مکان یابی نیروگاه خورشیدی حرارتی جهت تامین انرژی پایدار با استفاده از منطق فازی

محمد کمانگر[۱]، احمد نوحه گر[۲]، نصرالله صحراگرد[۳]، حیدرآریانژاد[۴]، مرضیه بداغی[۵]

تاریخ دریافت مقاله: ۹۴/۸/۹

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۴/۱۲/۱۳

چکیده:

آلودگی‌های محیط زیستی، نوسانات قیمت و پایان پذیر بودن منابع انرژی فسیلی مورد استفاده در نیروگاه ها باعث روی آوردن به منابع انرژی جایگزین شده است. انرژی خورشیدی می‌تواند بهترین گزینه برای تامین انرژی در نیروگاه های تولید برق باشد. گام اول برای توسعه استفاده از انرژی خورشیدی، مکان یابی نواحی است که در آن انرژی خورشیدی در حد مطلوب است و دیگر شرایط لازم احداث نیروگاه را دارا می‌باشد. استان هرمزگان با قرار گرفتن در عرض جغرافیایی پایین، پتانسیل بالایی جهت بهره برداری از انرژی خورشیدی دارد. به این منظور، ابتدا معیارهای ساعات آفتابی، شیب، فاصله از مناطق جمعیتی، فاصله از راه‌ها، فاصله از خطوط انتقال نیرو، کاربری اراضی و لایه محدودیت ها در نظر گرفته شد و اهمیت آنها با روش تحلیل سلسله مراتبی به دست آمد. سپس با استفاده از توابع فازی مثلثی لایه های اطلاعاتی فازی گردیده و در سامانه اطلاعات جغرافیایی تلفیق شدند. بر اساس این روش، ۲۲۵۲۴,۱۱۵کیلومتر مربع از مساحت استان هرمزگان و بیشتر در شمال استان در طبقه بسیار مناسب، جهت احداث نیروگاههای خورشیدی حرارتی قرار گرفت.

کلمات کلیدی:

نیروگاههای خورشیدی، تصمیم گیری چند معیاره مکانی، منطق فازی، استان هرمزگان

۱) کارشناس ارشد سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی (نویسنده مسئول) Mohamad.Kamangar63@gmail.com
۲) استاد ژئومورفولوژی دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران Nohegar@gmail.com
۳) استادیار گروه برق و کامپیوتر دانشگاه هرمزگان Sahragard@yahoo.com
۴) کارشناس ارشد هوش مصنوعی دانشکده برق دانشگاه هرمزگان haidar.aryanejad@gmail.com
۵) کارشناس ارشد سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی M_Bodaghi21@yahoo.com

مقدمه

انرژی منشأ کلیه فرایندهای طبیعی و انسانی است[۱]. رشد روزافزون مصرف انرژی الکتریکی و کم بودن تولید فعلی برق، احداث نیروگاه‌های جدید را اجتناب‌ناپذیر می‌سازد. در حال حاضر با دو چالش عمده جهت تأمین نیاز برق با استفاده از سوخت‌های فسیلی روبه‌رو هستیم: اول، پایان‌پذیر بودن سوخت‌های فسیلی و مهم‌تر از آن اثرات آلودگی‌های محیط زیستی که استفاده از منابع فسیلی بر جای می‌گذارند[۱۸]. به‌منظور تحقق مفهوم توسعه پایدار، تأمین زمینه‌ای برای برآورد انرژی موردنیاز از طریق بررسی پتانسیل طبیعی هر منطقه ضروری هست. یکی از بهترین راه‌های تأمین انرژی موردنیاز، انرژی بادی است که از طریق نصب توربین‌های بادی استحصال می‌شود. توسعه سریع در فناوری‌های استحصال انرژی باد آن را به جایگزین مطمئنی برای دستگاه‌های انرژی امروزه تبدیل ساخته است[۲۰]. طبق سناریوهای تایید شده، منابع نفتی ایران بعد از ۴۳ سال، منابع گاز بعد از ۱۶۷ سال و زغال سنگ بعد از ۴۱۷ سال دیگر به پایان خواهند رسید[۷]. استفاده از سوخت های فسیلی آلودگی های محیطی زیادی را به وجود آورده است. استفاده از انرژی‌های پایدار بخصوص انرژی خورشیدی می‌تواند یکی از بهترین گزینه‌ها برای جایگزینی سوخت های فسیلی باشد. انرژی خورشیدی رایگان است واستفاده از آن فناوری ساده‌ای می‌خواهد از طرف دیگر، اثرات زیست محیطی نامطلوبی را که سوخت‌های فسیلی و حتی سوخت‌های هسته‌ای به جا می‌گذارند، ندارد. کشور ایران با وجود اینکه از سوخت‌های فسیلی غنی است، خوشبختانه یکی از کشورهای پر آفتاب دنیا نیز می‌باشد. به رغم شرایط مناسب طبیعی تابش، بکارگیری انرژی خورشیدی در ایران ناچیز است. گام اول برای توسعه استفاده از انرژی خورشیدی، پتانسیل سنجی و بعد از آن، مکان یابی نواحی است که در آن انرژی خورشیدی در حد مطلوب است و دیگر شرایط لازم احداث نیروگاه فراهم می باشد. در هر مرحله از مکان‌یابی، مطالعات مختلف از لحاظ زیست محیطی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی انجام و با تلفیق نتایج در هر مرحله، محدوده مورد مطالعه کوچک‌تر و مکان بهینه برای احداث معرفی می‌گردد. در این زمینه، تحقیقاتی درداخل وخارج از کشور صورت گرفته است از جمله گروه محیط زیست سابا (۱۳۸۱ و ۱۳۸۲) پروژه‌هایی را به منظور مکان یابی نیروگاه حرارتی با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی اجرا نموده که ضعف پروژه‌های مزبور در تلفیق نقشه‌ها بدون وزندهی آنهاست. پلتکا [1] و همکاران (۲۰۰۷) مقادیر انرژی‌های تجدید پذیر از جمله انرژی خورشیدی را ارزیابی کرده‌اند و در پتانسیل یابی مناطق جهت احداث نیروگاه خورشیدی سهموی معیارهای تابش، شیب زمین و حداقل مقدار زمین حدود ۴۵۰۰ متر مربع برای تولید هر مگاوات برق را جهت احداث نیروگاه دخیل دانسته‌اند و شناسایی مناطقی با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی را انجام دادند. برابر و کینس [2] (۲۰۰۹) بر پایه داده‌های تابش خورشیدی جهانی که ناسا آن را

1) Peletka
2) Breyer and Knies

در پیکسل سایزهای ۱۱۰کیلومتر در ۱۱۰کیلومتر با استفاده از تصاویر سنجش از دور تهیه می‌کند و همچنین معیارهای جمعیت، نزدیکی به خطوط انتقال نیرو و حداقل زمین مورد نیاز در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی به مکان یابی نیروگاه خورشیدی پرداخته‌اند. نازلی یوکان[1] (۲۰۰۹) برای کشور ترکیه با معیارهای تابش خورشیدی، عوارض آبی، نزدیکی به خطوط انتقال نیرو، فرودگاه و مناطق حفاظت شده محیط زیستی نقشه‌های فازی شده را تهیه کرده و سپس با استفاده از قواعد فازی و سامانه اطلاعات جغرافیایی، نقشه مناطق مناسب جهت احداث نیروگاه خورشیدی را تهیه کرده است. جیسن جرک[2](۲۰۱۰) از دیدگاه‌های گوناگون انرژی‌های پایدار را مورد بررسی قرار داده و با استفاده از معیارهای جاده، عوارض آبی، پتانسیل باد،کاربری اراضی، فاصله از شهر، تراکم جمعیت، فاصله از خطوط انتقال نیرو، فاصله از جاده و نقشه، محدودیت معیارهای خود را بین صفر و یک طبقه بندی مجدد کرده و با استفاده از روش همپوشانی شاخص، مدلسازی در سامانه اطلاعات جغرافیایی برای مکان یابی نیروگاه‌های انرژی پایدار را انجام داده است. چارابی و گستلی[3] (۲۰۱۱) معیارهای تابش، نقشه محدودیت و داده نزدیکی به راه را مهم‌ترین عوامل در ایجاد نیروگاه خورشیدی در کشور عمان تشخیص داده‌اند، سپس لایه‌های فازی این معیارها را ایجاد کرده و با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی و نظرات کارشناسان وزن لایه را استخراج نموده و در سامانه اطلاعات جغرافیایی نقشه مناطق مناسب جهت احداث نیروگاه خورشیدی را ایجاد نموده‌اند. لهمن[4](۲۰۱۱) با استفاده از داده‌های تابش، نزدیکی به خطوط انتقال نیرو، ارتفاع، خطوط انتقال گاز، کاربری زمین، جایگاه نیروگاه‌های فعلی، مناطق نظامی، مسیر حرکت پرندگان، مناطق سیل خیز، مناطق حفاظت شده محیط زیستی و زمین‌های خصوصی با استفاده از روش همپوشانی شاخص مناطق مناسب جهت احداث نیروگاه خورشیدی و بادی مشخص نموده و نشان می‌دهد که تصمیم گیری چند معیاره مکانی با سامانه اطلاعات جغرافیایی می‌تواند نقش بسزایی در مکان یابی نیروگاه خورشیدی داشته باشد. اولفومی[5] و همکاران(۲۰۱۱) با معیارهای جمعیت، شیب، گسل، مناطق در معرض زمین لغزش، مناطق سیلابی، رود، مناطق تحت حفاظت محیط زیستی، مناطق ممنوعه مانند منطقه نظامی و فرودگاه، گنبد های نمکی، آبخوان ها، نزدیکی به خطوط راه آهن و راه های دریایی، نزدیکی به خطوط انتقال نیرو و تابش خورشیدی و وزن دهی به روش تحلیل سلسله مراتبی و در نهایت، رتبه‌بندی مناطق مکان های مستعد جهت احداث نیروگاه خورشیدی، نیروگاه اتمی، نیروگاه زغالی و نیروگاه با سوخت دیگر را شناسایی کرده اند. داوسن و شل‌تر[6] در سال (۲۰۱۲) مهم‌ترین عامل در مکان یابی نیروگاه خورشیدی حرارتی را تابش مستقیم خورشید دانسته‌اند. آنها معیارهای تابش خورشیدی و حداقل بودن ۲۰۰۰ کیلو وات ساعت در متر مربع در سال، شیب زمین کمتر از

1) Nazli Yonca Aydin
2) Janke,Jason
3) Yassine Charabi, Adel Gastli
4) Ronald Lehmann
5) Olufemi et all
6) Lucas Dawson , Peter Schlyter

دو درصد، حداقل زمین در دسترس ۲۰۰۰۰ هزار متر مربع، نزدیکی به شبکه‌های زیربنایی راه و خطوط انتقال نیرو، نزدیکی به منبع جایگزین برای ادامه کار نیروگاه، مقدار مصرف انرژی انتخاب کرده‌اند و معیارهای خود را با استفاده از روش رتبه بندی وزن دهی کرده و با استفاده از قاعده تحلیل سلسله مراتبی مناطق غرب استرالیا را جهت احداث نیروگاه خورشیدی حرارتی رتبه بندی نموده‌اند. با توجه به اینکه استان هرمزگان در عرض جغرافیایی پایینی قرارگرفته، پتانسیل بالایی برای استفاده از انرژی خورشیدی دارا می باشد. هدف از این تحقیق، تعیین مناطق مستعد جهت استقرار نیروگاه های خورشیدی حرارتی با استفاده از منطق فازی در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی می باشد.

مواد و روش ها

استان هرمزگان در جنوب ایران با مساحت ۷۱ هزار کیلومتر مربع بین مختصات جغرافیایی ۲۵ درجه و ۲۴ دقیقه تا ۲۸ درجه و ۵۷ دقیقه عرض شمالی و ۵۳ درجه و ۴۱ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۱۵دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ واقع شده و ۴/۶۳ درصد از وسعت ایران را به خود اختصاص داده است. طبق آخرین سرشماری ها، جمعیت کل استان ۱۴۰۳۶۷۴ نفر است که حدود ۲/۸ درصد جمعیت کشور را تشکیل داده‌اند. این استان با تراکم ۱۹/۳۷ نفر در هر کیلومتر مربع از استان‌های کم تراکم کشور به حساب می‌آید.

شکل۱) تصویر موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران

معیارهای مؤثر در مکان‌یابی نیروگاه‌های خورشیدی در استان هرمزگان

تعیین مکان مناسب برای یک نیروگاه تا حد زیادی به شناخت کامل و صحیح عوامل مؤثر و نحوه انتخاب آنها وابسته است. عواملی که در این پژوهش در نظر گرفته شده‌اند بر اساس مطالعات پژوهشگران مختلف و نظر کارشناسان شرکت برق استان هرمزگان می‌باشد. از میان عوامل فنی،اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی مربوطه، عواملی که امکان تهیه داده و مدل کردن آنها وجود داشت، انتخاب گردیدند. عواملی که در این پژوهش استفاده می شودعبارت‌اند از ۱ـ ساعات آفتابی، ۲ـ شیب، ۳ـ فاصله از مناطق جمعیتی، ۴ـ فاصله از راه‌ها، ۵ـ فاصله از خطوط انتقال نیرو، ۶ـ کاربری اراضی و ۷ـ لایه محدودیت

سیستم استنتاج گر فازی

یکی از قابلیت‌های سامانه اطلاعات جغرافیایی، توان مدلسازی آن است. بیشتر ابزارهای مرسوم در مدلسازی، استدلال و محاسبه، ماهیت قطعی دارند و از نظر ساختار، صریح و دقیق هستند. به عبارت دیگر، فرض بر این است که پارامترهای یک مدل به طور دقیق بیانگر ادراک ما از پدیده یا مشخصات سیستم واقعی مدل‌سازی شده بوده و هیچگونه ابهامی در آن وجود ندارد، لیکن موقعیت‌های واقعی در اغلب موارد دارای ابهام و یا عدم قطعیت بوده و وضعیت آتی سیستم نیز به دلیل فقدان آگاهی و اطلاعات، ممکن است به طور کامل شناخته شده نباشد. در مواجهه با این عدم قطعیت‌ها، بر اساس ماهیت مساله، مدل‌های متعددی بر مبنای نظریه احتمال، منطق غیر یکنواخت، نظریه بازه‌ها و نظریه مجموعه‌های فازی مطرح گردیده است که هر یک از این مدل‌ها، برای نوع خاصی از عدم قطعیت در پدیده‌ها مناسب می‌باشد[۲]. در روند ارائه شده در این پژوهش، از منطق فازی که یکی از شیوه‌های مدل‌سازی عدم قطعیت از نوع ابهام کارایی بالایی داشته است، استفاده گردیده است. نظریه فازی، عضویت یک عنصر در یک مجموعه را به صورت درجه بندی شده در نظر می‌گیرد و این درجه عضویت را با عددی بین صفر و یک بیان می‌کند[۱۱]. در این نظریه به هر عنصر این اجازه داده می شود که درجه‌ای از تعلق را به یک مجموعه داشته باشد و درجه عضویت در یک مجموعه فازی میزان قطعیت (یا عدم قطعیت) را بیان می‌کند. بکارگیری منطق فازی در هر فرایند شامل سه مرحله فازی سازی داده‌ها، استنتاج فازی و قطعی سازی خروجی است[۴]. در استنتاج فازی، ایده اصلی، مشابه عملکرد انسان در بیان فکر و دانش خود به صورت متغیرهای زبانی است[۶]. هر متغیر زبانی می‌تواند مقادیر مختلفی را اختیار کند که به آن مقادیر زبانی می‌گویند. در این مطالعه، متغیرهای زبانی به مجموعه {نامناسب، تاحدودی مناسب، مناسب و بسیار مناسب}دسته بندی شده اند. از آنجا که نظریه فازی قصد شبیه سازی نحوه استنتاج انسان را دارد، لذا از توابع عضویت فازی استفاده می شود. هدف از تعیین توابع عضویت برای عامل‌ها، وزن دهی تدریجی و پیوسته به آن عامل‌ها است. در این حالت، وزن هر پیکسل بر اساس مقدار تابع عضویت آن پیکسل در مجموعه فازی و مناسب عامل مورد نظر به دست می آید. معمولا در تعریف توابع عضویت از اعداد فازی مثلثی و ذوزنقه‌ای استفاده می‌شود.

روش تحلیل سلسله مراتبی

روش مبتنی بر مقایسه دوبه‌دو توسط ساعتی ۱۹۷۷ در متن یک فرایند سلسله مراتبی تحلیلی ارائه‌شده است. فرایند تحلیل سلسله مراتبی هنگامی‌که عمل تصمیم‌گیری با چند گزینه رقیب و معیار تصمیم‌گیری روبروست، می‌تواند استفاده گردد. معیارهای مطرح‌شده می‌تواند کمی و کیفی باشند. اساس این روش تصمیم‌گیری بر مقایسات زوجی نهفته است. تصمیم‌گیرنده با فراهم آوردن درخت سلسله مراتبی تصمیم آغاز می‌کند. درخت سلسله‌مراتب تصمیم، عوامل مورد مقایسه و گزینه‌های رقیب مورد ارزیابی در تصمیم را نشان می‌دهد. این روش در سه مرحله انجام می‌گیرد. الف- تهیه ماتریس مقایسه در هر سلسله‌مراتب، ب- محاسبه وزن‌های هر عنصر سلسله‌مراتب و ج- محاسبه نرخ ناسازگاری [۱۷]. در این روش برای درجه‌بندی اولویت‌های نسبی در رابطه با دوبه‌دوی معیارها از یک مقیاس پایه‌ای که مقادیر آن از ۱ تا ۹ متغیر، است، استفاده می‌شود. پس از تهیه لایه‌های اطلاعاتی و طبقه‌بندی مجدد، وزن معیارها در این تحقیق با توجه به میانگین نظرات کارشناسان و متخصصین هر سه دیدگاه به دست آمد، بدین صورت که در اختیار چندین کارشناس که هرکدام در رشته‌ای مرتبط با دیدگاه‌های اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی ـ فرهنگی متخصص بودند، پرسشنامه‌ای قرار داده شد و بعد از دادن توضیحات لازم، از آنها خواسته شد به مقایسه دو به دو معیارهای عددی بین ۱ تا ۹ را که نشان‌دهنده ارجحیت معیارها نسبت به هم هست، بپردازند. سپس با در نظر گرفتن میانگین نظرات آنها و استفاده از تحلیل سلسله مراتبی، وزن نهایی هر معیار با نرخ ناسازگاری به دست آمد.

یافته ها

معیارهای مؤثر در مکان‌یابی نیروگاه‌های خورشیدی حرارتی

در این مطالعه، با توجه به سه دیدگاه محیط زیست، اقتصادی و اجتماعی_فرهنگی بر اساس مطالعات پژوهشگران مختلف و نظر کارشناسان شرکت برق استان هرمزگان و شناخت حاصل از محیط استان براساس مطالعات جغرافیایی، معیارهایی که امکان تهیه و مدل کردن آنها وجود داشت، انتخاب گردیدند. عواملی که در این پژوهش استفاده می‌شود عبارتند از ۱ـ ساعات آفتابی، ۲ـ شیب، ۳ـ فاصله از مناطق جمعیتی، ۴ـ فاصله از راه‌ها، ۵ـ فاصله از خطوط انتقال نیرو، ۶ـ کاربری اراضی و ۷ـ لایه محدودیت.

مراکز جمعیتی

مصرف کننده های عمده انرژی الکتریکی، شهرها، روستاها و شهرک های صنعتی می‌باشند. نزدیکی نیروگاه به مراکز بار مصرف مشخصه مهمی است و توجه به پراکندگی مکانی مصرف کننده ها ضروری است، زیرا هدف از نزدیکی نیروگاه‌ها به مراکز مصرف، کاستن از هزینه انتقال نیرو به آن مراکز و کاهش اتلاف انرژی می‌باشد. برای تهیه این لایه از

نقشه‌های ۱:۵۰۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری استفاده شد و از تابع Buffer در نرم‌افزارArcGIS10 و بر حسب عکس فاصله از نقاط جمعیتی ارزشگذاری صورت گرفت. جدول شماره (۱) چگونگی طبقه بندی مجدد فاصله از نقاط جمعیتی را در مقیاس های مختلف نشان می‌دهد.

جدول ۱) فواصل و نحوه طبقه بندی مجدد مراکز جمعیتی

مقیاس زبانی	ارزش دهی	فاصله از شهر(متر)
ضعیف	۱	۶۰۰۰۰<متر
متوسط	۲	۶۰۰۰۰-۳۰۰۰۰متر
خوب	۳	۳۰۰۰۰-۱۵۰۰۰متر
خیلی خوب	۴	۱۵۰۰۰>

لایه شبکه حمل و نقل

نقشه شبکه حمل و نقل در احداث نیروگاه خورشیدی از چند جنبه مختلف دارای اهمیت می‌باشد: نزدیکی نیروگاه به راه‌ها موجب می‌شود تا هزینه‌های حمل و نقل تجهیزات نیروگاه، رفت و آمد کارکنان و پشتیبانی از نیروگاه کاهش یابد. با استفاده از نقشه‌ها، تمام خطوط حمل و نقل در نرم‌افزار Arc GIS 10رقومی گردید اما به لحاظ اینکه ممکن است نقشه راه‌های موجود بهنگام نباشند، با استفاده از تصاویر ETM مربوط به سال۲۰۰۶ به صورت تفسیر چشمی بهنگام گردید. جدول شماره (۲) نحوه حریم گذاری و طبقه بندی مجدد لایه راه ها را در مقیاس های مختلف نشان می‌دهد.

جدول ۲) فواصل از شبکه راه‌هاو نحوه وزن دهی به آنها در مقیاس‌های مختلف

مقیاس زبانی	ارزش دهی	فاصله از شبکه راه‌ها (متر)
ضعیف	۱	۴۰۰۰۰>
متوسط	۲	۴۰۰۰۰- ۵۰۰۰
خوب	۳	۵۰۰۰ - ۱۰۰۰
خیلی خوب	۴	۱۰۰۰<

لایه شیب زمین

شیب، میزان تغییر ارتفاع در جهت نزول شیب تعریف می‌شود. هزینه احداث نیروگاه‌های خورشیدی در شیب‌های مختلف متفاوت می‌باشد.توابع شیب در GIS بر اساس ارتفاع نقاط در مدل رقومی زمین و فاصله آنها از هم برای هر یک از سلول‌ها محاسبه می شود. در این تحقیق، مدل رقومی ارتفاع با استفاده از با توابع و فیلترهای موجود در نرم افزار با خطوط تراز نقشه‌های توپوگرافی مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ در نرم‌افزارARCGIS10 تهیه و سپس رفع خطا گردید. پس از آن، با استفاده از تابع slope ، نقشه شیب منطقه استخراج شد. نحوه ارزش دهی شیب در مقیاس های مختلف در جدول (۳) آمده است.

جدول ۳) طبقات شیب زمین و نحوه وزندهی به آن در مقیاس‌های مختلف

مقیاس زبانی	ارزش دهی	طبقات شیب زمین(درجه)
ضعیف	۱	۱۰>
متوسط	۲	۶-۱۰
خوب	۳	۲-۶
خیلی خوب	۴	۲<

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

لایه کاربری اراضی

لایه کاربری اراضی برای استان مورد مطالعه از نقشه‌های ۱/۲۵۰۰۰ سازمان جغرافیایی به دست آمد و سپس با لایه تهیه شده کاربری اراضی اداره منابع طبیعی استان و تصاویر ماهواره‌ای بهنگام شد. با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای به روز شد بدین صورت که یکی از کاربردهای سنجش از دور شناسایی و تفکیک پدیده‌های زمینی و قرار دادن آنها در گروهها و یا طبقات مشخص می‌باشد. طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای را می‌توان به عنوان مهمترین بخش تفسیر اطلاعات ماهواره‌ای به شمار آورد. با توجه به اینکه احداث نیروگاه های خورشیدی در کاربری‌ها متفاوت هزینه‌های متفاوتی را ایجاد می‌کند و در تمام کاربری‌ها امکان احداث وجود ندارد، لذا هدف از طبقه‌بندی در این تحقیق تهیه نقشه کاربری زمین می‌باشد. نقشه کاربری زمین بیانگر چگونگی استفاده از یک قطعه زمین می‌باشد (همانند زمین‌های کشاورزی، مسکونی و نواحی جنگلی) و داشتن اطلاعات صحیح از کاربری اراضی برای هر نوع فعالیت و برنامه‌ریزی در سطح کشور ضروری می‌باشد و سنجش از دور می‌تواند در این زمینه نقش اساسی ایفا کند. هنگام طبقه‌بندی، هر یک از پیکسل‌های تصویر با نشانه‌های طبیعی و یا

نمونه‌های جمع‌آوری شده در مراحل قبل مقایسه شده و هر گروه از پیکسل‌ها به یکی از طبقات نمونه‌گیری شده نسبت داده می‌شوند. نمونه‌های آموزشی به کمک نقشه‌های کاربری مقیاس ۱/۲۵۰۰۰ و مشاهدات میدانی به دست آمدند. نتیجه نهایی، یک تصویر تک باندی است که در طبقات مختلف از یکدیگر قابل تفکیک می‌باشند. عملیات طبقه‌بندی نیز با روش‌های مختلفی انجام می‌گیرد که روش مورد استفاده در این تحقیق روش حداکثر احتمال می‌باشد. در این تحقیق از تصویر سنجنده ETM سال ۲۰۰۹به منظور تهیه نقشه کاربری منطقه مورد مطالعه استفاده گردید که بر اساس تقسیم‌بندی اندرسن با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای سنجنده لندست می‌توان نقشه کاربری اراضی با سطح طبقه‌بندی درجه ۲ را استخراج کرد. پس از حاصل شدن نقشه، کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه بر اساس مقیاس‌های مختلفی ارزش دهی شد که در جدول شماره (۴) آورده شده است.

جدول ٤) کاربری اراضی و نحوه وزندهی به طبقات مختلف آن در مقیاس‌های مختلف

مقیاس زبانی	ارزش دهی	کاربری زمین
ضعیف	۱	جنگل متراکم،مخلوط باغ و مجتمع درختی –جنگل مصنوعی،شهر و روستا، مخلوط زراعت آبی و باغ،ذخایر سطحی آب مناطق صنعتی،معدنی تاسیسات، زراعت آبی،بستر آبراهه، شن‌های روان،جنگل‌های حرا
متوسط	۲	زراعت دیم،زراعت آبی اراضی مرطوب با پوشش مرطوب، بیشه زار و بوته زار، عرصه آبخوان
خوب	۳	اراضی دیم و مرتع با پوشش کم تراکم
خیلی خوب	۴	مراتع خیلی کم تراکم،اراضی بایر و شور اراضی فاقد پوشش گیاهی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

ساعت آفتابی

انرژی خورشیدی به عامل‌های هواشناسی، جغرافیایی، اقلیمی و فرا جوی بستگی دارد. استان هرمزگان بیشتر در طول جغرافیایی گسترده شده و از اختلاف عرض جغرافیایی زیادی برخوردار نیست. متاسفانه ایستگاه های اندازه گیری تابش خورشیدی در استان بسیار کم است و در برخی از تابش سنجی‌های موجود هم خطای اندازه گیری وجود دارد و از دقت کافی برخوردار نیستند. برای تهیه لایه ساعات آفتابی از مجموع ساعات آفتابی سالانه ایستگاه های هواشناسی استفاده شد. متوسط واقعی ساعات آفتابی منطقه حدود ۳۲۰۰ ساعت در سال است که عدد خوبی برای بهره برداری از انرژی خورشید می‌باشد. برای این منظور از ۱۳ ایستگاه موجود در استان و اطراف آن جهت درون یابی و تخمین ساعت آفتابی استفاده شده است. جدول شماره (۵) ساعات آفتابی و نحوه وزن دهی به طبقات مختلف آن در مقیاس‌های مختلف را نشان می دهد.

جدول ۵) ساعات آفتابی و نحوه وزن‌دهی به طبقات مختلف آن در مقیاس‌های مختلف

مقیاس زبانی	همپوشانی شاخص	مجموع ساعات آفتاب در سال
ضعیف	۱	<۳۲۰۰
متوسط	۲	۳۲۰۰-۳۲۵۰
خوب	۳	۳۲۵۰-۳۳۰۰
خیلی خوب	۴	۳۳۰۰>

فواصل از خطوط انتقال نیرو

برق تولیدی هر نیروگاه برای توزیع در شبکه نیاز به خطوط انتقال نیرو دارد. فاصله نیروگاه از خطوط برق شبکه ۴۰۰ کیلو ولتی یا یک نقطه بار که بتواند خروجی نیروگاه را قبول کند، بسیار اهمیت دارد. زیرا افزایش این خطوط علاوه بر بالا بردن هزینه پروژه، باعث تلفات برق تولیدی در شبکه نیز می‌گردد. این لایه از خطوط برداشت شده شرکت برق منطقه‌ای استان هرمزگان تهیه شد. در جدول (۶) نحوه حریم گذاری و ارزش دهی فواصل از خطوط انتقال نیروی برق استان آورده شده است.

جدول٦) نحوه حریم گذاری و ارزش دهی خطوط انتقال نیرو استان هرمزگان

مقیاس زبانی	ارزش دهی	فواصل از خطوط انتقال نیرو
ضعیف	۱	>۶۰۰۰۰
متوسط	۲	۳۰۰۰۰-۶۰۰۰۰
خوب	۳	۱۵۰۰۰۰-۳۰۰۰۰
خیلی خوب	۴	>۱۵۰۰۰

لایه محدودیت‌ها

برای تهیه لایه محدودیت‌های منطقه مورد مطالعه، ابتدا تمام لایه‌هایی که امکان ایجاد محدودیت را داشتند به صورت بولین درآمدند، سپس با اعمال عملگر And بین تمام لایه‌ها، لایه محدودیت‌ها حاصل شد. محدودیت‌های در نظر گرفته شده این تحقیق از نوع جبران‌ناپذیر می‌باشند که در نهایت بایستی از نقشه خروجی کم شوند. جدول (۷) مشخص کننده محدودیت‌های در نظر گرفته این تحقیق می‌باشد.

جدول ۷) عوامل محدودیت در نظر گرفته شده جهت احداث نیروگاه خورشیدی حرارتی

عامل	معیار برای تهیه نقشه محدودیت
ارتفاع	بالای ۱۸۰۰ متر
جاده	حریم ۲۰۰ متر از هر دو طرف
رودخانه	حریم ۳۰۰ متری
مناطق حفاظت شده	حریم ۲۰۰۰ متری
گسل	حریم ۲۰۰۰ متری (با توجه به فعال بودن گسل‌های استان)
محدوده شهر بندر عباس	حریم ۱۰۰۰۰ متری
محدوده شهرهای استان	حریم ۵۰۰۰ متری
محدوده روستای استان	حریم۳۰۰۰متری

وزن دهی به معیارها

در این تحقیق، وزن معیارها با توجه به میانگین نظر کارشناسان و متخصصین در رشته‌های مرتبط به دست آمد. بعد از ارائه توضیحات لازم، از آنها خواسته شد به هر یک از معیارها عددی بین ۱ تا ۹ را که نشان‌دهنده ارجحیت معیارها نسبت به هم هست، اختصاص دهند. سپس میانگین نظرات آنها وارد نرم‌افزار شد و وزن نهایی هر معیار به دست آمد. ملاحظه می‌شود برای احداث نیروگاه خورشیدی در استان هرمزگان با توجه به شرایط آن، بیش‌ترین وزن و درجه اهمیت متعلق به معیار جمعیت هست. در مجموع، سه معیار مهم در تصمیم گیری، جمعیت، نزدیکی به خطوط انتقال نیرو و نزدیکی به راه ارتباطی می‌باشند. این سه معیار در مجموع ۸۰ درصد اهمیت را دارا می‌باشند. وزن‌ها معمولا استاندارد می‌شوند و این عمل

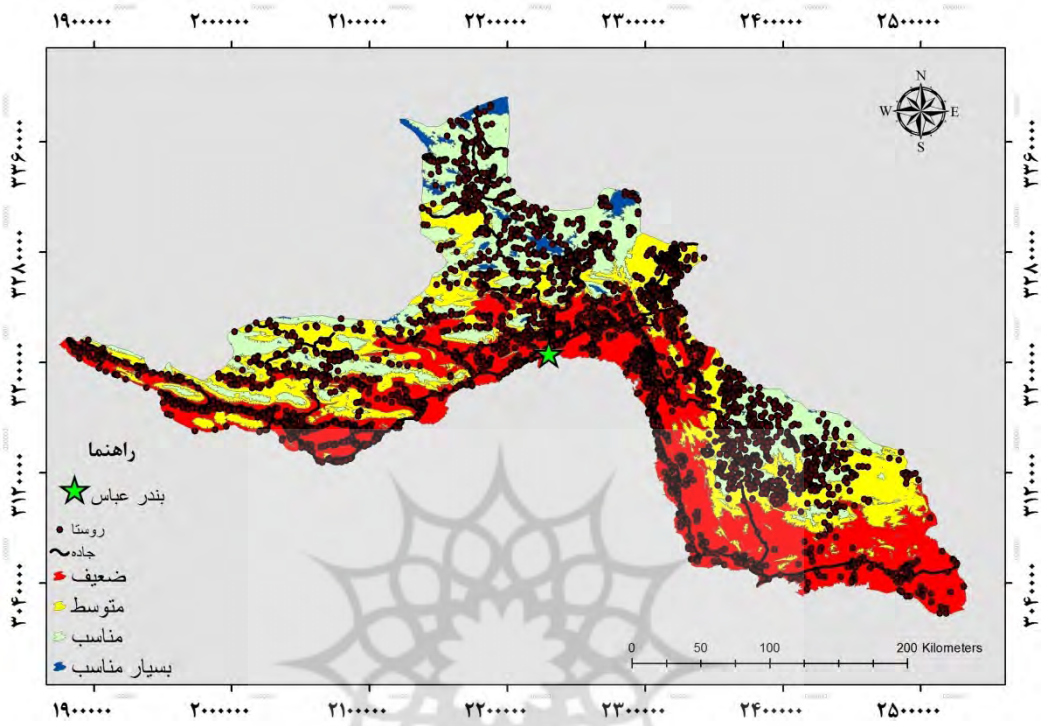
به صورتی انجام می‌شود که مجموع آنها برابر با یک می‌شوند. پس از محاسبه، نرخ ناسازگاری که برابر با چهار صدم است، به دست آمد.

جدول۸) وزن معیارها

کاربری اراضی	شیب	جمعیت	نزدیکی به راه	ساعات آفتابی	نزدیکی به خطوط انتقال نیرو برق
.۰۶۳	.۱۰۸	.۴۰۹	.۱۵۱	.۰۲۹	.۲۴

تلفیق لایه ها

منطق فازی، یک جهان بینی جدید است که با نیازهای دنیای پیچیده امروز بسیار سازگارتر از منطق بولین است. در واقع، منطق فازی یک منطق پیوسته است که از استدلال تقریبی بشر الگوبرداری کرده است و از پتانسیل بالایی در ارزیابی وسنجش پدیده‌های پیچیده برخوردار است[۶]. فازی سازی از افت با هدر روی اطلاعات جلوگیری می‌کند. در منطق فازی از درجات عضویت که بیانگر چگونگی نقش پذیری متغیر در انجام فرایند مورد نظر است، استفاده می‌شود. مساله تصمیم به عنوان بهینه سازی یک تابع برای یک مجموعه از محدودیت‌ها تعریف می‌شود. در یک محیط تصمیم گیری فازی، معیار فازی به وسیله تابع عضویت آن شناخته می‌شود. بنابراین، محدودیت‌هایی وجود دارند. معیارهای فازی و محدودیت‌های فازی برای شکل دادن یک تصمیم ترکیب می‌شوند. هر دو ارزیابی محدودیت‌ها و معیارها به عنوان زیر مجموعه‌هایی از فضای تصمیم شناخته می‌شوند. طبق مدل زاده و بلمن بهترین گزینه آن است که بالاترین درجه عضویت را در تقاطع محدودیت‌ها و معیارها داشته باشد. از دیدگاه MCDM ، عملگرها می‌توانند به عنوان قوانین تصمیم شناخته شوند[۵]. انتخاب مکان بهینه برای نیروگاه خورشیدی حرارتی نیاز به داشتن یک ارزیابی دقیق از مزایا و معایب منطقه مورد مطالعه با توجه به معیارهای موجود دارد زیرا مکانیابی نیروگاه یک فرایند پیچیده است که ممکن است منجر به نتایج پیش بینی نشده‌ای شود. پس از اعمال اعداد فازی در لایه ها و سپس وزن معیارها، ترکیب لایه های اطلاعاتی صورت گرفت. برای رتبه بندی کردن لایه های A B C یا عامل‌های شاخص تناسب فازی بر مبنای روش میانگین فازی عمل گردید.



شکل۲) نقشه طبقه بندی نهایی با استفاده از قاعده فازی جهت احداث نیروگاه خورشیدی

جدول۹) نشان دهنده مساحت مناطق طبقه بندی شده استان هرمزگان برای احداث نیروگاه خورشیدی با استفاده از اعداد فازی

خیلی خوب	خوب	متوسط	ضعیف
۲۳۵۴۹,۲۵کیلومتر مربع	۱۴۲۵۹,۶۱کیلومتر مربع	۴۱۳۳,۰۹۴کیلومتر مربع	۲۵۵۵۶,۴۴۸کیلومتر مربع

نتیجه گیری

تأمین برق برای کلیه روستاها توسط شبکه سراسر برق با توجه به نقشه ضریب پراکندگی روستاها در نواحی مختلف استان هرمزگان مقرون بصرفه نخواهد بود. استفاده از پتانسیل‌های طبیعی مانند انرژی خورشیدی می‌تواند جایگزین مناسبی جهت تأمین انرژی در این مناطق باشد. همان‌طور که در شکل (۳) مشاهده می‌شود، بیشتر مناطق مساعد در قسمت شمال استان واقع شده‌اند که زمین‌های هموار و نزدیک به روستاهای پرجمعیت و پراکنده می‌باشند. گسترش استفاده از انرژی‌های

فسیلی مانند نفت و زغال سنگ، موجب آلودگی روز افزون از یک سو و سبب بالا رفتن دمای کره زمین در اثر انتشار گازهای گلخانه‌ای، از سوی دیگر شده است. انرژی خورشیدی از جمله منابع پایدار می‌باشد که امروزه توجه زیادی را به خود معطوف کرده است. متوسط تابش خورشیدی در استان هرمزگان بالاست و پتانسیل خوبی جهت بهره‌برداری از انرژی خورشیدی در استان وجود دارد. با توجه به مساله تصمیم‌گیری مکانی، ارزیابی صحیح روش‌ها و انتخاب مناسب‌ترین مکان جهت اجرای پروژه با توجه به شرایط کنونی، یکی از مسائل مهمی است که پیش روی تصمیم‌گیران قرار دارد. در این تحقیق، با استفاده از منطق فازی، مناطق مناسب شناسایی شد و در نهایت، به منظور ارزیابی روش نتایج آن با سه عامل اصلی جمعیت، نزدیکی به خطوط انتقال نیرو و نزدیکی به راه مورد بررسی قرار گرفت.

برای ارزیابی روش فازی با دیگر روش‌ها، پس از اجرای روشهای بولین و همپوشانی شاخص نتایج بدست آمده از هر روش بر اساس عامل اصلی یعنی جمعیت، نزدیکی به راه و نزدیکی به خطوط انتقال نیرو که حدود۸۰ درصد وزن ها را شامل می‌شوند، ارزیابی شد. جدول(۱۰)

جدول۱۰) درصد تطابق لایه خروجی با طبقه بسیار مناسب سه لایه اصلی

قاعده تصمیم گیری	جمعیت	نزدیکی به خطوط انتقال نیرو	نزدیکی به راه	مجموع به درصد
بولین	۲۴/۵۴	۱۴/۴۵	۱۸/۷۴	۱۹/۲۵
همپوشانی شاخص	۸۴/۵۴	۸۱/۲۴	۹۲/۴۵	۸۶/۰۶
فازی	۹۸/۶۷	۹۲/۵۴	۸۹/۴۵	۹۳/۵۶

نتایج ارزیابی نشان داد که روش فازی درصد انطباق بالایی با معیارهای فوق دارد. با وجود اختلاف در نتایج برخی روشها و با توجه به درصد انطباق قواعد تصمیم گیری مطابق با جدول (۳) می توان نتیجه روش فازی را به عنوان بهترین قاعده تصمیم گیری برای مکانیابی نیروگاه خورشیدی حرارتی در استان هرمزگان معرفی کرد. در این تحقیق می‌توان نتیجه‌گیری کرد که در استان کرمانشاه شهرستان‌های حاجی آباد شرایط مساعدی را برای احداث نیروگاه خورشیدی دارند درحالی‌که در قسمت‌های غربی استان به‌واسطه شرایط نامتعادل از قبیل شیب، وجود پستی‌و بلندی‌ها و پوشش‌های گیاهی عملاً شرایط نامساعد بوده است. همچنین مناطق جنوبی استان در کناره های خلیج فارس نیز به دلیل رطوبت بالا و تابش کم خورشید که به سطح زمین می‌رسد، نمی‌تواند برای احداث نیروگاه مناسب باشد. پیشنهاد می‌گردد با توجه به مزایای انرژی‌های پایدار، مطالعات مربوط به بررسی مکان‌های مستعد نیروگاه‌های انرژی پایدار اعم از خورشیدی، بادی، زمین‌گرمایی، جذر و مدی با استفاده از دستگاه‌های اطلاعات مکانی و روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره انجام شود. همچنین این پیشنهادها جهت دستیابی به نتایج دقیق‌تر ارائه می‌گردد: الف ـ تعیین عرصه‌های مناسب با دیگر روش‌های

تصمیم‌گیری چند معیاره صورت پذیرد و نتایج آن با این تحقیق مقایسه شود. ب ـ برای تهیه نقشه کاربری اراضی از تصاویر ماهواره‌ای با جزئیات بیشتر و با دقت بالاتر نظیرسنجنده Spot استفاده گردد. ج–می توان بر اساس مطالعه انجام گرفته، لایه‌های اطلاعاتی را به لایه‌های هزینه تبدیل نمود و مکانهای مستعد را بر مبنای میزان هزینه مطالعه نمود. دـ پایگاه اطلاعاتی از آخرین داده‌های مربوط به احداث نیروگاه خورشیدی در محیط شبکه اینترنت ایجاد شود تا امکان دسترسی محققین با صرف کمترین هزینه و وقت به اطلاعات موردنیاز فراهم شود که این امر باعث جلوگیری از مطالعات تکراری، بالا بردن دقت مطالعات و تبادل‌نظر محققین می‌شود.

منابع

[۱] بهشتی فر، سارا. مسگری، محمد. ولدان زوج، جواد. کریمی، محمد. (۱۳۸۹)، استفاده از منطق فازی در محیط جی‌آی‌اس به‌منظور مکان‌یابی نیروگاه‌های گازی، نشریه مهندسی عمران و نقشه‌برداری، سال دهم، شماره چهارم، دوره ۴۴، صص ۵۸۳–۵۹۵.

[۲] رجبی، محمد. صمد زادگان، فرهاد.(۱۳۸۹)، مکان یابی اماکن اسکان موقت به منظور مدیریت حوادث غیر مترقبه بر مبنای بکار گیری سیستم های اطلاعات مکانی هوشمند، اولین کنفرانس بین المللی مدیریت جامع بحران در حوادث غیر مترقبه، تهران.

[۳] عزیزی،امید.(۱۳۸۲)، گزارش مکان یابی نیروگاه های حرارتی با در نظر گرفتن عوامل محیط زیستی با استفاده از جی آی اس برای سازمان سابا،۱۶۶صفحه.

[۴] کریمی، محمد. مسگری، محمد.، شریفی، محمد علی. (۱۳۸۸)، مدلسازی توان اکولوژیکی سرزمین، با استفاده از منطق فازی منطقه مورد مطالعه: شهرستان برخوار و میمه، نشریه سنجش از دور و GIS ایران، شماره ۱، ۳–۱۷.

[۵] مالچفسکی، یاچک.(۱۹۹) ، سامانه اطلاعات جغرافیایی و تحلیل تصمیم چند معیاره، اکبر پرهیزکار و عطا غفاری گیلانده تهران، سمت، ۶۸۰صفحه.

[۶] منهاج، مراد.(۱۳۸۸)، محاسبات فازی: هوش مصنوعی، ویرایش اول، انتشارات دانه نگار، ۶۴۰ ص.

[۷] هاشمی، مهدی. کرونی، محمد. (۱۳۹۱)، خورشید انرژی پاک، تهران، کیان رایانه سبز، ۱۸۶صفحه.

[8] Breyer, C. knies, g., 2099, “Golobal energy supply potential of concentrating solar power”, solarpaces, 9, 15-18.

[9] Charabi, A. Gastli, Y., 2011, “Solar electricity prospects in Oman using GIS-based solar radiation maps”, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 14, 790-797.

[10] Chaudhary, A., Sunna, W. and Cruz, I. F., 2004, “Semi-automatic ontology alignment for geospatial data integration”, In: Egenhofer, M.J., Freksa, C., Miller, H.J. (Eds.). LNCS, vol. 3234, pp. 117.

[11] Fluri, T.P., 2009, "the potential of concentrating solar power in South Africa", Energy Policy, 2009, 37, 5075-5080.

[12] Janke, J., 2010, "Multicriteria GIS modeling of wind and solar farms in Colorado", Renewable Energy, 35, 2228-2234.

[13] Lehman, R., 2011, "Concentrated solar thermal facilities a gis approach for land planning", Thesis for Master Of Science Ahrtatic University.

[14] Olufemi A. Omitaomu, Brandon R. Blevins, Warren C. Jochem, Gary T. Mays, Randy Belles, Stanton W. Hadley, Thomas J. Harrison, Budhendra L. Bhaduri, Bradley S. Neish, Amy N. Rose, N., 2012, " Adapting a GIS-based multicriteria decision analysis approach for evaluating new power generating sites", Applied Energy, 96,292-301.

[15] Pletka, B. and Galton, y., 2007, "Arizona Renewable Energy Assessment, Black & Veatch Corporation", 42, 346-352.

[16] Reddy, k. and Maharaj, V., 2009, "World Heritage Site selection in sensitive areas: Andaman and Nicobar Islands", Reconstructing Indian population history, 585p.

[17] Resch G., Haas, R., Faber, T., 2007, "the future potential for renewable.

[18] Yokan. N., 2001, "Mannstein.Schillings, H.H.C, Assessment of Solar Electricity Potentials in North Africa Based on Satellite Data And A Geographic Information System", Solar Energy, 85, 839–848.

[19] Zhou, X., 2010, "An overview of power transmission systems in China", Energy, 35, 4302-4312.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی