استفاده از منطق فازی در محیط GIS به منظور مکان‌یابی نیروگاه‌های گازی

سارا بهشتی فر[۱]، محمد سعدی مسگری[۲]، محمدجواد ولدان زوج*[۳] و محمد کریمی[۴]

[۱]دانشجوی دکتری GIS دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی و
عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بناب

[۲]استادیار دانشکده مهندسی نقشه‌برداری - دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین طوسی

[۳]دانشیار دانشکده مهندسی نقشه‌برداری - دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین طوسی

[۴]دانشجوی دکترای GIS دانشکده مهندسی نقشه برداری - دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین طوسی

(تاریخ دریافت ۸۵/۱۰/۳ ، تاریخ دریافت روایت اصلاح شده ۸۸/۸/۱۰، تاریخ تصویب ۸۸/۱۱/۲۵)

چکیده

تأثیر موقعیت مکانی نیروگاه‌ها بر میزان و هزینه تولید و انتقال انرژی، محیط زیست و... انتخاب مکان مناسب برای این تأسیسات را ضروری می‌سازد. استفاده از GIS امکان تلفیق اطلاعات مورد نیاز در مکان‌یابی را به گونه ای مؤثر فراهم می آورد. در این مقاله، ضمن شناسایی عوامل مهم در تعیین مکان مناسب برای احداث نیروگاه‌های گازی، نقش و میزان تأثیرگذاری هر یک از عوامل فوق در مکان‌یابی مشخص گردید. سپس با استفاده از توابع عضویت فازی، نقشه‌های مختلفی بر اساس ماهیت و نقش این عوامل در مکان‌یابی، تشکیل گردید. با طراحی شبکه‌های استنتاجی مختلف و به کارگیری مدل منطق فازی، ترکیب اطلاعات به صورت غیرخطی، انجام شد. در نهایت مکان‌های مناسب به دست آمده از دو شبکه استنتاجی مختلف مورد مقایسه قرار گرفتند. اکثر لایه‌های اطلاعاتی مورد استفاده دارای مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ می‌باشند.

واژه های کلیدی: سیستم اطلاعات مکانی(GIS)، نیروگاه گازی، مکان‌یابی، منطق فازی

مقدمه و مروری بر تحقیقات مشابه

رشد روزافزون تقاضای مصرف انرژی الکتریکی، احداث نیروگاه‌های جدید را اجتناب ناپذیر می سازد. با توجه به سهم عمده نیروگاه‌های حرارتی از جمله نیروگاه‌های گازی در تولید برق کشور، احداث این نیروگاه‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. یکی از مراحل اساسی در احداث نیروگاه‌ها، تعیین مکان مناسب برای احداث آنهاست که نیازمند توجه به معیارها و عوامل مختلفی است. ماهیت مکانی اکثر این عوامل و نیز قابلیت سیستم اطلاعات مکانی (GIS) در ذخیره سازی، بازیابی، بهنگام‌سازی، پردازش، تجزیه و تحلیل و نمایش اطلاعات مکانی، استفاده از آن را به عنوان راه حلی مفید و کارآمد در مکان‌یابی نیروگاه ها مطرح می‌نماید.

ضوابط و عوامل تأثیرگذار در انتخاب مکان مناسب برای احداث انواع نیروگاه‌ها، در مطالعات مختلفی مورد بررسی قرار گرفته‌اند[۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶ و ۷]. از جمله این موارد تعیین ضوابط مکان‌یابی یک نیروگاه حرارتی جدید توسط کمیته خدمات عمومی[۱] (PSC) ایالت Wisconsin امریکا است که در سال ۱۹۹۹ منتشر گردید. این ضوابط با توجه به شرایط به کار رفته در تکنولوژی‌های مختلف، در ۶ دسته اصلی شامل نیازمندی‌های سایت، بهداشت عمومی و نکات ایمنی، اثرات زیست‌محیطی، اثرات کاربری‌زمین، اثرات اقتصادی و اثرات اجتماعی تقسیم‌بندی شدند[۱]. در تحقیق حاضر پس از بررسی ضوابط مذکور که به صورت کلی بیان شده‌اند، عواملی که ماهیت مکانی دارند، مشخص و در تعیین مکان های مناسب دخالت داده شدند.

GIS توسط Klassen (۲۰۰۲) برای مکان‌یابی نیروگاه زغالی و توسط Delaney (۲۰۰۳) برای مکان‌یابی توربین بادی مورد استفاده قرار گرفت[۲ و۳].

در کشور ایران نیز گروه محیط زیست سابا (۱۳۸۱ و ۱۳۸۲) پروژه‌هایی را به منظور مکانیابی نیروگاه‌های حرارتی با استفاده از GIS اجرا نمود. در این پروژه‌ها نقشه‌های فاکتور مورد نیاز تهیه و با استفاده از روش بولین تلفیق شدند[۶و۷]. ضعف پروژه‌های مذکور در تلفیق نقشه‌ها بدون وزندهی به فاکتورها می‌باشد. 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 نقشه های فوق به کار رفته

* نویسنده مسئول : تلفن : ۸۸۷۷۰۲۱۸ ، فاکس : ۸۸۷۸۶۲۱۳ ، Email:valadanzouj@kntu.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

است. از جمله می‌توان به کارهای انجام شده توسط قیومیان و همکارانش (۲۰۰۷)، تنگستانی (۲۰۰۳)، Chi (۲۰۰۲)، Sui (۱۹۹۲)، Jiang (۲۰۰۰) وTahsin (۲۰۰۶) اشاره نمود[۸، ۹، ۱۰، ۱۲،۱۱ و۱۳]. لازم به ذکر است که هم کاربرد و هم روابط بین پارامترها و نحوه ترکیب آنها در این تحقیق‌ها با این مقاله متفاوت می‌باشند.

در این تحقیق با به کارگیری عملگرهای فازی، ترکیب اطلاعات به صورت غیرخطی انجام شد و مکان مناسب برای احداث نیروگاه گازی تعیین گردید.

بر اساس پیش بینی‌های صورت گرفته در مورد مصرف انرژی الکتریکی در سال‌های آتی، استان فارس از جمله مناطقی بوده است که برای احداث نیروگاه(های) جدید، در اولویت قرار دارند. لذا با توجه به نیاز کشور، این استان به عنوان منطقه مورد مطالعه انتخاب گردید. استان فارس ۱۲۲۷۸۰ کیلومتر مربع وسعت دارد و در جنوب ایران واقع شده است.

مراحل انجام مطالعه و روش تحقیق

در این تحقیق ابتدا عوامل مهم در تعیین مکان مناسب برای احداث نیروگاه‌های گازی و نیز میزان تأثیرگذاری هر یک مشخص گردید.

با توجه به ماهیت و تعدد این عوامل، گستردگی منطقه مطالعاتی و نیز کامل نبودن اطلاعات مورد نیاز در هر یک از مقیاسهای نقشه ای موجود، لازم بود روند مکان‌یابی بصورت سلسله مراتبی و در مراحل مختلف انجام گیرد. به این ترتیب که ابتدا در یک مقیاس کوچکتر مکان‌های اولیه تعیین شوند، سپس در محدوده مکان‌های منتخب، مطالعات دقیق‌تری در یک مقیاس بزرگتر انجام شود و مکان‌های مناسب انتخاب گردد. پس از بررسی انواع نقشه‌های موجود استان و لایه های اطلاعاتی هریک، مقیاس‌های ۱:۲۵۰۰۰۰ و ۱:۲۵۰۰۰ برای انجام مراحل مقدماتی و تفصیلی مکان‌یابی انتخاب گردید. بررسی تأثیر برخی از عوامل نیز به مرحله نهایی واگذار شد تا در اولویت‌بندی مکان‌های پیشنهادی مرحله تفصیلی مد نظر قرار گیرند. به دلیل گستردگی موضوع در این مقاله صرفاً به تعیین مکان‌های مناسب در مرحله مقدماتی در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ پرداخته شده است. روش انجام تحقیق در مرحله مقدماتی به این صورت بوده است که ابتدا عوامل مهم در مکان‌یابی نیروگاه‌های گازی مشخص شدند. سپس مدل‌های 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 نیروگاه‌های گازی مشخص و حذف شود؛ سپس با استفاده از منطق فازی و عملگرهای مربوطه میزان مناسبت مناطق باقی‌مانده (مناطق مجاز) برای ساخت این نوع نیروگاه تعیین گردد. برای مدل‌سازی، مراحل جمع آوری، آماده سازی و پردازش لایه های اطلاعاتی مربوط به عوامل مؤثر در مکان‌یابی انجام شد. سپس تلفیق نقشه‌ها با مدل‌های بولین و فازی صورت گرفت. در انتها نتایج حاصل از طراحی دو شبکه استنتاجی مختلف جهت تلفیق اطلاعات با روش فازی مورد مقایسه قرار گرفتند.

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. تعیین و نحوه انتخاب عوامل بدین صورت بود که ابتدا بر اساس مصاحبه با متخصصین احداث نیروگاه و مطالعه متون تخصصی مربوطه، عوامل فنی، اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی مربوط به احداث نیروگاه 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 اثر پذیری آنها در رابطه با احداث و بهره‌برداری نیروگاه در جدول (۱) ارائه شده است. لازم به ذکر است که عوامل مؤثر و میزان اهمیت هر یک از آنها در شرایط مختلف، متغیر بوده و در برخی مواقع ممکن است بسته به شرایط، عواملی حذف و یا اضافه شوند [۱، ۴، ۵، ۶ و۷]. انتخاب عوامل در این تحقیق عمدتاً براساس عوامل تعیین شده توسط **PSC**، نظر کاشناسی و داده‌های موجود استان فارس صورت گرفته است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۱: عوامل یا اثرات مکانی.

کلاس عوامل	عوامل یا عوارض	اهمیت در مکان‌یابی	نوع اثر
راههای ارتباطی	آزاد راه	دسترسی به محل و حمل تجهیزات	اقتصادی، اجتماعی، امنیت ترافیک
	بزرگراه		
	جاده آسفالته درجه یک		
	راه آهن		
سوخت	پالایشگاه	تأمین سوخت	اقتصادی
	خط لوله گاز		
	خط لوله نفت		
عوارض مربوط به آب	دریا	تامین آب	اقتصادی
	دریاچه	تامین آب و دفع پساب	اقتصادی، زیست محیطی
	رودخانه		
	منابع آب زیر زمینی	تامین آب و امنیت سازه های نیروگاهی	اقتصادی، زیست محیطی اجتماعی
مراکز ثقل مصرف بار و انرژی	محدوده های مراکز مصرف(شهر روستا، صنایع و...)	نزدیکی به محل مصرف	اقتصادی، زیست محیطی
تولید و انتقال برق	خط انتقال برق	تامین برق در مرحله احداث و انتقال برق تولیدی در مرحله بهره برداری	فنی و اقتصادی
	پست		
	نیروگاه		
	سد برقآبی		
محدودیت‌های طبیعی	گسل	تأمین امنیت سازه های نیروگاهی	اقتصادی
	مسیل		
	نقاط زلزله خیز		
	مرداب		
	باتلاق		
	شنزار		
زمین شناسی و خاک	پایداری لایه های زمین شناسی	تامین امنیت سازه های نیروگاهی	اقتصادی
	آبدهی لایه های زمین شناسی	تأمین آب	اقتصادی
	جنس خاک	تامین امنیت‌سازه های نیروگاهی، از بین بردن زباله های جامد	زیست محیطی
شکل زمین	ارتفاع	افزایش راندمان سهولت ساخت سازه های نیروگاهی	اقتصادی
	شیب	سهولت ساخت سازه‌های نیروگاهی و جاده های دسترسی	اقتصادی، زیست محیطی
محدودیت زیست محیطی	زمینهای کشاورزی	کاهش خسارتهای زیست محیطی ناشی از احداث و بهره برداری نیروگاه	اقتصادی، زیست محیطی
	باغ		
	جنگل		زیست محیطی (آلودگی هوا، حفاظت ازگونه‌های نادر گیاهی و جانوری)
	پناهگاه حیات وحش		
	پارک ملی		
	منطقه حفاظت شده		
تاسیسات خاص	فرودگاه	تامین امنیت	-
نقاط جمعیتی	شهر	تامین نیروی انسانی	اقتصادی، زیست محیطی
	روستا	تامین نیروی انسانی	
	مناطق مسکونی	کاهش اثر نامطلوب در محیط زیست انسانی	زیست محیطی

مدل های تلفیق مورد استفاده

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

مدل بولین[۲]

در منطق بولین، عضویت یک عنصر در یک مجموعه به صورت صفر(عدم عضویت) و یک(عضویت) بیان می شود. 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 نیروگاه‌ها، 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 به وجود می‌آورند. اگر تلفیق نقشه ها 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 می نمایند. در صورتی که نقشه‌های ورودی با استفاده از عملگر OR ترکیب شوند، پیکسل‌های حاوی ارزش ۱ در نقشه خروجی، مکان‌هایی را مشخص می کند که یک یا چند معیار در آنها صدق می‌کند.

مطابق این روش، به عنوان مثال، در نقشه خروجی مربوط به مکان‌یابی نیروگاه، به مکان‌های مناسب جهت احداث نیروگاه مقدار یک و به مکان‌های نامناسب مقدار صفر تعلق می‌گیرد. در ادامه به برخی از خصوصیات این مدل اشاره شده است.

۱. کلیه فاکتورهای ورودی دارای ارزش یکسانی می‌باشند. در عمل به طور معمول مناسب نیست که برای کلیه معیارهای مکان‌یابی اهمیت یکسانی قائل شد. وزن فاکتورها بایستی با توجه به اهمیت نسبی آنها تعیین گردد.

۲. واحدهای مکانی موجود در هر نقشه فاکتور که دارای ارزش‌های مختلفی از لحاظ آن فاکتور هستند، در یکی از دو کلاس صفر و یک قرار می‌گیرند. به عنوان مثال در نقشه مربوط به راههای ارتباطی، به تمامی نقاطی که در محدوده داخل یک فاصله خاص از راه‌ها قرار گرفته اند، ارزش یک اختصاص می‌یابد. در حالی که نقاط داخل این محدوده فواصل مختلفی از راه‌ها را دارا می باشند.

Archive of SID
www.SID.ir

۳.در نقشه خروجی نمی توان مناطق انتخاب شده را بر اساس میزان مناسبت آنها برای فعالیت مورد نظر اولویت بندی نمود. به عبارتی در این مدل مناطق منتخب نیز دارای ارزش یکسان هستند.

مدل فازی[۳]

در منطق فازی، میزان عضویت یک عنصر در یک مجموعه، با مقداری در بازه یک (عضویت کامل) تا صفر (عدم عضویت کامل) تعریف می شود. درجه عضویت معمولاً با یک تابع عضویت بیان می شود که شکل تابع می تواند بصورت خطی، غیرخطی، پیوسته و یا ناپیوسته باشد[۱۴]. در مدل فازی، به هر یک از پیکسل‌ها در هر نقشه فاکتور مقداری بین صفر تا یک اختصاص داده می شود که بیانگر میزان مناسب بودن محل پیکسل از دیدگاه معیار مربوطه برای هدف مورد نظر (احداث نیروگاه) می باشد. می توان 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 می شوند. پنج عملگر فازی که می تواند برای تلفیق نقشه های فاکتور سودمند باشد، عبارتند از:

عملگر اشتراک فازی

عملگر اشتراک فازی، به صورت رابطه (۱) تعریف می‌شود.

$$\mu_{Combination} = MIN(\mu_A, \mu_B, \mu_C, \ldots) \quad (۱)$$

در رابطه (۱) μ_A، μ_B و μ_C بیانگر مقادیر عضویت فازی پیکسل‌های موجود در یک موقعیت مشخص بر روی نقشه‌های فاکتور مختلف می‌باشند.

عملگر اجتماع فازی

این عملگر به صورت رابطه (۲) تعریف می‌گردد.

$$\mu_{Combination} = MAX(\mu_A, \mu_B, \mu_C, \ldots) \quad (۲)$$

μ_A، μ_B و μ_C در این رابطه مشابه رابطه (۱) می باشد.

عملگر ضرب فازی

عملگر ضرب فازی به صورت رابطه (۳) تعریف می‌شود.

$$\mu_{Combination} = \prod_{i=1}^{n} \mu_i \quad (۳)$$

در این رابطه μ_i بیانگر مقدار عضویت در نقشه فاکتورiام است. با استفاده از این عملگر مقادیر عضویت فازی در نقشه خروجی کوچک شده و به سمت صفر میل می‌کنند، بنابراین ترکیب عوامل اثر کاهشی[۴] خواهد داشت. به عبارتی عوامل همدیگر را تضعیف می کنند.

عملگر جمع فازی

این عملگر با استفاده از رابطه (۴)تعریف می‌شود.

$$\mu_{Combination} = 1 - (\prod_{i=1}^{n} (1 - \mu_i)) \quad (۴)$$

در این رابطه نیز μ_i بیانگر مقدار عضویت در نقشه فاکتورiام است. با استفاده از این عملگر مقادیر عضویت فازی در نقشه خروجی بزرگ شده و به سمت یک میل می‌کنند که در نتیجه ترکیب عوامل اثر افزایشی[۵] خواهد داشت. به عبارت دیگر عوامل همدیگر را تقویت می کنند.

بر خلاف عملگرهای اشتراک و اجتماع فازی، در عملگرهای ضرب و جمع فازی کلیه مقادیر عضویت نقشه‌های ورودی در نقشه خروجی تأثیر می‌گذارند.

عملگر فازی گاما

این عملگر از حاصل ضرب عملگرهای ضرب و جمع فازی به صورت رابطه (۵) تعریف می‌شود.

$$\mu_{Combination} = (Fuzzy\ Algebric\ Sum)^{\gamma} \times (Fuzzy\ Algebric\ Product)^{1-\gamma} \quad (۵)$$

در رابطه (۵) مقدار γ عددی بین صفر تا یک می باشد. انتخاب صحیح و آگاهانه γ بین صفر و یک، مقادیری را در خروجی به وجود می‌آورد که نشان دهنده سازگاری قابل انعطاف میان گرایشات کاهشی ضرب فازی و گرایشات افزایشی جمع فازی می‌باشد[۱۴].

جمع آوری و آماده سازی لایه‌های اطلاعاتی

پس از بررسی عوامل مؤثر و تعیین اطلاعات مکانی و توصیفی مورد نیاز، داده های مورد نظر با توجه به ویژگی‌های استان فارس جمع آوری گردیدند. عواملی که در آنالیزهای این مرحله از تحقیق مورد استفاده قرار گرفتند، در جدول (۲) آورده شده اند.

Archive of SID

www.SID.ir

داده های جمع آوری شده، توسط تولید کنندگان مختلف، از منابع گوناگون و در دوره های زمانی متفاوتی تهیه گردیده‌اند و روش تهیه نقشه، استانداردها و دستورالعمل‌های آنها با یکدیگر متفاوت بوده است. بهمین دلیل اطلاعات موجود از نظر کیفیت، مقیاس، سیستم تصویر، فرمت و حتی رقومی یا کاغذی بودن با یکدیگر متفاوتند. در حالی که جهت نمایش همزمان لایه ها و انجام عملیات تجزیه و تحلیل مورد نیاز در محیط GIS لازم است لایه های اطلاعاتی با یکدیگر هماهنگ باشند. لذا مراحل ویرایش و آماده سازی بر روی داده ها و تبدیل آنها به گونه‌ای که حاوی کلیه اطلاعات مورد نیاز برای کاربرد مورد نظر بوده و ساختار مناسبی جهت انجام تحلیل ها داشته باشند، انجام گردید.

جدول ۲ : لایه های اطلاعاتی استفاده شده در تحقیق.

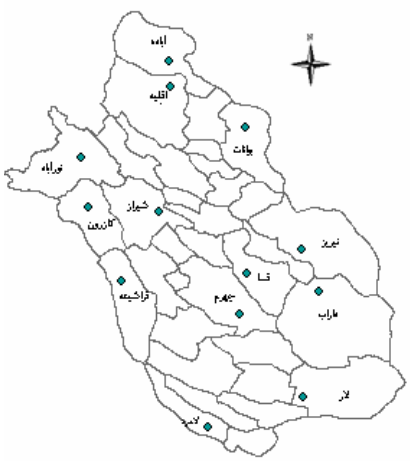
لایه	منبع	مقیاس
شیب	سازمان جغرافیایی	۱:۲۵۰۰۰۰
ارتفاع	سازمان جغرافیایی	۱:۲۵۰۰۰۰
معدن	سازمان زمین شناسی	۱:۱۰۰۰۰۰۰
شنزار	سازمان جغرافیایی	۱:۲۵۰۰۰۰
زمین زراعی	سازمان جغرافیایی	۱:۲۵۰۰۰۰
باتلاق	سازمان جغرافیایی	۱:۲۵۰۰۰۰
مرداب	سازمان جغرافیایی	۱:۲۵۰۰۰۰
مسیل	سازمان جغرافیایی	۱:۲۵۰۰۰۰
دریاچه	سازمان جغرافیایی	۱:۲۵۰۰۰۰
رودخانه	سازمان جغرافیایی	۱:۲۵۰۰۰۰
باغ	سازمان جغرافیایی	۱:۲۵۰۰۰۰
جنگل	سازمان جغرافیایی	۱:۲۵۰۰۰۰
مناطق حفاظت شده	سازمان حفاظت محیط زیست	۱:۲۵۰۰۰۰
محدوده شهر	وزارت کشور	۱:۲۵۰۰۰۰
بزرگراه	وزارت راه و ترابری	۱:۲۵۰۰۰۰
راه آسفالته درجه ۱	وزارت راه و ترابری	۱:۲۵۰۰۰۰
مراکز مصرف (بار و انرژی) / نقاط مصرفی	بر اساس محدوده دهستانها (وزارت کشور)	۱:۲۵۰۰۰۰
پایداری زمین	شرکت ملی نفت ایران	۱:۱۰۰۰۰۰۰
میزان آبدهی سازندها	شرکت ملی نفت ایران	۱:۱۰۰۰۰۰۰
خط لوله گاز	شرکت ملی گاز ایران	۱:۱۰۰۰۰۰۰
گسل	سازمان زمین شناسی	۱:۱۰۰۰۰۰۰
نقاط زلزله خیز	سازمان زمین شناسی	۱:۱۰۰۰۰۰۰
فرودگاه	سازمان جغرافیایی	۱:۲۵۰۰۰۰

مراحل ویرایش و آماده سازی انجام گرفته بر روی داده‌ها در حالت کلی شامل تصحیح خطاهای موجود در آنها، آماده‌سازی لایه‌ها جهت انجام آنالیزها و افزودن اطلاعات مورد نیاز می باشد. جهت آماده سازی و بهنگام‌رسانی لایه‌های اطلاعاتی از نرم افزارهای Arcview 3.2، ArcGIS9 ، Autocad، Excel و Geomatica استفاده شده است. به عنوان نمونه در ادامه مراحل آماده سازی نقشه مربوط به نقاط مصرفی (نقشه بار و انرژی) بیان شده است. مصرف کننده های عمده انرژی الکتریکی، شهرها، روستاها، چاه‌های کشاورزی، شهرک‌های صنعتی و صنایع می‌باشند. جهت نزدیکی محل احداث نیروگاه (منبع تولید انرژی الکتریکی) به نقاط مصرفی، توجه به پراکندگی مکانی مصرف‌کننده ها ضروری است. محل این مراکز بطور مستقیم در تعیین مکان نیروگاه دخالت داده نمی شوند؛ بلکه در محاسبات مربوط به تعیین میزان انرژی و بار الکتریکی در محدوده مراکز مصرف مورد استفاده قرار می گیرند. به این ترتیب مناطقی که میزان نیاز مصرف آنها در آینده بیش از سایر مناطق خواهد بود، در محدوده مراکز مصرف مشخص می گردد. درحال حاضر استان فارس دارای ۳۵ مرکز مصرف می باشد. به منظور تهیه نقشه بار و انرژی ابتدا محدوده های مراکز مصرف که در گزارش برآورد بار برق منطقه ای فارس در سال ۱۳۸۰ مشخص شده بود با نقشه دهستان‌های موجود در نقشه های ۱:۲۵۰۰۰۰ مطابقت داده شد و نقشه مراکز مصرف تهیه گردید. سپس داده‌های مربوط به انرژی و بار مصرفی همزمان مربوط به هر مرکز مصرف از گزارش مذکور استخراج و با ایجاد ستون‌هایی در پایگاه داده به لایه بار و انرژی افزوده شد. میزان اختلاف بار برای سال‌های ۸۰ تا ۹۰ و همچنین میزان اختلاف انرژی در این بازه زمانی برای هر مرکز مصرف محاسبه گردید. بالا بودن میزان اختلاف بار و اختلاف انرژی در یک مرکز مصرف نشان دهنده بیشتر بودن نیاز مصرفی در آینده نسبت به وضع موجود در آن مرکز مصرف می‌باشد.

برای نزدیکی مراکز تولید انرژی الکتریکی به مراکز مصرف بهتر است نیروگاه در چنین مراکزی احداث شود. در انجام آنالیزها، به احداث نیروگاه در این مراکز، اولویت داده شد. محدوده های مراکز مصرف انرژی و بار استان فارس در شکل (۱) نشان داده شده است.

لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز به صورت رستری تهیه و یا پیش از تلفیق به حالت رستری تبدیل گردیدند. با در نظر گرفتن دقت ۰/۳ میلیمتر در مقیاس نقشه، ابعاد هر پیکسل در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰، ۷۵×۷۵ متر در نظر گرفته شد.

Archive of SID
www.SID.ir



شکل۱: محدوده های مراکز مصرف انرژی و بار.

پردازش لایه های اطلاعاتی

نحوه عملکرد و نقش عواملی که لایه های اطلاعاتی آنها در مراحل قبل آماده شده، در مکان‌یابی نیروگاه گازی متفاوت است. با توجه به ماهیت و نقش عارضه های مختلف در مکان‌یابی دو نوع نقشه بر اساس مدل‌های بولین و فازی تهیه گردیدند. برای برخی از عوامل نیز هر دو نوع نقشه تهیه شد.

نقشه های مربوط به مدل بولین

هدف از ایجاد این نقشه ها، مشخص نمودن و حذف مناطقی بود که امکان ساخت نیروگاه در آنها وجود ندارد. این نقشه‌ها برای عوارضی نظیر مرداب، دریاچه، مرکز جمعیتی و.... ایجاد گردید. به دلیل وجود چنین عوارضی در یک محل، محدودیت شدیدی برای احداث یا بهره برداری نیروگاه در خود آن محل و گاهی در فاصله معینی از آنها نیز به وجود می‌آید و در نتیجه حفظ فاصله معینی از آنها، در انتخاب مکان ضروری می باشد.

با توجه به اینکه هدف از ایجاد این نقشه ها، صرفاً حذف مناطق محدودیت دار می باشد و نیازی به درجه بندی مناطق حذف شده وجود ندارد، در حالت رستری، برای هر عامل محدود کننده یک نقشه محدودیت به صورت باینری تهیه می‌شود که برروی آن به مناطق دارای محدودیت برای احداث نیروگاه مقدار صفر و برای سایر مناطق مقدار یک اختصاص می یابد. به عنوان مثال جهت تهیه نقشه باینری گسل‌ها، به مناطقی که در فاصله یک کیلومتری از گسل‌های اصلی و فرعی و یا در فاصله دو کیلومتری گسل‌های معکوس قرار گرفته‌اند، ارزش صفر و به سایر مناطق ارزش یک داده شد. عواملی که برای آنها نقشه‌های باینری تهیه گردید شامل شیب، ارتفاع، معدن، شنزار، جنگل، نقاط زلزله خیز، باغ، زمین زراعی، مناطق حفاظت شده، باتلاق، مرداب، مسیل، دریاچه، محدوده شهر و رودخانه می‌باشند. در جدول (۳) برخی از عوارض و عوامل محدودکننده و جزئیات مربوط به آنها ارائه شده است.

نقشه های مربوط به مدل فازی

نقشه های فاکتور فازی برای عواملی نظیر میزان بار الکتریکی، منابع آب، خطوط لوله گاز و ..... تشکیل گردیدند. نقشه فاکتور فازی هر عارضه به گونه ای تهیه شده است که مقدار هر واحد مکانی بر روی آن نشان‌دهنده میزان مناسب بودن مکان مربوطه جهت احداث نیروگاه، از دیدگاه فاکتور مورد نظر باشد.

رسیدن به موفقیت در بکارگیری ریاضیات فازی در کاربردهای مختلف تا حد زیادی به تعریف توابع عضویت مناسب بستگی دارد[۱۱]. با توجه به تأثیر عوامل مختلف در مکان‌یابی نیروگاه و نیز وضعیت داده های موجود مربوط به آنها دو نوع تابع عضویت در نظر گرفته شد.

جدول۳: برخی از عوامل محدودکننده و ضوابط ایجاد محدودیت مربوطه.

کلاس عامل	جزئیات عامل	معیار برای تهیه نقشه محدودیت
شیب	-	بیشتر از ۱۰ درصد
ارتفاع	-	بالای ۱۸۰۰ متر
باتلاق	-	محدوده و با فر ۱ کیلومتری باتلاق
رودخانه	-	محدوده و با فر ۵۰۰ متری رودخانه
راه دسترسی	-	خود عارضه و بافر ۱۰۰ متری
فرودگاه	-	بافر ۴ کیلومتری
مناطق حفاظت شده	پارک ملی	محدوده و با فر ۳ کیلومتری
	پناهگاه حیات وحش	محدوده و با فر ۲ کیلومتری
	منطقه حفاظت شده	محدوده و با فر ۱ کیلومتری
	منطقه شکار ممنوع	محدوده منطقه شکار ممنوع
محدوده شهر	شهر شیراز	با فر ۱۰ کیلومتری
	مراکز شهرستانها	با فر ۵ کیلومتری
	سایر شهرها	با فر ۳ کیلومتری
زمین شناسی	Lagoon & salt bottoms	محدوده سازند

تابع نوع اول (خطی چند تکه)

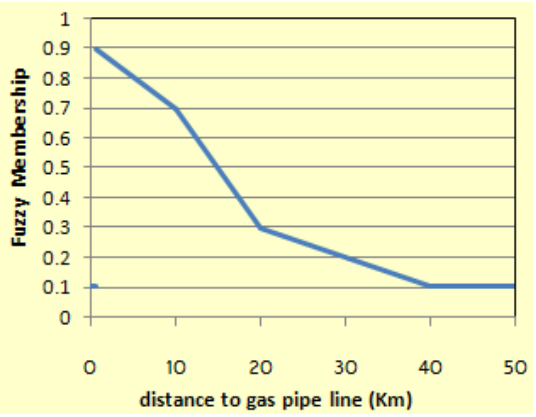
از این تابع در تهیه نقشه های فاکتوری استفاده شد که در آنها درجه تناسب مکان‌های مختلف جهت احداث نیروگاه گازی با توجه به نقش عامل مربوطه به صورت تدریجی و پیوسته تغییر می یابد. به طور کلی عوامل

Archive of SID
www.SID.ir

مربوط به فواصل و نیز پدیده‌های پیوسته مثل توپوگرافی را می‌توان با این تابع مدل کرد. به عنوان مثال در نقشه فاکتور خطوط لوله گاز، با افزایش فاصله از این خطوط، درجه تناسب به تدریج کاهش می‌یابد. با بررسی مطالعات انجام گرفته و نظر کارشناسان درجه تناسب مکان‌های مختلف در فواصل مشخصی از خطوط لوله گاز معین گردید. سپس با توجه به مقادیر تابع عضویت در مرزها، توابع خطی مختلف تعریف شد و مقدار عضویت در سایر فواصل تعیین گردید. مقادیر مرزی و توابع عضویت تعریف شده برای تهیه نقشه فاکتور مربوط به فاصله از خطوط گاز در جدول (۴) ارائه شده است. نمودار این تابع در شکل (۲) نشان داده شده است.

جدول ۴: مقادیر مرزی و توابع عضویت تعریف شده برای خطوط گاز.

مرزهای تعیین شده	تابع عضویت
$x < 0.5\ Km$	U(x) = 0.1
$0.5 \le x < 10\ Km$	U(x) = (173-4x) /190
$10 \le x < 20\ Km$	U(x) = (110-4x) /100
$20 \le x < 40\ Km$	U(x) = (50-x) /100
$x \ge 40\ Km$	U(x) = 0.1



شکل۲ : نمودار تابع عضویت براساس فاصله از خطوط گاز.

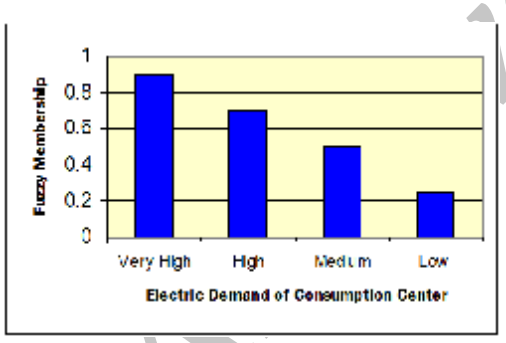
علاوه بر نقشه فاصله از خطوط گاز، جهت تهیه نقشه های فاکتور مربوط به فاصله از راه‌های دسترسی، فاصله از رودخانه، فاصله از دریاچه، شیب و ارتفاع از این روش استفاده شد.

تابع نوع دوم

با توجه به ماهیت برخی از عوامل و نیز داده های موجود، امکان بررسی تغییرات تدریجی درجه مناسبت مکان‌های مختلف در نقشه‌های فاکتور مربوط به آنها وجود نداشت. برای این عوامل تابع عضویت به صورت میله‌ای مشخص شده است. به عنوان مثال اطلاعات مربوط به میزان بار مصرفی و انرژی مورد نیاز پیش بینی شده برای سال‌های آتی در محدوده مراکز مصرف بار موجود می‌باشند و مقدار این کمیت‌ها در محدوده یک مرکز مصرف به‌صورت یک عدد ثابت بیان گردیده است. لذا کلیه نقاط واقع در محدوده یک مرکز مصرف، در نقشه فاکتور بار و انرژی دارای درجه عضویت یکسان خواهند بود. کلاسهای مختلف در نظر گرفته شده برای فاکتور مذکور و درجه عضویت اختصاص یافته به آنها در جدول (۵) و شکل (۳) نشان داده شده است. همچنین جهت تهیه نقشه های فاکتور مربوط به کاربری زمین، پایداری سازندهای زمین‌شناسی و میزان آب‌دهی آنها نیز از این روش استفاده شد.

جدول۵ : کلاس‌های مختلف میزان تقاضای بار و انرژی مصرفی.

فاکتور	کلاس	درجه عضویت
میزان تقاضای بار و انرژی مصرفی	بسیار زیاد	۰/۹
	زیاد	۰/۷
	متوسط	۰/۵
	کم	۰/۲۵



شکل۳ : نمودار تابع عضویت میزان تقاضای بار و انرژی مصرفی.

وزندهی به فاکتورها

جهت مشخص کردن اهمیت نسبی فاکتورهای مختلف در مکان‌یابی، برای هر یک از آنها وزنی در نظر گرفته می‌شود. در مکان‌یابی نیروگاههای گازی، پس از مشخص نمودن فاکتورهای مورد استفاده، وزن هر یک از فاکتورها با استفاده از روش امتیازدهی[۶] متد Rating طبق نظر کارشناسان تعیین گردید.

در این روش از تصمیم‌گیرنده خواسته می شود ۱۰۰ امتیاز را بین معیارهای مختلف تقسیم نماید که این امتیازها بین ۰ تا ۱۰۰ تغییر می کنند[۱۵]. مثلا اگر فقط

Archive of SID
www.SID.ir

دو عامل داشته باشیم و کارشناس متخصص ۱۰۰ امتیاز را به صورت ۴۰ و۶۰ بین آنها تقسیم کند، وزن این دو عامل به ترتیب ۰/۴ و ۰/۶ خواهد بود.

در این تحقیق، نقشه های فاکتور فازی به نحوی ایجاد گردیده اند که مقدار هر پیکسل بر روی آنها، علاوه بر میزان مناسب بودن مکان آن پیکسل از دیدگاه فاکتور مربوطه، بیانگر اهمیت نسبی نقشه فاکتور مورد نظر در مقایسه با سایر نقشه‌های فاکتور نیز باشد. فاکتورهای مربوط به مدل فازی، وزن فاکتورها و نوع تابع بکار رفته جهت تهیه نقشه‌های آنها در جدول (۶) نشان داده شده است.

جدول ۶: مشخصات فاکتورهای مربوط به مدل فازی.

فاکتور	وزن فاکتور	تابع عضویت
ارتفاع	۰/۱۲	تابع ۱
شیب	۰/۰۸	تابع ۱
فاصله از راههای دسترسی	۰/۱۲	تابع ۱
میزان تقاضای بار و انرژی مصرفی	۰/۲۰	تابع۲
فاصله از خط لوله گاز	۰/۱۵	تابع ۱
فاصله از رودخانه	۰/۰۶	تابع ۱
کاربری	۰/۰۶	تابع۲
زمین شناسی و نوع خاک	۰/۰۸	تابع۲
میزان آبدهی	۰/۰۸	تابع۲
فاصله از دریاچه	۰/۰۵	تابع ۱

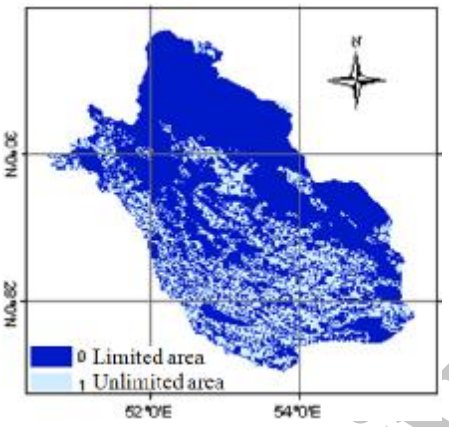
تلفیق نقشه‌ها و طراحی شبکه‌های استنتاجی فازی

پس از تهیه نقشه های فاکتور مربوط به مدل های بولین و فازی، تلفیق این نقشه ها با استفاده از عملگرهای هر مدل انجام گرفت. با ترکیب نقشه های حاصل از مدل‌های بولین و فازی مکان‌های مناسب مشخص شد.

تلفیق نقشه های مدل بولین

نقشه های مدل بولین با استفاده از عملگر AND تلفیق شدند. در نقشه خروجی حاصل به واحدهای مکانی که مقدار آنها در کلیه نقشه‌های مربوط به عوامل محدودکننده، یک بوده است، مقدار یک تعلق گرفت و واحدهای مکانی که مقدار آنها حداقل در یکی از نقشه‌ها صفر بود، دارای ارزش صفر گردیدند. مدل بولین بدلیل سهولت و سرعت اجرای آن و نیز به دلیل تطابق مفهومی آن با نقشه های مربوط به عوامل محدودکننده، بهترین مدل جهت تلفیق این نقشه هاست. در این نقشه ها هدف، حذف کامل مناطق محدودیت‌دار می باشد. بنابراین توجه به مقدار وزنی یک فاکتور یا کلاس خاصی از یک فاکتور ضرورتی ندارد. در نقشه خروجی نیز نیازی به درجه بندی مناطق نیست. به همین دلیل این مدل نه تنها کافی و مناسب بلکه ایده آل برای تلفیق این گونه نقشه ها می باشد.

با تلفیق نقشه‌های مذکور، مساحتی حدود ۸۷۰۹۸ کیلومتر مربع که ۷۰/۹ درصد از کل استان را تشکیل می‌دهد، به عنوان مناطق دارای محدودیت برای احداث نیروگاه گازی تعیین گردید. نتیجه حاصل از ترکیب این نقشه‌ها در شکل (۴) نشان داده شده است.



شکل ٤ : نقشه مناطق محدودیت دار برای احداث نیروگاه گازی.

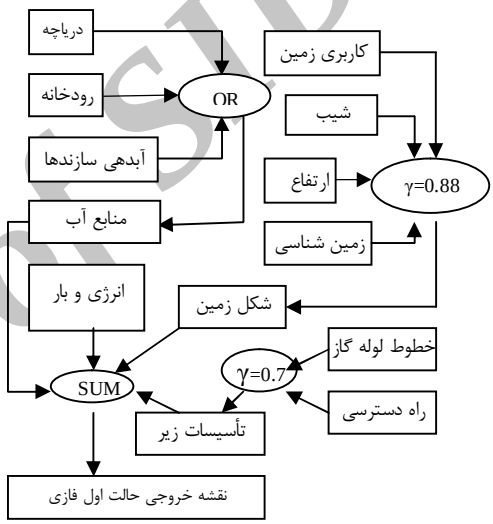
تلفیق نقشه های مدل فازی

پس از تهیه نقشه‌های مدل فازی، لازم است تلفیق نقشه‌ها با استفاده از عملگرهای فازی انجام گیرد. انتخاب عملگرهای فازی مناسب جهت تلفیق لایه های مختلف با توجه به ارتباط و برهم کنش عوامل مربوط به آن لایه ها انجام می گیرد[۹] معمولاً نمی‌توان کلیه لایه های مورد نیاز یک کاربرد را تنها با یک عملگر تلفیق نمود. به همین دلیل اغلب جهت تلفیق لایه های اطلاعاتی مختلف در روش فازی به جای استفاده از یک عملگر، شبکه های استنتاج فازی با استفاده از عملگرهای مختلف ایجاد می شود. در این مقاله دو شبکه استنتاجی طراحی شده بر اساس منطق های متفاوت، ارائه شده است که در شکل‌های (۵) و (۶) نشان داده شده اند.

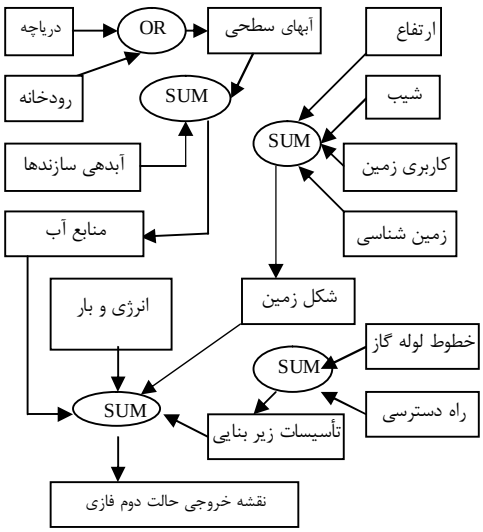
در شبکه های استنتاجی طراحی شده بجای اینکه کلیه نقشه‌های فاکتور در یک مرحله تلفیق شوند، فاکتورها بر اساس دانش کارشناسی، ماهیت و نقش هر یک از آنها در

Archive of SID
www.SID.ir

تعیین مکان و ارتباط آنها با یکدیگر، کلاس بندی شده و لایه‌های اطلاعاتی مربوطه در مراحل مختلف تلفیق می‌گردند. به عنوان مثال چهار فاکتور پایداری سازندهای زمین شناسی، ارتفاع، شیب و کاربری زمین که همگی با شکل و فیزیوگرافی زمین در ارتباطند، از دیدگاه مورد بررسی می توانند در یک کلاس در نظر گرفته شده و باهم ترکیب شوند. لازم به ذکر است که کاربری زمین اغلب تابع ارتفاع، شیب و نوع لایه های زمین شناسی می باشد. لذا با این عوامل سنخیت دارد. به این ترتیب یک نقشه فاکتور واسط به وجود می آید (نقشه فاکتور مربوط به شکل زمین) که در مراحل بعدی با سایر عوامل تلفیق می‌گردد.



شکل۵ : شبکه استنتاجی شماره یک.



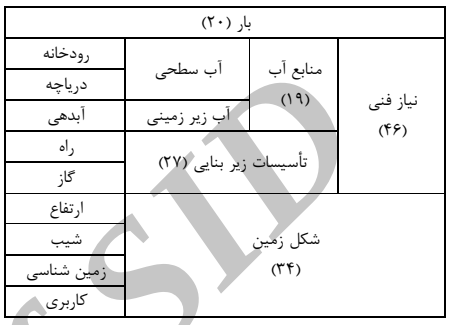
شکل۶ : شبکه استنتاجی شماره دو.

انتخاب عملگر فازی با توجه به منطق‌های مختلف می‌تواند متفاوت باشد. دلیل انتخاب و نحوه عملکرد اپراتورهای فازی OR ، SUM و گاما که در شبکه های استنتاجی به کار رفته اند، طی مثال‌های زیر که از شکل‌های (۵) و (۶) برداشت شده‌اند، تشریح می گردند.

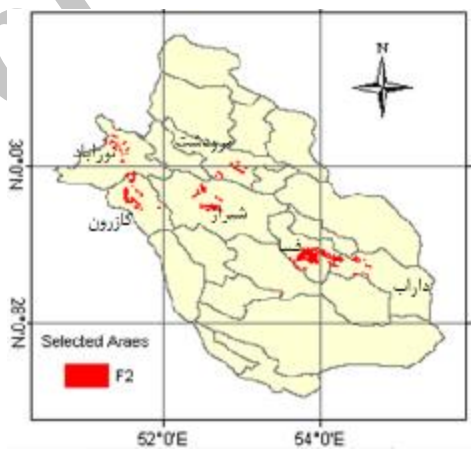
- اثر اپراتورOR: در صورتی که نقش منابع آب در مکان‌یابی نیروگاه صرفاً به تأمین آب مورد نیاز محدود گردد و تفاوتی بین آب سطحی و زیر زمینی از این نظر وجود نداشته باشد، با فرض اینکه وجود یکی از منابع برای تأمین آب کافی است، می‌توان لایه های مربوط به سه عارضه آبی را با اپراتور OR ترکیب نمود (شکل۵). به این ترتیب مقادیر پیکسل های موجود در نقشه خروجی با مقدار یکی از لایه‌های ورودی که دارای بیشترین مقدار در پیکسل مورد نظر می باشد، تعیین می گردد و مقادیر وزنی موجود در دو لایه دیگر در مقدار خروجی دخالت داده نمی شود. به عبارتی نزدیکی همزمان به دو یا سه منبع آب در یک محل چندان امتیاز مثبتی نسبت به نزدیکی به فقط یک منبع محسوب نمی گردد.
- اثر اپراتور SUM: به دلایل مختلف از جمله بالا بودن کیفیت آب‌های زیرزمینی، در اغلب موارد بخش عمده‌ای از آب مصرفی نیروگاه‌ها از این نوع منابع آبی تأمین می شود. از طرفی نقش منابع آب سطحی و زیرزمینی در مکان‌یابی متفاوت است. آب‌های سطحی علاوه بر تأمین آب، برای تخلیه پساب پس از تصفیه نیز مورد استفاده قرار می گیرند. با توجه به این توضیح، می توان نقش رودخانه و دریاچه را تا حدی یکسان در نظر گرفت و لایه اطلاعاتی مربوط به این دو عارضه را با اپراتور OR تلفیق نمود. سپس برای ترکیب نتیجه حاصل با لایه اطلاعاتی مربوط به میزان آبدهی سازندها اپراتور SUM را مورد استفاده قرار داد (شکل۶). این باعث می شود که اثر آب‌های سطحی و زیرزمینی جداگانه و بصورت مکمل هم لحاظ شوند. به عبارتی این دو عامل اثر افزایشی روی هم دارند و وجود دسترسی همزمان به هر دو عامل آبهای سطحی و زیر زمینی مزیتی به حساب می آید.
- اثر اپراتور گاما: یکی از مشکلات اپراتور SUM در بعضی شرایط خاص این است که اگر در یک پیکسل تعدادی از عوامل دارای مقادیر وزنی بالایی باشند، پایین بودن مقدار وزنی برخی دیگر از عوامل به دلیل اثر افزایشی اپراتور SUM جبران می شود. برای خنثی کردن این اثر از اپراتور گاما استفاده می شود. در انتخاب عملگر SUM یا گاما و همچنین تعیین مقدار گاما، حفظ نسبت وزنی معین

Archive of SID
www.SID.ir

بین فاکتورهای بار و انرژی، شکل زمین، تأسیسات زیر بنایی و منابع آب، طبق نظر کارشناسی مد نظر قرارگرفته است و در برخی از موارد نقشه های مربوط به آنها در یک ضریب اضافی ضرب شده است. نسبت‌های وزنی در نظر گرفته شده در شکل (۷) نشان داده شده است. نقشه‌های خروجی حاصل از شبکه‌های اول و دوم استنتاجی در شکل‌های (۸) و (۹) نشان داده شده است.



شکل ۷ : وزن فاکتورها در شبکه های استنتاجی.



شکل۸ : مناطق انتخاب شده براساس شبکه استنتاجی شماره ۱.

شکل۹ : مناطق انتخاب شده براساس شبکه استنتاجی شماره ۲.

بررسی نتایج حاصل از شبکه های استنتاجی

بـا در نظر گرفتن یک مرز مشخص برای درجه های مناسبت، مکان های به دست آمده از حالت اول فازی حدود ۰/۱۸ درصد از کل منطقه را تشکیل می دهند. اکثر این مکان ها در شهرستان‌های فسا، کازرون و شیراز و بخشی از آنها در داراب و مرودشت قرار گرفته اند.

در حالت دوم ۰/۳۵ درصد از منطقه به عنوان مکان مناسب انتخاب گردیده است. اکثر مکان‌های انتخابی در شهرستان فسا قرار دارند. سایر مکان ها در شهرستان های شیراز، کازرون، داراب، مرودشت و ممسنی (محدوده مصرف نورآباد) قرار گرفته‌اند. سایت‌های متعددی در مکان‌های انتخابی دو حالت در نظر گرفته شد و درجه مناسبت هر یک از آنها تعیین گردید. بررسی نتایج نشان داد مکان‌هایی که در آنها اکثر فاکتورها وضعیت مناسبتری دارند، در هر دو حالت امتیاز بالاتری به دست می‌آورند. وضعیت برخی از فاکتورها در ۷ سایت که در شهرستان فسا قرار گرفته اند، در جدول (۷) آورده شده است. لازم به ذکر است که میزان تقاضای بار و انرژی مصرفی در شهرستان فسا بسیار بالا می باشد.

جدول ۷ : وضعیت فاکتورها در سایتهای مختلف.

شماره سایت	فاصله از خطوط لوله گاز (KM)	فاصله از راههای دسترسی (KM)	فاصله از رودخانه(KM)	فاصله از دریاچه(KM)	درجه عضویت در نقشه بار	درجه عضویت در نقشه میزان آبدهی	درجه عضویت در نقشه پایداری زمین‌شناسی	درجه عضویت در نقشه کاربری زمین	مقدار در شبکه استنتاجی (۱)	مقدار در شبکه استنتاجی (۲)
۱	۳/۳	۶/۹	۸/۵	۵۳/۹	۰/۹	۰/۱	۰/۹	۰/۵	۰/۹۰۱	۰/۹۲۴
۲	۳/۷	۵/۴	۴/۶	۵۰/۴	۰/۹	۰/۱	۰/۹	۰/۹	۰/۹۸۴	۰/۹۶۷
۳	۷/۳	۹/۱	۷/۳	۵۳/۲	۰/۹	۰/۸	۰/۸	۰/۹	۰/۹۸۸	/۹۸۹
۴	۳/۸	۱/۲	۸/۸	۴۵/۱	۰/۹	۰/۶	۰/۲	۰/۹	۰/۹۳۶	/۹۶۶
۵	۲/۷	۰/۸۵	۵/۳	۴۴/۲	۰/۹	۰/۶	۰/۲	۰/۵	۰/۹۱۲	۰/۹۵۹
۶	۸/۰	۵/۴	۱/۸	۳۹/۳	۰/۹	۰/۱	۰/۹	۰/۹	۰/۹۶۳	۰/۹۴۸
۷	۱۰/۶	۵/۳	۴/۵	۳۵/۳	۰/۹	۰/۸	۰/۸	۰/۹	۰/۸۹۷	۰/۹۴۵

با وجودی که مکان‌های انتخابی در حالت دوم حدوداً دو برابر حالت اول می باشد، با اینحال برخی از مکان هایی که در حالت اول انتخاب شده بودند، در حالت دوم جزء مکان های انتخابی نیستند. بررسی فاکتورهای مختلف در این قسمت‌ها نشان می دهد که میزان آب‌دهی سنگ‌ها در آنها بسیار کم و وزن رودخانه بالا بوده است. استفاده از عملگر

Archive of SID
www.SID.ir

OR بین هر سه عامل مربوط به منابع آب در روش اول باعث شده است صرفاً عارضه رودخانه در تعیین مقادیر پیکسلی لایه مربوط به منابع آب نقش داشته باشد و این مکان ها از نظر دسترسی به منابع آب هم ردیف با محل‌هایی قرار گیرند که در آنها علاوه بر دسترسی به منابع آب سطحی، میزان آب‌دهی سنگ‌ها نیز بالا بوده است.

مکان‌های انتخابی در حالت دوم هم از نظر دسترسی به آب‌های سطحی و هم از نظر میزان آب‌دهی وضعیت مناسبی دارند. به عبارتی نتایج به‌دست آمده با منطقی که شبکه بر اساس آن طراحی شده است، سازگاری دارد. موارد فوق نشان می‌دهند که نتایج به دست آمده شدیداً تحت تأثیر نحوه ترکیب پارامترها و استفاده از نوع عملگرهای مختلف می باشد.

استفاده از عملگر SUM در اکثر ترکیب های حالت دوم باعث شده، اثر افزایشی فاکتورها بیشتر شود و مکان‌های بیشتری درجه مناسبت بالا به دست آورند و در نتیجه مکان‌های بیشتری به عنوان مکان مناسب انتخاب گردند.

در حالت اول، جهت تلفیق عوامل مرتبط با شکل زمین از عملگر گامای ۰/۸۸ استفاده شده است که اثر افزایشی کمتری نسبت به SUM دارد. اکثر مکان‌های انتخابی در حالت اول از نظر پایداری زمین شناسی وضعیت بسیار خوبی داشته اند، اما در حالت دوم اثر افزایشی شدیدتر عملگر SUM باعث شده در برخی از مکان های انتخابی، کمی نسبی پایداری زمین شناسی به دلیل وزن بالای سایر پارامترها (به خصوص عوامل مرتبط با شکل زمین) جبران شود و این مکان‌ها نیز به عنوان مکان مناسب در نظر گرفته شوند. به‌عنوان نمونه وضعیت مناسب پارامترهای شیب و ارتفاع در سایت شماره ۸ باعث شده این سایت علیرغم پایین بودن پایداری زمین، درجه مناسبت بالایی در حالت دوم به‌دست آورد. درحالت دوم درمحدوده مصرف نورآباد (شهرستان ممسنی) که نیاز مصرف انرژی کمی دارد نیز محل هایی به عنوان مکان مناسب تعیین گردیده است، در حالی که در حالت قبلی جزء مکان های انتخابی نبوده اند. انتخاب این مکان‌ها می تواند به این دلیل باشد که در شبکه استنتاجی دوم ترکیب لایه های مربوط به منابع آب، شکل زمین و تأسیسات زیر بنایی با عملگر SUM صورت گرفته است؛ لذا وزن این عوامل افزایش یافته و تقویت شده اند ولی لایه بار به تنهایی وارد مرحله تلفیق نهایی شده است. لذا این مناطق با وجود بار کم انتخاب گردیده اند.

نکات مهم و برخی از محدودیت‌ها

- به دلیل عدم وجود عارضه های دریا، آزادراه و راه‌آهن در استان فارس، این عوامل در آنالیزها وارد نشده اند.
- داده های مربوط به شبکه خطوط انتقال برق و پست‌های برق موجود و در دست احداث برای بسیاری از استان‌های کشور تهیه شده است. اما این داده ها در زمان انجام تحقیق در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ برای استان فارس موجود نبود. به همین دلیل این فاکتور صرفاً در مرحله ۱:۲۵۰۰۰ مورد بررسی قرار گرفت.
- دسترسی به نقشه های مربوط به خطوط لوله نفت و پالایشگاه در این مرحله از تحقیق امکان‌پذیر نشد.

بحث و نتیجه گیری

در پروژه‌هایی که تاکنون در ایران برای مکان‌یابی نیروگاه حرارتی صورت گرفته، از GIS بصورت جدی استفاده نشده است. اغلب شرکت‌های مشاور با بازید زمینی و انتخاب چندین سایت آنها را براساس نظرکارشناسان رتبه‌بندی می‌نمایند. در پروژه‌های انجام شده توسط سازمان بهره‌وری انرژی ایران نیز تعداد محدودی از عوامل در مکان‌یابی دخالت داده شده اند و از مدل بولین برای تلفیق نقشه ها مورد استفاده قرار گرفته است. در این تحقیق نشان داده شد که بر اساس دیدگاه های مختلف می‌توان شبکه های استنتاجی متفاوتی طراحی نمود و به عنوان نمونه دو شبکه بررسی شد. با در نظر گرفتن فرض‌های مختلف، نقشه های فاکتور مربوط به منابع آب با اپراتورهای SUM، OR یا گاما در مدل فازی با یکدیگر ترکیب شدند. نتایج بدست آمده مؤید منطق های اولیه ای است که شبکه‌ها براساس آنها طراحی گردیده‌اند. این خود قابل انعطاف بودن روش فازی و توانایی آن در مدل کردن منطق‌ها و ارتباطات مختلف و پیچیده را نشان می دهد.

در صورتی که در منطقه مورد مطالعه، نیروگاه هایی با مکان مناسب وجود می داشت (نیروگاه‌هایی که کلیه شرایط و فاکتورهای لازم، به گونه‌ای مطلوب در انتخاب مکان آنها در نظر گرفته شده، با حداقل هزینه احداث گردیده، بازده مناسبی داشته و اثرات منفی زیست محیطی و اجتماعی آنها در حد قابل قبولی بود)، با در نظر گرفتن آنها به عنوان جواب مسأله، ارزش‌گذاری به شبکه های مختلف طراحی‌شده و نیز تعیین مقدار گاما با دقت بیشتری میسر می شد.

Archive of SID
www.SID.ir

در این تحقیق جهت تعیین مکان‌های مناسب، عوامل متعددی نظیر پایداری زمین، سهولت دسترسی به تأسیسات زیر بنایی و ... مد نظر قرار گرفت. به نظر می‌رسد بتوان مکان‌های به دست آمده در این تحقیق را به عنوان انتخاب اولیه برای مکان نیروگاه در نظر گرفت و با فرض احداث نیروگاه در آن محل، وضعیت شبکه الکتریکی را مورد مطالعه قرار داد. به این ترتیب می توان مکان‌های مختلف را با یکدیگر مقایسه و با توجه به وضعیت شبکه، در مورد انتخاب مکان، تصمیم مناسب‌تری اتخاذ کرد. به عبارتی جهت بهبود مکان‌یابی پیشنهاد می‌گردد آنالیزهای مربوط به شبکه الکتریکی نیز به گونه‌ای مناسب، در انتخاب نهایی دخالت داده شود.

مراجع

1- Public Service Commission of Wisconsin. (1999). "Common Power Plant Siting Criteria." http://psc.wi.gov/thelibrary/publications/electric/electric05.pdf.

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

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

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

5 - Sadri, H. R., Adibfar, A., Hamidi, P. and Sayad, J. (1383). "Techno-Economic Feasibility Power Plant Projects: Visions and Solutions." *19th International power system conference*, Tehran, Iran.

6 - 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.

7 - 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.

8 - Ghayoumian, J., Mohseni Saravi, M., Feiznia, S., Nouri, B. and Malekian, A. (2007). "Application of GIS techniques to determine areas most suitable for artificial groundwater recharge in a coastal aquifer in southern Iran." *Journal of Asian Earth Sciences,* Vol. 30, Issue 2, PP. 364-374.

9 - Tangestani, M. H. (2003). "Landslide susceptibility mapping using the fuzzy gamma operation in a GIS, Kakan catchment area, Iran." *Map India Conference.*

10 - Chi, K. H, Park, N. W. and Chung, C. J. (2002). "Fuzzy Logic Integration for Landslide Hazard Mapping Using Spatial Data from Boeun, Korea." *Symposium on Geospatial Theory, Processing and Applications,* Ottawa.

11 - Sui, D. Z. (1992). "A Fuzzy GIS Modeling Approach for Urban Land Evaluation." *Journal of computers, Environment and Urban Systems*, Vol. 16, PP. 101-115.

12 - Jiang, H. and Eastman, R. (2000). "Application of fuzzy measures in multi-criteria evaluation in GIS." *International Journal of Geographic Information Science*, Vol. 14, No 2, PP. 173-184.

13 - Yanar, T. A. and Akyu¨rek, Z. (2006). "The enhancement of the cell-based GIS analyses with fuzzy processing capabilities." *Journal of Information Sciences*, Vol. 176, No 8, PP. 1067-1085.

14 - Bonham-Carter, G. F. (1991). *Geographic Information System for Geoscientists: Modeling with GIS*, Pergamon, Ontario, PP. 291-300.

Archive of SID

www.SID.ir

15 - Malczewski, J. (1999). *GIS and Multi-criteria Decision Analysis*, John Wiley & Sons Incorporated, PP. 177-189.

واژه های انگلیسی به ترتیب استفاده در متن

1 - Public Service Commission
2 - Boolean Logic Model
3 - Fuzzy Logic Model
4 - Decreasive
5 - Increasive
6 - Point Allocation

Archive of SID

www.SID.ir