سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی (سال هفتم / شماره اول) بهار ۱۳۹۵

نمایه شده در سایت: پایگاه استنادی علوم جهان اسلام، جهاد دانشگاهی، مگ ایران، نورمگز

آدرس وب سایت : http://girs.iaubushehr.ac.ir

مکانیابی نیروگاه‌های خورشیدی با استفاده از داده‌های اقلیمی و سامانه اطلاعات مکانی (مطالعهٔ موردی: استان ایلام)

هدی احمدی[1*]، جعفر مرشدی[2]، فریده عظیمی[3]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

۲. استادیار دانشکده فنی و مهندسی، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران

۳. استادیار دانشکده علوم انسانی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

چکیده

هدف از این تحقیق تعیین مکان مناسب جهت احداث نیروگاه خورشیدی با توجه به معیار و گزینه‌های اقلیم (دما، تابش، بارش، ساعت آفتابی، تبخیر)، توپوگرافی (ارتفاع، شیب، جهت شیب، فاصله از گسل)، محیط زیست (کاربری اراضی، رودخانه‌ها) و محیط انسانی (محدوده مسکونی، راه‌ها) در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل سلسله مراتبی در استان ایلام است. بر اساس نقش و اهمیت این فاکتورها آمار هر کدام از پارامترها در نرم‌افزار اکسل مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و نقشه هر کدام از معیارها در محیط (GIS) تهیه گردید و وزن هر کدام از معیارها با روش فرآیند سلسله مراتبی (AHP) تعیین گردید. از محیط نرم‌افزار ArcGIS®9.3 برای مدلسازی و تلفیق داده‌ها استفاده شد و نقشه احداث نیروگاه خورشیدی در چهار کلاس مختلف (ضعیف، متوسط، خوب و خیلی خوب) به دست آمد. نتایج نشان داد پهنه‌هایی که در منطقه با توان خیلی خوب شناسایی شدند مساحتی حدود ۱۵۱۰۸۱۲۵۰۰ متر مربع را به خود اختصاص دادند که مناطق جنوبی و غربی استان ایلام بهترین مکان‌های احداث نیروگاه خورشیدی هستند. نتایج همچنین نشان داد که سیستم اطلاعات جغرافیایی به عنوان یک سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی مدل انعطاف‌پذیری در مدلسازی داده‌های مکانی در انتخاب مکان مناسب نیروگاه خورشیدی است.

مشخصات مقاله

پیشینه مقاله:

دریافت: ۸ اردیبهشت ۱۳۹٤

پذیرش: ۹ مهر ۱۳۹٤

دسترسی اینترنتی: ۱۰ فروردین ۱۳۹۵

واژه‌های کلیدی:

مکانیابی

نیروگاه‌های خورشیدی

داده‌های اقلیمی

سیستم اطلاعات جغرافیایی

فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

[*] پست الکترونیکی مسئول مکاتبات: ahmadi.hoda2000@gmail.com

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

عرضه انرژی یکی از مهم‌ترین پیش‌نیازهای توسعه و رفاه ملت‌هاست همچنان که جمعیت جهان به رشد خود ادامه می‌دهد میزان مصرف انرژی افزایش یافته، اگر تولید انرژی در مسیر جدیدی از عرصه و حتی‌الامکان مصرف مؤثر قرار نگیرد، اثرات و عواقب جبران‌ناپذیری را منجر خواهد شد. خوشبختانه بیشتر ممالک جهان به اهمیت و نقش منابع انرژی‌های تجدیدپذیر از جمله انرژی خورشیدی در تأمین نیازهای حال و آینده پی برده‌اند. در کشور ایران به دلیل رشد جمعیت، بالا رفتن سرانه مصرف انرژی الکتریکی، توسعه بخش‌های صنعتی، کشاورزی و ... میزان تقاضای مصرف این نوع انرژی پیوسته در حال افزایش بوده است (۷، ۱۲ و ۱۵). نیروگاه‌ها به‌عنوان منابع تولید انرژی الکتریکی از مهم‌ترین بخش‌های شبکه‌های انتقال و توزیع محسوب می‌گردند. تأثیر موقعیت مکانی نیروگاه در میزان تولید و بازدهی آن، هزینه تولید و انتقال انرژی، محیط زیست و ...، اهمیت موضوع انتخاب مکان بهینه در زمینه احداث نیروگاه آشکار می‌گردد (۱۰ و ۱۸). در این مقاله مکانیابی نیروگاه خورشیدی در استان ایلام مورد بررسی قرار گرفته است. ماهیت مکانی این مسأله، حجم عظیم اطلاعات با مقیاس‌ها و منابع مختلف و محدودیت‌ها و مشکلات مربوط به تعیین موقعیت نیروگاه‌ها موجب می‌گردند که استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش‌های مناسب تلفیق اطلاعات، به عنوان راه حلی مفید و کارا در تعیین موقعیت بهینه برای احداث نیروگاه مطرح گردد. به طور کلی در زمینه مکانیابی نیروگاه‌های خورشیدی مطالعات متعددی صورت گرفته است. کریمی (۸)، در تحقیقی انتخاب محل بهینه احداث نیروگاه‌های حرارتی با استفاده از GIS در استان‌های فارس و بوشهر انجام داده است.

در پژوهش دیگری پونته و همکاران (۱۶)، یک سیستم جدید که در آن بکارگیری فرآیند تحلیل سلسله مراتبی با کاربرد سامانه اطلاعات مکانی یکپارچه شده است، برای تعیین مکان بهینه به منظور یک تسهیلات خاص ارائه شده است. مقصودی (۱۰)، مکانیابی نیروگاه خورشیدی با استفاده از روش تحلیل چندگانه را بررسی نموده و مطالعه‌ای جامع برای اولویت‌بندی مناطق مختلف کشور برای استفاده از نیروگاه‌های خورشیدی انجام داد. نتایج به دست آمده نشانگر پتانسیل بالای شهرهای یزد، شیراز و بیرجند برای احداث نیروگاه خورشیدی می‌باشد.

خوش‌اخلاق و همکاران (٤)، به امکان‌سنجی استقرار نیروگاه‌های خورشیدی در مناطق خشک پرداخته است، و به این نتیجه رسیدند که با در نظر داشتن ایستگاه یزد به عنوان مناسب‌ترین مکان جغرافیایی جهت استقرار نیروگاه خورشیدی نسبت به ایستگاه‌های اطراف می‌باشد.

اسفندیاری و همکاران (۲)، پتانسیل‌سنجی احداث نیروگاه‌های خورشیدی با بررسی پارامترهای اقلیمی در استان خوزستان با استفاده از GIS، را ارئه نمودند. این مهم با تحلیل ساعات آفتابی به عنوان مهمترین پارامتر در بهره‌برداری از انرژی خورشیدی و پارامترهای مؤثر بر ساعات آفتابی شامل ابرناکی، روزهای گرد و خاک، رطوبت نسبی، ارتفاع و بارش سالانه، در محیط GIS تحقق یافت.

هدف این تحقیق، یافتن بهترین مکان جهت احداث نیروگاه خورشیدی در محدوده استان با توجه به داده‌های اقلیمی می‌باشد، از اهداف فرعی این تحقیق می‌توان شناسایی عوامل مؤثر در مکانیابی نیروگاه خورشیدی و تعیین درجه اهمیت آن‌ها و استفاده از سامانه اطلاعات مکانی در مکانیابی نیروگاه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقهٔ مورد مطالعه

استان ایلام با ۱۹۰۸٦ کیلومترمربع حدود ۱/٤ درصد مساحت کل کشور را تشکیل می دهد. این استان در غرب سلسله جبال زاگرس بین '۵۸ °۳۱ تا '۱۵ °۳۴ عرض شمالی و '۲۴ °۴۵ تا '۱۰ °۴۸ طول شرقی در گوشه غربی کشور قرارگرفته است (٦) (شکل ۱).

www.SID.ir

شکل ۱. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

عوامل مؤثر در مکانیابی

با توجه به اثرات متقابل یک نیروگاه و فضای پیرامون آن بر یکدیگر، می‌توان عوامل زیر را که با نیازمندی‌ها یا اثرات ناشی از احداث نیروگاه در ارتباط هستند و از منابع متعددی استخراج گردیده‌اند، به عنوان عوامل مؤثر در مکانیابی نام برد (۱۱). در انتخاب محل مکان مناسب جهت احداث نیروگاه خورشیدی، در این تحقیق رویکرد همه‌جانبه برگزیده شده و از روش‌های کمی برای نتیجه‌گیری استفاده شده، که لزوم استفاده از دیدگاه کارشناسان اقلیمی جهت تمامی معیارها و پارامترهای لازم در خصوص مکانیابی نیروگاه خورشیدی را ضروری می‌سازد (۱). رهیافت پایه برای مکانیابی محل استقرار هر فعالیتی، مستلزم در نظر گرفتن مجموعه‌ای از عوامل محدود کننده مانند شیب، ارتفاع، مناطق حفاظت شده و محیط زیست می‌باشد (۱۶). از طرفی مسائل متنوع زیست محیطی و پیچیدگی‌هایی که در روند شکل‌گیری و حل آن‌ها وجود دارد، تصمیم‌گیری و فرآیند سیاستگذاری مبتنی بر اطلاعات جامع و مدل‌سازی آن‌ها را ضروری می‌سازد (۱۷). پارامترهای مؤثر در مکانیابی نیروگاه که در تحقیقات مکانیابی نیروگاه‌ها به کار برده شده است عبارتند از:

داده‌های اقلیمی عواملی نظیر دما، تابش، بارش، و ... راندمان و قدرت نیروگاه را تحت تأثیر قرار می‌دهند. در مکانیابی نیروگاه لازم است این اطلاعات نیز مد نظر قرار گیرد. توپوگرافی این پارامتر در میزان بازدهی نیروگاه نقش بسزایی دارد. برای بررسی این پارامتر موارد زیر مورد مطالعه قرار می‌گیرند. گسل حتی فعالیت خفیف گسل‌ها موجب تغییرات عمده در پوسته زمین و پایداری مناطق می‌شود. علاوه بر این زلزله نیز می‌تواند لطمات شدید و جبران ناپذیری را بر تأسیسات نیروگاه که سنگین، حساس و پیچیده هستند وارد نماید. بنابراین مکان انتخابی برای نیروگاه باید در فاصله مناسبی از مرکز گسل قرار گرفته باشد. رعایت فاصله معینی از نقاط زلزله‌خیز، یعنی نقاطی که زلزله‌های شدید در آن‌ها بوقوع پیوسته است، در انتخاب مکان نیروگاه ضروری می‌باشد (۱۴). شیب و جهت شیب میزان شیب و جهت شیب در میزان جذب تابش خورشیدی نقش بسزایی دارد و نیروگاه باید در جهتی قرار گیرد که حداکثر شیب را دریافت کند. ارتفاع تأثیر ارتفاع در مکانیابی احداث نیروگاه خورشیدی تعیین کننده است، افزایش یا کاهش ارتفاع برابر است با افزایش یا کاهش جذب تابش خورشیدی (۳). محیط زیست عامل محیط زیست شامل دو پارامتر عمده می‌باشد. رودخانه به منظور حفاظت نیروگاه از آسیب‌های ناشی از طغیان رودخانه، لازم است محل

Archive of SID
www.SID.ir

مورد نظر در فاصله معینی از رودخانه قرار گرفته باشد (۱۳). اراضی کشاورزی جهت حفاظت منابع حساس زیست‌محیطی، در مکانیابی به سایت‌هایی اولویت داده می‌شود که در فاصله بیشتری از پارک‌های ملی، پناهگاه‌های حیات وحش، آثار طبیعی و ... قرار گرفته باشد. جهت حفظ گونه‌های نادر گیاهی، جنگل‌ها، زمین‌های زراعی درجه یک و ...، حفظ فاصله مناسب از این عوارض در تعیین مکان ضروری می‌باشد (۹). محدوده مسکونی مراکز جمعیتی جزء مصرف کننده‌های عمده برق محسوب می‌گردند و نزدیکی مکان انتخابی به آن‌ها باعث نزدیکی مراکز تولید و مصرف برق به یکدیگر می‌گردد. علاوه بر این نزدیکی به شهرها و روستاها باعث سهولت تأمین نیروی انسانی مورد نیاز می‌گردد (۱۶). راه‌های ارتباطی راه‌ها و شبکه ارتباطی یک شهر را می‌توان از مهمترین ویژگی‌های آن دانست که بازتاب کالبدی مفهوم نیاز به دسترسی باشند.

روش تحقیق

با توجه به گستردگی منطقه مطالعاتی و تعدد عوامل مؤثر در مکانیابی و کامل نبودن اطلاعات مورد نیاز در هر یک از مقیاس‌های نقشه‌ای موجود، روند مکانیابی می‌بایست به‌صورت سلسله مراتبی و در مراحل مختلف انجام گیرد. به این ترتیب که ابتدا عوامل مؤثر در مکانیابی نیروگاه خورشیدی تعیین گردید، سپس نقشه‌های این پارامترها با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ از سازمان نقشه‌برداری تهیه شده و در محیط GIS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و در مدل وزن‌دهی AHP به لایه‌ها بنا به نیاز وزن داده شد. لایه‌ها بنا به اهمیت و وزن آن‌ها روی هم قرار گرفته و نقشه پیشنهادی تولید شده و محدوده پیشنهادی انتخاب شد (شکل ۲).

شکل۲. نمودار مراحل تحقیق

لایه‌های اطلاعاتی مورد استفاده

برای بررسی و شناسایی عرصه های مناسب جهت احداث نیروگاه خورشیدی اقدام به شناسایی شاخص های مؤثر در مکانیابی با استفاده از معیارهای موجود و تجربیات کارهای انجام

Archive of SID
www.SID.ir

شده در پروژه‌های مکانیابی نیروگاه‌ها در سطح کشور شد. برای هر لایه اطلاعاتی جدول توصیفی آن نیز طراحی و در نهایت این لایه‌های اطلاعاتی به عنوان کلاس‌های عارضه در فرمت Personal Geodatabase نرم‌افزار ArcGIS®9.3 ایجاد گردید. با بررسی‌های صورت گرفته ٤ شاخص اصلی شامل اقلیم، توپوگرافی، محیط زیست و محیط انسانی در ۱۲ کلاسهٔ تابش، بارش، تبخیر، دما، ساعت آفتابی، شیب، جهت شیب، ارتفاع، گسل، رودخانه، کاربری اراضی، رودخانه، محدوده مسکونی و راه ها دسته‌بندی شد که هر کدام از کلاسه ها در ٤ زیر گروه طبقه‌بندی شد. میزان تأثیر هر شاخص با استفاده از روش فرآیند سلسله مراتبی (AHP) تعیین گردید.

مقایسه و ارزش‌گذاری لایه‌ها در AHP

این روش که بر مبنای ارزیابی چند معیاری پایه‌گذاری شده است ابتدا در سال ۱۹۸۰ به وسیله ساعتی پیشنهاد گردید که برغم برخورداری از یک مبنای تئوریک قوی، بر اساس اصول بدیهی بنا نهاده شده است. این شیوه توانایی احساسات و منطق را در رابطه با موضوعات منعکس می‌سازد و سپس این قضاوت‌های مختلف را در قالب نتیجه‌ای با هم ترکیب می‌نماید که با انتظارات درونی ما همخوانی دارد (۷). در مدل وزن‌دهی AHP به هر یک از لایه‌ها بنا به اهمیت آن‌ها وزنی اختصاص می‌گیرد، این فرآیند گزینه‌های مختلف را در تصمیم‌گیری دخالت داده و امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و زیرمعیارها را دارد (۵). هر لایه به معیارهای اصلی، زیر معیار و گزینه تقسیم می‌شود. روش AHP شامل سه مرحله؛ ایجاد سلسله مراتب AHP، مقایسه عناصر تصمیم‌گیری به صورت دوتایی و تعیین وزن نسبی و عمومی (۵) (جدول ۱) (شکل ۳).

جدول۱. مقایسه ۹ کمیتی ساعتی برای مقایسه دودویی معیارها (۵)

امتیاز (شدت اهمیت)	تعریف	توضیح
۱	اهمیت مساوی	در تحقق هدف دو معیار اهمیت مساوی دارند.
۳	اهمیت اندکی بیشتر	تجربه نشان می‌دهد که برای تحقق هدف اهمیت i بیشتر از j است.
۵	اهمیت بیشتر	تجربه نشان می‌دهد که اهمیت i خیلی بیشتر از j است.
۷	اهمیت خیلی بیشتر	تجربه نشان می‌دهد که اهمیت i خیلی بیشتر از j است
۹	اهمیت مطلق	اهمیت خیلی بیشتر i نسبت به j به طور قطعی به اثبات رسیده است.
۲، ٤ و ۸	.....	هنگامی که حالت‌های میانه وجود دارد.

شکل۳. نمودار لایه‌های مورد استفاده و وزن‌های هر کدام بر اساس روش AHP

Archive of SID
www.SID.ir

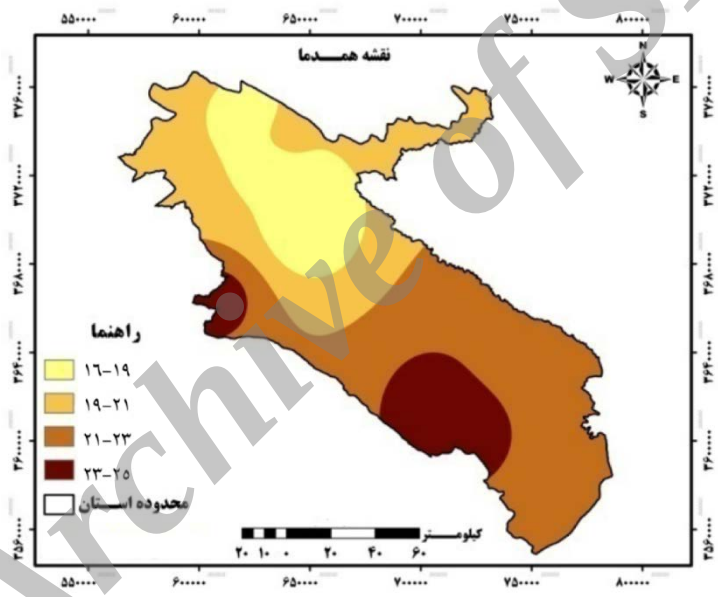
نتایج و بحث

پس از ورود داده‌ها به بانک سیستم اطلاعات جغرافیایی و طبقه‌بندی و مدیریت پایگاه داده، هر کدام از داده‌ها بر اساس طبقات مدل مورد استفاده تبدیل به لایه‌های رستر شده و دوباره طبقه‌بندی شدند تا در نهایت روی هم‌گذاری رستری روی آن‌ها اعمال شود (شکل‌های ٤ تا ١٦). این لایه‌ها بر اساس قضاوت کارشناسی طبقه‌بندی شدند.

دما بیشترین مساحت در طبقه سوم با دمای ۲۳–۲۱ و کمترین مساحت در طبقه اول با دمای ۱۹–۱٦ درجه می‌باشد (جدول ۲؛ شکل ٤). بارش بیشترین مساحت محدوده استان با ارقام ٤٧٠–٣٥٤ میلیمتر و کمترین مساحت با ارقام ٧٣٠–٥٨٦ میلیمتر قرار دارد، محدوده با کمترین بارش بالاترین وزن ۰/۰۱۱ و محدوده با بارش فراوان کمترین وزن را گرفتند (جدول ۳؛ شکل ۵).

جدول۲. مشخصات لایه دما

ردیف	طبقه	وزن	مساحت
۱	۱٦–۱۹	۰/۰۰٤	۲۰۹۱۸۷۵۰۰
۲	۱۹–۲۱	۰/۰۰٦	٤۰۷۳۷۵۰۰۰
۳	۲۱–۲۳	۰/۰۰۸	۵۹۲٦۸۷۵۰۰
٤	۲۳–۲۵	۰/۰۱۱	۳۲۱۹۳۷۵۰۰

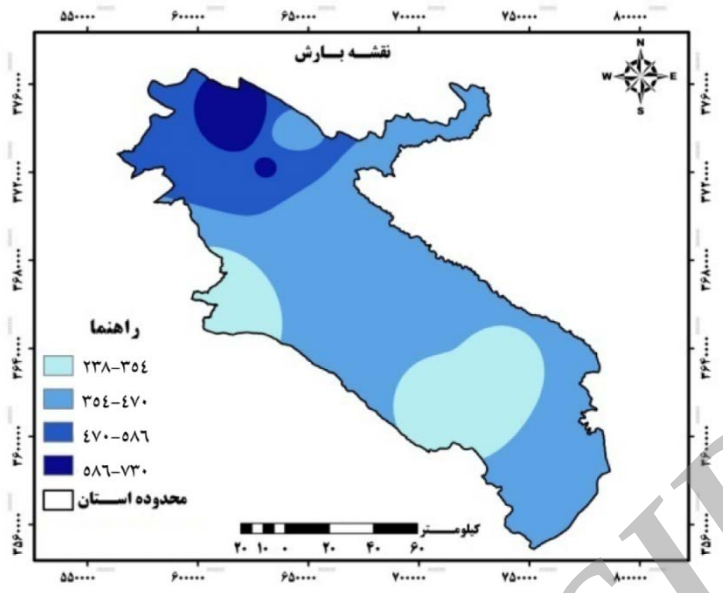


شکل۴. نقشه طبقه‌بندی هم‌دما

جدول۳. مشخصات لایه بارش

ردیف	طبقه	وزن	مساحت
۱	۲۳۸–۳٥٤	۰/۰۱۱	۱٦۰۰٦۲٥۰۰
۲	۳٥٤–٤۷۰	۰/۰۰۸	٦٥٤۲٥۰۰۰۰
۳	٤۷۰–٥۸٦	۰/۰۰٤	٥۹٥۷٥۰۰۰۰
٤	٥۸٦–۷۳۰	۰/۰۰۳	۱۲۱۰٦۲٥۰۰

Archive of SID
www.SID.ir

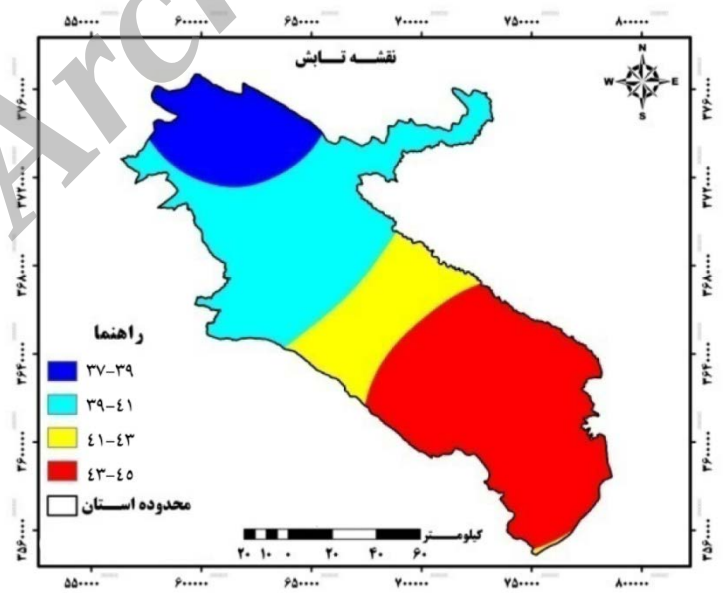


شکل۵. نقشه طبقه‌بندی بارش

تابش ردیف ٤ با تابش ٤۵-٤۳ بالاترین مساحت را دارا است و طبقه ۳ با تابش ٤۳-٤۱ کمترین مساحت را دارد، محدوده جنوبی استان بالاترین وزن ۰/۰۸۱ را دارد و حداقل تابش در محدوده شمالی استان قرار دارد که کمترین وزن ۰/۰۲۱ را به خود اختصاص داده است (جدول ٤؛ شکل ٦).

جدول۴. مشخصات لایه تابش

ردیف	طبقه	وزن	مساحت
۱	۳۷-۳۹	۰/۰۲۱	۲۱۸۹۳۷۵۰۰
۲	۳۹-٤۱	۰/۰۳۰	٤۰۲۵٦۲۵۰۰
۳	٤۱-٤۳	۰/۰٤۷	۱۹٤۵۰۰۰۰۰
٤	٤۳-٤۵	۰/۰۸۱	۷۱۵۱۸۷۵۰۰



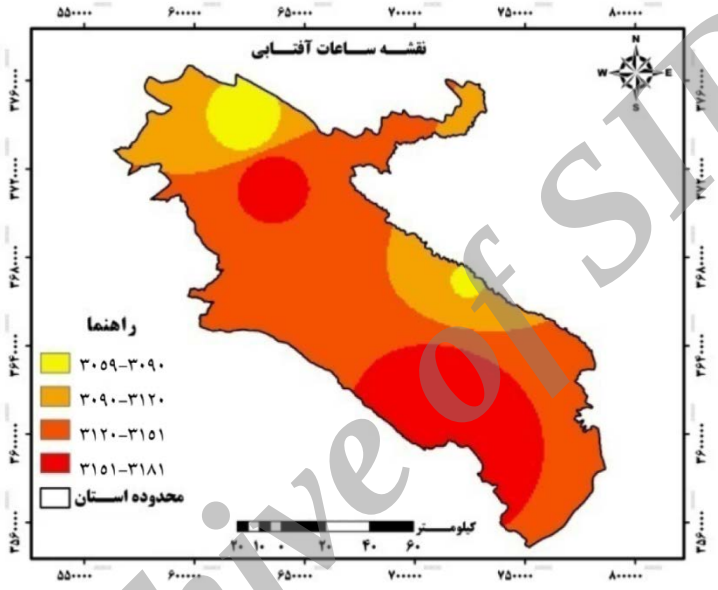
شکل۶. نقشه طبقه‌بندی تابش

Archive of SID
www.SID.ir

ساعت آفتابی بالاترین مساحت در طبقه ۳۱۵۱–۳۱۲۰ ساعت آفتابی قرار دارد و کمترین مساحت در طبقه ۳۰۹۰–۳۰۵۹ قرار گرفته (جدول ۵) بیشینه وزن ۰/۱۰۷ در طبقه ۳۱۸۱–۳۱۵۱ که بالاترین ساعت آفتابی را داشت و کمینه وزن ۰/۰۳۱ در طبقه ۳۰۹۰–۳۰۵۹ که کمترین ساعت آفتابی را دارد، قرار گرفت (شکل ۷).

جدول۵. مشخصات لایه ساعت آفتابی

ردیف	طبقه	وزن	مساحت
۱	۳۰۹۰–۳۰۵۹	۰/۰۳۱	٦٥٧٥٠٠٠٠
۲	۳۱۲۰–۳۰۹۰	۰/۰٤۹	۲۳۳۹۳۷٥۰۰
۳	۳۱٥۱–۳۱۲۰	۰/۰۷۰	۷۲٤۲٥۰۰۰۰
٤	۳۱۸۱–۳۱٥۱	۰/۱۰۷	۲۸۸٤۳۷٥۰۰



شکل۷. نقشه طبقه‌بندی ساعات آفتابی

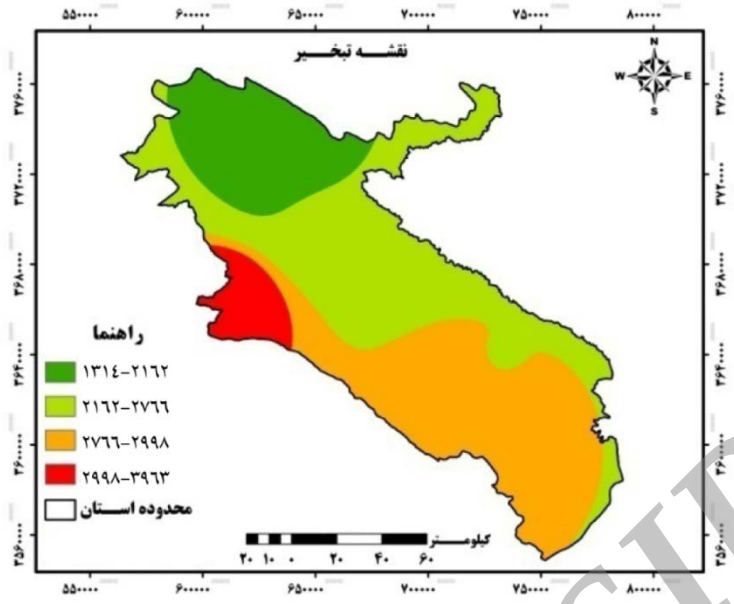
تبخیر بیشترین مساحت در ردیف ۲۹۹۸–۲۷٦٦ قرار گرفته و کمترین مساحت در طبقه ۳۹٦۳–۲۹۹۸ قرار گرفته است. در مدل وزن‌دهی کمترین میزان تبخیر کمترین وزن ۰/۰۰۳ را گرفته است (جدول ٦؛ شکل ۸).

جدول۶. مشخصات لایه تبخیر

ردیف	طبقه	وزن	مساحت
۱	۲۱٦۲–۱۳۱۳	۰/۰۰۳	۲٤٤۰٦۲٥۰۰
۲	۲۷٦٦–۲۱٦۲	۰/۰۰٥	٤۲۱۹۳۷٥۰۰
۳	۲۹۹۸–۲۷٦٦	۰/۰۰۸	۷۸۹۱۲٥۰۰۰
٤	۳۹٦۳–۲۹۹۸	۰/۰۱۲	۷٥٤۳۷٥۰۰

Archive of SID

www.SID.ir

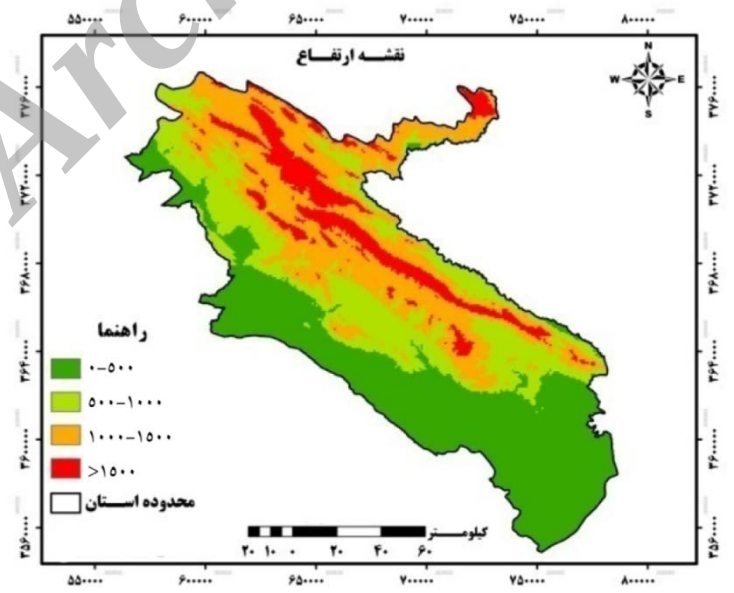


شکل۸. نقشه طبقه‌بندی تبخیر

ارتفاع نقشه ارتفاع در ٤ طبقه به فواصل ۵۰۰ متر از یکدیگر تقسیم شده، که طبقه چهارم محدوده‌های به ارتفاع ۱۵۰۰ متر به بالا را دربر می‌گیرد، ماکزیمم مساحت در طبقه اول در ارتفاع ۵۰۰-۰ متر می باشد، بیشترین وزن حدود ۰/۰۲۰ در طبقه سوم با ارتفاع ۱۵۰۰-۱۰۰۰ متر قرار دارد و کمترین وزن ۰/۰۰۷ در طبقه اول با ارتفاع ۵۰۰-۰ قرار گرفته است (جدول ۷؛ شکل ۹).

جدول۷. مشخصات لایه ارتفاع

ردیف	طبقه	وزن	مساحت
۱	۰-۵۰۰	۰/۰۰۷	۵۸۲۱۸۷۵۰۰
۲	۵۰۰-۱۰۰۰	۰/۰۰۹	۳۷۰۰۰۰۰۰۰
۳	۱۰۰۰-۱۵۰۰	۰/۰۲۰	٤۲۰۳۷۵۰۰۰
٤	>۱۵۰۰	۰/۰۱۱	۱۵۱۰۰۰۰۰۰



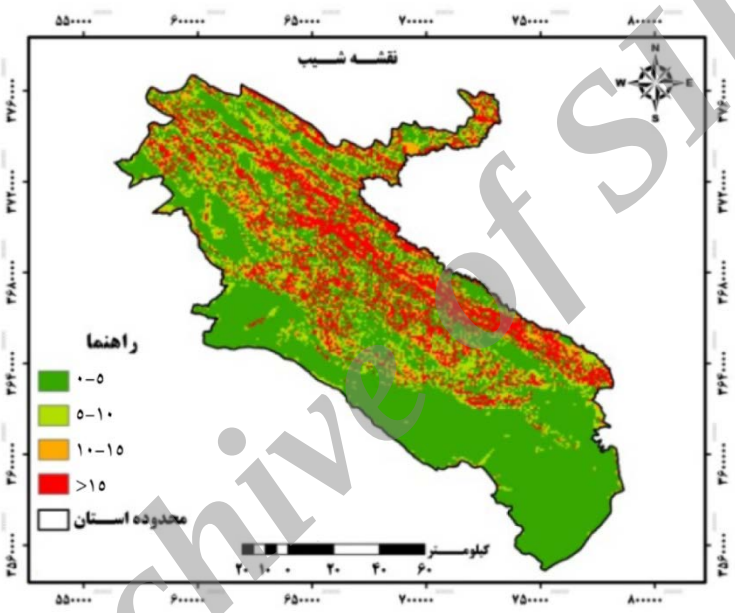
شکل۹. نقشه طبقه‌بندی ارتفاع

Archive of SID
www.SID.ir

شیب طبقه اول با شیب ۵-۰ درجه که در جدول ۸ نشان داده شده است، بیشترین مساحت و ماکزیمم وزن را به خود اختصاص داده است و کمترین مساحت در طبقه سوم با شیب ۱۵-۱۰ درجه قرار گرفته است (جدول ۸؛ شکل ۱۰).

جدول۸ مشخصات لایه شیب

ردیف	طبقه	وزن	مساحت
۱	۰-۵	۰/۰۰۹	۹٦٤۹۳۷۵۰۰
۲	۵-۱۰	۰/۰۰۵	۱۸۱۹۳۷۵۰۰
۳	۱۰-۱۵	۰/۰۰۳	۱۵۲۲۵۰۰۰۰
٤	>۱۵	۰/۰۰۲	۳۱۰۳۱۲۵۰۰



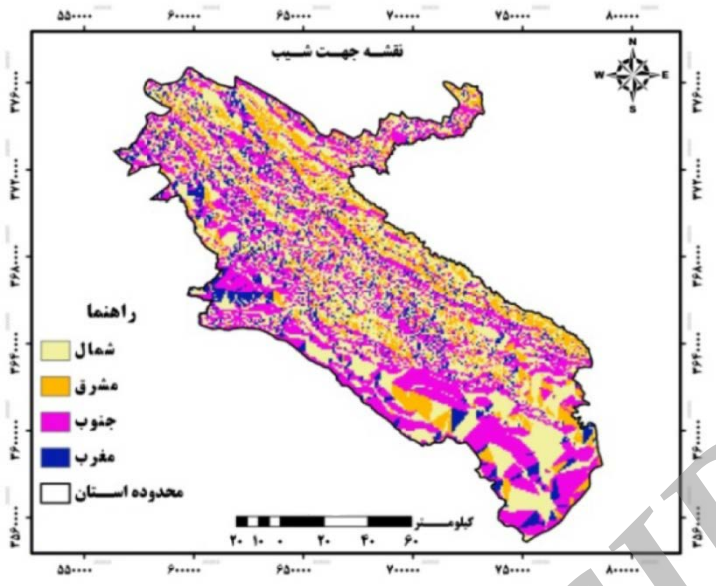
شکل ۱۰. نقشه طبقه‌بندی شیب

جهت شیب ماکزیمم مساحت جهت شیب، شیب‌های رو به شمال است، که حدود ۷۸٤٦۵٦۲۵۰۰ مترمربع می‌باشد. شیب‌های رو به مغرب کمترین مساحت را به خود اختصاص می‌دهند (جدول ۹؛ شکل ۱۱).

جدول۹. مشخصات لایه جهت شیب

ردیف	طبقه	وزن	مساحت
۱	شمال	۰/۰۰۳	۷۸٤٦۵٦۲۵۰۰
۲	مشرق	۰/۰۰۵	۲۹۳۸۷۵۰۰۰۰
۳	جنوب	۰/۰۰۹	٦۷۰۹۵٦۲۵۰۰
٤	مغرب	۰/۰۱۷	۲۰۹۷۰۰۰۰۰۰

Archive of SID
www.SID.ir

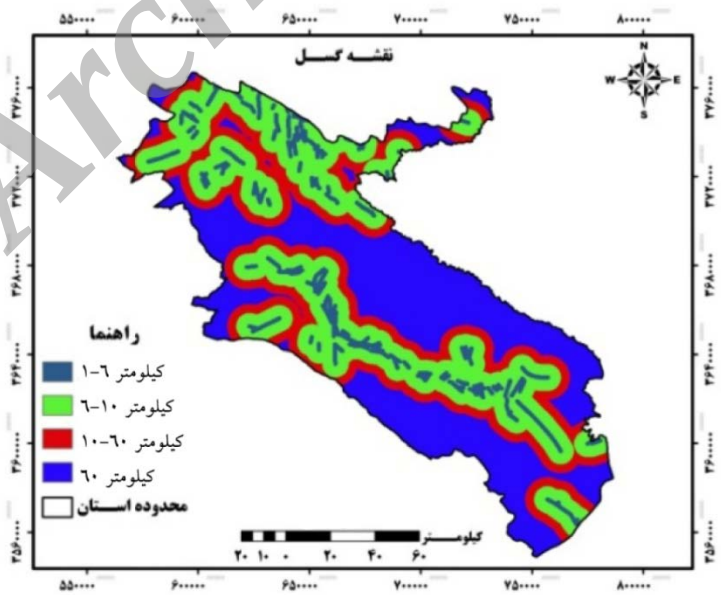


شکل۱۱. نقشه طبقه‌بندی جهت شیب

نقشه گسل در ٤ کلاسه فواصل ۱ کیلومتر، ٦ کیلومتر، ۱۰ کیلومتر از گسل اصلی و سایر مناطق تقسیم بندی شد، ردیف اول بافر ۱ کیلومتر از گسل ها کمترین وزن را به خود اختصاص داده است و فواصل بالای ۱۰ کیلومتر بالاترین وزن را دارد (جدول ۱۰؛ شکل ۱۲).

جدول۱۰. مشخصات بافرهای گسل

ردیف	طبقه (کیلومتر)	وزن	مساحت
۱	۱-٦	۰/۰۰۵	۱٤٤۰٦۲٥۰۰۰
۲	٦-۱۰	۰/۰۰۹	٦۳۷۷٥۰۰۰۰۰
۳	۱۰-٦۰	۰/۰۱٦	٤۱٤٤۰۰۰۰۰
٤	>٦۰	۰/۰۳۲	۷٦٤۹۱۸۷٥۰۰



شکل۱۲. نقشه طبقه‌بندی گسل

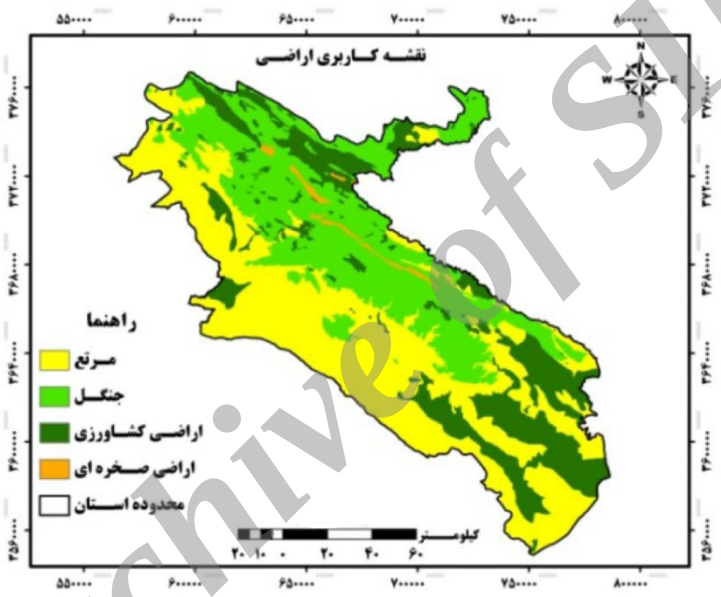
Archive of SID

www.SID.ir

کاربری اراضی مرتع با داشتن بالاترین وزن ۰/۰۳۰ و اراضی صخره‌ای با داشتن کمترین وزن ۰/۰۰۹ شناخته شدند. اراضی صخره‌ای با کمترین مساحت و مرتع بالاترین مساحت را به خود اختصاص دادند (جدول ۱۱؛ شکل ۱۳).

جدول۱۱. مشخصات کاربری اراضی

ردیف	طبقه	وزن	مساحت
۱	مرتع	۰/۰۳۰	۸٦۸۷۳۷۵۰۰۰
۲	جنگل	۰/۰۱۲	٦٥۲۹٥٦۲٥۰۰
۳	اراضی کشاورزی	۰/۰۱۳	٤۲۰۹۰٦۲٥۰۰
٤	اراضی صخره‌ای	۰/۰۰۹	۱۷٤۰٦۲٥۰۰



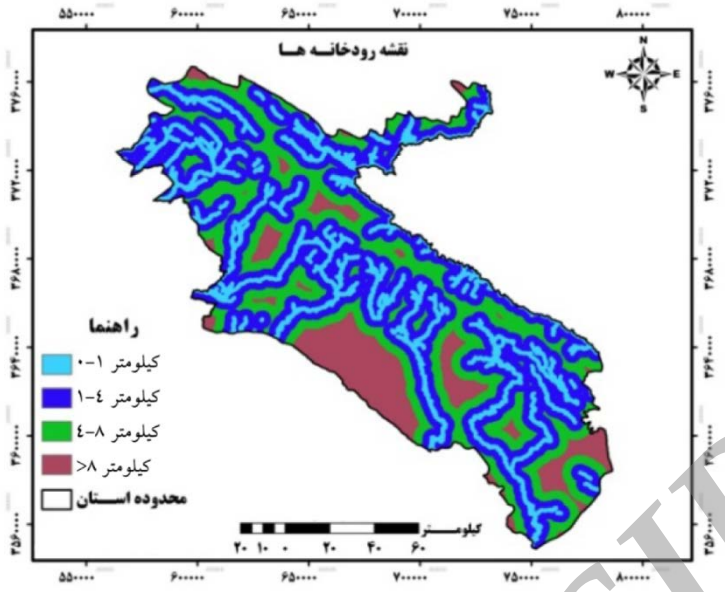
شکل۱۳. نقشه طبقه‌بندی کاربری اراضی

رودخانه فواصل ۱-۰ کیلومتر و ٤-۱ کیلومتر، ۸-٤ کیلومتر و محدوده‌های بالای ۸ کیلومتر در نظر گرفته شد، در ردیف اول فاصله ۱ کیلومتر بافر از رودخانه را داریم که کمترین وزن ۰/۰۱۹ را دارد، و فواصل بالای ۸ کیلومتر بالاترین وزن ۰/۰۹۲ را که محدوده مناسبی است انتخاب شد (جدول ۱۲؛ شکل ۱٤).

جدول۱۲. مشخصات رودخانه‌ها

ردیف	طبقه	وزن	مساحت
۱	۰-۱	۰/۰۱۹	۳۷۷۰۲٥۰۰۰۰
۲	۱-٤	۰/۰۳۰	۸۰٤۸٦۸۷٥۰۰
۳	٤-۸	۰/۰٤۷	٥۲۱۸٤۳۷٥۰۰
٤	>۸	۰/۰۹۲	۲٥۷۳۹۳۷٥۰۰

www.SID.ir

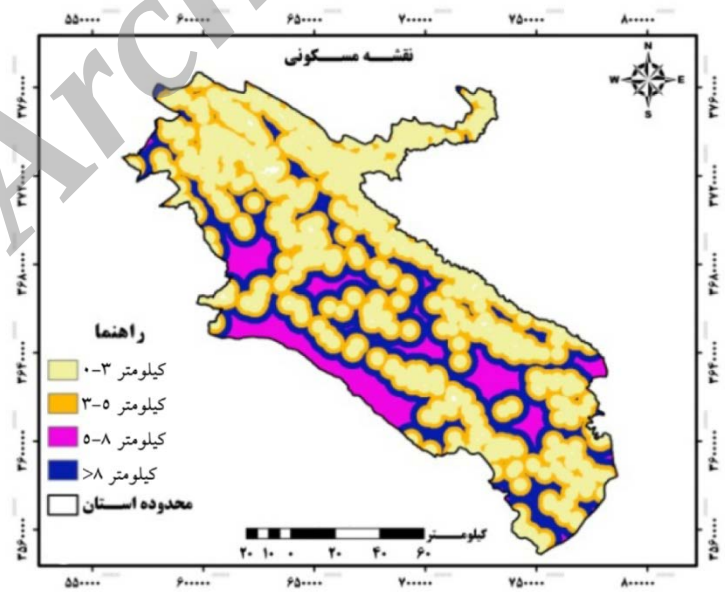


شکل۱۴. نقشه طبقه‌بندی رودخانه‌ها

محدوده مسکونی ماکزیمم وزن در ردیف سوم با فاصله ۸-۵ کیلومتر و مینیمم وزن در ردیف چهارم با فاصله بالاتر از ۸ کیلومتر می‌باشد (جدول ۱۳؛ شکل ۱۵).

جدول۱۳. مشخصات محدوده مسکونی

ردیف	طبقه	وزن	مساحت
۱	۰-۳	۰/۰۰۸	۹٤۸۸٦۸۷۵۰۰
۲	۳-۵	۰/۰۱۲	٤۸٤۱٦۲۵۰۰۰
۳	۵-۸	۰/۰۱۸	۱٦۷۵۰۰۰۰۰۰
٤	۸<	۰/۰۰۵	۳۵۱۸۵٦۲۵۰۰



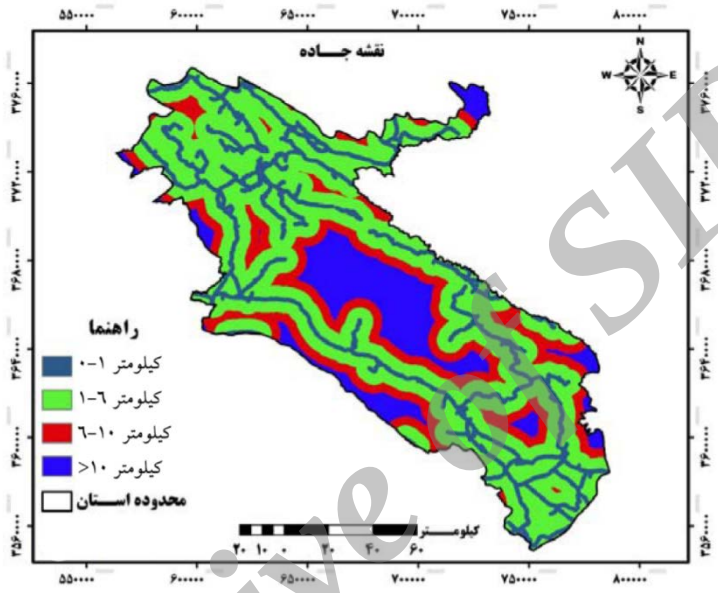
شکل۱۵. نقشه طبقه‌بندی مسکونی

Archive of SID
www.SID.ir

جاده فواصل در ۱-۰ کیلومتر، ٦-۱ کیلومتر،۱۰-٦ کیلومتر و فواصل بالای ۱۰ کیلومتر طبقه‌بندی شدند، ماکزیمم وزن در طبقه اول با وزن ۰/۰۱۰ و مینیمم وزن در طبقه چهارم با وزن ۰/۰۰۲ قرار دارد (جدول ١٤؛ شکل ١٦).

جدول۱۴. مشخصات جاده

ردیف	طبقه	وزن	مساحت
۱	۰-۱	۰/۰۰۱	۳۳۲۱۱۸۷۵۰۰
۲	۱-٦	۰/۰۰٦	۱۰۰٦۲۳۷۵۰۰۰
۳	٦-۱۰	۰/۰۰۳	۳٤٤٥۷٥۰۰۰۰
٤	>۱۰	۰/۰۰۲	۲۷۸۲۰۰۰۰۰۰



شکل۱۶. نقشه طبقه‌بندی جاده

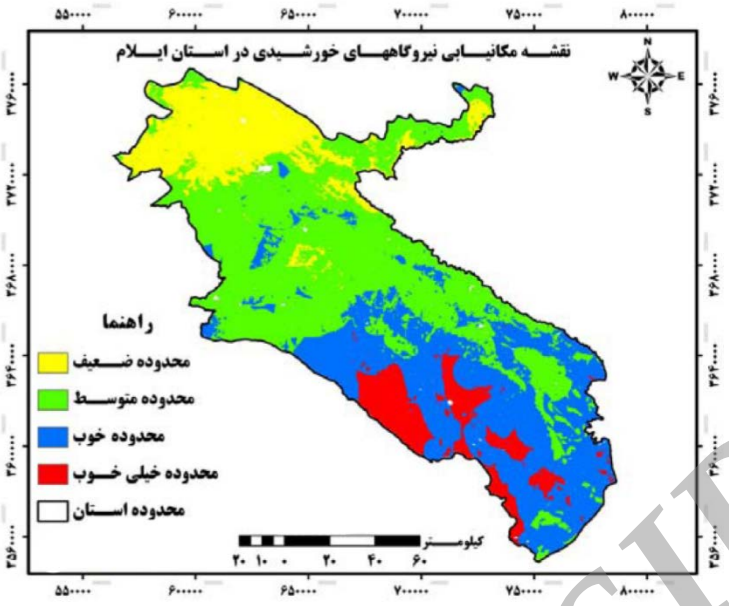
تلفیق نقشه‌ها و تعیین مکان مناسب نیروگاه خورشیدی

پس از ایجاد لایه‌های اطلاعاتی آن‌ها را در محیط GIS در نهایت با تلفیق لایه‌های اطلاعاتی مختلف و تعیین وزن هر لایه اطلاعاتی، کلاس‌بندی نقشه مکانیابی نیروگاه خورشیدی در ٤ طبقه ضعیف، متوسط، خوب و خیلی خوب طبقه‌بندی شد (جدول ۱۵). مناطق مجاز جهت احداث نیروگاه در طبقه‌بندی خیلی خوب در محدوده جنوب و جنوب غربی استان، با مساحت ۱۵۱۰۸۱۲۵۰۰ مترمربع و مناطق محدودیت‌دار استان با پتانسیل ضعیف در محدوده شمالی استان با مساحت ۲۹۹۹۲۵۰۰۰۰ مترمربع قرار دارد (شکل ۱۷).

جدول۱۵. مشخصات نقشه نهایی مکانیابی نیروگاه خورشیدی

ردیف	طبقه	مساحت (متر مربع)
۱	ضعیف	۲۹۹۹۲۵۰۰۰۰
۲	متوسط	۸٤۸۹۹۳۷۵۰۰
۳	خوب	٦۱۳۲۳۱۲۵۰۰
٤	خیلی خوب	۱۵۱۰۸۱۲۵۰۰

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۱۷. نقشه نهایی مکانیابی نیروگاه خورشیدی

در این تحقیق پس از تعیین فاکتورهای مؤثر در مکانیابی نیروگاه خورشیدی و نقش آن‌ها در مکانیابی، لایه‌های اطلاعاتی مربوطه تهیه، و تجزیه و تحلیل های مورد نیاز صورت گرفت، در نهایت با تلفیق لایه‌های اطلاعاتی مختلف و اعمال محدودیت‌ها، محدودهٔ مناسب جهت احداث نیروگاه خورشیدی تعیین گردید و محدودهٔ باقیمانده با پتانسیل‌های ضعیف، متوسط و خوب مشخص شد. تصمیم گیری در مورد مکان مناسب برای احداث نیروگاه، مستلزم توجه همزمان به عوامل متعددی می باشد که سیستم اطلاعات مکانی، امکان تلفیق لایه های اطلاعاتی مربوط به عوامل مذکور را به صورت منسجم فراهم می‌آورد. مکان‌های انتخابی، کاملاً تحت تأثیر پارامترهای دخالت داده شده در تجزیه و تحلیل و وزن‌های مربوطه قرار می‌گیرند. مدل AHP، مدل مناسبی جهت وزن‌دهی و ارزش‌گذاری لایه‌ها در محیط GIS جهت یافتن مکان‌های مناسب را برای احداث نیروگاه فراهم می‌آورد. اسفندیاری و همکاران (۲)، به بررسی پتانسیل‌سنجی احداث نیروگاه‌های خورشیدی با بررسی پارامترهای اقلیمی در استان خوزستان با استفاده از GIS پرداخت که پارامترهای ساعت آفتابی، تابش، دما، باد را مورد بررسی قرار داد و این مهم با تحلیل ساعات آفتابی به عنوان مهم‌ترین پارامتر در بهره‌برداری از انرژی خورشیدی و پارامترهای مؤثر بر ساعات آفتابی شامل ابرناکی، روزهای گرد و خاک، رطوبت نسبی، ارتفاع و بارش سالانه، در محیط GIS تحقق یافت. بر این اساس شهرهای بهبهان، رامهرمز و باغ ملک و منطقه کوچکی از شوشتر به عنوان مناطق مناسب جهت احداث نیروگاه خورشیدی پیشنهاد می‌گردد. نتایج این تحقیق نشان داد که؛ با تلفیق لایه‌های اطلاعاتی مختلف و اعمال محدودیت‌ها، محدوده شمالی استان ایلام بعنوان مناطق محدودیت‌دار و مناطق جنوب غربی و قسمت هایی از محدوده جنوبی استان جهت احداث نیروگاه خورشیدی تعیین گردید و ایستگاه دهلران بهترین میانگین پارامترهای اقلیمی را نشان داد. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP در محیط GIS در مقایسه با تحقیقات انجام شده در زمینه مکانیابی نیروگاه ها از ارجحیت بالایی برخوردار است که قادر است علاوه بر در نظر گرفتن اهداف کیفی و کمی (با بهره‌گیری مناسب از نظرات گروه متخصصین) و محدودیت های سیستمی، ترکیب بهینه تولید را به دست آورد. همچنین توسعه فناوری استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر علاوه بر مزایای بی شمار آن در حفظ منابع طبیعی و کاهش آلودگی های زیست محیطی، در ایجاد اشتغال نیز سهم به سزایی دارد.

Archive of SID
www.SID.ir

منابع مورد استفاده

۱. احدنژاد، م.، ع. زلفی و م. ج. نوروزی. ۱۳۹۳. تحلیلی بر مکان یابی اراضی به منظور استقرار صنایع با استفاده از روش‌های AHP و VIKOR (نمونه موردی: بخش مرکزی منطقه آزاد ارس). آمایش محیط، ۷(۲٤): ٦۳-۸۲.

۲. اسفندیاری، ع.، ک. رنگزن، ع. صابری و م. فتاحی مقدم. ۱۳۹۰. پتانسیل‌سنجی احداث نیروگاه‌های خورشیدی با بررسی پارامترهای اقلیمی در استان خوزستان با استفاده از GIS. همایش ملی ژئوماتیک. تهران، ۲۵ الی ۲۷ اردیبهشت ماه.

۳. خاقانی، ج. ۱۳۹۰. رابطه بین میزان جذب انرژی خورشیدی و ارتفاع در استان ایلام. گزارش نهایی طرح مصوب سازمان هواشناسی. ۱۱۳ ص.

٤. خوش اخلاق، ف.، غ. ر. روشن و ر. برنا. ۱۳۸۷. مکانیابی نیروگاه خورشیدی با توجه به پارامترهای اقلیمی. فصلنامه اطلاعات جغرافیایی (سپهر)، ۱۷(٦۷): ۷۵-۸۰.

۵. زبردست، ا. ۱۳۸۰. کاربرد فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای. نشریه هنرهای زیبا، ۱۰: ۱۳-۲۱.

٦. زبردست، ا. و ع. محمدی. ۱۳۸٤. مکانیابی مراکز امدادرسانی (در شرایط وقوع زلزله) با استفاده از GIS و روش ارزیابی چند معیاری AHP. نشریه هنرهای زیبا، ۲۱(۲۱): ۵-۱٦.

۷. قدسی پور، س. ۱۳۸٤. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی امیر کبیر، ۱۰۹ صفحه.

۸. کریمی، م. ۱۳۸۷. انتخاب بهینه محل احداث نیروگاه‌های حرارتی با استفاده از GIS. طرح پژوهشی مصوب دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، ۱۳۲ صفحه.

۹. کاکاوند، خ. ۱۳۹۳. انرژی‌های نو و ضرورت توسعه آن. اولین کنفرانس ملی انرژی‌های تجدیدپذیر و توسعه پایدار، دانشگاه زابل، ۲٤ و ۲۵ اسفندماه.

۱۰. مقصودی، ا. ۱۳۸۵. مکانیابی نیروگاه‌های خورشیدی با استفاده از روش تحلیل چندگانه، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده فنی مهندسی صنایع، دانشگاه تهران، ۱۰٤ صفحه.

11. Berke P, Kaiser EJ. 2006. Urban land use planning. 5th ed. University of Illinois Press, 504 pp.
12. Chen W-Y, Kao J-J. 2003. Fuzzy DRASTIC for landfill siting. In: Proceedings of international conference on solid waste technology and management. March 23-26, Philadelphia, PA USA.
13. Eldin NN, Eldrandaly K. 2004.A computer-aided system for site selection of major capital investments. In: 1st ASCAAD International Conference, e-Design in Architecture Dhahran, February 22-24 - King Fahad University of Petroleum & Minerals, Dhahran, Saudi Arabia.
14. Malczewski J. 2006. GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature. International Journal of Geographical Information Science, 20(7): 703-726.
15. Melachrinoudis E, Min H, Messac A. 2000. The relocation of a manufacturing/distribution facility from supply chain perspectives: A physical programming approach. Multi-Criteria Applications, 10: 15-39
16. Puente MCR, Diego IF, Santa María JJO, Hernando MAP, de Arróyabe Hernáez PF. 2007.The development of a new methodology based on GIS and fuzzy logic to locate sustainable industrial areas. In: Proceedings of 10th AGILE International Conference on Geographic Information Science. Aalborg University, Denmark.
17. Schurman, P. 2011. Manual of Harmonic Analysis and Prediction of Tides, United States Government Printing Office, Washington DC, USA, 317 pp.
18. Yuan D, Lin B, Falconer RA. 2007. A modelling study of residence time in a macro-tidal estuary. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 71(3): 401-411.

Archive of SID

www.SID.ir

RS & GIS Techniques for Natural Resources
(Vol. 7/ Issue 1) spring 2016
Indexed by ISC, SID, Magiran and Noormags
http://girs.iaubushehr.ac.ir

Site selection of solar power plant using climatic data and Geospatial information system (Case study: Ilam province)

H. Ahmadi [1*], J. Morshedi [2], F. Azimi [3]

1. MSc. Student of Physical Geography, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran
2. Assis. Prof. College of Engineering, Shoushtar Branch, Islamic Azad University, Shoushtar, Iran
3. Assis. Prof. College of Humanities Sciences, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

ARTICLE INFO

Article history:
Received 28 April 2015
Accepted 1 October 2015
Available online 29 March 2016

Keywords:
Site selection
Solar power plants
Climatic data
Geographical information system
Analytical hierarchy process

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the appropriate location for the construction of solar power plants according to the criteria and factors of climate (temperature, radiation, precipitation, sundial, evaporated), topography (elevation, slope, aspect, distance to fault), environment (user land, rivers) and human environment (residential areas, roads) in Geographical information system (GIS) and hierarchical model in Ilam province. According to the importance and role of these factors, the statistics of parameters were analyzed in the software Excel and map of each criterion was prepared in GIS and the weight of each criterion was determined by Analytical hierarchical process (AHP). ArcGIS®9.3 software was utilized for the modeling and integration of data to produce the map of solar plant construction in four different classes (poor, moderate, good and very good). The results showed that the zones in very good class covered an area of 1510812500 m^2; thus, the southern and western regions of Ilam province are the best places for the construction of solar power plants. Results also showed that GIS as a decision support system and AHP as a flexible model are appropriate for modeling spatial data and positioning the right place of solar power plants.

* Corresponding author e-mail address: ahmadi.hoda2000@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir