مقاله پژوهشی

فصلنامه انسان و محیط زیست، شماره ۵۹، زمستان ۱۴۰۰، صص ۱۵۹-۱۷۲

مکان‌یابی نیروگاه گازی با استفاده از مدل فازی و منطق بولین در محیط GIS

(مطالعه موردی: استان گیلان)

فردین صفری[۱]

دکترسعید کریمی[۲]

ایثارنورائی صفت[۳]*

noraisefat.env@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۷/۲۲ **تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۳/۰۸**

چکیده:

زمینه و هدف: نیروگاه‌ها دارای انواع آلودگی‌های آب، هوا، خاک و صوت می‌باشند و آسیب‌های قابل ملاحظه‌ای به محیط‌زیست اطراف وارد می‌سازند. ولی از طرفی با افزایش رشد جمعیت، صنعت و ... ، تقاضا برای مصرف انرژی بخصوص برق در سال‌های اخیر رشد روز افزونی داشته است و با توجه به اینکه تأمین انرژی الکتریکی مورد نیاز، اغلب مستلزم احداث نیروگاه‌های جدید می‌باشد و عملیات احداث نیروگاه‌ها پیامدهای اجتماعی، اقتصادی، سیاسی و زیست محیطی فراوانی دارد. مطالعه و برنامه‌ریزی برای انتخاب مکان مناسب جهت احداث نیروگاه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

روش بررسی: در این مقاله ضمن شناسایی عوامل مهم در تعیین مکان مناسب برای احداث نیروگاه گازی در استان گیلان و میزان تأثیرگذاری هر یک از این فاکتورها، با استفاده از مدل‌های فازی و بولین و با بکارگیری نرم‌افزار GIS، تلفیق لایه‌های اطلاعات مکانی انجام و مکان‌های مستعد برای احداث نیروگاههای گازی مشخص گردید.

یافته ها: نتایج نشان می دهد با توجه به تلفیق لایه‌های اطلاعاتی مختلف و اعمال محدودیت‌ها، حدود ۹۰ درصد از کل استان گیلان به عنوان مناطق محدودیت‌دار جهت احداث نیروگاه تعیین گردید و از ۱۰ درصد باقیمانده، ۵ درصد آن وزن مطلوب و ۵ درصد باقی‌مانده وزن نیمه مطلوب و نامطلوب دارد.

بحث و نتیجه گیری: در نهایت، با مقایسه پنج عملگر مدل فازی، عملگر fuzzy Product بهتر و مناسب‌تر به نظر می‌رسید.

کلمات کلیدی: مکان‌یابی، نیروگاه گازی، مدل فازی، منطق بولین، سیستم اطلاعات مکانی(GIS).

۱-کارشناس ارشد محیط زیست، دانشگاه تهران

۲-استادیار گروه برنامه ریزی، مدیریت و آموزش محیط زیست، دانشگاه تهران

۳-کارشناس ارشد محیط زیست، دانشگاه تهران(مسئول مکاتبات)*

Human and Environment, No. 59, Winter 2021, pp. 159-172

Locate Gas Power Plants Using Fuzzy Model and Boolean Logic in GIS (Case Study: Gilan Province)

Fardin Safari[1]

Saeed Karimi[2]

Issar Noraisefat[3*]

noraisefat.env@gmail.com

Received: October 13, 2016 Accepted: May 29, 2017

Abstract

Background and purpose: Power plants have pollution of water, air, soil, and their voice and considerable damages to the surrounding environment enters. But also with the growth of population and industry,.... the demand for energy, especially electricity consumption has been growing in recent years But also with the growth of population and industry, the demand for energy, especially electricity consumption has been growing in recent years And the fact that the electrical energy supply required is often require build new stations and treatment plants social consequences, economic, political, environmental and many.

Research and Method: This paper identifies important factors in determining a suitable location for the construction of gas power plant in the province of Gilan, and the effectiveness of each of these factors, by using fuzzy and Boolean and software to GIS, integrating layers spatial data do and potential locations for the construction of gas power plants were identified.

Findings: The results showed With regard to the integration of different data layers and limitations, about 90 percent of Gilan province as a constraint areas were determined for power plant And the other 10 percent, 5 percent favorable weight and 5 percent is weight the semi- favorable and unfavorable.

Results: Finally, Compared with five operator fuzzy model, fuzzy Product function better than it looked.

Keywords: Locate, gas power plant, fuzzy model, Boolean logic, Geographic Information System (GIS).

1-Master Of Environment, University Of Tehran, Iran
2- Assistant Professor, Planning, management, environmental education, University Of Tehran, Iran
3- Master Of Environment, University Of Tehran, Iran (Corresponding Author)*

مقدمه:

رشد روزافزون تقاضای مصرف انرژی الکتریکی ، احداث نیروگاههای جدید را اجتناب ناپذیر می‌سازد. با توجه به سهم عمده نیروگاههای حرارتی از جمله نیروگاه‌های گازی در تولید برق کشور، احداث این نیروگاه ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می باشد(۱). در مورد تبعات زیست محیطی که احداث نیروگاه گازی در پی خواهد داشت می توان به آلودگی هوا، آلودگی صوتی و فاضلاب های صنعتی و بهداشتی اشاره کرد. مکان انتخاب برای نیروگاه چه در مرحله ساخت و چه در مرحله بهره برداری در تعیین هزینه های مربوطه، بهره وری نیروگاه و تاثیر بر محیط پیرامون نقشی کلیدی دارد. از این رو قبل از احداث نیروگاه انجام بررسی های مکانی همه جانبه محدوده مطالعاتی برای جلوگیری از خسارات مالی، فنی، زیست محیطی، امنیتی و حداکثر کردن راندمان نیروگاه امری ضروری به نظر می رسد(۲). مکانیابی با در نظر گرفتن تاثیرات اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی، یکی از فاکتورهای کلیدی در برنامه‌ریزی‌های منطقه‌ای است (۳). هدف از مکانیابی، انتخاب مکان مناسب برای استقرار پروژه‌های مختلف بوده بطوری که بهترین عملکرد با توجه اهداف مورد نظر پروژه حاصل شود (۴). در همین راستا با توجه به توانایی های وسیع GIS در مسائل تصمیم گیری و توانایی ادغام و رویهم گذاری لایه های اطلاعاتی، پس بهترین گزینه‌ی مناسب و منطقی جهت مکان یابی، استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و تکنولوژی های مرتبط با آن است(۵). با این حال بسیاری از سامانه های مبتنی بر GIS دارای قابلیت های بسیارمحدودی در یکپارچه سازی اطلاعات جغرافیایی و اولویت های تصمیم گیران هستند بنابراین تصمیم‌گیری های صرفا مبتنی بر GIS نمی تواند در حل مسائل مکانی، کارساز باشد(۶). به همین دلیل ترکیب سامانه اطلاعات جغرافیایی با روش فازی و بولین، یک ابزار قوی برای برنامه ریزی مکانی پدید می‌آورد.

مطالعاتی متعددی در این مورد و موارد مشابه در سراسر جهان انجام گرفته است، به عنوان مثال GIS برای مکان‌یابی نیروگاه زغالی توسط کالسن و ماجاریسن (۲۰۰۲)، مکان‌یابی توربین بادی توسط دنلی و لشپال (۲۰۰۳)، مورد استفاده قرار گرفته است (۷، ۸). اسفندیاری و همکاران(۱۳۹۰) در تحقیقی تحت عنوان "پتانسیل سنجی احداث نیروگاه های خورشیدی با بررسی پارامترهای اقلیمی در استان خوزستان با استفاده از GIS به نتایج زیر دست یافتند: در این تحقیق در ابتدا به بررسی عوامل مؤثر بر انرژی خورشیدی پرداخته شده و با تلفیق آنها در محیط GIS، مناطق مستعدتر در استان خوزستان شناسایی شدند (۹).

در کشور ایران نیز گروه محیط زیست سابا (۱۳۸۱ و ۱۳۸۲) پروژه‌هایی را به منظور مکان‌یابی نیروگاههای حرارتی با استفاده از GIS اجرا کرده است. بهشتی‌فر (۱۳۸۶) از روش‌های مختلفی برای مکان‌یابی نیروگاه‌های گازی در محیطGIS استفاده کرده است (۱۰، ۱۱، ۱۲). که با توجه به ماهیت مکانی مساله و مشکلات مربوط به تلفیق اطلاعات در روشهای قدیمی، و همچنین ویژگیهای مکانی و توصیفی محیط GIS، امکان استفاده از توابع تجزیه و تحلیل و تلفیق لایه‌ها مختلف اطلاعاتی و نهایتاً ارائه نتایج بصورت گرافیکی، استفاده از آن را بعنوان راه حلی مفید و کارا در تعیین موقعیت مناسب برای احداث نیروگاه ها مطرح می نماید.

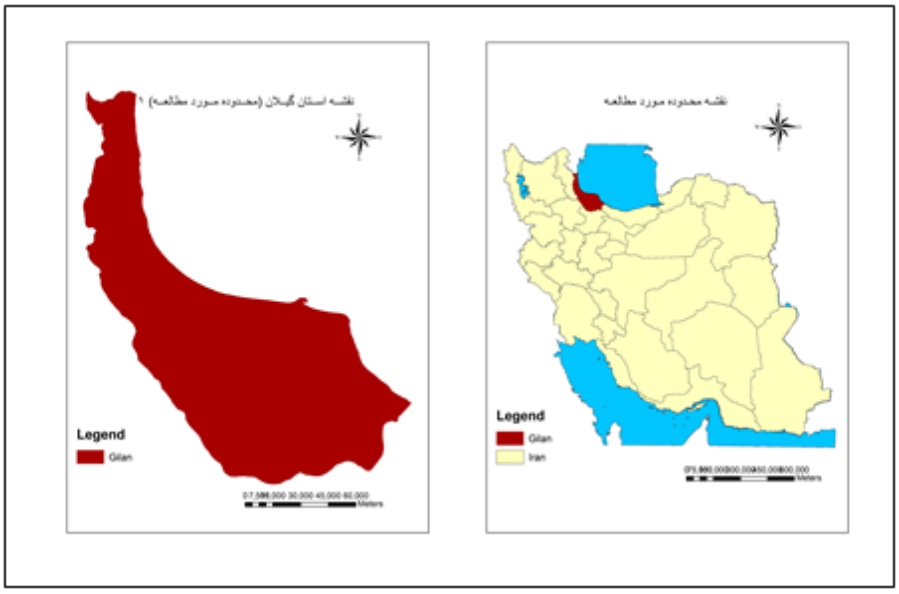
در مطالعات متعدد به منظور تعیین مکان مناسب برای اهداف مختلف مورد نظر، از منطق فازی برای مشخص کردن میزان مناسبت مکان‌های مختلف برروی نقشه‌ها استفاده شده و عملگرهای فازی برای ترکیب نقشه‌های فوق به کار رفته است. در این تحقیق با به کارگیری عملگرهای فازی، مکان مناسب برای احداث نیروگاه گازی تعیین گردید. روش انجام تحقیق در مرحله مقدماتی به این صورت بوده است که ابتدا عوامل مهم در مکان یابی نیروگاه های گازی مشخص شدند. سپس مدل های مختلف تلفیق نقشه مورد مطالعه قرار گرفتند که از بین آنها مدل‌های بولین و فازی جهت تلفیق اطلاعات انتخاب گردیدند. هدف از انتخاب این مدل‌ها این بود که ابتدا با استفاده از منطق بولین و نقشه‌های باینری، مناطق دارای محدودیت برای ساخت نیروگاه های گازی مشخص و حذف شود، سپس با استفاده از

منطق فازی و عملگرهای مربوطه میزان مناسبت مناطق باقی-مانده (مناطق مجاز) برای ساخت این نوع نیروگاه تعیین گردد. برای مدل‌سازی، مراحل جمع‌آوری، آماده‌سازی و پردازش لایه-های اطلاعاتی مربوط به عوامل مؤثر در مکان‌یابی انجام شد .سپس تلفیق نقشه ها با مدل‌های بولین و فازی صورت گرفت. در این مقاله ضمن شناسایی پارامترهای مهم در تعیین موقعیت مکان مناسب برای احداث نیروگاهها نقش و میزان تأثیرگذاری هر یک از پارامترها در مکانیابی نیروگاههای گازی مشخص گردیده و در نهایت از مدلهای منطق بولین و همپوشانی شاخص برای تعیین مکان احداث این نیروگاهها در محیط GIS استفاده شده است.

مواد و روش

منطقه مورد مطالعه

استان گیلان یکی از استان های شمالی کشور با مساحت ۱۴۷۱۱ کیلومتر مربع می‌باشد. این استان در ۳۶ درجه و ۳۴ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۲۷ دقیقه عرض شمالی و ۴۸ درجه و ۵۳ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۳۴ دقیقه طول شرقی از نصف النهار قرار گرفته است. طول آن از شمال غربی به جنوب شرقی، ۲۳۵ کیلومتر و عرض آن، از ۲۵ تا ۱۰۵ کیلومتر تغییر می‌کند. رشته کوه‌های البرز با ارتفاع متوسط ۳۰۰۰ متر، همانند دیواری در غرب و جنوب گیلان کشیده شده و این منطقه جز از راه دره منجیل، راه شوسه دیگری به فلات ایران ندارد. کمترین فاصله کوه از دریای خزر (در بخش حویق از شهرستان تالش) نزدیک به ۳ کیلومتر و بیشترین فاصله آن از دریا (در امام زاده هاشم، مسیر جاده رشت-تهران) حدود ۵۰کیلومتر است. این استان، از شمال به دریای خزر و کشورهای مستقل آسیای میانه، از غرب به استان اردبیل، از جنوب به استان زنجان و قزوین و از شرق به استان مازندران محدود می‌گردد (۱۳).



تصویر شماره ۱- نقشه محدوده‌ی مورد مطالعه

بررسی عوامل مؤثر و نحوه انتخاب آنها:

تعیین مکان مناسب برای یک نیروگاه، تا حد زیادی به شناخت کامل و صحیح عوامل مؤثر و نحوه انتخاب آنها وابسته است. در این پژوهش برای تعیین و نحوه انتخاب عواملی که در مکانی یابی نیروگاه تاثیر گذاراست از مطالعاتی که در این زمینه انجام گرفته استفاده شده است (۱۴، ۱۵). در نتیجه با استفاده از مطالعات انجام شده ، بازدیدهای میدانی و با توجه به اثرات نیروگاه بر جنبه های مختلف منطقه مورد مطالعه ، چهار کلاس اقتصادی، فنی، اجتماعی و

زیست محیطی تعیین شدند. سپس از بین آنها عواملی که امکان تهیه داده و مدل کردن آنها وجود داشت انتخاب گردیدند. در واقع، تهیه لایه‌های مکانی برای برخی از عوامل و آماده سازی آنها برای ورود به مدل تصمیم‌گیری دشوار یا ناممکن است. به همین دلیل در این بخش به عوامل یا اثراتی که ماهیت مکانی دارند و امکان تهیه لایه مکانی و یا بررسی آنها در محیط GIS وجود دارد، پرداخته شده است. عوامل مؤثر مربوط به مرحله مقدماتی مکان‌یابی نیروگاه‌های گازی، دلیل تأثیر این عوامل در مکان‌یابی و نوع اثرگذاری یا اثرپذیری آنها در رابطه با احداث و بهره‌برداری نیروگاه در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول۱- عوامل یا اثرات مکانی

کلاس	زیر کلاس	پارامتر	کلاس	زیر کلاس	پارامتر
محیط فیزیکی	شکل زمین	شیب	فنی و اقتصادی اجتماعی	دسترسی	آزاد راه و بزرگراه
		ارتفاع			راه آسفالته و جاده خاکی
	زمین شناسی و خاک شناسی	تیپ سنگ			راه آهن
		گسل		مناطق نظامی	پادگان ها و نیروگاه هسته ای
		نقاط زلزله خیز		نقاط مصرفی	شهرک های صنعتی
		خاک			واحد صنعتی
		معدن			شهر
		شنزار			روستا
محیط بیولوژیکی	کاربری اراضی	جنگل			چاه کشاورزی
		باغ		تامین سوخت	پالایشگاه
		زمین زراعی			خطوط لوله نفت
					خطوط لوله گاز
	محدوده آبی	باتلاق و مرداب		تامین آب	رودخانه
		مسیل			دریا و دریاچه
		رودخانه			آب زیر زمینی
		دریا			میزان آبدهی
		دریاچه		انتقال برق	خطوط انتقال برق
	مناطق‌حفاظت شده	مناطق حفاظت شده			پست برق
	جمعیت	محدوده شهر		تولید برق	نیروگاه
		روستا			سد برق آبی

مدل‌های تلفیقی مورد استفاده:

توجه همزمان به فاکتورهای مؤثر در مکان‌یابی نیروگاه، مستلزم تلفیق لایه‌های اطلاعاتی مربوطه است. دراین تحقیق مدل‌های بولین و فازی جهت تلفیق اطلاعات و مدل‌سازی در محیط GIS مورد استفاده قرار گرفتند.

مدل بولین:

این مدل روشی برای بازیابی داده ها با استفاده از قوانین منعطف بولی برای عمل کردن بر روی خواص مکانی و توصیف هاست(۱۶). در منطق بولین، عضویت یک عنصر در یک مجموعه به صورت صفر(عدم عضویت) و یک (عضویت) بیان می‌شود (۱۷). در انتخاب یک مکان برای یک فعالیت خاص می‌توان به وسیله این مدل مکانیابی کرد که در این مدل انتخاب یک مکان یا مناسب(یک) یا نامناسب(صفر) و حالتی غیر از این را نمی‌توان متصورشد(۱۸). به منظور استفاده از مدل بولین در مکان‌یابی، ابتدا به ازاء هر عامل، یک نقشه ورودی به صورت باینری بر اساس ضوابط تهیه می‌شود. به این صورت که مقدار یک در هر واحد پیکسلی از یک نقشه ورودی نشان‌دهنده مناسب بودن و مقدار صفر نشان دهنده نامناسب بودن موقعیت مکانی آن پیکسل جهت فعالیت مورد نظر با توجه به مفهوم آن نقشه (عامل) می‌باشد. به عنوان مثال در مکان‌یابی نیروگاه ها، برای حفاظت از این تأسیسات، به گسل‌ها و محدوده حریم آنها، مقدار صفر و به سایر مناطق مقدار یک اختصاص داده می‌شود سپس نقشه‌های ورودی با استفاده از عملگرهای بولین AND و یا OR با یکدیگر تلفیق می‌شوند و یک نقشه خروجی باینری به‌وجود می‌آورند. اگر تلفیق نقشه‌ها با استفاده از عملگر AND انجام گرفته باشد، پیکسل‌های حاوی ارزش ۱ در نقشه خروجی، مکان‌هایی را نشان می‌دهد که کلیه معیارهای مربوط به کاربرد مورد نظر را تأمین می‌نمایند. در صورتی که نقشه‌های ورودی با استفاده از عملگر OR ترکیب شوند، پیکسل‌های حاوی ارزش ۱ در نقشه خروجی، مکان‌هایی را مشخص می‌کند که یک یا چند معیار در آنها صدق می‌کند. مطابق این روش، به عنوان مثال، در نقشه خروجی مربوط به مکان یابی نیروگاه، به مکان‌های مناسب جهت احداث نیروگاه مقدار یک و به مکان‌های نامناسب مقدار صفر تعلق می‌گیرد.

مدل فازی:

استفاده از منطق فازی به منظور استانداردسازی نقشه های فاکتور از روشهایی است که امروزه مورد توجه فراوان قرارگرفته است. شایان ذکر است که برای کمی کردن بعضی از پارامترها ، با رجوع به منابع علمی متعدد (۱۹). که مشخص کننده کیفیت هر یک از این عوامل بوده اند نسبت به عدد دهی اولیه و استانداردسازی آنها اقدام شد (۲۰). تابع عضویت هر معیار بسته به نوع معیار وکاربری مورد نظر مشخص میگردد. تابع عضویت در برگیرنده طیفی از اعداد است که بین حالت قابل قبول و غیر قابل قبول درجات مختلف مقبولیت را نمایش میدهند (۲۱). در منطق فازی، میزان عضویت یک عنصر در یک مجموعه، با مقداری در بازه یک (عضویت کامل) تا صفر(عدم عضویت کامل) تعریف می‌شود. درجه عضویت معمولاً با یک تابع عضویت بیان می‌شود که شکل تابع می‌تواند بصورت خطی، غیرخطی، پیوسته و یا ناپیوسته باشد. در مدل فازی، به هر یک از پیکسل‌ها در هر نقشه فاکتور مقداری بین صفر تا یک اختصاص داده می‌شود که بیانگر میزان مناسب بودن محل پیکسل از دیدگاه معیار مربوط برای هدف مورد نظر (احداث نیروگاه) می باشد می‌توان نقشه فاکتور را به گونه‌ای تهیه نمود که مقدار هر پیکسل شامل اهمیت نسبی فاکتور مربوطه در مقایسه با سایر فاکتورهای مکان‌یابی نیز باشد. پس از تشکیل نقشه‌های مربوط به هر یک از فاکتورها، مقادیر عضویت موجود در آنها به کمک عملگرهای فازی با یکدیگر ترکیب می‌شوند(۲۲).

جمع‌آوری و آماده سازی لایه های اطلاعاتی:

پس از بررسی عوامل مؤثر و تعیین اطلاعات مکانی و توصیفی مورد نیاز، داده های مورد نظر با توجه به ویژگی‌های استان گیلان جمع آوری گردیدند. با توجه به پارامترهای مؤثر در مکان‌یابی نیروگاه‌های گازی و عوارض مکانی مورد نیاز در مرحله مقدماتی تعیین و دسته بندی شدند. سپس نقشه های مورد نیاز، لایه های اطلاعاتی مربوط با توجه به نیاز کاربرد مورد نظر (مکان‌یابی نیروگاه)، آماده سازی شدند. تهیه نقشه‌ها و انجام آنالیزها با استفاده از نرم افزار Arc GIS 9.3 صورت پذیرفت.

یافته ها:

با توجه به ماهیت عوارض و نحوه تأثیر آنها در مکان-یابی دو نوع نقشه تهیه گردید؛

نقشه‌های محدودیت:

هدف از ایجاد این نقشه‌ها، مشخص نمودن مناطقی بود که امکان ساخت نیروگاه در آنها بدلیل محدودیت ناشی از یکی از عوامل وجود ندارد. این نقشه‌ها برای عوارضی نظیر مراکز جمعیتی، مناطق حفاظت شده، مزارع کشاورزی و... ایجاد گردید. نقشه‌های محدودیت به اینصورت است که مناطق دارای محدودیت جهت احداث نیروگاه ارزش صفر و به سایر مناطق ارزش یک اختصاص یافته است(۲۳، ۲۴).

جدول۲- عوامل محدودکننده و ضوابط ایجاد محدودیت مربوطه

کلاس عامل	معیار برای تهیه نقشه محدودیت
شیب	بیش از ۲۰ درصد
ارتفاع	بالای ۱۰۰۰ متر
رودخانه	محدوده و بافر ۵۰۰ متری رودخانه
راه دسترسی	خود عارضه و بافر ۱۰۰ متری
باتلاق و مرداب	محدوده و بافر ۱ کیلومتری مرداب
مناطق حفاظت شده	محدوده و بافر ۲ کیلومتری
جنگل	محدوده و بافر ۵۰۰ متری جنگل
گسل	محدوده و بافر ۱ کیلومتری
محدوده شهری	محدوده و بافر ۵ کیلومتری

نقشه‌های فاکتور:

فاکتورها همان عوارض هستند که باید به صورت فازی بصورت نقشه بیان شوند این نقشه‌ها برای عوارضی نظیر منابع آب، خطوط لوله گاز و... ،که وجود آن‌ها در منطقه و نزدیکی محل انتخابی به آنها امتیاز مثبتی برای احداث نیروگاه بشمار می‌آید، و نزدیکی نیروگاه به این عوارض به لحاظ فنی و اقتصادی حائز اهمیت است. نقشه فاکتور هر عارضه می‌تواند نشان‌دهنده درجه تناسب مکان‌های مختلف جهت احداث نیروگاه با توجه به فاکتور مورد نظر باشد و هر یک از فاکتورها قبل از اعمال منطق AND, OR, ... ضریب‌هایی که از AHP بدست آمده در آن‌ها ضرب می‌گردد. بعنوان مثال در نقشه فاکتور مربوط به ارتفاع از سطح دریا، به مناطق مختلف، با توجه به ارتفاعی که دارند و براساس نظر کارشناس درجات مختلف تناسب اختصاص یافته است.

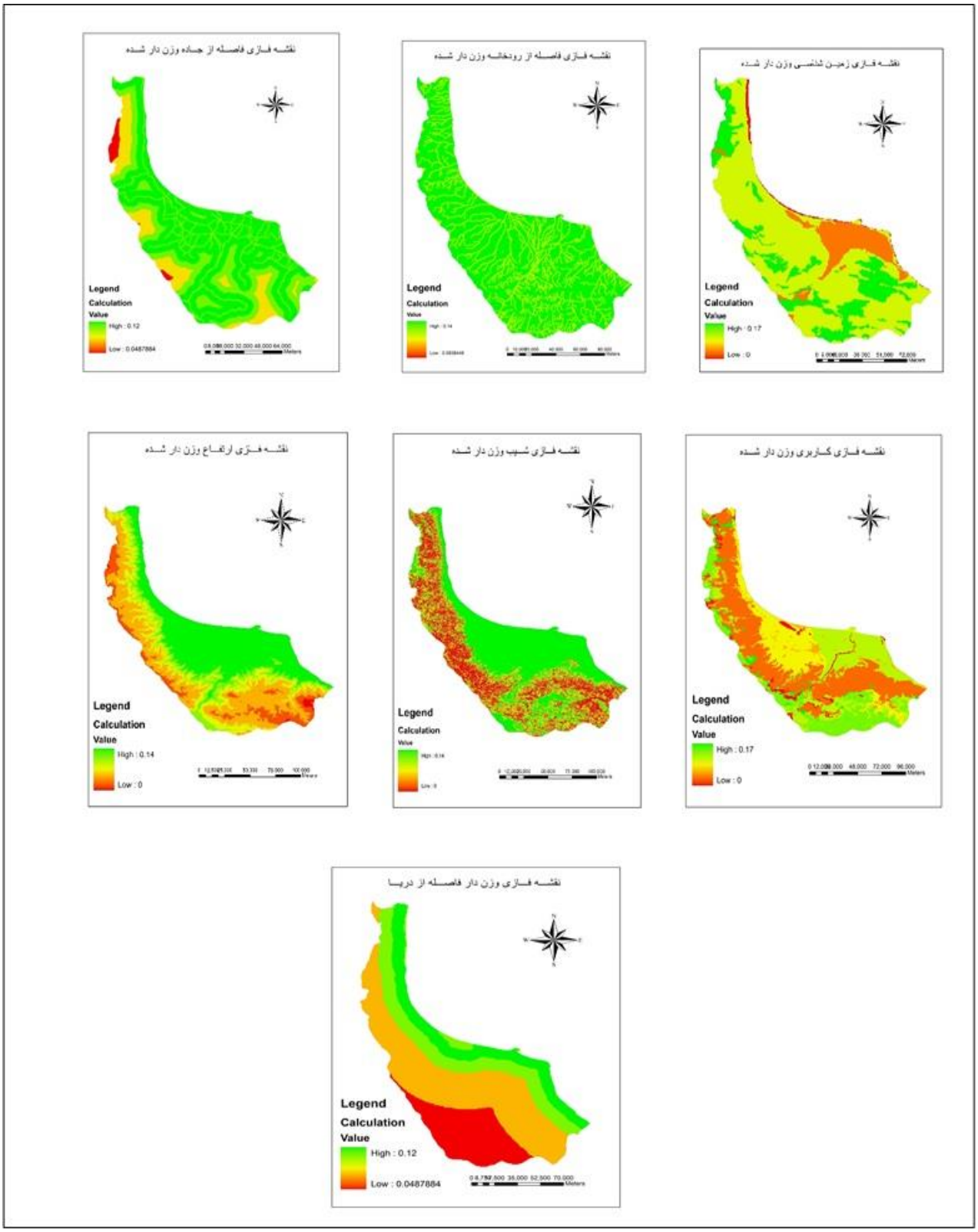
با توجه به ماهیت برخی از عوارض و نقش دوگانه آنها در مکان‌یابی، هم نقشه محدودیت و هم نقشه فاکتور برای آنها ایجاد گردیده است. به‌عنوان نمونه نزدیکی مکان انتخابی نیروگاه به رودخانه که شرایط مساعدی از نظر آبدهی دارند، می‌تواند عامل مثبتی در تأمین آب مورد نیاز نیروگاه تلقی شود، از طرفی در ساخت نیروگاه حفظ حریم رودخانه ها ضروری می باشد. لذا احداث نیروگاه در نزدیکی رودخانه و با حفظ فاصله معینی از آن می تواند مطلوب باشد. به همین جهت برای این عارضه هم نقشه محدودیت و هم نقشه فاکتور تشکیل گردیده است. بدیهی است که نقش و اهمیت فاکتورها در عملیات مکان‌یابی با یکدیگر تفاوت دارد. بنابراین لازم است پیش از تلفیق نقشه‌های فاکتور، اهمیت نسبی فاکتورهای مؤثر و وزن مناسب به هر یک از آنها تعیین گردد. در حالت کلی وزن‌دهی فاکتورها می‌تواند با استفاده از دانش کارشناسی، دانش داده‌ای و یا ترکیبی از آنها صورت گیرد. در این تحقیق وزن فاکتورها بر اساس نظر کارشناسان مختلف، تعیین گردیده است. حریم‌ها و فواصل در نظر گرفته از منابع معتبر برداشت شده نیز با توجه به استانداردهای موجود و نظرکارشناسی تغییراتی‌درآن‌اعمال‌گردیده‌است

جدول۳ -مشخصات فاکتورهای مربوط به مدل فازی

فاکتور	وزن فاکتور (درصد)	کلاس	وزن کلاس (بین ۰-۱۰)
ارتفاع	٪۱۴	m (۵۰۰- ۰)	۱۰
		(۸۰۰- ۵۰۰)	۷
		(۱۰۰۰ - ۸۰۰)	۳
		(x >۱۰۰۰)	۰
شیب	٪۱۴	(۱۰- ۰) درصد	۱۰
		(۱۵ -۱۰)	۶
		(۲۰ -۱۵)	۴
		(x >۲۰)	۰
زمین شناسی	٪۱۷	Diorite, Gabbro, Andesitic volcanics, Andesitic volcanics, Basaltic volcanic rocks	۸
		Marl, calcareous sandstone, sandy limestone and minor conglomerate,	۶
		Light-red coarse grained, polygenic conglomerate with sandstone intercalations	۴
		Low level piedment fan and vally terrace deposits, Stream channel, braided channel and flood plain deposites	۲
		Lake	۰

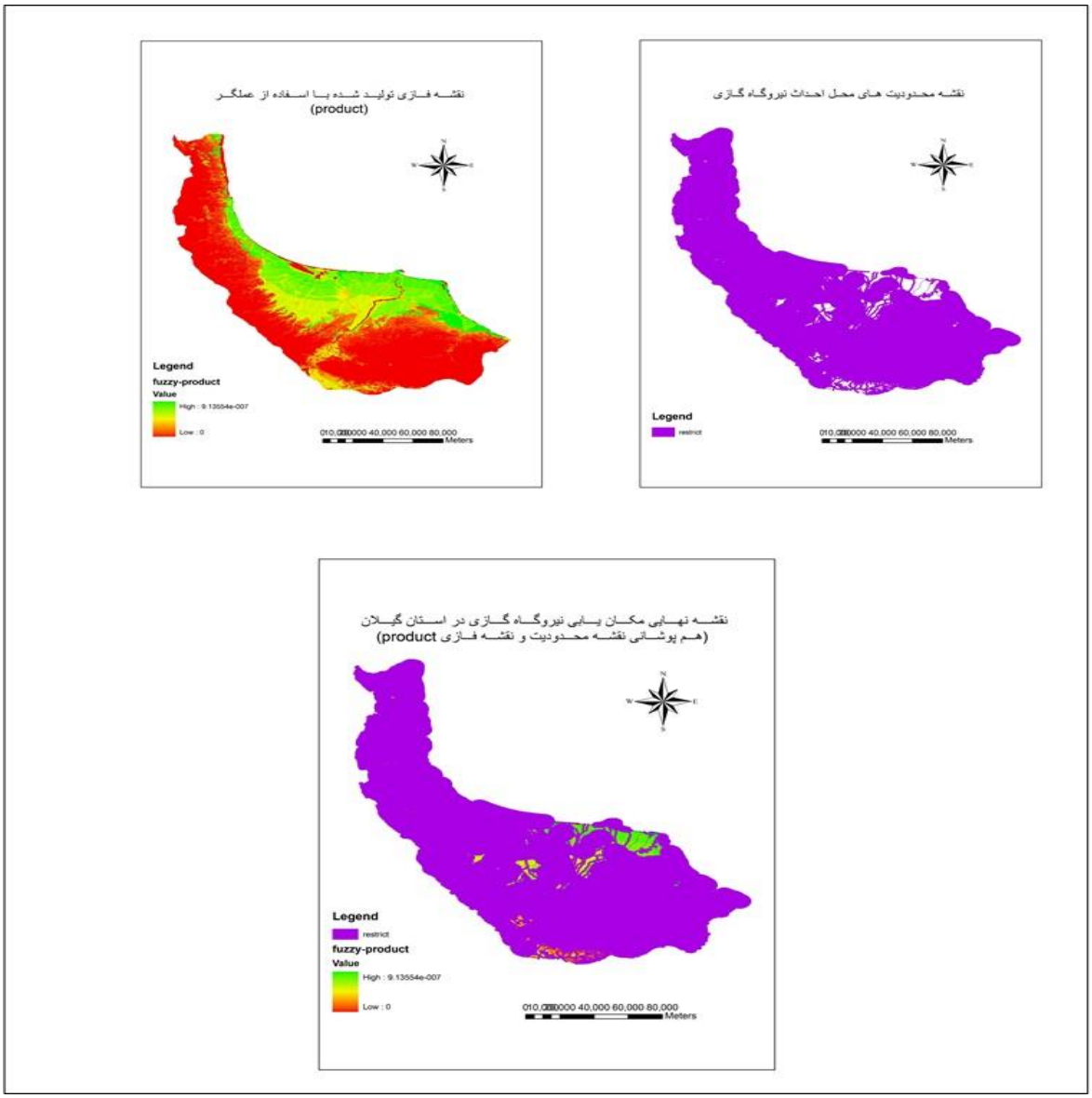
رودخانه	٪۱۴	m ۵۰۰ – ۰	۰
		km ۵ – ۰/۵	۱۰
		km ۱۰- ۵	۵
		km ۱۰ < X	۰
کاربری	٪۱۷	خط ساحل	۷
		مراتع	۶
		باغ و جنگل تنک	۵
		کابریهای مختلط	۴
		کشاورزی	۳
		شهری	۲
		جنگل طبیعی	۱
		مسیل و مرداب	۰
فاصله از راههای ارتباطی	٪۱۲	m (۵۰۰-۰)	۰
		km (۱۰ - ۰/۵)	۱۰
		km (۲۰ - ۱۰)	۶
		km (۴۰- ۲۰)	۴
		km (x > ۴۰)	۰
فاصله از دریاچه	٪۱۲	m (۱۰۰۰ - ۰)	۱
		km (۱۰-۱)	۱۰
		km (۲۰-۱۰)	۵
		(۵۰-۲۰)	۳
		(x >۵۰)	۱

با توجه به فاکتورهای ذکر شده در (جدول شماره ۳)، ابتدا نقشه‌های فازی فاکتورهای مورد نظر، در محیط نرم‌افزار Arc GIS انجام شد. سپس با توجه به فاکتورهای درنظر گرفته شده و اعمال ضرایب هر یک از فاکتورهای مذکور در نقشه فازی آن-ها، نقشه‌های فازی وزن‌دار شده آن‌ها به صورت زیر تهیه گردیده است.



تصویر شماره ۲- نقشه فازی وزن‌دار شده فاکتورها

سپس با استفاده از نقشه‌های فازی وزن‌دار شده فاکتورها، تلفیق و روی هم‌گذاری آن‌ها در محیط Arc GIS با بکارگیری عملگرهای فازی Product, Gamma, Or, Sum و And ، انجام و نقشه‌های فازی هریک از عملگرها تولید شد. که با توجه به موقعیت و شرایط منطقه‌ی مورد مطالعه و نظرات کارشناسی، نقشه‌ی فازی عملگر product، مناسب‌تر به نظر می‌آمد. بعد از آن نقشه‌ی (fuzzy product) تهیه شده برای فاکتورها، با نقشه‌ی محدودیت تولید شده بوسیله مدل بولین برای عوامل و پدیده‌های محدود کننده، تلفیق و روی هم‌گذاری شد. و سرانجام نقشه نهایی مکان‌یابی محل احداث نیروگاه گازی در استان گیلان به صورت زیر تهیه گردید.



تصویر شماره ۳- نقشه نهایی مکان‌یابی احداث نیروگاه گازی در استان گیلان

نتیجه‌گیری:

پس از تعیین فاکتورهای مؤثر و نقش آنها در مکان‌یابی نیروگاه ، لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز تهیه شد و تجزیه و تحلیل‌های لازم صورت گرفت. برای نیل به این منظور از نرم افزار Arc GIS 9.3 استفاده گردید. که با در نظر گرفتن شرایط فیزیکی،

بیولوژیکی، اقتصادی و اجتماعی منطقه، معیارهای مورد استفاده؛ شیب، ارتفاع، کاربری اراضی، پوشش گیاهی، نوع و جنس خاک و محدوده‌های آبی، مناطق حفاظت شده و جمعیت بودند. که برای تولید نقشه‌ی فاکتورها از منطق فازی استفاده شد. سپس نقشه‌های نهایی به منظور ارزیابی توان، با استفاده از هر پنج عملگر فازی یعنی And، Or، Sum، Product و Gamma تولید شد. پس از مقایسه پنج عملگر مدل فازی، بهترین و مناسب‌ترین عملگر، fuzzy Product به نظر رسید. که در نهایت با تلفیق و رویهم‌گذاری نقشه محدودیت تولید شده به کمک منطق بولین، با نقشه فازی Product تولید شده، حدود ۹۰ درصد از کل استان گیلان به‌عنوان مناطق محدودیت‌دار جهت احداث نیروگاه تعیین گردید. و از ۱۰ درصد باقی‌مانده ۵ درصد آن وزن نامطلوب و ۵ درصد باقی‌مانده وزن مطلوب و نیمه‌مطلوب دارد (تصویر شماره ۳). در راستای موضوع این پژوهش، نتایج تحقیق بهشتی فر و همکاران (۱۳۸۶) نشان داد که حدود ۶۰ درصد از کل استان فارس بعنوان مناطق محدودیت دار جهت احداث نیروگاه ، ۱۴درصد ازمنطقه مورد مطالعه بعنوان مکانهای مناسب با پتانسیل بالا و ۲۶ درصد باقیمانده بعنوان مکانهای مناسب با پتانسیل پایین می باشد. نتایج تحقیق مکان یابی نیروگاه های خورشیدی در استان خوزستان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی که توسط حسین زاده و همکاران (۱۳۹۱) انجام شد نشان می دهد که مناطق شرق، جنوب شرقی و جنوبی استان خوزستان که مناطقی از شهرستان های باغملک، بهبهان، هندیجان و آبادان را شامل می شود، از شرایط بهتری برای احداث نیروگاه های خورشیدی برخوردارند(۲۵) هم چنین در تحقیق فلاح و همکاران(۱۳۹۴) با عنوان مکان یابی نیروگاه خورشیدی استان مازندران با تلفیق فرایند تحلیل شبکه(ANP) و سیستم اطلاعات جغرافیایی(GIS) مشخص گردید که در حدود ۴۷۷۱/۹۶۰ کیلومتر مربع از مساحت اُستان مازندران، امکان احداث نیروگاه خورشیدی وجود دارد(۲۶). بنابراین اتخاذ تصمیم در مورد مکان مناسب برای بنا نهادن نیروگاه، نیازمند توجه هم‌زمان به عوامل بسیاری می‌باشد که سیستم اطلاعات جغرافیایی، امکان تلفیق لایه‌های اطلاعاتی مربوط به عوامل مذکور را بصورت منسجم فراهم می‌آورد و مکان‌های انتخابی، کاملاً تحت تاثیر پارامترهای دخالت داده شده در تجزیه و تحلیل‌ها و وزن‌های مربوطه قرار می‌گیرند. و به نظر می‌رسد استفاده از مدل فازی- بولین، مدل مناسبی جهت تلفیق نقشه‌های مربوط به عواملی است که باعث ایجاد محدودیت برای احداث نیروگاه می گردند. در پایان پیشنهاد می شود برای احداث نیروگاه گازی در استان گیلان باید تمام عواملی که در این تحقیق دخالت داده نشده اند و تاثیر گذار هستند حتما اعمال گردند و همچنین جهت احداث نیروگاه، مکان هایی که شناسایی شده اند در مقیاس بزرگ نمونه برداری شوند تا بهترین نتیجه حاصل گردد.

منابع:

۱- اسفندیاری، علی، رنگزی، کاظم، صابری، عظیم و مهدی فتاحی مقدم (۱۳۹۰). پتانسیل سنجی احداث نیروگاههای خورشیدی با بررسی پارامترهای اقلیمی در استان خوزستان با استفاده از GIS، همایش ملی ژئوماتیک ۹.

۲- بهشتی فر، سارا و همکاران(۱۳۸۶). مکان¬یابی نیروگاه گازی با استفاده از GIS، کنفرانس بین اللملی برق.

۳- بهشتی فر،سارا؛ سعدی مسگری،محمد،ولدان زوج،محمدجواد؛کریمی،محمد(۱۳۸۹). استفاده از منطق فازی در GIS به¬ منظور مکان¬یابی نیروگاه گازی، نشریه مهندسی عمران و نقشه برداری، دوره ۴۴ ، ص ۵۹۵-۵۸۳.

۴- بهشتی فر،سارا؛ سعدی مسگری،محمد،ولدان زوج،محمدجواد؛کریمی،محمد(۱۳۸۹). استفاده از منطق فازی در GIS به¬ منظور مکان¬یابی نیروگاه گازی، نشریه مهندسی عمران و نقشه برداری، دوره ۴۴ ، ص ۵۹۵-۵۸۳.

۵- شجاعیان، علی،ملکی،سعید،امیدی پور، مرتضی(۱۳۹۳). ساماندهی مکان‌گزینی مراکز آموزشی شهری با استفاده از

منطق بولین و تصمیم‌گیری چند معیاره فازی مطالعه موردی: مدارس مقطع راهنمایی مناطق ۸ گانه شهر اهواز.

۶- صیفی، صدری؛ سفیانیان،علیرضا؛ پورمنافی، سعید(۱۳۹۳). بکارگیری رویکردهای تصمیم گیری چند گانه چند معیاره MADM برای مکان یابی نیروگاه حرارتی (مطالعه موردی: نیروگاه گازی ۱۰۰۰ مگاواتی کهنوج). پایان نامه کارشناسی ارشد.دانشگاه صنعتی اصفهان.

۷- غفاری، س، ر. شفقی، س. صالحی، ن (۱۳۸۹). ارزیابی سازگاری کاربری اراضی شهری با استفاده از مدل تصمیم گیری چند معیاره فازی»، مطالعات و پژوهشهای شهری و منطقه ای. سال اول. شماره چهارم. صص ۷۶ – ۵.

۸- مددی، عقیل،آزادی مبارکی،محمد،بابایی اقدم(۱۳۹۲). مدل سازی مکان های مناسب دفن زباله با استفاده از روش های AHP، منطق فازی،شاخص همپوشانی و منطق فازی(مطالعه موردی شهر اردبیل).نشریه جغرافیا و برنامه ریزی،شماره ۴۵،صص ۲۵۴-۲۳۵.

۹- نورایی صفت،ایثار؛ بالیست، جهانبخش؛ رستگار،محمد حامد؛ هویدی، حسن(۱۳۹۳). مکانیابی ایستگاه های آتش نشانی با منطق فازی در GIS و فرآیند تحلیل شبکه مطالعه موردی:منطقه ۶ تهران، دومین کنفرانس ملی مدیریت بحران و HSE در شریان های حیاتی، صنایع و مدیریت شهری، تهران.

۱۰-

۱۱- Bischoff M, Klamroth K)2007(two branch and bound methods for a generalized class of location-allocationproblems. Technical Report, No. 313, In statute of Applied Mathematics, University of ErlangenNumberg.

۱۲- Bonham-Carter, G.F., 1994, Geographic information systems for geoscientists modelling with GIS: Pergamon, Oxford, 398 p.

۱۳- Delaney, K. and Lachapelle, A. (2003). "A GIS Approach to Sitting a Coal-Fired Power Plant inFranklinCounty,Illinois."http://www.uoguelph.ca/geography/research/geog4480_w2003/group21/index.ht.

۱۴- Hall,G.B.,F.Wang and S. Subaryono (1992).Comparison of Boolean and fuzzy classification methods in land suitability analysis by using geographical information systems. Environment and Planning, A. 24:497–516.

۱۵- Heiydarzadeh, N. (2001). Municipal solid waste landfill siting using geographic informationsystem for tehran. AThesis presented the master of science degree in environmental engineering. Trbiat Modares university.

۱۶- http://www.gilan.ir/

۱۷- Klassen, K. and Marjerrison, A. (2002). "Siting a Wind Turbine Farm in Pipestone County, Minnesota Usinga GIS Framework." http://www.uoguelph.ca/geography/filetra n/ geog4480 w2002/Group04/index.htm.

۱۸- Klassen, K. and Marjerrison, A. (2002). "Siting a Wind Turbine Farm in Pipestone County, Minnesota Usinga GIS Framework." http://www.uoguelph.ca/geography/filetra n/ geog4480 w2002/Group04/index.htm.

۱۹- Makhdoum, M.F., A.A. Darvishsefat, H. Jafarzadeh and A.F. Makhdoum (2004). Environmental evaluation and planning by geographic information system. Tehran: Tehran university press.

۲۰- Martin, P. C. and Hannah, I. W. (1991). Modern Power Station Practice, Vol. A (Station planning and design), British Electricity International.

۲۱- Nisar, A.T.R., K. Gopalrao and J.S.R. Murthy (2000).GIS based fuzzy membership model for crop-landsuitability

analysis. Agricultural Systems, 63(2):75–95

۲۲- Public Service Commission of Wisconsin. (1999). "Common Power Plant Siting Criteria".

۲۳- http://psc.wi.gov/thelibrary/publications/electric/electric05.pdf.

۲۴- Ruiz Puente, C., Diego, M., Ortiz, J., Hernando, M., Hernaez, P. 2007. The Developmentof a New Methodology Based on GIS and Fuzzy Logic to Locate Sustainable Industrial Areas. 10th AGILE International Conference on GeographicInformation Science.AalborgUniversity.Denmark.

۲۵- SABA, (1381). Report of the Site Selection Strategy for New Thermal Power Plants with considering Environmental Impacts and Using GIS, Iran Energy Efficiency Organization (IEEO - SABA), Environment Group.

۲۶- SABA, (1382). Report of the site selection for new thermal power plants in Semnan, Zanjan, Ilam and Ardebil Provinces, Iran Energy Efficiency Organization (IEEO - SABA), Environment Group.

۲۷- حسین زاده، مریم؛ خیرخواه زرکش، میرمسعود، صابری، عظیم(۱۳۹۱). مکان یابی نیروگاه های خورشیدی در استان خوزستان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) به روش درجه بندی. دومین همایش ملی انرژی باد و خورشید، تهران.

۲۸- فلاح، مهدی، فرج زاده، منوچهر، اسلامی، عبادرضا، سلطانی فر، افسانه (۱۳۹۴). مکان یابی نیروگاه خورشیدی استان مازندران با تلفیق فرایند تحلیل شبکه(ANP) و سیستم اطلاعات جغرافیایی(GIS). کنگره بین المللی مهندسی عمران، معماری و توسعه شهری. دانشگاه شهید بهشتی، تهران.