اولین کنفرانس مهندسی فناوری اطلاعات مکانی
دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دانشکده مهندسی نقشه‌برداری
۲۹ و ۳۰ دی ماه ۱۳۹۴

The 1st National Conference on
Geospatial Information Technology
K.N.Toosi University of Technology
Faculty of Geomatics Engineering
19 - 20 January 2016

مقایسه روش‌های تصمیم‌گیری برای مکان‌یابی بیمارستان با استفاده از معیارهای جدید

کیمیا آموزنده[1*]، ابوالقاسم صادقی نیارکی[2]، ندا کفاش چرندابی[3]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد GIS دانشگاه تهران
۲- عضو هیات علمی و استادیار ،گروه سیستم اطلاعات مکانی،قطب علمی فناوری اطلاعات مکانی، دانشکده مهندسی نقشه‌برداری (ژئوماتیک)،دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الدین طوسی
۳- دانشجوی دکتری GIS دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی

چکیده :

با افزایش جمعیت در مناطق شهری، تقاضا برای ایجاد تسهیلات بهداشتی مانند بیمارستان افزایش می‌یابد. سرویس‌دهی بهتر به بیماران، نیازمند توزیع مناسب و دقیقبیمارستان‌ها در کل منطقه مطالعاتی می‌باشد. با هدف تعیین مکان بهینه برای بیمارستان‌ها با استفاده از معیارهای ضروری و بکارگیری آنها در روش‌های مختلف، تحقیقاتی جهت مقایسه روش‌ها صورت گرفت تا مناسب‌ترین آنها در این امر انتخاب شود. در تحقیق حاضر، با توجه به ضرورت تعیین دقیق مکان احداث بیمارستان‌ها در شهر پیتسبرگ آمریکا(Pittsburgh)، ابتدا ۲۰ مکان مستعد برای احداث بیمارستان جدید پیشنهاد شد و سپس الویت این بیمارستان‌ها بر مبنای معیارهای مهمی نظیر؛ تراکم جمعیت، فاصله از بیمارستان‌های موجود با توجه به تعداد تخت آنها، شاخص فقر در آن منطقه،فاصله از خیابان‌های اصلی و شیب منطقه به کمک روش‌هایی از قبیل پرامتی نوع دوم(Promethee2) با توابع عضویت مختلف،وزن‌دار ساده(WSM) و روش وزن‌دار توسعه داده شده (EWSM) محاسبه شدند. نتایج به دست آمده از روشهای تصمیم گیری برمبنای شاخص دقت تعریف شده در این تحقیق مورد مقایسه قرار گرفتند. به این صورت که با بررسی ارتباط شاخص فقر با میزان حملات قلبی و تصادفات در منطقه مطالعاتی،دقت اولویت بخشی به مکانهای پیشنهادی ارزیابی شده و نتایج حاکی از برتری روش پرامتی با تابع عضویت وی شکل (v_shape) با دقت ۶۷/۲ درصد بوده است.

واژه‌های کلیدی : مکان‌یابی، پرامتی، روشهای تصمیم گیری، شاخص فقر،سیستم اطلاعات مکانی

نویسنده مکاتبه کننده : کیمیا آموزنده
آدرس پستی : خیابان کارگرشمالی، بالاتر از جلال آل احمد، پردیس دانشکده های فنی، ساختمان مرکزی، طبقه ۱.
تلفن : ۰۲۱-۲۲۹۶۱۴۰۲
آدرس پست الکترونیک : amouzandeh.kimia@ut.ac.ir

۱- مقدمه

با افزایش روزافزون جمعیت، کیفیت سرویس‌دهی تسهیلات بهداشتی کاهش می‌یابد. با کمبود این تسهیلات مهم، جان انسان‌ها به خطر افتاده و نتیجتاً احداث بیمارستان جدید در مناطق مورد نیاز امری ضروری و مهم تلقی می‌شود. برای ایجاد این گونه تسهیلات،بیش از یک معیار مؤثر هستند، بنابراین باید از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره [۱] استفاده شود. در سالهای اخیر تحقیقات فروانی در زمینه مکانیابی بیمارستان با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری صورت پذیرفته‌است که در ذیل به مهمترین آنها اشاره می‌شود.

وحیدنیا و همکاران[۱] از روش‌های فازی برای الویت بخشی به مکان‌ها استفاده کردند.کفاش و آل‌شیخ [۲] فرآیند مشابهی را در مکان‌یابی بیمارستان با استفاده از معیارهایی نظیر تراکم جمعیت، فاصله از معابر اصلی، آلودگی هوا، فاصله از گسل و غیره با بکارگیری روش پرامتی پیش گرفتند. آنها همانند وحیدنیا [۱] از شاخص دسترسی برای ارزیابی دقت استفاده کردند. زیاری و خطیب زاده [۳] جهت مکان‌یابی بیمارستان از معیارهایی نظیر تراکم جمعیت، دسترسی و کاربری‌های همجوار استفاده کردند و با استفاده از روش سلسله مراتبی موقعیت ۳ بیمارستان جدید را برای این شهر یافتند. معیارهایی مهم و تأثیرگذار نظیر تراکم بیماران، تعداد تخت بیمارستان‌ها و شاخص فقر در مقالات مذکور استفاده نشد.کفاش و همکاران[۴] از چنین روشی برای مکان‌یابی ایستگاه‌های آلودگی هوا نیز استفاده کردند. آنها با استفاده ازروش‌های مختلف و ادغام آنها، رتبه بندی واحدی را ارائه دادند. در مقاله اخیر تنها از تابع گوسین برای روش پرامتی استفاده شده، در حالی که در ادامه خواهید دید در این مقاله از توابع مختلف پرامتی استفاده شده است تا بهترین آنها در مکان‌یابی بیمارستان انتخاب شود.

برای مکان‌یابی یک بیمارستان جدید در مقاله حاضر از معیارهایی مثل فاصله از بیمارستان‌های موجود [۵] با توجه به تعداد تخت آنها، جمعیت منطقه مورد مطالعه، فاصله از خیابان‌های اصلی و شاخص فقر استفاده شده است. استفاده از داده‌های مربوط به فقر به این علت است که اولاً در محله‌های فقیر نشین احتمال بروز بیماری بیشتر است و ثانیاً به علت کمبود امکاناتی از قبیل حمل‌ونقل و یا تسهیلات بهداشتی، تقاضای این گونه افراد بیشتر می‌باشد.جهت مکان‌یابی بیمارستان جدید، ۲۰ منطقه مستعد و مناسب برای احداث بیمارستان با توجه به شرایط منطقه و تراکم گزارشات وقوع بیماری و ملاحظات اقتصادی و سیاسی، انتخاب شده است[۲][۴]و سپس این ۲۰ منطقه با استفاده از روش‌های فرا رتبه‌ای از قبیل پرامتی نوع دوم[۳] با توابع عضویت مختلف، وزن‌دار ساده (WSM[۴]) و وزندار توسعه یافته (EWSM[۵]) با توجه به معیارهای مربوطه الویت بندی شده‌اند.دراکثرمواقع روشهای مختلف تصمیمگیری نتایج متفاوتی تولید می‌کنند. بنابراین با توجه به شاخص‌های ایجاد شده از اطلاعاتی از قبیل میزان حملات قلبی در منطقه و تصادفات و ارتباط آنها با شاخص فقر که در روند انجام تحقیق مورد استفاده قرار گرفته شد، شاخصی برای ارزیابی دقت تولید می‌شود تا به کنترل رتبه بندی بیمارستان‌ها کمک کند.با این شاخص میتوان روش‌ها را با هم مقایسه کرده تا بهترین روش ارائه شود.

جهت حل مشکل کمبود بیمارستان در بخش‌های مختلف بخصوص در محله‌های فقیر نشین و یا جلوگیری از ایجاد بیمارستان جدید در مکان‌های با تراکم بالای این‌گونه امکانات، در این تحقیق، روش‌های ذکر شده روی معیارهای مؤثر در مکان‌یابی بیمارستان آزمایش شده و با استفاده از شاخص‌هایی که با معیار مهم فقر در ارتباط هستند، کارایی هر

[1] Multi criteria decision making
[2] Site selection
[3] PROMETHEE2
[4] Weighted Sum Method
[5] Extended Weighted Sum Method

روش مشخص می‌شود تا در این امر ضروری و مهم، روشی انتخاب شود که در بهترین حالت موقعیت بیمارستان جدید را تعیین کند.

۲- روش‌ها

روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره[۶] درتحلیل مسائل تصمیم‌گیری بامعیارهای متعارض استفاده می‌شوند.روشهای فرارتبه‌ای برمبنای انجام مقایسه‌های زوجی میان گزینه‌هابه مدلسازی واقعی‌تر مسائل تصمیم‌گیری می‌پردازند[۶].

۲-۱- روش وزندار ساده

این روش یکی از ساده‌ترین و رایج ترین روش‌ها تصمیم‌گیری می‌باشد. در این روش ارزش هر گزینه از مجموع حاصل ضرب وزن معیارها در ارزش گزینه‌ها بدست می‌آید. این روش در برخورد با مسائل تصمیم‌گیری چندبعدی با مشکل مواجه می‌شود[۷].

۲-۲- روش وزندار بهبود یافته

در این روش ابتدا به معیارها با نظر متخصص مربوطه با استفاده از روش سلسله مراتبی، وزنی اختصاص داده می‌شود و سپس با استفاده از روش وزندار ساده، وزن هر گزینه پیشنهادی به‌دست می‌آید در نهایت به علت عدم توانایی در مقایسه دوتایی گزینه‌های پیشنهادی توسط روش سلسله مراتبی، وزن‌های بدست آمده از روش وزندار ساده به صورت دوتایی با هم مقایسه می‌شوند. در این مقایسه با توجه به تفاضل بین وزن‌ها، عددی در ماتریس تصمیم سلسله مراتبی قرار می‌گیرد و سپس با استفاده از روش سلسله مراتبی به هر گزینه پیشنهادی وزنی اختصاص داده می‌شود.

۲-۲-۱ روش سلسله مراتبی

این روش توسط Saaty [۸] در سال ۱۹۸۰ ارائه داده شد. این روش تصمیمات پیچیده را با ساختاردهی گزینه‌ها به صورت پیچیده حل می‌کند. با تجزیه مسئله به المان‌های تصمیم و تشکیل ماتریس مقایسه، با استفاده از روش مقدار ویژه [۷] می‌توان وزن نسبی هر المان را تخمین زد. Saaty یک مقیاس اندازه‌گیری مناسب برای مقایسه دوتایی در نظر گرفت که قضاوت لفظی ارجحیت را بیان می‌کند: ارجحیت برابر=۱، ارجحیت میانه=۳، ارجحیت قوی=۵، ارجحیت خیلی قوی=۷ و نهایت ارجحیت=۹ می‌باشد.

۲-۳- روش پرامتی

این روش یکی از روش‌های تصمیم‌گیری پشتیبان است که بدون نیاز به اطلاعات بیش از اندازه، با کاربردی آسان، نتایجی سازگار و قابل فهم ایجاد می‌کند[۹].در این مقاله از روش پرامتی نوع دوم برای رتبه‌بندی کامل گزینه‌ها استفاده شده‌است. مراحل اجرایی این روش به اختصار عبارت است از:

ساخت ماتریس تصمیم‌گیری؛ که ارزیابی هر یک از گزینه‌ها نسبت به تمامی معیارها در قالب یک ماتریس مطابق با رابطه (۳) تعیین می‌شود.

$$\begin{bmatrix} g_1(a_1) & g_2(a_2) & \cdots & g_k(a_1) \\ . & . & . & . \\ . & . & . & . \\ . & . & . & . \\ g_1(a_n) & \dots & . & g_k(a_n) \end{bmatrix} \qquad (۳)$$

[6] Multi criteria decision making
[7] eigenvalue

در این رابطه $A=\{a_1,a_2,\ldots,a_n\}$ مجموعه متناهی از گزینه ها و $g=\{g_1(.),g_2(.),\ldots,g_k(.)\}$ مجموعه معیارهای ارزیابی می‌باشد.

انتخاب تابع F_j از

جدول۱و محاسبه مقدار p(a,b) برای تمامی زوج گزینه‌ها در قیاس با تمامی معیارها از روابط (۴) و (۵). جدول مذکور تنها حاوی توابع استفاده شده در این تحقیق می‌باشد.

$$P_j(a,b) = F_j\left[d_j(a,b)\right]; \forall a,b \in A \qquad (۴)$$

$$dj(a,b) = g_j(a) - g_j(b) \qquad (۵)$$

$$0 \le P_j(a,b) \le 1$$

تعیین وزن معیارها ($\{w_j;\ j= 1,2,\ldots,k\}$) با شرط

$$\sum_{j=1}^{k} w_j = 1 \qquad (۴)$$

محاسبه درجه غلبگی($\pi(a,b)$)برای تمامی زوج گزینه‌ها مطابق رابطه (۵)

$$\pi(a,b) = \sum_{j=1}^{k} P_j(a,b)w_j \qquad (۵)$$

محاسبه جریان فرارتبه‌ای مثبت($\Phi^+(a)$) و منفی ($\Phi^-(a)$) مطابق روابط (۶) و (۷)

$$\Phi^+(a) = \frac{1}{n-1}\sum_{x\in A}\pi(a,x) \qquad (۶)$$

$$\Phi^-(a) = \frac{1}{n-1}\sum_{x\in A}\pi(x,a) \qquad (۷)$$

محاسبه جریان فرارتبه‌ای مطابق رابطه (۸)

$$\Phi(a) = \Phi^+(a) - \Phi^-(a) \qquad (۸)$$

رتبه‌بندی کامل گزینه‌ها مطابق رابطه (۹) و تعیین روابط برتری (p) و اختلافات جزئی (I)

$$\begin{cases} aP^{II}b & iff \quad \Phi(a) > \Phi(b) \\ aI^{II}b & iff \quad \Phi(a) = \Phi(b) \end{cases} \qquad (۹)$$

جدول۱- انواع معیارهای تعمیم یافته [۱۰]

نام و شکل	نوع اول : معیار عادی[8]	نوع سوم : معیار v شکل[9]	نـــوع ششـــم : معیـــار گاوسی[10]
رابطه	$P(d) = \begin{cases} 0 & d \le 0 \\ 1 & d > 0 \end{cases}$	$P(d) = \begin{cases} 0 & d \le 0 \\ \frac{d}{p} & 0 \le d \le p \\ 1 & d > q \end{cases}$	$P(d) = \begin{cases} 0 & d \le 0 \\ 1 - e^{\frac{-d^2}{2s^2}} & d > 0 \end{cases}$

در این مقاله از معیارهای معمولی، v شکل و گوسین استفاده شده که از این پس به ترتیب با نام‌های P_U،P_V و P_G استفاده خواهند شد.

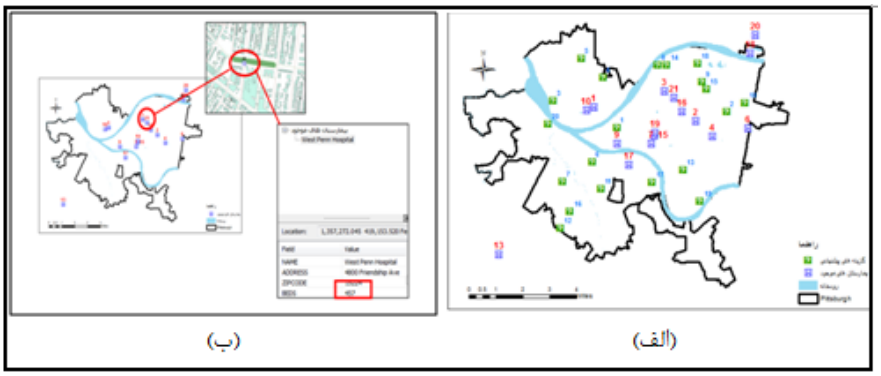
۳- روش کار

جهت مکان‌یابی بیمارستان در تحقیق حاضر ابتدا معیارهاییانتخاب شدند و وزن مربوط به هر یـک از آنهـا در موقعیـت بیمارستان‌های پیشنهادی در محیط‌های GIS تعیین شد. سپس با استفاده از روش‌های ذکر شده، برای هـر بیمارسـتان پیشنهادی وزنی بدست می‌آید. در نهایت با استفاده از دو شاخص میزان حملات قلبی و تصادفات که دارای رابطه مثبت با شاخص مهم فقر هستند، به عنوان شاخص دقت، کارایی روش‌ها تعیین شده و بهترین آنها انتخاب می‌شود.روند انجام این تحقیق به صورت شکل۲ می‌باشد.

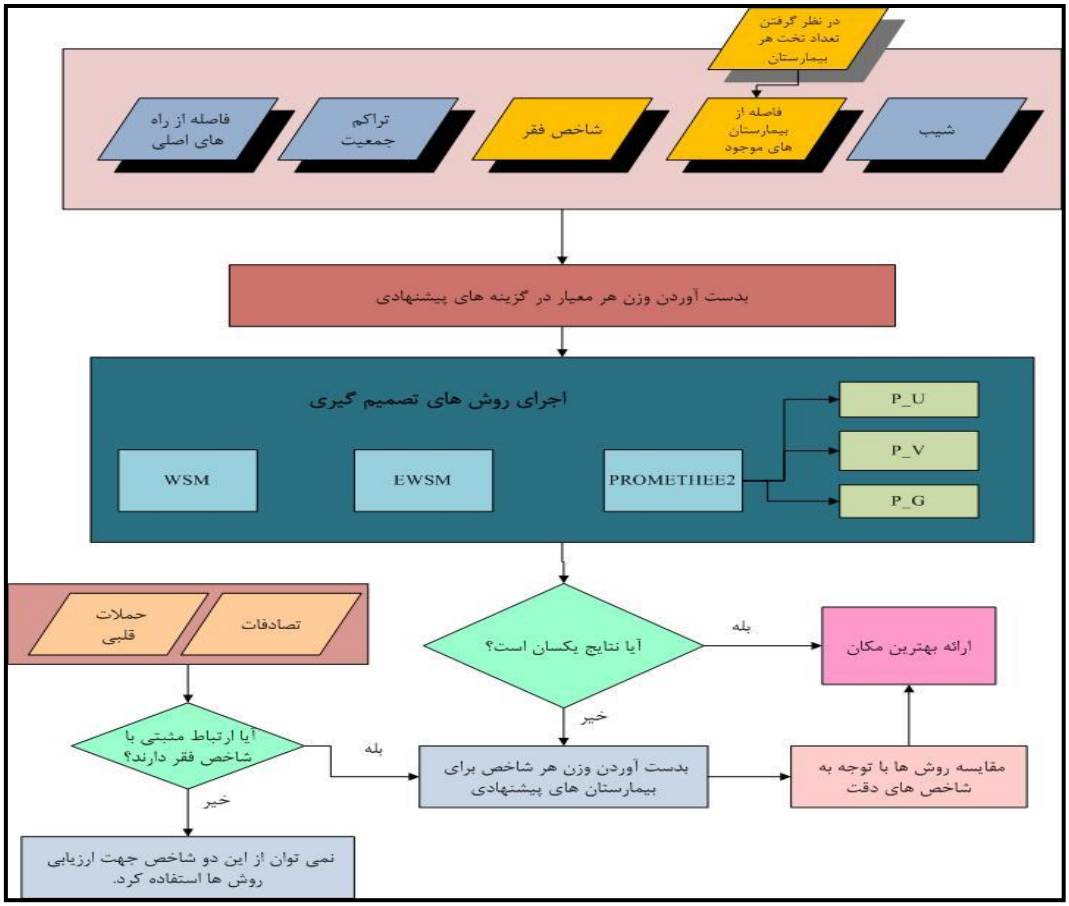
۳-۱- منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در این تحقیق شهر پیتسبرگ واقع در پنزیلوانیا[11] آمریکا، با مساحت ۱۵۱ کیلومتر مربع و جمعیت ۳۰۷۴۸۴ نفر می‌باشد. این شهر دارای ۲۱ بیمارستان است (مطابق شکل۱ (الف)) که نام، آدرس و تعداد تخـت یکـی از آنها درشکل۱(ب) نمایش داده می‌شود.

[8] Usual criterion
[9] Criterion with linear preference (V-shape)
[10] Gaussian criterion
[11] Pennsylvania



شکل۱-(الف) نمایش بیمارستان‌های موجود در پیتسبرگ (ب) موقعیت بیمارستان‌های موجود و گزینه‌های پیشنهادی



شکل۲- روند انجام تحقیق

۳-۲- معیارها

با توجه به اهمیت و دسترسی به داده‌ها برای تعیین موقعیت جدیدیک بیمارستان،۵ معیار شیب، میزان نزدیکی به بیمارستان‌های موجود با توجه به تعداد تخت هر بیمارستان، تراکم جمعیت، نزدیکی به معابر و شاخص فقر در نظر گرفته شد. مردمی که در فقر زندگی می‌کنند گاهی از خدمات بهداشتی ضعیف، رژیم‌های مضر و عادت‌های مضر مثل دخانیات، برخوردارند.این شاخص ترکیب ۴ شاخص فقر می‌باشد: (۱) جمعیت با درآمد زیر خط فقر ، (۲) جمعیت زنان سرپرست خانواده که دارای فرزند هستند ، (۳) جمعیتی که دارای تحصیلات کمتر از دبیرستان هستند ، و (۴)

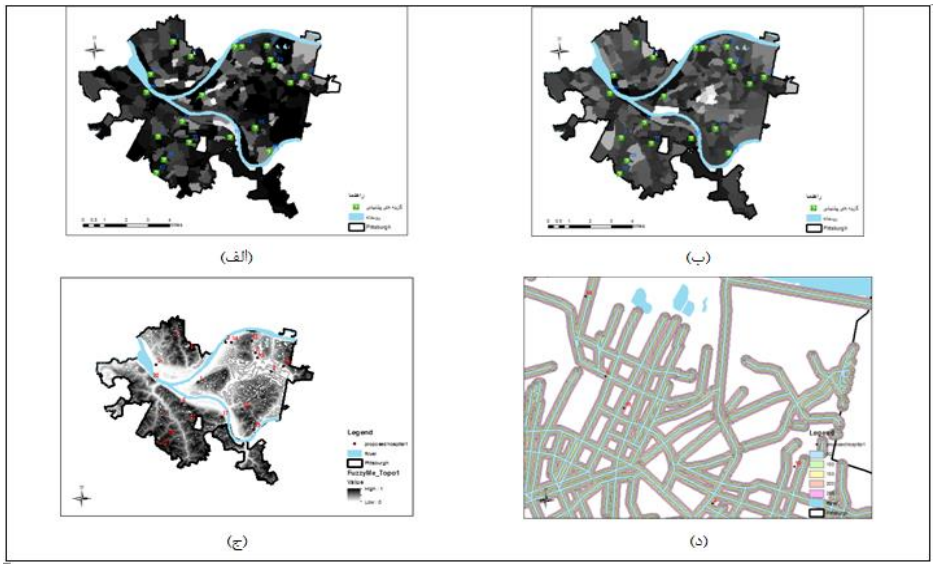
جمعیت نیروی کار مرد که بیکار می‌باشند. برای ترکیب این‌ها و تبدیل آنها به یک لایه، با استفاده از مدلی در محیط GIS، نقشه تراکم آنها ساخته شده و باهم به صورت وزن‌دار جمع می‌شوند. شکل۳ Error! Reference source not found.(الف) نمای کلی این معیار و مقادیر مربوط به آن در موقعیت‌های پیشنهادی را نشان می‌دهد. داده‌های جمعیت از وبسایت US Census Bureau دانلود شده و مورد استفاده قرار گرفته است(در شکل۳(ب) این شاخص در مناطق مختلف پیتسبرگ نمایش داده می‌شود). شیب معیاری است که در اکثر مکان‌یابی‌ها از آن استفاده می‌شود و یکی از موارد لازم به حساب می‌آید (این لایه در شکل۳ (ج) نشان داده شده است).یکی از شروط دیگر برای این نوع مکان‌یابی دسترسی به خیابان‌های اصلی می‌باشد که این معیار هم مانند شیب یکی از معیارهای مهم و مورد نیاز است (این معیار در شکل۳ (د) نشان داده شده است). در معیار نزدیکی به بیمارستان‌های موجود تعداد تخت‌های هر بیمارستان موجود نیز مد نظر قرار داده شد و با توجه به رابطه (۱۰) وزن مربوط به هر بیمارستان پیشنهادی محاسبه شد.

$$w_i = \frac{v_i}{\sum_j B_i} \qquad (۱۰)$$

که در آن، i گزینه مورد نظر، V_i وزن مربوط به حلقه بافری که گزینه در آن وجود دارد و B_i تعداد تخت بیمارستان نزدیک می‌باشد. برای مثال، در وزن محاسبه شده برای چند موقعیت پیشنهادی نمایش داده می‌شود.

جدول۲- محاسبه وزن مربوط به فاصله از بیمارستان

W_i	جمع تخت های بیمارستان‌های نزدیک	شماره بیمارستان‌های نزدیک	V_i	شماره بیمارستان
۰/۰۴۵	۴۴۸	۹	۲۰	۱
۰/۱۸۱	۵۵۲	۱۰،۱	۱۰۰	۵
۰/۳۷۴	۱۰۷	۶	۴۰	۱۰
۰/۰۴۸	۱۲۵۰	۲،۱۶،۲۱،۳	۶۰	۱۵



شکل۳- (الف) نمایش شاخص فقر (ب) معیار تراکم جمعیت (ج) معیار شیب (د) معیار نزدیکی به خیابان‌های اصلی (به علت ابهام این معیار در نمای کلی،بزرگنمایی صورت گرفته است.)

۳-۳- اجرا

برای ارزیابی ۲۰ بیمارستان پیشنهادی، ابتدا ماتریس تصمیم‌گیری بر اساس۵ معیار ذکر شده، تشکیل می‌شود که مبین ارزش تک تک گزینه‌ها در قیاس با تمامی معیارها می‌باشد.این ماتریس در جدول۳نشان داده شده است.

جدول۳- ماتریس تصمیم‌گیری

گزینه ها	شیب منطقه	تراکم جمعیت	شاخص فقر	فاصله از بیمارستانهای موجود	فاصله از خیابانهای اصلی
1	0.740741	0.341057	0.6571	0.03076923	0.1
2	0.685185	0.14796	0.2071	0.2739726	0.3
3	0.8	0	0	0.1086956	0.2
4	0.851852	0.171132	0.0474	0.09057971	0.1
5	0.888889	0.247405	0.3053	0.18115942	0.6
6	0.888889	0.141685	0	0.0770547	0.8
7	0.814815	0.204683	0.1355	0.171232876	0.9
8	0	0.299059	0	0.059760956	0.1
9	0.666667	0.197441	0.9	0.04	0.8
10	0.685185	0.227371	1	0.3738318	0.2
11	0.814815	0.182718	0.0184	0.441176	0.1
12	0.87037	0.162443	0.2536	1	0.9
13	0.796296	0.170408	0	0.0310421	0.4
14	0.574074	0.319575	0.773	0.0531208	0.1
15	0.685185	0.159788	1	0.04	0.4
16	0.851852	0.148443	0.0604	0.7352941	1
17	0.814815	0.046585	0.5793	0.367647	0.8
18	0.685185	0.17427	0	0.0486914	0.5
19	0.796296	0.183925	0.1068	1	0.8
20	0.777778	0.173063	0	0.1268115	0.4

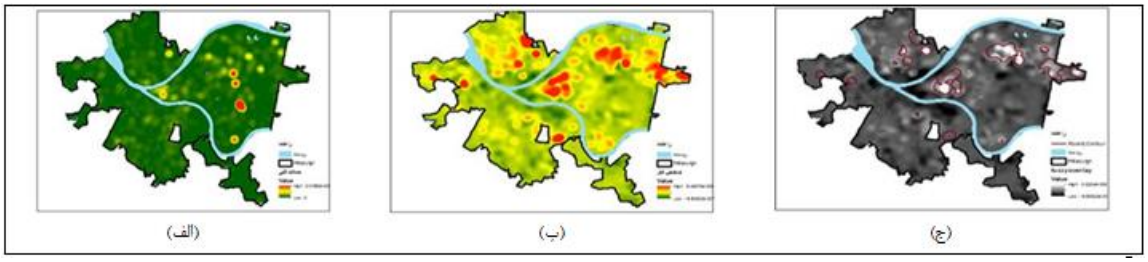
در روش WSM وزن تمامی معیارها یکی در نظر گرفته شده است. در روش EWSM، مقایسات زوجی بین ۲۰ بیمارستان پیشنهادی طبق توضیحات ذکر شده در قسمت۰صورت گرفته و وزن هر یک از آنها محاسبه شده است و در نهایت ۲۰ گزینه بر اساس وزن‌ها مرتب شده‌اند. در روش پرامتی نوع دوم از سه تابع عضویت معمولی(P_U)، گوسی (P_G) و v شکل (P_V) استفاده شده تا وزن هر گزینه بدست آید. در جدول۴ این رتبه بندی‌ها در مقایسه با هم نشان داده شده‌اند.

جدول۴- رتبه‌بندی روش‌های مختلف

WLC	AHP	P_U	P_G	P_V
۱۲	۱۲	۱۱	۱۱	۱۱
۱۹	۷	۱۵	۱۴	۱۳
۱۶	۱۶	۱۹	۱۹	۱۹
۱۷	۱۱	۱۳	۱۸	۱۸
۹	۱۳	۱	۹	۵
۱۰	۴	۱۰	۱۰	۱۰
۱۵	۵	۳	۸	۷
۷	۱۸	۲۰	۲۰	۲۰
۵	۲۰	۸	۵	۸
۶	۱	۶	۶	۶
۱	۱۵	۹	۱۳	۱۲
۱۴	۶	۲	۱	۱
۲	۹	۱۸	۱۷	۱۶
۱۱	۱۰	۱۲	۱۲	۱۴
۲۰	۱۹	۱۴	۷	۹
۱۸	۱۴	۴	۳	۲
۱۳	۳	۷	۴	۴
۴	۲	۱۷	۱۵	۱۷
۳	۱۷	۵	۲	۳
۸	۸	۱۶	۱۶	۱۵

۴- ارزیابی دقت

با توجه به اختلاف موجود میان نتایج بدست آمده از اجرای روش‌های مذکور، دو شاخص دقت (حملات قلبی و تصادفات) در نظر گرفته شده و ترکیب این شاخص‌ها برای هر گزینه بررسی می‌شود. جهت استفاده از اینگونه شاخص-ها ابتدا ارتباط این دو با شاخص فقر بررسی می‌شود. افراد فقیر به علت رژیم‌های مضر و مصرف بیشتر دخانیات، بیشتر به حمله قلبی دچار می‌شوند (این ارتباط در شکل۴نشان داده شده‌است). همچنین، فقر باعث تراکم کم فضاها برای بازی می‌باشد و باعث میشود کودکان کنار خیابان‌ها بازی کنند و در نهایت، فقر باعث کیفیت پایین سرپرستی والدین مخصوصاً در زنان سرپرست خانواده می‌شود و میزان تصادفات افزایش میابند. بررسی‌های صورت گرفته در محیط GIS نشان می‌دهند که ۶۱ تا از ۹۴ آسیب (۶۵ درصد) بین ۴۰ درصد محله‌هایی هستند که کودکان آن در فقر زندگی می‌کنند(در **Error! Reference source not found.** (الف) داده شده‌است).نتیجتاً، شاخص فقر دارای ارتباط مثبتی با دو شاخص دقت می‌باشد و می‌توان از آنها برای ارزیابی دقت استفاده کرد. با ترکیب این دو شاخص، نقشه‌ای بدست می‌آید که تراکم این دو شاخص را نشان می‌دهد



شکل۴- (الف)نمایش معیار حملات قلبی (ب) نمایش شاخص فقر (ج) ارتباط بین لایه فقر و حملات قلبی با استفاده از ترکیب فازی

Error! Reference source not found. - (الف) ارتباط بین لایه فقر و حملات قلبی (ب) نمایش نقشه رستری شاخص دقت بدست آمده از دو معیار تصادفات و حملات قلب (ب). با بررسی الویت‌بندی‌های مختلف از روش‌های مذکور، شرایط این شاخص دقت در الویت‌های اول تا ۵ ام بررسی شده و نتایج آن در جدول۵نمایش داده می‌شود. میانگین دقت در ۵ مورد اول محاسبه شده و بدین گونه می‌توان بهبود دقت در روش‌های مختلف را بررسی نمود (در

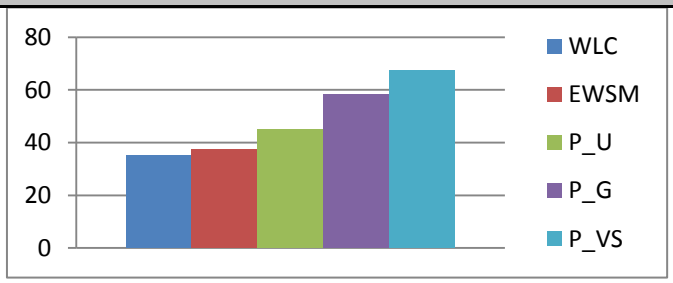
جدول۶ وشکل۵ این میانگین نمایش داده شده است).

جدول۵-بررسی دقت روش‌ها

رتبه بندی	WLC	شاخص دقت	AHP	شاخص دقت	P_U	شاخص دقت	P_G	شاخص دقت	P_VS	شاخص دقت
1	12	0.14732	12	0.14732	11	0.53125	11	0.53125	11	0.53125
2	19	0.26562	7	0	15	0.229911	14	0.020089	13	0.171875
3	16	0.14553	16	0.14553	19	0.265625	19	0.265625	19	0.265625
4	17	0.14062	11	0.53125	13	0.171875	18	0.504464	18	0.504464
5	9	0.22991	13	0.17187	1	0	9	0.229911	5	0.3125

جدول۶- میانگین دقت در ۵ مورد اول هر روش

	WLC	EWSM	P_U	P_G	P_VS
میانگین دقت در ۵ مورد اول (به درصد)	۳۵/۳	۳۷/۵	۴۵/۱	۵۸/۴	۶۷/۲



شکل۵- نمودار بهبود دقت در روش‌های مختلف جهت مکان‌یابی بیمارستان

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

با استفاده از داده‌های مورد نیاز و روش‌های مختلف برای ارزیابی موقعیت مناسب و در نهایت تعیین دقت این روش‌ها، طبق

جدول۶مشخص شد، به صورت میانگین روش پرامتی، ۵۲ درصد نسبت به AHP و ۶۱ درصد نسب به روش وزندار ساده بهبود دقت داشته است. همچنین در بین توابع مختلف مورد استفاده در این روش با این کاربرد و معیارهای استفاده شده، تابع Vshape با بیشینه دقت در ۵ مورد اول به عنوان روش برتر انتخاب می‌شود.با توجه به امر مهم دسترسی به امکانات بهداشتی، با ارائه روش‌ها نوین و داده‌های مورد نیاز می‌توان به بهبود شرایط بهداشتی در یک منطقه کمک کرد. از جمله داده‌هایی که در مقاله حاضر استفاده شده و در این راستا نقش بسزایی را ایفا می‌کنند، فقر می‌باشد. ایجاد این گونه تسهیلات در مناطق فقیر نشین نه تنها به بهبود وضعیت در آن مناطق کمک می‌کند، باعث بهتر شدن شرایط دیگر مناطق می‌شود.همچنین شاخص بدست آمده از تعداد تخت‌های بیمارستان‌های موجود باعث می‌شود تا خطا در انتخاب معیار دوری از بیمارستان‌های موجود کاهش یافته و به دقت فرایند افزوده شود. برای مثال گاهی یک بیمارستان محلی کوچک در تحقیقات قبلی برابر با یک بیمارستان بزرگ تخصصی در نظر گرفته می‌شود.در نهایت می‌توان گفت با جمع‌آوری این گونه داده‌های ارزشمند و ارائه روش بهتر برای بهبود امکانات بهداشتی، در وقت و هزینه

صرفه‌جویی می‌شود و کیفیت ارائه این گونه خدمات تا حد قابل توجهی افزایش می‌یابد. به دلیل بهینه بودن نتـایج ایـن تحقیق پیشنهاد می‌شود این داده ها برای ایران جمع‌آوری شده و معیارها بر اساس سایر روش‌های تصمیم‌گیـری مثـل Vikor، ELECTRE و غیره نیز بررسی شود.

منابع

[1] Vahidnia, M.H., A.A. Alesheikh, and A. Alimohammadi, *Hospital site selection using fuzzy AHP and its derivatives.* Journal of environmental management, ۲۰۰۹. ۹۰(۱۰): p. .۳۰۵۶-۳۰۴۸

[2] KAFFASH, C.N. and A.A. ALESHEIKH, *A HYBRID MODEL BASED ON GIS, PSO ANDPROMETHEE FOR DETERMINING THE OPTIMUM SITES FOR CONSTRUCTION OF HOSPITALS.*.۲۰۱۳

[3] ZIARI, Y.A. and F. KHATIBZADEH, *INTEGRATING AHP MODEL AND ANALYZE NETWORK IN GIS ENVIRONMENT FOR LOCATING OF REMEDIAL CONTROL (HOSPITAL)(CASE STUDY OF SEMNAN).*.۲۰۱۲

[4] KAFFASH, C.N., A. ALESHEIKH, and M. KARIMI, *USING OUTRANKING METHODS FOR OPTIMUM SETTING OF AIR POLLUTION MONITORING STATIONS.*.۲۰۱۲

[5] Brabyn, L. and C. Skelly, *Modeling population access to New Zealand public hospitals.* International Journal of Health Geographics, ۲۰۰۲. .۱

[6] Figueira, J., S. Greco, and M. Ehrgott, *Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys*. Vol. ۷۸. ۲۰۰۵: Springer Science & Business Media.

[7] Wang, J.-J., et al., *A fuzzy multi-criteria decision-making model for trigeneration system.* Energy Policy, ۲۰۰۸. ۳۶(۱۰): p. .۳۸۳۲-۳۸۲۳

[8] Saaty, T.L., *The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resources allocation.* New York: McGraw, .۱۹۸۰

[9] Mareschal, B., J.P. Brans, and P. Vincke, *PROMETHEE: A new family of outranking methods in multicriteria analysis*. ۱۹۸۴, ULB--Universite Libre de Bruxelles.

[10] ASGHARIZADEH, E., *RANKING THE FIRMS BASED ON EXCELLENCY MODEL CRITERIA-PROMETHEE METHOD.*.۲۰۰۷

.Comparing the Decision Making Methods in Hospital Site Selection by using New Criteria

Amouzandeh, K. *[1], SadeghiNiaraki, A. [2], Kaffash,N.[3]

1-Ms.c student of Geographic Information System in Department of Geomatics, College of Engineering, University of Tehran

2- Assistant professor in GIS Dept., Geoinformation Technology Center of Excellence, Faculty of Geodesy&GeomaticsEng, K.N.Toosi Univ. of Tech., Tehran, Iran.

3. Phd student of Geographic Information System in GIS Dept., K.N.Toosi University of Technology, Tehran, Iran

Abstract

The ever-increasing population of urban areas amplifies the demand for new hospitals. Environmental managers are commonly faced with sophisticated decisions, such as choosing the best location for a new facility, subject to multiple conflicting criteria. For that matter, a well- disturbed network of hospitals is required in order to deliver the best service. Using some critical criteria such as the distance between existing hospitals and proposed hospitals, considering the number of beds for each existing hospital, population density, poverty index and so on, twenty places have been proposed for establishing the new place. Then by using different decision making methods such as WSM, EWSM and PROMETHEE2 in GIS environment, some of the proposed places have been selected. Finally, some accuracy indexes that shows the relationship between the poverty index and some other criteria such as heart attack or injury caused by car accidents, have been used in order to detect the best method and the reasonable rating for proposed hospitals.

Keywords: Site Selection, PROMETHEE, Poverty Index, Decision Making

Correspondence Address: Geographic Information System Group, Department of Geomatics, College of Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran. Tel: +98 21 61114256.

Email:amouzandeh.kimia@ut.ac.ir