مدلسازی مکان یابی نیرو گاه های خورشیدی با استفاده از سیستم استنتاج گر فازی مطالعه موردی استان فارس

خلیل علی نژاد

دانشجو دکتری گروه جغرافیا دانشگاه آزاد اسلامی واحد لارستان، (نویسنده مسئول) khalilalinejhad57@gmail.com

محمد ابراهیم عفیفی

استادیار گروه جغراقیا دانشگاه آزاد اسلامی لارستان، لارستان ،afifi.ebrahim6353@gmail.com

چکیده

آلودگيهاي محيط زيستی، نوسانات قيمت و پايان پذير بودن منابع انرژي فسيلی مورد استفاده در نيروگاه ها باعث روي آوردن به منابع انرژي جايگزين شده است. انرژي خورشيدي ميتواند بهترين گزينه براي تامين انرژي در نيروگاه هاي توليد برق باشد. گام اول براي توسعه استفاده از انرژي خورشيدي، مکان يابی نواحی است که در آن انرژي خورشيدي در حد مطلوب است و ديگرشرايط لازم احداث نيروگاه را دارا ميباشد. استان فارس با قرار گرفتن در عرض جغرافيايی پايين، پتانسيل بالايی جهت بهره برداري از انرژي خورشيدي دارد. به اين منظور، ابتدا معيارهاي ساعات آفتابی، شيب، فاصله از مناطق جمعيتی، فاصله از راهها، فاصله از خطوط انتقال نيرو، کاربري اراضی و لايه محدوديت ها در نظر گرفته شد و اهميت آنها با روش تحليل سلسله مراتبی به دست آمد. سپس با استفاده از توابع فازي مثلثی لايه هاي اطلاعاتی فازي گرديده و در سامانه اطلاعات جغرافيايی تلفيق شدند. بر اساس اين روش شهرستان های لارستان وفسا واستهبان بيشتر ين پتانسيل را جهت استقرار نيرو گاه خورشيدی را دارد

کلمات کلیدی: نیروگاه خورشیدی، انرژی پاک ، مدل فازی، استان فارس

مقدمه

انرژي منشأ كليه فرايندهاي طبيعی و انسانی است[1]. رشد روزافزون مصرف انرژي الكتريكی و كم بودن توليد فعلی برق، احداث نيروگاههاي جديد را اجتنابناپذير ميسازد. در حال حاضر با دو چالش عمده جهت تأمين نياز برق با استفاده از سوختهاي فسيلی روبهرو هستيم: اول، پايانپذير بودن سوختهاي فسيلی و مهمتر از آن اثرات آلودگيهاي محيط زيستی كه استفاده از منابع فسيلی بر جاي ميگذارند[18]. بهمنظور تحقق مفهوم توسعه پايدار، تأمين زمينهاي براي برآورد انرژي موردنياز از طريق بررسی پتانسيل طبيعی هر منطقه ضروري هست. يكی از بهترين راههاي تأمين انرژي موردنياز، انرژي بادي است كه از طريق نصب توربينهاي بادي استحصال ميشود. توسعه سريع در فناوريهاي استحصال انرژي باد آن را به جايگزين مطمئنی براي دستگاههاي انرژي امروزه تبديل ساخته است [20]. طبق سناريوهاي تاييد شده، منابع نفتی ايران بعد از 43سال، منابع گاز بعد از 167سال و زغال سنگ بعد از 417سال ديگر به پايان خواهند رسيد[7]. استفاده از سوخت هاي فسيلی آلودگی هاي محيطی زيادي را به وجود آورده است. استفاده از انرژيهاي پايدار بخصوص انرژي خورشيدي ميتواند يكی از بهترين گزينهها براي جايگزينی سوخت هاي فسيلی باشد. انرژي خورشيدي رايگان است واستفاده از آن فناوري سادهاي ميخواهد از طرف ديگر، اثرات زيست محيطی نامطلوبی را كه سوختهاي فسيلی و حتی سوختهاي هستهاي به جا ميگذارند، ندارد. كشور ايران با وجود اينكه از سوختهاي فسيلی غنی است، خوشبختانه يكی از كشورهاي پر آفتاب دنيا نيز ميباشد. به رغم شرايط مناسب طبيعی تابش، بكارگيري انرژي خورشيدي در ايران ناچيز است. گام اول براي توسعه استفاده از انرژي خورشيدي، پتانسيل سنجی و بعد از آن، مكان يابی نواحی است كه در آن انرژي خورشيدي در حد مطلوب است و ديگر شرايط لازم احداث نيروگاه فراهم می باشد. در هر مرحله از مكانيابی، مطالعات مختلف از لحاظ زيست محيطی، اقتصادي، اجتماعی و فرهنگی انجام و با تلفيق نتايج در هر مرحله، محدوده مورد مطالعه كوچكتر و مكان بهينه براي

احداث معرفی میگردد. در این زمینه، تحقیقاتی درداخل وخارج از کشور صورت گرفته است از جمله گروه محیط زیست سابا (1381و1382) پروژهشهایی را به منظور مکان یابی نیروگاه حرارتی با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی اجرا نموده که ضعف پروژههاي مزبور در تلفیق نقشه ها بدون وزندهی آنهاست. (پلتکا و همکاران2007) مقادیر انرژیهاي تجدید پذیر از جمله انرژي خورشیدي را ارزیابی کرده اند و در پتانسیل یابی مناطق جهت احداث نیروگاه خورشیدي سهموي معیارهاي تابش، شیب زمین و حداقل مقدار زمین حدود 4500 متر مربع براي 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 (2009) بر پایه دادههاي تابش خورشیدي جهانی که ناسا آن را در پیکسل سایزهاي 110کیلومتر در 110کیلومتر با استفاده از تصاویر سنجش از دور تهیه میکند و همچنین معیارهاي جمعیت، نزدیکی به خطوط انتقال نیرو و حداقل زمین مورد نیاز در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی به مکان یابی نیروگاه خورشیدي پرداختهاند. نازلی یوکان (2009) براي کشور ترکیه با معیارهاي تابش خورشیدي، عوارض آبی، نزدیکی به خطوط انتقال نیرو، فرودگاه و مناطق حفاظت شده محیط زیستی نقشههاي فازي شده را تهیه کرده و سپس با استفاده از قواعد فازي و سامانه اطلاعات جغرافیایی، نقشه مناطق مناسب جهت احداث نیروگاه خورشیدي را تهیه کرده است. جیسن جرك (2010) از دیدگاههاي گوناگون انرژیهاي پایدار را مورد بررسی قرار داده و با استفاده از معیارهاي جاده، عوارض آبی، پتانسیل باد،کاربري اراضی، فاصله از شهر، تراکم جمعیت، فاصله از خطوط انتقال نیرو، فاصله از جاده و نقشه، محدودیت معیارهاي خود را بین صفر و یک طبقه بندي مجدد کرده و با استفاده از روش همپوشانی شاخص، مدلسازي در سامانه اطلاعات جغرافیایی براي مکان یابی نیروگاههاي انرژي پایدار را انجام داده است. چارابی و گستلی(2011) معیارهاي تابش، نقشه محدودیت و داده نزدیکی به راه را مهمترین عوامل در ایجاد نیروگاه خورشیدي در کشور عمان تشخیص دادهاند، سپس لایههاي فازي 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 خورشیدي را ایجاد نمودهاند. لهمن (2011) با استفاده از دادههاي تابش، نزدیکی به خطوط انتقال نیرو، ارتفاع، خطوط انتقال گاز، کاربري زمین، جایگاه نیروگاههاي فعلی، مناطق نظامی، مسیر حرکت پرندگان، مناطق سیل خیز، مناطق حفاظت شده محیط زیستی و زمینهاي خصوصی با استفاده از روش همپوشانی شاخص مناطق مناسب جهت احداث نیروگاه خورشیدي و بادي مشخص نموده و نشان میدهد که تصمیم گیري چند معیاره مکانی با سامانه اطلاعات جغرافیایی میتواند نقش بسزایی در مکان یابی نیروگاه خورشیدي داشته باشد. (اولفومی 5و همکاران 2011) با معیارهاي جمعیت، شیب، گسل، مناطق در معرض زمین لغزش، مناطق سیلابی، رود، مناطق تحت حفاظت محیط زیستی، مناطق ممنوعه مانند منطقه نظامی و فرودگاه، گنبد هاي نمکی، آبخوان ها، نزدیکی به خطوط راه آهن و راه هاي دریایی، نزدیکی به خطوط انتقال نیرو و تابش خورشیدي و وزن دهی به روش تحلیل سلسله مراتبی و در نهایت، رتبهبندي مناطق مکان هاي مستعد جهت احداث نیروگاه خورشیدي، نیروگاه اتمی، نیروگاه زغالی و نیروگاه با سوخت دیگر را شناسایی کرده اند. داوسن و شلتر در سال (2012) مهمترین عامل در مکان یابی نیروگاه خورشیدي حرارتی را تابش مستقیم خورشید دانسته اند. آنها معیارهاي تابش خورشیدي و حداقل بودن 2000کیلو وات ساعت در متر مربع در سال، شیب زمین کمتر از دو درصد، حداقل زمین در دسترس 20000هزار متر مربع، نزدیکی به شبکه هاي زیربنایی راه و خطوط انتقال نیرو، نزدیکی به منبع جایگزین براي ادامه کار نیروگاه، مقدار مصرف انرژي انتخاب کردهاند و معیارهاي خود را با استفاده از روش رتبه بندي وزن دهی کرده و با استفاده از قاعده تحلیل سلسله مراتبی مناطق غرب استرالیا را جهت احداث نیروگاه خورشیدي حرارتی رتبه بندي نمودهاند. با توجه به اینکه استان فارس در عرض جغرافیایی پایینی قرارگرفته، پتانسیل بالایی براي استفاده از انرژي خورشیدي دارا می باشد. هدف از این تحقیق، تعیین مناطق مستعد جهت استقرار نیروگاه هاي خورشیدي حرارتی با استفاده از منطق فازي در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی می باشد.

مواد و روش ها

استان فارس با وسعت 122608کیلومترمربع بین 27درجه و 01دقیقه تا 31درجه و 42دقیقه عرض شمالي از خط استوا و 5درجه و34دقیقه تا 55درجه و44دقیقه طول شرقي از نصف النهار گرینویچ قرار دارد. استان فارس از نظر تقسیمات کشوري، به 29شهرستان، 84بخش، 102شهر و 205دهستان تقسیم مي شود.این استان از شمال به اصفهان و کهگیلویه و بویر احمد ، از مشرق به استان هاي یزد و کرمان ، از مغرب به استان بوشهر و از جنوب به استان هرمزگان محدود است.کوه هاي زاگرس با جهت شمال غربي- جنوب شرقي، استان فارس را به دو ناحیه مشخص طبیعي شامل ناحیه شمال- شمال غربي و ناحیه جنوب- جنوب شرقي تقسیم کرده است. ارتفاعات ناحیه شمالي ازکوه هاي سمیرم شروع و در جهت شمال غربي امتداد مي یابد.

معیارهاي مؤثر در مکانیابی نیروگاههاي خورشیدي در استان فارس

تعیین مکان مناسب براي یک نیروگاه تا حد زیادي 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 فارس میباشد. از میان عوامل فنی،اقتصادي، 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 1. ساعات آفتابی،2. شیب، 3. فاصله از مناطق جمعیتی، 4. فاصله از راهها، 5. فاصله از خطوط انتقال نیرو، 6. کاربري اراضی و 7. لایه محدودیت

سیستم استنتاج گر فازي

یکی از قابلیتهاي سامانه اطلاعات جغرافیایی، توان مدلسازي آن است. بیشتر ابزارهاي مرسوم در مدلسازي، استدلال و محاسبه، ماهیت قطعی دارند و از نظر ساختار، صریح و دقیق هستند. به عبارت دیگر، فرض بر این است که پارامترهاي یک مدل به طور دقیق بیانگر ادراك ما از پدیده یا مشخصات

سیستم واقعی مدلسازي شده بوده و هیچگونه ابهامی در آن وجود ندارد، لیکن موقعیتهاي واقعی در اغلب موارد داراي 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، مدلهاي متعددي بر مبناي نظریه احتمال، منطق غیر یکنواخت، نظریه بازهها و نظریه مجموعههاي فازي مطرح گردیده است که هر یک از این مدلها، براي نوع خاصی از عدم قطعیت در پدیدهها مناسب میباشد[2]. روند ارائه شده در این پژوهش، از منطق فازي که یکی از شیوههاي مدلسازي عدم قطعیت از نوع ابهام کارایی بالایی داشته است، استفاده گردیده است. نظریه فازي، عضویت یک عنصر در یک مجموعه را به صورت درجه بندي شده در نظر میگیرد و این درجه عضویت را با عددي بین صفر و یک بیان میکند[11]. این نظریه به هر عنصر این اجازه داده می شود که درجهاي از تعلق را به یک مجموعه داشته باشد و درجه عضویت در یک مجموعه فازي میزان قطعیت یا عدم قطعیت را بیان میکند. بکارگیري منطق فازي در هر فرایند شامل سه مرحله فازي سازي دادهها، استنتاج فازي و قطعی سازي خروجی است [4]. در استنتاج فازي، ایده اصلی، مشابه عملکرد انسان در بیان فکر و دانش خود به صورت متغیرهاي زبانی است[6]. در متغیر زبانی میتواند مقادیر مختلفی را اختیار کند که به آن مقادیر زبانی میگویند. در این مطالعه، متغیرهاي
زبانی به مجموعه }نامناسب، تاحدودي مناسب، مناسب و بسیار مناسب دسته بندي شده اند. از آنجا که نظریه فازي قصد شبیه سازي نحوه استنتاج انسان را دارد، لذا از توابع عضویت فازي استفاده می شود. هدف از تعیین توابع عضویت براي 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 فازي و مناسب عامل مورد نظر به دست می آید. معمولا در تعریف توابع عضویت از اعداد فازي مثلثی و ذوزنقه اي استفاده میشود.

روش تحلیل سلسله مراتبی

روش مبتنی بر مقایسه دوبه دو توسط ساعتی 1977در متن یک فرایند سلسله مراتبی تحلیلی ارائه شده است. فرایند

تحلیل سلسله مراتبی هنگامیکه عمل تصمیم گیري با چند گزینه رقیب و معیار تصمیم گیري روبروست، میتواند استفاده گردد. معیارهاي مطرح شده میتواند کمی و کیفی باشند. اساس این روش تصمیم گیري بر مقایسات زوجی نهفته است. تصمیم گیرنده با فراهم آوردن درخت سلسله مراتبی تصمیم آغاز میکند. درخت سلسله مراتب تصمیم، عوامل مورد مقایسه و گزینه هاي رقیب مورد ارزیابی در تصمیم را نشان میدهد. این روش در سه مرحله انجام میگیرد. الف- تهیه ماتریس مقایسه در هر سلسله مراتب، ب- محاسبه وزنهاي هر عنصر سلسله مراتب و ج- محاسبه نرخ ناسازگاري[17]. این روش براي درجه بندي اولویتهاي نسبی در رابطه با دوبه دوي معیارها از یک مقیاس پایه اي که مقادیر آن از 1تا 9متغیر، است، استفاده میشود. پس از تهیه لایه هاي اطلاعاتی و طبقه بندي 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 رشتهاي مرتبط با دیدگاه هاي اقتصادي، زیست محیطی و اجتماعی ـ فرهنگی متخصص بودند، پرسشنامهاي قرار داده شد و بعد از دادن توضیحات لازم، از آنها خواسته شد به مقایسه دو به دو معیارهاي عددي بین 1تا 9را که نشان دهنده 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 ناسازگاري به دست آمد.

روش تاپسیس

روش تاپسیس یکی از تکنیک‌های مورد استفاده در تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) است. در این روش تصمیم‌گیری تعدادی گزینه و تعدادی معیار برای تصمیم‌گیری وجود دارد که باید با توجه به معیارها، گزینه‌ها رتبه‌بندی شوند، و یا اینکه به هر یک از آنها یک نمره کارایی اختصاص داده شود. فلسفه کلی روش تاپسیس این است که با استفاده از گزینه‌های موجود، دو گزینه فرضی تعریف می‌شوند. یکی از این گزینه‌ها مجموعه‌ای است از بهترین مقادیر مشاهده شده در ماتریس تصمیم‌گیری. این گزینه را اصطلاحاً ایده‌آل مثبت (بهترین حالت ممکن) می‌نامیم. ضمن اینکه یک گزینه فرضی دیگر تعریف می‌شود که شامل بدترین حالت‌های ممکن باشد. این گزینه ایده‌آل منفی نام دارد. معیارها می‌توانند دارای ماهیت مثبت یا منفی

باشند، همچنین واحد اندازه‌گیری آنها نیز می‌تواند متفاوت باشد. معیار محاسبه نمرات در روش تاپسیس این است که گزینه‌ها تا حد امکان به گزینه ایده‌آل مثبت نزدیک و از گزینه ایده‌آل منفی دور باشد. بر این اساس یک نمره برای هر گزینه محاسبه می‌شود و گزینه‌ها مطابق این نمرات رتبه بندی می‌شوند.

یافته ها

معیارهاي مؤثر در مکانیابی ن یروگاههاي خورشیدي حرارتی

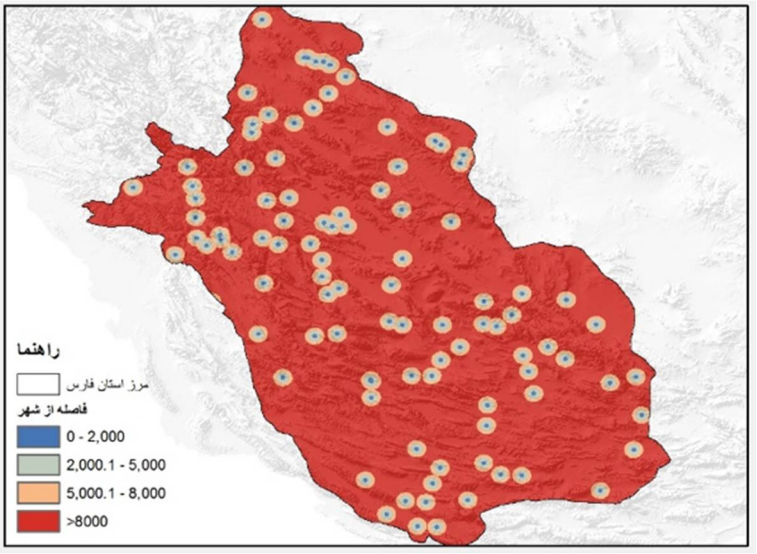
در این مطالعه، با توجه به سه دیدگاه محیط زیست، اقتصادي و اجتماعی_فرهنگی بر اساس مطالعات پژوهشگران مختلف و نظر کارشناسان شرکت برق استان فارس و شناخت حاصل از محیط استان براساس مطالعات جغرافیایی، معیارهایی که امکان تهیه و مدل کردن آنها وجود داشت، انتخاب گردیدند. عواملی که در این پژوهش استفاده میشود عبارتند از 1ـ ساعات آفتابی، 2ـ شیب، 3ـ فاصله از مناطق جمعیتی، 4ـ فاصله از راهها، 5ـ فاصله از خطوط انتقال نیرو، 6ـ کاربري اراضی و 7ـ لایه محدودیت.

مراکز جمعیتی

مصرف کننده هاي عمده انرژي الکتریکی، شهرها، روستاها و شهرك هاي صنعتی میباشند. نزدیکی نیروگاه به مراکز بار مصرف مشخصه مهمی است و توجه به پراکندگی مکانی مصرف کننده ها ضروري است، زیرا هدف از نزدیکی نیروگاهها به مراکز مصرف، کاستن از هزینه انتقال نیرو به آن مراکز و کاهش اتلاف انرژي میباشد.براي تهیه این لایه از نقشههاي 1:25000 سازمان نقشه برداري استفاده شد و از تابع Bufferدر نرمافزار ArcGIS10 و بر حسب عکس فاصله از نقاط جمعیتی ارزشگذاري صورت گرفت. جدول شماره(1) چگونگی طبقه بندي مجدد فاصله از نقاط جمعیتی را در مقیاس هاي مختلف نشان میدهد.

جدول شماره فواصل و نحوه طبقه بندي مجدد مراکز جمعیتی

مقیاس زبانی	ارزش دهی	فاصله از شهر(متر)
ضعیف	1	60000<
متوسط	2	60000-30000
خوب	3	30000-15000
خیلی خوب	4	15000>



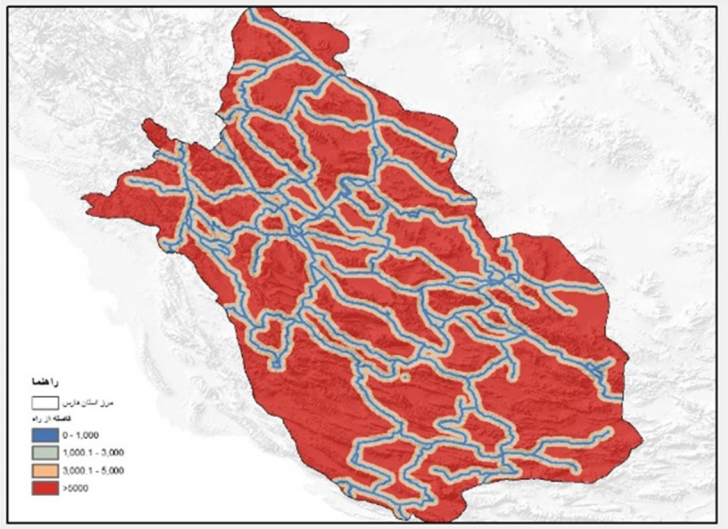
شکل شماره نقشه هم فاصله از مراکز جمعیتی

لایه شبکه حمل و نقل

نقشه شبکه حمل و نقل در احداث نیروگاه خورشیدي از چند جنبه مختلف داراي اهمیت میباشد: نزدیکی نیروگاه به راهها موجب میشود تا هزینههاي حمل و نقل تجهیزات نیروگاه، رفت و آمد کارکنان و پشتیبانی از نیروگاه کاهش یابد. با استفاده از نقشه ها، تمام خطوط حمل و نقل در نرم افزار Arc GIS 10رقومی گردید اما به لحاظ اینکه ممکن است نقشه راههاي موجود بهنگام نباشند، با استفاده از تصاویرETM مربوط به سال 2016به صورت تفسیر چشمی بهنگام گردید. جدول شماره (2) نحوه حریم گذاري و طبقه بندي مجدد لایه راه ها را در مقیاس هاي مختلف نشان میدهد.

جدول شماره فواصل از شبکه راههاو نحوه وزن دهی به آنها در مقیاسهاي مختلف

مقیاس زبانی	ارزش دهی	فاصله از شهر(متر)
ضعیف	1	40000<
متوسط	2	40000-5000
خوب	3	5000-10000
خیلی خوب	4	1000>



شکل شماره نقشه هم فاصله از شبکه راه

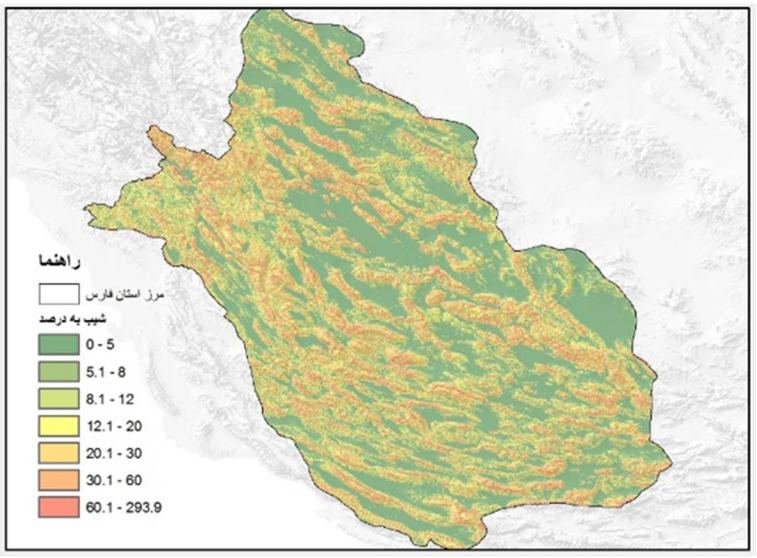
لایه شیب زمین

شیب، میزان تغییر ارتفاع در جهت نزول شیب تعریف میشود. هزینه احداث نیروگاههای خورشیدي در شیبهاي مختلف متفاوت میباشد.توابع شیب درGIS بر اساس ارتفاع نقاط در مدل رقومی زمین و فاصله آنها از هم براي هر یک از سلولها محاسبه می شود. در این تحقیق، مدل رقومی ارتفاع با استفاده از با توابع و فیلترهاي موجود در نرم افزار با خطوط تراز نقشههاي توپوگرافی مقیاس 1:25000در نرمافزارARCGIS10 تهیه و سپس رفع خطا گردید. پس از آن، با استفاده از تابع، slopeنقشه شیب منطقه استخراج شد. نحوه ارزش دهی شیب در مقیاس هاي مختلف در جدول(3) آمده است.

جدول شماره طبقات شیب زمین و نحوه وزندهی به آن در مقیاسهاي مختلف

مقیاس زبانی	ارزش دهی	فاصله از شهر(متر)
ضعیف	1	10<

متوسط	2	10-6
خوب	3	6-2
خیلی خوب	4	2>



شکل شماره نقشه شیب

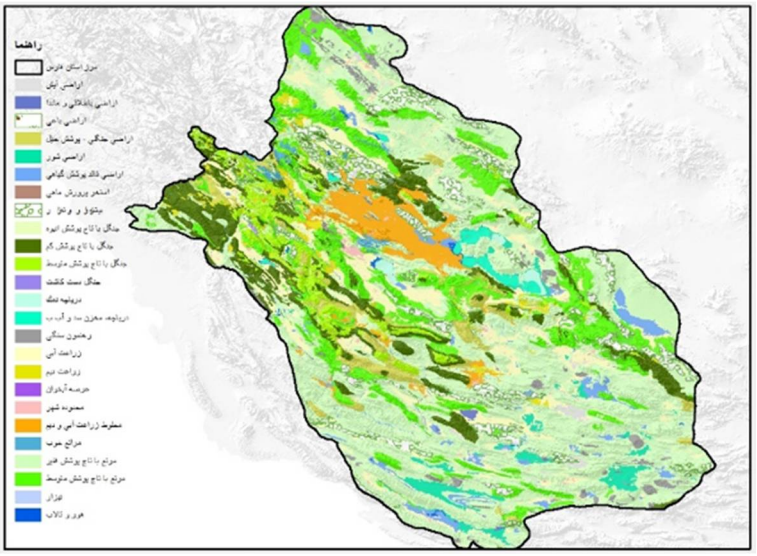
لایه کاربري اراضی

لایه کاربري اراضی براي استان مورد مطالعه از نقشه هاي 1:25000سازمان جغرافیایی به دست آمد و سپس با لایه تهیه شده کاربري اراضی اداره منابع طبیعی استان و تصاویر ماهوارهاي بهنگام شد. با استفاده از تصاویر ماهوارهاي به روز شد بدین صورت که یکی از کاربردهاي سنجش از دور شناسایی و تفکیک پدیدههاي زمینی و قرار دادن آنها در گروه ها و یا طبقات مشخص میباشد. طبقه بندي تصاویر ماهوارهاي را میتوان به عنوان مهمترین بخش تفسیر اطلاعات ماهوارهاي به شمار آورد. با توجه به اینکه احداث نیروگاه هاي خورشیدي در کاربریها متفاوت هزینه هاي متفاوتی را ایجاد میکند و در تمام کاربریها امکان احداث وجود ندارد، لذا هدف از طبقه بندي در این تحقیق تهیه نقشه کاربري زمین میباشد. نقشه کاربري زمین بیانگر چگونگی استفاده از یک قطعه زمین میباشد) همانند زمینهاي کشاورزي، مسکونی و نواحی جنگلی و داشتن اطلاعات صحیح از کاربري اراضی براي هر نوع فعالیت و برنامهریزي در سطح کشور ضروري میباشد و سنجش از دور میتواند در این زمینه نقش اساسی ایفا کند. هنگام طبقه

بندي، هر يک از پيکسلهاي تصوير با نشانه هاي طبيعی و يا نمونههاي جمعآوري شده در مراحل قبل مقايسه شده و هر گروه از پيکسلها به يکی از طبقات نمونه گيري شده نسبت داده ميشوند. نمونههاي آموزشی به کمک نقشههاي کاربري مقياس 1:25000و مشاهدات ميدانی به دست آمدند. نتيجه نهايی، يک تصوير تک باندي است که در طبقات مختلف از يکديگر قابل تفکيک ميباشند. عمليات طبقهبندي نيز با روشهاي مختلفی انجام ميگيرد که روش مورد استفاده در اين تحقيق روش حداکثر احتمال ميباشد. در اين تحقيق از تصوير سنجنده ETMسال 2016به منظور تهيه نقشه کاربري منطقه مورد مطالعه استفاده گرديد که بر اساس تقسيمبندي اندرسن با استفاده از تصاوير ماهوارهاي سنجنده لندست ميتوان نقشه کاربري اراضی با سطح طبقهبندي درجه 2را استخراج کرد. پس از حاصل شدن نقشه، کاربري اراضی منطقه مورد مطالعه بر اساس مقياسهاي مختلفی ارزش دهی شد که در جدول شماره(4) آورده شده است.

جدول شماره طبقات شيب زمين و نحوه وزندهی به آن در مقياسهاي مختلف

مقياس زباني	ارزش دهي	فاصله از شهر(متر)
ضعيف	1	جنگل متراکم،مخلوط باغ و مجتمع درختی -جنگل مصنوعی،شهر و روستا، مخلوط زراعت آبی و باغ،ذخاير سطحی آب مناطق صنعتی،معدنی تاسيسات، زراعت آبی،بستر آبراهه، شنهاي روان،جنگلهاي حرا
متوسط	2	زراعت ديم،زراعت آبی اراضی مرطوب با پوشش مرطوب، بيشه زار و بوته زار، عرصه آبخوان
خوب	3	اراضی ديم و مرتع با پوشش کم تراکم
خيلی خوب	4	مراتع خيلی کم تراکم،اراضی بايـر و شور اراضی فاقد پوشش گياهی

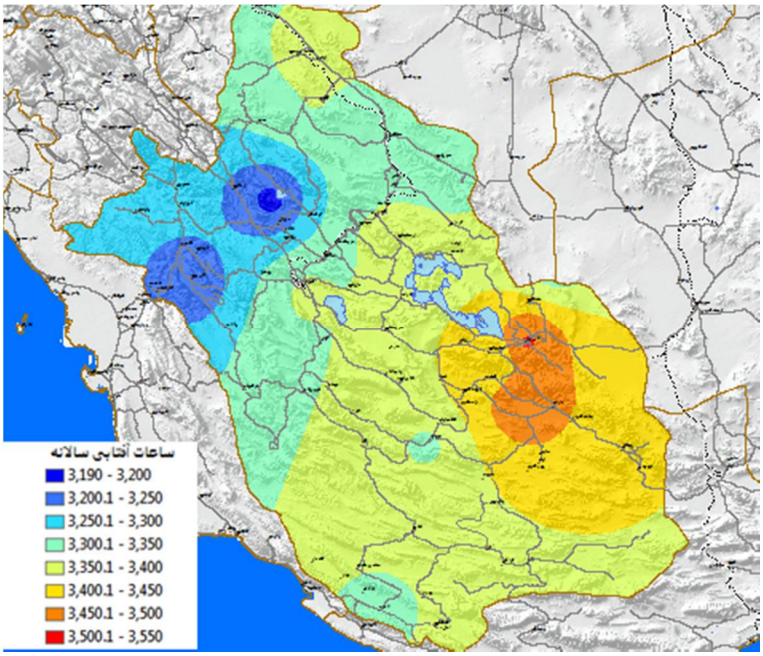


ساعت آفتابی

انرژي خورشيدي به عاملهاي هواشناسی، جغرافیایی، اقلیمی و فرا جوي بستگی دارد. استان فارس بیشتر در طول جغرافیایی گسترده شده و از اختلاف عرض جغرافیایی زیادي برخوردار نیست. متاسفانه ایستگاه هاي اندازه گیري تابش خورشیدي در استان بسیار کم است و در برخی از تابش سنجیهاي موجود هم خطاي اندازه گیري وجود دارد و از دقت کافی برخوردار نیستند. براي تهیه لایه ساعات آفتابی از مجموع ساعات آفتابی سالانه ایستگاه هاي هواشناسی استفاده شد. متوسط واقعی ساعات آفتابی منطقه حدود 3300 ساعت در سال است که عدد خوبی براي بهره برداري از انرژي خورشید میباشد. براي این منظور از 14 ایستگاه موجود در استان و اطراف آن جهت درون یابی و تخمین ساعت آفتابی استفاده شده است. جدول شماره(5) ساعات آفتابی و نحوه وزن دهی به طبقات مختلف آن در مقیاسهاي مختلف را نشان می دهد.

جدول شماره ساعات آفتابی و نحوه وزندهی به طبقات مختلف آن در مقیاسهاي مختلف

مقیاس زبانی	ارزش دهی	فاصله از شهر(متر)
ضعیف	1	3200<
متوسط	2	3200-3250
خوب	3	3250-3300
خیلی خوب	4	3300>



شکل شماره متوسط ساعات آفتابی سالانه استان

فواصل از خطوط انتقال نیرو

برق توليدي هر نيروگاه براي توزيع در شبكه نياز به خطوط انتقال نيرو دارد. فاصله نيروگاه از خطوط برق شبكه 400 كيلو ولتی يا يک نقطه بار كه بتواند خروجی نيروگاه را قبول كند، بسيار اهميت دارد. زيرا افزايش اين خطوط علاوه بر بالا بردن هزينه پروژه، باعث تلفات برق توليدي در شبكه نيز ميگردد. اين لايه از خطوط برداشت شده شركت برق منطقهاي استان فارس تهيه شد. در جدول(6) نحوه حريم گذاري و ارزش دهی فواصل از خطوط انتقال نيروي برق استان آورده شده است.

جدول شماره ساعات آفتابی و نحوه وزندهی به طبقات مختلف آن در مقياسهاي مختلف

مقياس زباني	ارزش دهی	فاصله از شهر(متر)
ضعيف	1	>6000
متوسط	2	60000-30000
خوب	3	30000-15000
خيلی خوب	4	>15000

لايه محدوديتها

براي تهيه لايه محدوديتهاي منطقه مورد مطالعه، ابتدا تمام لايههايی كه امكان ايجاد محدوديت را داشتند به صورت بولين درآمدند، سپس با اعمال عملگرAnd بين تمام لايهها، لايه محدوديتها حاصل شد. محدوديتهاي در نظر گرفته شده اين تحقيق از نوع جبرانناپذير ميباشند كه در نهايت بايستی از نقشه خروجی كم شوند. جدول(7) مشخص كننده محدوديتهاي در نظر گرفته اين تحقيق ميباشد. در اين تحقيق، وزن معيارها با توجه به ميانگين نظر كارشناسان و متخصصين در رشتههاي مرتبط به دست آمد. بعد ازارائه توضيحات لازم، از آنها خواسته شد به هر يک از معيارها عددي بين 1 تا 9 را كه نشان دهنده ارجحيت معيارها نسبتبه هم هست، اختصاص دهند. سپس ميانگين نظرات آنها وارد نرمافزار شد و وزن نهايی هر معيار به دست آمد. ملاحظه ميشود براي احداث نيروگاه خورشيدي در استان فارس با توجه به شرايط آن، بيشترين وزن و درجه اهميت متعلق به معيار جمعيت هست. در مجموع، سه معيار مهم در تصميم گيري، جمعيت، نزديكی به خطوط انتقال نيرو و نزديكی به راه ارتباطی ميباشند. اين سه معيار در مجموع به صورتی انجام ميشود كه مجموع آنها برابر با يک ميشوند. پس از محاسبه، نرخ ناسازگاري كه برابر با چهار صدم است، به دست آمد.

جدول شماره ساعات آفتابی و نحوه وزندهی به طبقات مختلف آن در مقياسهاي مختلف

عامل	معيار براي محدوديت(متر)
ارتفاع	1800
جاده	200
رودخانه	300
مناطق حفاظت شده	2000
گسل	2000
محدوده شهر شيراز	10000
محدوده شهرهاي استان	5000
محدوده روستاي استان	3000

وزن دهی به معيارها

در اين تحقيق، وزن معيارها با توجه به ميانگين نظر كارشناسان و متخصصين در رشته هاي مرتبط به دست آمد. بعد از
ارائه توضيحات لازم، از آنها خواسته شد به هر يک از معيارها عددي بين 1 تا 9 را كه نشان دهنده ارجحيت معيارها نسبت
به هم هست، اختصاص دهند. سپس ميانگين نظرات آنها وارد

نرمافزار شد و وزن نهایی هر معیار به دست آمد. ملاحظه میشود براي احداث نیروگاه خورشیدي در استان فارس با توجه به شرایط آن، بیشترین وزن و درجه اهمیت متعلق به معیار جمعیت هست. در مجموع، سه معیار مهم در تصمیم گیري، جمعیت، نزدیکی به خطوط انتقال نیرو و نزدیکی به راه ارتباطی میباشند. این سه معیار در مجموع به صورتی انجام میشود که مجموع آنها برابر با یک میشوند. پس از محاسبه، نرخ ناسازگاري که برابر با چهار صدم است، به دست آمد.

جدول شماره ماتریس زوجی معیارهای اصلی

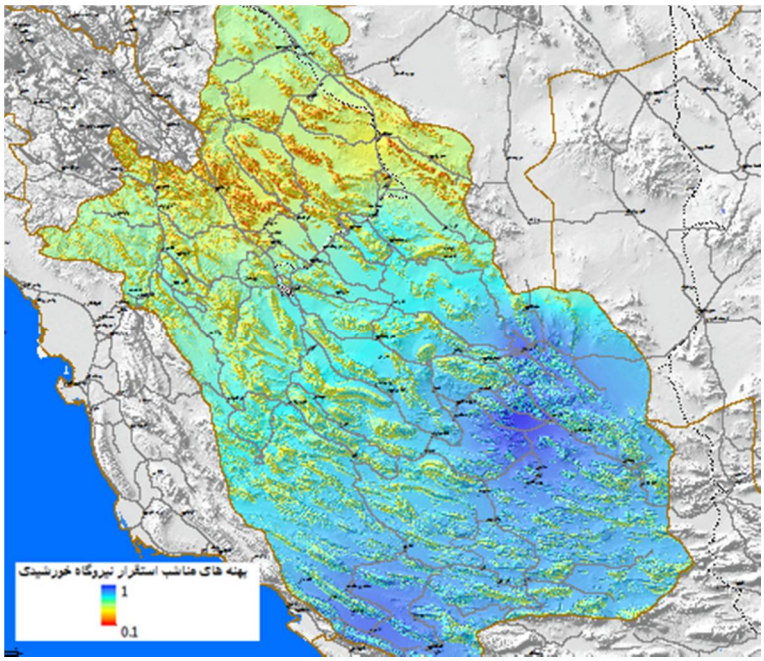
	اقلیم	منابع طبیعی	اقتصادی	محیط زیست	زمین شناسی	وزن
اقلیم	1	2	5	7	9	0.510
منابع طبیعی	-	1	2	3	3	0.220
اقتصادی	-	-	1	3	3	0.142
محیط زیست	-	-	-	1	3	0.080
زمین شناسی	-	-	-	-	1	0.048

تلفیق لایه ها

روش AHP

منطق فازي، یک جهان بینی جدید است که با نیازهاي دنیاي پیچیده امروز بسیار سازگارتر از منطق بولین است. در واقع، منطق فازي یک منطق پیوسته است که از استدلال تقریبی بشر الگوبرداري کرده است و از پتانسیل بالایی در ارزیابی وسنجش پدیدههاي پیچیده برخوردار[6]. فازی سازي از افت با هدر روي اطلاعات جلوگیري میکند. در منطق فازي از درجات عضویت که بیانگر چگونگی نقش پذیري متغیر در انجام فرایند مورد نظر است، استفاده میشود. مساله تصمیم به عنوان بهینه سازي یک تابع براي یک مجموعه از محدودیتها تعریف میشود. در یک محیط تصمیم گیري فازي، معیار فازي به وسیله تابع عضویت آن شناخته میشود. بنابراین، محدودیتهایی وجود دارند. معیارهاي فازي و محدودیتهاي فازي براي شکل دادن یک تصمیم ترکیب میشوند. هر دو ارزیابی محدودیتها و معیارها به عنوان زیر

مجموعههایی از فضاي 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 ، MCDMعملگرها میتوانند به عنوان قوانین تصمیم شناخته شوند[5]. انتخاب مکان بهینه براي نیروگاه خورشیدي حرارتی نیاز به داشتن یک ارزیابی دقیق از مزایا و معایب منطقه مورد مطالعه با توجه به معیارهاي موجود دارد زیرا مکانیابی نیروگاه یک فرایند پیچیده است که ممکن است منجر به نتایج پیش بینی نشدهاي شود.پس از اعمال اعداد فازي در لایه ها و سپس وزن معیارها، ترکیب لایه هاي اطلاعاتی صورت گرفت. براي رتبه بندي کردن A،B ، Cیا عاملهاي شاخص تناسب فازي بر مبناي روش میانگین فازي عمل گردید.



شکل شماره پهنه های مناسب استقرار نیروگاه

روش تاپسیس

جهت اولویت بندی پهنه های مناسب توسعه نیروگها بر اساس تحلیله سلسله مراتبی که صورت گرفته مکان های مناسب انتخاب شده و یبن مناطق انتخاب شده بر اساس روش تاپسیس اولویت بندی گردیده است.

گام اول :ماتريس تصميم گيري را بي مقياس ميكنيم. اين كار با استفاده از نوع بي مقياس سازي نورم انجام شده است.

جدول شماره امتیاز دهی به شاخص ها

شهرستان	فنی	محیطی	اقتصادی
آباده	0.51748155906	0.91116767280	0.95522280772
ارسنجان	0.56875104344	0.84011005922	0.99829907713
خرم بید	0.41625500562	0.91748536648	0.98615082300
اقلید	0.41386740630	0.84906466875	0.99334881129
مرودشت	0.36858844310	0.81635263006	0.99769747238
سپیدان	0.17082959561	0.78096968523	0.99839410367
شیراز	0.46764846841	0.85750634000	0.99434057224
فیروز آباد	0.48995186477	0.78284219220	0.98648026769
قیر و کارزین	0.53272389110	0.80114634411	0.86071578856
لارستان	0.59716830410	0.85224163052	0.93313267559
زرین دشت	0.74754695115	0.88694284475	0.86775587210
داراب	0.77378442781	0.81300649246	0.96889291821
جهرم	0.55969373082	0.80690814881	0.99655782260
فسا	0.70859407726	0.86380999945	0.99645326514
استهبان	0.76313978059	0.77120670836	0.99977309592
فراشبند	0.45485398728	0.84877381346	0.90962072691
لامرد	0.51854056801	0.85701848518	0.94889992562
کازرون	0.18203993057	0.80609061049	0.99324373527
نی ریز	0.72065089060	0.91680675087	0.95643152502
بوانات	0.47644666297	0.88499918708	0.98646254565
ممسني	0.25805324783	0.78516581615	0.90633945818
مهر	0.51386523279	0.82728002735	0.64399931848

امتیاز دهی به شاخص ها: بر اساس روابط زیر وزن هریک از شاخص ها تعیین می گردد.

$$\sum_{i=1}^{m} a^2 ij = n_{ij}$$

$$n_{i1} = \frac{۶}{\sqrt{۶^۲ + ۵^۲ + ۴^۲ + ۷^۲}} =$$

گام 2: ماتریس بي مقياس موزون. براي اين كار لازم است اوزان شاخصها را داشته باشيم، پس نخست با شيوهي آنتروپي شانون، اوزان شاخصها را حساب كنيم.

محاسبه وزن شاخص ها با آنتروپی

$$P_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{ij}^{n} = a_{ij}} = ۰$$

محاسبه ماتریس بی مقیاس شده موزون

$$k = \frac{۱}{\ln ۴} = ۰/۷۲۱$$

$$E_J = -K \sum \left[P_{ij} \ln p_{ij} \right]$$

$$W_j = \frac{d_j}{\sum d_j}$$

اعمال وزن ماتریس بی مقیاس شده موزون بر ماتریس امتیاز هر یک از شاخص ها

$$V = n \times W_{n \times n}$$

گام 3: ایده آل های مثبت و منفی برای هر شاخص. مقدار ایده آل های مثبت و منفی برای این موقعیت تصمیمگیری به قرار زیر است

$$J^{+}=\left[\min V_{j1}\,,\max V_{j2}\,,\max V_{j3}\,,\max V_{j4}\,,\max V_{j5}\,,\max V_{j6}\right]$$

$$J^{-}=\left[\max V_{j1}\,,\min V_{j2}\,,\min V_{j3}\,,\min V_{j4}\,,\min V_{j5}\,,\min V_{j6}\right]$$

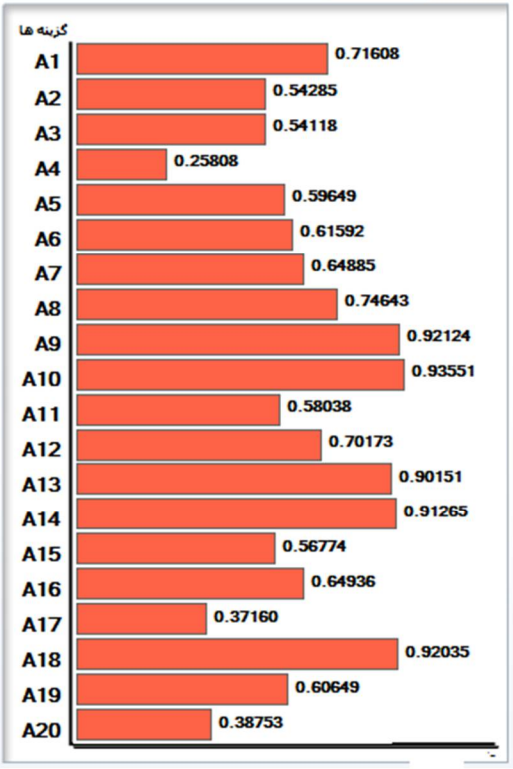
گام 4: بدست آوردن میزان فاصله هر گزینه از ایده آل مثبت و منفی.

$$d_j^{+}=\sqrt{\left(\sum_{j=1}^{m} v_{ij}-v_j^{+}\right)^2}$$

$$d_j^{-}=\sqrt{\left(\sum_{j=1}^{m} v_{ij}-v_j^{-}\right)^2}$$

گام 5: برآورد میزان نزدیکی نسبی هر یک از گزینه ها در نهایت میزان نزدیکی هر یک از گزینه ها برآورد می گردد. بر اساس نتایج بدست امده شهرستان های فسا، استهبان و لار بیشترین پتانسیل را جهت استقرار نیروگاهها دارد.

نام گزینه ها	ضریب نزدیکی	نام معیارها	وزن معیارها
A_1		B_1	
A_2		B_2	
A_3		B_3	
A_4			
A_5			
A_6			
A_7			
A_8			
A_9			
A_{10}			
A_{11}			
A_{12}			
A_{13}			
A_{14}			
A_{15}			
A_{16}			
A_{17}			
A_{18}			
A_{19}			
A_{20}			



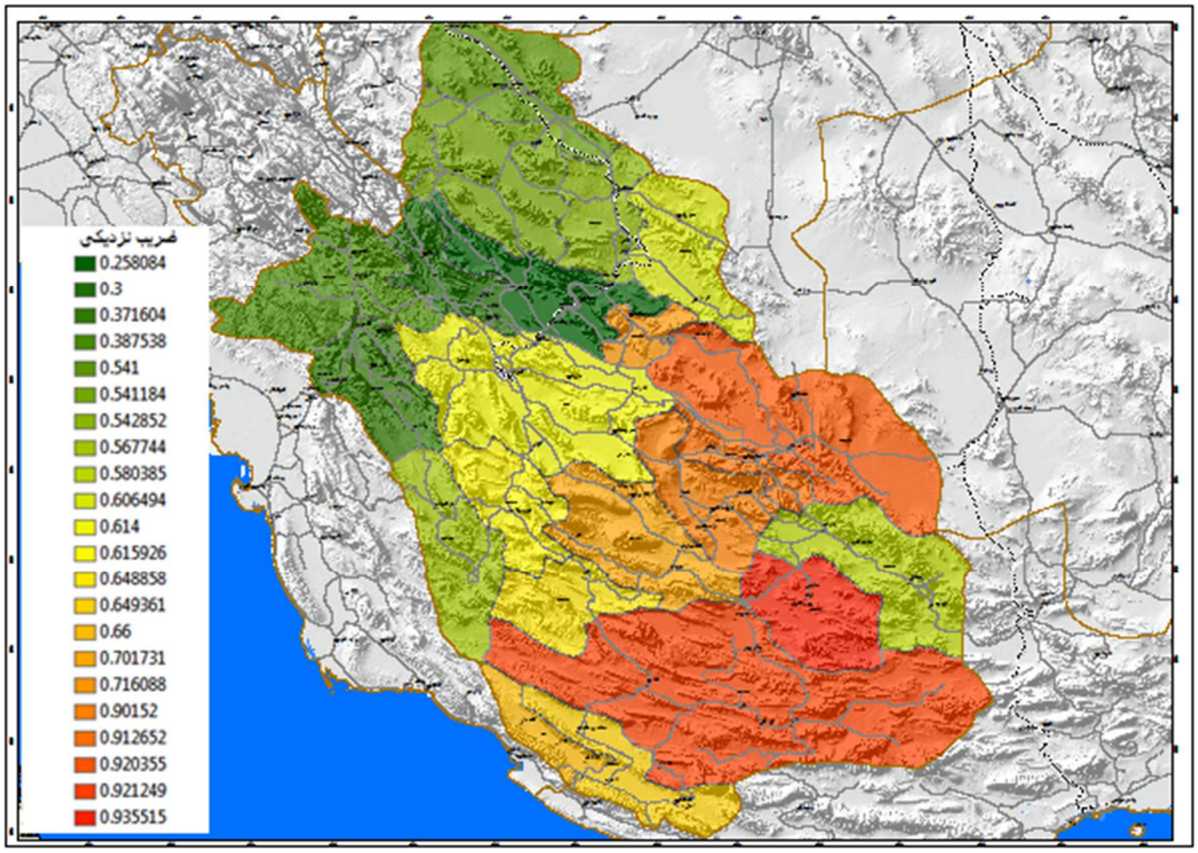
شکل شماره ضرایب نزدیکی

جدول شماره جدول ظریب نزدیکی معیارها

شهرستان	ضریب نزدیکی
ارسنجان	0.716087741
خرم بید	0.542852251
اقلید	0.541184297
مرودشت	0.258084284
شیراز	0.596497406
فیروز آباد	0.615926331
قیر و کارز	0.648858178
لارستان	0.921249233
زرین دشت	0.935514624
داراب	0.580384821
جهرم	0.701731148
فسا	0.901519706
استهبان	0.912651615
فراشبند	0.567744153
لامرد	0.649360897
کازرون	0.371604225
ني ریز	0.920354629
بوانات	0.6064936
ممسني	0.387538445

گام 6: رتبه بندی بر اساس CL

بر اساس ضرایب نزدیکی مطابق با معیارهای فنی، اقتصادی و محیطی پهنه های جنوبی پتانسیل بیشتری نسبت به پهنه های شمالی دارد و از این نظر مطابق با خورجی و نتایج روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی است.



شکل شماره ضرایب نزدیکی به معیار ها

نتیجه گیری

تأمین برق براي كليه روستاها توسط شبكه سراسر برق با توجه به نقشه ضريب پراكندگی روستاها در نواحی مختلف استان فارس مقرون بصرفه نخواهد بود. استفاده از پتانسيلهاي طبيعی مانند انرژي خورشيدي ميتواند جايگزين مناسبی
جهت تأمين انرژي در اين مناطق باشد. بيشتر مناطق مساعد در قسمت جنوب استان واقع شده اند كه زمينهاي هموار و نزديک به روستاهاي پرجمعيت و پراكنده ميباشند. گسترش استفاده از انرژيهاي فسيلی مانند نفت و زغال سنگ، موجب آلودگی روز افزون از يک سو و سبب بالا رفتن دماي كره زمين در اثر انتشار گازهاي گلخانهاي، از سوي ديگر شده است. انرژي خورشيدي از جمله منابع پايدار ميباشد كه امروزه توجه زيادي را به خود معطوف كرده است. متوسط تابش خورشيدي در استان فارس بالاست و پتانسيل خوبی جهت بهرهبرداري از انرژي خورشيدي در استان وجود دارد. با توجه به مساله

تصمیمگیري مکانی، ارزیابی صحیح روشها و انتخاب مناسبترین مکان جهت اجراي پروژه با توجه به شرایط کنونی، یکی از مسائل مهمی است که پیش روي تصمیمگیران قرار دارد. در این تحقیق، با استفاده از منطق فازي، 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

منابع:

[1]. بهشتی فر، سارا. مسگري، محمد. ولدان زوج، جواد. کریمی، محمد.) ،(1389استفاده از منطق فازي در محیط جی آي اس بهمنظور مکانیابی نیروگاههاي گازي، نشریه مهندسی عمران و نقشهبرداري، سال دهم، شماره چهارم، دوره ،44صص -583

[2.]. رجبی، محمد. صمد زادگان، فرهاد.) ،(1389مکان یابی اماکن اسکان موقت به منظور مدیریت حوادث غیر مترقبه بر مبناي بکار گیري سیستم هاي اطلاعات مکانی هوشمند، اولین کنفرانس بین المللی مدیریت جامع بحران در حوادث غیر مترقبه، تهران

[3.]. عزیزي،امید.) ،(1382گزارش مکان یابی نیروگاه هاي حرارتی با در نظر گرفتن عوامل محیط زیستی با استفاده از جی آي اس براي سازمان سابا،166صفحه.

[4]. کریمی، محمد. مسگري، محمد،. شریفی، محمد علی.) ،(1388مدلسازي توان اکولوژیکی سرزمین، با استفاده از منطق فازي منطقه مورد مطالعه: شهرستان برخوار و میمه، نشریه سنجش از دور و GISایران، شماره .17-3 ،1

[5]. مالچفسکی، یاچک.) ، (199سامانه اطلاعات جغرافیایی و تحلیل تصمیم چند معیاره، اکبر پرهیزکار و عطا غفاري گیلانده تهران، سمت، 680صفحه.

[6]. منهاج، مراد.) ،(1388محاسبات فازي: هوش مصنوعی، ویرایش اول، انتشارات دانه نگار، 640ص.

[7]. هاشمی، مهدي. کرونی، محمد.) ،(1391خورشید انرژي پاك، تهران، کیان رایانه سبز، 186صفحه.

[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.
[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.