

ارائه مدلی مبتنی بر تفکر ناب برای مکان‌یابی مراکز خدمات بهداشتی - درمانی با در نظر گرفتن کارایی و کیفیت خدمات ارائه‌شده: (مطالعه موردی شهرستان آمل)

مهدی جقتایی نوایی^{۱*}، محسن رجب‌زاده^۲، علی بزرگی امیری^۳

دانشگاه علم و صنعت ایران دانشگاه بجنورد دانشگاه تهران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۴/۰۸/۱۲

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۱۰/۱۰

چکیده

تفکر ناب یک استراتژی مدیریتی است که در تمام سازمان‌ها از جمله سازمان‌های ارائه‌دهنده خدمات بهداشتی- درمانی قابل به‌کارگیری بوده و ایده اصلی آن شناسایی و حذف اتلاف‌ها است. مکان‌یابی درست یک تسهیل‌دهنده درمانی در زنجیره تأمین سلامت، نقش مهمی در پیاده‌سازی این تفکر در سازمان دارد، چرا که نزدیکی این مراکز به تأمین‌کنندگان از یک سو متضمن تأمین سریع و کم هزینه نیازهای بیماران و از سوی دیگر نزدیکی آنها به مراکز جمعیتی موجب دسترسی سریع و ارزان بیماران به این مراکز می‌شود. بدین ترتیب مکان‌یابی درست مراکز بهداشتی- درمانی می‌تواند تا حدود زیادی موجب کاهش اتلاف در وقت و هزینه شود. در این مقاله یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی چندهدفه جدید به منظور مکان‌یابی و تخصیص خدمات ارائه‌شده در مراکز درمانی و بیمارستانی ارائه شده است. این مدل با ترکیب هم‌زمان مدل مکان‌یابی تسهیلات و تحلیل پوششی داده‌ها، خدمات با کیفیتی را با حداقل هزینه برای مراجعین فراهم می‌نماید. در ادامه نیز از روش محدودیت اسپیلون اصلاح‌شده برای حل مدل پیشنهادی استفاده شده است. همچنین مکان‌یابی خدمات قابل ارائه در بیمارستان‌های شهرستان‌های آمل و تخصیص آنها به مراکز جمعیتی در قالب یک مطالعه موردی انجام و نتایج حاصل تحلیل شده است.

واژه‌های کلیدی: تفکر ناب، مکان‌یابی تسهیلات، بیمارستان، تحلیل پوششی داده‌ها، محدودیت اسپیلون

۱- مقدمه

ناب در بخش سلامت به‌ویژه بیمارستان‌ها همانند صنایع تولیدی قابل به‌کارگیری است. سیستم‌های بیمارستانی با مسائلی از قبیل بخش اورژانس، بررسی کامل بیماران، عکس‌برداری و سایر نمونه‌های آزمایش، بستری کردن، عمل جراحی و ماندن در بیمارستان مواجه هستند. ذی‌نفعان در بخش سلامت کارکنان، پرستاران، پزشکان، مراجعین و شرکت‌های بیمه‌گر هستند.

به سبب ساختار غیریکسان بخش درمان با بخش تولید، ارزش افزوده برای بیماران با آنچه که برای مشتریان بخش‌های تولیدی محسوب می‌شود، متفاوت است. با این وجود، هشت اتلافی که در بحث مدیریت ناب همواره از آن نام برده می‌شود، به‌طور کامل قابل به‌کارگیری در بخش سلامت نیز می‌باشند. مسائلی از جمله تولید بیش از حد،

یک مرکز درمانی سیستم پیچیده‌ای است که از بخش‌های متعددی تشکیل شده و خدمت‌رسانی به مراجعین را مستلزم ایجاد یک جریان مناسب از مواد و اطلاعات در بین این بخش‌ها کرده است. به‌طور کامل بحث فرآیند مدیریتی

*۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران، نویسنده پاسخگو، پست الکترونیکی: mehedinava@ymail.com نشانی: تهران، نارمک، دانشگاه علم و صنعت، دانشکده فنی و مهندسی

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه بجنورد، پست الکترونیکی: m.rajabzadeh@ub.ac.ir

۳- استادیار دانشکده مهندسی صنایع، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران، پست الکترونیکی: alibozorgi@ut.ac.ir

توجه به بحث کارایی و مکان‌یابی مراکز درمانی را مشاهده کرد، مقاله استرومر^۳ و همکاران [۳] در سال ۲۰۰۴ است. مدل ارائه‌شده توسط نویسندگان با استفاده از داده‌های واقعی بیمارستانی تحت آزمایش قرار گرفت.

کنتودیموپولوس^۴ و همکاران [۴] در سال ۲۰۰۶ در مطالعه انجام‌شده توسط خود با استفاده از مدل تحلیل پوششی BCC مطالعه موردی را در یونان مورد آزمایش قرارداد. توجه به موضوع کارایی در نظام سلامت و به‌ویژه بیمارستان‌ها را می‌توان در اثر آلتراس^۵ در سال ۲۰۰۷ [۵] مشاهده کرد. توجه به بحث مکان‌یابی بیمارستان‌ها و خدمات ارائه‌شده در آن فقط محدود به روش‌های تحلیل پوششی نیست. بررسی به‌کارگیری تفکر ناب در بخش بیمارستانی را می‌توان در اثر یانگ^۶ و همکاران [۶] در سال ۲۰۰۸ مشاهده کرد. آنها با اشاره به مفاهیم ناب، حوزه‌های کاربرد در بیمارستان را مورد نقد و بررسی قرار دادند. در مقاله اسمیت^۷ و همکاران [۷] در سال ۲۰۰۹، برنامه‌ریزی پایدار طرح جوامع سلامت در مناطق روستایی کشورهای درحال توسعه پرداخته و نکات جالب‌توجهی را پیرامون انصاف و کارایی مدنظر قرار داده است. نمونه‌ای از مدل خود را نیز در کشور هند در منطقه‌ای روستایی مورد آزمایش قرار داده‌اند. نمونه دیگر از مدل‌های تصمیم‌گیری برای بیمارستان‌ها در اثر وحیدنیا^۸ و همکاران [۸] در سال ۲۰۰۹، مشاهده می‌شود که ترکیب AHP فازی و نرم‌افزار GIS را برای انتخاب بهترین مکان احداث بیمارستان ارائه کرده‌اند. در سال ۲۰۱۲، شریف^۹ و همکاران [۹] مدل مکان‌یابی - تخصیص جهت برنامه‌ریزی تسهیلات درمانی کشور مالزی را ارائه کرده‌اند. در سال ۲۰۱۳، قادری و جبل عاملی [۱۰] مکان‌یابی و طراحی شبکه تسهیلات درمانی را بدون محدودیت ظرفیت پویا با لحاظ کردن محدودیت بودجه ارائه کرده‌اند. در سال ۲۰۱۳، میتروپولوس^{۱۰} و همکاران [۱۱] با ترکیب مدل تحلیل پوششی داده‌ها و مکان‌یابی، مدلی را جهت ترکیب مؤثرتر خدمات در بخش سلامت به‌کار بردند. بررسی مقالات و آثار اشاره‌شده و سایر مطالعات

- 3- Stummer
- 4- Kontodimopoulos
- 5- Aletras
- 6- Young
- 7- Smith
- 8- Vahidnia
- 9- Shariff
- 10- Mitropoulos

هزینه موجودی، هزینه حرکت، هزینه حمل و نقل، هزینه پردازش بیش از حد، نقصان‌ها، زمان انتظارها و کارمندان بدون کارایی را می‌توان با مفاهیم و موارد بیمارستانی وفق داده و به دنبال کاهش آنها بود. به همین دلیل، افزایش کارایی و کیفیت سطح ارائه خدمات و کاهش هزینه‌ها، در سال‌های اخیر مورد توجه مدیران حوزه سلامت بوده است.

دسترسی سریع، به‌موقع و ارزان به این مراکز در هر جامعه، به‌خصوص در جوامع شهری اهمیت فوق‌العاده‌ای دارد که با توجه به مفاهیم ناب قابل حصول می‌باشد. مکان‌یابی درست خدمات بهداشتی و درمانی و تخصیص مناسب آنها به متقاضیان و استفاده از این خدمات، می‌تواند کلید حل بسیاری از مشکلات و معضلاتی باشد که نظام سلامت درحال حاضر با آنها دست به‌گریبان است. مشکلاتی چون عدم دسترسی یا دسترسی ضعیف متقاضیان خدمات درمانی به این مراکز، تأسیس مراکز درمانی در مکان‌های نامناسب و غیره که علاوه بر تحمیل هزینه‌های سنگین به نظام سلامت، در نهایت منجر به صدمات جبران‌ناپذیری به سلامت فردی و اجتماعی می‌شود.

باتوجه به مفاهیم ناب در سیستم سلامت، در مکان‌یابی-تخصیص خدمات بهداشتی و درمانی، تصمیم‌گیرندگان علاوه بر معیارهای معمول در مکان‌یابی-تخصیص، باید شاخص‌های کارآمدی در این حوزه را نیز مد نظر قرار دهند. شاخص‌هایی چون نرخ مرگ و میر، میزان بستری شدن در یک بخش بیمارستانی، نرخ استفاده از یک تسهیل‌مانند سی‌تی‌اسکن و غیره به خوبی می‌توانند راهنمای تصمیم‌گیران برای تصمیم‌سازی در این حوزه باشند.

با توجه به اهمیت موضوع برخی از محققان تحقیقاتی را در این زمینه ارائه نموده‌اند. به‌کارگیری تفکر ناب به شکل تأمین ناب در مقاله مکلو^۱ [۱] در سال ۲۰۰۱، دیده می‌شود. نویسنده در مقاله خود با استفاده از تفکر ناب به دنبال کاهش هزینه مسافت پیموده شده در زنجیره تأمین می‌باشد تا از این طریق اتلاف‌های مدنظر تفکر ناب را کاهش دهد. رتزلاف-رابرت^۲ و همکاران [۲] در سال ۲۰۰۴، در مطالعه خود کارایی بخش سلامت و درمان آمریکا را با کشورهای دیگر پیشگام در این حوزه مورد مقایسه قرار داده و با استفاده از مدل تحلیل پوششی BCC کارایی مراکز را مورداندازه‌گیری قرار داده‌اند. از دیگر آثاری که می‌توان

- 1- McIvor
- 2- Retzlaff-Robert

انجام‌شده در این حوزه از توجه به مکان‌یابی و کارایی بیمارستان‌ها و خدمات ارائه‌شده حکایت دارد. مقاله حاضر براساس همین رویکرد در بخش ۲، مدلی چندهدفه با ترکیب و ادغام هم‌زمان مکان‌یابی و تحلیل پوششی داده‌ها ارائه‌شده است و سپس به حل آن برای موردی واقعی برای بیمارستان‌های شهرستان آمل پرداخته و نتایج آن مورد تحلیل قرار گرفته است. در بخش ۳ نیز به نتیجه‌گیری مباحث مطرح شده پرداخته و پیشنهادهایی برای تحقیقات آتی ارائه نموده است.

۲- تعریف مسئله و مدل

تسهیلات درمانی و کارکنان آن نقش کلیدی در تلاش‌های آمادگی اورژانس و مراکز درمانی برای انواع رخدادهای، شامل فجایع و بلایای طبیعی یا ساخته دست بشر، بروز و پخش آنفلوآنزای همه‌گیر یا حملات تروریستی و به‌طور کلی هر نوع اقدامی که نیاز به دخالت مراکز درمانی هست، دارند. وجود اماکن درمانی لزوماً به معنی دسترسی و قابلیت بهره‌گیری از آنها نیست. مکان‌یابی مراکز درمانی بدون توجه به مباحثی چون کارایی، اثربخشی و پاسخ‌گویی تسهیلات و نیروی انسانی، نمی‌تواند فرایندی کامل محسوب شود و خلأ این امر در آینده به شکل‌های گوناگون از قبیل بیمار و پزشک ناراضی، اتلاف وقت بیمار و غیره بروز پیدا خواهد کرد. با توجه به اهمیت این مسئله در این مقاله در کنار بحث مکان‌یابی مراکز درمانی، به کارایی تسهیل توجه شده است و سعی گردیده تا با ارائه یک مدل برنامه‌ریزی ریاضی بتوان بحث کارایی و کیفیت خدمت‌رسانی در بیمارستان موردنظر، میزان آمادگی و پاسخ‌گویی آن نیز در نظر گرفته شود.

فرضیاتی که برای این مسئله در نظر گرفته‌شده عبارت است از: تسهیلات سلامت موردنظر از نوع درمانی که البته متحرک نمی‌باشند. شاخص‌های کارایی به‌عنوان یکی از عوامل تصمیم‌گیری لحاظ شده است. کیفیت خدمات عامل جهت تشویق مشتریان به استفاده از خدمات با فاصله دورتر لحاظ شده است. تمام خدمات دارای ظرفیت می‌باشند.

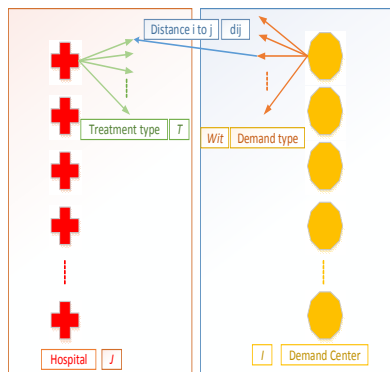
سؤالاتی را که مدل حاضر به آن پاسخ می‌دهد عبارت است از: چه خدماتی باید در مرکز درمانی موردنظر به ارائه خدمت پردازد و چه مراکزی بهتر است بسته شوند. میزان شاخص کارایی خدمات ارائه‌شده بخش‌های مختلف بیمارستانی به چه میزان است. نحوه پوشش تقاضای مراکز جمعیتی

مختلف چگونه است.

۲-۱- مدل مسئله

به‌طور کلی سه روش برای ادغام تحلیل پوشش داده‌ها و مسئله مکان‌یابی تخصیص معرفی می‌شوند. این روش‌ها عبارت‌اند از روش ادغام سلسله‌مراتبی، ادغام متوالی و ادغام هم‌زمان. در روش ادغام متوالی ابتدا یک‌بار کارایی به‌صورت جداگانه بر اساس حضور همه تخصیص‌های ممکن از طریق مدل تحلیل پوشش داده‌ها محاسبه می‌شود؛ سپس امتیازات کارایی محاسبه‌شده برای همه تخصیص‌ها به همراه یک متغیر صفر و یک به‌عنوان یک تابع حداکثری در کنار تابع هدف اولیه مسئله مکان‌یابی قرار می‌گیرد. در روش متوالی پس از به‌دست آوردن کارایی هر یک از نقاط و قرار دادن در مدل و بررسی مجدد و درنهایت حذف نقاط ناکارا به تخصیص بهینه می‌رسد [۱۲]. در روش ادغام هم‌زمان ابتدا مدل تحلیل پوششی داده‌ها برای DMUهای مختلف ادغام شده و یک مدل تجمیع شده DEA به دست می‌آید؛ سپس این مدل تجمیع شده تحلیل پوششی داده‌ها هم‌زمان در مدل مسئله مکان‌یابی-تخصیص ادغام می‌شود. این روش را برای مسائل مکان‌یابی تخصیص بدون در نظر گرفتن محدودیت ظرفیت و با فرض محدودیت ظرفیت به‌کار برده‌اند [۱۳].

در این مدل با در نظر گرفتن خدمات مختلف برای یک بیمارستان و کیفیت برای هر یک از خدمات T مدلی پیشنهاد می‌شود که در آن به دنبال کمینه کردن هزینه‌های عملیاتی و برپایی هست و در کنار آن کیفیت و کارایی را ماکزیمم می‌نماید. در این مدل بازنگری کلی بر عملکرد بیمارستان‌های موجود و نیز بر خدمات هر یک صورت خواهد پذیرفت. علاوه‌براین فرض شده است کیفیت بالاتر منجر به جذب بیشتر بیمار به یک بیمارستان شده و این موضوع با کاهش اثر مسافت اعمال شده است. شبکه مسئله به‌صورت شکل (۱) است.



شکل (۱): شبکه مسئله مکان‌یابی-تخصیص خدمات درمانی

مجموعه‌ها

با استفاده از مدل هاف^[۱۴] تلفیقی از کیفیت و فاصله را می‌توان ایجاد کرد و از آن در تابع هدف هزینه بهره برد. به عبارتی (۲) بیانگر حداقل‌سازی هزینه فاصله به کیفیت، هزینه کم‌کاری در محدودیت‌های نادیده گرفتن تعدادی از ظرفیت بحرانی تعریف‌شده و هزینه عملیاتی خدمت به‌کار برده‌شده در بیمارستان است. تابع (۳) جمع امتیاز اثربخشی خدمات باز بیمارستان‌ها را برای تمام تقاضاها حداکثر می‌نماید. محدودیت (۴) ارضای تقاضاها را تضمین می‌کند. (۵) تصمیمات مکان و تخصیص را مشخص کرده و تضمین می‌کنند که هر مرکز جمعیتی در یک‌فاصله اشاره‌شده از حداقل یک بیمارستان ارائه‌دهنده خدمات قرار گیرد. محدودیت (۶) محدودیت حجم بحرانی (ظرفیت) است که به تعداد بیماران خدمت‌رسانی شده مرتبط است و تضمین می‌کند که در هر بیمارستان حداقل حجم مداوای جمعیت با D_k^- هرگونه کم‌کاری اجرایی مراکز درمانی در نقطه k اجرا شود. باید به خاطر داشت که محدودیت نرم را می‌توان به‌عنوان محدودیت ترجیحی که ارضای آن محدود نشده در نظر گرفت ولیکن ترجیح داده‌شده است. باین‌وجود باید از هرگونه تخطی بر این محدودیت تاجایی که امکان دارد، دوری کرد. در این مدل از محدودیت نرم استفاده‌شده است تا از عدم پوشش ساکنین در مراکز کم‌جمعیت جلوگیری شود. به عبارتی برای بعضی از نواحی می‌توانند بازمانند، حتی در صورتی که بهره‌وری و استفاده ناکافی داشته باشند. (۷) بیانگر این است که جمع وزن ورودی‌های r ام DMU برابر یک هست. محدودیت (۸) نشان‌دهنده کمتر بودن مجموعه وزن خروجی‌ها از ورودی‌های متناظر آن است. محدودیت (۹) کارایی را به‌صورت جمع موزون خروجی‌های h معرفی می‌کند. محدودیت (۱۰) به معنی برابر بودن مجموع مراجعین یک منطقه برای استفاده از خدمت بیمارستانی به بیمارستان‌های مختلف با تقاضای خدمت موردنظر در آن منطقه است و تضمین می‌کند آن نیاز به آن خدمت ارضا شده باشد. محدودیت (۱۱) نشان‌دهنده کمتر بودن جمعیت مراجعه‌کننده یک مرکز جمعیتی برای استفاده از خدمتی در بیمارستان از حداقل تقاضای آن مرکز جمعیتی و ظرفیت آن خدمت در بیمارستان است و در صورتی که در آن بیمارستان خدمتی ارائه نشود جمعیتی نیز به آن مراجعه نخواهد کرد. محدودیت تقاضای (۱۲) و (۱۳) نشان‌دهنده نامنفی بودن وزن‌های ورودی و خروجی

مراکز جمعیتی و نقاط تقاضا $i=1, \dots, I$
 مجموعه بیمارستان‌ها $j=1, \dots, J$
 مجموعه خدمات بیمارستان‌ها $t=1, \dots, T$
 مجموعه ورودی به بیمارستان‌ها $r=1, \dots, R$
 مجموعه خروجی از بیمارستان‌ها $h=1, \dots, H$
 زیرمجموعه‌ای از T که عبارت است از مجموعه خدماتی که در بیمارستان jam قابل ارائه است.

پارامترها

d_{ij} فاصله میان نقطه i از I و j از J
 w_{it} تقاضای مرکز جمعیتی i برای خدمت t
 oc_{jt} هزینه عملیاتی خدمت t در بیمارستان j
 I_{jtr} مقدار ورودی r ام برای خدمت t ام در بیمارستان jam
 O_{jth} مقدار خروجی h ام برای خدمت t ام در بیمارستان jam
 M عددی بزرگ است که به‌عنوان جریمه در اولین تابع هدف برای هر کم محقق شدن در نظر گرفته می‌شود. برابر 1 است اگر $d_{ij} < d_{max}$ باشد و 0 در غیر این صورت

$c(d_{ij})$ نشان‌دهنده جمعیت علاقه‌مند به مداوا از i به بیمارستان jam است و بیانگر بهره‌برداری از منابع است. حجم موردنیاز حیاتی در هر بیمارستان باز شده هست. به نام حداقل حجم موردنیاز برای مداوای جمعیت تا عملیات در بیمارستان را توجیه نماید.

d_{max} حداکثر فاصله مجاز برای تخصیص مرکز جمعیتی به یک خدمت بیمارستانی
 q_{jt} کیفیت خدمت t ام در بیمارستان jam
 ϵ عددی مثبت بسیار کوچک
 cap_{jt} حداکثر ظرفیت خدمت t ام در بیمارستان j

متغیرها

y_{jt} برابر 1 است اگر خدمت t ام در بیمارستان jam ارائه شود و در غیر این صورت 0
 x_{ijt} برابر 1 است اگر مرکز جمعیتی i به بیمارستان واقع در مرکز j تخصیص یابد در غیر این صورت 0 است.
 D_{jt}^- متغیر کمبود محدودیت‌های نرم
 v_{jtr} وزن ورودی r ام برای خدمت t ام در بیمارستان jam
 u_{jth} وزن خروجی h ام برای خدمت t ام در بیمارستان jam
 $d_{e_{jt}}$ میزان ناکارآمدی خدمت t ام بیمارستان jam
 b_{ijt} تعداد بیمارانی که از نقطه تقاضای i به بیمارستان jam مراجعه و از خدمت t استفاده کرده‌اند.

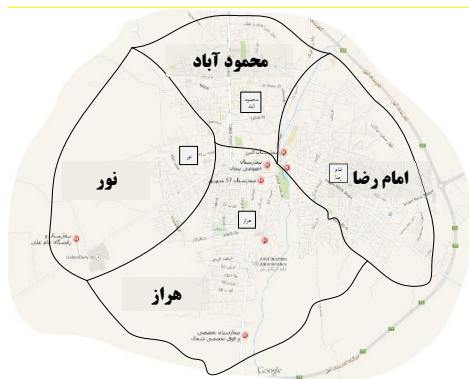
در مدل فرض شده است با افزایش مسافت مراجعین و متقاضیان، استفاده از خدمت در بیمارستان‌ها مطابق فرمول زیر کاهش می‌یابد.

$$c(d_{ij}) = \begin{cases} \left(\frac{d_{max} - d_{ij}}{d_{max}} \right) w_{it} & \text{if } d_{ij} \leq d_{max} \\ 0 & \text{if } d_{ij} \geq d_{max} \end{cases} \quad (1)$$

بیمارستان و بخش، از بیمارستان‌ها و دانشگاه علوم پزشکی مازندران حل و تحلیل شده است. اطلاعات مسئله در ضمیمه الف آمده است. نمایی از شهر آمل و شرایط جغرافیایی آن در شکل (۲) آمده است. از آوردن اطلاعات ورودی و جداول داده‌ها به جهت جلوگیری از اطاله کلام خودداری شده است. ورودی و خروجی‌های به‌کارگرفته شده در مدل تحلیل پوشش نیز به‌صورت جدول (۱) است.

جدول (۱): ورودی و خروجی‌های در مدل تحلیل پوشش

خروجی	ورودی
تعداد تخت ثابت	تعداد تخت فعال
تعداد پزشک	نسبت پذیرش بیمار برای هر تخت
تعداد پرستار	تعداد افراد مداوا شده



شکل (۲): نمایی از شهر آمل و بیمارستان‌ها و ۴ منطقه

روش‌های مختلفی برای حل مسائل چندهدفه وجود دارد که از جمله آنها می‌توان به روش محدودیت اسپیلون اصلاح‌شده^۱ اشاره کرد. براساس الگوریتم و مدل حل ارائه شده در مسائل مورد نظر حل شده است [۱۵]. در این روش ابتدا هر یک از توابع را به تنهایی حل نموده و سپس با استفاده از روش یاد شده نقاط پارتو برای مسئله مطابق جدول (۲) و شکل (۳) به‌دست می‌آید.

جدول (۲): مقدار توابع هدف به ازای حل جداگانه

	f1	f2
Min f1	1.291E+26	56.266
Max f2	2.696E+26	72.549

با حل مسئله به ازای تابع هدف یک و قرار دادن تابع هدف شماره در محدودیت و تکرار حل به تعداد نقاط شکست مقادیر جدول (۳) برای حل به‌دست آورده می‌شود.

1-Augmented ϵ -constraint 2

است. در صورتی که در محدودیت (۱۴) یک مرکز جمعیتی از خدمت بیمارستانی استفاده می‌کند که سهمی از جمعیت آن منطقه به بیمارستان برای استفاده از آن خدمت تخصیص یافته باشند. محدودیت (۱۵) بیانگر عدم ارائه خدمت t در بیمارستان J است، مگر اینکه حداقل یک نفر از آن خدمت استفاده نماید. محدودیت‌های (۱۶) الی (۱۹) نیز متغیرهای مثبت می‌باشند. محدودیت‌های (۲۰) و (۲۱) متغیرهای تصمیمی صفر و یک را مشخص می‌نمایند.

$$\text{Min } \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{t \in T} \frac{d_{ij}}{q_{jt}} b_{ijt} + M \cdot \sum_{j \in J} \sum_{t \in T} D_{jt}^- \quad (2)$$

$$+ \sum_{t \in T} \sum_{j \in J} oc_{jt} y_{jt} \quad (3)$$

$$\text{Max } \sum_{j \in J} \sum_{t \in T} (1 - de_{jt}) \quad (4)$$

$$\sum_{j \in J} x_{ijt} \geq 1 \quad i \in I, t \in T \quad (5)$$

$$x_{ijt} \leq f_{ij} y_{jt} \quad i \in I, j \in J, t \in T \quad (6)$$

$$\sum_{i \in I} c(d_{ij}) x_{ijt} + D_{jt}^- \geq c_{\min} y_{jt} \quad j \in J, t \in T \quad (7)$$

$$\sum_{r \in R} v_{jtr} I_{jtr} = y_{jt} \quad \forall j \in J, \forall t \in st(j) \quad (8)$$

$$\sum_{h \in H} u_{jth} O_{nph} - \sum_{r \in R} v_{jtr} I_{npr} \leq 0 \quad \forall j \in J, \forall t \in st(j), \forall n \in J, \quad (9)$$

$$\forall p \in st(j); (j \neq n, t \neq p) \quad (10)$$

$$\sum_{h \in H} u_{jth} O_{jth} + de_{jt} = y_{jt} \quad \forall j \in J, \forall t \in st(j) \quad (11)$$

$$\sum_{j \in J} b_{ijt} = w_{it} \quad \forall i \in I, \forall t \in T \quad (12)$$

$$b_{ijt} \leq \text{Min}[w_{it}, cap_{jt}] y_{jt} \quad \forall i \in I, \forall j \in J, \forall t \in T \quad (13)$$

$$u_{jth} \geq \epsilon y_{jt} \quad \forall j \in J, \forall t \in T, \forall h \in H \quad (14)$$

$$v_{jtr} \geq \epsilon y_{jt} \quad \forall j \in J, \forall t \in T, \forall r \in R \quad (15)$$

$$b_{ijt} \leq M \cdot x_{ijt} \quad \forall i \in I, \forall j \in J, \forall t \in T \quad (16)$$

$$y_{jt} \leq \sum_{i \in I} b_{ijt} \quad \forall j \in J, \forall t \in T \quad (17)$$

$$u_{jth} \geq 0 \quad \forall i \in I, \forall j \in J, \forall t \in T \quad (18)$$

$$v_{jtr} \geq 0 \quad \forall i \in I, \forall j \in J, \forall t \in T \quad (19)$$

$$b_{ijt} \geq 0 \quad \forall i \in I, \forall j \in J, \forall t \in T \quad (20)$$

$$D_{jt}^- \geq 0 \quad j \in J, t \in T \quad (21)$$

$$x_{ijt} \in \{0,1\} \quad i \in I, j \in J, t \in T \quad (22)$$

$$y_{jt} \in \{0,1\} \quad j \in J, t \in T \quad (23)$$

۲-۲- مطالعه موردی و حل مدل

مدل ارائه‌شده جهت بررسی بیمارستان‌های شهرستان آمل و بر مبنای اطلاعات سال ۹۲ گرفته‌شده برای چهار

جدول (۳): نتایج حل به ازای حل به روش محدودیت افسیلون

ردیف	s	e	fl
۱	16.550	56.266	13836722558.8718
۲	14.922	57.894	13836722558.8745
۳	13.294	59.523	13836722558.8771
۴	11.665	61.151	13836722558.8798
۵	10.037	62.779	13836722558.8824
۶	8.409	64.408	13836722558.8851
۷	6.781	66.036	13836722558.8877
۸	5.152	67.664	13836722558.8904
۹	3.524	69.292	13836722558.8930
۱۰	1.896	70.921	13836722558.8957
۱۱	0.267	72.549	13836722558.8983

مراکزی با هزینه کمتر و نزدیک‌تر برگزیده شده است ولی در حالت ۱۱ مراکزی با کارایی بالاتر، هر چند که فاصله بیشتری از ناحیه مورد نظر داشته‌اند مورد استفاده قرار گرفته‌اند. به وضوح مشخص است که ناحیه ۱ بیمارستان شماره ۱ را به سبب فاصله نزدیک‌تر در حالت ۱ برگزیده است اما به سبب اینکه به دنبال افزایش کارایی در حالت ۱۱ است تخصیص‌ها را مراکز با کارایی بالاتر افزایش داده است.

جدول (۵): نتیجه استفاده ناحیه ۱ از ۴ بیمارستان ارائه‌دهنده خدمات در حالت ۱

ناحیه ۱	بیمارستان			
	۱	۲	۳	۴
تعداد مراکز استفاده شده	۶	۱۲	۵	۲
d_{1j}	۲.۹	۷.۳	۴.۸	۵.۸
نفر-کیلومتر استفاده شده	۸۸۷.۴	۱۵۷۶.۸	۴۸۹.۶	۸۱.۲
مجموع نفر-کیلومتر استفاده شده	۳۰۳۵			

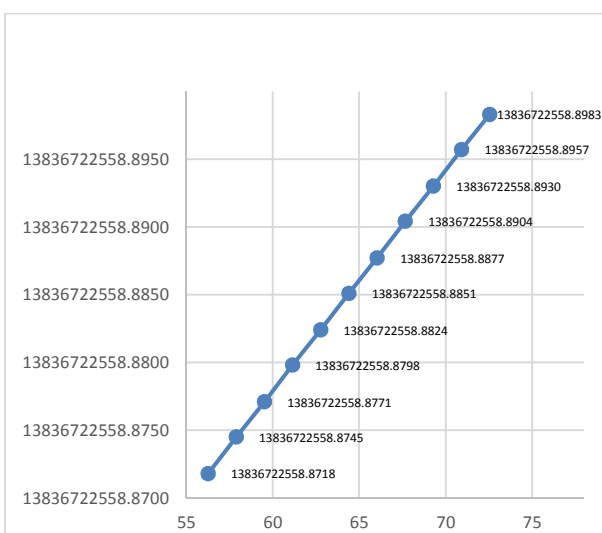
جدول (۶): نتیجه استفاده ناحیه ۱ از ۴ بیمارستان ارائه‌دهنده خدمات در حالت ۱۱

ناحیه ۱	بیمارستان			
	۱	۲	۳	۴
تعداد مراکز استفاده شده	۳	۱۰	۵	۳
d_{1j}	۲.۹	۷.۳	۴.۸	۵.۸
نفر-کیلومتر استفاده شده	۱۱۳.۱	۲۹۲.۰	۶۰۰	۲۶۱
مجموع نفر-کیلومتر استفاده شده	۳۸۹۴			

۳- نتیجه و جمع‌بندی

بررسی مطالعات صورت‌پذیرفته در حوزه سلامت از توجه محققان و تصمیم‌گیران به بحث‌هایی از قبیل مکان‌یابی و نحوه تخصیص خدمات ارائه‌شده در بیمارستان‌ها به مؤثرترین شکل ممکن حکایت دارد. جهت حل مشکلات و مسائل مرتبط با این بخش راه‌های مختلفی از جمله ارائه مدل‌های ریاضی پیشنهاد شده است. مقاله حاضر نیز با توجه به اهمیت موضوع و در تکمیل آثار محققان گذشته، مدلی چند هدفه بر مبنای ترکیب مدل مکان‌یابی -

فصلنامه علمی - ترویجی



شکل (۳): نمودار پارتوی جواب‌های حل به روش محدودیت افسیلون

جهت تحلیل نتایج به‌دست آمده با انتخاب نتیجه شماره ۱ و شماره ۱۱ دو حالت بهینه تابع هدف مورد بررسی قرار داده می‌شود. در جدول (۴) میزان ناکارایی هر دو حالت ذکر شده است.

جدول (۴): میزان ناکارآمدی دو حالت ۱ و ۱۱

حالت	میزان ناکارآمدی کل
۱	۱۹.۷۳۳
۱۱	۳.۴۴۹

از خدمات مراکز کمتری در حالت افزایش کارایی نسبت به حالت کاهش هزینه‌ها استفاده می‌شود. برای مثال با بررسی مراکز مورد استفاده توسط ناحیه ۱ که اطلاعات آن در جدول (۵) و (۶) برای دو حالت ۱ و ۱۱ آمده است کاهش تعداد مراکز مشخص شده است. در واقع در حالت ۱

۶- مراجع

[1] R. McIvor, *"Lean supply: the design and cost reduction dimensions"*. Eur. J. Purch. Supply Manag., vol. 7, no. 4, pp. 227-242, Dec, 2001.

[2] D. Retzlaff-Roberts, C. F. C. Chang, and R. M. R. Rubin, *"Technical efficiency in the use of health care resources: a comparison of OECD countries"*. Health Policy (New. York)., vol. 69, no. 1, pp. 55-72, Jul. 2004.

[3] C. Stummer, K. Doerner, A. Focke, and K. Heidenberger, *"Determining Location and Size of Medical Departments in a Hospital Network: A Multiobjective Decision Support Approach"*. Health Care Manag. Sci., vol. 7, no. 1, pp. 63-71, Feb. 2004.

[4] N. Kontodimopoulos, P. Nanos, and D. Niakas, *"Balancing efficiency of health services and equity of access in remote areas in Greece"*. Health Policy (New. York)., vol. 76, no. 1, pp. 49-57, Mar. 2006.

[5] V. Aletras, N. Kontodimopoulos, A. Zagouldoudis, and D. Niakas, *"The short-term effect on technical and scale efficiency of establishing regional health systems and general management in Greek NHS hospitals"*. Health Policy (New. York)., vol. 83, no. 2-3, pp. 236-45, Oct. 2007.

[6] T. P. Young and S. I. McClean, *"A critical look at Lean Thinking in healthcare"*. Qual. Saf. Health Care, vol. 17, no. 5, pp. 382-6, Oct. 2008.

[7] H. K. Smith, P. R. Harper, C. N. Potts, and A. Thyle, *"Planning sustainable community health schemes in rural areas of developing countries"*. Eur. J. Oper. Res., vol. 193, no. 3, pp. 768-777, Mar. 2009.

[8] M. M. H. Vahidnia, A. a Alesheikh, and A. Alimohammadi, *"Hospital site selection using fuzzy AHP and its derivatives"*. J. Environ. Manage., vol. 90, no. 10, pp. 3048-56, Jul. 2009.

[9] S. S. R. Shariff, N. H. Moin, and M. Omar, *"Location allocation modeling for healthcare facility planning in Malaysia"*. Comput. Ind. Eng., vol. 62, no. 4, pp. 1000-1010, May 2012.

[10] A. Ghaderi and M. M. S. Jabalameli, *"Modeling the budget-constrained dynamic uncapacitated facility location-network design problem and solving it via two efficient heuristics:"*

تخصیص تسهیلات درمان و تحلیل پوششی داده‌ها ارائه کرده‌است. در مدل مذکور در کنار توجه تخصیص مراکز تقاضا به مراکز ارائه خدمت با کمترین هزینه، کارایی خدمات ارائه شده در بیمارستان‌ها را نیز لحاظ کرده است تا هزینه‌های صورت پذیرفته به شکل مؤثری در اختیار متقاضیان قرار گیرد.

با توجه به چندهدفه بودن مدل ریاضی ارائه شده، روش محدودیت افسیلون اصلاح شده مورد استفاده واقع شده و مدل در شرایط واقعی برای بیمارستان‌های شهرستان آمل به اجرا گذاشته شده و نتایج مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته است. نتایج حاصل از این روش به تصمیم‌گیران کمک می‌کند تا با لحاظ کردن اهمیت کارایی یا هزینه در تصمیم‌گیری‌های خود مناسب‌ترین تخصیص به مراکز تقاضا را لحاظ نمایند. از دیگر مزیت‌های مدل ارائه شده می‌توان به محاسبه میزان ناکارایی مراکز خدمات ارائه شده، اشاره کرد. این امر به تصمیم‌گیران کمک می‌نماید تا از منابع به نحو مؤثرتری استفاده نمایند.

۴- پیشنهادات برای تحقیقات آتی

برای تحقیقات آتی می‌توان با لحاظ کردن عدم قطعیت در داده‌ها و تقاضاهای متقاضیان و همچنین هزینه، آنچه که در واقعیت با آن رو به‌رو هستیم را نیز در مدل لحاظ کرد. تصمیم تغییر و ترکیب خدمات ارائه شده در بیمارستان‌ها و یا چگونگی افزایش ظرفیت‌ها از دیگر موارد قابل طرح در تحقیقات است.

۵- تقدیر و تشکر

در این بخش از ریاست بیمارستان‌های امام‌علی (ع)، امام‌رضا (ع)، ۱۷ شهریور و پیمان و همچنین دانشگاه علوم پزشکی مازندران به سبب در اختیار قرار دادن اطلاعات و همکاری بی‌دریغشان صمیمانه سپاس‌گذار و متشکریم.

A case study of health care". Math. Comput. Model., vol. 57, no. 3-4, pp. 382-400, Feb. 2013.

[11] P. Mitropoulos, I. Mitropoulos, and I. Giannikos, *"Combining DEA with location analysis for the effective consolidation of services in the health sector"*. Comput. Oper. Res., vol. 40, no. 9, pp. 2241-2250, Sep. 2013.

[12] P. Mitropoulos, I. Mitropoulos, and I. Giannikos, *"Combining DEA with location analysis for the effective consolidation of services in the health sector"*. Comput. Oper. Res., vol. 40, no. 9, pp. 2241-2250, 2013.

[13] R. Klimberg and S. Ratick, *"Modeling data envelopment analysis (DEA) efficient location/allocation decisions"*. Comput. Oper. Res., 2008.

[14] N. Saidani, F. Chu, and H. Chen, *"Competitive facility location and design with reactions of competitors already in the market"*. Eur. J. Oper. Res., vol. 219, no. 1, pp. 9-17, May 2012.

[15] G. Mavrotas and K. Florios, *"An improved version of the augmented ϵ -constraint method (AUGMECON2) for finding the exact pareto set in multi-objective integer programming problems"*. Appl. Math. Comput., vol. 219, no. 18, pp. 9652-9669, May 2013.