مکان‌یابی بیمارستان‌ها با استفاده از مدلی چندهدفه با در نظر گرفتن معیار عدالت شهروندی

علی بزرگی امیری [۱*]، آرین حسین زاده [۲]

تاریخ دریافت: ۹۵/۱/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۲/۲۴

چکیده:

زمینه و هدف: *امروزه یکی از مهم‌ترین مسائل درزمینه مکان‌یابی بیمارستان‌ها، در نظر گرفتن عدالت است؛ هدف از این پژوهش ارائه مدلی چندهدفه جهت مکان‌یابی عادلانه بیمارستان‌ها بود که بتواند هزینه را نیز درنظر بگیرد و برای احداث بیمارستان‌ها در آینده، استفاده شود.*

مواد و روش‌ها: *این پژوهش مطالعه‌ای تحلیلی-توصیفی بود که در شهر رشت به‌منظور تعیین مکان‌های عادلانه برای احداث بیمارستان انجام گرفت. به این منظور، پس از بررسی مطالعات انجام گرفته مدلی سه‌هدفه شامل اهداف میانه (حداقل هزینه)، عدالت (حداقل حسادت) و بار کاری عادلانه ارائه گردید و به کمک تکنیک مجموع وزنی که در آن با توجه به اهمیت اهداف به آن‌ها وزن داده می‌شود و با استفاده از داده‌های واقعی شهر رشت که از شهرداری، اداره آمار و نقشه‌های هوایی گردآوری شدند، بهترین مکان‌ها جهت احداث بیمارستان در این شهر پس از حل مدل با نرم‌افزار GAMS 24.1.2 مشخص گردید.*

نتایج: *این پژوهش به تصمیم‌گیرندگان کمک می‌کند تا در تصمیم خود مبنی بر انتخاب بهترین مکان‌ها برای احداث بیمارستان، علاوه بر هزینه، عدالت را نیز درنظر بگیرند؛ برقراری عدالت شهروندی و افزایش کارایی بیمارستان‌ها در کنار درنظر گرفتن ملاحظات هزینه‌ای، از مهم‌ترین دستاوردهای این پژوهش برای تصمیم‌گیرندگان در حوزه سلامت است.*

نتیجه‌گیری: *اگر به معیار عدالت در مکان‌یابی بیمارستان‌ها توجه نشود، نتایج می‌تواند بسیار ناعادلانه باشد. مطالعه موردی صورت گرفته مؤید کارکرد مطلوب مدل پیشنهادی در مکان‌یابی بیمارستان‌های شهر رشت با توجه به معیار عدالت شهروندی بود. نتایج می‌تواند به‌عنوان مبنای مناسبی برای تصمیم‌گیری در اختیار مدیران قرار گیرد.*

کلمات کلیدی: *مکان‌یابی بیمارستان، عدالت شهروندی، تصمیم‌گیری چندهدفه، مدل‌سازی ریاضی*

۱. استادیار، دانشکده مهندسی صنایع، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران (* نویسنده مسوول)
تلفن تماس: ۰۲۱۸۲۰۸۴۴۸۴ آدرس الکترونیکی: Alibozorgi@ut.ac.ir، تلفکس: ۰۲۱۸۸۰۲۱۰۶۷، آدرس: تهران، خیابان کارگر شمالی، جنب اتوبان جلال آل احمد، دانشکده مهندسی صنایع، صندوق پستی: ۱۴۳۹۹۵۵۹۶۱
۲. کارشناس ارشد مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-19]

مقدمه

مسئله مکان‌یابی و انتخاب محل یا محل‌های احداث تسهیلات از بین تعدادی مکان منتخب، یکی از مهم‌ترین چالش‌های پیش روی تصمیم‌گیرندگان در ابتدای هر پروژه‌ای می‌باشد؛ زیرا انتخاب مکان مناسب می‌تواند برآورده‌کننده بسیاری از اهداف تصمیم‌گیرندگان از قبیل افزایش فروش، کاهش هزینه‌ها، افزایش کارایی و مواردی از این قبیل باشد که درنهایت موجب افزایش سودآوری مادی و یا غیرمادی می‌شود؛ بحث تصمیم‌گیری در خصوص مکان‌یابی تسهیلات از گذشته‌های دور مطرح بوده است و مسائل مکان‌یابی به‌طور وسیعی در مسائل دنیای واقعی از قبیل مکان‌یابی انبارها، کارخانه‌ها، بیمارستان‌ها و مراکز خدمات درمانی، ایستگاه‌های اورژانس، مرکز پلیس، ایستگاه‌های آتش‌نشانی و سوخت‌رسانی، مراکز دفع زباله و سایر تسهیلات خصوصی و دولتی به کار گرفته‌شده‌اند. متناسب با شرایط، مدل‌های مکان‌یابی بسیار متنوعی در این راستا توسط پژوهشگران ارائه‌شده است. تحقیقات انجام‌گرفته در زمینه مکان‌یابی از گستردگی بسیار زیادی برخوردار بوده و کاربردهای عملی بسیار وسیعی در زمینه‌های مختلف داشته است (۱).

یکی از مهم‌ترین مسائل در حوزه مکان‌یابی، مکان‌یابی تسهیلات سلامت و بیمارستان‌ها می‌باشد؛ امروزه با افزایش سریع جمعیت در شهرها، توازن عرضه و تقاضا برهم‌خورده است و مدیران شهری نیازمند تصمیم‌گیری در خصوص احداث تسهیلات جدید مخصوصاً تسهیلات سلامت هستند؛ زیرا این موضوع امری حیاتی است و تأثیر قابل‌توجهی در کاهش خسارات مالی و جانی شهروندان دارد؛ به همین دلیل دسترسی سریع، به‌موقع و ارزان به تسهیلات درمانی در جوامع شهری از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. ایجاد تسهیلات درمانی جدید، مستلزم صرف هزینه‌های زیادی می‌باشد و تعیین مکان بهینه این مراکز با توجه به اهداف مختلف به‌نحوی‌که همه شهروندان از آن بهره‌مند شوند، بسیار مهم است. ازاین‌رو، مکان‌یابی صحیح و بهینه تسهیلات درمانی باعث افزایش سرعت، کارایی، سهولت دسترسی، نزدیکی تسهیل به مراکز تقاضا و کاهش هزینه‌های مرتبط با تسهیلات درمانی می‌گردد. این موضوع، نیاز بالقوه سیستم‌های سلامت و درمان را به ارتقای سطح کارایی و برابری دسترسی به خدمات درمانی نشان می‌دهد (۲).

اما مسئله بسیار مهم دیگر در مکان‌یابی مراکز سلامت، موضوع عدالت است؛ مکان‌یابی مراکز سلامت به جان مردم وابسته است و در نظر گرفتن عدالت در مکان‌یابی مراکز سلامت نسبت به سایر تسهیلات عمومی از اهمیت بسیار بالاتری برخوردار است؛ اندکی غفلت از یک ناحیه شهری در مکان‌یابی تسهیلات سلامت می‌تواند با جان مردم آن ناحیه بازی کند؛ به همین دلیل در نظر گرفتن موضوع عدالت در مسئله مکان‌یابی تسهیلات سلامت امری حیاتی است و از اهمیت بالایی برخوردار است.

وزارت بهداشت به‌عنوان نهادی تصمیم‌گیرنده نقش مهمی در تعیین سیاست‌های کلی بهداشت و درمان جامعه دارا است؛ انتخاب مکان برای احداث بیمارستان‌ها نیز ازجمله تصمیماتی است که این وزارت از طریق دفتر منابع فیزیکی معاونت توسعه و واحد سطح‌بندی معاونت درمان در آن تأثیرگذار است؛ تصمیم‌گیرندگان این حوزه با توجه به سیاست‌ها و محدودیت‌های موجود، اهداف خود را اولویت‌بندی می‌کنند و درنهایت سعی در انتخاب بهترین مکان جهت احداث بیمارستان دارند.

برای نخستین بار، ایده مکان‌یابی مراکز درمانی را شخصی به نام مایو[1] در کالج بیرک برک لندن به انجام رساند؛ کار اصلی وی توسعه مدلی بر پایه پیش‌بینی میزان مراجعه بیماران به بیمارستان با توجه به تغییرات در عرضه و تقاضای خدمات بیمارستانی بوده است (۳).

پس از آغاز فعالیت بیمارستان‌ها و تسهیلات درمانی در سال ۱۹۴۶، حجم وسیعی از مقالات و مطالعات بر مسئله تصمیم‌گیری مکان‌یابی-تخصیص[2] و مدیریت ظرفیت در حوزه تسهیلات سلامت متمرکزشده است (۴).

حاج محمد حسینی و جبل عاملی[3] (۲۰۱۱) در مطالعات خود به بررسی یک مدل دو هدفه مکان‌یابی- تخصیص خدمات اضطراری در قالب یک شبکه درختی با در نظر گرفتن محدودیت حداکثر فاصله پرداختند. تابع هدف اول به‌صورت ترکیبی از مسائل مکان‌یابی میانه[4] و مرکز[5] و تابع هدف دوم در قالب یک مسئله حداکثر پوشش می‌باشد. همچنین، از دو روش محدودیت اپسیلون[6] و آزادسازی لاگرانژ[7] برای حل مسئله استفاده‌شده است (۵).

فو و موتا[8] (۲۰۱۲) در مطالعات خود به بررسی مسئله مکان‌یابی تسهیلات درمانی بر اساس مطالعه واقعی صورت گرفته در کشور برزیل پرداختند؛ هدف مدل‌های مذکور به‌صورت حداقل سازی مجموع موزون فواصل بین گره‌های تقاضا و نزدیک‌ترین تسهیلات موجود، حداقل سازی هزینه‌های مکان‌یابی کل و در نظر گرفتن سطح پوشش معین و همین‌طور

[1] Mayhew
[2] Location-Allocation Problem
[3] Haj Mohammad Hosseini and Jabal Ameli
[4] .P-Median Location
[5] . P-Center Location
[6] . Epsilon Constraint
[7] . Lagrangian Relaxation
[8] Fo and Mota

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-19]

حداقل سازی حداکثر فواصل پوشش هر گره تقاضا توسط تسهیلات مربوطه می‌باشد (۶). بارای و کلیکویت[1] (۲۰۱۳) در مطالعات خود به ارائه یک مدل مکان‌یابی– تخصیص سلسله مراتبی با ترکیب مسائل مکان‌یابی حداکثر پوشش و مرکز با اهداف کمینه‌سازی هزینه‌های مکان‌یابی تسهیلات در گره‌های تقاضا و حداکثر سازی میزان تقاضای پوشش داده‌شده در یک‌فاصله معین، پرداخته‌اند (۷). میتروپلوس و همکاران[2] (۲۰۱۳) در مطالعات خود به بررسی ترکیب تحلیل مدل‌های مکان‌یابی- تخصیص و تحلیل پوششی داده‌ها[3] جهت تقویت خدمات در حوزه سلامت و درمان به‌منظور بیشینه‌سازی میزان دسترسی، استفاده و متوسط کارایی مراکز درمانی پرداختند (۸). مطالعه دیاز و همکاران[4] (۲۰۱۳) مرتبط با مسئله تصمیم‌گیری در مورد مکان‌یابی و توزیع خدمات درمانی اضطراری با اهداف کمینه‌سازی زمان واکنش و حداکثر سازی میزان پوشش می‌باشد؛ همچنین جهت حل مسئله موردنظر الگوریتم ژنتیک مورداستفاده قرارگرفته است (۹). شریف و همکاران[5] (۲۰۱۴) به بررسی برنامه‌ریزی تسهیلات درمانی عمومی با استفاده از مدل‌سازی مسئله مکان‌یابی- تخصیص پرداخته‌اند؛ تابع هدف مسئله شامل حداکثر سازی تخصیص میزان تقاضای کل با توجه به فاصله پوشش معین و ظرفیت‌های در دسترس و همین‌طور حداقل سازی فواصل طی شده کل توسط حجم تقاضای پوشش داده نشده می‌باشد؛ مدل ارائه‌شده در قالب یک مسئله مکان‌یابی پوشش حداکثر با ظرفیت محدود تسهیلات، نشان داده‌شده است (۱۰). محمدی و همکاران[6] (۲۰۱۴) در مطالعه خود به ارائه مدل مکان‌یابی- تخصیص دو هدفه شبکه سلامت قابل‌اطمینان تحت شرایط عدم قطعیت پوشش خدمت با اهداف حداقل سازی مجموع هزینه‌ها و حداکثر زمان تجمعی سفر پرداختند؛ همچنین جهت حل مسئله موردنظر از الگوریتم‌های شبیه‌سازی تبرید[7] و و رقابت استعماری[8] بهره گرفته‌شده است (۱۱). مطالعه مستره و همکاران[9] (۲۰۱۵) مرتبط با ارائه مدل‌های مکان‌یابی- مکان‌یابی- تخصیص در شرایط عدم قطعیت جهت برنامه‌ریزی استراتژیک شبکه‌های بیمارستانی می‌باشد؛ آن‌ها از دو مدل ریاضی با اهدافی شامل حداقل سازی زمان مورد انتظار سفر تا دسترسی به خدمات بیمارستانی (بهبود دسترسی) و همین‌طور هزینه‌های مورد انتظار شامل هزینه‌های عملیاتی ارائه خدمات استفاده کرده‌اند؛ همچنین برای حل مسئله موردنظر، روش محدودیت اپسیلون به کار گرفته‌شده است (۱۲). در حالی‌که مطالعات زیادی در زمینه مکان‌یابی و تخصیص بیمارستان‌ها انجام گرفته است، توجه به موضوع عدالت در مکان‌یابی بیمارستان‌ها کمتر موردتوجه قرار گرفته است و در مقالاتی که به این موضوع پرداخته‌اند، عدالت را بسیار ساده تنها با استفاده از یک تابع هدف مرکز درنظر گرفته‌اند؛ درصورتی‌که مقوله عدالت بسیار پیچیده است و نیاز به بررسی‌های بیشتری دارد.

حال که اهمیت مسئله مکان‌یابی تسهیلات سلامت مشخص گردید، ارائه مدلی که بتواند معیار عدالت را در کنار سایر اهداف تصمیم‌گیرندگان در مکان‌یابی بیمارستان‌ها به بهترین نحو در نظر بگیرد و به‌نوعی این اهداف را باهم تلفیق نماید، حائز اهمیت بالایی است.

مواد روش‌ها

در این پژوهش با استفاده از ابزار برنامه‌ریزی ریاضی، یک مدل ریاضی برای مکان‌یابی بیمارستان‌ها ارائه شد که به معیار عدالت و کارایی در کنار ملاحظات هزینه‌ای توجه داشت؛ برای این منظور مدلی سه‌هدفه شامل اهداف حداقل سازی فاصله سفر (هدف میانه)، عدالت (حداقل حسادت) و بار کاری عادلانه (توازن) ارائه و جهت مکان‌یابی بیمارستان‌های شهر رشت از آن استفاده شد؛ به دلیل اهمیت بسیار بالای هزینه در همه مسائل ازجمله مسئله مکان‌یابی، هدف میانه جهت حداقل کردن هزینه سفر در این مدل در نظر گرفته شد؛ برای در نظر گرفتن معیار عدالت، از هدف حداقل حسادت استفاده شد؛ علت در نظر گرفتن این هدف در مقایسه با سایر اهداف عدالت‌خواهانه، برتری نسبی آن در مقایسات انجام‌شده بود (۱۳)؛ هدف بار کاری عادلانه نیز با توجه به اهمیتی که دارد و عدالت را هم برای تقاضاکنندگان و هم برای تسهیلات در نظر می‌گیرد و به نحوی باعث افزایش کارایی تسهیلات می‌شود، در نظر گرفته شد.

مفروضات در نظر گرفته‌شده برای این مسئله شامل موارد زیر است:

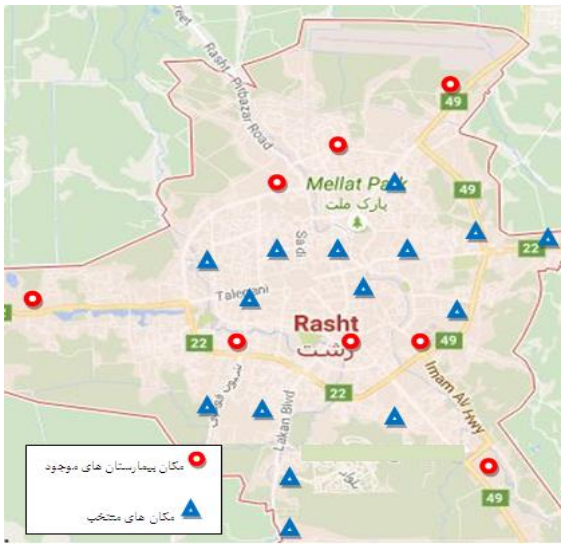
- جمعیت هر یک از مراکز تقاضا به‌عنوان تقاضای بالقوه هر یک از مراکز در نظر گرفته می‌شوند.
- ظرفیت تسهیلات به‌صورت نامحدود در نظر گرفته می‌شود.
- فضای مسئله گسسته است.
- تقاضاکنندگان تنها می‌توانند به یکی از تسهیلات احداثی مراجعه کنند.
- امکان بستن تسهیلاتی که احداث‌شده‌اند، وجود ندارد.
- تعداد تسهیلاتی که قرار است احداث شود، از قبل مشخص است.
- تمامی مکان‌های منتخب از احتمال و قدرت یکسانی برخوردار می‌باشند.

[1] Baray and Cliquet
[2] Mitropoulos
[3]. Data Envelopment Analysis (DEA)
[4] Diaz
[5] Shariff
[6] Mohammadi
[7] Simulated Annealing (SA)
[8] Imperialist Competitive Algorithm
[9] Mestre

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-19]

این پژوهش به دنبال مکان‌یابی بیمارستان‌های عمومی شهر رشت با توجه به اهداف حداقل هزینه سفر، عدالت و بار کاری عادلانه بود. با توجه به اطلاعات به‌دست‌آمده از شهرداری و اداره آمار شهرستان رشت، این شهر به پنجاه ناحیه جمعیتی با جمعیت مشخص تقسیم‌شده است. همچنین شهر رشت دارای هشت بیمارستان عمومی فعال می‌باشد. در این پژوهش قرار بود شش بیمارستان در کنار این بیمارستان‌های موجود و طبق یک برنامه زمان‌بندی در طی چند سال احداث شوند. برای این منظور پانزده مکان منتخب جهت احداث بیمارستان در سطح شهر رشت در نظر گرفته شد. برای گردآوری داده‌های موردنیاز جهت اجرای مدل به شهرداری و اداره آمار شهرستان رشت مراجعه گردید تا از داده‌های واقعی شهر رشت جهت اجرای مدل استفاده گردد و نتایج حاصل قابل‌استفاده باشد. مکان‌های کاندید با استفاده ازنظر خبرگان دانشگاه علوم پزشکی گیلان با توجه به معیارهایی مانند موقعیت جغرافیایی، جمعیت مناطق، راه‌های دسترسی، دارا بودن فضای مناسب جهت احداث بیمارستان و ... انتخاب‌شده‌اند.

مکان تقریبی بیمارستان‌های موجود و همچنین مکان‌های کاندید جهت احداث بیمارستان در شکل (۱) روی نقشه شهر رشت مشخص شدند.



شکل (۱)- نقشه شهر رشت

سپس مکان‌های مناسب جهت احداث بیمارستان در این شهر مشخص شد. برای دستیابی به نتایج و مقایسه آن‌ها با یکدیگر از تکنیک مجموع وزنی از مجموعه تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندهدفه استفاده گردید.

هدف از این پژوهش ارائه مدلی سه هدفه جهت مکان‌یابی بیمارستان‌ها با توجه به معیارهای حداقل سازی فاصله سفر، عدالت و بار کاری عادلانه می‌باشد؛ به همین منظور ابتدا به معرفی مجموعه‌ها، پارامترها و متغیرهای تصمیم استفاده‌شده در مدل ریاضی پرداخته و سپس هر یک از اهداف موردنظر تعریف می‌گردد.

معرفی مجموعه‌ها، پارامترها و متغیرهای تصمیم

مجموعه‌های مورداستفاده در مدل ریاضی پیشنهادی در جدول (۱) آورده شده‌اند.

جدول (۱)- مجموعه‌های مدل ریاضی پیشنهادی

I ،J	مجموعه نقاط منتخب جهت احداث تسهیلات و نقاط بیمارستان‌های موجود	I,J= 1,…,n
S ،K	مجموعه نقاط تقاضا	S,K=1,…,m

همچنین پارامترهایی که در مدل ریاضی پیشنهادی بکار رفته‌اند، در جدول (۲) قابل‌مشاهده است.

جدول (۲)- پارامترهای بکار رفته در مدل ریاضی پیشنهادی

d_{ij}	فاصله بین دو مکان کاندید i ام و j ام
d_{is}	فاصله بین مکان کاندید i ام و مرکز تقاضا S ام
f_s	تقاضا (جمعیت) مرکز تقاضا S ام
h_s	وزن مرکز تقاضای S ام
ϑ	حداکثر فاصله مجاز بین نقاط تقاضا و تسهیلات اختصاص‌یافته به آن
$c_{\min}$	حداقل تقاضایی که باید به هریک از تسهیلات تخصیص داده شود
P	تعداد تسهیلات قابل احداث
F, M	اعداد بسیار بزرگ ثابت و مثبت

در جدول (۳) متغیرهای تصمیم مورداستفاده در مدل ریاضی پیشنهادی نیز مشخص هستند.

جدول (۳)- متغیرهای تصمیم مدل ریاضی پیشنهادی

e_{sk}	حساسیت مرکز تقاضای S ام نسبت به مرکز تقاضای k ام
Y_i	مقدار ۱ می‌گیرد اگر تسهیل در مکان کاندید i احداث گردد و در غیر این صورت مقدار ۰ می‌گیرد
X_{is}	مقدار ۱ می‌گیرد اگر تسهیل واقع در مکان i به مرکز تقاضای S تخصیص داده شود و در غیر این صورت مقدار ۰ می‌گیرد
G	بیشترین بار کاری روی تسهیلات (تقاضای تخصیص داده‌شده به هریک از تسهیلات)

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-19]

مکان‌یابی میانه

مدل مکان‌یابی میانه به دنبال مکان‌هایی برای احداث تسهیلات می‌باشد که تابع هزینه کل را حداقل کند که این هزینه متناسب است با فاصله تسهیلات با نقاط تقاضا (نواحی شهری)؛ شکل عمومی مدل به‌صورت زیر است:

$$Min \sum_{i=1}^{n}\sum_{s=1}^{m} f_s d_{is} x_{is} \quad (۱)$$

s.t.

$$\sum_i X_{is} = 1 \qquad \forall s \quad (۲)$$

$$\sum_i Y_i = P \quad (۳)$$

$$x_{is} \le y_i \qquad \forall i,s \quad (۴)$$

$$x_{is} \in \{0.1\} \qquad \forall i,s \quad (۵)$$

$$Y_i \in \{0.1\} \qquad \forall i \quad (۶)$$

تابع هدف (۱) به دنبال کمینه کردن هزینه سفر از مراکز تقاضا به تسهیلات احداثی است. محدودیت (۲) بیان می‌کند که تقاضای هر یک از تقاضاکنندگان تنها باید توسط یکی از تسهیلات برآورده گردد. محدودیت (۳) بیانگر این است که تعداد مشخصی از تسهیلات (P) باید احداث شوند. محدودیت (۴) نشان می‌دهد که مکان کاندید i تنها در صورتی می‌تواند تقاضای مرکز تقاضای s را پوشش دهد (x_{is}=1) که در مکان i تسهیل احداث شده باشد (Y_i =1). محدودیت‌های (۵) و (۶) بیان می‌کنند که دو متغیر x_{is} و Y_i از نوع متغیر باینری هستند و فقط مقادیر صفر یا یک را به خود اختصاص می‌دهند.

معیار حداقل حسادت[1]

در مسئله مکان‌یابی با تابع هدف حداقل حسادت، همان‌طور که از نامش پیداست، به دنبال حداقل کردن حسادت مردم ساکن در مراکز تقاضای مختلف هستیم؛ از این معیار نیز برای در نظر گرفتن عدالت در مسئله مکان‌یابی تسهیلات استفاده می‌شود. (۱۳ و ۱۴ و ۱۵). شیوه استفاده از این معیار این‌گونه است که ابتدا تابعی به‌عنوان تابع حسادت در نظر گرفته می‌شود؛ این تابع می‌تواند برحسب زمان، فاصله و یا حتی طبق پژوهش چانتا و همکاران[2] (۲۰۱۴) که در زمینه مکان‌یابی ایستگاه‌های اورژانس بوده است، تابع نجات تقاضاکننده باشد (۱۵). در این پژوهش تابع نجات برحسب فاصله تقاضاکنندگان تا بیمارستان‌ها می‌باشد؛ حسادت تقاضاکننده موجود در مرکز تقاضای s نسبت به تقاضاکننده موجود در مرکز تقاضای k (e_{sk}) به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$e_{sk} = Max\{0, d_{is}x_{is} - d_{ik}x_{ik}\} \quad (۷)$$

تابع (۷) بیان می‌کند که اگر فاصله تقاضاکننده در مکان s تا بیمارستان در مکان i بیشتر از فاصله تقاضاکننده در مکان k تا بیمارستان در مکان i باشد، تقاضاکننده s به‌اندازه اختلاف این فاصله، به تقاضاکننده k حسادت می‌کند؛ حال اگر فاصله آن کمتر باشد، حسادتی نمی‌کند ($e_{sk} = 0$).

مدل مسئله مکان‌یابی باهدف حداقل حسادت، به‌صورت زیر است:

$$Min \sum_s \sum_k h_s e_{sk} \quad (۸)$$

s.t.

$$e_{sk} \ge \sum_i d_{is}x_{is} - \sum_i d_{ik}x_{ik} \qquad \forall s,k; s \ne k \quad (۹)$$

$$e_{sk} \ge 0 \qquad \forall s,k \quad (۱۰)$$

و محدودیت‌های (۲) الی (۶)

تابع هدف (۸) به دنبال کمینه کردن حسادت کل مراکز تقاضا با توجه به وزن آن مرکز است؛ یعنی سعی بر این دارد آن مرکزی که وزن جمعیتی بیشتری دارد، حسادت کمتری داشته باشد؛ محدودیت‌های (۹) و (۱۰) برای محاسبه درست حسادت هر منطقه به کار گرفته‌شده‌اند.

معیار بار کاری عادلانه[3]

از این معیار به‌عنوان معیاری جهت بالانس تقاضا روی تسهیلات استفاده می‌شود؛ از کاربردهای این معیار می‌توان به مکان‌یابی دستگاه‌های خودپرداز (ATM) و مواردی از این قبیل اشاره کرد تا تعداد افرادی که منتظر دریافت خدمت در یک ایستگاه هستند کمتر شود و به‌این‌ترتیب زمان انتظار کاهش می‌یابد (۱۶ و ۱۷). از این معیار همچنین به‌عنوان معیاری جهت برقراری عدالت در تسهیلات نیز نام‌برده می‌شود زیرا باعث عدالت در تقسیم بارکاری (میزان تقاضا) در بین تسهیلات می‌شود (۱۶).

مدل عمومی مسئله مکان‌یابی با معیار بار کاری عادلانه، به‌صورت زیر است:

$$Min\, G \quad (۱۱)$$

s.t.

$$G \ge \sum_s f_s x_{is} \qquad \forall i \quad (۱۲)$$

و محدودیت‌های (۲) الی (۶)

تابع هدف (۱۱) بار کاری روی تسهیلی که بیشترین مقدار تقاضا روی آن است را تا جای ممکن کاهش می‌دهد؛

[1] P-envy
[2] Chanta
[3] Equitable loads

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-19]

Published By Tehran University Of Medical Sciences: www.TUMS.ac.ir

محدودیت (۱۲) برای محاسبه درست حداکثر بار کاری روی تسهیلات است.

ارائه مدل سه هدفه جهت مکان‌یابی بیمارستان

حل مدل سه هدفه پیشنهادی با توجه به اهداف موردنظر، به‌صورت زیر بیان می‌شود:

$$Z_1 : Min \sum_{i=1}^{n}\sum_{s=1}^{m} f_s d_{is} x_{is} \quad (۱۳)$$

$$Z_2 : Min \sum_{s=1}^{m}\sum_{k=1}^{m} h_s e_{sk} \quad (۱۴)$$

$$Z_3 : Min G \quad (۱۵)$$

s.t.

$$\sum_{i=1}^{n} d_{is} x_{is} \le \vartheta \qquad \forall s = 1,...,m \quad (۱۶)$$

$$\sum_{s=1}^{m} f_s x_{is} \ge c_{\min} Y_i \qquad \forall i = 1,...,n \quad (۱۷)$$

ومحدودیت‌های (۲)تا(۶)،(۹)،(۱۰)و (۱۲)

که در آن تابع هدف (۱۳) برای کمینه کردن هزینه سفر (میانه)، تابع هدف (۱۴) برای کمینه کردن حسادت (عدالت) و تابع هدف (۱۵) برای کمینه کردن بیشینه بار کاری روی تسهیلات، می‌باشند؛ محدودیت (۱۶) بیان می‌کند که حداکثر فاصله مجاز بین نقاط تقاضا و تسهیل اختصاص‌یافته به آن برابر مقدار مشخصی (ϑ) است؛ محدودیت (۱۷) بیان می‌کند که اگر بیمارستانی احداث شود، حداقل باید به‌اندازه مشخصی (c_{min}) به آن تقاضا تخصیص داده شود تا احداث بیمارستان در آن مکان توجیه‌پذیر باشد.

برای حل این مدل چندهدفه از تکنیک مجموع وزنی[1] (WSM) از مجموعه تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندهدفه[2] (MODM) استفاده می‌شود که در زیر به توضیح آن پرداخته می‌شود.

تکنیک مجموع وزنی[3]

در این تکنیک مسئله تک هدفه معادل به‌صورت مجموع وزنی توابع هدف در نظر گرفته می‌شود؛ یعنی داریم:

$$Min \sum_{k=1}^{Z} w_k f_k(x) \quad (۱۸)$$

که در آن منظور از Z تعداد اهداف است؛ همچنین مجموع وزن اوزان باید برابر یک شود یعنی:

$$\sum_{k=1}^{Z} w_k = 1 \quad (۱۹)$$

نکته دیگری که باید در این تکنیک موردتوجه قرار بگیرد، موضوع مقیاس[4] توابع هدف است که باید قبل از تشکیل تابع مجموع وزنی، اهداف به یک مقیاس تبدیل شوند و به‌عبارت‌دیگر نرمال‌سازی[5] شوند؛ برای این منظور از رابطه (۲۰) استفاده می‌شود:

$$f(x) = \frac{f_k(x) - f_k^+}{f_k^- - f_k^+} \quad (۲۰)$$

که در آن f_k^+ بهترین مقدار تابع هدف و f_k^- بدترین مقدار آن است.

یافته‌ها

در این بخش مدل ارائه‌شده جهت مکان‌یابی بیمارستان را با استفاده از روش مجموع وزنی برای احداث شش بیمارستان در شهر رشت، پیاده‌سازی شد. با توجه به یکی از نیازهای پایه‌ای یک شهر، به ازای هر ۴۵ تا ۵۰ هزار نفر جمعیت، یک بیمارستان در سطح شهر موردنیاز است (۱۸)؛ جمعیت شهر رشت طبق اطلاعات آخرین سرشماری نفوس و مسکن در دسترس، ۶۹۸۰۱۴ نفر است و با تقسیم این عدد بر ۵۰۰۰۰، عدد ۱۳.۹۶ به دست آمد یعنی شهر رشت تقریباً نیازمند چهارده بیمارستان است که اکنون هشت بیمارستان عمومی فعال دارد؛ بنابراین نیاز به احداث شش بیمارستان جدید است. جهت مدل‌سازی و حل مدل از نرم‌افزار گمز۶ استفاده‌شده است. برای تحلیل نتایج به‌دست‌آمده، مدل ۴ مرتبه با اوزان توابع هدف متفاوت (wk) اجرا شد؛ اوزان مورداستفاده در هر بار اجرای مدل، مطابق جدول (۴) بوده است.

جدول (۴)- اوزان تابع هدف مورداستفاده در هر بار تکرار مدل

اوزان / تکرار	w_1	w_2	w_3
تکرار اول	۱	۰	۰
تکرار دوم	۰	۱	۰
تکرار سوم	۰	۰	۱
تکرار چهارم	۰.۴	۰.۴	۰.۲

همان‌طور که در جدول (۴) مشخص است، ابتدا سه مرتبه مدل تک‌هدفه هر بار با یکی از اهداف اجرا شد تا نتایج حاصل مشاهده شود و سپس مدل با اوزان ۰.۴، ۰.۴ و ۰.۲ به ترتیب برای اهداف حداقل هزینه سفر، حداقل حسادت و بار کاری عادلانه که با استفاده نظر ۴ نفر از خبرگان و اعضای هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی گیلان و با توجه به اهمیت اهداف انتخاب شده‌اند، اجرا گردید و نتایج حاصله باهم مقایسه شدند.

[1] Weighted Sum Method (WSM)
[2] Multi Objective Decision Making
[3] weighted sum method

[4] Scaling
[5] Normalize
6 General Algebraic Modeling System (GAMS)

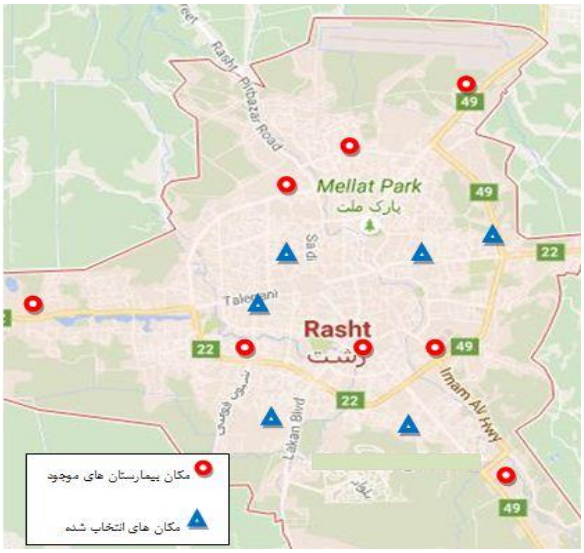
[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-19]

با اجرای مدل در تکرار اول با اوزان (۰ و ۰ و ۱) به ترتیب از چپ به راست برای اهداف حداقل هزینه سفر، حداقل حسادت و بار کاری عادلانه، یعنی تنها بر اساس هدف حداقل هزینه سفر (میانه)، نتایج جدول (۵) حاصل شد. همچنین مقادیر دو هدف دیگر نیز در جدول قابل‌مشاهده است.

جدول (۵)- نتایج حل مسئله با اوزان (۰ و ۰ و ۱)

هدف (واحد)	مقدار هدف
هزینه سفر (نفر*کیلومتر)	975732.800
حسادت کل (کیلومتر)	۲۸.۳۲۳
بیشینه بار کاری روی تسهیل (نفر)	۵۸۴۳۴

همچنین مکان‌های انتخاب‌شده جهت احداث بیمارستان در کنار مکان بیمارستان‌های موجود در شکل (۲) مشخص است.



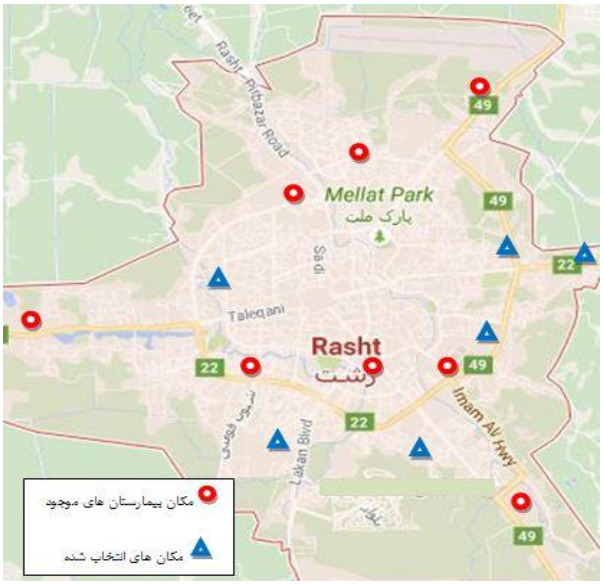
شکل (۲)- مکان‌های انتخابی از حل مدل در تکرار اول

نتایج به‌دست‌آمده از اجرای دومین تکرار مدل با اوزان (۰ و ۱ و ۰) یعنی تنها بر اساس هدف حداقل حسادت کل (عدالت) و همچنین مقادیر سایر اهداف، در جدول (۶) مشاهده می‌شود.

جدول (۶)- نتایج حل مسئله با اوزان (۰ و ۱ و ۰)

هدف (واحد)	مقدار هدف
هزینه سفر (نفر*کیلومتر)	3459818.200
حسادت کل (کیلومتر)	۱۰.۷۰۰
بیشینه بار کاری روی تسهیل (نفر)	۶۸۳۰۸

مکان‌های کاندید انتخاب‌شده از اجرای این تکرار نیز در شکل (۳) قابل‌مشاهده است.



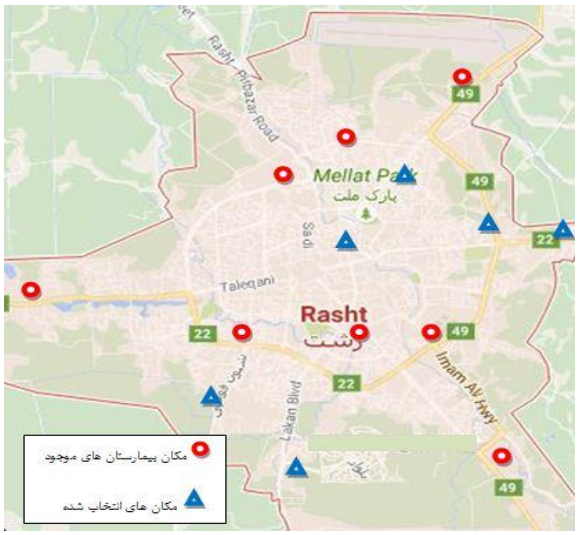
شکل (۳)- مکان‌های انتخابی از حل مدل در تکرار اول

نتایج تکرار سوم مدل با اوزان (۱ و ۰ و ۰) یعنی تنها باهدف بار کاری عادلانه، به همراه مقدار سایر اهداف در جدول (۷) مشخص‌شده است.

جدول (۷)- نتایج حل مسئله با اوزان (۱ و ۰ و ۰)

هدف (واحد)	مقدار هدف
هزینه سفر (نفر*کیلومتر)	3132397.000
حسادت کل (کیلومتر)	71.520
بیشینه بار کاری روی تسهیل (نفر)	۴۳۲۴۲

مکان‌های انتخابی جهت احداث بیمارستان از اجرای مدل در تکرار سوم، در شکل (۴) مشاهده می‌شود.



شکل (۴)- مکان‌های انتخابی از حل مدل در تکرار سوم

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-19]

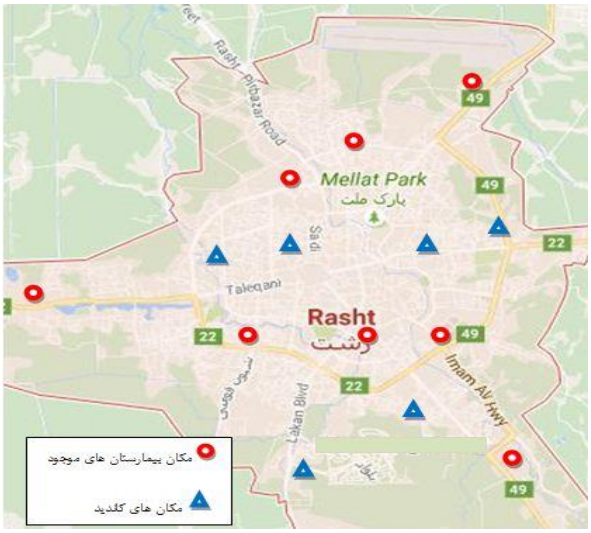
حال با توجه به مقادیر به‌دست‌آمده از سه تکرار اول، مقادیر ۹۷۵۷۳۲.۸۰۰، ۱۰.۷۰۰ و ۴۳۲۴۲ به ترتیب برای اهداف z_1، z_2 و z_3 به‌عنوان راه‌حل بهینه (بهترین مقادیر اهداف f^+) و مقادیر ۳۴۵۹۸۱۸.۲۰۰، ۷۱.۵۲۰ و ۶۸۳۰۸ به ترتیب برای اهداف z_1، z_2 و z_3 به‌عنوان بدترین مقادیر اهداف (f^-) شناسایی شدند و از آن‌ها برای نرمال‌سازی اهداف استفاده شد.

پس از مشخص شدن این مقادیر، مدل برای بار چهارم و با اوزان (۰.۲ و ۰.۴ و ۰.۴) اجرا گردید. نتایج حاصل در جدول (۹) مشاهده می‌شود.

جدول (۹)- نتایج حل مسئله با اوزان (۰.۲ و ۰.۴ و ۰.۴)

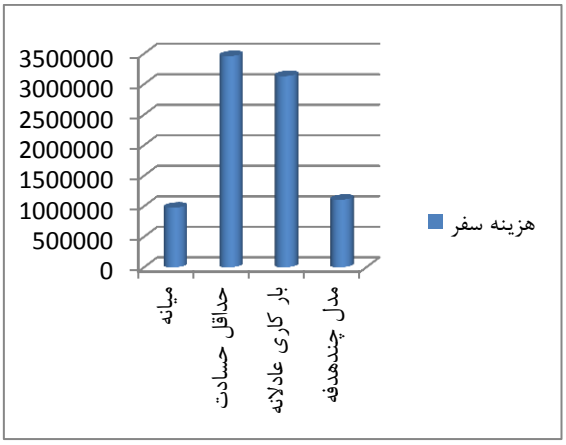
هدف (واحد)	مقدار هدف
هزینه سفر (نفر*کیلومتر)	1106670.300
حسادت کل (کیلومتر)	۲۷.۷۱۱
بیشینه بار کاری روی تسهیل (نفر)	۴۵۶۸۶

مکان‌های انتخابی جهت احداث بیمارستان در تکرار چهارم، مطابق شکل (۵) است.

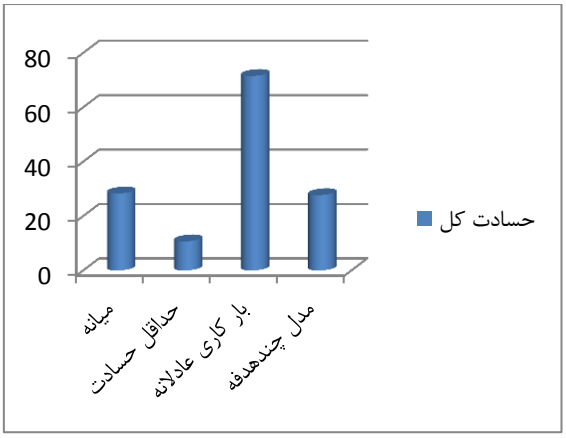


شکل (۵)- مکان‌های انتخابی از حل مدل در تکرار چهارم

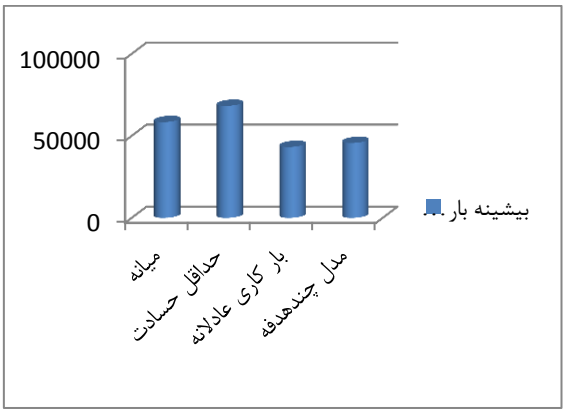
همان‌طور که مشخص است، تکرارهای اول، دوم و سوم مدل‌های تک‌هدفه به ترتیب با اهداف میانه، حداقل حسادت (عدالت) و بار کاری عادلانه بودند و تکرار چهارم مدلی سه‌هدفه بود؛ برای مقایسه نتایج به‌دست‌آمده به اشکال (۶) الی (۸) توجه شود.



شکل (۶)- مقایسه هزینه سفر در مدل‌های تک‌هدفه و چندهدفه



شکل (۷)- مقایسه حسادت کل در مدل‌های تک‌هدفه و چندهدفه



شکل (۸)- مقایسه بیشینه بارکاری در مدل‌های تک‌هدفه و چندهدفه

همان‌طور که در این سه نمودار مشخص است، مدل چندهدفه ارائه‌شده عملکرد خوبی را در برآورده کردن اهداف پروژه داشت و در هر سه نمودار نزدیک‌ترین مقدار را به اهداف مشخص‌شده داشت. سپس از دیدگاهی دیگر به مقایسه مدل‌ها

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-19]

پرداخته شد تا عملکرد و کارایی مناسب مدل چندهدفه پیشنهادی مشخص گردد؛ برای این منظور یک تابع با مقادیر نرمال اهداف به‌صورت رابطه (۲۱) تعریف شد:

$$U(z) = 0.333 \times \frac{z_1 - f_1^+}{f_1^- - f_1^+} + 0.333 \times \frac{z_2 - f_2^+}{f_2^- - f_2^+} + 0.333 \times \frac{z_3 - f_3^+}{f_3^- - f_3^+} \quad (۲۱)$$

با استفاده از این رابطه، مقادیر U(z) برای مدل‌های تک‌هدفه و مدل چندهدفه ارائه‌شده محاسبه گردید. این مقدار برای مدل‌های میانه، حداقل حساسیت (عدالت)، بار کاری عادلانه و مدل چندهدفه پیشنهادی به ترتیب برابر ۰.۲۹۸، ۰.۶۶۶، ۰.۶۲۲ و ۰.۱۴۳ محاسبه شد. بدیهی است که مقادیر کمتر U(z) حاکی از کارایی و عملکرد بهتر مدل بود. همان‌طور که مشاهده می‌شود مدل چندهدفه ارائه‌شده دارای کمترین مقدار U(z) بود و این موضوع نشان‌دهنده کارایی و عملکرد خوب مدل چندهدفه پیشنهادی است زیرا هرچه مقدار U(z) کمتر باشد یعنی هر یک از اهداف به مقدار بهینه خود نزدیک‌تر هستند و مقدار کم این تابع در مدل چندهدفه پیشنهادی گواه این ادعاست که اهداف تا حد زیاد و قابل قبولی به مقدار بهینه خود نزدیک شده‌اند.

همان‌طور که در شکل (۵) مشاهده می‌شود، تمرکز بیمارستان‌ها در مرکز و جنوب شرقی شهر رشت است که می‌توان جمعیت بیشتر این نواحی را دلیلی بر این امر دانست که بیمارستان‌ها را به سمت این نواحی کشانده است.

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش‌های زیادی در زمینه مکان‌یابی بیمارستان‌ها صورت پذیرفته است. در بعضی پژوهش‌ها عوامل مهم و مؤثر در مکان‌یابی بیمارستان شناسایی‌شده‌اند؛ جمالی و همکاران در پژوهش خود عواملی که باید در مکان‌یابی و ساخت بیمارستان در نظر گرفت را معرفی کرده‌اند (۱۹). در برخی دیگر از پژوهش‌ها علاوه بر شناسایی، به رتبه‌بندی این عوامل نیز پرداخته می‌شود که از آن میان می‌توان به پژوهش علوی و همکاران اشاره کرد که با استفاده از تکنیک تحلیل سلسله مراتبی معیارهای مهم در مکان‌یابی بیمارستان‌ها را رتبه‌بندی کرده است و با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) به مکان‌یابی پرداخته است (۲۰).

اما این پژوهش به دنبال ارائه مدلی چندهدفه جهت مکان‌یابی بیمارستان‌ها به نحوی بوده است که علاوه بر اهداف اولیه، عدالت در مکان‌یابی را نیز بین شهروندان رعایت کند. با مقایسه مدل‌های تک هدفه مشخص گردید که مدل مکان‌یابی میانه که از مهم‌ترین و پرکاربردترین مدل‌های مکان‌یابی است، معیار عدالت را در نظر نمی‌گیرد و هرچند مکان‌هایی که از آن استخراج می‌شود هزینه سفر را حداقل می‌کند اما ممکن است مکان‌ها به‌صورت ناعادلانه انتخاب شوند و منجر به نارضایتی شهروندان شود؛ برای جلوگیری از این اتفاق، نیاز است تا معیار عدالت در مکان‌یابی در نظر گرفته شود اما درنظر گرفتن این معیار به‌تنهایی منجر به افزایش بسیار زیاد هزینه سفر می‌شود. به همین دلیل لازم است مدلی چندهدفه ارائه شود تا با تعامل میان اهداف مختلف پروژه ازجمله معیار مهم عدالت، بهترین مکان را برای احداث هر یک از تسهیلات عمومی مخصوصاً بیمارستان‌ها ارائه دهد.

با استفاده از اطلاعات شهر رشت، مدل‌های تک‌هدفه و چندهدفه پیشنهادی مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفتند و مشخص شد که مدل چندهدفه پیشنهادی دارای کارایی و عملکرد مناسبی می‌باشد و می‌توان از آن جهت مکان‌یابی بیمارستان‌ها با در نظر گرفتن معیار عدالت، استفاده کرد.

نتایج حاصل از این پژوهش می‌تواند کمک شایانی را به تصمیم‌گیرندگان در حوزه سلامت نماید تا نگاهی تک‌بعدی در مورد احداث بیمارستان‌ها نداشته باشند و بتوانند چند هدف را در کنار هم ببینند؛ همچنین کمک می‌کند تا عدالت را در تصمیم‌گیری‌های خود اجرا نمایند که این موضوع بسیار مهم است و می‌تواند امنیت و آرامش را برای جامعه به ارمغان آورد. علاوه بر این، مدل ارائه‌شده ملاحظات هزینه‌ای را نیز درنظر می‌گیرد تا از این طریق هزینه نیز کنترل گردد.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-19]

References

1. Khodaparasti S, Maleki HR, Bruni ME, Jahedi S, Beraldi P, Conforti D. Balancing efficiency and equity in location-allocation models with an application to strategic EMS design. Optimization Letters. 2016 Jun 1;10(5):1053-70.
2. Mestre AM, Oliveira MD, Barbosa-Póvoa A. Organizing hospitals into networks: a hierarchical and multiservice model to define location, supply and referrals in planned hospital systems. OR spectrum. 2012 Apr 1;34(2):319-48.
3. Azizi, M. The Usage of GIS in Localities, Spacial Distribution & NetworkAnalyzes of Health centers, Case of Mahabad, M.A. Dissertation, Tabriz University. 2004 [In Persian].
4. Stummer C, Doerner K, Focke A, Heidenberger K. Determining location and size of medical departments in a hospital network: A multiobjective decision support approach. Health Care Management Science. 2004 Feb 1;7(1):63-71.
5. Hosseini M, Ameli M. A bi-objective model for emergency services location-allocation problem with maximum distance constraint. Management Science Letters. 2011;1(2):115-26.
6. Fo AR, da Silva Mota I. Optimization models in the location of healthcare facilities: a real case in Brazil. J. Appl. Oper. Res. 2012;4(1):37-50.
7. Baray J, Cliquet G. Optimizing locations through a maximum covering/p-median hierarchical model: Maternity hospitals in France. Journal of Business Research. 2013 Jan 31;66(1):127-32.
8. Mitropoulos P, Mitropoulos I, Giannikos I. Combining DEA with location analysis for the effective consolidation of services in the health sector. Computers & Operations Research. 2013 Sep 30;40(9):2241-50.
9. Toro-DíAz H, Mayorga ME, Chanta S, Mclay LA. Joint location and dispatching decisions for emergency medical services. Computers & Industrial Engineering. 2013 Apr 30;64(4):917-28.
10. Shariff SS, Moin NH, Omar M. Planning of public healthcare facility using a location allocation modelling: A Case Study. Instatistics and Operational Research International Conference (Soric 2013) 2014 Sep 12 (Vol. 1613, No. 1, pp. 282-296). AIP Publishing.
11. Mohammadi M, Dehbari S, Vahdani B. Design of a bi-objective reliable healthcare network with finite capacity queue under service covering uncertainty. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review. 2014 Dec 31;72:15-41.
12. Mestre AM, Oliveira MD, Barbosa-Póvoa AP. Location–allocation approaches for hospital network planning under uncertainty. European Journal of Operational Research. 2015 Feb 1;240(3):791-806.
13. Chanta S, Mayorga ME, McLay LA. The minimum p-envy location problem with requirement on minimum survival rate. Computers & Industrial Engineering. 2014 Aug 31;74:228-39.
14. Chanta S, Mayorga ME, McLay LA. Improving emergency service in rural areas: a bi-objective covering location model for EMS systems. Annals of Operations Research. 2014 Oct 1;221(1):133-59.
15. Espejo I, Marín A, Puerto J, Rodríguez-Chía AM. A comparison of formulations and solution methods for the minimum-envy location problem. Computers & Operations Research. 2009 Jun 30;36(6):1966-81.
16. Baron O, Berman O, Krass D, Wang Q. The equitable location problem on the plane. European Journal of Operational Research. 2007 Dec 1;183(2):578-90.
17. Berman O, Drezner Z, Tamir A, Wesolowsky GO. Optimal location with equitable loads. Annals of Operations Research. 2009 Mar 1;167(1):307-25.
18. Taghinezhad, J. Approaches to Hospitals Site Selection in City of Tehran; Supervisor: Dr. Firooz Jamali; Unpublished Thesis in Geography and Urban Planning; Tabriz: University of Tabriz.1993[In Persian].
19. Jamali F, Sadrmousavi MS, Eshlaghi M. An introduction to hospital sites selection and design. Journal of Hospital. 2012 Aug 15;11(2):87-98 [In Persian].
20. Alavi SA, Ahmadabadi A, Molaei Qelichi M, Pato V, Borhani K. Proper site selection of urban hospital using combined techniques of MCDM and Spatial analysis of GIS (Case study: region 7 in Tehran city). Journal of Hospital. 2013 Sep 15;12(2):9-18 [In Persian].

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-19]

Hospital Site Selection Using a Multi-Objective Model Considering Citizenship Equity Criteria: A Case Study

Bozorgi Amiri A[1*], Hossainzadeh A[2]

Submitted: 2016.11.15 Accepted: 2018.3.15

Abstract

Background: Today, one of the most important issues in hospital site selection is to consider the equity. This study aimed to provide a multi-objective model for fair Hospital site selection considering cost and use for hospitals construction in the future.

Materials and Methods: This study was an analytical-descriptive one conducted to determine the best locations for hospitals construction with respect to criteria of equity in Rasht city. For this purpose, after literature review, a three-objective model consist of p-median, p-envy and equitable loads objects was proposed; and the Rasht city was analyzed by model using the real data. In order to achieve the results and comparisons, the total weighting technique from the multi-objective decision-making techniques was used and solved with GAMS 24.1.1 software.

Results: This research can assist the decision-makers to consider the equity criteria to Hospital site selection in addition to the costs. Citizenship equity establishment and increasing in hospitals efficiency along with cost considerations can be regarded as the major achievements of this research for decision-makers in the health field.

Conclusion: Lack of proper attention to equity criteria hospital site selection, the results can be very unfair and can lead to irreparable consequences. This case study indicated the desirable function of the proposed model in hospital site selection with respect to the citizenship equity criteria in Rasht city. This study results can be given to managers as the proper basis for decision-making.

Keywords: Hospital location problem, citizenship equity, Multi Objective decision making, Mathematical modeling

1.Assistant Professor, School of Industrial Engineering, College of Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran, (*Corresponding author), Tel: +982182084484, Email: Alibozorgi@ut.ac.ir, Telefax: +982188021067, Address: College of Engineering, School of Industrial Engineering, next to Jalal Ale-Ahmad Hwy.,North Kargar St. Tehran, Iran, PO Box: 1439955961

2.MSc in Industrial Engineering, School of Industrial Engineering, College of Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-10-19]