

M. Reisi
A. Soffianian

E.mail: marziehreisi@yahoo.co.uk

مرضیه رئیسی: دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان
علیرضا سفیانیان: دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

شماره مقاله: ۸۰۴

شماره صفحه پیاپی ۱۶۷۴۵-۱۶۷۲۵

مکان‌یابی صنایع با استفاده از معیارهای جغرافیایی (مطالعه موردی: شعاع پنجاه کیلومتری شهر اصفهان)

چکیده

مکان‌یابی صنعتی تصمیمی بسیار پیچیده است و به دامنه وسیعی از معیارها وابسته است. بنابراین، می‌توان مکان‌یابی را فرایند تصمیم‌گیری چند معیاره‌ای دانست که برای اولویت‌بندی معیارهای مختلف و انتخاب بهترین گزینه از میان گزینه‌های ممکن، به کار می‌رود. در واقع، می‌توان با مکان‌یابی تأثیرات منفی حاصل از ایجاد و بهره‌برداری از صنایع را به حداقل رساند و گامی مثبت برای توسعه پایدار برداشت. هدف از این مطالعه، ارزیابی امکان استقرار صنایع در داخل شعاع ۵۰ کیلومتری شهر اصفهان با استفاده از فرآیند تصمیم‌گیری چندمعیاره در سیستم اطلاعات جغرافیایی است. ابتدا با بررسی منابع و کسب استانداردها، معیارهای استقرار صنایع مشخص گردید. این معیارها شامل فاصله از آب‌های سطحی، شیب، فاصله از جوامع انسانی، فاصله از راه‌های ارتباطی، مناطق حفاظت‌شده، فاصله از صنایع، عمق آب‌های زیرزمینی، فاصله از خطوط انتقال آب، فاصله از گسل‌ها و کاربری فعلی اراضی هستند. سپس کلیه معیارها با فرمت مشابه به سیستم اطلاعات جغرافیایی وارد و استانداردسازی شدند. در مرحله بعد از روش درجه‌بندی برای وزندهی معیارها استفاده شد و در نهایت کلیه لایه‌ها با استفاده از روش ترکیب خطی

وزن دار تلفیق شدند. پس از حذف مناطقی که دارای مساحت کافی برای استقرار صنایع نبودند، چهار منطقه مناسب در بخش شرقی اصفهان برای استقرار صنایع تعیین شد. **واژه‌های کلیدی:** آنالیز تصمیم‌گیری چندمعیاره، مکان‌یابی، درجه بندی، ترکیب خطی وزندار، سیستم اطلاعات جغرافیایی

۱- مقدمه

دنیای اطراف ما مملو از مسائل چندمعیاره است (قدسی پور، ۱۳۸۱، ۳). تصمیم، عمل انتخاب بین گزینه‌ها، فرضیات، مکان‌ها و... است، و سیستم حمایت از تصمیم‌گیری باید فرآیند تصمیم‌گیری را تحکیم بخشد (هانسن، ۲۰۰۵، ۷۵). تصمیم‌گیری چند معیاره^۱ شامل روش‌هایی است که به افراد کمک می‌کند براساس چندین معیار متفاوت و گاه متضاد، تصمیم بگیرند. در واقع، می‌توان گفت تصمیم‌گیری چند معیاره از طریق تجزیه مشکل به اجزای کوچکتر، بررسی مشکلات پیچیده را امکان‌پذیر می‌سازد. پس از بررسی و تصمیم‌گیری درباره اجزای کوچکتر، این اجزا مجدداً گرد آمده، تمایلات کلی تصمیم‌گیران را نشان می‌دهد (دنگ، ۱۹۹۹، ۲۱۵). به علاوه، با افزایش تعداد گزینه‌ها و معیارها، تعداد مقایسات نیز افزایش می‌یابد (کوریراگا و همکاران، ۲۰۰۳، ۵۳). روش تصمیم‌گیری چندمعیاره توانایی زیادی برای کاهش دادن هزینه‌ها، زمان و بالا بردن دقت در تصمیم‌گیری‌های فضایی دارد، به ویژه هنگامی که این روش با سیستم اطلاعات جغرافیایی^۲ تلفیق شود، این توانایی چند برابر می‌شود (کوهساری و حبیبی، ۱۳۸۵، ۱).

مکان مناطق صنعتی با توجه به تاثیرات اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی، در برنامه‌ریزی‌های منطقه‌ای تاثیر بسزایی دارد (روویز پنته و همکاران، ۲۰۰۷، ۱). تصمیم‌گیری پیرامون مکان احداث کارخانه یک مسأله تصمیم‌گیری چندمعیاره است. اکثر معیارهای مکانیابی وابسته به شرایط موجود و دسترسی به منابع در کشور بوده، و همچنین

1. Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA)
2. Geographic Information System (GIS)

مکان‌یابی صنایع با استفاده از معیارهای جغرافیایی (مطالعه موردی: شعاع پنجاه کیلومتری شهر اصفهان) ۱۱۷

براساس عواملی مانند نوع صنعت متفاوت هستند (آتریوارینگ و مک کارتی، ۲۰۰۲، ۱).
تصمیم‌گیری مکانی مانع از تمرکز تصمیم‌گیران بر روی یک معیار و از دست دادن معیارهای دیگر می‌شود. ترکیب سیستم اطلاعات جغرافیایی و تکنیک‌های چندمعیاره کیفیت تصمیم‌گیری را در آنالیزهای مکانی افزایش می‌دهد (گامز و استالیتالین، ۲۰۰۲، ۲۴۳).

استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در آنالیزهای مکانیابی در اواخر دهه ۱۹۷۰ آغاز شده و موفقیت این سیستم در حل مشکلات مکانیابی را می‌توان به دلیل توانایی آن برای انجام عملیات روی هم‌گذاری و بافردانست (الدران‌الدالی، ۲۰۰۳، ۷۲). اولین تحقیقات انجام شده درباره آنالیز تصمیم‌گیری چندمعیاره با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، در اواخر دهه ۱۹۸۰ و اوایل دهه ۱۹۹۰ انتشار یافت و تا کنون مقالات زیادی در این زمینه به چاپ رسیده است (مالچوفسکی، ۲۰۰۶، ۷۰۳). با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، امکان بررسی گزینه‌های مختلف، حذف گزینه‌های نامناسب، تغییر معیارهای تصمیم‌گیری، بررسی معیارهای تصمیم‌گیری متضاد و استفاده از روش‌های مختلف برای ارائه راه حل وجود دارد (گامز و استالیتالین، ۲۰۰۲، ۲۴۳).

در طول سال‌ها، صدها روش تصمیم‌گیری چندمعیاره به کار گرفته شده که از نظر پیشینه تئوریک، نوع سوال عنوان شده و نوع نتایج به دست آمده، با یکدیگر تفاوت دارند (لوکن، ۲۰۰۷، ۱۵۸۴). در واقع، می‌توان گفت مراحل تصمیم‌گیری در روش آنالیز تصمیم‌گیری چندمعیاره شامل تعریف مسأله تصمیم‌گیری، تعیین معیارهای مورد نیاز برای آنالیز، وزندهی، تعیین اهمیت نسبی و تلفیق معیارهاست (لینکوو و همکاران، ۲۰۰۶، ۶۱).

در تحلیل چندمعیاره، پس از شناسایی مسأله تصمیم‌گیری، مجموعه‌ای از معیارهای ارزیابی مورد توجه قرار می‌گیرند. معیارهای ارزیابی در ملازمت با پدیده‌های جغرافیایی مطرح شده و بر همین اساس می‌توان آنها را در قالب نقشه نمایش داد. در حقیقت معیارها مبنای قضاوت، اولویت‌بندی و انتخاب در مورد گزینه‌های پیشنهادی را فراهم

کرده و به دو دسته تقسیم می شوند: ۱) متغیرهای تصمیم گیری، اهداف عینی یا صفات؛ ۲) محدودیت ها (رونالد ایستمن، ۲۰۰۳، ۱). افزایش یا تنزل تناسب یک گزینه برای کاربری موردنظر با استناد به معیارهایی صورت می گیرد که از آنها با عنوان متغیرهای تصمیم گیری، اهداف عینی یا صفات یاد می شود. محدودیت ها قیودی هستند که بر مبنای ملاحظات طبیعی، وضعیت منابع و یا مقتضیات و مقررات اعمال شده از سوی جوامع انسانی تعیین شده و دایره عمل برخی از اقدامات را محدود می سازند. در این صورت به محدوده های مناسب عدد یک و به محدوده های نامناسب عدد صفر اختصاص داده می شود (سلمان ماهینی و غلام علی فرد، ۲۰۰۶، ۴۳۵).

تصمیم گیری، با شناخت و تعریف مسأله تصمیم گیری شروع می شود. پس از شناسایی و تعریف مسأله، معیارهای ارزیابی تعیین شده و سپس با استفاده از نظر کارشناسی وزن و ارزش معیارها تعیین می کردند. در نهایت با توجه به معیارها و ارزش نسبی آنها تصمیم گیری صورت می گیرد. معیارهای ارزیابی را باید در ارتباط با مسأله مورد بررسی تعیین کرد. به عبارت دیگر، معیارهای ارزیابی براساس مسأله مورد بررسی تعیین می شوند. معیارهای ارزیابی برای یک مسأله خاص از طریق بررسی ادبیات مربوطه، مطالعات تحلیلی و پیمایش عقاید و آرای افراد حاصل می شود (پرهیزکار و غفاری گیلانده، ۱۳۸۵، ۱۹۰).

از آنجایی که معیارها در واحدهای متفاوتی اندازه گیری می شوند، نقشه معیارها با همدیگر قابل مقایسه نیستند. از همین رو، در بسیاری از تصمیم گیری های چندمعیاره لازم است که نقشه های معیار در قالب هایی متناسب و قابل مقایسه با هم قرار گیرند. بر همین اساس، قبل از آنکه بتوان نقشه های معیار را در تصمیم گیری چند معیاری استفاده کرد، باید آنها را به صورت استاندارد در آورد (پرهیزکار و غفاری گیلانده، ۱۳۸۵، ۱۹۰). در این مطالعه از منطق فازی برای استاندارد سازی داده ها استفاده شده است.

هدف از وزن دهی معیارها آن است که بتوان اهمیت هر معیار را نسبت به معیارهای دیگر بیان کرد. در تصمیم گیری های چندمعیاره چندین روش برای وزندهی معیار، وجود

مکان‌یابی صنایع با استفاده از معیارهای جغرافیایی (مطالعه موردی: شعاع پنجاه کیلومتری شهر اصفهان) ۱۱۹

دارد. این روش‌ها شامل روش‌های رتبه بندی^۳، درجه بندی^۴، مقایسه دو به دو^۵ و تحلیل موازنه‌ای- جایگشتی^۶ هستند. این روش‌ها از نظر دقت، سهولت استفاده، توافق نظر مابین تصمیم‌گیران و مبانی نظری با یکدیگر متفاوتند. در این مطالعه از روش درجه بندی برای وزندهی معیارها استفاده شده است (پرهیزکار و غفاری گیلانده، ۱۳۸۵، ۱۹۰).

آخرین مرحله تصمیم‌گیری چندمعیاره، تلفیق معیارهاست. در نتیجهی تلفیق و ترکیب معیارها، مکان‌های بهینه انتخاب می‌شوند. در این مطالعه روش ترکیب خطی وزندار^۷ برای تلفیق معیارها استفاده شده است.

هدف از این تحقیق امکان‌سنجی استقرار صنایع در اصفهان با استفاده از آنالیز تصمیم‌گیری چندمعیاره و همچنین بررسی قانون ممنوعیت استقرار صنایع در شعاع ۵۰ کیلومتری شهرستان اصفهان است. این هدف از طریق تعیین معیارهای موثر بر مکانیابی، استاندارد سازی، وزندهی و در نهایت تلفیق معیارها دنبال می‌گردد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در شعاع ۵۰ کیلومتری مرکز شهر اصفهان واقع شده و شامل شهرستان‌های خمینی شهر و فلاورجان و بخشی از شهرستان‌های برخوار، اردستان، نجف آباد، تیران، اصفهان، زرین شهر، مبارکه و شهرضا است. این منطقه طبق سرشماری سال ۱۳۸۵ دارای جمعیتی برابر ۳۱۱۷۳۴۱ نفر (۶۷٪ جمعیت استان) بوده و بین طول‌های جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳ دقیقه و ۷ ثانیه و ۵۲ درجه و ۲۰ دقیقه و ۷ ثانیه و عرض‌های

-
3. Ranking method
 4. method Rating .
 5. Pair wise comparison .
 6. Trade-off analysis
 7. Weighted Linear Combination (WLC)

جغرافیایی ۳۲ درجه و ۸ دقیقه و ۶ ثانیه و ۳۳ درجه و ۱۲ دقیقه و ۲۱ ثانیه قرار گرفته است.

یکی از گام‌هایی که در راستای جلوگیری از توسعه بیش از حد صنایع و پیامدهای آن برداشته شده است، قانون ممنوعیت استقرار صنایع در شعاع ۵۰ کیلومتری شهر اصفهان است. به نظر می‌رسد این قانون بدون مطالعه و مستندات کافی تصویب شده است. در این مطالعه سعی شده است با استفاده از آنالیز تصمیم‌گیری چندمعیاره و سیستم اطلاعات جغرافیایی، ممنوعیت استقرار صنایع در این شعاع بررسی شود.

۲-۲- داده‌ها

معیارهایی که در این مطالعه برای ارزیابی منطقه مورد مطالعه استفاده شده‌اند، عبارتند از فاصله از آب‌های سطحی، شیب، فاصله از شهرها، فاصله از راه‌های ارتباطی، فاصله از صنایع موجود، عمق آب‌های زیرزمینی، فاصله از خطوط انتقال آب، کاربری اراضی، گسل‌ها و مناطق حفاظت شده.

برای تهیه نقشه معیارها از تصویر ماهواره ASTER سال ۱۳۸۶، نقشه خطوط توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰۰، نقشه کاربری اراضی تهیه شده توسط سازمان منابع طبیعی استان، اطلاعات مربوط به عمق و مختصات آب‌های زیرزمینی و نقشه خطوط انتقال آب تهیه شده توسط سازمان آب منطقه‌ای اصفهان، و در نهایت، نقشه‌های نواحی و شهرک‌های صنعتی منطقه که توسط شرکت شهرک‌های صنعتی اصفهان تهیه گردید، استفاده شد.

۲-۳- روش‌ها

در ابتدا کلیه داده‌های جمع‌آوری شده با فرمت مشابه وارد سیستم اطلاعات جغرافیایی شدند. سپس نقشه کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای منطقه به روز شد. در مرحله بعد کلیه لایه‌ها با توجه به ماهیت آنها براساس توابع فازی، در دامنه ۰-۲۵۵ استاندارد شدند (جدول ۱).

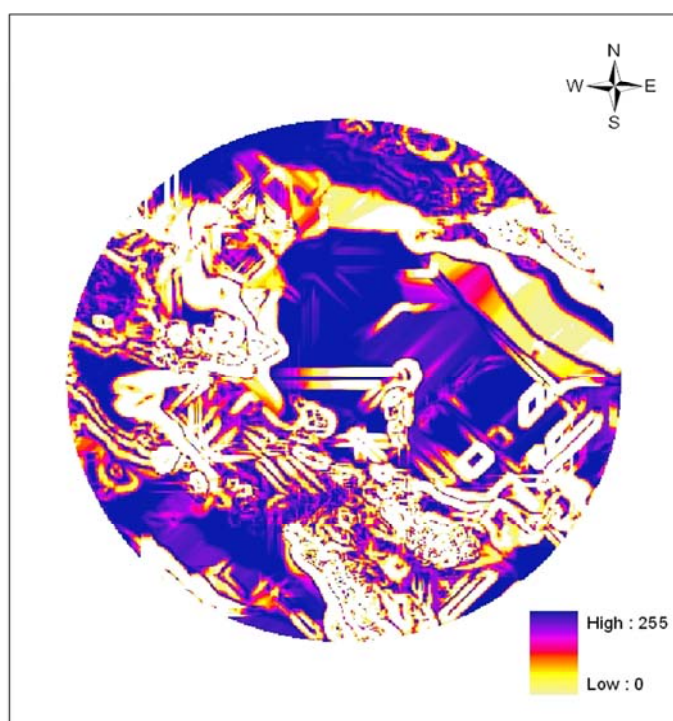
مکان‌یابی صنایع با استفاده از معیارهای جغرافیایی (مطالعه موردی: شعاع پنجاه کیلومتری شهر اصفهان) ۱۲۱

جدول ۱- نوع تابع فازی معیارهای استقرار صنایع

معیار مورد ارزیابی	نوع تابع فازی	نقاط موجود در منحنی تابع
فاصله از آب‌های سطحی	خطی افزایشی	$a=1600, b=1000$
شیب	S شکل کاهشی	$c=0, d=10$
فاصله از جوامع انسانی	خطی افزایشی	$a=20415, b=5000$
فاصله از راه‌های ارتباطی	خطی متقارن	$a=0, b=1500$ $c=5000, d=63259$
فاصله از صنایع	خطی افزایشی	$a=3000, b=250$
عمق آب‌های زیرزمینی	خطی افزایشی	$a=121, b=53$
فاصله از خطوط انتقال آب	S شکل کاهشی	$c=73922, d=8000$
فاصله از گسل‌ها	خطی افزایشی	$a=102119, b=2000$
کاربری اراضی		مناطق مسکونی، جنگل‌های دست کاشت، باغ‌ها، سطوح آبی=، مراتع نیمه متراکم=۶۰، مراتع کم تراکم=۸۰، تپه‌های ماسه‌ای=۱۰۰، اراضی شور و نمکزار=۱۵۰، کویر=۲۰۰، اراضی بدون پوشش و بیرون زدگی سنگی=۲۵۵

منطق فازی یک منطق چند ارزشی است که اجازه تعریف مقادیر میانه را بین ارزیابی‌های مرسوم نظیر درست / غلط، بله / خیر، بالا / پایین و ... فراهم می‌سازد (زاده، ۱۹۸۴، ۲۶). تئوری فازی به اعضای یک مجموعه اجازه می‌دهد درجات مختلفی از عضویت را بپذیرند. صفر نشان دهنده عدم عضویت و ۲۵۵ نشان دهنده عضویت کامل یا ۱۰۰ درصد است (بهشتی و لولار، ۲۰۰۸، ۲۳۷). پارامترهای موجود در مسائل مکان‌یابی تا حدود زیادی ماهیت فازی دارند. برای مثال فاکتورهای مربوط به فاصله مناسب از عوارض موجود، مجموعه‌های فازی هستند و هر پیکسل با توجه به فاصله‌ای که از عارضه دارد، درجه عضویت متفاوتی را در این مجموعه داراست (مسگری و مهدی‌پور، ۱۳۸۵،

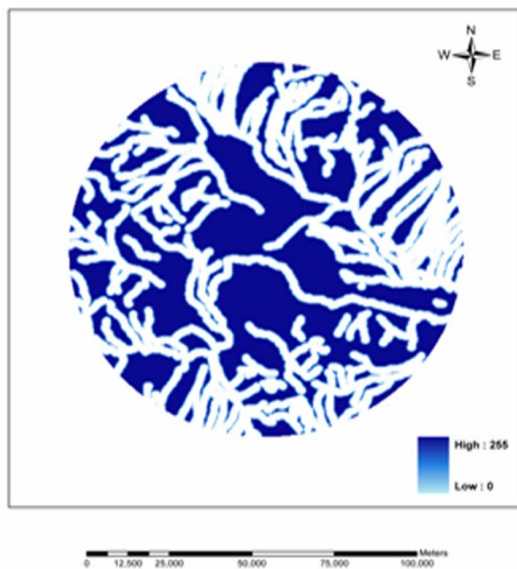
۱). زمانی که منطق فازی در مورد یک منطقه استفاده می‌شود، نتایج می‌توانند خوب، بد، یا اندکی خوب یا بد باشند (تانگ، ۲۰۰۶). البته، بایستی توجه داشت که معیار مناطق حفاظت شده به عنوان محدودیت مطرح بوده، و در دامنه ۰ و ۱ استاندارد شده است. نقشه معیارهای استاندارد شده و محدودیت‌ها در اشکال ۱ تا ۱۰ نمایش داده شده است.



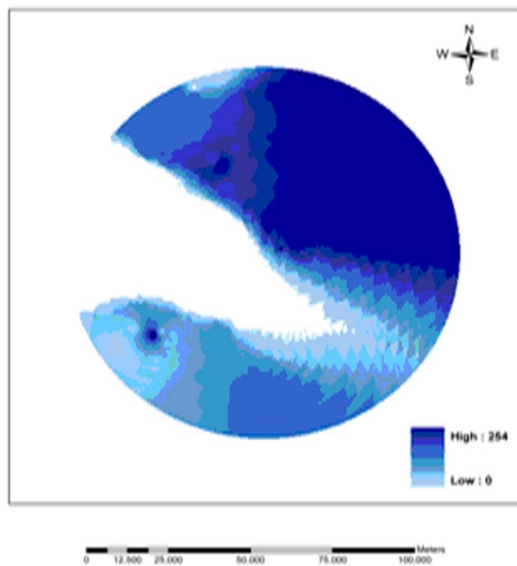
0 12,500 25,000 50,000 75,000 100,000 Meters

شکل ۱- نقشه شیب در ارتباط با مکان‌گزینی صنایع

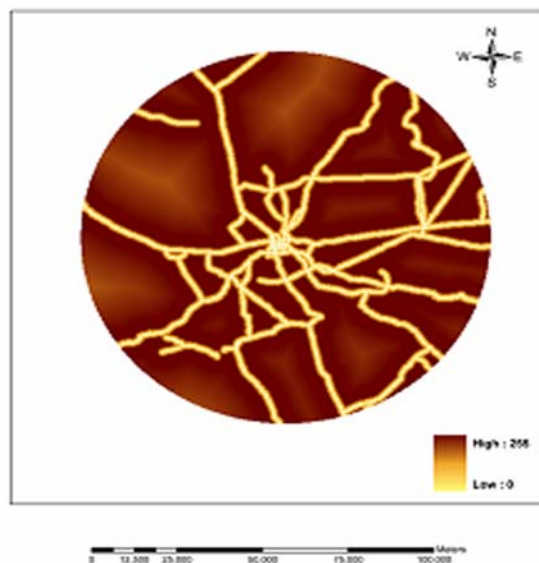
مکان‌یابی صنایع با استفاده از معیارهای جغرافیایی (مطالعه موردی: شعاع پنجاه کیلومتری شهر اصفهان) ۱۲۳



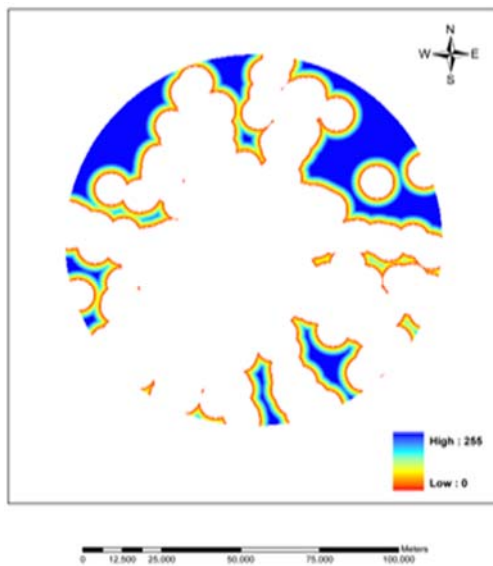
شکل ۲- نقشه فاصله از آب‌های سطحی در ارتباط با مکان‌گزینی صنایع



شکل ۳- نقشه عمق آب‌های زیرزمینی در ارتباط با مکان‌گزینی صنایع

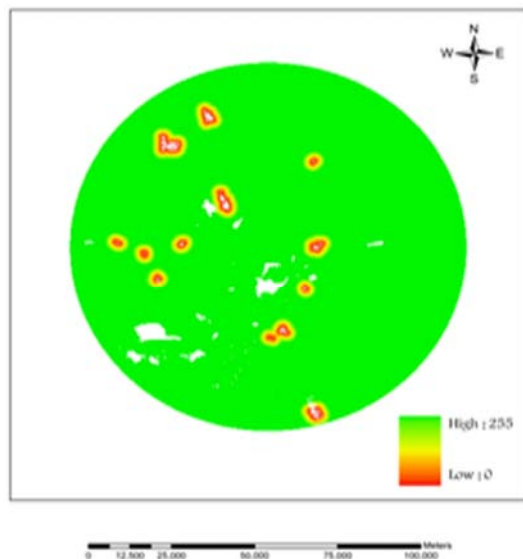


شکل ۴- نقشه فاصله از راه‌های ارتباطی در ارتباط با مکان‌گزینی صنایع

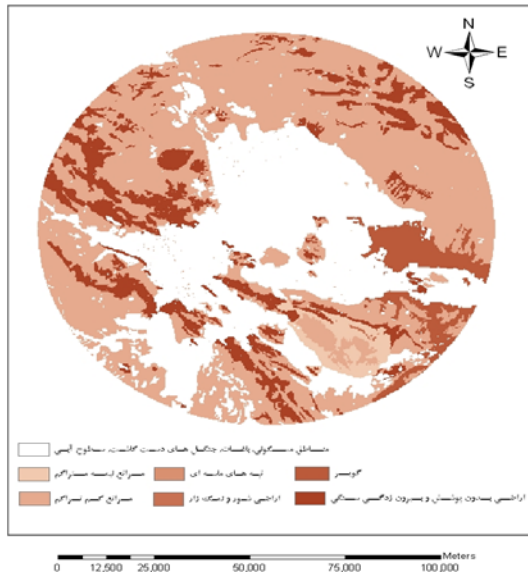


شکل ۵- نقشه فاصله از نواحی شهری در ارتباط با مکان‌گزینی صنایع

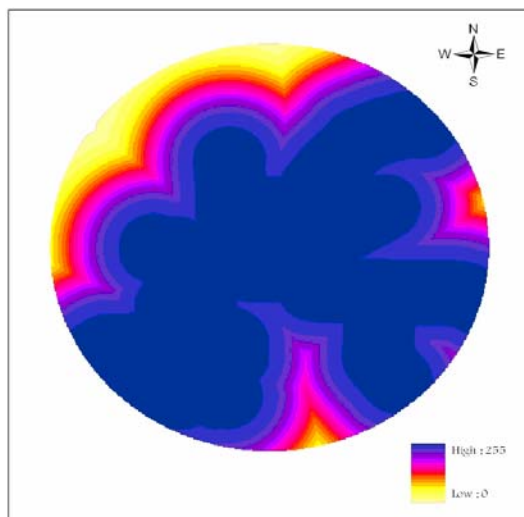
مکان‌یابی صنایع با استفاده از معیارهای جغرافیایی (مطالعه موردی: شعاع پنجاه کیلومتری شهر اصفهان) ۱۲۵



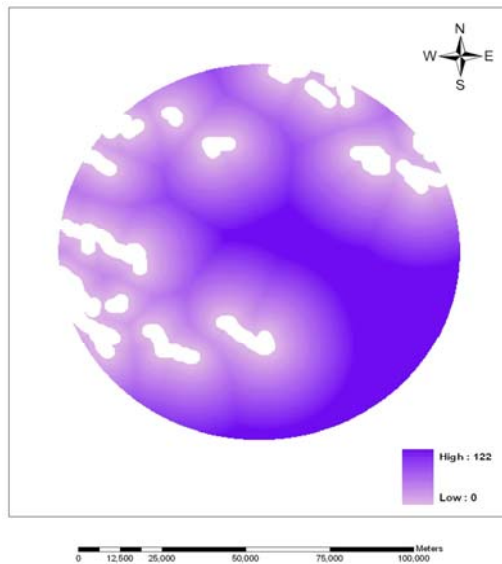
شکل ۶- نقشه فاصله از صنایع در ارتباط با مکان‌گزینی صنایع



شکل ۷- نقشه فازی کاربری اراضی در ارتباط با مکان‌گزینی صنایع

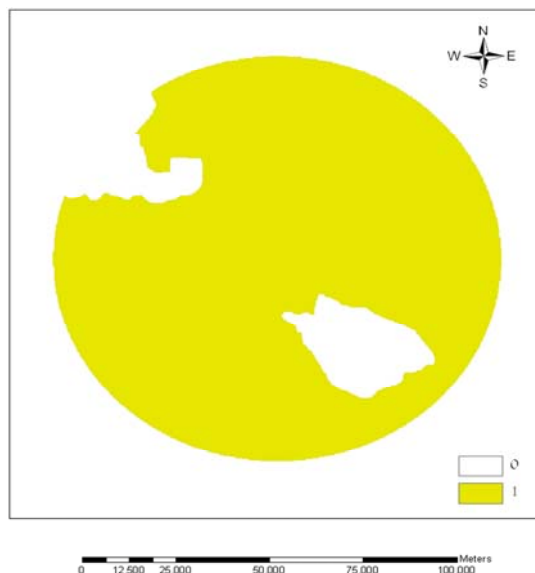


شکل ۸- نقشه فازی فاصله از خطوط انتقال آب در ارتباط با مکان گزینی صنایع



شکل ۹- نقشه فازی فاصله از گسل‌ها در ارتباط با مکان گزینی صنایع

مکان‌یابی صنایع با استفاده از معیارهای جغرافیایی (مطالعه موردی: شعاع پنجاه کیلومتری شهر اصفهان) ۱۲۷



شکل ۱۰- نقشه مناطق حفاظت شده در ارتباط با مکانگزینی صنایع

پس از تهیه و استانداردسازی داده‌ها، لازم است وزن هر معیار تعیین گردد. در این مطالعه از روش درجه بندی برای وزندهی معیارها استفاده شده است. فهرستی از ده معیار در اختیار ده متخصص قرار گرفت و از آنها خواسته شد به مهمترین فاکتور ارزش صد و به کم اهمیت ترین معیار ارزش یک داده و سایر معیارها را به تناسب وزن دهی کنند. سپس برای محاسبه نسبت‌ها، نمره اختصاص یافته به کم اهمیت ترین معیار به عنوان نقطه مرجع در نظر گرفته می شود. نمره هر معیار بر نمره کم اهمیت ترین معیار تقسیم شد. نهایتاً نیز با تقسیم هر وزن بر مقدار کل، وزن‌ها استاندارد شدند. در نهایت، برای تلفیق نظر متخصصان از میانگین گیری استفاده شد (پرهیزکار و غفاری گیلانده، ۱۳۸۵، ۳۱۱). در پایان، با استفاده از روش WLC مطابق فرمول زیر وزن هر معیار در نقشه مربوطه ضرب شده و نقشه مناطق حفاظت شده نیز به عنوان محدودیت به نرم افزار معرفی شد.

$$A_i = \sum_j W_j X_{ij}$$

که در آن X_{ij} معرف ارزش گزینه i ام در ارتباط با صفت j ام و W_j وزن استاندارد شده است؛ به گونه ای که $\sum W_j = 1$ است. وزن‌ها نشان دهنده اهمیت نسبی هر صفت است (پرهیزکار و غفاری گیلانده، ۱۳۸۵، ۳۳۸).

بر روی نقشه نهایی به دست آمده از روش ترکیب خطی وزندار، مساحت ۳۱۶ هکتار (مساحت متوسط شهرک‌های صنعتی موجود در استان اصفهان) اعمال شده و مناطق به دست آمده در پنج کلاس نامناسب (۰-۵۰)، تناسب کم (۵۰-۱۰۰)، تناسب متوسط (۱۵۰-۱۰۰)، تناسب زیاد (۱۵۰-۲۰۰) و تناسب بسیار زیاد (۲۵۰-۲۰۰) قرار گرفتند.

۳- نتایج

با استفاده از روش درجه بندی مشخص شد که از نظر متخصصان فاصله از آب‌های سطحی مهمترین و شیب کم اهمیت ترین معیار برای استقرار صنایع است (جدول ۲).

جدول ۲- وزن نهایی معیارها براساس روش درجه بندی

وزن نهایی	معیار
۰/۱۸۶	فاصله از آب‌های سطحی
۰/۱۶۰	فاصله از گسل‌ها
۰/۱۵۹	فاصله از خطوط انتقال آب
۰/۱۳۳	عمق آب‌های زیرزمینی
۰/۱۳۱	کاربری اراضی فعلی
۰/۱۱۰	فاصله از شهرها
۰/۱۰۵	فاصله از سایر صنایع
۰/۰۸۹	فاصله از راه‌های ارتباطی
۰/۰۸۰	شیب

مکان‌یابی صنایع با استفاده از معیارهای جغرافیایی (مطالعه موردی: شعاع پنجاه کیلومتری شهر اصفهان) ۱۲۹

به کارگیری آنالیز تصمیم‌گیری چندمعیاره در شهر اصفهان نشان داد که ۱۳ ناحیه برای استقرار صنایع مناسبند. این لکه‌ها از نظر مساحت بسیار متنوع بوده، در طبقات تناسبی سه (۱۵۰-۱۰۰)، چهار (۲۰۰-۱۵۰) و پنج (۲۵۰-۲۰۰) قرار دارند. مساحت مجموع این لکه‌ها برابر ۴۱۸۴ هکتار است که ۳۲۱ هکتار آن متعلق به طبقه تناسبی سه، ۳۱۳۸ هکتار آن متعلق به طبقه تناسبی چهار و ۷۲۵ هکتار آن متعلق به طبقه تناسبی پنج است. از آنجایی که امروزه مجوز استقرار صنایع تنها در داخل شهرک‌های صنعتی صادر می‌گردد، و با توجه به متوسط مساحت شهرک‌های موجود در سطح استان، حداقل مساحت ۳۱۶ هکتار برای استقرار صنایع در نظر گرفته شده است. پس از اعمال محدودیت مساحت، از میان ۱۳ لکه تنها ۴ لکه باقی می‌مانند. این ۴ لکه در شهرستانهای اردستان، برخوار و اصفهان واقعند (شکل ۱۱).

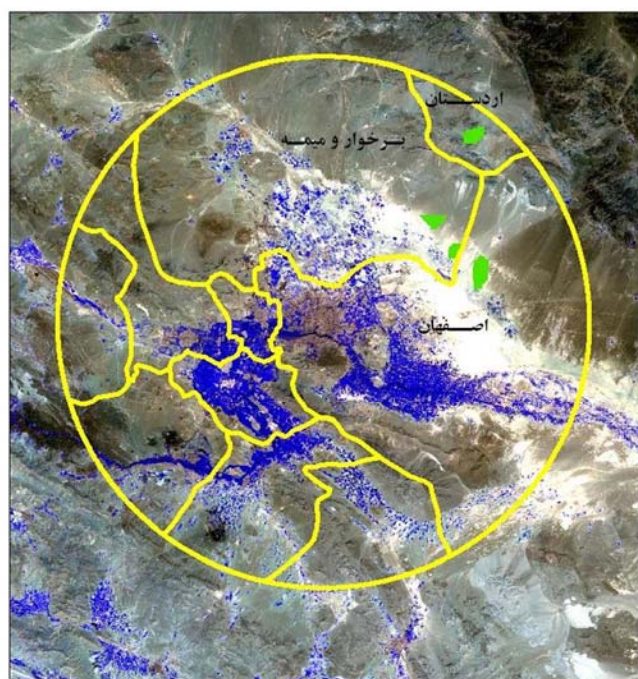
وسعت لکه موجود در شهرستان اردستان ۹۹۵ هکتار، وسعت لکه‌های موجود در شهرستان برخوار ۶۷۴ و ۱۸۳۰ هکتار و وسعت لکه موجود در شهرستان اصفهان ۱۷۹۶ هکتار است. کلیه این لکه‌ها در طبقه تناسبی (۲۰۰-۱۵۰) قرار دارند.

۴- بحث و نتیجه‌گیری

معیارهای مورد بررسی در مکان‌یابی صنایع متنوع و پیچیده اند. برای شناسایی مکانهای مناسب برای استقرار صنایع در شعاع ۵۰ کیلومتری شهر اصفهان، نقشه‌های مربوط به فاصله از آب‌های سطحی، شیب، فاصله از شهرها، فاصله از راه‌های ارتباطی، فاصله از صنایع موجود، عمق آب‌های زیرزمینی، فاصله از خطوط انتقال آب، کاربری اراضی، مناطق حفاظت شده و گسل‌ها تهیه شدند.

ترکیب لایه‌ها براساس روش ترکیب خطی وزندار، و با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، روش مناسبی را برای شناسایی مناطق مناسب برای استقرار صنایع فراهم می‌کند. در نقشه به دست آمده از روش ترکیب خطی وزندار دامنه تناسب زون‌های به دست آمده بین ۰ تا ۲۵۵ تغییر می‌کند که صفر نشان دهنده عدم تناسب و ۲۵۵ نشان

دهنده بالاترین میزان تناسب است. وجود درجه تناسب ۲۵۵-۰ به علت استفاده از منطق فازی است. منطق فازی به علت تصمیم گیری‌های دقیق، انعطاف پذیری، بهبود کیفیت و حداقل کردن ناسازگاری‌های انسانی نسبت به سایر روش‌های استاندارد سازی مورد توجه قرار گرفته است.



منطقه مورد مطالعه
 مناطق با تناسب زیاد (200-150)



شکل ۱۱- نقشه نهایی مناطق مناسب برای استقرار صنایع

مکان‌یابی صنایع با استفاده از معیارهای جغرافیایی (مطالعه موردی: شعاع پنجاه کیلومتری شهر اصفهان) ۱۳۱

روش‌های وزن دهی با یکدیگر تفاوت دارند. نوع روش مورد استفاده به سهولت کاربرد، دقت، درجه ادراک تصمیم‌گیر، دسترسی به نرم افزار رایانه‌ای و ترکیب روش با تصمیم‌گیری چندمعیاره مبتنی بر سیستم اطلاعات جغرافیایی، وابسته است. اگر دغدغه اصلی در وزندهی جنبه سهولت استفاده، زمان و هزینه باشد، روش درجه بندی مناسب است.

براساس این مطالعه چهارناحیه در شمال شرقی اصفهان برای استقرار صنایع مناسبند. بازدید این لکه‌ها در منطقه نشان داد که لکه‌های موجود در شهرستان برخوار به جاده نزدیک بوده، فاصله آنها از خطوط انتقال نیرو نیز بسیار کم است. بنابراین، از بین شهرستان‌های مناسب، برخوار مناسبترین منطقه است. لکه موجود در اصفهان نیز به جاده نزدیک است، اما فاصله آن از خطوط انتقال نیرو بیش از لکه‌های موجود در برخوار است، بنابراین، این لکه از لحاظ درجه تناسب بین سه شهرستان، رتبه دوم را داراست. لکه موجود در اردستان از چهار سمت توسط کوه‌ها احاطه شده و به جاده دسترسی ندارد، به همین دلیل، این لکه از لحاظ تناسب در رده آخر قرار خواهد گرفت. فاصله لکه‌های مناسب به دست آمده از جاده‌ها، خطوط انتقال آب و مناطق مسکونی در جدول ۳ خلاصه شده است.

جدول ۳- فاصله لکه‌های مناسب از جاده‌ها و خطوط انتقال آب و مناطق مسکونی (برحسب متر)

فاصله از نزدیکترین منطقه مسکونی	فاصله از خطوط انتقال آب	فاصله تا جاده‌های دسترسی	
۵۰۰۰	۵۰۰۱	۱۷۹۳	لکه اردستان
۱۰۲۰۶	۳۷۶۷	۱۷۸۸	لکه بزرگ برخوار
۶۶۹۰	۴۵۲۰	۱۸۲۴	لکه کوچک برخوار
۵۰۶۰	۲۹۷۷	۱۴۶۱	لکه اصفهان

هرچند مطالعات زیادی در زمینه تصمیم‌گیری چندمعیاره در مکانیابی صنایع انجام گرفته، تنها مطالعه مشابه در شعاع ۵۰ کیلومتری شهر اصفهان توسط تائبی و اسحاقی (۱۳۸۱) انجام شده است. نتایج حاصل از این مطالعه نیز مناطقی را در شهرستانهای اردستان، اصفهان و برخوار به عنوان مناطق مناسب برای استقرار صنایع معرفی می‌کند.

با بررسی کاربری اراضی، وضعیت جاده‌ها، مناطق مسکونی، وجود منابع آب و سایر پارامترها، کاملاً مشخص است که شرایط غرب و شرق منطقه مورد مطالعه یکسان نبوده، و وضع قانونی مشابه برای مشخص کردن شعاع یکسان در سرتاسر منطقه روشمند و علمی نیست. علاوه بر این، با عدم تعیین منطقه مناسب در جهت غرب از یک طرف و مشخص شدن چهار منطقه نسبتاً مناسب برای استقرار صنایع در شرق، از طرف دیگر، مشخص شد که قانون ممنوعیت استقرار صنایع در خصوص تعیین میزان شعاع در غرب و شرق به بررسی بیشتری نیاز دارد.

با توجه به حضور لکه‌های مناسب برای استقرار صنایع در شرق اصفهان در داخل محدوده ۵۰ کیلومتری، واز آنجایی که این لکه‌ها در مجموع ۵۰۰۰ هکتار وسعت دارند و این مساحت در برابر وسعت زیاد منطقه ناچیز است، و نیز برای حفظ وضعیت زیست-محیطی استان در حد رضایت بخش، پیشنهاد می‌شود شعاع محدودیت در شرق در مرز ۵۰ کیلومتر حفظ گردد؛ خصوصاً اینکه در این مطالعه به دلیل محدودیت زمان و هزینه، تنها چند معیار زیست-محیطی برای استقرار صنایع در نظر گرفته شده و بسیاری از معیارها نادیده گرفته شدند. به نظر می‌رسد با افزایش معیارهای ارزیابی، لکه‌های مناسب به دست آمده حذف خواهند شد. برای مثال، طبق گزارش سازمان هواشناسی جهت وزش باد در چهار لکه به دست آمده از جنوب غرب به شمال شرق است. بنابراین، از آنجایی که این لکه‌ها در جهت شمال شرق استان قرار دارند، استقرار صنایع دارای آلودگی هوا در این مناطق ممکن نیست.

از سوی دیگر، مناطق مناسب تعیین شده براساس فاصله از مرز کنونی شهرها به دست آمده اند و حریم توسعه شهرها در نظر گرفته نشده است. با توجه به جدول ۳، با منظور

مکان‌یابی صنایع با استفاده از معیارهای جغرافیایی (مطالعه موردی: شعاع پنجاه کیلومتری شهر اصفهان) ۱۳۳

کردن حریم توسعه شهرها، به نظر می‌رسد از بین لکه‌های موجود، تنها لکه بزرگ شهرستان برخوار خارج از حریم توسعه شهر است و برای استقرار صنایع تناسب دارد. پیشنهاد می‌شود، در غرب منطقه مورد مطالعه، به دلیل استقرار صنایع بیشتر و وضعیت زیست محیطی نامناسب‌تر نسبت به شرق، شعاع ممنوعیت به بیش از ۵۰ کیلومتر افزایش یابد. البته لازم به ذکر است که تعیین شعاع دقیق در این محدوده نیازمند بررسی‌های بیشتری است.

۶- تقدیر و تشکر

برخود لازم می‌دانیم از مسئولان شرکت شهرک‌های صنعتی اصفهان، به خاطر کمک‌های صمیمانه آنها، تشکر و قدردانی کنیم.

منابع

- ۱- تائبی، ا.، اسحاقی، ر.، بررسی وضعیت زیست-محیطی و استقرار صنایع در اصفهان. (۱۳۸۱). "اولین کنفرانس بهسازی زمین"، سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، دانشگاه صنعتی امیر کبیر، صص ۵۶۴-۵۵۵.
- ۲- قدسی پور، ح. (۱۳۸۱). مباحثی در تصمیم‌گیری چندمعیاره، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر.
- ۳- کوهساری، م.، حبیبی، ک. (۱۳۸۵). تلفیق مدل تحلیل سلسله مراتبی و منطق همپوشانی در سیستم اطلاعات جغرافیایی جهت مکان‌گزینی تجهیزات شهری، همایش سیستم‌های اطلاعات مکانی.
- ۴- مالجوفسکی، ی.، پرهیزکار، ا.، غفاری گیلانده، ع. (۱۳۸۵). سامانه اطلاعات جغرافیایی و تحلیل تصمیم چندمعیاره، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاهها، ۵۹۷ صفحه.
- ۵- مسگری، م.، مهدی پور، ف. (۱۳۸۵). مکانیابی خوابگاه‌های دانشجویی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی، همایش ژئوماتیک، تهران.
- 6- Atthirawong, W., MacCarthy, B., 2002, an application of analytical hierarchy process to international location decision making, 7th Cambridge Research Symposium on International Manufacturing, Centre for International Manufacturing, Cambridge university.
- 7- Beheshti, H., Lollar, J., 2008, Fuzzy logic and performance evaluation: discussion and application, International journal of Productivity and Performance Management, Vol. 57, pp. 237-246.
- 8- Deng, H., 1999, Multicriteria analysis with fuzzy pairwise comparison, International journal of Approximate Reasoning, Vol. 21, pp. 215-231.
- 9- Eldrandaly, K., 2003, A COM-based Spatial Decision Support System for Industrial Site Selection, Journal of Geographic information and Decision Analysis, Vol. 7, pp. 72-92.

- 10- Gomes, E., Estellitalins, M., 2002, Integration Geographical Information Systems and Multi-Criteria Methods: A Case study, *Annals of Operation Research*, Vol. 116, pp. 243-269.
- 11- Hansen, H., 2005, GIS-based Multi- Criteria Analysis of Wind Farm Development, *ScanGIS'2005*, pp. 75-87.
- 12- Linkov, I., Satterstorm, F.K., Kiker, G., Seager, T.P., Bridges, T., Gardner, K.H., Rogers, S.H., Belluck, D.A., Meyer, A., 2006, Multicriteria Decision Analysis: A Compehensive Decision Approach for Management of Contaminated Sediments, *Risk analysis*, Vol. 26, No. 1, pp. 61-78.
- 13- Loken, E., 2007, "Use of multicriteria decision analysis methods for energy planning problems", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol 11, pp. 1584- 1595.
- 14- Malczewski, J., 2006, A GIS-based multicriteria decision analysis: A survey of the literature, *International Journal of Geographic information Science*, Vol. 20, pp.703-726.
- 15- Queiruga, D., Walter, G., Gonzaleza-Bention, J., Spengler, T., 2006, Evaluation of sites for the location of WEEE recycling plants in Spain, *Waste management*, Vol. 11.
- 16- Ronald Eastman, J., 2003, *Guide to GIS and Image processing*.
- 17- Ruiz Puente, C., Diego, M., Ortiz, J., Hernando, M., Hernaez, P., 2007, The Development of a New Methodology Based on GIS and Fuzzy Logic to Locate Sustainable Industrial Areas, 10th AGILE International Conference on Geographic Information, pp.1-8, ScienceAalborg university, Denmark.
- 18- Salman Mahini, A., Gholamalifard, M., 2006, Siting MSW landfills with a weighted linear combination methodology in a GIS environment, *International journal of Environmental Science and technology*, Vol. 3, pp. 435-445.
- 19- Tang, Z., 2006, selecting optimal residential locations using fuzzy GIS modeling (Thesis), university of north Texas.
- 20- Zadeh, L. A., 1984, Making computers think like people, *IEEE*, Vol. 8, pp. 26-32.