

امکان سنجی احداث نیروگاه بادی در شهرستان تربت حیدریه جهت توسعه روستایی

احسان تقی‌زاده طوسی^{۱*}، محمد راستی^۲، علی غلام‌ولوجردی^۳ و مالک امیدی^۴

تاریخ پذیرش: ۶ دی ۱۳۹۶

تاریخ دریافت: ۶ آبان ۱۳۹۶

چکیده

در این تحقیق پتانسیل احداث نیروگاه بادی در شهرستان تربت حیدریه و روستاهای اطراف آن و ضرورت ایجاد بادشکن در مناطق روستایی این شهرستان مورد بررسی قرار گرفته است. با توجه به وجود نیروگاه بادی در شهرستان نیشابور، با مقایسه سرعت وزش باد در دو شهرستان تربت حیدریه و نیشابور، پتانسیل امکان احداث نیروگاه بادی در شهرستان تربت حیدریه و روستاهای اطراف آن مورد بررسی قرار گرفته است. نمودار سرعت باد (به عنوان شاخص کیفیت باد برای تولید انرژی برق) در طی ۱۱ سال برای دو شهرستان تربت حیدریه و نیشابور، ترسیم و مقایسه گردید. همچنین، ضرورت احداث نیروگاه بادی در روستاهای اطراف شهرستان تربت حیدریه و تأثیر مستقیم و غیرمستقیم آن در توسعه پایدار روستایی، مورد تحلیل و بررسی قرار گرفت. سرعت وزش باد در دو شهرستان با استفاده از داده‌های سازمان هواشناسی، به صورت خطی - نقطه‌ای تهیه شد. برداشت داده‌ها در هشت بازه زمانی سه‌ساعته در طول یک شبانه‌روز انجام گرفت. با تحلیل و بررسی سرعت وزش باد در ۳۳۱۲۰ بازه زمانی متوالی، مشخص گردید که میانگین سرعت وزش باد در شهرستان تربت حیدریه، در طول ۱۱ سال اخیر (۱۳۸۵ الی ۱۳۹۵)، همواره بیشتر از بیشینه سرعت وزش باد در نیشابور می‌باشد. بنابراین نتایج حاصل از این تحقیق، نشان می‌دهد که شهرستان تربت حیدریه، به خصوص روستاهایی که در حومه آن قرار دارند، پتانسیل احداث نیروگاه بادی را دارا می‌باشند.

کلمات کلیدی: انرژی باد، بادشکن، توربین بادی، توسعه روستایی، نیروگاه بادی

۱- استادیار گروه مهندسی مکانیک، دانشگاه تربت حیدریه، تربت حیدریه، ایران

۲- دانشجوی کارشناسی، گروه مهندسی مکانیک، دانشگاه تربت حیدریه، تربت حیدریه، ایران
(*) نویسنده مسئول: e.taghizadeh@torbath.ac.ir

مقدمه

برای استفاده حداکثری از انرژی باد، پارامترهای مهمی همچون سرعت باد، تداوم باد، سیستم تبدیل و ذخیره انرژی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشند. با توجه به هزینه بالای اجرا و نگهداری طرح‌های بهره‌برداری از انرژی-های تجدیدپذیر، بررسی و تحلیل شرایط محیطی و اقلیمی، بسیار ضروری می‌باشد. از طرف دیگر، با توجه به شدت وزش باد در روستاهای اطراف شهرستان تربت حیدریه، ایجاد بادشکن می‌تواند تأثیر به‌سزایی در راندمان بخش‌های مختلف کشاورزی و دامی داشته باشد. یکی از دلایل و الزامات توسعه برق بادی، مقابله با تغییرات جهانی آب و هوا است، که به شدت جهان را تهدید می‌کند. درجه حرارت جهان به‌طور متوسط در طی صد سال آینده، ۵/۸ درجه سلسیوس افزایش خواهد یافت، که این خود می‌تواند پدیده‌هایی مانند وقوع سیل، خشک‌سالی و نوسان‌های شدید آب و هوایی را به همراه داشته باشد (انجمن ای‌پی‌سی‌سی، پیش‌بینی تغییرات آب و هوا). به همین سبب کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای به عنوان یک ضرورت جهانی شناخته شده است. از سال ۱۹۹۰ به بعد، استفاده از انرژی باد با رشد متوسط سالیانه بیش از ۲۶ درصد، بالاترین میزان رشد را در بین منابع مختلف انرژی داشته است (سایت وزارت نیرو، ۱۳۹۶).

بر اساس گزارش سازمان بهداشت جهانی، آلودگی هوا بیش از سایر آلودگی‌ها در مرگ و میر تأثیرگذار بوده است. به‌طوری‌که در سال ۲۰۱۱، بیش از دو میلیون نفر در جهان بر اثر آلودگی هوا جان خود را از دست داده‌اند. این آمار برای ایران بر اساس گزارش سازمان‌های رسمی داخلی (سازمان بهداشت زهرا و ستاد حفاظت از محیط زیست و توسعه پایدار شهرداری تهران)، بیش از ۴۵۰۰۰ نفر در سال فقط در تهران است. به ازای هر مگاوات ساعت تولید انرژی با سوخت فسیلی، بیش از ۳ کیلوگرم انواع اکسیدها (غیرکربنی) و منواکسید کربن، و حدود ۶۵۷ کیلوگرم دی‌اکسید کربن، وارد محیط زیست شده و باعث آلودگی آن می‌گردد (منصور و همکاران، ۱۳۹۰). قسمت اعظمی از آلودگی‌های هوا از انتشار محصولات احتراقی (از طریق صنایع، وسایل نقلیه و جمعیت) ناشی می‌گردد. اکسیدهای گوگرد که در بیشتر موارد حاصل احتراق نفت و زغال سنگ است، به مقدار زیادی از طریق نیروگاه‌ها و معادن بزرگی که در حال حاضر وجود دارند، در هوا پراکنده می‌شوند. همچنین اگر فرآیند احتراق به‌طور کامل صورت نگیرد، قادر است محصولات زیان‌آورتری، تولید کند. از عمده آلوده‌کننده‌های حاصل از اتومبیل‌ها نیز می‌توان به هیدروکربن‌های نسوخته یا نیم-سوخته، همراه با اکسیدهای ازت و منوکسیدکربن اشاره کرد. همچنین افزایش جمعیت، رشد و توسعه شهرها، پیشرفت صنعت و دانش فنی و استفاده روزافزون از وسایل نقلیه، مشکلات و معضلات زیست‌محیطی و آسیب‌های وارد به محیط زیست را افزایش می‌دهند و باعث کاهش رفاه ساکنین سطح شهر و ایجاد هزینه‌های اجتماعی فراوانی می‌گردد. آلودگی هوا به صورت مختلف، فرد و جامعه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. این آلودگی‌ها می‌تواند اثرات منفی و بیماری‌های ابتدایی مانند سرفه و ناراحتی سینه تا مرگ‌ومیر را ناشی شود. خروج نزدیک به ۳۰ نوع ماده از احتراق سوخت‌های فسیلی می‌تواند به بیش از ۳۵ نوع بیماری؛ همچون امراض قلبی، ریوی، تنگی نفس، بیماری‌های روده-ای، کلیوی و خسارات وارد بر مغز انسان منجر شود (خوش‌اخلاق، ۱۳۸۱). این آمار و بسیاری از آمارهای دیگر زنگ خطری است، برای بسیاری از کشورها تا انرژی‌های تجدیدپذیر را در سبد مصرفی خود قرار داده و از آسیب‌های بیشتر حاصل از سوخت فسیلی جلوگیری نمایند.

با توجه به بهره‌وری بالا در تولید و مصرف انرژی‌های نو، بسیاری از کشورها به استفاده و به‌کارگیری این انرژی‌ها، تمایل پیدا کرده‌اند. به همین دلیل، در دهه گذشته با رشد بی‌سابقه‌ای در انرژی‌های نو و تجدیدپذیر روبه‌رو بوده‌ایم. هم‌چنین طبق تحقیقات محققان، توسعه انرژی‌های نو می‌تواند باعث بهبود محیط زیست، افزایش امنیت انرژی و در مقیاس بزرگ‌تر سرمایه‌گذاری‌های بدون ریسک شود (کای و همکاران^۱، ۲۰۱۴). استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر برای جایگزینی سوخت‌های فسیلی، از ابتدای دهه ۱۹۸۰ در جهان آغاز شد. می‌توان از جمله دلایل بهره‌برداری از این منابع انرژی، ضرورت‌های زیست‌محیطی و تنوع بخشیدن به منابع انرژی مورد استفاده را نام برد، که به‌طور روزافزون در حال گسترش است. در آینده‌ای نزدیک، انرژی‌های نو و تجدید شونده سهم بیشتری را در تأمین انرژی جهان، به خود اختصاص خواهند داد. تجدیدپذیری، عدم آلودگی، گسترده‌گی این منابع در جهان و سادگی در بهره‌برداری، انرژی تجدیدپذیر را به ویژه برای کشورهای در حال توسعه از جاذبه بیشتری برخوردار کرده است. از این‌رو در برنامه و سیاست‌های ملی و بین‌المللی، نقش ویژه‌ای به منابع تجدیدپذیر انرژی محول شده است (صلاحی، ۱۳۸۳).

در سال ۲۰۱۱، ترکولیاس و میرجدس^۲، ثابت نمودند که؛ اقتصاد سبز می‌تواند تعداد زیادی شغل جدید در بخش‌های مختلف جامعه ایجاد نموده و یک محرک حیاتی برای توسعه پایدار هر کشوری باشد. آثار اشتغال ایجاد شده توسط فعالیت‌های اقتصادی به سه دسته مجزای مستقیم، غیرمستقیم و القایی تقسیم می‌شود (ترکولیاس و میرجدس، ۲۰۱۱). بیش از ۸۰ درصد انرژی مصرفی جهان از سوخت‌های فسیلی تأمین می‌شود. این آمار در ایران بسیار بالاتر بوده و به رقم ۹۸ درصد کل انرژی مصرفی کشور می‌رسد (معینی و همکاران، ۱۳۸۹). سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر به‌طور فزاینده‌ای به سمت برق بادی و خورشیدی متمایز شده است. در سال ۲۰۱۵ برق خورشیدی برای چندمین بار و با اختلاف بسیار زیاد از دیگر انواع انرژی‌های تجدیدپذیر، در رتبه اول سرمایه‌گذاری در بخش انرژی‌های نو، قرار گرفت. در این سال بیش از ۱۶۱ میلیارد دلار، در بخش تولید برق خورشیدی سرمایه‌گذاری گردید. به عبارت بهتر سرمایه‌گذاری در بخش انرژی خورشیدی با ۱۲ درصد رشد نسبت به سال ۲۰۱۴، بیش از ۵۶ درصد از کل سرمایه‌گذاری در بخش انرژی‌های نو را به خود اختصاص داد. برق بادی با رشد ۴ درصدی نسبت به سال ۲۰۱۴، با ۱۰۹/۶ میلیارد دلار سرمایه‌گذاری، بیش از ۳۸ درصد از کل سهم بازار انرژی‌های نو را در اختیار داشته و در رده دوم قرار گرفت. سرمایه‌گذاری در همه فناوری‌های دیگر غیر از برق خورشیدی و بادی نسبت به سال ۲۰۱۴ کاهش پیدا کرد. در سال ۲۰۱۵ برای نخستین بار، سرمایه‌گذاری در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای در حال توسعه نسبت به کشورهای توسعه‌یافته، بیشتر گردید. میزان سرمایه‌گذاری کشورهای توسعه‌یافته با ۸ درصد کاهش در سال ۲۰۱۵، به ۱۳۰ میلیارد دلار رسید (سازمان انرژی‌های نو ایران، ۱۳۹۵).

از شرایط اقلیمی کشور ایران، به نظر می‌رسد که انرژی خورشید و باد اقتصادی‌ترین و مقرون‌به‌صرفه‌ترین نوع از انرژی‌های تجدیدپذیر می‌باشند. صادقی و همکاران در سال ۱۳۹۵ نشان دادند که، میزان اشتغال مستقیم و غیرمستقیم با افزایش استفاده از ظرفیت انرژی‌های تجدیدپذیر افزایش می‌یابد. هم‌چنین نتایج نشان می‌دهد که

1- Cai et al

2- Tourkolias and Mirasgedis

میزان اشتغال غیرمستقیم، در مجموع، بالاتر از اشتغال مستقیم بوده است. براساس سه سناریو، در مرحله ساخت، اشتغال غیرمستقیم سلول‌های خورشیدی بیشتر از اشتغال مستقیم بوده است و در مرحله عملیاتی اشتغال مستقیم سلول‌های خورشیدی بهتر از اشتغال غیرمستقیم آن می‌باشد که نشان از اهمیت سلول‌های خورشیدی برای اشتغال-زایی و تولید برق دارد (صادقی و همکاران، ۱۳۹۵). هر چند با توجه به تعداد روزهای آفتابی و میزان تابش بالای خورشید در بسیاری از مناطق کشور، استفاده از انرژی خورشیدی بر سایر روش‌های تولید انرژی‌های نو در ایران برتری آشکاری دارد، ولی نباید از این نکته غافل شد که بازده استفاده از سلول‌های فتوالکتریک در تبدیل انرژی خورشیدی به برق حدود ۱۰ تا ۱۵ درصد است (ثقفی، ۱۳۷۲). هم‌چنین سلول‌های خورشیدی با توجه به نیاز به تکنولوژی‌های پیشرفته، دارای هزینه‌های زیادی بوده و نگهداری از آن‌ها نیز دارای هزینه‌های زیادی می‌باشد. این مسئله سبب شده است که امروزه توجه بسیاری از کشورهای جهان از جمله ایران به انرژی باد معطوف گردد. با توجه به موارد فوق، در سال‌های اخیر نیروگاه‌های بادی به‌طور حیرت‌انگیزی از هر نظر (حتی از نظر اقتصادی) قابل رقابت با سایر نیروگاه‌ها، شده‌اند. پنج کشور آلمان، آمریکا، دانمارک، هندوستان و اسپانیا بزرگ‌ترین بازار انرژی بادی را در اختیار دارند. آلمان از نظر میزان ظرفیت نصب شده برای تولید برق بادی، در رتبه اول جهان قرار دارد. این کشور در سال ۲۰۰۷، حدود ۲۳/۷ درصد از ظرفیت تولید برق بادی کل جهان را به خود اختصاص داده بود. بهره‌گیری از انرژی‌های نو، به‌ویژه انرژی باد در کشور، دارای مزایای فراوانی از جمله، عدم آلودگی و حفظ محیط‌زیست، زمان کم برای نصب و راه-اندازی، حفظ ذخایر نفتی برای نسل‌های آینده و ایجاد اشتغال و توسعه صنعتی، می‌باشد. تا اوایل سال ۱۳۸۷، تعداد ۳۷ توربین بادی از شرکت وستاس دانمارک، خریداری و در کشور نصب گردیده است (وستاس^۱، ۲۰۰۸). در سال ۱۳۷۹ و به‌منظور بومی‌سازی تکنولوژی توربین‌های بادی در ایران، شرکت صبا نیرو (وابسته به گروه صنعتی سدید) با همکاری شرکت دانمارکی وستاس، با هدف تولید توربین‌های بادی ۳۰۰، ۵۵۰ و ۶۶۰ کیلوواتی تأسیس گردید (سایت وزارت نیرو، ۱۳۹۶).

تأثیر انرژی باد در توسعه روستایی

دسترسی مناسب و آسان به انرژی، موتور رشد، توسعه و پیشرفت کشورها است. تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی دولت‌ها در این زمینه اثرات مستقیم بر زندگی مردم و جامعه دارد (ورد بانک^۲، ۲۰۰۲). حدود ۹۸ درصد ظرفیت تولید نیروگاه‌های برق کشور (معادل ۴۶۰۰۰ مگاوات در سال ۱۳۸۶) متکی به سوخت‌های فسیلی است (آرسی‌آرای^۳، ۱۳۸۸). بانک جهانی در سال ۲۰۰۰ میلادی، تحقیقاتی را با عنوان تجارت، مبادلات خارجی و سیاست‌های انرژی در جمهوری اسلامی ایران انجام داد. در این تحقیقات، براساس مدل‌سازی، به تحلیل وضعیت ۱۰ خانوار شهری و ۱۰ خانوار روستایی پرداخته شد. مهم‌ترین مسئله‌ای که در این تحقیق مورد توجه قرار گرفته است، تأثیرات و تبعات نامقبول سیستم فعلی یارانه انرژی در کشور است. این میزان یارانه معادل ۱۸ درصد درآمد ناخالص ملی است و قیمت برخی از این سوخت‌ها بسیار پایین‌تر از قیمت حامل‌های انرژی در جهان است. از شبیه‌سازی و تحلیل حالت‌های

1- Vestas
2- World Bank
3- RCRA

مختلف مشخص شده است که در صورت تغییر الگوی فعلی فروش و مصرف انرژی، افزایش ۵۰ درصدی درآمد سرانه برای هر ایرانی حاصل می‌شود (جنسن و تار^۱، ۲۰۰۲). چرخ توسعه و پیشرفت جوامع بشری با دسترسی به انرژی به چرخش در می‌آید. تصمیمات و برنامه‌ریزی‌های دولت‌ها به‌طور مستقیم بر این امر تأثیر دارد (ورد بانک، ۲۰۰۲). ارتقاء کیفیت زندگی روستایی و هم‌چنین رونق کار و اشتغال روستاییان از جمله عواملی هستند که به شدت تحت تأثیر تأمین انرژی ارزان و پایه، برای موارد مورد نیاز مانند زراعت و صنایع روستایی و تبدیلی است. به‌طوری‌که معمولاً مناطق روستایی بیشتر تحت تأثیر بحران‌های انرژی و قیمت آن، قرار می‌گیرند. انرژی موردنیاز جمعیت روستایی عمدتاً شامل موارد ذیل می‌باشد (عیسی‌زاده و مهرانفر، ۱۳۹۱):

الف) انرژی حرارتی برای مصرف در تهیه غذا، تأمین آب گرم و گرمایش و روشنایی عمومی در مناطق روستایی.

ب) انرژی برای فعالیتهای تولیدی و معیشتی مانند: پمپاژ آب از سفره‌های زیرزمینی، تولید صنایع دستی، استفاده از ماشین‌آلات کشاورزی و صنایع تبدیلی.

با توجه به این‌که توسعه روستایی نیازمند سرمایه‌گذاری در بخش‌های صنعت، کشاورزی و خدمات روستایی است، تأمین انرژی ارزان و پایدار در بخش‌های ذکر شده ضروری است. با افزایش روند استفاده از انرژی، ضرورت‌هایی مانند: حفظ محیط‌زیست و توسعه مناطق روستایی و هم‌چنین استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در طرح‌های معماری، به‌سازی و نوسازی مسکن و بافت‌های روستایی باید در اولویت قرار گیرد. بر این اساس لازم است، تا متخصصین توسعه که به فعالیت در مناطق روستایی مشغول هستند، علاوه بر مورد مطالعه قرار دادن عوامل اجتماعی و اقتصادی، با علم روز و دانش معماری بومی آشنا باشند تا بتوانند با تخصیص امکانات نوین، در مناطق روستایی بومی‌سازی کنند (آر-سی‌آرای، ۱۳۸۸). بر اساس تحقیقات سازمان انرژی‌های نو و بررسی‌های به‌عمل آمده، فرآیند نصب، اجرا، بهره‌برداری و نگهداری از انرژی‌های تجدیدپذیر، عمدتاً در مناطق روستایی و محروم بیشتر امکان می‌یابد. انرژی باد، زمین‌گرمایی و خورشیدی در کشور ایران از پتانسیل بالقوه‌ای برخوردار است. هم‌چنین برای انرژی باد، انرژی‌های ناشی از جزر و مد دریا بستر بسیار مناسب را فراهم آورده است.

انرژی باد از هوای متحرک حاصل می‌شود. هنگامی که تابش خورشید به‌طور نامساوی به سطوح ناهموار زمین می‌رسد، سبب ایجاد تغییرات دما و فشار می‌گردد. در اثر این تغییرات محیطی، باد به‌وجود می‌آید. با توجه به این‌که شهرستان تربت‌حیدریه از نظر جغرافیایی در ناحیه‌ای قرار دارد که دارای پستی و بلندی‌های زیادی است، تغییرات در دما و فشار و به تبع آن وزش باد شدید بر این شهرستان حاکم است. از طرف دیگر شهرستان تربت‌حیدریه به شهرستان خواف به‌عنوان یکی از نقاط استراتژیک باد در جهان، نزدیک است که این عامل می‌تواند به‌عنوان یکی از عوامل مؤثر در پتانسیل احداث نیروگاه بادی در شهرستان تربت‌حیدریه باشد.

علاوه بر مزایای بخش انرژی در احداث نیروگاه برق بادی در مناطق روستایی، احداث این نیروگاه‌ها می‌تواند به-

عنوان بادشکن نیز مورد توجه قرار گیرد. احداث بادشکن‌ها را می‌توان به‌عنوان یک شیوه کاربردی برای کنترل اراضی تحت فرسایش باد دانست. بادشکن‌ها سرعت باد را کاهش و در نتیجه فرسایش را محدود می‌سازند و کاهش دهنده خسارت‌های ناشی از اثرات مکانیکی باد هستند. بادشکن‌ها عملکرد گیاهان زراعی و بازردهی دام‌ها را افزایش داده و خوراک، هیزم و زیستگاهی برای حیات وحش ایجاد می‌کند. از جمله معایب بادشکن‌ها مداخله در استفاده از ماشین آلات کشاورزی است و باعث اشتغال قسمتی از سطح زیرکشت می‌شود و می‌تواند پناهگاه حیوانات یا گیاهان مضر برای کشت باشد. درختان بادشکن، باروری گیاهان زراعی اطراف خود را کاهش می‌دهند.

بادشکن‌ها به دو نوع مصنوعی (یا مکانیکی) و بادشکن‌های زنده یا درختی تقسیم می‌شوند. عوامل زیادی در انتخاب نوع بادشکن مؤثر است. مانند: مناطقی که رشد زودرس دارند و ارزش خاک بالا است، محدودبودن سطح حفاظتی، شرایط محیطی برای رشد پوشش گیاهی جهت ایجاد بادشکن درختی و همچنین تأثیر کاهشی کم بر سرعت باد، از جمله عوامل انتخاب بادشکن‌های مصنوعی هستند. طراحی بادشکن‌های زنده در اطراف مزارع به قرون باستان باز می‌گردد. هم‌اکنون نیز به‌عنوان یک روش برای مصون نگه داشتن محصولات از خطر حرکت ذرات و کاهش اثرات مضر گرما، تبخیر و حتی یخ‌زدگی مورد استفاده قرار می‌گیرد. به‌عنوان نمونه در بازه زمانی سال‌های ۱۳۸۰ تا سال ۱۹۷۰ میلادی، در ایالات متحده آمریکا بیش از ۳۲۰ هزار کیلومتر بادشکن کشت شده است (رفاهی، ۱۳۸۵). با توجه به آسیب‌هایی که سوخت‌های فسیلی در چند سال اخیر به محیط زیست وارد آورده‌اند، می‌توان با استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر همچون باد، گام بزرگی در جهت حفاظت و پاکسازی محیط‌زیست برداشت.

بنابراین با توجه به مروری بر تحقیقات پیشین و اهمیت انرژی باد در توسعه روستایی، در این تحقیق امکان‌سنجی احداث یک نیروگاه بادی در شهرستان تربت حیدریه و مقایسه آن با شهرستان نیشابور که در حال حاضر دارای یک نیروگاه بادی است، انجام می‌شود.

مواد و روش‌ها

آمار سرعت باد، در بازه‌های زمانی سه ساعته در طول شبانه‌روز، از ایستگاه‌های سیپتونیک دو شهرستان تربت حیدریه و نیشابور، از سازمان هواشناسی کشور تهیه گردید. در این پژوهش، تعداد ۳۲۱۲۰ بازه زمانی برای برداشت داده‌ها، مورد استفاده و بررسی قرار گرفته است. آمار سمت و سرعت سه ساعته در ایستگاه‌های بررسی شده، از سال ۱۳۸۵ لغایت سال ۱۳۹۵، تهیه گردیده است. نکته قابل توجه در این آمار، تعداد زیاد داده‌های گمشده می‌باشد. از آن-جاکه باد یک کمیت برداری بوده و دارای جهت و سرعت است و نیز تحت تأثیر توپوگرافی و نحوه استقرار جریان‌های فوقانی جو است (امانی و شمعی، ۱۳۸۹)، تعیین سمت و سرعت باد در ساعات فاقد آمار، غیرممکن بوده و در صورت تخمین نیز با خطا همراه است. اغلب محققان داخلی و خارجی که امکان‌سنجی استفاده از انرژی باد در نواحی مختلف جغرافیایی را مورد مطالعه قرار داده‌اند، از دوره آماری کمتر از ۱۰ سال استفاده نموده‌اند (امانی و شمعی، ۱۳۸۸). ایستگاه‌های مورد بررسی در این پژوهش دارای آمار باد ۱۰ ساله و بیشتر هستند. در این مطالعه تغییرات سرعت باد نسبت به ارتفاع، در ایستگاه‌های مورد مطالعه، بررسی شدند و ترسیم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار اکسل انجام شده است.

موقعیت جغرافیایی

تربت حیدریه یکی از شهرهای استان خراسان رضوی می‌باشد. وسعت شهرستان تربت حیدریه، حدود ۶۱۷۵ هزار کیلومتر مربع و در ۱۴۲ کیلومتری از مرکز استان (مشهد مقدس)، در مدارهای ۵۹ درجه و ۱۲ دقیقه طول شرقی و ۳۴ درجه و ۱۷ دقیقه عرض شمالی، قرار دارد. موقعیت جغرافیایی این شهرستان در شکل ۱، نشان داده شده است. ارتفاع تربت حیدریه در حدود ۱۳۳۳ متر از سطح دریا می‌باشد. تربت حیدریه از شرق به شهرستان‌های تایباد و تربت جام و رشتخوار، از غرب به کاشمر، از شمال به مشهد و نیشابور و فریمان، و از جنوب به شهرستان مه‌ولات، منتهی می‌شود. این شهرستان دارای چهار بخش کدکن، بایگ، جلگه‌رخ و مرکزی است. هم‌چنین شهرستان تربت حیدریه دارای هشت دهستان و ۱۵۰ روستای قابل سکنة می‌باشد (هاگت، ۲۰۰۲).



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی شهرستان‌های استان خراسان رضوی. سازمان نقشه برداری کشور (Google Map)

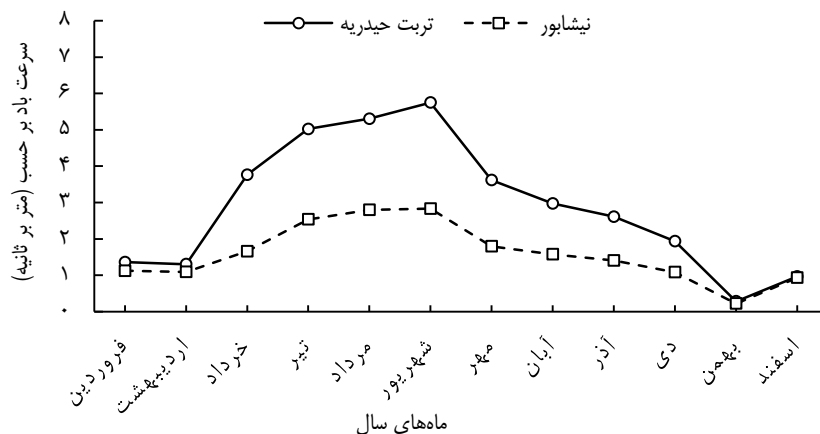
شهرستان نیشابور در حد فاصل مدار ۳۵ درجه و ۴۰ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۵۰ دقیقه و طول جغرافیایی ۵۸ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۱۵ دقیقه قرار گرفته و از شهرستان‌های شمالی استان خراسان رضوی می‌باشد. موقعیت

جغرافیایی شهرستان نیشابور، در شکل ۱، نشان داده شده است. شهرستان نیشابور از شمال با شهرستان قوچان، از شرق با چناران و مشهد، از جنوب با تربت حیدریه و کاشمر، از غرب با سبزوار و از شمال غرب با فاروج از استان خراسان شمالی مرتبط می‌باشد. این شهرستان در مسیر جاده ابریشم و مسیر ترانزیتی تهران-مشهد-افغانستان واقع است. نیشابور از طریق دو جاده فرعی به قوچان و نیز به‌طور مستقیم به تربت حیدریه متصل است. در نتیجه این شهرستان، از موقعیت ژئوپلیتیک بسیار خوبی برخوردار می‌باشد (هاگت، ۲۰۰۲).

نتایج

شکل‌های دو الی ۱۲ مربوط به میانگین ماهانه سرعت وزش باد در دوره ۱۱ ساله در بازه زمانی ۱۳۸۵ الی ۱۳۹۵ و شکل ۱۳ مربوط به میانگین سالانه سرعت وزش باد از سال ۱۳۸۵ الی ۱۳۹۵ برای دو شهرستان تربت حیدریه و نیشابور می‌باشد. شکل ۲ مقایسه سرعت باد در دو شهرستان مورد مطالعه نیشابور و تربت حیدریه را در سال ۱۳۸۵، نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، کمینه سرعت وزش باد در هر دو شهرستان مربوط به ماه بهمن می‌باشد. بیشینه سرعت وزش باد نیز در هر دو شهرستان تربت حیدریه و نیشابور در ماه شهریور است. بر طبق نمودار، سرعت وزش باد در شهرستان تربت حیدریه، در تمام ماه‌های سال ۱۳۸۵، بیشتر از سرعت وزش باد در شهرستان نیشابور است.

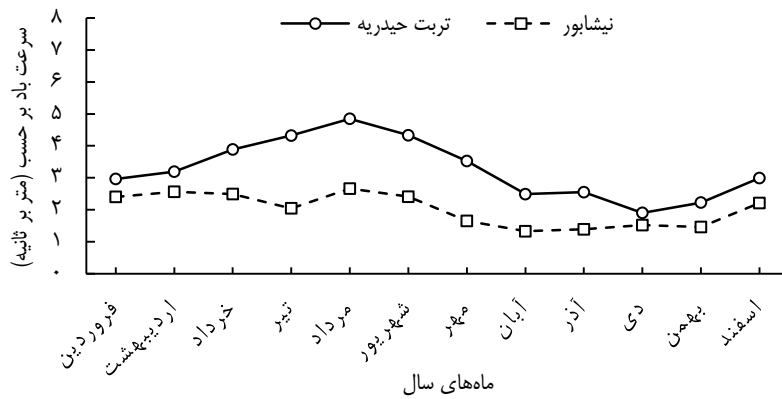
کمترین سرعت وزش باد برای هر دو شهرستان در ماه بهمن و بیشترین سرعت وزش باد در ماه شهریور می‌باشد. نمودار شهرستان تربت حیدریه در بالای نمودار شهرستان نیشابور قرار دارد و نمودار هر دو شهرستان تا ماه شهریور سیر صعودی و بعد از این ماه سیر نزولی را می‌پیماید. بر این اساس بیشترین راندمان نیروگاه بادی مربوط به ماه‌های میانی سال خواهد بود.



شکل ۲. مقایسه سرعت باد در دو شهرستان نیشابور و تربت حیدریه در سال ۱۳۸۵

شکل ۳ مقایسه سرعت باد در دو شهرستان مورد مطالعه نیشابور و تربت حیدریه را در سال ۱۳۸۶، نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، کمینه سرعت وزش باد در شهرستان تربت حیدریه مربوط به ماه دی و شهرستان

نیشابور در ماه آبان می‌باشد. بیشینه سرعت وزش باد نیز در هر دو شهرستان تربت‌حیدریه و نیشابور در ماه مرداد است. بر طبق نمودار، سرعت وزش باد در شهرستان تربت‌حیدریه، در تمام ماه‌های سال ۱۳۸۶، بیشتر از سرعت وزش باد در شهرستان نیشابور است.



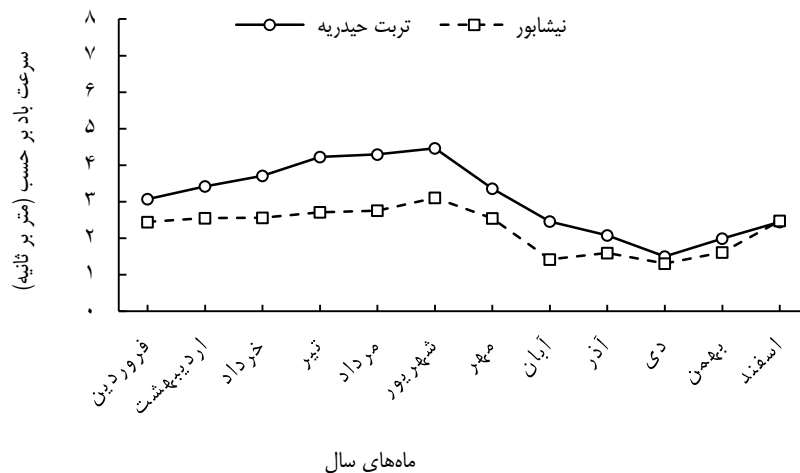
شکل ۳. مقایسه سرعت باد در دو شهرستان نیشابور و تربت‌حیدریه در سال ۱۳۸۶

شکل ۴ مقایسه سرعت باد در دو شهرستان مورد مطالعه نیشابور و تربت‌حیدریه را در سال ۱۳۸۷، نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، کمینه سرعت وزش باد شهرستان تربت‌حیدریه مربوط به ماه آذر و شهرستان نیشابور مربوط به ماه بهمن می‌باشد. بیشینه سرعت وزش باد نیز در هر دو شهرستان تربت‌حیدریه و نیشابور در ماه تیر است. بر طبق نمودار، سرعت وزش باد در شهرستان تربت‌حیدریه، در تمام ماه‌های سال ۱۳۸۷، بیشتر از سرعت وزش باد در شهرستان نیشابور است.



شکل ۴. مقایسه سرعت باد در دو شهرستان نیشابور و تربت‌حیدریه در سال ۱۳۸۷

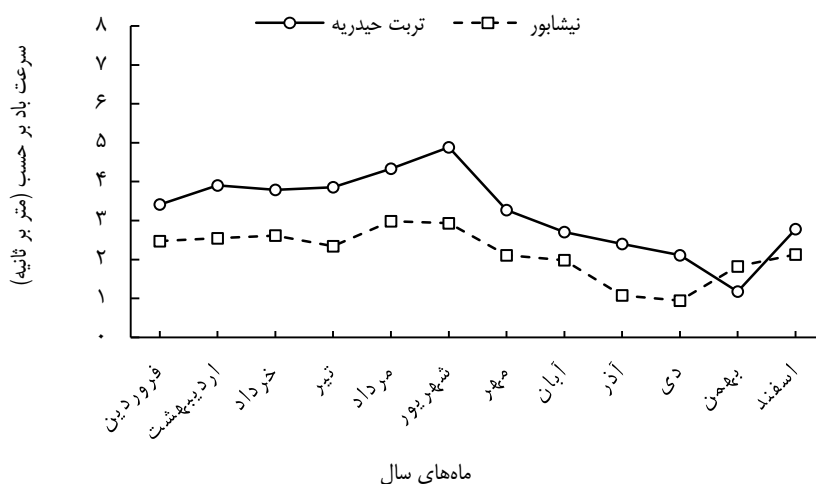
شکل ۵ مقایسه سرعت باد در دو شهرستان مورد مطالعه نیشابور و تربت حیدریه را در سال ۱۳۸۸، نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، کمینه سرعت وزش باد در هر دو شهرستان مربوط به ماه دی می‌باشد. بیشینه سرعت وزش باد نیز در هر دو شهرستان تربت حیدریه و نیشابور در ماه شهریور است. بر طبق نمودار، سرعت وزش باد در شهرستان تربت حیدریه، در تمام ماه‌های سال ۱۳۸۸، بیشتر از سرعت وزش باد در شهرستان نیشابور است. نمودار شهرستان تربت حیدریه از ماه فروردین تا شهریور روند صعودی و از ماه شهریور تا ماه دی روند نزولی دارد، این در حالی است که نمودار شهرستان نیشابور در ماه دی صعودی و از ماه فروردین تا ماه شهریور تقریباً سیری خطی و از ماه مهر تا ماه دی نزولی می‌پیماید.



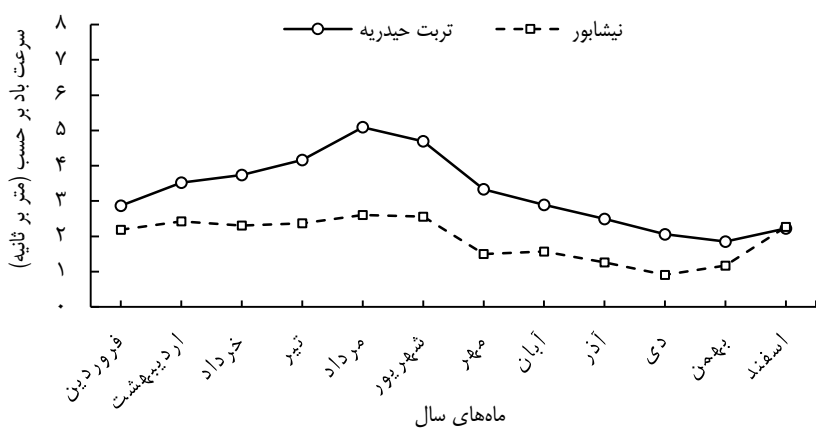
شکل ۵. مقایسه سرعت باد در دو شهرستان نیشابور و تربت حیدریه در سال ۱۳۸۸

شکل ۶ مقایسه سرعت باد در دو شهرستان مورد مطالعه نیشابور و تربت حیدریه را در سال ۱۳۸۹، نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، کمینه سرعت وزش باد در شهرستان تربت حیدریه مربوط به ماه بهمن و شهرستان نیشابور مربوط به ماه دی می‌باشد. بیشینه سرعت وزش باد نیز در شهرستان تربت حیدریه و نیشابور در ماه تیر است. بر طبق نمودار، سرعت وزش باد در شهرستان تربت حیدریه، در تمام ماه‌های سال ۱۳۸۹، بیشتر از سرعت وزش باد در شهرستان نیشابور است. روند تغییرات سرعت وزش باد در هر دو شهرستان تقریباً صعودی و سپس نزولی می‌باشد.

شکل ۷ مقایسه سرعت باد در دو شهرستان مورد مطالعه نیشابور و تربت حیدریه را در سال ۱۳۹۰، نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، کمینه سرعت وزش باد شهرستان تربت حیدریه مربوط به ماه بهمن و شهرستان نیشابور مربوط به ماه دی می‌باشد. بیشینه سرعت وزش باد نیز در هر دو شهرستان تربت حیدریه و نیشابور در ماه مرداد است. بر طبق نمودار، سرعت وزش باد در شهرستان تربت حیدریه، در تمام ماه‌های سال ۱۳۹۰، بیشتر از سرعت وزش باد در شهرستان نیشابور است. روند تغییرات سرعت وزش باد در شهرستان تربت حیدریه تقریباً صعودی و سپس نزولی است در حالی که نمودار شهرستان نیشابور از از ماه فروردین تا شهریور تقریباً مقداری یکسان و سپس سیر نزولی دارد.

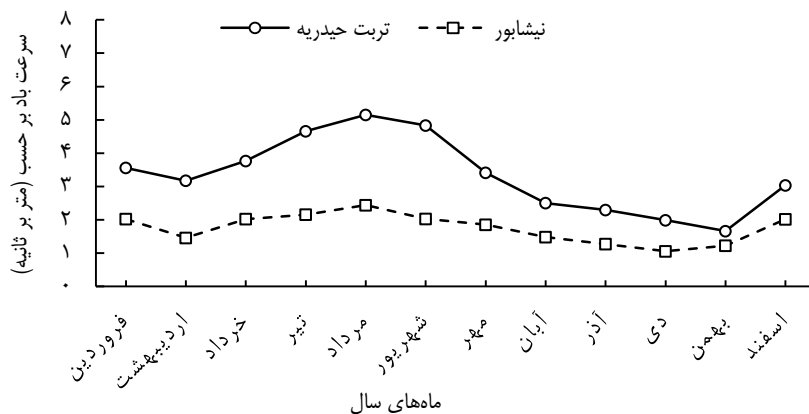


شکل ۶. مقایسه سرعت باد در دو شهرستان نیشابور و تربت‌حیدریه در سال ۱۳۸۹



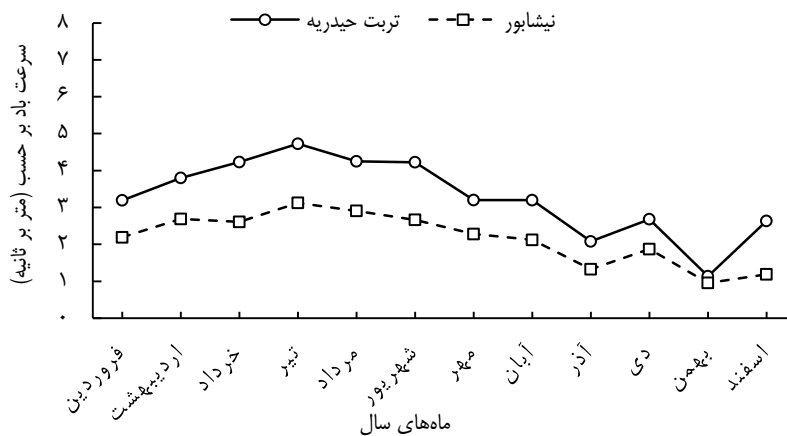
شکل ۷. مقایسه سرعت باد در دو شهرستان نیشابور و تربت‌حیدریه در سال ۱۳۹۰

شکل ۸ مقایسه سرعت باد در دو شهرستان مورد مطالعه نیشابور و تربت‌حیدریه را در سال ۱۳۹۱، نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، کمینه سرعت وزش باد در شهرستان تربت‌حیدریه مربوط به ماه بهمن و شهرستان نیشابور مربوط به ماه دی می‌باشد. بیشینه سرعت وزش باد نیز در هر دو شهرستان تربت‌حیدریه و نیشابور در ماه مرداد است. بر طبق نمودار، سرعت وزش باد در شهرستان تربت‌حیدریه، در تمام ماه‌های سال ۱۳۹۱، بیشتر از سرعت وزش باد در شهرستان نیشابور است.



شکل ۸. مقایسه سرعت باد در دو شهرستان نیشابور و تربت حیدریه در سال ۱۳۹۱

شکل ۹ مقایسه سرعت باد در دو شهرستان مورد مطالعه نیشابور و تربت حیدریه را در سال ۱۳۹۲، نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، کمینه سرعت وزش باد در هر دو شهرستان مربوط به ماه بهمن می‌باشد. بیشینه سرعت وزش باد نیز در هر دو شهرستان تربت حیدریه و نیشابور در ماه تیر است. بر طبق نمودار، سرعت وزش باد در شهرستان تربت حیدریه، در تمام ماه‌های سال ۱۳۹۲، بیشتر از سرعت وزش باد در شهرستان نیشابور است. روند تغییرات سرعت وزش باد در هر دو شهرستان تقریباً صعودی و سپس نزولی می‌باشد.



شکل ۹. مقایسه سرعت باد در دو شهرستان نیشابور و تربت حیدریه در سال ۱۳۹۲

شکل ۱۰ مقایسه سرعت باد در دو شهرستان مورد مطالعه نیشابور و تربت حیدریه را در سال ۱۳۹۳، نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، کمینه سرعت وزش باد در شهرستان تربت حیدریه مربوط به ماه فروردین و شهرستان نیشابور مربوط به ماه بهمن می‌باشد. بیشینه سرعت وزش باد در شهرستان تربت حیدریه مربوط به ماه مهر و در

شهرستان نیشابور مربوط به ماه خرداد است. بر طبق نمودار، سرعت وزش باد در شهرستان تربت‌حیدریه، در تمام ماه‌های سال ۱۳۹۳، بیشتر از سرعت وزش باد در شهرستان نیشابور است. روند تغییرات سرعت وزش باد در هر دو شهرستان تقریباً صعودی و سپس نزولی می‌باشد.



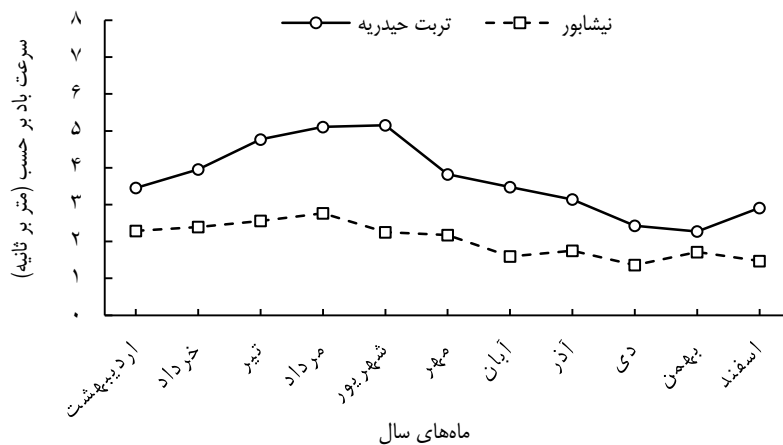
شکل ۱۰. مقایسه سرعت باد در دو شهرستان نیشابور و تربت‌حیدریه در سال ۱۳۹۳

شکل ۱۱ مقایسه سرعت باد در دو شهرستان مورد مطالعه نیشابور و تربت‌حیدریه را در سال ۱۳۹۴، نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، کمینه سرعت وزش باد در شهرستان تربت‌حیدریه مربوط به ماه بهمن و در شهرستان نیشابور مربوط به ماه دی می‌باشد. بیشینه سرعت وزش باد نیز در هر دو شهرستان تربت‌حیدریه و نیشابور در ماه مهر است. بر طبق نمودار، سرعت وزش باد در شهرستان تربت‌حیدریه، در تمام ماه‌های سال ۱۳۹۴، بیشتر از سرعت وزش باد در شهرستان نیشابور است. روند تغییرات سرعت وزش باد در شهرستان تربت‌حیدریه، بیشتر از شهرستان نیشابور می‌باشد.

شکل ۱۲ مقایسه سرعت باد در دو شهرستان مورد مطالعه نیشابور و تربت‌حیدریه را در سال ۱۳۹۵، نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، کمینه سرعت وزش باد در شهرستان تربت‌حیدریه مربوط به ماه فروردین و در شهرستان نیشابور مربوط به ماه اسفند می‌باشد. بیشینه سرعت وزش باد نیز در شهرستان تربت‌حیدریه مربوط به ماه آبان و در شهرستان نیشابور در ماه مهر است. بر طبق نمودار، سرعت وزش باد در شهرستان تربت‌حیدریه، در تمام ماه‌های سال ۱۳۹۵، بیشتر از سرعت وزش باد در شهرستان نیشابور است. روند تغییرات سرعت وزش باد در شهرستان تربت‌حیدریه ابتدا صعودی و سپس نزولی می‌باشد در حالی که نمودار شهرستان نیشابور تقریباً روندی یکسان را طی می‌کند.



شکل ۱۱. مقایسه سرعت باد در دو شهرستان نیشابور و تربت‌حیدریه در سال ۱۳۹۴

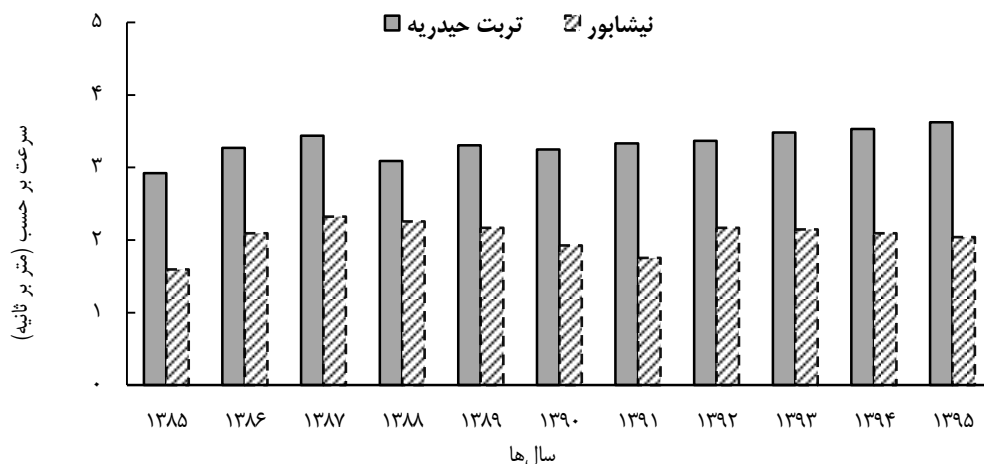


شکل ۱۲. مقایسه سرعت باد در دو شهرستان نیشابور و تربت‌حیدریه در سال ۱۳۹۵

شکل ۱۳ میانگین سالانه سرعت وزش باد در بازه زمانی سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵ برای دو شهرستان تربت-حیدریه و نیشابور را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، نمودار هر دو شهرستان مورد مطالعه، سیر خطی را می‌پیماید و نمودار شهرستان تربت‌حیدریه با اختلاف فاحشی در سطح بالاتری نسبت به شهرستان نیشابور قرار دارد.

شکل ۱۴ نمودار میانگین سالانه سرعت وزش باد در دو شهرستان تربت‌حیدریه و نیشابور در بازه زمانی سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵ را نشان می‌دهد. بر طبق این نمودار، میانگین سرعت وزش باد شهرستان تربت‌حیدریه در همه بازه زمانی مورد مطالعه از شهرستان نیشابور بیشتر است. در اکثر سال‌های مورد مطالعه مقدار بیشینه سرعت وزش باد در شهرستان تربت‌حیدریه تقریباً ۱/۵ متر بر ثانیه از شهرستان نیشابور بیشتر است. نمودار شهرستان تربت‌حیدریه از سال

۱۳۹۰ تا ۱۳۹۵ روندی صعودی دارد، درحالی‌که نمودار شهرستان نیشابور از سال ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۵ روندی نزولی را می‌پیماید. این امر موجب افزایش پتانسیل ایجاد نیروگاه بادی در شهرستان تربت‌حیدریه و صرفه اقتصادی برای سرمایه‌گذاری در احداث نیروگاه بادی در شهرستان تربت‌حیدریه می‌شود.



شکل ۱۳. مقایسه میانگین سالانه سرعت باد در دو شهرستان نیشابور و تربت‌حیدریه در بازه سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵

بحث و نتیجه‌گیری

تحلیل و بررسی نمودارها در بازه آماری سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵ نشان داد که، بیشترین سرعت وزش باد در شهرستان تربت‌حیدریه ۶/۳۱ متر بر ثانیه و در شهرستان نیشابور ۳/۶۹ متر بر ثانیه می‌باشد. به عبارت دیگر بیشینه سرعت وزش باد در شهرستان تربت‌حیدریه تقریباً ۲ برابر بیشینه سرعت وزش باد در شهرستان نیشابور می‌باشد. شهرستان تربت‌حیدریه در ماه‌های شهریور و مرداد بیشترین سرعت وزش باد را دارد. شهرستان نیشابور نیز اکثراً در ماه‌های شهریور و تیر (به‌جز سال ۱۳۹۳ که در ماه فروردین بیشترین سرعت وزش باد را داشته است). کمترین سرعت وزش باد در شهرستان تربت‌حیدریه در ماه‌های دی و بهمن رخ می‌دهد. در شهرستان نیشابور نیز کمترین مقدار سرعت باد در ماه‌های دی، بهمن و آذر می‌باشد. این نکته حائز اهمیت است که، کمینه سرعت باد در شهرستان تربت‌حیدریه در اکثر موارد مقدار بیشتری نسبت به کمینه سرعت باد در شهرستان نیشابور دارد.

سرعت وزش باد در شهرستان تربت‌حیدریه در تمام طول سال از شهرستان نیشابور به مراتب بیشتر است. لازم‌به‌ذکر است که بیشینه سرعت باد در شهرستان تربت‌حیدریه در اغلب موارد بین ۳ تا ۴ متر بر ثانیه از بیشینه سرعت باد شهرستان نیشابور بیشتر می‌باشد. بررسی نمودار سالانه وزش باد نشان داد که میانگین سرعت وزش باد سالانه تربت‌حیدریه، در بازه آماری سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵ از میانگین سرعت وزش باد نیشابور بیشتر است. هم‌چنین سرعت وزش باد از سال ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۵ یک سیر صعودی با شیب ملایم را می‌پیماید. این درحالی است که در شهرستان نیشابور از سال ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۵ شاهد یک سیر نزولی بودیم. این موضوع نشان‌دهنده سیر صعودی، اختلاف سرعت باد شهرستان تربت‌حیدریه و نیشابور می‌باشد.

جدول ۱ فراوانی ماه‌های بیشینه و کمینه را در طول بازه زمانی ۱۱ سال، برای دو شهرستان تربت‌حیدریه و نیشابور نشان می‌دهد. بیشینه سرعت در شهرستان تربت‌حیدریه از سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵ دو بار در تیرماه، چهار بار در مردادماه و پنج بار در شهریورماه (فصل تابستان) می‌باشد و متوسط سرعت بیشینه در این ۱۱ سال ۵/۰۹ متر بر ثانیه می‌باشد. کمینه سرعت در این شهرستان دو بار در آذرماه، دو بار دی‌ماه و هفت بار در بهمن‌ماه می‌باشد و متوسط کمینه سرعت در این ۱۱ سال ۱/۶۵ متر بر ثانیه می‌باشد.

جدول ۱. مقایسه میانگین بیشینه و کمینه سرعت باد در دو شهرستان نیشابور و تربت‌حیدریه در بازه سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵

		سال‌های مورد مطالعه										
نام شهرستان	کرانه سرعت	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵
تربت‌حیدریه	ماه بیشینه	شهریور	مرداد	تیر	شهریور	شهریور	مرداد	مرداد	تیر	شهریور	مرداد	شهریور
	سرعت بیشینه (m/s)	۵/۷۹	۴/۳۲	۵/۳۸	۴/۴۶	۴/۸۸	۵/۰۹	۵/۱۴	۵/۴۲	۵/۰۷	۶/۳۱	۵/۱۵
نیشابور	ماه کمینه	بهمن	دی	آذر	دی	بهمن	بهمن	بهمن	بهمن	بهمن	آذر	بهمن
	سرعت کمینه (m/s)	۰/۲۸	۱/۹۰	۲/۰۶	۱/۵۰	۱/۱۷	۱/۸۶	۱/۶۶	۱/۱۴	۱/۹۶	۲/۳۵	۲/۲۷
نیشابور	ماه بیشینه	شهریور	مرداد	تیر	شهریور	مرداد	مرداد	مرداد	تیر	فروردین	مرداد	مرداد
	سرعت بیشینه (m/s)	۲/۷۹	۲/۰۴	۳/۹۶	۳/۱۰	۲/۹۸	۲/۶۰	۲/۴۳	۳/۱۲	۲/۸۴	۲/۹۸	۲/۷۶
نیشابور	ماه کمینه	بهمن	آبان	بهمن	دی	دی	دی	دی	بهمن	آذر	آذر	دی
	سرعت کمینه (m/s)	۰/۲۲	۱/۳۲	۱/۰۴	۱/۳۰	۰/۹۴	۰/۹۰	۱/۰۵	۰/۹۵	۱/۲۵	۱/۵۱	۱/۳۶

بیشینه سرعت در شهرستان نیشابور از سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۵ دو بار تیرماه، شش بار در مردادماه و دو بار در شهریورماه (فصل تابستان) و یک بار هم در فروردین‌ماه می‌باشد و متوسط سرعت بیشینه ۲/۸۷ متر بر ثانیه می‌باشد. کمینه سرعت در این ۱۱ سال یک بار در آبان‌ماه، دو بار در آذرماه، پنج بار در دی‌ماه و سه بار در بهمن‌ماه می‌باشد و متوسط سرعت کمینه در این شهرستان ۱/۰۷ متر بر ثانیه می‌باشد. با توجه به نکات ذکر شده در بالا، میانگین سرعت بیشینه در شهرستان تربت‌حیدریه با اختلاف ۲/۲۲ از میانگین سرعت بیشینه شهرستان نیشابور بیشتر است. و همین امر در مورد کمینه سرعت هر دو شهرستان با اختلاف ۰/۵۸ صادق است.

با توجه به نتایج کار حاضر می‌توان نتیجه گرفت، که ایجاد بادشکن در این مناطق برای جلوگیری از آسیب‌های باد ضرورت دارد و از طرف دیگر احداث نیروگاه بادی جهت تولید برق در شهرستان تربت‌حیدریه نسبت به شهرستان نیشابور مقرون به صرفه تر است. به عبارت دیگر شهرستان تربت‌حیدریه پتانسیل احداث نیروگاه بادی را دارا است.

منابع

امانی، ا. و حسینی شمعچی، ع. ۱۳۸۹. بررسی پتانسیل انرژی باد در ایستگاه‌های حوضه آبریز رودخانه ارس جنوبی. مجله علمی- پژوهشی فضای جغرافیایی، (۲۹): ۲۶-۱.

تقفی، م. ۱۳۷۲. انرژی بادی و کاربرد آن در کشاورزی، انتشارات دانشگاه تهران، تهران. ۲۵۲ ص.

خوش‌اخلاق، ر. و حسن‌شاهی، م. ۱۳۸۱. تخمین خسارت وارده به ساکنان شیراز به دلیل آلودگی هوا. مجله تحقیقات

اقتصادی. (۶۱): ۷۵-۵۳.

رفاهی، ح. ۱۳۸۵. فرسایش بادی و کنترل آن. چاپ ششم دانشگاه تهران، تهران. ۳۲۰ ص.

وزارت نیرو. ۱۳۹۶. قابل دستیابی در: سایت وزارت نیرو: <http://www.moe.ir>. آخرین دسترسی: ۹۶/۶/۵.

صادقی، ز.، شمس‌الدین‌پور، ف. و میرزایی، ح. ۱۳۹۵. پتانسیل و اشتغال‌زایی انرژی‌های نو: طرح‌های فتوولتائیک و انرژی باد با استفاده از رهیافت داده‌ستانده. پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، ۵(۱۹): ۱۷۷-۱۴۵.

صلاحی، ب. ۱۳۸۳. پتانسیل‌سنجی انرژی باد و برآزش احتمالات واقعی وقوع باد با استفاده از تابع توزیع چگالی احتمال ویبول در ایستگاه‌های سینوپتیک اردبیل. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی دانشگاه اصفهان، ۷۲: ۱۰۴-۸۷.

عیسی‌زاده، س. و مهرانفر، ج. ۱۳۹۱. بررسی ارتباط میان مصرف انرژی و سطح شهرنشینی در ایران (کاربردی از الگوی تصحیح خطای برداری و روش تجزیه عوامل). فصلنامه راهبرد اقتصادی، ۱(۲): ۷۰-۴۷.

معینی، س.، جوادی، ش.، دهقان‌منشادی، م. و اسماعیلی، ر. ۱۳۸۹. برآورد تابش پتانسیل خورشیدی در شهر یزد. مجله انرژی ایران، ۱۳(۱): ۷۸-۷۱.

منصوری، ن.، واعظی، م.، درویش، ن.، قنادی، ا. و طباطبایی، ر. ۱۳۹۰. بررسی همبستگی آماری پراکنش آلاینده‌های CO و PM₁₀ با تغییرات سرعت باد در یک دوره پنج‌ساله در تهران. ۳۹۵. نشریه محیط‌زیست طبیعی، مجله منابع طبیعی ایران. ۴۴(۴): ۴۵۵-۴۴۳.

هسته پژوهشی معماری روستایی (RCRA). ۱۳۸۸. کاربرد انرژی‌های تجدیدشونده در مسکن و توسعه روستایی. دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه شهید بهشتی.

Cai, W., Wang, C., Chen, J. and Wang, S.Q. 2011. Green economy and green jobs: myth or reality? The case of China's power generation sectors *Energy*. 36, 5994-6003.

Haggett, P. 2002. *Encyclopedia of World Geography*, vol. 15: The Middle East. Marshall Cavendish Inc. New York, 3456 p.

Jensen, J. and Tarr, D. 2002. Trade, Foreign exchange and energy policies in the Islamic Republic of Iran: Reform agenda, economic implications and impact on the poor. The World Bank, Development research group, 1- 23.

Tourkolias, C. and Mirasgedis, S. 2011. Quantification and monetization of employment benefits associated with renewable energy technologies in Greece. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 15: 2876-2888.

Vestas. 2008. Vestas wind turbine system specification, www.vestas.com, Visited: 2017.12.09.

World Bank. 1981. *Mobilizing Renewable Energy Technology in Developing Countries*:

Strengthening local capabilities and research. The World Bank.

World Bank. 2002. Renewable Energy Resources in Developing Countries. The World Bank.

World Bank-EEO of Iran. 1999. Strengthening the governments' capacity for the rational use of energy- ADEME France- Final report. The World Bank.

The feasibility of installing wind turbines in the city of Torbat Heydarieh for Rural Development

Ehsan Taghizadeh Tousi^{1*}, Mohammad Rasti², Ali Gholam Veloujerdi², Malek Omid²

Submitted: 28 October 2017

Accepted: 27 December 2017

Abstract

In this study, the potential of using wind power in Torbat Heydarieh and the surrounding villages was evaluated, and the necessity of creating a windbreak in the rural areas of this city has been investigated. Due to the existence of wind power site in Neyshabour, the potential of wind power in Torbat Heydarieh and its surrounding villages has been investigated by comparing wind speed between Torbat Heydarieh and Neyshabour. Therefore, the wind velocity graphs between Torbat Heydarieh and Neyshabour during 11 years were drawn to analyze the wind speed (as the wind power), which have shown the comparison. Moreover, the necessity of building a wind power unit in the villages around Torbat Heydarieh and its direct and indirect effects on sustainable development of the village were analyzed. The wind speeds were compared in the two cities by using the point – line data of the Meteorological Organization. Each point represents the average of monthly data, and each line represents the daily change in wind speed. Data was taken in eight hours during a day. By analyzing the wind velocity at 32120 consecutive times, it was found that: The means wind speed in the Torbat Heydarieh during the last 11 years (2006 to 2016) are always greater than the maximum wind speed in Neyshabour. Therefore, the results of this study indicate that the Torbat Heydarieh, especially the villages on its outskirts, has the potential to build a power plant for using wind power.

Keywords: Rural development, Windbreak, Wind energy, Wind power plant, Wind turbine

1- Assistant Professor, Department of Mechanical Engineering, Torbat Heydarieh University, Torbat Heydarieh, Iran

2 - Graduate Student, Department of Mechanical Engineering, Torbat Heydarieh University, Torbat Heydarieh, Iran

(*-Corresponding author Email: e.taghizadeh@torbath.ac.ir)

DOI: 10.22048/RDSJ.2018.102204.1682