Archive of SID

جغرافیا و توسعه شماره ۲۳ تابستان ۱۳۹۰
وصول مقاله : ۱۳۸۹/۱/۱۶
تأیید نهایی : ۱۳۸۹/۱۲/۱۴
صفحات : ۱۴۰- ۱۲۳

تحلیل مطلوبیت سرزمین جهت مکان‌یابی نیروگاه حرارتی با استفاده از رویکرد ارزیابی چندمعیاره‌ی محیط زیستی

مطالعه نمونه: شهرستان چابهار

آسیه صادقی
کارشناس ارشد محیط زیست

دکتر افشین دانه‌کار
دانشیار محیط زیست دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

دکتر نعمت‌الله خراسانی
استاد محیط زیست دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

دکتر بابک نعیمی
عضو هیأت علمی محیط زیست دانشگاه آزاد واحد علوم تحقیقات تهران

چکیده

در کشور ایران به دلیل بالا بودن میزان رشد اقتصادی و فعالیت‌های توسعه‌ای، تقاضای سالیانه برای انرژی‌های مختلف از جمله انرژی الکتریکی افزایش یافته، در نتیجه احداث نیروگاه‌های جدید به ضرورتی انکارناپذیر تبدیل شده است. هدف از این مطالعه تحلیل مطلوبیت سرزمین جهت مکان‌یابی نیروگاه حرارتی براساس معیارهای محیط زیستی به کمک ارزیابی چندمعیاره است. ابتدا با بررسی منابع داخلی و تجربیات کشورهای دیگر به شناسایی معیارهای محیط زیستی مؤثر در مکان‌یابی نیروگاه پرداخته شد. با توجه به ویژگی‌ها و شرایط منطقه‌ی مورد مطالعه و همچنین دسترسی به اطلاعات مورد نیاز ۱۷ معیار محیط زیستی برای این منظور انتخاب گردید. علاوه بر تهیه‌ی نقشه‌های مربوط به هر معیار در محیط سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی، نقشه‌ی محدودیت‌های محیط زیستی منطقه نیز تهیه گردید. از منطق فازی جهت استانداردسازی نقشه‌های معیار استفاده شد. با توجه به این موضوع که هر کدام از معیارها نقش متفاوتی را در فرایند مکان‌یابی دارند، روش مقایسه‌ی زوجی فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) برای وزن‌دهی معیارها به کار برده شد. تلفیق لایه‌های اطلاعاتی به کمک مدل ترکیب خطی وزن‌دار(WLC) صورت گرفت و در نهایت نقشه‌ی مطلوبیت زون‌های مناسب برای احداث نیروگاه به‌دست آمد. یافته‌های این تحقیق نشان داد با توجه به عوامل محدودکننده‌ی محیط زیستی، در حدود ۸۱ درصد از شهرستان برای احداث نیروگاه نامطلوب می‌باشد و تنها حدود ۷۵۰۰ هکتار از منطقه‌ی مورد مطالعه (۰.۷۹ درصد از شهرستان) ارزش مطلوبیت اولیه بیشتر از ۱۵۰ را برای احداث نیروگاه دارند. در نتیجه ۱۲ پهنه مناسب (با مطلوبیت میانگینی از رنج ۱۴۹ تا ۱۹۳) برای احداث نیروگاه در شهرستان چابهار شناسایی و رتبه‌بندی گردید.

کلیدواژه‌ها: ارزیابی چندمعیاره، روش ترکیب خطی وزن‌دار، معیارهای محیط زیستی، منطق فازی، نیروگاه حرارتی.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

فعالیت‌های صنعتی مستلزم استفاده از انرژی‌های مختلف است. بررسی رشد درآمد ملی، رشد مصرف انرژی و رشد مصرف نیروی برق نشانه‌ای از سهم روزافرون و نقش مؤثر نیروی برق در اقتصاد انرژی و ارتباط مصرف برق با توسعه‌ی اقتصادی است *(داوری، ۱۳۷۹: ۳)*. در گذشته هدف اولیه از مکان‌یابی یک نیروگاه، یافتن محلی بود که نیروی برق مورد نظر را با کمترین هزینه، تولید نمایند و برای کاهش پیچیدگی‌های طراحی سیستم انتقال‌نیرو، نیروگاه‌ها معمولاً در نزدیک بخش‌های صنعتی و شهرها واقع می‌شد. با گسترش دیدگاه‌های حمایت از محیط زیست، علاوه بر پارامترهای اقتصادی، اجتماعی و فنی، فاکتورهای محیط زیستی نیز در مکان‌یابی نیروگاه مورد توجه قرار گرفت *(winters,1978:50)*.

مهم‌ترین چالشی که در زمینه‌ی مدیریت کاربری اراضی یکپارچه با آن روبه‌رو هستیم شامل: ۱- هماهنگ و یکپارچه کردن مجموعه داده‌های مختلف ۲- انتخاب شاخص‌های مناسب ۳- متناسب کردن مدل‌های مطلوب با مقیاس مناسب و در نتیجه یکپارچه کردن داده‌ها، شاخص‌ها و مدل‌ها با سیستم‌هایی که هم سطح بالایی از مشارکت و هم انعطاف‌پذیری را در انطباق با تنوعی ازمسایل و درخواست‌ها منظور می‌کند، می‌باشد*(Furst & et. al, 2010:829)*. تحلیل‌های مکانی و جغرافیایی اغلب چندمعیاره هستند و برنامه‌ریزان برای حل مسایل خویش با طیف وسیعی از داده‌ها و اطلاعات مواجه‌اند.

روش ارزیابی محیط زیستی GIS مبنا شامل مجموعه‌ای از گزینه‌های جغرافیایی تعریف شده (مانند قطعه‌های یک زمین) و مجموعه‌ای از معیارهای ارزیابی که به صورت لایه‌های نقشه‌ای نشان داده شده، می‌باشد *(Malczewski,2006)*.

مزیت بالقوه‌ی رویکرد GIS مبنا برای مکان‌یابی از این واقعیت ناشی می‌شود که نه تنها زمان و هزینه‌ی مکان‌یابی را کاهش می‌دهد بلکه یک بانک داده‌های رقومی را برای پایش بلندمدت مکان، فراهم می‌کند *(Moeinadini & et al, 2010)* . در برخورد با یک هدف خاص غالباً نیاز است که چندین معیار مورد ارزیابی قرار گیرد این چنین فرایندی ارزیابی چندمعیاره نامیده می‌شود*(Voogd,1983; Carver,1999)*.ارزیابی چندمعیاره از اصولی‌ترین عملکردهای پشتیبان تصمیم‌گیری در GIS است *(Eastman and Jiang, 2000:173)*.

تحلیل ارزیابی و تصمیم‌گیری چندمعیاره طی دهه‌ی گذشته به یکی از قوی‌ترین روش‌ها در برنامه‌ریزی تبدیل شده است. در زمینه‌ی مکان‌یابی نیروگاه با هدف حفظ محیط زیست چه

www.SID.ir

Archive of SID

در داخل و چه در خارج از کشور مطالعات اندکی صورت گرفته است که در زیر به آنها اشاره می‌کنیم:

پروژه‌ی استراتژی مکان‌یابی نیروگاه فسیلی برای اولین بار در ایران با هدف تعیین مکان‌های مناسب استقرار نیروگاه‌های حرارتی با در نظر گرفتن ملاحظات محیط زیستی از سوی معاونت امور انرژی وزارت نیرو در سال ۱۳۷۶ به انجام رسید. در این پروژه از مدل توان اکولوژیک کاربری توسعه‌ی شهری، روستایی و صنعتی در مقیاس ۱: ۵۰۰۰۰۰ استفاده شد و کلیه‌ی لایه‌های اطلاعاتی با مدل بولین تلفیق گردید *(سابا، ۱۳۷۶: ۵۰)*.

بهشتی‌فر (۱۳۸۴)، مکان‌یابی نیروگاه را در استان فارس در دو مرحله‌ی مقدماتی و تفصیلی انجام داد. وی مدل‌های بولین، همپوشانی شاخص و فازی را برای تلفیق لایه‌های اطلاعاتی مورد استفاده قرار داد. نتیجه نشان داد که مدل فازی نسبت به روش‌های دیگر از قابلیت انعطاف بالایی برای مدل کردن روابط منطقی و تأثیرات متقابل پارامترها بر همدیگر و مکان-یابی برخوردار است *(بهشتی‌فر، ۱۳۸۴: ۱)*.

صمدی و سهراب (۱۳۸۶) جهت تهیه‌ی مدل محیط زیستی استقرار نیروگاه‌های حرارتی، با استفاده از تجربیات موجود در کشور و تجربیات سایر کشورها، فاکتورهای تأثیرگذار بر فعالیت نیروگاه، انتخاب محل و عملکرد آن را مشخص و در نهایت آنها را در سه دسته طبقه مناسب، کمی مناسب و نامناسب قرار دادند *(صمدی و سهراب، ۱۳۸۶: ۷۴)*.

Delancy و Lachpalelle (۲۰۰۳) در ایالت ایلی نویز آمریکا به تعیین مکان‌های مناسب جهت احداث نیروگاه زغال‌سنگی پرداختند. چهار عامل مرز شهری، خطوط راه‌آهن، فاصله از رودخانه و جاده و دو عامل محدودکننده‌ی دور بودن از مناطق تالابی و پارک‌های ایالاتی در نظر گرفته شد. نتایج مشخص کرد که استفاده از مقایسه‌ی زوجی جهت وزن‌دهی معیارها در ارزیابی چندمعیاره منتج به تعیین سایت‌هایی با کمترین اثرات زیست‌محیطی و اقتصادی-اجتماعی می‌شود *(Delancy & Lachapelle, 2003:1)*.سازمان CHZMHILL *(۲۰۰۵)* پروژه‌ی مطالعه‌ی مکان‌یابی نیروگاه در ایالت وایومینگ آمریکا را در سه مرحله ۱- جمع‌آوری داده‌ها و تشخیص محدودیت و فاکتورها ۲- تجزیه و تحلیل مناسب برای تعیین مکان‌های منتخب ۳- تجزیه و تحلیل تفصیلی و مکان‌یابی نهایی انجام داد. برای این منظور از معیارهای متفاوتی استفاده و به هر یک براساس نظر کارشناسی امتیازی داده شد که مکان‌های دارای بیشترین امتیاز به عنوان مناسب‌ترین سایت‌ها انتخاب شدند*(CHZMHILL,2005:1)* .

www.SID.ir

Archive of SID

Azoumah و همکارانش برای مکان یابی نیروگاه خورشیدی شش معیارمنابع آبی، ساختار خاک، زمین‌شناسی، توپوگرافی، میزان تقاضای انرژی و دسترسی به زمین را مدنظر قرار دادند *(Azoumah & et.al, 2010:1546)*

Youssef و همکارانش مطلوبیت مکان برای رتبه‌بندی وضعیت متفاوت محیط زیستی، جغرافیایی و زمین-تکنیکی که با پروژه‌های مهندسی شهری روبه‌رو هستند را با استفاده از رویکرد چندمعیاره‌ی سیستم اطلاعات جغرافیایی مورد ارزیابی قرار دادند و از فرایند سلسله مراتبی تحلیلی (AHP) برای ایجاد مدل وزنی برای فاکتورهای مختلف استفاده کردند *(Yousef& et.al, 2010:1).*

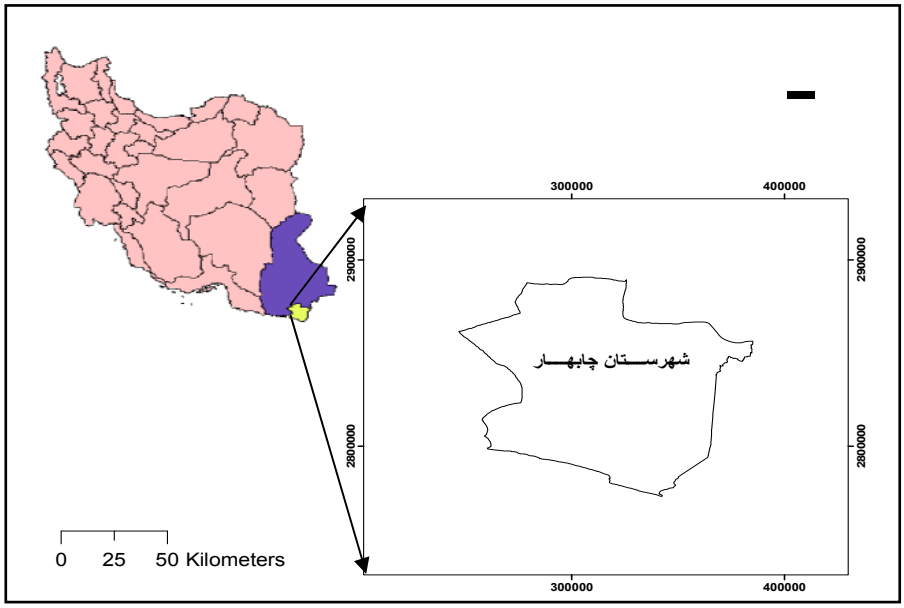
هدف اصلی مطالعه‌ی حاضر تعیین مطلوبیت اراضی شهرستان چابهار جهت احداث نیروگاه به کمک ارزیابی چندمعیاره‌ی محیط زیستی (مدل ترکیب خطی وزن‌دار) در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی است.

منطقه‌ی مورد مطالعه

شهرستان چابهار در استان سیستان و بلوچستان با مساحتی حدود ۹۵۰۰ کیلومترمربع در طول شرقی ′۲۹ °۶۰ تا ′۵۰ °۶۱ و عرض شمالی ′۴ °۲۵ تا ′۶ °۲۶ در منتهی‌الیه جنوب شرقی ایران قرار گرفته است (شکل۱). که از شمال به شهرستان های ایرانشهر و نیکشهر، از جنوب به‌دریای عمان، از شرق به کشور پاکستان و از غرب به شهرستان کنارک محدود می‌شود. چابهار دارای سه بخش مرکزی، دشتیاری و پلان و دو مرکز شهری چابهار و نگور است. جمعیّت آن ۲۱۶۶۸۱ نفر است که ۶۴/۴ درصد آن در مناطق روستایی و ۳۵/۶ درصد در شهرها سکونت دارند *(مرکز آمار ایران،۱۳۸۶)*. تغییرات ارتفاعی منطقه بین صفر تا ۱۱۸۷ متر است و رودخانه باهوکلات، بمپور، کاجو و سرباز از رودخانه‌های دائمی آن محسوب می‌شوند.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۱: نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه

مأخذ: نگارندگان

روش کار

از دیدگاه محیط زیستی بهترین مکان استقرار برای یک نوع کاربری، مکانی است که از آن کاربری، کمترین بار و فشار بر محیط وارد آید و خود کاربری نیز کمترین آسیب یا فشار را از جانب تغییرات زیست محیطی ناشی از استقرار خود متحمل شود *(بهرام‌سلطانی،۱۳۷۱: ۵۱)*. مکانیابی پهنه‌های مناسب استقرار نیروگاه دراین مطالعه با استفاده از مدل ترکیب خطی وزن-دار که از روش‌های ارزیابی چندمعیاره است صورت گرفت. اجرای مدل ترکیب خطی وزن‌دار در محیط GIS شامل مراحل زیر است:

۱- تعریف و تعیین معیارهای ارزیابی در محیط GIS ؛

۲- استانداردسازی لایه های اطلاعاتی(معیارها) به منظور امکان ترکیب آنها با یکدیگر؛

۳- تعیین محدودیت‌ها و تهیه نقشه آنها ؛

۴- تعیین وزن معیارها به کمک روش مقایسه زوجی؛

۵- ترکیب لایه‌های معیارها باتوجه به مدل ترکیب خطی وزن‌دار (WLC) و تولید نقشه‌ی نهایی؛

www.SID.ir

Archive of SID

تعریف و تعیین معیارها

در این مطالعه معیارهای مرتبط بر اساس بررسی تجربیات داخلی و خارجی و همچنین نظر کارشناسان مختلف (برق و محیط زیست) انتخاب گردید. معیارهای شناسایی شده با توجه به شرایط محدوده‌ی مورد مطالعه، ویژگی‌های طبیعی (مانند نامحسوس بودن تغییرات دمایی)، محدودیت‌های زیرساختی(عدم وجود خطوط انتقال گاز) و محدودیت‌های اطلاعاتی (عدم وجود اطلاعات آب زیرزمینی) مورد بازبینی و غربال گری قرار گرفت. در نهایت ۱۷ معیار محیط زیستی(اکولوژیکی، اقتصادی- اجتماعی و فنی) جهت مکان یابی نیروگاه در شهرستان چابهار در نظر گرفته شد. این معیارها عبارتند از: "شیب، تیپ خاک، پوشش گیاهی، ارتفاع از سطح دریا، زمین شناسی، میزان رطوبت نسبی هوا، کاربری اراضی، فاصله از رودخانه ها، فاصله از مناطق حساس زیستی، فاصله از گسل، فاصله از دریا، فاصله از بندر، فاصله از سکونتگاه شهری، فاصله از سکونتگاه روستایی، فاصله از خطوط انتقال نیرو، فاصله از شبکه راه‌های دسترسی، فاصله از مکان‌های تاریخی و باستانی". از هر معیار یک لایه نقشه در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی تحت عنوان نقشه معیار با کمک نرم‌افزار Idrisi نسخه klimanjaro تهیه گردید. تمامی لایه های اطلاعاتی براساس سیستم تصویر UTM زون ۴۱ شمالی و مبنای WGS1984 پروژکت شدند. مدل فرایند ارزیابی مطلوبیت سرزمین جهت مکان‌یابی نیروگاه حرارتی که در این مطالعه به کار رفته در شکل ۲ نشان داده شده است.

با توجه به اهمیت معیار رطوبت نسبی هوا در مکان یابی نیروگاه، به منظور تهیه‌ی نقشه‌ی آن، با کمک داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی، اطلاعات مربوط به رطوبت نسبی منطقه استخراج و با توجه به تأثیر فاصله از دریا و ارتفاع روی میزان رطوبت نسبی، معادله‌ی رگرسیون چندگانه میان رطوبت نسبی و فاصله از دریا و ارتفاع هر ایستگاه از سطح دریا در نرم افزارMinitab به‌دست آمد. با جایگذاری مدل رقومی ارتفاع(DEM) منطقه و نقشه‌ی فاصله از دریا در معادله، نقشه‌ی هم رطوبت منطقه تهیه گردید.

معادله رگرسیون چندگانه‌ی ارتفاع، فاصله از دریا و رطوبت نسبی

$$y = 0/0377\ x_1 - 0/000334\ x_2 + 72/9$$

X_1 ارتفاع و X_2 فاصله از دریا

$$R^2 = 0.95$$

www.SID.ir

Archive of SID

استانداردسازی معیارها

به منظور امکان ترکیب لایه‌های هر معیار از فرمول‌های استانداردسازی استفاده و پیکسل‌های نقشه‌ها براساس آن تغییر امتیاز داده شدند. Voogd (۱۹۸۳) روش‌های متنوعی را برای استانداردسازی با استفاده از ارزش‌های حداقل و حداکثر به عنوان نقاط مقیاس ارایه داده است که ساده‌ترین آن‌ها مقیاس خطی است که در این مطالعه نیز از این روش استفاده شد *(voogd, 1983)*.

(R امتیاز خام هر کدام از پیکسل‌های نقشه‌ها)

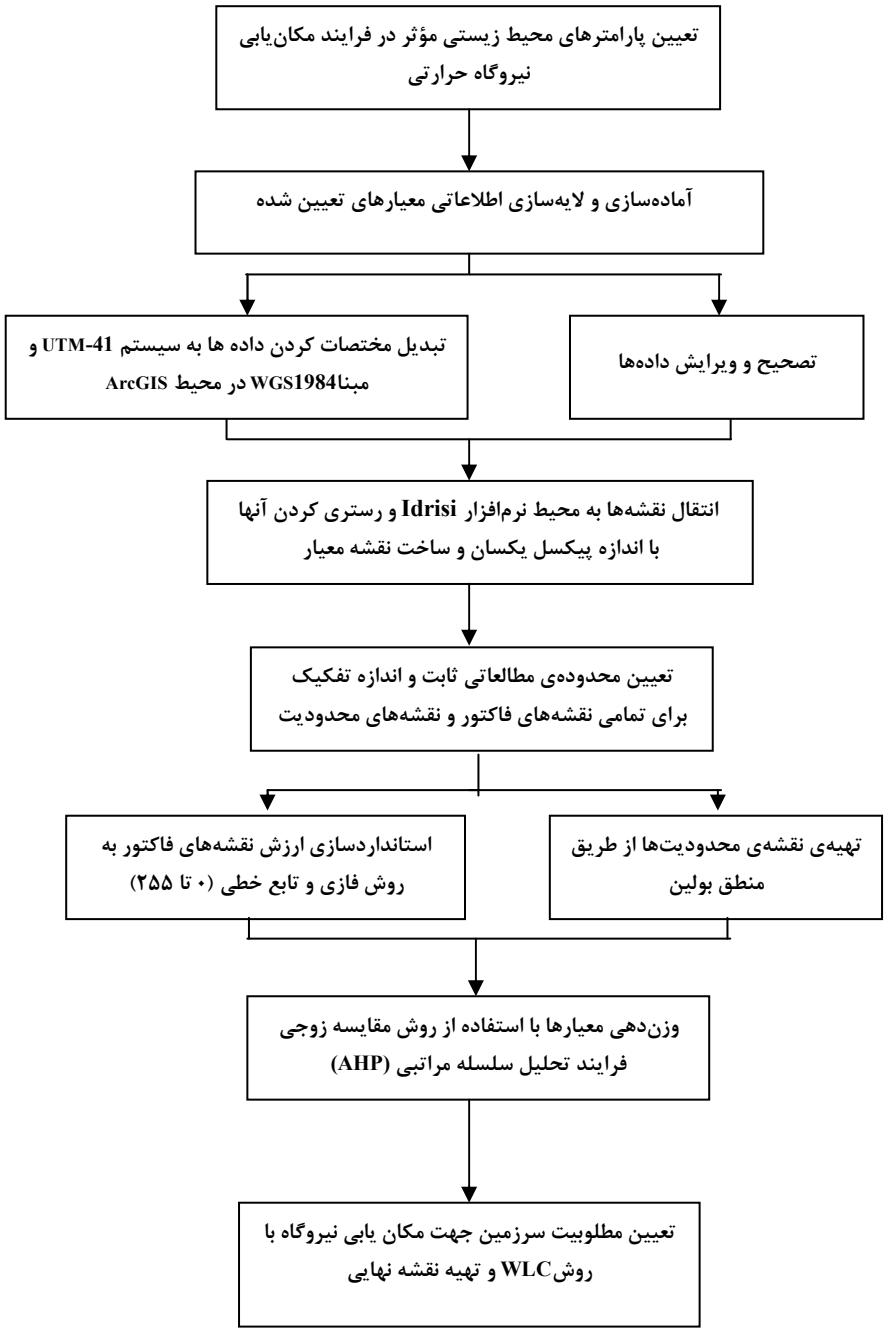
$$x_i = (\frac{R_i - R_{\min}}{R_{\max} - R_{\min}}) * \text{دامنه استانداردسازی}$$

دلایل مختلفی برای کاربرد عضویت فازی در استانداردسازی معیارها وجود دارد. اول اینکه، می‌توان منطق فازی را یک منطق بسیار قوی برای فرایند استانداردسازی دانست. در واقع استانداردسازی با عضویت فازی، ارتباط خاصی را بین معیار و مجموعه‌ی تصمیم‌گیری نشان می‌دهد. دوم این که منطق فازی، گپ اصلی که بین ارزیابی با منطق بولین و مقیاس دادن پیوسته در روش ترکیب خطی وزن‌دار وجود دارد را به هم متصل می‌کند *(Eastman and Jiang, 2000:175)* با استانداردسازی لایه‌های اطلاعاتی، همه‌ی ارزش‌ها به دامنه‌ی یکسانی بین صفر تا ۲۵۵ تبدیل می‌شود. در نرم‌افزار Idrisi ماژول Fuzzy برای استانداردسازی فاکتورها با استفاده از توابع مجموعه‌های عضویت مورد استفاده قرار گرفت. این ماژول دارای چهار نوع تابع سیگموئیدی، j شکل، خطی و تابع تعریف شده[1] است که این توابع در سه حالت کاهشی[2]، افزایشی[3] و متقارن[4] وجود دارد. در این تحقیق برای هر کدام از معیارها تابع خطی عضویت فازی تعریف شد و در محیط ایدریسی نقشه‌های فازی معیارها تهیه گردید. در شکل‌های ۳ تا ۵ سه نمونه از توابع عضویت فازی معیارها ارایه شده است و در جدول ۱ تمامی معیارهای استانداردشده به کمک تابع عضویت فازی آورده شده است.

1- User-defined
2- Monotonically decreasing
3- Monotonically increasing
4- Symmetric

www.SID.ir

Archive of SID

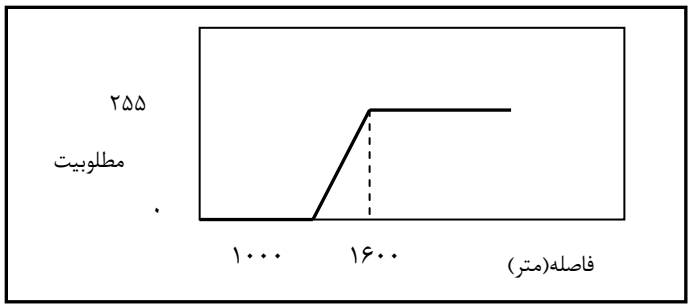


شکل ۲: مدل فرایند ارزیابی مطلوبیت سرزمین جهت مکان‌یابی نیروگاه حرارتی در چابهار

مأخذ: نگارندگان

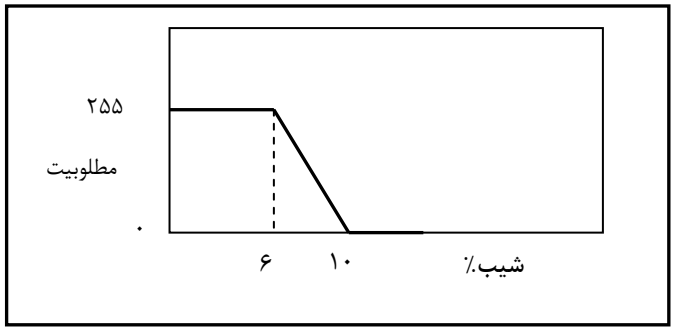
www.SID.ir

Archive of SID



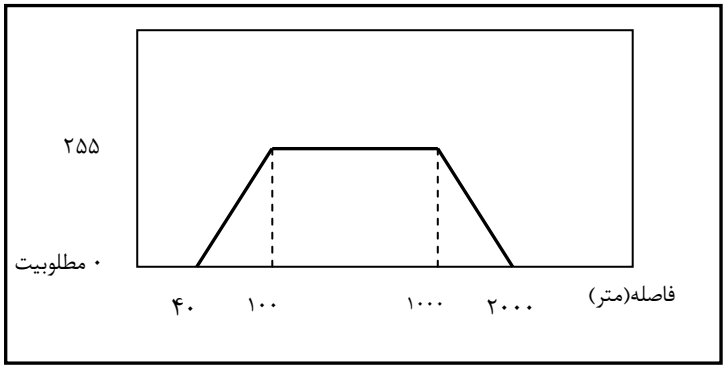
شکل۳: تابع عضویت فازی فاصله از خطوط گسل

مأخذ: نگارندگان



شکل ۴: تابع عضویت فازی شیب

مأخذ: نگارندگان



شکل ۵: تابع فازی فاصله از خطوط انتقال نیرو

مأخذ: نگارندگان

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱: معیارهای استانداردشده با توجه به تابع عضویت فازی

معیار	شکل تابع	نوع تابع	نقاط کنترلی			
			d	c	b	a
فاصله از شبکه راه‌های دسترسی(متر)	خطی	متقارن	۸۰	۵۰۰۰	۱۰۰۰۰	۱۵۰۰۰
ارتفاع از سطح دریا(متر)	خطی	کاهشی	۳۰۰	۳۰۰	۳۰۰	۸۰۰
شیب زمین (درصد)	خطی	کاهشی	۶	۶	۶	۱۰
رطوبت نسبی (درصد)	خطی	متقارن	۷۰	۴۵	۴۵	۳۰
فاصله از خطوط انتقال نیرو (متر)	خطی	متقارن	۴۰	۱۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰
فاصله از مراکز شهری (متر)	خطی	متقارن	۳۰۰۰	۳۵۰۰	۷۰۰۰	۱۵۰۰۰
فاصله از مناطق روستایی (متر)	خطی	متقارن	۱۰۰۰	۱۵۰۰	۵۰۰۰	۱۰۰۰۰
فاصله از بندر (متر)	خطی	متقارن	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۱۵۰۰۰	۲۰۰۰۰
فاصله از خطوط گسل (متر)	خطی	افزایشی	۱۰۰۰	۱۶۰۰	۱۶۰۰	۱۶۰۰
فاصله از منابع آب‌های سطحی (متر)	خطی	متقارن	۵۰۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۳۰۰۰
فاصله از مناطق حساس زیستی (متر)	خطی	افزایشی	۲۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰
فاصله از آثار تاریخی- باستانی (متر)	خطی	افزایشی	۸۰۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰	۲۰۰۰
فاصله از دریا (متر)	خطی	افزایشی	۲۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰	۳۰۰۰

مأخذ: نگارندگان

تهیه‌ی نقشه‌ی محدودیّت‌ها

محدودیت‌ها مجموعه‌ی گزینه‌های مورد نظر را به دو زیردسته گزینه‌های مطلوب (۱) و نامطلوب (۰) تقسیم می‌نمایند. در واقع اعمال محدودیت‌ها در روند ارزیابی چندمعیاره باعث می‌شود گزینه‌هایی که امکان ساخت نیروگاه در آن‌ها وجود ندارد از بقیه گزینه‌ها جدا و از فرایند تصمیم‌گیری حذف شوند.

برای مکانیابی نیروگاه عوامل محدودکننده زیادی وجود دارد که برای بسیاری از آن‌ها استاندارد تعریف شده و مشخصی چه در داخل و چه در خارج از کشور وجود ندارد. لیکن در این پژوهش، از نظرات کارشناسان خبره وزارت نیرو و توانیر و همچنین کارشناسان محیط زیست که در این زمینه فعالیت می‌کنند استفاده شد و باتوجه به شرایط منطقه‌ی مورد مطالعه فاصله‌ی حریم‌ها تعیین گردید. برای مثال برای عامل محدودکننده‌ی خطوط گسل با توجه به نظر کارشناسان (در نظر گرفتن ایمنی تجهیزات نیروگاه)، حریم ۱ کیلومتری لحاظ شد. عوامل محدودکننده در مکان‌یابی نیروگاه در جدول ۲ آورده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

وزن‌دهی به معیارها

در ارزیابی چندمعیاره، وزن‌دهی باعث می‌شود که لایه‌های مختلف ارزش‌های متفاوتی پیدا کنند و از این طریق تجزیه و تحلیل‌ها با دقت بیشتری صورت گیرد. چنانچه وزن‌دهی انجام نشود و همه‌ی لایه‌ها ارزش یکسان داشته باشند، نتیجه‌ی به دست آمده می‌تواند بسیار گمراه-کننده باشد. دستاوردهای حاصل از کاربردهای تجربی نشان می‌دهد که روش مقایسه‌ی زوجی یکی از مؤثرترین فنون مطرح در تصمیم‌گیری مکانی اعم از رویکردهای مبتنی بر GIS است *(پرهیزکار و غفاری، ۱۳۸۵: ۳۲۶)* در این روش پس از تشکیل ماتریس مقایسه‌ی زوجی، تمامی معیارها به صورت دو به دو با هم مقایسه و با استفاده از جدول وزن‌دهی بین ۱/۹ تا ۹ امتیازدهی می‌شود (در این مطالعه از جدول وزن‌دهی که توسط De Loe and Mersey, (2002) ارایه شده استفاده شد). این روش بخشی از فرایند تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی[1](AHP) است که یکی از جامع ترین سیستم‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است *(قدسی پور،۱۳۸۴: ۵)*. یکی از مزیت‌های این فرایند امکان بررسی سازگاری در قضاوت‌های انجام شده برای تعیین ضریب اهمیت معیارها با محاسبه‌ی ضریب ناسازگاری (I.R) است. چنانچه این ضریب کوچکتر یا مساوی با ۰/۱ باشد، سازگاری در قضاوت‌ها مورد قبول است در غیر این صورت باید در قضاوت‌ها تجدیدنظر شود *(زیردست،۱۳۸۰: ۱۹)*.

ترکیب نقشه‌های معیار

مهم‌ترین مسأله در ارزیابی چندمعیاره، چگونگی ترکیب نقشه‌های معیار می‌باشد. روش ترکیب خطی وزن‌دار، رایج‌ترین تکنیک در تحلیل ارزیابی چندمعیاره است *(کرم،۱۳۸۴: ۹۴)*. در این روش باید معیارهایی که به صورت فاکتور و محدودیت است در مدل دخالت داده شود. علاوه بر این باید هر کدام از فاکتورها در وزن خود ضرب و سپس با یکدیگر جمع شوند *(Eastman, 2003:151)* .

$$S = \Sigma w_i x_i * \Pi c_j$$

Cj= محدودیت j ام

Wi= وزن فاکتور i ام

Xi = ارزش معیار فاکتور i ام (ارزش فازی معیار

پس از اجرای این‌مدل نقشه‌ای که حاصل می‌شود، هر کدام از پیکسل‌های آن، میزان مطلوبیت برای کاربری مورد نظر را نشان می‌دهد. در این پژوهش شکل شماره‌ی ۶ نقشه‌ی مطلوبیت

1-Analytical hierarchy process

www.SID.ir

Archive of SID

شهرستان چابهار می‌باشد.درمرحله‌ی بعد از اجرای مدل WLC، با محاسبه‌ی میانگین مطلوبیت پیکسل‌های متعلق به هر زون (فرمول زیر)، میانگین ناحیه‌ای هر کدام از زون‌های حاصله به‌دست می‌آید *(اقتباس از رفیعی ۱۳۸۶ و Salman) (Mahini,Gholamalifard,2006,437).*

$$S_z = (\frac{\Sigma(L_i)z}{n_z})$$

S_z = مطلوبیت ناحیه‌ای هر زون

$(L_i)_z$ = مطلوبیت پیکسل i متعلق به زون z

n_z = تعداد سلول‌های زون‌های z

نتایج

مطابق نتایج حاصل از مقایسه زوجی معیارها، وزن معیارهای منتخب برای مکان‌یابی نیروگاه حرارتی در شهرستان چابهار مطابق جدول ۳ تعیین شد. در این جدول معیار فاصله از سکونتگاه‌های شهری و خطوط انتقال نیرو بیشترین وزن و معیار میزان رطوبت نسبی هوا و فاصله از بندرکمترین وزن را درمعیارهای موردبررسی نشان دادند. نرخ ناسازگاری[1] این بررسی نیز معادل ۰.۰۸ تعیین شد که از قابل قبول بودن مقایسه‌ی زوجی حکایت دارد. دامنه‌ی ارزش‌های نقشه‌ی مطلوبیت منطقه‌ی مورد مطالعه بین ۰ تا ۲۱۸ است. با توجه به این موضوع که مساحت مورد نیاز برای یک سایت نیروگاه با در نظر گرفتن توسعه‌ی سایت در آینده، ۱۰۰ هکتار می‌باشد *(گل‌نشان،۱۳۸۰: ۱۰۰)*، در اینجا زون‌هایی که دارای مساحت ۱۰۰ هکتار یا بیشتر از آن بودند مناسب شناخته شد و به صورت نقشه جداگانه‌ای، تعیین شدند.

جدول ۲ : عوامل محدودکننده در فرایند مکان‌یابی نیروگاه

عامل محدودکننده	شاخص برای تهیه نقشه‌ی محدودیت	عامل محدودکننده	شاخص برای تهیه‌ی نقشه‌ی محدودیت
مناطق حساس زیستی	حریم ۲ کیلومتری	خطوط گسل	حریم ۱ کیلومتری
آثار تاریخی- باستانی	حریم ۸۰۰ متری	شیب نامناسب	شیب بالای ۱۰ درصد
رودخانه‌ها	حریم۵۰۰ متری	مراکز مسکونی شهری	حریم ۳ کیلومتری
کرانه دریای عمان	حریم ۲ کیلومتری	مراکز مسکونی روستایی	حریم ۱ کیلومتری
راه‌های دسترسی	حریم ۸۰ متری	خطوط انتقال نیرو	حریم۴۰ متری
بندر	حریم ۱ کیلومتری		

1Consistency rate

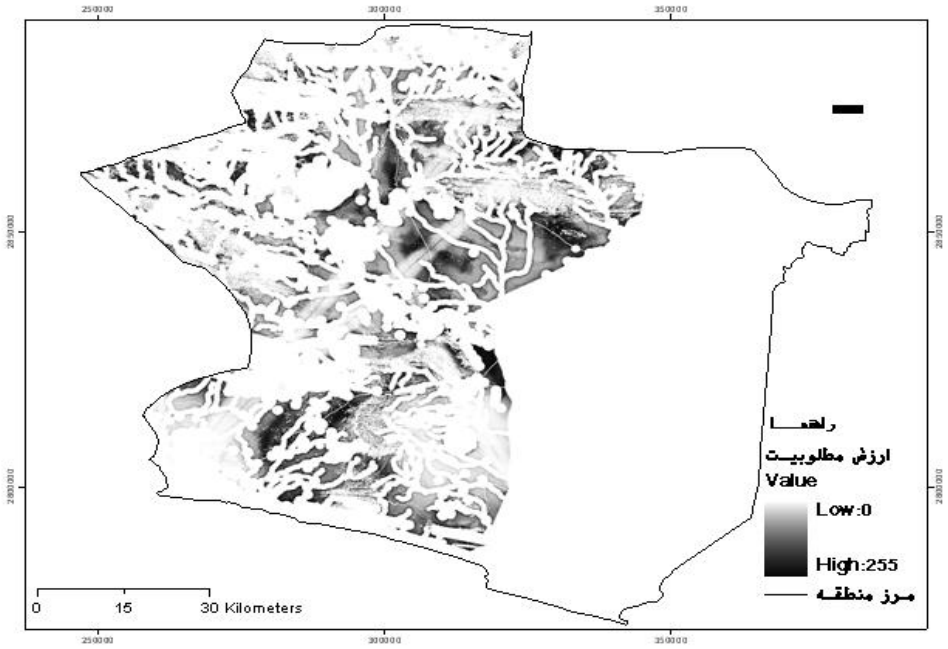
www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌ی حاصله تعیین زون‌هایی با مطلوبیت مختلف جهت فرایند تصمیم‌گیری مکان‌یابی نیروگاه می‌باشد که در جدول ۴، دوازده زون برتر (مطلوبیت بالا) آورده شده است. همچنین در شکل ۷ نقشه زون‌های به‌دست آمده جهت احداث نیروگاه حرارتی با توجه به مطلوبیت میانگین نمایش داده شده است

جدول۳ : وزن معیارهای محیط زیستی مؤثر در فرآیند مکان‌یابی نیروگاه حرارتی چابها

معیارها	وزن معیار	معیارها	وزن معیار
فاصله از مراکز مسکونی شهری	۰/۱۴۷۰	خاک	۰/۰۴۱۲
فاصله از خطوط انتقال نیرو	۰/۱۳۶۷	فاصله از مراکز روستایی	۰/۰۴۰۶
زمین‌شناسی	۰/۰۸۶۲	فاصله‌ازمکان‌های‌تاریخی‌وباستانی	۰/۰۳۰۰
فاصله از شبکه‌ی راه‌های دسترسی	۰/۰۸۶۰	پوشش گیاهی	۰/۰۲۶۹
فاصله از دریا	۰/۰۷۳۳	فاصله از مناطق حساس زیستی	۰/۰۲۶۶
شیب	۰/۰۷۰۲	کاربری اراضی	۰/۰۱۸۹
فاصله از رودخانه‌ها	۰/۰۶۴۰	فاصله از بندر	۰/۰۱۸۶
فاصله ازگسل	۰/۰۵۰۰	میزان رطوبت نسبی هوا	۰/۰۱۴۶
ارتفاع از سطح دریا	۰/۰۴۷۲		



شکل ۶: نقشه‌ی مطلوبیت سرزمین جهت احداث نیروگاه
مأخذ: نگارندگان

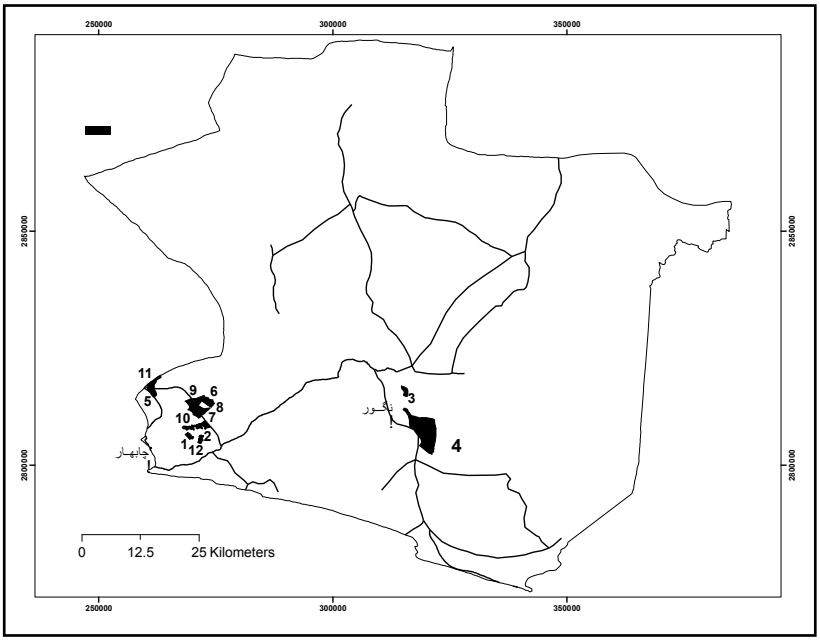
www.SID.ir

Archive of SID

جدول۴: ویژگی‌های مطلوب‌ترین زون‌ها برای احداث نیروگاه

شماره زون	حداقل مطلوبیت	حداکثر مطلوبیت	مطلوبیت میانگین	جمع مطلوبیت هر زون	مساحت هرزون(هکتار)
۱	۱۴۶	۲۰۷	۱۹۳/۱۶۶	۱۴۰۰۴۵	۱۱۶/۶۶۰
۲	۱۲۰	۲۰۶	۱۷۴/۵۱۲	۴۵۶۳۴۸	۴۱۸/۶۳۶
۳	۱۴۰	۱۹۰	۱۷۰/۹۲۱	۱۹۳۸۲۴	۱۸۱/۵۴۳
۴	۱۲۳	۱۹۰	۱۶۴/۴۹۹	۳۰۳۸۹۶۰	۲۹۵۷/۵۱۰
۵	۱۲۹	۱۷۴	۱۶۰/۷۳۵	۱۸۸۸۶۴	۱۸۸/۱۰۶
۶	۱۲۵	۱۷۱	۱۵۹/۷۶۷	۸۰۱۳۹۱	۸۰۳/۰۱۳
۷	۱۲۵	۱۷۱	۱۵۹/۷۶۷	۸۰۱۳۹۱	۸۰۳/۰۱۳
۸	۱۲۵	۱۷۱	۱۵۹/۷۶۷	۸۰۱۳۹۱	۸۰۳/۰۱۳
۹	۱۲۵	۱۷۱	۱۵۹/۷۶۷	۸۰۱۳۹۱	۸۰۳/۰۱۳
۱۰	۱۲۲	۱۷۶	۱۵۹/۴۴۷	۴۸۳۶۰۳	۴۸۵/۵۵۴
۱۱	۱۰۴	۱۷۳	۱۴۹/۶۴۳	۲۲۴۹۱۴	۲۴۰/۶۱۶
۱۲	۱۳۵	۱۵۵	۱۴۹/۱۱۱	۱۱۰۳۴۲	۱۱۸/۴۶۷

مأخذ: نگارندگان



شکل ۷: نقشه‌ی زون‌های به دست آمده جهت احداث نیروگاه با توجه به مطلوبیت میانگین

مأخذ: نگارندگان

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه

انتخاب سایت‌های مناسب جهت احداث نیروگاه‌ها، با توجه به اثرات متعدد این سایت‌ها روی اقتصاد، اکولوژی و سلامت محیط زیست منطقه، موضوعی مهم در فرایند برنامه‌ریزی منطقه‌ای است. هدف از این مطالعه لحاظ کردن معیارهای محیط زیستی در فرایند مکان‌یابی نیروگاه حرارتی با توجه به رویکرد ارزیابی چندمعیاره در شهرستان چابهار بود. بدیهی است معیارهای محیط زیستی به کار رفته در این مطالعه، مختص به شرایط شهرستان چابهار می باشد و برای بررسی مکان‌یابی نیروگاه در مناطق دیگر، دستخوش تغییراتی خواهند شد. در حالیکه در پروژه استراتژی مکان‌یابی نیروگاه فسیلی در ایران که توسط سابا انجام شد، تمامی پارامترها را در کل کشور یکسان در نظر گرفته و به شرایط محیطی مختلف در مناطق ایران توجهی نداشته است.

یافته‌های این تحقیق نشان داد با توجه به عوامل محدودکننده‌ی محیط زیستی، در حدود ۸۱ درصد از شهرستان برای احداث نیروگاه نامطلوب می‌باشد و تنها در حدود ۷۵۰۰ هکتار از منطقه‌ی مورد مطالعه (۰.۷۹درصد از شهرستان) ارزش مطلوبیت اولیه بیشتر از ۱۵۰ را برای احداث نیروگاه دارند. بیشتر زون‌های به‌دست آمده در قسمت شرقی و جنوب شرقی شهرستان و در نزدیکی راه‌های دسترسی قرار گرفته‌اند. نقشه‌ی نهایی مطلوبیت سرزمین جهت تعیین سایت‌های احداث نیروگاه، اراضی اولویت‌دار و مناسب (با درجه‌ی تناسب متفاوت) را برای احداث نیروگاه نشان می‌دهد که می‌تواند به عنوان مبنایی برای مطالعات بعدی در این منطقه به کار رود. زون‌های پیشنهاد شده پهنه‌های نهایی برای احداث نیروگاه نیستند و برای نهایی شدن گزینش ضرورت دارد پارامترهای دیگری مانند مالکیت زمین، قابلیت توسعه‌ی سایت و طرح‌های توسعه آتی در منطقه نیز مورد توجه قرار گیرند که خارج از اهداف این مطالعه بود. در واقع با حذف شدن مناطق نامطلوب فقط باید برای مکان‌های محدود و مشخصی، مطالعات تفصیلی‌تر انجام پذیرد و با بررسی جزییات بیشتر در این زون‌ها، جهت احداث نیروگاه تصمیم-گیری شود.

با توجه به این نکته که در فرایند مکان‌یابی، پارامترهای کمّی و کیفی مختلفی نقش دارند لازم است که اهمیت هر یک از این پارامترها در فرایند مورد بررسی قرار می‌گرفتند. در این مطالعه از روش مقایسه‌ی زوجی فرایند تحلیل سلسله مراتبی جهت وزن‌دهی معیارهای مؤثر استفاده گردید استفاده از این روش به تصمیم‌گیری گروهی کمک زیادی می‌کند زیرا می‌توان از نظرات کارشناسان مختلف در فرایند وزن‌دهی استفاده کرد و همچنین امکان وزن‌دهی

www.SID.ir

Archive of SID

معیارهای کمّی و کیفی را در کنار یکدیگر فراهم می‌سازد و نتایج حاصل در تطبیق با نتایج پژوهش انجام گرفته توسط Delancy وLachpalelle (۲۰۰۳) هماهنگ بود.

از آن جایی که فرایند مکان‌یابی دارای ماهیت مکانی است، سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی، فرایند انتخاب سایت‌ها جهت مکان‌یابی، کاربری مورد نظر را آسان‌تر کرده است. البته میزان دقت نتایج حاصل از سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی تا مقدار زیادی بستگی به داده‌های مکانی مورد استفاده و صحت این داده‌ها با توجه به هدف مورد مطالعه دارد.

یافته‌های این مطالعه توانایی GIS را در مدل‌سازی و کمک به برنامه‌ریزی‌های محیطی و نیز ترکیب معیارهای کمّی و کیفی با مقیاس‌های مختلف نشان می‌دهد. اما باید این نکته را عنوان نمود که مطمئناً بدون دانش تصمیم‌گیرنده و بدون اطلاعات دقیق و مناسب، این ابزار و تکنیک نیز بدون فایده است.

www.SID.ir

Archive of SID

منا بع

۱- بهرام‌سلطانی، کامبیز (۱۳۷۱). مجموعه مباحث و روش‌های شهرسازی : محیط زیست، چاپ اول. تهران. انتشارات مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری ایران.

۲- بهشتی‌فر، سارا (۱۳۸۴). مکان یابی نیروگاه با استفاده از *GIS*، راهنما: ولدان زوج. پایان نامه کارشناسی ارشد عمران- *GIS* دانشگاه خواجه نصیر الدین توسی- تهران

۳- پرهیزکار، اکبر و عطا غفاری گیلانده (۱۳۸۵). سامانه اطلاعات جغرافیایی و تحلیل تصمیم چندمعیاری، چاپ اول. تهران. انتشارات سمت.

۴- داوری، احمد (۱۳۷۹). مشارکت داخل در ساخت نیروگاه‌ها، چاپ اول. تهران. انتشارات مرکز تحقیقات و آموزش وابسته به وزارت نیرو.

۵- دفتر برنامه‌ریزی انرژی گروه محیط زیست سازمان بهره‌وری انرژی ایران(سابا) وزارت نیرو (۱۳۷۶). گزارش استراتژی مکان‌یابی نیروگاه‌های جدید با ملاحظات زیست‌محیطی و به کارگیری GIS. تهران

۶- رفیعی،رضا(۱۳۸۶).مکان یابی ایستگاه های انتقال پسماند جامد شهری با توجه به روند رشد شهر. پایان نامه کارشناسی ارشد محیط زیست دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

۷- زبردست، اسفندیار (۱۳۸۰). کاربرد فرایند تحلیل سلسله مراتبی در برنامه‌ریزی شهری‌ومنطقه‌ای، مجله هنرهای زیبا، ۱۰، ۲۱-۱۳، تهران.

۸- صمدی،رضا و تیکا سهراب (۱۳۸۶). تهیه مدل محیط زیستی جهت استقرار نیروگاه‌های حرارتی در کشور، مجله محیط‌شناسی. ۴۴، ۸۲-۷۳. تهران.

۹- قدسی‌پور،حسن (۱۳۸۴). مباحثی در تصمیم‌گیری چندمعیاره- فرایند تحلیل سلسله مراتبی، چاپ چهارم. تهران. انتشارات دانشگاه امیرکبیر.

۱۰- گل‌نشان، علی‌اکبر (۱۳۸۰). تجربیات نیروگاه‌های پیشرفته جلد اول (برنامه‌ریزی و طراحی نیروگاه‌ها)، چاپ اول. تهران. انتشارات دانشگاه علم و صنعت.

۱۱-کرم، عبدالامیر (۱۳۸۴). تحلیل تناسب سرزمین برای توسعه کالبدی در محور شمالغرب شیراز با استفاده از رویکرد ارزیابی چندمعیاری در محیط GIS. مجله پژوهش‌های جغرافیایی.۵۴. ۱۰۶-۹۳، تهران.

۱۲- مرکز آمار ایران (۱۳۸۶). سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۸۵.

13-Azoumah,Y. E.W Ramde, G.Topsoba and Thiam,S.(2010) sitting guidelines for concentrating power plant in the Sahel:case study of Burkina Faso. Solar energy (84):1545-1553

14- Carver,S.(1991). Integrating multi-criteria evaluation with geographical information System. Int. J. Geographic. Info. Sci, 5.

15- CHZMHILL(2005). Site Selection Study, Northeast Wyoming Generation Project www.Usda.gov/rus/water/ees/pdf/basin_site selection. PDF

www.SID.ir

Archive of SID

16- Delancy K.,and A. Lachapelle . 2003. A GIS Approach to Sitting a Coal-fired Power plant in Franklin County Illinois.
www.Uoguelph.ca/geoghraphy/research/geog4480-w2003/group21/index.htm
17- De loe, R and J.mersey 2002.Using Idrisi 32; release 2.department of Geography Guelph
18- Eastman, J.Ronald. 2003. Idrisi Kilimanjaro Guide to GIS and Image Processing. Clark lab.
19-Eastman, J. R., and H. Jiang, 2000. Application of fuzzy measures in multi-criteria evaluation in GIS, International Journal of Geographical Information Science, 14 (2):173 - 184
20-Furst,C. Volk,M.and makeschin,F.(2010) Squaring a circle? Combining Models, indicators,experts and end-users in integrated land-use management support tools.Environmental management(46):829- 833
21-Moeinadini M., khorasani N., Danekar A., darvishsefat A. and zeinalyan M. (2010), Sitting MSW landfills using weighted linear combination and analytical hierarchy process methodology in a GIS environment. Waste management (30):912-920
22- Malczewski, J. (2006). Ordered weighted averaging with fuzzy quantifiers: GIS-based Multi Criteria evaluation for land-use suitability Analysis. International Journal of applied earth observation and geoinformation (8): 270-277
23-Salman Mahini A., and M. Gholamalifard.2006, Sitting MSW landfills with a weighted linear combination methodology in a GIS environment. International Journal Sci. Technology,3(4): 435-445
24- Voogd, H .1983. Multicriteria evaluation for urban and regional planning. Pion, Ltd., London
25- Winters V..J., A.corner. 1978. Power plant sitting. Nostrand Reinhold Co, New York
26- Yousef, A.M.Pradhan,B.(2010).Integrated evaluation of urban development suitability based on remote sensing and GIS technique: contribution from the analytic hierarchy process. Arab journal geosciences

www.SID.ir