ناحیه بندی و پیش‌بینی پتانسیل انرژی باد در استان همدان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی

زهره مریانجی[1] سید اکبر حسینی [2]

حامد عباسی[3]

تاریخ دریافت مقاله: ۹٤/۰۷/۲۷ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۵/۰۱/۳۱

****

چکیده

استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر مانند خورشید، گرمای زمین و باد می‌تواند در کاهش آلودگی هوا و پدیده تغییر اقلیم مؤثر باشد. وزش بادهای شدید و مداوم، منبع انرژی بسیار مهمی برای بسیاری از نقاط کشور است. در این مطالعه میانگین وحداکثر سرعت باد سالانه وفصلی و انرژی آن براساس داده‌های نه ایستگاه همدیدی (سینوپتیک) در سطح استان همدان ودر دوره اقلیمی ۲۰۱٤ – ۲۰۰۰ محاسبه و تحلیل شده و پراکندگی مکانی سرعت وانرژی باد در این منطقه مورد بررسی قرار گرفته است. تاثیر توپوگرافی بر سرعت باد نشان می‌دهد شهرستان‌های کوهپایه‌ای استان از جمله همدان، نهاوند و اسدآباد بیشتر در معرض وزش بادهای دشت – کوه می‌باشند، و گرم باد پدیده خاص هواشناسی ناشی از اثر کوهستان، غالباً در شهرستان همدان رخ می‌دهد. نقشه رقومی سرعت و انرژی باد منطقه در مقیاس سالانه وفصلی در محیط GIS پهنه‌بندی شده است (به روش کریجینگ). بر این اساس شرق ومناطقی از شهرستان ملایر و بالاخص مناطق شمالی استان بیشترین سرعت متوسط باد را (بالای سه متر در ثانیه) نشان داده و مناطق غرب و جنوب غرب با کمترین سرعت باد در طول دوره مورد مطالعه مشخص می‌شود. بادخیزترین منطقه، نواحی شرقی و شمالی استان است و در بیشتر زمان‌های سال دارای توان تولید برق بادی است. دشت کبودر آهنگ ومناطقی از شهرستان رزن بالاترین پتانسیل انرژی باد برحسب وات بر متر مربع را دارد و بیشترین پتانسیل میزان تولید انرژی ناشی از باد در همدان، در فصل بهار وپاییز است. در منطقه مورد بررسی ایستگاه های نوژه (شمال استان) با بیش از ۸۱ درصد و ملایر(جنوب شرق استان) با بیش از ۷۱ در صد ، تداوم وزش باد در اولویت نصب توربین های بادی می‌باشند. با مطالعه احتمال وقوع و پیش بینی سرعت باد در ایستگاه های هواشناسی استان همدان مناطقی از دشت رزن وکبودر آهنگ با سرعت بالاتر باد پیش‌بینی می‌گردد. نتایج این بررسی در برنامه‌ریزی و مدیریت انرژی منطقه قابل استفاده است.

واژه‌های کلیدی: GIS ،دوره برگشت،توپوگرافی ،پتانسیل انرژی باد، استان همدان.

****

۱- استادیار گروه جغرافیا – آب وهواشناسی دانشگاه سید جمال الدین اسد آبادی، همدان (نویسنده مسئول) z.maryanaji@gmail.com

۲- کارشناس ارشد مرکزتحقیقات هواشناسی کاربردی استان همدان hossini2007@yahoo.com

۳- استادیار گروه علوم جغرافیایی دانشگاه لرستان abbasih55@gmail.com

۱- مقدمه

انسان برای حفظ جان و ادامه حیات در کره زمین نیازمند شناخت هر چه بیشتر و بهتر طبیعت و عناصر و نیروهای طبیعی می‌باشد تا براساس این شناخت بتواند به نحوی معقول با پدیده‌های مخرب طبیعی کنار آمده و گاهی این نیروها را مهار کرده و در جهت منافع خود بکار گیرد. از جمله این نیروها، نیروی وزش باد است. باد از نظر کشاورزی، شهرسازی، محیط زیست، حمل و نقل، انرژی و نظائر آن از اهمیت بسزائی برخوردار است .

رشد روز افزون تقاضای انرژی، افزایش استانداردهای زندگی، استفاده روز افزون از انرژی الکتریکی همراه با گرم شدن بیش از حد کره زمین و در نهایت مشکلات زیست محیطی و تهدید سلامت انسان‌ها از جمله مسائلی می‌باشند که توجه کشورهای جهان را به استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر جلب می‌نمایند، بطوریکه در برنامه‌ریزی‌های سالانه خود تأمین درصدی از انرژی‌های مورد نیاز کشورشان را از طریق انرژی‌های نو و از جمله انرژی باد منظور می‌نمایند .

امروزه با توسعه نگرش‌های زیست محیطی و راهبردهای صرفه‌جویانه در بهره‌برداری از منابع تجدیدناپذیر انرژی سهم باد در منابع انرژی مورد استفاده رو به فزونی گذاشته است. توربین‌های بادی مولد برق جایگزین مناسبی برای نیروگاه‌های گازی وبخاری رایج به شمار می‌آیند وشمار توربین‌های بادی در حال کار تنها در سه کشور آرژانتین، آمریکا وهند به حد یک میلیون دستگاه می‌رسد.

منبع انرژی نیروگاه‌های بادی مزایای منحصر به فردی دارد که عبارتند از: رایگان بوده و به راحتی در دسترس قرار دارد، در مناطق بادخیز تمام نشدنی است، هیچگونه آلودگی ایجاد نمی‌کند و مانند نیروگاه‌های هسته‌ای ضایعات ندارد.

باد به عنوان یکی از عناصر آب و هوایی، تأثیر شگرفی بر فعالیت‌های کشاورزی، حمل و نقل، آلودگی، برنامه‌ریزی‌های عمرانی، صنعتی، انرژی و... دارد *(صلاحی، ۵۲:۱۳۸۳)*. باد یکی از قدیمی‌ترین منابع انرژی است که انسان آن را شناخته و به کارگرفته و از عهد باستان تاکنون در چین و ایران مورد استفاده بوده است. از باد برای راندن کشتی‌ها و همچنین به گردش در آوردن آسیاب استفاده می‌شده است *(اردکانی، ۱۶۳:۱۳۸۳)*. گستردگی نیاز انسان به منابع انرژی همواره ازمسایل اساسی مهم در زندگی انسان بوده و تلاش برای دستیابی به یک منبع تمام نشدنی انرژی از آرزوهای دیرینه انسان بوده است. اما افزایش روزافزون نیاز به انرژی و محدودیت منابع فسیلی از یک سو و افزایش آلودگی محیط زیست ناشی از سوزاندن این منابع از سوی دیگر، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر را روز به روز بااهمیت‌تر و گسترده‌تر نموده است. مطالعاتی چند که در زمینه مناطق پر توان انرژی باد در کشور وجهان روی داده به شرح ذیل است:

هنسی و همکاران و استوارت برای برآورد انرژی باد توزیع ویبال را به شکل دو پارامتر در برازش سرعت باد به کار گرفته اند *(هنسی، ۱۹۹:۱۹۷۷)* و *(استوارت، ۱۶۳۳:۱۹۷۸)* باردسلی تابع معکوس نرمال را به عنوان جایگزینی برای برازش سرعت باد توصیه نمود *(باردسلی، ۱۱۲۶:۱۹۸۰)*. بریخوان و دیاپ با تأکید بر اهمیت ارزیابی پتانسیل انرژی باد، توجه محققان را به برآورد و ارزیابی پتانسیل انرژی باد در ترازهای بالایی جو جلب نمودند *(بریخوان و دیاپ، ۲۵۶۵:۱۹۹۵)* .

تانای سیدکی اویار مشخصات و ویژگی‌های سرعت باد در ۷ ایستگاه هواشناسی ترکیه را در ارتفاع ۱۰ متری از سطح زمین بررسی نموده و توان انرژی باد این مناطق را مورد بررسی قرار داده است *(تانای سیدکی اویار، ۳۶۲:۱۹۹۸)*. لانس مانوئل روند روزانه، ماهانه و سالانه سرعت‌های باد یک ناحیه آزمایشی را در ارتباط با کسب انرژی مطالعه کرده است. او بادهای با سرعت ٤ الی ۲۵ متر در ثانیه را جهت کسب انرژی مناسب دانسته است *(لانس مانوئل، ۸۲۸:۲۰۰۲)*. کاویانی برای برآورد انرژی باد در سطح کشور، با استفاده از آمار پنج ساله باد در حدود ٦۰ ایستگاه سینوپتیکی کشور، اطلس گلباد کشور را تهیه کرده و انرژی حاصل از آنها را به طور سالانه تعیین نموده است *(کاویانی، ٤۱:۱۳۷٤)*. جعفری

برای تعیین موقعیت محل مناسب جهت نصب توربین‌های بادی تحقیقاتی در مورد سرعت باد، زمان وزش باد و ضریب تداوم آن در هر منطقه انجام داده و سپس توربین مورد نظر را با توجه به آن شرایط، طراحی نموده است *(جعفری، ۱۳۷۸:۷۶)*.

کُرد پتانسیل‌های محلی و ظرفیت‌های بالقوه انرژی باد در مناطق روستایی ایران را بررسی کرده و رژیم باد را با استفاده از آمار هواشناسی سه ساعته باد مورد مطالعه قرار داده است *(کُرد، ۱۳۷۹:۵۹)*. جمیل داده‌های جهت و سرعت باد در یک منطقه جغرافیایی را تابع ارتفاع، فصل و ساعت اندازه‌گیری می‌داند و عموماً اندازه گیری سرعت و جهت‌های وزش باد برای یک سال کامل کفایت می‌کند *(جمیل، ۱۳۸۰:۳٤)*. جهانگیری رژیم باد را با استفاده از داده‌های سه ساعته چند ایستگاه سینوپتیک کشور در دوره زمانی ده ساله مورد بررسی قرار داده است *(جهانگیری، ۱۳۸٤:۳۲)*. براساس مطالعات گندمکاردر کشور ایران دره رودخانه سفیدرود در منطقه منجیل بهترین شرایط را برای احداث مزارع بادی دارد، زیرا باد مداوم با جهت ثابت در بیشتر زمان‌های سال با سرعت بالا می‌وزد *(گندمکار و کیارسی، ۱۳۸۵:۱۳۸)*.

عامری و همکاران، پیشرفت‌های اخیر در توسعهٔ انرژی باد در کشور را با اشاره‌ای به تهیهٔ نقشهٔ صفراطلس بادی کشور بیان کردند. بررسی‌های آنها حاکی از اقتصادی بودن برق تولیدی در نیروگاه بادی منجیل و بینالود است *(عامری و همکاران، ۲۰۰٦:۳۲)*. همچنین، پتانسیل انرژی باد در منطقهٔ منجیل،به عنوان یکی از مناطق بادخیز جهان، توسط مصطفایی‌پور و ابرقویی، بررسی شده است *(مصطفایی پور و ابرقویی، ۲۰۰۸:۱۷۵۸)*. همینطور مطالعهٔ امکان‌سنجی نصب توربین بادی برای چند شهر استان یزد توسط مصطفایی پور انجام شده است *(مصطفایی پور، ۲۰۱۰:۹۳)*. کیهانی و همکاران، یک برآورد آماری از توابع توزیع سرعت و جهت باد بر اساس داده‌های ۱۱ ساله باد در تهران، انجام دادند. مطالعهٔ آنها نشان داد که سایت مورد بررسی برای تولید توان در مقیاس بزرگ مناسب نیست *(کیهانی و همکاران، ۲۰۱۰:۱۸۸)*. میرحسینی و همکاران پتانسیل انرژی باد را در استان سمنان مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج این پژوهش، حاکی از آن است که شهر دامغان برای تولید برق از انرژی باد از پتانسیل بالایی برخوردار است *(میرحسینی و همکاران، ۲۰۱۰:٤٤۹)*. منسوبی و صداقت نیز پتانسیل انرژی باد در استان همدان را مورد بررسی قرار دادند و ایستگاه قهاوند را به عنوان ایستگاه پرانرژی این استان معرفی کردند *(منسوبی و صداقت، ۱۳۸۹:۲۳٦)*.

نگاره ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه در کشور

از آنجائی که استان همدان یکی از استان‌هایی است که دارای وزش بادهای شدید با تداوم‌های نسبتاً مناسبی می‌باشد، استفاده از این انرژی در توربین‌های بادی جهت تولید برق در سطح استان مخصوصاً در نقاط صعب‌العبور قابل تأمل است.

در جهت انجام مطالعات استفاده از انرژی باد در سطح استان همدان نیاز است با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی وبا بهره بردن از روش‌های زمین آمار نواحی مناسب جهت نصب توربین‌های بادی تشخیص داده شوند. لذا در این راستا از روش درون یابی کرجینگ استفاده گردیده است.

جدول ۱: مشخصات ایستگاه‌های هواشناسی منطقه مورد مطالعه

نام	نوع	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع (متر)
نوژه	سینوپتیک	٤٨°٤١′	٣٥°١٢′	١٦٧٩
همدان	سینوپتیک	٤٨°٣٢′	٣٤°٥٢′	١٧٣٠
قهاوند	سینوپتیک	٤٨°٥٩′	٣٤°٥١′	١٦٥٤
اسدآباد	سینوپتیک	٤٨°٠٧′	٣٤°٣٢′	١٥٥٢
فامنین	سینوپتیک	٤٨°٥٩′	٣٥°٠٧′	١٦١٦
رزن	سینوپتیک	٤٩°٠١′	٣٥°٢١′	١٨٠٥
تویسرکان	سینوپتیک	٤٨°٢٧′	٣٤°٣٣′	١٩٧٠
نهاوند	سینوپتیک	٤٨°٢٤′	٣٤°٠٩	١٦٥٨
ملایر	سینوپتیک	٤٨°٤٩	٣٤°١٧	١٧٢٥

۲- روش تحقیق

۲-۱- منطقه و داده‌های مورد مطالعه

استان همدان، یکی از نواحی کوهستانی درغرب کشور می‌باشد که درحد فاصل عرض جغرافیایی ˝۳۳ ˚۳۳ تا ´۳۸ ˚۳۵ شمالی و ´٤٥ ˚٤٧ تا ´٣٦ ˚٤٩ طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ قرارگرفته، مساحت آن در حدود ۱۹٥٤٥/۸۲ کیلومترمربع است(نگاره ۱).

۲-۲- ایستگاه‌های هواشناسی منطقه و طول دوره آماری آنها

برای انجام این تحقیق از آمار و اطلاعات نه ایستگاه هواشناسی سینوپتیک در یک دوره ده ساله استفاده گردید. مشخصات ایستگاه‌های مورد استفاده در جدول ۱ آمده است.

۲-۳- تجزیه و تحلیل داده‌ها

به منظور بررسی پتانسیل انرژی باد در استان همدان مراحل ذیل انجام گردید:

۱- بررسی صحت داده‌ها و کنترل کیفیت آنها: طول دوره آماری در مطالعات حاضر ۱۰ ساله می‌باشد (۹۲-۱۳۸۱) که انتخاب این دوره با توجه به این نکته صورت پذیرفت که ایستگاه‌های مورد نظر در این دوره دارای بیشترین طول دوره آماری بودند و همچنین نواقص این ایستگاه‌ها نیز با دقت کامل برطرف گردید.

۲- بررسی میانگین باد وحداکثر سرعت باد: پس از صحت-سنجی داده‌ها، میانگین وحداکثرسرعت باد فصلی وسالانه محاسبه وترسیم گردید.

۳- محاسبه انرژی باد با استفاده از رابطه زیر:

$$\overline{p} = \frac{1}{2}\rho\overline{v^3}$$

رابطه (۱)

در این رابطه pچگالی توان باد (وات بر متر مربع) ρچگالی هوا(گرم بر سانتیمتر مکعب)v سرعت باد(متر برثانیه، است .

با توجه به در دسترس بودن روش‌های مختلف موجود برای برآورد ρواختلاف ناچیز در مقادیر حاصل از آنها، برآورد انرژی باد با متوسط توان سوم سرعت باد مرتبط بوده ،به صورت رابطه(۲) قابل برآورد است .

$$w = \overline{v^3}$$

رابطه (۲)

٤- میانیابی داده‌ها: به منظور شناسایی مناطق دارای پتانسیل انرژی باد در همدان ابتدا داده‌های ایستگاه‌های مورد مطالعه جمع آوری و سپس به روش کریجینگ میانیابی شد. روش فوق‌الذکر از این مزیت برخوردار است که شناسایی مرز میان نواحی را دقیق‌تر می‌کند. لازم به ذکر است نقشه‌ها

بر اساس سیستم تصویر مختصات جهانی (UTM) ترسیم شده‌اند.

به منظور بررسی توزیع مکانی پتانسیل انرژی باد در سطح استان همدان با استفاده از اطلاعات به‌دست آمده و با استفاده از مدل (کریجینگ) در GIS اقدام به پهنه‌بندی مقادیر آن شده است. این مدل یک روش انترپلاسیون داده‌های مکانی است که یک سطح با حداقل انحنا را روی نقاط استفاده شده برای انترپلاسیون برازش می‌دهد. این سطح مانند یک سطح پوششی است که امکان اتصال کلیه نقاط در فضا را با حداقل انحنا ایجاد می‌کند، لذا یک تابع ریاضی را طوری بر سطح برازش می‌کند که از نقاط کنترل بگذرد. در این روش پس از مشخص کردن مقادیر انرژی باد در هر یک از ایستگاه‌ها، مقادیر ارائه شده به نقشه وصل و مدل فوق با استفاده از نرم‌افزار GIS روی نقشه‌ها اعمال شد و نقشه‌های پهنه‌بندی تولید گردید.

۵-احتمال وقوع و پیش بینی دوره برگشت باد: به روش لگاریتم پیرسون تیپ ۳ محاسبه شد که در این روش سرعت باد بر اساس متر برثانیه و همچنین دوره برگشت آن در طول سال‌های آتی برآورد شده است. در این روش از داده‌ها لگاریتم گرفته وبرای به‌دست آوردن k از رابطه (۳) استفاده شده و سپس با استفاده از رابطه (٤) اقدام به محاسبه احتمالات، احتمال تجاوز و عدم تجاوز داده‌ها شده است.

رابطه (۳)
$$G=\left[\frac{n^2(\sum x^3)-3n(\sum x)(\sum x^2)+2(\sum x)^3}{n(n-1)(n-2)S^3}\right]$$

رابطه (٤)
$$x=\bar{x}\log+k.s\log$$

به ازاء چند مورد، احتمال تئوری و تجربی داده‌ها محاسبه شد در نهایت با استفاده از لگاریتم داده‌های تجربی و احتمال آنها، موقعیت آنها را برروی کاغذ احتمالاتی لگاریتم نرمال انتقال داده شد و احتمال تئوری مقدار داده‌ها محاسبه و خط تئوری برازش شده است. با توجه به ضرورت تجزیه و تحلیل مناسب و بهنگام داده‌های رسیده بایستی با استفاده از تجارب کشورهای پیشرفته از نرم‌افزارهای مناسب تحلیل و پیش‌بینی و مدل‌های ریاضی و آماری مناسب در این زمینه استفاده کرد.

در این مطالعه احتمال وقوع سرعت باد در دوره برگشت‌های ۵، ۱۰، ۲۰، ۵۰ با روش بهترین توزیع آماری برای منطقه در محیط GIS پهنه‌بندی شده (به روش کریجینگ) است.

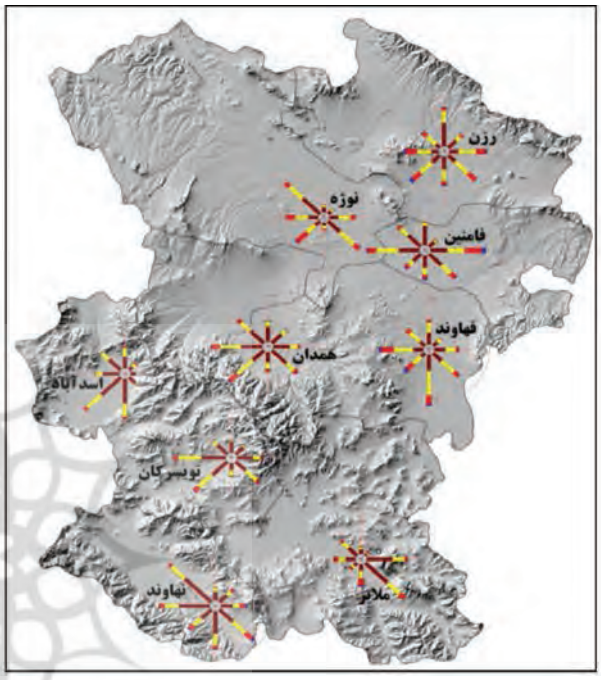
۳- بحث ونتایج

۳-۱- تأثیر توپوگرافی بر سرعت باد در استان همدان

رخدادهای محلی هواشناسی از قبیل بادهای محلی فرایندهایی هستند که در ابعاد ده‌ها و حتی صدها کیلومتر و تحت تأثیر پدیده‌های محلی رخ می‌دهند، یکی از این عوارض و پدیده‌ها، اثر توپوگرافی منطقه می‌باشد. از آنجائی که تقریباً نصف جرم هوا در لایه پنج کیلومتری پایین جو متمرکز شده است، لذا وجود رشته‌کوه‌های مرتفع و طولانی اثرات قابل ملاحظه‌ای بر باد دارد. توده‌های هوا ممکن است بوسیله کوه متوقف شده، تغییر جهت داده و یا از کوه عبور کنند، لذا خواص این توده‌ها و وضع هوای قابل انتظار از آنها قبل از هر چیز بوسیله حرکات صعودی اجباری در دامنه کوه‌ها کنترل می‌شود.

از آنجائی که شاخه‌هایی از رشته‌کوه زاگرس از داخل استان همدان عبور می‌کند که دارای قلل مرتفع و بلندی است، پدیده‌های محلی حاصل از این رشته کوه به وفور در سطح استان مشاهده می‌شود. وزش بادهای شدید و کولاک برف در گردنه‌های استان از قبیل گردنه اسدآباد از جمله این پدیده‌ها می‌باشد. شهرستان‌های کوهپایه‌ای استان از جمله همدان، نهاوند و اسدآباد بیشتر در معرض وزش بادهای دشت - کوه می‌باشند، همچنین گرم باد یکی از پدیده‌های هواشناسی ناشی از اثر کوهستان است که غالباً در شهرستان همدان رخ می‌دهد، این پدیده وقتی اتفاق می‌افتد که یک توده هوای مرطوب ضمن صعود در دامنه غربی ارتفاعات الوند به بالای کوه، در اثر تشکیل ابر و یا ریزش باران گرمای نهان آزاد کرده و در هنگام نزول در دامنه شرقی رشته کوه به دلیل از دست دادن رطوبت نسبت به هنگام صعود سریعتر گرم شده و دمای توده هوا به سرعت افزایش می‌یابد. گاهی دیده شده است که این گرم بادها دمای حداقل شهرستان

همدان را حتی تا ده درجه سانتیگراد افزایش داده‌اند که این افزایش دما در فصل‌های سرد سال یعنی زمستان و پاییز بیشتر رخ می‌دهند. نگاره ۲ وضعیت سرعت باد در توپوگرافی دشت وکوهستان استان همدان را نشان می‌دهد.



نگاره۲: وضعیت سرعت باد در توپوگرافی دشت وکوهستان در استان همدان

۳-۲- تحلیل مکانی حداکثر سرعت باد

براساس نقشه پهنه‌بندی حداکثر سرعت باد سالیانه در مناطقی ازجنوب استان همدان و مناطقی از شهرستان کبودرآهنگ با طوفان شدید همراه است در حالیکه در سایر مناطق استان حداکثر سرعت باد به صورت طوفان ظاهر می‌گردد. (نگاره ۳) در فصل بهار در استان در طول دوره مورد مطالعه طوفان شدید رخ نداده است و حداکثر سرعت باد در اغلب مناطق استان به صورت باد شدید و تندباد بوده است ومناطق محدودی دارای رخداد طوفان می‌باشد. به طور کلی فصل بهار در ایران هم زمان با بالا آمدن واستقرار مراکز پر فشار جنب حاره است.

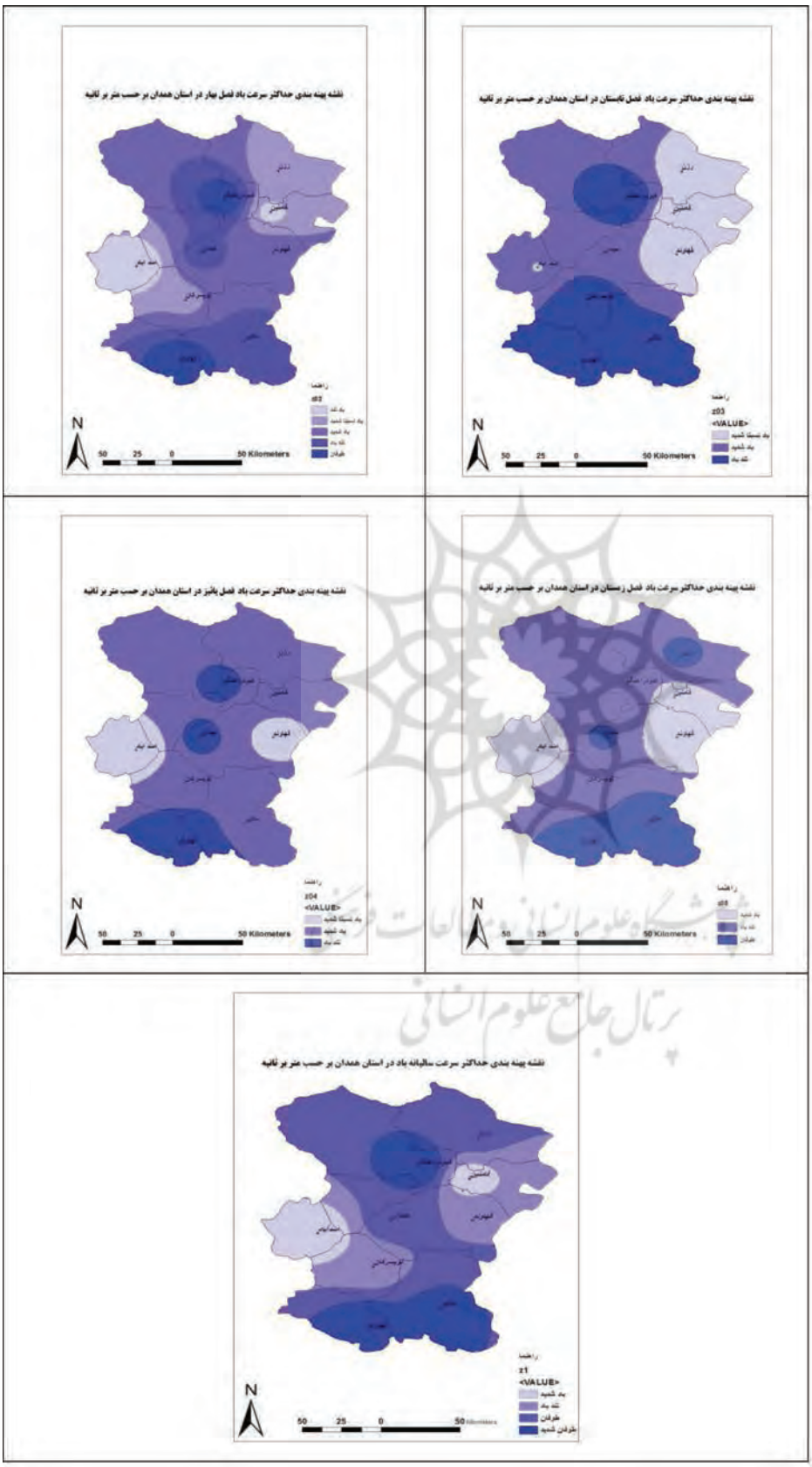
در فصل تابستان هوا آرامتر است ومرکز پر فشار جنب حاره به طور کامل اقلیم ایران را تحت تأثیر خود قرار داده است لذا رخداد طوفان در هیچ نقطه از استان دیده نمی‌شود و حداکثر سرعت باد در نقشه مربوطه به صورت باد شدید قابل رؤیت است. در فصل پاییز در منطقه مورد بررسی گستره وزش حداکثر سرعت باد به صورت باد شدید بیشتر می‌شود و به نظر می‌آید ورود بادهای غربی به منطقه ایران وزش بادهای سیستمی وشدید را افزایش داده است. در فصل زمستان حداکثر سرعت باد با ناپایداری هوا وطوفان در مناطقی از استان همدان مشخص می‌گردد. مناطقی از جنوب استان (شهرستان ملایر) همراه با طوفان و بقیه مناطق با تند باد مشخص می‌گردد. نگاره ۳ نقشه پراکنش مقادیر حداکثر سرعت باد در استان همدان را در مقیاس سالانه وفصلی نشان می‌دهد.

۳-۳-تحلیل مکانی متوسط سرعت باد

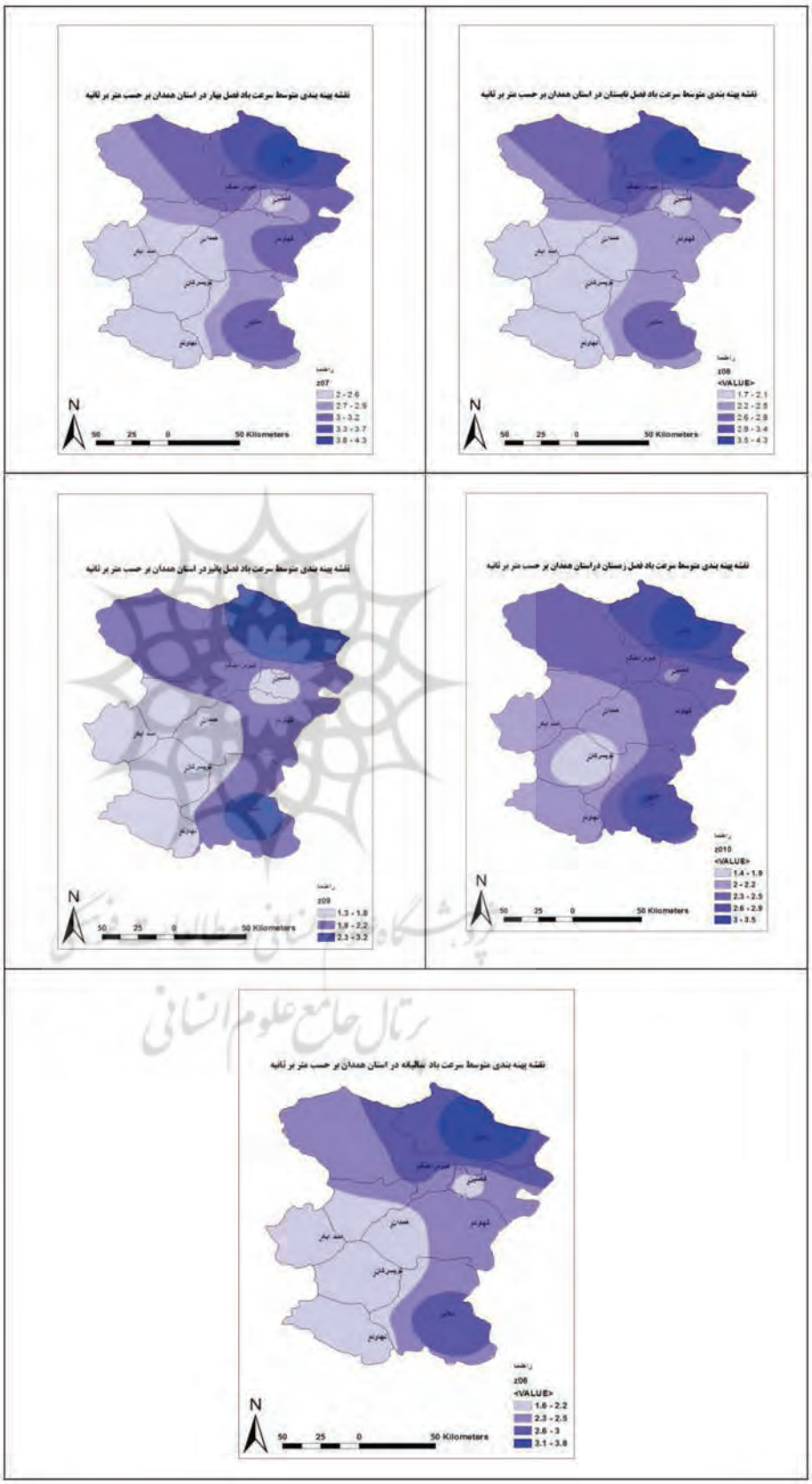
نقشه‌های پهنه بندی متوسط سرعت بادمی تواند شمای کلی از باد وانرژی آن را در اختیار برنامه ریزان قرار دهد و این سرعت متوسط است که میزان انرژی باد را تعیین می‌کند زیرا بیشترین فراوانی را در سرعت وقوع باد دارد.

نقشه پهنه بندی متوسط سرعت باد سالیانه در منطقه همدان نشان می‌دهد شرق استان ومناطقی از شهرستان ملایر و رزن با بیشترین سرعت متوسط باد (بالای سه متر در ثانیه) همراه است در حالیکه در سایر مناطق استان کمتر از سه متر در ثانیه ظاهر می‌گردد. (نگاره ٤) در فصل بهار در استان متوسط سرعت باد در مناطق شمالی استان بالاخص شمال شرق به بالاترین حد خود می‌رسد(چهار متر در ثانیه) مناطق غرب و جنوبغرب کمترین سرعت باد را در بهار در سطح استان دارا می‌باشند.

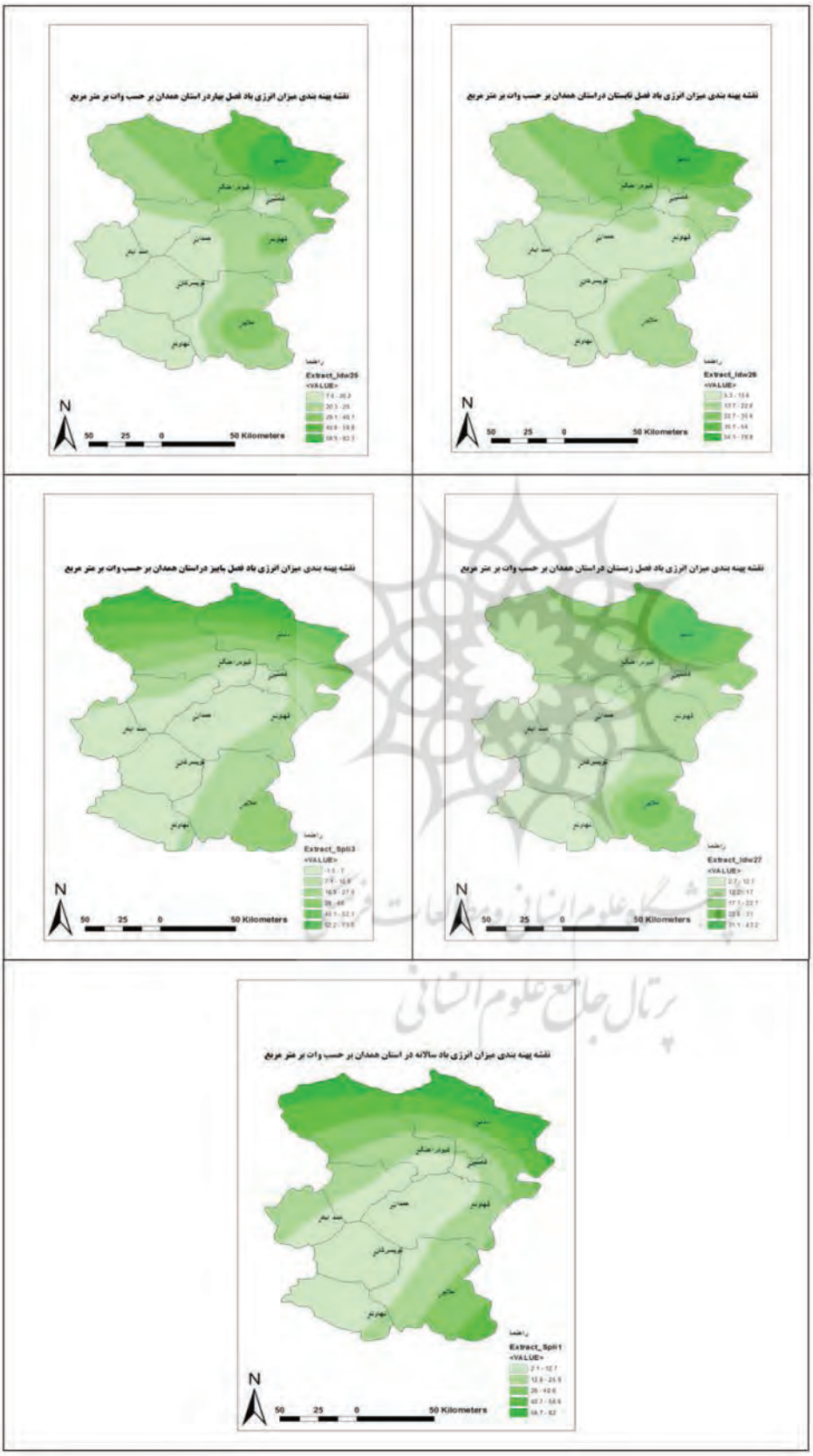
در فصل تابستان وضعیت مشابه فصل بهار و شدت باد در مناطق شمالی استان همچنان بیشتر از سایر مناطق است. در فصل پاییز در منطقه مورد بررسی با اینکه وزش حداکثر سرعت باد به صورت باد شدید بیشتر می‌شود ولی سرعت متوسط از بهار وتابستان کمتر است .



نگاره ۳: نقشه پراکنش مقادیر حداکثر سرعت باد در استان همدان



نگاره ٤: نقشه پراکنش مقادیر متوسط سرعت باد در استان همدان



نگاره ۵: نقشه پتانسیل انرژی باد در استان همدان

در فصل زمستان متوسط سرعت باد با ناپایداری هوا همراه است وسرعت متوسط باد از فصل پاییز شدیدتر می‌شود. مناطق شمالی وجنوبشرق بیشترین سرعت باد را دارد. نگاره ٤ نقشه پراکنش مقادیر متوسط سرعت باد در استان همدان را در مقیاس سالانه وفصلی نشان می‌دهد.

۳-٤-تحلیل مکانی میزان انرژی باد

وزش بادهای قوی و مداوم، منبع انرژی بسیار مهمی برای بسیاری از نقاط استان همدان است. نواحی شرقی استان همدان، از جنوب شرق تا شمال شرق، بادخیزترین منطقه استان است و در بیشتر زمان‌های سال دارای توان تولید برق بادی است.

مناطقی از جنوب غرب هم در بسیاری از زمان‌های سال دارای توان تولید برق بادی هستند. بیشتر نواحی بادخیز استان از دشت‌های شمالی می‌باشد که میزان تولید انرژی الکتریکی در آنها کم است و همچنین رساندن انرژی الکتریکی به این نواحی هم هزینه‌های زیادی دارد. لذا، ایجاد مزارع تولید برق بادی در این نواحی از ضروریات است. بیشتر مصرف انرژی الکتریکی در همدان، در فصل بهار وپاییز است و بادخیزترین زمان در همدان هم فصل بهار وپاییز است.

نقشه پهنه‌بندی میزان انرژی باد سالانه نشانگر توان بالای انرژی باد در شمال وحاشیه شرقی استان همدان می‌باشد. این مناطق در نقشه‌های مربوط به فصل بهار، تابستان، پاییز و زمستان نیز دارای حداکثر انرژی باد بر حسب وات بر متر مربع می‌باشد با این تفاوت که در فصول زمستان و پاییز مناطقی از جنوب شرق نیز با انرژی مناسب باد همراه است. نگاره ۵ نقشه پراکنش مقادیر انرژی باد را برحسب وات بر متر مربع در استان همدان و در مقیاس سالانه وفصلی نشان می‌دهد.

در منطقه مورد بررسی به ترتیب ایستگاه‌های نوژه با بیش از ۱۸ درصد، ملایر با بیش از ۱۷ درصد، همدان با بیش از ۹ در صد و نهاوند با بیش از ۸ در صد تداوم وزش باد در رنج‌های سرعت قابل استفاده در توربین‌های بادی در اولویت می‌باشند.

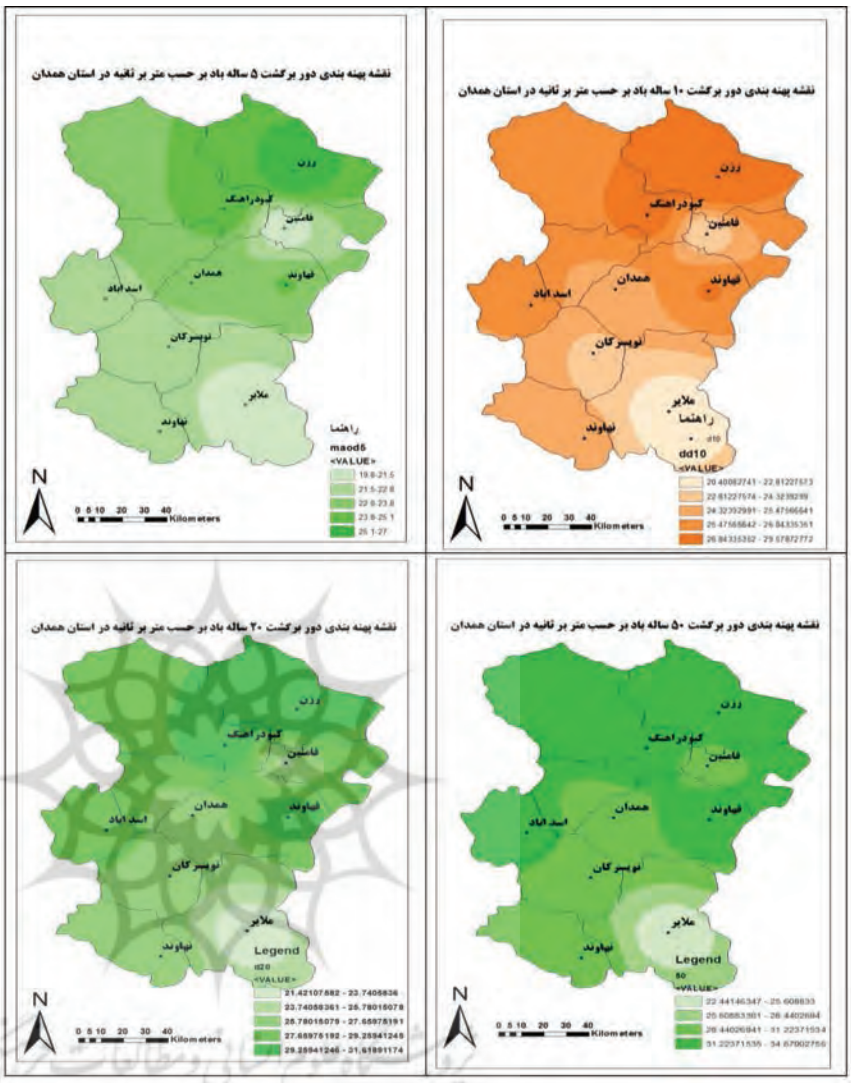
۳-۵- تحلیل مکانی پیش‌بینی دوره برگشت‌های سرعت باد

پیش‌بینی کمی باد ابزاری فوق‌العاده مهم و مورد استفاده برای هواشناسان و آب‌شناسان در امر پیش‌بینی توفان می‌باشد، زیرا در یک مدت زمان معین، انتظار وقوع سرعتی از باد و سطح توزیع و میزان آن و یا هر دو را نشان می‌دهد. مهمترین نوع پیش‌بینی کمی باد به گونه ای است که وجود پتانسیل وقوع سرعت باد را مشخص می‌کند. نگاره ٦ نقشه پیش بینی دوره برگشت‌های ۵و۱۰و۲۰و۵۰ ساله باد در استان همدان را نشان می‌دهد.

با مطالعه وقوع سرعت باد در ایستگاه‌های هواشناسی استان همدان چنین استنباط می‌گردد که غالباً این سرعت‌ها در مناطق شمالی وشمالشرق یعنی در ناحیه رزن بالاتر است. هرقدر دوره برگشت بیشتر باشد میزان سرعت باد بالاتر می‌گردد. در مناطق جنوبی استان وزش باد ملایم‌تر پیش‌بینی می‌شود.

٤- نتیجه‌گیری

تغییر اقلیم از جمله مسایل و مشکلات جهان امروز است. از زمان انقلاب صنعتی به بعد، فعالیت‌های انسان، بویژه استفاده از سوخت‌های فسیلی برای تولید الکتریسته، یکی از علل احتمالی تغییر اقلیم بوده است.یکی از راه‌حل‌هایی که در این زمینه مطرح شده و امروزه به شدت پیگیری می‌شود، استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر و سازگار با محیط زیست است. انرژی باد، از جمله منابع انرژی تجدید پذیر است که به دلایل مختلف از توجیه اقتصادی بالاتری نسبت به سایر انرژی‌های نو برخوردار است. از این رو لازم است در کشور ما نیز پتانسیل انرژی باد در نواحی بادخیز مشخص گردد. بدین منظور، ایستگاه‌های سینوپتیک استان همدان جهت مطالعه و پتانسیل سنجی انرژی باد انتخاب وبر اساس روش کریجینگ در سیستم اطلاعات جغرافیایی ناحیه بندی شدند. نتایج بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد حداکثر سرعت باد سالیانه در منطقه همدان مناطقی از جنوب استان و مناطقی از شهرستان کبودرآهنگ با طوفان شدید همراه



نگاره ٦: نقشه پیش‌بینی دوره برگشت‌های ۵ و۱۰ و۲۰و۵۰ ساله باد در استان همدان

است، در حالیکه در سایر مناطق استان حداکثر سرعت بادبه صورت طوفان ظاهر می‌گردد. نقش توپوگرافی بر سرعت باد در استان همدان قابل ملاحظه است. شهرستان‌های کوهپایه‌ای استان از جمله همدان، نهاوند و اسدآباد بیشتر در معرض وزش بادهای دشت - کوه می‌باشند، همچنین گرم باد یکی از پدیده‌های هواشناسی ناشی از اثر کوهستان است که غالباً در شهرستان همدان رخ می‌دهد.

نقشه‌های پهنه‌بندی متوسط سرعت باد با ارائه شمای کلی از باد وانرژی آن نشان می‌دهد شرق استان و مناطقی از شهرستان ملایر و رزن با بیشترین سرعت متوسط باد (بالای سه متر در ثانیه) همراه است. متوسط سرعت باد در مناطق شمالی استان بالاخص شمال شرق به بالاترین حد خود می‌رسد (چهار متر در ثانیه). مناطق غرب و جنوبغرب کمترین سرعت باد را در طول دوره مورد مطالعه دارا می‌باشند. نواحی شرقی استان همدان، از جنوب شرق تا شمال شرق، بادخیزترین منطقه استان است و در بیشتر زمان‌های سال دارای توان تولید برق بادی است. مناطقی از جنوب شرق هم در بسیاری از زمان‌های سال دارای توان بالای انرژی بادی هستند. به طور کلی دشت کبودر آهنگ ومناطقی از شهرستان رزن بالاترین پتانسیل جهت استفاده از انرژی باد را دارد. بیشترین پتانسیل میزان تولید انرژی ناشی از باد در همدان، در فصل بهار و پاییز است. در منطقه مورد بررسی، به ترتیب ایستگاه‌های نوژه (شمال استان) با بیش از ۱۸ درصد، وسپس ملایر (جنوب شرق استان) با بیش از ۱۷

درصد، تداوم وزش باد در رنج‌های سرعت قابل استفاده در توربین‌های بادی در اولویت می‌باشند.

با مطالعه وقوع سرعت باد در ایستگاه‌های هواشناسی استان همدان مشخص گردید هرقدر دوره برگشت بیشتر میزان سرعت باد بالاتر می‌گردد در مناطق جنوبی استان وزش باد ملایم‌تر پیش بینی می‌گردد. به طور کلی مناطقی از دشت رزن وکبودرآهنگ جهت برنامه‌ریزی استفاده از انرژی باد مناسب می‌باشد. نتایج این بررسی می‌تواند در آمایش سرزمین وتوسعه پایدار منطقه به کار رود.

*** در پایان از حمایت مالی دانشگاه سیدجمال‌الدین اسدآبادی در این تحقیق (در قالب طرح پژوهشی) تقدیر می‌گردد.**

۵- منابع و مآخذ

۱-اردکانی، م، ر، ۱۳۸۳، اکولوژی، چاپ پنجم، انتشارات دانشگاه تهران.

۲- جعفری، ع،۱۳۷۸، طراحی، ساخت و آمایش توربین بادی مولد الکتریسیته، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز، گروه مکانیک.

۳- جمیل، م، ۱۳۸۰، چگالی انرژی باد، مجله نیوار، شماره ٤٢ و ٤٣..

٤- جهانگیری و همکاران، ۱۳۸٤، محاسبه انرژی باد با استفاده از توزیع ویبول دوپارامتره، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال بیستم، شماره ٦٧. ص۳۲.

۵- صلاحی، ب ،۱۳۸۳، پتانسیل سنجی انرژی باد و برازش احتمالات واقعی وقوع باد با استفاده از تابع توزیع چگالی احتمال ویبول در ایستگاه‌های سینوپتیک استان اردبیل، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال نوزدهم، شماره ۲۷.

٦- کاویانی، م. ر ،۱۳۷٤، توربین‌های بادی و ارزیابی پتانسیل انرژی باد در ایران، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال دهم، شماره ٦۳.

۷-کرد، ب، ۱۳۷۹، نقش انرژی‌های نو در تأمین انرژی روستایی در ایران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم انسانی، گروه جغرافیا.

۸-گندمکار، ا و کیارسی، ف، ۱۳۸۵، ارزیابی انرژی پتانسیل باد درکشور ایران، بیست و یکمین کنفرانس بین المللی انـرژی برق، پژوهشگاه نیرو، تهران، آبانماه ۱۳۸۵

۹- منسوبی حسینی، ح. صداقت، ا، ۱۳۸۹ ،بررسی و تحلیل آماری انرژی باد در استان همدان اولین کنفرانس سالانهٔ انرژی پاک، مرکز بین المللی علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی، کرمان۱۳۸۹

10-Ameri, M. Ghadiri, M. and Hosseini, 2006, M. Recent Advances in the Implementation of Wind Energy in Iran. The 2nd Joint International Conference on Sustainable Energy and Environment (SEE 2006), Bangkok, Thailand.

11-Bardsley, E. W., 1980, Note on the Use of the Inverse Gaussian Distribution for Wind Energy Applications, , J. Appl. Meteor., 19, 1126-1130.

12-Bryukhan, F. F., Diab, D. R., 1995,Wind Energy Resource Estimation of the Upper Atmosphere over Southern Africa. Appi. Meteor.,34, 2565-2571.

13-Hennessy, J. P., 1977, Some Aspects of wind Power Statistics. J. Appl. Meteor., 16, 119-128.

14- Keyhani, A., Ghasemi-Varnamkhasti, M,. Khanalia, M., and Abbaszadeh, R.,2010, "An assessment of wind energy potential as a power generation source in the capital of Iran, Tehran" Energy, 35(1), 188-201.

15-Manuel, Lance, Nelson, Lock, 2002, "Analysis of time series data on wind turbine loads".

16-Mostafaeipour, A., Abarghooei, H.,2008, "Harnessing wind energy at Manjil area located in north of Iran", Renewable and Sustainable Energy Reviews. 12 (6), 1758-1766.

17-Mirhosseini, M., Sharifi, F., Sedaghat, A., 2010,"Assessing the wind energy potential locations in province of Semnan in Iran", Renewable and Sustainable Energy Reviews.15, 449-459.

18-Mostafaeipour, A.,2010, "Feasibility study of harnessing wind energy for turbine installation in province of Yazd in Iran", Renewable and Sustainable Energy Reviews. 14, 93-111.

19-Sidki Uyar. Tanany Molly, Jens ,1998, "Wind energy in Turhey".

20-Stewart, D.A., and O.M., Essenwanger,1978, Frequency Distribution of Wind Speed Near the Surface. J. Appl. Meteor., 17, 1633-1642.