

جایابی بهینه مراکز توزیع در فرآیند بازاریابی با استفاده از روش‌های ریاضی

منصور مؤمنی^۱، احمد جعفرنژاد^۲، شکوفه صادقی^۳

چکیده: این مقاله با هدف ارایه الگو و مدلی جهت مکان‌یابی مراکز فروش و خدمات پس از فروش شرکت تالیا انجام شده است. پژوهشگر از طریق مطالعات کتابخانه‌ای و مصاحبه با صاحب‌نظران و کارشناسان تالیا به شناسایی عوامل مؤثر در این رابطه پرداخته که شامل دو دسته شاخص و محدودیت هستند. دسته اول شامل شاخص‌های بازاریابی و مشتری‌مداری و دسته دوم مربوط به محدودیت‌های مالی و سرمایه‌گذاری و جغرافیایی است. در هر یک از مناطق ۲۲ گانه شهر تهران نیز سه ملک با کاربری تجاری - اداری یعنی در مجموع ۶۶ گزینه طی جستجو و جمع‌آوری اطلاعات و مصاحبه با کارشناسان سرمایه‌گذاری و مشاوران املاک انتخاب شد. از آنجا که انتخاب چند مرکز بهینه از میان ۶۶ گزینه، با توجه به وجود دو دسته شاخص و محدودیت امکان‌پذیر نبود، از تلفیق دو مدل مقایسات زوجی TOPSIS - (مقایسات زوجی برای دست آوردن وزن شاخص‌ها) و برنامه‌ریزی صفر و یک به ترتیب برای عوامل دسته اول و دوم استفاده شده است. در نهایت ۶ مرکز فروش و خدمات پس از فروش از میان این گزینه‌ها انتخاب شد.

واژه‌های کلیدی: مکان‌یابی، مقایسات زوجی، TOPSIS، برنامه‌ریزی عدد صحیح صفر و یک

۱. دانشیار دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، ایران

۲. دانشیار دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، ایران

۳. دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشگاه تهران، ایران

مقدمه

واژه مکان‌یابی بر مدل‌سازی، فرمول‌سازی و حل آن دسته از مسایلی اشاره دارد که به دنبال یافتن بهترین مکان جهت استقرار مراکز و تسهیلات هستند [۱۲]. به عبارت دیگر مکان‌یابی عبارتست از انتخاب جایی برای تسهیلات جدید که هزینه تولید و توزیع کالا و خدمات را برای مشتریان بالقوه کمینه نماید [۴]. سال ۱۹۰۹ میلادی را اغلب سال تولد تئوری مکان‌یابی می‌دانند. آلفرد وبر یکی از تئوریسین‌هایی بود که در آن سال به ارائه تئوری در زمینه مکان‌یابی و کمینه کردن هزینه‌ها که به طور عمده از نوع هزینه‌های حمل و نقل بودند پرداخت [۶][۱۷] و بعدها تئوری‌ها و مدل‌های متعددی در این زمینه ارائه شده است. در واقع به منظور حل مسایل مکان‌یابی با توجه به شرایط متفاوت موجود در فضای مسئله، مدل‌های بسیار متنوعی در کتب و پژوهش‌های گذشته به چشم می‌خورد که می‌توان بعد از شناسایی ویژگی‌ها و عوامل مؤثر بر مسئله (اعم از اینکه مکان‌یابی تک واحدی است یا چند واحدی و برای مکان صنعتی است یا تجاری و از این قبیل) با استفاده از یکی یا ترکیبی از مدل‌های گفته شده اقدام به حل مسئله مربوط کرد. به عنوان مثال می‌توان از مدل‌های P-Median [۱۹]؛ حداکثر پوشش؛ حداکثر تراکم [۱]؛ وزن‌دهی یا ارزش‌دهی به عوامل کیفی؛ مدل‌های تصادفی یا مبتنی بر احتمال؛ تاکسونومی عددی؛ افرویسمن و ری؛ جاذبه؛ مدل‌های پویا [۸]؛ مدل براون - جیسیون [۲] و مدل اثر متقابل فضایی [۷] نام برد. همچنین در پژوهش‌های مختلف از مدل‌هایی از قبیل ترکیب تصمیم‌گیری چند معیاره و GIS [۲۶]، در مقاله‌ای از مدل DEA [۱۲]، مدل برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح [۷][۸][۱۸] و یا تلفیق تصمیم‌گیری چند معیاره و برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط [۱۴]، روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره فازی (FMCDM) [۱۶]، AHP فازی [۲۳] و همین‌طور استفاده از ترکیب AHP (جهت دادن وزن به شاخص‌ها) و TOPSIS فازی [۲۱] و در نهایت از ادغام روش‌های MADM با MODM [۱۳][۲۵] در جهت حل مسئله مکان‌یابی استفاده شده است.

بیان مسئله

مکان‌یابی نقش مهمی در انتخاب مکان‌های خرده‌فروشی‌ها در سرمایه‌گذاری‌های سنگین و بلندمدت دارد و اگر این مراکز در همان ابتدا در جای نامناسبی تأسیس شوند، بیشترین

خسارت‌ها را وارد می‌کنند و برعکس اگر مکان مناسبی برای آن‌ها پیدا شود مزایای زیادی را نصیب صاحبان سرمایه می‌کنند و نقش اساسی در موفقیت کسب و کار مربوط دارند؛ زیرا مکان مناسب مشتریان زیادی را جذب می‌کند [۲۰]. اغلب این مسئله مهم است که یک واحد تسهیلاتی خدماتی در مجاورت با مشتریانی باشد که به آن‌ها خدمات می‌رساند و یک واحد تسهیلاتی خرده‌فروشی باید در نزدیکی مشتریانی باشد که از آن خرید می‌کنند [۲].

شرکت تالیا با توجه به وجود رقبای خود (ایرانسل و ارتباطات سیار) در این صنعت و علاقه به افزایش سود و نیاز به بالا بردن سهم بازار خود با چالش‌های زیادی مواجه است. یکی از راه‌های رقابت‌پذیری، جایابی بهینه مراکز توزیع محصول (یعنی سیم کارت و کارت شارژ) و ارائه خدمات پس از فروش و تغییر روش فعلی توزیع است. بسیاری از خدماتی که شرکت تالیا ارائه می‌کند به دلیل تنوع، وجود پیچیدگی‌ها و تخصصی بودن آن نیازمند توضیح‌های بیشتر به مشتریان و حل مشکلات مربوط به صورت رو دررو است. علاوه بر خدمات مربوط مشتریان نیازمند آن هستند که در صورت قطع شدن، سوختن و به نام کردن سیم کارت، گرفتن پرینت مکالمات، داشتن شکایات و مواردی از این قبیل به مراکز فروش و خدمات پس از فروش مراجعه کنند. پس این مراکز علاوه بر بعد فروش از جنبه رساندن خدمات پس از فروش به مشتریان و حفظ آن‌ها نیز اهمیت دارد. به عبارت دیگر بهبود روش توزیع سیم کارت و کارت شارژ و ارائه خدمات با انتخاب مکان مناسب برای آن، در افزایش سودآوری، رضایت مشتری و بالا بردن سهم محصول در بازار نقش بسزایی و کاهش هزینه‌های مربوط از قبیل هزینه از دست دادن مشتری، هزینه‌های سوخت و حمل و نقل و هزینه‌های نیروی انسانی و غیره نقش مهمی دارد و ضرورت انجام چنین پژوهشی و اهمیت آن برای شرکت یاد شده را مشخص می‌سازد.

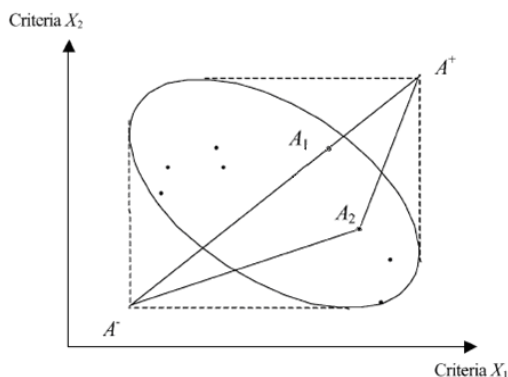
متدولوژی

مسئله مکان‌یابی چند ویژگی دارد که تکنیک TOPSIS را به ابزاری مناسب برای تصمیم‌گیری تبدیل می‌کند. اول: عوامل مؤثر مطلوبیت کاهشی و نیز افزایشی دارند. در ثانی: ترکیب عوامل مؤثر شامل عوامل ترجیحی و کیفی مبتنی بر نظر تصمیم‌گیرنده و عوامل کمی و مقداری خارج از کنترل تصمیم‌گیرنده را شامل می‌شود. همچنین کارهای

انجام شده [۳][۵][۲۵]. بیانگر توانایی این تکنیک در بحث مکان‌یابی است. بنابراین در بخش اول از این تکنیک استفاده خواهد شد. وزن شاخص‌ها هم با مقایسات زوجی بین معیارها به دست می‌آید؛ زیرا سایر روش‌ها مانند آنتروپی شانون و غیره درخصوص شاخص‌های مسئله وزن مناسبی ارائه نمی‌کنند. در انتهای پژوهش با توجه به ماهیت دوگانه‌ی عوامل مؤثر در مکان‌یابی مراکز فروش و خدمات پس از فروش شرکت تالیا و اینکه یک دسته از عوامل ماهیت شاخص داشته و دسته دیگر ماهیت محدودیت دارند، امکان استفاده از یک مدل به تنهایی جهت انتخاب مکان‌های مناسب وجود ندارد. از آنجا که مسئله پژوهش فقط با دو نوع انتخاب یعنی بله یا نه روبه‌رو است؛ به‌عنوان نمونه پژوهشگر می‌خواهد ببیند که آیا منطقه X مکان مناسبی برای ایجاد یک مرکز فروش و یا خدمات پس از فروش است یا خیر، از مدل برنامه‌ریزی صفر و یک برای تصمیم‌گیری نهایی استفاده می‌شود.

روش TOPSIS

این مدل توسط هوانگ و یون در سال ۱۹۸۱ پیشنهاد شد. در این روش نیز m گزینه به وسیله n شاخص ارزیابی قرار می‌شود. منطق اصولی این مدل راه‌حل ایده‌آل (مثبت) و راه حل ایده‌آل منفی را تعریف می‌کند. راه‌حل ایده‌آل (مثبت) راه‌حلی است که معیار سود را افزایش و معیار هزینه را کاهش می‌دهد. گزینه بهینه، گزینه‌ای است که کمترین فاصله از راه حل ایده‌آل و در عین حال دورترین فاصله از راه حل منفی دارد. به عبارتی در رتبه‌بندی گزینه‌ها به روش TOPSIS گزینه‌هایی که بیشترین تشابه را با راه‌حل ایده‌آل داشته باشند، رتبه بالاتری کسب می‌کنند. فضای هدف بین دو معیار به‌عنوان نمونه در نمودار ۱ نشان داده شده است. A^+ و A^- به ترتیب، راه‌حل ایده‌آل و راه حل ایده‌آل منفی است. گزینه A_1 به نسبت گزینه A_2 فاصله کمتری تا راه‌حل ایده‌آل و فاصله بیشتری را تا راه‌حل ایده‌آل منفی دارد [۲۲]. در این روش علاوه بر در نظر گرفتن فاصله یک گزینه A_i از نقطه ایده‌آل، فاصله آن از نقطه ایده‌آل منفی هم در نظر گرفته می‌شود. فرض بر آن است که مطلوبیت هر شاخص، به‌طور یکنواخت افزایشی یا کاهش‌ی است.



نمودار ۱. فضای هدف دو معیار

حل مسئله با این روش، مستلزم طی شش گام زیر است:

۱ - کمی کردن و بی‌مقیاس‌سازی ماتریس تصمیم (N): برای بی‌مقیاس‌سازی، از بی‌مقیاس‌سازی نورم استفاده می‌شود.

۲ - به‌دست آوردن ماتریس بی‌مقیاس موزون (V): ماتریس بی‌مقیاس شده (N) در ماتریس قطری وزن‌ها ($W_{n \times n}$) ضرب می‌شود؛ یعنی:

$$V = N \times W_{n \times n}$$

۳ - تعیین راه‌حل ایده‌آل مثبت (V_j^+) و راه‌حل ایده‌آل منفی (V_j^-):

$V_j^+ = V$ بردار بهترین مقادیر هر شاخص ماتریس

$V_j^- = V$ بردار بدترین مقادیر هر شاخص ماتریس

۴ - به‌دست آوردن میزان فاصله‌ای هر گزینه تا ایده‌آل‌های مثبت و منفی:

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^+)^2}, i = 1, 2, \dots, m \quad \text{فاصله اقلیدسی هر گزینه تا ایده‌آل مثبت}$$

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^-)^2}, i = 1, 2, \dots, m \quad \text{فاصله اقلیدسی هر گزینه تا ایده‌آل منفی}$$

۵ - تعیین نزدیکی نسبی (CL^*) یک گزینه به راه‌حل ایده‌آل:

$$CL_i^* = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+}$$

۶ - رتبه‌بندی گزینه‌ها: هر گزینه‌ای که CL^* آن بزرگ‌تر باشد، بهتر است [۹].

مقایسات زوجی

وزن‌دهی به‌طور اساسی توسط تصمیم‌گیرندگان که مقایسات زوجی را به‌صورت دویه دو بین شاخص‌ها انجام می‌دهند، تعیین می‌شود. اگر n شاخص وجود داشته باشد، $C(n,2)=n(n-1)/2$ مقایسه زوجی صورت می‌گیرد [۲۲]. اگر C_1, C_2, \dots, C_n نشان دهنده‌ی مجموعه‌ای از شاخص‌ها باشد، a_{ij} مقدار حاصل از مقایسه زوجی دو شاخص C_i و C_j است. برای نشان دادن میزان اهمیت نسبی یک عنصر به دیگری از مقیاس‌های یک تانه استفاده می‌شود. به این صورت که یک نشان دهنده "اهمیت یکسان"، سه "نسبتاً مرجح"، پنج "ترجیح زیاد"، هفت "ترجیح بسیار زیاد" و نه "ترجیح فوق‌العاده زیاد" است. بعد از آنکه مقایسات دویه دو انجام شد؛ کلیه‌ی نتایج مقایسات زوجی درون ماتریسی موسوم به "ماتریس مقایسات زوجی" که ماتریسی $n \times n$ است، قرار می‌گیرد. ماتریس مقایسات زوجی زیر قابل مشاهده است [۱۵].

$$A = [a_{ij}] = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \\ \vdots \\ C_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{n1} & 1/a_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix} \end{matrix}$$

رویه محاسباتی مختصری توسط Wabalickis در سال ۱۹۸۷ و Cheng و Li در سال ۲۰۰۱ به‌منظور محاسبات وزن‌ها شرح داده شده است. جهت به‌دست آوردن اوزان شاخص‌ها هر عنصر از جدول مقایسات زوجی بر حاصل جمع عناصر ستونش تقسیم می‌شود. در نهایت میانگین هر یک از سطرهای ماتریس به‌هنجار شده برابر وزن نسبی هر یک از شاخص‌ها است [۲۴]. الگوریتم به‌دست آوردن اوزان نسبی به‌صورت ذیل است:

الف) مقایسه دویه دوی شاخص‌ها

ب) تشکیل ماتریس مقایسات زوجی

ج) به‌هنجار کردن ماتریس مقایسات زوجی، هر مقدار ماتریس بر مجموع مقادیر آن ستون تقسیم می‌شود.

د) به‌دست آوردن میانگین حسابی هر سطر ماتریس به‌هنجار شده مقایسات زوجی که به آن وزن‌های نسبی گفته می‌شود.

که البته اگر به جای یک تصمیم گیرنده، دو یا چند تصمیم گیرنده وجود داشته باشد؛ می‌توان مانند مدل AHP گروهی میانگین هندسی نظرات کارشناسان مختلف (x'_{ij}) را به دست آورد و آن را ماتریس اصلی در نظر گرفت. به این صورت:

$$x'_{ij} = \left(\prod_{l=1}^k x_{ijl} \right)^{\frac{1}{k}} \quad i, j = 1, 2, \dots, n, \quad i \neq j$$

l = شماره تصمیم گیرنده؛

k = تعداد تصمیم گیرندگان؛

i, j = شاخص‌ها یا گزینه‌های مورد مقایسه

بعد از مقایسات زوجی برای بررسی کردن صحت اوزان نسبی نیاز است تا نرخ ناسازگاری محاسبه شود. تا مشاهده شود که آیا بین نظرات و مقایسات زوجی که کارشناسان انجام می‌دهند، سازگاری وجود دارد یا خیر. در صورتی که نرخ ناسازگاری، کوچک‌تر یا مساوی $0/1$ باشد ($IR \leq 0/1$) در مقایسات زوجی، سازگاری وجود دارد و می‌توان کار را ادامه داد. در غیر این صورت، تصمیم گیرنده باید در مقایسات زوجی تجدیدنظر کند [۹].

برنامه‌ریزی عدد صحیح صفر و یک

بسیاری از پدیده‌های عالم واقعی در صورت مدل‌سازی با مقادیر عدد صحیح بیان می‌شوند. تعداد سدهای ساخته شده روی رودخانه، تعداد نیروی انسانی نمی‌توانند با اعداد اعشاری بیان شوند. برنامه‌ریزی عدد صحیح مدلی ریاضی است که برای مدل‌سازی مسایلی شبیه آنچه گفته شد، به کار گرفته می‌شود [۱۰]. به عبارتی چنانچه تنها تفاوت فرموله کردن مسئله با یک مسئله برنامه‌ریزی خطی، در نظر گرفتن محدودیت عدد صحیح باشد، به آن برنامه‌ریزی عدد صحیح می‌گویند که نام کامل‌تر آن برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح است [۱۱]. هر گاه تمامی متغیرهای موجود در مدل عدد صحیح باشند به آن برنامه‌ریزی عدد صحیح محض گفته می‌شود و چنانچه بعضی از متغیرها عدد صحیح و برخی غیر عدد صحیح باشند به آن مدل برنامه‌ریزی عدد صحیح مختلط گفته می‌شود [۱۰]. یک زمینه کاربرد دیگر برنامه‌ریزی عدد صحیح که حتی اهمیت بیشتری دارد پرداختن به تصمیم‌هایی از نوع "بله یا نه" است. به عنوان نمونه آیا منطقه X مکان مناسبی برای ایجاد یک مرکز فروش یا خدمات پس از فروش است یا خیر؟ هر تصمیمی که فقط دو انتخاب در پیش

داشته باشد، می توان بر حسب متغیرهایی بیان کرد که فقط دو مقدار، یعنی صفر و یک را انتخاب می کنند؛ به طوری که اگر تصمیم زنه باشد، $X_j = 0$ و اگر تصمیم بله باشد، $X_j = 1$.
 به چنین متغیرهایی، متغیرهای صفر و یک یا متغیرهای دوتایی گویند. در نتیجه به مسایل برنامه ریزی عدد صحیح که فقط شامل چنین متغیرهایی باشند، مسایل برنامه ریزی عدد صحیح صفر و یک (یا دوتایی) گفته می شود [۱۱]. شکل عمومی برنامه ریزی عدد صحیح به صورت مقابل است و در صورتی که ۱ یا ۰ X_j باشد، مدل مقابل یک مدل برنامه ریزی صفر و یک خواهد بود [۱۰].

$$\text{Min یا Max } Z = \sum_{j=1}^n C_j X_j$$

St:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} X_j \leq \text{یا } \geq \text{یا } = b_i \quad (i=1, 2, \dots, n)$$

عدد صحیح و $x_j \geq 0$

به کارگیری مدل

۱- عوامل مهم و تأثیرگذار (شاخص ها و محدودیت ها)

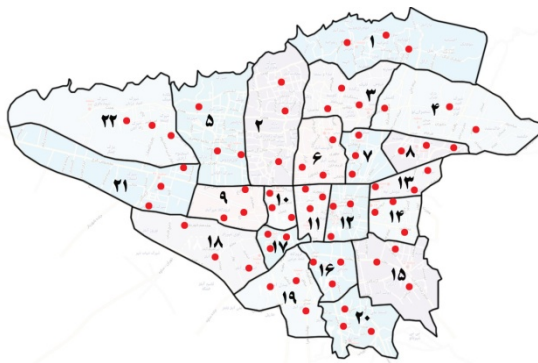
ابتدا طی مصاحبه ای که با خبرگان (چهار مدیر و سرپرست بخش های فروش، بازاریابی و توزیع) انجام شد، عوامل و محدودیت های مهم و تأثیرگذار در انتخاب مراکز فروش و خدمات پس از فروش شرکت تالیا مورد شناسایی قرار گرفت. عوامل گفته شده شامل دو دسته عوامل مشتری مدار- بازاریابی و مالی - جغرافیایی هستند.

دسته اول در واقع یک سری از عواملی هستند که در جذب مشتری در فرآیند بازاریابی مهم هستند و بعد از جمع بندی و حذف عوامل تکراری، ۱۹ آیتم به دست آمد. سپس به منظور به دست آمدن میزان اهمیت آن ها و اینکه آیا عوامل شناسایی شده در واقع عوامل مهم و تأثیرگذاری هستند یا خیر، بر مبنای نظر خبرگان پرسشنامه ای به تعداد ۳۰ عدد تهیه شد که در اختیار خبرگان و سایر کارشناسان قرار گرفت و در آن با استفاده از طیف لیکرت (از یک تا پنج به ترتیب خیلی کم تا خیلی زیاد) عوامل گفته شده رتبه بندی شدند. میزان پایایی پرسشنامه (α کرونباخ) نیز با استفاده از نرم افزار SPSS، برابر ۰/۸۱ شده که نشان دهنده ی مورد تأیید بودن پایایی پرسشنامه است. در نهایت از میان ۱۹ آیتم، ۱۰ مورد با کسب امتیاز بالاتر از ۳ با توجه به این امر که رتبه زیر سه اهمیت مطلوبی ندارد، به عنوان

شاخص‌های تأثیرگذار انتخاب شدند که عبارتند از: میزان جمعیت منطقه، نزدیکی به شعب بانک، تعداد کسانی که در هر منطقه خرید کرده‌اند، نزدیکی به دفتر مرکزی تالیا، متراژ مکان مورد نظر، طبقه همکف واقع شدن، نمای داخلی، میزان تقاضای هر منطقه، نزدیکی به سرویس‌های حمل و نقل شهری و دید مکان برای عموم. در عوامل دسته دوم بحث میزان سرمایه‌ای که شرکت در نظر دارد تا با استفاده از آن به خرید مراکز اقدام کند، مطرح می‌شود و علاوه بر آن بخش دیگری از آن مربوط به تقسیمات جغرافیایی و سیاست‌های خاص توزیع شرکت می‌شود. این عوامل که در غالب محدودیت ظهور می‌کنند و ماهیت آن‌ها با عوامل دسته اول متفاوتند، در محدودیت‌های مدل و در قسمت ۳-۴ تشریح شده‌اند.

۲- گزینه‌ها

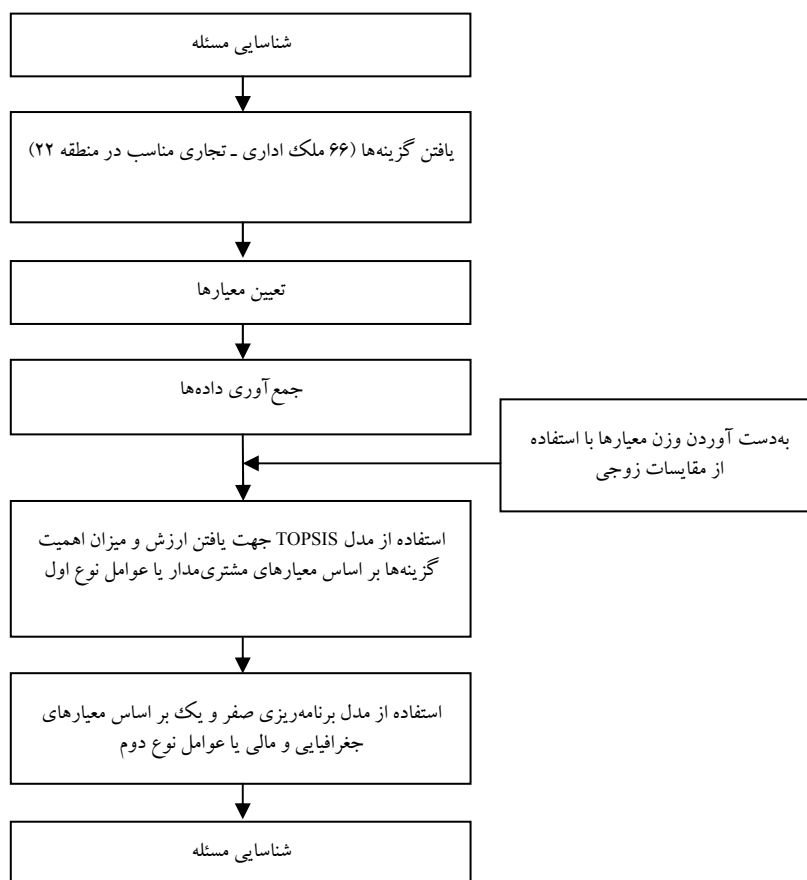
جهت انتخاب مکان مناسب در سطح شهر تهران نیز با توجه به وجود ۲۲ منطقه، در هر منطقه سه نقطه یعنی در نهایت ۶۶ مکان انتخاب شدند. به این صورت که در یک هفته خاص از بین ملک‌های آماده برای فروش زیر ده سال ساخت و البته با کاربری اداری-تجاری در هر منطقه تهران، سه مکان به صورت تصادفی (راندوم) انتخاب شده است. در شکل شماره ۱ مکان هر یک از این مراکز مشخص شده است. از آنجایی که شرکت نیازمند تعداد محدودی واحد فروش و خدمات پس از فروش در سطح تهران است؛ بنابراین باید واحدهای مناسب‌تر از بین این ۶۶ مکان انتخاب شوند.



شکل ۱. نقشه شهر تهران به تفکیک مناطق و محل هر ۶۶ نقطه انتخابی در نقشه

۳- روش‌ها و مدل مورد استفاده در پژوهش

با توجه به ماهیت دوگانه‌ی عوامل مؤثر در مکان‌یابی مراکز فروش و خدمات پس از فروش شرکت تالیا و اینکه یک دسته از عوامل ماهیت شاخص و دسته دیگر ماهیت محدودیت دارند؛ امکان استفاده از یک مدل به تنهایی جهت انتخاب مکان‌های مناسب وجود ندارد. مدل مفهومی این مقاله در نمودار ۲ ترسیم شده است. مدل‌ها و روش‌های مورد استفاده در این پژوهش عبارتند از:



نمودار ۲. مدل مفهومی

۱) مقایسات زوجی به همراه مدل TOPSIS برای عوامل دسته اول

با توجه به وجود عوامل دسته اول یعنی ۱۰ شاخص که از نظر بازاریابی و مسایل مشتری مدارانه اهمیت دارند، جهت بررسی ارزش هر گزینه روش TOPSIS به خدمت گرفته شده است. از آنجا که در محاسبات مدل TOPSIS نیاز به وزن شاخص‌ها است؛ بنابراین برای به دست آوردن وزن، از روش مقایسات زوجی استفاده شده است. به این صورت که ۴۵ مقایسه زوجی در قالب جدولی در اختیار خبرگان قرار گرفت. با توجه به اینکه تصمیم‌گیری گروهی انجام شده است؛ از میانگین هندسی نظرات استفاده شد. شاخص ناسازگاری نیز برای وزن‌های محاسبه شده به دست آمد که برابر $0/0895$ بوده و از آنجا که از $0/1$ کمتر است، بیانگر وجود سازگاری میان نظرات تصمیم‌گیرندگان است.

۲) مدل برنامه‌ریزی صفر و یک برای عوامل دسته دوم

ارزش‌های به دست آمده از مدل TOPSIS به منظور حداکثرسازی میزان مجموع ارزش‌های گزینه‌های انتخابی، وارد تابع هدف مدل برنامه‌ریزی صفر و یک شده است. و عوامل تأثیرگذار دسته دوم که شامل محدودیت‌های مالی و جغرافیایی و سیاست‌های شرکت هستند، محدودیت‌های مدل را تشکیل می‌دهند. در اینجا بیان این نکته ضروری است که تهران ۲۲ منطقه داشته و در هر یک از مناطق سه محله (گزینه) انتخاب شده است، که در نهایت هدف انتخاب چند مرکز است که علاوه بر ارضای محدودیت‌های مدل، حداکثر ارزش و اهمیت از جنبه عوامل دسته اول داشته باشند؛ به عبارتی تابع هدف مدل صفر و یک بیشینه شود. با توجه به تعاریف زیر مدل‌سازی انجام شده است:

• اندیس‌های مدل

i : علامت شماره محله در هر منطقه است. ($i = 1, 2, 3$)

j : علامت شماره منطقه ($j = 1, 2, \dots, 22$)

• پارامترهای مدل

u : حداکثر تعداد مجاز مکان‌ها

i : کل سرمایه در دسترس

• متغیرهای مدل

X_{ij} : اختصاص مکان i ام $\{0$ یا $1\}$

W_{ij} : میزان ارزش بدست آمده از عوامل دسته اول برای هر مکان

P_{ij} : قیمت هر مکان

• تابع هدف مدل

تابع هدف از نوع بیشینه‌سازی است. ارزش به دست آمده حاصل از مدل TOPSIS بعد از به‌هنجار رسیدن به عنوان ضریب متغیرها در تابع هدف قرار می‌گیرد.

$$\text{Max } Z = \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{22} X_{ij} W_{ij}$$

• محدودیت‌های مدل (عوامل دسته دوم)

۱ - شرکت میزان سرمایه محدودی جهت خرید ملک در اختیار دارد، یعنی حداکثر می‌تواند به میزان I در جهت خرید مراکز فروش و خدمات پس از فروش هزینه کند، بنابراین محدودیت سرمایه به این شکل است:

$$\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{22} X_{ij} P_{ij} \leq I$$

۲ - شرکت با توجه به میزان نیروهایی که دارد و توان و زمان آموزش آن‌ها در نهایت از شش مرکز می‌تواند پشتیبانی مقتضی به عمل بیاورد.

$$\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^{22} X_{ij} \leq U$$

۳ - شرکت لزومی در داشتن دو مرکز در یک منطقه حتی با وجود گستردگی زیاد آن نمی‌بیند؛ یعنی شرکت حداکثر نیازمند ۱ مرکز از بین ۳ محله (گزینه) در هر یک از مناطق ۲۲ گانه تهران است.

$$\sum_{i=1}^3 X_{i1} \leq 1 \quad \sum_{i=1}^3 X_{i2} \leq 1 \quad \dots \quad \sum_{i=1}^3 X_{i22} \leq 1$$

۴ - شرکت علاقمند است که در هر یک از ۵ بخش شهر تهران حداقل یک مرکز داشته باشد. این ۵ بخش عبارتند از: بخش‌های شمال تهران که از مناطق ۱، ۲ و ۳ تشکیل شده، شرق که شامل مناطق ۴، ۸، ۱۳، ۱۴ و ۱۵ است، غرب با مناطق ۵، ۹، ۲۲ و ۲۱ جنوب با مناطق ۱۸، ۱۷، ۱۹، ۱۶ و ۲۰ و در نهایت مرکز متشکل از مناطق ۶، ۷، ۱۰، ۱۱

$$\sum_{i=1}^3 \sum_j X_{ij} \geq 1 \quad j \in N, N = \text{North} = \{1,2,3\}$$

$$\sum_{i=1}^3 \sum_j X_{ij} \geq 1 \quad j \in S, S = \text{South} = \{16,17,18,19,20\}$$

$$\sum_{i=1}^3 \sum_j X_{ij} \geq 1 \quad j \in W, W = \text{West} = \{5,9,21,22\}$$

$$\sum_{i=1}^3 \sum_j X_{ij} \geq 1 \quad j \in E, E = \text{East} = \{4,8,13,14,15\}$$

$$\sum_{i=1}^3 \sum_j X_{ij} \geq 1 \quad j \in C, C = \text{Center} = \{6,7,10,11,12\}$$

۵- و در نهایت: $X_{ij} = 1$ یا 0

نتیجه گیری و پیشنهاد

وزن به دست آمده برای شاخص‌ها بعد از انجام مقایسات زوجی که در جدول شماره ۱ آمده است، در مدل TOPSIS به خدمت گرفته شد.

جدول ۱. وزن شاخص‌ها با استفاده از مقایسات زوجی

| وزن شاخص‌ها با استفاده از مقایسات زوجی | | | |
|--|------------------------------------|-------|---------------------------------------|
| ۰/۰۴۲ | طبقه همکف بودن | ۰/۱۹۵ | میزان جمعیت منطقه |
| ۰/۰۱۶ | دسترسی به دفتر مرکزی تالیا | ۰/۱۶۹ | نزدیکی به شعب بانک |
| ۰/۰۰۷ | نزدیکی به سرویس‌های حمل و نقل شهری | ۰/۱۷۷ | تعداد کسانی که در منطقه خرید کرده‌اند |
| ۰/۱۲۴ | دید مکان | ۰/۰۴ | مترای مکان |
| ۰/۰۱۹ | نمای داخلی | ۰/۱۴۹ | تقاضای هر منطقه |

از آنجایی که در روش TOPSIS ۶۶ گزینه به وسیله ۱۰ شاخص ارزیابی می‌شود. جهت به دست آوردن ماتریس اولیه، اطلاعات مربوط به هر گزینه، با توجه به ۱۰ شاخص جمع‌آوری و کمی شده و بر اساس عوامل مشتری مدار- بازاریابی با روش TOPSIS

رتبه‌بندی شدند. با توجه به زیاد بودن تعداد گزینه‌ها نتایج رتبه‌بندی گزینه‌ها بر اساس روش TOPSIS تنها برای چند گزینه برتر و دو گزینه آخر در جدول شماره ۲ به‌عنوان نمونه ارائه شده است:

جدول ۲. نتایج رتبه‌بندی گزینه‌ها بر اساس روش TOPSIS برای چند گزینه به‌صورت نمونه

| رتبه کسب شده | شماره گزینه | منطقه | CL* | به‌هنگار رسیده *CL |
|--------------|-------------|-------|----------|--------------------|
| ۱ | ۱۲ | ۴ | ۰/۸۱۸۶۰۸ | ۰/۰۲۸۲۹۶ |
| ۲ | ۱۵ | ۵ | ۰/۸۱۰۰۰۸ | ۰/۰۲۷۹۹۹ |
| ۳ | ۱۰ | ۴ | ۰/۷۷۷۲۰۶ | ۰/۰۲۶۸۶۵ |
| ۴ | ۱۱ | ۴ | ۰/۷۶۸۸۷۲ | ۰/۰۲۶۵۷۷ |
| ۵ | ۵ | ۲ | ۰/۷۵۱۳۹۶ | ۰/۰۲۵۹۷۳ |
| ۶ | ۶ | ۲ | ۰/۷۳۳۱۱۵ | ۰/۰۲۵۳۴۱ |
| ۷ | ۴۴ | ۱۵ | ۰/۷۱۹۹۵۱ | ۰/۰۲۴۸۸۶ |
| | | ... | | |
| ۶۵ | ۲۵ | ۹ | ۰/۱۹۲۷۶۶ | ۰/۰۰۶۶۶۳ |
| ۶۶ | ۶۵ | ۲۲ | ۰/۱۸۳۳۲۶ | ۰/۰۰۶۳۳۷ |

پس از حل مدل برنامه‌ریزی صفر و یک میزان Z تابع هدف ۰/۱۳۷۸۵۹ به‌دست آمد؛ یعنی ۶ مکان انتخاب شده ارزشی معادل ۱۳/۷۸٪ از کل ارزش‌های بازاریابی و مشتری‌مداران ۶۶ مرکز (یعنی معیارهای دسته اول که با مدل TOPSIS بر روی گزینه‌ها بررسی شدند) را دارند. در مجموع نتایج به‌دست آمده را می‌توان در جدول شماره ۳ خلاصه کرد.

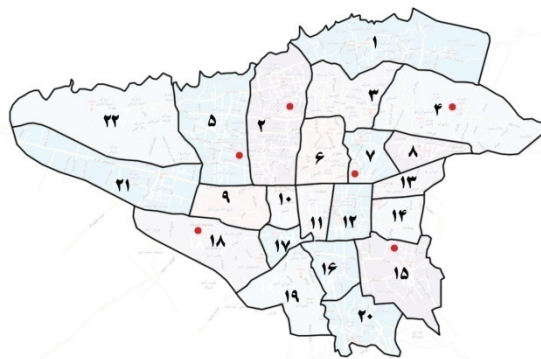
همان‌طور که از نتایج مشخص است؛ شرکت با هزینه کردن میزان ۱۳۰۴۵۰۰۰۰۰ تومان می‌تواند اقدام به خرید ۶ مرکز فروش و خدمات پس از فروش کند که این میزان کمتر از حدی است که شرکت توان هزینه کردن دارد. طبق محدودیت سرمایه نیروی انسانی، شرکت با توجه به میزان نیروهایی که دارد و توان و زمان آموزش آن‌ها در نهایت از ۶ مرکز می‌توانست پشتیبانی مقتضی به‌عمل بیاورد که بعد از مدل‌سازی و حل آن ۶ مرکز

انتخاب شدند. هیچ دو مرکزی در یک منطقه قرار نگرفته‌اند. در نهایت این محدودیت که شرکت علاقه‌مند بود که در هر یک از ۵ بخش شهر تهران حداقل یک مرکز داشته باشد، نیز برآورده شده است؛ به عبارتی با پیاده‌سازی مدل و خرید مراکز مربوط شرکت در هر یک از این بخش‌ها یک مرکز را دارد. محل مراکز منتخب نیز در شکل شماره ۲ به تصویر کشیده شده است.

جدول ۳. نتایج به دست آمده پس از حل مدل برنامه‌ریزی صفر و یک

| جواب‌های مدل برنامه‌ریزی صفر و یک | | X ₃₁₈ | X ₃₇ | X ₂₁₅ | X ₂₂ | X ₃₅ | X ₃₄ |
|--|---------------------------------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| شماره مکان مد نظر | | ۵۴ | ۲۱ | ۴۴ | ۵ | ۱۵ | ۱۲ |
| منطقه | | ۱۸ | ۷ | ۱۵ | ۲ | ۵ | ۴ |
| عوامل دسته اول (معیارهای اثرگذار در مدل TOPSIS) | میزان جمعیت منطقه | ۲۹۸۶۰۰ | ۳۱۸۷۲۰ | ۶۴۹۳۷۰ | ۵۴۸۵۰۰ | ۶۰۱۱۰۰ | ۷۶۷۱۰۰ |
| | نزدیکی به شعب بانک* | ۴ | ۵ | ۲ | ۵ | ۵ | ۳ |
| | تعداد کسانی که در منطقه خرید کرده‌اند | ۱۸۸۶۵ | ۲۵۳۲۷ | ۴۰۲۷۸ | ۳۹۹۷۱ | ۴۱۷۳۱ | ۴۷۵۵۲ |
| | متر از مکان | ۴۷ | ۶۰ | ۴۵ | ۵۹ | ۵۰ | ۴۵ |
| | تقاضای هر منطقه | ۴۱۸۰۷ | ۴۴۶۲۱ | ۹۸۱۸۵ | ۷۶۷۹۰ | ۸۴۱۴۳ | ۱۰۷۴۰۱ |
| | طبقه همکف بودن | بلی | بلی | خیر | بلی | بلی | بلی |
| | دسترسی به دفتر مرکزی تالیا* | ۳ | ۵ | ۲ | ۵ | ۴ | ۳ |
| | نزدیکی به سرویس‌های حمل و نقل شهری* | ۲ | ۵ | ۱ | ۴ | ۵ | ۲ |
| | دید مکان* | ۴ | ۵ | ۴ | ۵ | ۵ | ۳ |
| | نمای داخلی* | ۴ | ۵ | ۴ | ۵ | ۴ | ۳ |
| نام مکان | شهرک صاحب‌الزمان | مفتح جنوبی | جاده خاوران | شهرک قدس | فلکه دوم صادقیه | وفادار | |
| CL* | ۰/۳۹۷۲ | ۰/۴۹۱۱ | ۰/۷۱۹۹ | ۰/۷۵۱۴ | ۰/۸۱۰۰ | ۰/۸۱۸۶ | |
| CL* به‌هنگار رسیده (میزان ارزش گزینه حاصل از روش TOPSIS) | ۰/۰۱۳۷۲ | ۰/۰۱۶۹ | ۰/۰۲۴۸ | ۰/۰۲۵۹ | ۰/۰۲۷۹ | ۰/۰۲۸۳ | |
| رتبه کسب شده | ۳۴ | ۱۶ | ۷ | ۵ | ۲ | ۱ | |
| قیمت بر حسب میلیون تومان | ۱۱۷/۵ | ۲۴۰ | ۹۰ | ۵۰۱ | ۲۲۵ | ۱۳۰/۵ | |

* اطلاعات مربوط به شاخص‌های ستاره‌دار به صورت طیف لیکرت ۱ تا ۵ به ترتیب از خیلی کم به خیلی زیاد با بازدهی‌های میدانی و مصاحبه با کارشناسان مربوط جمع‌آوری شده‌اند.



شکل ۲. محل گزینه‌های انتخابی نهایی در نقشه

مزایای روش مورد استفاده در مقایسه با روش‌های مشابه تصمیم‌گیری چند شاخصه آن است که در صورتی که بعضی از معیارهای تصمیم‌گیری از نوع هزینه و هدف کاهش آن‌ها باشد و بعضی از معیارها از نوع سود و هدف افزایش آن‌ها باشد، این روش به آسانی جواب ایده‌آل را که ترکیبی از بهترین مقادیر دستیابی همه معیارها است، پیدا می‌کند. مهم‌تر از آن اینکه چون نتایج به دست آمده در تابع هدف مدل برنامه‌ریزی صفر و یک قرار داده می‌شوند، باید ماهیت ارزش داشته باشند و صرف آنکه گزینه‌ها رتبه‌بندی شوند؛ در این مدل کافی نیست. بنابراین نمی‌توان از روش ELECTRE و روش‌هایی مانند آن که تنها گزینه‌ها را رتبه‌بندی می‌کنند، استفاده کرد. رتبه‌بندی گزینه‌ها هم با روش AHP به دلیل وجود گزینه‌های زیاد چندان مناسب به نظر نمی‌رسد. علاوه بر آن در مقایسه با روش‌های مشابه مکان‌یابی، به عنوان مثال روش براون جیسون برتری دارد. اگرچه این روش از نظر دسته‌بندی عوامل و توجه به عوامل کیفی و کمی از مزیت‌هایی برخوردار است ولی در مقایسه با روش‌های جدیدتر تصمیم‌گیری چند معیاره از نظر وزن‌دهی به عوامل، لحاظ نمودن نظر تصمیم‌گیرنده و ارزیابی گزینه‌ها با توجه به عوامل کیفی از توانایی، انعطاف کمتری برخوردار است؛ به طوری که در مقایسه‌ی دوجه دوی عوامل و گزینه‌ها دو حالت صفر یا یک را در نظر می‌گیرد که این مسئله در زمینه دخالت دادن نظرهای تصمیم‌گیرنده محدودیتی جدی محسوب می‌شود.

به‌طور کلی مدل ارائه شده در این مقاله بر خلاف سایر مدل‌های مکان‌یابی توانایی در نظر گرفتن شاخص‌های متعدد و در نهایت انتخاب چندین مکان بهینه را دارد. برخی از پیشنهادهای مربوط که قابلیت به‌کارگیری در پژوهش‌های آتی را دارد، در ذیل ارائه شده است:

- به‌نظر می‌رسد علاوه بر مورد گفته شده در بالا می‌توان به‌جای استفاده از تنها یک روش TOPSIS، از چند روش مشابه دیگر که در انتها وزن و ارزش هر شاخص نیز مشخص می‌شود، استفاده و در نهایت با ادغام نتایج، میانگین ارزش‌های کلیه روش‌های استفاده شده (روشی مشابه روش میانگین رتبه‌ها) در تابع هدف مدل صفر و یک قرار بگیرد.
- با توجه به تعداد زیاد شاخص‌ها و کم شدن اعتبار روش مقایسات زوجی به‌نظر می‌رسد، می‌توان میزان اهمیت هر معیار را که توسط پرسشنامه اول و با استفاده از طیف لیکرت به‌دست آمده بود، در وزن‌های به‌دست آمده از این روش نظیر به نظیر در هم ضرب کرده و به وزن‌های معقول‌تری دست یافت.

منابع

۱. الماس پور فرهاد (۱۳۸۰). کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی و تحلیل شبکه مکان‌یابی داروخانه‌ها، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.
۲. جعفرزاد احمد (۱۳۸۵). مدیریت تولید و عملیات نوین، انتشارات دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.
۳. حوری امیر (۱۳۷۶). استراتژی توسعه الگوی مکان‌یابی صنعت پوست و چرم، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علم و صنعت ایران.
۴. زنجیرانی رضا، داوری سهیل (۱۳۸۵). طراحی سیستم‌های صنعتی (مکان‌یابی تسهیلات)، دانشکده مهندسی صنایع دانشگاه صنعتی امیرکبیر.
۵. صفیرزاده مرتضی (۱۳۷۵). استراتژی توسعه الگوی مکان‌یابی صنایع تبدیل زعفران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، رشته مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران.
۶. صوفلو حسین (۱۳۸۲). تعیین و ارزیابی معیارهای مکان‌یابی هاب جهت ترانزیت هوایی در کشور و تعیین موقعیت جغرافیایی مناسب، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
۷. مشکانی فراهانی لیلا (۱۳۸۵). ارایه الگوی مکان‌یابی نمایندگی‌های صدور بیمه اتومبیل (بر اساس نظرات کارشناسان بیمه)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.
۸. موسوی ناصر (۱۳۸۰). اولویت‌بندی و انتخاب مکان مناسب برای شعب بانک کشاورزی با استفاده از تکنیک تجزیه و تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
۹. مومنی منصور (۱۳۸۵). مباحث نوین تحقیق در عملیات، انتشارات دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.
۱۰. مهرگان محمدرضا (۱۳۸۲). "مدل‌سازی ریاضی، انتشارات سمت.
۱۱. هیلیر و لیبرمن (۱۳۸۲). تحقیق در عملیات/ برنامه‌ریزی خطی، ترجمه آصف وزیری و مدرس یزدی، نشر جوان.
12. Azadeh A, Ghaderi S.F, Maghsoudi A (2008). Location optimization of solar plants by an integrated hierarchical DEA PCA approach, Energy Policy; Vol. 36: 3993-4004.

13. Badri Masood (1999). Combining the analytic hierarchy process and goal programming for global facility location-allocation problem, *Int. J. Production Economics*; Vol. 62: 237-248.
14. Cheng S, Chan C.W, Huang G.H (2003). An integrated multi-criteria decision analysis and inexact mixed integer linear programming approach for solid waste management, *Engineering Applications of Artificial Intelligence*; Vol. 16: 543-554.
15. Cheng-Ru Wu, Chin-Tsai Lin, Yu-Fan Lin (2008). Selecting the preferable bancassurance alliance strategic by using expert group decision technique, Yuanpei University, *Expert Systems with Applications*.
16. Chien-Chang Chou (2007). A fuzzy MCDM method for solving marine transshipment container port selection problems, *Applied Mathematics and Computation*; Vol. 186:435-444.
17. Gorter- C, Nijkamp P (2001). Location Theory, *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences* ISBN: 0-08-043076-7.
18. Jayaraman, Vaidyanathan, Gupta, Rakesh, Pirkul Hasan (2003). Selecting Hierarchical Facilities in a Service-Operations Environment, *European Journal of Operational Research*; Vol.147: 613-628.
19. Mladenovic, Nenad, Brimberg, Jack, Hansen, Pierre, Moreno-Pérez, Jose. (2007). The p-median problem: A survey of metaheuristic approaches, *European Journal of Operational Research*; Vol. 179: 927-939.
20. R.J Kuo, S.C. Chi, S.S Kao (1999). A Decision Support System for Locating Convenience Store through Fuzzy AHP, *Computers & Industrial Engineering*; Vol. 37: 323-326.
21. Semih Onut, Selin Soner (2008). Transshipment site selection using the AHP and TOPSIS approaches under fuzzy environment, *Yildiz Technical University, Mechanical Faculty, Department of Industrial Engineering, Waste Management*; Vol. 28: 1552–1559.
22. Sheng-Hshiang Tsaur, Te-Yi Chang, Chang-Hua Yen (2002). The evaluation of airline service quality by fuzzy MCDM, *Tourism Management*; Vol. 23: 107–115.
23. Tabari Mojtaba. Kaboli Amin, Aryanezhad M.B, Shahanaghi Kamran, Siadat Ali (2008). A new method for location selection: A hybrid analysis, *Applied Mathematics and Computation*.

24. YURDAKUL M, Y. T. IC (2005). Development of a performance measurement model for manufacturing companies using the AHP and TOPSIS approaches, *International Journal of Production Research*; 43(21).
25. Zanjirani Farahani Reza, Asgari Nasrin (2007). Combination of MCDM and covering techniques in a hierarchical model for facility location: A case study, *European Journal of Operational Research*; Vol. 176:1839-1858.
26. Zucca Antonella, Sharifi Ali M, Fabbri Andrea G (2008). Application of spatial multi-criteria analysis to site selection for a local park: A case study in the Bergamo Province, Italy, *Journal of Environmental Management*; Vol.88: 752–769.