دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی علمی فضای جغرافیایی

سال بیست ویکم، شماره‌ی ۷۳
بهار ۱۴۰۰، صفحات ۱۷-۱

[*]علی شاهبایی کوتنایی[۱]
سپیده بارزمان[۲]

ارزیابی پتانسیل استفاده از انرژی باد در مناطق کویری و بیابانی ایران با روش تحلیل فضایی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۸/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۸/۲۱

چکیده

در قرن حاضر افزایش جمعیت، نیاز بیش‌تر به مواد غذایی، افزایش آلودگی‌های زیست‌محیطی، استفاده از انرژی‌های نو و تجدیدپذیر، از جمله باد را بیش از پیش مورد توجه انسان قرار داده است. موقعیت جغرافیایی خاص ایران، امکان استفاده از این انرژی پاک را فراهم و آن را از نظر اقتصادی مقرون‌به‌صرفه می‌نماید. در پژوهش حاضر به‌منظور پتانسیل‌سنجی استفاده از انرژی باد در مناطق کویری و بیابانی کشور، از داده‌های ساعتی سمت و سرعت باد در دوره‌ی ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۵ استفاده شد. پس از کنترل کمی و کیفی داده‌ها نقشه‌های تغییرات مکانی سرعت باد رسم و با استفاده از روش‌های تحلیل فضایی از جمله موران محلی، پتانسیل استفاده از انرژی باد در قسمت‌های گوناگون منطقه طبقه‌بندی شد. نتایج بررسی‌ها نشان داد که استان‌های کرمان، سیستان‌وبلوچستان، هرمزگان، جنوب خراسان جنوبی و بخش‌هایی از شرق و جنوب یزد از جمله مناطق مستعد برای نصب توربین‌های بادی و دریافت انرژی بادی می‌باشند. در ادامه‌ی بررسی‌ها مشخص شد بیشینه‌ی سرعت باد در سطح منطقه در ساعت‌های ابتدایی روز تا اوایل بعد از ظهر (ساعت‌های ۹ صبح تا ۱۵ بعد از ظهر) رخ می‌دهد در نتیجه بیش‌ترین میزان انرژی در این فاصله‌ی

[*]۱- دانشجوی دکتری تغییرات آب‌وهوایی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران. (نویسنده مسئول). E-mail: shahbai2008@yahoo.com
۲- دانشجوی دکتری آب‌وهواشناسی شهری، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.73.1.3]

زمانی قابل استحصال می‌باشد. نکته‌ی مهمی که طی بررسی‌ها مشخص شد ضرورت توجه به پتانسیل مناطق ساحلی در زمینه‌ی تامین انرژی بادی می‌باشد. ویژگی‌های خاص اقلیمی و جغرافیایی این مناطق موجب شده تا در تمام ساعات روز شاهد وزش دائمی بادهای نسبتاً قدرتمند بوده و از پتانسیل بالایی برای تامین انرژی برخوردار باشند.

کلید واژه‌ها: پتانسیل‌سنجی، تحلیل فضایی، موران محلی، پهنه‌بندی، مناطق خشک و کویری ایران.

مقدمه

یکی از مسائل مهم در برنامه‌ریزی فعالیت‌های بشری، ملاحظات مربوط به تامین انرژی می‌باشد. امروزه با گسترش روزافزون صنعت، نیاز به استفاده از انرژی به‌طور قابل توجهی افزایش یافته است. به صورت کلی استفاده از انرژی در تمام شئون زندگی انسان‌ها وارد شده و با رشد روزافزون جمعیت و پیشرفت صنعت و زندگی ماشینی، نیاز فزاینده‌ای به منابع مختلف انرژی احساس می‌شود (Abdoli et al., 2010: 58). منابع تامین کننده‌ی انرژی در عصر حاضر به سه دسته‌ی انرژی‌های فسیلی (نفت، گاز، زغال‌سنگ و ...)، انرژی هسته‌ای و انرژی‌های تجدیدپذیر (باد، خورشید، منابع زمین‌گرمایی، انرژی برق‌آبی و ...) تقسیم می‌شوند. بر اساس مطالعات انجام شده، ذخایر سوخت‌های فسیلی محدود بوده و در سطح جهان هر ساله بیش از ۱۱ میلیارد تن سوخت فسیلی مصرف می‌شود. در این میان ذخایر نفتی با نرخ ٤ میلیارد تن در هر سال کاهش می‌یابند. به‌جز نفت، گاز طبیعی و ذغال سنگ از دیگر انواع سوخت‌های فسیلی هستند که خطر از بین رفتن آن‌ها وجود دارد (Hooshmand & Hosseini, 2015: 87-88). استفاده از انرژی هسته‌ای با وجود بازدهی مناسب و توانایی تامین مقادیر زیاد انرژی، از لحاظ مسائل زیست‌محیطی و پیچیدگی‌های فنی دارای ملاحظاتی می‌باشد که امکان استفاده‌ی گسترده از این منبع تامین انرژی را کاهش می‌دهد. با توجه به رشد روزافزون تقاضای انرژی، افزایش استانداردهای زندگی، گرمایش بیش از حد کره‌ی زمین و در نهایت مشکلات زیست‌محیطی و اکولوژیکی ناشی از منابع انرژی ذکر شده، نگرانی‌هایی در کشورهای مختلف در زمینه‌ی ادامه‌ی استفاده از آن‌ها ایجاد شده است. در این راستا استفاده از انرژی‌های نو از جمله انرژی پتانسیل آب، انرژی خورشیدی و بادی به دلیل عدم آلودگی محیط‌زیست از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند (Entezari et al., 2012: 34) و در سال‌های اخیر توجه دولت‌ها بهره‌برداری از آن‌ها جلب شده است. یکی از منابع تجدیدپذیر انرژی که امروزه بهره‌برداری از آن رو به گسترش می‌باشد، انرژی حاصل از وزش باد است که به‌صورت حرکت افقی هوا بین کانون‌های پرفشار و کم‌فشار تعریف می‌شود (Kaviani & Alijani, 2007: 147). دو درصد از انرژی خورشیدی که به سطح زمین می‌رسد به باد تبدیل می‌شود. ۳۵ درصد انرژی بادی در ضخامت یک کیلومتری از سطح زمین موجود است و محاسبات نشان می‌دهد که برای تمام سیاره‌ی زمین میزان انرژی بادی موجود، ۲۰ برابر مصرف فعلی انرژی در جهان می‌باشد (Alamdari et al., 2011: 1). استفاده‌ی بشر از این انرژی سابقه‌ای طولانی داشته و طی سده‌های گذشته از آن برای امور مختلفی از جمله آسیاب کردن گندم و انتقال آب استفاده می‌شده است که نشان از اهمیت آن

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.73.1.3]

حتی در سال‌های گذشته دارد. باد و خصوصیات آن همواره محور تحقیقات گسترده‌ای بوده است که از جنبه‌های مختلف به پژوهش در مورد آن پرداخته‌اند. از جمله Sidki uyar & Molly (1998) ویژگی‌های سرعت باد را با استفاده از داده‌های ۷ ایستگاه همدید کشور ترکیه در ارتفاع ۱۰ متری از سطح زمین مورد بررسی قرار داده و سرعت متوسط در ایستگاه‌های مورد مطالعه را تعیین و توان انرژی باد مناطق مورد مطالعه را بین ٤ تا ٦/٥ متر بر ثانیه برآورد نمودند. Manuel & Nelson (2002) روند روزانه، ماهانه و سالانه‌ی سرعت‌های باد یک ناحیه را برای کسب انرژی مطالعه نموده و نشان دادند بادهایی با سرعت ٤ الی ۲۵ متر بر ثانیه را جهت کسب انرژی در ناحیه مناسب می‌باشند. تحقیقات Celik (2003) در مورد تابع توزیع ویبول به این نتیجه رسید که تابع مذکور از توانایی بالایی برای برازش آماری اطلاعات باد است و تخمین انرژی سالانه‌ی آن برخوردار است. Gandomkar (2006) در پژوهشی به‌منظور ارزیابی وضعیت انرژی باد در استان سیستان‌وبلوچستان به این نتیجه رسید که پس از ایستگاه زابل، ایستگاه ساحلی چابهار بهترین شرایط را برای استفاده از انرژی باد داراست. Yilmaz & Celik (2008) در منطقه‌ی گلیبولوی ترکیه با استفاده از داده‌های سرعت باد، تابع چگالی احتمال باد را به‌صورت مقایسه‌ی ۱۰ تابع تعیین نمودند و دریافتند این تابع برای امکان‌سنجی استفاده از انرژی باد در منطقه‌ی مورد مطالعه از دقت بالایی برخوردار است. Eskina et al (2008) پتانسیل انرژی باد جزیره‌ی گاکسیادا در شمال دریای اژه در ترکیه را با استفاده از داده‌های گردآوری شده‌ی چهار مکان در ارتفاع ۱۰ و ۳۰ متری، بررسی و برای ارتفاع ۵۰ متر برون‌یابی نمودند. نتیجه‌ی این پژوهش نشان داد که سرعت و جهت باد در این نواحی برای احداث توربین‌های بادی مناسب است. Mostafaeipour & Abarghooei (2008) با استفاده از داده‌های سرعت باد ایستگاه منجیل در ماه‌های مختلف اقدام به پتانسیل سنجی استفاده از انرژی باد در این منطقه نمودند. آن‌ها به این نتیجه دست یافتند که محدوده‌ی مورد مطالعه یکی از بهترین مناطق برای ایجاد مزارع بادی می‌باشد و امکان توسعه‌ی برنامه‌های بهره‌برداری از انرژی باد در آن کاملاً فراهم است. در خصوص توان باد و سایت‌های مناسب برای احداث توربین بادی در بحرین نیز پژوهشی توسط Jowder (2009) انجام شده است. در این پژوهش با استفاده از فراسنج‌های توزیع ویبول، ارتفاع مناسب توربین‌های بادی جهت استفاده‌ی بهینه از انرژی باد ، ۳۰ و ٦۰ متر تعیین شده است.Belu & Koracin (2009) ویژگی‌های باد و پتانسیل انرژی باد در نوادای غربی را با استفاده از داده‌های باد، دما و داده‌های فشار در دوره‌ی ٤/٥ ساله، برای ٤ مکان در ارتفاع بالای ۵۰ متر مطالعه کردند و دریافتند که حداکثر سرعت باد در این نواحی طی فصل بهار رخ می‌دهد و بالاترین پتانسیل استفاده از انرژی باد طی این دوره از سال مشاهده می‌شود. Bekele & Palm (2009) به بررسی پتانسیل انرژی باد در چهار منطقه‌ی اتیوپی در ارتفاع ۱۰ متری پرداختند و نشان دادند که پتانسیل استفاده از انرژی باد در این نواحی در سطح بالایی قرار دارد. Fadare (2010) داده‌های سرعت باد نیجریه را با استفاده از توزیع ویبول و مدل شبکه عصبی مصنوعی مطالعه نمود. نتایج پژوهش وی مشخص کرد که میزان سرعت باد در ماه‌های مختلف می‌تواند به‌عنوان داده‌های ورودی به توزیع ویبول و مدل شبکه‌ی عصبی مورد استفاده قرار گرفته و بر اساس آن پتانسیل انرژی باد محاسبه گردد. Gupta & Biswas (2010) با استفاده از روش‌های ویبول و رایلی به پتانسیل‌سنجی انرژی باد در

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.73.1.3]

سیلچار هندوستان پرداختند. یک مطالعه‌ی امکان‌سنجی نصب توربین باد توسط Mostafaeipour (2010) برای چند شهر یزد صورت گرفته و در آن بر اساس داده‌های آماری ۱۳ ساله از ۱۱ ایستگاه، پتانسیل انرژی باد از نظر سرعت و جهت بررسی شد. نتایج این پژوهش نشان داد که اکثر ایستگاه‌های مورد استفاده دارای میانگین سرعت باد کم‌تر از ٤/٥ متر بر ثانیه هستند و تنها در مقیاس محدود و با توربین‌های بادی کوچک دارای توجیه اقتصادی برای استفاده از انرژی بادی هستند. Keyhani et al (2010) یک برآورد آماری از توابع توزیع سرعت و جهت باد بر اساس داده‌های ۱۱ ساله‌ی باد در تهران انجام دادند و مطالعه‌ی آن‌ها نشان داد که محل مورد بررسی پتانسیل خوبی برای استفاده از انرژی باد ندارد. Noorallahi et al (2011) با در نظر گرفتن معیارهای فنی، زیست‌محیطی، اقتصادی و جغرافیایی و استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی روشی کاربردی برای پتانسیل‌سنجی منابع بادی منطقه‌ی باختر را معرفی نمودند. Mohammadi et al (2012) با استفاده از نرم‌افزار Wrplot و توزیع احتمال ویبول، پتانسیل استفاده از انرژی باد در استان کرمانشاه را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این پژوهش مشخص نمود که اکثر ایستگاه‌های مورد مطالعه از پتانسیل قابل قبولی جهت استفاده از انرژی بادی برخوردارند. Minaeian et al (2012) پتانسیل‌های موجود در استان سیستان‌وبلوچستان به‌منظور استفاده از انرژی بادی را مطالعه نموده و به این نتیجه رسیدند که تمامی ایستگاه-های مورد بررسی از پتانسیل بالایی جهت نصب توربین بادی برخوردار هستند. Nedaei (2014) در پژوهشی با به‌کارگیری مدل آماری ویبول[3] ، پتانسیل استفاده از انرژی باد در شهر آبادان را مورد بررسی قرار داد. نتایج این پژوهش اثبات کرد که پتانسیل استفاده از انرژی باد در نواحی جنوبی استان خوزستان (از جمله شهر آبادان) و به‌ویژه در ارتفاعات بالاتر از ۱۰ متر بسیار قابل توجه می‌باشد. Ouarda et al (2015) توزیع احتمال سرعت‌های مختلف باد را در کشور امارات متحده‌ی عربی مطالعه و با بررسی برازش‌های مختلف، مناسب‌ترین الگوی آماری سرعت باد به‌منظور کسب انرژی بادی در این کشور را مشخص ساختند. همچنین در بررسی وضعیت باد در ایستگاه‌های همدید ایران طی سال‌های ۱۹۸۱ تا ۱۹۸۵ مشخص شد که در کل کشور، ایستگاه زابل (منطقه‌ی سیستان) بهترین شرایط را برای احداث مزارع بادی دارد (Kaviani, 1995: 3). Azari et al (2016) با هدف تعیین پتانسیل انرژی باد و بررسی موجودیت نقاط بهینه‌ی احتمالی جهت بهره‌برداری از این انرژی، داده‌های بلندمدت سمت و سرعت باد در استان همدان را با استفاده از توزیع‌های آماری مختلف و احتمال تجربی مورد تجزیه‌وتحلیل قرار دادند. نتایج این پژوهش نشان داد که هیچ یک از ایستگاه‌های مورد بررسی از شرایط مطلوبی جهت بهره‌برداری از انرژی بادی برخوردار نمی‌باشند Niasati et al (2016). در پژوهشی میزان پتانسیل انرژی باد جزیره ابوموسی واقع در آب‌های خلیج‌فارس استان هرمزگان به‌منظور نصب و تولید برق توسط توربین‌های بادی را بررسی نموده و مشخص ساختند که با توجه به باد غالب منطقه و براساس پتانسیل و چگالی انرژی باد محاسبه شده، سواحل غربی جزیره ابوموسی جهت ساخت و نصب نیروگاه و توربین بادی مناسب است. بر این اساس در پژوهش حاضر تلاش شده تا با استفاده از روش‌های تحلیل فضایی، پتانسیل استفاده از انرژی باد در مناطق کویری و بیابانی کشور ارزیابی گردد.

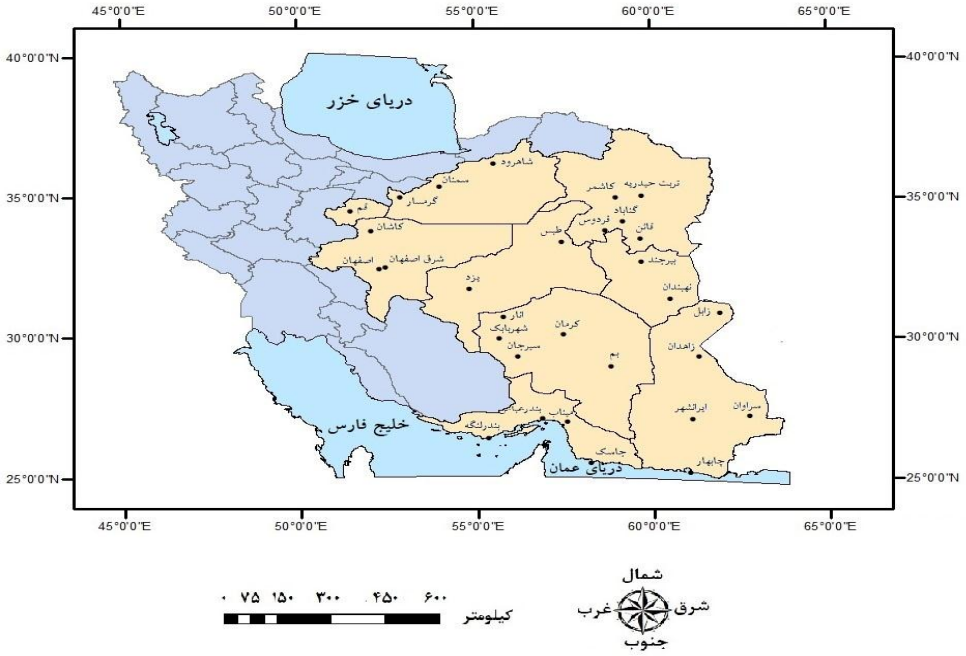
3- Weibull

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.73.1.3]

مواد و روش‌ها

محدوده‌ی مورد مطالعه در این پژوهش بخش وسیعی از سرزمین ایران شامل مناطق کویری و بیابانی در شرق، مرکز و جنوب‌شرق کشور را در محدوده‌ی استان‌های سیستان‌وبلوچستان، هرمزگان، کرمان، یزد، خراسان‌جنوبی، قم، خراسان‌رضوی، اصفهان و سمنان را شامل می‌شود. موقعیت جغرافیایی منطقه‌ی مورد مطالعه و ایستگاه‌های مورد استفاده در این پژوهش در شکل (۱) آمده است. این نواحی به دلیل موقعیت جغرافیایی، آب‌وهوایی و شرایط توپوگرافی خاص خود به‌صورت ذاتی دارای سرعت‌های قابل توجه باد بوده و می‌توانند نواحی مساعدی برای بهره-برداری از انرژی باد باشد.



شکل ۱ : محدوده‌ی پژوهش و موقعیت ایستگاه‌های مورد استفاده

Figure 1: Scope of research and location of used stations

به‌منظور دستیابی به اهداف پژوهش ابتدا داده‌های سرعت و جهت باد در ۳۰ ایستگاه هواشناسی مناطق کویری و بیابانی ایران برای دوره‌ی ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۵ از سازمان هواشناسی کشور دریافت شد. ازآنجا که باد کمیتی برداری[4] می‌باشد و جهت و سرعت آن تحت تاثیر عوامل مختلف محلی و جوی بوده و بازسازی داده‌های آن غیرممکن و یا با خطای زیادی توأم است؛ به همین علت تلاش شد تا از داده‌های فاقد کسری و نقص آماری استفاده شود؛ با این حال در مواردی که داده‌های مفقوده وجود داشت به روش تفاضل و نسبت‌ها اقدام به تخمین و بازسازی داده‌ها شد.

4- Vector

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.73.1.3]

با توجه به این‌که توربین‌های بادی باید در مکان مناسبی نصب شود که باد به اندازه‌ی کافی در اکثر فصول وجود داشته باشد (Saghafi, 1993: 24)، لذا به‌جای استفاده از آمار ماهانه و حتی روزانه باد، از آمار ساعتی با فواصل زمانی سه ساعته (هشت بار اندازه‌گیری در ساعت‌های ۰۰، ۰۳، ۰۶، ۰۹، ۱۲، ۱۵، ۱۸ و ۲۱ به‌وقت گرینویچ) سمت و سرعت باد استفاده شده است. پس از تهیه و آماده‌سازی و تبدیل داده‌ها از نات به متر برثانیه و انجام کنترل کیفیت داده‌ها، در ادامه با هدف ایجاد تصویری کلی از ویژگی‌های جهت و سرعت باد در سطح منطقه نخست توسط نرم‌افزار مینی تب[۵] برخی مشخصات توصیفی داده‌های ساعتی و ماهانه‌ی فراسنج‌های ذکر شده شامل میانگین انحراف معیار و ضریب تغییرات محاسبه شد. در بخش بعد با استفاده از نرم‌افزار اکسل[۶] نمودارهای بافت‌نگار سرعت و جهت باد ترسیم و مورد تحلیل قرار گرفت. با توجه به تراکم نامناسب داده‌های ایستگاهی که ناشی از مشکلات دسترسی به این داده‌ها و یا فقدان آن‌ها می‌باشد، در بخش نهایی پژوهش حاضر تلاش شد تا با میان‌یابی داده‌های سرعت باد در نرم‌افزار سرفر[۷] داده‌های نقطه‌ای که دارای تراکم پایین بودند به داده‌های پهنه‌ای تبدیل شده و نوعی پوشش کامل و دارای تراکم بالا ایجاد گردد تا امور مربوط به بخش اصلی پژوهش (پتانسیل‌سنجی) بر اساس این داده‌ها و با دقت بالاتر انجام شود. با به‌دست آمدن این داده‌های پهنه‌ای تلاش شد با انجام طبقه‌بندی داده‌ها توسط شاخص خودهمبستگی فضایی موران محلی[۸]، پتانسیل استفاده از انرژی باد در قسمت‌های گوناگون محدوده مشخص گردد. این شاخص به‌منظور مشخص شدن توزیع فضایی الگوها به‌صورت نقشه، از تحلیل خوشه و ناخوشه استفاده می‌کند. شاخص مذکور در سال ۱۹۹۵ توسط انسلین[۹] پیشنهاد شد و نشان می‌دهد در کجاها مقادیر زیاد یا کم پدیده به‌صورت خوشه‌ای توزیع شده‌اند و شرایط کدام عوارض نسبت به عوارض پیرامون خود متفاوت می‌باشد (Alijani et al., 2015: 25). این شاخص به‌صورت زیر بیان می‌شود:

رابطه (۱)

$$I = x_i \sum_{i=1.j\neq 1}^{N} w_{ij} x_i$$

در رابطه‌ی بالا N تعداد یاخته‌ها، x مقدار متغیر در موقعیت فضایی i و j (سرعت باد در هر کدام از یاخته‌ها) و w_{ij} وزن‌های فضایی هستند که به هر یک از موقعیت‌های مشاهداتی اختصاص می‌یابند. این وزن‌ها بر اساس ماتریس وزن‌دهی به‌دست می‌آیند که درایه‌های این ماتریس قطری بر اساس الگویی استفاده می‌شود که برای بررسی روابط فضایی مشاهدات نمونه‌برداری شده است (Yarahmadi et al., 2015: 455). برای انجام این تحلیل از محیط نرم‌افزار آرک جی‌آی‌اس[۱۰] استفاده شده است و طبقه‌بندی خروجی‌ها به این صورت بوده که مناطقی که دارای بادهایی با

5- Minitab
6- Excel
7- Surfer
8- Local Moran
9- Anselin
10- Arc GIS

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.73.1.3]

سرعت متوسط بیش از ٦ متر بر ثانیه بوده‌اند به‌عنوان مناطقی دارای پتانسیل بالا، مناطق دارای سرعت ٤ تا ٦ متر بر ثانیه به‌عنوان مناطق دارای پتانسیل متوسط و مناطقی که سرعت باد در آن‌ها کم‌تر از ٤ متر بر ثانیه بوده به‌عنوان مناطق دارای پتانسیل ضعیف استفاده از انرژی باد طبقه‌بندی شده‌اند. بر این اساس نقشه‌های پتانسیل باد در نواحی مختلف ترسیم و مورد تحلیل قرار گرفت.

بحث و یافته‌ها

تحلیل مکانی تغییرات سرعت باد در سطح منطقه

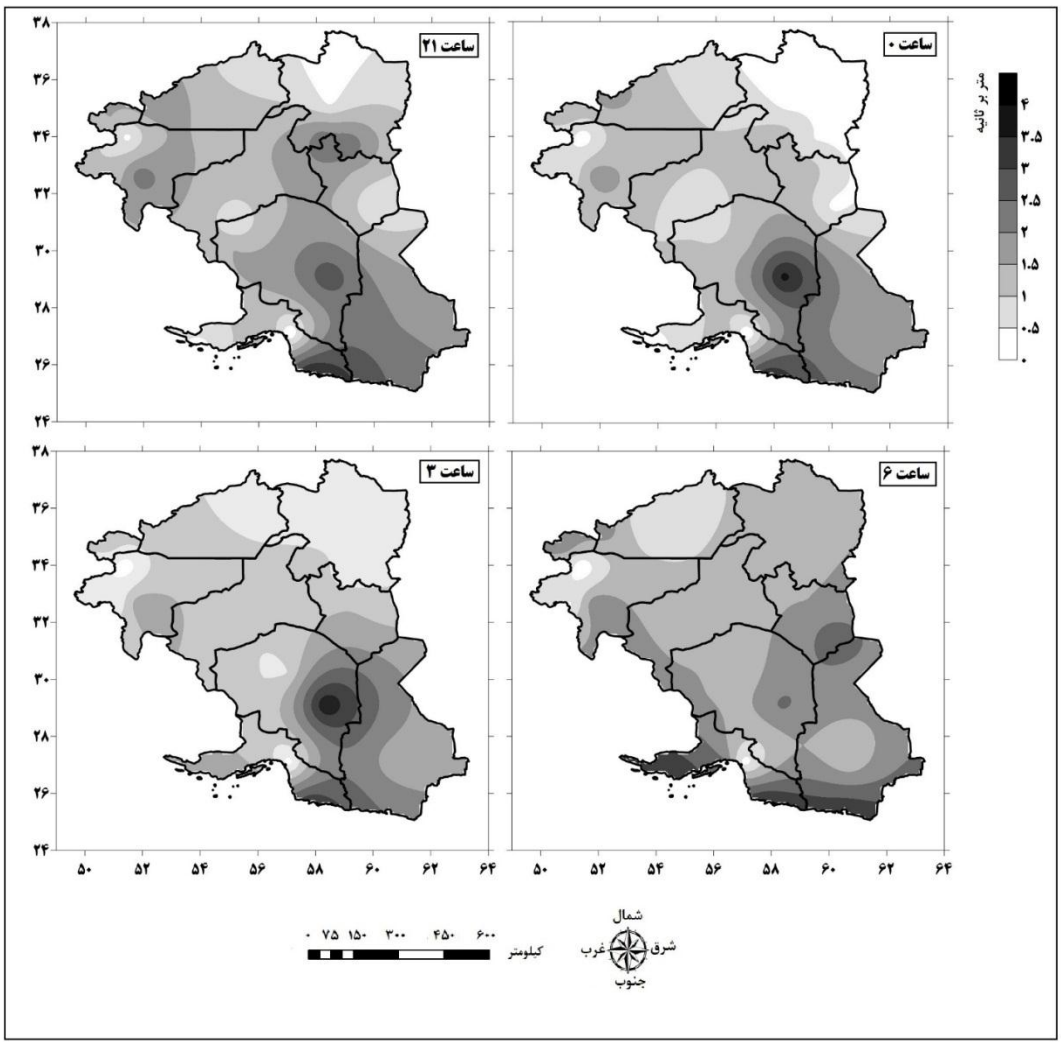
در این بخش میانگین سرعت باد در سطح منطقه طی ساعات مختلف شبانه‌روز نمایش داده شده است. به‌منظور انجام تحلیل‌های دقیق‌تر، ساعت‌های ۸ گانه‌ی دیده‌بانی به دو دوره‌ی روز و شب تقسیم و به‌صورت مجزا بررسی شده‌اند.

با بررسی نقشه‌های موجود در شکل (۲) مشخص می‌شود که به‌صورت کلی در طول شب سرعت جریانات هوا (باد) در سطح منطقه کم‌تر بوده و هوا نسبت به روز آرام‌تر می‌باشد. متوسط سرعت باد در ساعات شب ۱/۵ متر بر ثانیه می‌باشد؛ توزیع سرعت این فراسنج به دلیل تفاوت در شرایط جغرافیایی، توپوگرافی و آب‌وهوایی در مناطق مختلف، متفاوت می‌باشد و دامنه‌ی سرعت از حدود صفر تا ٤/۵ متر بر ثانیه در نوسان است. در نقشه‌ی ساعت ۲۱ (به‌عنوان اولین دیده‌بانی شبانگاهی) چند مرکز بیشینه‌ی سرعت در قسمت‌های مختلف منطقه مشاهده می‌شود. این مراکز بیشینه در شرق کرمان، جنوب‌شرق هرمزگان، بخش‌هایی از شرق یزد، شمال خراسان جنوبی و جنوب خراسان رضوی ، غرب سمنان و شرق اصفهان و همچنین اکثر نقاط استان سیستان و بلوچستان وجود دارند. سرعت باد در این مناطق بین ۱/۵ تا ۳/۵ متر بر ثانیه می‌باشد. کمینه‌ی سرعت باد در این ساعت بین ۰ تا ۰/۵ متر بر ثانیه است که به‌صورت پراکنده در شمال خراسان رضوی، شمال‌غرب اصفهان و بخش‌هایی از شمال‌شرق هرمزگان مشاهده می‌شود. با توجه به کوچک بودن مساحت نواحی کم سرعت نسبت به سایر نواحی می‌توان نقش عوامل محلی را در کاهش سرعت باد این نواحی در نظر گرفت.

در ساعت صفر محدوده‌ی وزش بادهایی که دارای سرعت قابل توجه هستند، نسبت به ساعت ۲۱ کوچک‌تر شده که نشانه‌ی آرامش بیش‌تر جو در این ساعت می‌باشد. بیش‌ترین سرعت باد در این ساعت در شرق کرمان، غرب سیستان‌وبلوچستان و بخش کوچکی از جنوب‌شرقی هرمزگان مشاهده می‌شود. در این مناطق سرعت وزش باد بیش از ۳ متر برثانیه می‌باشد. در سایر بخش‌های محدوده این سرعت بین ۱ تا ۳ متر بوده و کم‌ترین سرعت در استان خراسان رضوی، شرق خراسان جنوبی و بخش‌های مرکزی هرمزگان مشاهده می‌شود. سرعت ۰ تا ۰/۵ متر بر ثانیه‌ی هوا در این نواحی نشانه‌ی سکون آن در این ساعت می‌باشد.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.73.1.3]



شکل ۲ : توزیع مکانی میانگین سرعت باد در ساعات شب

Figure 2: Spatial distribution of the average wind speed at night hours

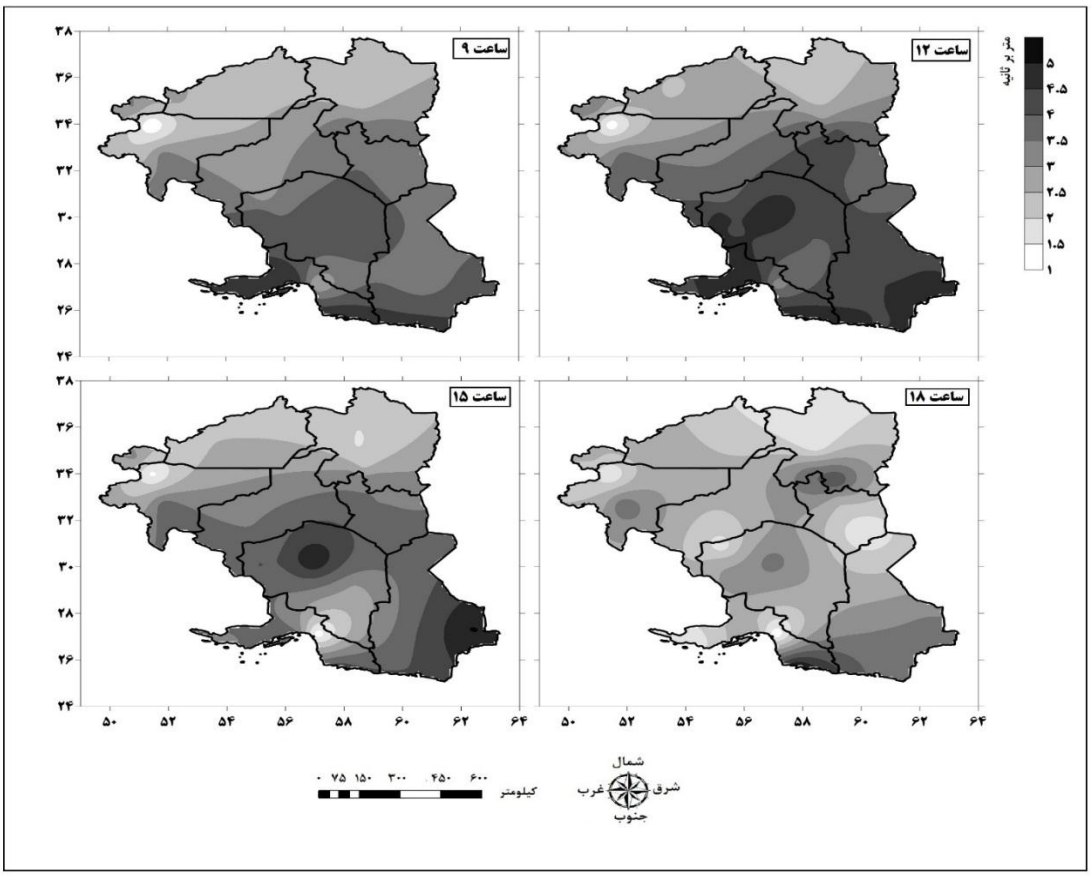
شرایط موجود در نقشه‌ی ساعت ۳ افزایش نسبی سرعت باد را در کل ناحیه نشان می‌دهد. میزان این افزایش در حدود ۰/۵ متر بر ثانیه می‌باشد. در واقع طی این ساعت در اکثر بخش‌های ناحیه وزش باد ملایم وجود دارد. بیشینه‌ی سرعت باد مانند دو دوره‌ی قبلی در شرق کرمان، غرب سیستان و بلوچستان و جنوب‌شرق هرمزگان دیده می‌شود که از لحاظ سرعت تغییر چندانی نسبت به ساعت‌های قبل نیافته و همچنان سرعت‌هایی بالاتر از ۳ متر بر ثانیه (در برخی نقاط بیش از ٤ متر بر ثانیه) در سطح منطقه مشاهده می‌شود. علت وجودی این هسته‌ی شبانه‌ی سرعت را می‌توان به موقعیت ناهمواری‌های منطقه و وجود اختلاف فشار محلی نسبت داد که در غیاب عوامل موثر بر تغییرات روزانه‌ی باد، موجب ایجاد سرعت‌های قابل توجه باد در طول شب شده است. نقشه‌ی ترسیم شده برای ساعت ٦ حاکی از آن است که با نزدیک شدن به روز، به‌صورت عمومی و در تمام منطقه سرعت باد افزایش یافته است؛ به‌گونه‌ای که حداقل سرعت باد در اکثر بخش‌های منطقه بیش از ۱ متر بر ثانیه می‌باشد. هسته‌ی بیشینه‌ی

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.73.1.3]

سرعت، برخلاف ساعت‌های قبل، به سواحل جنوبی منطقه منتقل شده است و در بخش‌های ساحلی متوسط سرعت باد به ۲ تا ۳ متر بر ثانیه می‌رسد. نقشه‌های موجود در شکل (۳) توزیع سرعت بادهای منطقه در ساعت‌های مختلف روز را نمایش می‌دهد. متوسط سرعت باد در طول روز ۲/۸ متر بر ثانیه می‌باشد که به‌طور کاملاً مشخصی نسبت به ساعات شب افزایش یافته است. بر اساس نقشه‌ی مربوط به ساعت ۹ می‌توان گفت که با شروع روز، سرعت باد به‌طور محسوسی در سطح منطقه افزایش می‌یابد. دامنه‌ی سرعت باد در این ساعت بین ۱ تا بیش از ۵ متر برثانیه است و بالاترین سرعت‌های باد در نیمه‌ی جنوبی منطقه مشاهده می‌شود. بیش‌ترین سرعت باد در استان‌های کرمان، خراسان جنوبی، سیستان‌وبلوچستان و هرمزگان مشاهده می‌شود که بین ۳ تا ۵ متر بر ثانیه است. همچنین در نواحی ساحلی استان‌های سیستان‌وبلوچستان و هرمزگان نیز سرعت باد قابل توجه بوده و به بیش از ۵ متر بر ثانیه نیز می‌رسد. علت این افزایش سرعت، برقراری جریانات دریا به خشکی در طول روز است که تا ساعات ابتدایی بعدازظهر ادامه دارد. در این شرایط به واسطه‌ی اختلاف فشار ایجاد شده بین دریا و خشکی، بادهایی با سرعت قابل توجه ایجاد می‌شوند. کمینه‌ی سرعت باد در این ساعت از روز ۱ متر بر ثانیه بوده که در بخش‌های شمال‌غربی اصفهان مشاهده می‌شود. نقشه‌ی مربوط به ساعت ۱۲ نشان‌دهنده‌ی اوج گسترش بادهای با سرعت قابل توجه در سطح منطقه می‌باشد. در این ساعت با گرم شدن سطح زمین بر اثر تابش خورشید، ایجاد گردش‌های تلاطمی در لایه‌های تحتانی جو (لایه مرزی) و به اوج رسیدن اختلاف فشار محلی بین نواحی مختلف، در پهنه‌ای به مساحت دو سوم منطقه بادهایی با سرعت ٤ متر بر ثانیه و بیش‌تر می‌وزد. بیش‌ترین سرعت وزش باد در بخش‌های مرکزی و غربی کرمان، غرب و جنوب هرمزگان و جنوب‌شرق سیستان‌وبلوچستان مشاهده می‌شود. کم‌ترین سرعت‌های باد نیز در یک سوم شمالی منطقه و به‌ویژه در شمال‌غرب اصفهان ایجاد شده است. نکته‌ی مشخص در نقشه‌ی مربوط به ساعت ۱۵، کاهش محسوس سرعت باد در سطح منطقه است. در این زمان با تضعیف نسبی تلاطم‌های نیم‌روزی، به صورت کلی از میزان سرعت باد در سطح منطقه کاسته شده است. هسته‌ی بیشینه‌ی سرعت در شمال کرمان و شرق سیستان‌وبلوچستان قرار دارد. سرعت باد در این مناطق در حدود ٤ متر بر ثانیه می‌باشد. در بخش‌های شمالی منطقه و قسمت‌های شمال‌شرقی هرمزگان و جنوب کرمان، سرعت باد نسبت به ساعت ۱۲ کاهش یافته و به ۱ تا ۳ متر بر ثانیه رسیده است. در نهایت در ساعت ۱۸ تلاطم روزانه‌ی جریانات هوا به ضعیف‌ترین حالت خود رسیده و الگوی موجود در نقشه‌های ساعت‌های قبل، در این زمان مشاهده نمی‌شود. الگوی وزش باد در این نقشه به صورتی پراکنده در آمده است. بیشینه‌ی سرعت باد در جنوب اصفهان، جنوب خراسان رضوی و شمال خراسان جنوبی و به‌طور ضعیف‌تر در بخش‌هایی از کرمان دیده می‌شود. در این نواحی سرعت متوسط باد به حدود ۱/۵ تا ۳ متر بر ثانیه می‌رسد که افت قابل توجهی نسبت به زمان ظهر نشان می‌دهد. مکان‌های کمینه‌ی سرعت نیز مانند بیشینه، در سطح منطقه پراکنده هستند و در بخش‌های شمالی منطقه (شمال خراسان رضوی)، شمال‌غرب اصفهان، شرق خراسان جنوبی، شمال سیستان‌وبلوچستان و بخش‌هایی از هرمزگان و جنوب کرمان قرار گرفته‌اند. در این نواحی سرعت باد بین ۱ تا ۲ متر بر ثانیه می‌باشد.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.73.1.3]



شکل ۳ : توزیع مکانی میانگین سرعت باد طی ساعات روز

Figure 3: Spatial distribution of the average wind speed at day hours

پتانسیل‌سنجی استفاده از انرژی باد در مناطق خشک و بیابانی کشور و سواحل مکران

در این بخش تلاش شده است تا با اعمال یکی از روش‌های تشخیص خودهمبستگی فضایی به نام آماره‌ی موران محلی بر داده‌های میان‌یابی شده‌ی باد در سطح منطقه‌ی مورد مطالعه، با توجه به سرعت‌های مختلف باد در ساعت‌های گوناگون دیده‌بانی و انجام طبقه‌بندی این سرعت‌ها، پتانسیل استفاده از انرژی باد در مناطق مختلف شناسایی شده و مورد تحلیل قرار گیرد. به‌منظور بررسی جزئیات در این بخش نیز دوره‌ی زمانی بررسی‌ها به دو بخش شب و روز تقسیم و به‌صورت مجزا مورد تحلیل قرار گرفته که نتایج آن در جدول‌های (۱ و ۲) و همچنین اشکال (٤ و ٥) آمده است. با توجه به اطلاعات موجود در جدول (۱) و شکل (٤) مشخص می‌شود که در ساعت ۲۱، ۲۹ درصد از مساحت محدوده‌ی مورد مطالعه دارای پتانسیل بالایی جهت استفاده از انرژی باد می‌باشند. این مناطق شامل نیمه‌ی جنوبی سیستان‌وبلوچستان، جنوب‌شرق کرمان، شرق هرمزگان و چند محدوده‌ی کوچک‌تر در شمال خراسان جنوبی و جنوب اصفهان می‌باشند. طی این ساعت ٤٠ درصد از مساحت پهنه دارای شرایطی متوسط به‌منظور استفاده از انرژی باد است. این مساحت گسترده شامل بخش‌هایی از غرب هرمزگان، شمال و غرب کرمان، اغلب بخش‌های استان یزد، نیمه‌ی غربی سمنان، شرق اصفهان و شمال قم می‌باشد. در ۳۱ درصد از مناطق نیز

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.73.1.3]

سرعت باد به حدی کم بوده که از دیدگاه مدل‌های رایانه‌ای در گروه مناطقی با پتانسیل ضعیف از نظر بهره‌برداری انرژی باد طبقه‌بندی شده است. این مناطق شامل استان خراسان رضوی، شرق سمنان، جنوب‌شرق استان خراسان جنوبی و شمال سیستان‌وبلوچستان می‌باشند. همچنین به‌صورت پراکنده‌تر، در بخش‌هایی از استان یزد، اصفهان و هرمزگان نیز این شرایط مشاهده می‌شود. در ساعت صفر (نیمه‌شب) با فروکش کردن میزان حرکت جریانات هوا و سکون نسبی جو، مساحت مناطقی با پتانسیل بالا قدری کاهش یافته و به ٢٦ درصد رسیده است. با توجه به نقشه‌ی مربوط به این ساعت مشخص می‌شود که محدوده‌ی این طبقه به نیمه‌ی شرقی کرمان و نیمه‌ی جنوبی سیستان‌و بلوچستان و شرق هرمزگان محدود شده است. در این ساعت بر وسعت مناطقی با پتانسیل متوسط افزوده شده است. وسعت این مناطق نسبت به ساعت قبل با ۳ درصد افزایش به ٤٣ درصد رسیده است. مناطق تحت پوشش این طبقه، تقریباً همان مناطقی هستند که برای ساعت ۲۱ بیان شد؛ با این تفاوت که با کاسته شدن از وسعت مناطق با پتانسیل بالا، بر وسعت مناطق با پتانسیل متوسط افزوده شده است. درصد پوشش مناطقی با پتانسیل پایین، بدون تغییر نسبت به ساعت قبل، در حد ۳۱ درصد حفظ شده است. از لحاظ مناطق تحت پوشش این طبقه در شرق سمنان، خراسان رضوی، شرق خراسان جنوبی و شمال سیستان‌وبلوچستان دیده می‌شود؛ همچنین به‌صورت پراکنده و کوچک‌تر در غرب اصفهان، مرز یزد و کرمان و بخش‌هایی از هرمزگان نیز قابل مشاهده است. بررسی اطلاعات مربوط به ساعت ۳ بامداد افزایش ۲ درصدی را در مساحت مناطقی با پتانسیل بالا نشان می‌دهد. در این زمان مساحت مناطقی با این پتانسیل به ۲۸ درصد رسیده است. عمده‌ی مناطق تحت پوشش این طبقه در منتهی الیه جنوب‌شرقی منطقه شامل بخش‌های شرقی کرمان، شرق هرمزگان و اکثر نقاط استان سیستان‌وبلوچستان مشاهده می‌شود. در این ساعت به طور چشم‌گیری از پوشش مناطقی با پتانسیل متوسط باد کاسته شده و از ٤٣ درصد در ساعت صفر، به ۳۷ درصد کاهش یافته است؛ همچنین الگوی یکنواخت و پیوسته‌ی آن در بخش‌های مختلف منطقه برهم خورده و حالتی پراکنده‌تر به خود گرفته است. وسعت مناطق با پتانسیل ضعیف نسبت به ساعت قبل افزایش یافته و به حدود ۳۵ درصد رسیده که حاکی از کاهش اثرگذاری باد در این مناطق می‌باشد. این محدوده بخش‌های وسیعی از خراسان رضوی، شرق سمنان، شمال‌شرق یزد، شمال خراسان جنوبی و بخش‌های مرکزی کرمان را در بر گرفته است.

در ساعت ٦ صبح الگوی نقشه‌ها تا حدودی تغییر یافته و مناطقی با حداکثر پتانسیل به سمت بخش‌های شمالی سیستان‌وبلوچستان، جنوب خراسان جنوبی و شرق کرمان و همچنین سواحل دریای عمان، تنگه‌ی هرمز و خلیج‌فارس منتقل شده‌اند. در این زمان ٢٦ درصد محدوده دارای پتانسیل بالایی برای استفاده از انرژی باد می‌باشد. ٤٠ درصد مساحت محدوده نیز دارای پتانسیل متوسط در زمینه‌ی استفاده از این انرژی هستند که شامل نیمه‌ی شرقی استان خراسان رضوی، نیمه‌ی شمال‌شرقی استان خراسان جنوبی، بخش‌های مرکزی کرمان و غرب یزد و جنوب اصفهان می‌باشند. همچنین در این ساعت ٣٤ درصد مساحت محدوده دارای پتانسیل ضعیفی برای استفاده از انرژی باد است که در نیمه‌ی شمالی و بخش‌های مرکزی ناحیه قرار گرفته است. در پایان این بخش ذکر این نکته ضروری است بر اساس محاسبات انجام شده متوسط جهت باد در مناطق با پتانسیل بالا ۱۸۸ درجه می‌باشد.

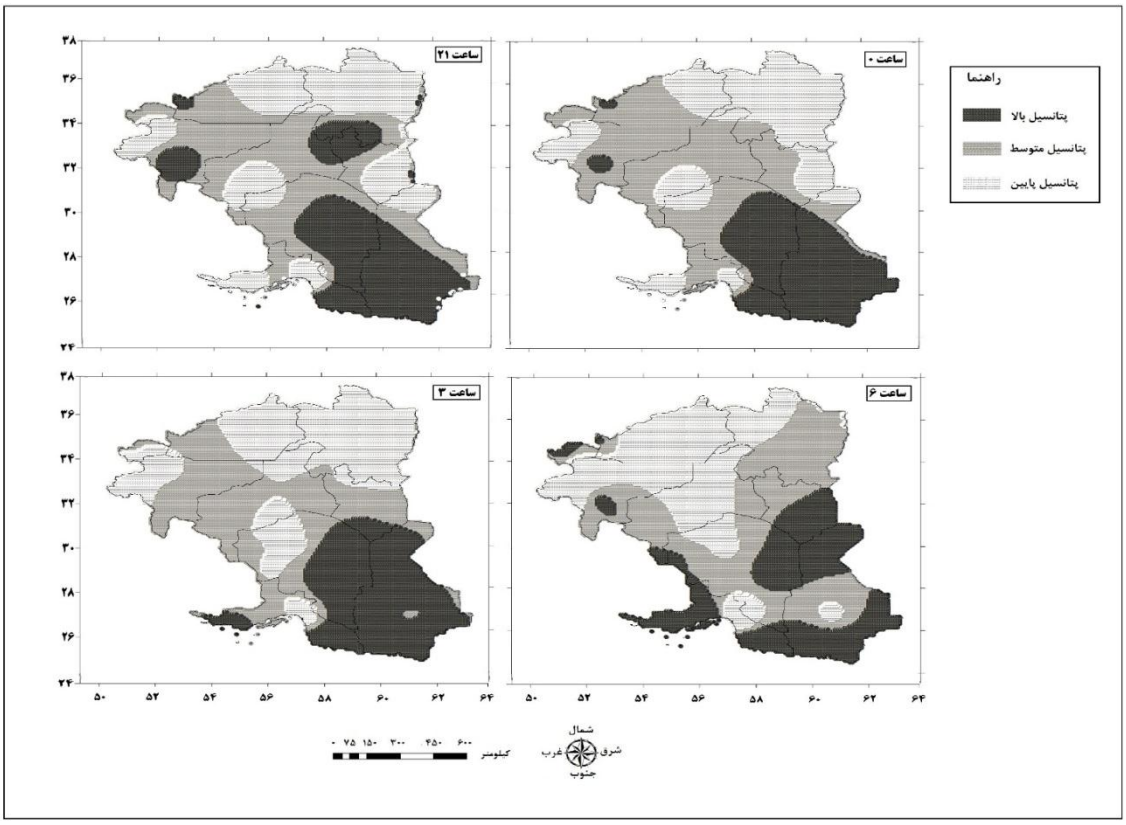
[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.73.1.3]

جدول ۱- درصد پوشش پتانسیل استفاده از انرژی باد در طول شب

Table 1- Percentage coverage of the potential use of wind energy during the night

ساعت	پتانسیل بالا	پتانسیل متوسط	پتانسیل پایین
۲۱	۲۹	٤۰	۳۱
۰۰	۲٦	٤۳	۳۱
۰۳	۲۸	۳۷	۳۵
۰٦	۲٦	٤۰	۳٤



شکل ٤: پتانسیل استفاده از انرژی باد در مناطق کویری و بیابانی ایران طی ساعات شب

Figure 4: Potential of using wind energy in Iran desert areas during night hours

با توجه به اطلاعات جدول (۲) و نقشه‌های درج شده در شکل (۵)، می‌توان دریافت که بیش‌ترین میزان پتانسیل بهره‌برداری از انرژی باد طی ساعت‌های مختلف، در نیمه‌ی جنوبی منطقه مشاهده می‌شود. هرچند بالاترین میزان این پتانسیل در ساعات صبح تا اوایل بعد از ظهر وجود دارد و بعد از آن با فروکش‌کردن سرعت باد، میزان انرژی دریافتی از آن نیز کاهش می‌یابد. بر این اساس در حدود ساعت ۹ صبح، ٤۰ درصد از مساحت محدوده‌ی مورد بررسی از پتانسیل بالای بهره‌برداری از انرژی بادی برخوردار است. این مناطق در بخش‌های جنوبی منطقه قرار دارند و شامل نیمه‌ی غربی خراسان جنوبی، کرمان، سیستان‌وبلوچستان و هرمزگان می‌باشد. پتانسیل متوسط بهره‌برداری از

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.73.1.3]

این انرژی نیز در ۲۶ درصد منطقه مشاهده می‌شود که شامل بخش‌هایی از شرق خراسان جنوبی، جنوب خراسان رضوی، اغلب مناطق استان یزد، جنوب کرمان و به‌صورت پراکنده‌تر در قسمت‌هایی از سیستان‌وبلوچستان، هرمزگان و کرمان نیز مشاهده می‌شود. مناطق دارای پتانسیل پایین استفاده از انرژی باد نیز عمدتاً در قسمت‌های شمالی منطقه قرار دارند. این مناطق ۳۴ درصد مساحت محدوده را در برگرفته و از لحاظ موقعیت جغرافیایی شامل استان خراسان رضوی، سمنان، قم، بخش‌های شمال غربی یزد و شمال اصفهان می‌شود. در ساعت ۱۲ با افزایش سرعت باد در کل منطقه، بهینه‌ترین شرایط جهت استفاده‌ی حداکثری از انرژی باد فراهم می‌شود. طی این ساعت ۴۳ درصد از مساحت محدوده دارای پتانسیل بالا می‌باشند که شامل بخش‌های وسیعی از استان‌های خراسان جنوبی، قسمت‌های شرقی یزد، کرمان، هرمزگان و سیستان‌وبلوچستان می‌شود. مناطقی با توان متوسط استفاده از انرژی باد ۲۴ درصد از محدوده را پوشش داده‌اند که ۲ درصد نسبت به ساعت ۹ کاهش یافته است. محدوده‌ی پوشش این طبقه نسبت به ساعت قبل تغییر چندانی نیافته و شامل همان مناطق ذکر شده در ساعت قبل می‌باشد. در ساعت ۱۲ همچنین ۳۳ درصد محدوده دارای پتانسیل پایینی برای بهره‌برداری از انرژی باد بوده‌اند که نسبت به ساعت ۹، یک درصد کاهش نشان می‌دهد. در این ساعت نیز کم‌ترین توان باد برای تولید انرژی در قسمت‌های شمالی محدوده مشاهده می‌شود. نقشه‌ی ساعت ۱۵ کاهش قابل توجهی را در وسعت مناطق با پتانسیل بالا نشان می‌دهد. در این ساعت وسعت مناطق دارای پتانسیل بالا با ۷ درصد کاهش نسبت به ساعت ۱۲ به ۳۶ درصد رسیده است. تغییر الگوی مناطق دارای پتانسیل بالا برای استفاده از انرژی باد، تغییر شرایط این فراسنج با نزدیک شدن با ساعات پایانی روز را بیان می‌کند. در این ساعت مناطقی از جنوب اصفهان، جنوب و شرق یزد، شمال کرمان، سیستان‌وبلوچستان و جنوب‌شرق هرمزگان از پتانسیل بالا برخوردارند همچنین ۳۰ درصد از قسمت‌های منطقه دارای پتانسیل متوسط هستند که نسبت به دوره‌ی زمانی قبلی (ساعت ۱۲)، افزایشی ۶ درصدی را نشان می‌دهد. این محدوده در ورای مناطق با پتانسیل بالا قرار می‌گیرد و بخش‌هایی از شمال خراسان جنوبی، شمال یزد، شرق اصفهان، جنوب کرمان و غرب هرمزگان را شامل می‌شود. طی این ساعت ۳۴ درصد از مساحت محدوده دارای پتانسیل پایین ارزیابی شده است. علاوه بر بخش‌های شمالی منطقه که در ساعات قبل نیز دارای پتانسیل پایین ارزیابی شده بودند، در این ساعت، قسمت‌هایی از جنوب کرمان و شمال هرمزگان نیز به این طبقه اضافه شده است. در نهایت بررسی اطلاعات مربوط به ساعت ۱۸ نشان داد که در این ساعت تنها ۲۸ درصد از مساحت محدوده دارای پتانسیل بالا برای استفاده از انرژی باد می‌باشد. این مناطق به‌صورت بخش‌های پراکنده‌ای در جنوب اصفهان، مناطق مرکزی کرمان، محدوده‌ی مرزی بین استان‌های خراسان رضوی، جنوبی و یزد، شرق هرمزگان و جنوب سیستان‌وبلوچستان قرار گرفته‌اند. مناطق دارای پتانسیل متوسط نیز با افزایش چشم‌گیری در حد ۱۱ درصد، ۴۱ درصد از مساحت محدوده را به‌خود اختصاص داده‌اند. این مناطق بخش‌های وسیعی از استان‌های مختلف را در برگرفته‌اند که به دلیل تغییر شرایط وزش باد در منطقه و نزدیک شدن به ساعات ابتدایی شب، از پیوستگی سابق برخوردار نبوده و پراکنده‌تر شده‌اند. مناطق دارای پتانسیل ضعیف نیز با کاهش ۳ درصدی، ۳۱ درصد از مساحت محدوده را در برگرفته‌اند. مناطق تحت پوشش این طبقه نیز

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-30]

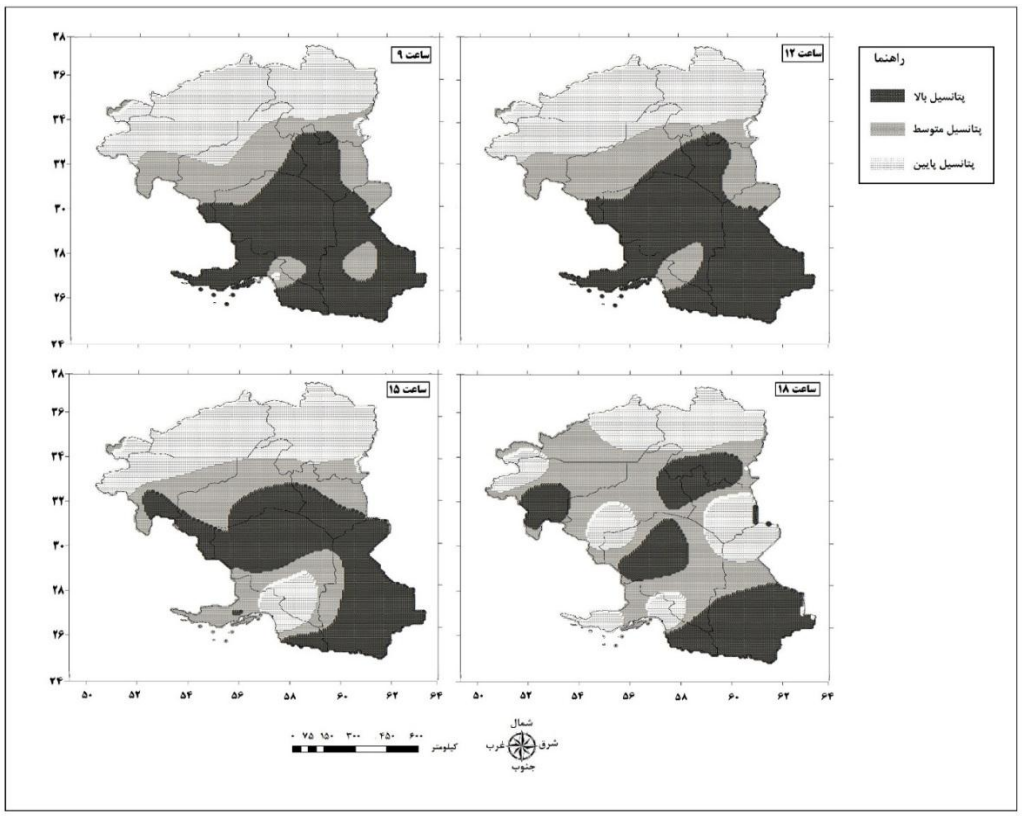
[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.73.1.3]

به‌صورت پراکنده، بخش‌هایی از استان‌های سمنان، خراسان رضوی، اصفهان، قم، کرمان، یزد، خراسان جنوبی، شمال سیستان‌وبلوچستان و شمال و شمال‌غرب هرمزگان را در برگرفته‌اند. همچنین بر اساس محاسبات انجام شده جهت متوسط باد نیز در مناطق با پتانسیل بالا در ساعات روز ۱۹۰ درجه می‌باشد.

جدول ۲- درصد پوشش پتانسیل استفاده از انرژی باد در طول روز

Table 2- Percentage coverage of the potential use of wind energy during the day

ساعت	پتانسیل بالا	پتانسیل متوسط	پتانسیل پایین
۰۹	٤٠	٢٦	٣٤
۱۲	٤٣	٢٤	٣٣
۱۵	٣٦	٣٠	٣٤
۱۸	٢٨	٤١	٣١



شکل ۵: پتانسیل استفاده از انرژی باد در مناطق کویری و بیابانی ایران طی ساعات روز

Figure 5: Potential of using wind energy in Iran desert areas during day hours

نتیجه‌گیری

با توجه به الگوی کلی موجود در نقشه‌ها می‌توان گفت که بخش‌های جنوبی محدوده شامل استان‌های خراسان جنوبی، جنوب و شرق یزد، اغلب بخش‌های استان‌های کرمان و سیستان‌وبلوچستان و هرمزگان دارای پتانسیل بالایی

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.73.1.3]

برای نصب توربین‌های بادی و استفاده از انرژی باد می‌باشند. این مناطق در طی روز شاهد وزش بادهای قدرتمندی هستند. در ساعات شب با اینکه محدوده‌ی پتانسیل بالا اندکی کوچک‌تر می‌شود، با در نظر گرفتن این موضوع نیز می‌توان محدوده‌ی استان‌های سیستان‌وبلوچستان، شرق و جنوب‌شرق کرمان و شرق هرمزگان را از مناطق بسیار مستعد برای استفاده از انرژی باد به‌حساب آورد. پتانسیل بالای این مناطق در تمام ساعات شبانه‌روز حفظ شده و می‌توان با اطمینان بالایی تداوم استحصال انرژی بادی در این مناطق برای تمام طول سال را تضمین کرد. این مناطق دارای شرایط کویری و بیابانی مطلق، اختلاف فشار دائمی و شبانه‌روزی و در بخش‌های جنوبی جریانات دریا به خشکی و بالعکس هستند که موجب تداوم وزش باد در آن‌ها می‌گردد. زاویه‌ی متوسط وزش باد در این مناطق طی روز ۱۹۰±۱۰ درجه و طی شب ۱۵±۱۸۸ درجه می‌باشد؛ در نتیجه می‌توان با نصب توربین‌های بادی در مناطق ذکر شده و قرار دادن جهت آن‌ها در زوایای ذکر شده بهینه‌ترین شرایط را جهت استحصال برق از انرژی باد ایجاد نمود. با توجه به نتایج بیان شده می‌توان گفت که با استفاده از این ظرفیت تولید انرژی می‌توان صنایع منطقه را در جهت توسعه هدایت نمود و در نتیجه‌ی آن تغییرات جمعیتی این مناطق که در حال حاضر شاهد کاهش جمعیت هستند حالتی عکس یافته و با توجه به پیشرفتی که در اقتصاد منطقه رخ خواهد داد، جمعیت محدوده روندی افزایشی خواهد یافت.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.73.1.3]

References

- Abdoli, H., Sari saraf, B., Hosseini Shamechi, A., (2010), "Wind potential feasibility and it's applications in development projects (Case study: East Azerbaijan Province)", ***Geographical Space***, 9 (28): 57-74. [In Persian].
- Alamdari, P., Nematallahi, O., Mirhosseini, M., Alamrajabi, A., (2011), "Investigation of wind energy potential in Ardabil province for construction of wind power plant", First International Conference of Emerging Trends in Energy Conservation, November 22-23, Amirkabir University of Technology, Tehran. [In Persian].
- Alijani, B., Doostkamian, M., Ashrafi, S., Shakeri, F., (2015), "Review the changes of spatial autocorrelation patterns within a decade of precipitation over the last half-century in Iran", ***Geography and Territorial Spatial Arrangement***, 5 (14): 71-88. [In Persian].
- Azari, A., Zarei, Z., Hajibabaee, Z., (2016), "wind power survey for sustainable development of energy in Hamedan", ***Geography and Sustainability of Environment***, 6 (19): 99-116. [In Persian].
- Bekele, G., Palm, B., (2009), "Wind energy potential assessment at four typical locations in Ethiopia", ***Applied Energy***, 86 (3): 388-396.
- Belu, R., Koracin, D., (2009), "Wind characteristics and wind energy potential in western Nevada", ***Renewable Energy***, 34 (10): 2246-2251.
- Celik, A., (2003), "Assessing the suitability of wind speed probability distribution function based on wind power density", ***Renewable Energy***, 28 (10): 1536-1574.
- Entezari, A., Amirahmadi, A., Erfani, A., Borzooei, A., (2012), "Assessment of wind energy potential and feasibility study of constructing a wind power plant in Sabzevar", ***Arid regions Geographic Studies***, 9-10: 33-46. [In Persian].
- Eskina, N., Artar, H., Tolun, S., (2008), "Wind energy potential of Gökçeada Island in Turkey", ***Renewable and Sustainable Energy Reviews***, 12 (3): 839-851.
- Fadare, D., (2010), "The Application of Artificial Neural Network to Mapping of Wind Speed Profile for Energy Application in Nigeria", ***Journal of Applied Energy***, 87 (3): 934-942.
- Gandomkar, A., (2006), "Synoptic study of wind energy in sistan region", PhD Thesis in climatology, Faculty of Geography, University of Isfahan. [In Persian].
- Gupta, R., Biswas, A., (2010), "Wind data analysis of Silchar (Assam, India) by Rayleigh's and Weibull methods", ***Journal of Mechanical Engineering Research***, 2 (1): 10-24.
- Hooshmand, M., Hosseini, H., (2015), "Economic evaluation of electricity generation using wind energy by the private sector in Iran", ***Monetary & Finational Economics***, 21 (8): 85-106. [In Persian].
- Jowder, F., (2009), "Wind power analysis and site matching of wind turbine generators in Kingdom of Bahrain", ***Journal of Applied Energy***, 86 (4): 538-545.
- Kaviani, M., (1995), "Wind turbines and evaluation of wind energy potential in Iran", ***Geographical research***, 10 (36): 1-15. [In Persian].
- Kaviani, M., Alijani, B., (2007), "***The foundations of climatology***", Samt Publications: Tehran. [In Persian].
- Keyhani, A., Ghasemi-Varnamkhasti, M., Khanali, M., Abbaszadeh, R., (2010), "An assessment of wind energy potential as a power generation source in the capital of Iran, Tehran", ***Energy***, 35 (1): 188-201.
- Manuel, L., Nelson, L., (2002), "Analysis of time series data on wind turbine loads", http://www.ce.utexas.edu/prof/manuel/papers/TREXReport_Aaronsterns.pdf.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.73.1.3]

- Minaeian, A., Sedaghat, A., Alam Rajabi, A., (2012), "Assessment of wind energy potential in sistan and baluchestan province and economic analysis for wind power plant construction", ***Energy Management Engineering (Energy Management)***, 3 (3): 34-41. [In Persian].
- Mohammadi, H., Rostami Jalilian, Sh., Taghavi, F., Shamsipour, A., (2012), "Evaluation of wind energy potential in Kermanshah province", ***Physical Geography Research Quarterly***, 44 (80): 19-32. [In Persian].
- Mostafaeipour, A., Abarghooei, H., (2008), "Harnessing wind energy at Manjil Area located in north of Iran", ***Renewable and Sustainable Energy Reviews***, 12 (6): 1758-1766.
- Mostafaeipour, A., (2010), "Feasibility study of harnessing wind energy for turbine installation in province of Yazd in Iran", ***Renewable and Sustainable Energy Reviews***, 14 (1): 93-111.
- Nedaei, M., (2014), "Wind resource assessment in Hormozgan province in Iran", ***International Journal of Sustainable Energy***, 33 (3): 650-694.
- Niasati, J., Ataei, H., Gandomkar, A., Montazeri, M., (2016), "Evaluation of wind energy potential in Abu Musa Island", Third International Conference on Geographical Sciences, 2016 October 30, Kharazmi Higher Institute of Science and Technology. [In Persian].
- Noorallahi, Y., Ashraf, M., Zamani, M., (2011), "wind energy resources assessment using geographical information systems (GIS), (Case study: west Iran)", ***Iranian Journal of Energy***, 14 (1): 2-22. [In Persian].
- Ouarda, T., Charron, C., Shin, J., Marpu, P., Al-Mandoos, A., Al-Tamimi, M., Ghedira, H., Al Hosary, T., (2015), "Probability distributions of wind speed in the UAE", ***Energy Conversion and Management***, 93: 414-434.
- Saghafi, M., (1993), "***Wind energy and its application in agriculture***", Tehran University Pub, Tehran. [In Persian].
- Sidki uyar, T., Molly, J., (1998), "Wind energy in Turkey", ***DEWI-Magazine***, 7: 1-15.
- Yarahmadi, D., Halimi, M., Zarei, Z., (2015), "Analysis of spatial patterns of monthly precipitation in west and northwest Iran using spatial autocorrelation", ***Physical Geography Research Quarterly***, 47 (3): 451-464. [In Persian].
- Yilmaz, V., Celik, H., (2008), "A statistical approach to estimate the wind speed distribution", ***Doğuş Üniversitesi Dergisi***, 1 (9): 122-132.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.1735322.1400.21.73.1.3]