پنجمین کنفرانس سیستمهای فازی ایران
هفدهم الی نوزدهم شهریورماه ۱۳۸۳

یک رویکرد فازی برای انتخاب مکان کارخانه

سیدرضا حجازی[۱]، رمضان نعمتی[۲]، محمدرضا گلی[۳]
دانشگاه صنعتی اصفهان ـ دانشکده مهندسی صنایع
rehejazi@cc.iut.ac.ir

چکیده

یکی از عوامل مهم در بازدهی مناسب یک کارخانه، انتخاب مکان مناسب برای احداث کارخانه با توجه به محدودیتها و شرایط است. بدین منظور چند مکان جایگزین را تعیین کرده و باتوجه به معیارهایی چون نیروی انسانی لازم، بازار مصرف، تأمین مواد اولیه، آب، برق، گاز، شرایط جوی، شرایط خاک و غیره با هم مقایسه شده و در نهایت بهترین مکان انتخاب می‌شود. وضعیت هر معیار در هر مکان به صورت دقیق قابل بیان نیست و بنابراین دارای ابهام و عدم اطمینان خواهد بود. در این مقاله وضعیت معیارها برای مکانهای کاندید و وزن معیارها به صورت متغیر زبانی در نظر گرفته می‌شود که با تبدیل آنها به اعداد فازی و استفاده از تصمیم‌گیری چند معیاره گروهی فازی، روشی برای رتبه‌بندی مکان‌های کاندید ارائه می‌شود. یک مثال عددی نیز برای نشان دادن چگونگی اجرای روش ارائه شده، حل شده است.

واژه‌های کلیدی: انتخاب مکان یک کارخانه، متغیرهای زبانی، تصمیم‌گیری چند معیاره فازی

مقدمه

برنامه‌ریزی تسهیلات (facilities planning) که یکی از مباحث مهم در مهندسی صنایع است به دو بخش مکان‌یابی تسهیلات (facilities location) و طراحی تسهیلات(facilities design) تقسیم می‌شود که طراحی تسهیلات شامل طراحی جانمایی تسهیلات(facilities layout design) ، طراحی سیستمهای موردنیاز تسهیلات و طراحی حمل و نقل مواد در تسهیلات است.منظور از تسهیلات هر مجموعه یا ساختمانی از جمله بیمارستان ، دانشگاه ، پارک ، سایت موشکی ، کارخانه و غیره می باشد.در این مقاله به مسأله مکان‌یابی کارخانه پرداخته می‌شود. در انتخاب مکان یک کارخانه معیارهایی مؤثرند که از جملهٔ آنها عبارتند از نزدیکی به جاده‌های اصلی ، راه‌آهن ، فرودگاه ، بندر، بازار مصرف ، منابع تأمین مواداولیه ، در دسترس بودن نیروی انسانی لازم ، شرایط آب و هوا ، شرایط خاک و زمین ، هزینه‌های سرمایه‌گذاری ، در دسترس بودن امکاناتی چون آب ، برق ، تلفن ، گاز ، بانک ، وجود امکان توسعه کارخانه ، وضعیت بیمه ، مالیاتها ، بخشودگی‌ها ، مقررات و قوانین دولتی و غیره [۱و۲و۳و۴]. بسته به نوع کارخانه و سطح انتخاب مکان (کشور، استان، شهر، منطقه و ..) نوع و تعداد معیارهای مورداستفاده می‌تواند متفاوت باشد.روشهای زیادی برای حل مسأله مکان‌یابی ارائه شده است. معمولاً از برنامه‌ریزی ریاضی برای تعیین مکان بهینه تسهیلات مورد استفاده قرار می‌گیرد [۵و۶]. Tompkins و White [۴] روشی ارائه کرده‌اند که در آن تئوری ارجحیت

۱- استادیار دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی اصفهان
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع-دانشگاه صنعتی اصفهان
۳- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع - دانشگاه صنعتی اصفهان

برای تخصیص وزنها به فاکتورهای ذهنی با ایجاد تمام مقایسات زوجی ممکن بین فاکتورها مورد استفاده قرار می‌دهد. Spohrer و Kmak [۱] یک روش تجزیه و تحلیل وزن فاکتور را برای ترکیب رتبه‌های داده‌های کمی و کیفی برای انتخاب یک مکان مناسب برای کارخانه از میان آلترناتی‌وهای بسیار زیاد، ارائه کرده‌اند. Stevenson [۲] یک روش تجزیه و تحلیل حجم-هزینه را برای انتخاب بهترین مکان کارخانه ارائه کرده است و روشهای تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) ، برای حل مسأله رتبه‌بندی و انتخاب مکان کارخانه تحت چندمعیار ارائه شده‌اند [۷و۸و۹]. در همهٔ روشهای فوق‌الذکر از داده‌های دقیق استفاده می‌شود و ارزیابی‌ها قطعی هستند.انتخاب بهترین مکان برای کارخانه از میان دو یا چند مکان پیشنهادی و براساس دو یا چند فاکتور، یک مسأله تصمیم‌گیری چندمعیاره است[10]. در بسیاری از موارد، مقادیر یک معیارکیفی، برای تصمیم‌گیری به طور دقیق تعریف نشده‌اند. علاوه بر این مقدار رضایتمندی و وزن اهمیت هر معیار نیز معمولاً به صورت عبارات زبانی همچون خیلی پایین ، متوسط ، بالا ، مناسب ، خیلی بالا و غیره بیان می‌شوند. از آنجا که کمی کردن رتبهٔ مکان ها کار ساده‌ای نیست و روشهای دقیق فوق‌الذکر برای حل مسأله انتخاب مکان کارخانه کافی به نظر نمی‌رسد ، لذا ارائهٔ یک روش تصمیم‌گیری فازی ضروری به نظر میرسد.برای جلوگیری از گسترده شدن مطلب از بیان تعاریف و مفاهیم فازی مورد استفاده در مقاله خودداری شده و خواننده می‌تواند برای کسب اطلاعات بیشتر به [12,11] رجوع نماید.برای ارزیابی مناسب بودن یک مکان و انتخاب بهترین مکان، نیاز به یک روش تصمیم‌گیری فازی چند معیاره برای ترکیب برآوردهای زبانی و وزنهای مختلف است[13]. در این مقاله یک روش تصمیم‌گیری جدید با به کارگیری روابط ارجحیت زوجی برای حل مسأله انتخاب مکان کارخانه ارائه شده است. در این روش، معیارهای تصمیم به معیارهای کیفی و کمی تقسیم شده‌اند.وزن های اهمیت معیارهای تصمیم‌گیری و رتبهٔ مکانهای کاندید به صورت متغیرهای زبانی بیان می‌شوند که با اعداد فازی مثلثی نشان داده می‌شوند. در روش ارائه شده، رتبه‌ها (چه فازی و چه قطعی) و وزنهای فازی را جهت محاسبهٔ ارزش ارزیابی نهایی فازی مکانهای کاندید، با هم درنظر می‌گیریم. یک رابطهٔ ارجحیت برای نشان دادن میزان بیشتر بودن ارجحیت در هر جفت از مکانهای کاندید با مقایسهٔ اختلاف میان ارزش های نهایی فازی همه ترکیبهای زوجی ممکن، تعریف شده است. برطبق روابط ارجحیت ، یک ماتریس رابطهٔ ارجحیت فازی ساخته‌ایم و روش رتبه‌بندی مرحله‌ای [۱۱] را برای تعیین ترتیب رتبه مکان ها به کار برده‌ایم.در ادامه ابتدا در بخش ۲ روش تصمیم‌گیری فازی را ارائه کرده و در بخش ۳ یک مثال عددی با این روش حل می‌شود. در نهایت در بخش ۴ نتیجه‌گیری از مقاله آمده است.

روش تصمیم‌گیری فازی

در این بخش با به کار بردن مفاهیم تئوری مجموعه‌های فازی و تجزیه و تحلیل تصمیم‌گیری چندمعیاره ، یک رویکرد سیستماتیک برای مسأله انتخاب مکان کارخانه ارائه شده است. این روش برای تصمیم‌گیری تحت شرایط فازی بسیار مفید است. به دلی‌ل وجود حالت فازی در مسأله انتخاب مکان کارخانه ، وزن های اهمیت معیارها و رتبهٔ معیارهای کیفی به صورت متغیرهای زبانی درنظر گرفته شده‌اند.فرض کنید متغیرهای زبانی وزن اهمیت معیارها و متغیرهای زبانی رتبهٔ مکان های کاندی‌د

را به صورت اعداد فازی مثلثی جدول ۱ نشان دهیم. انتخاب تعداد متغیرهای زبانی و رنج تغییرات اعداد فازی مثلثی دلخواه هستند و می‌توان با توجه به ماهیت مسأله آنها را تغییر داد.فرض کنی‌د گروه تصمی‌م گی‌ری شامل k نفر است می‌توان اهمیت هر معیار و رتبهٔ هر آلترناتیو با توجه به هر معی‌ار را به صورت زی‌ر محاسبه کرد:

$$\widetilde{X}_{ij} = \frac{1}{k}[\widetilde{X}_{ij}^{1}(+)\widetilde{X}_{ij}^{2}(+)...(+)\widetilde{X}_{ij}^{k}] \qquad (۱)$$

$$\widetilde{W}_{j} = \frac{1}{k}[\widetilde{W}_{j}^{1}(+)\widetilde{W}_{j}^{2}(+)\widetilde{W}_{j}^{2}(++....(+)\widetilde{W}_{j}^{k} \qquad (۲)$$

که W_j^k درجه اهمیت معیار j – ام و $\widetilde{X}_{ij}^k$ رتبه آلترناتیو i – ام با توجه به معیار j – ام از نظر تصمیم گیرنده k – ام است. فرض کنید A_1 و A_2 و ... و A_m آلترناتیوهای ممکن باشند و C_1 و C_2 و ... و C_n معیارهایی باشند که آلترناتیوها با آنها ارزیابی می شوند. بدین ترتیب می‌توان ماتریس تصمیم (Decision Matrix) را به صورت زیر بیان کرد:

$$\widetilde{D} = \begin{bmatrix} \widetilde{X}_{11} & \widetilde{X}_{12} & \dots & \widetilde{X}_{1n} \\ \widetilde{X}_{21} & \widetilde{X}_{22} & \dots & \widetilde{X}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \widetilde{X}_{m1} & \widetilde{X}_{m2} & \cdots & \widetilde{X}_{mn} \end{bmatrix} \qquad (۳)$$

$\widetilde{X}_{ij}$ نشان دهندهٔ رتبه فازی آلترنایتو A_i با توجه به میعار C_j است و $\widetilde{W}_j$ نیز وزن فازی معیار C_j است. این رتبه‌های فازی و وزن های فازی، متغیرهای زبانی هستند که می‌توان آنها را با اعداد فازی مثلثی نشان داد:

$$\widetilde{W}_j = (W_{j1}, W_{j2}, W_{j3}), \quad \widetilde{X}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, C_{ij}) \qquad (۴)$$

جدول ۱- متغیرهای زبانی و اعداد فازی مثلثی متناظر آنها

متغیرهای زبانی برای رتبه مکان های کاندید		متغیر های زبانی وزن اهمیت معیارها	
Very Poor (VP)	(0 , 1 , 1)	Very Low (VL)	(0 , 0 , 0/1)
Poor (P)	(0 , 1 , 3)	Low (L)	(0 , 0/1, 0/3)
Medium Poor (MP)	(1 , 3 , 5)	Medium Low (ML)	(0.1, 0/3 , 0/5)
Fair (F)	(3 , 5 , 7)	Medium (M)	(0.3 , 0/5 , 0/7)
Medium Good (MG)	(5 , 7 , 9)	Medium High (MH)	(0/5 , 0/7 , 1)
Good (G)	(7 , 9 , 10)	High (H)	(0/7 , 0/9 , 1)
Very Good (VG)	(9 , 9 , 10)	Very High (VH)	(0/9 , 1 , 1)

برای ایجاد سازگاری میان معیارهای کیفی و رتبه‌های زبانی معیارهای ذهنی، مقیاسهای متفاوت را می‌توان با استفاده ازتغییر مقیاس خطی(Linear Scale Transformation) به یک مقیاس تبدیل کرد. بنابراین می‌توانیم ماتریس تصمیم فازی نرمال شده که با $\widetilde{R}$ نشان می‌دهیم را به صورت زیر بدست آوریم

$$\widetilde{R} = [\widetilde{r}_{ij}]_{m \times n} \qquad (۵)$$

$$\widetilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*}\right) \qquad j \in B \qquad (۶)$$

$$\tilde{r}_{ij} = (\frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{a_j^-}{a_{ij}}) \qquad j \in C \tag{۷}$$

$$c_j^* = \max_i c_{ij} \; j \in B \tag{۸}$$

$$a_j^- = \min_i a_{ij} \; j \in C \tag{۹}$$

B مجموعهٔ معیارهای سود و C نیز مجموعهٔ معیارهای هزینه است.روش نرمال‌سازی خطی به منظور حفظ خاصیت تعلق اعداد فازی نرمال شده به بازهٔ [۱و۰]، مورد استفاده قرار گرفته است.با درنظر گرفتن اهمیت معیارها، ارزش نهایی فازی هر آلترناتیو را به صورت زیر محاسبه می‌کنیم:

$$\tilde{P}_i = \sum_{j=1}^{n} \tilde{r}_{ij}(.)\tilde{W}_j \quad i = 1,2,...,m \tag{۱۰}$$

پس از محاسبهٔ ارزش نهایی فازی هر آلترناتیو می‌توان مقایسهٔ زوجی روابط ارجحیت میان آلترناتیوهای A_i و A_j را انجام داد.برای تعریف رابطه‌ای برای ارجحیت آلترناتیو A_i نسبت به A_j، عدد فازی $\tilde{Z}_{ij}$ به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\tilde{Z}_{ij} = \tilde{P}_i(-)\tilde{P}_j \tag{۱۱}$$

$$\tilde{Z}_{ij}^{\alpha} = [\tilde{Z}_{ijl}^{\alpha}, \tilde{Z}_{iju}^{\alpha}] \tag{۱۲}$$

$$Z_{ijl}^{\alpha} = [P_{il}^{\alpha} - P_{ju}^{\alpha}] \; Z_{iju}^{\alpha} = [P_{iu}^{\alpha} - P_{jl}^{\alpha}] \tag{۱۳}$$

$$\tilde{P}_i^{\alpha} = [P_{il}^{\alpha}, P_{iu}^{\alpha}] \; \tilde{P}_j^{\alpha} = [P_{jl}^{\alpha}, P_{ju}^{\alpha}] \tag{۱۴}$$

اگربرای $\alpha \in$ [۱و۰] $Z_{ijl}^{\alpha} > 0$ باشد، آنگاه A_i کاملاً بر A_j ترجیح داده می‌شود و اگر برای $\alpha \in$ [۱و۰] $Z_{iju}^{\alpha} < 0$ باشد، آنگاه A_i کاملاً بر A_j ترجیح داده نمی‌شود.اگر به ازای بعضی مقادیر از α داشته باشیم $Z_{ijl}^{\alpha} < 0$ و $Z_{iju}^{\alpha} > 0$ آنگاه e_{ij} را به عنوان رابطهٔ ارجحیت میان آلترناتیوهای A_i و A_j برای نشان دادن درجه ارجحیت A_i ، تعریف می‌کنیم:

$$e_{ij} = \frac{S_i}{S} \qquad s > 0 \tag{۱۵}$$

$$S = S_1 + S_2 \tag{۱۶}$$

$$S_1 = \int_{x \succ 0} \mu_{\tilde{z}_{ij}}(x)dx \tag{۱۷}$$

$$S_2 = \int_{x \prec 0} \mu_{\tilde{z}_{ij}}(x)dx \tag{۱۸}$$

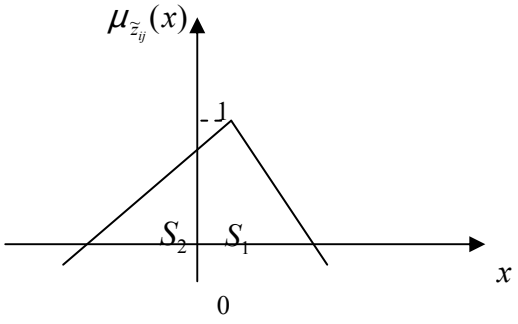
e_{ij} درجهٔ ارجحیت A_i نسبت به A_j است و $\mu_{\tilde{z}_{ij}}(x)$ نیز تابع عضویت عدد فازی مثلثی $\tilde{Z}_{ij}$ است. S_1 نشان دهندهٔ نسبتی است که A_i بر A_j ترجیح داده می‌شود. نمونه‌ای از محاسبهٔ e_{ij} در شکل ۱ نشان داده شده است. ضمناً براساس تعریف e_{ij} داریم:

$$e_{ij} + e_{ji} = \frac{S_1}{S} + \frac{S_2}{S} = \frac{S_1 + S_2}{S} = \frac{S}{S} = 1 \tag{۱۹}$$

اگر $e_{ij} \succ$ ۰/۵ آنگاه، A_i بر A_j ترجیح داده می‌شود و اگر e_{ij} =۰/۵ آنگاه A_i و A_j نسبت به هم ارجحیت ندارند.اگر $e_{ij} \prec$ ۰/۵ آنگاه A_j بر A_i ترجیح داده می‌شود.با استفاده از رابطهٔ ارجحیت فازی می‌توانیم ماتریس رابطه ارجحیت فازی را به صورت زیر بنا کنیم:

$$E = [e_{ij}]_{m\times m} \qquad (۲۰)$$

ماتریس رابطهٔ ارجحیت فازی، درجهٔ ارجحیت هر جفت آلترناتیو را نشان می‌دهد. ماتریس رابطهٔ ارجحیت مطلق فازی را می‌توان به صورت زیر تعریف کرد:



شکل ۱- نمونه‌ای از محاسبهٔ e_{ij}

$$E^s = [e_{ij}^{\ s}]_{m\times m} \qquad (۲۱)$$

$$e_{ij}^s = \begin{cases} e_{ij} - e_{ji} & e_{ij} \geq e_{ji} \\ 0 & O.W. \end{cases} \qquad (۲۲)$$

e_{ij}^s درجهٔ برتری مطلق A_i نسبت به A_j است. درجهٔ چیره‌گی آلترناتیو A_i به صورت زیر تعیین می‌شود:

$$\mu^{ND}(A_i) = \min_{\substack{j\in\Omega \\ j\neq i}} \{1 - e_{ji}^s\} = 1 - \max_{\substack{j\in\Omega \\ j\neq i}} e_{ji}^s \qquad (۲۳)$$

Ωمجموعه‌ای از آلترناتیوهاست.هر چه $\mu^{ND}(A_i)$ بزرگتر باشد، A_i درجهٔ چیره‌گی بزرگتری بر سایر آلترناتیوها دارد. (یعنی آلتوناتیوی که μ^{ND} بزرگتری دارد، مطلوب‌تر است). بنابراین می‌توانیم از μ^{ND} برای رتبه‌بندی چند آلترناتیو استفاده کنیم. روش رتبه‌بندی به شرح زیر است [۱۴]:

۱) قرار دهید $k = 0$ و $\Omega = \{A_1, A_2, ..., A_m\}$

۲) آلترناتیوی که بزرگترین μ^{ND} دارد را انتخاب کرده و آن را A_h بنامید. رتبهٔ A_h را به این صورت بنویسید

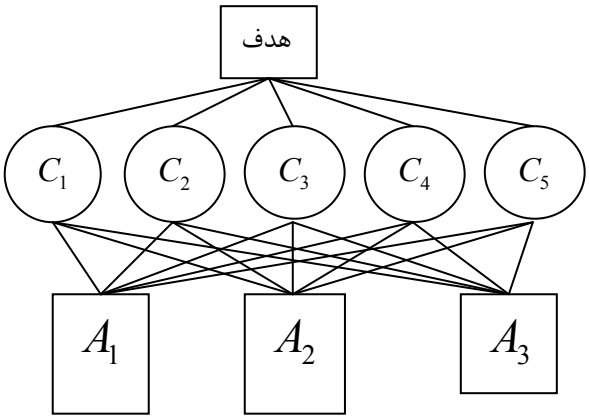
$$r(A_h) = K + 1 \qquad (۲۴)$$

۳) آلترناتیو A_h را از Ω حذف کنید. سطر و ستون مربوط به A_h را از ماتریس رابطهٔ ارجحیت مطلق فازی حذف کنید.

۴) μ^{ND} را برای هر آلترناتیو ، مجدداً حساب کنید. اگر $\Omega = \phi$ بود، توقف کنید. در غیر این صورت قرار دهید K=K+۱ و به قدم ۲ بروید.

مثال محاسباتی

شرکتی درصدد است شهر مناسبی را برای ایجاد یک کارخانهٔ جدید انتخاب کند. ارزیابی‌ها توسط کمیته‌ای شامل سه تصمیم گیرندهٔ D_1 و D_2 و D_3 انجام می‌شود. بعد از ارزیابی‌های اولیه سه آلترناتیو A_1 و A_2 و A_3 برای ارزیابی‌های بیشتر باقی می‌مانند. شرکت ۵ معیار را برای انتخاب مناسب‌ترین آلترناتیو و درنظر گرفته است. آن ۵ معیار عبارتند از:
هزینهٔ سرمایه‌گذاری (c_1) ، امکان توسعه (c_2) ، در دسترس بودن مواداولیهٔ موردنیاز (c_3) ، در دسترس بودن نیروی انسانی موردنیاز (c_4) و نزدیکی به بازار مصرف (c_5).مجموعهٔ معیارهای سود عبارت است از $B=\{c_2,c_3,c_4,c_5\}$ و مجموعهٔ معیارهای هزینه نیز عبارت است از $C=\{c_1\}$. ساختار سلسله مراتبی این مسأله در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲ – ساختار سلسله مراتبی

حل مثال با استفاده از روش ارائه شده به صورت قدمهای زیرخلاصه شده است:
۱- تصمیم‌گیرنده‌ها متغیرهای زبانی وزن‌دهی را برای تخصیص اهمیت به معیارها مورد استفاده قرار می‌دهند (جدول ۲).
وزن فازی محاسبه شده برای هر معیار در جدول ۳ داده شده است.

جدول ۲ - وزن اهمیت معیارها

	D_1	D_2	D_3
C_1	H	VH	VH
C_2	H	H	H
C_3	MH	H	MH
C_4	MH	MH	MH
C_5	H	H	H

جدول۳ - وزن فازی هر معیار

	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5
وزن	(۰/۸۳و۰/۱,۹۷)	(۰/۷و۰/۹و۱)	(۰/۵۷و۰/۷۷و۰/۹۳)	(۰/۵و۰/۷و۹)	(۰/۷و۰/۹و۱)

۲- تصمیم گیرنده‌ها متغیرهای زبانی رتبه‌ها (جدول ۱) را برای برآورد رتبه آلترناتیوها با توجه به هر یک از معیارها مورد استفاده قرار می‌دهند(جدول ۴).

۳- برطبق جدول ۳ ماتریس تصمیم فازی ایجاد شده است(جدول ۵).

جدول ۴- رتبه‌های سه کاندید از نظر سه تصمیم‌گیرنده با توجه به هر معیار

معیار	کاندیدها	تصمیمیم گیرنده ها		
		$C_۳$	$C_۳$	$C_۳$
C_1	A_1	۶ میلیون	۸ میلیون	۷ میلیون
	A_2	۳ میلیون	۴ میلیون	۵ میلیون
	A_3	۴ میلیون	۵ میلیون	۶ میلیون
C_2	A_1	G	VG	F
	A_2	VG	VG	VG
	A_3	MG	G	VG
C_3	A_1	F	G	G
	A_2	G	G	G
	A_3	G	MG	VG
C_4	A_1	VG	G	G
	A_2	G	G	G
	A_3	G	VG	VG
C_5	A_1	F	F	F
	A_2	G	F	G
	A_3	G	G	G

جدول ۵- ماتریس تصمیم فازی

	$C_۱$	$C_۲$	$C_۳$	$C_۴$	$C_۵$
$A_۱$	۷ میلیون	(۶/۳و۸و۹)	(۵/۷و۷/۷و۹)	(۷/۷و۹/۳و۱۰)	(۳و۵و۷)
$A_۲$	۴ میلیون	(۹و۱۰و۱۰)	(۷و۹و۱۰)	(۷و۹و۱۰)	(۵/۷و۷/۷و۹)
$A_۳$	۵ میلیون	(۷و۹و۱۰)	(۷و۹و۱۰)	(۸/۳و۹/۷و۱۰)	(۷و۹و۱۰)

۴- ماتریس تصمیم فازی نرمال شده در جدول 6 نشان داده شده است.

۵- ارزش نهایی فازی هر سه آلترناتیو به صورت زیر محاسبه شده است:

$\widetilde{P}_1 = (1/83, 2/97, 3/91)$

$\widetilde{P}_2 = (2/61, 3/89, 4/73)$

$\widetilde{P}_3 = (2/46, 3/77, 4/63)$

۶- اختلاف میان هر دو ارزش نهایی فازی نهایی به صورت زیر محاسبه شده است:

$\widetilde{P}_1(-)\widetilde{P}_2 = (-2/90, -0/92, 1/30)$

$$\widetilde{P}_1(-)\widetilde{P}_3 = (-2/80,-0/80,1/45)$$
$$\widetilde{P}_2(-)\widetilde{P}_3 = (-2/02,0/12,2/27)$$

جدول ۶- ماتریس تصمیم فازی نرمال شده

	$C_۱$	$C_۲$	$C_۳$	$C_۴$	$C_۵$
$A_۱$	۰/۵۷	(۰/۶۳و۰/۸و۰/۹)	(۰/۵۷و۰/۷۷و۰/۹)	(۰/۷۷و۰/۹۳و۱)	(۰/۳و۰/۵و۰/۷)
$A_۲$	۱	(۰/۹و۱و۱)	(۰/۷و۰/۹و۱)	(۰/۷و۰/۹و۱)	(۰/۵۷و۰/۷۷و۰/۹)
$A_۳$	۰/۸	(۰/۷و۰/۹و۱)	(۰/۷و۰/۹و۱)	(۰/۸۳و۰/۹۷و۱)	(۰/۷و۰/۹و۱)

۷- ماتریس رابطهٔ ارجحیت فازی به صورت زیر محاسبه شده است :

$$E=\begin{bmatrix} 0/5 & 0/18 & 0/22 \\ 0/82 & 0/5 & 0/58 \\ 0/78 & 0/42 & 0/5 \end{bmatrix}$$

۸- ماتریس رابطهٔ ارجحیت مطلق فازی به صورت زیر محاسبه شده است :

$$E^S=\begin{bmatrix} ۰ & ۰ & ۰ \\ ۰/۶۴ & ۰ & ۰/۱۶ \\ ۰/۵۶ & ۰ & ۰ \end{bmatrix}$$

۹- درجهٔ چیره‌گی هر آلترناتیو به صورت زیر محاسبه شده است:

$$\mu^{ND}(A_1)=0/36$$

$$\mu^{ND}(A_2)=1$$

$$\mu^{ND}(A_3)=0/84$$

۱۰- آلترناتیو $A_۲$ دارای بزرگترین درجهٔ چیره‌گی است.قرار دهید

$$r(A_۲)=۱$$

۱۱- آلترناتیو $A_۲$ را از ماتریس رابطهٔ ارجحیت مطلق فازی حذف کنید.

۱۲- پس از حذف $A_۲$ ماتریس رابطهٔ ارجحیت مطلق فازی جدید به صورت زیر می باشد

$$E^s=\begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0/56 & 0 \end{bmatrix}$$

داریم $\mu^{ND}(A_3)=0/84$ و $\mu^{ND}(A_1)=0/36$ بنابراین $r(A_3)=2$ و $r(A_1)=3$. بدین ترتیب رتبه‌های سه آلترناتیو عبارت است از $A_۲ > A_۳ > A_۱$ و شهر $A_۲$ بهترین مکان برای احداث کارخانه جدید است. این نتیجه با نتیجهٔ حاصل از روشهایی که دیگران ارائه کرده‌اند، سازگار است. [۱۳].

نتیجه‌گیری

یک روش تصمیم‌گیری چندمعیارهٔ گروهی جدید برای حل مسأله انتخاب مکان احداث کارخانه ارائه شد.در انتخاب مکان کارخانه برآورد رتبهٔ هر آلترناتیو با توجه به هر معیار و همچنین برآورد وزن های اهمیت هر معیار با استفاده از متغیرهای زبانی انجام شد. در این مقاله یک روش مرحله‌ای(stepwise) و عینی برای تعیین ترتیب رتبه اعداد فازی ارائه شده است. هفت سطحی که برای مقادیر زبانی در رتبه‌بندی و مقایس های وزن دهی در این مقاله مورد استفاده قرار گرفته است براساس جوانب ادراکی و ویژگیهای داده‌های مورد استفاده بوده است. تعداد سطوح مقادیر زبانی را می‌توان برحسب نیاز تغییر داد.

مراجع

[1] Spohrer G.A. and Kmak T.R. ,(1984), " Qualitative analysis used in evaluating alternative plant location scenarios ", Industrial Engineering , August , 52 – 56.
[2] Stevenson W.J. , (1993) , " Production/operations management ", Richard D. Irwin Inc. , Illinois.
[3] Sule D.R., (1994) , " manufacturing facility , location , planning and design " , PWS Publishing , Boston.
[4] Tompkins J.A. and white J.A. , (1984) , " Facilities planning " , wiley , New York.
[5] Chen C.T. , " Extension of the TOPSIS for group decision making under fuzzy environment " , Fuzzy sets and systems , to appear.
[6] Hodder J.E. and Dincer M.C. , (1986) , " A multifactor model for international plant and financing under uncertainty " , computer & operation research , 13(5) , 601-609.
[7] Hwang C.L. and Yoon K. , (1981) ," multiple attributes decision making methods and Applications " , Springer , Berlin.
[8] Pavic I. and Babic Z. , (1991) , " The use of the PROMETHEE methode in the location choice of a production" , International journal of production Economics , 23 , 165-174.
[9] Rietveld P. and Ouwersloot H. , " Ordinal data in multicriteria decision making , a stochastic approach to sitting nuclear power plants " , European Journal of Production Research , 56 , 249-262.
[۱۰] اصغر پور ، محمد جواد ، (پاییز ۱۳۸۱ ، چاپ دوم)" تصمیم گیری های چند معیاره"، موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران ، تهران.
[11] Zimmermann H.J. , (1991) , "Fuzzy set theory and its applications" , 2 nd ed , Kluwer Academic Publishers , Boston.
[۱۲] طاهری ، سید محمود ، (پاییز ۱۳۷۸ ، چاپ دوم) , " آشنایی با نظریه مجموعه های فازی" ، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد ، مشهد.
[13] Chen S.J. , Hwang C.L. and Hwang F.P. , (1992) , " Fuzzy Multiple Attributes Decision Making Methods and Applications ", Springer , Berlin.
[14] Hsu H.M. and Chen C.T. , (1997) , " Fuzzy creditability relation method for multiple criteria decision making promlems" , information science , 96 , 79-91.