تحلیل فضایی و مکان‌یابی شهرک صنعتی شهرستان جلفا با استفاده از مدل‌های AHP و ELECTRE

تاریخ دریافت مقاله : ۹۷/۰۱/۲۷ تاریخ پذیرش نهایی مقاله : ۹۷ /۰۳/۳۱

فریبا کرمی* (استاد گروه پژوهشی جغرافیا، دانشگاه تبریز)
ابوالفضل قنبری (دانشیار گروه پژوهشی جغرافیا، دانشگاه تبریز)
معصومه علیرضایی (کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی آمایش سرزمین، دانشگاه تبریز)

چکیده

مکان مناسب برای استقرار فعالیت‌های صنعتی یکی از ضرورت‌های توسعه صنعتی به شمار می‌رود، بنابراین پرداختن به موضوع مکان‌یابی و ارزیابی اینکه تا چه حد مکان گزینی شهرک‌های صنعتی مناسب است و وضعیت این شهرک‌ها نسبت به همدیگر و نسبت به مکان گزینی مطلوب چگونه است مهم می‌باشد. هدف اصلی این تحقیق، تحلیل فضایی و مکان‌یابی شهرک صنعتی شهرستان جلفا با استفاده از روش‌های تلفیقیAHP و ELECTRE می‌باشد. نوع تحقیق کاربردی و روش تحقیق توصیفی- تحلیلی بوده و برای جمع‌آوری داده‌ها از مطالعات اسنادی، کتابخانه‌ای و روش دلفی استفاده شده است. به‌طوری‌که بعد از انتخاب معیارهای اولیه، در چهار گروه طبقه‌بندی شدند. سپس سؤالات و پرسشنامه تدوین گردید. در روش دلفی از ۲۰ نفر از کارشناسان و متخصصان نظرخواهی به‌عمل آمد. به این ترتیب داده‌ها جمع‌آوری و مورد استفاده قرار گرفتند. برای تلفیق معیارها و زیرمعیارها به منظور شناسایی و تعیین وزن آنها از مدلAHP در محیط نرم‌افزار Expert choice استفاده گردید. در مرحله بعد با اعمال وزن‌های حاصل از مدلAHP در محیط GIS به پهنه‌بندی اراضی شهرستان جلفا اقدام شد. سپس پهنه‌های کاملاً مناسب بالای ۵۰ هکتار انتخاب و با استفاده از مدل ELECTRE با توجه به ۱۶معیار مهم دخیل در مکان‌یابی بهینه شهرک‌های صنعتی، ارزیابی و رتبه‌بندی شد و مناسب‌ترین مکان‌ها در راستای ارزیابی مکان فعلی شهرک صنعتی شهرستان جلفا مورد شناسایی قرار گرفت. نتایج حاصل از مقایسه پهنه‌های انتخاب شده برای استقرار شهرک صنعتی با مکان فعلی آن، نشان داد که مکان فعلی شهرک صنعتی در شهرستان جلفا با اصول و ضوابط مکان‌یابی مطابقت ندارد. از ویژگی‌های مکان پیشنهادی برای احداث شهرک صنعتی در شهرستان جلفا، این منطقه با مساحت ۸۳ هکتار، در ارتفاع ۹۸۷ متری از سطح دریاهای آزاد و در زمین‌هایی با شیب ۲ درصد قرار دارد. لازم به ذکر است که به دلیل وجود میکروگسل‌های زیاد در منطقه جلفا، مکان پیشنهادی در فاصله۱۸۹۷/۳۷ متری از گسل‌های موجود، به دور از زمین‌های کشاورزی، باغات و جنگل و از نظر سنگ شناسی در زمین‌های مقاوم قرار گرفته است.

واژه‌های کلیدی: تحلیل فضایی، مکان‌یابی شهرک صنعتی، مدل‌های، AHP، ELECTRE، شهرستان جلفا.

* نویسنده رابط:fkarami@tabrizu.ac.ir

۱– مقدمه

تحلیل فضایی عمدتاً شامل استفاده از روش‌ها و فرایند کمی در تحلیل آرایش فضایی پدیده‌ها یا پراکندگی‌ها است (علیجانی، ۱۳۹۴، ۲). تحلیل فضایی را می‌توان کاربرد روش‌های کمی در مطالعه‌ی دقیق و عمیق الگوی نقطه‌ای، خطی و مساحتی بر روی نقشه بیان کرد (هجستراند، ۱۹۷۳، ۶۳ به نقل از علیجانی، ۱۳۹۴، ۲). در این راستا، مکان‌یابی، فرایند یافتن سایت‌های مناسب برای استقرار یک پروژه، بسته به معیارهای محیطی و اجتماعی – اقتصادی آن منطقه می‌باشد (Taibi and Atmani, 2017, 60). مکان‌یابی صنایع نیز یکی از تصمیمات کلیدی در فرایند شروع، گسترش یا تغییر محل همه سیستم‌های صنعتی است. یکی از اهداف اصلی مکان‌یابی صنایع، پیدا کردن مناسب‌ترین مکان طبق معیارهای انتخابی می‌باشد (Rikalovic et al, 2014,1054). انتخاب بهترین محل مهمترین عامل در راستای موفقیت اهداف اصلی و به حداقل رساندن تأثیرات منفی اجتماعی و محیطی در آن منطقه است (Fernando et al, 2015, 172). مکان‌یابی مناطق صنعتی با در نظر گرفتن تأثیرات اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی، عاملی کلیدی در برنامه‌ریزی منطقه است. مکان مناسب برای استقرار صنعت می‌بایست جهت هماهنگی فواید اقتصادی با مسائل زیست محیطی، دامنه وسیعی از معیارها را مد نظر داشته باشد. از دیدگاه برنامه‌ریزان توسعه منطقه‌ای، شهرک‌های صنعتی منجر به اشتغال‌زایی، جلوگیری از مهاجرت افراد منطقه، متوازن نمودن سیاست‌های توسعه (مطیعی لنگرودی، ۱۳۸۰، ۲۴) حمایت از رشد سریع صنایع، جذب سرمایه‌های داخلی و خارجی و کاهش سرمایه‌گذاری اولیه برای ایجاد زیرساخت‌های تولیدی می‌باشد (عباسی نژاد و عبدلی، ۱۳۸۶، ۶۴؛ نصراللهی و صالحی، ۱۳۹۱، ۹۴). از آنجا که مکان‌یابی نیاز به اطلاعات زیادی دارد، حجم بزرگی از اطلاعات جزئی برای معرفی مکان‌های مختلف باید جمع‌آوری، ترکیب و تجزیه و تحلیل شوند تا ارزیابی صحیحی از عواملی که ممکن است در انتخاب تأثیر داشته باشند صورت پذیرد. در این زمینه، سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) به عنوان ابزاری کارآمد برای مدیریت و به کارگیری لایه‌های اطلاعاتی مختلف در مرحله مکان‌یابی و همچنین ارزیابی وضعیت موجود مورد استفاده قرار می‌گیرد (شوشتری و همکاران ، ۱۳۹۹: ۵۶ ؛ قنبران و همکاران، ۱۳۹۵:۱۵۰).

مدل‌ها و الگوریتم‌های مختلفی برای انجام مکان‌یابی توسط محققان مورد استفاده قرار گرفته است که یکی از مدل‌های رایج، تحلیل سلسله مراتبی (AHP)[1] می‌باشد. این روش از طریق میانگین هندسی وزن‌ها عمل می‌نماید. به‌طوری که نرم‌افزار بعد از وارد نمودن وزن‌ها از طریق معادلات ریاضی حاکم بر این روش، نتیجه‌ی نهایی یا وزن نهایی را برای هر یک از

[1]- Analytical Hierarchy Process

گزینه‌ها 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 می باشد امتحان شده است (Malczewski, 1999,78). مدل ELECTRE[1] نیز یکی دیگر از روش‌های تصمیم‌گیری و انتخاب گزینه برتر می‌باشد که گزینه‌ها را بر اساس بازه‌های از پیش تعیین شده، طبقه‌بندی می‌کند.

رشد صنعت به طور مجتمع، منطقه ناحیه یا شهرک صنعتی پدیده‌ای است که از لحاظ اهمیت، از آغاز قرن بیستم میلادی در توسعه صنعتی کشورهای جهان و بهره‌گیری از امکانات و قابلیت‌های هر منطقه به آن توجه شده است (عباس اردغان و همکاران، ۱۴۰۰: ۶۵) و شهرک‌های صنعتی درکشور ایران و سایرکشورها در راستای نیل به هدف صنعتی شدن به وجود آمده‌اند، تا از تمرکز آثار مخرب صنعت در محیط انسانی جلوگیری به عمل آید. اولین اشکال وارده به شهرک‌های صنعتی ایران عدم مطالعه دقیق امکان سنجی و مکان‌یابی این شهرک‌ها است. برای تأسیس یک صنعت یا مجموعه صنعتی مسلماً اولین مرحله مکان یابی آن است. در حال حاضر یکی از مهمترین مشکلات موجود در کشور استقرار نامناسب و نامتوازن فعالیت‌های صنعتی در میان سایرکاربری‌ها است که این امر ضمن ایجاد مزاحمت برای کاربری‌های همجوار، موجب بروز آلودگی‌های زیست محیطی در شهرهای مختلف کشور شده است. در این راستا شناخت اراضی مناسب برای احداث شهرک صنعتی و توجه به خصوصیات جغرافیایی و زمین‌شناسی و امکان دسترسی به راه‌های زمینی و هوایی و غیره ضروری می‌باشد (جعفریه ،۱۳۹۰: ۱۹). با توجه به اهمیت شهرک‌های صنعتی استان آذربایجان شرقی و گامی که در مسیر توسعه بر می‌دارند و اهمیت ویژه منطقه آزاد ارس با مرکزیت جلفا که پتانسیل‌های توسعه صنعتی و تبدیل شدن به قطب صنعتی را دارا می‌باشد و همچنین با توجه به موقعیت مهم و حساس این منطقه تجاری صنعتی که از یکسو در مجاورت کشورهای ارمنستان، آذربایجان و جمهوری نخجوان واقع شده و از سوی دیگر در بین منطقه حفاظت کیامکی و ارسباران قرار دارد، لزوم تحلیل فضایی و مکان‌یابی سایت‌های صنعتی را در این منطقه یادآوری می‌نماید. از این‌رو، در این مطالعه سعی شده است تحلیل فضایی و مکان‌یابی شهرک صنعتی شهرستان جلفا با استفاده از مدل‌های AHP و ELECTRE انجام شود و معین گردد آیا مکان فعلی شهرک صنعتی با اصول و ضوابط مکان‌یابی تطابق دارد؟ در صورت عدم تطابق، مناسب‌ترین محل شناسایی شده و شاخص‌های اثرگذار در انتخاب پهنه‌های مناسب در امر مکان‌یابی محل شهرک

[2]-ELimination and Choice Expressing Reality

صنعتی شهرستان جلفا مشخص شوند. چرا که عدم مطالعه دقیق به منظور امکان سنجی و مکان‌یابی شهرک‌های صنعتی باعث شده که این شهرک‌ها در مناطقی که ایجاد شده‌اند نتوانند به اهداف خود برسند.

۲- مبانی نظری تحقیق

تعاریف متعددی برای شهرک صنعتی ارائه شده است اما طبق تعریف سازمان توسعه صنعتی سازمان ملل متحد (UNIDO) شهرک صنعتی زمینی است دارای محدوده و مساحت معین که طبق ضوابط و مقررات مکان‌یابی صنعتی و بر اساس راهبردهای توسعه شهرک‌های صنعتی هر کشور انتخاب می‌شود، تأسیسات زیربنایی و فعالیت‌های خدماتی مورد نیاز با توجه به نوع فعالیت صنعتی در آن ایجاد می‌شود که در جریان آماده شدن زمین شهرک یا پس از آن، به متقاضیان ایجاد واحدهای صنعتی واگذار می‌گردد. برای شهرک‌های صنعتی طبقه‌بندی‌های مختلف وجود دارد اما در بسیاری از کشورها، شهرک‌های صنعتی براساس ویژگی‌های عملکردی که دارند طبقه‌بندی شده‌اند که انواع مختلفی را در بر می‌گیرد (رضایی و خاوریان، ۱۳۹۳،۸۱). شایان ذکر است، توسعه صنعتی و تجهیز شهرک‌های صنعتی برای افزایش توان تولیدی و صادراتی کشور، سیاست‌های منطقی و منطبق با توانایی‌ها و امکانات واقعی مناطق مختلف کشور را می‌طلبد تا ضمن تقویت زیربناها در این بخش، وضع کنونی صنعت به عنوان بخش تولیدکننده کالاهای جایگزین واردات ودرون نگر به بخشی برون‌نگر و صادرات‌گرا تغییر جهت یابد، این امر نیاز به مطالعه‌ای دقیق و نوین دارد تا براساس آن مزیت‌های نسبی فعالیت‌های صنعتی مناطق مختلف شناسایی و سرمایه‌گذاری‌ها به منظور گسترش آنها هدایت شود (اخوان و نظری،۱۳۸۶ ،۶).

عوامل مؤثر بر مکان‌یابی شهرک‌های صنعتی با توجه به شاخص‌های توسعه پایدار به پنج گروه زیر تقسیم‌بندی می‌شوند: ۱- عوامل اجتماعی: این عوامل نمایانگر اثر فاکتورهای اجتماعی بر مکان‌یابی شهرک‌های صنعتی می‌باشد و شامل سه زیرمعیار بومی شناسی، ساختار آموزشی و اشتغال است. ۲- عوامل اقتصادی: نمایانگر اثر فاکتورهای اقتصادی بر مکان‌یابی شهرک‌های صنعتی است و در بردارنده سه زیرمعیار هزینه‌ها، دسترسی به بازار و نزدیکی با دیگر صنایع می‌باشد. ۳- عوامل زیست محیطی: از جمله معیارهای زیست محیطی می‌توان به مدیریت محیط، آلودگی، اقلیم، توپوگرافی و فاصله از مناطق حفاظت شده اشاره کرد. ۴- عوامل زیربنایی: شامل معیارهای مجاورت با شبکه‌های حمل و نقل، دسترسی به انرژی، آب، دسترسی به بازیافت، مجاورت با مکان‌های دفع زباله و وجود خدمات است. ۵-

عوامل برنامه‌ریزی: معیارهای وجود طرح‌های توسعه منطقه‌ای، وجود طرح‌های توسعه صنعتی و وجود طرح‌های طبقه‌بندی اراضی از معیارهای عوامل برنامه‌ریزی محسوب می‌شوند(نصراللهی و صالحی، ۱۳۹۱، ۱۰۶).

بسیاری از نظریه‌های سنتی مکان گزینی صنایع از تئوری اقتصاد نئوکلاسیکال تأثیر پذیرفته است و چون اصولاً سیستم‌های فضایی سیستم‌های بسته‌ای نیستند، تئوری‌های مکان گزینی صنایع نیز نمی‌توانند به‌صورت جداگانه مورد مطالعه واقع شوند. همچنین به دلیل اینکه اغلب تئوری‌های مکان گزینی صنعتی ارتباط نزدیکی با مقاله اقتصاد دارند ولی اصول آن از نظریه اقتصاد نئو کلاسیکال نشأت گرفته؛ لذا در ایدئولوژی و رویکرد آن شریک هستند(57-58: Massey ،1979)، بنابراین مکان‌یابی شهرک‌های صنعتی مبتنی بر ویزگی‌های توسعه پایدار یکی از مؤثرترین اقدامات برای دست‌یابی به بوم‌شناسی صنعتی و پس از آن توسعه پایدار شهری به شمار می‌رود (Gibbs& Diutz، 2007)، همچنین مثابه این امر نظریه‌های گوناگون نیز در مورد نحوه استقرار صنایع و چگونگی ارتباط فی‌مابین این مراکز با شهرها در خور توجه است که ذیلاً به برخی از آنها اشاره می‌شود:

تئوری شافل[1](قدیمی‌ترین مدل مکان گزینی): نخستین تئوری مکان گزینی صنعتی توسط شافل (۱۸۷۸) نظریه پرداز آلمانی، با تأکید بر کارکرد مدل جاذبه در مکان گزینی صنایع عنوان گردیده است که صنعت را در مفهوم عام مورد توجه قرار داده و چنین اظهار داشته که موقع ارتباطی، دسترسی به ماده اولیه، نزدیکی به بازارهای مصرف، دسترسی آسان و اقتصادی به نیروی کار، برخورداری از شرایط آب و هوایی مناسب، امکان تهیه زمین ارزان و متناسب با کاربری‌های صنعتی و نیز توپوگرافی و شیب زمین همگی عواملی هستند که در تعیین مکان بهینه صنعت بایستی مورد توجه قرار گیرند (تولایی ،۱۳۷۰: ۳۶)، بر اساس منطق وی صنایع صرفاً در جوار شهرهای بزرگ و در پاسخ به عامل تقاضا و بازار استقرار می‌یابند(رضویان ،۱۳۷۶: ۵۷).

تئوری وبر[2](ارائه اولین نظریه جامع ۱۹۰۹): تولد تئوری مکان‌یابی صنعتی وبر به سال ۱۹۰۹یعنی زمانی که وبر کتاب خود را منتشر کرد، برمی گردد. وی تحقیق خود را بر صنایع کارخانه‌ای محدود کرد. در دنیای ساده وبر سه عامل بر مکان‌یابی صنعتی اثر می‌کنند، این عوامل عبارتند از دو عامل عمومی منطقه‌ای یعنی هزینه‌های نیروی کار و حمل و نقل و عامل محلی نیروهای مجتمع یا عدم تجمع، وبر ابتدا در مدل خود حداقل کردن هزینه‌های حمل و نقل را وارد

[1]-shuffle
[2]-Alfred Webre

می‌کند و سپس عامل هزینه‌های نیروی کار و عامل صرفه‌های ناشی از تجمع را نیز وارد مدل می‌کند، وبر حداقل هزینه حمل و نقل را با مثلث مکان‌یابی نشان داده است. بنابراین اول وی یک نقطه مصرف (C) و دو منبع مواد اولیه (M1, M2) را در نظر می‌گیرد، مکان حداقل هزینه (P) نقطه‌ای است که کل وزن ضربدر فاصله (تن - میل، مربوط به محل مواد اولیه و محصول) حداقل شود. به عبارت دیگر هدف پیدا کردن نقطه‌ای در مثلث است که مجموع فواصل این نقطه از رئوس مثلث حداقل شود، از روش‌های مختلف می‌توان این نقطه را پیدا کرد. وبر با گسترش تحلیل خود به کل صنعت معتقد بود که هر قدر اهمیت نیروی کار برای یک صنعت مهم باشد؛ میزان تأثیرگذاری نیروی کار ارزان در مکان‌یابی افزایش می‌یابد. وی برای اندازه‌گیری اهمیت نیروی کار از شاخص هزینه نیروی کار استفاده کرد که برای هر صنعت برابر است با متوسط هزینه نیروی کار لازم برای تولید یک واحد وزنی از محصول، هر چقدر این شاخص بالاتر باشد کارخانه از محل حداقل هزینه حمل و نقل دورتر می‌شود. وبر بر این عقیده بود که ضریب نیروی کار یک صنعت بهتر می‌تواند اثر نیروی کار را در مکان‌یابی نشان دهد. این نسبت برابر است با هزینه نیروی کار برای یک واحد از وزن محصول تقسیم بر کل وزن مواد اولیه و محصول حمل شده (عباس امیدنیا و همکاران ،۱۳۸۳: ۲۱).

تئوری لوش[1]: در سال ۱۹۴۰ اگوست لوش تئوری عمومی مکان‌یابی خود را با توجه به تقاضا و میزان درآمد تحصیل شده به‌عنوان عامل مهم منتشر کرد(همان: ۲۲). اگوست لوش براین عقیده بود که بین منحنی قیمت و منحنی تقاضا رابطه وجود دارد و همین رابطه بیان کننده میدان عمل و پرتو افشانی بازار شهری است که می‌تواند تولیداتی را به واحدهای پایین دست خود عرضه کند (مقدم،۱۳۹۱: ۵). اساس تئوری لوش، بر فاصله حمل و نقل تولیدات به بازار، تولید به مقدار زیاد، رقابت، عامل طبیعی (تباین در حاصلخیزی زمین و ناهمواری‌ها و عوارض محدود و یا تسهیل کننده جغرافیایی) عامل اقتصادی (اختلاف در قیمت زمین و تعرفه حمل و نقل در استقرار و مکان‌یابی مراکز)، عامل انسانی(حرکتها و تصمیمات فرد گرایانه تولید کنندگان و گروه‌هایی که در سایت قیمت‌گذاری نقش دارند) عامل سیاسی (نقش مرزهای سیاسی و سازمان‌های دولتی در طبقه‌بندی و مرکزیت واحدها و بافت‌های اقتصادی اثر می‌گذارد)، قانون کمترین تلاش، خرید از نزدیکترین مرکز خرید و فروش(هزینه، انرژی، زمان). لوش راه حلی در زمینه رقابت و تعادل بین مکانی برای مجموعه‌ای از کالاها و چگونگی تمرکز انواع مختلف کالاها را در مراکز مختلف شهری ارائه کرد. تغییرات ساختاری در محیط اقتصادی مانند پیشرفت

[1]- August Losch

فنآوری و کشاورزی می‌تواند باعث ایجاد یک تجارت پر سود در سطوح مختلف به صورت سلسله مراتبی شود. بنابراین در این فرایند بازار به وسیله محصولات تجاری مطلوبتر و در گستره‌ای فراگیرتر تسخیر می‌شود و سرانجام این فرایند رقابتی به سوی تمرکزگرایی و ایجاد سلسله مراتب پیش می‌رود. در جدول(۱) متغیرهای مورد تأکید جغرافیدانان، اقتصاددانان در زمینه مکان‌یابی بنگاه‌های صنعتی ارائه شده است.

جدول۱- متغیرهای مورد تأکید جغرافیدانان، اقتصاددانان در زمینه مکان‌یابی بنگاه‌های صنعتی

نظریه پرداز	معانی و تعاریف از شهرک صنعتی	متغیرها
شافل	مطرح کردن واحدهای صنعتی	تأکید بر کارکرد مدل جاذبه در مکان گزینی صنایع
لارنهات	تعین بهینه مکان‌یابی صنایع	براساس عامل هزینه‌های حمل و نقل
آلفرد وبر	تولد تئوری مکان‌یابی صنایع	به حداقل رساندن هزینه‌های حمل و نقل
پالاندر	مکان‌یابی صنعتی	رابطه بین حمل و نقل و مسافت
ادکار هوور	مکان‌یابی صنعتی	قیمت و میزان دسترسی به بازار
رنر	طبقه‌بندی صنایع	بازار ، نیروی کار ، سرمایه و مدیریت سوخت
گرین‌هات	مکان‌یابی فعالیت‌های صنعتی	حداقل هزینه و حداکثر سود
راوسترون	مکان‌یابی صنعتی	معیارهای طبیعی ، اقتصادی ، تکنیکی
لوش	تئوری عمومی مکان‌یابی	تقاضا و میزان درآمد تحصیل شده
اسمیت	مکان‌یابی بهینه	مکان‌یابی بهینه بنگاه‌ها عمدتاً با عامل حداکثر سود تحلیل می‌شود
ایزارد	ویژگی‌های صنایع	هزینه، تولید، عوامل اجتماعی

در زمینه موضوع مورد مطالعه پژوهش‌های ارزشمند متعددی در داخل و خارج از کشور انجام شده است. برای مثال فرناندز[1] (۲۰۰۹) در مقاله تعیین مکان‌های مناسب و پایدار صنعتی، در منطقه کانتابریا در شمال اسپانیا اثرات زیست محیطی را مهمترین عامل در صنعت و مطالعات صنعتی معرفی می‌کند. این مطالعه با استفاده از مدل AHP نشان می‌دهد که عوامل زیست محیطی و اقتصادی به ترتیب با وزن‌های ۳۵ و۵۰ درصد، مهمترین عوامل در مکان‌یابی شهرک‌های صنعتی در منطقه کانتابریا به شمار می‌روند. همچنین نتایج تحقیق حاکی از آن است که در میان عوامل اقتصادی، اجتماعی، برنامه‌ریزی و زیست محیطی به ترتیب نرخ بیکاری، وجود فعالیت‌های صنعتی در منطقه، مدیریت محیط و بهبود محیط، مدیریت برنامه‌ریزی شهری،

[1]-Fernandez

حمل و نقل و آب و تصفیه فاضلاب از مؤثرترین عوامل در مکان‌یابی شهرک‌ها به شمار می‌روند. رویز[1] و همکاران (۲۰۱۱) در مقاله بهره‌گیری از معیارهای تصمیم‌گیری چند معیاره برای برنامه‌ریزی صنعتی در شمال اسپانیا به بررسی نواحی مناسب برای مکان شهرک‌های صنعتی با صنعتی با استفاده از روشAHP پرداخته‌اند. نتایج تحقیق نشان داد که از میان عوامل اقتصادی، اجتماعی، فیزیکی، زیربنایی و توسعه شهری به ترتیب قیمت زمین، نرخ بیکاری، حمل و نقل و طبقه‌بندی زمین مهمترین عوامل در مکان‌یابی شهرک صنعتی به شمار می‌روند. از میان معیارهای مطرح شده، زیر بناها و توسعه شهری با داشتن وزن ۵۳ درصدی مهم‌ترین عوامل در مکان‌یابی شهرک‌های صنعتی در شمال اسپانیا به شمار می‌رود. فرناندو[2] و همکاران (۲۰۱۵) مطالعه‌ای را تحت عنوان، یک مدل مبتنی بر GIS برای انتخاب مناطق صنعتی در سریلانکا با هدف انتخاب مناسب‌ترین مکان‌ها برای ایجاد مناطق صنعتی در ناحیه کلمبو انجام دادند. در روش‌شناسی، ابتدا هفت مجموعه معیار(استفاده از زمین، آب، نوع خاک، حیات وحش، سایت‌های باستان شناسی، جاده‌ها و خطوط برق) تعیین شدند، بعد نقشه‌های معیارها با استفاده از GIS تهیه شدند تا بتوانند سایت‌های مناسب را شناسایی کنند، به منظور شناسایی وضعیت سایت‌های موجود، نقشه‌ها در چهار طبقه عالی، بسیار خوب، خوب و متوسط طبقه‌بندی شدند. نتیجه نهایی نشان داد که هیچ بلوکی از زمین در طبقه عالی وجود ندارد که بتواند با مدل انتخاب مناسب سایت برای ایجاد یک منطقه صنعتی در منطقه مورد مطالعه مرتبط باشد، اما دو بلوک زمین در طبقه بسیار خوب وجود دارد. در نهایت، تنها یک مکان برای ایجاد یک منطقه صنعتی در ناحیه کلمبو با برخی از محدودیت‌ها شناسایی شد. فتایی و همکاران (۲۰۱۵) در مقاله‌ای با عنوان انتخاب سایت صنعتی با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره MCDM وGIS، به مکان‌یابی شهرک‌های صنعتی شهرستان گرمی با استفاده از هفت معیار میانگین دمای سالانه، شیب، منابع آب، جاده‌ها، زمین لرزه، مناطق مسکونی، گسل و زمین‌شناسی پرداختند. نتایج نشان داد که استفاده از مدل AHP و همچنین GIS در انتخاب سایت‌های صنعتی بسیار مؤثر است. بنابراین می‌توان از این روش در مطالعات مشابه استفاده کرد. در ضمن، معیارها را می‌توان با توجه به شرایط محلی تغییر داد تا نتایج دقیق‌تر تولید شود.

در داخل کشور نیز مطالعات ارزشمندی در این زمینه صورت گرفته است. برای مثال، رئیسی و سفیانیان (۱۳۸۹) در مطالعه مکان‌یابی صنایع با استفاده از معیارهای جغرافیایی، با هدف ارزیابی امکان استقرار صنایع در داخل شعاع ۵۰ کیلومتری شهر اصفهان با استفاده از

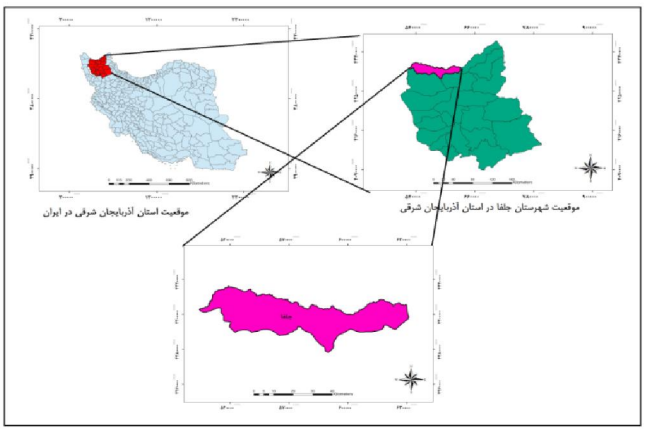
[1]-Ruiz
[2]-Fernando

فرآیند تصمیم‌گیری چند معیاره در سیستم اطلاعات جغرافیایی، با معیارهای فاصله از آب‌های سطحی، شیب، فاصله از جوامع انسانی، فاصله از راه‌های ارتباطی، مناطق حفاظت شده، فاصله از صنایع، عمق آب‌های زیرزمینی و غیره و با استفاده از روش ترکیب خطی (فازی) به این نتیجه رسیدند که با در نظر گرفتن معیارهای زیست محیطی چهار ناحیه در شمال شر ق اصفهان برای استقرار صنایع مناسب است. افراسیابی و همکاران (۱۳۹۵) در پژوهشی با عنوان مکان‌یابی شهرک‌های صنعتی با استفاده از روش AHP و با اتخاذ معیارهای مختلف طبیعی و انسانی به مکان‌یابی شهرک‌های صنعتی در شهرستان بجنورد پرداختند. نتایج تحقیق نشان داد که عوامل توپوگرافی و حمل و نقل بیشترین نقش را در مکان‌یابی صنعتی در این شهرستان به عهده دارند. حاجبی و همکاران (۱۳۹۵) در مقاله‌ای به مطالعه مکان‌یابی شهرک‌های صنعتی با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره در شهرستان دیواندره در استان کردستان اقدام کردند. بدین منظور ابتدا معیارهای مختلف با در نظر گرفتن عوامل مختلف اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی برای ارزیابی و مقایسه گزینه‌های پیشنهادی تعیین شد و با استفاده از مدل‌های TOPSIS، AHP و SAW رتبه‌بندی مکان‌های پیشنهادی صورت گرفت و نتایج به دست آمده مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج تحقیق نشان داد که روستای نساره بهترین محل برای احداث شهرک صنعتی شهرستان دیواندره می‌باشد. در این راستا، با توجه به پژوهش‌های صورت گرفته مشخص می‌شود که تاکنون پژوهشی با موضوع مکان‌یابی شهرک‌های صنعتی در شهرستان جلفا و مقایسه مکان فعلی شهرک صنعتی با مکان‌یابی مناسب آنها صورت نگرفته است. بنابراین هدف این مطالعه تحلیل فضایی و مکان‌یابی شهرک‌های صنعتی شهرستان جلفا با استفاده از مدل‌های AHP و ELECTRE می‌باشد.

۳- معرفی منطقه مورد مطالعه

شهرستان جلفا با وسعت ۱۶۷۰ کیلومتر مربع ، در ۱۲۰ کیلومتری تبریز و به صورت نوار باریکی در مرز شمالی ایران واقع شده است. از نظر مختصات جغرافیایی این شهرستان بین ۴۵ درجه و۱۷ دقیقه و ۴۶ درجه ۳۱ دقیقه طول شرقی و ۳۸ درجه و ۳۹ دقیقه و ۳۹ درجه عرض شمالی قرار گرفته است (شکل۱). این شهرستان از سمت شمال با کشورهای جمهوری ارمنستان و جمهوری خود مختار نخجوان، از سمت شرق با شهرستان خداآفرین، از سمت غرب با استان آذربایجان غربی و از سمت جنوب با شهرستان‌های ورزقان و مرند هم مرز است. منظر عمومی قسمت جنوبی منطقه را ارتفاعات رشته کوه قره داغ تشکیل داده است که با جهت شرقی- غربی کل مرزهای جنوبی شهرستان با ورزقان و مرند را پوشش می‌دهد. این ناحیه کاملاً ویژگی کوهستانی داشته و ارتفاع عمومی زمین در

این ناحیه زیاد است. بلندترین نقطه ارتفاعی این ناحیه قله کوه کیامکی به ارتفاع ۳۴۷۴ متر می‌باشد و شیب عمومی زمین به طرف شمال و درجه شیب نیز زیاد می‌باشد. ناحیه شمالی شهرستان به‌ویژه حوالی شهرهای جلفا و هادیشهر به صورت دشتی هموار وکم شیب می‌باشدکه در نهایت به رودخانه ارس منتهی می‌شود (سیمای شهرستان جلفا ،۱۳۸۳، ۴). در سال ۱۳۹۰ تعداد ۴ کارگاه بزرگ صنعتی (بالای ۱۰نفر کارکن) در شهرستان جلفا وجود داشته است که ۰/۵درصد کل کارگاه‌های بزرگ صنعتی استان را به خود اختصاص داده است. تعداد شاغلان این کارگاه‌ها ۶۳۴ نفر بوده است. مقدار ارزش افزوده تولید شده در این کارگاه‌ها ۵۱۸/۶ میلیارد ریال و مقدار سرمایه‌گذاری آنها ۵۸/۲ میلیارد ریال بوده است(مدیریت برنامه‌ریزی استانداری آذربایجان شرقی، ۱۳۹۰).



شکل ۱- موقعیت شهرستان جلفا (منبع: نویسندگان)

۴- روش تحقیق

روش تحقیق این پژوهش توصیفی تحلیلی می‌باشد. نوع تحقیق کاربردی و برای گردآوری داده‌ها از مطالعات اسنادی، کتابخانه‌ای و پرسشنامه از سازمان‌های ذیربط استفاده شده است. با توجه به اینکه شاخص‌های بسیاری در مورد مسأله مکان‌یابی مطرح می باشند با بررسی ادبیات و پیشینه موضوع تحقیق و بهره گیری از نظر متخصصین، معیارهای مهم و تعیین کننده برای این مسأله انتخاب شدند و در چهار گروه اقلیمی، ژئومورفولوژی- زمین شناسی، دسترسی به مراکز انسان‌ساخت و زیرساختی طبقه‌بندی شدند. در مرحله بعد سؤالات و پرسشنامه تدوین گردید. سپس با نظرخواهی از بیست نفر از کارشناسان و متخصصان، پرسش نامه‌ها جمع‌آوری و مورد استفاده قرار گرفته است. برای تلفیق معیارها و زیرمعیارها به منظور شناسایی و تعیین وزن آنها

از مدل AHP در محیط نرم‌افزار Expert choice استفاده شده است، در گام بعد با اعمال کردن وزن‌های حاصل از مدل AHP در محیط GIS به پهنه‌بندی اراضی شهرستان جلفا اقدام شد، سپس با استفاده از مدل ELECTRE پهنه‌های کاملاً مناسب بالای ۵۰ هکتار[1] با توجه به شانزده معیار مهم دخیل در مکان‌یابی بهینه شهرک‌های صنعتی، مورد رتبه‌بندی قرار گرفت و بهترین مکان‌ها در راستای ارزیابی مکان فعلی شهرک صنعتی و مکان‌یابی مناسب آنها در شهرستان جلفا مورد شناسایی قرار گرفت.

۴-۱- معرفی شاخص‌ها

با مطالعه و جستجو در مبانی نظری موضوع و پیشینه تحقیق و مصاحبه با متخصصان مهم‌ترین عوامل مؤثر بر مکان‌یابی شهرک‌های صنعتی شامل چهار معیار اصلی و ۱۶ زیر معیار انتخاب شدند. معیارهای اقلیمی شامل: دما، بارش، رطوبت هوا و جهت باد. معیارهای ژئومورفولوژی-زمین شناسی شامل: شیب زمین، فاصله از گسل، سنگ شناسی، فاصله از منابع مواد خام و ارتفاع. معیارهای دسترسی به مراکز انسان ساخت: فاصله از شهرها، فاصله از روستاها، کاربری اراضی فعلی و فاصله از محل دفن زباله و معیارهای زیرساختی شامل : فاصله از خطوط انتقال گاز، فاصله از خطوط انتقال انرژی برق، فاصله از جاده می‌باشند. برای این منظور از داده‌های هواشناسی، نقشه‌های توپوگرافی و زمین شناسی و تصاویر ماهواره‌ای لندست استفاده شد. در جدول (۲) ضوابط و استانداردهای معیارهای مورد استفاده در این پژوهش آمده است.

جدول۲- ضوابط و استانداردهای معیارهای مورد استفاده

معیار	میزان
گسل	۶۰۰۰ متر (زلفی ،۱۳۹۰: ۷۶)
شیب	کمتر از ۵ درجه (پور محمدی ۱۳۹۲: ۱۰۲).
ارتفاع	کمتر از ۱۳۰۰ متر (مخدوم ،۱۳۹۰)
نزدیکی به منابع مواد خام	۱۰۰۰- ۰ متر (استعلام از سازمان شهرک‌های صنعتی)
سنگ شناسی	زمین و مکان صنایع باید مقاومت و استحکام کافی جهت استقرار صنایع و تحمل ساختمانها و ماشین آلات متعدد را داشته باشد (پور محمدی ۱۳۹۲: ۱۰۲؛ وفائیان،۱۳۷۱: ۶۲)
جهت باد	مناطق صنعتی باید در جهت عکس جریان باد استقرار یابند

۱- علت انتخاب پهنه های بالای ۵۰ هکتار این است که زمین های کوچک(پایین تر از ۵۰ هکتار) برای برنامه های توسعه گران تمام می‌شود (شرکت شهرک های صنعتی ، ۱۳۷۸: ۱۰۰)

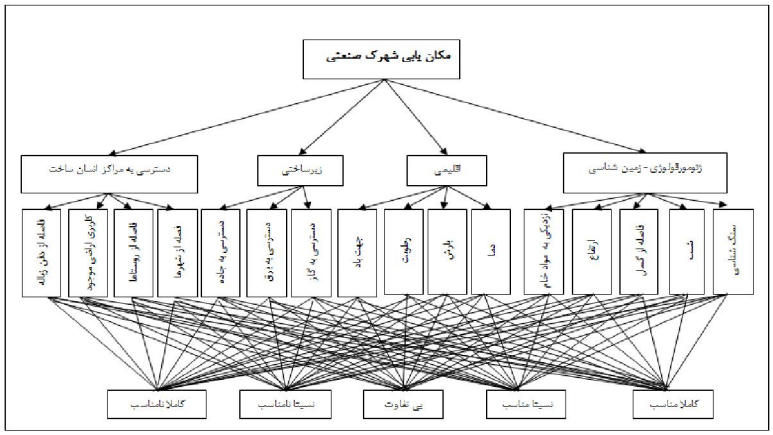
	(پورمحمدی ۱۳۹۲: ۱۰۰).
بارش	۸۰۰- ۵۰۰ میلی متر (مخدوم ،۱۳۹۰)
رطوبت	۸۰-۶۰ درصد (منوری و طبیبیان ،۱۳۸۵، وزارت مسکن و شهرسازی ،۱۳۷۳ ،مخدوم، ۱۳۹۰)
دما	۲۴-۱۸ درجه سانتیگراد (وزارت مسکن و شهرسازی ،۱۳۷۳ ،مخدوم ،۱۳۹۰)
فاصله از مرکز دفن زباله	بیشتر از ۱۲۰۰ متر (خلیجی و زر آبادی ،۱۳۹۴: ۱۰۴)
فاصله از روستاها	حریم ۱۵۰۰ متری(ضوابط و استانداردهای معیارهای استقرار صنایع ،۱۳۸۴)
فاصله از شهرها	حریم ۱۵۰۰ متری (ضوابط و استانداردهای معیارهای استقرار صنایع ،۱۳۸۴)
کاربری اراضی	زمین‌های بایر ،اراضی شور و نمک زار ،ارزش زیاد ،جنگل ،اراضی کشاورزی و مسکونی ارزش کمی برای استقرار صنایع دارند(ضوابط و استانداردهای معیارهای استقرار صنایع ،۱۳۸۴)
دسترسی به برق	۵۰۰-۲۵۰ متر (ضوابط و استانداردهای معیارهای استقرار صنایع ، ۱۳۸۴) (رئیسی و سفیانیان ،۱۳۸۹: ۱۲۱)
دسترسی به گاز	۵۰۰-۲۵۰ متر (ضوابط و استانداردهای معیارهای استقرار صنایع ،۱۳۸۴) (رئیسی و سفیانیان ،۱۳۸۹: ۱۲۱)
دسترسی به جاده	۱۰۰۰-۵۰۰ متر(استعلام از سازمان شهرک‌های صنعتی)

منبع: مطالعات کتابخانه‌ای و یافته‌های تحقیق

۵- مدل‌های مورد استفاده در تحقیق

۵-۱- فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی یکی از معروفترین فنون تصمیم‌گیری چند شاخصه است. این روش هنگامی که عمل تصمیم‌گیری با چند گزینه و شاخص تصمیم‌گیری روبرو است، می‌تواند مفید باشد. شاخص‌ها می‌توانند کمی و یا کیفی باشند و امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و زیر معیارها را فراهم می‌نماید (شریفی پور و همکاران،۱۳۸۹، ۵۳). اولین مرحله در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی ایجاد یک نمایش گرافیکی از مسأله است که در آن هدف، معیارها و گزینه‌ها نشان داده می‌شوند (Ramanathan, 2001, 28) (شکل۲).



شکل۲- ساختار سلسله مراتبی مکان‌یابی شهرک‌های صنعتی در شهرستان جلفا (منبع: نویسندگان)

در دومین گام با توجه به عوامل مؤثر، بر اساس هر یک از معیارها و زیرمعیارها ماتریس مقایسات زوجی تشکیل می‌گردد (Saaty,1980:56). مقایسه زوجی به عنوان اساس فرایند سلسله مراتبی شناخته می‌شود(Ulengin et al،2011، 366). در این مرحله هر سطح نسبت به عنصر مربوطه خود و در سطح بالاتر به صورت زوجی مورد مقایسه قرار می‌گیرد. مقایسه زوج‌ها بر اساس جدول نه کمیتی انجام می‌شود(جدول۳).

جدول۳- جدول نه کمیتی مقایسه دودویی شاخص‌ها

امتیاز	تعریف		توضیح
۱	Equally preferred	اهمیت مساوی	در تحقق هدف، دو شاخص اهمیت مساوی دارند.
۳	Moderately preferred	اهمیت اندکی بیشتر	تجربه نشان می‌دهد که برای تحقق هدف، اهمیتi اندکی بیشتر ازjاست.
۵	Strongly preferred	اهمیت بیشتر	تجربه نشان می‌دهد که برای تحقق هدف، اهمیت i بیشتر ازjاست.
۷	Very strongly preferred	اهمیت خیلی بیشتر	تجربه نشان می‌دهد که برای تحقق هدف، اهمیتiخیلی بیشتر ازjاست.
۹	Extremely preferred	اهمیت مطلق	اهمیت خیلی بیشتر i نسبت بهj به طور قطعی به اثبات رسیده است.
۲،۴،۶،۸	Intermediate values	ترجیحات بینابین	هنگامی که حالت میانه وجود دارد.

منبع: Saaty,1980: 56

در این رابطه ماتریس‌های مقایسات زوجی معیارها و زیرمعیارها به صورت پرسشنامه در اختیار کارشناسان و متخصصان قرار گرفت. در پایان پرسشنامه‌ها جمع‌آوری و مورد آنالیز قرار گرفت جداول (۷،۶،۵،۸،۹) . در سومین مرحله ماتریس نرمالیزه (R) تهیه شده و بردار وزن (w) معیارها و گزینه‌ها محاسبه می‌شود، برای این منظور در ابتدا باید مقادیر هر یک از ستون‌های ماتریس مقایسه زوجی با هم جمع شده و مقدار هر عنصر در ماتریس مقایسه زوجی به جمع ستون خودش تقسیم گردد تا ماتریس مقایسه زوجی نرمالیزه شود.

رابطه (۱) :
$$r_{ig} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^{m} a_{ij}}$$

سپس میانگین عناصر در هر سطر از ماتریس نرمالیزه را محاسبه نموده که در نتیجه آن بردار وزن پارامترها ایجاد می‌شود

رابطه (۲) :
$$w_i = \frac{\sum_{i=1}^{n} r_{ij}}{n}$$

در این روابط m : تعداد ستون n : تعداد سطر، a_{ij} :درایه‌های ماتریس مقایسه زوجی و r_{ij} : درایه‌های ماتریس نرمالیزه به ازای هرگزینه i ام و شاخص j ام و w_i : وزن گزینه i ام می‌باشد.

در چهارمین مرحله از تلفیق ضرایب مزبور امتیاز نهایی هر یک از گزینه‌ها تعیین می‌شود، برای این کار از اصل ترکیب سلسله مراتبی که منجر به بردار اولویت با در نظر گرفتن همه قضاوت‌ها در تمامی سطوح سلسله مراتب می‌شود استفاده می‌شود. Bertolini &Braglia , 2006; Moreno-Jixenez et al , 2005: 89). به عبارتی، وزن نهایی پهنه‌های پیشنهادی (گزینه‌ها) از مجموع حاصل‌ضرب معیارها در وزنشان و همچنین وزن لایه معیارها از مجموع حاصل‌ضرب زیر معیارها در وزنشان بدست می‌آید.

رابطه (۳) :
$$V_H = \sum_{k=1}^{n} \sum_{i=1}^{m} w_k \, w_i(\, g_{ij})$$

در این رابطه V_H: امتیاز نهایی گزینه H، W_k: ضریب اهمیت معیار k، w_i ضریب اهمیت زیرمعیار i و g_{ij} : وزن گزینه j در ارتباط با معیار i می‌باشد .

پنجمین مرحله محاسبه‌ی نرخ سازگاری CR[1] است. چون تعیین کمیت‌ها برای معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌ها در ماتریس‌های مقایسه‌ای بر اساس قضاوت شخصی یا گروهی کارشناسی است لازم است میزان سازگاری یا ناسازگاری در قضاوت‌های انجام شده مورد آزمون قرار گیرد (وارثی و همکاران،۱۳۹۴: ۵۹). نرخ سازگاری از طریق محاسبه‌ی شاخص سازگاری (CI)[2] و رابطه‌ی (۴) حاصل می‌شود (قدسی پور،۱۳۸۷: ۷۳-۷۱).

[1]-Consistency Rate
[2]-Consistency Index

رابطه (۴) :
$$CI = \frac{\Sigma\lambda\ max - n}{n-1}$$

در رابطه‌ی بالا: λmax عنصر بردار ویژه و n تعداد معیارهاست. عنصر بردار ویژه از رابطه‌ی زیر به‌دست می‌آید:

رابطه (۵) : وزن معیار / سطر ماتریس ارزش گذاری × ستون وزن‌ها = λmax

λmax باید به تعداد معیارها و برای همه‌ی آنها محاسبه شده و سپس از مجموع آنها در رابطه‌ی (۴)، CI حاصل می‌گردد. شاخص دیگر مورد نیاز شاخص تصادفی[1] (RI) است که متناسب با تعداد معیارها از جدول (۴) بدست می‌آید و نهایتاً نرخ سازگاری از رابطه ی (۶) محاسبه می شود.

رابطه (۶) :
$$CR = \frac{CI}{RI}$$

جدول ۴- شاخص تصادفی RI برای تعداد معیارهای مختلف

n	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
RI	۰	۰	۰/۵۸	۰/۹۰	۱/۱۲	۱/۲۴	۱/۳۲	۱/۴۱	۱/۴۵	۱/۴۹	۱/۵۱	۱/۴۸	۱/۵۶	۱/۵۷	۱/۵۹

اگر نرخ سازگاری محاسبه شده کوچک‌تر یا مساوی ۰/۱ باشد سازگاری در قضاوت‌ها مورد قبول است، اما در صورتی که بیشتر از ۰/۱ باشد، بهتر است تصمیم‌گیرنده در قضاوت‌های خود تجدید نظر کند (Dey & Ramcharen, 2000). لازم به ذکر است که در این پژوهش از نرم‌افزار Expert choice استفاده شده است که این نرم‌افزار با استفاده از روش میانگین هندسی ضریب اهمیت معیارها و زیر معیارها را تعیین می‌نماید. ضمن اینکه با تعیین ضریب سازگاری امکان بررسی سازگاری در قضاوت‌های انجام شده را نیز فراهم می‌آورد.

۵-۲- فرایند رتبه‌بندی با مدل ELECTRE

برای پیاده سازی مدل ELECTRE مراحل زیر طی شده است:

۱- تعیین معیارها و گزینه‌ها و قرار دادن آنها در یک ماتریس

۲- بی مقیاس سازی ماتریس (N) به روش نُرم

$$N = [\, n_{ij}] \qquad , \qquad n_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{I=1}^{m} a_{ij}{}^2}}$$

۳- تشکیل ماتریس اوزان (W) با یکی از روش‌های وزن دهی

۴- تشکیل ماتریس بی مقیاس شده موزون $V=N\times W_{m\times n}$ ، V=ماتریس بی‌مقیاس شده موزون ، $W_{m\times n}$ =عبارتست از ماتریس قطری وزن‌های به دست آمده برای شاخص‌ها

[1]-Random Index

۵- مشخص کردن معیارهای مثبت و منفی

۶- تشکیل مجموعه هماهنگ و ناهماهنگ

مجموعه هماهنگ برای شاخص‌های مثبت $S_{K,I}=\{j\,|v_{kj}\geq v_{ij}\}$, $j=1,2,...,m$

برای شاخص‌های منفی ، $S_{K,I}=\{j\,|v_{kj}\leq v_{ij}\}$, $j=1,2,...,m$

مجموعه نا هماهنگ برای شاخص‌های مثبت $D_{K,I}=\{j\,|v_{kj}< v_{ij}\}$, $j=1,2,...,m$

برای شاخص‌های منفی $D_{K,I}=\{j\,|v_{kj}> v_{ij}\}$, $j=1,2,...,m$

۷- تشکیل ماتریس هماهنگ $I_{ki}=\sum w_j$, $j\in A_{k,i}$

۸- تشکیل ماتریس ناهماهنگ .

$$Ni_{ki}=\frac{\left\langle Max\left|V_{kj}-V_{ij}\right|,j\in D_{ki}\right\rangle}{\left\langle Max\left|V_{kj}-V_{ij}\right|,j\in \text{همه شاخصها}\right\rangle}$$

۹- تشکیل ماتریس هماهنگ مؤثر حد آستانه $\bar{I}=\sum_{i=1}^{m}\sum_{k=1}^{m}I_{ki}/m(m-1)$

عناصر ماتریس نیز به این صورت به دست می‌آید :

اگر $I_{ki}\geq\bar{I}$ $\leftarrow$ $H_{ki}=1$

اگر $I_{ki}<\bar{I}$ $\leftarrow$ $H_{ki}=O$

۱۰- تشکیل ماتریس ناهماهنگ مؤثر $\overline{NI}=\sum_{i=1}^{m}\sum_{k=1}^{m}NI_{ki}/m(m-1)$

اگر $NI_{ki\geq\overline{NI}}$ $\longleftarrow$ $G_{ki}=o$

اگر $NI_{ki<\overline{NI}}$ $\longleftarrow$ $G_{ki}=1$

۱۱- تشکیل ماتریس کلی مؤثر و اولویت‌بندی نهایی گزینه‌ها $F_{ki}=H_{ki}\times G_{ki}$

۶- یافته‌های تحقیق

۶-۱- وزن دهی به معیارها و زیر معیارها و ترکیب آنها با داده‌های مکانی در محیط GIS

در ماتریس مقایسه زوجی تشکیل یافته (جدول۵)، معیار ژئومورفولوژی- زمین شناسی بیشترین وزن را به خود اختصاص داده است. سایر معیارهای بکار رفته به ترتیب دارای وزن‌های متوسط تا ضعیف بوده و با توجه به اهمیت آنها در امر مکان‌یابی برای ایجاد شهرک صنعتی مرتب و وزن گذاری شده‌اند. در زیرمعیارهای اقلیمی (جدول۶)، جهت باد با وزن ۰/۴۹۵، در زیرمعیارهای عوامل زمین شناسی- ژئومورفولوژی (جدول ۷) با وزن ۰/۴۲۴، در زیرمعیارهای عوامل دسترسی به مراکز انسان ساخت (جدول۸) با وزن ۰/۵۲۲ و در زیرمعیارهای عوامل زیرساختی دسترسی به جاده (جدول ۹) با وزن ۰/۵۰۰ بیشترین وزن‌ها را به خود اختصاص داده‌اند.

جدول۵- ماتریس مقایسه زوجی معیارهای به‌کار رفته در مکان‌یابی شهرک‌های صنعتی

	اقلیم	زمین شناسی- ئومورفولوژیکی	دسترسی به مراکزانسان ساخت	زیرساختی	وزن نرمال
اقلیم		۱/۳	۱/۳	۱/۲	۰/۱۰۴
زمین شناسی- ژئومورفولوژی			۳	۲	۰/۴۳۹
دسترسی به مراکز انسان ساخت				۳	۰/۳۱۱
زیرساختی					۰/۱۴۶
مجموع					۱

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۶- ماتریس مقایسه زوجی زیرمعیارهای عوامل اقلیمی

	جهت باد	بارش	رطوبت	دما	وزن نرمال
جهت باد		۳	۳	۳	۰/۴۹۵
بارش			۲	۱	۰/۱۹۴
رطوبت				۱/۲	۰/۱۱۷
دما					۰/۱۹۴
مجموع					۱

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول۷- ماتریس مقایسه زوجی زیرمعیارهای عوامل زمین شناسی-ژئومورفولوژی

	گسل	شیب	نزدیکی به منابع مواد خام	ارتفاع	سنگ شناسی	وزن نرمال
گسل		۳	۵	۳	۳	۰/۴۲۴
شیب			۳	۱	۴	۰/۲۱۰
نزدیکی به منابع مواد خام				۱/۳	۱/۳	۰/۰۵۹
ارتفاع					۴	۰/۲۱۰
سنگ شناسی						۰/۰۹۷
مجموع						۱

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول۸- ماتریس مقایسه زوجی زیرمعیارهای عوامل دسترسی به مراکز انسان ساخت

	فاصله از مرکز دفن زباله	فاصله از روستا	فاصله از شهر	کاربری اراضی موجود	وزن نرمال
فاصله از مرکز دفن زباله		۱/۳	۱/۳	۱/۵	۰/۰۷۸
فاصله از روستا			۱/۳	۱	۰/۲۰۰
فاصله از شهر				۱/۳	۰/۲۰۰
کاربری اراضی موجود					۰/۵۲۲
مجموع					۱

منبع: یافته‌های تحقیق

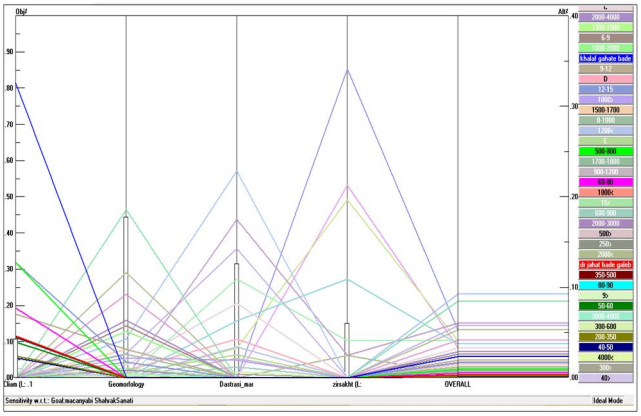
جدول ۹- ماتریس مقایسه زوجی زیرمعیارهای عوامل زیرساختی

	دسترسی به برق	دسترسی به جاده	دسترسی به گاز	وزن نرمال
دسترسی به برق		۱/۲	۱	۰/۲۵۰
دسترسی به جاده			۲	۰/۵۰۰
دسترسی به گاز				۰/۲۵۰
مجموع				۱

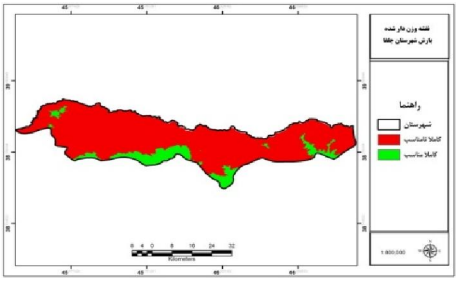
منبع: یافته‌های تحقیق

لازم به ذکر است که نرخ سازگاری همه مقایسه‌های زوجی از ۰/۱ کمتر بوده که این امر نشان دهنده دقت قابل قبول این مقایسات زوجی است. همچنین مجموع ضریب اهمیت معیارهای کلی برابر با عدد یک است، که نشانه نسبی بودن اهمیت آنها می‌باشد.

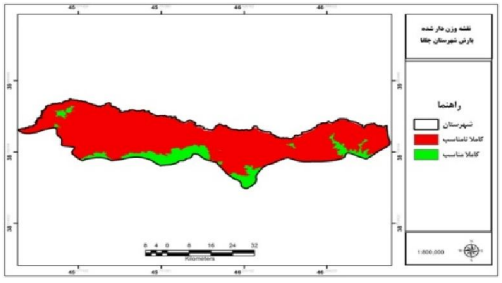
بعد از مشخص شدن وزن معیارها و زیرمعیارهای مورد استفاده در تحقیق و تحلیل حساسیت (شکل۳) با استفاده از روشAHP و ارزش‌گذاری آنها در نرم‌افزارGIS با استفاده از دستور Weighted Sum در نرم‌افزارARC MAP به تلفیق معیارها و زیرمعیارها اقدام شد (شکل۵) و نقشه مکان‌یابی مراکز مستعد احداث شهرک‌های صنعتی برای منطقه مورد مطالعه تهیه و به پنج طبقه کاملاً نامناسب، نسبتاً نامناسب، بی‌تفاوت، نسبتاً مناسب و کاملاً مناسب تقسیم گردیده و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت (شکل۶). تحلیل حساسیت نشان می دهد که گزینه‌های مختلف چگونه در رابطه با همدیگر درخصوص هر معیار و همچنین مجموع معیارها اولویت‌بندی شده‌اند. شکل (۴) نقشه‌های وزن‌دار شده زیر معیارها را نشان می‌دهد.



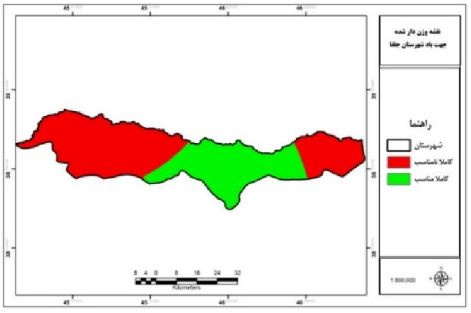
شکل ۳- نمودار تحلیل حساسیت منبع: یافته‌های تحقیق



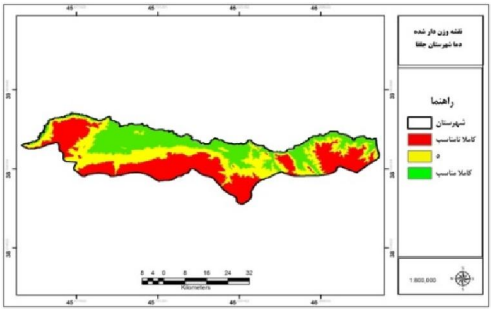
ارتفاع



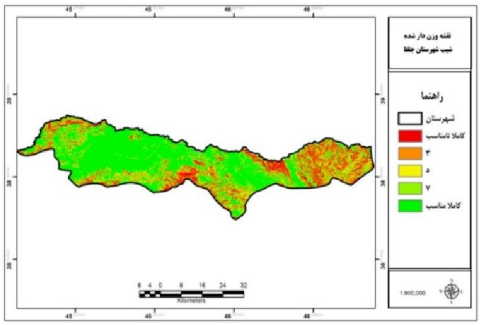
بارش



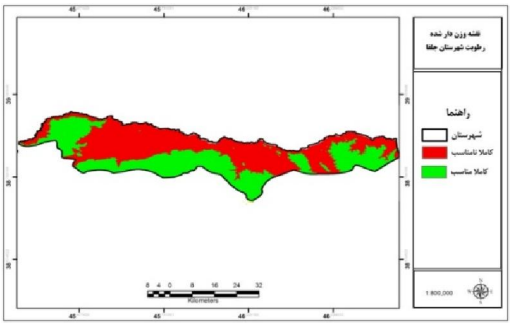
جهت باد



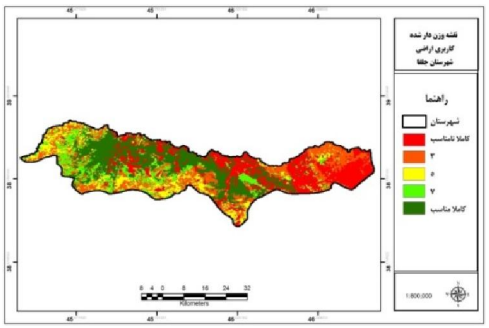
دما



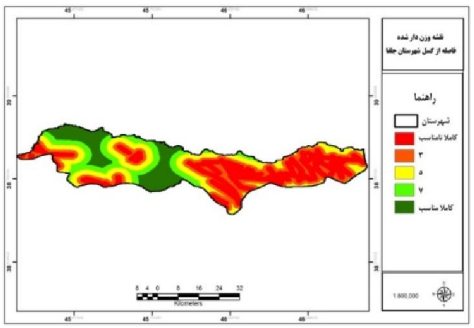
شیب



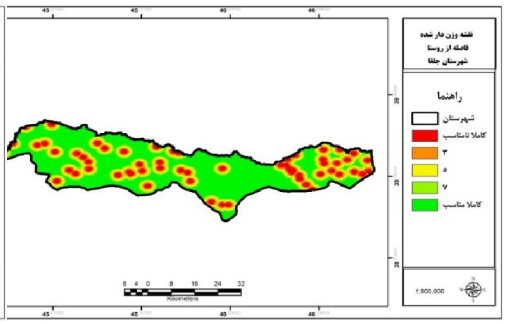
رطوبت



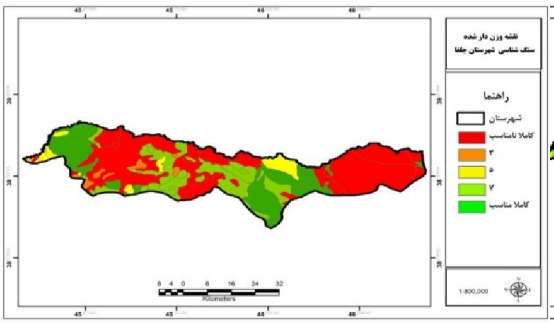
کاربری اراضی



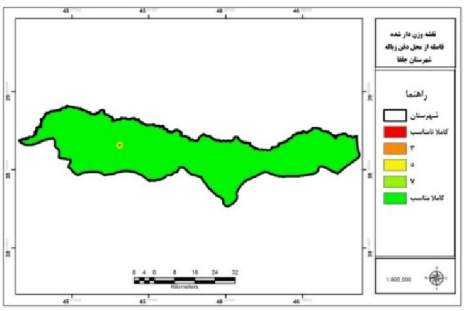
فاصله از گسل



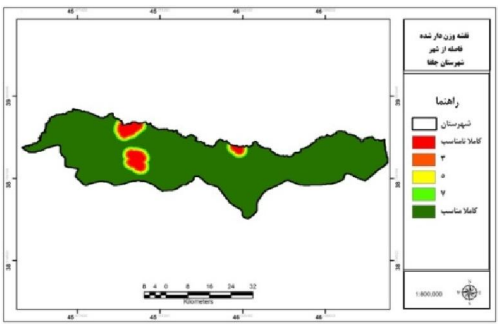
فاصله از روستاها



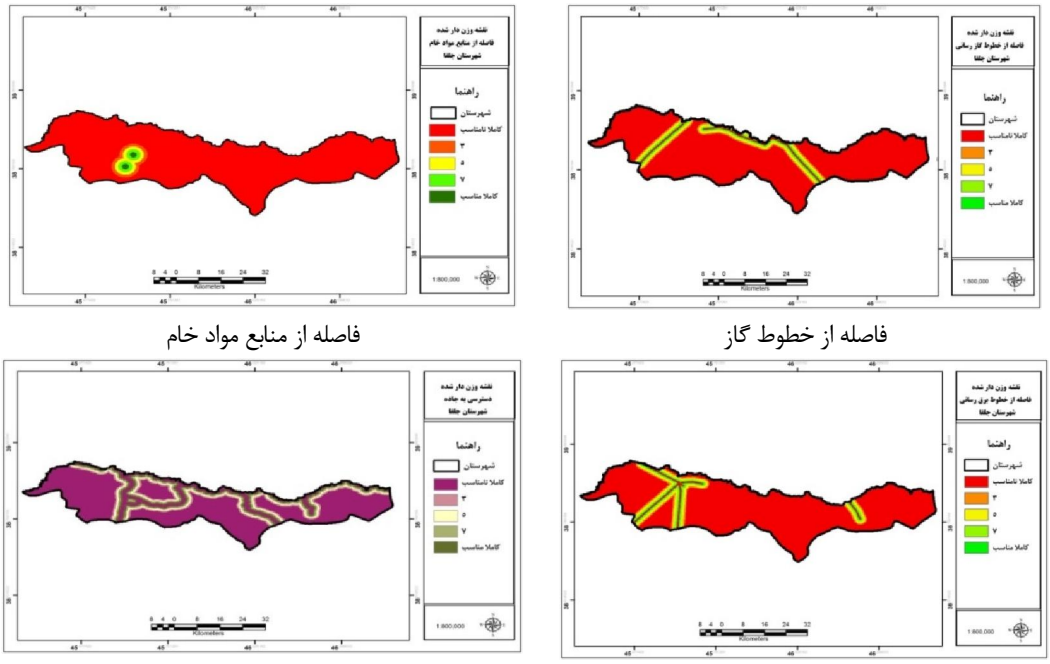
سنگ شناسی



فاصله از محل دفن زباله



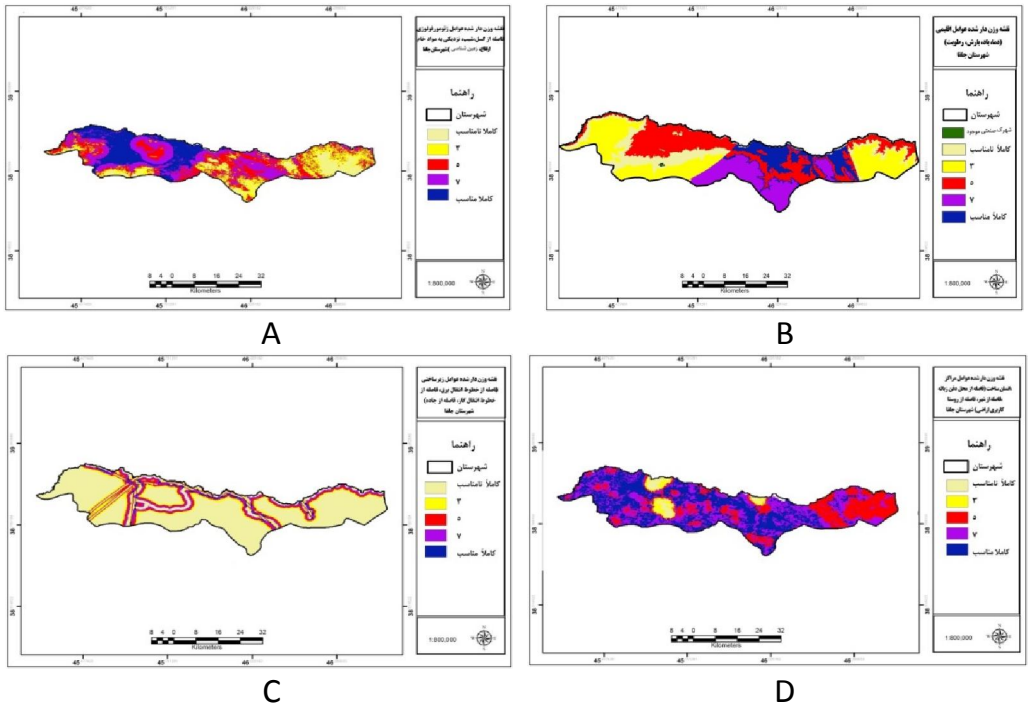
فاصله از شهرها



فاصله از خطوط گاز — فاصله از منابع مواد خام

فاصله از خطوط برق — فاصله از خطوط ارتباطی

نقشه۴- نقشه‌های وزن‌دار شده زیر معیارها (منبع: یافته‌های تحقیق)

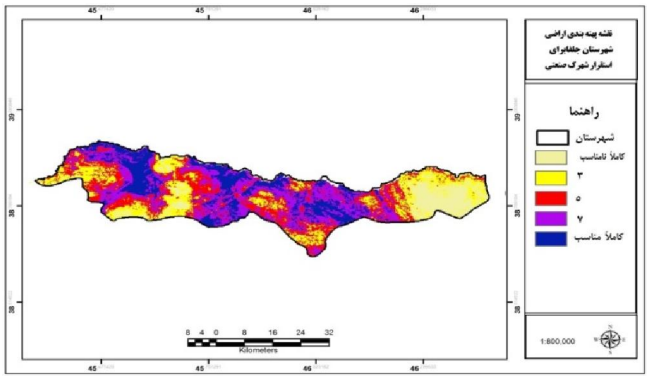


A — B

C — D

نقشه۵- نقشه نهایی معیارهای ژئومورفولوژی - زمین شناسی (A)، اقلیمی(B)،زیرساختی (C)، انسان ساخت (D) منبع: یافته های تحقیق

شکل (۶) مناسبت و عدم مناسبت اراضی شهرستان جلفا برای احداث شهرک‌های صنعتی را با توجه به معیارهای مهم دخیل در تحقیق و با استفاده از مدل AHP نشان می‌دهد. بررسی نقشه مکان‌یابی اراضی شهرستان جلفا بر اساس مدل سلسله مراتبی نشان دهنده این است که بخش‌های شمالی، شمال غربی، مرکز و نواحی غرب همچنین بخش‌هایی از جنوب شهرستان جلفا، مکان‌های کاملاً مناسبی برای احداث شهرک صنعتی می‌باشند. مساحت این نواحی ۵۶۸ /۰۴ هکتار محاسبه شده است که ۰/۳۴ درصد مساحت کل شهرستان می‌باشد. بخش‌های شمالی، شمال غربی، مرکزی، جنوب و قسمت‌هایی از نواحی غرب، از استعداد نسبتاً مناسبی برای احداث شهرک صنعتی برخوردارند، که این نواحی۵۵۹۹/۲ هکتار را به خود اختصاص داده‌اند و ۳/۳۵ درصد مساحت شهرستان را در بر می‌گیرند. بخش‌هایی از شرق و شمال شرق، غرب و قسمت‌های محدودی از نواحی جنوب و مرکز شهرستان از قابلیت ضعیفی برای احداث شهرک صنعتی برخوردارند که ۸۳۸۸۱/۵ هکتار از اراضی شهرستان را شامل می‌شوند. همچنین بخش‌های زیادی از نواحی شرق، قسمت‌های محدودی از نواحی غرب و جنوب غرب فاقد قابلیت لازم برای احداث شهرک صنعتی می‌باشد که این نواحی ۲۱۲۴/۴۶ هکتار از مساحت شهرستان جلفا را به خود اختصاص داده‌اند (جدول ۱۰).



نقشه۶- نقشه مکان‌یابی اراضی شهرستان جلفا

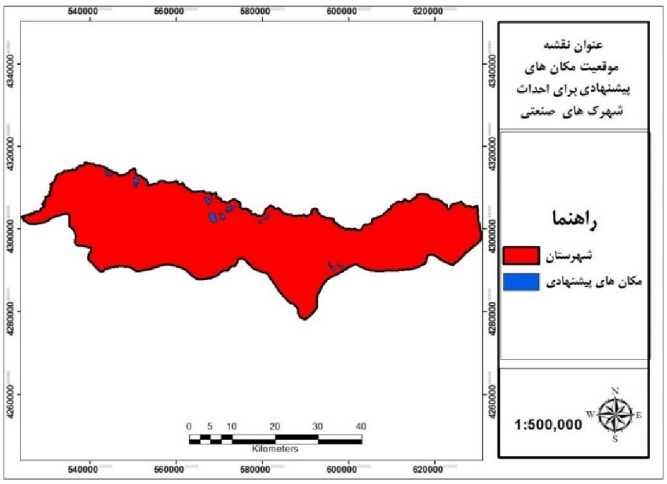
منبع : یافته‌های تحقیق

جدول ۱۰- مساحت هر یک از پهنه‌های مورد ارزیابی برای احداث شهرک صنعتی

پهنه	مساحت (به هکتار)	درصد از مساحت کل منطقه
کاملاً مناسب	۵۶۸/۰۴	۰/۳۴۰
نسبتاً مناسب	۵۵۹۹/۲	۳/۳۵۳
بی تفاوت	۷۴۸۲۶/۸	۴۴/۸۰۶
نسبتاً نامناسب	۸۳۸۸۱/۵	۵۰/۲۲۸
کاملاً نامناسب	۲۱۲۴/۴۶	۱/۲۷۳

منبع: یافته‌های تحقیق

شهرک صنعتی اجرا شده در شهرستان جلفا در نواحی نسبتاً نامناسب قرار دارند. با توجه به آخرین تقسیمات کشوری شهرستان جلفا که دارای دو بخش به نام‌های مرکزی و سیه‌رود می‌باشد، مساحت زیادی از نواحی کاملاً مناسب، در بخش مرکزی و مساحت کمی از این نواحی در بخش سیه رود قرار گرفته است. با توجه به اینکه، پهنه‌های کاملاً مناسب برای احداث شهرک‌های صنعتی در مدل AHP به صورت پراکنده در منطقه مورد مطالعه پخش شده است و بعضی از پهنه‌ها مساحت مناسب برای ایجاد شهرک‌های صنعتی را ندارند و نمی‌توانند ارزش برنامه‌ریزی داشته باشند. به این دلیل با استفاده از قابلیت‌های نرم‌افزار ARC MAP به جداسازی پهنه‌هایی که از نظر مساحت، ارزش برنامه‌ریزی را دارا می‌باشند اقدام گردیده است و پهنه‌های بالای ۵۰ هکتار مورد شناسایی قرار گرفته است (شکل۷) و با استفاده از مدل ELECTRE به رتبه‌بندی و اولویت‌بندی این پهنه‌ها برای احداث شهرک صنعتی در شهرستان جلفا اقدام شده است.



نقشه ۷- موقعیت مکان‌های شناسایی شده برای احداث شهرک‌های صنعتی

منبع: یافته‌های تحقیق

۶-۲- رتبه‌بندی با مدل ELECTRE

در ادامه با استفاده از مدل ELECTRE و با توجه به معیارهای مهم در مکان‌یابی بهینه شهرک‌های صنعتی، به رتبه‌بندی ایجاد شهرک‌ها در پهنه‌های شناسایی شده اقدام شد. لازم به ذکر است که برای ارزش دهی به پهنه‌های کاملاً مناسب بالای ۵۰ هکتار، فاصله و موقعیت این پهنه‌ها نسبت به موقعیت معیارها محاسبه و از روش ارزش گذاری منطقAHP استفاده شده است. در جدول (۱۱) ارزش‌های۹،۷،۵،۳،۱به ترتیب نشانگر وضعیت کاملاً نامناسب، نسبتاً نامناسب، بی‌تفاوت، نسبتاً مناسب و کاملاً مناسب، پهنه‌های شناسایی شده نسبت به معیارهای مورد بررسی می‌باشد.

جدول۱۱- ماتریس تصمیم‌گیری

پهنه‌ها	باد	دما	بارش	رطوبت	گسل	شیب	منابع خام	ارتفاع	سنگ	زباله	روستا	شهر	کاربری	برق	گاز	جاده
اول	۱	۷	۷	۷	۹	۵	۵	۳	۷	۵	۳	۵	۷	۹	۱	۹
دوم	۱	۹	۷	۷	۷	۹	۹	۹	۱	۱	۵	۱	۹	۹	۳	۷
سوم	۱	۹	۷	۷	۷	۷	۷	۹	۷	۳	۱	۵	۹	۷	۹	۹
چهارم	۱	۹	۷	۷	۷	۹	۵	۹	۱	۵	۱	۷	۹	۳	۹	۹
پنجم	۱	۹	۷	۷	۷	۹	۹	۷	۷	۳	۳	۵	۹	۷	۳	۷
ششم	۹	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۵	۷	۳	۱	۷	۹	۵	۵	۹
هفتم	۱	۹	۷	۷	۵	۷	۳	۹	۱	۷	۵	۳	۹	۱	۹	۹
هشتم	۹	۹	۷	۷	۵	۷	۳	۷	۷	۷	۳	۳	۹	۱	۹	۷
نهم	۹	۷	۷	۷	۵	۹	۱	۵	۹	۹	۹	۹	۹	۵	۷	۹
دهم	۹	۷	۷	۷	۳	۹	۱	۳	۹	۹	۷	۹	۳	۳	۹	۹

منبع :یافته‌های تحقیق

یکی از مراحل مهم مدل ELECTRE وزن دادن به معیارهای مورد استفاده می‌باشد. در این مرحله می‌توان به هر یک از معیارها بر اساس نظریات شخصی و کارشناسانه و بر اساس اهمیت هر معیار با استفاده از مدل‌های مختلف وزن دهی، وزن داد. در این تحقیق برای بدست آوردن وزن هر یک از معیارها، از مدلAHP استفاده شده است. جدول (۱۲) وزن و اهمیت هر یک از معیارها را نشان می‌دهد. بدین ترتیب همان طور که در جدول (۱۲) مشاهده می‌شود، معیارهای کاربری اراضی و جهت باد از وزن و تأثیرگذاری بیشتری نسبت به سایر معیارها برخوردار می‌باشند.

جدول۱۲- وزن‌های بدست آمده با استفاده از مدلAHP

معیار	وزن
باد	۰/۱۲۳
بارش	۰/۰۴۹
رطوبت	۰/۰۳۰
دما	۰/۰۴۹
گسل	۰/۱۰۶
شیب	۰/۰۵۲

نزدیکی به منابع	۰/۰۱۴
ارتفاع	۰/۰۵۲
سنگ	۰/۰۲۵
زباله	۰/۰۱۹
فاصله از روستا	۰/۰۵
فاصله از شهر	۰/۰۵
کاربری اراضی	۰/۱۳۰
فاصله از خطوط انتقال برق	۰/۰۶۳
فاصله از خطوط انتقال گاز	۰/۰۶۳
فاصله از جاده	۰/۱۲۵

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول۱۳- ماتریس هماهنگ

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
۱		۰/۵۴۲	۰/۶۵۴	۰/۶۰۴	۰/۵۲۹	۰/۵۳۰	۰/۵۷۱	۰/۳۷۳	۰/۳۱۶	۰/۳۶۸
۲	۰/۷۲۳		۰/۸۲۹	۰/۸۵۴	۰/۸۲۹	۰/۷۰۶	۰/۸۵۴	۰/۷۰۶	۰/۶۵۶	۰/۶۵۶
۳	۰/۷۴۸	۰/۷۱۰		۰/۸۰۲	۰/۷۱۰	۰/۷۰۱	۰/۸۵۴	۰/۶۰۶	۰/۵۴۱	۰/۶۰۴
۴	۰/۷۵۶	۰/۷۶۲	۰/۹۷۵		۰/۷۳۷	۰/۷۸۹	۰/۸۴۵	۰/۵۸۱	۰/۶۵۶	۰/۷۱۹
۵	۰/۷۹۸	۰/۸۹۸	۰/۹۳۴	۰/۸۰۲		۰/۷۵۰	۰/۸۰۲	۰/۷۸۱	۰/۶۵۶	۰/۶۵۶	۰/۷۰۶
۶	۰/۷۴۸	۰/۶۰۹	۰/۸۹۹	۰/۷۵۱	۰/۶۶۱		۰/۷۵۳	۰/۶۲۸	۰/۷۹۰	۰/۷۲۷
۷	۰/۷۵۶	۰/۶۵۴	۰/۸۱۹	۰/۷۹۲	۰/۵۴۹	۰/۶۳۳		۰/۷۲۷	۰/۶۰۴	۰/۶۶۷
۸	۰/۷۸۱	۰/۶۷۷	۰/۷۹۲	۰/۷۴۰	۰/۷۲۹	۰/۷۸۱	۰/۸۹۸		۰/۷۲۷	۰/۷۹۰
۹	۰/۹۳۷	۰/۶۰۵	۰/۷۹۳	۰/۷۳۰	۰/۶۰۵	۰/۸۳۱	۰/۸۳۶	۰/۷۱۱		۰/۹۳۷
۱۰	۰/۸۰۷	۰/۴۷۵	۰/۶۶۳	۰/۶۶۳	۰/۴۷۵	۰/۶۴۹	۰/۶۰۰	۰/۴۷۵	۰/۵۹۹	

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول۱۴- ماتریس ناهماهنگ

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
۱		۱	۰/۶۳۶	۰/۹۵۵	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۲	۰/۷۱۴		۰/۵۸۸	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۳	۱	۱		۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
۴	۱	۰/۸۱۰	۰/۵۷۱		۱	۱	۱	۱	۱	۱
۵	۱	۰/۷۰۰	۰/۲۹۴	۰/۸۲۴		۱	۱	۱	۱	۱
۶	۰/۲۰۴	۰/۲۵۹	۰/۱۶۷	۰/۱۶۷	۰/۱۶۷		۰/۲۵۹	۱	۱	۰/۷۲۴	۰/۷۳۶
۷	۰/۷۸۶	۰/۶۰۷	۰/۵۲۴	۰/۷۸۶	۰/۸۱۰	۱		۱	۱	۱
۸	۰/۴۰۷	۰/۳۱۵	۰/۲۰۴	۰/۲۰۴	۰/۳۱۵	۰/۷۸۶	۰/۱۳۰		۱	۰/۵۵۲
۹	۰/۳۱۵	۰/۲۲۲	۰/۲۰۴	۰/۲۰۴	۰/۲۲۲	۰/۳۹۳	۰/۲۵۹	۰/۶۶۷		۰/۲۴۱
۱۰	۰/۴۰۷	۰/۵۳۷	۰/۵۳۷	۰/۵۳۷	۰/۵۳۷	۱	۰/۵۳۷	۱	۱	

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۱۵- ماتریس هماهنگ مؤثر

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
۱		۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۲	۱		۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰
۳	۱	۱		۱	۱	۰	۱	۰	۰	۰
۴	۱	۱	۱		۱	۱	۱	۰	۰	۱
۵	۱	۱	۱	۱		۱	۱	۱	۰	۰
۶	۱	۰	۱	۱	۰		۱	۰	۱	۱
۷	۱	۰	۱	۱	۰	۰		۱	۰	۰
۸	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱		۱	۱
۹	۱	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۱		۱
۱۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۱۶- ماتریس ناهماهنگ مؤثر

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
۱		۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۲	۱		۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۳	۰	۰		۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۴	۰	۰	۱		۰	۰	۰	۰	۰	۰
۵	۰	۱	۱	۰		۰	۰	۰	۰	۰
۶	۱	۱	۱	۱	۱		۱	۰	۰	۱
۷	۰	۱	۱	۰	۰	۰		۰	۰	۰
۸	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱		۰	۱
۹	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱		۱
۱۰	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۰	۰	

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۱۷- ماتریس کلی مؤثر

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
۱		۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۲	۱		۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۳	۰	۰		۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۴	۰	۰	۱		۰	۰	۰	۰	۰	۰
۵	۰	۱	۱	۰		۰	۰	۰	۰	۰
۶	۱	۰	۱	۱	۰		۱	۰	۰	۱
۷	۰	۰	۱	۰	۰	۰		۰	۰	۰
۸	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱		۰	۱
۹	۱	۰	۱	۱	۰	۱	۱	۱		۱
۱۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	

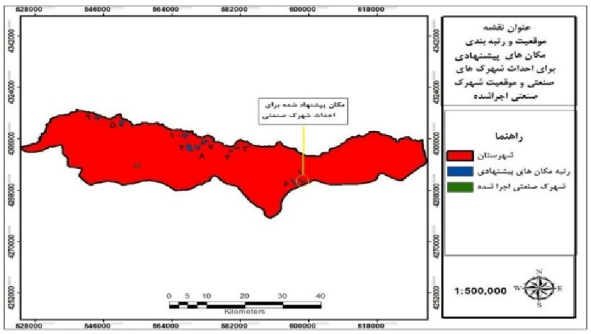
منبع: یافته‌های تحقیق

در ادامه با توجه به وزن هر یک از معیارها و ارزش آنها برای هر یک از مکان‌های شناسایی شده به رتبه‌بندی مکان‌ها اقدام که جدول (۱۸) اولویت هر یک از مکان‌ها را نشان می‌دهد. بدین ترتیب همان طور که در جدول (۱۸) مشاهده می‌شود پهنه نهم با رتبه اول، بهترین پهنه برای احداث شهرک صنعتی در شهرستان جلفا بر اساس روش ELECTRE می‌باشد و پهنه سوم نیز از اهمیت کمتری برای احداث شهرک صنعتی در منطقه مورد مطالعه برخوردار می‌باشد. شکل(۸) موقعیت مکان‌های انتخاب شده و رتبه مکان‌های پیشنهادی برای احداث شهرک صنعتی در شهرستان جلفا را با استفاده از مدل ELECTRE نشان می‌دهد.

جدول ۱۸- نتایج رتبه بندی پهنه‌های مناسب برای احداث شهرک‌های صنعتی

برد	باخت	جواب نهایی	بهترین گزینه‌ها		رتبه‌بندی پهنه‌ها
۰	۵	-۵	۷	نهم	۱
۲	۱	۱	۵	هشتم	۲
۰	۷	-۷	۴	ششم	۳
۱	۳	-۲	۱	پنجم	۴
۲	۱	۱	۱	دوم	۵
۵	۱	۴	-۲	دهم	۶
۱	۳	-۲	-۲	چهارم	۷
۶	۱	۵	-۲	هفتم	۸
۷	۰	۷	-۵	اول	۹
۱	۳	-۲	-۷	سوم	۱۰

منبع: یافته‌های تحقیق



نقشه۸- نقشه موقعیت و رتبه مکان‌های شناسایی شده برای شهرک‌های صنعتی در شهرستان جلفا با استفاده از روشELECTRE و موقعیت شهرک صنعتی اجرا شده موجود

۷- نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها

با توجه به اهمیت شهرک‌های صنعتی در منطقه آزاد ارس در استان آذربایجان شرقی، مطالعه حاضر به مکان‌یابی شهرک صنعتی شهرستان جلفا اقدام نمود. برای این منظور از مدل‌های AHP و ELECTRE استفاده شد. در این زمینه معیارهای اقلیمی، ژئومورفولوژی- زمین شناسی، دسترسی به مراکز انسان ساخت و زیرساختی انتخاب شدند. با توجه به نتایجی که از پر کردن پرسشنامه توسط کارشناسان و متخصصان بدست آمد، از بین معیارهای انتخابی بیشترین اهمیت به معیارهای ژئومورفولوژی-زمین شناسی با ۰/۴۳۹ درصد اختصاص یافت که زیر معیارهای آن شامل شیب زمین، فاصله از گسل، واحدهای سنگ شناسی، فاصله از منابع مواد خام می‌باشد. این امر نشان دهنده برتری شاخص‌های ژئومورفولوژی- زمین شناسی نسبت به سایر عوامل می‌باشد. همچنین کمترین اهمیت به معیار اقلیمی شامل زیرمعیارهای دما، بارش، رطوبت هوا و جهت باد، اختصاص یافت که در مجموع ۰/۱۰۴ درصد از ارزش سه معیار دیگر مورد بررسی قرار گرفته را شامل می‌شود (جدول۵). تجزیه و تحلیل داده‌ها و اطلاعات به دست آمده، نشان دهنده این است که بخش‌های شمالی، شمال غربی، مرکز و نواحی غرب همچنین بخش‌هایی از جنوب شهرستان جلفا، مکان‌های کاملاً مناسبی برای احداث شهرک صنعتی می‌باشند، مساحت این نواحی ۰۴ /۵۶۸ هکتار محاسبه شد. همچنین بخش‌های زیادی از نواحی شرق، قسمت‌های محدودی از نواحی غرب و جنوب غرب فاقد قابلیت لازم برای احداث شهرک صنعتی می‌باشد که این نواحی ۲۱۲۴/۴۶ هکتار از مساحت شهرستان جلفا را به خود اختصاص داده‌اند (جدول۱۰). پس از تعیین پهنه‌ها، نتایج رتبه‌بندی با استفاده از روش ELECTRE نشان داد که پهنه نهم در شمال غربی شهرستان از بیشترین و پهنه سوم نیز از کمترین ارزش برای احداث شهرک صنعتی در شهرستان جلفا برخوردار است (جدول۱۷). مقایسه شهرک صنعتی اجرا شده شهرستان، با مکان‌یابی مناسب آن نشان داد که شهرک صنعتی اجراشده شهرستان جلفا با توجه به ضوابط و معیارهای بنیادی مکان یابی نشده است(شکل ۸). همچنین با توجه به اینکه شرایط اقلیمی در استقرار صنایع نقش مهمی دارند و از دیدگاه زیست محیطی باید به آثار صنایع بر میزان آلودگی هوا و صدا در محیط‌های شهری توجه شود، بنابراین مکان پیشنهادی برای احداث شهرک صنعتی در شهرستان جلفا، با مساحت ۸۳ هکتار، از نظر توپوگرافی در ارتفاع ۹۸۷ متری از سطح دریاهای آزاد و در زمین‌هایی با شیب ۲ درصد قرار گرفته و میزان بارش در این مکان۳۵۰ میلی متر، دما۱۰درجه سانتی گراد، میزان رطوبت۵۰ درصد و در عکس جهت باد قرارگرفته است. لازم به ذکر است که به دلیل وجود میکروگسل‌های زیاد در منطقه جلفا، مکان پیشنهادی در فاصله ۱۸۹۷/۳۷ متری از گسل‌های موجود، به دور از زمین‌های کشاورزی، باغات و جنگل و از نظر سنگ شناسی در زمین‌های مقاوم قرار گرفته است. همچنین کاملاً مشهود است که

دسترسی کارخانه‌ها به شبکه‌ی حمل و نقل کارآمد، موجب کاهش هزینه‌ها و جابه‌جایی آسان محصولات می‌شود و با توجه به اینکه برخی کارخانه‌ها برای اینکه عملکرد مطلوبی داشته باشند، به مقدار معینی از منابع انرژی نیازمندند، بنابراین مکان پیشنهادی در این منطقه، در فاصله نزدیک به خطوط انتقال برق ،گاز و راه‌های ارتباطی قرار گرفته است. در ارتباط با مکان‌یابی شهرک‌های صنعتی در منطقه مورد مطالعه توجه به موارد زیر ضروری بنظر می رسد:

- با توجه به نظرات کارشناسان، بیشترین ارزش به معیارهای ژئومورفولوژی- زمین شناسی اختصاص یافت، بنابراین پیشنهاد می‌شود که در مکان گزینی شهرک‌های صنعتی به عوامل ژئومورفولوژی - زمین شناسی توجه بیشتری شود.

- به دلیل وجود میکروگسل‌های زیاد در شهرستان جلفا پیشنهاد می‌شود در مکان‌گزینی شهرک‌های صنعتی این منطقه به عامل فاصله از گسل نیز توجه بیشتری شود.

- بهتر است برای انتخاب دقیق‌تر مکان شهرک‌های صنعتی تمام فاکتورهای طبیعی، انسانی، ارتباطی در منطقه مورد مطالعه به نوعی مورد نظر قرار گیرند.

- با توجه به نظرات متخصصان، زیرمعیارهای کاربری اراضی و جهت باد از وزن و تأثیرگذاری بیشتری نسبت به سایر زیر معیارها برخوردارند. بنابراین با توجه به اینکه عدم توجه به این عوامل پیامدهای زیست محیطی بدنبال خواهد داشت و منجر به تخریب فضای سبز، آلودگی هوا در شهرها می‌شود بنابراین توجه به این معیارها در مکان‌یابی شهرک‌های صنعتی منطقه مورد مطالعه ضروری به نظر می‌رسد.

- به منظور بالا بردن دقت مکان‌های مناسب جهت استقرار شهرک‌های صنعتی، نقشه‌های پایه‌ای دقیق‌تری توسط سازمان‌های مربوط تهیه گردد.

- نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS ابزار مناسبی برای شناسایی مناطق صنعتی مناسب است، که خطاها و زمان مورد نیاز برای آنالیز متغیرها را کاهش داده و باعث کاهش هزینه نهایی فرآیند مکان‌یابی می‌شود.

منابع و مآخذ:

۱. ارغان، عباس.عسکری، مجتهدزاده . ۱۴۰۰ . مقایسه شهرک‌های صنعتی با تأکید بر میزان جذب متقاضیان، اشتغال و سرمایه گذاری با استفاده ازGIS, مطالعه موردی: شهرک‌های صنعتی عباس‌آباد، ایوانکی، گرمسار و سمنان فصل نامه آمایش محیط، شماره ۵۲ ، بهار.

۲. افراسیابی، م، ارجمند، ع، دستپاک ، ر. ۱۳۹۵. مکان‌یابی شهرک‌های صنعتی با استفالده از روش AHP ، سومین کنفرانس بین‌المللی عمران، معماری و سازه، موسسه تحقیقاتی، پژوهشی علوم و تکنولوژی نروژ.

۳. اخوان، ح ، نظری، ر. ۱۳۸۶. عملکرد شهرک‌های صنعتی در استان گلستان و ارائه راهکار اجرایی برای بهبود آنها، مجله اقتصادی ، ۷۳ و۷۴(۷) : ۲۳-۱.

۴. امیدنیا، عباس، غوابش، عبدالقاسم، کاکا، جاسم، مقدم، محمد، آبسته، منی، کریمی کیا، اسماء. ۱۳۸۳ . گزارش نهایی طرح تحقیقاتی بررسی عملکرد شهرک‌های صنعتی در استان خوزستان، وزارت امور اقتصادی و دارایی، معاونت امور اقتصادی، (شهریور)، دبیرخانه کمیته تخصصی.

۵. تولایی، سیمین. ۱۳۷۰. تحلیلی از کارکردهای فضایی مکان شهرک‌های صنعتی ایران (البرز،کاوه، رشت) ، رساله دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی.

۶. جعفریه، م. ۱۳۹۰. ارزیابی مکان یابی شهرک‌های صنعتی غرب استان تهران، نمونه موردی (اشتهارد و نظرآباد)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه پیام نور تهران.

۷. حاجبی، ش، سلیمانی، غ، پورمحمد ،ر. ۱۳۹۵. مکان‌یابی شهرک‌های صنعتی با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (مطالعه موردی :شهرک صنعتی شهرستان دیواندره در استان کردستان)، فصلنامه مدیریت صنعتی دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج، ۳۴(۱۰) : ۷۳-۶۴.

۸. رضایی، م،ر، خاوریان گرمسیر، الف، ر. ۱۳۹۳. تحلیلی بر معیارها و شاخص‌های مکان‌یابی شهرک‌های صنعتی با تأکید بر اصول برنامه ریزی فضایی و آمایش سرزمین در ایران، جغرافیا و آمایش شهری – منطقه ای،۱۲(۴): ۱۲- ۱.

۹. رئیسی، م؛ سقانیان، ع .۱۳۸۹. مکان‌یابی صنایع با استفاده از معیارهای جغرافیایی(مطالعۀ موردی: شعاع پنجاه کیلومتری شرق اصفهان)، فصلنامۀ تحقیقات جغرافیایی، ۴(۹۹): ۱۳۴-۱۱۵

۱۰. رضویان، محمد تقی. ۱۳۷۶ . مکان گزینی واحدهای صنعتی"، چاپ اول، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اهواز.

۱۱. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استانداری آذربایجان شرقی، سالنامه آماری استان، سال۱۳۸۵ و۳۹۰ .
۱۲. شوشتری، رضا . معروف نژاد، عباس.۱۳۹۹. رتبه بندی جایگاه‌های پمپ بنزین از منظر شهروندان با استفاده از مدل Vikor مطالعه موردی :شرق کلانشهر اهواز فصل نامه آمایش محیط، شماره ۴۸ ، بهار.
۱۳. شریفی پور، ر، احمدیان، ر، دانه کار، ا. ۱۳۸۹. تعیین و اولویت‌بندی معیارهای مکان‌یابی شهر جدید پارس با استفاده از ارزیابی چند معیاره مکانی و کاربرد تحلیل سلسله مراتبی، آمایش سرزمین، ۲(۲) : ۶۵- ۵۱ .
۱۴. شرکت شهرک‌های صنعتی ایران. ۱۳۷۸. شهرک صنعتی به روایتی دیگر، تهران، انتشارات شرکت شهرک‌های صنعتی ایران، چاپ اول.
۱۵. عبدلی،گ، عباسی نژاد، ح. ۱۳۸۶. تجمع‌های صنعتی در توسعه صنعتی و منطقه‌ای، مجله تحقیقات جغرافیایی، ۷۸: ۵۹-۸۶
۱۶. علیجانی، بهلول.۱۳۹۴. تحلیل فضایی، نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی،۳(۲): ۱۴-۱.
۱۷. قنبران، عبدالحمید. حسینعلی، فرهاد. حسینی، سید باقر. بهرامی دوست، پیمان. ۱۳۹۵ . مکان‌یابی مراکز بیمارستانی با تکیه بر مخاطرات طبیعی و با استفاده از مدل تحلیل شبکه‌ای ANP نمونه موردی : منطقه پنج شهر تهران، فصل نامه آمایش محیط، شماره .۴۴.
۱۸. قدسی پور، ح. ۱۳۸۷. فرایند تحلیل سلسله مراتبی، چاپ پنجم ،تهران، انتشارات دانشگاه صنعتی امیر کبیر.
۱۹. مقدم ، مهدی .۱۳۹۱. مکان‌یابی صنایع در فضایی نابرابر، دو فصلنامه علمی - تخصصی اقتصاد توسعه و برنامه‌ریزی، (پاییز و زمستان ،۲(۱) :۳۲- ۱۹
۲۰. مرکز آمار ایران. ۱۳۹۰. نتایج تفصیلی سرشماری عمومی نفوس و مسکن کشور.
۲۱. مطیعی لنگرودی، س. ح. ۱۳۸۰. اثرات اقتصادی اجتماعی شهرک‌های صنعتی در نواحی روستایی (مطالعه موردی: شهرک صنعتی مشهد)، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، پیاپی۶۱، ۲ (۱۶) : ۳۸ – ۲۱.
۲۲. منوری، سید مسعود، طبیبیان، سحر، (۱۳۸۵). تعیین عوامل زیست محیطی در مکان‌یابی شهرهای جدید در ایران، علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۳(۸) : ۹-۱.
۲۳. نصراللهی، ز. صالحی قهفرخی، ف. ۱۳۹۱. عوامل مؤثر بر مکان‌یابی شهرک‌های صنعتی با توجه به شاخص‌های توسعه پایدار و اولویت‌بندی آنها با استفاده از اعداد فازی مثلثی (مورد نمونه اراک)، فصلنامه پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی،۷(۲): ۱۲۳ – ۹۳.

۲۴. وارثی، ح. ر. تقوایی، م. شریفی، ن. ۱۳۹۴. تحلیل فضایی و مکان‌یابی بهینه فضاهای سبز شهری (نمونه موردی شهر نجف آباد) مجله پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، ۲۱(۶) : ۷۲- ۵۱.

25. Bertolini, M., & Braglia, M. 2006. Application of the AHP Methodology in Making a Proposal for a Public Work Contract, 17 January.
26. Fernando ,G.M.T.S . Pinnawala Sangasumana, Ven. Edussuriya, C.H. 2015. A GIS Model for Site Selection of Industrial Zones in Sri Lanka, (A Case Study of Kesbewa Divisional Secretariat Division in Colombo District), International Journal of Scientific & Engineering Research, 6, (11),2229-5518.
27. Fataei, E. Aalipour erdi, M. Farhadi, H. Mohammadian,M. 2015. Industrial State Site Selection Using MCDM Method and GIS in Germi, Ardabil, Iran. Journal of Industrial and Intelligent Information 3, (4), 324-329.
28. Fernandez, I. and Ruiz, M. C. 2009. Descriptive model and evaluation system to locate sustainable industrial areas. Journal of Cleaner Production, 17, 87-100
29. Gibbs,D.and Deutz,P.(2007) ; Reflections on Implementing Industrial Ecology Through Eco-Industrial Park Development. Journal of Cleaner Production 15, PP: 1683-1695
30. Moreno-Jiminez, J.M., Joven, J.A., Pirla, A.R., & Lanuza, A.T., (2005), A Spreadsheet Module for Consistent Consensus Building in AHP Decision Making , Journal of Group Decision and Negotiation, Vol. 14, Pp. 89-108Malczewski.j. 1999.GIS and Multi CriteriaDecision Analysis , Edition John Wiley and sonsINC.
31. Ruiz, M.C. E. Romero, M.A. Perez, and J. Fernandez. 2011. Development and Application of a Multi- Criteria Spatial Decision Support System Planning Sustainable Industrial area in Northern Spain, Automation in Construction, 22, 320-333.
32. Ramanathan, R. 2001. A note on the use of the analytic hierarchy process for environmental impact assessment, Journal of Environmental Management ,63, 27–35, doi:10.1006/jema. 2001 . 0455 .
33. Rikalovic, A. Cosic, I. Lazarevic, D. 2014. GIS Based Multi-Criteria Analysis for Industrial Site Selection. Procedia Engineering 69, 1054 – 1063.

34. Saaty, T. L. 1980. The Analytic HierarchyProcess.New York, NY: Mc Graw-Hill.
35. Ülengin, F., Kabak, O., Onsel, S., Aktas, E. & Parker, B.R. 2011. The competitiveness of nations and implications for human development.. Socio-Economic Planning Sciences, 45(1), 16–27.
36. Taibi, A., Atmani, B. 2017. Combining fuzzy AHP with GIS and decision rules for industrial site selection,International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence,4,60-69.