

تحلیل فراوانی سرعت و جهت باد و نقش آن در برنامه‌ریزی منطقه‌ای استان فارس

راضیه دهقانی

دانشجوی دکتری گروه جغرافیا، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران

امیر گندمکار^۱

دانشیار گروه جغرافیا، واحد نجف آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف آباد، ایران

سعید اسلامیان

استاد گروه مهندسی آب، دانشگاه صنعتی، اصفهان، ایران

حسنعلی غیور نجف‌آبادی

استاد گروه جغرافیا، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

رضا مدرس

استادیار گروه منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۳/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۶/۳۰

چکیده

یکی از مهمترین و تاثیرگذارترین عناصر طبیعت باد می باشد که در بیشتر مناطق جهان از این انرژی برای تولید نیروی مورد نیاز استفاده میشود. اولین گام برای به دست آوردن انرژی باد، شناسایی نواحی با پتانسیل مناسب است. هدف از این تحقیق بررسی تغییرات مکانی و زمانی باد و امکان سنجی تولید برق در استان فارس با استفاده از توزیع های آماری می باشد. بدین منظور اطلاعات داده های باد (سرعت و جهت) برای ده ایستگاه استان فارس در دوره آماری ۱۰ ساله (۲۰۰۵-۲۰۱۵) از سازمان هواشناسی اخذ گردید. بررسی ویژگی های باد در استان فارس از طریق پارامترهای محتمل ترین سرعت، سرعت نامی، شدت آشفته گی و توزیع ویبول مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که باد در استان فارس دارای سرعت مناسبی است ولی ضریب تداوم پایین و شدت آشفته گی باد بالا می باشد که نشان دهنده وزش بادهای ناگهانی در این استان می باشد. بیشترین تغییرات سرعت و جهت باد در مناطق شمالی و شمال غربی استان می باشد و همچنین مناطق شمالی استان شامل ایستگاه های اقلید، ایزدخواست، آباد و صفاشهر براساس جدول درجه بندی نواحی بادخیز گازین و جاستس، از ارتفاع ۴۰ متر به بالا، برای نصب توربین بادی و در ارتفاع ۸۰ متری دو ایستگاه اقلید و ایزدخواست برای تولید انرژی بادی مناسب می باشند. در مناطق مرکزی استان می توان در ارتفاع ۶۰ متری به بالا از انرژی باد جهت مصارف کشاورزی نظیر پمپاژ آب استفاده نمود و همچنین بهره گیری از انرژی باد در فصول گرم نسبت به سایر فصول استان، مناسب تر می باشد.

واژگان کلیدی: پتانسیل انرژی باد، توزیع ویبول، فارس، سرعت نامی باد.

مقدمه

یکی از عناصر بسیار مهم و تاثیرگذار در طبیعت، باد می باشد. باد جریان هوایی است که از مراکز پرفشار به طرف مراکز کم فشار به حرکت در می آید و موجب می شود تا اختلافات مربوط به دما، رطوبت و فشار که در جهات افقی وجود دارد از بین رفته و هوا به حالت تعادل در آید. هرچه شیب فشار (تفاوت فشار) بین دو نقطه بیشتر باشد شدت جریان هوا نیز بیشتر خواهد بود. این حرکت یک کمیت برداری است که با دو عامل جهت و سرعت مشخص می شود. استان فارس یکی از استان های پهناور کشور محسوب می شود و با موقعیت خاص جغرافیایی و قرار گرفتن در عرض های پایین، از نظر دریافت انرژی خورشید و توپوگرافی ویژه سبب ایجاد اختلاف فشار در منطقه و ایجاد بادهای محلی می شود. علاوه بر این، بادهای شمالی که از سیبری می وزند و بسیار سرد و خشک اند، بادهای باختری که از اقیانوس اطلس و دریای مدیترانه به سوی ارتفاعات زاگرس می وزند و توده های هوای جنوبی که از عربستان به سوی استان فارس می وزند، سه جریان اصلی هستند که از سمت ها و در زمان های مختلف استان را تحت تأثیر قرار می دهند. بنابراین، مطالعات دقیق جهت بررسی توان باد در این مناطق را ضروری می سازد.

رشد روزافزون تقاضای انرژی، افزایش استانداردهای زندگی، گرم شدن بیش از حد کره زمین و در نهایت مشکلات زیست محیطی و اکولوژیکی ناشی از احتراق سوخت های فسیلی به ویژه نفت و مشتقات آن، نگرانی هایی را برای کشورهای مختلف ایجاد کرده است. در این راستا انرژی های نو از جمله پتانسیل های آبی، انرژی خورشیدی و بادی به دلیل عدم آلودگی محیط زیست از اهمیت ویژه ای برخوردارند (gandomkar,1388) مزایای فراوان انرژی باد مانند: عدم آلاینده گی و کمک به محیط زیست، عدم استفاده از سوخت فسیلی برای تولید برق، زمان نصب و راه اندازی توربین بادی با هزینه ی اندک، ایجاد اشتغال و توسعه صنعتی باعث شده دنیای کنونی، تمایل شدیدی به انرژی باد پیدا کند. (saghafi,1384) بر طبق پیش بینی ها تا سال ۲۰۲۰ میلادی، ۱۰ درصد کل برق جهان از انرژی باد تأمین خواهد شد. همچنین رشد سالانه تولید انرژی الکتریکی از انرژی باد تا سال ۲۰۴۰، بین ۱۰ تا ۴۰ درصد پیش بینی شده است (www. ewea.org).

افزایش روزافزون جمعیت و تقاضای فزاینده انرژی و به موازات آن نگرانی از اتمام ذخایر سوخت های فسیلی اهمیت توجه به انرژی های نو و تجدیدپذیر را بیشتر نمایان کرده است. به طوری که بکارگیری آنها به عنوان مهمترین روش های کاهش و مهار بحران تقاضای انرژی مد نظر است. (Rahim Zadeh, 2010:156). امکان سنجی استفاده از انرژی های نوین در ایالات متحده آمریکا را در دو تحقیق جداگانه مورد بررسی قرار گرفت. در بخش اول این تحقیق آن ها انرژی های نوین و تجدیدپذیری (باد، آب و خورشید) را معرفی و توصیف کردند در بخش دوم روش های نظارت بر تغییر پذیری هر کدام از این منابع انرژی در استفاده مطلوب تر و تأمین انرژی مورد نیاز مطرح شد. آن ها معتقدند که هزینه تولید انرژی در هر کدام از منابع باد آب و خورشید در آینده مشابه هزینه امروزی آن خواهد بود به عبارت دیگر در آینده نیز شاهد افزایش هزینه تولید انرژی های نوین و تجدید پذیر نخواهیم بود در ادامه معتقدند که موانع تبدیل ۱۰۰ درصد انرژی باد آب و خورشید در گستره جهانی بیشتر سیاسی و اجتماعی بوده و نقش فناوری و اقتصاد در این زمینه کم است بنابراین با حل مشکل اجتماعی و سیاسی می توان از انرژی های نوین نهایت استفاده را برد. باورها و واقعیت هایی را که در حال حاضر درباره انرژی های نوین باد آب و خورشیدی وجود

دارد بررسی کرد ابتدا هر کدام از باورها را مطرح و سپس دلایل علمی و منطقی برای رد یا تایید هر کدام از آن ها ارائه می کند یکی از باورهایی که مطرح شده این است که انرژی های نوین و تجدیدپذیر به هیچ وجه جوابگوی نیاز جوامع انسانی نیست. و علاوه بر این هزینه تولید این فناوری بسیار بیشتر از هزینه تولید در انرژی های فسیلی است: (Jacobson, 2012:2). هدف اصلی این پژوهش، شناسایی ویژگی های باد (سمت و سرعت باد) در استان فارس، برآورد انرژی و همچنین تعیین مکان مناسب برای سرمایه گذاری و بهره برداری از انرژی باد می باشد. این فعالیت، تنها شناخت پایه ای و مقدماتی در رابطه با پتانسیل انرژی باد منطقه فارس است و زمینه ای را به منظور مطالعات مورد نیاز بعدی در اختیار برنامه ریزان قرار می دهد. از این رو، تعیین سایت های مناسب جهت احداث مزرعه بادی مطالعات جامع تری را در آینده می طلبد.

در کشور ترکیه با تلفیق سیستم اطلاعات جغرافیایی و مدل fuzzy و با استفاده از معیارهای پتانسیل باد، فاصله از شهرهای بزرگ، رود، شهرک، فرودگاه، مناطق حفاظت شده و سکونتگاه پرنده ها و اثرات منفی توربین های بادی همچون آلودگی صوتی اقدام به ارزیابی محیطی سیستم های انرژی باد و تعیین مناطق مناسب برای مزارع بادی به منظور بهره گیری در برنامه ریزی فضایی کردند: (Aydin, 2010:3).

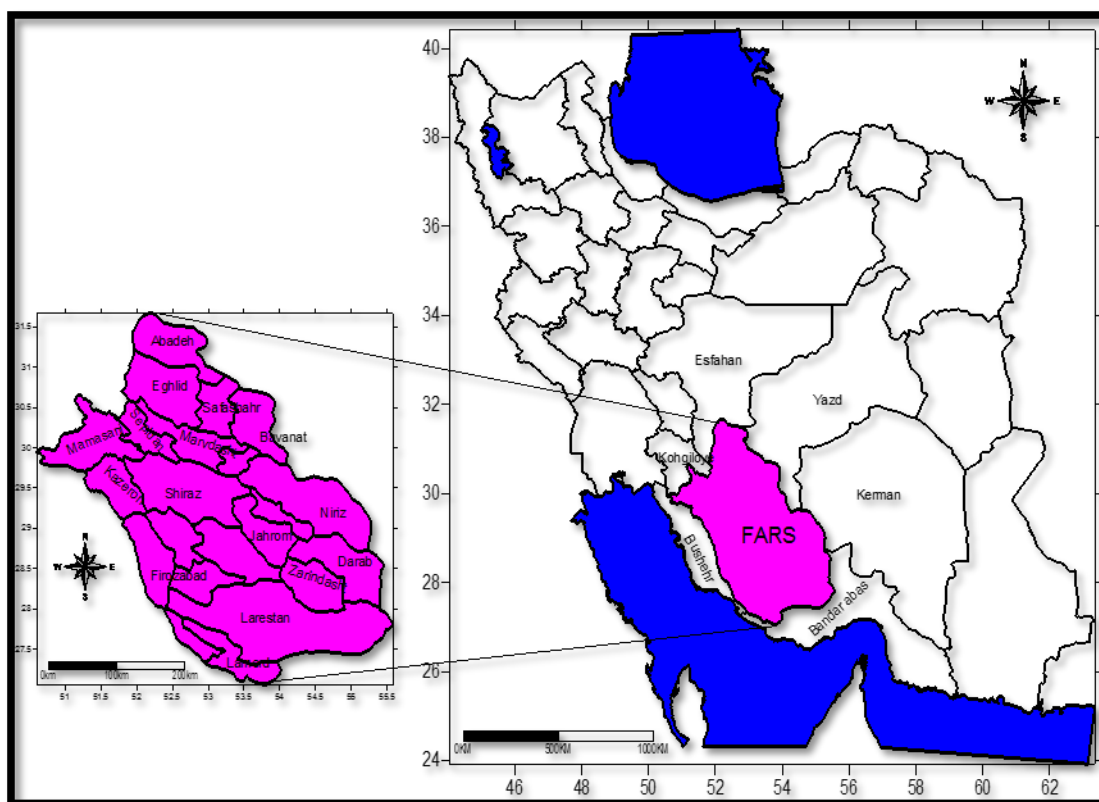
شبیه سازی دقیق توفان گرد و غبار می تواند ابزاری توانمند برای تشخیص مناطق چشمه، مطالعه نحوه شکل گیری، انتشار، انتقال و همچنین نشست و رسوب ذرات غبار باشد (Reza Zadeh, 2013). امروزه انرژی باد جزو انرژی های مناسب و قابل تجدید می باشد، که به عنوان یک تکنولوژی، منبع انرژی قابل تجدید شناخته شده است. تکنولوژی توربین های بادی در بسیاری از کشور ها از جمله دانمارک، آلمان و چین به طور موفقیت آمیزی رشد داشته است.

(Rhimzadeh, 2009) برآورد باد در ایستگاههای همدید استان اصفهان را بررسی کردند و بر این اساس مشخص گردید با توجه به شروع فصل بهار سرعت باد در منطقه کم کم افزایش می یابد و روند کاهشی از ماه سپتامبر به بعد شروع می شود. (ghahremani, 1389) به بررسی روند تغییرات سرعت باد در گستره باقلیمی ایران پرداخته است. نتایج حاصله نشان داد که روند افزایش سرعت باد در فصل زمستان بیشتر از سایر فصول و در فصل تابستان کمتر از سایر فصول است. (parkheyal, 1389) استفاده از روش های آماری مدل جدیدی برای پیش بینی سرعت و جهت باد ارائه شده است و این روش قابل استفاده در مطالعات طراحی و شبیه سازی توربین های بادی و به طور کلی سیستم های تبدیل انرژی بادی است. پتانسیل انرژی باد در استان خراسان شمالی را مطالعه کردند. نتایج این تحقیق نشان داد که چگالی توان باد در ارتفاع ۳۰ و ۴۰ متر برای شهر بنورد به ترتیب ۲۰۰ و ۲۵۰ وات بر متر مربع است همچنین چگالی توان باد برای شهر اسفراین در ارتفاع های یاد شده به ترتیب ۲۰۰ و ۳۰۰ وات بر متر مربع است آن ها معتقدند که ایجاد مزارع بادی در این دو شهر امکان پذیر است (Saeedi 2011:1). با استفاده از شبکه عصبی به پیش بینی سرعت بار در ایستگاه جیرفت کرمان پرداخت شده است. در این تحقیق اطلاعات استفاده شده سرعت باد در بازه زمانی ساعتی شش ماه در سال ۲۰۱۰ بود که سرعت باد نسبت به سایر ماه های سال بیشتر بود. و از سه مدل

با نرون های متفاوت با چهار لایه استفاده شد (Bakhtyar M, 2013:1) در مقاله تحت عنوان بررسی تابع توزیع احتمال و دوره بازگشت های پارامتر سرعت باد جهت تعیین ایستگاه های همگن در استان چهارمحال و بختیاری پرداخته است براساس نتایج به دست آمده در این تحقیق سرعت های باد در دوره بازگشت های مختلف براساس

آزمون اندرسون دارلینگ اعداد به واقعیت نزدیک تری را نشان داد. از نتایج این پژوهش می‌توان برای مقاصد خاص مانند مکان‌یابی ایجاد مزارع بادی استفاده نمود. با استفاده از نتایج این پژوهش می‌توان به تجزیه و تحلیل خطر در منطقه پرداخت. سعی کردند با استفاده از مدل‌های عددی، رویکرد مناسب برای تحلیل دینامیکی طوفان‌های گردوغبار استان یزد به کار گرفته شود. و به این نتیجه رسیدند که پیشینه همگرایی باد و سرعت سطحی قوی در ساعت وقوع طوفان این طوفان را به وجود آورده است. (moradi,1392) با هدف بررسی مقدار توان باد در استان کردستان از داده‌های متغیر سمت و تندی باد استفاده کرد و نتایج حاصل از برآورد توان باد (با استفاده از سه نوع توربین با شعاع چرخانه ۱۰، ۱۵ و ۲۵ متری) نشان داد که بر اساس توربین‌های با شعاع ۱۰ متر حداکثر می‌توان تا ۱۷۰ هزار وات بر متر مربع در هر یاخته از استان انرژی تولید کرد (Porpanjah2013:1) در مقاله‌ای تحت عنوان مقایسه روش‌های برآورد پارامترهای توزیع ویبول جهت تولید انرژی باد در استان آذربایجان شرقی به مطالعه پنج روش تخمین پارامترهای توزیع ویبول در مورد داده‌های باد پرداخته است. بهترین روش با استفاده از آزمون کی دو معرفی شد. تحلیل سرعت باد در دوره‌های بازگشت مختلف نشان داد که بیشترین سرعت باد در استان آذربایجان شرقی متعلق به ایستگاه جلفا می‌باشد (jahanbakhsh,1394) در واقع این تحقیق سعی بر آن دارد تا چگونگی فراوانی باد (توزیع زمانی و مکانی سرعت و جهت باد) را بررسی کرده و مناطقی بלבالاترین و پایین‌ترین سرعت متوسط باد و احتمال رخداد آن را با استفاده از تحلیل‌های مختلف مشخص نماید همچنین به مشخص نمودن مناطق مناسب برای استفاده از انرژی باد، میزان تغییرات و آشفتگی باد در استان فارس پرداخته می‌شود.

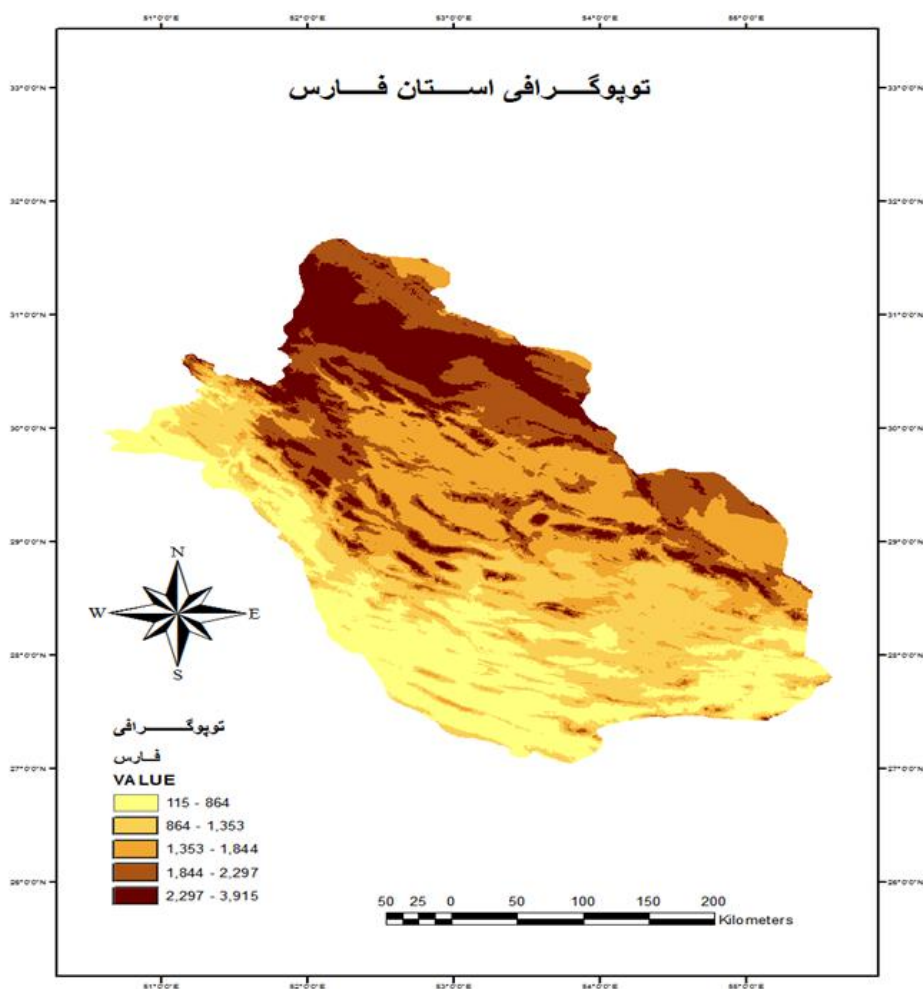
از آنجایی که باد یک متغیر برداری است و جهت و سرعت آن تحت تاثیر عوامل مختلف محلی و جوی است و لذا بازسازی داده‌های آن غیرممکن و یا با خطای زیادی توأم است. لذا این موضوع باعث گردید که بر روی یک دوره آماری ۱۰ ساله که نیازی به بازسازی نباشد تمرکز گردد. این پژوهش در محدوده استان فارس با وسعتی حدود ۱۳۳ هزار کیلومتر مربع می‌باشد که بین عرض جغرافیایی ۲۷ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۴۰ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۵۵ درجه و ۳۵ دقیقه شرقی قرار دارد. این استان از شمال به اصفهان، از جنوب به هرمزگان، از شرق به کرمان و یزد و از غرب به بوشهر و یاسوج محدود می‌شود. میانگین بارندگی در این استان ۲۳۱/۰۶ میلیمتر و میانگین دما ۱۸/۹۲ درجه سانتیگراد است. از ویژگی‌های این استان متنوع بالای اقلیمی آن است. سه ناحیه آب و هوایی گوناگون در استان فارس وجود دارد. نخست ناحیه کوهستانی شمال و شمال غربی شامل شهرستان‌هایی چون (آباده بوانات، ایزدخواست، اقلید، خرمبید، سپیدان) با زمستان‌های نسبتاً سرد و تابستان‌های معتدل. دوم نواحی مرکزی و غربی (ممسنی، کازرون، شیراز، مرودشت، استهبان، فسا، جهرم، فیروزآباد) با زمستان‌های نسبتاً بارانی و معتدل و تابستان‌های گرم و خشک. ناحیه سوم در جنوب و جنوب شرقی (نیریز، داراب، لار، لامرد) دارای زمستان‌های معتدل و تابستان‌های بسیار گرم است. در این پژوهش داده‌های مربوط به سرعت و جهت باد در ۱۰ ایستگاه سینوپتیک استان فارس، مورد مطالعه قرار گرفته است. آمار سمت و سرعت بادهای روزانه ایستگاه‌های سینوپتیک آباده، داراب سد درودزن، اقلید، فسا، کازرون، لار، نی ریز، شیراز و زرقان در طول دوره آماری ۱۰ ساله (۲۰۰۵-۲۰۱۵) از اداره کل هواشناسی استان فارس تهیه گردید.



شکل (۱) نقشه موقعیت استان فارس

Source: Authors, 2018

استان فارس منطقه‌ای است نسبتاً کوهستانی و کوه‌های آن دنباله کوه‌های زاگرس است که از شمال و شمال غرب به طرف جنوب و جنوب شرقی امتداد می‌یابد و ارتفاع از شمال به جنوب کاهش می‌یابد. کوه‌های زاگرس در دوره‌ی ترشیاری (از دوران سوم زمین‌شناسی) شکل نهایی به خود گرفت، با جهت شمال غربی - جنوب شرقی، در استان فلوس امتداد یافته و این منطقه را به صورت واحد ویژه‌ی کوهستانی در آورده است. قسمت عمده‌ی تشکیلات این ناهمواری‌ها از رسوبات آهکی دریا‌های قدیم است که در اواخر دوره‌ی ترشیاری در اثر یک سلسله حرکات شدید کوهزایی به وجود آمده است. سرانجام در دوره‌ی کواترنری، عوامل مهم فرسایش، به ویژه آب‌های روان در تغییر شکل نهایی آن‌ها تأثیر فراوانی داشته و آن را به صورت کنونی در آورده است.



شکل (۲) نقشه توپوگرافی استان فارس

Source: Authors, 2018

بادهای استان

بادهای شمالی: پرفشار سیبری نقش مهمی هم در ایران بازی می‌کند. که از سیبری به ایران می‌وزند عمدتاً از شمال شرق و گاهی از شمال غرب در ایران نفوذ می‌کند و هوای بسیار سرد و خشک بر بخش‌هایی از ایران سرازیر می‌کند این پدیده زمانی که کانون پرفشار موقعیتی غربی تر پیدا می‌کند مشهودتر می‌باشد (Masoudyan, 1390) این بادهای موجب برودت هوا در زمستان، به ویژه در مناطق کوهستانی می‌شود.

بادهای باختری: در دوره سرد سال به دنبال پشروی رودباد جنب حاره ای به طرف جنوب، باهای غربی که از اقیانوس اطلس و دریای مدیترانه به سوی ارتفاعات زاگرس به ایران وارد می‌شوند. این پشروی از اوایل پاییز آغاز می‌شود و تا شروع زمستان بادهای غربی بر همه جای ایران مستقر می‌شوند (alihan, 1385). این بادهای استان فارس را نیز تحت تاثیر قرار می‌دهد. این بادهای باران‌آور هستند و سبب ریزش برف و باران می‌شوند. این بارندگی تا اواسط بهار ادامه پیدا می‌کند.

توده‌های هوای جنوبی: که از عربستان به سوی استان فارس می‌وزند. این توده‌های گرم و خشک سبب افزایش دما در تابستان و باعث اختلاف فشار در منطقه می‌شود.

خاک

سطح خاک قابل استفاده کشور ۵۱ میلیون هکتار است که در شرایط فعلی تنها ۳۵/۹ درصد آن، یعنی حدود ۱۸/۳ میلیون هکتار در تولیدات محصولات کشاورزی (زیر کشت و آیش) مورد استفاده قرار می‌گیرد. سطح خاک قابل استفاده در استان فارس حدود ۳/۴ میلیون هکتار است که حدود ۱/۶ میلیون هکتار آن مورد استفاده و بقیه یعنی ۶۳ درصد آن به دلایلی از جمله کمبود بارندگی، عدم تطابق منابع آب و خاک، فقدان تأسیسات لازم برای مهار و کنترل آن جهت آبیاری اراضی و عدم تمایل بخش خصوصی جهت سرمایه‌گذاری در این اراضی به دلیل محدودیت‌هایی از قبیل شیب و شوری در تولید محصولات زراعی و باغی به کار گرفته نمی‌شود (famory, 1385).

پوشش گیاهی

استان فارس منطقه‌ای کوهستانی است که حدود ۸۰ درصد از کل مساحت آن در منطقه زاگرس واقع شده است. دو عامل ارتفاع و جهت رشته کوه‌ها در رویش و پراکنش گیاهی مؤثر می‌باشند. پوشش گیاهی در ارتفاعات بیشتر به صورت جنگل و در دامنه‌ها به صورت استپ و نیمه استپ می‌باشند. مساحت جنگل‌ها در استان فارس ۱۲۵۱۰۰۰ هکتار است که از نوع جنگل‌های حوزه زاگرس و شامل بلوط، بادام، بنه، گلابی وحشی و کنار می‌باشند (famory, 1385).

بیابان‌ها

بیابان‌ها حدود ۱/۸۴ میلیون هکتار یعنی تقریباً ۱۵ درصد مساحت استان فارس را در بر می‌گیرند. از مناطق کم‌باران استان، بیابان‌های بوانات و آباد در شمال و بیابان‌های لارستان و لامرد در جنوب را می‌توان نام برد. در برخی از مناطق بیابانی بر اثر تبخیر شدید، نمک روی سطح زمین را پوشانده و کویر به وجود آمده است (مانند کویر قطرویه در شرق استان در محدوده شهرستان نی ریز). (sedaghatzadeh, 1389).

آب و هوای استان فارس

استان فارس به دلیل تأثیر عوامل مختلفی مانند ویژگی‌های توپوگرافی، جهت ناهمواری‌ها و چین‌خوردگی‌ها، ارتفاع، عرض جغرافیایی و غیره از اقلیم متنوعی برخوردار است. بررسی آب و هوای این استان در چند دهه اخیر نشان می‌دهد که استان فارس، تحت تأثیر سیستم‌های جوی و توده‌های هوای متفاوتی قرار می‌گیرد که عمده‌ترین آن‌ها به ترتیب اهمیت عبارت‌اند از:

توده هوای سودانی: منشأ این توده شمال شرق آفریقا است که پس از کسب رطوبت از دریای سرخ و پهنه‌های رطوبتی دیگر، از جنوب غرب وارد استان فارس شده و اکثر مناطق آن را به خصوص، در فصل زمستان تحت تأثیر قرار می‌دهد. نتیجه ورود این سیستم، به وجود آمدن بارش در بیشتر شهرستان‌ها به جز شمال شرق استان است. توده هوای مدیترانه‌ای: این توده‌ی هوا از اقیانوس اطلس و دریای مدیترانه به سمت فارس می‌وزد و بیشترین تأثیر را از نظر بارش در ارتفاعات شمال غرب و غرب استان به جای می‌گذارد.

توده هوای سیبری: این توده‌ی هوا از سمت سیبری و با جهت شمال شرقی - جنوب غربی به سمت این استان می‌وزد و موجب برودت هوا در زمستان، به ویژه در نواحی کوهستانی می‌گردد. در برخی سال‌ها، اختلاط این توده

هوای خشک با رطوبت توده هوای غرب و جنوب غربی، سبب ریزش‌های جوی به شکل برف حتی در مناطق کم ارتفاع جنوب استان خواهد شد.

توده هوای حاره‌ای قاره: این توده هوا از سمت شبه جزیره عربستان و در فصل تابستان به سمت استان فارس وزیده و نتیجه‌ای جز گرما و در برخی موارد به همراه آوردن گرد و خاک ندارد.

در این استان با توجه به ویژگی‌های فوق، سه ناحیه آب و هوایی اصلی و مشخص پدیدار شده، که هر کدام نیز به نواحی آب و هوایی جزئی‌تر تقسیم‌بندی می‌شوند.

نواحی آب و هوایی

ناحیه کوهستانی شمال، شمال غرب و غرب استان: این ناحیه، مرتفع‌ترین مناطق و کوه‌های استان را در خود جای داده و دارای زمستان‌های سرد و تابستان‌های معتدل بوده و میزان بارندگی متوسط آن در سال‌های آماری گذشته، بین ۴۰۰ تا ۶۰۰ میلی‌متر پدیده هوایی بوده است. شهرستان‌های اقلید، سپیدان، ممسنی و غرب آباد در این ناحیه واقع گردیده‌اند.

ناحیه مرکزی: این ناحیه که در مجموع ارتفاع کمتری نسبت به ناحیه اول دارد. در زمستان دارای آب و هوای معتدل توأم با بارش و تابستان‌های گرم و خشک هست. میزان بارش این ناحیه بین ۲۰۰ تا ۴۰۰ میلی‌متر هوایی بوده و شهرستان‌هایی چون شیراز، کازرون، فسا و فیروزآباد در این ناحیه قرار گرفته‌اند.

ناحیه جنوب و جنوب شرقی: در این قسمت از استان به دلیل کم بودن ارتفاع، عرض جغرافیایی پایین تر و شکل‌گیری جهت کوه‌ها که عمدتاً غربی، شرقی هستند، شاهد بارندگی کمتری نسبت به دو ناحیه ذکر شده هستیم (کمتر از ۲۰۰ میلی‌متر). هوای این ناحیه در زمستان‌ها معتدل تر و در تابستان بسیار گرم و خشک است.

شهرستان‌هایی چون لارستان، خنج، مهر، لامرد، زرین دشت، داراب و قیر و کارزین در این ناحیه آب و هوایی قرار گرفته‌اند. با توجه به بررسی‌هایی که طی یک دوره آماری ۲۰ ساله در سطح استان صورت گرفته میانگین دمای سالانه استان ۱۸ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارش سالانه ۳۰۰ میلی‌متر است. هرچه از جنوب به سمت شمال استان برویم، به دلیل ارتفاع بیشتر و عرض جغرافیایی بالاتر دما کاهش می‌یابد (edareh kole jahade keshavarzi ostan fars, 1386

جمعیت و نیروی انسانی

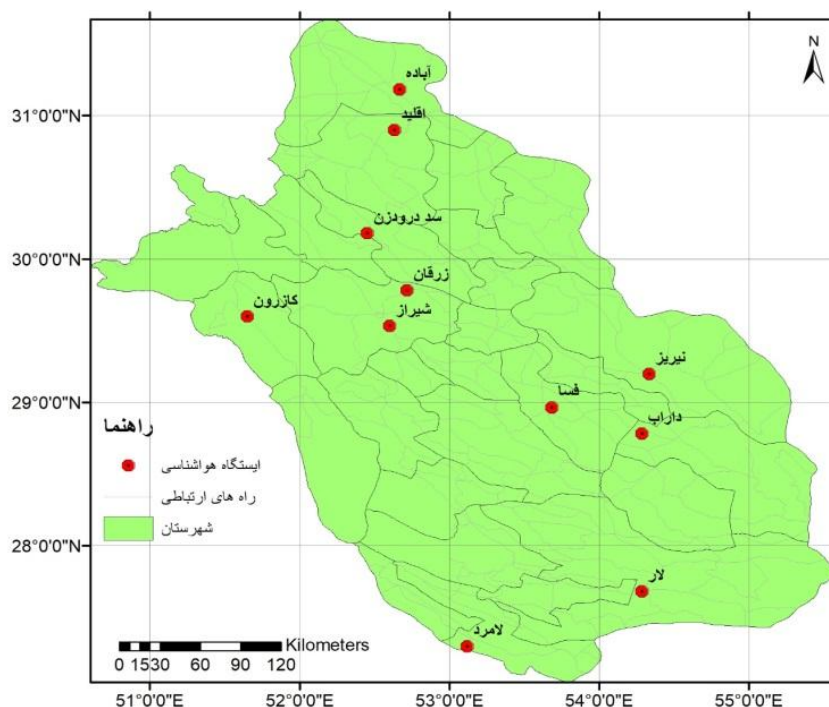
جمعیت و نیروی انسانی جمعیت استان بر اساس سرشماری نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵ حدود ۴/۸۵۰ میلیون بوده که از این تعداد ۷۰ درصد ساکن نقاط شهری و ۲۹ درصد ساکن نقاط روستایی و در حدود یک درصد غیرساکن می‌باشند. در بعد نیروی انسانی بر اساس طرح آمارگیری نیروی کار در بهار سال ۱۳۹۶ نرخ مشارکت اقتصادی در جمعیت ۱۰ ساله و بالاتر استان ۴۰/۴ درصد بوده است. حدود ۳۱ درصد شاغلین استان در بخش صنعت، ۲۰ درصد بخش کشاورزی و ۴۹ درصد در بخش خدمات مشغول به فعالیت می‌باشند. نرخ بیکاری در همین دوره معادل ۹/۸ درصد بوده که نشان دهنده کاهش بیکاری استان در سال اخیر می‌باشد. تراکم نسبی جمعیت در سال ۱۳۹۵ برابر با ۳۹/۵ نفر در هر کیلومتر مربع می‌باشد، بدین معنی که به طور متوسط در هر کیلومتر مربع ۳۹/۵ نفر ساکن هستند که این موضوع استان فارس را در ردیف استان‌های کم تراکم قرار می‌دهد.

اقتصاد استان فارس

در عصر حاضر صنعت جایگاه ویژه ای در اقتصاد کشور دارد و تصویر رشد و توسعه اقتصاد کشور بدون توسعه بخش صنعت ممکن نیست در حال حاضر در استان فارس با تعداد ۴۱۳۴ واحد فعال صنعتی با سرمایه‌ای بالغ بر ۵۴۹۱۷ میلیارد ریال و اشتغال مستقیم ۹۵۲۹۱ نفر در عرصه تولید گام برمی‌دارد، که در مقایسه با کل کشور از لحاظ تعداد، سرمایه و اشتغال به ترتیب رتبه های ۵، ۱۲ و ۱۰ را دارا می‌باشد. آمار نشان می‌دهد ۱۲/۵ درصد از کل واحدهای فعال کشور در استان فارس قرار دارند. استان فارس از لحاظ تعداد واحدهای صنعتی رتبه ۵ را بین استانهای کشور دارد که بعد از استانهای تهران، اصفهان، خراسان رضوی و آذربایجان شرقی بیشترین تعداد کارگاههای صنعتی دارای پروانه بهره‌برداری را، شامل می‌گردد.

کشاورزی و دامداری دو منبع مهم اقتصادی استان فارس می‌باشند. مهمترین فراورده‌های کشاورزی استان فارس شامل غلات، پرتقال، گندم و جو میوه‌جات، خرما، چغندر قند، پنبه، ذرت، انجیر و زعفران می‌باشد. آبليموی داراب و جهرم نیز که معمولاً به نام سوغات شیراز شناخته می‌شود، دارای شهرت زیادی است. استان فارس رتبه نخست تولید گندم در کشور را به خود اختصاص داده است.

خودروسازی، پتروشیمی، صنایع مخابرات، غذاهای فرآوری شده، لبنیات (شامل کارخانه‌های مهمی چون پگاه فارس و لبنیات ارژن و مانی ماست و رامک می‌باشد)، صنایع داروسازی، سیمان (که شامل کارخانه‌های سیمان آباد و سیمان داراب و سیمان فیروزآباد و سیمان لار و سیمان لامرد می‌باشد)، پارچه بافی، شکر و قند، نوشیدنیهای غیر الکلی، صنایع گوشتی (از جمله صنایع گوشتی سفیر و دمس و ب.آ و پونه و .. است)، پالایشگاه نفت و پتروشیمی، لاستیک‌سازی و صنایع الکترونیک از مهم‌ترین صنایع استان فارس به شمار می‌آیند که تاثیرات زیاد بر اقتصاد و میزان اشتغال استان دارند.



شکل (۳) نقشه موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه استان فارس.

Source: Authors, 2018

برای طبقه‌بندی و محاسبه فراوانی‌های سرعت باد و نیز درصدبندی آن‌ها با توجه به طبقات سرعت باد و گلبادهای فصلی و سالانه ایستگاه‌ها توسط نرم‌افزار wind rose (گلباد) محاسبه و ترسیم شده‌اند. محاسبه‌ی توزیع احتمالات، از مدل ریاضی احتمال ویبول استفاده شده است. برای این کار ابتدا مقادیر پارامترهای شکل و مقیاس محاسبه شده از طریق فرمول به نرم‌افزار اضافه گردید. همچنین در ادامه، سرعت نامی، محتمل‌ترین سرعت، شدت آشفته‌گی، ضریب تداوم مورد بررسی قرار گرفت.

رابطه (۱)-توزیع ویبول

توزیع ویبول از روش زیر به دست می‌آید:

$$P(U) = \left(\frac{k}{c}\right) \left(\frac{U}{c}\right)^{k-1} \exp\left[-\left(\frac{U}{c}\right)^k\right]$$

در این رابطه (k) یک پارامتر بدون بُعد معروف به "عامل شکل" و (c) پارامتری به نام "عامل مقیاس" است که به واحد متر بر ثانیه محاسبه می‌شود (mohamadi, 1391)

۱-۱- روش محاسبه پارامترهای شکل و مقیاس توزیع ویبول

در اینجا برای تعیین k و c از روابط تحلیلی یا نیمه تجربی جاستس ۱ استفاده شده است (alamdari, 1390)

۱-۲-

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

$$C = \frac{Vmk^{2.6674}}{0.184 + 0.816^{2.73855}} \quad -2-3$$

که در روابط بالا σ_U ، انحراف معیار استاندارد و

\bar{U} ، مقدار متوسط است که از رابطه‌های زیر به دست می‌آید: (saeedi, 1391)

$$\sigma_U = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (u_i - \bar{U})^2} \quad -1-4$$

$$\bar{U} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N u_i \quad -1-5$$

رابطه (۲)-سرعت نامی باد

سرعت نامی باد به عنوان سرعتی که بیشترین انرژی را در طول سال تولید می‌کند. این سرعت از پارامترهای مهم در طراحی توربین بادی می‌باشد و از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$U_{me} = c \left(\frac{k+2}{k}\right)^{1/k} \quad \text{رابطه (۳)- محتمل‌ترین سرعت باد}$$

همچنین می‌توان محتمل‌ترین سرعت باد یا بیشترین احتمال وقوع باد، که برای یک ناحیه می‌توان انتظار داشت را از رابطه زیر محاسبه نمود:

$$U_{mp} = c \left(1 - \frac{1}{k}\right)^{1/k}$$

رابطه (۴)- شدت آشفته‌گی

آشفته‌گی باد به دلیل هدر رفتن انرژی جنبشی باد و تبدیل آن به انرژی گرمایی بر اثر تشکیل و نابودی گردابه های کوچک، حائز اهمیت است. آشفته‌گی باد ممکن است در زمان طولانی ثابت باشد، اما در بازه های زمانی کوچک بسیار متغیر است. وجود آشفته‌گی در جریان باد از توان باد می کاهد و باعث ایجاد پدیده ی خستگی در توربین های بادی می شود. یکی از معیارهای اندازه گیری آشفته‌گی، شدت آشفته‌گی است که به صورت رابطه زیر تعریف می شود (saeedi,1390)

$$TI = \frac{\sigma}{V_m}$$

در این رابطه TI شدت آشفته‌گی، σ انحراف معیار و V_m میانگین سرعت باد هست. این ضریب که به صورت درصد بیان شده و ضریب تغییرات نیز نام دارد (zahedi,1384)

رابطه (۵)- ضریب تداوم باد (C.P)

برای محاسبه این مقادیر از روابط زیر استفاده شده است.

(markaz motaleat enerje vezarate niroo 1375).

-۵-۱

$$\bar{u}_x = \frac{\sum W - \sum E + 0/707(\sum NW + \sum SW) - 0/707(\sum NE + \sum SE)}{n}$$

-۵-۲

$$\bar{u}_y = \frac{\sum S - \sum N + 0/707(\sum SW + \sum SE) - 0/707(\sum NE + \sum NW)}{n}$$

در فرمول مذکور، (n) تعداد دیده بانهای باد و $N, NE, E, SE, S, SW, W, NW$ به ترتیب سرعت های منفرد باد از جهات مختلف بوده و عدد $0/707$ کسینوس زوایایی است که بادهای SW, SE, NW, NE با محورهای X و Y می سازند. باید توجه نمود در صورتی که باد همیشه از یک جهت بوزد \bar{u}_x و \bar{u}_y مقدار بزرگی خواهند داشت و از طرف دیگر، اگر باد در جهات مختلف بوزد \bar{u}_x و \bar{u}_y کاهش یافته و ممکن است صفر شوند.

اندازه باد منتج توسط رابطه زیر محاسبه می گردد. (markaz motaleat enerje vezarate. niroo,1375)

niroo,1375)

-۵-۳

$$R = \sqrt{\bar{u}_x^2 + \bar{u}_y^2} = |\bar{u}|$$

زاویه جهت وزش باد منتج دارای تانژانتی برابر با مقدار زیر است:

$$\tan \beta = \frac{\bar{u}_x}{\bar{u}_y}$$

-۵-۴

ضریب ثبات باد از طریق زیر محاسبه می شود:

$$c.p = \frac{R}{\bar{u}} \quad - 5-5$$

که در آن R متوسط سرعت برداری باد و \bar{u} متوسط سرعت باد است (امانی و حسینی شمعی، ۱۳۸۹، ۱۱).

(رابطه ۶) - برآورد سرعت باد در ارتفاع نصب محور توربین‌های بادی

سرعت باد در ارتفاعات بالاتر، از فرمول تجربی زیر به دست می‌آید (مرکز تحقیقات نیرو ۱۳۷۲، ۱۶۳):

$$\frac{V}{V_r} = \left(\frac{H}{H_r} \right)^{0.143}$$

که در آن V سرعت باد در ارتفاع مورد نظر و V_r سرعت با ارتفاع H_r

در ایستگاه‌های هواشناسی، ارتفاع ۱۰ متری از سطح زمین به عنوان ارتفاع مبنا جهت اندازه‌گیری سرعت باد استفاده می‌گردد. (Dandar, 1997). یکی از مزایای انتخاب تابع ویبول برای نشان دادن توزیع سرعت باد، امکان تبدیل توزیع سرعت باد در ارتفاع ۱۰ متری به هر ارتفاع دیگر است (Bageyors, 2007, 1647). هواشناسان فرمول‌های تجربی را ارائه کرده‌اند که در آن می‌توان به طور تقریبی سرعت متوسط باد در ارتفاعات مختلف محاسبه نمود طبق نظر گولدینگ (۱۹۶۱) سرعت‌های نسبی باد برای یک مکان می‌تواند تابعی از ارتفاع با توان یک هفتم باشد.

(Saghafi, 1372)

بحث و نتایج

یافته‌های حاصل از تجزیه و تحلیل کلی داده‌های باد در استان فارس در دوره‌ی آماری ۲۰۰۵-۲۰۱۵ به شرح زیر می‌باشد.

محاسبات توزیع ویبول

پارامترهای توزیع ویبول که روش محاسبه آن‌ها قبلاً ارائه گردید. بدین شرح می‌باشد:

با داشتن پارامترهای شکل (K) و مقیاس (C) توزیع ویبول، می‌توان وضعیت ایستگاه‌ها را از نظر پتانسیل انرژی باد بررسی کرد (mohamadi, 1391). K و C پارامترهایی هستند که بر اساس مکان مورد مطالعه تغییر می‌کنند، هر چه k کمتر باشد نشان دهنده توزیع وسیعی از سرعت‌های باد، اطراف سرعت متوسط می‌باشد و مقدار بیشتر k نشان دهنده مقدار محدودتری از سرعت‌های باد اطراف سرعت متوسط می‌باشد. بدیهی است مقدار کمتر k ، معمولاً موجب به دست آوردن انرژی بیشتری می‌شود (mohamadi, 1391). پارامترهای شکل و مقیاس توزیع ویبول، در جدول (۲) ارائه شده است.

جدول (۱) پارامترهای شکل و مقیاس توزیع ویبول ایستگاه‌های مورد مطالعه

ایستگاه	پارامتر شکل K	پارامتر مقیاس C	ایستگاه	پارامتر شکل K	پارامتر مقیاس C
آباده	۱/۹۱	۵/۶۱	نی ریز	۲/۶۱	۵/۶
داراب	۱/۸۰	۴/۰۴	شیراز	۱/۹۵	۴/۰
سد رودزن	۲/۴۲	۴/۴۰	زرقان	۲/۱۴	۵/۹
اقلید	۱/۷۱	۶/۸۱	کازرون	۲/۶۱	۵/۱
فسا	۲/۱۸	۴/۲۶	لار	۲/۴۱	۵/۱۸
لامرد	۲/۰۱	۴/۱			

Source: Research findings, 2018

شدت آشفته‌گی باد (ضریب تغییرات)

شدت آشفته‌گی یکی از معیارهایی است که برای پتانسیل سنجی انرژی باد در یک منطقه مورد استفاده قرار می‌گیرد. شدت آشفته‌گی بیشتر نشان دهنده‌ی عدم یکنواختی جریان هوا در منطقه است. این عامل باعث می‌شود که توربین‌ها کمتر با پدیده خستگی مواجه شوند. نتیجه محاسبه شدت آشفته‌گی در ایستگاه که طبق رابطه (۴) ارائه گردیده است. بر اساس جدول بالا، بیشترین میزان شدت آشفته‌گی نیز مربوط به ایستگاه اقلید به میزان ۶۰٪ می‌باشد. ایستگاه‌های فسا لامرد کازرون، لار و سدردوزن به ترتیب با ۵۰٪، ۴۹٪، ۴۳٪، ۴۲٪ و ۴۵٪ در رده‌های بعدی قرار دارند.

جدول (۳) مقادیر شدت آشفته‌گی باد برای ایستگاه‌های مورد نظر

ایستگاه	شدت آشفته‌گی	ایستگاه	شدت آشفته‌گی
آباده	۵۲٪	داراب	۵۴٪
اقلید	۶۰٪	فسا	۵۰٪
زرقان	۴۷٪	کازرون	۴۳٪
شیراز	۵۲٪	لار	۴۲٪
نیریز	۵۳٪	سدردوزن	۴۵٪
لامرد	۴۹٪		

Source: Research findings, 2018

ضریب تداوم باد

ضریب تداوم یا ثبات باد که در امکان سنجی استفاده از انرژی باد در یک منطقه مهم است، مقایسه ای نسبی بین میانگین‌های عددی و برداری باد به محسوب می‌شود. این ضریب با توجه به رابطه‌های (۱-۵) تا (۵-۵) محاسبه شده است، و نتایج آن در جدول (۴) ارائه گردیده است. بر اساس جدول (۴) بالاترین ضریب تداوم باد به ترتیب مربوط به ایستگاه لامرد، کازرون و شیراز به میزان ۱۲۹/۰، ۱۲/۰، ۹۲/۰ می‌باشد.

جدول (۴) مقادیر ضریب تداوم باد برای ایستگاه‌های مورد نظر

ایستگاه	ضریب تداوم(٪)	ایستگاه	ضریب تداوم(٪)
آباده	۰/۰۷۹	فسا	۰/۰۷۴
شیراز	۰/۰۹۲	اقلید	۰/۰۷۹
زرقان	۰/۰۷۵	لار	۰/۰۷۵
سدردوزن	۰/۰۶۶	کازرون	۰/۱۲
داراب	۰/۰۷۴	نیریز	۰/۰۳۹
لامرد	۰/۱۲۹		

Source: Research findings, 2018

محاسبه انرژی باد در ارتفاعات ۳۰ تا ۸۰ متری

افزایش سرعت باد با افزایش ارتفاع ارتباط مستقیم دارد. سرعت باد با افزایش ارتفاع زیاد می‌شود، این افزایش ناشی از تأثیر کاهش اصطکاک بوده و شرایط ترمودینامیکی جو در میزان آن نیز مؤثر است (kavyani,1384). مقادیر چگالی انرژی محاسبه شده مربوط به اطلاعات ثبت شده در ارتفاع ۱۰ متری سطح زمین می‌باشد. لذا بررسی روند تغییرات چگالی انرژی باد نسبت به ارتفاع ضروری است. چگالی انرژی باد در ارتفاعات ۳۰ تا ۸۰ متری، که از طریق رابطه (۶) بررسی شده است در جدول زیر ارائه گردیده است. با توجه به جدول (۵)، چگالی انرژی باد در ارتفاع ۸۰ متری، در ایستگاه اقلید دارای بیشترین انرژی نسبت به دیگر ایستگاه‌ها، برابر با 558.5 وات بر مترمربع، و

ایستگاه‌های آباد، زرقان، نیریز و کازرون که در رده‌های بعدی به ترتیب برابر با ۲۹۰/۵۴، ۲۷۹/۱، ۲۵۳/۵۳ و ۲۰۰/۹۱ وات بر مترمربع می‌باشد.

جدول (۴) - محاسبه انرژی باد در ارتفاعات ۳۰ تا ۸۰ متری

ایستگاه	۱۰متری	۳۰متری	۴۰متری	۵۰متری	۶۰متری	۷۰متری	۸۰متری
اقلید	227.19	365.35	413.7	455.45	492.63	492.63	558.5
کازرون	80.97	131.11	13.66	163.81	177.3	177.3	200.91
آباد	117.7	190.22	215.22	237.06	256.51	256.51	290.54
لامرد	71.83	116.47	132.08	145.57	157.58	157.58	16.6
زرقان	112.86	182.2	206.46	227.42	246.07	246.07	279.1
داراب	44.4	71.5	81.21	89.6	97.06	97.06	110.12
سدردوزن	50.18	82.4	92.83	102.38	110.88	110.88	126.3
نی ریز	102.81	166.08	17.4	207.29	224.08	224.08	253.53
شیراز	45.4	74.12	84.17	92.85	100.58	100.58	114.1
فسا	46.69	76.19	86.51	95.43	103.37	103.37	117.26
لار	7.68	143.46	162.63	179.18	193.92	193.92	220

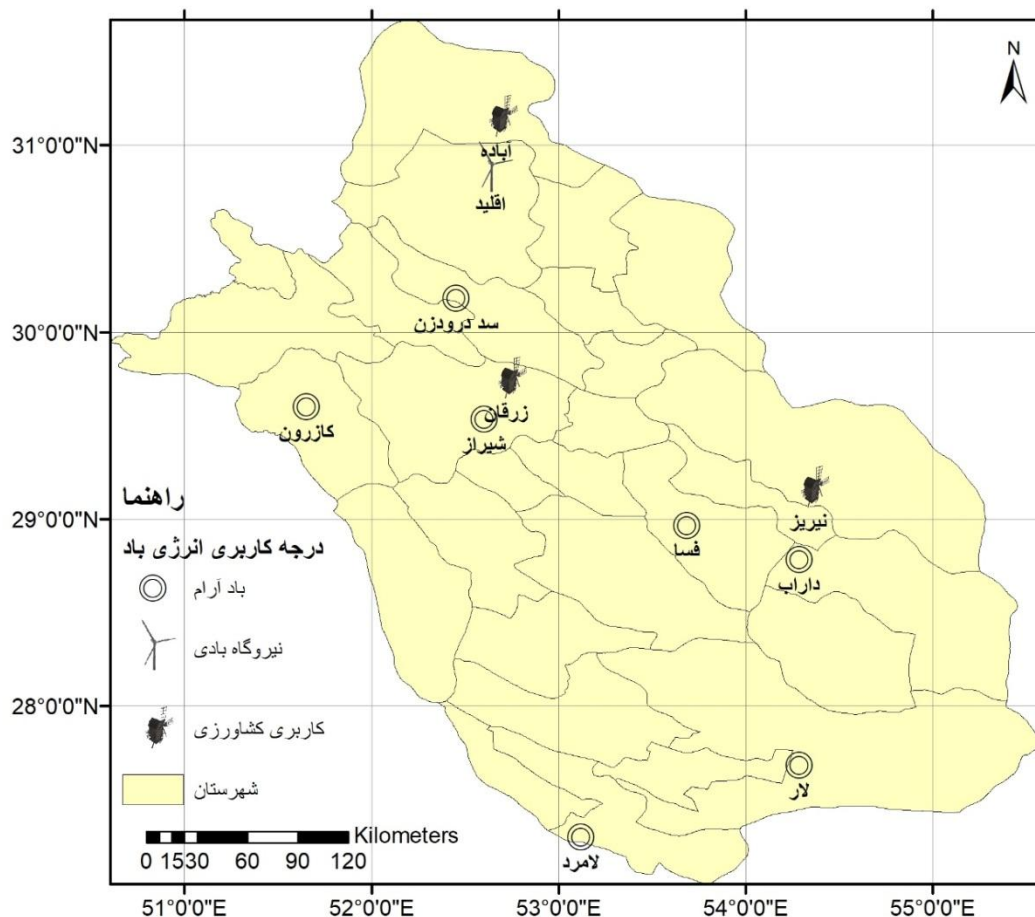
Source: Research findings, 2018

جدول (۵) - درجه بندی نواحی مختلف از نظر انرژی باد

ملاحظات	چگالی باد(وات بر متر مربع)	قدرت باد نواحی مختلف
ناحیه باد خیز محسوب نمی‌شود	از صفر تا ۱۰۰	درجه I
از انرژی باد این نواحی می‌توان جهت مصارف کشاورزی نظیر پمپاژ آب استفاده نمود	از ۱۰۰ تا ۱۵۰	II
	از ۱۵۰ تا ۲۰۰	III
این نواحی برای نصب نیروگاه‌های بادی مناسب است	از ۲۰۰ تا ۲۵۰	IV
	از ۲۵۰ تا ۳۰۰	V
از نواحی پر باد و مناسب پارک‌های بادی محسوب می‌شود	از ۳۰۰ تا ۴۰۰	VI
	از ۴۰۰ تا ۱۰۰۰	VII

Source: Abdoli, 2009

با توجه به جدول بالا در ارتفاع ۱۰متری، ایستگاه اقلید از نوع کلاس IV بوده، و این مکان برای ایجاد انرژی بادی مناسب می‌باشد. ایستگاه‌های آباد، زرقان، نیریز به علت پایین بودن چگالی توان باد و قرار گرفتن در کلاس III از انرژی باد این نواحی، می‌توان جهت مصارف کشاورزی نظیر پمپاژ آب استفاده نمود. ایستگاه‌های کازرون، لامرد، داراب، سدردوزن، شیراز، فسا، لار به علت چگالی بسیار پایین (کلاس I) انرژی باد به عنوان ناحیه باد خیز محسوب نمی‌شوند و استفاده از انرژی بادی این مناطق مقرون به صرفه نیست.



شکل (۲) - درجه کاربری انرژی بادی در استان فارس
Source: Research findings, 2018

نتیجه گیری و دستاورد علمی پژوهشی

این پژوهش در محدوده استان فارس با وسعتی حدود ۱۳۳ هزار کیلومتر مربع می باشد که بین عرض جغرافیایی ۲۷ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۴۰ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۵۵ درجه و ۳۵ دقیقه شرقی قرار دارد. این استان از شمال به اصفهان، از جنوب به هرمزگان، از شرق به کرمان و یزد و از غرب به بوشهر و یاسوج محدود می شود. میانگین بارندگی در این استان ۲۳۱/۰۶ میلیمتر و میانگین دما ۱۸/۹۲ درجه سانتیگراد است. از ویژگی های این استان متنوع بالای اقلیمی آن است. سه ناحیه آب و هوایی گوناگون در استان فارس وجود دارد. نخست ناحیه کوهستانی شمال و شمال غربی شامل شهرستان هایی چون (آباده بوانات، ایزدخواست، اقلید، خرمبید، سپیدان) با زمستان های نسبتاً سرد و تابستان های معتدل. دوم نواحی مرکزی و غربی (ممسنی، کازرون، شیراز، مرودشت، استهبان، فسا، جهرم، فیروزآباد) با زمستان های نسبتاً بارانی و معتدل و تابستان های گرم و خشک. ناحیه سوم در جنوب و جنوب شرقی (نیریز، داراب، لار، لامرد) دارای زمستان های معتدل و تابستان های بسیار گرم است. استان فارس به دلیل تأثیر عوامل مختلفی مانند ویژگی های توپوگرافی، جهت ناهمواری ها و چین خوردگی ها، ارتفاع، عرض جغرافیایی و غیره از اقلیم متنوعی برخوردار است. بررسی آب و هوای این استان در چند دهه اخیر نشان

می‌دهد که استان فارس، تحت تأثیر سیستم‌های جوی و توده‌های هوای متفاوتی قرار می‌گیرد که عمده‌ترین آن‌ها به ترتیب اهمیت عبارت‌اند از :

توده هوای سودانی : منشأ این توده شمال شرق آفریقا است که پس از کسب رطوبت از دریای سرخ و پهنه‌های رطوبتی دیگر، از جنوب غرب وارد استان فارس شده و اکثر مناطق آن را به خصوص، در فصل زمستان تحت تأثیر قرار می‌دهد. نتیجه ورود این سیستم، به وجود آمدن بارش در بیشتر شهرستان‌ها به جز شمال شرق استان است.

توده هوای مدیترانه‌ای: این توده‌ی هوا از اقیانوس اطلس و دریای مدیترانه به سمت فارس می‌وزد و بیشترین تأثیر را از نظر بارش در ارتفاعات شمال غرب و غرب استان به جای می‌گذارد.

توده هوای سیبری: این توده‌ی هوا از سمت سیبری و با جهت شمال شرقی - جنوب غربی به سمت این استان می‌وزد و موجب برودت هوا در زمستان، به ویژه در نواحی کوهستانی می‌گردد. در برخی سال‌ها، اختلاط این توده هوای خشک با رطوبت توده هوای غرب و جنوب غربی، سبب ریزش‌های جوی به شکل برف حتی در مناطق کم ارتفاع جنوب استان خواهد شد.

توده هوای حاره‌ای قاره: این توده هوا از سمت شبه جزیره عربستان و در فصل تابستان به سمت استان فارس وزیده و نتیجه‌ای جز گرما و در برخی موارد به همراه آوردن گرد و خاک ندارد

در این پژوهش تحلیل فراوانی سرعت باد مورد بررسی قرار گرفت . دوره آماری بکار گرفته شده در این پژوهش ۱۰ ساله (۲۰۰۵-۲۰۱۵) ایستگاه‌های مورد مطالعه ۱۱ ایستگاه (آباد، اقلید، داراب، سدردوزن، زرقان، لار، شیراز، نیریز، فسا، کازرون و لامرد) بوده است. هدف اصلی این پژوهش، شناسایی ویژگی‌های باد (سمت و سرعت باد) در استان فارس، برآورد انرژی و همچنین تعیین مکان مناسب برای سرمایه‌گذاری و بهره‌برداری از انرژی باد می‌باشد. این فعالیت، تنها شناخت پایه‌ای و مقدماتی در رابطه با پتانسیل انرژی باد منطقه فارس است و زمینه‌ای را به منظور مطالعات مورد نیاز بعدی در اختیار برنامه‌ریزان قرار می‌دهد. از این رو، تعیین سایت‌های مناسب جهت احداث مزرعه بادی مطالعات جامع‌تری را در آینده می‌طلبد.

وضعیت ایستگاه‌ها را از نظر پتانسیل انرژی باد با استفاده از روش پارامترهای شکل (K) و مقیاس (C) توزیع ویبول و ویژگی‌های باد با استفاده از پارامترهای محتمل‌ترین سرعت، سرعت نامی (سرعتی که بیشترین انرژی را تولید میکند)، شدت آشفته‌گی، ضریب تداوم مورد بررسی قرار گرفت . با توجه به پارامترهای شکل (K) و مقیاس (C) توزیع ویبول، وضعیت ایستگاه‌ها را از نظر پتانسیل انرژی باد نشان می‌دهد ایستگاه اقلید، داراب، آباد و شیراز به ترتیب با کمترین مقدار K دارای توزیع وسیعی از سرعت‌های باد، اطراف سرعت متوسط می‌باشد و ایستگاه لامرد، زرقان، فسا، لار، سدردوزن، نی ریز، کازرون به ترتیب دارای بیشترین مقدار K و نشان دهنده مقدار محدودتری از سرعت‌های باد اطراف سرعت متوسط می‌باشد. بدیهی است مقدار کمتر k، معمولاً موجب به دست آوردن انرژی بیشتری می‌شود. شدت آشفته‌گی بیشتر نشان دهنده ی عدم یکنواختی جریان هوا در منطقه است . این عامل باعث می‌شود که توربین‌ها کمتر با پدیده خستگی مواجه شوند بر اساس بررسی های به عمل آمده، بیشترین میزان شدت آشفته‌گی نیز مربوط به ایستگاه اقلید به میزان ۶۰٪ می‌باشد. ایستگاه‌های فسا لامرد کازرون، لار و سدردوزن به ترتیب با ۵۰٪، ۴۹٪، ۴۳٪، ۴۲٪ و ۴۵٪ در رده‌های بعدی قرار دارند. و همچنین ضریب تداوم یا ثبات باد که در امکان

سنجی استفاده از انرژی باد در یک منطقه مهم است، مقایسه ای نسبی بین میانگین های عددی و برداری باد به محسوب می شود. بالاترین ضریب تداوم باد به ترتیب مربوط به ایستگاه لامرد، کازرون و شیراز به میزان ۰/۱۲۹، ۰/۱۲، ۰/۰۹۲ می باشد. افزایش سرعت باد با افزایش ارتفاع ارتباط مستقیم دارد. سرعت باد با افزایش ارتفاع زیاد می شود، این افزایش ناشی از تأثیر کاهش اصطکاک بوده و شرایط ترمودینامیکی جو در میزان آن نیز مؤثر است (کاوایی، ۱۳۸۴، ۱۳۵). مقادیر چگالی انرژی محاسبه شده مربوط به اطلاعات ثبت شده در ارتفاع ۱۰ متری سطح زمین می باشد. لذا بررسی روند تغییرات چگالی انرژی باد نسبت به ارتفاع ضروری است. چگالی انرژی باد در ارتفاع ۸۰ متری، در ایستگاه اقلید دارای بیشترین انرژی نسبت به دیگر ایستگاه ها، برابر با ۵۵۸/۵ وات بر مترمربع، و ایستگاه های آباده، زرقان، نیریز و کازرون که در رده های بعدی به ترتیب برابر با ۲۹۰/۵۴، ۲۷۹/۱، ۲۵۳/۵۳ و ۲۰۰/۹۱ وات بر مترمربع می باشد. ایستگاه اقلید از نوع کلاس IV بوده، و این مکان برای تولید انرژی بادی مناسب می باشد. با توجه به اینکه کشاورزی به صورت گسترده در استان فارس انجام می گیرد و بیشترین چگالی انرژی باد استان فارس در فصل گرم سال می باشد می توان در خصوص پمپاژ آب جهت مصارف کشاورزی از این انرژی استفاده کرد.

و همچنین با توجه به پتانسیل مناسب انرژی باد در بخش های شمالی استان فارس می توان با احداث مزرعه توربین های بادی از این انرژی استفاده کرد. ایستگاه های آباده زرقان، نیریز به علت پایین بودن چگالی توان باد و قرار گرفتن در کلاس III از انرژی باد این نواحی، می توان جهت مصارف کشاورزی نظیر پمپاژ آب استفاده نمود. ایستگاه های کازرون، لامرد، داراب، سد رودزن، شیراز، فسا، لار به علت چگالی بسیار پایین (کلاس I) انرژی باد به عنوان ناحیه بادخیز محسوب نمی شوند و استفاده از انرژی بادی این مناطق مقرون به صرفه نیست. امروزه با پیشرفت علوم و فنون از این نیرو در جهت تولید حرارت نیز استفاده می شود. تبدیل این نیرو به حرارت حاوی دو امتیاز است اولاً به سادگی قابل ذخیره بوده، ثانیاً فاقد اتلاف انرژی است. به این معنی که انرژی حرارتی حاصل از نیروی باد نیاز به تبدیل به برق و سپس تبدیل به حرارت ندارد، بلکه نیروی باد را مستقیماً بدون اتلاف انرژی به حرارت می توان تبدیل نمود.

کاربرد مقاله در برنامه ریزی:

تعیین مکان مناسب برای سرمایه گذاری و بهره برداری از انرژی باد

تعیین سایت های مناسب جهت احداث مزرعه بادی

تبدیل نیروی باد به انرژی حرارتی

جهت مصارف کشاورزی نظیر پمپاژ آب مخصوصاً در فصول گرم سال

با توجه به پتانسیل مناسب انرژی باد در بخش های شمالی استان فارس می توان با احداث مزرعه توربین های بادی از این انرژی استفاده کرد

References

- Ali jani, bohlol, aab va havaye iran, entesharate payame noor, chape haftom, mehr 1385
 Aydin, N, y, kentel, E, Duzgun, s (2010). GIS-based environmental assessment of wind energy systems for spatial planning. Renewable and sustainable Energy Reviews, Vol.14, pp. 364-373

- Bakhtiari, Bahram, Ghoroman, Nozar, Rahimi Ishaq (2013), Using artificial neural network approach to predict short wind speed of Jiroft, Iranian Journal of Soil and Water Research, Volume 44, Issue 1.
- Bagiorgas, H., Assimakopoulos, M., Theoharopoulos, D., Matthopoulos, D., & Mihalakakou, G. (2007). Electricity generation using wind energy conversion systems in the area of Western Greece. *Energy Conversion and Management*, 48(5), 1640-1655
- Dundar, cihan;Iran, Demir (1997),"The analysis of wind data and wind energy potential in bandirma", Turkey.
- Edareh kol jahad keshavarzi ostan fars,(1386),amar va shenakht jghrafeyaye keshavarzi ostan fars
- Famori,jalal,(1385) majmoeh zesty,divan m,khak haye iran,chap dovom
- Ghahremani,nozar,gharekhani,abozar(1389),Barresi ravande tagheyrate sorat bad dar gostare eghlimi iran,majaleh abyari va zehkeshi iran,shomare 1,jeld 4,bahar 1389,safhe 31-34
- Gandomkar,amir(1388),arzyabi potanseyl bad dar keshvare iran,majaleh joghrafeya va barnamerez shahri,shomare peyape 36,shomare 4,safhe 85-100
- Jacobson, M, 2012, Myths and realities about wind, water, and sun (WWS)versus current fuels, September 26, 2012
- Jacobson . m. and Delucchi,A,M.,2011,Providing all global energy with wind, water ,and solar power, part I : Reliability , system and transmission costs , and policies,energy 33.
- Jahanbakhsh, saeed va hamkaran (1394),moghayese raveshhaye baravord paramethaye tozee webool jahate toolid enerji bad dar ostan azarbajejan sharghi,faslname joghrafeya va barnamereze mohiti,shomare 59
- Moradi,najmeh va pormohamadi,samaneh(1392),barrese tabee tozie ehtemal va doreh bazgashthaye parameter sorat bad jehate taen estgahhaye hamgen dar ostan charmahal va bakteyari,sevomin hamayesh meli farsayesh badi va tofanhaye gardghobar ,yazd
- Masoudyan,seyed abolfazl,aab va havaye iran,entesharat share toos mashhad,chap aval,paeez 1390
- Parkheyal,soheyl,kahdbaniyan,ahmad,monfared,mohammad(1398),modele novine amari baraye pishbini tagheerat sorat va jahate bad eae model va sanjesh karaee,majale mohandesi mavad,shomare 2, safahate 123-138
- Saghafi,mahmod(1372), enerji badi , karborde on dar keshavarzi,entesharat daneshgah Tehran,safhe 125
- Saghafi,majid va hamkaran (1384)Barresi potanseyle bad seyahposh dar ostane ghazvin baraye ehdas nirogahe badi,panjomin hamayesh meli enerji
- Sedaghat zadeh,Zohreh va hamkaran (1389),ostan shenasi fars,shiraz,entesharat takhte jamshid.
- Porpanjah,mohamadrezamemmaryan, Hossein,Mirrokn Syed Majid (2013), analysis of dust storms in Yazd province based on numerical modeling, *Journal of Geography and environmental hazards*, No. XII.
- Rahim Zadeh,F., Pedram, M., Sedaghat Kardar, A., and GH., Kamali,(2010), Estimation of wind energy in synoptic station of Efahan province, *Geography and Environmental PLANNING*, 20, PP:155-172.
- Rahimzadeh, Fatemeh, Pedram, Mojdeh, Honesty, Abdollah, Kamali,Gholamali (2009) Estimation of wind at the stations of Isfahan province, *Geography and Environmental Planning*, No.3,Autumn 88
- Rezazadeh,M.,Irannejad,P.,Shao,Y.,(2013).Dust emission simulation with the WRF-Chem model using new surface data in the middle East region.*journal of the earth and Space Physics* 1 , 191-212
- Saeedi, D., Nematollahi, A. And the Rajabi universe, AS. A (2011), Investigating the Wind Energy Potential in North Khorasan Province in *Iran Scientific Journal of Energy Management* (1), 49-56.*geosciences research*, 2010, 44 (2), p. 32-19
- www.ewea.org