ارزیابی پتانسیل انرژی باد به منظور امکان‌سنجی استفاده از آن جهت احداث نیروگاه بادی در شهر خرم‌آباد

موحد سپهوند[1*]، حسین مبلی[2]، مجید خانعلی[3] و محمد شریفی[3]

۱*. محقق، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، خرم‌آباد، ایران
۲. استاد، گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
۳. دانشیار، گروه مهندسی ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

چکیده

در تحقیق حاضر، ارزیابی پتانسیل انرژی باد به منظور امکان‌سنجی استفاده از آن جهت احداث نیروگاه بادی در شهر خرم‌آباد با استفاده از داده‌های روزانه و ساعتی سمت و سرعت باد برای یک دوره ۱۰ ساله (۹۵-۱۳۸۶) صورت گرفت. نتایج نشان داد، متوسط سالیانه سرعت باد در ارتفاع‌های ۱۰، ۳۰ و ۵۰ متری از سطح زمین در ایستگاه مورد مطالعه به ترتیب ۲/۲، ۲/۷۳ و ۳/۰۶ متر بر ثانیه است. همچنین متوسط چگالی توان باد در ارتفاع‌های فوق‌الذکر به ترتیب ۵۰/۴۳، ۹۷/۵۱ و ۱۳۲/۴۸ وات بر متر مربع محاسبه شد. جهت باد غالب در منطقه به ترتیب با بیشترین سهم در جهت‌های غرب و جنوب‌شرقی شناسایی گردید. نتایج تحقیق نشان داد، پتانسیل مناسبی برای بهره‌برداری از انرژی باد در شهر خرم‌آباد وجود ندارد.

کلمات کلیدی:
پتانسیل‌سنجی، انرژی باد، چگالی توان باد، توزیع ویبول، خرم‌آباد.

***نویسنده مسئول:** Sepahvandmovahed@gmail.com

ارزیابی پتانسیل انرژی باد به‌منظور امکان‌سنجی استفاده از آن جهت احداث نیروگاه بادی در شهر خرم‌آباد

مقدمه

گسترش روزافزون نیاز به انرژی و محدودیت منابع فسیلی، افزایش آلودگی زیست‌محیطی ناشی از سوزاندن این منابع، گرمایش جهانی، ریزش باران‌های اسیدی و ضرورت متعادل نمودن انتشار دی‌اکسید کربن و لزوم کاهش در مصرف سوخت‌های فسیلی، توجه به استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر را دو چندان کرده است. در بین انرژی‌های تجدیدپذیر، انرژی باد یکی از اقتصادی‌ترین روش‌های تولید برق است که آلودگی محیط‌زیست را در پی نداشته و پایان‌ناپذیر می‌باشد [۵]. در سال‌های اخیر نیروگاه‌های بادی به طور قابل ملاحظه‌ای از نظر اقتصادی با سایر نیروگاه ها قابل رقابت شده‌اند. ۵ کشور آلمان، اسپانیا، آمریکا، هندوستان و دانمارک، که بزرگترین بازار انرژی باد را دارند، در سال ۲۰۰۳ حدود ۸۲ درصد از توان توربین‌های نصب شده را به خود اختصاص داده‌اند [٦]. بر اساس گزارش انجمن جهانی انرژی باد، ظرفیت نیروگاه‌های بادی جهان در سال ۲۰۱۳ به ۳۱۸۱۰۵ مگاوات رسیده است، همچنین انرژی بادی تا سال ۲۰۵۰ قادر خواهد بود ۱۸ درصد انرژی الکتریکی جهان را تامین کند، این در حالیست که اکنون ۲/٦ درصد از انرژی الکتریکی جهان توسط برق‌بادی تأمین می‌شود [۷]. مطالعات متعددی در زمینه پتانسیل‌سنجی انرژی باد در ایران و جهان صورت گرفته است که در ادامه به چند نمونه آن اشاره شده است. لی و لی [۱۱] به بررسی ویژگی‌ها و برآورد پتانسیل انرژی باد در منطقه واترلو کانادا بر پایه داده‌های ارتفاع ۱۰ متری در یک دوره ۵ ساله پرداختند و به این نتیجه رسیدند که میانگین قدرت باد سالانه ۱۰۵ وات بر مترمربع می‌باشد و در فصول سرد سال، قدرت باد در شب ۱۸۰ و در روز ۱۱۰ وات بر مترمربع است. بکله و پالم [۸] در بررسی پتانسیل انرژی باد در ٤ منطقه اتیوپی در ارتفاع ۱۰ متری نتیجه گرفتند که سه شهر آدیس آبابا، مکل و نازرت با میانگین سرعت باد ٤ متر بر ثانیه دارای پتانسیل انرژی باد هستند. در تحقیقی که توسط صلاحی و همکاران [٤] با عنوان ارزیابی پتانسیل انرژی باد و امکان‌سنجی استفاده از آن در ایستگاه‌های همدیدی استان فارس صورت گرفت، نتایج نشان داد که ایستگاه همدیدی شیراز با چگالی توان بادی معادل ۵۸٤/۳۳ و ۱۱٦٤/۲۷ وات بر مترمربع در ارتفاع ۱۰ و ۵۰ متری و قرارگیری در طبقه هفتم اطلس انرژی باد ایالات متحده، از پتانسیل خوبی در زمینه انرژی باد برخوردار است و می‌تواند به عنوان مکانی مناسب برای سرمایه‌گذاری و مطالعه بیشتر در خصوص استقرار توربین‌های بادی و بهره‌برداری از انرژی باد تعیین گردد. در تحقیقی که با عنوان امکان‌سنجی انرژی باد و کاربرد آن در پتانسیل‌سنجی نصب توربین بادی در چهار نقطه از ایستگاه‌های سینوتیک هواشناسی استان اصفهان صورت گرفت، نتایج نشان داد که در بین شهرهای انتخابی دو شهر اردستان و گلپایگان دارای میانگین سرعت باد سالیانه بالاتری (بین ٤ تا ٦ متر بر ثانیه) می‌باشند و در مقایسه درصد پایداری باد در طول یک دوره زمانی، شهر اردستان با درصد فراوانی باد میانگین ۳٦ درصد و کمترین میزان تغییرات در پایداری باد، بهترین مکان برای نصب و راه‌اندازی سایت و مزرعه باد ی می‌باشد [۳]. به منظور امکان سنجی استفاده از انرژی باد برای استقرار توربین‌های بادی در استان یزد در ۱۱ ایستگاه و در سه ارتفاع ۱۰، ۲۰ و ٤۰ متری، نتایج نشان داد که اغلب ایستگاه‌های منطقه دارای سرعت باد کمتر از ٤/۵ متر بر ثانیه می‌باشند که سرعت مناسبی برای استقرار توربین‌های بادی نیست و تنها شهر هرات با سرعت باد ۵/۰۵ و ٦/۸٦ متر بر ثانیه در ارتفاعات ۱۰ و ٤۰ متری گزینه مناسبی برای این کار به شمار می‌آید. همچنین چند ایستگاه دیگر با سرعت‌ها باد کمتر از ٤ متر بر ثانیه در ارتفاع ۱۰ متری، برای استقرار توربین‌های کوچک‌تر مناسب است [۱۲].

با توجه به ضرورت ارزیابی پتانسیل انرژی باد و به تبع آن امکان‌سنجی احداث نیروگاه بادی در مناطق مختلف کشور، این تحقیق با عنوان ارزیابی پتانسیل انرژی باد به‌منظور امکان‌سنجی استفاده از آن جهت احداث نیروگاه بادی در شهر خرم‌آباد صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها

موقعیت منطقه

شهر خرم‌آباد به عنوان مرکز استان لرستان با وسعتی حدود ۴۹۰۰ کیلومترمربع و ارتفاع ۱۱۴۸ متر از سطح دریا بین ۳۲ درجه و ۵۶ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۵۱ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۴۱ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۵۷ دقیقه طول شرقی واقع شده است [۲].

- انرژی باد

- چگالی توان باد

محاسبه چگالی توان باد در یک ناحیه جغرافیایی، اولین و اساسی‌ترین مسئله برای استفاده از انرژی باد و برآورد پتانسیل آن می‌باشد. لذا آگاهی از سرعت میانگین سالانه و نیز چگالی توان باد در انتخاب یک محل برای استفاده از انرژی باد از اهمیت خاصی برخوردار است. با توجه به ضرورت توالی داده‌ها در محاسبه چگالی توان باد، آمار سه ساعته متوالی روزانه (هشت بار در شبانه‌روز) ایستگاه سینوپتیک خرم‌آباد در دوره زمانی (۹۵-۱۳۸۶) مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت و متوسط چگالی توان باد و متوسط سرعت به صورت سالیانه، فصلی و ماهیانه محاسبه گردید.

- گلباد

در طبقه‌بندی و محاسبه فراوانی‌های باد و نیز درصدبندی آن‌ها با توجه به طبقات سرعت، از نرم‌افزار WRplot **استفاده گردید و گلباد ایستگاه خرم‌آباد توسط این نرم‌افزار ترسیم شد.**

- تحلیل آماری داده‌های باد

برای تعیین پتانسیل انرژی باد در یک سایت و تخمین انرژی خروجی آن، از روش‌های آماری استفاده می‌شود. برآورد چگالی توان باد نیازمند دو پارامتر ضریب شکل و ضریب مقیاس می‌باشد که از روابط (۱) و (۲) برای محاسبه آن‌ها استفاده شد [۱۳].

$$k = \left(\frac{\sigma_U}{\overline{U}}\right)^{-1.086} \quad (۱)$$

$$\frac{c}{\overline{U}} = \frac{k^{2.6674}}{0.184 + 0.816\, k^{2.73855}} \quad (۲)$$

که در آن k، ضریب شکل؛ c، ضریب مقیاس؛ σ_U، انحراف‌معیار استاندارد سرعت (m/s) و $\overline{U}$، متوسط سرعت (m/s) است. متوسط چگالی توان باد از رابطه (۳) محاسبه شد [۹].

$$\frac{\overline{P}}{A} = \frac{1}{2}\,\rho \int_0^{\infty} U^3\, P(U)\, dU = \frac{1}{2}\rho c^3 \Gamma\left(1 + 3/k\right) \quad (۳)$$

که در آن $\left(\frac{\overline{P}}{A}\right)$، چگالی توان باد $\left(\frac{W}{m^2}\right)$؛ ρ، چگالی هوا در شرایط استاندارد $\left(1.225\frac{kg}{m^3}\right)$ و Γ معرف تابع گاما (رابطه ٤) می‌باشد.

$$\Gamma = \frac{\bar{U}}{c\left(1 + {}^{1}/_{k}\right)} \quad (٤)$$

سرعت باد (v) **در ارتفاعات بالاتر** (H)**، از رابطه (۵) به‌دست آمد** [۱].

$$\frac{V}{V_r} = \left(\frac{H}{H_r}\right)^{0.2} \quad (٥)$$

- سرعت نامی و محتمل‌ترین سرعت

هر گاه بخواهیم در برآورد انرژی باد یک منطقه، بیشترین مقدار انرژی در طول سال را به‌دست آوریم، از سرعت نامی باد، به عنوان سرعتی که بیشترین انرژی را در طول سال تولید می‌کند استفاده می‌کنیم. سرعت نامی باد (V_{me}) **و محتمل‌ترین سرعت** (V_{mp})**، به‌ترتیب از روابط (٦) و (٧) محاسبه گردید** [۱۰].

$$V_{me} = c\left(1+\frac{2}{K}\right)^{\frac{1}{K}} \quad (٦)$$

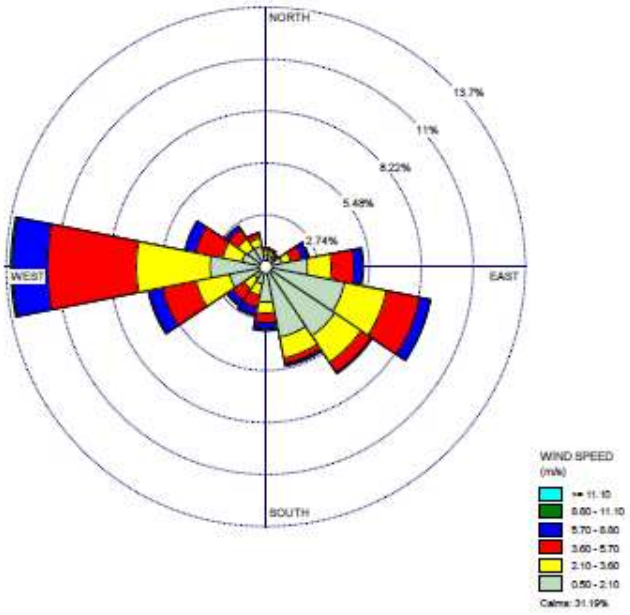
$$V_{mp} = c\left(1-\frac{1}{K}\right)^{\frac{1}{K}} \quad (٧)$$

نتایج و بحث

به منظور درک نمای کلی وضعیت باد از لحاظ پارامترهای فنی به کارگیری آن در شهر خرم‌آباد، داده‌های آماری سرعت باد (مقدار، فراوانی و جهت) برای یک دوره آماری ۱۰ ساله (۹۵-۱۳۸٦) مورد بررسی قرار گرفت.

- گلباد

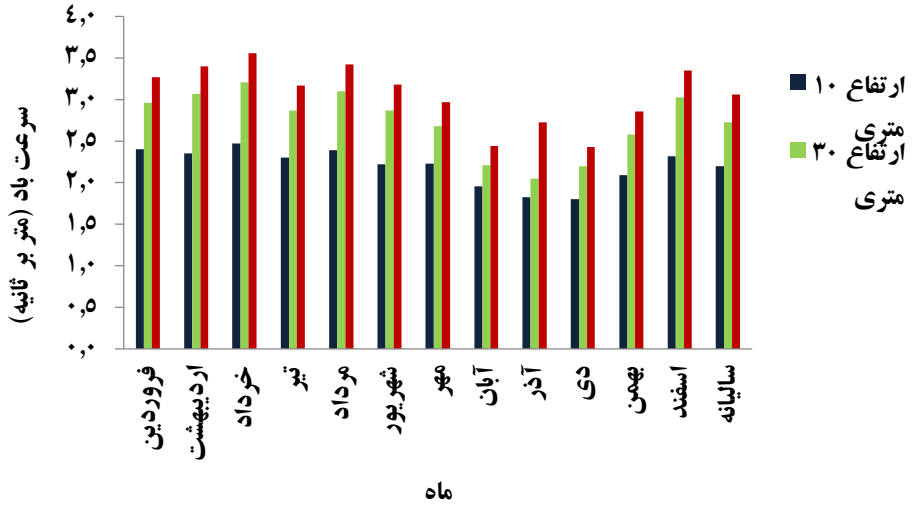
گلباد سالانه معرف وضعیت جهت، سرعت و فراوانی‌های باد غالب منطقه است که در شکل (۱) نشان داده شده است. جهت باد غالب در ایستگاه خرم‌آباد، غربی و باد نایب غالب جنوب‌شرقی است. بیشترین فراوانی سرعت باد به بازه m/s ۵/۱-۰/۲ **و کمترین فراوانی به بادهای با سرعت** m/s ≥۱۱ **اختصاص دارد.**



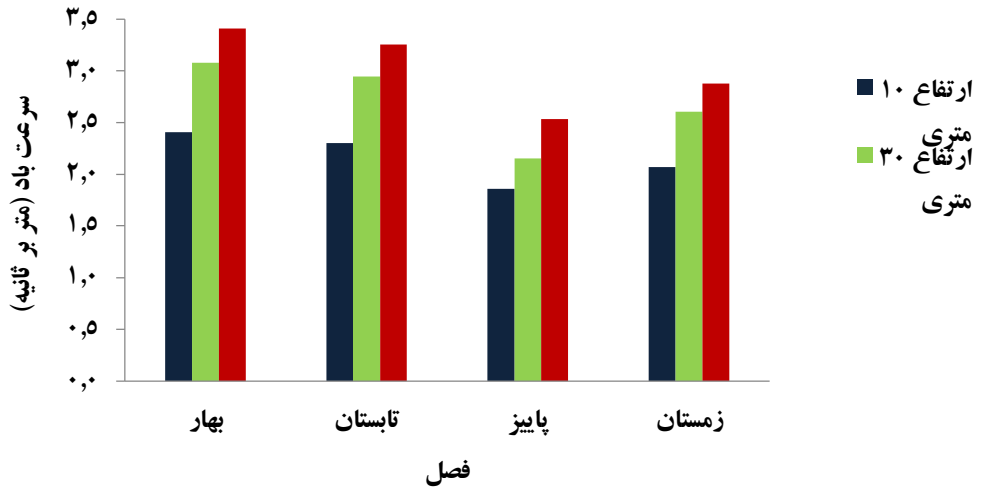
شکل ۱. گلباد شهر خرم‌آباد

- سرعت باد

متوسط سالیانه سرعت باد در ارتفاع‌های ۱۰، ۳۰ و ۵۰ متری از سطح زمین برای شهر خرم‌آباد به ترتیب ۲/۲، ۲/۷۳ و ۳/۰٦ متر بر ثانیه می‌باشد. نمودار (۱) متوسط ماهیانه سرعت باد را نشان می‌دهد. بیشترین متوسط ماهیانه سرعت باد در ارتفاع‌های ۱۰، ۳۰ و ۵۰ متری با مقادیر ۲/٤۷، ۳/۲۱ و ۳/٥٦ متر بر ثانیه مربوط به خردادماه و کمترین مقادیر با متوسط ۱/۸، ۲/۲ و ۲/٤۳ متر بر ثانیه مربوط به دی‌ماه می‌باشد. همچنین بیشترین و کمترین سرعت فصلی باد در ارتفاع – های فوق‌الذکر به ترتیب در فصل‌های بهار (۲/٤، ۳/۰۸ و ۳/٤۱ متر بر ثانیه) و پاییز (۲، ۲/۳۱ و ۲/۷۱ متر بر ثانیه) رخ می‌دهد (نمودار ۲).



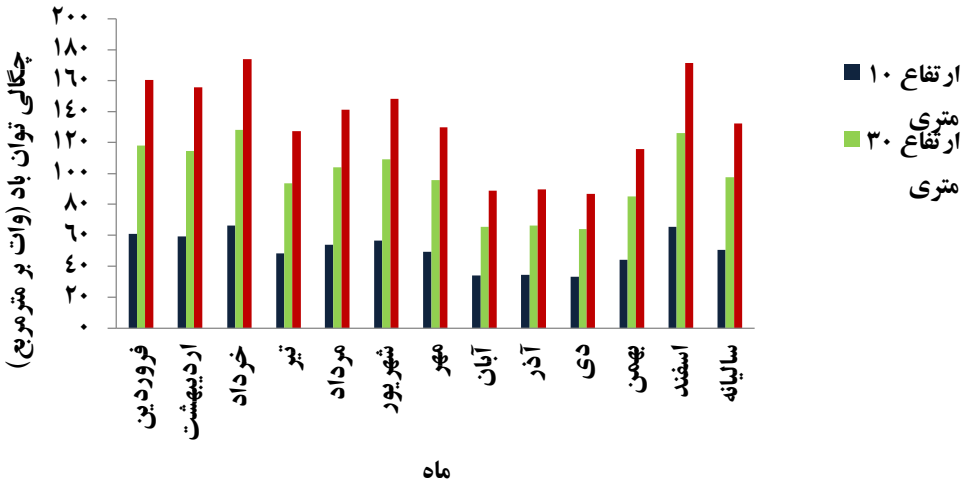
نمودار ۱. متوسط ماهیانه سرعت باد در ارتفاع‌های مختلف از سطح زمین



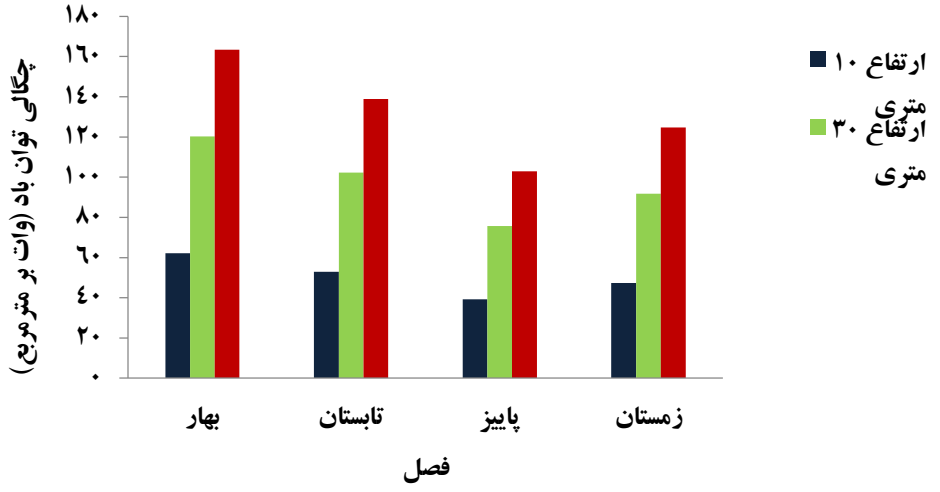
نمودار ۲. متوسط فصلی سرعت باد در ارتفاع‌های مختلف از سطح زمین

- چگالی توان باد

متوسط سالیانه چگالی توان باد در ارتفاع‌های ۱۰، ۳۰ و ۵۰ متری از سطح زمین برای شهر خرم‌آباد به ترتیب ۵۰/۴۳، ۹۷/۵۱ و ۱۳۲/۴۸ وات بر مترمربع محاسبه شد. نمودار ۳ متوسط ماهیانه چگالی توان باد را نشان می‌دهد. بیشترین متوسط ماهیانه چگالی توان باد در ارتفاع‌های ۱۰، ۳۰ و ۵۰ متری با متوسط ٦٦/٢٧، ١٢٨/١ و ١٧٤/٠٤ وات بر مترمربع مربوط به خردادماه و کمترین مقادیر با متوسط ٣٣/١٢، ٦٤/٠٤ و ٨٧/٠١ وات بر مترمربع مربوط به دی‌ماه بود. همچنین بیشترین و کمترین چگالی توان فصلی باد در ارتفاع های فوق‌الذکر به ترتیب در فصل های بهار (٦٢/١٨، ١٢٠/٢ و ١٦٣/٣ وات بر مترمربع) و پاییز (٣٩/١٦، ٧٥/٧ و ١٠٢/٨٥ وات بر مترمربع) رخ داد (نمودار ٤).



نمودار ۳. متوسط ماهیانه چگالی توان باد در ارتفاع‌های مختلف از سطح زمین



نمودار ٤. متوسط فصلی چگالی توان باد در ارتفاع‌های مختلف از سطح زمین

- سرعت نامی و محتمل‌ترین سرعت

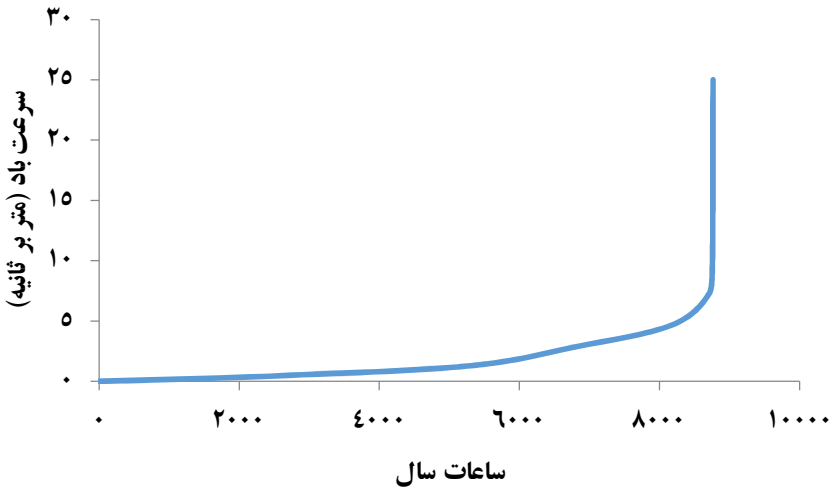
هر گاه بخواهید در برآورد انرژی باد یک منطقه، بیشترین مقدار انرژی در طول سال را به‌دست آورید، از سرعت نامی باد، به عنوان سرعتی که بیشترین انرژی را در طول سال تولید می‌کند استفاده می‌کنیم. جدول (۱) سرعت نامی و همچنین محتمل‌ترین سرعت باد را که برای شهر خرم‌آباد می‌توان انتظار داشت نشان می‌دهد. بیشترین سرعت نامی و محتمل‌ترین سرعت باد با مقادیر ۸/۰۲ و ۰/۳۸ متر بر ثانیه در ارتفاع ۵۰ متری از سطح زمین رخ داد.

جدول ۱. سرعت نامی و محتمل‌ترین سرعت باد

ارتفاع از سطح زمین (m)	U_{me} (m/s)	U_{mp} (m/s)
۱۰	۵/۸۱	۰/۲۸
۳۰	۷/۲٤	۰/۳۵
۵۰	۸/۰۲	۰/۳۸

- منحنی سرعت تداوم

با توجه به رابطه قدرت در توربین‌های بادی، قدرت خروجی با توان سوم سرعت و سطح جاروب شده توسط توربین متناسب است و لذا تغییرات کوچک در سرعت باد باعث تغییرات بزرگی در قدرت خروجی می‌شود که این تغییرات قدرت با توجه به تغییرات ناگهانی سرعت باد، مناسب نمی باشد. به علت افت شدید بازده و قدرت در سرعت‌های پایین باد توسط توربین‌های بادی، این توربین‌ها جهت کارکرد از یک حداقل سرعت به بعد طراحی می‌گردند. این سرعت حداقل، «سرعت راه‌انداز » نام دارد. جهت محافظت از توربین از خرابی در مقابل بادهای شدید، توربین‌ها طوری طراحی می‌شوند که در سرعتی زیاد به نام «سرعت توقف » از عملکرد باز بایستند. محدوده سرعت راه‌انداز و سرعت توقف در توربین‌های بادی بر اساس ویژگی محصولات کارخانه‌های عظیم سازنده توربین‌های‌بادی عموما بین ۳/۵تا ۲۵ متر درثانیه می‌باشد. مطابق نمودار ۵ می‌توان دریافت که ٦٧٩٧ ساعت از ساعات توربین بادی مفروض در شهر خرم‌آباد در حال سکون بوده و یا در صورت چرخش تولید انرژی نخواهد کرد. همچنین تعداد ساعات بین سرعت راه‌انداز و سرعت توقف توربین‌های بادی (تعداد ساعاتی که توربین در سال می‌تواند کار کرده و تولید انرژی نماید) ١٩٦٣ ساعت است.



نمودار ۵. منحنی سرعت- تداوم باد

در ادامه مطالعه و محاسبه پارامترهای مزبور، چگالی توان باد با اطلس باد ایالات متحده آمریکا مقایسه گردید. نتایج جدول (۲) نشان داد که شهر خرم‌آباد به ترتیب با چگالی توان باد ۵۰/۴۳، ۹۷/۵۱ و ۱۳۲/۴۸ وات بر مترمربع در ارتفاع-های ۱۰، ۳۰ و ۵۰ متری از سطح زمین در طبقه اول اطلس چگالی توان باد قرار می‌گیرد که مناسب جهت تولید انرژی نمی‌باشد.

جدول ۲. طبقات استاندارد چگالی توان باد (کمیته ملی هماهنگی باد) برای خرم‌آباد در ارتفاع‌های مختلف

طبقه-بندی چگالی توان باد	سرعت استاندارد (m/s)			چگالی توان باد استاندارد (W/m^2)			چگالی توان باد محاسبه شده (W/m^2)		
	ارتفاع از سطح زمین (m)			ارتفاع از سطح زمین (m)			ارتفاع از سطح زمین (m)		
	۱۰	۳۰	۵۰	۱۰	۳۰	۵۰	۱۰	۳۰	۵۰
۱	۰ - ۴/۴	۰ - ۵/۱	۰ - ۵/۶	۰ - ۱۰۰	۰ - ۱۶۰	۰ - ۲۰۰	۵۰/۴۳	۹۷/۵۱	۱۳۲/۴۸
۲	۴/۴ - ۵/۱	۵/۱ - ۵/۸	۵/۶ - ۶/۴	۱۰۰ - ۱۵۰	۱۶۰ - ۲۴۰	۲۰۰ - ۳۰۰			
۳	۵/۱ - ۵/۶	۵/۸ - ۶/۵	۶/۴ - ۷	۱۵۰ - ۲۰۰	۲۴۰ - ۳۲۰	۳۰۰ - ۴۰۰			
۴	۵/۶ - ۶	۶/۵ - ۷	۷ - ۷/۵	۲۰۰ - ۲۵۰	۳۲۰ - ۴۰۰	۴۰۰ - ۵۰۰			
۵	۶ - ۶/۴	۷ - ۷/۴	۷/۵ - ۸	۲۵۰ - ۳۰۰	۴۰۰ - ۴۸۰	۵۰۰ - ۶۰۰			
۶	۶/۴ - ۷	۷/۴ - ۸/۲	۸ - ۸/۸	۳۰۰ - ۴۰۰	۴۸۰ - ۶۴۰	۶۰۰ - ۸۰۰			
۷	۷ - ۹/۴	۸/۲ - ۱۱	۸/۹ - ۱۱/۸	۴۰۰ - ۱۰۰۰	۶۴۰ - ۱۶۰۰	۸۰۰ - ۲۰۰۰			

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد، متوسط سالیانه سرعت باد در ارتفاع‌های ۱۰، ۳۰ و ۵۰ متری از سطح زمین برای شهر خرم‌آباد به ترتیب ۲/۲، ۲/۷۳ و ۳/۰۶ متر بر ثانیه می‌باشد. متوسط سالیانه چگالی توان باد در ارتفاع‌های ۱۰، ۳۰ و ۵۰ متری از سطح زمین به ترتیب ۵۰/۴۳، ۹۷/۵۱ و ۱۳۲/۴۸ وات بر مترمربع محاسبه شد. بیشترین و کمترین متوسط ماهیانه سرعت و چگالی باد در ارتفاع‌های فوق‌الذکر به خردادماه و دی‌ماه اختصاص داشت. همچنین بیشترین و کمترین سرعت و چگالی فصلی باد به ترتیب در فصل‌های بهار و پاییز رخ داد. در مقایسه چگالی توان باد محاسبه شده با اطلس چگالی توان باد ایالات متحده آمریکا مشخص شد، که چگالی توان باد شهر خرم‌آباد در ارتفاع‌های ۱۰، ۳۰ و ۵۰ متری از سطح زمین در طبقه اول اطلس چگالی توان باد قرار می‌گیرد که مناسب جهت تولید انرژی نمی‌باشد.

مراجع

۱- بسطامی محمدی، م. ۱۳۹۲. امکان‌سنجی فنی، اقتصادی و زیست‌محیطی استفاده از انرژی باد برای آبیاری مزارع و باغ‌ها در استان خوزستان. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد. دانشگاه شهید چمران اهواز.

۲- بی‌نام. ۱۳۹۵. سالنامه آماری استان لرستان. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان لرستان.

۳- سرجویی، ع. و بیرژندی، م. ۱۳۹۱. امکان‌سنجی انرژی باد و کاربرد آن در پتانسیل‌سنجی نصب توربین بادی (مطالعه موردی: استان اصفهان). کنفرانس بین‌المللی پژوهش‌های نوین در مهندسی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد خمینی‌شهر.

٤- صلاحی، ب.، بهروزی، م.، ابراهیمی، م. و جمس، ح. ۱۳۹٤. ارزیابی پتانسیل انرژی باد و امکان‌سنجی از آن در ایستگاه‌های همدید استان فارس. دو فصلنامه آب و هواشناسی کاربردی، ۲(۱)، ۹۰-۷۵.

۵- فلاح قالهری، غ. ع. و رستمیان، م. ۱۳۹۵. پتانسیل‌سنجی انرژی باد در ایستگاه‌های منتخب استان چهارمحال و بختیاری. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، ۳۱(۲)، ۱۸۲-۱٦۸.

٦- گندمکار، ا. ۱۳۸۸. ارزیابی انرژی پتانسیل باد در کشور ایران. مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، ۲۰(٤). ۱۰۰-۸۵.

۷- یوسفی، ح.، موسوی، س. م. م. و نوراللهی، ی. ۱۳۹۵. ارزیابی منابع و پتانسیل‌سنجی انرژی بادی به منظور تعیین اولویت‌های مکانی احداث نیروگاه‌های بادی در شهر دامغان. نشریه علمی- پژوهشی علوم و فنون نقشه‌برداری، ٦(۳)، ۵۰-۳۵.

8- Bekele, G., and Palm, B. 2009. Wind energy potential assessment at four typical locations in Ethiopia. Applied Energy, 86, 388-396.

9- James, F., Manwell, J., and McGowan, M. 2002. Wind energy explained: Theory, design and application. John Wiley & Sons.

10- Jamil, M. 1994. Wind power statistics and evaluation of wind energy density. Wind Engineering, 18(5), 227-240.

11- Li, M., and Li, X. 2005. Investigation of wind characteristics and assessment of wind energy potential for Waterloo region, Canada. Energy Conversion and Management, 46, 3014-3033.

12- 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.

13- Yurdusev, M., and Çertin, A. 2006. Assessment of optimum tip speed ratio in wind turbines using artificial neural networks. Journal of Energy. 31, 2153-2161.

Evaluation of wind energy potential in order to feasibility of its use for construction of wind power plant in Khorramabad city

Movahed Sepahvand[1*], Hossein Mobli[2], Majid Khanali[3] and Mohammad Sharifi[3]

1. Researcher, Lorestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Khorramabad, Iran
2. Professor, Department of Agricultural Machinery Engineering, University of Tehran, Karaj, Iran.
3. Associate Professor, Department of Agricultural Machinery Engineering, University of Tehran, Karaj, Iran.

Abstract

In the present study, the evaluation of wind energy potential in order to feasibility of its use for construction of wind power plant in Khorramabad city was performed using daily and hourly data on wind direction and speed for a period of 10 years (2007-2017). The results showed, that the average annual wind speed at altitudes of 10, 30 and 50 meters above the ground in the study station were 2.2, 2.73 and 3.06 m/s, respectively. Also, the average wind power density at the above altitudes were calculated to be 50.43, 97.51 and 132.48 w/m^2, respectively. The dominant wind direction with the highest contribution in the region belonged to the directions of west and southeast. The results showed that there is no suitable potential for using of wind energy in Khorramabad city.

Key words: Potential, Wind energy, Wind power density, Weibull distribution, Khorramabad.

*Corresponding author
E-mail: Sepahvandmovahed@gmail.com