

Evaluating the Wind Energy Potential in Chaharmahal and Bakhtiari Province

Mehdi Karami Dehkordi^{1*}, Hosein Koohestani², Hosein Yadavar³, Ramin Roshandel⁴,
Mostafa Karbasioun⁵

¹ PhD Candidate of Rural Development, University of Tabriz, Tabriz, Iran

² Assistant Professor of Rural Development Department, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

³ Assistant Professor of Rural Development, University of Tabriz, Tabriz, Iran

⁴ Associate Professor, Renewable Energy Engineering Department, Sharif University of Technology, Tehran, Iran

⁵ Assistant Professor of Rural Development Department, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

Abstract

The main goal of this study is to evaluate the wind energy potential in Chaharmahal and Bakhtiari Province to identify suitable rural areas for obtaining wind energy. In order to reach this goal (using 7 meteorology stations information in the province from 2008 to 2016), the Weibull distribution was used for potentiometric; meanwhile, Kriging was applied to interpolate the area. Weibull estimate was done by using the torque method and the codes was written in Maple software. The steps were: measuring Weibull distribution parameters at different heights; calculating monthly and annual (PA); and EA was earned from calculation of data once in three hours in all synoptic stations. The results showed that only Saman district is appropriate to create wind energy and the other areas are not suggested for this purpose. Another result of the study was the wind potential interpolation maps with rural area distribution and without dispersion of them.

Key words: Wind Energy, Potentiometric, Interpolation, Rural Area.

ارزیابی پتانسیل انرژی باد در استان چهارمحال و بختیاری

مهدی کرمی دهکردی^{*}، دانشجوی دکتری، گروه توسعه روستایی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

حسین کوهستانی عین‌الدین، استادیار گروه توسعه روستایی دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

حسین یادآور، استادیار، گروه توسعه روستایی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

رامین روشندل، دانشیار، گروه مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، تهران

مصطفی کرباسیون، استادیار، گروه توسعه روستایی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

وصول: ۱۳۹۵/۰۹/۲۶ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۱/۲۸، صص ۷۲-۵۷

چکیده

هدف کلی از پژوهش حاضر، ارزیابی پتانسیل انرژی باد در استان چهارمحال و بختیاری و شناسایی منطقه روستایی مستعد برمبنای آن است. به‌منظور دسترسی به این هدف نخست سنجش پتانسیل کل گستره جغرافیایی استان (تعداد ۷ ایستگاه موجود در استان در دوره ۸ ساله از سال ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۴) بررسی و سپس منطقه روستایی مستعد انرژی شناسایی شد. به لحاظ روش‌شناسی در بخش پتانسیل سنجی از توزیع ویبول و در بخش درونیابی از روش کریجینگ استفاده و پارامترها با استفاده از روش گشتاورها و کد نوشته‌شده در محیط نرم‌افزار Maple تخمین زده شد. در این مطالعه نخست پارامترهای توزیع ویبول در ارتفاعات مختلف و سپس مقادیر ماهیانه و سالیانه چگالی توان باد و چگالی انرژی باد با بهره‌گیری از داده‌های ۳ ساعت یک‌بار بادی در همه ایستگاه‌های سینوپتیک استان محاسبه و در ادامه پتانسیل بادی همه ایستگاه‌های سینوپتیک به تفکیک ماه و سال ارزیابی شد. نتایج پژوهش نشان می‌دهد فقط منطقه سامان برای دستیابی به انرژی از منابع بادی مناسب است و بقیه ایستگاه‌ها و مناطق (شهری و روستایی) سطح پذیرفته‌ای در این زمینه ندارند. نقشه‌های درونیابی پتانسیل بادی در گستره استان با پراکندگی نقاط روستایی و بدون پراکندگی این نقاط به تفکیک از دیگر نتایج پژوهش است.

واژه‌های کلیدی: انرژی بادی، پتانسیل سنجی، درونیابی، مناطق روستایی.

مقدمه

روستایی کشورهای در حال توسعه از جمله ایران با مشکلات متعددی در حوزه انرژی مواجه هستند که فقط تعداد کمی از آنها با سیاست‌گذاری‌ها و راهبردهای عمومی حل می‌شوند (Langer et al, 2016: 252)؛ همچنین وسعت کشور و پراکندگی جغرافیایی ۱۳۰۰۰۰ آبادی و مکان مسکونی و طرح‌های رشد و توسعه اقتصادی این مناطق، نیاز روزافزون به انرژی را تا دهه‌های آینده همچنان تداوم خواهد بخشید. ارتقای سطح کیفی زندگی و رونق کار و اشتغال در روستاها به‌طور فزاینده‌ای متأثر از تأمین انرژی ارزان و لازم در مزارع، صنایع روستایی و تبدیلی است؛ به‌طوری‌که بحران‌های انرژی و قیمت آن عمیقاً بر توسعه مناطق روستایی تأثیر می‌گذارد (Sartipour, 2011: 129). در ایران به‌ویژه در منطقه مطالعه‌شده تاکنون به دلیل ارزان‌بودن سوخت‌های فسیلی مانند نفت، نفت کوره، گاز، مازوت، زغال^۱ (esmailpour, 2014: 5) و ... استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و مطالعه در این زمینه جالب توجه نبوده است (Dai et al, 2015: 35)؛ با این حال افزایش جمعیت و نیاز به انرژی از یک سو و افزایش آلودگی هوا و مشکلات ناشی از آن (Alham et al, 2016: 805) از سوی دیگر موجب شده است به رویکرد استفاده از انرژی‌های جایگزین (تجدیدپذیر) برای بخشی از سوخت‌های فسیلی توجه شود (Saghafi, Saeidi et al, 2011: 926)؛ (2009: 23).

در سکونتگاه‌های روستایی معمولاً نیاز به مقادیر زیاد انرژی برای پخت‌وپز، روشنایی، گرمایش، حمل‌ونقل و ارتباطات برآورده نشده است (Sovacool and Drupady, 2011: 4450)؛ Bryden, 2012: 289 Johnson و بانک جهانی دسترسی هرچه سریع‌تر ۲/۸ میلیارد نفر را به انرژی‌های پاک برای پخت‌وپز و گرمایش در جوامع شهری و روستایی در سطح دنیا و ۱/۲ میلیارد نفر را به الکتریسیته ضروری می‌داند (World bank, 2015) و Davidson, 2002: 147). فراهم‌کردن انرژی پایدار، یکی از اولویت‌های مهم دولت‌ها با مشارکت‌های جهانی است که طی اجلاس برگزارشده سازمان ملل متحد درباره محیط‌زیست و تغییرات آب‌وهوایی در سال ۱۹۹۲ در ریو مصوب شده است (Mainali and Mainali, 2012: 804؛ Silveira, 2013: 301؛ Brown and Sovacool, 2007: 343)؛ در این زمینه مناطق روستایی از مهم‌ترین مناطق برای برنامه‌ریزی‌ها و تصمیم‌گیری‌ها هستند. با توجه به این مسئله که عمده فعالیت‌های کشاورزی در محدوده و نواحی روستایی انجام می‌پذیرد، بنابراین بررسی منابع انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر در این نواحی با در نظر گرفتن مسائل زیست‌محیطی (Ahmadi et al, 2014: 268)؛ Watts Seyedjafarrangraz and Moradi, 2010: 39) ناشی از تأمین انرژی با روش‌های سنتی حائز اهمیت ویژه است (Doukas et al, 2012: 1952)؛ (WEO, 2012: 17)؛ Mainali et al, 2014: 17)؛ (Sunderland, 2016: 821)؛ از سوی دیگر مناطق

^۱ از زغال، یکی از منابع نابودگر محیط‌زیست، به‌ویژه در مناطق روستانشین زاگرس مرکزی در استان چهارمحال و بختیاری استفاده می‌شود.

تجدیدپذیر در بخش کشاورزی و روستایی ایران در وضعیت نامطلوبی قرار دارد.

رازقی و همکاران^۲ (۲۰۱۳: ۹۳) در مطالعه‌ای عوامل تأثیرگذار بر تمایل کشاورزان به تجهیز مزرعه به فناوری‌های انرژی‌های تجدیدپذیر را بررسی کردند. در این مطالعه متغیرهای تمایل به نصب فناوری انرژی خورشیدی، کسب اطلاع از تلویزیون درباره منابع انرژی تجدیدپذیر، تنوع فعالیت‌های تولیدی، اعتماد به پروژه‌های تأمین انرژی از خورشید یا بقایای گیاهی و هزینه سالیانه برق منزل، بیشترین ضریب تعیین رگرسیون را در زمینه متغیر وابسته داشته‌اند.

اردهالی^۳ (۲۰۰۶: ۶۵۸) در پژوهشی با عنوان «توسعه انرژی روستایی در ایران» با تأکید بر تغییر نگرش بر تکنولوژی کشاورزی و ایجاد تنوع در منابع، ناآگاهی و نبود تفکر مناسب را در به‌کارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر در کشاورزی ایران، مهم‌ترین عامل توسعه نیافتن این نوع انرژی‌ها در بخش کشاورزی و روستایی می‌داند.

بلنکینسوپ و کولس^۴ (۲۰۱۳: ۱۹۴) در پیمایش خود در منطقه روستایی ماهاراشترای هند در زمینه استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر به این نتیجه رسیدند که استفاده از انرژی‌های نو و همچنین مباحث مربوط به توسعه پایدار برای ساکنان منطقه بسیار جالب توجه بوده است؛ ولی در زمینه استفاده از این فناوری‌ها مواردی چون میزان دسترسی، هزینه و استفاده آسان از آن اهمیت بیشتری نسبت به حفظ محیط زیست داشته است.

استان چهارمحال و بختیاری جمعیت ۳۵/۸۴ درصدی ساکن در مناطق روستایی و در اقلیم سرد و خشک قرار دارد. این استان ۶۸ روستای بدون برق (Chaharmahal va Bakhtiari electrical distribution Co, 2015) و حدود ۳۳۰ روستای بدون گاز (Chaharmahal va Bakhtiari oil distribution Co, 2015) را در خود جای داده است و تأمین این نیاز منوط به سرمایه‌گذاری و ایجاد زیرساخت‌هایی با هزینه زیاد است؛ این امر توجه به استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر را با بهره‌گیری از پتانسیل منطقه بیش از پیش محرز می‌کند. هدف کلی از پژوهش حاضر، ارزیابی پتانسیل انرژی باد در استان چهارمحال و بختیاری به‌منزله یکی از اصلی‌ترین منابع انرژی‌های تجدیدپذیر و در پی آن، شناسایی منطقه مستعد روستایی به‌منزله یکی از مهم‌ترین عناصر در سیاست‌گذاری‌ها و برنامه‌ریزی‌های آمایشی و منطقه‌ای است؛ زیرا در این استان جمعیت زیادی در مناطق روستایی ساکن است و توجه به این مهم بسیار ضرورت می‌یابد.

پیشینه پژوهش

طی دو دهه اخیر پژوهش‌های متعددی در زمینه استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر از جمله انرژی باد در مناطق روستایی صورت گرفته است که در ادامه نتایج بعضی از آنها مرور می‌شود:

علم‌جمیلی و امید نجف‌آبادی^۱ (۲۰۱۱: ۲۶) در پژوهش خود دریافتند استفاده از انرژی‌های

^۲ Razeghi et al

^۳ Ardehali

^۴ Blenkinsopp and Coles

^۱ Alamjamili and Omidinajafabadi

کوبایاکاوا و کاندپال^۵ (۲۰۱۴: ۹۵) در پژوهش خود به این نتیجه رسیدند که به‌منظور جبران کمبود هزینه‌های مورد نیاز برای ساخت تأسیسات انرژی‌های تجدیدپذیر، یارانه‌های دولتی و سیاست‌گذاری در این زمینه یکی از عناصر بسیار مهم است و نقش چشمگیری در توسعه و استفاده هرچه بیشتر از این نوع انرژی دارد که کمک زیادی به بهبود محیط‌زیست و وضعیت زندگی مردم با صرفه‌جویی در مصرف انرژی می‌کند.

شعبان و پتینرین^۶ (۲۰۱۴: ۷۶) در مطالعه‌ای درباره پتانسیل انرژی‌های تجدیدپذیر در نیجریه با محوریت نیازهای روستایی، به این نتیجه رسیدند که مطالعه در این زمینه یکی از ضرورت‌های لازم، مفید و اضطراری برای دسترسی به منابع پاک و ارزان است. همچنین تشویق و حمایت‌های دولت را به‌منظور مطالعه و ارائه برنامه‌های کاربردی در این زمینه برای رفع چالش‌های مورد نیاز انرژی در چشم‌انداز آینده، یکی از مسائل مهم دانستند و استفاده از این منابع را برای بهبود رفاه روستایی و به‌منزله سرمایه‌گذاری پایدار در بهبود شرایط اقتصادی منطقه ضروری قلمداد کردند.

دی و همکاران^۷ (۲۰۱۵: ۳۵۰) در پژوهش خود به‌منظور غلبه بر مشکلات پایداری انرژی منطقه و ارائه چشم‌اندازی قدرتمند برای استفاده و ترویج انرژی‌های تجدیدپذیر، از معیارهای مختلف اقتصادی و زیست‌محیطی با هدف بررسی یک سیستم بیوگاز و انرژی بادی برای خانواده‌ای معمولی استفاده کردند. نتایج مطالعه نشان داد این راه، راهبرد مناسبی برای

خسروی و همکاران^۱ (۲۰۱۶: ۳۹) در بررسی وضعیت انرژی باد در خوزستان به‌منظور استفاده از توربین‌های بادی دریافتند ایستگاه‌های دزفول، آبادان و اهواز به ترتیب با توان‌های ۴۴۳، ۱۲۵ و ۱۲۱ کیلووات در ثانیه مستعد نصب توربین‌های بادی‌اند.

هاسیبا و همکاران^۲ (۲۰۱۳: ۱۰۶۳) استفاده از انرژی‌های ترکیبی الکتریکی را برای نقاط روستایی و دورافتاده الجزیره بررسی کردند. نتایج مطالعه آنها نشان داد برای روستاهای منطقه مدنظر سیستم ترکیبی دیزل ژنراتور و سلول‌های فتوولتائیک و توربین‌های بادی، مناسب‌ترین گزینه از نظر اقتصادی و جلوگیری از آلودگی محیط‌زیست است.

احمدی و همکاران^۳ (۲۰۱۴: ۱۹۳) در پژوهش خود نشان دادند استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر پایدار برای مناطق روستایی مدنظر جذاب و نحوه استفاده از این تکنولوژی و هزینه‌های آن از مهم‌ترین عناصر جالب توجه در منطقه مدنظر بوده است.

مینالی و همکاران^۴ (۲۰۱۴: ۲۱) پژوهشی درباره بررسی شاخص انرژی پایدار روستایی در بین کشورهای چین، هند، کره جنوبی، سریلانکای بنگلادش، آفریقای جنوبی و غنا در بین سال‌های ۲۰۱۰ - ۱۹۹۰ انجام دادند. در نتیجه این پژوهش شاخص‌های مربوط به آفریقای جنوبی نسبت به سایر کشورها بالاترین درجه را داشت و به جز غنا، سایر کشورها پیشرفت‌هایی در زمینه پایداری انرژی در بین روستاهای خود داشتند.

^۵ Kobayakawa and Kandpal

^۶ Shaaban and Petinrin

^۷ Dai et al

^۱ Khosravi et al

^۲ Hasiba et al

^۳ Ahmadi et al

^۴ Mainali et al

به واحد متر بر ثانیه محاسبه می‌شود. برای تخمین پارامترهای توزیع ویبول از روش گشتاورها استفاده شده است که در این روش پارامترهای k و c با استفاده از معادلات ۳ و ۴ به دست آمد:

$$\bar{v} = c\Gamma\left(1 + \frac{1}{k}\right) \quad (3)$$

$$\sigma = c\Gamma\left[\left(1 + \frac{2}{k}\right) - \Gamma^2\left(1 + \frac{1}{k}\right)\right]^{1/2} \quad (4)$$

در پژوهش حاضر برای محاسبه چگالی توان باد (PA) و چگالی انرژی باد (EA) از معادلات ۵ و ۶ استفاده شد (Li, 2007: 76; Mostafaiepour et al, 2011: 2549):

$$P(U) = \frac{1}{2}\rho AU^3 \quad (5)$$

$$\frac{P}{A} = \int_0^{\infty} P(U)f(U)dU = \frac{1}{2}\rho c^3\Gamma\left(\frac{k+3}{k}\right) \quad (6)$$

در این پژوهش تخمین پارامترها با روش گشتاورها با استفاده از کد نوشته شده در محیط نرم افزار Maple انجام شده است.

محاسبه پارامترهای توزیع ویبول در ارتفاعات مختلف

در این پژوهش سرعت باد علاوه بر ارتفاع ۱۰ متری، در ارتفاعات ۲۰ و ۴۰ متری نیز تحلیل شد. برای برآورد پارامترهای توزیع ویبول در این ارتفاعات از روابط ۷، ۸ و ۹ استفاده شد:

$$k_a = k_{10}\left[1 - 0.0881 \ln\left(\frac{z_a}{10}\right)\right]^{-1} \quad (7)$$

$$c_a = c_{10}\left(\frac{z_a}{10}\right)^n \quad (8)$$

$$n = [0.37 - 0.0881 \ln c_{10}]$$

از بین بردن کمبود انرژی، کاهش آلودگی محیط زیست و بهبود بهره‌وری انسان است.

روش شناسی پژوهش

روش به کاررفته در تحلیل انرژی باد: منبع باد به‌طور روزانه و فصلی و حتی تا اندازه‌ای از سالی به سال دیگر تغییر می‌کند. سرعت باد تغییرات زیادی دارد و از این جهت با توابع توزیع بیان می‌شود. دانشمندان، توابع توزیع احتمالاتی متعددی را به‌منزله توزیع کاندیدا برای توجیه سرعت باد سنجیده‌اند. این توابع شامل تابع بتا، گاما، لوگ نرمال، لجستیک، ریلی و ویبول‌اند که از میان آنها پژوهشگران توزیع ویبول را بیشتر به کار برده‌اند (Chang, 2011: 1848). در این پژوهش نیز این تابع برای تحلیل داده‌های باد انتخاب و از آمار جهت و سرعت سه‌ساعته روزانه باد ایستگاههای سینوپتیک در دوره‌ای ۸ساله (۱۳۸۷ تا ۱۳۹۴)، دریافت شده از سازمان هواشناسی استان چهارمحال و بختیاری، استفاده شد. تابع چگالی احتمالاتی (pdf^1) و تابع توزیع تجمعی (cdf^2) مربوط به توزیع ویبول با استفاده از معادلات ۱ و ۲ تعریف می‌شوند (Chang, 2011: 273):

$$f(v) = \frac{k}{c} \left(\frac{v}{c}\right)^{k-1} \exp\left[-\left(\frac{v}{c}\right)^k\right] \quad (1)$$

$$F(v) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{v}{c}\right)^k\right] \quad (2)$$

در روابط بالا ($f(v)$ و $F(v)$) به ترتیب pdf و cdf تابع توزیع ویبول، v سرعت باد، k پارامتر بدون بعد مربوط به فاکتور شکل و c فاکتور مقیاس است که

¹ Probability Density Function

² Cumulative Distribution Function

در مقیاس ماهیانه نیز کمترین مقدار k با مقدار $۰/۰۰۳$ در ماه شهریور به ایستگاه لردگان و بیشترین مقدار آن $۲/۲۱$ در ماه بهمن به ایستگاه سامان تعلق دارد. در مقیاس سالیانه ارتفاع ۲۰ متری، پارامتر k از $۰/۴۵$ (در ایستگاه اردل) تا $۱/۷۳$ (در ایستگاه سامان) تغییر می‌کند. مقادیر پارامتر C نیز از $۰/۲۲$ (در ایستگاه اردل) تا $۵/۹۹$ (در ایستگاه سامان) تغییر می‌کند.

در مقیاس ماهیانه نیز کمترین مقدار k با مقدار $۰/۰۰۱$ در ماه‌های تیر و مرداد به ایستگاه کوهرنگ و بیشترین مقدار آن $۲/۳۵$ در ماه بهمن به ایستگاه سامان تعلق دارد و در مقیاس سالیانه در ارتفاع ۴۰ متری، پارامتر k از $۰/۴۸$ (در ایستگاه اردل) تا $۱/۸۶$ (در ایستگاه سامان) تغییر می‌کند. مقادیر پارامتر C نیز از $۰/۳۲$ (در ایستگاه اردل) تا $۶/۹۷$ (در ایستگاه سامان) تغییر می‌کند. در مقیاس ماهیانه نیز کمترین مقدار k با مقدار $۰/۰۰۰۳۹$ در ماه مرداد به ایستگاه فارسان و بیشترین مقدار آن $۲/۵۲$ در ماه بهمن به ایستگاه سامان تعلق دارد. از این پارامترها برای محاسبه میزان انرژی باد در یک منطقه استفاده می‌شود. مقادیر k و C طی ماه‌های سال در همه ایستگاه‌های مطالعه‌شده تغییر می‌کنند.

در روابط بالا k_{10} مقدار پارامتر k در ارتفاع ۱۰ متری، C_{10} مقدار پارامتر C در ارتفاع ۱۰ متری و Z_a ارتفاع دلخواه و n نمایه توان است (Shata and Hanitsch, 2008: 142).

درون‌یابی:

تخمین زمین آماری فرایندی است که طی آن، مقدار کمیته مجهول در نقاطی با مختصات معلوم با استفاده از مقدار همان کمیته در نقاط دیگری با مختصات مشخص (که مقادیر آنها از قبل معلوم است) به دست می‌آید که در مطالعه حاضر روش کریجینگ به کار رفت (Watts et al, 2016: 742).

یافته‌های پژوهش و تجزیه و تحلیل آنها

تحلیل پتانسیل انرژی باد در استان چهارمحال و بختیاری

به منظور تحلیل پتانسیل انرژی باد در گستره جغرافیایی استان چهارمحال و بختیاری نخست مقادیر ماهیانه و سالیانه پارامترهای توزیع ویبول در سه ارتفاع ۱۰ ، ۲۰ و ۴۰ متری^۱ محاسبه شد که نتایج آن در جداول (۱) تا (۳) دیده می‌شود و همان‌طور که از جدول (۱) برمی‌آید، در مقیاس سالیانه در ارتفاع ۱۰ متری، پارامتر k از $۰/۴۲$ (در ایستگاه اردل) تا $۱/۶۳$ (در ایستگاه سامان) و مقادیر پارامتر C نیز از $۰/۱۵$ (در ایستگاه اردل) تا $۵/۱۴$ (در ایستگاه سامان) تغییر می‌کنند.

^۱ علت محاسبه در ارتفاعات ۲۰ و ۴۰ متری: به دلیل کمبودن اصطکاک و ... ارتفاعات بالاتر برای نصب توربین‌های بادی مناسب‌ترند.

جدول ۱. مقادیر ماهیانه و سالیانه پارامترهای توزیع ویول با روش گشتاورها برای ایستگاه‌های استان در ارتفاع ۱۰ متری

نام ایستگاه	پارامتر ماه	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	سالیانه
اردل	K	۰/۵۲	۰/۴۵	۰/۳۶	۰/۳۵	۰/۳۴	۰/۴۰	۰/۳۴۲	۰/۴۲	۰/۳۶	۰/۴۶	۰/۶۳	۰/۵۵	۰/۴۲
	c	۰/۳۵	۰/۱۸	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۰۳۸	۰/۱۴	۰/۰۵	۰/۲۴	۰/۷۰	۰/۶۲	۰/۱۵
فارسان	K	۰/۶۰	۰/۵۹	۰/۶۱	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۵۶	۰/۵۳	۰/۵۹	۰/۵۱	۰/۵۵	۰/۶۹	۰/۶۸	۰/۵۲
	c	۰/۸۰	۰/۷۲	۰/۲۸	۰/۲۱	۰/۲۱	۰/۲۴	۰/۳۵	۰/۵۲	۰/۴۶	۰/۶۶	۱/۴۹	۱/۲۷	۰/۴۶
کوه‌رنگ	K	۰/۶۲	۰/۴۷	۰/۳۵	۰/۲۰	۰/۲۳	۰/۲۵۵	۰/۳۹	۰/۵۹	۱/۳۹	۰/۵۳	۰/۶۵	۰/۶۳	۰/۴۳
	c	۰/۹۹	۰/۳۲	۰/۰۶	۰	۰	۰/۰۰۳	۰/۱۳	۰/۸۲	۱/۶۴	۰/۵۶	۱/۲۵	۱/۰۹	۰/۲۸
بروجن	K	۰/۹۱	۰/۸۶	۰/۸۵	۰/۸۶	۰/۹۴	۱/۴۸	۰/۹۹	۰/۸۸	۰/۷۶	۰/۷۹	۰/۹۰	۰/۹۱	۰/۸۲
	c	۱/۷۷	۱/۳۴	۰/۹۷	۰/۹۳	۱/۱۵	۲/۲۱	۱/۵۴	۱/۴۸	۱/۲۷	۱/۵۲	۲/۲۵	۲/۲۱	۱/۳۶
شهرکرد	K	۰/۶۸	۰/۶۲	۰/۴۷	۰/۵۳	۰/۵۲	۰/۴۶	۰/۴۱	۲/۳۳	۰/۴۷	۰/۵۱	۰/۷۴	۰/۶۳	۰/۵۰
	c	۱/۰۲	۰/۷۰	۰/۲۱	۰/۲۴	۰/۲۲	۰/۱۳	۰/۲۱	۱/۷۸	۰/۳۰	۰/۶۰	۱/۷۶	۱/۲۴	۰/۴۴
سامان	K	۱/۹۷	۱/۹۰	۱/۵۴	۱/۴۲	۱/۴۷	۱/۳۹	۲/۱۴	۱/۷۰	۱/۸۲	۲/۱۰	۲/۲۱	۱/۷۸	۱/۶۳
	c	۵/۴۱	۵/۶۳	۴/۹۹	۴/۴۰	۴/۴۲	۴/۳۳	۵/۸۰	۵/۰۴	۵/۷۴	۶/۰۶	۶/۷۷	۵/۶۹	۵/۱۴
لردگان	K	۰/۶۱	۰/۵۰	۰/۵۳	۰/۴۴	۰/۵۲	۰/۰۰۳	۰/۶۵	۰/۴۶	۰/۴۸	۰/۶۱	۰/۵۸	۰/۷۲	۰/۵۴
	c	۰/۶۷	۰/۳۳	۰/۳۶	۰/۱۷	۰/۴۳	۰/۵۱	۰/۸۴	۰/۲۵	۰/۲۲	۰/۶۸	۰/۵۶	۱/۲۳	۰/۴۶

c پارامتر مقیاس و k (بی‌بعد) پارامتر شکل توزیع ویبول‌اند. (منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۵)

جدول ۲. مقادیر ماهیانه و سالیانه پارامترهای توزیع ویول با روش گشتاورها برای ایستگاه‌های استان در ارتفاع ۲۰ متری

نام ایستگاه	پارامتر ماه	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	سالیانه
اردل	K	۰/۵۵	۰/۴۸	۰/۳۸	۰/۳۷	۰/۳۶	۰/۴۲	۰/۳۶	۰/۴۵	۰/۳۸	۰/۴۹	۰/۶۷	۰/۵۸	۰/۴۵
	c	۰/۴۸	۰/۲۶	۰/۰۹	۰/۰۵	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۰۶	۰/۲۰	۰/۰۸	۰/۳۴	۰/۹۲	۰/۸۲	۰/۲۲
فارسان	K	۰/۶۴	۰/۶۲	۰/۶۵	۲/۳۳	۰/۶۵	۰/۵۹	۰/۵۶	۰/۶۳	۰/۵۴	۰/۵۸	۰/۷۳	۰/۷۲	۰/۵۵
	c	۱/۰۴	۰/۹۵	۰/۳۹	۰/۳۰	۰/۳۰	۰/۳۴	۰/۴۸	۰/۷۰	۰/۶۲	۰/۸۸	۱/۸۷	۱/۶۲	۰/۶۲
کوه‌رنگ	K	۰/۶۶	۰/۵۰	۰/۳۷	۰/۲۱	۰/۲۴	۰/۲۷	۰/۴۱	۰/۶۳	۱/۴۸	۰/۵۶	۰/۶۹	۰/۶۷	۰/۴۶
	c	۱/۲۸	۰/۴۴	۰/۰۹	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۵	۰/۱۹	۱/۰۷	۲/۰۶	۰/۷۵	۱/۵۹	۱/۴۰	۰/۳۹
بروجن	K	۰/۹۷	۰/۹۱	۰/۹۰	۰/۹۱	۱/۰۰	۱/۵۷	۱/۰۵	۰/۹۴	۰/۸۱	۰/۸۴	۰/۹۶	۰/۹۷	۰/۸۷
	c	۲/۲۱	۱/۷۰	۱/۲۵	۱/۲۱	۱/۴۷	۲/۷۲	۱/۹۳	۱/۸۷	۱/۶۲	۱/۹۱	۲/۷۷	۲/۷۲	۱/۷۲
شهرکرد	K	۰/۷۲	۰/۶۶	۰/۵۰	۰/۵۶	۰/۵۵	۰/۴۹	۰/۴۴	۲/۴۸	۰/۵۰	۰/۵۴	۰/۷۹	۰/۶۷	۰/۵۳
	c	۱/۳۲	۰/۸۹	۰/۳۰	۰/۳۴	۰/۳۱	۰/۱۹	۰/۳۰	۲/۲۲	۰/۴۲	۰/۸۰	۲/۲	۱/۵۸	۰/۶۰
سامان	K	۲/۰۹	۲/۰۲	۱/۶۴	۱/۵۱	۱/۵۶	۱/۴۸	۲/۲۸	۱/۸۱	۱/۹۴	۲/۲۳	۲/۳۵	۱/۸۹	۱/۷۳
	c	۶/۳۰	۶/۵۴	۵/۸۴	۵/۲۰	۵/۲۲	۵/۱۱	۶/۷۳	۵/۹۰	۶/۶۷	۷/۰۱	۷/۷۸	۶/۶۱	۵/۹۹
لردگان	K	۰/۶۵	۰/۵۳	۰/۵۶	۰/۴۷	۰/۵۵	۰/۸۵	۰/۶۹	۰/۴۹	۰/۵۱	۰/۶۵	۰/۶۲	۰/۷۷	۰/۵۷
	c	۰/۸۸	۰/۴۶	۰/۴۹	۰/۲۴	۰/۵۸	۰/۶۹	۱/۰۴	۰/۳۵	۰/۳۱	۰/۹۰	۰/۷۵	۱/۵۷	۰/۶۲

c پارامتر مقیاس و k (بی‌بعد) پارامتر شکل توزیع ویبول‌اند. (منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۵)

استان بررسی شد که نتایج حاصل از آن در جدول (۴) آورده شده است.

در ادامه مقادیر ماهیانه و سالیانه چگالی توان باد در سه ارتفاع ۱۰، ۲۰ و ۴۰ متری در همه ایستگاه‌های

جدول ۳. مقادیر ماهیانه و سالیانه پارامترهای توزیع ویول با روش گشتاورها برای ایستگاه‌های استان در ارتفاع ۰ متری

نام ایستگاه	پارامتر ماه	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	سالیانه
اردل	K	۰/۵۹	۰/۵۱	۰/۴۱	۰/۴۰	۰/۳۹	۰/۴۶	۰/۳۹	۰/۴۸	۰/۴۱	۰/۵۲	۰/۷۲	۰/۶۳	۰/۴۸
	c	۰/۶۶	۰/۳۷	۰/۱۵	۰/۰۸	۰/۱۴	۰/۱۶	۰/۹۵	۰/۲۹	۰/۱۲	۰/۴۷	۱/۲۲	۱/۰۹	۰/۳۲
فارسان	K	۰/۶۸	۰/۶۷	۰/۶۹	۲/۵۰	-	۰/۶۴	۰/۶۰	۰/۶۷	۰/۵۸	۰/۶۳	۰/۷۹	۰/۷۷	۰/۵۹
	c	۱/۳۷	۱/۲۵	۰/۵۴	۰/۴۲	۰/۴۲	۰/۴۷	۰/۶۶	۰/۹۴	۰/۸۵	۱/۱۶	۲/۳۵	۲/۰۶	۰/۸۵
کوه‌رنگ	K	۰/۷۱	۰/۵۴	۰/۴۰	۰/۲۳	۰/۲۶	۰/۲۹	۰/۴۴	۰/۶۷	۱/۵۸	۰/۶۰	۰/۷۴	۰/۷۲	۰/۴۹
	c	۱/۶۵	۰/۶۲	۰/۱۴	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۲۸	۱/۴۱	۲/۵۹	۱/۰۰	۲/۰۳	۱/۷۹	۰/۵۴
بروجن	K	۱/۰۴	۰/۹۸	۰/۹۷	۰/۹۸	۱/۰۷	۱/۶۹	۱/۱۳	۱/۰۰	۰/۸۷	۰/۹۱	۱/۰۳	۱/۰۴	۰/۹۳
	c	۲/۷۶	۲/۱۵	۱/۶۲	۱/۵۷	۱/۸۹	۳/۳۵	۲/۴۳	۲/۳۷	۲/۰۶	۲/۴۰	۳/۴۱	۳/۳۵	۲/۱۸
شهرکرد	K	۰/۷۷	۰/۷۱	۰/۵۴	۰/۶۰	۰/۵۹	۰/۵۲	۰/۴۷	۲/۶۶	۰/۵۴	۰/۵۸	۰/۸۴	۰/۷۲	۰/۵۷
	c	۱/۷۰	۱/۱۲	۰/۴۲	۰/۴۷	۰/۴۴	۰/۲۸	۰/۴۳	۲/۷۷	۰/۵۸	۱/۰۶	۲/۷۴	۲/۰۱	۰/۸۱
سامان	K	۲/۲۵	۲/۱۶	۱/۷۶	۱/۶۲	۱/۶۸	۱/۵۸	۲/۴۴	۱/۹۴	۲/۰۷	۲/۳۹	۲/۵۲	۲/۰۳	۱/۸۶
	c	۷/۳۴	۷/۶۱	۶/۸۵	۶/۴۰	۶/۱۶	۶/۰۴	۷/۸۲	۶/۹۱	۷/۷۴	۸/۱۲	۸/۹۳	۷/۶۹	۶/۹۷
لردگان	K	۰/۷۰	۰/۵۷	۰/۶۰	۰/۵۰	۰/۵۹	-	۰/۷۴	۰/۵۲	۰/۵۵	۰/۷۰	۰/۶۶	۰/۸۳	۰/۶۲
	c	۱/۱۸	۰/۶۳	۰/۶۸	۰/۳۵	۰/۸۰	۰/۹۲	۱/۴۳	۰/۵۰	۰/۴۴	۱/۱۹	۱/۰۱	۲/۰۰	۰/۸۵

C پارامتر مقیاس و K (بی‌بعد) پارامتر شکل توزیع ویول‌اند. (منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۵)

جدول ۴. مقادیر ماهیانه و سالیانه چگالی توان باد (PA) در ایستگاه‌های سینوپتیک استان

نام ایستگاه	ارتفاعات	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	سالیانه
اردل	۱۰	۱۳/۴۵	۱۰/۳۴	۸/۳۱	۲/۱۲	۲۴/۷۷	۲/۴۳	۷/۳۹	۸/۸۴	۹/۵۵	۱۸/۲۳	۱۷/۵۱	۳۲/۰۳	۱۳/۴۵
	۲۰	۱۷/۶۱	۱۲/۱۸	۱۴/۰۹	۳/۸۱	۳۶/۲۳	۵/۳۷	۱۰/۷۴	۱۲/۴۵	۹/۸۹	۲۱/۳۸	۲۳/۵۹	۵۳/۴۲	۱۶/۵۷
فارسان	۴۰	۲۳/۹۴	۱۷/۵۷	۱۹/۴۷	۴/۳۱	۳۴/۵۵	۴/۸۰	۱۷/۳۳	۱۶/۹۱	۹/۹۷	۲۹/۲۳	۳۳/۷۱	۶۲/۴۴	۲۲/۷۲
	۱۰	۲۹/۸۱	۳۱/۶۹	۳۱/۳۸	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۱/۶۷	۱۰/۵۴	۱۲/۳۳	۳۲/۶۱	۴۳/۷۰	۸۰/۲۱	۵۲/۹۴	۲۵/۴۶
کوه‌رنگ	۲۰	۴۷/۹۵	۴۷/۹۵	۲/۲۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۳/۲۷	۱۴/۸۱	۱۶/۵۴	۴۵/۴۹	۶۶/۰۲	۱۱۱/۲۱	۷۸/۹۳	۳۷/۹۵
	۴۰	۷۷/۹۰	۵۹/۱۷	۵۹/۹۶	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۴/۴۳	۲۰/۷۰	۲۵/۱۶	۵۹/۵۰	۷۵/۲۶	۱۳۸/۳۹	۱۰۷/۷۸	۵۱/۱۳
بروجن	۱۰	۵۲/۱۳	۲۸/۴۳	۱۷/۴۴	۰/۰۲۲	۰/۰۳۷	۵/۴۷	۲۷/۹۱	۴۳/۶۰	۶/۱۷	۳۷/۳۷	۶۹/۳۵	۶۲/۰۲	۵۶/۲۳
	۲۰	۷۰/۸۸	۳۶/۸۰	۲۲/۲۴	۰/۰۲۴	۰/۰۴۱	۳/۹۳	۳۹/۵۶	۵۹/۰۶	۱۰/۷۶	۵۶/۵۰	۹۹/۰۲	۸۳/۱۳	۶۹/۴۸
شهرکرد	۴۰	۹۱/۳۳	۴۵/۴۹	۲۳/۱۱	۰/۰۲۸	۰/۰۴۳	۴/۹۳	۴۶/۱۱	۸۴/۹۲	۱۹/۰۳	۷۲/۰۰	۱۳۰/۷۲	۱۰۶/۴۸	۸۵/۶۶
	۱۰	۲۹/۴۴	۱۶/۸۳	۶/۶۹	۵/۶۳	۷/۱۷	۱۳/۲۴	۱۳/۶۲	۲۰/۰۷	۲۷/۹۳	۳۷/۹۲	۶۴/۳۱	۵۶/۲۶	۲۲/۳۳
سامان	۲۰	۴۳/۷۱	۲۵/۹۹	۱۰/۸۵	۹/۳۷	۱۱/۴۴	۲۲/۲۸	۲۱/۶۹	۳۰/۱۰	۳۹/۵۷	۵۳/۷۳	۸۹/۷۲	۸۱/۵۰	۳۳/۰۶
	۴۰	۶۵/۶۰	۳۸/۶۶	۱۷/۲۲	۱۵/۰۵	۱۹/۱۰	۳۷/۰۴	۳۴/۰۷	۴۷/۹۲	۵۶/۸۰	۷۳/۱۳	۱۲۸/۰۵	۱۱۷/۳۱	۴۹/۸۸
لردگان	۱۰	۲۹/۴۷	۱۷/۵۱	۷/۶۵	۳/۱۵	۳/۰۱	۲/۴۵	۴۹/۱۵	۳/۹۴	۲۲/۴۱	۷۰/۹۳	۸۳/۳۸	۹۳/۲۳	۳۵/۱۶
	۲۰	۴۲/۷۰	۲۳/۸۳	۱۱/۶۶	۵/۲۶	۴/۷۴	۳/۷۳	۵۶/۷۲	۷/۲۷	۳۲/۰۰	۹۷/۷۲	۱۱۳/۵۴	۱۱۹/۴۹	۴۹/۸۴
شهرکرد	۴۰	۶۰/۵۷	۲۸/۵۶	۱۴/۱۴	۷/۴۷	۷/۰۹	۶/۱۸	۷۱/۱۵	۱۳/۵۳	۳۷/۲۴	۱۱۵/۳۹	۱۵۸/۶۴	۱۵۰/۷۶	۶۰/۳۲
	۱۰	۱۲۸/۴۸	۱۵۰/۵۸	۱۴۲/۴۲	۱۱۳/۷۷	۱۰۷/۱۶	۱۱۳/۳۴	۱۴۵/۹۸	۱۲۵/۶۴	۱۶۷/۹۳	۱۶۸/۸۵	۲۲۵/۷۱	۱۶۷/۸۵	۱۴۱/۷۲
سامان	۲۰	۱۹۰/۷۸	۲۲۰/۸۰	۲۰۵/۳۸	۱۶۶/۶۹	۱۵۹/۱۸	۱۶۴/۱۹	۲۱۵/۴۳	۱۸۴/۰۸	۲۴۴/۶۶	۲۴۷/۹۲	۳۲۵/۱۰	۲۴۵/۳۹	۲۰۴/۷۳
	۴۰	۲۸۲/۵۰	۳۲۶/۱۰	۲۹۸/۹۸	۲۴۳/۳۵	۲۳۲/۳۳	۲۴۱/۳۲	۳۲۱/۳۳	۲۷۲/۰۳	۳۵۷/۱۰	۳۶۵/۰۵	۴۶۸/۳۵	۳۵۷/۱۵	۲۹۳/۲۹
لردگان	۱۰	۲۰/۳۵	۱۵/۲۸	۱۱/۵۱	۱۱/۰۲	۲۰/۲۲	۰/۰۰۱	۲۳/۶۳	۱۶/۲۴	۷/۹۳	۱۹/۰۹	۱۶/۳۳	۳۶/۱۷	۱۷/۷۰
	۲۰	۲۵/۸۱	۲۲/۴۶	۱۵/۷۶	۱۲/۳۷	۳۱/۰۷	۰/۰۰۱	۲۷/۷۱	۲۳/۳۲	۱۰/۳۳	۲۷/۶۱	۲۳/۱۲	۴۷/۷۱	۲۷/۰۵
لردگان	۴۰	۳۶/۷۱	۲۸/۳۸	۲۲/۶۴	۱۸/۵۲	۴۲/۶۳	۰/۰۰۱	۴۵/۶۹	۳۵/۲۰	۱۳/۵۶	۳۷/۶۵	۳۴/۸۲	۶۵/۵۶	۳۳/۶۶

واحد ارقام وات بر مترمربع است. (منبع: یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۵)

نیز مربوط به تیرماه در هر سه ارتفاع ۱۰، ۲۰ و ۴۰ متری است. همچنین در ارتفاع ۴۰ متری در هیچ‌کدام از فصول سال چگالی توان بادی بیش از ۱۰۰ وات بر مترمربع نبوده است و منطبق با مستندات و طبقه‌بندی ذکر شده، منطقه در شرایط ضعیف بادی دسته‌بندی می‌شود.

یافته‌های پژوهش حاکی است چگالی توان بادی ایستگاه فارسان در بهمن‌ماه در ارتفاعات متعدد، بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده است و کمترین مقادیر نیز به تیرماه و مردادماه می‌رسد. همچنین با توجه به طبقه‌بندی یاد شده در ارتفاع ۴۰ متری، فقط دو ماه بهمن و اسفند در شرایط مناسب بادی برای این منطقه قلمداد می‌شود و ۱۰ ماه باقی‌مانده در شرایط مناسبی نیستند.

در بررسی توان بادی به صورت ماهیانه، شهرستان کوهرنگ در هر سه ارتفاع ۱۰، ۲۰ و ۴۰ متری بیشترین توان بادی را در بهمن‌ماه به ترتیب با مقادیر ۶۹/۳۵، ۹۹/۰۲ و ۱۳/۷۲ وات بر مترمربع به خود اختصاص داده و کمترین توان بادی نیز مربوط به تیرماه در هر سه ارتفاع ۱۰، ۲۰ و ۴۰ متری با مقادیر ۰/۰۲۴، ۰/۰۲۸ و ۰/۰۲۸ وات بر مترمربع است؛ همچنین با توجه به طبقه‌بندی یاد شده در ارتفاع ۴۰ متری، فقط دو ماه بهمن و اسفند با مقادیر ۱۳۰/۷۲ و ۱۰۶/۴۸ در شرایط مناسب بادی برای این منطقه قلمداد می‌شود.

در بررسی توان بادی به صورت ماهیانه، شهرستان بروجن در هر سه ارتفاع ۱۰، ۲۰ و ۴۰ متری بیشترین توان بادی را در بهمن‌ماه به ترتیب با مقادیر ۶۴/۳۱، ۸۹/۷۲ و ۱۲۸/۰۵ وات بر مترمربع به خود اختصاص داده و کمترین توان بادی نیز مربوط به تیرماه در هر سه ارتفاع ۱۰، ۲۰ و ۴۰ متری با مقادیر ۵/۶۳، ۹/۳۷ و

در مقیاس سالیانه ارتفاع ۱۰، ۲۰ و ۴۰ متری کمترین مقدار چگالی توان باد (W/m^2) به ترتیب با اندازه‌های ۱۳/۴۵، ۱۶/۵۷ و ۲۲/۷۲ وات بر مترمربع در ایستگاه اردل دیده شد و بیشترین مقدار این پارامتر با اندازه ۲۹۳/۲۹ متعلق به ایستگاه سامان در ارتفاع ۴۰ متری است. بیشترین مقدار چگالی توان باد در مقیاس ماهیانه در ماه بهمن در ایستگاه سامان دیده شد که مقدار آن در سه ارتفاع ۱۰، ۲۰ و ۴۰ متری به ترتیب برابر با ۲۲۵/۷۱، ۳۲۵/۱۰ و ۴۶۸/۳۵ وات بر مترمربع است و کمترین مقدار چگالی توان باد در مقیاس ماهیانه در ماه تیر و مرداد در ایستگاه فارسان و همچنین لردگان در شهریورماه دیده شد. بیشترین مقدار چگالی توان باد در بیشتر ایستگاه‌ها در ماه‌های بهمن و اسفند و کمترین مقدار آن در ماه‌های تابستان دیده شد.

بررسی چگالی توان بادی ماهیانه ایستگاه‌های سینوپتیک استان چهارمحال و بختیاری به تفکیک شهرستان

به منظور بررسی چگالی توان بادی و طبقه‌بندی آنها بر اساس معیار زیر (Saeidi et al, 2011: 3586) ایستگاه‌ها از نظر چگالی توان باد سالیانه در ارتفاع ۴۰ متری برای احداث توربین‌های بادی و دستیابی به انرژی از منابع بادی به شرح زیر تقسیم‌بندی شدند:

$$P/A < 100 \text{ W/m}^2 \quad P/A \approx 400 \text{ W/m}^2 \quad P/A > 700 \text{ W/m}^2$$

- poor - good - great

منطبق با یافته‌های پژوهش در بررسی توان بادی به صورت ماهیانه، شهرستان اردل در هر سه ارتفاع ۱۰، ۲۰ و ۴۰ متری بیشترین توان بادی را در اسفندماه به ترتیب با مقادیر ۳۲/۰۳، ۵۳/۴۲ و ۶۲/۴۴ وات بر مترمربع به خود اختصاص داده و کمترین توان بادی

به طبقه‌بندی یادشده در ارتفاع ۴۰ متری، هیچ فصلی در رده مناسب برای دستیابی به انرژی از نیروی بادی قرار نمی‌گیرد.

نمایش گلبادهای سالیانه نشان می‌دهد جهت باد در بیشتر سال به‌طور میانگین در جهت‌های غرب، جنوب و جنوب غربی است. در نمودار گلباد ۱ دیده می‌شود جهت باد غالب در شهرستان اردل شمال غرب، غرب و جنوب غربی است که ۵۵/۱ درصد باد به‌صورت آرام، ۱۴/۹ درصد با سرعت ۳/۶ - ۲/۱۰ متر بر ثانیه، ۱۹ درصد با سرعت ۵/۷ - ۳/۶ متر بر ثانیه، ۹/۳ درصد با سرعتی برابر با ۸/۸ - ۵/۷ متر بر ثانیه و ۱/۷ درصد باد سالیانه این منطقه با سرعتی بیش از ۸/۸ متر بر ثانیه می‌وزد.

یافته‌ها حاکی است جهت باد غالب در منطقه فارسان (گلباد ۲) غرب، جنوب غربی و جنوب است که ۲/۳ درصد باد به‌صورت آرام، ۱۸ درصد با سرعت ۳/۶ - ۲/۱۰ متر بر ثانیه، ۲۱ درصد با سرعت ۵/۷ - ۳/۶ متر بر ثانیه، ۱۳/۹ درصد با سرعتی برابر با ۸/۸ - ۵/۷ متر بر ثانیه و ۴/۷ درصد باد سالیانه این منطقه با سرعتی بیش از ۸/۸ متر بر ثانیه می‌وزد.

نمودار گلباد ۳ جهت وزش و سرعت باد را در منطقه کوه‌رنگ نشان می‌دهد؛ یافته‌ها حاکی است در این منطقه باد غالب از جهت غربی است که در این منطقه ۶۴/۷ درصد باد به‌صورت آرام، ۷ درصد با سرعتی معادل ۳/۶ - ۲/۱۰ متر بر ثانیه، ۱۹ درصد باد با سرعتی معادل ۵/۷ - ۳/۶ متر بر ثانیه، ۸ درصد باد با سرعتی معادل ۸/۸ - ۵/۷ متر بر ثانیه و ۱/۳ درصد باد سالیانه با سرعتی بیش از ۸/۸ متر بر ثانیه می‌وزد.

یافته‌ها حاکی است باد غالب در منطقه بروجن (گلباد ۴) از سمت غرب است که ۳۶/۲ درصد باد به‌صورت آرام، ۳۱ درصد با سرعت ۳/۶ - ۲/۱۰ متر

۱۵/۰۵ وات بر مترمربع است؛ همچنین با توجه به طبقه‌بندی یادشده در ارتفاع ۴۰ متری، فقط دو ماه بهمن و اسفند با مقادیر ۱۲۸/۰۵ و ۱۱۷/۳۱ در شرایط مناسب بادی برای این منطقه قلمداد می‌شود.

در بررسی توان بادی به‌صورت ماهیانه، شهرستان شهرکرد در هر سه ارتفاع ۱۰، ۲۰ و ۴۰ متری بیشترین توان بادی را در اسفندماه به ترتیب با مقادیر ۹۳/۲۳، ۱۱۹/۴۹ و ۱۵۰/۷۶ وات بر مترمربع به خود اختصاص داده و کمترین توان بادی نیز مربوط به شهریورماه در هر سه ارتفاع ۱۰، ۲۰ و ۴۰ متری با مقادیر ۲/۴۵، ۳/۷۳ و ۶/۱۸ وات بر مترمربع است؛ همچنین با توجه به طبقه‌بندی یادشده در ارتفاع ۴۰ متری، فقط فصل زمستان مقادیر مناسب را برای دستیابی به انرژی از نیروی بادی دارد.

در بررسی توان بادی به‌صورت ماهیانه، شهرستان سامان در هر سه ارتفاع ۱۰، ۲۰ و ۴۰ متری بیشترین توان بادی را در بهمن‌ماه به ترتیب با مقادیر ۲۲۵/۷۱، ۳۲۵/۱۰ و ۴۶۸/۳۵ وات بر مترمربع به خود اختصاص داده و کمترین توان بادی نیز مربوط به مردادماه در هر سه ارتفاع ۱۰، ۲۰ و ۴۰ متری با مقادیر ۱۰۷/۱۶، ۱۵۹/۱۸ و ۲۳۲/۳۳ وات بر مترمربع است؛ همچنین با توجه به طبقه‌بندی یادشده در ارتفاع ۴۰ متری، همه فصول سال چگالی توان بادی مناسب داشته است و در این رده‌بندی جزو دسته خوب محسوب می‌شود.

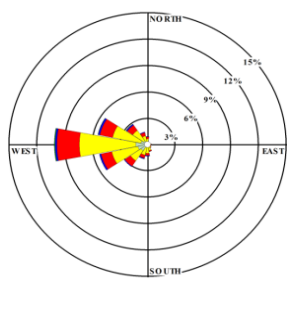
در بررسی توان بادی به‌صورت ماهیانه، شهرستان لردگان در هر سه ارتفاع ۱۰، ۲۰ و ۴۰ متری بیشترین توان بادی را در اسفندماه به ترتیب با مقادیر ۳۶/۱۷، ۴۷/۷۱ و ۶۵/۵۶ وات بر مترمربع به خود اختصاص داده و کمترین توان بادی نیز مربوط به مردادماه در هر سه ارتفاع ۱۰، ۲۰ و ۴۰ متری است؛ همچنین با توجه

به صورت آرام، ۸/۹ درصد با سرعت ۳/۶ - ۲/۱۰ متر بر ثانیه، ۳۲/۳ درصد با سرعت ۵/۷ - ۳/۶ متر بر ثانیه، ۲۴/۹ درصد با سرعتی برابر با ۸/۸ - ۵/۷ متر بر ثانیه و ۱۰/۹ درصد باد سالیانه این منطقه با سرعتی بیش از ۸/۸ متر بر ثانیه می‌وزد.

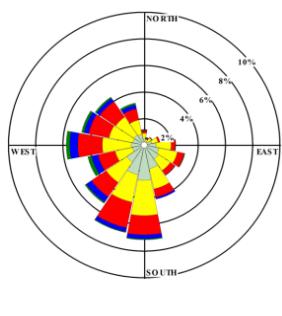
تفسیر نمودار گلباد در ایستگاه لردگان حاکی است باد غالب در این منطقه از دو جهت متقابل شمال غرب و جنوب شرقی و ۵۵/۳ درصد باد به صورت آرام، ۱۸/۴ درصد با سرعت ۳/۶ - ۲/۱۰ متر بر ثانیه، ۱۸/۵ درصد با سرعت ۵/۷ - ۳/۶ متر بر ثانیه، ۶/۵۰ درصد با سرعتی برابر با ۸/۸ - ۵/۷ متر بر ثانیه و ۱۳/۳ درصد باد سالیانه این منطقه با سرعتی بیش از ۸/۸ متر بر ثانیه می‌وزد.

بر ثانیه، ۱۸/۹ درصد با سرعت ۵/۷ - ۳/۶ متر بر ثانیه، ۱۱ درصد با سرعتی برابر با ۸/۸ - ۵/۷ متر بر ثانیه و ۲/۹ درصد باد سالیانه این منطقه با سرعتی بیش از ۸/۸ متر بر ثانیه می‌وزد.

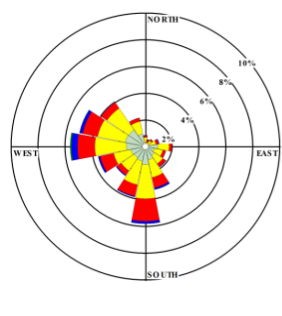
نمودار گلباد ۵ جهت وزش باد را در ایستگاه شهرکرد نشان می‌دهد؛ یافته‌ها حاکی است جهت باد غالب در این منطقه، غرب و جنوب غربی است که ۵۳/۳ درصد باد به صورت آرام، ۲۱ درصد با سرعت ۳/۶ - ۲/۱۰ متر بر ثانیه، ۱۳/۶ درصد با سرعت ۵/۷ - ۳/۶ متر بر ثانیه، ۹/۱ درصد با سرعتی برابر با ۸/۸ - ۵/۷ متر بر ثانیه و ۳ درصد باد سالیانه این منطقه با سرعتی بیش از ۸/۸ متر بر ثانیه می‌وزد. یافته‌ها حاکی است باد غالب در منطقه سامان (گلباد ۶) از سمت جنوب غربی و ۲۳ درصد باد



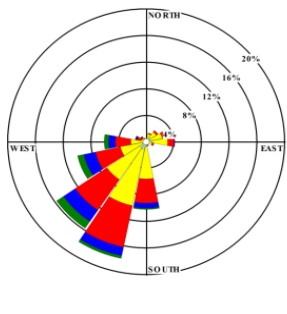
شکل ۳. سرعت و جهت باد در ایستگاه کوهرنگ



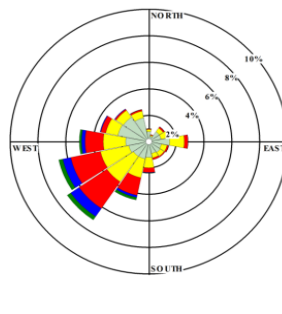
شکل ۲. سرعت و جهت باد در ایستگاه فارسان



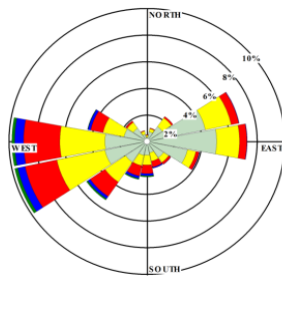
شکل ۱. سرعت و جهت باد در ایستگاه اردل



شکل ۶. سرعت و جهت باد در ایستگاه سامان



شکل ۵. سرعت و جهت باد در ایستگاه شهرکرد

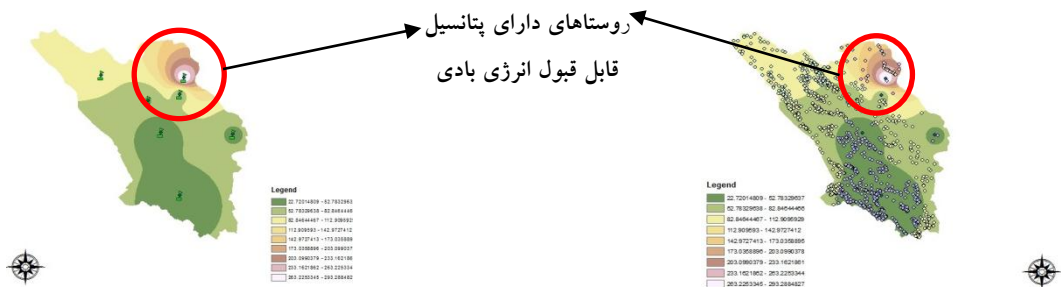


شکل ۴. سرعت و جهت باد در ایستگاه بروجن

پهنه‌بندی سرعت باد

برای ارائه نقشه پهنه‌بندی انرژی باد در استان چهارمحال و بختیاری براساس داده‌های طولانی‌مدت دریافت‌شده، میزان چگالی توان باد محاسبه و به این منظور از روش درونیابی کریجینگ با طبقه‌بندی ۹ کلاسه استفاده شد که دامنه کلی تغییرات از ۲۲/۷۲ تا ۲۹۳/۲۸ وات بر مترمربع متغیر بوده است و فقط ۳۵ روستا (در منطقه سامان) پتانسیل مناسب را برای بهره‌برداری از انرژی بادی دارند و بقیه روستاهای استان چهارمحال و بختیاری شرایط مناسب را برای

بهره‌مندی از پتانسیل بادی ندارند. براساس نتایج مربوط به چگالی توان باد، چگالی انرژی باد و تحلیل نمودارهای گلباد و همچنین جدول نتیجه‌گیری کلی، فقط منطقه سامان بیشترین پتانسیل را برای بهره‌مندی از انرژی باد دارد که همه نتایج در یک راستاست و در استان چهارمحال و بختیاری فقط این منطقه که جزو رده‌بندی خوب محسوب می‌شود برای سرمایه‌گذاری به‌منظور دستیابی به انرژی باد مناسب است؛ همچنین براساس جدول (۵) روستاهای یادشده، جزو مناطق با پتانسیل بهینه هستند.



شکل ۸. پتانسیل انرژی باد سالیانه استان چهارمحال و بختیاری

شکل ۷. پراکندگی روستاهای استان چهارمحال و بختیاری با محوریت پهنه انرژی باد

جدول ۵. لیست روستاهای دارای پتانسیل انرژی بادی در استان

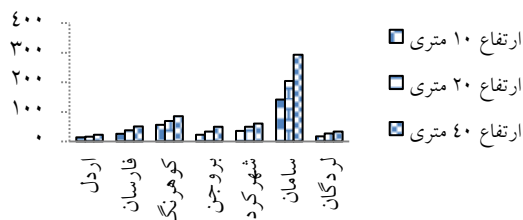
روستاهای شهرستان			نام شهرستان	
جعفرآباد	ایل بیگی	زیدعلی	چم خرم	چم‌نار
دره یوسف	چلوان	دره‌کمری	گری‌باغ	کاهکش
چم‌جنگل	شوجه	محمدآباد	عیدی‌آباد	علی‌آباد
چم‌کاکا	چم‌عالی	چم‌چنگ	تختی‌علیا و سفلی	چم‌زین
قرقوش	دره‌بید	نعمت‌آباد	مهدی‌آباد	شرف‌آباد
شوراب صغیر و کبیر	اوچای	سوادجان	هوره	دشتی
	مارکده	گرم‌دره	یاسه‌چاه	صادق‌آباد

۲/۲۱ در ارتفاع ۱۰متری، ۲/۳۵ در ارتفاع ۲۰متری و ۲/۵۲ در ارتفاع ۴۰متری و بیشترین پارامتر مقیاس نیز در ایستگاه سامان در بهمن‌ماه در ارتفاعات ۱۰، ۲۰ و ۴۰متری به ترتیب با اعداد ۶/۷۷، ۷/۷۸ و ۸/۹۳ محاسبه شد.

نتیجه‌گیری

مقادیر پارامتر شکل (k) و (c) برای ایستگاه‌های مطالعه‌شده با استفاده از روش گشتاورها محاسبه شد. در مقیاس ماهیانه، بیشترین مقدار پارامتر شکل در ماه بهمن در ایستگاه سامان دیده شد که مقدار آن برابر با

در استان چهارمحال و بختیاری کمترین مقدار چگالی انرژی باد در ارتفاع ۴۰ متری در ایستگاه اردل با مقدار ۱۶/۳۵ و بیشترین این مقدار در ایستگاه سامان برابر با ۲۹۳/۲۹ کیلووات ساعت بر مترمربع در ارتفاع ۴۰ متری دیده شد. چگالی توان باد، پارامتر مهمی است که با توجه به مقادیر آن وضعیت ایستگاهها از نظر داشتن پتانسیل انرژی باد تعیین می‌شود. درباره پارامتر سرعت باد با حداکثر انرژی، ایستگاه بروجن با مقدار ۷/۳۱ متر بر ثانیه کمترین و ایستگاه سامان با مقدار ۱۲/۴۳ متر بر ثانیه بیشترین مقدار در ارتفاع ۴۰ متری را به خود اختصاص داده‌اند؛ همچنین ایستگاه اردل با ۲۲/۷۲ وات بر مترمربع کمترین مقدار (سالیانه) چگالی توان باد و ایستگاه سامان با مقدار ۲۹۳/۲۹ وات بر مترمربع، بیشترین مقدار چگالی توان باد را داشته‌اند. به منظور بررسی چگالی توان بادی و طبقه‌بندی آنها براساس معیار (Saeidi, 2011: 3586) ایستگاهها از نظر چگالی توان باد سالیانه در ارتفاع ۴۰ متری در سه دسته فقیر، خوب و عالی قرار گرفته‌اند که با توجه به یافته‌های پژوهش (نمودار ۲) فقط ایستگاه سامان در رده‌بندی خوب و پذیرفته برای دستیابی به انرژی از نیروی بادی قرار می‌گیرد و ایستگاه سایر شهرستانها در رده‌بندی، جزو دسته ضعیف محسوب می‌شوند.



شکل ۹. چگالی توان بادی سالیانه به تفکیک

ایستگاه‌های سینوپتیک استان چهارمحال و بختیاری؛

منبع: یافته‌های پژوهش

توکار و بالو مقادیر پارامتر شکل را برای منطقه کارتال کایا در ترکیه ۱/۷۹ متر بر ثانیه و مقادیر مقیاس را ۶/۶۴ متر بر ثانیه به دست آوردند که به نتایج پژوهش در بخش سامان نزدیک است. توزیع ویبول را پژوهشگران زیادی برای بررسی پتانسیل باد در مناطق مختلف به کار برده‌اند.

میرحسینی^۱ (۲۰۱۱) دامنه تغییرات پارامتر شکل را برای استان سمنان بین ۱/۷۹ تا ۳/۱۷ متر بر ثانیه و دامنه تغییرات مقیاس را ۳/۳۸ تا ۴/۴۲ متر بر ثانیه به دست آوردند.

مصطفایی‌پور و همکاران^۲ (۲۰۱۱) نیز مقدار سالیانه پارامتر شکل را در شهر بابک ۱/۸۰ متر و مقدار پارامتر مقیاس را ۵/۳۱ متر بر ثانیه به دست آوردند که نتایج پژوهش نشان داد در منطقه سامان این مقدار منطقی است. پارامترهای مربوط به پتانسیل انرژی باد را نیز پژوهشگران مختلف در ایران و جهان ارزیابی کرده‌اند. آنها مقدار چگالی توان باد را برای سال ۲۰۰۴ در شهر بابک ۱۵۳ وات در مترمربع به دست آوردند.

در منطقه سامان چگالی توان باد سالیانه در ارتفاع ۴۰ متری ۲۹۳/۲۹ وات بر مترمربع به دست آمد و در سایر شهرستان‌های مطالعه شده مقادیر به منظور استفاده از پتانسیل بادی جالب توجه نبود.

همچنین ساندرلند و همکاران^۳ (۲۰۱۶) مقدار چگالی توان باد را در ارتفاع ۴۰ متری برای بجنورد برابر با ۲۵۰ وات بر مترمربع و برای اسفراین ۳۰۰ وات بر مترمربع (سامان ۲۹۳/۲۹ وات بر مترمربع) به دست آوردند.

^۱ Mirhosseini et al

^۲ Mostafaeipour et al

^۳ Sunderland et al

ارزیابی نمودارهای گلباد ایستگاه‌های سینوپتیک استان چهارمحال و بختیاری

با توجه به اینکه کمترین سرعت لازم برای چرخاندن توربین‌های بادی ۳/۵ متر بر ثانیه است، بنابراین فقط ایستگاه سامان منطقه مناسبی برای نصب و اجرای توربین‌های بادی است؛ زیرا در این منطقه

حدود ۷۰ درصد اوقات (جدول ۵) باد سرعت مناسب به‌منظور دستیابی به انرژی در طول سال دارد؛ همچنین در ارتفاعات بیش از ۲۰، ۳۰ یا ۴۰ متری، این مقدار به دلیل اصطکاک کمتر مقدار بیشتری خواهد بود؛ ولی همان‌گونه که در جدول نتایج نیز ملاحظه می‌شود، سایر مناطق چنین پتانسیلی ندارند.

جدول ۶. ارزیابی نمودارهای گلباد ایستگاه‌های سینوپتیک استان

ردیف	نام ایستگاه	درصد سرعت باد (متر بر ثانیه)				
		باد آرام	۳/۶ - ۲/۱۰	۵/۷ - ۳/۶	۸/۸ - ۵/۷	بیش از ۸/۸
۱	اردل	۵۵/۱۰	۱۴/۹۰	۱۹/۰۰	۹/۳۰	۱/۷۰
۲	فارسان	۴۲/۳۰	۱۸/۰۰	۲۱/۰۰	۱۳/۹۰	۴/۷۰
۳	کوه‌رنگ	۶۴/۷۰	۷/۰۰	۱۹/۰۰	۸/۰۰	۱/۳۰
۴	بروجن	۳۶/۲۰	۳۱/۰۰	۱۸/۹۰	۱۱/۰۰	۲/۹۰
۵	شهرکرد	۵۳/۳۰	۲۱/۰۰	۱۳/۶۰	۹/۱۰	۳/۰۰
۶	سامان	۲۳/۰۰	۸/۹۰	۳۲/۳۰	۲۴/۹۰	۱۰/۹۰
۷	لردگان	۵۵/۳۰	۱۸/۴۰	۱۸/۵۰	۶/۵۰	۱/۳۰

جدول (۷) سطح‌بندی پتانسیل انرژی بادی را به تفکیک شهرستان‌های استان چهارمحال و بختیاری نشان می‌دهد. با توجه به نتایج آورده‌شده، شهرستان

سامان رتبه اول را دارد و به ترتیب شهرستان‌های کوه‌رنگ، شهرکرد، فارسان، بروجن، لردگان و اردل در رده‌های دوم تا هفتم سطح انرژی بادی قرار می‌گیرند.

جدول ۷. سطح‌بندی پتانسیل انرژی بادی در مناطق متعدد استان

نام ایستگاه	چگالی توان باد	رتبه	نام ایستگاه	چگالی انرژی باد	رتبه	نام ایستگاه	درصد باد بالای ۳/۵	رتبه
اردل	۲۲/۷۲	۷	اردل	۱۶/۳۵	۷	اردل	۳۰/۰۰	۴
فارسان	۵۱/۱۳	۴	فارسان	۳۶/۸۱	۴	فارسان	۳۹/۶۰	۲
کوه‌رنگ	۸۵/۶۶	۲	کوه‌رنگ	۶۱/۶۷	۲	کوه‌رنگ	۲۸/۳۰	۵
بروجن	۴۹/۸۸	۵	بروجن	۳۵/۹۱	۵	بروجن	۳۲/۸۰	۳
شهرکرد	۶۰/۳۲	۳	شهرکرد	۴۳/۴۳	۳	شهرکرد	۲۵/۷۰	۷
سامان	۲۹۳/۲۹	۱	سامان	۲۱۱/۱۷	۱	سامان	۶۸/۱۰	۱
لردگان	۳۳/۶۶	۶	لردگان	۲۴/۲۳	۶	لردگان	۲۶/۳۰	۶

منبع: محاسبات نویسندگان، ۱۳۹۵

- Davidson, O., (2002). **Sustainable energy and climate change: African perspectives**, In: Davidson O, Sparks D, editors, Developing energy solutions for climate change: South African research at EDRC, Cape Town: Energy and Development Research Centre, Pp 145–52.
- Doukas., H, Papadopoulou., A, Savvakis., N, Tsoutsos., T and Psarras., J., (2012). **Assessing energy sustainability of rural communities using principal component analysis**, Renew Sustain Energy Rev, Vol 16, Pp 1949–57.
- Esmailpour, M., (2014). **Analysis of wind energy and speed prediction in north west of Iran**, Phd thesis, Tabriz university, Geographic faculty (in Farsi).
- Hassiba, Z., Cherif, L and Ali, M., (2013). **Optimal operational strategy of hybrid renewable energy system for rural electrification of a remote Algeria**, Energy Procedia, Vol 36 . Pp 1060 – 1069.
- Johnson., N. G and Bryden, K. M., (2012). **Energy supply and use in a rural West African village**, Energy, Vol 43, Pp 283-292.
- Khosravi; M. Ebrahimi; M Behrouzi, M., (2016). **A Survey on Wind Energy in Khuzestan Province in Order to Use the Wind Turbines**, Regional planning journal, Vol 6, Issue 22, Summer 2016 (in Farsi).
- Kobayakawa., Toru and Kandpal, Tara C., (2014). **A techno-economic optimization of decentralized renewable energy systems: Trade-off between financial viability and affordability A case study of rural India**, Energy for Sustainable Development, Vol 23, Pp 92–98.
- Langer, K., Decker, T., Roosen, J and Menrad, K., (2016). **A qualitative analysis to understand the acceptance of wind energy in Bavaria**, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol 64, October 2016, Pp 248-259.
- Li, X., (2007). **Green Energy Basic Concepts and Fundamentals**, British Library Cataloguing in Publication Data, 296 page.
- Ahmadi., S., Rezaee Mirghaed., M., and Roshandel., R., (2014). **Performance of a standalone wind-hydrogen system for regions with seasonal wind profile: a case study in Khaf region**, Sustainable Energy Technologies and assessments, Vol 7, Pp 265- 278.
- Alamjamily, Sh and Omidinajafabadi, M., (2011). **The feasibility of the use of renewable energy in agriculture from the perspective of faculty Science and Research Branch of Tehran**, Agricultural engineering journal, No 27, Pp 23- 34 (in Farsi).
- Alham, M.H., Elshahed, M., Khalil Ibrahim., D and El Din, E., (2016). **A dynamic economic emission dispatch considering wind power uncertainty incorporating energy storage system and demand side management (2016): Renewable Energy**, Vol 96, Part A, October 2016, Pages 800-811.
- Ardehali, M. M., (2006). **Rural energy development in Iran: Non-renewable and renewable resources**, Renewable Energy, Vol 31, Pp 655–662.
- Blenkinsopp, T; Coles, S.R and Kirwan, K., (2013). **Renewable energy for rural communities in Maharashtra, India**, Journal of Energy Policy, Vol 60, Pp 192–199.
- Brown., MA and Sovacool., BK., (2007). **Developing an ‘energy sustainability index’ to evaluate energy policy**, Interdisc Sci Rev, Vol 32, Pp 335–49.
- Chang, P.T., (2011). **Performance comparison of six numerical methods in estimating Weibull parameters for wind energy application**, Applied Energy, Vol 88, Pp 272- 282.
- Dai, J., Chen, B., Hayat, T., Alsaedi, A and Ahmad, B., (2015). **Sustainability-based economic and ecological evaluation of a rural biogas-linked agro-ecosystem**, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol 41, Pp 347–355.

- Iran, Journal of Energy Engineering Management, Vol 1 (1), Pp 49-56.
- Saghafi, M., (2009). **Renewable energies**, Press: Tehran university (in Farsi).
- Sartipour, M., (2011). **The role of renewable energy in rural development**, Journal of Iran Geographic Society, Vol 9, No 31, Pp 125-149 (in Farsi).
- Seyedjafarrangraz, F and Moradi, Sh., (2010). **Feasibility of renewable energy in rural Iran**, Journal of energy economics, No 128, Pp 35- 44 (in Farsi).
- Shaaban, Mohamed and Petinrin, J.O., (2014). **Renewable energy potentials in Nigeria: Meeting rural energy needs**, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol 29, Pp 72-84.
- Shata, A.S., R. Hanitsch., (2008). **Electricity generation and wind potential assessment at Hurghada**, Egypt, Renewable Energy, Vol 33, Pp 141-148.
- Sovacool., BK and Drupady, IM., (2011). **Summoning earth and fire: the energy development implications of grameen shakti (GS) in Bangladesh**, Energy, Vol 36 (7), Pp 4445-59.
- Sunderland, K.M., Narayana, M., Putrus, G., Conlon, M.F and McDonald, S., (2016). **The cost of energy associated with micro wind generation: International case studies of rural and urban installations**, Energy, Vol 109, 15 August 2016, Pp 818-829.
- Watts, D., Ocess, N and Perez, R., (2016). **Assessment of wind energy potential in Chile: A project-based regional Wind supply function approach**, Renewable Energy, Vol 96, art A, October 2016, Pp 738-755
- WEO. World Energy Outlook., (2012). **Measuring progress towards energy for all**, Pp 1-20, [Chapter 18].
- World Bank., (2015). **Global tracking framework report for sustainable energy for all**, World Bank.
- Macro Planning Office of Electricity and Energy. 2011.
- Mahapatra, S., Dasappa, S., (2012). **Rural electrification: optimizing the choice between decentralized renewable energy sources and grid extension**, Energy for Sustainable Development, Vol 16, Pp 146-154.
- Mainali., B. and Pachauri., S., (2012). **Nagai Y. Analyzing cooking fuel and stove choices in China till 2030**, Journal of Renew Sustain Energy, 4:031805.
- Mainali., B. and Silveira, S., (2013). **Alternative pathways for providing access to electricity in developing countries**, Renew Energy, Vol 57, Pp 299-310.
- Mainali., B. Pachauri., S. Rao., N. D and Silveira., S., (2014). **Assessing rural energy sustainability in developing countries**, Energy for Sustainable Development, Vol 19, Pp 15-28.
- Mirhosseini, M., Sharifi, F., and Sedaghat, A., (2011). **Assessing the wind energy potential location in province of Semnan in Iran**, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol 15, Pp 449 – 459.
- Mostafaeipour, A., Sedaghat, A., Dehghanniri, A.A and Kalantar, V., (2011). **Wind energy feasibility study for city of Shahrabak in Iran**, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol 15, Pp 2545 – 2556.
- Razeghi, m., shabanalifami, H and Rezaei, R., (2013). **Factors affecting the willingness of farmers to farm equipment renewable technology**, Education and extension journal, Vol 6, Pp 87-107 (in Farsi).
- Saeidi, D., Mirhosseini, M., Sedaghat, A and Mostafapour, A., (2011). **Feasibility study of wind energy potential in two province of Iran: North and South Khorasan**, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol 15, Pp 925 – 935.
- Saedi, D., O., Nematollahi, and A., Alemrajabi., (2011). **Assessing the wind energy potential of North Khorasan province in**