زیست سپهر

Biosphere

مقاله پژوهشی

مکان‌یابی نیروگاه بادی در استان قزوین با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی(GIS) و روش AHP و ادغام آن با منطق فازی

مجتبی رعنایی[1*]، نغمه مرقبعی[2]، مصطفی کشتکار[3]

[1]دانش آموخته کارشناسی ارشد برنامه ریـزی و طراحـی محیط ، دانشگاه شهید بهشتی

[2]دانشیار گروه برنامـه ریـزی و طراحـی محـیط دانشـگاه شهید بهشتی، تهران

[3]دانشجوی کارشناسی ارشد برنامه ریزی وطراحی محیط ، دانشگاه شهید بهشتی، تهران

چکیده

محدودیت ذخایر انرژی در جهان و افزایش سطح مصرف انرژی، همواره بشر را برای جایگزین کردن منابع انرژی جدید به چالش کشیده است. در این بین انرژی حاصل از باد و خورشید با دارا بودن مزایایی چون عدم آلودگی محیط زیست و رایگان بودن، در آینده سهم زیادی در تولید انرژی خواهند داشت. یافتن مکان بهینه برای استقرار تجهیزات و تأسیسات بهره برداری از این منابع یک اولویت مهم محسوب میشود. در این پژوهش به مکان‌یابی مناسب جهت استقرار مزارع بادی در استان قزوین پرداخته شده است. با توجه به اهمیت تلفیق اطلاعات، فرایند تحلیل سلسله مراتبی(AHP) برای وزن‌دهی لایه‌ها انتخاب و به کمک نرم افزارExpert choice پیاده سازی گردید. از نرم افزار ArcGIS به منظور تحلیل فضایی و همپوشانی لایه‌ها استفاده شد. پس از تجزیه و تحلیل اطلاعات، استان قزوین از نظر قابلیت احداث مزارع بادی به سه سطح بدون توان، توان متوسط و توان کاملاً مناسب تقسیم بندی گردیده و در نهایت نواحی دارای محدودیت برای مکان‌یابی نیروگاه‌های بادی مشخص شده و با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی کل محدوده پهنه‌بندی شد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد، که نواحی مستعد در شرق استان قزوین و در گستره اندکی در غرب و نزدیک به شهرستان تاکستان و همچنین شمال و شمال غرب و نواحی جنوبی حوزه بوئین زهرا مناطق مستعد بارگذاری انرژی بادی می‌باشند.

واژگان کلیدی : مکان یابی، سیستم اطلاعات جغرافیایی(GIS)، نیروگاه بادی، استان قزوین، تحلیل سلسله مراتبی(AHP)

نویسنده مسئول: مجتبی رعنایی
mojtaba.ranaee94@gmail.com

مقدمه

نیاز روز افزون به انرژی، کمبود سوخت‌های فسیلی، آلودگی‌های محیط زیست، گرم شدن کره زمین و ریزش باران اسیدی از عواملی هستند که استفاده از انرژی‌های نو را در سطح جهان مطرح نموده‌اند. استراتژی اکثر کشورهای جهان، تنوع بخشیدن به منابع انرژی خود و عدم تکیه کامل به منبع نفت است. بحران نفت در دهه ۷۰ میلادی و نیز بحران آلودگی‌های محیط‌زیست،کشورهای صنعتی را به استفاده از سایر منابع انرژی واداشته که در این میان انرژی هسته‌ای و انرژی‌های تجدیدپذیر بیشتر مورد توجه و توسعه قرار گرفته‌اند(Mukund, 2006).

انرژی‌های نو مانند باد و خورشید با دارا بودن مزایایی چون عدم آلایندگی محیط زیست و رایگان بودن، سهم زیادی را در تولید انرژی در دنیا خواهند داشت. در میان انرژی‌های تجدید پذیر نیز باد اقتصادی‌تر و کاربردی‌تر جلوه کرده و لذا توربین‌های بادی تولید الکتریسیته رشد سریع‌تری نسبت به دیگر منابع انرژی‌های نو داشته‌اند. در نتیجه توسعه بهره‌گیری از توربین‌های بادی اجتناب ناپذیر شد، به

طوری که امروزه ظرفیت توربین‌ها به ۵۱ گیگاوات رسیده است در حال حاضر آسیا، اروپا، آمریکا به ترتیب بیشترین ظرفیت توربین‌های بادی جهانی را دارند (ربیعی،۱۳۹۴).

صنعت انرژی باد منافع اقتصادی و اجتماعی فراوانی را به همراه دارد که از جمله مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از:

- قیمت تمام شده پایین
- هزینه‌های اجتماعی پایین
- هزینه‌های زیست‌محیطی ناچیز
- کاهش اتکا به منابع انرژی فسیلی(پدافند غیر عامل)
- تقویت ساختار اجتماعی و اقتصادی مناطق روستایی و... (نورالهی وهمکاران ۱۳۹۰)

کشور ما ایران با توجه به وسعت زیاد، وجود آب و هوای متنوع، کوه‌های مرتفع، دشت‌های پهناور و سواحل طولانی، مناطق باد خیز فراوانی دارد و از این منظر رتبه اول را در بین کشورهای منطقه داراست. ایران همگام با پیشرفت جهانی از سال ۱۳۷۳ با نصب توربین‌های بادی با ظرفیت ۵۵۰کیلووات به باشگاه کشورهای صاحب فناوری تولید برق از جریان باد پیوست (دفتر انرژی باد، ۱۳۸۲). اما هنوز با مقدار ۵۵۰ مگاواتی با پتانسیل توان تولیدی کشور، فاصله بسیار زیادی داریم. برای رسیدن به هدف مدنظر باید مناطق دارای پتانسیل بالا شناسایی و معرفی شود (نورالهی و همکاران، ۱۳۹۰)

مناطق مستعد کشور با تهیه اطلس باد ایران شناسایی و معرفی می‌شوند. سپس در مناطق مناسبی که ایستگاه باد سنجی وجود ندارد، باید ایستگاهی استاندارد احداث و اطلاعات، جهت و سرعت باد در بازه‌های زمانی حداکثر ۱۰ دقیقه‌ای به مدت یک سال ثبت و در نهایت با استفاده از روش-های استاندارد، اطلاعات ثبت شده باد، آنالیز و بررسی شود. علاوه بر داشتن پتانسیل باد عوامل بسیاری همچون کاربری اراضی، شیب، ارتفاع از سطح دریا، فاصله از مناطق مسکونی در احداث نیروگاه‌های باد دخیل هستند، که به کارگیری سیستمی که علاوه بر دقت بالا از نظر سرعت عمل و سهولت انجام عملیات در حد بالایی قرار داشته باشد را ضروری می‌سازد. سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) به طور گسترده این قابلیت را در برنامه-ریزی‌های محیط زیستی و مباحث مربوط به مکان-یابی داراست (مینایی ۱۳۸۸).

تاکنون پژوهش‌های متعددی در رابطه با استفاده از پتانسیل انرژی باد در مناطق مختلف جغرافیایی انجام شده است؛ از جمله: در تحقیق عباسپور و قاضی (۱۳۸۸) با عنوان مکان‌یابی نیرو گاه‌های بادی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی بر اساس معیارهای توسعه پایدار شهری در استان اصفهان پرداختند و با تلفیق لایه‌های مناطق مستعد جهت احداث نیروگاه‌های بادی را مشخص کردند.

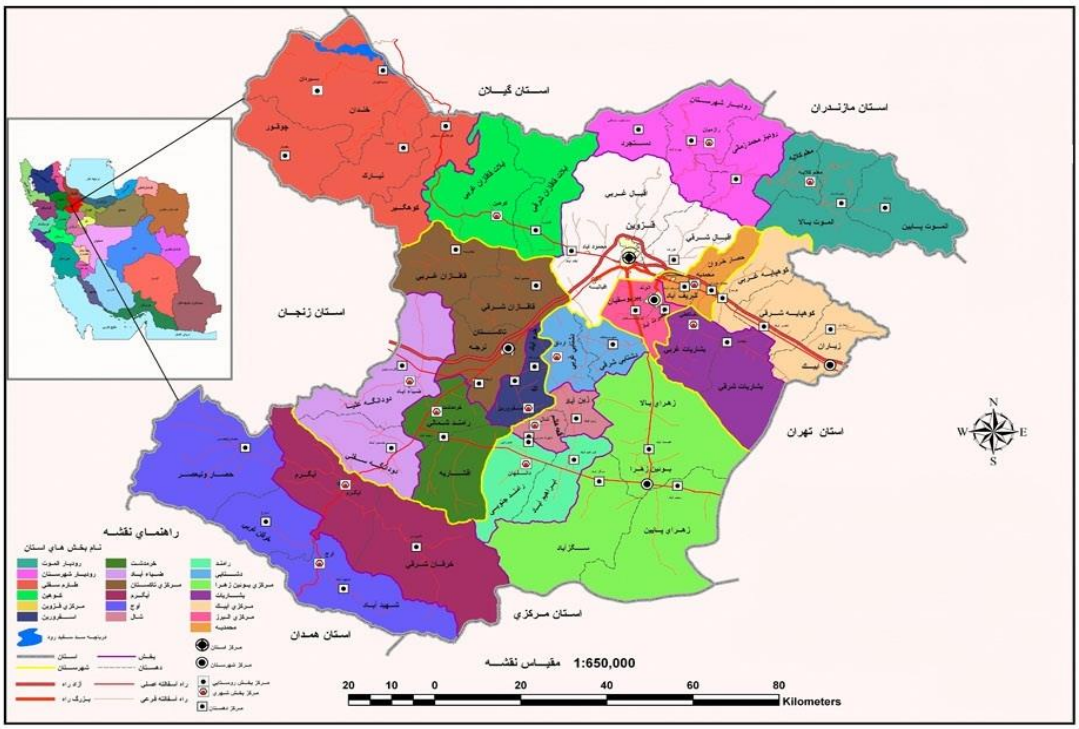
نورالهی و همکاران (۱۳۹۰) با عنوان پتانسیل سنجی انرژی باد برق منطقه‌ای باختر با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و با در نظر گرفتن معیارهای انتخاب مزارع بادی به بیان روشی کاربردی برای پتانسیل سنجی منابع بادی با قابلیت تولید برق پرداختند. در پژوهشی عبدی و همکاران (۱۳۹۰) به امکان سنجی احداث نیروگاه بادی ۱۰ مگاواتی در مراوه تپه استان گلستان از لحاظ فنی و اقتصادی پرداختند. نتایج پژوهش ایشان نشان می‌دهد که در صورتی که روند مطالعات امکان سنجی قبل از احداث نیروگاه‌های بادی از طریق میکروسایتینگ به صورت صحیح انجام پذیرد بیشتر مشکلات کنونی در رابطه با مرحله احداث نیروگاه بادی مرتفع می‌گردد. هدف مطالعه حاضر مکان‌یابی

نیروگاه بادی در استان قزوین با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش AHP و ادغام آن با منطق فازی است.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه

استان قزوین که در حوزه مرکزی ایران با مساحتی معادل ۱۵۸۲۱ کیلومتر مربع بین ۴۸ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۵۰ دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۳۷ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۴۵ دقیقه عرض شمالی قرار دارد از شمال به استان‌های مازندران و گیلان، از غرب به استان‌های همدان و زنجان، از جنوب به استان مرکزی و از شرق به استان تهران محدود می‌شود. وجود ناهمواری و میکرو اقلیم‌های فراوان در این استان باعث ایجاد بادهای محلی می‌شود، و از سوی دیگر قرارگیری آن در مسیر بادهای جنوب و جنوب شرقی که در اکثر ماه‌های سال از کویر قم به داخل دشت قزوین می‌وزند، زمینه مناسبی را جهت احداث نیروگاه‌های بادی ایجاد می‌کند.

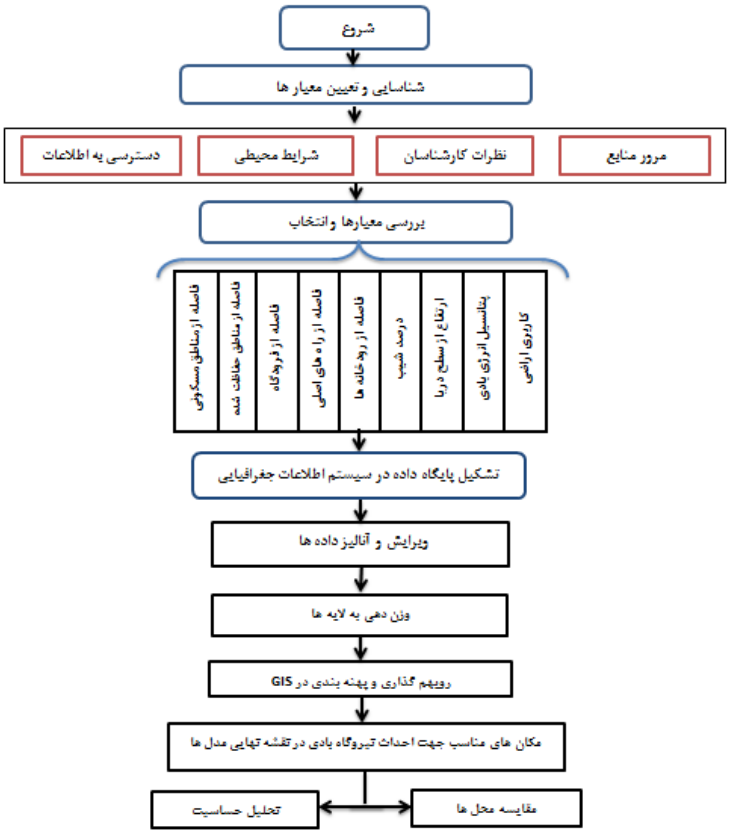


شکل ۱:موقعیت جغرافیایی استان قزوین

روش انجام پژوهش

پردازش و تحلیل داده‌ها در این پژوهش با توجه به معیارهایی از قبیل پتانسیل انرژی باد، کاربری اراضی، فاصله از مناطق مسکونی صورت گرفته است. پس از آماده‌سازی و تهیه لایه‌های اطلاعاتی بر اساس (شکل ۲) از روش AHP با ترکیب فازی برای تعیین وزن کلاس‌های هر لایه و وزن نهایی معیارها استفاده گردید در روش‌های مذکور ابتدا با استفاده از نظر کارشناسان و متخصصین مقایسه زوجی هر کدام از معیارها و زیر معیارها وزن دهی شده و با استفاده از نرم افزار Expres Choise وزن دهی نهایی شدند. در گام بعد وزن‌های بدست آمده از دو

مدل مذکور به طور جداگانه و سپس با ترکیب آن‌ها با هم وارد محیط GIS شده و در هر یک از لایه‌ها ضرب شده و همراه با آن تلفیق لایه‌ها با استفاده از روی هم گذاری موزون صورت گرفت. سپس نقشه نهایی به صورت رستری حاصل گردید. نقشه نهایی در لایه محدودیت ضرب شده و مناطق دارای محدودیت مشخص و در نهایت نقشه نهایی در سه لایه تولید شد.



شکل ۲: فرآیند مکان‌یابی نیروگاه‌های بادی با تلفیق روش AHP و فازی با استفاده از GIS

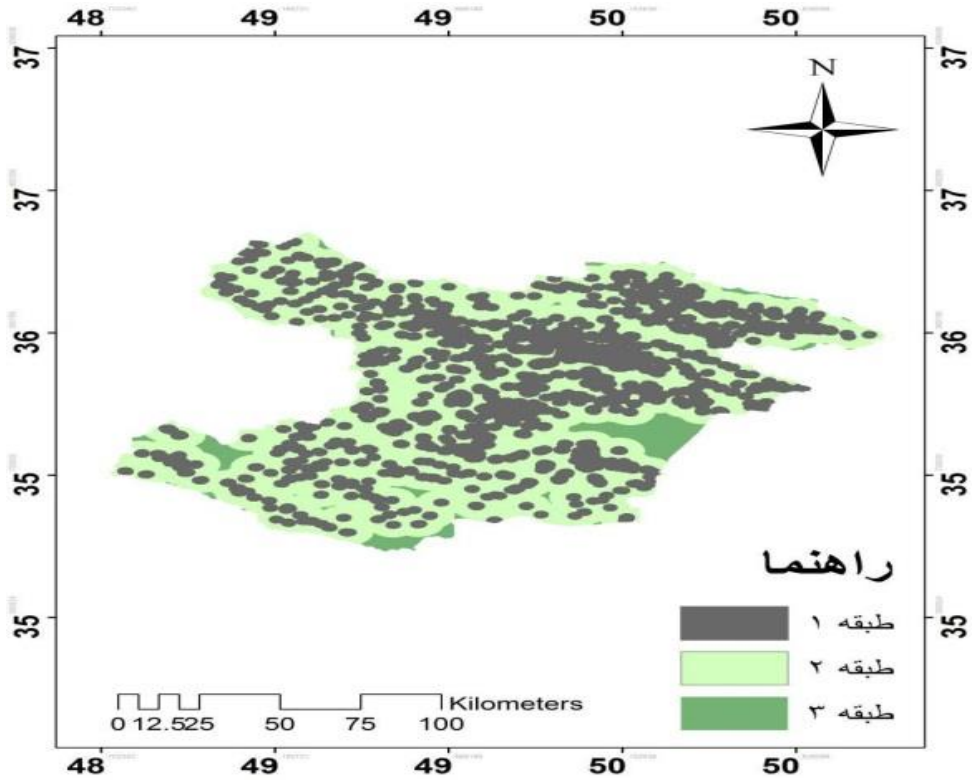
معیارهای انتخابی برای تحلیل تناسب اراضی جهت استقرار نیروگاه‌های بادی

در مکان‌یابی نیروگاه بادی معیارهای متعددی را می‌توان دخالت داد. معمولاً هر چقدر عوامل بیشتری در مدل دخالت کنند، خروجی دقیق‌تری خواهند داشت؛ اما با توجه به عدم دسترسی به کلیه اطلاعات دخیل در بحث مکان یابی این مراکز در ناحیه مورد مطالعه، سعی شد مؤثرترین و ضروری‌ترین عوامل فنی، اقتصادی و محیطی در نظر گرفته شوند. در این تحقیق از نظرات گروه کارشناسان خبره متشکل از برنامه‌ریزان محیط زیست شهری و روستایی، استفاده گردید. مطالعات کتابخانه‌ای، منابع علمی در این زمینه و اطلاعات موجود و در دسترس، بالاخره مهم‌ترین معیارهای تعیین پهنه‌های مناسب جهت استقرار نیروگاه‌های بادی انتخاب شدند. معیارهای انتخابی به همراه نقشه‌های تولید شده از آن‌ها به قرار زیر می‌باشند:

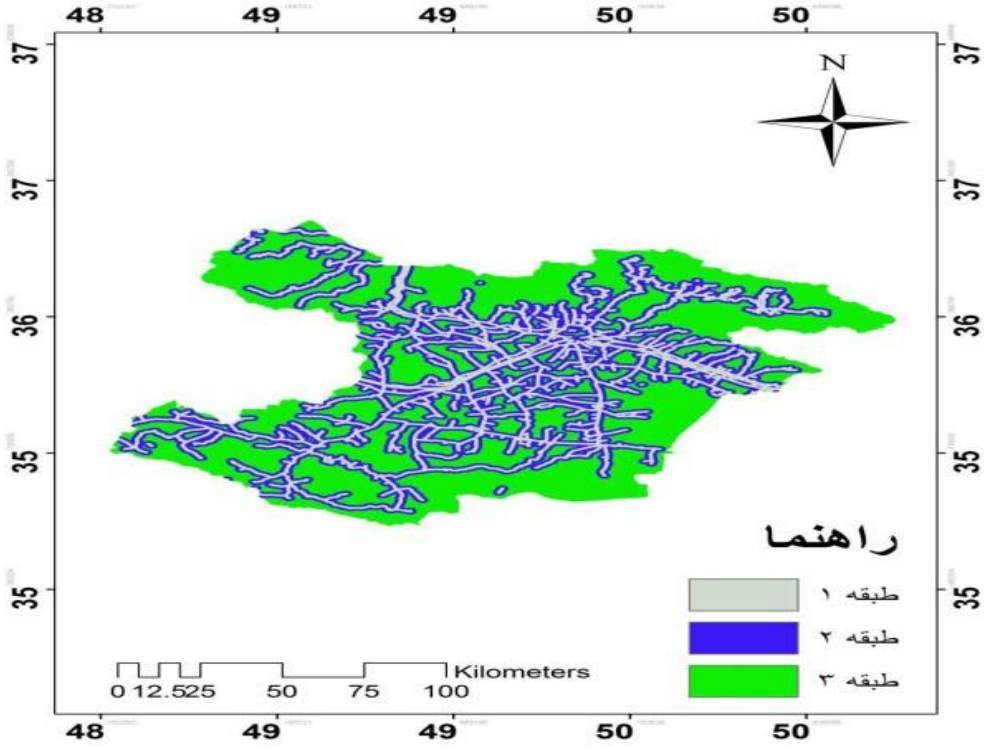
الف) فاصله از مناطق مسکونی

شهرها و مراکز جمعیتی، ممکن است به جهت ایمنی، سرو صدا و منظره تحت تأثیر مزارع بادی قرار

گیرند. از این نظر کاهش تأثیرات بصری توربین‌های بادی بر مناطق مسکونی، باید مد نظر قرار گیرد. مطالعات مختلف نشان داده است که مزارع بادی باید حداقل2000 متر از مراکز جمعیتی فاصله داشته باشد (Nguyen 2007) (شکل ۳).



شکل ۳: طبقات فاصله از مناطق مسکونی



شکل ۴:طبقات فاصله از مسیرهای حمل و نقل

ب) فاصله مسیرهای حمل و نقل

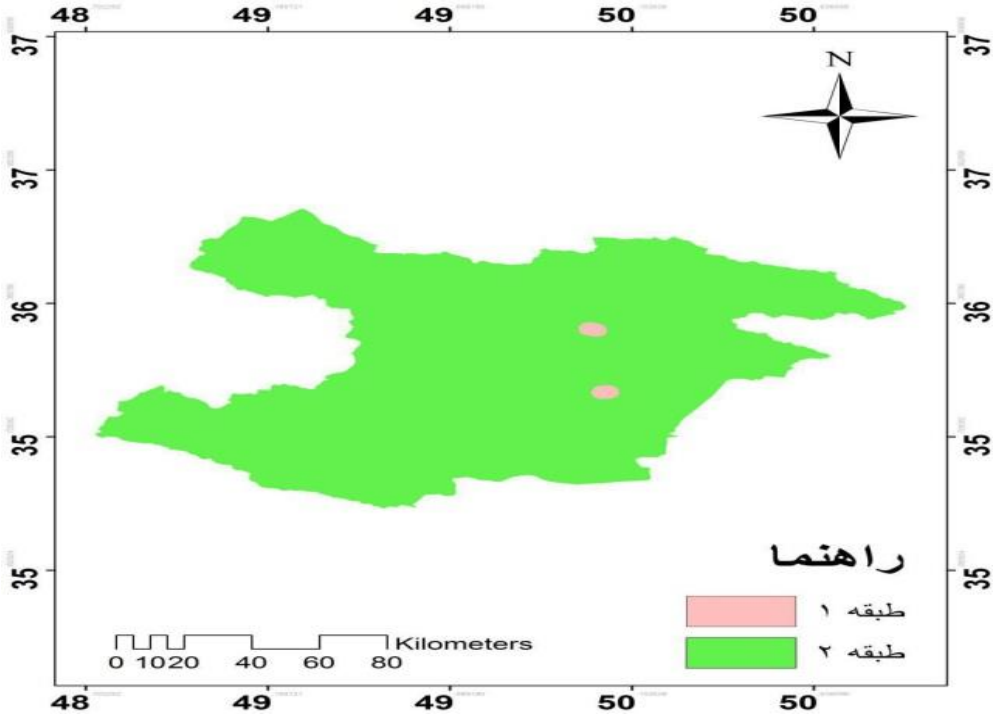
مسیرهای جابجایی افراد از منطقه‌ای به منطقه دیگر تقسیم بندی می‌شوند که شامل جاده‌ها، راه آهن و سایر راه‌ها مانند راه‌های دسترسی محلی هستند (شکل ۴). مسیرها، مخصوصاً اگر ارزش توریستی و منظره‌ای داشته و همچنین از لحاظ امنیت بایستی حداقل فاصله توربین‌ها از جاده رعایت شود. مطالعات در کشورهای پیشرو در صنعت برق بادی نشان می‌دهد که توربین‌های بادی باید حداقل 250 متر از خطوط راه آهن، 3000 متر از بزرگراه‌ها و 500 متر از جاده‌های محلی فاصله داشته باشند (Serwan2001).

ج) فاصله از فرودگاه‌ها اعم از محلی و نظامی

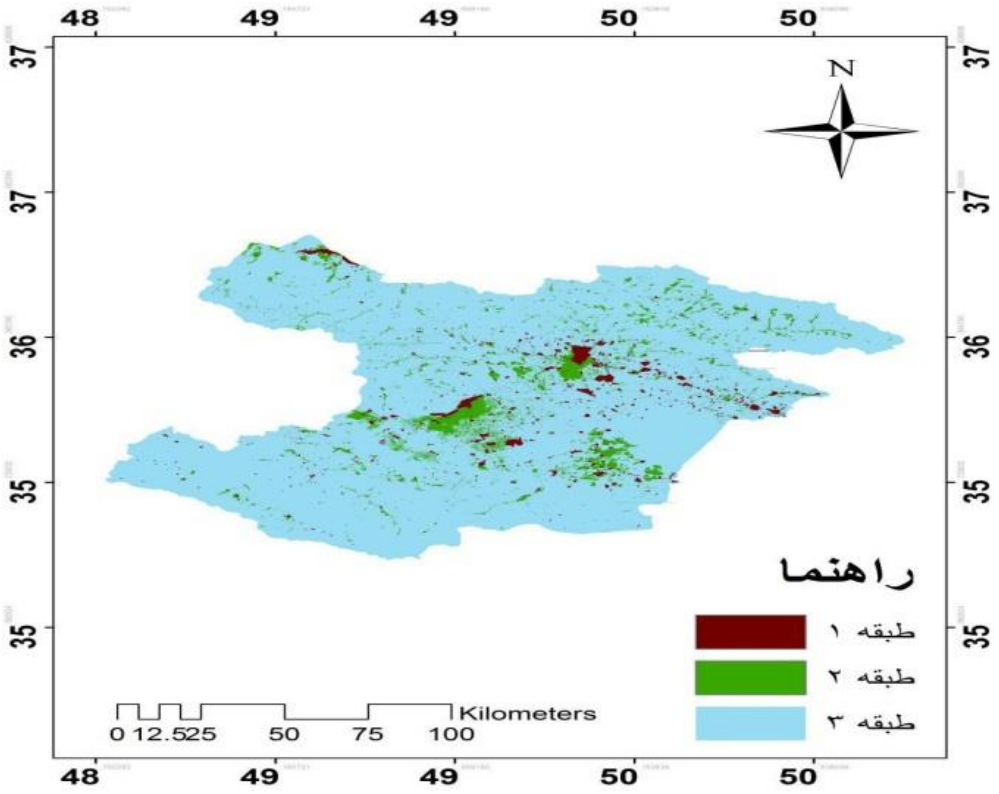
عملکرد رادارها و ارتفاع هواپیماهای عبوری از روی توربین‌های بادی مجاور آن‌ها، بر محل احداث مزارع بادی تأثیر گذارند. در مورد رادارهای اصلی، توربین‌های بادی پارازیت به آن‌ها ارسال می‌کنند (شکل ۵). مناطق پدافندی پراهمیت ملی، به جهت برقراری امنیت با درجه‌ی بالا و اطمینان از اقامت جمعیت کم در آن، نیازمند محدوده مناطق توسعه نیافته هستند. بنابراین حریم قابل توجهی برای معیارهای فوق مورد نیاز است، مطالعات بیانگر آن هستند که باید حداقل فاصله از فرودگاه‌ها 2500 متر باشد (Deadp.2006).

د)کاربری اراضی

هرچند احداث نیروگاه بادی با رعایت حریم‌های مورد نظر در کاربری‌های مختلف جز در معدودی از کاربری‌ها به دلایل مختلف، قابل اجرا است اما یافتن بهترین نوع کاربری با توجه به این که عملیات ساختمانی و بهره برداری نیروگاه به آسانی صورت گیرد و آسیبی به سرزمین وارد نگردد لازم است (شکل ۶). بهترین نوع کاربری‌ها جهت احداث نیروگاه شناسایی شده و به ترتیب الویت رتبه بندی شده اند (Bennui et al. 2007)



شکل ۵: طبقات فاصله از فرودگاه‌ها



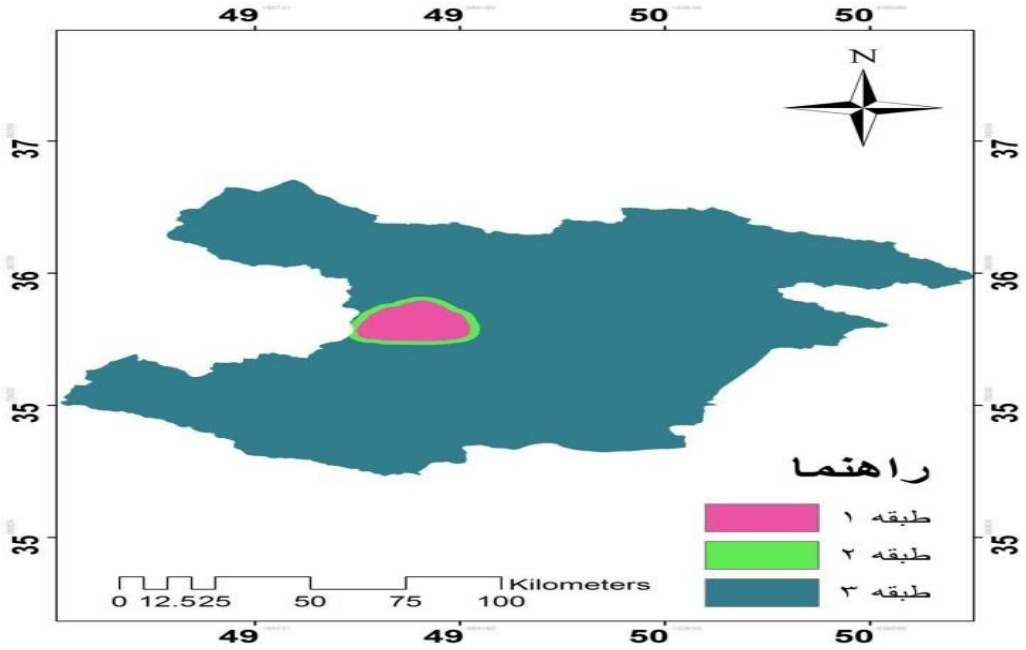
شکل ۶: طبقات کاربری اراضی

ه) فاصله از مناطق حفاظت شده

منطقه حفاظت شده به منطقه‌ای اطلاق می‌شود که شامل اراضی طبیعی و دارای منابع طبیعی اعم از جنگل، مرتع، حیات وحش و ... بوده که از لحاظ ظرفیت تکثیر یا تولید مثل گیاهی و جانوری و همچنین حفظ و احیاء رستنی‌ها و جانوران دارای اهمیت ویژه‌ای است و به 4 بخش تقسیم می‌شوند:

- اثر طبیعی ملی
- پناهگاه حیات وحش
- منطقه حفاظت شده
- پارک ملی

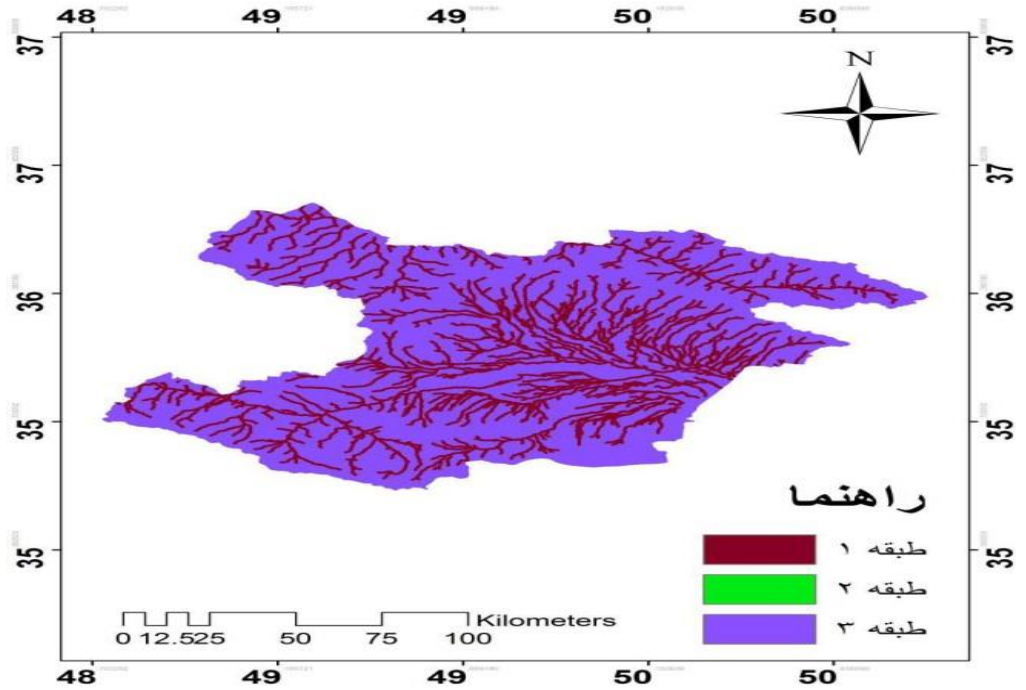
این مناطق به دلیل دارا بودن جنگل‌ها و یا مراتع پرارزش و مناظر زیبا و برای جلوگیری از تخریب پوشش گیاهی و جانوری موجود در آن‌ها مورد حفاظت قرار گرفته‌اند .مزارع بادی به دلیل اضافه کردن یک عامل تکنولوژیکی به منظره طبیعی، بر خاصیت ذاتی طبیعت این مناطق تأثیر منفی می‌گذارند، بنابراین حداقل فاصله جهت نصب توربین بادی از این مناطق 2000 متر در نظر گرفته می‌شود (Deadp.2006) (شکل۷).



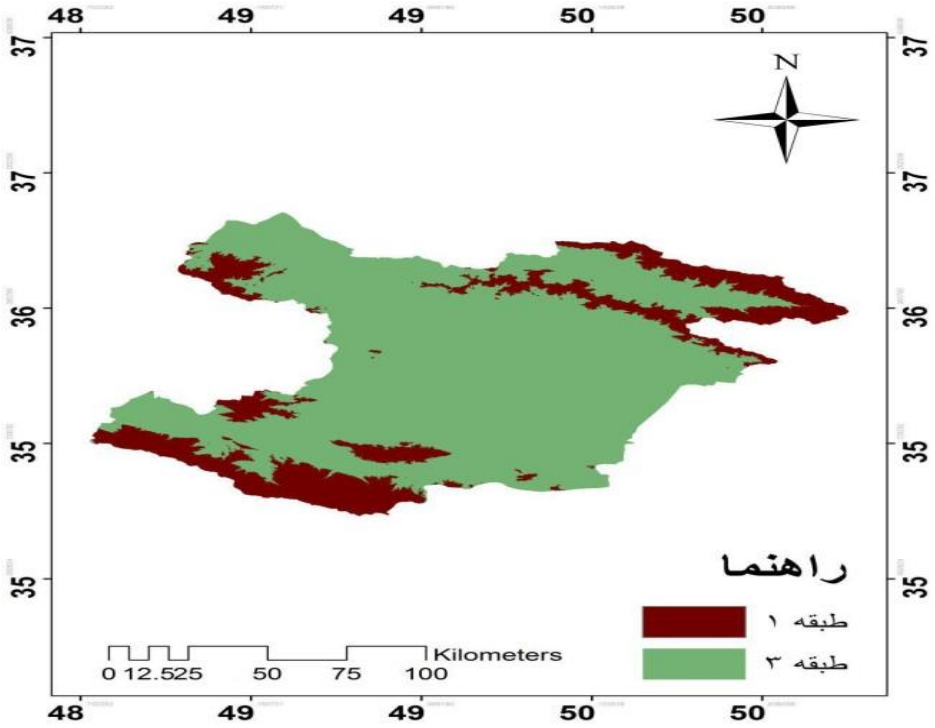
شکل۷ فاصله از مناطق حفاظت شده

و) فاصله از رودخانه

سواحل و رودخانه‌ها، از اقامتگاه‌ها و تفرجگاه‌های خاص بوده و از عوامل طبیعی بر روی زمین به شمار می‌روند. توربین‌های بادی واقع در سواحل و نزدیک به آن‌ها و در مجاورت رودخانه‌ها، تاثیرات نامطلوبی بر جلوه‌ی این مناطق خواهند گذاشت. این مناطق همچنین از نظر زیست‌محیطی، زیستگاه بسیاری از پرندگان خاص هستند، که همواره مراقبت از آن‌ها دارای اهمیت بوده است. میزان فاصله‌ی توربین بادی از این مناطق حداقل 500 متر در نظر گرفته می‌شود (Voivontas et al.1998) (شکل ۸).



شکل ۸:طبقات فاصله از رودخانه



شکل ۹:طبقات ارتفاع از سطح دریا

ز) ارتفاع از سطح دریا

میزان ارتفاع از سطح دریا باید به مقداری باشد که انتقال تجهیزات را با مشکل همراه نسازد. همچنین، افزایش ارتفاع با توجه به رابطه‌ی (۱) در میزان سرعت باد تأثیر گذار است و با افزایش ارتفاع، سرعت باد نیز افزایش می‌یابد. اما افزایش ارتفاع، منجر به کاهش فشار و دمای هوا نیز می‌شود که این کاهش فشار و دمای هوا همان‌طور که در رابطه‌ی شماره‌ی (۲) مشاهده می‌شود در میزان توان قابل استحصال از توربین تاثیرگذارخواهد بود و بنابراین نباید میزان ارتفاع به قدری باشد که در میزان این توان تغییرات محسوسی ایجاد نماید (شکل ۹) .(Bennui et al. 2007)

$$\frac{V}{V_O} = (\frac{H}{H_O})^{\propto} \quad (۱)$$

که در این رابطه V سرعت باد در ارتفاع H، V_O سرعت باد در ارتفاع پایه‌ی H_O و α ضریب تغییر سمت باد می‌باشد.

$$E_G = E_U C_H C_T \quad (۲)$$

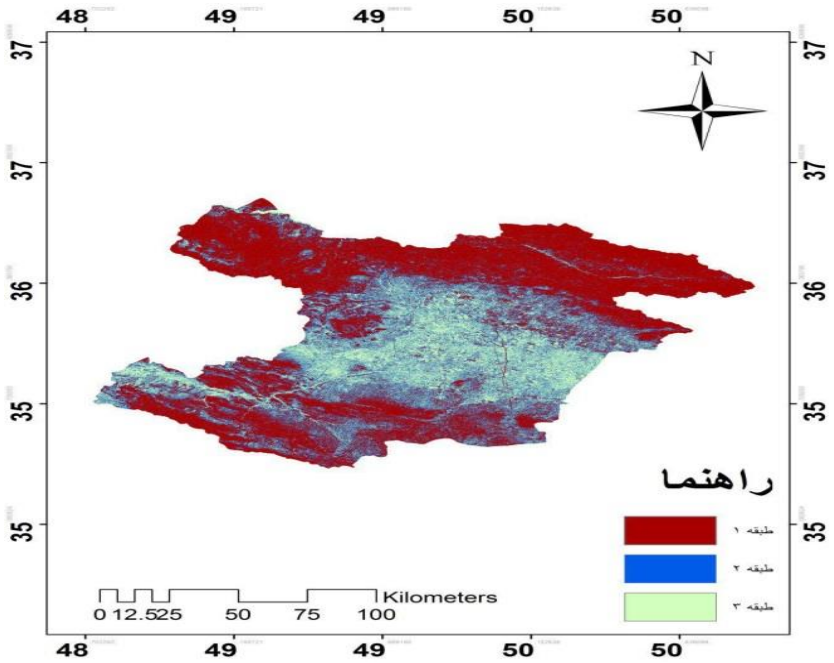
در رابطه فوق E_G انرژی خالص تولید شده، E_U انرژی ناخالص تولیدی و C_H، C_T به ترتیب ضرایب فشار و دما هستند.

ح) درصد شیب

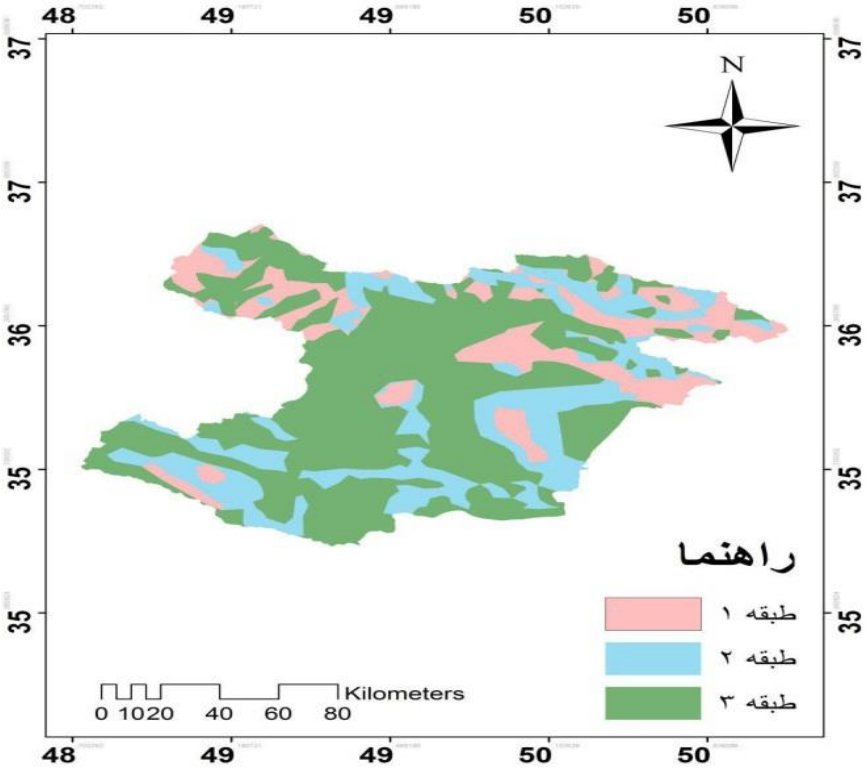
شیب منطقه نیز از عوامل مهم در عملکرد مناسب توربین‌ها و نصب آن‌ها است. گاهی اتفاق می‌افتد که تمام یا بخشی از توربین بادی توسط تپه‌ها و کوه‌ها پنهان می‌شود که ممکن است مانع دست‌یابی به توان مؤثر و مورد نیاز شود. رعایت معیار توپوگرافی می‌تواند این مشکلات را مرتفع سازد (شکل ۱۰).

همچنین معیارهای دیگری در این مکان یابی تأثیر گذار هستند که در جداول (۱،۲،۳) به طور دقیق‌تر

فاصله توربین‌ها از این عوامل ذکر شده‌اند. (Bennui et al. 2007)



شکل ۱۰:طبقات درصد شیب



شکل ۱۱:طبقات پتانسیل بادی

ارزیابی پتانسیل باد قابل دسترس استان قزوین

با توجه به این که ارزیابی پتانسیل باد یک منطقه نیاز به داده‌های فراوان، صرف هزینه و زمان زیاد دارد و از سویی دیگر سو این لایه‌ها توسط سازمان

انرژی‌های نو ایران تهیه شده و در اختیار متخصصین و سرمایه گذاران این بخش قرار می‌گیرد در این پژوهش نیز از اطلس پتانسیل باد ایران استفاده شده است (شکل ۱۱).

تجزیه، تحلیل و تلفیق داده‌ها

در این بخش اطلاعات مختلف و معیارهای بررسی شده با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و با وزن مشخص هم ترکیب و تلفیق شده و مکان مناسب برای احداث توربین‌های بادی انتخاب می‌شود. هدف، تعیین مناسب‌ترین محل برای احداث توربین‌های بادی است به طوری که محدودیت‌ها و مشکلات احداث توربین بادی را نداشته باشد.

در سیستم اطلاعات جغرافیایی اطلاعات جمع آوری چارچوب

ابتدا اطلاعات مورد نیاز و نقشه‌های راه‌ها، آبراهه‌ها، شهرهای بزرگ و مراکز جمعیتی، راه آهن، فرودگاه‌های محلی و نظامی، مناطق حفاظت شده و اطلس باد استان قزوین تهیه شدند و سپس به همراه نقشه‌ی شیب و ارتفاع، در محیط GIS مدل شده و به نقشه‌ی رقومی تبدیل گردیدند.

انتخاب و ارزیابی حریم معیارها

میزان حداقل و حداکثر فاصله از هر یک از معیارها در جدول شماره (۱) آورده شده است. این مقادیر با در نظر گرفتن اصول فنی، اقتصادی و محیط زیستی و با استفاده از برآوردها و استانداردهای ملی و بین‌المللی و با بیشترین توجهات به معیارهای بیان شده در این مقاله، تعیین گردیده‌اند.

جدول شماره ۱: حداقل و حداکثر فاصله از معیارهای مورد بررسی

معیارها	طبقه ۱ (m)	طبقه ۲	طبقه ۳	منبع
فاصله از مناطق مسکونی	< 2000	2000-6000	>6000	(Nguyen 2007)
کاربری اراضی	مسکونی، صنعتی	باغات	بایر،ک دیم،ک آبی ،مرتع	نگارنده
فاصله از مناطق حفاظت شده	۲۰۰۰<	۰۰۰۴۰۰۰-۲	٤۰۰۰>	مینایی ۱۳۸۸
فاصله از رود خانه	۵۰۰>	500-1000	>1000	(Voivontas et al.19988)
فاصله از فرودگاه	۲۵۰۰<	-	-	(Deadp.2006)
فاصله از بزرگراه	۳۰۰۰<	3000-10000	>10000	(Serwan2001)

جدول شماره ۲: حداکثر ارتفاع و شیب مجاز

معیارها	طبقه ۱	طبقه ۲	طبقه ۳	منبع
شیب (درصد)	۱۰>	۱۰-۵	۵<	(Bennui et al. 2007)

ارتفاع از سطح دریا (متر)	۲۰۰۰>	-	-	(Bennui et al. 2007)

جدول شماره ۳:پتانسیل انرژی باد

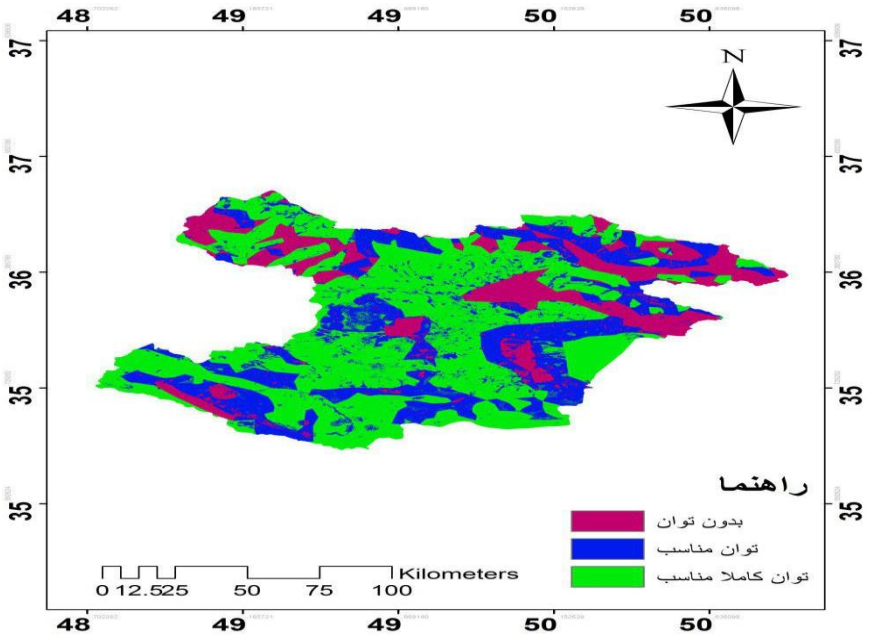
معیار	طبقه ۱	طبقه ۲	طبقه ۳	منبع
پتانسیل انرژی باد w/m2	< 100	100-300	>300	سانا ۱۳۸۸

تعیین حریم هر یک از معیارها در محیط GIS

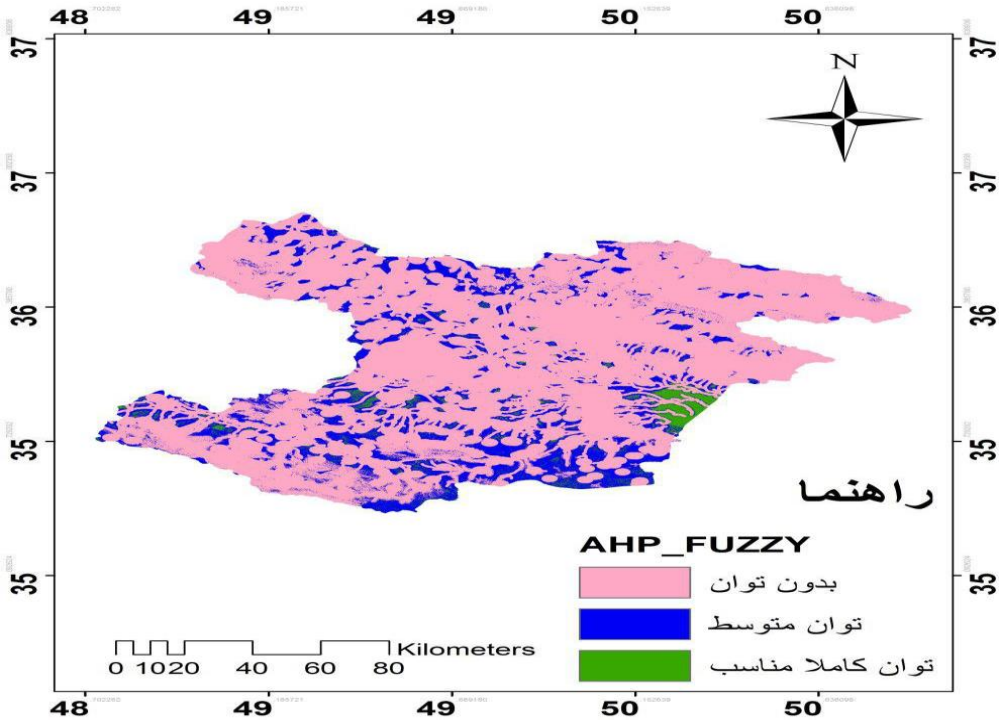
در این مرحله، وزن معیارهای داده شده در نرم افزار لحاظ شده تا بر روی نقشه‌های بدست آمده در قسمت نخست این بخش، اعمال شود و نقشه‌ی حریم مناسب هر یک از معیارها تهیه گردد. به طوری که مناطقی که در موقعیتی نزدیکتر از حداقل فاصله تعیین شده معیارها، نظیر مناطق مسکونی، بزرگراه‌ها، فرودگاه‌ها، آبراهه‌ها و مناطق حفاظت شده و یا دورتر از حداکثر میزان فاصله‌ی تعیین شده از معیارهای قرار گرفته‌اند، مشخص شوند .همچنین مناطق با شیب بالای ۱۰% ، ارتفاع بیش از 2000 متر، و مناطق با سرعت باد کمتر از 6 متر بر ثانیه که از نقشه اطلس پتانسیل باد سانا استفاده شده به عنوان مناطق دارای محدودیت در نظر گرفته شده‌اند.

تلفیق لایه‌های اطلاعاتی

پس از تهیه تمام لایه‌های اطلاعاتی و تعیین عوامل موثر در مکان یابی احداث نیروگاه بادی و نقش آن‌ها در مکان یابی و با انجام مدل سازی و تجزیه و تحلیل داده‌های فضایی به کمک GIS به تهیه نقشه فاکتورهای موثر در مکان یابی مزارع بادی بر اساس فرایند تحلیل سلسله مراتبی AHP، از قابلیت‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی برای تلفیق و هم پوشانی نقشه‌ها استفاده شد و نقشه مکان‌های مناسب جهت احداث نیروگاه بادی تهیه گردید.



شکل ۱۲: نواحی دارای محدودیت مکان یابی نیروگاه‌های بادی در استان قزوین با استفاده از روش AHP



شکل ۱۳: نواحی دارای محدودیت مکان یابی نیروگاه‌های بادی در استان قزوین با تلفیق روش فازی و AHP

نتیجه گیری

در مکان‌یابی نیروگاه بادی باید از وجود بادهایی با سرعت و تداوم مناسب و عدم وجود موانع محیطی مطمئن شد. علاوه بر این جهت، سرعت و تداوم باد غالب آن نیز از فاکتورهای بسیار مهم تلقی می‌شوند. با وجود این‌ها تپه‌های وسیع، مسطح و تقریباً گرد، مناسب‌ترین محل نصب توربین‌های بادی هستند. با توجه به اهمیت تلفیق اطلاعات، فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) برای وزن دهی به لایه‌ها انتخاب و به کمک نرم افزار Expert choice پیاده سازی گردید. از نرم افزار ArcGIS به منظور تحلیل فضایی و همپوشانی لایه‌ها استفاده شد. پس از تجزیه و تحلیل اطلاعات، استان قزوین از نظر قابلیت احداث مزارع بادی به سه سطح بودن توان، توان متوسط و توان کاملاً مناسب طبقه بندی گردید. در نهایت نواحی دارای محدودیت برای مکان یابی نیروگاه‌های بادی مشخص و با استفاده از GIS کل محدوده پهنه بندی شد. پهنه‌بندی نهایی نقشه حاصل از مدل‌های مورد استفاده به سه طبقه شامل؛ بدون توان، توان مناسب و توان کاملاً مناسب طبقه بندی شد. مقایسه مدل‌های مذکور با توجه نقشه‌های نهایی (شکل ۱۳،۱۲) بیانگر این مطلب می‌باشد که هر چند مدل تحلیل سلسله مراتبی فازی نسبت به مدل تحلیل سلسله مراتبی از دقت و حساسیت بیشتری در رتبه بندی طبقه‌ها از خود نشان می‌دهد. ولی نمی‌توان از ویژگی مثبت مدل سلسله مراتبی غافل شد چرا که مدل FAHP با وجود دقت در نتایج نسبت به مدل AHP روابط احتمالی موجود بین معیارها را نادیده می‌گیرد. فرایند تحلیل سلسله مراتبی به دلیل رفع نقص موجود در فرایند FAHP انجام شده چرا که در FAHP ارتباطات احتمالی بین معیارها نادیده گرفته شده بود. ولی در صورتی که بخواهیم هیچ یک از عوامل محدود کننده در سایت مورد نظر وجود نداشته باشد روش فازی AHP می‌تواند نتایج قابل قبول‌تری با توجه به پارامترها ارائه کند و مناطق

دارای محدودیت را به صورت دقیق‌تر شناسایی کند. به نظر می‌رسد که نواحی مستعد احداث نیروگاه بادی در شرق استان قزوین و در گستره کوچکی در غرب و نزدیک به شهرستان تاکستان و همچنین شمال و شمال غرب و نواحی جنوبی حوزه بوئین زهرا می‌باشند.

منابع

اسدی، م.، انتظاری، ع.، اکبری، ا. ۱۳۹۲. مکان یابی نیروگاه‌های بادی در شمال شرق کشور با استفاده از روش AHP و سیستم اطلاعات جغرافیایی.مطالعات جغرافیایی منطق خشک.سال چهارم.شماره چهاردهم .ص۱۱-۲۹

ربیعی، م. ۱۳۹۴. نشریه سازمان انرژی‌های نو ایران.شماره ۴۱.فروردین-اردیبهشت ۹۴ (ب از م)

عباسپور،م، قازی، س.، ۱۳۸۸. فرصت ها و چالش های پیشروی توسعه بکارگیری انرژی های نو در کشور، همایش الگوی تولید و مصرف توسعه پایدار منابع انرژی و محیط زیست.

عبدی، ح.، حسین زاده خنکاری،ت.، ذاکری فر،ر.، عباسیه کهن، س.ح. هاشمی پنبه چوله، س .م . ۱۳۹۰. امکان سنجی احداث نیروگاه بادی 10 مگاواتی مراوه تپه، نشریه انرژی ایران، دوره ۱۴ ، شماره ۱، صفحات ۱-۲۲.

مینایی، م .۱۳۸۸. پیاده سازی مدل آزمایشی کشاورزی با استفاده از منطق فازی و سیستم اطلاعات جغرافیایی (gis)، مطالعه موردی فریدون شهر، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، صفحه ۱۴۶.

نورالهی، ی.، اشرف، س.م.ع. زمانی، م. ۱۳۹۰. پتانسیل سنجی انرژی باد برق منطقه‌ای باختر با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی(gis). نشریه انرژی ایران. دوره ۱۴، شماره ۱.

شناخت منابع باد –ترجمه و تألیف:کارشناسان دفتر انرژی و باد و امواج سانا ۱۳۸۲(ب ازم)

Baban, S.M. and Parry, T., 2001. Developing and applying a GIS-assisted approach to locating wind farms in the UK. *Renewable energy*, *24*(1), pp.59-71.

Bennui, A., Rattanamanee, P., Puetpaiboon, U., Phukpattaranont, P. and Chetpattananondh, K., 2007, May. Site selection for large wind turbine using GIS. In *PSU-UNS International Conference on Engineering and Environment*(pp. 561-566).

Deadp, 2006. Strategic Initiative to Introduce Commercial Land Based Wind Energy Development to the Western Cape: Towards a Regional Methodology for Wind Energy Site Selection, Report Series 1-7, Department of Environmental Affairs and Development Planning, Cape Town.

Nguyen, K.Q., 2007. Wind energy in Vietnam: Resource assessment, development status and future implications. *Energy Policy*, *35*(2), pp.1405-1413.

Patel, M.R., 2005. *Wind and solar power systems: design, analysis, and operation*. CRC press.

Voivontas, D., Assimacopoulos, D., Mourelatos, A. and Corominas, J., 1998. Evaluation of renewable energy potential using a GIS decision support system. *Renewable energy*, *13*(3), pp.333-344.

Location of wind power in Qazvin province using geographic information system (GIS) and AHP method and its integration with fuzzy logic

Mojtaba Ranaee[1*], Naghmeh Mobarghei[2], Mostafa Keshtkar[3]

[1]Graduated from master planning and design environment, Shahid Beheshti University
[2]Associate Professor of Planning and Design at Shahid Beheshti University, Tehran
[3]Master student of Environmental Planning and Design, Shahid Beheshti University, Tehran

Abstract

Limited fossil energy reserves in the world and increase in level of energy consumption, have always challenged humans to replace new energy sources. In the meantime, the wind and sun energies will contribute greatly to the future of energy production in the world, due to being free of charge and environmental pollution. Wind is the most economic and practical among the reusable energies, and so electricity producing wind turbines were developed faster than other new energy resources. Therefore, finding optimum locations for establishing facilities and buildings for using potentials is necessary. The aim of this study was to find a suitable location for the establishment of wind farms in Qazvin province by considering important criteria and subcriteria. Given the importance of integrating information, analytic hierarchy process (AHP) was used to weigh the layers and Expert choice software was implemented. Geographic Information System (GIS) was used for spatial analysis and overlapping the layers. After the data analysis, Qazvin province was classified into three levels of without power, average power and high power. The areas with limitations for locating wind power were specified and the entire range was mapping out using geographic information. The results show that fuzzy AHP method can provide more accurate results according to the parameters and more precisely identify areas of limitation. It seems that the Qazvin-prone areas in the east and some area in the west close to the Takestan as well as north and northwest and south regions of Bouin Zahra areas are suitable areas for wind energy load.

Keyword: Location, geographic information systems (GIS), wind power, Qazvin, Analytic Hierarchy (AHP)