نشریه دانش مدیریت، سال ۲۰، شماره ۷۷، تابستان ۱۳۸٦، از صفحه ۸۱ تا ۱۰۴

ارایه چارچوبی برای مکان‌یابی مراکز صنعتی در سطح ملی همراه با مطالعه موردی

علی فرقانی*[۱]، نیما یزدانشناس[۲]، علیرضا آخوندی[۳]

[۱] عضو هیأت علمی پژوهشکده توسعه تکنولوژی جهاد دانشگاهی، گروه پژوهشی مهندسی صنایع، ایران

[۲] دانشجوی دکترای مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی شریف، ایران

[۳] عضو هیأت علمی پژوهشکده توسعه تکنولوژی جهاد دانشگاهی، گروه پژوهشی مهندسی صنایع، ایران

(تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۵/۱۰/٤، تاریخ تصویب: ۱۳۸۶/۳/۲۹)

چکیده

یکی از عوامل بسیار مهم در رقابت‌پذیری شرکت‌ها، تعیین بهترین مکان برای احداث و راه‌اندازی آنها است. تا کنون انواع مختلفی از مدل‌های مکان‌یابی مراکز صنعتی توسط محققان ارایه شده که در آنها از شاخص‌هایی مانند زمان، هزینه، حمل و نقل، بازار به عنوان معیارهای اصلی تصمیم‌گیری استفاده شده است. در این مقاله، یک چارچوب مناسب برای مکان‌یابی مراکز صنعتی در سطح ملی ارایه می‌گردد. در این چارچوب از انواع روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده شده است. این چارچوب برای مکان‌یابی کارخانه آلومینیوم توسعه داده شده است. معیارهای تصمیم‌گیری نیز بر اساس نیازمندی‌های کارخانه موردنظر، نظرات خبرگان و مدیران، ملاحظات مسایل مکان‌یابی و سیاست‌های خاص مکان‌یابی صنایع در کشور؛ تعریف گردیده است. ما اعتقاد داریم چارچوب ارایه شده رویکردی مناسب جهت حل مسایل مکان‌یابی در کشور می‌باشد.

واژه های کلیدی: مدل مکان‌یابی، روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (MADM)، مراکز صنعتی، سطح ملی، کارخانه آلومینیوم، ایران.

* نویسنده مسئول: Email: Forghaninik@yahoo.com

۱- مقدمه

مسأله مکان‌یابی کارخانه، در سطوح استراتژیک تصمیم‌گیری بوده و اهمیت اساسی در موفقیت آن دارد. مکان مناسب نقش مهمی در رقابت‌پذیری یک شرکت در بازار داشته و باید به گونه‌ای انتخاب شود که باعث دستیابی به مزایای رقابتی و استراتژیک در مقایسه با سایر رقبا شود. پیشینه نظری مکان‌یابی تسهیلات به خوبی توسعه یافته است. از زمانی که مسأله کلاسیک وبر فرمول‌بندی شده است تا کنون نظریه مکان‌یابی بخش فعالی از تحقیقات را، مخصوصاً در ۳۰ سال گذشته به خود اختصاص داده است. در حال حاضر، مکان‌یابی تسهیلات می‌تواند به صورت بدنه بزرگی از دانش، مدل‌های متنوع، متدولوژی‌ها و تکنیک‌های حل مختلف در زمینه‌های مختلفی از جمله مهندسی صنایع، تحقیق در عملیات، مدیریت عملیات، اقتصاد شهری و علوم سیاسی دیده شود [۱۲].

در سال‌های اخیر، تعدادی از محققین مخصوصاً افرادی که در زمینه مسایل کاربردی به تحقیق می‌پردازند به توسعه مسایل پایه موجود به صورت چند هدفه و بررسی آنها در این حالت پرداخته‌اند (به منظور مطالعه ادبیات مربوط به مسأله مکان‌یابی چندهدفه به کارنت و همکاران(۱۹۹۰) مراجعه شود[۵]). به طور سنتی این مدل‌ها تقریباً فقط از دیدگاه خصوصیات مکان، تصمیمات مربوط به جایابی را اتخاذ می‌نمایند. بررسی دقیق و گسترده نرخ دستمزد، هزینه مواد و تجهیزات، هزینه‌های حمل و نقل و مالیات بسیار رایج می‌باشند. علاوه بر این برخی محققین مباحث کیفی مشخصی از جمله وضعیت جامعه، دسترسی به نیروی کار، وجود اتحادیه‌های کارگری، مشخصات فرهنگی، کیفیت مدارس و عواملی از این دست را نیز درنظر گرفته‌اند[۱۵]. در سال‌های اخیر برخی از محققین این موضوع را مورد توجه قرار داده‌اند که چگونه عوامل مؤثر بر مکان‌یابی هنگامی که مسأله در مقیاس بین‌المللی مورد بررسی قرار می‌گیرد، پیچیده‌تر می‌شوند [۶] [۷]. برخی از محققین چارچوبی استراتژیک که هم معیارهای داخلی و هم معیارهای خارجی را در بر می‌گیرد، پیشنهاد داده‌اند. اما چارچوب آنها صرفاً بر مبنای قضاوت کیفی بوده و نه بر مبنای تجزیه و تحلیل ریاضی و سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری[۱۲].

۱-۱ ضرورت مطالعات مکان یابی از دیدگاه خرد

تعیین محل کارخانه یکی از موضوع‌های بسیار مهم در احداث واحدهای صنعتی است که متأسفانه در ایران به آن توجه کافی نشده است. این موضوع برای صنایع بزرگ و مادر

از ابعاد گوناگون قابل توجه و بررسی است و از حساسیت بیشتری برخوردار می‌باشد. در مسایل مکان‌یابی بطورکلی فاکتورهای قابل توجه به شرح زیر است:

۱- دسترسی به مواد اولیه،
۲- برآورد بازار صادرات و مصرف داخلی،
۳- نیروی کار در دسترس،
۴- هزینه حمل ونقل (دریایی، زمینی، راه آهن و هوایی)،
۵- انرژی مصرفی،
۶- مالیات و قوانین و مقررات،
۷- آموزش (امکان دسترسی و ارتقاء علمی نیروی کار)،
۸- امکان توسعه (بهبود و ارتقاء تولید صنعت)،
۹- آب و هوا،
۱۰- شرایط منطقه‌ای، جغرافیایی،
۱۱- مسایل زیست‌محیطی،
۱۲- محدودیت‌هایی چون بودجه و الزامات کارفرما.

«محل مناسب» واحد صنعتی از جمله عوامل مؤثر در موفقیت آن واحد است که باید قبل از احداث و راه‌اندازی به آن توجه شود. لذا تعیین محل کارخانه را یکی از کلیدی‌ترین قدم‌های تأسیس آن می‌دانند چرا که نتایج این تصمیم در دراز مدت اثرات بسزایی از بعد اقتصادی، محیط زیستی،اجتماعی و فنی خواهد داشت.

ارایه محصول با کیفیت بالا و قیمت تمام شده پایین، بعنوان یکی از استراتژی‌های رقابتی در بازار مطرح است و تحقق آن به عوامل گوناگونی از جمله قرارگرفتن واحد کسب و کار در محل مناسب خود، بستگی دارد. بهره‌وری عوامل تولید، استفاده بهینه از تسهیلات پشتیبان تولید، همه از عوامل مؤثر بر کارآیی و موفقیت واحد صنعتی است که حتماً باید قبل از سرمایه‌گذاری و راه اندازی واحد صنعتی به آنها توجه شود.

۱-۲ ضرورت مطالعات مکان یابی از دیدگاه کلان

کشورهای پیشرفته صنعتی از نظر سیاست‌های کلان رشد صنایع، حتی برای محل استقرار صنایع در سطح کشور، مقرارت و برنامه‌های خاص دارند. جلوگیری از رشد بیش

از حد شهرهای بزرگ، رشد متوازن صنعتی بر حسب تقسیم‌بندی جغرافیایی، توجه به مسائل محیط‌زیستی، سیاسی و نظامی از جمله عوامل کلان تأثیرگذار در استقرار صنایع در کشور است و دولت‌ها در این زمینه باید برنامه لازم را داشته باشند.

این مقاله به این صورت سازمان‌دهی شده است که در بخش دوم مدل تحقیق ارائه شده است. این بخش شامل بررسی روش‌های مختلف تصمیم‌گیری چندمعیاره و انتخاب روش‌های مناسب به منظور تصمیم‌گیری می‌باشد. در بخش سوم متدولوژی و روش کار به همراه نتایج حاصل از پیاده‌سازی هر کدام از روش‌ها ارائه شده است. بخش چهارم این مقاله نیز به جمع‌بندی و ارائه نتایج می‌پردازد.

۲- مدل تحقیق

۲-۱ بررسی مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره[1]

در حل مسأله مکان‌یابی با توجه به اینکه مجموعه‌ای از اهداف باید به صورت همزمان، بهینه شوند، از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره استفاده می شود. فرایند تصمیم‌گیری در محیط قطعی به دو دسته تصمیم‌گیری انفرادی یا گسسته و تصمیم‌گیری گروهی یا پیوسته، تقسیم می‌شود. با توجه به اینکه در این مورد مطالعاتی، مجموعه جواب و گزینه‌ها به صورت نقاط محدود تعریف شده است، حل مسأله از نوع تصمیم‌گیری انفرادی یا گسسته است[۱]. در ادامه به شرح مختصری از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره گسسته می‌پردازیم.

روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره گسسته به دو دسته تعاملی و غیرتعاملی تقسیم می‌شود.

الف) تکنیک‌های غیرتعاملی: پیش فرض در این تکنیک‌ها این است که هر معیار مستقل از دیگری است و فی نفسه هر کدام از معیارها در انتخاب مهم است. این تکنیک‌ها خود به سه گروه تقسیم می‌شود:

۱- روش‌های حل بدون ترجیحات معیارها،
۲- روش‌های حل با سطح استاندارد و
۳- روش‌های حل با ترجیحات کیفی.

[1] Multi Criteria Decision Making (MCDM)

روش حل بدون ترجیحات معیارها شامل سه تکنیک تصمیم‌گیری می‌شود. تکنیک اول، روش برتری[۱]؛ تکنیک دوم، روش حداکثر حداقل‌ها[۲] و تکنیک سوم، روش حداکثر حداکثرها[۳] است.

روش حل با سطح استاندارد شامل دو تکنیک تصمیم‌گیری می‌باشد. تکنیک اول، روش ارضای منفرد[۴] و تکنیک دوم، روش ارضای جامع[۵] می‌باشد.

روش حل با ترجیحات کیفی شامل چهار تکنیک تصمیم‌گیری می‌باشد. تکنیک اول، روش حذفی[۶]؛ تکنیک دوم، روش لغتنامه‌ای[۷]؛ تکنیک سوم، روش‌های نیمه لغتنامه ای[۸] و تکنیک چهارم روش تقدم (روش رتبه‌بندی[۹]) است.

ب) تکنیک‌های تعاملی: این تکنیک‌ها توسط ساعتی (۲۰۰۰) مطرح شده است[۲]. در این تکنیک‌ها قوت یک معیار می‌تواند ضعف معیارهای دیگر را بپوشاند و در واقع وزن کل معیارها مدنظر است. تکنیک‌هایی که در مدل تعاملی وجود دارد از نوع روش وزن‌دهی کمی و با ترجیحات است.

۱- روش وزن‌دهی خطی ساده[۱۰]: در این روش از طریق ماتریس زوجی، وزن معیارها تعیین می‌شود و تک تک معیارها در وزن به دست آمده ضرب شده و جمع هر سطح رتبه گزینه‌ها است و بیشترین امتیاز به بهترین گزینه تعلق دارد.

۲- روش نزدیکی به حل ایده ال[۱۱]: در این روش گزینه‌ها بر اساس نزدیکی به وضعیت ایده‌آل- فاصله اقلیدسی- بررسی می شوند و صعود و نزول به صورت خطی فرض می‌شود.

۳- روش الکتر[۱۲]: روش الکتر از مفهوم تسلط ضمنی یک گزینه بر گزینه دیگر نشأت می‌گیرد، ولی به صورت دقیق ریاضی نمی‌باشد.

۴- روش فرآیند تحلیلی سلسله مراتبی[۱۳]: این روش یک ابزار ساده برای حل مسائل پیچیده‌ای

---

[1] Dominance
[2] Maximin method
[3] Maximax method
[4] Conjunctive method
[5] Disjunctive method
[6] Disjunctive method
[7] Lexio Graphy
[8] Smilexio Graphy
[9] Priority Method
[10] Simple Additive weighting method (SWA)
[11] Technique for Order Performance by Similarity to ideal Solution (TOPSIS)
[12] Elimination choice translating Reality (ELECTRE Method)
[13] Analytical Hierarchy Process (AHP)

است که تعداد معیارها زیاد و متفاوت می باشد و تعیین ارجحیت‌ها در آن مشکل است. در این روش عوامل مؤثر، سطح به سطح، شکسته می‌شوند و عوامل سطوح هیچ وابستگی با هم ندارند و سپس توسط ماتریس زوجی اولویت بندی می شوند. (درجات اهمیت: خیلی ضعیف: ۱، ضعیف: ۳، متوسط: ۵، خوب: ۷ و عالی: ۹).

جزئیات مربوط به این روش‌ها در بخش متدولوژی تشریح خواهد شد.

تا این قسمت به بیان ادبیات مکان یابی و روش‌های حل مسأله پرداخته شد. در این بخش به تشریح مدل مورد استفاده در مطالعه می‌پردازیم. فرایند تصمیم‌گیری بطورکلی در این مدل شامل مراحل:

۱- شناخت مسئله،

۲- تعیین تمام گزینه‌ها،

۳- تعیین تمام معیارهای تصمیم‌گیری،

۴- ارزیابی تمام گزینه‌ها بر اساس معیارها،

۵- انتخاب بهترین گزینه است [۱۶].

انتخاب گزینه مناسب می تواند از طریق سه مدل کلان صورت گیرد. مدل اول، مدل بهینه‌سازی است. پیش‌فرض این مدل این است که همهٔ معیارها و گزینه‌ها شناسایی شده است. مدل دوم، مدل راضی‌کننده است. در این مدل اولین گزینه که شرایط مورد نظر را داشته باشد، انتخاب می‌کنیم و امکان ارزیابی همه گزینه‌ها وجود ندارد. مدل سوم، مدل علاقه ضمنی می‌باشد که در آن همهٔ فرایندهای تصمیم‌گیری را به سمتی سوق می‌دهیم که گزینه مورد نظرخودمان انتخاب شود. با تأکید به این نکته که در تصمیم‌گیری، تصمیم بهینه وجود ندارد، مدل مورد استفاده در اینجا از نوع اول است و همه معیارها و گزینه‌ها شناسایی شده و مدل در راستای انتخاب بهترین گزینه هدایت می‌شود.

۲-۲ مدیریت عدم قطعیت در مساله

عدم قطعیت نقش مهمی در بسیاری از مسایل مکان‌یابی بازی می‌کند. به طورکلی، داده‌های غیرقطعی به سه دسته قابل تقسیم‌بندی می‌باشند [۹]

- داده‌های غیردقیق: داده‌ها به صورت تخمینی نمایش داده می‌شوند. به عنوان مثال «متوسط رطوبت هوا در منطقه A، حدود ۷۰ درصد می‌باشد». بیان‌کننده تخمینی از میزان متوسط رطوبت هوا می‌باشد.
- داده‌های بازه‌ای: مقدار دقیق برای داده بازه‌ای تعریف نمی‌شود. در عوض می‌دانیم که داده در یک بازه مشخص قرار خواهد گرفت.
- مقادیر کلامی: داده‌ها به صورت مقادیر دقیق علمی نمی‌باشند بلکه با مقادیری همچون کم، زیاد و متوسط اندازه‌گیری می‌شوند.

در این مطالعه، داده‌ها در برخی موارد به صورت کلامی اندازه‌گیری می‌شوند. به‌عنوان مثال خطر لرزه‌خیزی در مناطق مختلف متفاوت بوده ولی به صورت دقیق قابل اندازه‌گیری نمی‌باشد. در این موارد قضاوت ذهنی خبره به صورت مقادیر کلامی استخراج شده و مورد بررسی قرار می‌گیرد. به منظور استفاده از این داده‌های کیفی از یک روش تصمیم‌گیری چند معیاره فازی FMCDM[1] می‌توان استفاده نمود. یکی از روش‌های FMCDM به وسیله کواکرناک (۱۹۷۹) مورد استفاده قرار گرفت [۱۰]. روش دیگر به وسیله هانگ و همکاران (۱۹۹۲) توسعه و مورد استفاده قرار گرفت [۹]. اما عیب بزرگ هر دو این روش‌ها، حجم بالای محاسبات موردنیاز می‌باشد، به منظور غلبه بر این مشکل در این مطالعه از روش ارایه شده توسط کیو و همکاران (۱۹۹۹) استفاده شده است [۱۱].

متدولوژی مورد استفاده در این گام شامل:

۱- توسعه ساختار سلسله مراتبی،

۲- تعیین وزن‌ها و

۳- جمع‌آوری داده‌ها است.

۲-۳ ابتکار، ابزارها و مدل حل مسأله

در حل مسایل مکان‌یابی با توجه به ماهیت مسأله، از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده شده است. درضمن آنچه این تحقیق را از کارهای مشابه متمایز می‌سازد، موارد زیر است:

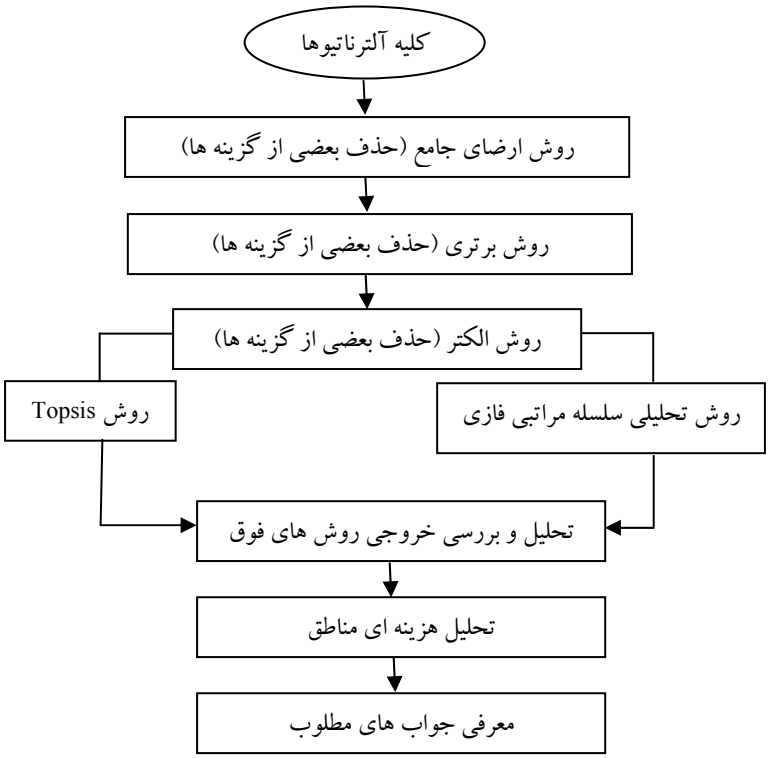
[1] Fuzzy Multi-criteria Decision Making

۱- تقسیم‌بندی مدل حل مسأله به دو مرحله حذفی و مقایسه‌ای جهت کاهش نقاط کاندیدا و مقایسه دقیق‌تر مناطق مورد بررسی.
۲- استخراج شاخص‌های بومی خاص ایران و خاص صنعت آلومینیوم جهت هماهنگی ابعاد علمی مسأله با ابعاد اجرایی آن.
۳- استفاده همزمان از چند تکنیک حل مسأله جهت مقایسه نتایج و افزایش قابلیت اعتماد جواب مسأله.
۴- تحلیل هزینه مناطق پس از رتبه‌بندی نهایی مناطق کاندیدا.

با توجه به تعداد زیاد نقاط کاندیدا برای انتخاب، ابتدا باید تلاش شود تا گزینه‌هایی که در مقایسه با سایر گزینه‌ها قابل صرف نظر کردن هستند، حذف گردند. با این کار تعداد نقاط کاندیدا کاهش یافته و مقایسه جامع تر آنها باهم امکان‌پذیرتر خواهد گردید. در این مرحله بر حسب برآیند جمیع امتیازات کسب شده از معیارهای مقایسه‌ای (شاخص‌های تصمیم‌گیری) و اولویت‌بندی این معیارها، مناطق مقایسه می‌شوند و مناطق برتر تعیین می‌گردد. با توجه به روش‌های تصمیم‌گیری اشاره شده، معیارها و شرایط مسأله مورد نظر، تنوع پارامترها زیاد است. پس با ارزیابی روش‌ها و ترکیب بهترین‌ها (ازجهت تناسب با موضوع و شرایط) گزینه‌ها رتبه بندی خواهد شد. بنابراین روش برتری برای پارامترهای اجتناب ناپذیر و لازم الوجود، استفاده می‌شود.

روش‌های حداقل حداکثرها و حداکثر حداکثرها به علت دست نیافتن به جواب دقیق از مدل حذف می‌شوند. در تکنیک سطح استاندارد، تمام معیارها با اهمیت هستند و بعضی از پارامترها اهمیت یکسانی دارند لذا برای اینکه در ارزیابی تمام پارامترها مدنظر قرار گیرد، از بین روش ارضای جامع و منفرد، روش ارضای جامع که در برگیرنده تمامی پارامترهاست، استفاده می‌شود.

روش‌های وزنی کیفی، به علت اهمیت زیاد معیارها و اولویت برابر بعضی از معیارها، بطورکلی قابل استفاده در مدل نیست. در بین روش‌های تعاملی به علت دقیق‌تر بودن سه روش Topsis, AHP، الکتر در مقابل SAW از سه گزینه اول استفاده می‌شود. نمودار شماره (۱) ابزارهای استفاده شده در مدل را در هر مرحله نشان می‌دهد.



نمودار (۱): مدل حل و ابزارهای استفاده شده در مدل حل مسأله مکان‌یابی کارخانهٔ آلومینیوم

۳- متدولوژی تحقیق

۳-۱ دامنه تحقیق

هدف در این تحقیق مکانیابی کارخانه آلومینیوم در استان‌های جنوبی کشور می‌باشد. این استان‌ها شامل استان‌های سیستان و بلوچستان، هرمزگان، بوشهر و خوزستان است. علت انتخاب این استان‌ها این است که بخش عمده ای ازمواد اولیه مورد نیاز کارخانه وارداتی بوده و از مرزهای آبی جنوبی کشور وارد و بخشی از آلومینیوم تولید شده نیز از طریق راه دریا صادر خواهد شد. در بررسی‌های اولیه ۲۰ شهر ساحلی به عنوان مکان‌های نامزد احداث کارخانه در نظر گرفته شده‌اند و در ادامه بررسی‌های لازم در مورد این شهرها انجام می‌شود.

۳-۲ اهداف و سؤالات تحقیق

هدف اصلی تحقیق، انتخاب محلی مناسب برای احداث کارخانه آلومینیوم است که کمترین هزینه را برای احداث، تولید و فروش محصول داشته باشد. این هدف خود به مجموعه اهداف زیرساختی و شهرنشینی تقسیم شده است که هر کدام شاخص‌های خاص خود را دارد.

سؤالات اصلی تحقیق، محل مناسب احداث طرح فوق است و سؤالات فرعی تحقیق به شرح زیر است:

۱- مناسب‌ترین چارچوب تصمیم‌گیری برای انتخاب محل کارخانه کدام است که کلیه اهداف تحقیق را پوشش دهد؟

اهداف فرعی و شاخص‌های ارضاکننده آنها که ما را به هدف اصلی تحقیق هدایت می‌کند کدامند؟

این شاخص‌ها باید منطبق بر معیارهای علمی و عملی در شرایط بومی ایران و مقتضیات خاص این صنعت و مسایل مکان‌یابی باشد.

۳-۳ شناسایی معیارهای تصمیم‌گیری

مهمترین هدفی که در مکان‌یابی کارخانه مطرح می‌باشد، انتخاب مکانی است که حداکثر رضایت را ایجاد کند. حداکثر رضایت در مکان‌یابی مراکز صنعتی، کاهش هزینه‌های مستقیم و غیر مستقیم واحد صنعتی حین احداث، راه‌اندازی و بهره‌برداری است (یعنی هزینه‌های واحد صنعتی در آن نقطه نسبت به سایر نقاط جهت تولید و توزیع محصول یا خدمات کمترین باشد.). اهدافی که در به دست آوردن حداکثر رضایت در این مسأله شناسایی شده‌اند، عبارتند از: ۱- اهداف زیرساختی، ۲- اهداف شهرنشینی.

در اهداف زیرساختی، کلیه زیرساخت‌ها و هزینه‌های مرتبط که در انتخاب مکان می‌تواند مؤثر باشد، درنظرگرفته می‌شود. این مجموعه اهداف بیشتر جنبه فیزیکی و سخت‌افزاری دارد و با عامل انسانی کمتر مرتبط است. شاخص‌ها زیرساختی خود به دو دسته تقسیم شده‌اند : الف)هزینه‌ای، ب)غیرهزینه‌ای.

در شاخص‌های زیرساختی هزینه‌ای، کاهش هزینه‌های پروژه به صورت مستقیم، موردنظر است و در این مسیر، انجام محاسبات، تعیین اولویتها و جمع‌آوری اطلاعات بر

پایه جمع‌آوری داده‌های کمی استوار است و کاهش هزینه‌های طرح را به صورت عینی نشان می‌دهد. شاخص‌های مکان‌یابی از بعد زیرساختی هزینه‌ای شامل:

۱- هزینه انتقال گاز،
۲- هزینه انتقال آب و احداث آب شیرین‌کن،
۳- هزینه انتقال کک نفتی،
۴- هزینه انتقال آلومینیوم،
۵- هزینه انتقال محصول نهایی کارخانه آلومینیوم است.

شاخص‌های زیرساختی غیرهزینه‌ای به مجموعه شاخص‌های زیرساختی گفته می‌شود که برآورده نشدن آنها، عینیت پیداکردن هدف را دشوار می‌سازد و در صورت برآورده شدن، بطور ضمنی (غیرمستقیم) هزینه طرح را کاهش می‌دهد. منظور از کاهش هزینه بصورت غیرمستقیم این است که به دلایل گوناگون امکان کمی کردن آنها مطالعه وجود نداشته است یا درصورت برآورده نشدن آنها، هزینه‌هایی حین احداث، راه اندازی یا بهره‌برداری به طرح تحمیل خواهد شد. این شاخص‌ها عبارتند از:

۱- میزان مزایا و تسهیلات منطقه‌ای و محلی،
۲- میزان استحکام زمین،
۳- میزان تسطیح زمین،
۴- وضعیت لرزه‌خیزی و روان‌گرایی زمین،
۵- فاصله تا عمق آبخور مناسب،
۶- نیاز به موج‌شکن.

شایان ذکر است در حل مسأله مکان‌یابی از یک سری شاخص‌ها با عنوان شاخص‌های حذفی استفاده شده است. شاخص حذفی شاخصی است که در صورت عدم ارضای آن، امکان احداث طرح در آن منطقه، غیرممکن تلقی می‌شود. این شاخص‌ها در مسأله مکان‌یابی کارخانه مورد نظر عبارتند از:

۱- امکان دستیابی به عمق آبخور مناسب،
۲- وجود زمین در اطراف بندرگاه جهت احداث انبار موقت مواد،

۳- امکان تهیه زمین به میزان لازم جهت احداث کارخانه با توجه به فاصله حداکثر ۵ کیلومتر از اسکله موردنظر،
٤- امکان تأمین برق اضطراری.

از بعد شهرنشینی، داشتن ضریب ماندگاری مناسب برای پرسنل کارخانه در ناحیه انتخابی، مدنظر است و به صورت غیرمستقیم تأثیر زیادی در کاهش هزینه‌های مرتبط با نیروی انسانی طرح دارد. این موضوع می‌تواند در تأمین نیروی انسانی متخصص برای طرح، نقش مهمی ایفا می‌کند. این موضوع بوسیله

۱- شاخص‌های جمعیت بیکاران بالقوه اقتصادی،
۲- وجود فرودگاه و راه‌آهن،
۳- امکانات تفریحی و رفاهی شامل سینما، پارک،
٤- امکانات بهداشتی شامل بهداری، بیمارستان،
۵- تعداد مراکز آموزش عالی (دولتی، آزاد، فراگیر)،
۶- وضعیت آب و هوا (دمای هوا، رطوبت هوا، میزان بارندگی، تعداد روزهای طوفانی در سال)؛ بررسی شده است.

کلیه شاخص‌های مورد استفاده در مساله و نیز نوع آنها (قطعی/ غیرقطعی) در نگاره (۱) نشان داده شده است.

نگاره(۱): شاخص‌های تصمیم‌گیری و نوع آنها

	شاخص	نوع شاخص
شاخص زیرساختی	طول پیشروی در دریا به منظور دستیابی به عمق آبخور ۱۴ متر	قطعی
	شرایط زمین منطقه از نظر نیاز به تسطیح و تحکیم	غیرقطعی
	هزینه انتقال آلومینا	قطعی
	هزینه انتقال کک نفتی	قطعی
	هزینه انتقال گاز	قطعی
	هزینه تأمین آب	قطعی
	هزینه احداث موج شکن	غیرقطعی
	امکان تأمین برق اضطراری	غیرقطعی
	وضعیت زلزله خیزی	غیرقطعی
	قابلیت روانگرایی	غیرقطعی
	مساعدت‌های محلی و قانونی همچون معافیت‌های مالی	قطعی
شاخص شهرنشینی	جمعیت بیکاران بالقوه اقتصادی	قطعی
	امکانات تفریحی و رفاهی شامل سینما، پارک و ...	قطعی
	امکانات بهداشتی شامل بهداری، بیمارستان و ...	قطعی
	تعداد مراکز آموزش عالی	قطعی
	دما	قطعی
	رطوبت	قطعی
	بارش	قطعی
	طوفان	قطعی

۳-۴ روش تحقیق، جمع‌آوری اطلاعات و گام‌های حل مسأله

روش تحقیق در طرح تحقیقاتی مکان‌یابی احداث کارخانه آلومینیوم از نوع توصیفی-پیمایشی بوده است. در این پروژه بر حسب نوع مسأله و شرایط تصمیم‌گیری، کلیه روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره گسسته مورد بررسی قرار گرفت و یک مدل جامع برای مکان‌یابی تدوین شد و سپس بر حسب شرایط و الزامات صنعت آلومینیوم و کارخانه مذکور و ملاحظات مدیریتی و کارشناسی، شاخص‌های مقایسه مناطق و تحلیل مکان‌یابی، تعیین گردید. جمع‌آوری اطلاعات در این پروژه از کانال‌های مصاحبه با خبرگان و صاحب‌نظران، مطالعات کتابخانه‌ای، مطالعه مستندات و گزارش‌های مرتبط در شرکت

آلومینیوم و اینترنت بوده است. شایان ذکر است بازدید از کلیه مناطق کاندیدا از جمله اقدامات مهم و کلیدی در حل مسأله مکان‌یابی بود که اطلاعات ارزشمندی از این راه به دست آمد. بطور خلاصه، پرسش‌نامه، مشاهده، مصاحبه و مطالعات میدانی (کتابخانه‌ای و اینترنتی) روش‌های مختلف جمع‌آوری اطلاعات در این طرح تحقیقاتی بوده است. زیاد بودن تعداد گزینه‌ها در ابتدا، حجم محاسبات بعدی را به شدت افزایش می‌دهد. لذا در ادامه با استفاده از چند روش حذفی تعداد این گزینه‌ها کاهش داده شده‌اند.

۳-۵ روش ارضای جامع

از دقت در شاخص‌های تعریف شده در می‌یابیم که شهرها می‌بایست حتماً برخی عوامل را ارضا نمایند. این شاخص‌ها عبارتند از:

۱- امکان احداث اسکله،
۲- دسترسی به عمق آبخور مناسب،
۳- وجود زمین در اطراف بندر،
۴- امکان تامین زمین جهت احداث کارخانه،
۵- امکان تامین گاز،
۶- امکان تامین آب

با توجه به این روش پنج شهر از شهرهای انتخابی به علت عدم ارضای شرایط اولیه احداث کارخانه حذف می‌شوند.

۳-۶ روش برتری

در این روش تمامی گزینه‌ها به صورت دو به دو با هم مقایسه می‌شوند و گزینه‌های مغلوب از محاسبات بعدی کنار گذاشته می‌شوند. با توجه به این روش تعداد گزینه‌های باقیمانده از ۱۵ شهر به ۱۳ شهر کاهش می‌یابد.

۳-۷ روش حذفی الکتر

روش الکتر از مفهوم تسلط ضمنی[1] یک گزینه بر گزینه دیگر نشأت می‌گیرد[۱۳]. به این

[1] Outranking Relationship

معنی که برتری به صورت دقیق ریاضی نمی‌باشد بلکه تصمیم‌گیرنده می‌تواند با اطمینان بالایی یکی را بر دیگری ترجیح دهد. مراحل انجام این روش بدین در این تحقیق این است که ابتدا وزن معیارها را بدست می‌آوریم. بدین منظور پرسشنامه طراحی شده و وزن معیارها از طریق وزن‌دهی مستقیم حاصل شده است، یعنی از پرسشگر خواسته شده است به هر کدام از معیارها با توجه به اهمیت آن عددی بین ۱ تا ۵ اختصاص دهد. با توجه به این روش وزن هر کدام از معیارها تعیین شده است. در ادامه با توجه به اینکه بررسی با در نظر گرفتن تمامی معیارها حجم محاسبات را بسیار زیاد می‌کند محاسبات با توجه به سه معیار مهم امکان تامین گاز (با وزن ۰/۷)، امکان تامین آب (با وزن ۰/۲) و هزینه پیشروی در دریا (با وزن ۰/۱) انجام شده است. قدم‌های روش الکتر به صورت زیر است:

قدم ۱- ماتریس بدون وزن (نرمال) را تشکیل دهید. در واقع مقیاس‌های متفاوت را چنان تبدیل می‌کنیم که قابل مقایسه باشند.

قدم ۲- ماتریس وزن دار نرمال شده را تشکیل دهید.

قدم ۳- مجموعه‌های موافق و مخالف را تشکیل دهید. برای هر زوج گزینهٔ (آلترناتیو) $J = \{j \mid j = ۱, ۲, \dots n\}$ مجموعهٔ معیارهای تصمیم $(k, e = ۱, ۲ \dots m, k \neq e)$ e, k به دو زیر مجموعهٔ کاملاً مجزا تقسیم می‌شوند. یکی مجموعهٔ موافق C_{ke} که در آن تمام معیارهای A_k نسبت به A_e ترجیح دارد و دیگری مجموعه مکمل که مجموعهٔ مخالف نامیده می‌شود.

$$C_{ke} = \{j \mid X_{kj} \geq X_{ej}\} \qquad (۱)$$

$$D_{ke} = \{j \mid X_{kj} < X_{ej}\} \qquad (۲)$$

قدم ۴- ماتریس موافق را تشکیل دهید. میزان ارتباط مجموعهٔ موافق به وسیلهٔ شاخص توافق اندازه‌گیری می‌شود. شاخص توافق با مجموع وزن‌های مرتبط با ناحیه‌ای که شامل مجموعه موافق می‌باشد، مساوی است.

قدم ۵- ماتریس مخالف را تشکیل دهید. شاخص توافق، نحوه تسلط بعضی آلترناتیوها در مقایسه با آلترناتیوهای دیگر براساس وزن های مرتبط در ناحیهٔ تصمیم را منعکس می‌کند.

قدم ۶- ماتریس تسلط موافق را تشکیل دهید. این ماتریس با کمک مقدار مشخص برای شاخص توافق محاسبه می‌شود.

قدم ۷- ماتریس تسلط مخالف را تشکیل دهید . این ماتریس نیز مشابه ماتریس F با کمک آستانه مخالفت به دست می‌آید:

مانند حالت قبل (ماتریس F) هر عضو ماتریس G نیز نشانگر رابطهٔ تسلط مابین آلترناتیوها می‌باشد.

قدم ۸- ماتریس تسلط پذیرفته شده را تشکیل دهید. ماتریس تسلط پذیرفته شده از ضرب تک تک درایه‌های ماتریس تسلط موافق F در ماتریس تسلط مخالف G حاصل می‌شود و به صورت مقابل نشان می‌دهیم.

قدم ۹- حذف کردن آلترناتیوهایی که رضایت کمتری دارند. این A_k در هر دو حالت موافق و مخالف نسبت به A_e برتری دارد ولیکن هنوز A_k شانس مسلط شدن توسط آلترناتیوهای دیگر را دارد. پس شرایط A_k به وسیلهٔروش الکتر تحت تسلط قرار نگرفته است.

حداقل برای یک e) $e = ۱, ۲, …., m, k \neq e$) داشته باشیم $e_{ke} = ۱$

برای تمام I ها ($I = ۱, ۲, …., m, i \neq e$) داشته باشیم $e_{ik} = ۰$

شرایط فوق به سختی حاصل می‌شود ولیکن آلترناتیوهای مسلط به راحتی توسط ماتریس E مشخص می شوند. هر ستونی از این ماتریس که حداقل یک درایه با مقدار یک داشته باشد، با توجه به روش الکتر سطرهای متناظر بر این ستون تسلط دارند. پس به سادگی هر ستون یا ستونهایی که داری مقدار یک هستند، حذف می‌شوند. با استفاده از این روش تعداد گزینه‌ها از ۱۳ مورد به ۱۰ مورد کاهش داده شد. لذا حجم مقایسه‌ها و محاسبات لازم در روش AHP و Topsis به طرز چشمگیری کاهش می‌یابد.

۳-۸ روش AHP

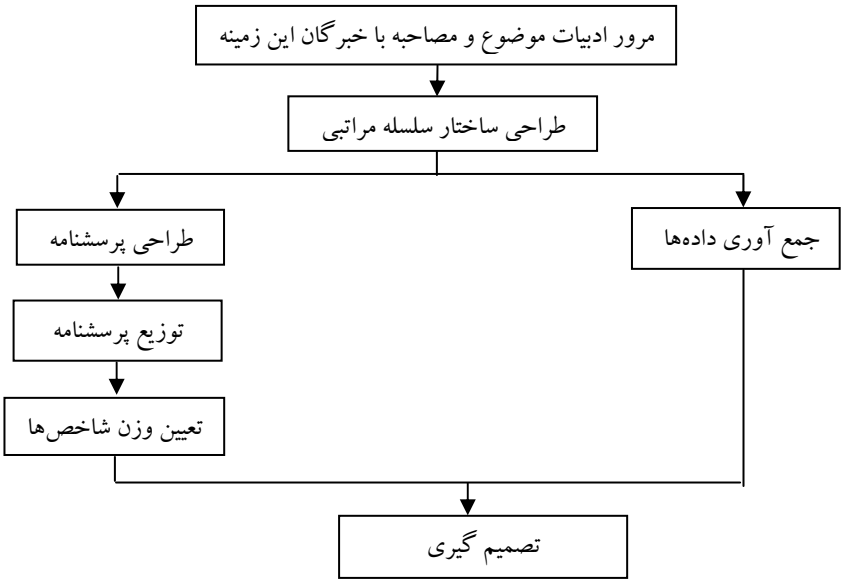
روش تحلیل سلسله مراتبی[1] که یکی از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است که، توسط ساعتی(۱۹۸۰) توسعه داده شد [۱]. AHP به منظور حل مسایل تصمیم‌گیری پیچیده در زمینه‌های مختلفی از جمله برنامه‌ریزی، ارزیابی منابع، اندازه‌گیری عملکرد، اختصاص منابع، انتخاب بهترین سیاست از میان تعدادی گزینه و اولویت‌بندی به کار رفته است. AHP

[1] Analytic Hierarchy Process (AHP)

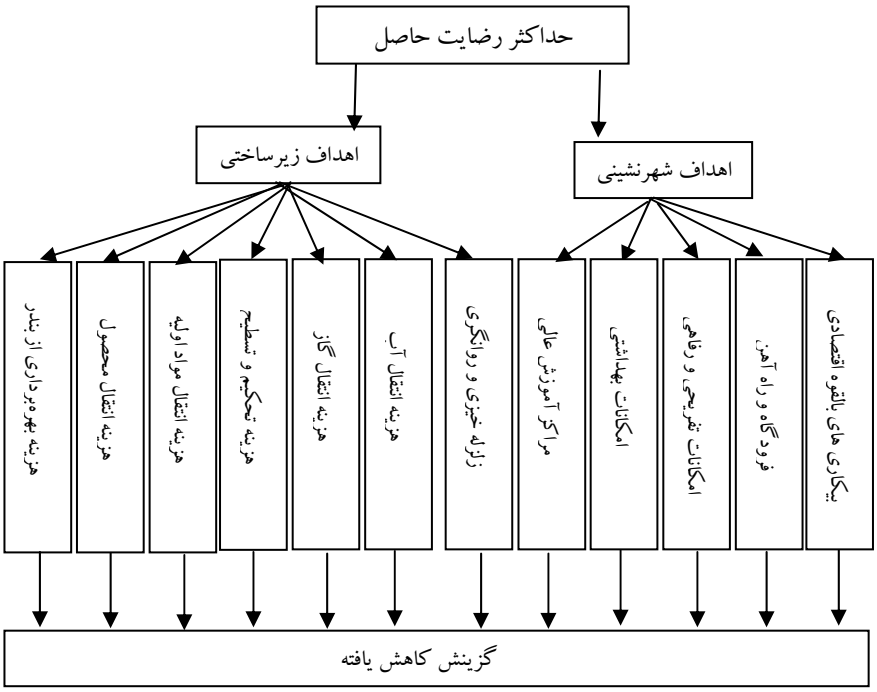
یکی از روش‌های رایج در مکان‌یابی می‌باشد. تزنگ و همکاران (۲۰۰۲) از این روش به منظور مکان‌یابی یک رستوران در تایپه استفاده کردند [۱۴]. آنها گزینه‌های مختلف را با استفاده از AHP مورد ارزیابی قرار دادند. در این مطالعه، ۴ گزینه با توجه به ۱۱ معیار مورد ارزیابی قرار گرفتند. آلفونسه (۱۹۹۷) در مطالعه‌ای با نام «کاربرد AHP در کشاورزی کشورهای در حال توسعه» از AHP به منظور پیداکردن مکان فروشگاه‌های محصولات کشاورزی استفاده کرد [۳]. آکاش و همکاران (۱۹۹۹) از این روش برای پیداکردن محل احداث نیروگاه برق استفاده کردند [۴]. در این مطالعه آنها از سلسله مراتب سود با ۵ معیار و سلسله مراتب هزینه با ۶ معیار استفاده کردند. آراس (۲۰۰۴) از روش AHP به منظور تعیین مکان نیروگاه بادی در ترکیه استفاده کردند. مراحل انجام این روش در مطالعه حاضر در نمودار (۲) نمایش داده شده است.

۳-۸-۱ توسعه ساختار سلسله مراتبی

همانطور که قبلاً توضیح داده شد، کلیه عوامل موثر بر حداکثر رضایت حاصل از مکان احداث کارخانه را می‌توان در دو گروه اهداف شهرنشینی و زیرساختی طبقه‌بندی نمود. کلیه عوامل موثر بر این معیارها در ساختار سلسله مراتبی در نمودار (۳) نشان داده شده است.



نمودار (۲): مراحل روش AHP در مطالعه مکانیابی کارخانه آلومینیوم

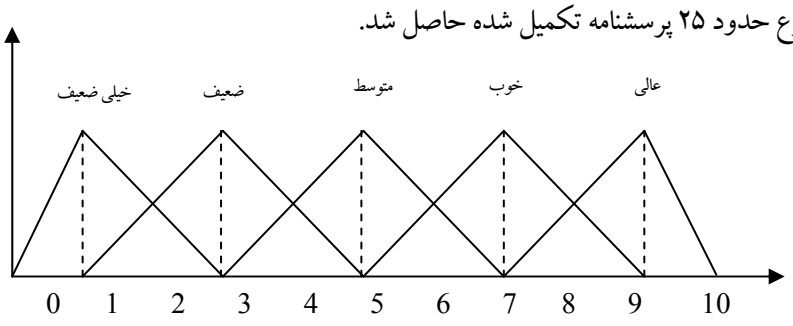


نمودار (۳): ساختار سلسله مراتبی جهت حل مسأله مکان‌یابی کارخانه آلومینیوم

۳-۸-۲ طراحی و توزیع پرسشنامه ها

پرسشنامه ها با توجه به مفهوم روش سلسله مراتبی فازی طراحی شده است. در این روش عوامل مؤثر، سطح به سطح، شکسته می‌شوند و عوامل سطوح هیچ وابستگی با هم ندارند و سپس توسط ماتریس زوجی اولویت بندی می‌شوند. (درجات اهمیت: خیلی ضعیف، ضعیف، متوسط، خوب و عالی). اعداد فازی بیان کننده این مقادیر که از طریق خبرگان تایید شده است.

پرسشنامه ها توسط مشاوران طرح، خبرگان صنعتی و اساتید دانشگاهی تکمیل شدند و در مجموع حدود ۲۵ پرسشنامه تکمیل شده حاصل شد.



نمودار (۴): اعداد فازی در نظر گرفته شده به منظور مقایسه عوامل

۳-۸-۳ تعیین وزن شاخص‌ها

بعد از طراحی ساختار سلسله مراتبی نوبت به تهیه پرسشنامه بر اساس ساختار مذکور می‌رسد. مهمترین هدف پرسشنامه مقایسه زوجی معیارها در هر سطح با توجه به معیار موجود در یک سطح بالاتر می‌باشد. در ساعتی (۱۹۸۰)، مقیاس ۹ نقطه‌ای به این منظور پیشنهاد شده است [۱]. به منظور یکپارچه‌سازی نظرات خبرگان مختلف که با توابع عضویت مثلثی نمایش داده می‌شوند، فرمول زیر استفاده شده است:

$$L_{ij} = \min(L_{ijk}) \qquad \forall k = 1,2,...,N \tag{۳}$$

$$M_{ij} = \left(\prod_{k=1}^{N} M_{ijk} \right)^{1/N} \qquad \forall k = 1,2,...,N \tag{۴}$$

$$U_{ij} = \max(U_{ijk}) \qquad \forall k = 1,2,...,N \tag{۵}$$

در این فرمول‌ها L_{ij}، M_{ij} و U_{ij} به ترتیب نشان‌دهنده کران پایین، نقطه میانی و کران بالای عدد مثلثی مذکور هستند. مقایسه‌ها در ماتریس مقایسه زوجی به صورت زیر وارد می‌شوند:

$$\widetilde{R} = \begin{bmatrix} \widetilde{a}_{11} & \widetilde{a}_{12} & \widetilde{a}_{1N} \\ \widetilde{a}_{21} & \widetilde{a}_{22} & \widetilde{a}_{2N} \\ \\ \widetilde{a}_{N1} & \widetilde{a}_{N2} & \widetilde{a}_{2N} \end{bmatrix} \tag{۶}$$

که در آن:

$$\widetilde{a}_{ji} = \begin{cases} a_{ij}^{-1} & if \quad i \neq j \\ 1 & if \quad i = j \end{cases} \tag{۷}$$

بنابراین داریم:

$$\widetilde{Z}_i = (\widetilde{a}_{i1} \otimes \widetilde{a}_{i2} \otimes ... \otimes \widetilde{a}_{iN})^{1/N} \; \forall i \tag{۸}$$

$$\widetilde{W}i = \widetilde{Z}_i \oslash (\widetilde{Z}_1 \oplus \widetilde{Z}_2 \oplus ... \oplus \widetilde{Z}_N) \tag{۹}$$

برای عدد فازی مثلثی به صورت $\widetilde{A}_{ij} = (L_{ij}, M_{ij}, U_{ij})$ روش زیر به منظور

فازی‌زدایی مورد استفاده قرار گرفته است:

$$DF_{ij} = \frac{[(U_{ij} - L_{ij}) + (M_{ij} - L_{ij})]}{3 + L_{ij}} \quad \forall i, j \qquad (۱۰)$$

این وزن‌ها به عنوان معیارهای تصمیم‌گیری در نظر گرفته می شوند.
با توجه به این روش اوزان بدست آمده برای معیارها در نگاره (۲) بیان شده است.

نگاره(۲): اوزان بدست آمده برای معیارها

شاخص زیرساختی (۰/۸۷۵)	
۰/۱۱۶	طول پیشروی در دریا به منظور دستیابی به عمق آبخور ۱۴ متر
۰/۰۱۵	شرایط زمین منطقه از نظر نیاز به تسطیح و تحکیم
۰/۲۲۹	هزینه انتقال آلومینا به کارخانه آلومینیوم
۰/۰۶۰	هزینه انتقال کک نفتی
۰/۳۳۶	هزینه انتقال گاز
۰/۱۲۷	هزینه تأمین آب
۰/۰۳۵	نیاز به موج شکن
۰/۰۲۷	امکان تأمین برق اضطراری
۰/۰۱۶	وضعیت زلزله‌خیزی
۰/۰۰۵	قابلیت روانگرایی
۰/۰۳۵	مساعدتهای محلی و قانونی همچون معافیت‌های مالی
شاخص شهرنشینی (۰/۰۱۲۵)	
۰/۰۵۴	جمعیت بیکاران بالقوه اقتصادی
۰/۲۲۰	امکانات تفریحی و رفاهی شامل سینما، پارک
۰/۵۳۱	امکانات بهداشتی شامل بهداری، بیمارستان
۰/۱۲۳	تعداد مراکز آموزش عالی
۰/۰۰۳	دما
۰/۰۰۹	رطوبت
۰/۰۴۶	بارش
۰/۰۱۴	طوفان

۳-۹ روش Topsis

این روش توسط هوانگ و همکاران (۱۹۸۱) توسعه داده شد[۸]. در این روش گزینه‌ها بر اساس نزدیکی به وضعیت ایده آل – فاصله اقلیدسی– بررسی می‌شوند و صعود و نزول به صورت خطی فرض می‌شود. وزن‌دهی معیارها با استفاده از روش معمول انجام می‌شود و سپس وزن معیارها در ماتریس تصمیم ضرب و ماتریس D را می‌دهد. این دو قدم کاملاً شبیه به روش الکتر می‌باشد. قدم‌های بعدی به صورت زیر می‌باشد.

قدم ۳– حل ایده آل و ضد ایده آل را پیدا کنید. اگر حل ایده آل را با A^* و حل ضد ایده ال را با A^- و نیز مجموعه معیارهای مثبت را با J و مجموعه معیارهای منفی را با J^- نشان دهیم آن گاه داریم :

$$A^* = \{(\max V_{ij} \mid j \in J),(\min V_{ij} \mid j \in J)\} \quad ,i = 1,2,...,m$$
$$A^- = \{(\min V_{ij} \mid j \in J),(\max V_{ij} \mid j \in J)\} \quad ,j = 1,2,...,n \qquad (۱۱)$$

آلترناتیوهایی که در A^-, A^* قرار می‌گیرند به ترتیب نشان‌دهنده گزینه‌های بدترین و بهترین هستند.

۳-۱۰ تحلیل و بررسی نتایج

نتایج حاصل از هر دو روش AHP و Topsis نتایج تقریبا مشابهی به همراه داشت به گونه ای که که در میان ۱۰ گزینه، ۵ گزینه اول در هر دو روش یکسان بودند.

نگاره (۳) مقایسه امتیازات مناطق برتر را در دو روش AHP و Topsis نشان می‌دهد.

سه منطقه برتر در این مسأله، مناطقی هستند که با توجه به وزن (اهمیت) شاخص هزینه تأمین گاز، در نزدیکترین فاصله تا منطقه عسلویه قرار دارند. در ضمن نزدیکی یا قرارگرفتن در مجاورت شهرهای بزرگ جنوبی کشور مانند بندرامام خمینی و بندرعباس سبب افزایش رتبه مناطق از لحاظ معیار شهرنشینی گردیده است.

به منظور اطمینان از نتایج حاصل تحلیل و مقایسه هزینه‌ای در مورد ۵ گزینه اول انجام شده است. این تحلیل‌ها بر اساس محاسبه مجموع ارزش[1] کنونی هزینه‌ها انجام شده است و نتایج نهایی مغایرتی با نتایج حاصل از دو روش تصمیم‌گیری چند معیاره نشان نمی‌دهد.

[1] Net Present Value

نگاره (۳):مقایسه اوزان مناطق برتر در دو روش AHP و Topsis

شماره منطقه	وزن (%Max)	
	روش (AHP)	روش (Topsis)
منطقه یک	۱	۱
منطقه دوم	۰/۹۶۴	۰/۹۶۶
منطقه سوم	۰/۹۵۶	۰/۹۵۴
منطقه چهارم	۰/۸۹۳	۰/۸۹۵
منطقه پنجم	۰/۸۳۰	۰/۸۳۶

۴- نتیجه گیری

در این مقاله چارچوبی کلی به منظور تصمیم‌گیری در مورد مکان‌یابی مراکز صنعتی در سطح ملی ارائه شده است. این مدل همراه با یک مطالعه موردی احداث یک کارخانه آلومینیوم در جنوب ایران ارائه شده است. بدین منظور روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره گسسته مورد بررسی قرارگرفته و روش‌های مناسب شناسایی و به کار گرفته شد.

ابتدا با استفاده از روش‌های حذفی ارضای جامع، برتری و ELECTER تعدادگزینه‌ها از ۲۰ گزینه به ۱۰ گزینه کاهش یافته‌اند، سپس به منظور در نظر گرفتن عدم قطعیت‌های موجود در داده‌ها از روش فازی AHP استفاده شده است. در کنار این روش از روش Topsis نیز به منظور ارزیابی گزینه‌ها استفاده شده است. نهایتاً تحلیل هزینه‌ای به منظور ارزیابی هزینه‌ای نتایج اجرا اعمال شده است. نکته قابل توجه این است که هر سه مدل جواب‌های تقریباً یکسانی ارائه دادند، به گونه‌ای که ۵ اولویت اول در هر سه روش به کار گرفته شده کاملاً یکسان بود.

منابع

۱- قدسی‌پور، سید حسن. (۱۳۷۸). «برنامه‌ریزی چند معیاره»، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، دانشکده مهندسی صنایع.

۲- مؤمنی، منصور .(۱۳۸۵). «مباحث نوین تحقیق در عملیات»، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.

3- Alphonce, CB. (1997)."Application of the analytic hierarchy process in agriculture in developing countries", Agricultural Systems, No .3, pp: 97- 112

4- Akash, B. A.; Mamlook, R. and Mohsen, M. S. (1999). "Multi- criteria of electric power plants using analytical hierarchy process" Electric Power Systems Research. No. 2, pp: 9- 35.

5- Current, J.; Min, H. and Schilling, D. (1990). "Multi-objective analysis of facility location", European Journal of Operational Research; No. 49(3), pp: 295- 308.

6- Dunning, J. H. (1988). "The electric paradigm of international production: a restatement and some possible extensions", Journal of International Studies. No. 19(1), pp:.1- 32.

7- Ferdows, K. (1989). "Mapping international networks. In: Ferdows K, editor", Managing international manufacturing. North Holland, Amsterdam: Elsevier; pp: 3- 21.

8- Hwang, C. L. and Yoon, K. (1981). "Multiple attribute decision making; methods and applications", Springer, New York.

9- Hwang, C. L. and Chen, S. J. (1992). "Fuzzy multiple attribute decision making: methods and applications", Springer, New York.

10- Kwakernaak, H. (1979). "An algorithm for rating multiple-aspect alternatives using fuzzy sets", Automatica, No. 15, pp: 615- 616.

11- Kuo, R. J.; Chi, S.C. and Kao, S.S. (1999). "A decision support system for locating convenience store through Fuzzy AHP, Computers and Industrial Engineering, No. 37, pp: 323- 326.

12- Partovi, F. (2006). "An analytic model for locating facilities strategically", Omega; No. 34 (2006), pp: 41- 55.

13- Roy, B. (1978). "ELECTRE III: Un algorithme de classements fonde sur une representation floue en presence de criteres multiples". Cahier du CERO, No.20, pp: 3- 24.

14- Tzeng, G.; Teng, M.; Chen, J. and Opricovic, S. (2002). "Multicriteria selection for a restaurant location in Taipei", Hospitality management, No. 21, pp: 71- 187.

15- Wu, J. A. and Wu, N. L. (1984). "Analyzing multi- dimensional attribute for the single plant location problem via an adaptation of the analytical hierarchy process". International Journal of Operations & Production Management;Vol. 4, No. 3, pp: 13- 21.

16- Yurdakul, M.; Tansel, IC Yusuf. (2004). AHP approach in the credit evaluation of the manufacturing firms in Turkey", International Journal of Production Economics, Vol. 88, No. 3, pp: 269- 289.