

انتخاب محل مناسب برای احداث کارخانه آلومینا- سیمان با استفاده از روش شباهت به گزینه ایده آل

محمد عطائی^۱

چکیده

یکی از مهم‌ترین مسائل در طراحی موفقیت آمیز کارخانه‌ها، انتخاب محل مناسب آن است. انتخاب محل مناسب کارخانه یک مساله تصمیم‌گیری چند معیاره است که ابتدا مجموعه معیارها مشخص شده و سپس این معیارها برای محل‌های مختلف بررسی می‌شوند. در این مقاله به منظور انتخاب محل مناسب برای احداث کارخانه آلومینا - سیمان در استان آذربایجان شرقی از روش شباهت به گزینه ایده آل استفاده شده است. ۵ محل احتمالی احداث کارخانه ارزیابی شده است. مسائل مربوط به حمل‌ونقل، تامین آب، تامین برق، تامین سوخت و زمین مورد نیاز از جمله معیارهایی هستند که بررسی شده‌اند. چون معیارهای دیگری که در تعیین محل احداث کارخانه موثرند، بر ۵ محل احتمالی تاثیر یکسانی داشتند، مورد ارزیابی قرار نگرفته‌اند. در نهایت، به محل‌های احتمالی امتیاز داده شده و محل مناسب انتخاب شده است.

کلمات کلیدی

محل کارخانه، تصمیم‌گیری چند معیاره، روش شباهت به گزینه ایده آل، سیمان

Selecting Alumina - cement plant location by TOPSIS approach

M. Ataei

Assistant Prof., Shahrood University of Technology

ABSTRACT

One of the most important factors leading to the success of a cement plant is its location. A multi-criteria decision-making method is used to rank alternative plant locations. The set of criteria is established and corresponding criteria should be established for each case study, although this multi-criteria decision-making approach has broader applicability. In this paper, Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) with five criteria is used to develop a location evaluation for Alumina - cement plant in East- Azerbaijan province of Iran. Five alternatives for the plant location are evaluated. The main criteria are transportation consideration, water supply, power supply, fuel supply and land consideration. Other criteria have the same importance as for five alternatives. Finally, Alternatives are ranked and the best site is proposed.

KEYWORDS

Plant location, Multi-criteria decision making, TOPSIS, Cement.

^۱ استادیار، دانشگاه صنعتی شاهرود، دانشکده مهندسی معدن و ژئوفیزیک (Email: Ataei_m@yahoo.com)

اقتصادی وابسته است. مهم‌ترین این معیارها عبارتند از [۱] و [۵]:

- ۱- فضاهای مورد نیاز بخش‌های صنعتی و جنبی و پشتیبانی
- ۲- نحوه دفع پساب‌ها و پسماندهای صنعتی کارخانه
- ۳- میزان مواد اولیه مصرفی کارخانه و محل تامین آنها
- ۴- تامین زمین مناسب
- ۵- بازارهای مصرف محصولات و تولیدات کارخانه
- ۶- شرایط جوی محل استقرار کارخانه
- ۷- حمل و نقل مواد اولیه مصرفی و تولیدات
- ۸- مقدار مصرف آب و نحوه تامین و انتقال آن
- ۹- مقدار مصرف برق کارخانه و نحوه تامین و انتقال آن
- ۱۰- مقادیر مصرف سوخت کارخانه و نحوه تامین و انتقال آنها
- ۱۱- نحوه تهیه مصالح ساختمانی کارخانه
- ۱۲- لرزه خیزی و وضعیت زمین از نظر گسل‌های زلزله
- ۱۳- مراکز تامین و اسکان نیروی انسانی
- ۱۴- عوامل محیطی از قبیل اثرات اجتماعی و زیست محیطی
- ۱۵- محدودیت‌ها و مزایای قانونی محل مورد نظر
- ۱۶- صنعتی بودن محل مورد نظر
- ۱۷- قوانین مالیاتی
- ۱۸- مشخصات زمین شناسی محل مورد نظر
- ۱۹- ویژگی‌های ژئوتکنیکی محل مورد نظر

۳- مواد خام مورد نیاز

بر اساس تکنولوژی در نظر گرفته شده برای تولید سالانه ۲۰۰ هزار تن آلومینا، ۳/۴ میلیون تن سیمان و ۱۵۳ هزار تن انواع کربنات‌ها به ۱/۲۸ میلیون تن سنگ نفلین سینیت و حدود ۳/۷ میلیون تن سنگ آهک نیاز خواهد بود [۵]. سنگ نفلین سینیت مورد نیاز کارخانه از معدن رزگاه و سنگ آهک مورد نیاز از معدن سنگ آهک ارشتناب و اسماعیل آباد تامین خواهد شد. تولید سالانه این دو معدن سنگ آهک به ترتیب ۲/۳۸ و ۱/۲۴ میلیون تن خواهد بود.

بوکسیت، سنگ آهن و گچ دیگر مواد خام لازم برای این کارخانه هستند. تمام این مواد بندرت در یک نوع ماده خام وجود دارد. بنابراین، برای دستیابی به ترکیب شیمیایی و رساندن مدول‌های سیمان سازی (مدول هیدرولیکی، نسبت اشباع آهک، نسبت آلومین و نسبت سیلیس) به حدود قابل قبول، لازم است مخلوطی از چند نوع ماده خام با نسبت‌های اختلاط مناسب، استفاده شود. همچنین مصرف سالیانه بوکسیت، سنگ

بدون تردید سیمان یکی از کالاهای مهم و استراتژیک کشور و جزو مهم‌ترین مصالح ساختمانی برای ساخت و ساز است که از آن در ساختمان‌های کوچک تا سدهای عظیم و سایر طرح‌های عمرانی بزرگ استفاده می‌شود. مزایای نسبی تولید این کالا از جمله وجود معادن غنی که تقریباً در عمده نقاط کشور پراکنده دارد، انرژی ارزان در دسترس، موقعیت جغرافیایی کشور و... باعث حمایت دولت از این صنعت شده است.

مصرف سیمان به موازات توسعه صنعتی و گسترش شهرنشینی رو به افزایش است. با توجه به رشد روزافزون مصرف سیمان، احداث کارخانه‌های سیمان در کشور ضروری به نظر می‌رسد.

نظر به کاربردهای وسیع نفلین سینیت در صنایع آلومینیوم، شیشه، سرامیک، پلاستیک، کائوچو، کودهای شیمیایی، رنگ سازی، کاغذ سازی، لوله‌های زهکشی، لوله‌های تاسیساتی و...، به شناسایی ذخایر نفلین سینیت برای تولید آلومینا از دیر باز توجه شده است. مطالعات مقدماتی نشان دادند که اکثر ذخایر نفلین سینیت کشور در استان آذربایجان شرقی قرار دارد و توده‌های نفلین سینیت کلپیر، بزگوش و رزگاه در این استان شناسایی شده اند.

به منظور رفع نیازهای سیمان و نفلین سینیت کشور، طرح احداث کارخانه آلومینا - سیمان در استان آذربایجان شرقی ارائه شده است. تامین بخشی از آلومینای مورد نیاز کشور، تامین بخشی از سیمان مصرفی در آذربایجان شرقی و استان‌های مجاور و تامین بخشی از کربنات‌های پتاسیم و سدیم مصرفی در صنایع داخلی از جمله اثرات مثبت اقتصادی اجرای این طرح خواهد بود.

در این تحقیق سعی شده است با در نظر گرفتن معیارهای مختلف، محل مناسب برای احداث این کارخانه تعیین شود.

۲- مبانی انتخاب محل ساختگاه کارخانه

به طور کلی، پس از مرحله مطالعات مهندسی و طراحی و تعیین پارامترهای زیربنایی به منظور تولید محصول از یک کارخانه، انتخاب محل مناسب برای احداث کارخانه و یا انتخاب محل ساختگاه مد نظر قرار می‌گیرد. خود این انتخاب به پارامترهایی وابسته است که بخشی از آن مستقیماً به نتایج طراحی کارخانه و بخشی دیگر به فاکتورهای محیطی و یا

آهن و گچ به ترتیب در حدود ۱۷۰، ۱۴۳، ۶۸ و ۱۷۰ هزار تن است که با توجه به مقدار کم آن از منطقه و استان قابل تامین خواهند بود.

۴- محل‌های احتمالی ساختگاه کارخانه

با بررسی اولیه عوامل زیر بنائی موثر در انتخاب محل احداث کارخانه از قبیل وجود زمین با وسعت و مورفولوژی مناسب برای محل کارخانه، امکان تملیک زمین و وجود مورفولوژی مناسب برای دفع پساب‌ها در فاصله ای مناسب از آن، امکان تامین آب و برق، دسترسی به جاده‌های اصلی و...، در منطقه ای بین سه معدن رزگاه، اسماعیل آباد و ارشتاب پنج محل احتمالی برای احداث کارخانه مشخص شده است که در شکل (۱) نشان داده شده است. این که در نهایت چه محلی برای احداث کارخانه انتخاب خواهد شد، به بررسی و مقایسه معیارهای موثر بستگی دارد.

۵- معیارهای موثر در انتخاب محل کارخانه

در انتخاب محل مناسب برای احداث کارخانه آلومینا - سیمان به معیارهای ذیل توجه شده است:

۵-۱- حمل و نقل

همان گونه که گفته شد موادی همچون سنگ نقلین سینیت، سنگ آهک، بوکسیت، سنگ آهن و گچ مواد خام کارخانه هستند که باید به کارخانه حمل شوند و سیمان، آلومینا و کربنات‌ها محصولات کارخانه هستند که باید به بازار عرضه شوند. بدیهی است که از نظر حمل و نقل باید ضمن در نظر گرفتن فواصل، به مقدار محموله ای که قرار است حمل شود نیز باید توجه شود. در جدول (۱) محل‌های احتمالی مختلف از نظر حمل و نقل مقایسه شده اند.

۵-۲- تامین آب

کارخانه آلومینا - سیمان به مقدار قابل توجهی آب (۵ میلیون متر مکعب در سال) نیاز دارد. با توجه به ۲۸۷ روز کاری در سال و سه شیفت در هر روز، در هر ثانیه به ۲۰۰ لیتر آب نیاز خواهد بود. این مقدار آب باید از طریق حفر چاه‌های آب در مناطق شریبان و اوجان چای تامین شود. مطالعات آب شناسی منطقه نشان می‌دهد که چاه‌های این منطقه، ۲۵ لیتر در

ثانیه آبدهی خواهند داشت [۱]. بنابراین، حفر حداقل ۸ حلقه چاه برای تامین آب کارخانه الزامی است.

بر اساس اطلاعات اخذ شده از بخش مطالعات سازمان آب استان آذربایجان شرقی، تامین آب کارخانه از دشت شریبان به میزان ۳ میلیون مترمکعب در سال و ۲ میلیون متر مکعب در سال از حوالی اوجان چای میسر است؛ لذا از ۸ حلقه چاه تامین کننده آب کارخانه، ۵ حلقه باید در دشت شریبان و ۳ حلقه دیگر در حوالی اوجان چای حفر شود. آب از دهانه چاه‌ها تا محل کارخانه با استفاده از خط لوله انتقال خواهد یافت؛ لذا به فاصله چاه‌ها تا هر یک از محل‌های انتخابی احداث کارخانه باید توجه کرد. این فواصل در جدول (۲) درج شده است.

۵-۳- تامین برق

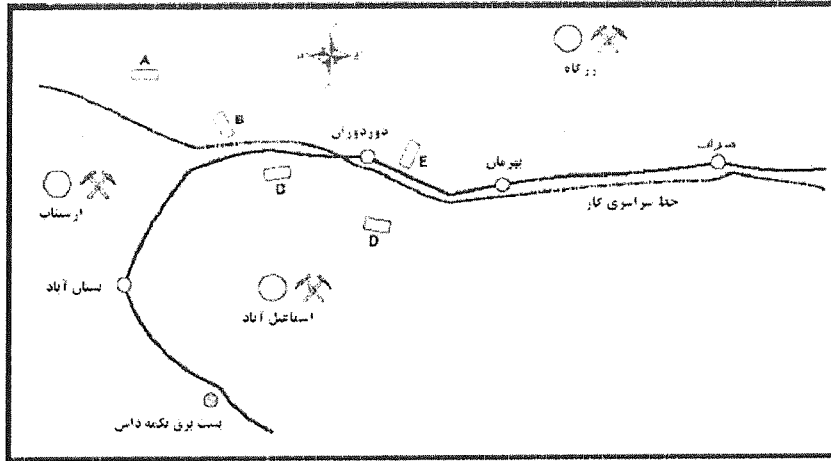
از آنجا که برق مورد نیاز کارخانه آلومینا - سیمان باید از نزدیک‌ترین پست برق منطقه (پست برق تکمه داش) تامین شود به فاصله این پست برق تا هر یک از محل‌های انتخابی احداث کارخانه باید توجه کرد. این فواصل در جدول (۳) درج شده است.

۵-۴- تامین گاز

از آنجا که مجتمع صنعتی تولید آلومینا - سیمان سالانه به ۷۰۰ میلیون مترمکعب گاز نیاز خواهد داشت که از خط سراسری گاز تامین خواهد شد [۵] باید به فاصله خط سراسری گاز تا هر یک از محل‌های انتخابی احداث کارخانه توجه کرد. این فواصل در جدول (۴) درج شده است.

۵-۵- تامین زمین

پس از مشخص شدن موقعیت ساختمان‌های لازم نسبت به هم و همچنین سیاست‌های توسعه آینده، در نهایت مساحت زمین لازم برای احداث کارخانه آلومینا - سیمان ۴۰۰ هکتار تخمین زده شده است [۵]. محل‌های احتمالی A و E از نظر کشاورزی مرغوب است و قیمت خرید آنها زیاد و سایر محل‌های احتمالی از نظر کشاورزی نامرغوب است و قیمت خرید آنها کم خواهد بود. با این توضیح از نظر زمین، محل‌های احتمالی B، C و D مساعد و محل‌های احتمالی A و E نامساعد خواهند بود.



شکل (۱): محل احتمالی برای احداث کارخانه

جدول (۱): مقایسه محل‌های احتمالی احداث کارخانه آلومینا - سیمان از نظر حمل و نقل [۱]

پارامتر	واحد	A	B	C	D	E
فاصله از معدن رزگاه	کیلومتر	۴۱	۳۵	۲۷	۲۸	۱۷
تولید سالانه معدن رزگاه	میلیون تن	۱/۲۸	۱/۲۸	۱/۲۸	۱/۲۸	۱/۲۸
فاصله - تولید (معدن رزگاه)	کیلومتر. میلیون تن	۵۲/۴۸	۴۴/۸	۳۴/۵۶	۳۵/۵۴	۲۱/۷۶
فاصله از معدن ارشنتاب	کیلومتر	۱۱	۱۵	۲۲	۲۷	۳۵
تولید سالانه معدن ارشنتاب	میلیون تن	۲/۳۸	۲/۳۸	۲/۳۸	۲/۳۸	۲/۳۸
فاصله - تولید (معدن ارشنتاب)	کیلومتر. میلیون تن	۲۶/۱۸	۳۵/۷	۵۲/۳۶	۶۴/۲۶	۸۳/۳
فاصله از معدن اسماعیل آباد	کیلومتر	۲۴	۱۶	۱۲	۹	۱۷
تولید سالانه معدن اسماعیل آباد	میلیون تن	۱/۲۴	۱/۲۴	۱/۲۴	۱/۲۴	۱/۲۴
فاصله - تولید (معدن اسماعیل آباد)	کیلومتر. میلیون تن	۲۹/۷۶	۱۹/۸۴	۱۴/۸۸	۱۱/۱۶	۲۱/۰۸
جمع	کیلومتر. میلیون تن	۱۰۸/۴۲	۱۰۰/۳۴	۱۰۱/۸	۱۱۱/۲۶	۱۲۶/۱۴

جدول (۴): فاصله خط سراسری گاز تا هر یک از محل‌های احتمالی

محل احتمالی	فاصله خط سراسری گاز (کیلومتر)
A	۲۵۰۰
B	۲۵۰
C	۲۰۰۰
D	۴۰۰۰
E	۲۰۰۰

۶- روش شباهت به گزینه ایده‌آل (TOPSIS)

(Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution)

این روش را برای اولین بار یون و هوانگ ارائه کردند که مورد استقبال محققین و کاربران مختلف واقع شد. در این روش گزینه‌ها بر اساس شباهت به حل ایده‌آل رتبه بندی می‌شوند، به طوری که هر چه یک گزینه شبیه‌تر به حل ایده‌آل باشد، رتبه بیشتری دارد. چنانچه ملاحظه می‌شود در تعریف این روش از

جدول (۲): فواصل چاه‌های آب تا هر یک از محل‌های احتمالی

محل احتمالی	فاصله از شربیان (کیلومتر)	فاصل از اوجان چای (کیلومتر)
A	۲۵	۷
B	۱۵	۱۰
C	۲	۱۶
D	۵	۲۵
E	۶	۲۵

جدول (۳): فاصله پست برق تا هر یک از محل‌های احتمالی

محل احتمالی	فاصله از پست برق (کیلومتر)
A	۳۴
B	۲۸
C	۲۴
D	۲۵
E	۳۴

دو مفهوم "حل ایده‌آل" و "شباهت به حل ایده‌آل" استفاده شده است.

حل ایده‌آل، چنانچه از اسم آن پیداست؛ آن حلی است که از هر جهت بهترین باشد و عموماً در عمل وجود ندارد و سعی می‌شود که به آن نزدیک شویم. به منظور اندازه‌گیری شباهت یک طرح (یا گزینه) به حل ایده‌آل و ضد ایده‌آل، فاصله آن طرح (یا گزینه) از حل ایده‌آل و ضد ایده‌آل اندازه‌گیری می‌شود و گزینه‌ها بر اساس نسبت فاصله از حل ضد ایده‌آل به مجموع فاصله از حل ایده‌آل و ضد ایده‌آل ارزیابی و رتبه‌بندی می‌شوند.

اگر در یک مساله تصمیم‌گیری چند معیاره n معیار و m گزینه وجود داشته باشد، به منظور انتخاب بهترین گزینه با استفاده از روش شباهت به حل ایده‌آل، این روش مرحله‌ای به شرح ذیل دارد [۲]:

۱-۶- تشکیل ماتریس تصمیم

با توجه به تعداد معیارها و تعداد گزینه و ارزیابی همه گزینه‌ها برای معیارهای مختلف، ماتریس تصمیم به صورت زیر تشکیل می‌شود:

$$D = \begin{bmatrix} X_{11} & \dots & X_{1n} \\ \vdots & \dots & \dots \\ X_{m1} & \dots & X_{mn} \end{bmatrix}$$

که در آن X_{ij} عملکرد گزینه i ام ($i=1,2,\dots,m$) در خصوص j ام معیار ($j=1,2,\dots,n$) است.

۲-۶- بدون مقیاس کردن ماتریس تصمیم

در این مرحله سعی می‌شود معیارها با ابعاد مختلف به معیارهایی بدون بعد تبدیل و ماتریس R به صورت زیر تعریف شود:

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & \dots & r_{1n} \\ \vdots & \dots & \dots \\ r_{m1} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix}$$

روش‌های مختلفی برای بی‌مقیاس کردن وجود دارد، اما در روش شباهت به گزینه ایده‌آل معمولاً از رابطه زیر استفاده می‌شود [۲]:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (1)$$

۳-۶- تعیین ماتریس وزن معیارها

در این مرحله با توجه به ضریب اهمیت معیارهای مختلف

در تصمیم‌گیری، ماتریسی به صورت ذیل تعریف می‌شود:

$$W = \begin{bmatrix} w_1 & & 0 \\ \vdots & w_2 \dots & \dots \\ 0 & \dots & w_n \end{bmatrix}$$

همان گونه که ملاحظه می‌شود ماتریس W یک ماتریس قطری است که فقط عناصر روی قطر اصلی آن غیر صفر و مقدار این عناصر مساوی ضریب اهمیت بردار مربوطه است [۲].

۴-۶- تعیین ماتریس تصمیم وزن دار

ماتریس تصمیم وزن دار از ضرب ماتریس تصمیم بی‌مقیاس شده در ماتریس وزن معیارها به دست می‌آید [۵]:

$$V = R \times W = \begin{bmatrix} v_{11} & \dots & v_{1n} \\ \vdots & \dots & \dots \\ v_{m1} & \dots & v_{mn} \end{bmatrix}$$

۵-۶- یافتن حل ایده‌آل و ضد ایده‌آل

اگر حل ایده‌آل را با A^* و ضد ایده‌آل را با A^- نشان دهیم آنگاه داریم:

$$A^* = \{v_1^*, v_2^*, \dots, v_i^*, \dots, v_n^*\}$$

$$A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_i^-, \dots, v_n^-\}$$

که v_i^* بهترین مقدار i مین معیار از بین تمام گزینه‌ها و v_i^- بدترین مقدار i مین معیار از بین تمام گزینه‌هاست باشد. گزینه‌هایی که در A^* و A^- قرار می‌گیرند، به ترتیب نشان دهنده گزینه‌های کاملاً بهتر و کاملاً بدتر هستند.

۶-۶- محاسبه فاصله از حل ایده‌آل و ضد ایده‌آل

در این مرحله برای هر گزینه فاصله از حل ایده‌آل و فاصله از حل ضد ایده‌آل به ترتیب از روابط زیر محاسبه می‌شود [۵]:

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^*)^2} \quad (2)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^-)^2} \quad (3)$$

در این روابط اندیس i معرف معیار مورد نظر و اندیس j معرف گزینه مورد نظر است.

۷-۶- محاسبه شاخص شباهت

در آخرین مرحله شاخص شباهت از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-} \quad (4)$$

مقدار شاخص شباهت بین صفر و یک تغییر می‌کند و هر چه گزینه مورد نظر به ایده‌آل مشابه‌تر باشد مقدار شاخص

صورت می‌گیرد. در جدول (۸) ماتریس مقایسه زوجی در این مساله درج شده است.

جدول (۷): تخصیص امتیازات عددی مربوط به مقایسه زوجی [۴]

مقایسه نسبی معیارها	امتیاز عددی
اهمیت مطلق	۹
اهمیت خیلی قوی	۷
اهمیت قوی	۵
اهمیت ضعیف	۳
اهمیت یکسان	۱
ترجیحات بین فواصل فوق	۸ و ۶، ۴، ۲

جدول (۸): مقایسه زوجی معیارهای مختلف

معیار	حمل و نقل	آب	برق	گاز	زمین
حمل و نقل	1	6	5	9	9
آب	1/6	1	1/2	3	3
برق	1/5	2	1	4	5
گاز	1/9	1/3	1/5	1	1/2
زمین	1/9	1/3	1/4	2	1

پس از تشکیل ماتریس مقایسه زوجی، وزن نسبی معیارها قابل محاسبه هستند. روش‌های مختلفی برای محاسبه وزن نسبی براساس ماتریس مقایسه زوجی وجود دارد که مهم‌ترین آنها روش حداقل مربعات، روش حداقل مربعات لگاریتمی، روش بردار ویژه و روش‌های تقریبی است. از بین این روش‌ها روش بردار ویژه دقیق‌تر است. در این روش W_i به گونه‌ای تعیین می‌شود که رابطه (۵) برقرار باشد:

$$A.W = \lambda.W \quad (5)$$

در این رابطه، λ و W به ترتیب مقدار ویژه و بردار ویژه ماتریس مقایسه زوجی A است. در حالتی که ابعاد ماتریس بزرگ‌تر باشد، محاسبه این مقادیر بسیار وقت‌گیر است. لذا برای محاسبه λ مقدار دترمینان ماتریس $A - \lambda.I$ مساوی با صفر قرار داده می‌شود و با قراردادن بزرگ‌ترین مقدار λ حاصله در رابطه (۶) مقادیر W_i محاسبه می‌شود [۴].

$$A - \lambda_{\max}.I = 0 \quad (6)$$

برای ماتریس مقایسه زوجی بین معیارها؛ جدول (۸) بردار ویژه محاسبه شده است که به صورت زیر است:

$$[0.6, 0.11, 0.19, 0.04, 0.06]$$

با توجه به بردار ویژه، ماتریس وزن معیارها به صورت ذیل خواهد بود:

شباهت آن به یک نزدیک‌تر خواهد بود. کاملاً واضح است که اگر $A_j = A^*$ باشد، آنگاه S_j^* مساوی صفر و شاخص شباهت آن مساوی یک خواهد بود و در صورتی که $A_j = A^-$ آنگاه S_j^- مساوی یک و شاخص شباهت آن مساوی صفر خواهد بود؛ لذا رتبه بندی گزینه‌ها براساس مقدار شاخص شباهت خواهد بود، بدین ترتیب، گزینه ای که دارای بیشترین شاخص شباهت است، دارای رتبه اول و گزینه ای که دارای کمترین شاخص شباهت است حائز رتبه آخر خواهد بود [۲].

۷- تعیین محل احداث کارخانه آلومینا - سیمان

۱-۷- تشکیل ماتریس تصمیم

با توجه به معیارها مذکور و محل‌های احتمالی احداث کارخانه و ارزیابی محل‌ها برای معیارهای مختلف، ماتریس تصمیم به صورت جدول (۵) تشکیل می‌شود.

۲-۷- بدون مقیاس کردن ماتریس تصمیم

معیارهای کمی در نظر گرفته شده (حمل و نقل، آب، برق و تامین گاز) مقیاس‌های مختلفی دارند که با استفاده از رابطه (۱) می‌توان آنها را بی‌مقیاس کرد. معیار زمین یک معیار کیفی است که برای کمی کردن آن به محل‌های مساعد امتیاز یک و برای محل‌های نامساعد امتیاز صفر داده شده است. در جدول (۶) ماتریس تصمیم بی‌مقیاس شده درج شده است.

جدول (۵): ماتریس تصمیم

محل	حمل و نقل	آب	برق	گاز	زمین
A	۱۰۸/۴۲	۱۴۶	۳۴	۲۵۰۰	نامساعد
B	۱۰۰/۳۴	۱۰۵	۲۸	۲۵۰	مساعد
C	۱۰۱/۸	۶۳	۲۴	۲۰۰۰	مساعد
D	۱۱۲/۲۶	۱۰۰	۲۵	۴۰۰۰	مساعد
E	۱۲۶/۱۴	۱۰۵	۲۴	۲۰۰۰	نامساعد

جدول (۶): ماتریس تصمیم بی‌مقیاس شده

محل	حمل و نقل	آب	برق	گاز	زمین
A	۰/۴۴	۰/۶۱	۰/۵۲	۰/۴۵	۰
B	۰/۴۱	۰/۴۴	۰/۴۳	۰/۰۵	۱
C	۰/۴۱	۰/۲۶	۰/۳۷	۰/۳۶	۱
D	۰/۴۶	۰/۴۲	۰/۳۸	۰/۷۳	۱
E	۰/۵۱	۰/۴۴	۰/۵۲	۰/۳۶	۰

۳-۷- تعیین ماتریس وزن معیارها

برای تعیین ضریب اهمیت معیار نسبت به همدیگر، طبق روش پیشنهادی ساعتی ابتدا معیارها دو به دو با هم مقایسه می‌شوند و از مقایسه آنها امتیازات عددی بر اساس جدول (۷)

توسعه و رشد هر کشور محسوب می‌شود. آلومینا نیز در صنایع آلومینیم کاربرد ویژه ای دارد.

با توجه به تقاضای آلومینا و سیمان در کشور، طرح احداث کارخانه آلومینا - سیمان در استان آذربایجان شرفی مورد توجه قرار گرفته است. بر اساس تکنولوژی در نظر گرفته شده برای تولید آلومینا، سیمان و کربنات‌ها توسط کارخانه مذکور، سنگ نفلین سینیت، سنگ آهک، بوکسیت، سنگ آهن، گچ و خاک رس، مواد خام لازم برای کارخانه مورد نظر است. بر این اساس مقدار لازم از هر یک و محل معادن تامین کننده مواد اصلی (سنگ نفلین و آهک) تعیین شده است. برای انتخاب محل مناسب احداث این کارخانه به معیارهای مختلفی باید توجه کرد که مهم‌ترین آنها حمل و نقل مواد اولیه کارخانه و محصولات تولید شده توسط کارخانه به محل مصرف، تامین آب، تامین برق، تامین گاز و زمین است؛ لذا تعیین محل احداث کارخانه یک موضوع برنامه ریزی چند معیاره می‌باشد. در این مطالعه پس از تعیین محل‌های احتمالی برای احداث کارخانه مورد نظر و معیارهای موثر در انتخاب محل، از روش شباهت به گزینه ایده‌آل استفاده شده و مناسب‌ترین محل برای احداث کارخانه مذکور تعیین شده است.

۸- مراجع

- [۱] مهندسین مشاور کانی کاوان شرق، پروژه خدمات مهندسی انتخاب مقدماتی ساختگاه کارخانه تولید آلومینا از نفلین سینیت، بهمن ماه ۱۳۸۱
- [۲] Chu T. C. , *Selecting Plant Location via a Fuzzy TOPSIS Approach*, Int. J. Adv. Manuf. Technol. , 20:PP859-864, 2002
- [۳] Kabassi, K. & Virvou, M. , *A Technique for Preference Ordering for Advice Generation in an Intelligent Help System*. In Proceedings of the 2004 IEEE International Conference on System, 2004.
- [۴] Saaty, T. L., *Decision making for leade*", RWS Publication, 315P., 2001.
- [۵] Vami 1992, *Project opportunity study on integrated use of the Razgah Nepheline Ores, Iran by metallurgical processing into Alumina, Cement, Sodium Carbonate and potash*, final report, volume, general explanatory note.

$$W = \begin{bmatrix} 0.6 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.11 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.19 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.04 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.06 \end{bmatrix}$$

۷-۴- تعیین ماتریس تصمیم وزن دار

ماتریس تصمیم وزن دار از ضرب ماتریس تصمیم بی‌مقیاس شده در ماتریس وزن معیارها به دست می‌آید:

$$V = \begin{bmatrix} 0.268 & 0.067 & 0.099 & 0.018 & 0 \\ 0.244 & 0.048 & 0.081 & 0.002 & 0.06 \\ 0.248 & 0.029 & 0.070 & 0.015 & 0.06 \\ 0.273 & 0.046 & 0.072 & 0.029 & 0.06 \\ 0.307 & 0.048 & 0.099 & 0.015 & 0 \end{bmatrix}$$

۷-۵- یافتن حل ایده‌آل و ضد ایده‌آل

حل ایده‌آل (A^*) و ضد ایده‌آل (A^-) به ترتیب برابر است با:

$$A^* = \{0.244, 0.029, 0.07, 0.002, 0.06\}$$

$$A^- = \{0.307, 0.067, 0.099, 0.029, 0\}$$

۷-۶- محاسبه فاصله از حل ایده‌آل، فاصله از حل ضد

ایده‌آل و شاخص شباهت

برای هر یک از محل‌های انتخابی، فاصله از حل ایده‌آل و فاصله از حل ضد ایده‌آل و شاخص شباهت محاسبه و در جدول (۹) درج شده است. همان گونه که ملاحظه می‌شود ترتیب اولویت محل احداث کارخانه به ترتیب به صورت C, B, D و A است.

جدول (۹): فاصله از حل ایده‌آل، فاصله از حل ضد ایده‌آل و شاخص شباهت برای هر یک از محل‌های انتخابی

محل	فاصله از حل ایده‌آل	فاصله از حل ضد ایده‌آل	شاخص شباهت
A	۰/۰۷۹۲	۰/۰۵۲	۰/۳۹۶۶
B	۰/۰۲۲۲	۰/۰۹۵	۰/۸۱۰۳
C	۰/۰۱۲۹	۰/۰۹۸۵	۰/۸۸۳۸
D	۰/۰۴۳۱	۰/۰۷۶۹	۰/۶۴۰۹
E	۰/۰۹۴۳	۰/۰۲۳۷	۰/۲۰۰۹

۸- نتیجه گیری

سیمان یکی از پرمصرف‌ترین فرآورده‌های صنعتی است که بالاترین میزان تولید را در بین محصولات صنعتی در جهان دارد و گستردگی دامنه مصرف و تولید آن یکی از شاخص‌های