بررسی امکان بکارگیری انرژی باد جهت استفاده بهینه در روستاها (مصارف خانگی و کشاورزی)

محمد قهدریجانی[۱]، مرتضی الماسی[۲]، محمد امامی[۳]، هادی تاج الدین خوزانی [۴]

۱و۲- استادیار گروه مکانیک ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۳- دانشجوی دکتری مکانیزاسیون کشاورزی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۴- دانشجوی کارشناسی ارشد مکانیزاسیون کشاورزی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

چکیده:

الگوی مصرف انرژی در کشور، با ادامه این روند در آینده نه چندان دور، ایران نه □□□□□□□□□□ در به صادرات انرژی (بصورت نفت خام) نخواهد بود بلکه در زمره کشورهای واردکننده عمده انرژی قرار خواهد گرفت.به هر حال تکیه اصلی سیستم عرضه انرژی کشور بر منابع فسیلی بوده و با توجه به روند تقاضای روبه افزایش آن، در آینده مشکلات عدیده ای در مسیر توسعه بخش های اقتصادی و اجتماعی ایجاد خواهد شد. از طرفی بدون شک توسعه اقتصادی در ایران بدون توسعه کشاورزی و توسعه روستاها امکان پذیر نیست. لذا با توجه به پتانسیل قابل توجه انرژی باد در مناطق مختلف کشور از جمله نواحی روستایی و کشاورزی خیز بهره گیری از این نوع انرژی را امکانپذیر می نماید. از طرف دیگر استفاده از توربین های بادی به منظور تولید برق یا آبکشی برای مزارع و باغات در مناطق بادخیز و مستعد کشور ضمن اینکه هیچگونه آلودگی برای محیط زیست ایجاد نمی کند، می تواند بخشی از الکتریسته مورد نیاز مصارف بخشهای خانگی و روستایی و کشاورزی را فراهم آورد و در بلندمدت نقش بسزایی در کاهش هزینه های انرژی داشته باشد.در این تحقیق جهت تشخیص امکان بکارگیری انرژی باد جهت تامین درصدی از مصارف انرژی روستایی منطقه کوهین استان قزوین، پتانسیل سنجی برای انرژی باد انجام می گرفت. به همین منظور از اطلاعات یک ایستگاه بادسنجی استاندارد در منطقه ، با ثبت داده های سرعت و جهت در فواصل زمانی کوتاه (۱۰ دقیقه) در طول ۵ سال استفاده گردید. نتایج این تحقیق نشان داد که این منطقه با میانگین سرعت سالانه ۶/۷ متر بر ثانیه در ارتفاع ۱۰ متری و چگالی توان ۸۰۰ وات بر مترمربع شرایط مناسبی برای استقرار توربینهای بادی جهت استحصال برق جهت مصارف خانگی در روستا و عملیات آبرسانی کشاورزی دارد. در این مقاله همچنین کاربرد GIS در زمینه مدیریت استفاده از انرژی تجدیدپذیر باد، مکانیابی و ضرورت استفاده با توجه به کمبود منابع اطلاعاتی مورد بحث و بررسی قرار گرفته است.

کلمات کلیدی: انرژی باد، توسعه روستا،GIS، ایران

در قرن حاضر با مصرف سوخت های فسیلی، رشد روزافزون تقاضای انرژی و نیز ارزش افزوده در صنایع تبدیلی و تکمیلی خسارات جبران ناپذیری به محیط زیست داده شده است. بعلاوه منابع سوخت های فسیلی بسیار با ارزش ولیکن محدود بوده و در آینده ای نه چندان دور به اتمام می رسند. بنابراین استفاده بهینه از منابع متعدد انرژی زا در سطح کشور از اهمیت ویژه ای برخوردار است که می بایست به صورت منطقی و بر اساس معیارها و پتانسیل های موجود، اولویت دسترسی آسان و با در نظر گرفتن فاکتورهای اقتصادی صورت پذیرد. این مساله مهم در مناطق روستایی کشور با توجه به مخاطرات زیان بار بهداشتی، زیست محیطی ناشی از تامین انرژی توسط زوش های سنتی حائز اهمیت می باشد. (۱۲ غازی). در سالهای اخیر، با رشد پرشتاب صنعت و فن آوری در جهان، عقب ماندگی مناطق روستایی بیشتر عیان گردیده است. از آنجاییکه عموما روستاییان نسبت به شهرنشینان دارای درآمد کمتری هستند و از خدمات اجتماعی ناچیزی برخوردارند، اقشار روستایی فقیرتر و آسیب پذیرتر محسوب می شوند که بعضا منجربه مهاجرت آنان به سمت شهرها نیز می شود. علت این امر نیز پراکندگی جغرافیایی روستاها، نبود صرفه اقتصادی برای ارائه خدمات اجتماعی، حرفه ای و تخصصی نبودن کار کشاورزی، محدودیت منابع ارضی (در قبال رشد جمعیت) و عدم مدیریت صحیح مسوولان بوده است.(ازکیا ۱۳۸۷) بر این اساس توسعه را می توان تحول و ارتقاء کمی و کیفی شراط زیست و تولید و فرهنگ بومی و جوامع انسانی در خلال زمان دانست. (ازکیا ۱۳۸۷)

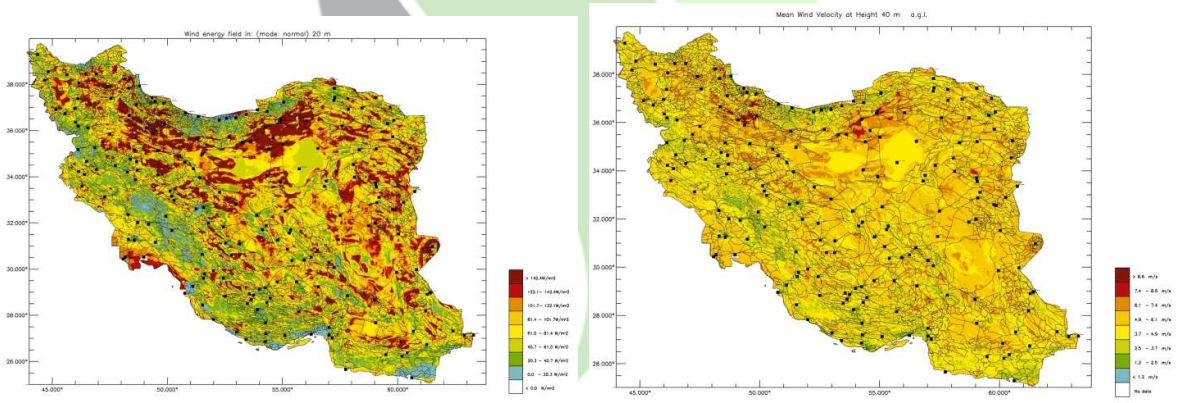
انرژی باد با ساخت ماشین های بادی اولیه در روزگار قدیم مورد استفاده قرار می گرفت. شاید نخستین ماشین های بادی را ایرانیان و یونانیان ساخته باشند. ایرانیان برای خردکردن دلنه ها و مصری ها، رومی ها و چینی ها برای قایقرانی و آبیاری از انرژی باد استفاده کرده اند. بعدها استفاده از توربین های بادی با محور قائم در کشورهای خاورمیانه معمول شد. (باد ۲)در ۳۰ سال آینده میزان انتشار دی اکسیدکربن در اثر تولید و مصرف انرژی با آهنگی سریعتر از رشد مصرف انرژی پایه، افزایش خواهد یافت. میزان انتشار آن بین سالهای ۲۰۰۰ تا ۲۰۳۰ با رشد یکنواخت ۱/۸ درصد در سال، در نهایت به ۳۸ میلیارد تن در سال خواهد رسیدکه به منزله ۷۰ درصد افزایش نسبت میزان انتشار سالانه کنونی است. در ازاء هر کیلووات ساعت برق تولیدی از انرژی های تجدید پذیر به جای ذغال سنگاز انتشار حدود یک کیلوگرم CO_2جلوگیری خواهد شد. بنابراین به عنوان نمونه برای هر یک درصد انرژی متداول که توسط انرژی باد جانشین شود، حدود ۱۳ درصد انتشار گاز CO_2 کاهش می یابد. همچنین کاهش سولفور و اکسید نیترات یکی دیگر از مزایای زیست محیطی انرژی باد می باشد. (باد ۵)در سال ۱۹۹۷ میلادی کمیسون انرژی اتحادیه اروپا اعلام کرد ۱۲ درصد انرژی برق اروپا تا سال ۲۰۱۰ میلادی از منابع تجدیدپذیر تامین خواهد شد. گزارش جهانی انرژی نشان می دهد که پتانسیل استفاده از انرژی باد فراوان است وانتظار می رود تا سال ۲۰۲۰ حدود ۱۶/۵ درصد الکتریسته جهان را تامین کند. (باد ۲۲)

بدیهی است با توجه به الگوی مصرف انرژی در کشور، با ادامه این روند در آینده نه چندان دور، ایران نه تنها قادر به صادرات انرژی (بصورت نفت خام) نخواهد بود بلکه در زمره کشورهای واردکننده عمده انرژی قرار خواهد گرفت.به هر حال تکیه اصلی سیستم عرضه انرژی کشور بر منابع فسیلی بوده و با توجه به روند تقاضای روبه افزایش آن، در آینده مشکلات عدیده ای در مسیر توسعه بخش های اقتصادی و اجتماعی ایجاد خواهد شد. از این رو ضرورت ایجاد تنوع در سیستم عرضه انرژی کشور از سالها قبل مورد نظر مسوولین بوده است به طوری که این مهم در سیاست های اعلان شده و خط مشی های برنامه های توسعه ۵ ساله کشور بویژه در برنامه بلندمدت ۱۴۰۴ نیز مورد تاکید قرار گرفته است. به هر حال طی این مدت تنها ۳ درصد از کل انرژی مصرفی کشور از منابع تجدید پذیر تامین شده است. (رحیمی)یکی از انواع انرژی تجدیدپذیر که طی دهه اخیر در کشور مورد توجه قرار گرفته است، استفاده از انرژی برق برای تولید الکتریسته می باشد.علیرغم اینکه از سال ۱۳۷۶ تا ۱۳۸۴ قیمت برق در بخشهای مختلف مصرفی کشور به طور متوسز ۳ برابر شده است. (۱ رحیمی). بدلیل عدم توجه به منابع جایگزین برق، رشد مصرف الکتریسته هر سال افزوده می شود.این در حالیست که شناسایی و استفاده از منابع جایگزین برق، مزیت نسبی را برای مصرف کنندگان فراهم ساخته و امکان انتخاب بهینه ممکن می سازد. رویکرد برنامه چهارم توسعه نیز به منظور توسعه و بهره گیری هر چه بیشتر از انرژی های نو حاکی از پرداخت تسهیلات مالی بلند مدت با حداقل نرخ سود بانکی به سرمایه گذاران این صنعت در سالهای آتی می باشد. لذا با توجه به پتانسیل قابل توجه انرژی باد در مناطق مناطق مختلف کشور از جمله نواحی روستایی و کشاورزی خیز بهره گیری از این نوع انرژی را امکانپذیر می نماید. از طرف دیگر استفاده از توربین های بادی به منظور تولید برق یا آبکشی برای مزارع و باغات در مناطق بادخیز و مستعد کشور ضمن اینکه هیچگونه آلودگی برای محیط زیست ایجاد نمی کند، می تواند بخشی از الکتریسته مورد نیاز مصارف بخشهای خانگی و روستایی و کشاورزی را فراهم آورد و در بلندمدت نقش بسزایی در کاهش هزینه های انرژی داشته باشد.

انرژی باد نسبت به سایر منابع انرژی تجدید پذیر از ویژگیها و مزایای بالاتری برخوردار است که عبارتنداز:

- رایگان بودن انرژی باد
- کمتربودن هزینه های جاری و سرمایه گذاری انرژی باد در بلند مدت
- تنوع بخشیدن به منابع انرژی و ایجاد سیستم پایدار آن
- قدرت مانور زیاد جهت بهره برداری در هر ظرفیت و هر اندازه
- عدم نیاز به آب
- نداشتن آلودگی های زیست محیطی نسبت به سوخت های فسیلی
- عدم نیاز به زمین زیاد برای نصب توربین های بادی

در ایران وجود زمینه مناسب اقلیمی و تابش آفتاب در بیشتر مناطق و در اکثر فصول سال، همچنین پستی و بلندی ها در مسیر نهرهای آب، داشتن مناطق واجد پتانسیل بالای باد و قابلیت های تولید انرژی زمین گرمایی طمینه لازم و مناسبی را برای استفاده و گسترش انرژی های پاک فراهم آورده است. با این وجود ایران در راه بکارگیری انرژی های نو با موانع اساسی مواجه است. یکی از این موانع وجود نفت ارزان و منابع غنی هیدروکربنی در کشور است. نبود شناخت از انرژی های نو . مجهول ماندن مزایای آن توسط مردم و مسوولان از دیگر موانع دستیابی به انرژی های نو علی الخصوص در این دوره زمانیست. ضروریست تا دولت با پرداخت وام های بلندمدت، واگذاری یارانه های تخصیص یافته و در بخش سوخت های فسیلی به سرمایه کذاری در بخش انرژی های تجدیدپذیر وفراهم آوردن امکان انتقال دانش فنی، زمینه های لازم را برای ساخت و توسعه انرژی های نو در کشور فراهم آورد. (باد ۶۳)مطالعه پتانسیل انرژی بادی برای تولید برق و یا سایر استفاده های دیگر یکی از مهمترن ارکان استفاده از مطالعه پتانسیل انرژی باد می باشد. کشور ایران با توجه به وضعیت جغرافیایی و توپوگرافی جزء کشرهایی است که دربرگیرنده بادهای محلی (Local) و نواحی ساحلی می باشد. در این رابطه می توان شمال ایران (مناطق منجیل، رودبار و کوهین قزوین) را نام برد. برآورد پتانسیل انرژی باد بستگی کامل به جمع آوری آمارهای سرعت باد، محاسبه روند پروفیل عمودی و همچنین تداوم آن در دوره های طولانی مدت دارد. (باد ۳ و۱۲)بر اساس آمارهای ارائه شده در ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۶ ظرفیت نصب شده و تولید برق از انرژی های آبی و انرژی های تجدیدپذیر کشور مطابق جدول ۱ آمده است. (اشرف ۲). همچنین روند پیشرفت منابع انرژی های تجدیدپذیر در ایران از سال ۲۰۰۷ تا سال ۲۰۰۹ و سهم انرژی باد در بین سایر انرژی های نو در جدول ۲ آمده است. (اشرف ۲۸)



شکل ۱ . وضعیت سرعت باد و همچنین چگالی توان باد در مناطق مخلف ایران در ارتفاع ۲ متری

در شکل ۱ وضعیت سرعت باد و همچنین چگالی توان باد در مناطق مخلف در ارتفاع ۲ متری نشان داده شده است.

کاربردهای مختلف انرژی باد در روستا

- **پمپاژ آب**

ماشین های پمپاژ آب مکانیکی که توسط نیروی باد کار می کنند قرن هاست که برای پمپاژ کردن آب از چاهها مورد استفاده قرار گرفته اند. دستگاههای مکانیکی مدرن پمپاژ کننده آب دارای تکنولوژی ساده ای هستند. تهیه وسایل یدکی آنها مشکل نمی باشد. سیستم پمپاژ برق بادی با یک دستگاه ساده پمپاژ آب که با باد کار می کند، بعضی از این محدودیت ها را برطرف می سازد. این سیستم برق تولید کرده و به نوبت پمپ های برق را راه اندازی می کند. سیستم های پمپاژ برقی بادی دارای راندمان بیشتری برای تبدیل انرژی باد و افزایش خروجی آب هستند.

آسیاب های اولیه به منظور ماشینی کردن کارهایی چون آسیاب کردن غلات و پمپاژ آب توسعه یافت و اولین طرح شناخته شده آن سیستم محور عمودی می باشد که در ۵۰۰ الی ۹۰۰ سال قبل میلاد مسیح در ایران استفاده می شد.

- **تولید الکتریسیته**

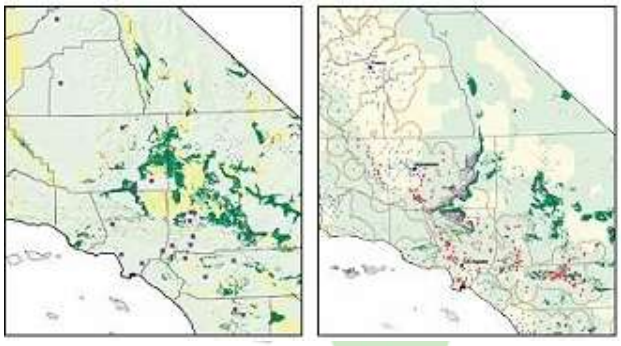
در بسیاری از موارد انرژی باد یک انتخاب کم هزینه برای تهیه برق منازل و اداراتی است که در مناطق دور از شبکه سراسری برق مستقر هستند. براساس برآورد پژوهشگران، بادی با میانگین سرعت بیش از ۴ متر بر ثانیه در مناطق دور افتاده، برق بیشتری با هزینه کمتر نسبت به ژنراتورهای دیزلی تولید می کند. سیستم های گسترده تر می توانند برای مراکز اجتماعی، کلینیک های بهداشتی یا مدارس برق تولید کنند. سیستم برق در مراکز بهداشتی برای نگهداری واکسن ها و ارتباطات رادیویی در مواقع اضطراری کاربرد دارد.

از دیگر کاربردهای انرژی باد می توان به موارد ذیل اشاره نمود:پمپ های بادی آبکش جهت:تأمین آب آشامیدنی حیوانات در مناطق دور افتاده، آبیاری در مقیاس کم، آبکشی از عمق کم جهت پرورش آبزیان، تأمین آب مصرفی خانگی،کاربرد توربینهای بادی کوچک بعنوان تولید کننده برق

با توجه به اینکه ایران در یک ناحیه کم فشار با میزان متوسط وطش باد (حدود ۶ متر بر ثانیه) واقع است، تولید برق از انـرژی بـاد برای مناطق منجیل و رودبار با ظرفیت تولید ویژه حدود ۹۸۲۶۵۳۳۹ کیلووات ساعت برآورد شده است. (غازی)

GIS و استفاده بهینه از انرژی باد

داده های مربوط به سرعت باد معمولا در فرودگاه ها و ایتگاههای هواشناسی اندازه گیری می شوند اما این داده ها از آنجـایی کـه تحت تاثیر ویژگیهای منطقه و جغرافیای آن قرار دارند معمولا از صـحت و دقـت مناسـبی برخـوردار نیسـتند. اسـتفاده از سـامانه اطلاعات جغرافیایی جهت تجزیه و تحلیل ارتباط بین وضعیت جغرافیایی و میانگین سرعت باد موجب پیش بینی دقیق تـر پتانسـل انرژی باد در یک منطقه خاص می گردد. جهت تهیه اطلس های باد با دقت بالا، می توان از قابلیت های این سامانه استفاده نمود.



شکل ۲. بررسی سرعت باد در ارتفاع ۵۰ و ۷۰ متری جهت استقرار نیروگاه بادی در کلیفرنیای آمریکا با استفاده از GIS

- Weisser در سال ۲۰۰۲ با مطالعه انرژی تخمینی باد در منطقه غرب هن نشان داد که توطیـع ویبـول تـابع مناسـبی برای تخمین انرژی باد با استفاده از داده های ساعتی می باشد. همچنین تغییرات سرعت باد در طول شبانه روز، تخمین پارامترهای تابع ویبول به منظور تخمین انرژی قابل استحصال و نقش آن بـر مسـزان انـرژی ورودی مـورد حصـول را تحلیل نمود. (باد ۵۴)
- Himri (۲۰۰۷) به کمک نرم افزار Retscreen و داده های ثبت شـده هواشناسـی در منطقـه Ardar بـرای یـک نیروگاه فرضی ۳۰ مگاواتی متشکل از ۳۰ واحد ۱ مگاواتی انرژی سالانه خروجی، قیمت تمـام شـده برحسـب کیلـووات ساعت تولیدی، ضریب ظرفیت برای توربینهای فرضی و میزان کاهش انتشار گازهـای گلخانـه ای را محاسـبه نمـود و نشان داد این منطقه با توجه به پارامترهای فوق الذکر برای احداث نیروگاه بادی اقتصادی خواهد بود.[۳۶]
- ثقفی م.(۱۳۸۴) به کمک داده های ده دقیقه ای یکساله (۲۰۰۳) ثبت شده در منطقـه سـیاهپوش اسـتان قـزوین، تـابع توزیع چگالی ویبول و پارامترهای آن را محاسبه نمود و نشان داد که این منطقه با میانگین سرعت سالانه ۸/۲ متـر بـر ثانیه در ارتفاع ۴۰ متری و چگالی توان ۹۹۲ وات بر مترمربع و با قرار گرفتن در کلاس ۷ توان، شرایط مناسـبی بـرای احداث نیروگاه بادی دارد.[۳]

*windpro*انجام داد مقدار چگالی توان سالانه در منطقه ای در استان قزوین را به کمک تابع توزیع ویبول تخمین زد و همچنین نشان داد که با توجه به میانگین سالانه سرعت در ارتفاعات مختلف، جهت باد غالب و کلاس توان باد این منطقه برای نصب توربینهای بادی بسیار مناسب است.[۱۲]

- Montes M. (۲۰۰۶) سومندی اقتصادی انرژی باد را مورد بحث قرار داده و فاکتورهای موثر بر سرمایه گذاری در این صنعت را معرفی می کند. همچنین با معرفی روشهای مختلف برای ارزیابی ریسک و شرایط عدم اطمینان، مراحل مختلف روش مونت کارلو در تحلیل اقتصادی را شرح می دهد.[۴۱]
- رحیمی ع. (۱۳۸۵) با مطالعه داده های ده ساله ثبت شده در منطقه بروجرد با متوسط وزش باد سالانه ۳/۵ متر بر ثانیه ابتدا توابع توزیع فراوانی ویبول، پارامترهای آن، توزیع سرعت در طول شبانه روز، گلباد سرعت و چگالی توان را به کمک نرم افزار Windpro و Wasp بدست آورده و سپس قیمت الکتریسیته تولیدی برای توربین نمونه، هزینه های زیست محیطی ناشی از کاهش انتشار گازهای گلخانه ای، درآمدهای حاصل از فروش برق بادی و زمان برگشت سرمایه برای پروژه را محاسبه نموده و در پایان استفاده از توربینهای بادی کوچک را پیشنهاد می دهد.[۸]

مواد و روشها:

در این تحقیق استان قزوین(منطقه کوهین) به عنوان محل انجام پروژه انتخاب گردیده است. علل انتخاب منطقه البرز جنوبی (استان قزوین – کوهین) برای کاربرد سیستم تلفیقی تامین انرژی شامل موارد ذیل می باشد:

- پراکندگی روستاهای منطقه و دوری آن ها از مراکز شهری
- وجود روستاهای متعدد در منطقه که دارای پوشش های گیاهی متفاوتی می باشند.
- بالا بودن هزینه سوخت نسبت به سطح درآمد خانوارهای روستایی
- پایین بودن کارایی سیستم های تامین انرژی همچون بخاری، اجاق و غیره و در نتیجه مصرف بالای چوب و سوخت در منطقه
- نزدیکی این منطقه با منجیل که گویای پتانسیل بالقوه تولید انرژی های بادی و آبی و خورشیدی می باشد.
- افراد ساکن در مناطق روستایی این منطقه علاوه بر کشاورزی (زراعت) به دامپروری و باغداری و پرورش زنبور عسل نیز مشغولند.

این منطقه شامل دو دهستان قاقازان شرقی و قاقازان غربی و ۱۵۹ روستا می باشد. که از این بین ۶۴ روستا دارای سکنه و مابقی خالی از سکنه می باشد. مشخصات اقلیمی و جغرافیایی متوسط سالانه در جدول ۱ آمده است.

شکل۳. منطقه کوهین در استان قزوین

جدول۱..مشخصات اقلیمی و جغرافیایی متوسط سالانه

دما(C°)	۶/۶۷
فشار (kpa)	۸۴/۵
چگالی ($\frac{kg}{m^3}$)	۱/۰۸۵
مقدار الگوی روزانه	۰/۱۰۶
ساعت بیشینه ($peak$) رخداد سرعت	۱۹
نمای قانون توان (α)	۰/۱۴۸
زیری سطح (متر)	۰/۰۳۵۸

در این تحقیق ابتدا جهت تشخیص امکان بکارگیری انرژی باد جهت تامین درصدی از مصارف انرژی روستایی منطقه مورد مطالعه می بایست پتانسیل سنجی برای انرژی باد انجام می گرفت. به همین منظور از اطلاعات یک ایستگاه بادسنجی استاندارد در منطقه ، با ثبت داده های سرعت و جهت در فواصل زمانی کوتاه (۱۰ دقیقه) در طول ۵ سال استفاده گردید. بعلاوه با افزودن مطالعات جغرافیایی و هواشناسی منطقه اظلاعات موجود تکمیل تر گردید.. از این رو ابتدا خصوصیات فیزیکی باد و جغرافیای منطقه مورد مطالعه به کمک مفاهیمی مانند دما، فشار، چگالی و پوشش سطح زمین مشخص شده و سپس با مدلسازی رفتار باد با استفاده از توابع توزیع آماری می توان چگالی توان باد را در ارتفاعات مختلف از سطح زمین بدست آورد.

به منحنی تغییرات سرعت باد با ارتفاع از سطح دریا منحنی تغییرات سرعت یا Windshar گویند. شکل این منحنی بستگی به فاکتورهای مختلفی دارد که مهمترین آنها زبری سطح عوارض زمین و پایداری جوی است. پس از تعیین الگوی روزانه سرعت باد و تعیین شدت توربولانس باد، نمودارهای گرافیکی که توزیع فراوانی سرعت را در جهت های مختلف نشان می دهند تعیین می کنیم. (windrose). این نمودارها معمولا بادهای غالب مناطق مختلف را نشان می دهند و بهترین راهنمای نصب توربین های بادی در مناطق روستایی می باشد. پس از محاسبه چگالی توان باد از معیار کلاس توان برای نشان دادن موقعیت و پتانسیل باد استفاده

کلاس بندی توان باد در ارتفاع ۱۰ متری را نشان می دهد.

جدول۲. کلاس بندی توان باد در ارتفاع ۱۰ متری (۳۹ باد)

چگالی توان (W/m^2)	کلاس توان باد
۱۰۰ – ۰	۱
۱۵۰ – ۱۰۰	۲
۲۰۰ – ۱۵۰	۳
۲۵۰ – ۲۰۰	۴
۳۰۰ – ۲۵۰	۵
۴۰۰ – ۳۰۰	۶
۱۰۰۰ – ۴۰۰	۷

توابع زیر احتمال سرعت باد ابزار مهمی در مطالعه آماری سرعت باد و در نتیجه محاسبه مقادیر پتانسیل انرژی باد در هر منطقه می باشد. همچنین در مطالعه اقتصادی پروژه های مزرعه باد به عنوان پیش فرضی مهم همواره مورد توجه می باشد. در این تحقیق برای آنالیز سرعت باد از تابع توزیع احتمال ویبول (Weibull) استفاده شده است. [۱۸و۱۹و۲۱و۲۴و۲۷]

روابط زیر تابع توزیع احتمال $f(v)$ و تابع توزیع تجمعی $F(v)$ را برای تابع ویبول دو پارامتره نشان می دهد.[۲۷و۴۰و۵۳]

$$f(v) = \frac{k}{c}\left(\frac{V}{c}\right)^{k-1} e^{-\left(\frac{V}{c}\right)^{k}} \quad (۱)$$

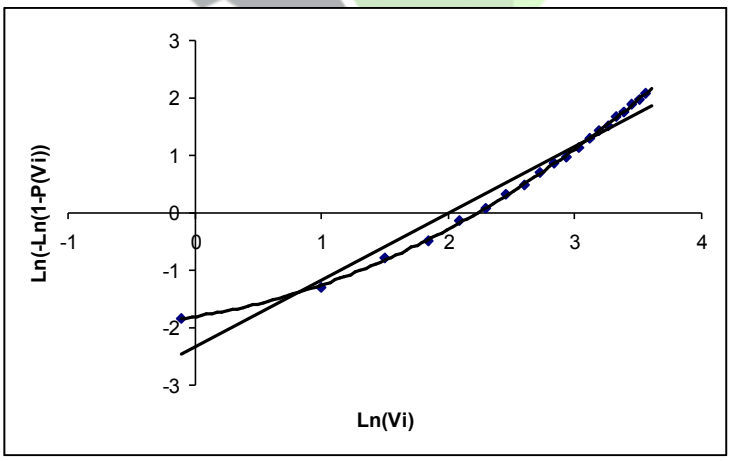
$$F(V) = 1 - e^{-\left(\frac{V}{c}\right)^{k}} \quad (۲)$$

که v سرعت باد، k ضریب شکل (بدون بعد) و c ضریب مقیاس بر حسب m/s می باشد. فرمول زیر رابطه بین این پارامترها با سرعت متوسط باد در طول یک دوره طولانی را نشان می دهد.

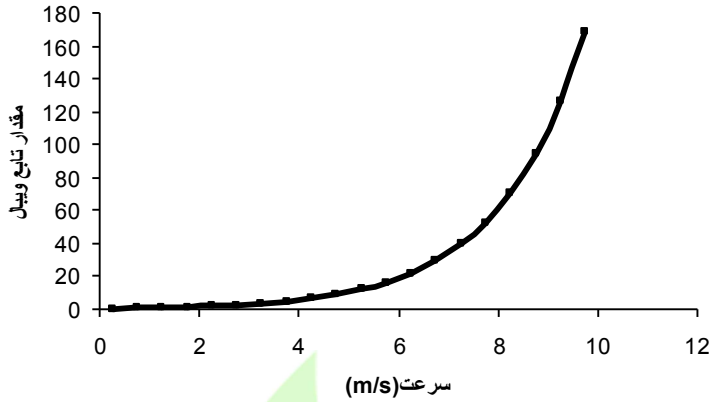
$$v_m = cr\left(1 + \frac{1}{k}\right) \quad (۳)$$

v_m سرعت متوسط در بازه زمانی طولانی مانند یکماه یا یکسال و r تابع گاماست.

مقدار k وسعت و پهنای تابع را نشان می دهد. مقدار کمتر k تابع دارای قله کوچکتر و پهنای بیشتر است. شکل ۴ وابط مذکور را نشان داده و خط $y = Ax + b$ را که از تقاطع (Xi, Yi) می گذرد، نشان می دهد.



در شکل ۵ مقادیر مشخص شده برای احتمال وقوع سرعت های باد ایستگاه سینوپتیک مورد بررسی از طریق مقادیر تابعویبال و احتمال واقعی سرعت های باد ترسیم و جهت مقایسه، نمایش داده شده است.



پس از محاسبه پتانسیل باد منطقه مورد مطالعه، با استفاده از نرم افزار *GIS 9.3* امکان بکارگیری این نوع انرژی را بـرای روسـتا ها و مناطق مختلف نشان می دهیم.

نتایج و بحث:

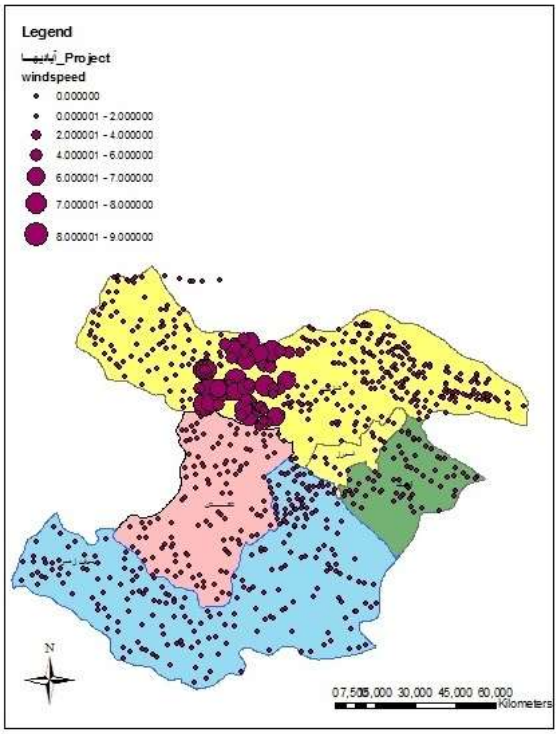
داده های مشاهداتی باد که در ارتفاع ۱۰ متری ثبت شده است با استفاده از روشهای آماری مورد تحلیل قرار گرفت. این داده ها که در فواصل زمانی ۱۰ دقیقه ثبت شده اند ابتدا به داده های میانگین ساعتی تبدیل شده و سـپس مشخصـات آمـاری و پارامترهـای توابع توزیع ویبول برحسب ماهانه و سالانه تعیین گردید تا بتوان چگالی توان باد ماهانه و سالانه را تخمین زد.با توجه به روابط۱،۲ و ۳ و واحد بودن سطح می توان دریافت که مقدار چگالی انرژی باد در یک منطقه وابستگی کامل به پارامترهای تابع ویبول دارد.

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که تنها ۸۱ روستا مساعد دریافت حداکثر انرژی باد می باشند که می تواند بخش عمـده ای از برق روستا و حتی جهت مصارف کشاورزی داشته باشد. چنانکه آنالیز سیستم بادی در این تحقیق نشان می دهد با احتصـاب تعـداد توربینهای قابل نصب در منطقه توان الکتریکی قابل تولید با استفاده از تـوربین Gamesa G 58 در محـدوده بـرق منطقـه ای کوهین استان قزوین مورد محاسبه قرار گرفت. سرعت قابل بررسی برای محاسبه توان تولیدی توربینهای بادی ۶/۷ متـر بـر ثانیـه یعنی مقدار میانگین سرعت متوسط سالانه باد محدوده ای قابل نصب توربین می باشد. توان تولیدی هر توربین در این سرعت بـاد تقریبا برابر ۲۹۰ کیلووات ساعت بوده و مقدار نهایی توان الکتریکی قابل تولیـد بـدون در نظـر گـرفتن تلفـات جریانهـای گردابـی (Wake) برابر ۲۲۰۰ مگاوات می باشد که با در نظر گرفتن این تلفات جداکثر توان قابل تولید برابـر ۱۹۰۰ مگـاوات خواهـد بـود. همچنین با در نظر گرفتن ضریب تداوم بار تقریبی ۲۵ درصد می توان انرژی برق بادی سالانه را محاسبه نمود که مقدار آن بـرای منطقه کوهین ۸۰۰ تا ۹۵۰ MWh/day می باشد.

چنان که در شکل ۶ مشخص است بخش عمده ای از روستاهای منطقه مورد مطالعه پتانسیل تولید انرژی باد را در جـدود ۸۰۰ تـا ۱۰۰۰ وات بر مترمربع دارند. چنان چه در شکل ۶ نیز مشاهده می شود بخش شمالی و جنوبی کوهین (به عبارتی بخـش مرکـزی بین دو ایلات شرقی و غربی پتانسیل تولید انرژی باد را دارا می باشند.

استان قزوین تقریبا برابر منطقه کهک بوده و بنابراین به لحاظ اقتصادی برای نصب توربینهای بادی جهت استحصال باد صرفه اقتصادی خواهد داشت. همچنین نتایج حاصل از تحقیق، شامل نتایج مشابهی با نتایج شریفی (۱۳۸۴) داشت که در منطقه قزوین انجام داده بود، هم به لحاظ سرعت و چگالی توان باد.به نحوی که نتایج بدست آمده نشان می دهد که بخش عظیمی از انرژی مورد نیاز برای تامین انرژی الکتریسته برای مصارف روستایی و همچنین استحصال آب از چاهای کشاورزی می تواند از طریق انرژی باد تامین گردد.

شکل۶ نمایش وضعیت پتانسل باد در منطقه کوهین



مجریان طرح نیروگاه بادی منجیل وجود ۲۰۰۰ساعت باد با سرعت ۷ الی ۲۵ متر در ثانیه را جهت احداث نیروگاه بادی مقرون به صرفه می دانند. کیهانیاظهار داشت اگر در سایتی چگالی توان باد ۱۰۰۰ کیلو وات ساعت در متر مربع در سال بدست آید، محل مناسبی برای نصب توربین بادی است. با توجه به موارد مذکور و نیز با توجه به سرعت وزش باد و چگالی توان در منطقه مورد مطالعه، استفاده از انرژی باد در این ایستگاه و نصب توربین های بادی امکان پذیر و تا حدودی می تواند مقرون به صرفه باشد.

نتیجه گیری و پیشنهادات:

بدلیل ماهیت انرژی باد که به تولید غیرمتمرکز و اغلب به نقاطدور افتاده و روستایی می پردازد، توسعه این صنعت چه در کشورهای سرمایه داری وپیشرفته و چه در کشورهای در حال توسعه تحولات و پیشرفت های آشکاری را در مناطقروستایی بدنبال خواهد داشت .

نتایج این تحقیق نشان داد که برق (انرژی الکتریسته) حداقل ۳۰ و حداکثر ۶۵ درصد روستاهای منطقه می توانند با توان الکتریکی حاصل باد تامین می گردد. همچنین توان حاصل از باد از لحاظ دسترسی محلی نسبت به سایر انرژیهای موجود در منطقه در وضعیت بهتری قرار دارد. همچنین به لحاظ امنیت فیزیکی و امنیت تامین انرژی بعد از انرژی خورشیدی می باشد.

چنانکه نتایج تحقیق نشان داد بیش از ۳۰ درصد تقاضای برق روستاهای منطقه مورد مطالعه می تواند با نصب توربینهای بادی مناسب مرتفع گردد.

با توجه به خصوصیات توان جاصله از باد و پاک بودن این انرژی و همچنین مساعد بودن منطقه مورد مطالعه می بایستی شرایط مساعدی برای حداکثر استفاده از پتانسیل موجود ایجاد گردد.

و ملی ضروری تلقی گردیده که از مهمترین این موارد می توان به نکات ذیل اشاره نمود:

- توسعه تکنولوژی و ارتقای آگاهی، ظرفیت سازی و آموزش در جهت توسعه کاربرد منابع تجدیدپذیر
- توسعه همکاری بخش خصوصی و اقتصادی کردن استفاده از این منابع انرژی
- افزایش سهم تامین انرژی از طریق انرژی های تجدیدپذیر
- ایجاد شرکت هایی که بتوانند در بخش نصب، راه اندازی و ارائه خدمات در زمینه های فوق الذکر و نگهداری فعالیت کنند.

تشکر و قدردانی:
از همکاری صمیمانه مسوولین استانداری قزوین، سازمان جهاد کشاورزی و سازمان هواشناسی قزوین و سانا (سازمان انرژیهای نو ایران) نهایت تشکر و قدردانی را داریم.

منابع:

- بررسی کاربرد انرژی های تجدیدپذیر در روستاهای ایران (۱۲ غازی)
- توسعه پایدار روستایی– انتشارات اطلاعات (ازکیا)
- توسعه منابع و کاربرد انرژیهای نوین، نشریه صنعت برق (باد ۲)
- کاهش انتشارات گازهای گلخانه ای بخش انرژی کشورهای در حال توسعه، گزارش معاونت انرژی وزارت نیرو (باد ۵)
- استفاده از انرژی باد برای آبیاری مزارع کشاورزی. ۱۳۸۷. مجموعه مقالات پنجمین کنگره ملی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون (رحیمی)
- بی نام، ترازنامه انرژی. ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵. وزارت نیرو، معاونت امور برق و انرژی. تهران (رحیمی ۱)
- ثقفی، م. ۱۳۸۴. بررسی پتانسیل باد سیاهپوش در استان قزوین برای احداث نیروگاه برق بادی، پنجمین همایش ملی انرژی (باد ۳)
- شهنیا، ف. ۱۳۸۵. تحلیل و بررسی ویژگیهای اقتصادی استفاده از منابع تجدیدپذیر به عنوان منابع تولید پراکنده در شبکه های توزیع، یازدهمین کنفرانس شبکه های توزیع برق. مازندران(باد ۱۳)
- بی نام. ۱۳۸۶. دفتر برنامه ریزی کلان برق و انرژی، وزارت نیرو. آمار و نمودارهای انرژی ایران و جهان. (اشرف ۲)
- شریفی، م. ۱۳۸۴. برآورد انرژی قابل حصول از پتلنسیل جریان باد دشت کهک قزوین به منظور احداث نیروگاه برق بادی. سیزدهمین کنفرانس بین المللی مهندسی مکانیک. دانشگاه صنعتی اصفهان (باد ۱۲)
- رحیمی، ع و م، ثقفی. ۱۳۸۵. ارزیابی فنی و اقتصادی احداص توربین های کوچک برق بادی در بروجرد. فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست. دوره هشتم. شماره ۳ (باد ۸)

(residential and agricultural)

Mohammad hahdarijani[1],Morteza almasi[2],Mohammad emami[3],Hadi tajodin khozani[4]

1,2- Assistant Professor of Mechanical Engineering of Agricultural Machinery and Mechanization, Science and Research Branch of Tehran, Islamic Azad University, Tehran, Iran

3-Phd Student of Agricultural Mechanization, Science and Research Branch of Tehran, Islamic Azad University, Tehran, Iran

4- MSc Student of Agricultural Mechanization, Science and Research Branch of Tehran, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Abstract:

It is clear that according to pattern of utilizing in country; continuer of this process in not far future, Iran not only is able to export energy (in form of petroleum) but also will be in group of countries as a main and whole sale importer of energy. In any case, the main depending of presentational system relevant to country`s energy has been on fossil sources and considering its increase demand process, there will create a lot problem on advancement direction of social and economic parts in future. On the one hand, undoubtedly economic expansion is not possible without agricultural and villages development in Iran. Therefore, exploitation of this kind of energy is possible, according to considerable potential of wind energy in different parts of country among others, rural and agricultural districts. On the other hand, using of wind turbines for the purpose of generating electricity or carrying water to farms and gardens in windy and susceptible districts can generate needful electricity in order to consuming of domestic and rural and agricultural parts without creating environmental pollution and has a main role in decreasing energy costs in prolonged time. In this research, potential meter (measuring) of wind energy has been done for the purpose of recognizing the possibility of applying wind energy to generate Percentage of rural energy consumptions of Kouhin district in Qazvin province. To this end, information of standard wind meter station in this district was used by recording speed and point data in short time spaces (10 minutes) during 5 years. The results of this research showed that this district with average of annual speed of 6.7 m/s in height of 10 meter and power density of 800 watt/m^2 has suitable conditions for settling of wind turbines to generate the electricity for domestic consumptions in rural and agricultural irrigation operations. Also, in this essay, usage of GIS in management field, applying of renewable wind energy, localization and necessity of utilizing according to informational sources have been discussed.

Key words: wind energy, rural development, GIS, Iran