

جغرافیا و توسعه شماره ۳۷ زمستان ۱۳۹۳

وصول مقاله : ۱۳۹۱/۸/۲

تأیید نهایی : ۱۳۹۲/۶/۱۷

صفحات : ۱۹۴-۱۸۱

امکان سنجی احداث شهرک های صنعتی مرزی با استفاده از AHP و TOPSIS مطالعه موردی: استان اردبیل

دکتر ابراهیم فتائی^۱

چکیده

استان اردبیل به دلیل قرار گرفتن در منطقه‌ای مرزی و همسایگی با کشور جمهوری آذربایجان و وجود گمرکات و صادرات به کشورهای مختلف می‌تواند از لحاظ ایجاد یک شهرک صنعتی مرزی مورد بررسی قرار گیرد. امکان‌سنجی احداث شهرک صنعتی مرزی متأثر از عواملی مانند رشد جمعیت، اشتغال، محدودیت زمین، توسعه صنعتی، وجود گمرکات مرزی، حفاظت و توسعه محیط زیست، کاربری اراضی، تأمین مواد اولیه و غیره می‌باشد روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره به عنوان علم و فن مدیریت و تجزیه و تحلیل اطلاعات قادر است بسیاری از مشکلات مربوط به مکان‌یابی شهرک‌های صنعتی را رفع کند. محققان برای انجام مکان‌یابی روش‌ها و الگوریتم‌های مختلفی را استفاده نموده‌اند. این تحقیق به منظور انتخاب مناسب‌ترین مکان برای احداث شهرک صنعتی مرزی در استان اردبیل انجام گرفت و برای دستیابی به این هدف مشخصه‌های مختلف زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی و روش شباهت به گزینه ایده‌آل در جهت امکان‌سنجی شهرک صنعتی مرزی مورد توجه قرار گرفت. معیارهای مختلفی همچون شرایط اقلیمی، شکل زمین، کاربری اراضی، مناطق حفاظت شده، جاده‌ها و راهها، ساختارهای زیربنایی، روند توسعه صنعتی، نیروی فعال بیکار، وجود منابع اولیه تولید و غیره استفاده گردید و بعد از انجام محاسبات و الگوریتم‌ها نتایج به این صورت مشخص گردید که استفاده از دو روش در مکان‌یابی شهرک صنعتی مرزی تفاوت معناداری با هم نداشتند. بطوری‌که در هر دو روش شهرستان نمین به‌عنوان ایده‌آل‌ترین گزینه برای احداث شهرک صنعتی مرزی مشخص گردید.

کلیدواژه‌ها: شهرک صنعتی مرزی، امکان‌سنجی، استان اردبیل، AHP-TOPSIS.

مقدمه

هنگامی که با مشکلی برای پیدا کردن یک مکان مناسب مواجه می شویم، تصمیم‌گیرندگان از تنوع وسیعی از فاکتورها شامل شرایط مکان، شرایط اقتصادی و شرایط عملیاتی استفاده می‌کنند. مسایل متنوع زیست‌محیطی و پیچیدگی که در روند شکل‌گیری و حل آنها وجود دارد، تصمیم‌گیری و فرآیند سیاست‌گذاری مبتنی بر اطلاعات جامع و مدل‌سازی آنها را ضروری می‌سازد (Makowski, 2002: 2). ارتباط متقابل بین مسائل زیست‌محیطی، صنعتی، اجتماعی و سیاسی و رشد سریع تغییرات، بر پیچیدگی سیستم‌های ناحیه‌ای می‌افزاید. توسعه‌ی گردشگری، حفظ مناظر زیبای طبیعی، گسترش مناطق حفاظت شده زیست‌محیطی و مکان‌یابی مراکز خدماتی، کارخانجات، واحدهای تولیدی و انبارها و غیره موضوعاتی می‌باشند که اکثر برنامه‌ریزان فضایی با آن سرو کار دارند. رهیافت‌های پایه برای مکان‌یابی محل استقرار هر یک از این فعالیت‌ها، مستلزم در نظر گرفتن مجموعه‌ای از عوامل محدودکننده مانند شیب، ارتفاع، مناطق حفاظت شده محیط زیست و غیره و نیز عوامل تقویت‌کننده مانند دسترسی به منابع، راهها، بازارها، اراضی مناسب و غیره می‌باشند (Keneth, 2000: 16). هر کشوری که بخواهد در راه صنعتی شدن خودگام بر دارد ناچار است از لحاظ آمایش سرزمین و تقسیم نیروی کار در مناطق مختلف کشور با هدف توسعه‌ی صنعتی محورها و قطب‌ها، مکان‌های دارای تجمع واحدهای صنعتی به‌صورت شهرک یا مجتمع انتخاب و سازماندهی می‌کنند (Forstlid et al, 2002: 273). این سازماندهی متأثر از عواملی مانند رشد جمعیت، اشتغال، محدودیت زمین، حفاظت و توسعه‌ی محیط زیست و تعیین کاربری زمین‌های صنعتی می‌باشد. بدین ترتیب از رشد بی‌رویه‌ی صنعت در برخی از نواحی و مناطق

مختلف بویژه از آلودگی محیط‌زیست جلوگیری می‌شود (Pooladdezh, 1997: 54; Chiu et al, 2004: 1038; Mirata et al, 2005: 993).

شرایط کنونی ایران و ایجاد شهرک‌ها و نواحی صنعتی در نقاط مختلف کشور حتی پس از تصویب قانون شرکت شهرک‌های صنعتی ایران نشان می‌دهد که نه تنها به مسأله‌ی آمایش سرزمین چه در مقیاس ملی یا منطقه‌ای، حتی در شرایط حاضر توجه نمی‌شود و تقسیم کار و محدوده‌ی وظایف از دیدگاه کارشناسی مطرح نیست بلکه سیاست‌ها و اعمال نفوذهای موجبات شکل‌گیری مشکلاتی در ارتباط با اجرای طرح آمایش سرزمین می‌شود (پولاددژ، ۱۳۷۳: ۲۸). این قضیه باعث تداخل در وظایف و کاهش کارایی نواحی و شهرک‌های صنعتی خواهد شد. با توجه به موارد مذکور روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره به‌عنوان علم و فن مدیریت و تجزیه و تحلیل اطلاعات قادر است بسیاری از مشکلات مربوط به مکان‌یابی شهرک‌های صنعتی را رفع کند. روش‌ها و الگوریتم‌های مختلفی برای انجام مکان‌یابی توسط محققان انجام شده است

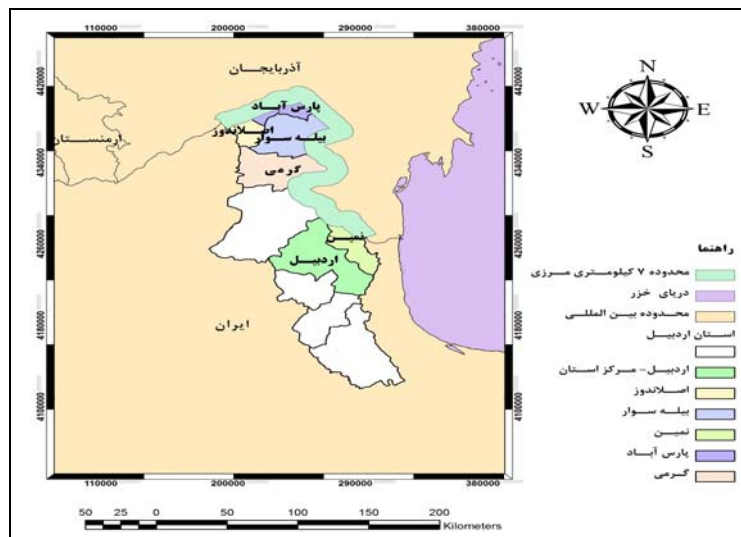
(Densham et al, 1988: 57; Witlox et al, 2000: 23; Jaszkievicz, 2002: 50; Brookes, 2001: 539; Sial et al, 2006: 974; Nidumolu et al, 2006: 187).

استفاده از روش‌های مختلف علمی و به خصوص نرم‌افزارهای مختلف در جهت کاربردی‌تر و علمی‌تر نمودن پروژه‌ها از نیازمندی‌ها و اصول اولیه و مطمئن برای دستیابی به نتیجه‌ی درست و واقعی بر اساس معیارهای متفاوت در حال توسعه می‌باشد، یکی از این روش‌ها روش تحلیل سلسله مراتبی یا AHP می‌باشد که از منطق‌های ریاضی تبعیت می‌کند (فتائی، ۱۳۸۸: ۱۵۰). این روش از طریق میانگین هندسی وزن‌ها عمل می‌نماید. بطوری‌که نرم‌افزار بعد از وارد نمودن وزن‌ها از طریق معادلات ریاضی حاکم بر این روش، نتیجه‌ی نهایی یا وزن

می‌تواند از لحاظ ایجاد یک شهرک صنعتی مرزی مورد بررسی قرار گیرد. میزان صادرات حاصل از منطقه می‌تواند نوع مدیریت، ایجاد و احداث صنایع در یک شهرک صنعتی مرزی را تحت تأثیر قرار دهد. در این مطالعه علاوه بر امکانات و شرایط اکولوژیکی لازم در ایجاد شهرک صنعتی نیازهای کشورهای همسایه به منابع مختلف نیز بررسی و در روند ایجاد شهرک صنعتی مدنظر قرار گرفت. برای این منظور مشخصه‌های مختلف زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و روش شباهت به گزینه ایده‌آل در جهت امکان‌سنجی شهرک صنعتی در مناطق مرزی استان اردبیل که شامل شهرستان‌های نمین، گرمی، بيله سلوار، پارس‌آباد و اصلاندوز می‌باشد (شکل ۱) مورد توجه قرار گرفت. هدف اصلی این تحقیق ضمن انتخاب بهترین گزینه برای احداث شهرک صنعتی مرزی در استان اردبیل مقایسه نتایج حاصل از دو روش نیز مدنظر می‌باشد.

نهایی را برای هر یک از گزینه‌ها (در این مطالعه شهرها) به صورت ضریب وزن معیارها بر وزن گزینه در آن معیار، وزن نرمالی به دست می‌دهد که این وزن جهت رتبه‌بندی نهایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش به صورت تئوری و عملی در موقعیت‌های مختلف تصمیم‌گیری که شامل تصمیم‌گیری‌های مکانی نیز می‌باشد امتحان شده است (Malczewski, 1999: 78). روش TOPSIS نیز از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره می‌باشد که گزینه‌ها را نسبت به نزدیکی به شرایط ایده‌آل رتبه‌بندی می‌نماید. در تحقیقی توسط فرناندز و همکاران (۲۰۰۹) از مدل تلفیقی هم پوشانی شاخص و روش وزن دهی تحلیل سلسله مراتبی برای ساده‌سازی فرآیند تصمیم‌گیری و مکان‌یابی شهرک‌های صنعتی استفاده شده است.

استان اردبیل به دلیل قرار گرفتن در منطقه‌ای مرزی و همسایگی با کشور جمهوری آذربایجان و وجود گمرکات و صادرات به کشورهای مختلف



شکل ۱: موقعیت شهرستان‌های مرزی در استان اردبیل نسبت به کشور جمهوری آذربایجان

مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۹۰

روش تحقیق

تحقیق حاضر مطالعه‌ای از نوع توصیفی-تحلیلی می‌باشد. به منظور دستیابی به هدف تعیین مکان مناسب و درجه‌بندی اولویت‌آنها، ماتریس تصمیم‌گیری در AHP تشکیل شد. بطوری که برای به‌دست آوردن وزن نهایی هر گزینه مکانی، ابتدا وزن نرمال هر معیار بر وزن نرمال گزینه‌ها در همان معیار ضرب شد و سپس مجموع وزن‌های به‌دست آمده بر تعداد معیارها تقسیم گردید و وزن نهایی برای هر گزینه به‌دست آمد. همه‌ی مراحل بالا طوری در نرم‌افزار تنظیم گردید که ارجحیت در گزینه‌ها نسبت به معیارها در اولویت باشد. این مراحل با کمترین خطا و از طریق نرم‌افزار Export Choice انجام گردید.

همچنین برای روش TOPSIS ابتدا ماتریس تصمیم‌گیری بر اساس آمارها و اطلاعات جمع‌آوری شده تشکیل و سپس ماتریس مورد نظر بی‌بعد گشته و بر اساس روابط ریاضی به تعیین فاصله اقلیدسی از گزینه ایده‌آل در هر معیار پرداخته و سپس برحسب میزان نزدیکی گزینه‌ی نهایی مشخص می‌گردد.

معیارهای مورد بررسی

۱- پارامترهای زیست‌محیطی

الف- شرایط اقلیمی

در احداث یک شهرک صنعتی میزان بارندگی کمتر امتیاز بیشتری را به منطقه‌ی مورد نظر می‌دهد. بارندگی تأثیر خود را در ساخت و ساز و ایجاد امکانات خواهد داشت (هاشمیان، ۱۳۸۷: ۹۲). همچنین عامل دیگر اقلیمی مؤثر در بهره‌برداری از یک شهرک صنعتی روزهای یخبندان می‌باشد، بطوری که اگر روزهای یخبندان زیاد باشد و شرایط دمایی سرد حاکم باشد حمل و نقل و فعالیت‌های کاری و ساخت و ساز در آن منطقه را تحت تأثیر قرار خواهد داد.

ب- شکل زمین

توپوگرافی یا شکل زمین عامل بسیار مهم و کلیدی در جهت ساخت و ساز و جریان‌های خروجی و توسعه می‌باشد. ابعاد بررسی آن به دلیل کاربری اراضی، زهکشی، جریان‌ات آبی، میزان نفوذ شیرابه‌ها در آب‌های زیرزمینی و غیره مورد نظر می‌باشد. مناطق موجود در ارتفاع‌های بسیار زیاد در کوه‌ها و تپه‌ها می‌تواند خصوصیات از جمله شیب زیاد و سنگ‌های آذرین داشته باشد که نمایانگر عمق کم خاک و فرسایش زیاد در این مناطق است. مناطق مسطح به دلیل شیب کمتر و در نتیجه هزینه آماده‌سازی کمتر در ایجاد شهرک صنعتی یکی از پارامترهای تأثیرگذار در انتخاب محل شهرک صنعتی می‌باشد.

ج- زمین‌شناسی

خطوط گسلی به عنوان خطوط لرزه‌خیز در برنامه‌ریزی‌ها و توسعه اهمیت دارد. شکستگی‌های حاصل از گسل می‌تواند در جهات مختلف تأثیرات زیادی در رسوبات و سنگ‌های منطقه داشته باشد. رعایت حریم‌های قانونی و خودداری از احداث و توسعه صنایع در این مناطق از عوامل مؤثر در امکان‌سنجی شهرک صنعتی مرزی می‌باشد. لذا باید از ایجاد و برنامه‌ریزی برای توسعه بر روی خطوط گسل و در مکان‌های دارای فعالیت‌های تکتونیک خودداری کرد (هاشمیان، ۱۳۸۷: ۸۷).

د- آب‌های سطحی و زیر زمینی

در استقرار شهرک صنعتی هر چقدر عمق آب‌های زیرزمینی بیشتر باشد تأثیر حاصل از آلودگی‌های صنایع بر آب‌ها بسیار کمتر خواهد بود. از سوی دیگر دسترسی به منابع آبی یکی از عوامل مهم در امکان احداث شهرک صنعتی بایستی مد نظر قرار گیرد.

ح- محیط بیولوژیکی

ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است که در این مطالعه مد نظر قرار گرفته است.

پوشش گیاهی مانعی در برابر فرسایش خاک می‌باشد و تراکم گیاهی در روند خاک‌سازی و کاهش فرسایش خاک موثرترین عامل می‌باشد. پوشش گیاهی در پی تعادل بیولوژیکی گونه‌های موجود و محیط طبیعی به وجود می‌آید و در بسیاری از موارد نقش انسان نیز دارای اهمیت می‌باشد.

و- کاربری اراضی**۲- پارامترهای اقتصادی و اجتماعی**

توجه به ابعاد مسائل اقتصادی و اجتماعی و توسعه‌بخش زیربنایی در توسعه هر بخش ضرورتی انکارناپذیر است (رزمی و همکاران، ۱۳۸۱: ۴۳). لذا پارامترهای اقتصادی- اجتماعی که در امکان‌سنجی شهرک صنعتی مرزی در استان اردبیل مورد توجه قرار گرفت به شرح زیر می‌باشد:

وضعیت حاصل از کاربری‌های مختلف هم می‌تواند از لحاظ احداث صنایع و هم از لحاظ تأثیرات زیست محیطی مورد نظر می‌باشد. اراضی جنگلی و کشاورزی نباید به کاربری صنعتی اختصاص یابد و هم چنین توسعه در واحدهایی از سرزمین باید صورت پذیرد که در فرآیند آن حداقل آسیب به پوشش گیاهی برسد.

ز- مناطق حفاظت شده**الف- جاده‌ها و راهها**

توسعه‌ی راهها و زیرساخت‌ها و اتصال نقاط مختلف شهری به منظور حمل‌ونقل کالا و دسترسی به امکانات از لازمه‌های توسعه است. وجود راههای ارتباطی برای دسترسی سریع‌تر و آسان‌تر به مرکز استان و سایر نقاط کشور و بخصوص مبادی تبادلات کالا از بنادر و گمرکات بسیار پر اهمیت می‌باشد و در استقرار شهرک صنعتی مرزی مورد توجه قرار گرفته است. همچنین با توجه به اینکه یکی از مسایل اقتصادی در احداث شهرک صنعتی راه دسترسی می‌باشد لذا وجود راههای دسترسی به‌عنوان یکی دیگر از معیارهای مربوط به ایجاد شهرک صنعتی مد نظر قرار گرفته است.

پرنندگان و پستانداران از نیازهای اکولوژیک یک منطقه به‌شمار می‌روند. جنبه‌های حفاظتی حیات‌وحش یک منطقه می‌تواند بر اکوسیستم منطقه تاثیر بگذارد. درحالی‌که ایجاد و احداث صنایع مختلف بر مناطق حفاظتی تأثیر بسیار شگرفی دارد. آلودگی و سرو صدای حاصل از صنایع و سر و صدای حاصل از حمل و نقل در منطقه باعث مهاجرت حیات وحش از منطقه و یا باعث نابودی می‌گردد. بسیاری از گونه‌های وحشی تنها متعلق به مناطق خاصی هستند و فقط در این مناطق امکان ادامه زندگی و حیات آنها وجود دارد در صورتی‌که در نزدیکی این مناطق، منطقه‌ای صنعتی احداث شود، اکوسیستم منطقه نابوده شده و موجودات را به سوی انقراض محلی و منطقه‌ای می‌کشاند. حذف مناطق حفاظت شده، پارک‌های ملی، آثار طبیعی ملی و غیره. از مناطق دارای امکان احداث شهرک صنعتی

ب- وجود منابع اولیه تولید

جهت ایجاد منابع مصرفی الزامی است و هرچه در منطقه منابع مواد اولیه بیشتر باشد دارای امتیاز بیشتری است.

ج- نیروی فعال بیکار

میزان نیروی فعال و بیکار در مناطق مورد بررسی جهت دسترسی به نیروی کار ارزان یکی از معیارهای انتخاب محل احداث شهرک صنعتی مرزی مورد ارزیابی قرار گرفت.

د- مهاجرت

تأثیر توسعه‌ی صنعتی در مناطق مختلف شهری و روستایی در جلوگیری و کاهش مهاجرت یک عامل غیر قابل انکار می‌باشد. لذا در مناطق مورد بررسی تأثیر احداث شهرک صنعتی مرزی در جلوگیری و کاهش مهاجرت به عنوان یک عامل دیگر در انتخاب شهرک صنعتی مرزی مورد توجه قرار گرفت.

ح- ساختارهای زیر بنایی

از ملزومات لازم برای احداث شهرک‌های صنعتی وجود ساختارهای زیربنایی می‌باشد. نزدیکی شهرک‌ها باید به زیرساخت‌ها (شبکه لوله‌های انتقال گاز و نیرو و غیره) در واحد سرزمین از عوامل مؤثر در امکان‌سنجی شهرک صنعتی مرزی مورد توجه قرار گرفت. بعد از رعایت حریم قانونی و مجاز از شبکه‌های انتقال، شهرک‌ها در نزدیکترین مکان نسبت به این زیرساخت‌ها احداث می‌شوند و این مناطق دارای اولویت می‌باشند.

و- روند توسعه صنعتی

از ملزومات اصلی امکان‌سنجی شهرک‌های صنعتی می‌باشد. وجود صنایع مختلف در بخش‌های مختلف نشان‌دهنده‌ی هماهنگی ایجاد صنایع با طرح‌های آمایش سرزمین می‌باشد. میزان بهره‌برداری از منابع اولیه با رویکرد بر طرح‌های آمایش سرزمین باید در حدی باشد که موجب تخریب و نابودی منابع اولیه نشود. میزان مجوزهای صادره به صنایع مختلف، نمایانگر وجود منابع اولیه کافی در منطقه و متناسب با نیازهای منطقه می‌باشد و هر چقدر میزان توسعه صنعتی بیشتر باشد نمایانگر تناسب منطقه جهت امکان‌سنجی و احداث شهرک صنعتی می‌باشد.

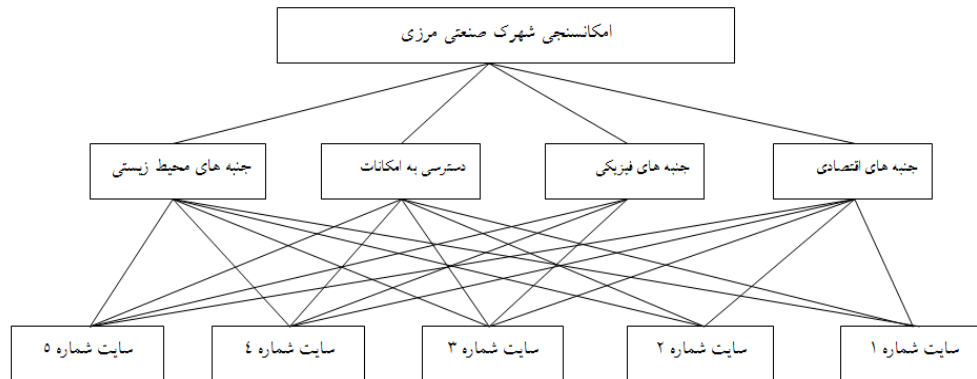
ز- وجود مناطق باستانی و گردشگری

مانعی در جهت ایجاد صنایع می‌باشد و وجود این مناطق در سطوح وسیع‌تر به عنوان یک عامل محدودکننده عمل می‌نماید.

روش‌های مورد بررسی

اولویت‌بندی شهرستان‌ها با استفاده از روش AHP

تحلیل سلسله مراتبی، ابزاری است که به‌طور گسترده در تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده شده و نخستین بار توسط ساعتی مطرح شده است (Saaty, 1980: 20). در این مطالعه ابتدا عوامل مهم مؤثر در استقرار شهرک صنعتی مرزی با استفاده از نظرات کارشناسان و متخصصان امر (کارشناسان شرکت شهرک‌های صنعتی ایران، صنعتگران، تاجران و اساتید) تعیین گردید. سپس با استفاده از نظرات کارشناسان امر اهمیت نسبی و در نهایت وزن نرمال هر یک از این معیارها نسبت به همدیگر در احداث شهرک صنعتی مرزی تعیین گردید. سپس بر اساس وضعیت موجود هر یک از شهرهای مورد مطالعه نسبت به این پارامترها وزن‌های نهایی شهرها تعیین گردید. این متغیرها با استفاده از مدل AHP از طریق نرم‌افزار Export Choice ارزش‌گذاری شد تا درجات تناسب محیطی برای احداث شهرک صنعتی مرزی در استان اردبیل مشخص شوند. هرگاه از AHP به عنوان ابزار تصمیم‌گیری استفاده شود، برنامه‌ریز در آغاز باید یک درخت سلسله مراتب مناسبی که بیان‌کننده‌ی مسأله تحت مطالعه است، فراهم کند. AHP اغلب دارای سه سطح سلسله مراتبی است. بنابراین سلسله مراتب تصمیم را به صورت درختی که با توجه به مسأله تحت بررسی دارای سطوح متعدد است، تعریف می‌کنند (شکل شماره ۲).



شکل ۲: درخت سلسله مراتب تصمیم‌گیری برای امکان‌سنجی شهرک صنعتی مرزی استان اردبیل

مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۹۰

- استاندارد نمودن داده‌ها و تشکیل ماتریس بی بعد (جدول شماره ۲).

- تعیین وزن شاخص‌ها (جدول شماره ۳)

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

- ضرب وزن شاخص‌ها بر ماتریس بی‌بعد:

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \dots & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \dots & w_n r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \dots & w_n r_{mn} \end{bmatrix}$$

- پیدا کردن حل ایده‌آل و غیر ایده‌آل بر اساس روابط

$$A^- = \{(m_i \text{inv}_{ij} | j \in J), (m_i \text{axv}_{ij} | j \in J)\} \quad \text{زیر:}$$

$$A^- = (v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-)$$

$$A^+ = \{(m_i \text{axv}_{ij} | j \in J), (m_i \text{nv}_{ij} | j \in J)\}$$

$$A^+ = (v_1^+, v_2^+, \dots, v_n^+)$$

همچنین نرخ ناسازگاری مکانیزمی است که به وسیله‌ی آن اعتبار پاسخ‌پرسش‌شوندگان به ماتریس‌های مقایسه‌ای مورد سنجش قرار می‌گیرد. این مکانیزم معین می‌کند که پاسخ پرسش‌شوندگان به مقایسه‌ی زیر معیارها با جایگزین‌ها چه اندازه اعتبار منطقی دارد. در فرایند تحلیل سلسله مراتبی میزان نرخ ناسازگاری قابل تحمل کمتر از ۰/۱ در نظر گرفته شده است (نیکمردان، ۱۳۸۶: ۶۹).

اولویت‌بندی شهرستان‌ها با استفاده از TOPSIS

مفیدترین روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره روش TOPSIS در بررسی مسایل جهان واقعی است که ابتدا توسط هوآنگ و یون مطرح شد (Hwang & Yoon, 1981: 270).

در این مورد اطلاعات حاصل برای تشکیل ماتریس بی بعد از سالنامه آماری و نقشه‌های موجود استفاده گردید. مراحل روش TOPSIS به شرح ذیل می‌باشد:

- تشکیل ماتریس داده‌ها بر اساس n شاخص و m گزینه (جدول شماره ۱).

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{kj}^2}}$$

- به دست آوردن فاصله‌ی گزینه‌ها از حل ایده‌آل مثبت و منفی (فواصل اقلیدسی):

$$s_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2}$$

$$s_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}$$

- رتبه‌بندی گزینه‌ها بر اساس میزان (C_i) که میزان فوق بین صفر و یک در نوسان است. (C_i) برابر با ۱ نشان‌دهنده‌ی بالاترین رتبه و (C_i) برابر با صفر نیز نشان‌دهنده‌ی کمترین رتبه است (طاهرخانی، ۱۳۸۶: ۱۸۰).

- محاسبه‌ی نزدیکی نسبی به گزینه‌های ایده‌آل:

$$c_i^+ = \frac{s_i^-}{s_i^- + s_i^+}$$

جدول ۱: ماتریس ۱۵ معیاری و ۵ گزینه‌ای برای شهرک صنعتی مرزی

	X1***	X2***	X3**	X4**	X5*	X6**	X7*	X8**	X9*	X10*	X11*	X12*	X13*	X14*	X15*
پارس‌آباد	30.2	24	90	0	2	34	1	3	4849	22	50	8	48	20	100
اصلاندوز	30.2	24	75	8	1	79	2	0	734	1	30	5	38	20	47
نمین	21.7	76	70	12	228	50	2	43	2638	30	50	17	63	35	134
گرمی	32	51	40	43	272	33	2	9	2006	17	40	12	42	15	198
بيله‌سوار	41.2	23	85	53	45	75	1	13	2587	13	60	8	45	12	93

(منابع: * بر اساس سالنامه آماری استان اردبیل ** بر اساس نقشه‌های موجود منطقه *** بر اساس اطلاعات سازمان هواشناسی استان اردبیل)

جدول ۲: ماتریس بی بعد شهرک صنعتی مرزی

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15
پارس‌آباد	0.4262	0.2393	0.5432	0	0.0055	0.2638	0.2673	0.0653	0.7506	0.5124	0.4746	0.3305	0.4475	0.4088	0.3581
اصلاندوز	0.4262	0.2393	0.4526	0.1146	0.0027	0.6129	0.5347	0	0.1136	0.0232	0.2847	0.2066	0.3542	0.4088	0.1683
نمین	0.3063	0.7578	0.4225	0.1719	0.6372	0.3879	0.5347	0.9366	0.4083	0.6988	0.4746	0.7024	0.5873	0.7621	0.4805
گرمی	0.4525	0.5087	0.2414	0.6163	0.7602	0.256	0.5347	0.196	0.3105	0.3959	0.3796	0.4958	0.3915	0.3066	0.709
بيله‌سوار	0.5815	0.2293	0.513	0.7596	0.1257	0.5819	0.2673	0.2831	0.4004	0.3028	0.5695	0.3305	0.4195	0.2452	0.3312

مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۹۰

جدول ۳: وزن گزینه‌ها

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15
W=	0.01	0.011	0.145	0.157	0.021	0.056	0.195	0.07	0.019	0.017	0.035	0.018	0.131	0.016	0.099

مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۹۰

جدول ۴: ضرب ماتریس بی بعد در وزن گزینه‌ها

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15
پارس‌آباد	0.0042	0.0026	0.0787	0	0.00011	0.0147	0.0521	0.0045	0.0142	0.0087	0.0166	0.0059	0.0586	0.0065	0.0354
اصلاندوز	0.0042	0.0026	0.0656	0.0179	0.00005	0.0343	0.1042	0	0.0021	0.00039	0.0099	0.0037	0.0464	0.0065	0.0166
نمین	0.0036	0.0083	0.0612	0.0269	0.0133	0.0217	0.1042	0.0655	0.0077	0.0118	0.0166	0.0126	0.0769	0.0121	0.0475
گرمی	0.0045	0.0055	0.035	0.0967	0.0159	0.0143	0.1042	0.0137	0.0058	0.0067	0.0132	0.0089	0.0512	0.0049	0.0701
بيله‌سوار	0.0058	0.0025	0.0743	0.1192	0.0026	0.0325	0.0521	0.0198	0.0076	0.0051	0.0199	0.0059	0.0549	0.0039	0.0327

مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۹۰

آنالیز و تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این مطالعه از ۱۵ معیار در زمینه‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی، محیطی و صنعتی برای امکان‌سنجی شهرک صنعتی مرزی استفاده گردید (جدول شماره ۵).

با توجه به شرایط متفاوت هریک از شهرهای مورد مطالعه، این شهرها از نظر پارامترهای مورد ارزیابی، امتیازات مختلفی را به خود اختصاص دادند. نتایج حاصل از این ارزیابی‌ها در جداول شماره ۶ ارائه شده است.

جدول ۵: ماتریس مقایسه‌ی زوجی معیارهای مورد ارزیابی در امکان‌سنجی شهرک صنعتی مرزی استان اردبیل

معیار	متوسط بارش سالیانه	متوسط روزهای یخبندان	شیب جغرافیایی	وجود گسل	عمق آبخوان‌های زیر زمینی	تراکم پوشش گیاهی منطقه	وجود مناطق حفاظت شده	کاربری اراضی غالب در منطقه	نیروی فعال بیکار	روند توسعه‌ی صنعتی در منطقه	دسترسی به منابع اولیه تولید	وجود مناطق باستانی و گردشگری	توزیع تسهیلات و تأسیسات زیر بنایی	میزان مهاجرت	وجود راههای ارتباطی	وزن نرمال هر معیار
متوسط بارش سالیانه	۱	۱/۲	۱/۹	۱/۹	۱/۳	۱/۵	۱/۹	۱/۷	۱/۵	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۷	۱/۷	۰/۰۱
متوسط روزهای یخبندان		۱	۱/۹	۱/۹	۱/۳	۱/۵	۱/۹	۱/۷	۱/۵	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۷	۱/۷	۰/۰۱۱
شیب جغرافیایی			۱	۱	۷	۵	۱	۳	۷	۵	۵	۷	۱	۹	۳	۰/۱۴۵
وجود گسل				۱	۷	۷	۱	۳	۹	۹	۹	۹	۱	۹	۱	۰/۱۵۷
عمق آب‌های زیرزمینی					۱	۱/۳	۱/۹	۱	۱	۱	۱/۳	۱	۱/۹	۱	۱/۷	۰/۰۲۱
تراکم پوشش گیاهی						۱	۱/۹	۱	۵	۳	۱	۵	۱/۳	۹	۱	۰/۰۵۶
وجود مناطق چهارگانه حفاظت محیط زیست							۱	۷	۹	۹	۹	۹	۱	۹	۳	۰/۱۹۵
کاربری اراضی غالب منطقه								۱	۵	۷	۳	۹	۱/۳	۷	۱	۰/۰۷
نیروی فعال بیکار									۱	۱	۱/۳	۱	۱/۷	۱	۱/۷	۰/۰۱۹
روند توسعه صنعتی در منطقه										۱	۱/۳	۱/۳	۱/۹	۱	۱/۹	۰/۰۱۷
وجود منابع اولیه تولید											۱	۳	۱/۳	۳	۱/۵	۰/۰۳۵
وجود مناطق باستانی و گردشگری												۱	۱/۹	۱	۱/۷	۰/۰۱۸
توزیع تسهیلات و تأسیسات زیربنایی (خطوط آب، برق و گاز)													۱	۹	۱	۰/۱۳۱
میزان مهاجرت														۱	۱/۹	۰/۰۱۶
وجود امکانات ارتباطی (جاده ترانزیت اصلی، فرودگاه، راه‌آهن و غیره)															۱	۰/۰۹۹

Inconsistency ratio:0.07

جداول ۶: وزن دهی شهرها برای معیارهای مورد ارزیابی در روش AHP

وزن ترمال	اصلادوز	گرمی	پارس آباد	بيله سوار	نمین	معیار روند توسعه صنعتی در منطقه
۰.۴۸۸	۶	۵	۳	۴	۱	نمین
۰.۱۲۶	۳	۳	۱/۳	۱		بيله سوار
۰.۲۲۶	۲	۳	۱			پارس آباد
۰.۰۷۵	۱	۱				گرمی
۰.۰۷۵	۱					اصلادوز

وزن ترمال	اصلادوز	گرمی	پارس آباد	بيله سوار	نمین	معیار نیروی فعال بیکار
۰.۴۷۳	۳	۲	۵	۹	۱	نمین
۰.۰۵۷	۱/۴	۱/۳	۱/۲	۱		بيله سوار
۰.۱۱۵	۱	۱/۳	۱			پارس آباد
۰.۱۶۱	۱/۲	۱				گرمی
۰.۱۹۵	۱					اصلادوز

وزن ترمال	اصلادوز	گرمی	پارس آباد	بيله سوار	نمین	معیار وجود منابع اولیه تولید
۰.۶۲۰	۹	۹	۵	۷	۱	نمین
۰.۰۵۶	۱/۲	۱	۱/۴	۱		بيله سوار
۰.۱۸۵	۳	۳	۱			پارس آباد
۰.۰۵۵	۱/۲	۱				گرمی
۰.۰۸۵	۱					اصلادوز

وزن ترمال	اصلادوز	گرمی	پارس آباد	بيله سوار	نمین	معیار توزیع تسهیلات و تسهیلات زیر بنایی
۰.۶۶۴	۹	۹	۷	۹	۱	نمین
۰.۰۶۱	۱	۱	۱/۳	۱		بيله سوار
۰.۱۴۴	۲	۳	۱			پارس آباد
۰.۰۵۴	۱/۲	۱				گرمی
۰.۰۷۶	۱					اصلادوز

وزن ترمال	اصلادوز	گرمی	پارس آباد	بيله سوار	نمین	معیار وجود مناطق باستانی و گردشگری
۰.۴۰۹	۳	۴	۲	۴	۱	نمین
۰.۰۹۹	۱/۲	۱/۲	۱/۵	۱		بيله سوار
۰.۲۵۲	۱	۳	۱			پارس آباد
۰.۱۱۵	۱	۱				گرمی
۰.۱۵۴	۱					اصلادوز

وزن ترمال	اصلادوز	گرمی	پارس آباد	بيله سوار	نمین	معیار وجود مناطق حفاظت شده
۰.۱۷۱	۱/۲	۱	۲	۱/۳	۱	نمین
۰.۲۶۴	۲	۱	۱	۱		بيله سوار
۰.۱۵۱	۱/۲	۱	۱			پارس آباد
۰.۱۸۹	۱	۱				گرمی
۰.۲۳۵	۱					اصلادوز

وزن ترمال	اصلادوز	گرمی	پارس آباد	بيله سوار	نمین	معیار میزان مهاجرت
۰.۵۸۸	۷	۵	۵	۹	۱	نمین
۰.۰۶۱	۱	۱/۳	۱/۲	۱		بيله سوار
۰.۱۶۴	۳	۲	۱			پارس آباد
۰.۱۲۳	۳	۱				گرمی
۰.۰۶۳	۱					اصلادوز

وزن ترمال	اصلادوز	گرمی	پارس آباد	بيله سوار	نمین	معیار وجود گل در منطقه
۰.۴۱۷	۳	۴	۲	۶	۱	نمین
۰.۱۰۴	۲	۲	۱/۴	۱		بيله سوار
۰.۳۳۱	۵	۶	۱			پارس آباد
۰.۰۶۰	۱/۲	۱				گرمی
۰.۰۸۸	۱					اصلادوز

وزن ترمال	اصلادوز	گرمی	پارس آباد	بيله سوار	نمین	معیار کلیبری ارضی قالب در منطقه
۰.۴۱۲	۳	۲	۵	۴	۱	نمین
۰.۱۱۰	۱/۲	۱/۳	۱/۳	۱		بيله سوار
۰.۰۶۶	۱/۲	۱/۳	۱			پارس آباد
۰.۲۷۳	۳	۱				گرمی
۰.۱۳۸	۱					اصلادوز

وزن ترمال	اصلادوز	گرمی	پارس آباد	بيله سوار	نمین	معیار تراکم پوشش گیاهی منطقه
۰.۴۱۹	۳	۲	۴	۵	۱	نمین
۰.۱۳۴	۲	۱/۳	۱/۲	۱		بيله سوار
۰.۰۶۰	۱/۳	۱/۴	۱			پارس آباد
۰.۲۷۶	۳	۱				گرمی

مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۹۰

ارزیابی، نتایج وزن نهایی با استفاده از روش AHP برای شهرها به شرح جدول شماره ۷ به دست آمد.

با توجه به وزن‌دهی‌های انجام شده و محاسبه میانگین هندسی کلیه وزن‌ها بر روی معیارهای مورد

امکانات و نزدیکی به مرکز استان و وجود راه‌های ارتباطی با مناطق دیگر کشور و هم‌چنین راه ارتباطی ترانزیت و نزدیکی به بندر آستارا و وجود صنایع پشتیبان در شهرستان اردبیل بیشترین امتیازات را هم از نظر روش AHP و هم TOPSIS به خود اختصاص داده است (شکل‌های شماره ۳ و ۴). همچنین نزدیکی این شهرستان به مرکز استان، آن را از نظر ارتباطات از لحاظ هوایی در موقعیت مناسبی قرار داده است. وجود نیروی بیکار فعال در منطقه باتوجه به عدم وجود زمین‌های مناسب زراعی در منطقه و در نتیجه مهاجرت بیشتر مردم منطقه به شهر اردبیل یا دیگر شهرهای کشور جهت فعالیت و امرار معاش علاوه بر ایجاد اشتغال در منطقه نیروی کار ارزان را برای شهرک صنعتی مرزی برای تولید محصول با قیمت مناسب فراهم می‌نماید. از سوی دیگر با توجه به برنامه‌ریزی لازم جهت احداث بازارچه‌ی مرزی در شهرستان نمین از لحاظ تبادلات مرزی این شهرستان را در موقعیت مناسبی قرار داده است. همچنین دسترسی راحت سرمایه‌گذاران به دلیل نزدیکی به مرکز استان و امکان استفاده خانواده شاغلین و سرمایه‌گذاران از تسهیلات خدماتی و رفاهی شهر اردبیل را می‌توان از دیگر دلایل به دست آمدن امتیاز بالا برای استقرار شهرک صنعتی مرزی در شهرستان نمین برشمرد. علاوه بر آن با توجه به اینکه شرایط سیاسی با کشورهای مختلف متأثر از سیاست‌های جهانی می‌باشد، لذا در صورت بروز مشکلات تبادلات مرزی با کشور همسایه پیش‌بینی استقرار شهرک صنعتی مرزی در محلی که بتوان شهرک صنعتی مرزی را از بحران‌های ناشی از این مسائل در زمان‌های بروز اختلافات سیاسی نجات داد امری الزامی می‌باشد. لذا شهرستان نمین به دلیل نزدیکی به بزرگراه‌های اردبیل به شمال و تهران و تبریز و دسترسی به راه آبی از طریق بندر آستارا و انزلی به سایر کشورهای حاشیه دریای خزر و همچنین راه ریلی

جدول ۷: نتایج نهایی ارزیابی شهرهای مرزی استان اردبیل برای

استقرار شهرک صنعتی مرزی روش AHP

وزن نهایی	شهرها (به ترتیب اولویت امتیاز)
۰/۳۴۴	نمین
۰/۲۱۵	پارس‌آباد
۰/۱۶۵	بيله‌سوار
۰/۱۴۲	اصلاندوز
۰/۱۳۵	گرمی

مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۹۰

و همچنین بر اساس روش TOPSIS به شکل زیر (جدول شماره ۸) اولویت‌بندی شد.

جدول ۸: نتایج نهایی ارزیابی شهرهای مرزی استان اردبیل برای

استقرار شهرک صنعتی مرزی با استفاده از روش TOPSIS

شهرها (به ترتیب اولویت امتیاز)	برحسب C_i
نمین	۰/۶۵۲
پارس‌آباد	۰/۶۴۴
اصلاندوز	۰/۴۹۶
بيله‌سوار	۰/۳۵۱
گرمی	۰/۳۱۸

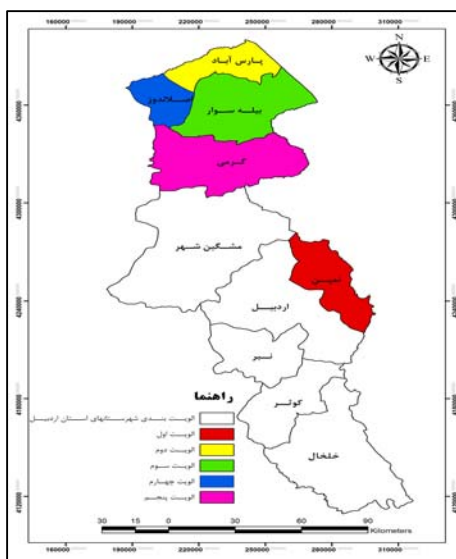
مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۹۰

نتیجه

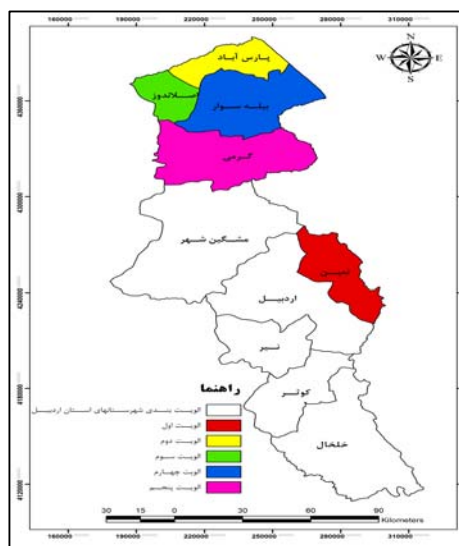
برای اولویت‌بندی گزینه‌های مکانی بر اساس اهداف مطالعه روش‌های مختلفی وجود دارد. تعیین مناسب‌ترین روش آنالیز همیشه سخت بوده و پژوهش‌های مختلف را تحت تأثیر قرار داده است. در بیشتر موارد نظرات کارشناسی و نظریات افراد خبره با توجه به تجربه‌ی کاری در پژوهش‌های مختلف توانسته است این نارسایی را رفع نماید. در این پژوهش نیز جهت رفع این مشکلات از دو روش AHP و TOPSIS برای کاهش تناقضات و تعیین نتیجه درست‌تر استفاده گردید. همچنین برای وزن‌دهی به اولویت‌ها در روش تحلیل سلسله مراتبی از نظرات کارشناسان و متخصصین و صاحب نظران از طریق وزن‌دهی و مقایسه زوجی معیارها نسبت به هم با استفاده از پرسشنامه اقدام گردید. همانطور که نتایج نشان داد شهرستان نمین با توجه به وجود

عواملی می‌باشد که احداث شهرک صنعتی مرزی در شهرستان نمین را تقویت می‌نماید.

که در آینده نه چندان دور در شهر اردبیل افتتاح خواهد گردید و برخورداری از فرودگاه اردبیل جهت رفع این مشکلات احتمالی در آینده، از جمله دیگر



شکل ۴: نمایش الویت‌بندی شهرستان‌ها به روش AHP
 مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۹۰



شکل ۳: نمایش الویت‌بندی شهرستان‌ها به روش TOPSIS
 مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۹۰

مناطق به حساب می‌آید. همانطور که قبلاً نیز اشاره گردید بایستی در استقرار شهرک صنعتی مرزی آینده نگرایی را نیز انجام داد و به مقوله ارتباطی با سایر مناطق کشور و سایر کشورهای حاشیه دریای خزر نیز پرداخت، بدین صورت که در صورت نبود روابط بین‌المللی و یا قطع شدن آن در یک برهه‌ی زمانی صنایع موجود در منطقه نباید به تناسب آن متحمل ورشکستگی باشند، بلکه باید موقعیتی فراهم باشد که امکان ارسال محصولات تولیدی به سایر مناطق فراهم باشد که به عدم وجود چنین دلیلی از دلایل دیگر اختصاص امتیاز پایین‌تر به این شهرها بوده است.

سپاسگزاری

از شرکت شهرک‌های صنعتی استان اردبیل به خاطر حمایت‌های مالی مطالعه‌ی حاضر سپاسگزاری می‌شود.

هر چند که شهرستان پارس آباد به دلیل وجود منابع و تولید محصولات کشاورزی کافی در این زمینه امتیاز بیشتری نسبت به سایر شهرستان‌ها داشته است، اما وجود شرایط اقلیمی (گرم و مرطوب) منطقه برای استقرار سرمایه‌گذاران غیربومی و بالا بودن سفره‌های آب‌های زیر زمینی و نیاز به هزینه‌های زهکشی و هم چنین عدم وجود نیروی کار ارزان به علت اشتغال مردم در اراضی مرغوب کشاورزی منطقه از سوی دیگر از جمله محدودیت‌های این شهرستان محسوب می‌گردد که باعث امتیاز پایین آن نسبت به شهرستان نمین گردیده است. علاوه بر این شهر، شهرهای همجوار آن یعنی مناطق اصلاندوز و بیله‌سوار نیز شرایط شبیه به شهرستان پارس آباد را دارا می‌باشند. بطوری که علاوه بر محدودیت‌های ذکر شده در بالا دور بودن منطقه از مرکز استان و فقدان امکانات ریلی و بزرگراه برای تامین مواد اولیه از دیگر مشکلات و محدودیت‌های این

- Jaszkiwicz, A (2002). "Genetic local search for multi-objective combinatorial optimization." *European Journal of operational Research*, Vol. 137.
- Hwang, C. L. and Yoon, K. (1981). "Multiple Attributes Decision Making Methods and Applications." Berlin: Springer.
- Kenneth, J. (2000). "Relocation of a manufacturing distribution facility from supply chain perspectives: a physical programming approach, advance in management science." JAI press.
- Malczewski, J. (1999). "GIS and Multi Criteria Decision Analysis," Edition John Wiley and sons INC.
- Makowski (2002). "Multi object decision support including sensitivity analysis." *Encyclopedia of life support*, EOLSS publishers.
- Mirata M. and Emtairah, T. (2005). "Industrial symbiosis networks and the contribution to environmental innovation: the case of the Landskrona industrial symbiosis programme." *Journal of Cleaner Production*, Vol. 13.
- Nidumolu, U. B., deBie, C., vanKeulen, H, Skidmore, A. K. and Harmsen, K. (2006). "Review of a land use planning programme through the soft systems methodology." *Land use Policy*, Vol. 23.
- Pooladdezh, M. (1997). "Industrial projects site selection and efficiency." 5th Ed. Perag Pub., Tehran, Iran.
- Sial, R. A., Chaudhary, M. F., Abbas, S. T., Latif, M. I. and Khan, A. G (2006). "Quality of effluents from Hattar Industrial Estate." Springer, *Journal of Zhejiang University - Science B*.
- Saaty, T. L (1980). "The Analytic Hierarchy Process." New York, NY: Mc Graw-Hill.
- Witlox, F. and Timmermans, H. J. P. (2000). "Matisse: a knowledge-based system for industrial site selection and evaluation." *Computers, Environment and Urban Systems*, Vol. 24, No. 1.

منابع

- پولاددژ، محمد (۱۳۷۳). اصول و مبانی آمایش سرزمین در بخش صنعت، شرکت شهرک‌های صنعتی ایران.
- رزمی، بهروز؛ ابراهیم فتائی؛ بهنام آزادی (۱۳۸۱). مزیت‌های نسبی منطقه استان اردبیل برای صادرات محصولات صنعتی استان اردبیل به کشورهای عضو آکو، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان اردبیل.
- طاهرخانی، مهدی (۱۳۸۶). کاربرد تکنیک تاپسیس در اولویت‌بندی مکانی استقرار صنایع تبدیلی کشاورزی در مناطق روستایی، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی. سال ششم. شماره سوم.
- فتائی، ابراهیم (۱۳۸۸). مکانیابی دفن زباله‌های شهری با استفاده از تکنولوژی GIS و AHP فصلنامه علوم محیطی. جلد ۶. شماره ۳.
- نیکمردان، علی (۱۳۸۶). معرفی نرم‌افزار Expert choice 11. انتشارات جهاد دانشگاهی. واحد صنعتی امیر کبیر.
- هاشمیان، فرهاد (۱۳۸۷). ارزیابی توان اکولوژیکی شهرستان اردبیل جهت توسعه‌ی صنعتی به روش ارزشیابی مکانمند، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، دانشکده محیط زیست و انرژی.
- Brookes, C. J (2001). "A genetic algorithm for designing optimal patch configurations in GIS." *International Journal of Geographical Information Science*, Vol. 15, No. 6.
- Chiu, ASF and Yong, G. (2004). "On the industrial ecology potential in Asian Developing Countries." *Journal of Cleaner Production*, Vol. 12.
- Densham, P. J. and Rushton, G (1988). "Decision support systems for locational planning." R. G. Golledge, and H. Timmermans (Eds.), *Behavioural Modelling in Geography and Planning*, London, England.
- Fernandez, I. and Ruiz, M. C. (2009). "Descriptive model and evaluation system to locate sustainable industrial areas." *Journal of Cleaner Production*, Vol. 17.
- Forslid, R. Haaland, J. I. and Midelfart, K. H (2002). "A U-shaped Europe? A simulation study of industrial location." *Journal of International Economics*, Vol. 57.

