مکان یابی نیروگاه‌های خورشیدی حرارتی از طریق قاعده تصمیم‌گیری مکانی تاپسیس مطالعه موردی: استان هرمزگان

تاریخ دریافت مقاله:۹۳/۰۴/۲۵ تاریخ پذیرش نهایی مقاله:۹۴/۰۱/۲۵

احمد نوحه‌گر (استاد ژئومورفولوژی دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران)
محمد کمانگر*(کارشناس ارشد سامانه اطلاعات جغرافیایی معاونت بهره‌برداری آب و فاضلاب استان کردستان)
پیمان کرمی (کارشناس ارشد آمایش محیط دانشکده کشاورزی دانشگاه هرمزگان)
بهروز احمدی دوست (دانشجو دکتری آبخیزداری دانشکده محیط زیست دانشگاه هرمزگان)

چکیده

آلودگی‌های محیط زیستی، نوسانات قیمت و پایان‌پذیر بودن منابع انرژی فسیلی مورد استفاده در نیروگاه‌ها باعث روی آوردن به منابع انرژی جای گزین شده است. استفاده از انرژی خورشیدی می‌تواند بهترین گزینه‌ی تامین در نیروگاه‌های تولید برق باشد. انتخاب مکان مناسب برای احداث این نیروگاه‌ها بدلیل تاثیر موقعیت مکانی نیروگاه‌ها بر میزان و هزینه تولید و انتقال انرژی ضروری است. استان هرمزگان بدلیل افزایش جمعیت و استفاده از فن آوری نوین با کمبود تولید برق مواجه است در صورتی که پتانسیل بالایی جهت بهره برداری از انرژی خورشیدی دارد. هدف از این پژوهش مکان یابی مناطق مناسب در این استان جهت احداث نیروگاه های خورشیدی حرارتی می باشد. در پژوهش های گذشته صرفا پتانسیل یابی مناطق بدون توجه به تناسب مناطق به مکان یابی پرداخته اند. در این پژوهش از معیارهای ساعات آفتابی، شیب، فاصله از مناطق جمعیتی، فاصله از راه‌ها، فاصله از خطوط انتقال نیرو، کاربری اراضی با استفاده مدل تاپسیس فازی جهت پتانسیل سنجی مکآن های مساعد استفاده شد. بر اساس این روش ۱۸۳۰۸,۴۲۸۶۸۶ کیلومتر مربع از مساحت استان هرمزگان در طبقه خیلی خوب جهت احداث نیروگاه خورشیدی حرارتی قرار گرفته اند. همچنین نتایج حاصل از این روش با استفاده از کنترل زمینی مورد بررسی قرار گرفت که حاکی از برآورده شدن همه معیارهای انتخابی در نواحی کاملا مناسب و رضایت بخش بودن به کارگیری روش تاپسیس فازی در امر مکان یابی نیروگاه های خورشیدی است.

واژه‌های کلیدی: انرژی، نیروگاه خورشیدی، تصمیم‌گیری مکانی، تاپسیس فازی، هرمزگان.

* نویسنده رابط: mohamad.kamangar63@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

۱- مقدمه

انرژی منشاء کلیه فرآیندهای طبیعی و انسانی است(بهشتی فر و همکاران، ۱۳۸۹: ۵۸۴). نیروگاه برق مجموعه‌ای از تأسیسات صنعتی است که در آن انرژی از شکلی مانند انرژی شیمیایی، انرژی هسته‌ای، انرژی پتانسیل گرانشی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود. رشد روز-افزون جمعیت و تقاضای مصرف انرژی الکتریکی همچنین 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 پایان پذیر بودن سوخت‌های فسیلی و مهم تر از آن اثرات آلودگی های محیط زیستی که استفاده از منابع فسیلی بر جای می‌گذارند(Resch et al, 2008: 326). غلظت گازهای گلخانه ای در ۲۵۰سال گذشته به علت افزایش استفاده از منابع فسیلی، از بین بردن جنگل‌ها و تغییرات کاربری های اراضی افزایش یافته است با توجه به اطلاعات به دست آمده از یخ‌های قطبین غلظت دی اکسید کربن و متان بیش از ۶۵۰۰۰۰سال گذشته است (Solomon et al, 2007: 418). گرچه در مورد معایب سوخت‌های فسیلی از جمله گرم شدن کره زمین همگان می‌دانند ولی هنوز به علت فراوانی و قیمت ارزان سوخت های فسیلی بیش ترانرژی تولید شده جهان از این سوخت ها به دست می‌آید. با توجه به اینکه انرژی خورشید رایگان بوده و همچنین اثرات زیست محیطی نامطلوبی که سوخت‌های فسیلی و حتی سوخت‌های هسته ای به جا می‌گذارند را ندارد می تواند منبع مناسبی جهت جای گزینی سوخت‌های فسیلی محسوب می‌شود(Dutra & Szklo, 2010: 2509). بنا بر تحقیقات سازمان آژانس بین المللی انرژی، رشد ۲۰تا۲۵درصدی استفاده از انرژی خورشیدی برای تولید انرژی الکتریسیته تا سال۲۰۵۰خواهیم داشت(Dawson & Lucas, 2012:94). آژانس بین المللی انرژی بیان کرده است تا سال۲۰۵۰سامانه‌های انرژی فتوولتاییک و حرارتی خورشیدی قادر خواهند بود۹۰۰۰ تراوات ساعت انرژی تولید کرده که سالانه از خروج۶ بیلیون تن در اکسید کربن در جو جلوگیری خواهد شد. از جمله مراحل موجود در آمایش سرزمین معرفی مکآن های مناسب برای فعالیت‌های مختلف مانند صنایع، کشاورزی و جنگل برای پاسخ گویی به اهداف مدیران است(Stewart & Pullin, 2007: 3). در صورتی که این کار به درستی انجام نشود زیآن های جبران ناپذیری را به محیط زیست، اکولوژی و اقتصاد منطقه و حتی جوامع انسانی وارد خواهد کرد (Ahammed & Azeem, 2013, 8). بسیاری از جوامع به خصوص در کشورهای در حال توسعه به منظور تقویت پایه‌های توسعه و رفع عدم تعادل بیش از هر زمانی نیازمند برنامه ریزی و شناسایی امکانات و منابع

Archive of SID

www.SID.ir

بالقوه و بالفعل شان مـی باشـند(امانپور و همکـاران،۱۳۹۲: ۱۰۶). بـیش از ۸۰ درصـد داده‌هـا و اطلاعات مورد استفاده جهت اتخاذ تصمیم، دارای ماهیـت و جنبـه‌هـای مکـانی و البتـه زمـانی هستند(محمدی، ۱۳۸۶، ج۴: ۳۷). هدف نهایی از به‌کارگیری سامانه اطلاعات جغرافیایی فراهم کردن پشتیبانی بـرای تصـمیم گیـری‌هـای مکـانی اسـت(مخـدوم و همکـاران، ۱۳۹۰: ۲۱۸). قابلیت‌های سامانه اطلاعات جغرافیایی پشتیبانی از تصـمیم گیـری‌هـای مکـانی را مـی‌تـوان در بستری از فرایند تصمیم گیری مکانی مورد تحلیـل قـرار داد. جهـت مکـان یـابی نیروگـاه‌هـای خورشیدی نیز با استفاده از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی و روش‌هـای تصـمیم گیـری مکـانی تحقیقاتی در داخل و خارج از کشور صـورت گرفتـه اسـت. از جملـه گـروه محـیط زیسـت سـابا (۱۳۸۱ و ۱۳۸۲) پروژه‌هایی را بـه منظـور مکـان یـابی نیروگـاه حرارتـی بـا اسـتفاده از سـامانه اطلاعات جغرافیایی اجرا نموده که ضعف پـروژه‌هـای مزبـور در تلفیـق نقشـه‌هـای معیـار بـدون وزندهی به آن ها و یکسان در نظر گرفتن کلیه معیارها اسـت همچنـین بسـیاری از منـاطق کـه شاید یکی از شرایط احداث نیروگـاه را دارا نبـوده‌انـد حـذف شـده‌انـد. اسـفندیاری و همکـاران (۱۳۹۰) پروژه ای را برای مکان یابی نیروگاه خورشیدی در استان خوزستان اجرا نمـوده‌انـد. آن ها در تحقیق خود، بیش تر پارامترهای اقلیمی ساعات آفتابی، ابرناکی آسـمان، روزهـای گـرد و غبار، رطوبت نسبی، بارش سالانه و ارتفاع را مد نظر قرار داده از روش درجه بندی لایه‌ها را وزن داده و با قاعده همپوشانی شاخص تلفیق لایه‌ها را انجام داده‌انـد. Breyer و knies (۲۰۰۹) بـر پایه داده‌های تابش خورشیدی جهانی که توسط ناسـا بـا اسـتفاده از تصـاویر سـنجش از دور در اندازه پیکسل‌های ۱۱۰کیلومتر در ۱۱۰کیلومتر تهیه می‌شـود و همچنـین معیارهـای جمعیـت، نزدیکی به خطوط انتقال نیرو و حداقل زمین مورد نیاز در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی بـه مکـان یـابی نیروگـاه خورشـیدی پرداختـه از شـمال آفریقـا را مناسـب جهـت احـداث نیروگـاه خورشیدی تشخیص داده‌اند Janke (۲۰۱۰) انرژی‌های پایدار را از دیـدگاه‌هـای گونـاگون مـورد بررسی قرار داده و به تبیین مزایای انرژی‌های پایدار پرداخته و بـا اسـتفاده از معیارهـای جـاده، عوارض آبی، پتانسیل باد، کاربری اراضی، فاصله از شهر، تراکم جمعیت، فاصله از خطـوط انتقـال نیرو، فاصله از جاده ونقشه محدودیت معیارهای خود را بین صفر و یک طبقه بندی مجدد کـرده و با استفاده از روش همپوشانی شاخص مدل سازی در سامانه اطلاعات جغرافیـایی بـرای مکـان یابی نیروگاه‌های انرژی پایدار را انجام داده است Charabi و Gastli (۲۰۱۱) معیارهـای تـابش، نقشه محدودیت و داده نزدیکی به راه را مهم ترین عوامل در ایجاد نیروگاه خورشیدی در کشـور عمان تشخیص داده‌اند سپس لایه‌های فازی این معیارها را ایجاد کـرده و بـا اسـتفاده از تحلیـل

Archive of SID

www.SID.ir

سلسله مراتبی وزن لایه‌ها را استخراج نموده و در سامانه اطلاعات جغرافیایی نقشه مناطق مناسب جهت احداث نیروگاه خورشیدی را ایجاد نموده‌اند Olufemi و همکاران(۲۰۱۲) با معیارهای جمعیت، شیب، گسل، مناطق در معرض زمین لغزش، مناطق سیلابی، رود، مناطق تحت حفاظت محیط زیستی، مناطق ممنونه مانند منطقه نظامی و فرودگاه، گنبدهای نمکی، آبخوآن ها، نزدیکی به خطوط راه آهن و راه‌های دریایی، نزدیکی به خطوط انتقال نیرو و تابش خورشیدی و وزن دهی به روش تحلیل سلسله مراتبی و در نهایت رتبه بندی مناطق مکآن های مستعد جهت احداث نیروگاه خورشیدی، نیروگاه اتمی، نیروگاه ذغالی و نیروگاه با سوخت دیگر را شناسایی کرده‌اند Dawson و Lucas (۲۰۱۲) مهم ترین عامل در مکان یابی نیروگاه خورشیدی حرارتی را تابش مستقیم خورشید دانسته‌اند. آن ها معیارهای تابش خورشیدی و حداقل بودن ۲۰۰۰ کیلو وات ساعت در متر مربع در سال، شیب زمین کم تر از دو درصد، حداقل زمین در دسترس ۲۰۰۰۰ هزار متر مربع، نزدیکی به شبکه‌های زیر بنایی راه و خطوط انتقال نیرو، نزدیکی به منبع جای گزین 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. روش‌های موجود برای تصمیم گیری‌های مکانی متعدد می‌باشند با این وجود هر کدام مزایا و معایبی دارند. اصل اساسی در قاعده‌ی تاپسیس بر این است که گزینه انتخابی کم-ترین فاصله مکانی را از ایده آل مثبت و بیش ترین فاصله مکانی را از ایده آل منفی داشته باشد. منطق فازی نیز به عنوان یکی از روش‌های هوشمند ابزاری توانمند برای حل مسائل مربوط به سامانه‌های پیچیده که درک آن ها مشکل است بشمار می‌آید(Jiang & Eastman, 2000, 177). استان هرمزگان در جنوب ایران قرار گرفته، رشد جمعیت و صنعت از یک طرف و بالا رفتن سطح زندگی از طرف دیگر موجب افزایش تقاضای بیش تر انرژی الکتریکی شده (بهشتی فر و همکاران، ۱۳۸۹: ۵۸۵). که تلاش‌هایی را جهت تامین آن می‌خواهد. قسمت اصلی تامین انرژی برق در این استان تنها بر عهده دو نیروگاه بخار بندرعباس ونیروگاه گازی خلیج فارس است و سهم کوچکی نیز با نیروگاه‌های دیزلی تامین می‌شود. تولید برق در استان ۱۱۰۱۱ میلیون کیلو وات ساعت در سال بوده در حالی که نیاز مصرف در استان حدود ۲۰۷۱۰ میلیون کیلو وات ساعت تخمین زده شده است که نشان از کمبود تولید برق در استان دارد. کمبود برق در این استان به وسیله ی استآن های همسایه از طریق شبکه سراسری برق تامین می‌شود. از راه‌های تامین انرژی الکتریکی مورد نیاز احداث نیروگاه‌های برق که سوخت آن ها با

Archive of SID

www.SID.ir

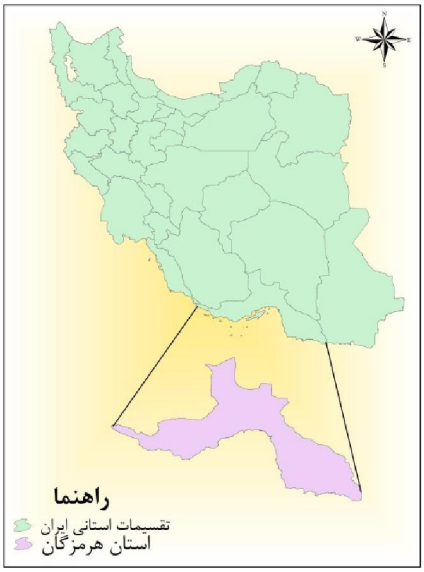
استفاده از انرژی‌های پایدار تامین می‌گردد، به خصوص انرژی خورشیدی است. با توجه به این که این استان در عرض جغرافیایی پایینی قرار گرفته پتانسیل بالایی برای استفاده از انرژی خورشیدی دارد. مقرون به صرفه بودن احداث نیروگاه‌های تولید برق جدید لزوم برنامه ریزی دقیق و استفاده از فن آوری های نو را ضروری می‌سازد. شناسایی مناطق مستعد برای احداث نیروگاه خورشیدی با استفاده از تحلیل‌های تصمیم گیری چند معیاره و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی می‌تواند نتایج بهینه ای را ارائه نماید. با مشخص شدن مناطق واجد شرایط و پیشنهاد برای احداث نیروگاه‌های خورشیدی حرارتی می‌توان راه را برای توسعه پایدار استان با استفاده از انرژی‌های پایدار هموار نمود. در مساله مکان یابی انتخاب معیارها مهم می‌باشد در تحقیقات گذشته بیش تر بر روی پتانسیل یابی انرژی خورشیدی تمرکز شده و تناسب مناطق کم تر مورد توجه قرار گرفته عواملی که در این پژوهش در نظر گرفته شده‌اند با در نظر گیری سه دیدگاه محیط زیستی، اقتصادی و اجتماعی- فرهنگی و همچنین تحقیقات گذشته که امکان تهیه داده‌های آن ها فراهم بوده، می‌باشد. اهداف این تحقیق شامل: الف) شناسایی مکآن-های مناسب برای احداث نیروگاه خورشیدی حرارتی در استان هرمزگان ب) ارزیابی روش تاپسیس فازی در مکان یابی نیروگاه خورشیدی حرارتی در استان هرمزگان.

۲- مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه بخش وسیعی از استان هرمزگان در حدفاصل 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 و مساحت۶۸۸۳۶کیلومتر مربع در آب و هوای گرمسیری قرار گرفته است. بر طبق آخرین سرشماری نفوس و مسکن سال۱۳۹۰جمعیت منطقه مورد مطالعه بیش از ۱۵۰۰۰۰۰ نفر است که حدود سه درصد جمعیت کشور را شامل می شوند. این منطقه در عرض‌های جغرافیایی پایین قرار گرفته که این امر سبب بالا بودن درجه حرارت در اکثر ماه های سال شده است. بین عرض جغرافیایی مناطق شمالی و جنوبی اختلاف چندانی وجود ندارد (اختلاف حدود دو نیم درجه) به همین دلیل اختلاف تابشی و گرمای چندانی در آن دیده نمی‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران
(منبع نویسندگان)

۲-۲ -معیارهای مؤثر در مکان یابی نیروگاه‌های خورشیدی

گام اول در شناسایی مناطق مشخص نمودن معیارهای دخیل در امر مکان یابی نیروگاه-ها و سپس رتبه بندی این معیارها می باشد(Jiang and Eastman. 2000, 177). در این مطالعه با توجه به سه دیدگاه محیط زیست، اقتصادی و اجتماعی- فرهنگی بر اساس مطالعات پژوهشگران گذشته، نظر کارشناسان اداره برق استان هرمزگان و شناختی که از محیط استان بر اساس مطالعات جغرافیایی به دست آمد معیارهایی که امکان تهیه داده ومدل کردن آن ها وجود داشت انتخاب گردیدند. عواملی که در این پژوهش استفاده می شود عبارت‌اند از:۱- ساعات آفتابی ۲-شیب ۳-فاصله از مناطق جمعیتی ۴-فاصله از راه‌ها ۵-فاصله از خطوط انتقال نیرو ۶-کاربری اراضی ۷- لایه محدودیت

۲-۲-۱-مراکز جمعیتی

مصرف کننده‌های عمده انرژی الکتریکی شهرها، روستاها و شهرک‌های صنعتی می‌باشند نزدیکی نیروگاه به مراکز بار مصرف مشخصه مهمی است و توجه به پراکندگی مکانی مصرف-

Archive of SID

www.SID.ir

کننده‌ها 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 تهیه شده به وسیله‌ی سازمان نقشه‌برداری استفاده شد و از تابع Buffer در نرم‌افزارArcGIS10 و بر حسب عکس فاصله از نقاط جمعیتی ارزش گذاری صورت گرفت. جدول شماره یک چگونگی طبقه بندی مجدد فاصله از نقاط جمعیتی را در مقیاس‌های مختلف نشان می‌دهد.

جدول شماره (۱): فواصل و نحوه طبقه بندی مجدد مراکز جمعیتی

فاصله از شهر (متر)	ارزش دهی رتبه ای	اعداد فازی مثلثی		
		A	B	C
۶۰۰۰۰<متر	۱	۰	۰	۰,۲
۶۰۰۰۰-۳۰۰۰۰متر	۲	۰,۱	۰,۳	۰,۵
۳۰۰۰۰-۱۵۰۰۰متر	۳	۰,۴	۰,۶	۰,۹
۱۵۰۰۰>	۴	۰,۸	۱	۱

(منبع: پرسشنامه تحلیل سلسله مراتبی تهیه شده نویسندگان)

۲-۲-۲ -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 پرسنل و پشتیبانی از نیروگاه کاهش یابد. با استفاده از نقشه، تمام خطوط حمل و نقل در نرم‌افزار Arc GIS 10 رقومی گردید اما به لحاظ اینکه ممکن است نقشه راه‌های موجود به هنگام نباشند با استفاده از تصاویر ETM^{+} مربوط به سال۲۰۱۱ و تصاویر مربوط به گوگل ارث به صورت تفسیر چشمی به هنگام گردید.

جدول شماره (۲): فواصل از شبکه راه‌هاو نحوۀ وزندهی به آن ها

فاصله‌ازشبکه راه‌ها(متر)	ارزش دهی رتبه ای	فازی		
		A	**B**	**C**
۴۰۰۰۰ >	۱	۰	۰	۰,۲
۴۰۰۰۰- ۵۰۰۰	۲	۰,۱	۰,۳	۰,۵
۵۰۰۰ - ۱۰۰۰	۳	۰,۴	۰,۶	۰,۹
۱۰۰۰ <	۴	۰,۸	۱	۱

(منبع: پرسشنامه تحلیل سلسله مراتبی تهیه شده نویسندگان)

Archive of SID

www.SID.ir

۲-۲- ۳ - لایه‌ی شیب زمین

شیب، میزان تغییر ارتفاع در جهت نزول را 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 آن ها از هم برای هر یک از سلول‌ها محاسبه می‌شود. در این تحقیق مدل رقومی ازتفاع با استفاده از با توابع و فیلترهای موجود در نرم افزار با خطوط تراز نقشه‌های توپوگرافی مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ در نرم‌افزار ARCGIS10 تهیه شد و سپس رفع خطا گردید، پس از آن با استفاده از تابع slope نقشه شیب منطقه استخراج شد. نحوه ارزش دهی شیب در مقیاس‌های مختلف در جدول سه آمده است.

جدول شماره (۳): طبقات شیب زمین و نحوهٔ وزندهی طبقات

طبقات شیب زمین (درصد)	ارزش دهی رتبه ای	فازی		
		A	B	C
۱۰>	۱	۰	۰	۰,۲
۶-۱۰	۲	۰,۱	۰,۳	۰,۵
۲-۶	۳	۰,۴	۰,۶	۰,۹
۲<	۴	۰,۸	۱	۱

(منبع: پرسشنامه تحلیل سلسله مراتبی تهیه شده نویسندگان)

۲-۲-۴ - لایهٔ کاربری اراضی

با توجه به اینکه احداث نیروگاه‌های خورشیدی در کاربری‌ها متفاوت هزینه‌های متفاوتی کند و در تمام کاربری‌ها امکان احداث وجود ندارد بنابراین هدف از طبقه‌بندی در این تحقیق تهیهٔ نقشهٔ کاربری زمین می‌باشد. نقشه کاربری زمین بیانگر چگونگی استفاده از یک قطعه زمین می‌باشد (همانند زمین‌های کشاورزی، مسکونی و نواحی جنگلی) داشتن اطلاعات صحیح از کاربری اراضی برای هر نوع فعالیت و برنامه‌ریزی در سطح کشور ضروری می‌باشد. لایهٔ 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 به هنگام شد. با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای به روز شد بدین صورت که یکی از کاربردهای سنجش از

Archive of SID

www.SID.ir

دور شناسایی و تفکیک پدیده‌های زمینی و قرار دادن آن ها در گروه‌ها و یا طبقات مشخص می‌باشد.

جدول شماره (۴): کاربری اراضی و وزن دهی طبقات

کاربری زمین	ارزش دهی رتبه ای	فازی		
		A	B	C
جنگل متراکم، مخلوط باغ و جنگل مصنوعی، شهر و روستا، مخلوط زراعت آبی و باغ، ذخایر سطحی آب، زراعت آبی، جنگل‌های حرا	۱	۰	۰	۰,۲
زراعت دیم، زراعت آبی، اراضی مرطوب با پوشش مرطوب، بیشه زار و بوته زار، عرصه آبخوان	۲	۰,۱	۰,۳	۰,۵
اراضی دیم و مرتع با پوشش کم تراکم	۳	۰,۴	۰,۶	۰,۹
مراتع خیلی کم تراکم، اراضی بایر و شور، اراضی فاقد پوشش گیاهی	۴	۰,۸	۱	۱

(منبع: پرسشنامه تحلیل سلسله مراتبی تهیه شده نویسندگان)

۲-۲-۵ – ساعت آفتابی

برای تهیه لایه ساعات آفتابی از مجموع ساعات آفتابی سالانه ایستگاه‌های هواشناسی استفاده شد. به این منظور از ۱۳ ایستگاه موجود در استان و اطراف آن جهت درون یابی و تخمین ساعت آفتابی استفاده شده است. جدول شماره پنج ساعات آفتابی و نحوهٔ وزن دهی به طبقات مختلف آن در مقیاس‌های مختلف را نشان می‌دهد.

جدول شماره(۵): ساعات آفتابی و نحوهٔ وزندهی طبقات مختلف

مجموع ساعات آفتاب در سال	ارزش دهی رتبه ای	فازی		
		A	B	C
<۳۲۰۰	۱	۰	۰	۰,۲
۳۲۰۰-۳۲۵۰	۲	۰,۱	۰,۳	۰,۵
۳۲۵۰-۳۳۰۰	۳	۰,۴	۰,۶	۰,۹
۳۳۰۰>	۴	۰,۸	۱	۱

(منبع: پرسشنامه تحلیل سلسله مراتبی تهیه شده نویسندگان)

Archive of SID

www.SID.ir

۲-۲-۶ – 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 که افزایش این خطوط علاوه بر بالا بردن هزینه پروژه، باعث تلفات برق تولید شده در شبکه نیز می‌گردد. این لایه از خطوط برداشت شده اداره برق منطقه ای استان هرمزگان تهیه شد. در جدول شماره شش نحوه حریم گذاری و ارزش دهی فواصل از خطوط انتقال نیروی برق استان آورده شده است.

جدول شماره (۶) نحوه حریم گذاری فاصله از خطوط انتقال نیرو

فواصل از خطوط انتقال نیرو	ارزش دهی رتبه ای	فازی		
		A	B	C
>۶۰۰۰۰	۱	۰	۰	۰,۲
۳۰۰۰۰-۶۰۰۰۰	۲	۰,۱	۰,۳	۰,۵
۱۵۰۰۰۰-۳۰۰۰۰	۳	۰,۴	۰,۶	۰,۹
>۱۵۰۰۰	۴	۰,۸	۱	۱

(منبع: پرسشنامه تحلیل سلسله مراتبی تهیه شده نویسندگان)

۲-۲-۷ –لایه محدودیت‌ها

برای تهیه‌ی لایه محدودیت‌های منطقه مورد مطالعه، ابتدا تمام لایه‌هایی که امکان ایجاد محدودیت را داشتند به صورت بولین درآمدند، سپس با اعمال عملگر OR بین تمام لایه‌ها، لایه محدودیت‌ها حاصل شد. محدودیت‌های در نظر گرفته شده این تحقیق از نوع غیرقابل جبران می‌باشند که در نهایت بایستی از نقشه‌ی خروجی کم شوند. جدول شماره هفت مشخص کننده محدودیت‌های در نظر گرفته این تحقیق می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول شماره(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

منبع: پیشنهاد نویسندگان

۲-۳ – روش تاپسیس فازی

بسیاری از تصمیم ها دارای معیار های گوناگون کمی و کیفی بوده این نوع تصمیم ها را تصمیم گیری چند معیاره می نامند. مدل تاپسیس از مدل های چند معیاره محسوب می گردد که در این مدل معیارها توسط صفات تعریف می گردند(مشکینی و همکاران، ۱۳۹۰، ۷). روش تاپسیس در سال۱۹۸۱ توسط هوانگ و یون ارائه شد. اصل اساسی تاپسیس بر این است که گزینه انتخابی کم ترین فاصله را از ایده آل مثبت و بیش ترین فاصله را از ایده آل منفی داشته باشد. گزینه‌های گوناگون J باA_j,...,A_2 ,A_1 نشان داده می‌شود. گزینه‌های مختلف A_j وزن i ام با f_{ji} نشان داده می‌شود. برای مثال f_{ji} مقدار i امین معیار برای گزینه‌ی A_j می‌باشد. n تعداد معیارها می‌باشد. روش تاپسیس با مراحل زیر قابل اجرا می‌باشد(Chen, & Tsao, 2008: 1417).

مرحله اول- محاسبه‌ی ماتریس تصمیم: ماتریس تصمیم نرمال شده که با رابطه یک تعریف می‌شود:

رابطه(۱)

$$r_{ij} = \frac{f_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{j} f_{ij}^2}} \qquad j=1,2,3,\ldots,j \qquad i=1,2,3,\ldots,n$$

مرحله‌ی دوم-محاسبه ی ماتریس تصمیم وزن دار: مقدار نرمال شده‌ی وزن دارv_{ji} از رابطه‌ی دو به دست می‌آید:

Archive of SID

www.SID.ir

رابطه(۲)

$$\sum_{i=1}^{n} w_i = 1$$

$$v_{ji} = w_i * r_{ij}$$

مرحله‌ی سوم : تعیین ایده آل و ایده آل منفی:

$A^* = \{v^*_1 , \dots , v^*_i\} = \{(Max_j v_{ji}) | i \in I\square), (Min_j v_{ji}) | i \in I'')\}$

$A^- = \{v^-_1 , \dots , v^-_i\} = \{(Min_j v_{ji}) | i \in I\square), (Max_j v_{ji}) | i \in I'')\}$

مرحله‌ی چهارم-محاسبه ی فاصله‌ها : با استفاده ازفرمول فاصله‌ی اقلدیسی فاصله‌ی هر گزینه را از ایده آل مثبت را طبق رابطه سه به دست می‌آوریم.

رابطه(۳)

$$D_j^* = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} (v_{ij} - v_i *)} \text{^}2$$

J=1, 2,3,..j

به طریق مشابه فاصله از ایده آل منفی را طبق رابطه چهار به دست می‌آوریم.

رابطه(۴)

$$D_j^- = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} (v_{ij} - v_i^-) \text{^}2} \qquad J=1,2,3,\dots,j$$

مرحله‌ی پنجم- محاسبه‌ی نزدیکی نسبی به ایده آل : نزدیکی نسبی گزینه‌یA_j به صورت رابطه پنج تعریف می‌شود.

$$CC_j^* = \frac{D_j^-}{D_j^* + D_j^-} \qquad j=1, 2, 3,\dots, n \qquad \text{رابطه(۵)}$$

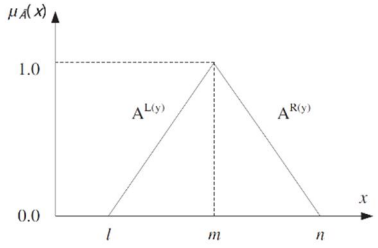
مرحله‌ی ششم : رتبه بندی کردن گزینه‌ها: برای اینکه نتیجه به دست آمده از این روش با نتایج روش‌های دیگر قابل مقایسه باشد باید استانداردسازی صورت گیرد(اصغر پور، ۱۳۸۱: ۳۱۴). و پس از عمل استانداردسازی نقشه خروجی نهایی حاصل خواهد شد. پس از به دست آمدن نقشه نهایی، برای حذف نقشه محدودیت‌ها بین دو نقشه عملگر ضرب اعمال می‌شود.

نظریه فازی را پرفسور لطفی زاده ارائه داد البته اشکالاتی بر این نظریه وارد کرده‌اند از جمله: ۱-برای پیاده سازی منطق فازی به هر مقدار و هر شی ء فقط یک تابع عضویت می‌توان نسبت داد. ۲-منطق فازی بین موقعیت‌هایی که در مورد یک پدیده اطلاعات کافی در اختیار نیست و یا شواهد له و علیه برای اثبات آن وجود ندارد(Olufemi et al, 2012: 297). تئوری فازی در تعمیم مجموعه‌های کلاسیک با زنجیره ای از تابع عضویت‌ها بیان شده است که

Archive of SID

www.SID.ir

اختصاص هر شی به طبقه ای با عضویت یک و صفر بیان می‌شود. برخی مواقع برای تصمیم گیـر مشکل است تا یک وزن قطعی و دقیق به یک گزینه در یک معیار اختصاص دهد در این صـورت می‌توان از روش فازی استفاده کرد در این تحقیق ز اعداد فازی مثلثی جهت ارزش دهی مجـدد طبقات استفاده شد. در این تحقیق بدلیل خطی بودن معیارهای فاصله ای ا از اعدا فازی مثلثـی (TIF) برای عضویت پیکسل‌ها به طبقه خاص استفاده شده است تابع مذکور در شکل دو آورده شده است.



شکل۲- تابع فازی مثلثی

پس از فازی نمودن معیارها هر معیار وزن دهی می شود. هدف از وزن دهی پیـدا کـردن اهمیت هر معیار نسبت به معیار دیگر است. وزن معیارها در این تحقیـق بـا توجـه بـه میـانگین نظرات کارشناسان و متخصصین سه دیدگاه با استفاده از روش تحلیل سلسله مراتبـی بـه دسـت آمد بدین صورت که چندین کارشناس که هرکدام در رشته‌ای مرتبط با دیـدگاه‌هـای اقتصـادی، زیست محیطی و اجتماعی-فرهنگی متخصص بودند پرسشنامه ای قرار داده شـد و بعـد از دادن توضیحات لازم از آن ها خواسته شد به مقایسه دو بـه معیارهـا عـددی بـین یـک تـا نـه را کـه نشان‌دهنده ارجحیت معیارها نسبت به هم هسـت دهنـد. سـپس میـانگین نظـرات آن هـا وارد نرم‌افزار شده و وزن نهایی هر معیار به دست آمد.

۳-یافته ها

پس از ایجاد پایگاه داده مکانی با توجه به نیازهای اطلاعاتی و تحلیلی فرآیند مدل سازی فضایی روی داده ها انجام شد. وزن هر لایه با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی به دست آمد این این فرایند بر مبنای سه اصل تجزیه، قضاوت تطبیقی و سنتز اولویت ها می باشد(احمدی و همکاران۱۳۹۰: ۲۴۲). وزن لایه ها پس از جمع آوری پرسشنامه و اجرای مدل بر طبق جدول هشت به دست آمد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول شماره (۸): وزن هر معیار در مکان یابی نیروگاه خورشیدی

کاربری اراضی	شیب	جمعیت	نزدیکی به راه	ساعات آفتابی	نزدیکی‌به خطوط انتقال
۰,۰۶۳	۰,۱۰۸	۰,۴۰۹	۰,۱۵۱	۰,۰۲۹	۰,۲۴

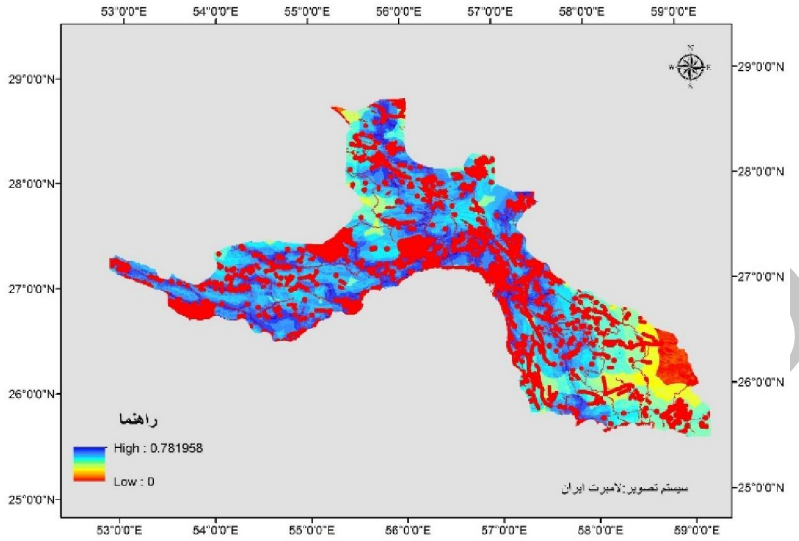
منبع: نتایج نویسندگان

پس از محاسبه وزن نهایی هر لایه، نرخ ناسازگاری که برابر با چهار صدم به دست آمد که عدد قابل قبولی برای تعیین اهمیت معیارهای مختلف تلقی می‌شود. در مرحله بعد لازم بود تا لایه های اطلاعاتی با هم ترکیب شوند، روش های مختلفی برای ترکیب لایه های اطلاعاتی وجود دارد که در پژوهش از روش تاپسیس برای تلفیق لایه های مختلف اطلاعاتی استفاده شده است. برای پیاده سازی این روش پس از فازی سازی لایه‌ها با استفاده از اعداد تعریف شده از تمامی لایه‌های اطلاعاتی فازی دو لایه ایده آل و ایده آل منفی به دست آمد.

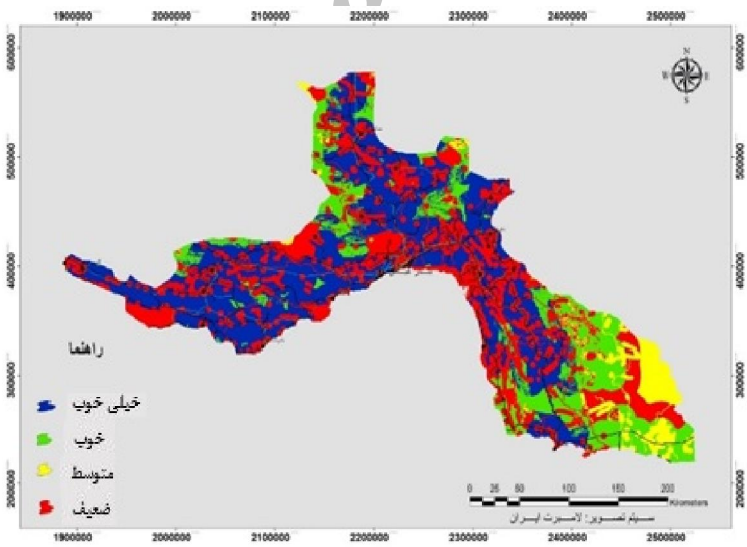
پس از به دست آوردن این لایه‌ها فاصله هر لایه اطلاعاتی فازی از ایده‌آل و ایده‌آل منفی مربوطه محاسبه می‌شود و لایه‌های حاصله به صورت جداگانه با یکدیگر ترکیب می شوندو در نهایت این دو لایه با هم میزان مشابهت هر گزینه به ایده آل یعنی لایه نزدیکی نسبی به ایده‌آل را منتج می‌کنند. پس از اجرای قاعده تصمیم گیری تاپسیس فازی نتیجه در تصویر نقشه شماره دو نشان داده شده است. پس از تلفیق ارزش هر سلول مشخص شد، برای دست پیدا کردن به نتیجه بهتر با استفاده از روش شکست های طبیعی کل سرزمین بر اساس نقشه پهنه-بندی به چهار طبقه نهایی تقسیم بندی شد این روش برای تعیین بهترین آرایش ارزش‌ها به طبقات مختلف طراحی شده است. این روش به دنبال به حداقل رساندن انحراف متوسط هر طبقه از طبقه میانگین و به حداکثر رساندن انحراف هر کلاس از میانگین کلاس‌های دیگر است؛ به عبارت دیگر این روش طبقه‌بندی داده به دنبال کاهش واریانس در کلاس‌ها و به حداکثر رساندن واریانس بین طبقات است.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۳-تصویر نقشه رتبه بندی نهایی مناطق با اجرای روش تاپسیس فازی جهت احداث نیروگاه خورشیدی حرارتی
منبع: نتایج نویسندگان



شکل۴- تصویر نقشه طبقه بندی نهایی مناطق با اجرای روش تاپسیس فازی جهت احداث نیروگاه خورشیدی حرارتی
منبع: نتایج نویسندگان

www.SID.ir

جدول(۹): مساحت مناطق طبقه‌بندی شده با روش تاپسیس فازی

خیلی خوب	خوب	متوسط	ضعیف
۱۸۳۰۸,۴کیلومتر مربع	۱۹۸۱۷,۹۲کیلومتر مربع	۸۱۱۶,۴۲کیلومتر مربع	۲۱۳۰۸,۴۲کیلومتر مربع

منبع: نتایج نویسندگان

۴-بحث و نتیجه‌گیری

توجه به نگرانی‌های در خصوص آلودگی‌های محیط زیست و پایان پذیر بودن انرژی‌های فسیلی روی آوردن به انرژی‌های پایدار مد نظر قرار گرفته است(Wakeyama, 2010, 62 &Harams). در تحقیقات گذشته که تا کنون در ایران و دیگر کشورها برای مکان یابی نیروگاه‌های انرژی پایدار صورت گرفته به صورت جدی از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی استفاده نشده است. اغلب شرکت‌های مشاور با بازدید زمینی و انتخاب چندین مکان بر اساس نظر کارشناسان خود آن ها را رتبه بندی می‌نمایند. در پروژه‌های انجام شده توسط سازمان بهره‌وری انرژی نیز تعداد محدودی از عوامل در مکان یابی دخالت داده شده‌اند و از مدل بولین برای تلفیق لایه‌ها استفاده شده است. در سطح جهانی نیز بیش تر تحقیقاتی که انجام شده بدنبال پتانسیل سنجی مناطق جهت احداث نیروگاه خورشیدی بوده است و کم تر به تناسب مکان پرداخته شده و بیش تر از عوامل محیطی در تصمیم گیری مکانی استفاده شده و عوامل انسانی که بسیار مهم نیز می‌باشند مد نظر قرار نگرفته است. با توجه به پتانسیل‌های بالای استان هرمزگان در صورتی که مناطق مناسب جهت احداث نیروگاه‌های خورشیدی شناسایی شوند به گونه ای که کلیه شرایط و معیارها قابل دسترس در انتخاب مکان در نظر گرفته شوند، می‌توان مکان بهینه ای را شناسایی کرد که با احداث نیروگاه خورشیدی در آنجا علاوه بر کاهش هزینه‌های استفاده از سوخت‌های فسیلی و اثرات منفی زیست محیطی در حد قابل قبولی اقدام نمود. انرژی خورشیدی به فاکتورهای هواشناسی، جغرافیایی، اقلیمی و فرا جوی بستگی دارد. استان هرمزگان بیش تر در طول جغرافیایی گسترده شده و از اختلاف عرض جغرافیایی زیادی برخوردار نیست. متاسفانه ایستگاه‌های 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. متوسط واقعی ساعات آفتابی منطقه حدود ۳۲۰۰ ساعت در سال می‌باشد که عدد خوبی برای بهره برداری از انرژی خورشید می‌باشد. در این تحقیق مناطق مناسب جهت احداث نیروگاه خورشیدی با توجه به معیارهای محیطی و انسانی در استان هرمزگان رتبه بندی شدند. در شناسایی مناطق مستعد احداث سازه‌های جهت بهره برداری

Archive of SID

www.SID.ir

انرژی خورشیدی مهم ترین عامل تابش در نظر گرفته شده بود اما در این تحقیق ثابت گردید با توجه منطقه و شرایط محلی باید وزن معیارها را تعریف نمود. در استان هرمزگان با توجه به شرایط آن، بیش‌ترین وزن و درجه اهمیت درتصمیم‌گیری متعلق به معیار جمعیت هست. در سایر معیارها تفاوت‌هایی معنی داری وجود داشت. 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. با در این تحقیق با شناسایی معیارهای محیطی و انسانی با روش تاپسیس فازی رتبه بندی گزینه‌های مکانی بکار گرفته شد ونشان داده شد که بر اساس دیدگاه‌های مختلف به نظر می‌رسد بتوان مکان های اولیه به دست آمده از این تحقیق را به عنوان انتخاب اولیه برای احداث نیروگاه خورشیدی حرارتی در نظر گرفت و با فرض احداث نیروگاه در آن محل وضعیت تولید برق را در استان بهبود بخشید. گزینه‌های مشخص شده به عنوان گزینه برتر به وزن دهی معیارها و قواعد تصمیم مورد استفاده در روند تصمیم گیری بستگی دارد؛ بنابراین ویژگی‌های مساله تصمیم گیری و روش‌های ترکیب و ایجاد سناریو می‌بایست در انتخاب گزینه برتر مد نظر قرار گیرد. مزایای روش تاپسیس فازی در شناسایی مناطق مستعد احداث نیروگاه‌های خورشیدی حرارتی را می‌توان به این صورت خلاصه کرد: الف) تحلیل چند معیار متعارض و ناسازگار را با هم آسان کرد. ب) به تصمیم گیر این امکان داده شد تا مساله‌ای که در آن تعدای گزینه مطرح است حل کرده و مجموع گزینه‌ها را تا یک اندازه معنی دار کاهش دهد. ج) این روش داده‌های مکانی و غیر مکانی و اولویت‌های تصمیم-گیران را با هم ترکیب کرد. نتایج حاصل از اجرای این روش مناطق مناسبی با درجات مختلف را جهت احداث نیروگاه خورشیدی حرارتی مشخص نموده که درصد انطباق بالایی با گزینه‌های ایده آل سه معیار اصلی که حدود ۸۰ درصد وزن معیارها را دارند، داشته استنتایج این تحقیق نشان داد. با توجه به محدود بودن منابع فسیلی، افزایش حامل‌های سوخت در ایران، مزایای انرژی‌های پایدار مطالعات مربوط به بررسی مکآن های مستعد نیروگاه‌های انرژی پایدار اعم از خورشیدی، بادی، زمین گرمایی، جذر و مدی با استفاده از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی مفید خواهد بود. با توجه به این موضوع که مکان یابی نیروگاه‌های خورشیدی به صورت محلی می‌باشد و شاید در بررسی‌های مناطق بزرگ که گسترش عرض جغرافیایی زیادی دارند مهم-ترین عامل تابش خورشیدی است، به دست آوردن مقدار تابش بوسیله ی مدل های پیشنهادی و اخیرا با استفاده از فن آوری سنجش از دور می‌تواند نتایج دقیق تری را به دست آورد. همچنین می‌توان از دیگر روش‌های تصمیم گیری مکانی استفاده نموده و نتایج را با نتایج به

Archive of SID

www.SID.ir

دست آمده در این تحقیق مقایسه نمود. با توجه به اهیت کاربردی کردن تحقیق راهکارهای زیر پیشنهاد می شود:

الف – افزایش ایستگاه‌های اندازه‌گیری تابش خورشیدی

ب - شناسایی مناطق مستعد احداث سازه‌های جهت بهره برداری انرژی خورشیدی که دارای شرایط نزدیکی به خطوط انتقال نیرو و نزدیکی به راه ارتباطی

ج - مکان یابی نیروگاه‌های خورشیدی به صورت محلی

د – در مراحل بعدی به صورت شناساندن این روش در تهیه انرژی مورد نیاز ساکنان محل و بومی سازی این فناوری در محل های مناسب

ر – سرمایه گذاری دولت و ایجاد مشارکت بخش خصوصی برای راه اندازی ایستگاه های انرژی خورشیدی در منطقه

Archive of SID

www.SID.ir

منابع و مآخذ

۱. امانپور، س.، علیزاده، ه.، دامن باغ، ص. ۱۳۹۲ . ارزیابی میزان توسعه یافتگی شهرستان های استان کرمانشاه از لحاظ برخورداری از شاخص های خدمات شهری، فصلنامه آمایش محیط ملایر، ۷۳(۶) :۱۰۵-۱۲۷

۲. احمدی، ع، موحد، ع، شجاعیان، ع. ۱۳۹۱. ارائه الگوی بهینه مکان یابی فضای سبز با استفاده از GIS و روش AHP منطقه مورد مطالعه: منطقه ۷شهرداری اهواز، فصلنامه آمایش محیط ملایر،۱۵(۴):۱۴۷-۱۶۲

۳. بهشتی فر، س.، مسگری، م.، ولدان زوج، ج.، کریمی، م. ۱۳۸۹. استفاده از منطق فازی در محیط جی آی اس به منظور مکان یابی نیروگاه های گازی، نشریه مهندسی عمران و نقشه-برداری ، دوره۴۴، (۴): ۵۸۳-۵۹۵

۴. عزیزی، امید و همکاران. ۱۳۸۲. گزارش مکان یابی نیروگاه های حرارتی با در نظر گرفتن عوامل محیط زیستی با استفاده از جی آی اس ، سازمان سابا: ۱۶۶ص.

۵. محمدی، جهانگرد.، ۱۳۸۶. پدومتری، پلک، تهران، ۱۵جلد

۶. مشکینی، ا، حاصل طلب، م، پاینگ، م، علوی، ع، تعیین موقعیت بهینه ی فضا-مکانی پارکینگ های طبقاتی با رویکردMCDM-GIS مطالعه موردی منطقه شش شهرداری تهران، فصلنامه آمایش محیط ملایر، سال چهارم، شماره۱۳: ۱۳۹۰، ۲-۲۱

۷. مخدوم، مجید.، علی اصغر،درویش صفت، هوفر، جعفر زاده، رضا، مخدوم. ۱۳۹۰. ارزیابی و برنامه ریزی محیط زیست با سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی»، دانشگاه تهران، تهران

8. meda, F., Azeem A. 2013. Selection of the most appropriate package of solar home system using analytic hierarchy process model in rural areas of Bangladesh. Renewable Energy, 55(2), 6-11.
9. Breyer, c., knies, g. 2009. Global energy supply potential of concentrating solar power. Solar spaces, 19, 15-19.
10. Charabi, A., Gastli, Y. 2011. PV site suitability analysis, using GIS-based spatial fuzzy multi-criteria evaluation. Renewable Energy, 36, 2554-2561.
11. Chen, T., Tsao, C. 2008. The interval-valued fuzzy TOPSIS method and experimental analysis. Fuzzy Sets and Systems, 159, 1410 –1428.
12. Dawson, S., Lucas, P. 2012. Less is more: Strategic scale site suitability for concentrated solar thermal power in Western Australia. Energy Policy, 47, 91-101.

Archive of SID

www.SID.ir

13. Dutra R., Szklo A. 2010. Assessing long-teem incentive programs for implementing wind power in Brazil using GIS-based methods. Renewable Energy, 33, 2507- 2515.
14. Janke, J. 2010. Multicriteria GIS modeling of wind and solar farms in Colorado. Renewable Energy, 35, 2228-2234.
15. Jiang, H., Eastman R. 2000. Application of fuzzy measures in multi-criteria evaluation In GIS", International Journal of Geographic Information Systems, 142, 173-184.
16. Olufemi, A ., Omitaomu, K ., Brandon ,R. Blevins, C. Gary T., Stanton ,W. Hadley, J. Harrison, Budhendra, L., Amy N. 2012. Adapting a GIS-based multicriteria decision analysis approach for evaluating new power generating sites. Applied Energy, 96, 292-301.
17. Resch, G., Haas, R., Faber, T.2008. The future potential for renewable energies – Assessment of their realizable mid-term potential up to 2020 at global scale. Final report of a study on behalf of International Energy Agency. Renewable Policy Unit, Vienna Austria, 323.
18. Solomon S., Qin D. 2007. Manning M., Alley RB. Bentsen T., Bind off, NL. Et al, Technical summary In Climate change. New York, NY: Cambridge University Press, 742.
19. Stewart, B., Pullin, S., Coles, F.2007. Poor evidence-base for assessment of wind farm impacts on birds. Environmental Conservation, 34, 1–11.
20. Wakeyama, T. , Harams. 2010. Assessment of renewable energy using GIS a case study of Unzen city. Japan Institute of Energy, 88, 58-69.

Archive of SID

www.SID.ir