصر و بقیه نیز علاقه به حضور در نوبت کاری شب دارند. لذا از تابع هزینه نهایی استفاده شد. الگوریتم ژنتیک توانست هزینه f_1 را به ۳۰/۲ و هزینه f_2 را به ۷/٤ برساند. نتایج نشان داد با این که هزینه یکنواختی چیدمان نیروها (f_1) اندکی افزایش یافته است ولی پرستاران به میزان ساعات کاری مورد علاقه خود نزدیک‌تر شده‌اند (f_2).

در خصوص رعایت عدالت در تنظیم برنامه در هنگام کمبود نیرو، یافته‌ها در مقایسه تصمیم‌گیری سیستم طراحی شده و فرد خبره در موارد کمبود نیرو نشان داد، سیستم طراحی شده قادر به توزیع یکنواخت و عادلانه ساعت کار افراد غایب در میان همه نیروها است و همچنین می‌تواند ساعت کار معمول را به نیروهای موجود اختصاص داده و برای افراد مصنوعی به جای افراد غایب تنظیم برنامه نماید. در صورتی که تعداد پرستاران کمتر از میزان مناسب برای تکمیل جدول، وارد سیستم گردد، دو وضعیت پیش می‌آید. اگر گزینه Use Proper Number of Nurses انتخاب شود، برنامه به طور خودکار تعداد مناسب پرستاران را که در سیستم طراحی شده، تعیین شده در

[Downloaded from hayat.tums.ac.ir on 2026-07-09]

نظر گرفته و کار را ادامه می‌دهد. به طوری که به جای افراد غایب، تعدادی پرستار مصنوعی وارد سیستم می‌شوند که برنامه کاری آن‌ها باید به نیروهای جدیدتر واگذار شود. در حالت دوم اگر گزینه مذکور انتخاب نشود، برنامه با تعداد پرستاران انتخابی کار را ادامه می‌دهد و همین تعداد را به بهترین نحو ممکن در جدول توزیع می‌کند. یعنی ساعت کار افراد غایب بین افراد حاضر به طور مناسب و تا حد امکان متعادل توزیع می‌گردد.

یافته‌ها در زمینه صرفه‌جویی در زمان مدیر، نشان داد برنامه توسط سیستم طراحی شده در مدت دو دقیقه و توسط فرد خبره حداقل در ۳۰ دقیقه تنظیم می‌شود. لذا استفاده از سیستم طراحی شده می‌تواند ۹۳٪ صرفه‌جویی زمان مدیران را در پی داشته باشد که منجر به ارتقای کارآیی آنان می‌گردد.

در خصوص هدف اصلی مطالعه یا طراحی سیستم هوشمند تنظیم برنامه نوبت کاری پرستاری با استفاده از الگوریتم ژنتیک، محیط گرافیکی برای توزیع برنامه هفتگی شبیه‌سازی دوم یعنی توزیع یکنواخت برنامه هفتگی حداکثر ۱۸ نیروی پرستاری (شکل شماره ۱) طراحی گردید و نتایج برنامه فرد خبره در شش ماه، با نتایج سیستم طراحی شده از نظر هزینه، توزیع یکنواخت نیروها، صرفه‌جویی در زمان مدیر و تصمیم‌گیری در هنگام کمبود نیرو مقایسه گردید.

محیط از چند بخش عمده تشکیل یافته است که دارای قابلیت‌هایی از قبیل تنظیم و تغییر پارامترهای الگوریتم ژنتیک، تعیین تعداد نیرو، تنظیم برنامه با تعداد کمتر نیرو و تولید پرستار مصنوعی، نمایش روند اجرای برنامه و دیاگرام همگرایی، نمایش میزان کمینه و میانگین برازندگی جمعیت، نمایش برنامه نهایی هفتگی بیمارستان و نمایش میزان کل ساعات کاری هفتگی هر یک از پرستاران می‌باشد.

پارامترهای الگوریتم ژنتیک

تعداد جمعیت	Population Size (100)
تعداد تولید نسل	Maximum Generations (100)
درصد انتقال بهترین‌ها	Percentage of Recombination (15%)
درصد جابجایی	Percentage of Cross over (60%)
درصد جهش	Percentage of Mutation (25%)

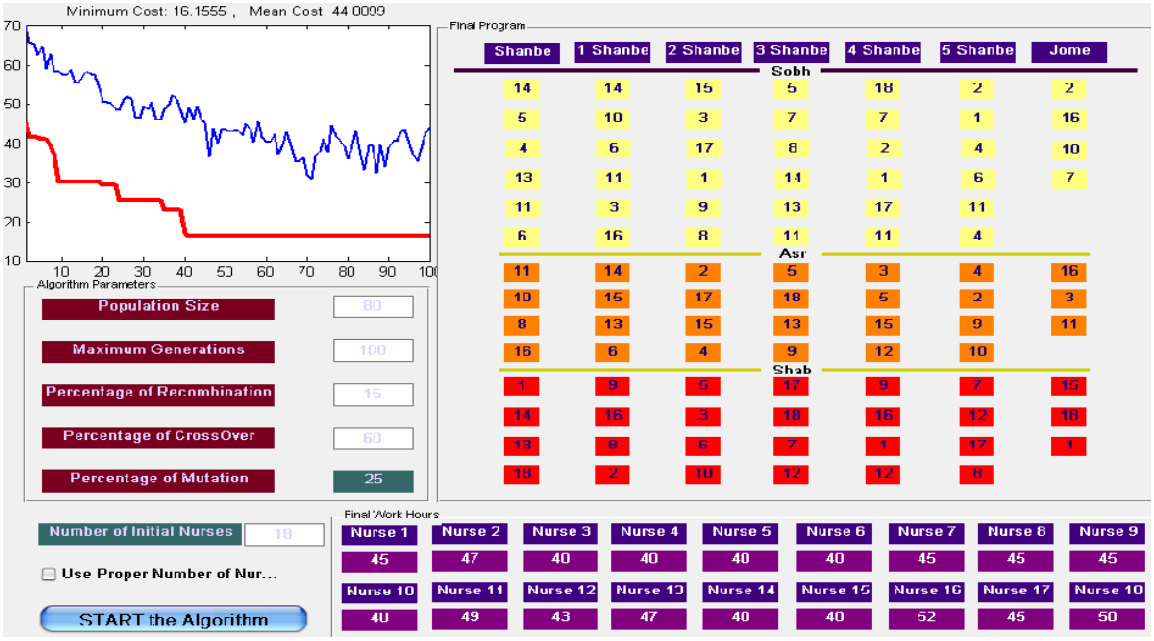
پس از طراحی سیستم به منظور بررسی کارآیی آن، داده‌های پیش پردازش شده به سیستم ارایه و با اجرای سیستم، برنامه تنظیم گردید. از محیط گرافیکی برای سهولت امکان مقایسه و ارزیابی استفاده شد. برای ایجاد شرایط یکسان و امکان مقایسه برنامه فرد خبره با برنامه سیستم طراحی شده، باید در برنامه دست‌نویس بیمارستان هفته‌هایی در نظر گرفته شود که دارای یک روز تعطیل باشد.

لذا در ٦ ماه از ابتدای مهر ماه تا پایان اسفند سال ۱۳۸٦، تعداد ۱٦ هفته که دارای چنین شرایطی بود انتخاب شده و بر اساس تابع هزینه اول، هزینه برنامه فرد خبره محاسبه گردید. بررسی برنامه فرد خبره نشان داد برنامه عملاً به جای ۱۸ نفر برای ۱۷ نفر نوشته شده است، زیرا یک نیرو به دلیل مرخصی حضور فیزیکی ندارد. لذا برای دست یافتن به پاسخ طبیعی‌تر، در سیستم نیز برنامه برای ۱۷ نفر تنظیم شد. سپس با ۱٦ دور اجرای سیستم در محیط گرافیکی تعداد ۱٦برنامه هفتگی توسط سیستم تنظیم و هزینه با تابع مشابه محاسبه و با هزینه برنامه فرد خبره مقایسه گردید.

[Downloaded from hayat.tums.ac.ir on 2026-07-09]

یافته‌ها در بخش اول با تنظیم برنامه برای ۹ نفر در ۱۶ هفته و بخش دوم با تنظیم برنامه برای ۱۷ نیرو در ۱۶ هفته (جدول شماره ۳) و مقایسه واریانس و انحراف معیار (جدول شماره ٤) نشان می‌دهد سیستم طراحی شده از کارآیی و قابلیت اعتماد بالایی برخوردار است.

شکل ۱- محیط گرافیکی تنظیم برنامه هفتگی پرستاران



جدول ۱- تعداد نیروی مورد نیاز در هفته

عنوان بخش / تعداد نیرو	روزهای غیر تعطیل		روزهای تعطیل	
بخش اول	صبح	۳ نفر	صبح	۲ نفر
	عصر	۲ نفر	عصر	۱ نفر
	شب	۲ نفر	شب	۱ نفر
بخش دوم	صبح	٦ نفر	صبح	٤ نفر
	عصر	٤ نفر	عصر	۳ نفر
	شب	٤ نفر	شب	۳ نفر

جدول ۲- تعداد نیروی مورد نیاز از هر رتبه در بخش دوم

رتبه‌ها / تعداد نیرو	روزهای غیرتعطیل			روزهای تعطیل		
	صبح	عصر	شب	صبح	عصر	شب
رتبه ۱ (پرستار رسمی)	۳	۱	۱	۱	۱	۱
رتبه ۲ (پرستار طرحی)	۲	۲	۲	۲	۱	۱
رتبه۳ (بهیار)	۱	۱	۱	۱	۱	۱
مجموع تعداد نیرو در نوبت کاری	٦	٤	٤	٤	۳	۳

[Downloaded from hayat.tums.ac.ir on 2026-07-09]

جدول ۳- مقایسه هزینه تنظیم برنامه توسط سیستم طراحی شده با فرد خبره

شماره هفته / هزینه	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱٤	۱٥	۱٦
فرد خبره در بخش اول	۳۷/۲	۳٦	٤٦/٥	٥٤/۱	۳۱/۷	۲۹/٥	٥۲/۹	٥٤/۳	۳٦/٤	٤۹/٤	٥۰/٦	٤۱	٤۹	۲۸/٥	۳۸/۳	۳۰/٤
سیستم در بخش اول	۸/٥	۹/۲	۸/۷	۹/۲	۱۰/۳	۷/۲	۸	۸/۷	۸	۸	۹/۲	۸/۷	۹/۲	٦/۷	۷/۲	۸/٦
فرد خبره در بخش دوم	۳۷/۲	۳٦	٤٦/٥	٥٤/۱	۳۱/۷	۲۹/٥	٥۲/۹	٥٤/۳	۳٦/٤	٤۹/٤	٥۰/٦	٤۱	٤۹	۲۸/٥	۳۸/۳	۳۰/٤
سیستم در بخش دوم	۱۹/۹	۱۷/۳	۱۸/٦	۱۷/٦	۱۷/۲	۱٤/۳	۱۸	۱۹/۱	۱٥/۷	۱٦/٥	۲۰/۲	۱٥/۳	۱۷/۸	۱٥/۱	۲۲/٥	۱۷/۲

جدول ۴- خلاصه مقایسه هزینه تنظیم برنامه توسط سیستم و فرد خبره در بخش اول و دوم

بخش / هزینه	بخش اول در تنظیم برنامه برای ۹ نفر			بخش دوم در تنظیم برنامه برای ۱۷ نفر		
	واریانس	میانگین	انحراف معیار	واریانس	میانگین	انحراف معیار
فرد خبره	۲۸/٦	۳٥/٥	٥/۳	۸٦/۳	٤۱/٦	۹/۲
سیستم طراحی شده	۰/۸	۸/٥	۰/۹	٤/٤	۱۷/۷	۲/۱

بحث و نتیجه‌گیری

مسایل برنامه‌ریزی و جداول زمانی به طور ویژه برای حل توسط الگوریتم ژنتیک مناسب هستند و بسیاری از بسته‌های نرم‌افزار برنامه‌ریزی بر اساس الگوریتم ژنتیک طراحی شده‌اند. نتایج مطالعه حاضر، حاکی از کارآیی بالای الگوریتم ژنتیک در حل مسأله نوبت کاری پرستاری می‌باشد و در این خصوص با نتایج تحقیقات Aickelin (۷ و۱۷)، Easton و Mansour (۱۱)، Ozcan (۱۳) و Beddoe و Petrovic (۱۸) مطابقت دارد. بررسی مطالعات انجام شده در این زمینه نشان می‌دهد راه‌های مختلفی برای حل مسأله زمان‌بندی و تنظیم برنامه پرستاران وجود دارد، اما بیشتر آن‌ها یک مدل ساده را حل می‌کنند یا بسیار وابسته به مسأله خاص مطرح در یک بیمارستان هستند. مثلاً در مطالعه Chen و Yeung رتبه در نظر گرفته نشد (۱۹).

در مطالعه Isken و Hancock زمان‌های شروع به کار به جای سه نوبت کاری ثابت، قابل انعطاف در نظر گرفته شد و رتبه برای پرستاران ملاحظه نشد. ضمناً اجازه کم یا زیادی کارکنان نسبت به تعداد مورد نیاز داده شد (۲۰). توابع هدف در تحقیق حاضر، بر اساس تعریف مسأله مطرح در این مطالعه تعیین گردید، در حالی که توابع هدف در مطالعات مختلف وابسته به نحوه طرح مسأله در یک بیمارستان خاص می‌باشد.

در این تحقیق، تعداد قیود کمی در مسأله در نظر گرفته شد؛ توصیه می‌شود برای نزدیک‌تر شدن پاسخ به دنیای واقعی، در مطالعات بعدی، قیود بیشتری مدنظر قرار گیرد.

در مطالعه حاضر، در بخش دوم بر اساس بررسی برنامه‌ها مشاهده گردید که برنامه عملاً به جای ۱۸ نفر برای ۱۷ نفر نوشته شده است، زیرا یک نیرو به دلیل مرخصی حضور فیزیکی ندارد. لذا برای دست یافتن به پاسخ طبیعی‌تر، در سیستم نیز برنامه برای ۱۷ نفر تنظیم شد و به درصد واقعی‌تری در کاهش هزینه رسید. ضمناً در تنظیم برنامه برای ۱۷ نفر نیرو مقایسه بیشترین هزینه سیستم با کمترین هزینه فرد خبره نیز نمایانگر بهبود ۲۱

[Downloaded from hayat.tums.ac.ir on 2026-07-09]

درصدی سیستم در کاهش هزینه بوده و مقایسه کمترین هزینه سیستم نسبت به کمترین هزینه فرد خبره نشان‌دهنده ٤٩٪ بهبود در کاهش هزینه می‌باشد. این بدان معنی است که سیستم طراحی شده توزیع یکنواخت نیروها را نسبت به فرد خبره در هر حال با هزینه کمتری انجام می‌دهد. البته ممکن است با توسعه سیستم و افزودن قیودی مانند رعایت تعطیلی بعد از شب کاری و در نظر گرفتن تقاضای کارکنان، هزینه سیستم کمی بالا رود.

نظر به این که زمان صرف شده برای پردازش اطلاعات و تنظیم جدول نوبت‌کاری کارکنان وقت زیادی از مدیران پرستاری می‌گیرد و سیستم طراحی شده در ۲ دقیقه برنامه را تنظیم می‌کند، صرفه‌جویی ۹۳ درصدی در میزان زمان تنظیم برنامه به ارتقای کارآیی مدیران می‌انجامد. در مطالعه Isken و Hancock (۲۰)، زمان تولید راه حل کمتر از ۱۵ دقیقه در کامپیوتر شخصی گزارش شده و در مطالعه Anzai و Miura ، راه حل بعد از ۹۰ ثانیه در کامپیوتر IBM به دست آمد (۲۱). مطالعات مختلف، مجموعاً حاکی از کاهش زمان تنظیم برنامه نسبت به فرد خبره است. علت تفاوت زمان تنظیم برنامه در مطالعات مختلف، استفاده از روش‌های متفاوت و راهبردهای مختلف می‌باشد. در گزارشی از خانم Notarantonio مدیر پرستاری بیمارستان آریزونا که در حال حاضر از سیستم اینترنتی تکمیل نوبت‌کاری پرستاری استفاده می‌کند، به کاهش هزینه زمان تنظیم برنامه اشاره می‌شود؛ با این توضیح که مدیران پرستاری بیمارستان در گذشته، ٦٠٪ از زمانشان را در هر هفته برای تهیه لیست‌های کاغذی برنامه نوبت‌کاری و تماس تلفنی با کارکنان برای تکمیل نوبت‌های کاری خالی صرف می‌نمودند. استفاده از سیستم اینترنتی تنظیم برنامه توسط پرستاران، این زمان را به نصف کاهش داد و مجموعاً ۲۵٪ صرفه‌جویی در هزینه و ۳٪ کاهش جابه جایی در نوبت‌های کاری ایجاد شد (۲۲). در حال حاضر برای تنظیم برنامه نوبت‌کاری، سیستم‌های اینترنتی متعددی در دسترس می‌باشد (۲۸-۲۳). که همگی بر اساس برنامه‌ریزی شخصی تنظیم شده‌اند و مزایایی مانند صرفه‌جویی زیاد در وقت و ایجاد رضایت کارکنان دارند. اما برای منطبق شدن بر قوانین مدیریتی و در نظر گرفتن رتبه‌ها و توزیع مناسب پرستاران با مهارت‌های مختلف، مستلزم اصلاح و نظارت مدیریتی هستند (۲۹).

ارایه خدمات پرستاری به افراد در بیمارستان‌ها و مراکز بهداشتی درمانی بر این اساس است که افراد دارای صلاحیت و مهارت در ارایه این خدمات با تعداد مناسب و در مکانی مناسب به طور شایسته مراقبت‌های لازم را فراهم کنند (۳۰)؛ و برنامه‌ریزی پرستاران یک چالش عمده در بیمارستان‌ها می‌باشد، زیرا برنامه نیازمند تأمین نیازهای بیمارستان در حین تأمین نیازهای فردی پرستاران است، که این امر باعث ایجاد یک چالش مستمر می‌گردد (۳۱). سیستمی که در این مقاله ارایه شده است، نسبت به سیستم‌های اینترنتی موجود دارای مزیت است زیرا در کنار بها دادن به تقاضای کارکنان، به مقررات و نیازهای بیمارستان نیز اهمیت می‌دهد.

مزیت دیگرسیستم طراحی شده، یکنواختی توزیع نیروهاست که منجر به مقابله با هرگونه

[Downloaded from hayat.tums.ac.ir on 2026-07-09]

بی‌عدالتی در توزیع نوبت‌های کاری شده و به دلیل کاهش بار کار اضافی، کارکنان احساس رضایت بیشتری خواهند داشت و کیفیت مراقبت نیز ارتقا می‌یابد. ضمناً در ارزیابی رویکردی که سیستم طراحی شده در کمبود نیرو ارایه می‌دهد، با توزیع یکنواخت ساعت کاری بین بقیه نیروها، نسبت به فرد خبره برنامه عادلانه‌تری فراهم می‌نماید. در حالی که رویکرد فرد خبره شامل افزودن به ساعت کاری برخی از افراد و توزیع غیر یکنواخت ساعت کار افراد غایب در میان افراد موجود می‌باشد. لذا سیستم طراحی شده قادر به توزیع عادلانه برنامه در زمان کمبود نیرو در بین بقیه نیروها است و برنامه منصفانه‌تر منجر به رضایت بیشتر نیروها و نزدیک شدن ساعت کار به ساعت کار موظف و کاهش بار کار اضافی برخی پرستاران می‌شود.

در محاسبه ساعت کاری پرستاران در موردی که برنامه فرد خبره دارای بیشترین هزینه بوده، بالاترین ساعت کاری، ۷۱ ساعت در هفته مشاهده گردید، در حالی که در بیشترین هزینه سیستم طراحی شده بالاترین ساعت کاری، ۵۵ ساعت در هفته بود. لذا سیستم طراحی شده قادر است نسبت به فرد خبره برنامه منصفانه‌تری تنظیم نماید.

به طور کلی، در این مطالعه برای اولین بار در ایران مسأله تنظیم برنامه نوبت‌کاری پرستاری به صورت بومی تعریف شده و با استفاده از روش الگوریتم ژنتیک حل می‌شود و تعداد حداکثر ۲۰ پرستار را در سه نوبت‌کاری صبح، عصر و شب در مدت یک هفته با ساعت کار ٤٤ ساعت به صورت یکنواخت توزیع می‌نماید. بر اساس یافته‌های این پژوهش می‌توان نتیجه‌گیری نمود با توجه به این که در نظام سلامت کنونی، در کشور ما هنوز زمان‌بندی و تنظیم برنامه نوبت‌کاری پرستاری به صورت دستی و کاغذی تهیه می‌شود و این مسأله علاوه بر صرف وقت زیاد مدیران و هزینه کاغذ مصرفی، معضلات نگه داری برنامه‌ها در کاغذهای سایز A_2 و تصمیمات مدیریتی و محاسبات دستی را نیز دربردارد. از آن جا که امروزه امکان خودکار نمودن این گونه اطلاعات فراهم می‌باشد، استفاده از روش‌های هوشمند برای تهیه برنامه بهینه ضروری به نظر می‌رسد. بررسی داده‌ها نشان داد وضعیت حاضر برنامه‌ریزی نوبت‌کاری پرستاران در بخش‌های بیمارستان مورد مطالعه، اغلب برنامه قابل انعطاف غیردوره‌ای است که برنامه‌ریزی شخصی را به یک روش رضایت بخش برای مدیریت با پیچیدگی‌های برنامه پرستاری تبدیل نموده است. در این پژوهش، روش الگوریتم ژنتیک به عنوان یک روش فراابتکاری و روش بهینه‌سازی هوشمند برای حل مشکل برنامه‌ریزی نیروی کار پرستاری با موفقیت مورد استفاده قرار گرفت و امکان تعمیم آن به بخش‌های دیگر بیمارستان نیز با انجام تغییرات و اصلاحاتی در برنامه نویسی از قبیل تعداد نیرو، تعداد نیروی مورد نیاز در هر نوبت کاری و تقاضای کاری پرستاران بخش مورد نظر، وجود دارد و البته مستلزم صرف هزینه برنامه‌نویسی می‌باشد. ضمناً محیط گرافیکی طراحی شده در این سیستم نیاز به مهارت خاص برای به کارگیری آن را مرتفع می‌سازد. از آن جا که تنظیم

[Downloaded from hayat.tums.ac.ir on 2026-07-09]

برنامه‌های نیروی انسانی عملاً مشکل است و نیروها قانوناً حق استفاده از مرخصی دارند، در سیستم طراحی شده این امکان قرار داده شد تا در صورت عدم حضور تعدادی نیرو به دلیل مرخصی عادی یا بیماری، برای تعداد کمتری نیرو، برنامه تنظیم شود. با توجه به پیچیدگی مسأله نوبت کاری پرستاری و وجود محدودیت‌های دیگری که در دنیای واقعی وجود دارد و در این مقاله در نظر گرفته نشده است، از قبیل تعطیلی بعد از شب کاری و محدود بودن کار به دو نوبت کاری در روز، برنامه تولیدی توسط سیستم باید به صورت دستی کمی اصلاح شود.

از آن جا که مصاحبه‌شوندگان به دلیل علاقه‌مندی زیاد به حل مسأله مطرح در این مطالعه تا پایان تحقیق همراهی نمودند، اهمیت مسأله بیشتر نمایان می‌گردد. نتایج به دست آمده از مطالعه نشان می‌دهد که این تحقیق پایه خوبی است برای انجام گسترده‌تر تحقیقات آتی در زمینه طراحی سیستم به نحوی که قابل استفاده در بخش‌های مختلف باشد و قیود بیشتری را برای نزدیکتر شدن به دنیای واقعی در نظر بگیرد. پیشنهاد می‌شود به منظور تعیین استانداردهای برنامه‌ریزی نیروی پرستاری و تعیین موارد مشترک برنامه‌ها در بخش‌های مختلف بیمارستان و استفاده از این اطلاعات در تکمیل سیستم طراحی شده، کارگاه‌هایی برای مدیران پرستاری برگزار گردد.

تشکر و قدردانی

این مقاله نتیجه پایان‌نامه کارشناسی ارشد در رشته مدیریت فناوری اطلاعات پزشکی دانشکده مهندسی پزشکی دانشگاه صنعتی امیرکبیر می‌باشد. بدین‌وسیله از همکاری کلیه مدیران پرستاری و همه افرادی که در انجام این تحقیق ما را یاری نمودند، تشکر و سپاسگزاری می‌نماییم.

منابع

1 - Hosseini M. [Fundamentals of Nursing Management]. Tehran: Boshra Publications; 2006. P. 170. (Persian)
2 - Marandi A, Azizi F, Jamshidi H, Larijani B. [Health in Islamic Republic of Iran]. Unicef Publications; 2007. (Persian)
3 - Soleimany MA, Nasiri Ziba F, Kermani A, Hoseini F. [A comparative study of the general health among staff nurses with fixed or rotating working shift]. Iran Journal of Nursing. 2007; 20(50): 21-28. (Persian)
4 - Anosheh M, Ahmadi F, Faghihzadeh S, Vaismoradi M. [Survey of predisposing causes of working errors in nursing cares from perspective of nurses and their managers perspectives]. Iran Journal of Nursing. 2007; 20(51): 25-36. (Persian)
5 - Huber D. Leadership & nursing care management. 2nd ed. Philadelphia: W.B. Saunders; 2000.
6 - Mahmoodi H, Ebrahimian A, Solynmani M, Ebadi A, Hafezi S, Fayazi F, Sadeghi M. [The study of job motivation factors in critical care nurses]. Journal of Behavioral Sciences. 2008; 1(2): 171-178. (Persian)
7 - Aickelin U. Genetic Algorithms for Multiple-Choice Optimisation Problems. Ph.D Thesis, the University of Wales Swansea; 1999.
8 - Huber D. Leadership and Nursing Care Management. 7th ed. Philadelphia: W.B. Saunders; 2006. P. 922.
9 - Aickelin U. Dienstplanerstellung in Krankenhausern mittels genetischer Algorithmen. Diploma Thesis in Business Science, University of Mannheim, 1996. Available from URL: http://www.cs.nott.ac.uk/~uxa/papers/diplom.pdf

[Downloaded from hayat.tums.ac.ir on 2026-07-09]

10 - Burke EK, De Causmaecker P, Petrovic S, Vanden Berghe G. Metaheuristics for handling time interval coverage constraints in nurse scheduling. Applied Artificial Intelligence. 2006; 20(9).
11 - Easton F, Mansour N. A distributed genetic algorithm for deterministic and stochastic labor scheduling problems. European Journal of Operational Research. 1999; 118(3): 505-523.
12 - Tanomaru J. Staff scheduling by a genetic algorithm with heuristic operators. In Proceedings of the 1995 IEEE International Conference on Evolutionary Computation. 1995; 1: 456-461.
13 - Ozcan E. Memetic algorithms for nurse rostering, in the 20th international symposium on computer and information sciences. Springer-Verlag; 2005. P. 482-492.
14 - Holland J. Adoption in Natural and Artificial Systems. Ann Arbor: University of Michigan Press; 1975.
15 - Kaywan T. [Genetic Algorithms-Fly in the problem space]. Network Monthly J, 2006; 71. Available from URL: http://www.shabakeh-mag.com/Articles/Show.aspx?n=1003006 (Persian)
16 - Mitchell M. An Introduction to Genetic Algorithms. MIT Press; 1998. Available from URL: http://mitpress.mit.edu/catalog/item/default.asp?ttype=2&tid=5974&mode=toc
17 - Aickelin U, White P. Building Better Nurse Scheduling Algorithms. Annals of Operations Research. 2004; 128: 159-177.
18 - Beddoe GR, Petrovic S. Selecting and weighting features using a genetic algorithm in a case-based reasoning approach to personnel rostering. European Journal of Operational Research. 2006; 175(2): 649-671.
19 - Chen JG, Yeung TW. Hybrid expert-system approach to nurse scheduling. Comput Nurs. 1993 Jul-Aug; 11(4): 183-90.
20 - Isken MW, Hancock WM. A heuristic approach to nurse scheduling in hospital units with non-stationary, urgent demand, and a fixed staff size. J Soc Health Syst. 1991; 2(2): 24-41.
21 - Anzai M, Miura Y. Computer program for quick work scheduling of nursing staff. Med Inform (Lond). 1987 Jan-Mar; 12(1): 43-52.
22 - Notarantonio R. Arizona hospital online shift bidding and staffing system Report. Available from URL: http://archive.healthmgttech.com/archives/0206/0206going_once.htm
23 - SmartShift ISM. Available from URL: http://www.staystaffed.com/
24 - Suite Scheduler. Available from URL: http://www.suitescheduler.com/
25 - Employee Scheduling-Online. Available from URL: https://whentowork.com/
26 - Flexestaff offers eShift. Available from URL: http://www.flexestaff.com/
27 - Scheduling Software. Available from URL: http://www.aceshift.com
28 - Flexible Workforce Management. Available from URL: http://www.bidshift.com/html/solutions_whatwedo.html
29 - Darvish A, Towhidkhah F, Khayati R, Keyhanian S. [Designing nursing schedules through internet: a new approach in nursing management]. Quarterly Journal of Yasuj, Faculty of Nursing & Midwifery, Kohgilluye & Boierahmad University of Medical Sciences. 2008; 2(1): 121. (Persian)
30 - Moosavi SA, Foroughi S, Zakavati R, Abbasi N, Haggigi S, Mehdiyan Nasab S, Moosavi Z. [Fundamentals and Principles of Management in Nursing]. Tehran: Khosravi Publications; 2005. P. 62-63. (Persian)
31 - Tomey AM. Nursing Management & Leadership. 7th ed. St. Louis: Mosby Elsevier; 2004. P. 716 - 723.

[Downloaded from hayat.tums.ac.ir on 2026-07-09]

HAYAT

Journal of Faculty of Nursing and Midwifery, Tehran University of Medical Sciences

Designing Nursing Work Scheduler Intelligent System Based on Genetic Algorithm

Darvish* A (MSc.) - **Towhidkhah** F** (Ph.D) - **Khayati*** R** (Ph.D) - **Keyhanian**** S** (B.Sc).

Abstract

Received: Dec. 2009
Accepted: Apr. 2009

Background & Aim: Adjustment of nursing scheduling for specific periods of time to meet the needs of hospitals, nurses and patients is a time-consuming and challenging task for nursing managers. The aim of this study was to design a nursing scheduler system based on genetic algorithm to render better services to patients and overcome traditional scheduling problems.

Methods & Materials: In this applied research, we designed software based on the data derived from interviews with the personnel of two pediatric wards. We transformed the expert entity planning procedure to mathematic function using Genetic Algorithm Programming and create the schedule. We compared the system-designed schedule with the schedule that was written by experts in MATLAB software.

Results: The results showed that the system-designed schedule resulted in 57% reduction in the arrangement costs and 93% time saving for nursing managers in comparison with the expert-designed schedule during 6 months.

Conclusion: System-designed schedule had higher efficiency than the expert-designed one. It entailed higher efficiency of managers and higher job satisfaction of nurses. It also reduced problems of working with paper schedules. Nurses' preferences and hospital requirements could be taking into account, as well. Since we used the limited data gathered from two selected wards for writing the program, the program should be modified based on the data provided from other wards. Further studies are needed to design similar systems with more details in order that it can be available in various wards of hospitals.

Corresponding author:
Darvish A
e-mail:
sedarvish@yahoo.com

Key words: personnel staffing and scheduling, nursing, genetic, algorithms

* MSc. in Nursing, Dept. of Medical and Surgical Nursing, School of Nursing and Midwifery, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
** Associate Professor, Dept. of Biomedical Engineering, Amirkabir University of Technology, Tehran, Iran.
*** Assistant Professor, Dept. of Biomedical Engineering, Shahed University, Tehran, Iran.
**** Industrial Engineering Student, Planning and System Analysis, Faculty of Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran.

[Downloaded from hayat.tums.ac.ir on 2026-07-09]