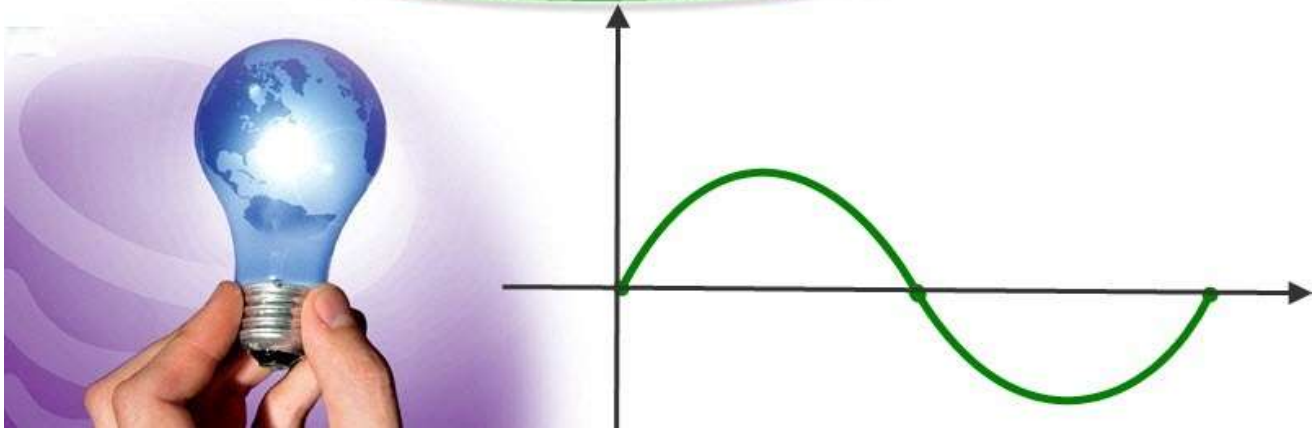
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

بسم الله الرحمن الرحیم

www.WikiPower.ir



برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

موضوع پروژه:

# تولید برق بوسیله انرژی تجدید پذیر باد

WikiPower.ir

برای خرید فایل word این پروژه اینجا کلیک کنید.
( شماره پروژه = ۲۴۱ )
پشتیبانی: ۰۹۳۵۵۴۰۵۹۸۶

www.wikipower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فصل اول: مقدمه

1-1 بحران انرژی در جهان

آنچه اکنون به عنوان بزرگترین مشکل جهاني، بشر را تهديد مي كند، كمبود انرژي و آلودگي هوا بر اثر استفاده از سوخت هاي فسيلي است. براي رفع اين دو معضل بزرگ از مدتها پيش، پژوهشگران و دانشمندان مطالعه و تحقيق براي استفاده از انرژي هاي تجديد پذير و پاك را شروع كرده اند و اكنون كه دشواري هاي گراني و كمبود سوخت هاي فسيلي و حداقل در 50 سال آينده، پايان يافتن اين قبيل سوخت ها، پيش بيني شده و شدت آلودگي هوا، كلان شهرهاي دنيا را بشدت تهديد مي كند، مسئولان كشورها نيز با اختصاص بودجه هاي سنگين، تمامي دانشگاهها و مراكز پژوهشي را تشويق به يافتن انرژي هاي جايگزين و كم مخاطره مي كنند. مي توان گفت، اكنون كه دو مسئله به هم پيوسته انرژي و آلودگي هوا (محيط زيست)، به عنوان يك مشكل جهاني عظيم روز بروز تشديد مي شود و تا زماني كه راهكارهاي علمي و عملي براي آن پيدا نشود، انسان خاكي در مخاطره جدي قرار دارد. از گذشته هاي نه چندان دور، راه حلهايي براي توليد انرژي از منابع طبيعي مورد مطالعه قرار گرفته و عناصري مانند، آفتاب (نور خورشيد)، آب، باد و امواج اقيانوس ها مورد توجه قرار گرفته است و دانشمندان مي كوشند با استفاده از اين عناصر طبيعي، مشكل انرژي را حل كنند كه پي آمد آن، كاهش آلودگي هوا و محيط زيست سالم خواهد بود. استفاده از قايق ها و كشتي هاي بادباني و آسياب هاي بادي و آبي ، استفاده وسيع از انرژي آفتاب در مقاصد گرمايش و

سوزاندن چوب و امثالهم براي توليد حرارت ، تعبيه بادگيريهاي طبيعي براي سرمايش اماكن مسكوني و بسياري موارد ديگر از جمله مثال هاي بارز استفاده انسان از منابع انرژي طبيبعي مي باشد. با گذشت زمان و در اثر رشد جوامع و پيچيده تر شدن صنعت و تكنولوژي ، نياز بشر به منابع انرژي شدت يافت و كشف و بهره برداري وسيع منابع فسيلي را ناگزير نمود . در دنياي امروز انفجار جمعيت و ارتقاء سطح زندگي و رفاه انسان ها كه نياز به منابع انرژي را بيش از پيش شدت بخشيده است از يک طرف و آسيب ها و تهديدات روز افزوني كه استفاده بي رويه از انرژيهاي فسيلي به طبيعت و محيط زيست وارد كرده و مي كند از طرف ديگر ، ادامه اين روند را غير ممكن ساخته است ، بطوريكه شوک نفتي دهه هفتاد به عنوان يک نقطه گسست ، لزوم توجه به منابع جايگزين را بيش از پيش براي سياستگذاران انرژي كشور هاي صنعتي مطرح نموده است . لذا از آن زمان به بعد ، بشر با نگاهي دوباره به خورشيد ، باد ، امواج و ساير منابع طبيعي پاک و لايزال ، سعي نموده است كه وابستگي خود به منابع فسيلي را تا حد امكان كم نمايد

## 2-1 مصرف انرژي

امروزه استفاده از سوختهاي فسيلي بالاترين درصد تأمين انرژي را در دنيا به خود اختصاص داده و با توجه به رو به اتمام گذاشتن آن در آينده اي نه چندان دور، نگراني عميقي براي جايگزيني آن بوجود آمده است . شايد بتوان گفت كه تأمين انرژي براي چند نسل آينده ، بزرگترين معضل و كاري بس دشوار خواهد بود. در سال 2030 ميلادي مصرف انرژي جهاني 2 برابر خواهد شد ، تقاضاي

انرژي جهاني سالانه 1/8 درصد بين سال هاي 2000 تا 2030 افزايش خواهد يافت مشكل ديگر ، استفاده از سوخت هاي فسيلي است كه با توليد گازهاي زيان آور موجب آلودگي هوا مي شوند. ضمن آنكه انتشار گاز دي اكسيد كربن به طور متوسط تا 2/1 درصد در سال افزايش مي يابد و تا سال 2030 به 44 ميليارد تن خواهد رسيد كه 25 درصد از اين ميزان مربوط به بخش صنعت و 40 درصد براي خدمات و مصارف خانگي خواهد بود.

3-1 آمار ظرفيت نصب توربين هاي بادي در دنيا

در جهان هزاران توربين بادي در حال بهره‌برداري وجود دارد. توليد برق بادي در ميان ديگر روشهاي توليد انرژي الكتريكي داراي بيشترين شتاب رشد در قرن 21 بوده است به طوري كه توليد توان بادي جهان در بين سال‌هاي 2000 تا 2006 چهار برابر شده است. در دانمارک و اسپانيا برق بادي حدود 10٪ يا بيشتر از كل توليد انرژي الكتريكي را تشكيل مي‌دهد. گرچه 81٪ از توان بادي توليد شده در جهان به ايالات متحده و اتحاديه اروپا تعلق دارد اما سهم پنج كشور اول توليد كننده برق بادي از 71٪ در سال 2004 به 55٪ در سال 2005 كاهش يافته است.
انجمن جهاني انرژي بادي پيش بيني كرده در سال 2010 ظرفيت توليدي برق بادي به 160 گيگاوات برسد. با توجه

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

به ميزان توليد كنوني، اين رقم پيش‌بيني يک رشد 21٪ را در هر سال نشان مي‌دهد. از جمله كشورهايي كه سرمايه گذاري زيادي در اين زمينه انجام داده‌اند مي‌توان به آلمان, اسپانيا, ايالات متحده , هند ودانمارک اشاره كرد. شكل1-1سهم كشورهاي ياد شده در استفاده از انرژي باد را نشان مي دهد

**شكل1-1 – سهم استفاده از انرژي باد**

بازار آسيا نيز با رشد چشمگيري همراه بوده است بطوري كه با رشد 28/3% ، بالاترين رشد متوسط ساليانه را دارا است . اين ميزان پيشرفت به دليل رشد غير منتظره بازار كشور چين بوده است . كل ظرفيت نصب شده در قاره آسيا تا سال 2010 به 29 گيگا وات خواهد رسيد كه اين ميزان در سال 2006 ، 10/7 گيگا وات بوده است (جدول 1-1)

**دي نصب شده به مگا وات**

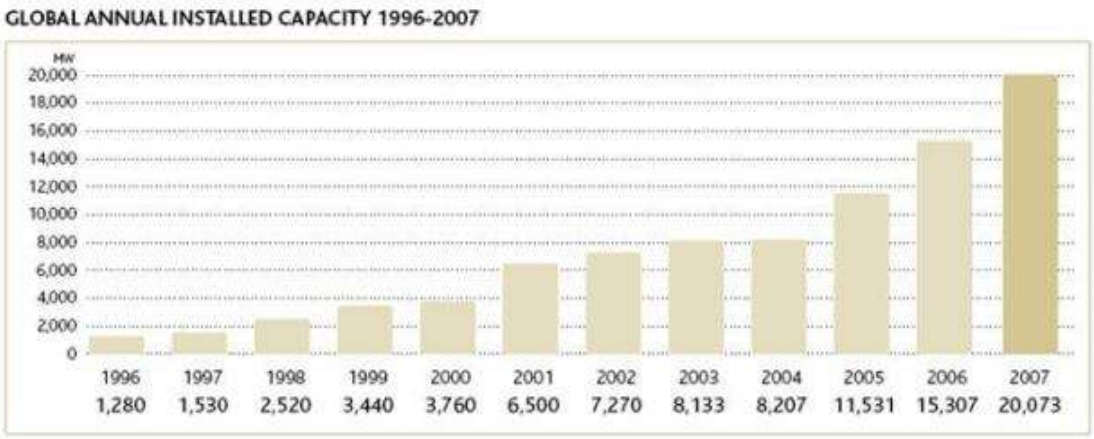
| كشور | 2005 | 2006 | 2007 | رتبه | كشور | 2005 | 2006 | 2007 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| آلمان | 18/415 | 20/622 | 22/247 | 22 | بلژيک | 167 | 193 | 287 |
| آمريكا | 9/149 | 11/603 | 16/818 | 23 | تايوان | 104 | 188 | 282 |
| اسپانيا | 10/028 | 11/615 | 15/145 | 24 | لهستان | 83 | 153 | 276 |
| ندوستان | 4/430 | 6/270 | 8/000 | 25 | برزيل | 29 | 237 | 247 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| چین | 1/260 | 2/604 | 8/000 | 26 | کره جنوبي | 98 | 173 | 191 |
| دانمارک | 3/136 | 3/140 | 3/129 | 27 | ترکیه | 20 | 51 | 146 |
| ایتالیا | 1/718 | 2/123 | 2/726 | 28 | جمهوري چک | 28 | 50 | 116 |
| فرانسه | 757 | 1/567 | 2/454 | 29 | مراکش | 64 | 124 | 114 |
| پادشاهي متحده | 1/332 | 1/963 | 2/389 | 30 | فنلاند | 82 | 86 | 110 |
| پرتقال | 1/022 | 1/716 | 2/150 | 31 | اوکراین | 77 | 86 | 89 |
| کانادا | 683 | 1/459 | 1/856 | 32 | مکزیک | 3 | 88 | 87 |
| هلند | 1/219 | 1/560 | 1/747 | 33 | کستاریکا | 71 | 74 | 74 |
| ژاپن | 1/061 | 1/394 | 1/538 | 34 | بلغارستان | 6 | 36 | 70 |
| اتریش | 819 | 965 | 982 | 35 | ایران | 23 | 48 | 66 |
| یونان | 573 | 746 | 871 | 36 | مجارستان | 18 | 61 | 65 |
| استرالیا | 708 | 817 | 824 | 37 | بقیه اروپا | 129 | 163 | |
| ایرلند | 496 | 745 | 805 | 38 | بقیه امریکا | 109 | 109 | |
| سوئد | 510 | 572 | 788 | 39 | بقیه آسیا | 38 | 38 | |
| نروژ | 267 | 314 | 333 | 40 | بقیه آفریقا وخاورمیانه | 31 | 31 | |
| زلاند نو | 169 | 171 | 322 | 41 | بقیه اقیانوسیه | 12 | 12 | |
| مصر | 145 | 230 | 310 | 42 | کل جهان | 59/091 | 74/223 | 94/000 |

جدول

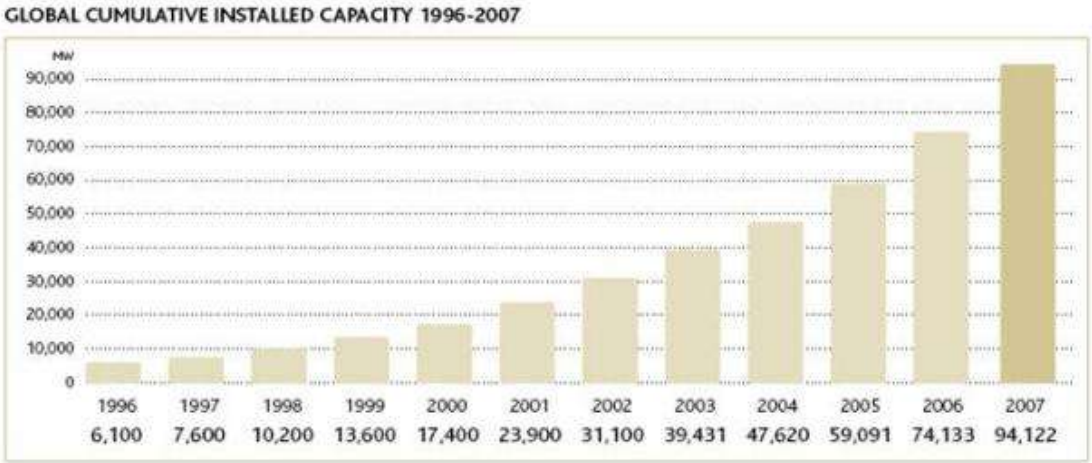
1-1 توان بادی نصب شده در جهان

گزارش منتشر شده توسط انجمن انرژي باد جهان GWEC در فوریه 2008 که شامل ارقام مربوط به توسعة انرژي باد در بیش از 70 کشور در سراسر دنیا مي‌باشد، نشان مي‌دهد که در این سال میزان نصب در جهان به 20073 مگاوات رسیده (شکل 1-2)، که با توجه به این امر میزان کل نصب از 74133 مگاوات در سال 2006 به 94122 مگاوات در سال 2007 افزایش یافته است. (شکل1-3)



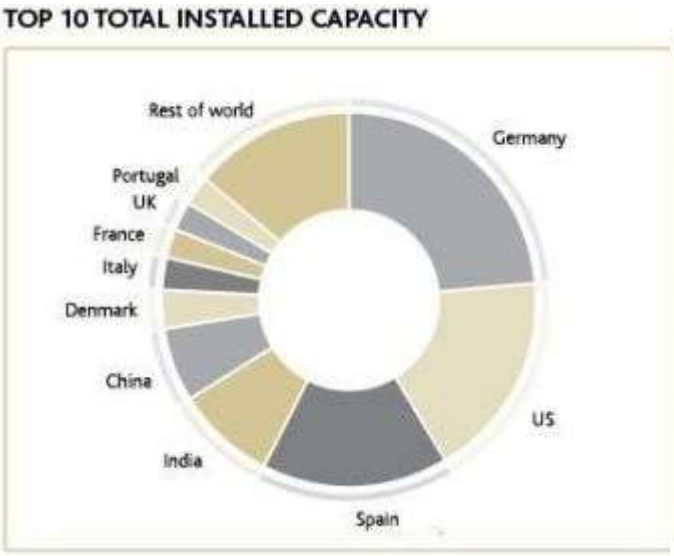

شکل 1-2- میزان نصب توربین بادي در هر سال به فاصله سالهاي1996 تا 2007 در جهان

WikiPower.ir




شکل 1-3 - رشد نصب توربین بادي به فاصله سالهاي1996 تا 2007 در جهان

به بيان اقتصادي، بخش انرژي باد هم اكنون با مقدار كل نصب تجهيزات توليد برق جديد كه ارزشي حدود 25 ميليارد يورو، معادل 36 ميليارد دلار آمريكا دارد، بطور جدي نقش مهمي را در بازار انرژي ايفا مينمايد.كشورهايي كه بيشترين ميزان نصب را بصورت تجمعي داشته اند عبارتند از آلمان ( 22247 مگاوات)، آمريكا (16818 مگاوات)، اسپانيا (15145 مگاوات)، هند (8000 مگاوات) و چين (6050 مگاوات). (شكل 1-4)

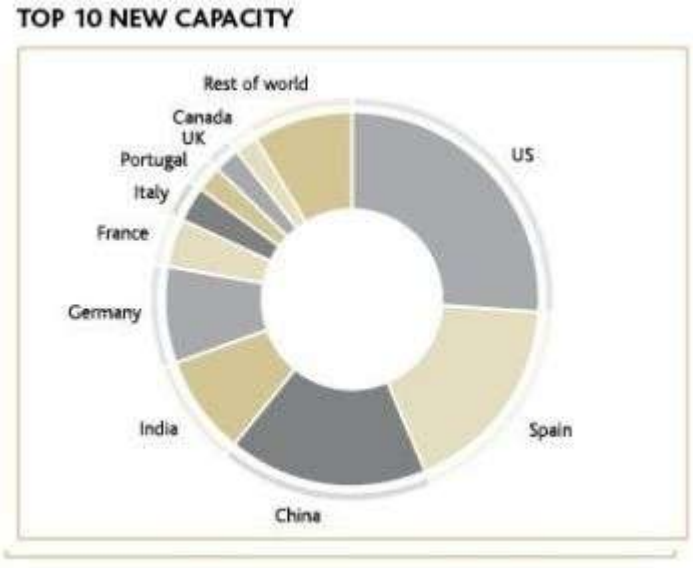



| | MW | % |
|---|---|---|
| Germany | 22,247 | 23.6 |
| US | 16,818 | 17.9 |
| Spain | 15,145 | 16.1 |
| India | 8,000 | 8.5 |
| China | 6,050 | 6.4 |
| Denmark | 3,125 | 3.3 |
| Italy | 2,726 | 2.9 |
| France | 2,454 | 2.6 |
| UK | 2,389 | 2.5 |
| Portugal | 2,150 | 2.3 |
| Rest of world | 13,008 | 13.8 |
| **Total top 10** | **81,104** | **86.2** |
| **Total** | **94,112** | **100.0** |

www.wikiPower.ir

شكل 1-4 كشور های برتر در زمينه نصب توربين های بادی

از نظر ظرفيت جديد نصب شده در سال 2007، ايالات متحده با 5244 مگاوات پيشتاز بوده و پس از آن اسپانيا با 3522 مگاوات، چين با 3449 مگاوات، هند با 1730 مگاوات، آلمان با 1667 مگاوات و فرانسه با 880 مگاوات قرار دارند. اين ميزان رشد نشان ميدهد كه رقباي جديد همانند اسپانيا و چين از ساير كشورها پيشي گرفته اند . (شكل 1-5)




| | MW | % |
|---|---|---|
| US | 5,244 | 26.1 |
| Spain | 3,522 | 17.5 |
| China | 3,449 | 17.2 |
| India | 1,730 | 8.6 |
| Germany | 1,667 | 8.3 |
| France | 888 | 4.4 |
| Italy | 603 | 3.0 |
| Portugal | 434 | 2.2 |
| UK | 427 | 2.1 |
| Canada | 386 | 1.9 |
| Rest of world | 1,723 | 8.6 |
| **Total top 10** | **18,350** | **91.4** |
| **Total** | **20,073** | **100.0** |

(شکل 1-5)کشور های برتر در نصب توربین بادی در سال 2007

اروپا با ظرفیت نصب شدة 57136 مگاوات در پایان سال 2007 همچنان پیشتاز بازار بوده که این میزان 61 درصد کل ظرفیت در دنیا م ي باشد. در سال 2007، تولید حدود 119 تریلیون وات ساعت ( TWh) انرژي باد، معادل 40 درصد از کل ظرفیت نیروگاهها ي نصب شده در این سال، نشانگر رشد قابل توجه این صنعت در مقایسه با دیگر تکنولوژیهاي تأمین انرژي م ي باشد. با وجود رشد مداوم در اروپا، حرکت عمومي نشان دهنده این است که این بخش به تدریج وابستگ ي خود را به چند بازار کلید ي از دست داده و مناطق دیگر شروع به رقابت با اروپا نموده اند. رشد 43 درصدي بازار اروپا در سال 2007 کمتر از 1/2 کل ظرفیت جدید نصب شده م ي باشد که این نسبت در سال 2004، سه چهارم بوده است.

سال 2007 بیش از هفتاد و یک میلیارد دلار در بخش افزایش ظرفیتها، ساخت نیروگاه ها و تحقیق و توسعه انرژيهاي تجدیدپذیر نو در جهان سرمایهگذاري شده است ظرفیت نیروگاه هاي باد و فتوولئائیک در جهان هر سال به ترتیب بیش از 25٪ و 60٪ افزایش مییابد. به همین جهت سرعت توسعه کاربرد این فناوريها فقط با فناوري اطلاعات و مخابرات

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

قابل مقايسه است در حداقل 66 كشور جهان، اهداف راهبردي در جهت توسعه انرژي‌هاي تجديدپذير تدوين و سياستگذاري‌هاي لازم براي سال‌هاي 2010-2020 انجام شده است،در اين راستا كشورهاي پيشرو اروپا در كميسيوني در سال 2007 هدف تامين 20٪ از احتياجات انرژي خود را از منابع انرژي‌هاي تجديدپذير تا سال 2020 مقرر نموده اند تخمين زده مي شود در سال 2020 ميلادي سهم انرژي بادي در تامين انرژي جهان با قدرت مجموع توربين هاي بادي 180 GW ، حدود 375 TWh در سال باشد. در قالب ضرورت هاي زيست محيطي ، اين سهم ممكن است در سال 2020 به حدود 900 TWh با قدرت مجموع توربين هاي افزايش مي يابد.

سهم كشور ايران در اين ميان تاكنون كمتر از 100 مگاوات ظرفيت توليد و عمدتا توربين‌هاي بادي است و اگر نيروگاه‌هاي آبي متوسط و بزرگ را هم جزو منابع تجديدپذير محسوب كنيم، آنگاه اين ظرفيت به 7700 مگاوات خواهد رسيد

WikiPower.ir

فصل دوم : انرژي باد و مشخصه هاي آن

1-1 مقدمه

بي ترديد انرژي يكي از مهمترين عوامل پيشرفت و توسعه جوامع بشري است . انسان براي تغذيه ، بهداشت و درمان ، جابجايي ، ساخت وساز ، تفريح و اغلب فعاليت هاي حياتي خود به بيان ديگر براي زندگي وبقاء به توليد ومصرف انرژي وابسته است . پيش از كشف و به خدمت گيري منابع انرژي فسيلي ، انسان عمدتا نياز خود را از منابعي تامين مي نمود كه امروزه انرژي هاي تجديد پذير خوانده مي شوند روند پرشتاب استفاده از منابع انرژي تجديد پذير در چند سال گذشته و نيز برنامه هاي آتي كشور هاي صنعتي كه در پي آنند تا سهم منابع تجديد پذير را در سبد انرژي خود بيشتر و بيشتر نمايند ، گواه اين مدعاست. براي رويارويي با شرايط كنوني، مدتها است كه انرژي وزش باد، به عنوان جايگزيني خوب در نظر گرفته شده و فكر پژوهشگران را به خود مشغول داشته است. از انرژي باد در ادوار گذشته. در برخي از كشورها به طرق مختلف استفاده مي شده و نمونه ساده آن استفاده از آسيابهاي بادي است. نكته حائز اهميت اينكه در گذشته هيچ محاسبه يا برآوردي در خصوص مقدار انرژي باد انجام نشده است.براساس پژوهش ها، حدود نيم درصد از انرژي تابشي خورشيد زماني كه به زمين مي رسد، به صورت باد تبديل به انرژي جنبشي مي شود و در هر مترمكعب از هواي متحرك در بالاي سطح زمين حدود7/1 وات انرژي وجود دارد. در اندازه هاي كوچك- اين انرژي به گونه متمركز و بصورت جريان هاي شديد هواست ولي براي استفاده

بسيار زياد ، بيشترين انرژي بادها در ارتفاعات بالا قرار دارد، به طوري كه دانشمندان دريافته اند دو سوم كل انرژي باد بالاتر از لايه تروپوسفر و دور از دسترس ما قراردارد.

## 2-2 تاريخچه استفاده از انرژي باد

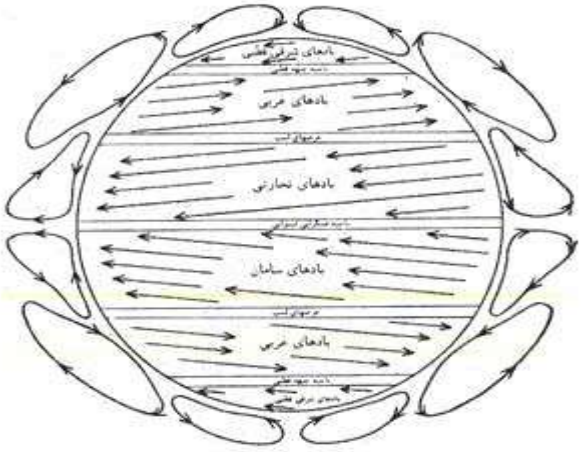
بشر از زمانهاي بسيار دور به نيروي لايزال باد پي برده بود. آسيابها و كشتي هاي بادي كه هزاران سال قبل معمول بود، گوياي اين امر است. طبق اسناد و مدارک موجود، اولين كرجي كه با نيروي باد كار مي كرد، توسط مصريان ساخته شد و اولين آسياب بادي با محور قائم براي آرد كردن غلات، 200 سال قبل از ميلاد مسيح توسط ايرانيان بنا گرديد. هم اكنون تعدادي آسياب بادي در روستاهاي بين خواف و تايباد وجود دارد كه به كار مشغولند. آسياب هاي بادي اوليه داراي محور قائم بودند، بعد از مدتي آسياب هاي بادي با محور افقي و پروانه هاي سه گوش باد بزني معمول گشت. هنوز هم نمونه هايي از اين آسيابها را مي توان در نواحي مديترانه پيدا كرد. در قرن يازدهم ميلادي در خاورميانه از آسياب هاي بادي استفاده هاي گوناگوني مي‌شد. آسياب هاي بادي در قرن سيزدهم ميلادي به كشورهاي اروپايي راه يافت. نصب بادبان به يک محور مركزي كه با استفاده از نيروي باد، توليد نيروي چرخشي مي كرد، بعد از انجام گرفت و بشر به وسيله آن توانست نيروي لازم را براي آبكشي به منظور آبياري، آرد كردن غلات و سرانجام اره كردن چوب به دست آورد.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

## 3-2 منبع انرژي بادي

منشا باد يک موضوع پيچيده است. از آنجاييکه زمين بطور نامساوي به وسيله نور خورشيد گرم مي‌شود بنابراين در قطبها انرژي گرمايي کمتري نسبت به مناطق استوايي وجود دارد همچنين در خشکي‌ها تغييرات دما با سرعت بيشتري انجام مي‌پذيرد و بنابراين خشکي‌ها زمين نسبت به دريا‌ها زودتر گرم و زودتر سرد مي‌شوند. .در مناطق گرمسير ، تابش نور خورشيد سبب افزايش حرارت محيط مي گردد و در مناطق قطبي افت درجه حرارت بوجود مي آيد . اتمسفر بوسيله چرخش زمين حول محور 'PP خود که از قطبين زمين عبور مي کند، و همچنين در عرض هاي مختلف کره زمين موجب تغييراتي در فشار و دماي هوا مي شود و گرما را از مناطق گرمسير به مناطق قطبي انتقال مي دهد . در مقياس جهاني، اين جريانات اتمسفري به صورت يك عامل مهم انتقال گرما عمل مي نمايد . اين تفاوت دماي جهاني موجب به وجود آمدن يک سيستم جهاني تبادل حرارتي خواهد شد که از سطح زمين تا هوا کره، که مانند يک سقف مصنوعي عمل مي‌کند. (شکل 2-1)

WikiPower.ir




(شکل 2-1) عامل بوجود

آمدن باد

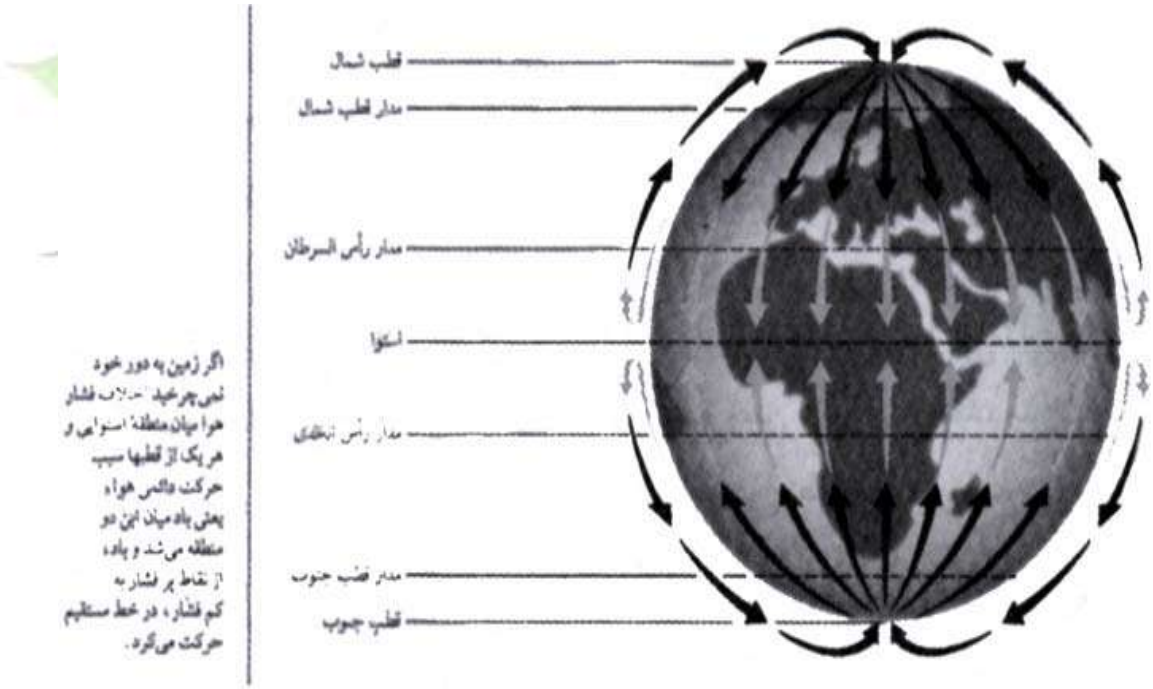
بیشتر انرژي که در حرکت باد وجود دارد را مي‌توان در سطوح بالاي جو پيدا کرد جايي که سرعت مداوم باد به بيش از ۱۶۰ کيلومتر در ساعت مي‌رسد و سرانجام باد انرژي خود را در اثر اصطکاک با سطح زمين و جو از دست مي‌دهد. بادها را معمولاً به سه دسته بادهاي جهاني، بادهاي منطقه اي و بادهاي محلي تقسيم مي کنند. که در اين ميان بادهاي جهاني داراي الگوهاي قابل پيش بيني تري هستند و سطح وسيع تري را نسبت به انواع ديگر پوشش مي دهند. اين در حالي است که بادهاي محلي و منطقه اي بيشتر تحت تاثير عوامل منطقه اي از جمله تفاوت در دما و فشار هوا و نيز ساختار اقليمي منطقه قرار دارد. علاوه بر عوامل فوق ، عوامل ديگري مانند مشخصات توپوگرافي محل و تغييرات فصلي دما ، توزيع انرژي باد را تغيير مي دهند. براي مثال اختلاف ظرفيت گرمايي بين زمين و آب دريا در ساحل ، ايجاد نسيم دريايي مي کند و در دره ها و کوهستان ها فرايند مشابهي منجر به ايجاد باد هاي محلي مي شود.

## 4-2 باد

باد هوايي است که حرکت دارد و جابه جا مي شود. باد از نسيم ملايم گرفته تا طوفان بر اثر اختلاف فشار هوا بين دو منطقه به وجود مي آيد باد به دليل حرکت هوا از مناطق پر فشار به مناطق کم فشار ايجاد مي‌شود. اختلاف فشار ، روي سرعت باد تأثير مي‌گذارد. در صورتي که اختلاف کم باشد، باد خفيف است، اما در صورتي که اختلاف زياد باشد، باد شديد است. اين اختلاف فشار در نتيجه دماست. چون فشار هواي سرد نسبت به هواي گرم بيشتر است ، در نتيجه هوا از ناحيه پر فشار سرد به ناحيه کم فشار حرکت مي کند و باد به وجود مي آيد. گردش زمين به دور خود نيز برجهت باد تاثير مي گذارد.

سطح زمين مقداري از انرژي گرمايي تابش خورشيد را جذب مي کند و مقداري را به جو بر مي گرداند. هر اندازه پرتوهاي خورشيد نسبت به سطح

زمين عمودي تر باشد، ميزان جذب انرژي زمين بيشتر خواهد بود. بنابراين مقدار انرژي اي كه در منطقه استوايي جذب مي‌شود، نسبت به قطب ها بيشتر است. اين انرژي، هواي منطقه استوايي را گرم و سبك و فشار آن را كم مي كند. بنابراين هواي گرم و سبك، بالا مي رود و در سطح زمين منطقه اي كم فشار ايجاد مي‌كند. در مناطق قطبي پرتو هاي خورشيد نسبت به سطح زمين مايل و ميزان جذب انرژي كمتر است. بنابراين هواي اين مناطق سرد، متراكم و پر فشار است. اگر زمين دور محور خود نمي چرخيد، اختلاف فشار هوا ميان منطقه استوايي و هريك از قطب ها سبب حركت دائمي هوا، يعني باد، ميان اين دو منطقه مي شد (شكل 2-2)، اما به سبب چرخش زمين به دور خود، در نيمكره هاي شمالي و جنوبي دو منطقه پر فشار، ميان استوا و مدارهاي 30درجه و دو منطقه كم فشار، ميان مدارهاي 30 و 60 درجه وجود دارد.




(شكل2-2) مسير باد روي كره زمين

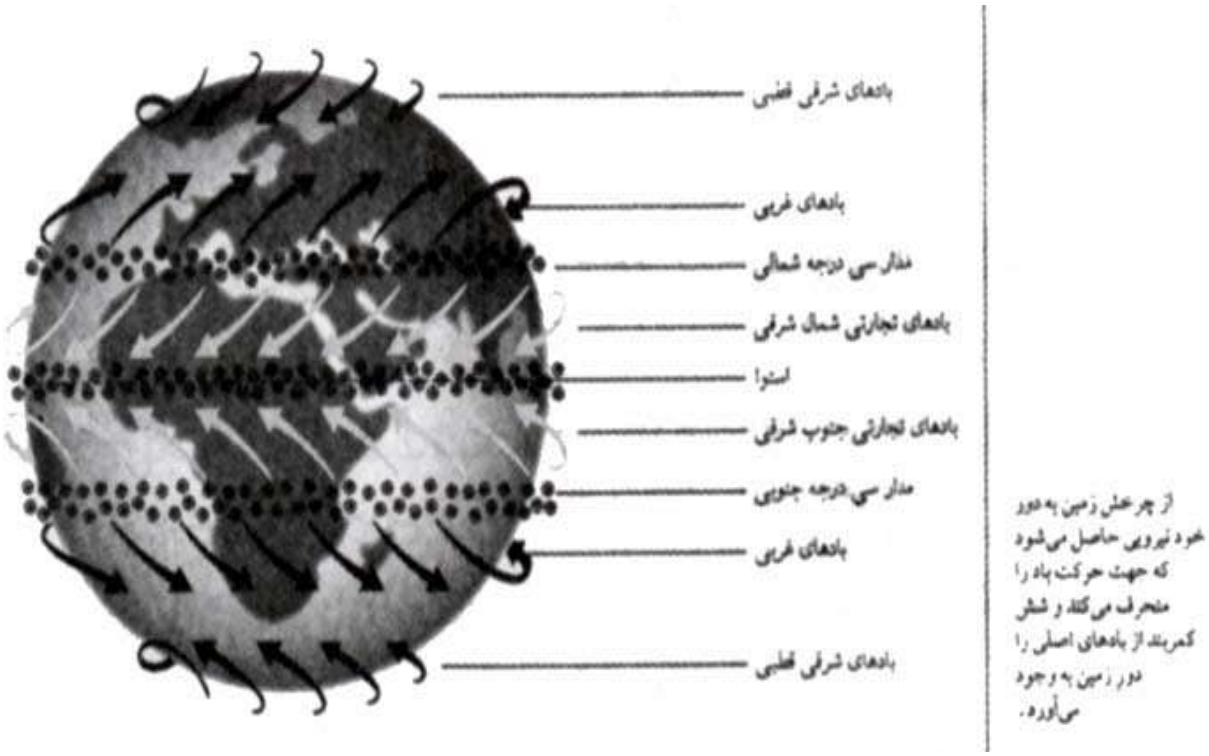
حركت هوا ميان اين منطقه هاي پر فشار و كم فشار بادهايي را پديد مي آورد كه مانند شش كمربند دور زمين را در بر مي گيرند. (شكل2-3) اين بادها عبارتند از:

1. بادهاي تجارتي شمال شرقي و جنوب شرقي،

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

2. بادهاي غربي و بادهاي شرقي قطبي كه در دو نيمكرهٔ شمالي و جنوبي مي‌وزند

اگر زمين ساكن بود و به دور خود نمي چرخند، جهت باد از نقاط پر فشار به كم فشار در خط مستقيم حركت مي كرد. اما از چرخش زمين نيرويي حاصل مي شود كه «اثر كوريولي» نام دارد و جهت حركت باد را منحرف مي كند. بر اثر اين نيرو بادهايي كه به طرف استوا مي وزند، به سمت غرب و بادهايي كه به طرف قطب مي وزند، به سمت شرق منحرف مي شوند.




(شكل2-3)

### 2-4-1 انواع بادها

**1- بادهاي محلي:** بادهايي هستند كه در ناحيه هاي خاصي مي وزند، مانند باد صد و بيست روزه سيستان. اين باد از كوه هاي افغانستان به سمت بيابان هايي شرقي ايران مي وزد. زمان وزش آن از ارديبهشت تا مرداد ماه است. سرعت آن گاهي تا بيش از 110 كيلومتر در ساعت است. سرعت وزش اين باد به اندازه اي زياد است كه سبب ريشه كن شدن درختان مي شود.

باد ملايمي (نسيم) كه ميان دريا و خشكي مي‌وزد، يكي از انواع بادهاي محلي است. باد ملايمي كه ميان كوه و دره مي وزد، نيز از بادهاي محلي است.

**2- بادهاي موسمي:** بادهاي موسمي بر اثر گرم شدن سطح خشكي هاي زمين در تابستان و سرد شدن آنها در زمستان به وجود مي‌آيند. در تابستان كه خشكي ها گرمتر از اقيانوس‌ها هستند، بادهاي موسمي از اقيانوس به سمت خشكي مي وزند. در زمستان، جريان بادهاي موسمي از خشكي به سمت درياست. از بادهاي معروف موسمي، بادهاي مانسون است كه سبب بارش باران‌هاي شديد در جنوب و جنوب شرقي آسيا مي شود. زمان وزش بادهاي مانسون از فروردين تا آبان است. اين بادها در تابستان بر آب و هواي جنوب ايران تاثير مي گذارند و سبب بارندگي در بعضي ناحيه هاي آن مي شوند.

**3- بادهاي تجارتي:** از منطقه پرفشار مدار 30 درجه نيمكرهٔ شمالي و جنوبي به سمت منطقه كم فشار استوار مي وزد. جريان بادهاي تجارتي دائمي است. در گذشته كشتي‌هاي بادباناني تجارتي، براي حركت، از نيروي دائمي اين بادها استفاده مي كردند، به همين دليل اين بادها به تجارتي معروف شده اند. جهت اين بادها در هر دو نيمكره از شرق به غرب است.

**4- بادهاي غربي:** از منطقه پر فشار مدار30 درجه به سمت منطقه كم فشار مدار60 درجه مي وزند. در نيمكره شمالي اين بادها از جنوب غربي و در نيمكره جنوبي از شمال غربي مي وزند.

باد گاهي در حالت هاي چرخه اي (سيكلوني) و واچرخه اي (آنتي سيكلوني) نيز به وجود مي آيد. در سيكلون ها يك منطقه كم فشار با منطقه پرفشار احاطه مي شود. بنابراين هوا از منطقه پرفشار خارجي به شكل مارپيچ در اطراف منطقه كم فشار داخلي جريان مي يابد. جهت حركت چرخه ها (سيكلونها) در نيمكره شمالي خلاف جهت حركت عقربه هاي ساعت و در نيمكره جنوبي در جهت حركت عقربه هاي ساعت است. چرخه هاي بزرگ را گردباد مي نامند. معمولاً در پي وزش گردباد، هوا ابري و بارانی مي شود. گردبادها در مسير حركت خود سبب ويراني هاي بسيار مي شوند. در واچرخه (آنتي سيكلون)، يک منطقه كم فشار، دور

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

یک منطقه پرفشار را فرا می گیرد و هوا از منطقه پرفشار داخلی به شکل مارپیچ به منطقه کم فشار خارجی حرکت می کند. حرکت واچرخه در نیمکره شمالی در جهت حرکت عقربه های ساعت و در نیمکره جنوبی خلاف جهت حرکت عقربه های ساعت است.

## 2-4-2 طبقه بندي بادها بر اساس ميزان نيرو

(شکل2-4)

سرعت باد معمولا روزها بیشتر از شبها است. سرعت باد با باد سنج و جهت آن با بادنما اندازه گيري مي شود. بر اين اساس باد ها از نظر نيرو به موارد زير تقسيم می شوند. (شکل2-4)

1. **نیروهای صفرتا 2 :** سرعت باد تا 11 کیلومتر (صفر تا 7 مایل) در ساعت ؛ هوا آرام یا دارای حرکت آهسته بوده و همراه با غبار و حرکت آهسته برگهامیباشد.
2. **نیروهای 3تا4** : سرعت باد از 12 کیلومتر (8 مایل) در ساعت تا 29 کیلومتر ( 18 مایل) در ساعت میباشد. نسیم یا باد متوسط وجود دارد که پرچمها را به هم میزند، کاغذها را به هوا بلند میکند و به اطراف میبرد و برگها و شاخه های کوچک درختان را حرکت میدهد.
3. **نیروهای 5 تا6 :** سرعت باد از 30 کیلومتر (19 مایل) در ساعت تا 50 کیلومتر (31 مایل) در ساعت است.باد نیمه قوي یا قوي وجود دارد و درختان کوچک و شاخه های بزرگ به حرکت در میآیند و اشیاء سبک در سطح زمین به اطراف پرتاب میشوند.
4. **نیروهای7 تا 9** : سرعت باد از 51 کیلومتر ( 39 مایل) تا 87 کیلومتر (54 مایل) در ساعت است. تند باد یا طوفان شدید وجود دارد. تمام درختان تکان میخورند، شاخه ها میشکنند و دودکشها و سقفهاي خانه ها از جا کنده میشوند.
5. **نیروهای 10 تا 12** :سرعت باد از 88 کیلومتر ( 55 مایل) در ساعت تا بیش از 118 کیلومتر (74 مایل) در ساعت میباشد. طوفان یا طوفان شدید وجود دارد. درختها از ریشه کنده میشوند و خرابیهاي گسترده ایجاد میشود.

**3-4-2 جدول بوفورت**

دریا سالار سر فرانسیس بوفورت ، دریا نورد انگلیسي، در سال 1805 میلادي براي تعیین سرعت باد بطور تقریبي مواردی بیان کرده است.که به صورت جدول نشان داده شده است ( جدول 2-1)

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

| مشخصات | | سرعت باد Kmh | Mph |
|---|---|---|---|
| هواي آرام | هواي آرام- دور از سطح زمين بصورت قائم با . | 0-1/6 | 0-1 |
| هواي ملايم | جهت باد بوسيله جريان دود معلوم ولي باد نما آنرا نشان نمي دهد | 1/6-4/8 | 1-3 |
| نسيم ملايم | احساس جريان باد در صورت انسان، خش خش برگها، حركت باد نماي معمولي. | 6/4-11/2 | 4-7 |
| نسيم آرام | حركت دائمي برگها و ساقه هاي كوچك، باز شدن بيرقهاي سبك. | 12/8-16/3 | 8-12 |
| نسيم متوسط | بلند شدن گردوخاك و كاغذهاي سبك از زمين حركت شاخه هاي كوچك. | 20/9-28/9 | 13-18 |
| نسيم خنك | به نوسان درآمدن درختان كوچك برگدار تشكيل موج در آبهاي ساكن در زمين | 28/9-38/6 | 18-24 |
| نسيم شديد | حركت شاخه هاي بزرگ سود كشيدن سيمهاي تلگراف ايجاد اشكال در استفاده از | 40/2-49/8 | 25-31 |
| باد | حركت تمامي درختان احساس ناراحتي هنگام حركت در جهت مخالف با | 51/4-61/1 | 32-38 |
| باد تند | شكسته شدن ساقه هاي كوچك درختان جلوگيري تدريجي از حركت | 62/7-74 | 39-46 |
| تندباد شد | خسارات ساختماني كم (به سقف و دودكش) | 75/6-86/8 | 47-54 |
| طوفان | كمتر در خشكي آزمايش شده است كنده شدن به وجود آمدن خسارات قابل توجه. | 9/9-101/3 | 59-63 |

**جدول 2-1: تعيين سرعت باد طبق مقياس بوفورت**

## 2-4-4 تغييرات سرعت باد

آزمايشگاه هواشناسي شمال غربي اقيانوس آرام در سال1981 ميلادي براي سازمان هواشناسي جهاني نقشه جهاني منابع باد را تهيه كرده است. اين نكته قابل توجه است كه سرعت متوسط باد ممكن است تا25درصد از سالي به سال ديگر تفاوت داشته باشد. عمدتا باد در زمستان نسبت به تابستان سرعت بيشتري دارد كه البته استثناهايي هم ممكن است وجود داشته باشد.

## 5-2 طراحي ميادين بادخيز:

بهترين نقاط براي استقرار توربين هاي بادي مناطقي هستند كه بادهاي دائمي و شديدي در آنجا بوزد. "آزمايشگاه ملي انرژي هاي قابل تجديد" نقشه هاي بادنشاني براي مناطقي در نقاط مختلف دنيا تهيه كرده كه سرعت وزش باد در آن مناطق را در طول سال را با استفاده از ايستگاه هاي كنترل و همچنين الگوهاي هواشناسي محاسبه و ارائه مي كنند. در مورد برخي مناطق خاص، ميانگين سرعت سالانه باد براي محاسبه ميزان توليد انرژي بادي به وسيله آرميچر توربين بادي در هر متر مربع مورد استفاده قرار مي گيرد. در نتيجه محاسبات مربوط به انرژي نهفته در باد، مناطق جغرافيايي كوچكي به مساحت يک مايل مربع از لحاظ حجم نيروي بادي از 1 تا 7 درجه بندي مي شوند و شماره 7 نشانگر منطقه اي است كه شديدترين وزش باد را دارد. طراحان از اين اطلاعات براي طراحي بهترين ميادين بادخيز استفاده مي كنند. مناطقي كه درجه 3 يا بالاتر را كسب كنند گزينه هايي براي طراحي ميادين بادخيز محسوب مي شوند. مناطق داراي درجه 2 يا بالاتر هم مكان هاي مناسبي براي استقرار ژانراتورهاي بادي كوچک به شمار مي روند. يك جريان باد بسيار قوي مادر، بنام جت استريم در ارتفاع 10 كيلومتري زمين ، بين عرض جغرافيايي20 تا40 درجه در شمال كره زمين در حركت است. اين جريان بر فراز بسياري از كشورهاي آمريكاي شمالي، اروپا، چين و ژاپن قرار دارد و قدرت آن بين 5000 تا10000 وات در هر مترمكعب است. جت استريم يك امتياز بسيار مثبت و يك امتياز منفي دارد: نخست اينكه

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

دايمي است و هيچگاه متوقف نمي شود و دوم اينكه به طور مرتب در حال تغيير مكان و سرگردان است!در تحقيقاتي مشابه در دانشكده علوم اَتمسفريك، دانشگاه استانفورد ايالات متحده، محاسبات حركت هوا توسط دو دانشمند انجام شد. آنها در مورد انرژي وزش باد در ارتفاع 80 متري از سطح زمين(كه در حال حاضر در بسياري از مكانها مورد استفاده توربين هاي مولد برق قرار مي گيرند) تحقيقات وسيعي انجام داده و مقدار آنرا در حدود 72 تريليون وات در سطح جهان محاسبه كردند. اين برآورد بسيار شگفت انگيز است. در مقام مقايسه، كل انرژي توليد شده در ايالات متحده در سال 2007، حدود يك تريليون وات بوده و به سادگي مي توان نتيجه گرفت كه چه انرژي قابل استفاده اي در اختيار ما قرار دارد. مطالعات نشان مي دهد هرچه ارتفاع بيشتر شود سرعت باد نيز افزايش يافته و در نتيجه انرژي بيشتري مي توان بدست آورد. بنابراين انرژي بدست آمده در ارتفاعات كم كره زمين كافي و رضايت مندانه نيست. محاسبات نشان داده، در فواصل بالاي سطح زمين مي توان تا 250 برابر انرژي توليد شده توسط مولدهاي بادي فعلي كه در نزديكي سطح زمين مورد استفاده قرار مي گيرد، برق توليد كرد .اگر بخواهيم از انرژي باد، چندين تريليون وات برق بدست آوريم، فناوري هاي مدرن به كمك ما خواهند آمد و تاكنون طرح هاي متعددي در اين زمينه ارايه شده است

## 6-2 نتايج محاسبات و مطالعات علمي

در محاسبات انجام شده در دانشگاه واشينگتن مشخص شده، انرژي باد با تغيير ارتفاع، فصل و مكان جغرافيايي تغيير مي يابد. از جمله عوامل مهم و تعيين كننده در سرعت باد يک منطقه ، كه معمولاً بسيار مورد توجه قرار مي گيرد. ميزان ناهمواري هاي آن محل است. از اين رو هر منطقه را از نظر سطح ناهمواري به 5 كلاس ناهمواري (Roughness classes) تقسيم مي كنند، يک منطقه مملو از ساختمانها و درختان بلند داراي كلاس ناهمواريي ما بين 3 تا 4 است در حال كه كلاس ناهمواري سطح دريا صفر است.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

## فصل سوم :نيروگاههاى بادي

### 3-1 مقدمه

انرژي بادي مانند ساير منابع انرژي تجديد پذير بطور پراكنده روي كره زمين وجود دارد. اين انرژي قبل از انقلاب صنعتي به عنوان يك منبع انرژي مورد استفاده قرار مي‌گرفت. در طي انقلاب صنعتي، سوختهاي فسيلي به سبب فراواني، ارزاني و بخصوص قابليت حمل آنها ، جاي انرژي بادي را گرفتند. بحران نفتي سال 1971 ميلادي سبب گرديد تا دوباره به انرژي باد روي آوردند و از برق حاصل از آن براي اتصال به شبكه برق ، پمپ كردن آب و سرانجام تامين برق نواحي دور افتاده استفاده كنند. در سال هاي اخير مشكلات زيست محيطي و مسئله تغيير آب و هواي كره زمين به سبب استفاده زياد از حد انرژي فسيلي، استفاده از انرژي بادي را افزايش داده است. از سال 1975 ميلادي پيشرفت هاي زيادي در زمينه توربين هاي بادي مولد برق به دست آمده است . در سال 1980 با اتصال توربين هاي بادي مولد برق به شبكه ، اولين بازار چند مگاواتي انرژي بادي در كاليفرنيا به وجود آمد. در پايان سال 1990 ، ظرفيت توربين هاي بادي مولد برق متصل به شبكه در جهان ، 3200 رسيد كه تماما مربوط به آمريكا و MW با توليد سالانه به حدود GWh 2000 متعلق به دانمارك بوده است. در اين زمان كشورهاي هلند ، آلمان ، انگلستان ، ايتاليا و هندوستان برنامه ملي خود را براي استفاده از انرژي بادي آغاز كردند. بتدريج با پيشرفت فناوري، هزينه توليد انرژي

با توربين هاي بادي كاهش يافته است ، با اين همه استفاده همه جانبه از سيستم هاي مولد برق بادي هنوز آغاز نشده است.

يكي از كاربرد هاي انرژي بادي پمپ كردن آب است . در دهه 60، 1950پمپهاي موتوري به بازار عرضه شدند ، به سبب كاهش قيمت انرژي هاي فسيلي كاهش ناگهاني در مورد استفاده از پمپهاي بادي به وجود آمد . در حال حاضر پمپهاي بادي به طور عمده در چين ، افريقاي جنوبي ، آرژانتين و آمريكا به كار مشغولند. پمپهاي آب بادي به وسيله توربين هاي پر پره كلاسيك با دور كم و ترك بالا كار مي كنند. بطور كلي در مورد استفاده از انرژي بادي ، تاكيد بر توربين هاي بادي مولد برق براي اتصال به شبكه خواهد بود ، زيرا اين كاربرد انرژي بادي مي تواند سهم مهمي در تامين برق مصرفي جهان داشته باشد.

WikiPower.ir

## 2-3 مزاياي نيروگاههاى بادى

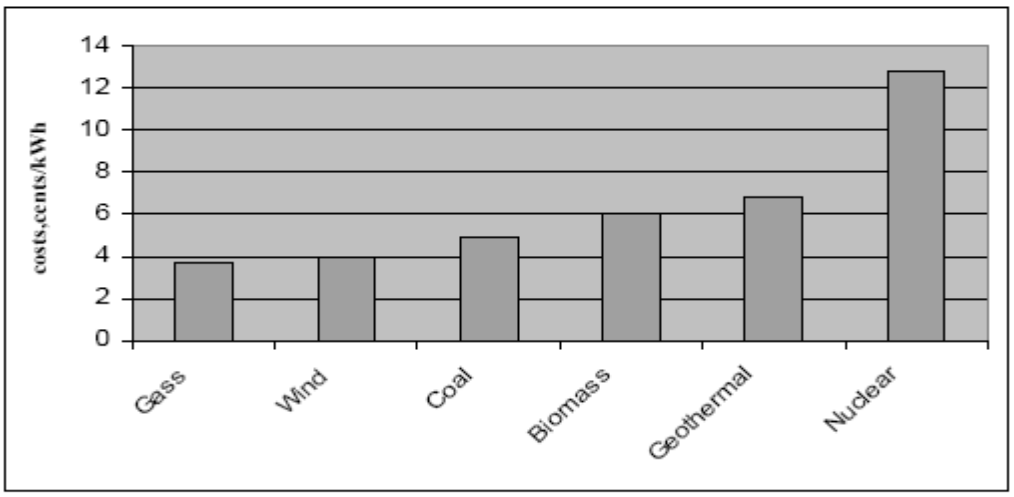
استفاده از تكنولوژي توربينهاي بادي به دلايل زير مي تواند يک انتخاب مناسب در مقايسه با ساير منابع انرژي تجديد پذير باشد :

1- قيمت پايين توربينهاي برق بادي در مقايسه با ديگر صور انرژيهاي نو:

هر چند در ابتداي كار توربين هاي بادي ، قيمت تمام شده براي هر كيلو وات 30 تا 50 سنت بود ليكن هم اكنون به كمتر از 4 سنت رسيده است. اين كاهش قابل توجه را مي توان ناشي از موارد زير دانست :

- پيشرفت هاي قابل توجه تكنولوژي ساخت توربينها و در نتيجه كاهش هزينه تمام شده نهايي

- استفاده از سيستم هاي كامپيوتري به منظور نظارت بر عملكرد و كاربرد توربين ها
- ساخت توربين هاي بزرگ و افزايش توليد برق توسط هر توربين از KW 10 به KW 50و يا بالاتر
- كاهش ريسک سرمايه گذاري در انرژي بادي به سبب استقبال مردم از انرژي هاي پاک و اقبال دولتها به آن.




**شكل 3-1: مقايسه قيمت تمام شده توليد انرژي توسط تكنولوژي هاي مختلف**

2- كمک در جهت ايجاد اشتغال در كشور

ايجاد اشتغال اين صنعت در ميان ديگر صنايع انرژي از همه بيشتر است نصب يک مگا وات برق بادي در اروپا براي 15 الي 19 نفر اشتغال ايجاد مي كند كه اين رقم در كشور هاي در حال توسعه تا دو برابر مي رسد

3- عدم آلودگي محيط زيست

طبق امار موجود توليد هر كيلو وات ساعت انرژي الكتريكي از باد مي تواند از انتشار حدود يک كيلوگرم CO2 در مقايسه با نيروگاه هاي سوخت فسيلي جلوگيري نمايد . به طوري كلي با

جايگزيني هر 1% از انرژي برق بادي با انرژي برق توليدي از نيروگاه هاي سوخت فسيلي مي توان حدود 3% از انتشار گازهاي گلخانه اي كاست . به عنوان نمونه در منطقه منجيل هر توربين 500 كيلو وات در سال ، حداقل 1500 مگا وات ساعت انرژي الكتريكي توليد مي نمايد كه باعثِ كاهش آلاينده هاي محيط ريست به مقدار زير خواهد گرديد

خاكستر = 82500 Kg خاک = 150 Kg NO = 3900 Kg

SO2 = Kg 4350 Kg CO2= 1275000

از ديگر مزاياي استفاده از اين انرژي ، عدم نياز توربين بادي به سوخت، رايگان بودن انرژي ، توانايي تامين بخشي از تقاضاهاي انرژي برق، كمتر بودن نسبي قيمت انرژي باد نسبت به انرژي فسيلي در بلند مدت، استفاده از توربين هاي بادي براي آبكشي از چاه به ويژه در مناطق دور از شبكه برق سراسري ، تنوع بخشيدن به منابع انرژي و ايجاد سيستم پايدار انرژي، قدرت مانور زياد در بهره برداري( از چند وات تا چندين مگاوات) ، عدم نياز به آب عدم نياز به فضاي زياد ، كمتر بودن هزينه هاي جاري و سرمايه گذاري انرژي باد در بلند مدت و افزايش قابلت اطمينان در توليد انرژي برق مي باشد.

### 3-3) مشخصه های نیروگاههای بادي :

انرژي بادي يک انرژي قابل اطمينان است زيرا هم انرژي پاک است و هم تجديد پذير. اما چون به هر حال سرعت باد در فصل هاي مختلف و ماهها، حتي ساعات مختلف روز تفاوت دارد. از اين رو به عنوان يک منبع متناوب ( ونه مستمر) از آن ياد مي شود. در حال كلي بعضي از بادها توانايي توليد برق را ندارند و تنها باعث چرخش رتور مي شوند. به همين سبب توربين ها به طور متوسط با 25٪ تا 35٪ ظرفيت خود كار مي كند. طبيعت متناوب بودن باد، روي برق توليدي اثري ندارد زيرا كليه توربين ها به يک سيستم شبكه اي برق

متصلند. در چنين سيستمي هنگامي كه باد كافي نباشد برق مورد نياز توسط ساير نيروگاهها مانند نيروگاههاي سوخت فسيلي تامين مي شود. اين سيستم ، برق را براي مصرف كننده به صورت مطمئن در مي آوردد. مصرف كنندگان مناطق دور نيز مي توانند در مواقع كمبود باد از باطري هاي شارژ شده و يا ژنراتورهاي كوچك فسيلي استفاده كنند.( در حالت كلي باتري بعنوان يكي از متعلقات توربين بادي با يک مبدل AC/DC به ژنراتور و سيستم برق اصلي متصل مي شود).

بيشتر توربين هاي تجاري 3٪ از زمان كارشان را براي تعمير و نظارت نياز دارند. و زمان كاركرد زيادي دارند به طوري كه بسياري از توربين هاي دهه 80 ميلادي هم اكنون ( سال 2008) نيز كار مي كنند. ( با توجه به اينكه بيش از 80٪ صدمات وارده به توربين هاي بادي در كشورهاي اروپايي و امريكاي ناشي از صاعقه مي باشد و كشور ما در اين امر داراي مزيت نسبي بوده و هزينه هاي تعميرات تا حدود زيادي كاهش مي يابد.)

### 3-3-1) توزيع سرعت باد

چون ميزان باد دائما تغيير ميكند ميزان متوسط مشخص شده براي يک منطقه خاص صرفاً نمي‌تواند ميزان توليد توربين بادي نصب شده در آن منطقه را مشخص كند. براي مشخص كردن فراواني سرعت باد در يک منطقه معمولاً از يک ضريب توزيع در اطلاعات جمع آوري شده مربوط به منطقه استفاده ميكنند. مناطق مختلف داراي مشخصه توزيع سرعت متفاوتي هستند. مدل رايلي (Rayleigh model) به طور دقيقي ميزان ضريب توزيع سرعت در بسياري مناطق را منعكس ميكند.

از آنجاييكه بيشتر توان توليدي در سرعت بالاي باد توليد ميشود, بيشتر انرژي توليدي در بازه‌هاي زماني كوتاه توليد ميشود. بر طبق الگوي رايلي رنج نيمي از انرژي توليدي تنها در 15٪ از زمان كاركرد توربين توليد ميشود و در نتيجه نيروگاه‌هاي بادي مانند نيروگاه‌هاي سوختي داراي توليد انرژي پايداري نيستند. تاسيساتي كه از برق بادي استفاده ميكنند بايد از ژنراتورهاي

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

پشتیبانی برای مدتی که تولید انرژی در توربین بادی پایین است استفاده کنند.

### 3-3-2) محدودیت‌های ادواری و نفوذ

میزان انرژی الکتریکی تولیدی توسط نیروگاه‌های بادی می‌تواند به شدت به چهار مقیاس زمانی ساعت به ساعت, روزانه و فصلی وابسته باشد. این میزان به تحولات آب و هوایی سالیانه نیز وابسته است اما تغییرات در این مقیاس زیاد محسوس نیستند. از آنجایی که برای ایجاد ثبات در شبکه, میزان انرژی الکتریکی تامین شده و میزان مصرف باید در تعادل باشند از این جهت تغییرات دائم در میزان تولید این ضرورت را به وجود می‌آورد که از تعداد بیشتری نیروگاه بادی برای تولیدی متعادل‌تر در شبکه استفاده شود. از طرفی ادواری بودن طبیعی تولید انرژی باد موجب افزایش هزینه‌های تنظیم و راه اندازی می‌شود و (در سطوح بالا) ممکن است نیازمند اصول مدیریت تقاضای انرژی یا ذخیره‌سازی انرژی باشد.

از ذخیره‌سازی با استفاده از نیروگاه‌های آب تلمبه‌ای یا دیگر روشها ذخیره سازی برق در شبکه می‌توانند برای به وجود آوردن تعادل در میزان تولید نیروگاه‌های بادی استفاده کرد اما در مقابل استفاده از این روشها موجب افزایش 25٪ هزینه‌های دائم اجرای چنین طرح‌هایی می‌شوند. ذخیره‌سازی انرژی الکتریکی موجب به وجود آمدن تعادل بین دو بازه زمانی کم مصرف و پر مصرف خواهد شد و از این جهت میزان صرفه‌جویی عاید از ذخیره‌سازی انرژی هزینه‌های اجرای آن را جبران می‌کند. یکی دیگر از راهکارهای ایجاد تعادل در تولید و مصرف سازگار کردن میزان مصرف با میزان تولید با استفاده از ایجاد تعرفه‌های متفاوت زمانی برای مصرفکننده‌هاست.

### 3-3-3) ضریب ظرفیت

تا زمانی که سرعت باد ثابت نباشد تولید سالیانه انرژی الکتریکی توسط نیروگاه بادی هرگز برابر حاصل ضرب توان تولیدی

نامي در مجموع ساعت كار آن در يک سال نخواهد شد. نسبت ميزان توان حقيقي توليد شده توسط نيروگاه و ماكزيمم ظرفيت توليدي نيروگاه را ضريب ظرفيت مينامند. يک نيروگاه بادي نصب شده در يک محل مناسب در ساحل ضريب ظرفيتي ساليانه اي در حدود 35٪ دارد. برعكس نيروگاه هاي سوختي ، ضريب ظرفيت در يک نيروگاه بادي به شدت به خصوصيات ذاتي باد وابسته است. ضريب ظرفيت در انواع ديگر نيروگاه ها معمولا به بهاي سوخت و زمان مورد نياز براي انجام عمليات تعمير بستگي دارد. از آنجايي كه نيروگاه هاي هسته اي داراي هزينه سوخت نسبتاً پايييني هستند بنابراين محدويتهاي مربوط به تامين سوخت اين نيروگاه ها نسبتاً پايين است كه اين خود ضريب ظرفيت اين نيروگاه ها را به حدود 90٪ ميرساند. نيروگاه هايي كه از توربينهاي گاز طبيعي براي توليد انرژي الكتريكي استفاده ميكنند به علت پر هزينه بودن تامين سوخت معمولاً تنها در زمان اوج مصرف به توليد ميپردازند. به همين دليل ضريب ظرفيت اين توربينها پايين بوده و معمولا بين 5-25٪ ميباشد.

بنا به يک تحقيق در دانشگاه استندورد كه در نشريه كاربردي هواشناسي و اقليم شناسي نيز به چاپ رسيده در صورت ساخت بيش از ده مزرعه بادي در مناطق مناسب و به طور پراكنده ميتوان تقريباً از 1/3 انرژي توليدي آنها براي تغذيه مصرف كننده هاي دائمي استفاده كرد.

3-3-4)پيشبيني پذيري

با توجه به تغييرات باد قابليت پيشبيني محدودي (ساعتي يا روزانه) براي خروجي نيروگاه هاي بادي وجود دارد. مانند ديگر منابع انرژي توليد باد نيز بايد از قابليت برنامه ريزي برخوردار باشد اما طبيعت باد اين پديده را ذاتا متغير ميكند. گر چه از روشهايي براي پيش بيني توليد توان اين نيروگاه ها استفاده ميشود اما در كل قابليت پيش بيني پذيري اين نيروگاه ها پايين است. اين عيب اين گونه نيروگاه ها معمولا باستفاده از روشهاي ذخيره سازي

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

انرژي مانند استفاده از نيروگاه هاي آب تلمبه اي تا حدودي بر طرف مي‌شود .

## 4-3 توربين بادي :

### 1-4-3 تعريف :

يک توربين بادي دستگاهي است که داراي تعدادي پره مي باشد که اين پره ها قابليت دريافت انرژي ، از باد و تبديل آن را از طريق يک محور به انرژي مکانيکي دارا مي باشد اين انرژي مکانيکي در غالب موارد به يک ماشين الکتريکي منتقل مي شود و در نهايت انرژي الکتريکي توليد مي شود

### 2-4-3 کاربرد توربينهاي بادي

**الف- کاربردهاي غيرنيروگاهي شامل:**

1.پمپهاي بادي آبکش جهت:

- تأمين آب آشاميدني حيوانات در مناطق دورافتاده
- آبياری در مقياس کم
- آبکشي از عمق کم جهت پرورش آبزيان
- تأمين آب مصرفي خانگي

2.کاربرد توربينهاي بادي کوچك بعنوان توليد کننده برق برای:

- مصرف‌جزيره ها ، مکان های دور افتاده از شبکه برق
- تأمين برق شارژ باتري

**ب - کاربردهاي نيروگاهي**

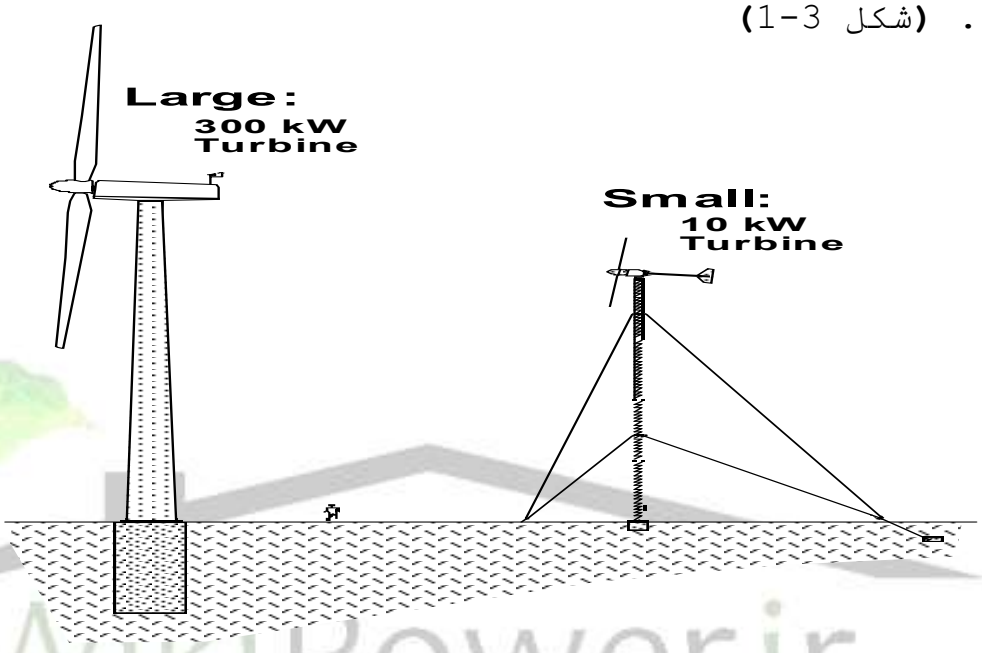
1.نيروگاههاي بادي منفرد جهت تأمين انرژي الکتريکي واحدهاي مسکوني، تجاري، صنعتي و يا کشاورزي

2.مزارع برق بادي جهت تأمين بخشي از تقاضاي انرژي برق شبكه

### 3-4-3 انواع توربينهاي بادي

#### 1-3-4-3 تقسيم بندي از حيث اندازه

توربين هاي بادي را از حيث اندازه نيز به سه دسته تقسيم مي كنند. (شكل 3-1)




شكل 3-1

1.توربين های كوچک (small):

توربين هاي كوچک قادرند 50 تا 60 كيلووات انرژي توليد كنند. پره هاي روتور آن روي دايره اي به قطر 1 تا 15 متر متر مي چرخند. توربين هاي بادي كوچک اصولاً در جاهاي پرت و جاهايي كه برق رساني به آنها به صرفه نيست به كار مي روند.

2.توربين های متوسط (medium):

بيشتر ژنراتورهاي بادي تجاري از نوع دوم هستند قطر دايره اي كه پره هاي روتور روي آن جابجا مي شود 15 تا 60 متر

است و 50 تا 1500kw انرژي توليد مي كنند. اما انواع متداول آنها بين 500 تا 750 kw برق توليد مي كنند.

3. توربين هاي بزرگ (large) :

توربين هاي بزرگ كه قطر دايره حركت پره ها در آنها 60 تا 100 متر است بين 2 تا 3 MW برق توليد مي كنند. با افزايش تعداد كارخانه ها و بزرگ شدن آنها، فكر استفاده از توربين هاي بزرگ به جاي توربين هاي متوسط غالب شد. بسياري از كشورها روي اين موضوع سرمايه گذاري كردند. اما به زودي مشخص شده كه صرفه ي اقتصادي توربين هاي بزرگ و قابليت اطمينان آنها در مقابل توربين هاي متوسط با مراتب كمتر است.

### 2-3-4-3 تقسيم بندي توربينهاي بادي از نظر استقرار:

#### ۱. توربينهاي بادي با محور چرخش عمودي:

اين توربينها از دو بخش اصلي تشكيل شده اند: يك ميله اصلي كه رو به باد قرار مي گيرد و ميله هاي عمودي ديگر كه عمود بر جهت باد كار گذاشته مي شوند. اين توربينها شامل قطعاتي با اشكال گوناگون بوده كه باد را در خود جمع كرده و باعث چرخش محور اصلي مي گردد. ساخت اين توربينها بسيار ساده بوده و همچنين بازده پايين نيز دارند. عمده ترين توربين هاي بادي محور عمودي عبارتند (ساوينيوس داريوس، صفحه اي و كاسه اي). در اين نوع توربينها در يك طرف توربين، باد بيشتر از طرف ديگر جذب مي شود و باعث مي گردد كه سيستم لنگر پيدا كرده و بچرخد. يكي از مزاياي اين سيستم وابسته نبودن آن به جهت وزش بادمي باشد . (شكل 3-2).

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شکل3-2 - توربین بادی محور عمودی

WikiPower.ir

۲. **توربينهاي بادي با محور چرخش افقي:**

آسياب بادي با محورافقي حدود قرن دوازدهم ميلادي در اروپا ساخته شد و مورد استفاده قرار گرفت. (شکل3-3)

شکل3-3- نمایی از توربین بادی

محور افقی نیروگاه منجیل

این توربینها نسبت به مدل محور عمودي رايج تر بوده همچنين از لحاظ تكنولوژي ، پيچيده تر و گرانتر نيز مي باشند. ساخت آنها مشكلتر از نوع محور عمودي بوده ول ي راندمان بسيار بالايي دارند. در سرعتهاي پاي ين نيز توانايي توليد انرژي الكتريكي را داشته و توانايي تنظيم جهت در مسير وزش باد را نيز دارند. اين توربينها 3 يا در مواردي 2 پره مي باشند كه روي يك برج بلند نصب مي شوند. اين پره ها همواره در جهت وزش باد قرار مي گيرند.

توربين هاي افقي معمولا از نظر سرعت به دودسته تقسيم مي شوند :

1 - كم سرعت

2 - پر سرعت

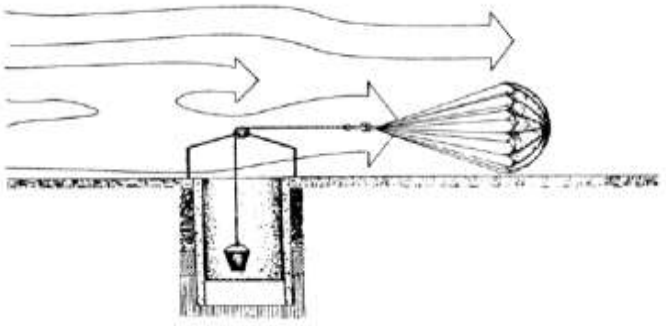
مهمترين عامل در تعيين سرعت توربين هاي بادي محور افقي ، تعداد پره ها مي باشد. هر چه تعداد پره ها بيشتر باشد ، سرعت كمتر است و گشتاور بيشتري توليد مي كند . پرطرفدار ترين اين توربين ها ، سه پره مي باشد چرا كه در نوع با پره بيشتر به دليل پيچيدگي شكل هاب ، صرفه اقتصادي ندارند.

3-4-4 عملكرد توربين بادي

بطور كلي يك مولد انرژي بادي وقتي بوسيله نيروي باد بحركت در مي آيد ، قدرت بوسيله روتور آن به خارج داده مي شود. دو روش ابتدايي براي استفاده از نيروي باد وجود دارد:

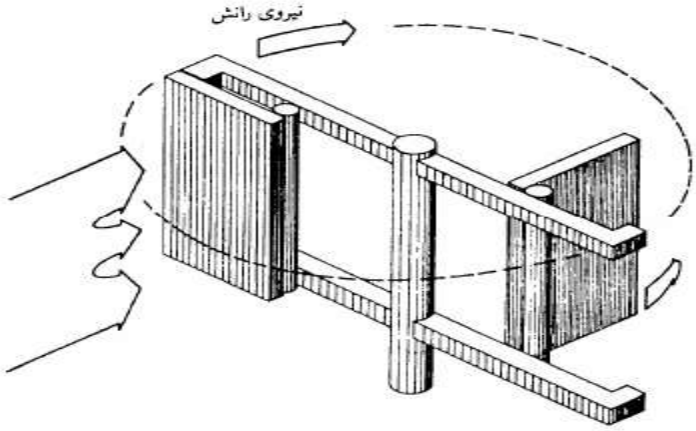
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۱.در روش اول مطابق شکل یک چتر نجات توسط نیروي رانش باید بطور افقي کشیده مي شود و کابل متصل به آن، سطل آن را از چاه بیرون مي کشد. (شکل 3-4)



شکل 3-4 استفاده از نیروي باد براي آبکشي از چاه

شکل 3-5 شماي یک توربین ساده با محور قائم را نشان مي دهد که بوسیله نیروي رانش باد مي چرخد و از محور قائم آن نیرو گرفته مي شود.



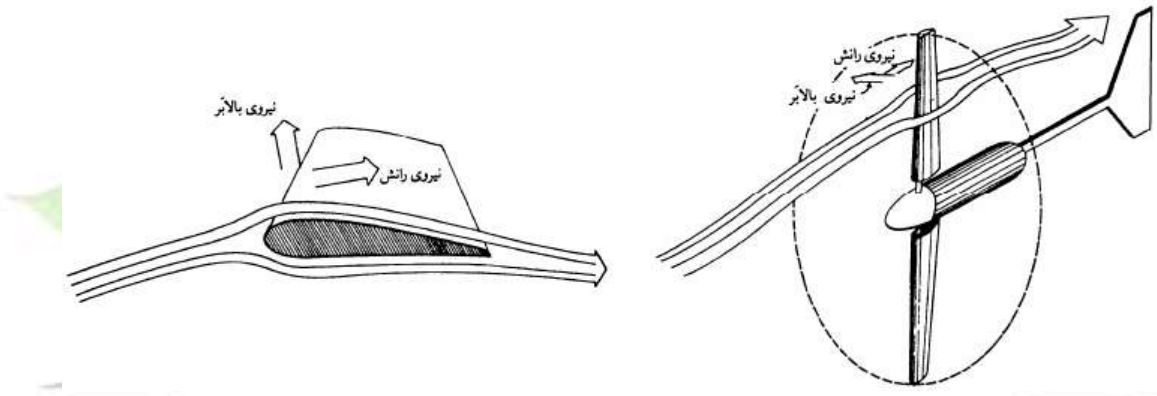

شکل 3-5 شماي توربین بادي با محور قائم و دو پره قابل برگشت

شایان ذکر است دو پره اي که در طرفین محور توربین قرار دارد. به ترتیب هر یک مقابل باد قرار گرفته و اخذ نیرو مي‌کند و در همین زمان پره دیگر دور محور قائم خود (نه محور قائم توربین) 90 درجه چرخیده و مانعي در مقابل باد نخواهد بود.در روشهاي بالا،

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

نيروي رانش باد به پاراشوت و نيز به دو صفحه توربين برخورد كرده و قدرت خود را براي آبكش از چاه و يا گردانيدن توربين به مصرف مي رساند. اين نيروي رانش باد همان نيرويي است كه هنگام حركت اتومبيل در بزرگراه بوسيله باد به دست انسان كه از پنجره ماشين بيرون باشد، اعمال مي شود.

۲. در روش دوم باد بوسيله عمل آيروديناميكي كه بالا بر ناميده مي شود، نيروي خود را به مبدل هاي بادي مي دهد. (شكل 3-6 )




شكل 3-6 نمايي از نيروي آيروديناميكي بر روي پره

WikiPower.ir

نيروي بالا بر همان نيرويي است كه در بالهاي هواپيما هنگام پرواز بوجود آمده و سبب صعود هواپيما مي شود. بايد بخاطر داشت، رشته هاي هوا هنگام برخورد با لبه پره توربين بادي كه به فرم مخصوصي ساخته شده است، هنگام خروج در قسمت بالا و در قسمت پايين اندكي تغيير مسير داده سپس بهم مي پيوند به سبب فرم پره توربين، جريان هوايي كه از بالاي آن مي گذرد، مسير طولاني تري را طي كرده، و در نتيجه رقيق گشته، روي پره توليد مكش مي كند، عكس آن جريان هوايي است كه از زير پره مي گذرد و مسير كمتري دارد. در نتيجه غليظ بوده و به پره فشار وارد مي كند. نيروي بالابر سبب چرخش پره هاي توربين مي گردد و قدرت توليد مي كند و نيروي رانش كه عمود

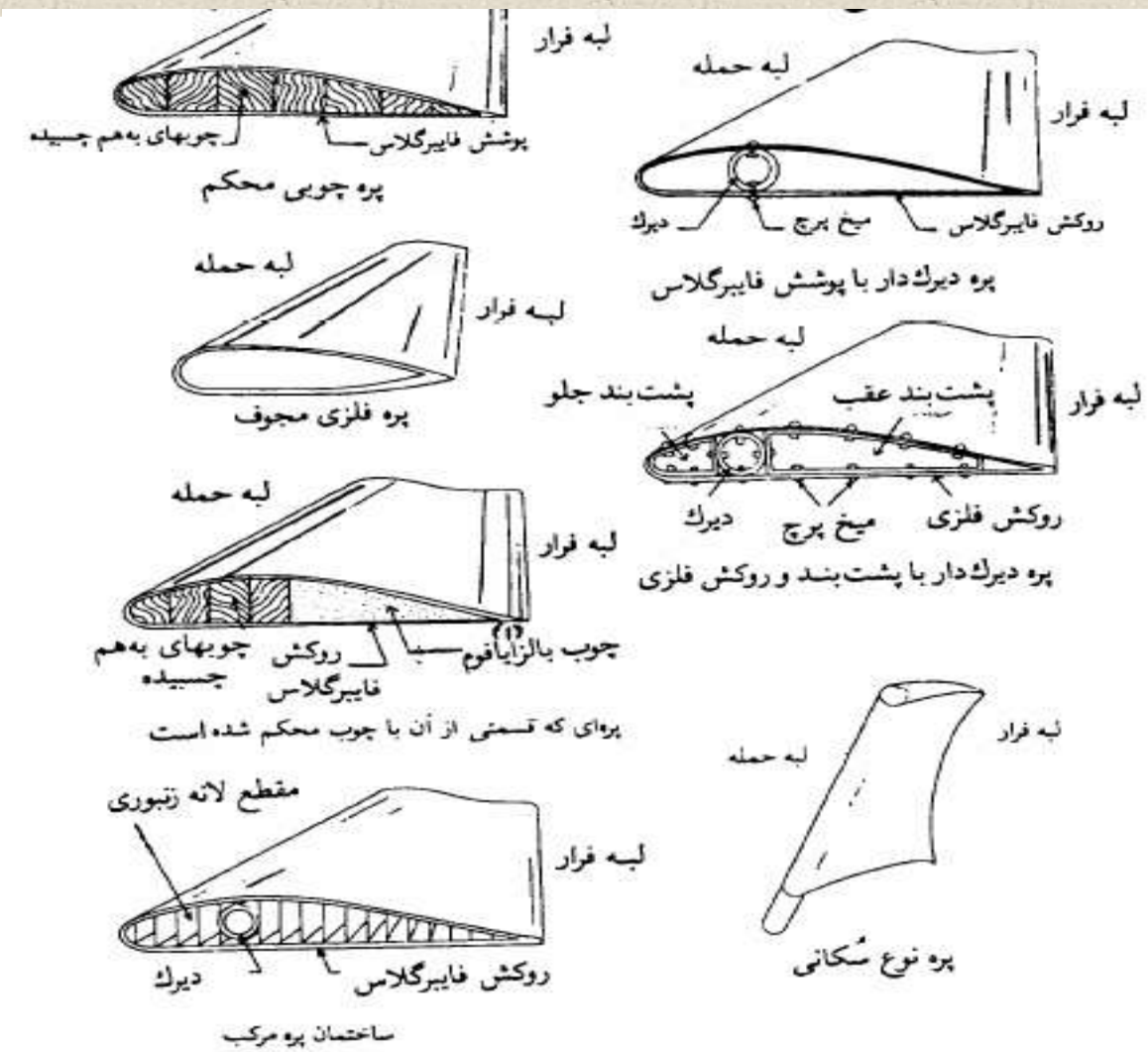
بر سطح دایره گردش پره ها و برج نگهدارنده توربین است خنثي مي شود. پره هاي توربين بادي اصولاً طوري طراحي مي شوند كه نيروي بالابر بزرگ و نيروي رانش كوچك مي باشد، از طرفي قدرت توربين بالا مي رود و از طرف ديگر بعلت پايين بودن نيروي رانش، صدمه اي به برج نگهدارنده توربين وارد نمي شود.

### 3-4-5 ساختمان پره هاي توربين بادي

وقتي يك توربين بادي براي خريد انتخاب مي شود، قسمت اساسي و مهم، ساختمان پره هاي آن است. در زير، ساختمان پره توربين هاي با محور افقي و نيز پره توربين هاي با محور قائم مدل داريوس را شرح مي دهيم. مواد ساختماني يك پره ممكن است از چوب و يا چوبهايي باشد كه بهم چسبانده شده و روي آن روكشي از فايبر گلاس قرار مي گيرد. يكي از خواص خوب چوب اين است كه در اثر كار زياد، خستگي در آن بوجود نمي آيد و ترك نمي خورد. تنها عيب، كمي مقاومت آن است. شكل 34 مقطع چند نوع از اين پره ها را نشان مي دهد. هرگاه پره فاقد فايبرگلاس باشد، براي جلوگيري از عوامل جوي از قبيل شن ريزه، باران و غيره، در لبه حمله، روي آن روكشي از مس يا ساير فلزات قرار مي دهند. شايان ذكر است، الياف هوا هنگام عبور از سطح بالا و سطح پايين پره، هنگام خروج با هم مماس شده (به هم چسبيده)، از لبه عقب پره يعني لبه فرار خارج مي شوند. (شكل 3-18).

براي بالا بردن مقاومت پره، نزديك لبه حمله، ديركي به شكل لوله قرار مي دهند و براي مقاومت باز هم بيشتر آن در جلوي ديرك، فلز تقويت كننده اي به نام «پشت بند عقب» با ميخ پرچ نصب مي كنند ساخت پره هاي توخالي از آلومينيوم براي اولين بار در اوايل سال 1950، در يك مبدل انرژي بادي بكار رفت. اين ساختمان پره، بعداً براي پره هاي توربين مدل داريوس مورد استعمال پيدا كرد. در حال حاضر ساختن پره ها با روكش فايبر گلاس و با مقطع لانه زنبوري و يا با مغزفوم و يا مغز مجوف رواج دارد. ساختمان پره ها به روشي كه ذكر شد، در توربين هاي بادي و هواپيما ها سابقه تاريخي دارد.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

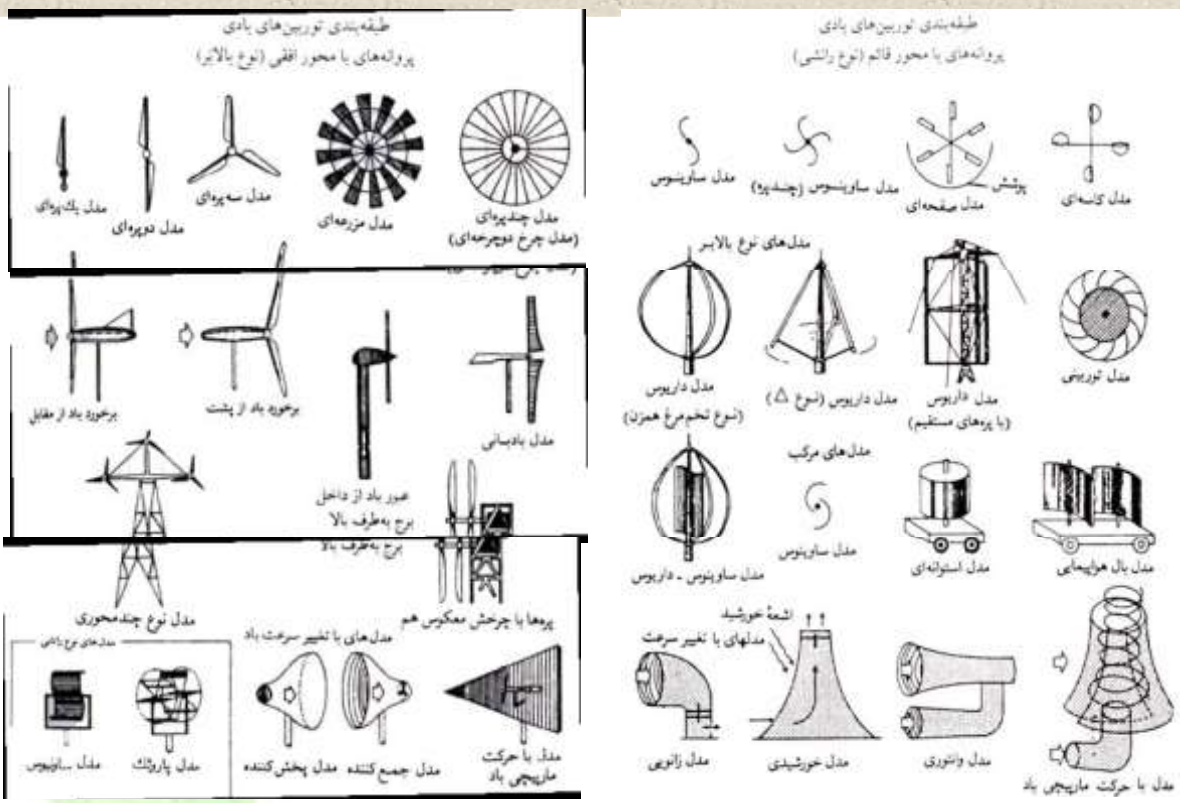



شکل 3-18 ساختمان پره هاي مختلف توربين هاي بادي

3-4-6 مقايسه تاثير نيروي باد بر توربين هاي عمودي و افقي

در توربين هاي بادي با محور افقي، باد عمود بر سطح چرخش پره ها وارد مي گردد، از اين رو نيروي باد بر تمام پره ها بطور يكسان اثر مي كند. ولي در مورد توربين هاي بادي با محور قائم، چون سطح ايجاد شده بوسيله چرخش پره ها تقريباً يک سطح كروي است و زواياي پره ها مرتباً نسبت به جهت باد تغيير وضع مي دهند. نيروي رانش مرتباً كم و زياد مي شود. شكل3-7 انواع پروانه های توربين های افقی و عمودی را نشان می دهد.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

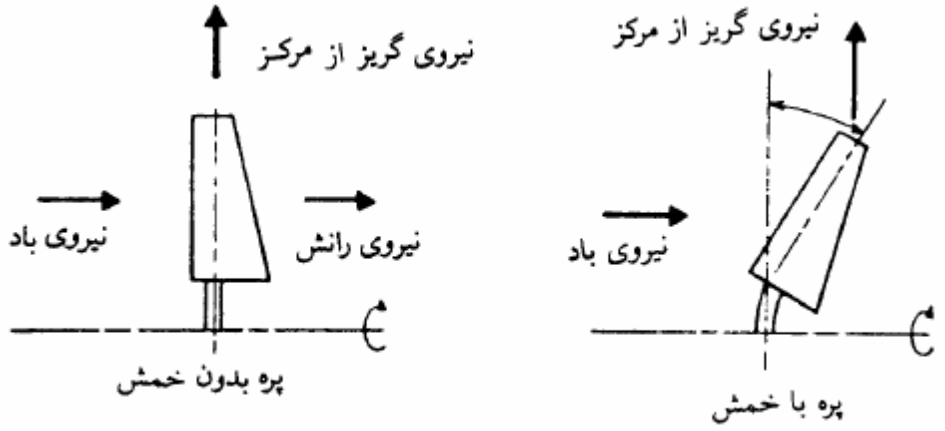



شکل 3-4 - انواع توربین های بادي با محور افقي و قائم

## 3-4-7 تنظیم دور توربین های بادی

باید دانست که روش های مختلفی برای تنظیم دور روتور توربین های بادي وجود دارد. پره های توربین طوري طراحي شده اند که در مقابل نیروي وارد ازطرف باد و نیز نیروي گریز از مرکز مقاومت کنند. نیروي گریز از مرکز مي خواهد پره را در جهت مرکز چرخش به خارج ، از جا بکند. در حالي که نیروي وارد از طرف باد بر پره ، مي خواهد آنرا به خارج خم کند. (شکل 3-19) بنابراین وسیله تنظیمي لازم است که دور روتور را وقتي که باد به شدت مي وزد ، در حد متعارف نگه دارد.

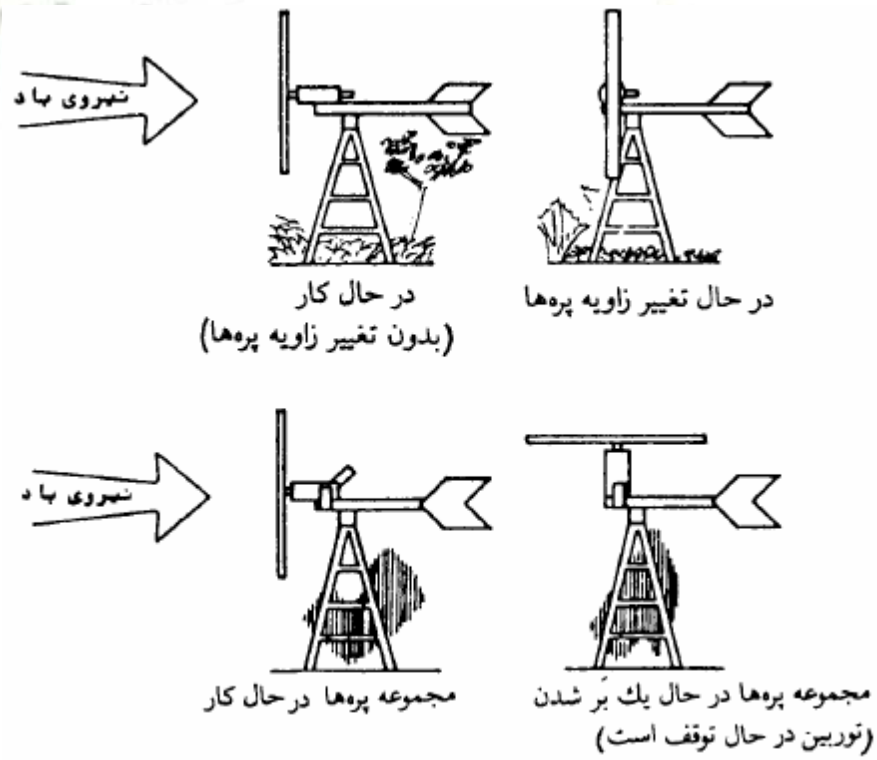
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه




شکل 3-19 بارهاي وارد بر پره يك توربين بادي افقي

دو روش ابتدايي براي تنظيم دور توربين هاي بادي وجود دارد.

۱. تغيير زاويه پره ها بطوريكه پره ها نيروي كمتري از باد دريافت داشته و دور توربين را كم كند (قسمت بالاي شكل 3-20)



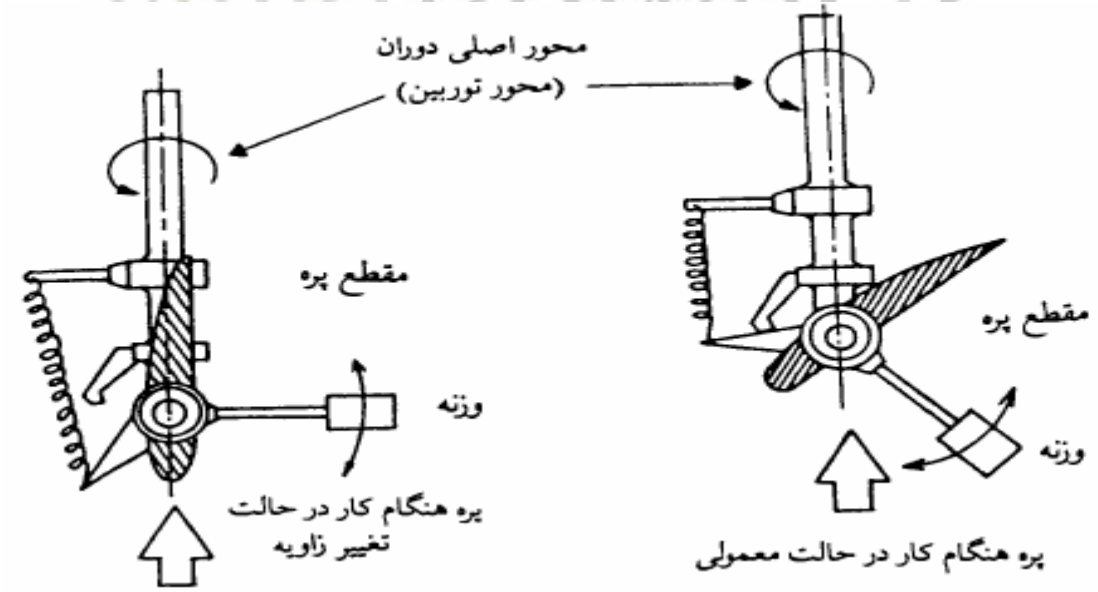
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شکل 3-20 روشهاي تنظيم كردن توربين بادي

۲. يک بر كردن و كج نمودن مجموعه پره ها با زاويه 90 درجه، بطوريكه سطح چرخش پره ها موازي جهت باد قرار گيرد (قسمت پايين شكل 20). البته در اين حالت توربين بادي از كار افتاده و بصورت Shut-Off در خواهد آمد.

روش اخير در حال حاضر بكار برده نمي شود.

مكانيزم تنظيم دور بوسيله تغيير زاويه پره هاي توربين بادي در شكل 3-21 نشان داده شده است. در اينجا ضمن چرخش زياد از حد پره هاي توربين به دور محور، وزنه دستگاه تنظيم در اثر نيروي گريز از مركز از حالت معمولي خارج مي شود و همراه خود، پره ها را مي چرخاند و زاويه آنها را تغيير مي دهد. اين امر سبب مي شود كه پره ها در محل اتصالشان به روتور، چند درجه اي بچرخند و لبه پره ها مقابل باد قرار گيرد و باد كمتري به سطح پره ها برخورد كند و از دور روتور بكاهد.




شکل 3-21 مكانيزم تغير زاويه پره

شايان ذكر است كه در حالت طبيعي ، لبه حمله پره با زاويه مناسبي ساخته شده است كه وقتي در مقابل باد با سرعت معيني قرار گرفت ، دور لازم را داشته باشد. توربين هاي بادي مدل مزرعه اي ، دمي بشكل باله دارند كه سبب مي شود توربين همواره در مقابل باد قرار گيرد . در بادهاي شديد براي اي نكه به توربين صدمه اي وارد نشود ، باله مذكور بطور خودكار از امتداد باد خارج شده و سطح آن موازي سطح چرخش پره ها قرار مي گيرد . در اين حالت توربين بادي در بالاي برج حول محور قائم خود اندكي چرخيده تا باله و سطح چرخش پره ها در امتداد باد قرار گيرد. در اين وضع پره هاي توربين از باد نيرويي سلب نكرده و به حالت يعني توقف كامل در آمده است.

3-4-8 قرار دادن توربين در جهت باد

1. قراردادن دمي به شكل باله يا پرک در آخر محور روتور براي توربين هايي كه باد از مقابل به آنها مي وزد.
2. استفاده از نيروي رانش پره ها براي توربين هايي كه باد از پشت به پره هاي آن برخورد مي نمايد.
3. روش سومي نيز وجود دارد، طرز كار آن به اين ترتيب است كه يک توربين بادي كوچک به شكل بادبزن در پشت پره هاي توربين اصلي قرار گرفته است. اين توربين كوچک با تغيير جهت باد به حركت درآمده و توربين اصلي را مقابل باد قرار مي دهد. اين روش براي توربين هاي بادي با محور افقي كه باد از مقابل و يا از پشت به آنها مي وزد كاربرد دارد.

توربين هاي بادي نوع ساونيوس كه پره هاي آن محور قائم مي چرخند، با هر جهتي از باد كار مي كنند. اغلب توربين هاي با محور افقي كه تا كنون مطالعه كرده ايم، با سه پره و يا بيشتر طراحي شده بودند. توربين هاي بادي با دو پره نيز ساخته مي شوند. اين توربين ها احتياج به دمي به شكل باله يا پرک بزرگي نسبت به توربين هاي سه پره معادل خود دارند. توربين هاي كوچک افقي با دو

پره، در مقابل باد حرکات جهشي کوچک در امتداد محور قائم توربين از خود نشان مي دهند و اين به سبب مقاومت پره ها براي تغيير جهت دادن توربين است.

3-5 بادها و توربينهاي بادي

خوشبختانه توربين هاي بادي توانايي کار کردن با هر نوع بادي را دارند و نوع بادها در بازدهي آنها تاثيري ندارد. از نکات جالب در طراحي توربين هاي بادي اين است که با افزايش 50 متر در ارتفاع توربين هاي بادي ميزان انرژي دريافتي 100 درصدافزايش مي يابد. ميزان تاثير گذاري ارتفاع در دانسيته انرژي قابل دريافت در فرمول زير نيز به خوبي مشهود است.

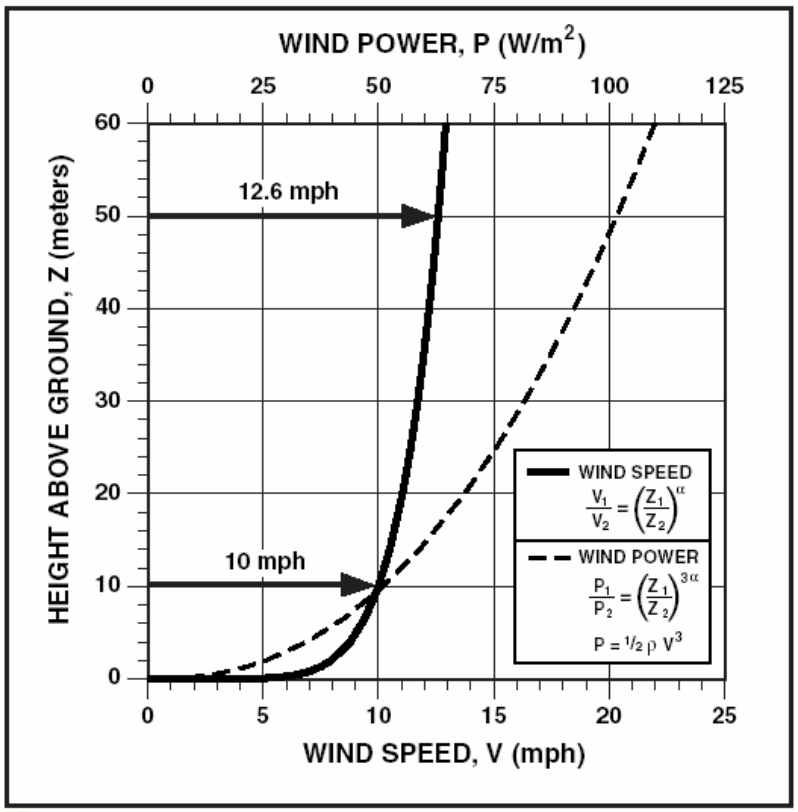
$$p_2 / p_1 = (Z_2 / Z_1)^{3K} \qquad (1-3$$

که در آن

$$k\, V_2 / V_1 = P_2 / P_1$$

که در اين فرمول Z معرف ارتفاع است، P دانسيته انرژي و V سرعت باد را نشان مي دهد. K نيز درجه پايداري ناميده مي شود. شکل 3-8: ميزان تأثير گذاري ارتفاع در سرعت و انرژي دريافتي از باد را نشان مي دهد.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه




شکل 3-8 تاثیر ارتفاع در سرعت و انرژی دریافتی از باد

همانگونه که در فرمول نیز مشاهده می شود دانسیته انرژی استحصالی با ازدیاد تغییر ارتفاع به صورت نمایی رشد می کند. که آن نیز به دلیل افزایش سرعت باد در ارتفاعات است. ( جدول 3-1)

| کلاس | ارتفاع | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | دانسیته | سرعت | دانسیته | سرعت | دانسیته | سرعت |
| 1 | 10 | 4/4 | 160 | 5/1 | 200 | 5/6 |
| 2 | 150 | 5/1 | 240 | 5/9 | 300 | 6/4 |
| 3 | 200 | 5/6 | 320 | 6/5 | 400 | 7/0 |
| 4 | 250 | 6/0 | 400 | 7/0 | 500 | 7/5 |
| 5 | 300 | 6/4 | 480 | 7/4 | 600 | 8/0 |
| 6 | 400 | 7/0 | 640 | 8/2 | 800 | 8/8 |
| 7 | 1000 | 4/9 | 1600 | 11/0 | 2000 | 11/9 |

جدول 3-1: میزان تغییرت دانسیته انرژی دریافتی با تغییر ارتفاع

3-5-1) انرژی دریافتی از توربین :

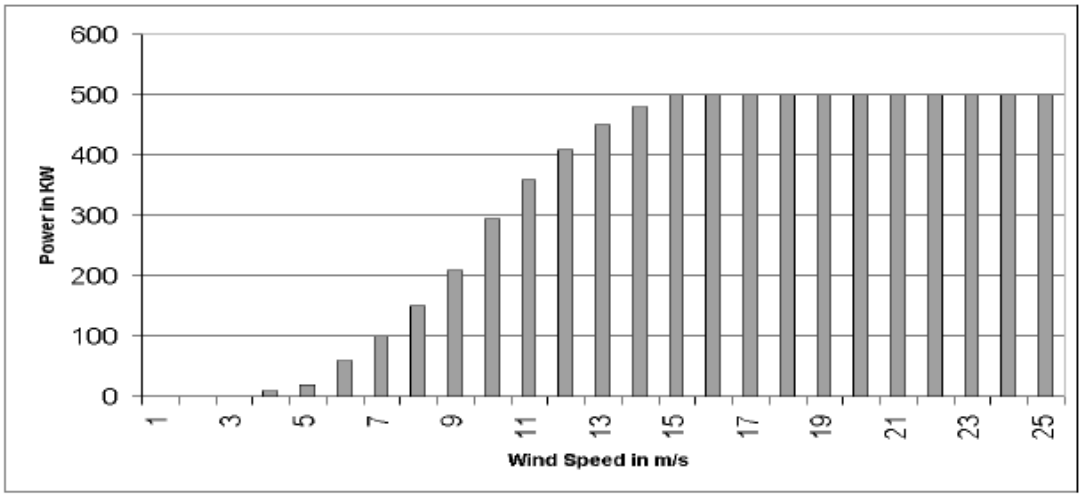
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

در حالت ايده آل ميزان انرژي قابل استحصال از باد در سرعت هاي مختلف در جدول 3-2 آورده شده است. اين آمار براي دانسيته هواي استاندارد يعني 1/225 $kg/m^3$ و دماي استاندارد 15 درجه سانتيگراد معتبر هستند.

جدول 3-2: توليدي به نسبت انرژي سرعت باد در شرايط استاندارد

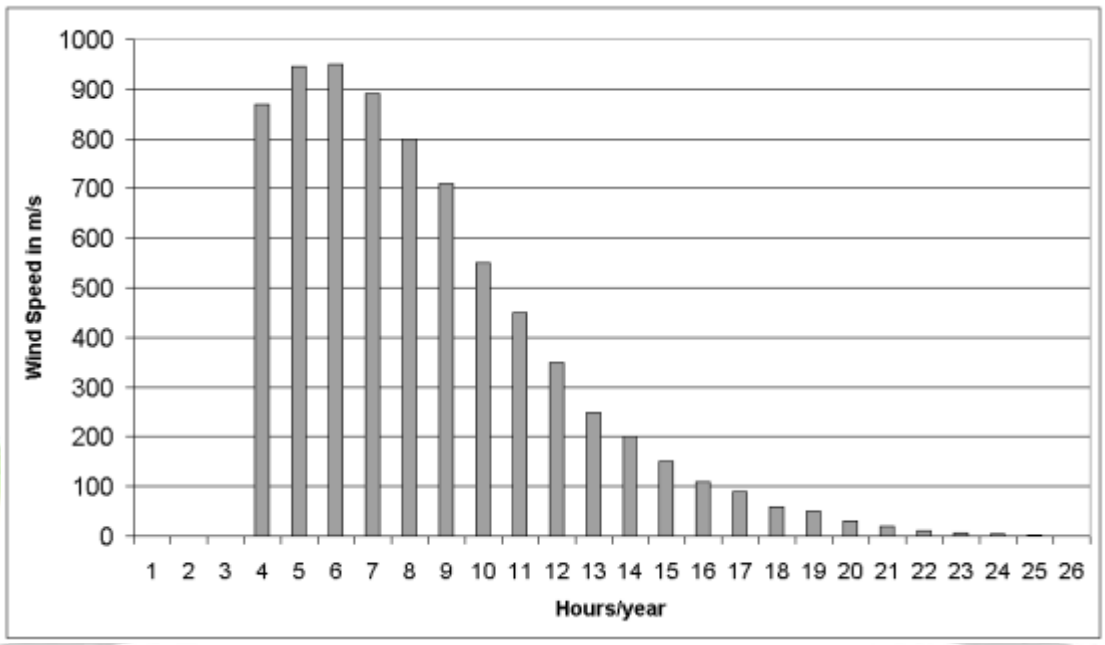
| m/s | w/m3 | m/s | w/m3 | m/s | w/m3 |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 8 | 313/6 | 16 | 2508/8 |
| 1 | 0/6 | 9 | 446/5 | 17 | 3009/2 |
| 2 | 4/9 | 10 | 612/5 | 18 | 3572/1 |
| 3 | 16/5 | 11 | 815/2 | 19 | 4201/1 |
| 4 | 39/2 | 12 | 1058/4 | 20 | 4900/0 |
| 5 | 76/2 | 13 | 1345/7 | 21 | 5672/4 |
| 6 | 132/3 | 14 | 1680/7 | 22 | 6521/9 |
| 7 | 210/1 | 15 | 2067/2 | 23 | 7452/3 |

ولي با توجه به تجربيات كسب شده هر چند با افزايش سرعت باد ميزان انرژي دريافتي از آن بيشتر مي شود اما توربين هاي بادي براي توليد انرژي يک حد اشباع دارند. بدين معني كه بادهايي كه بيشتر از اين حد اشباع سرعت داشته باشند عملاً انرژي بيشتري توليد نمي كند. (شكل 3-9)



(شكل 3-9)

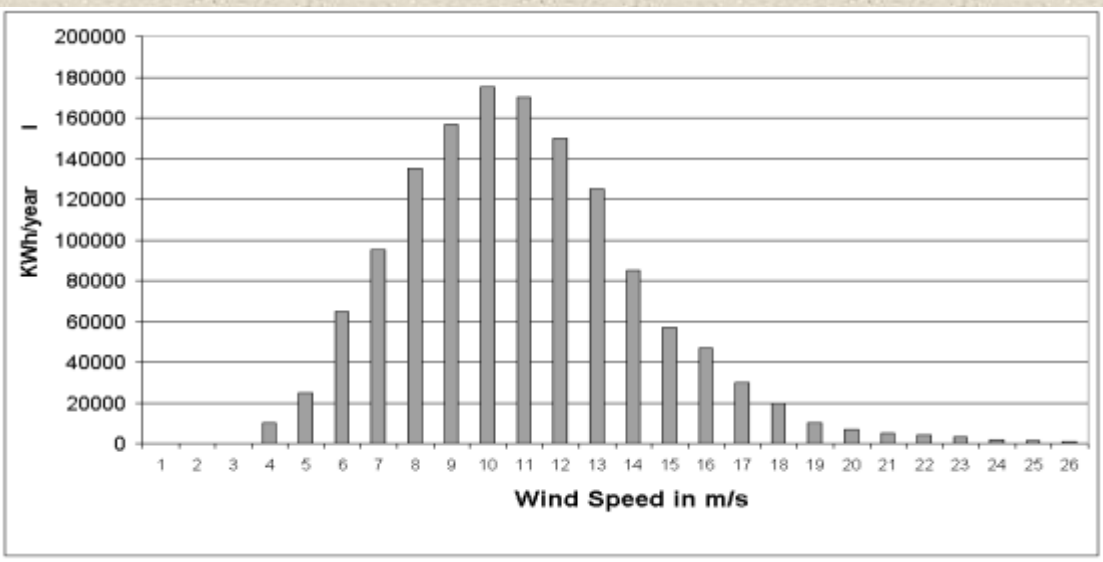
همچنين بررسي ميزان پراكندگي سرعت باد در طي سال نشان مي دهد كه بادهاي كم سرعت فراواني بيشتري دارند. (شكل 3-10)




**شكل 3-10: توزيع مدت زمان وزش باد در سرعت هاي مختلف**

نتيجه قابل توجه از اين دو نمودار، به وضوح قابل رويت است. هر چند باد 15m/s بيشترين انرژي را در يک توربين 500Kw توليد مي كند اما ميزان فراواني باد 10m/s باعث مي شود بيشترين ميزان توليد انرژي در طول سال متعلق به اين باد باشد. (شكل 3-11)

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه




شکل 3-11: توزیع انرژي تولید شده توسط بادهاي با سرعت هاي متفاوت در طول یکسال

3-5-2) توان پتانسیل توربین:

انرژي موجود در باد را مي‌توان با عبور آن از داخل پره‌هاي و سپس انتقال گشتاور پره‌ها به روتور یک ژنراتور استخراج کرد. در این حالت میزان توان تبدیلي با تراکم باد، مساحت ناحیه جاروب شده توسط پره و مکعب سرعت باد بستگي دارد. به این ترتیب میزان توان قابل تبدیل در باد را مي‌توان به این ترتیب به دست آورد:

(2-3

$$P = \frac{1}{2}\alpha\rho\pi r^2 v^3$$

که در این فرمول P توان تبدیلي به وات، α ضریب بهره‌وري (که به طراحي توربین وابسته است) ρ تراکم باد بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب، r شعاع پره‌هاي توربین برحسب متر و v سرعت باد برحسب متر برثانیه است. زماني که توربین انرژي باد را مي‌گیرد سرعت باد کم خواهد شد که این خود باعث جدا شدن باد مي‌شود. آلبرت بتز (Albert

فیزیکدان آلماني (Betz درسال ۱۹۱۹ اثبات کرد که یک توربین حداکثر مي‌تواند ۵۹ درصد از انرژي بادي را که در مسیر آن مي‌وزد را استخراج کند و به این ترتیب α در معادله بالا هرگز بیشتر از 0/59 نخواهد شد. از ترکیب این قانون با معادله بالا مي‌توان اینگونه نتیجه گرفت:

1- حجم هوایي که از منطقه جاروب شده توسط پره ها عبور مي‌کند به میزان سرعت باد و چگالي هوا وابسته است. براي مثال در روزي سرد با دماي ۱۵ درجه سانتي‌گراد (۵۹ درجه فارنهایت) در سطح دریا، چگالي هوا برابر 1/225کیلوگرم بر متر مکعب است. در این حالت عبور بادي با سرعت ۸ متر بر ثانیه در روتوري به شعاع ۱۰۰ متر تقریباً موجب عبور ۷۷۰۰۰ کیلوگرم باد در منطقه جاروب شده توسط پره ها خواهد شد.

2- انرژي جنبشي حجم مشخصي هوا به مجذور سرعت آن وابسته است و از آنجایي که حجم هواي عبور از توربین به صورت خطي با سرعت رابطه دارد، میزان توان قابل دسترسي در یک توربین با مکعب سرعت نسبت مستقیم دارد. مجموع توان در مثال بالا در توربیني با شعاع جاروب ۱۰۰ متر برابر 2/5 مگاوات است که بر طبق قانون بتز بیشترین میزان انرژي استخراج شده از آن تقریباً برابر 1/5 مگاوات خواهد بود.

### 3-5-3) ضریب یکپارچگي:

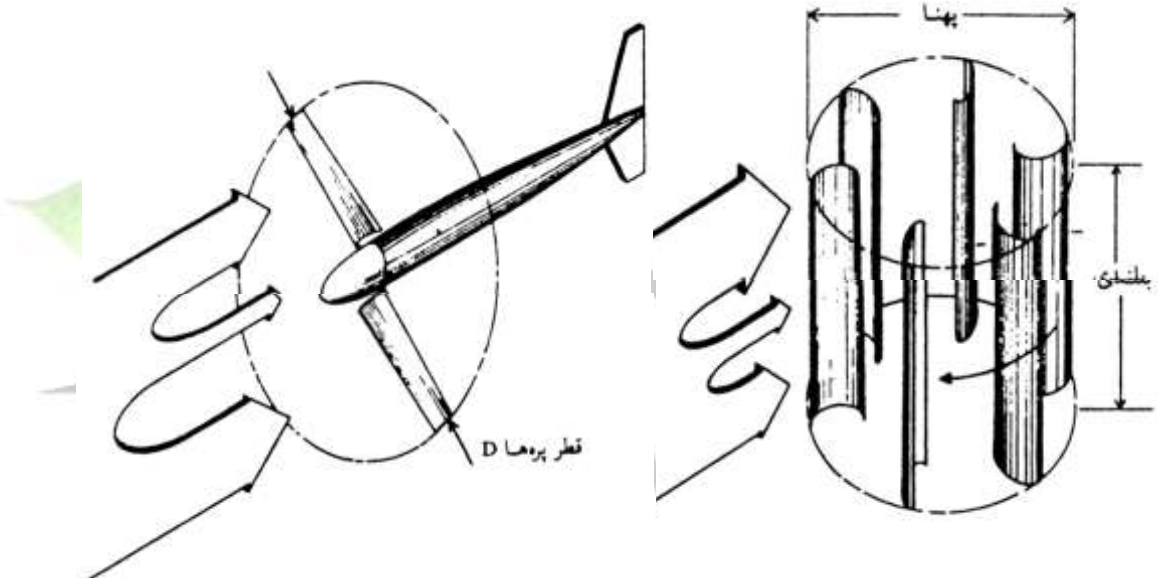
نسبت سطح پره هاي توربین بادي به سطحي که توسط این پره ها هنگام چرخش جارو مي شود، ضریب یکپارچگي نام دارد. شکل 3-12 سطح جارو شده در توربین های محور عمودی و افقی را نشان می دهد.

سطح پره هاي توربين بادي

(3-3 ضريب

سطح جارو شده توسط پره هاي = گي

،

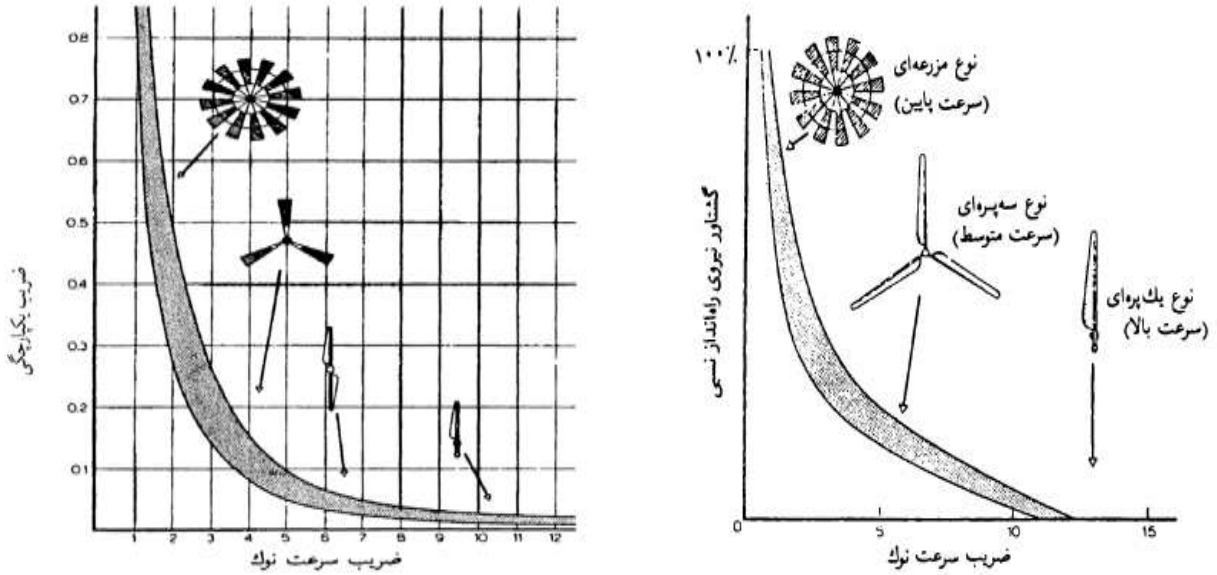



شكل 3-12 **شماي سطح جارو شده توربين ساونيوس و توربين بادي با محور افقي**

**3-5-4) ضريب سرعت نوک:**

نسبت سرعت محيطي نوک پروانه گردان (سرعت خطي) به سرعت باد را ضريب سرعت نوک نام دارد.شكل 3-13 مقايسه ضريب سرعت نوک سه نوع پره نسبت به گشتاور راه اندازي و شكل 3-14 نسبت به ضريب يكپارچگي نشان مي دهد

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه




شکل3-13

شکل3-14

## 3-6 نیروگاه برق بادی

براي توليد برق به مقدار زياد كه بتواند شبكه سراسري برق را تغذيه نمايد نياز به ايجاد مزرعه يا پارک توربين هاي بادي است كه از مجموعه اي از توربين هاي بادي تشكيل شده و اصطلاحا نيروگاه بادي گفته مي شود . با بهره برداري از تعداد بيشتري از توربين هاي بادي جريان برق توليدي روي هم رفته ظرفيت هاي بالايي در حد چند مگا وات ايجاد مي شود . بدين طريق مي توان برق توليدي را از نظر اقتصادي با نيروگاه هاي متداول قابل رقابت و عملكرد نيروگاه و هزينه هاي نگهداري آن را به صرفه و بهينه نمود .

تعداد توربين هاي بادي كه يک مجتمع نيروگاهي را تشكيل مي دهند در عمل متفاوت است و در استحصال جريان برق از توربين هاي بادي ، مسائل متعدد از جمله كيفيت برق علاوه بر كميت آن نيز براي مهندسين برق كه با اين موضوعات سروكار دارند اهميت دارد . برق توليدي مي بايست با كيفيت قابل قبول وارد شبكه شود و در دراز مدت بازدهي خوبي داشته باشد . زيرا هر شبكه مي تواند فقط مقدار محدودي ناپايداري را جذب و مستهلک نمايد واز انرژي

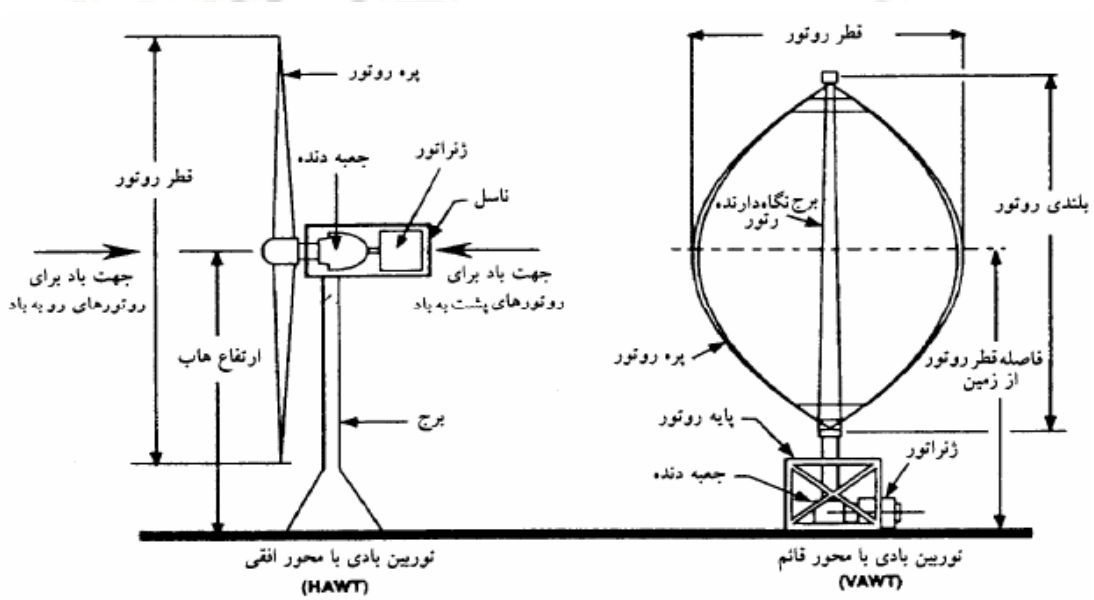
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

ناپیوسته استفاده کند. حداکثر مقدار مجاز ناپایداري مي تواند تا 15٪ ظرفیت شبکه باشد و در صورتي که ناپایداري به صورت دائمي در شبکه وجود داشته باشد حداکثر مي تواند 10٪ ظرفیت شبکه باشد .

3-6-1)قسمتهای نیروگاه بادی :

چنانچه مي دانیم هر دو نوع توربین هاي بادي با محور افقي ( HAWT) و توربین هاي بادي با محور عمودي ( VAWT ) نوع داریوس ، با نیروي آیرودینامیکي بحرکت در آمده و تولید انرژي مي کنند. (شکل 3-15) .دو نوع توربین بادي فوق از قسمت هاي زیر تشکیل شده اند:

۱. روتور یا قسمت گردان شامل مجموع پره ها ، شفت و توپي
۲. سیستم محرکه شامل جعبه دنده ، ژنراتور برق و مکانیزم ترمز
۳. برج نگهدارنده سیستم روتور
۴. سیستم هاي کنترول و ایمني
۵. سایر قسمت ها شامل اتصال هاي برقي ، سازه اي و خدماتي.




شکل 3-15 قسمت های عمده نیروگاه بادی

**1. برج :**

بهبود در طراحي ها و ساختمان مواد ما را قادر ساخته كه برج هاي بلندتري را بسازيم . اين امر به ما اجازه مي دهد كه روتورها را روي برج در مكان بلندتري ، جايي كه باد قوي تر است، قرار دهيم و بدين وسيله انرژي كسب كنيم. برجها در توربين هاي كوچك بادي ارتفاعي مابين 10 تا 20 متر دارند كه معمولاً به وسيله كابلي به زمين وصل است پا برجا مي مانند. در توربين هاي متوسط برجها ارتفاعي معادل 20 تا 40 متر دارند. و عموماً بشكل لوله و مشبک هستند. برج كه براي نگهداري روتور و ژنراتور و در عين حال مسير انتقال بر توليدي است، به وسيله سيمان و يا پلاستيک و يا تركيبي از آنها ساخته مي شود.

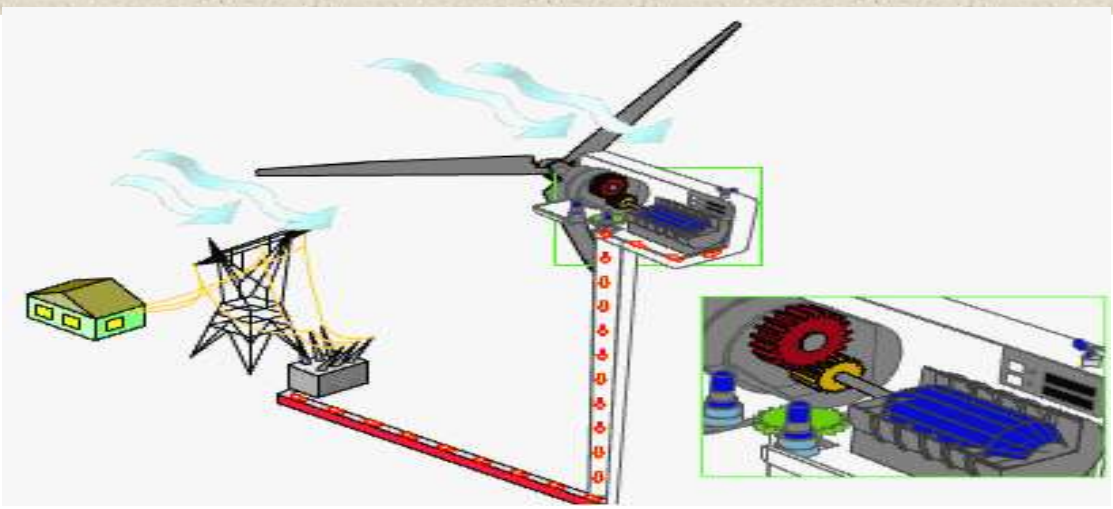
**2. روتور :**

كه با نيروي باد مي چرخد تقريباً تمامي توربينهاي بادي روتورهايي دارند كه حول محور موازي زمين مي چرخد . پره هاي چرخنده يک ميله را به گردش در مي آورند كه اين ميله انرژي بادي را به انرژي بادي را به انرژي مكانيكي تبديل مي كند. هر چند تعدادي از توربينهاي بادي جديد وجود دارند كه پره هاي روتور آنها از چوب كامپوزيت ساخته شده اما اكثر توربينهاي بادي مدرن داراي پره هايي از جنس فايبرگلاس هستند. فايبرگلاس در عين سبک بودن بسيار مقام است. در عين حال آسياب هاي بادي آمريكا از پره هايي از جنس آلومينيوم و فولاد درست مي شوند. اما فلز آلومينيوم نمي تواند مقابل باري قوي مقاومت كند و فولاد نيز خيلي سنگين است. توربين هاي كوچک بادي معمولاً از يک دنباله در انتهاي خود استفاده مي كنند تا همواره توربين در جهت باد قرار گيرد اما توربين هاي متوسط از موتورهاي الكتريكي ، براي جابجايي و در جهت باد قرار دادن پره ها استفاده مي كنند.

**3. ژنراتور :**

ژنراتور انرژي مكانيكي بدست آمده از چرخ روتور به انرژي الكتريكي تبديل مي كند.در اكثر توربين هاي بادي از يک ژنراتور و يک سيستم انتقال به صورت همزمان استفاده مي شود. در اين حال اكثر توربين هاي بادي دو ژنراتور دارند . يكي براي بادهاي ضعيف و ديگري براي بادهاي قوي، ساير توربين ها از يک ژنراتور با دو سيم پيچ متفاوت استفاده مي كند كه اين سيم پيچ ها كار همان دو ژنراتور را انجام مي دهند. تعدادي از توربين هاي بادي از طراحي ويژه اي استفاده مي كنند كه در آن ژنراتور مستقيماً بوسيله ي روتور و بدون سيستم انتقال گردانده مي شود. ولي نكته مهم در اينجا انرژي بسيار متغيير باد است كه دائما در حال تغيير است و متناسب با آن دور تغيير ميكند. لغزش مجاز بعضي از ژنراتورها تا 10 درصد است. براي كارآيي بهتر لازم است تا ولتاژ القايي در روتور ثابت نگه داشته شود براي اين كار از سه مقاومت متغيير معمولا 1 اهمي استفاده مي شود به طوري كه اين مقاومتها روي هر فاز قرار مي گيرند و توسط يك مدار كنترلي بطور اتوماتيک تغيير مي كنند. در بسياري از توربين هاي بادي همراه ژنراتور جزء ديگري به نام جعبه دنده (gaer box) براي انتقال انرژي باد به ژنراتور وجود دارد وظيفه جعبه دنده تنظيم ميزان چرخش ژنراتور در سرعت هاي مختلف باد است. به دليل اهميت فراوان سيستم هاي كنترلي و الكترونيكي در توربين هاي بادي، گاه از آنها به عنوان يكي ديگر از اجزاء اصلي نام برده مي شود. شكل 3-16 نحوه دريافت انرژي باد و تبديل آن به انرژي مكانيكي و سپس الكتريكي و قسمتهاي عمده توربين هاي بادي افقي را نشان مي دهد

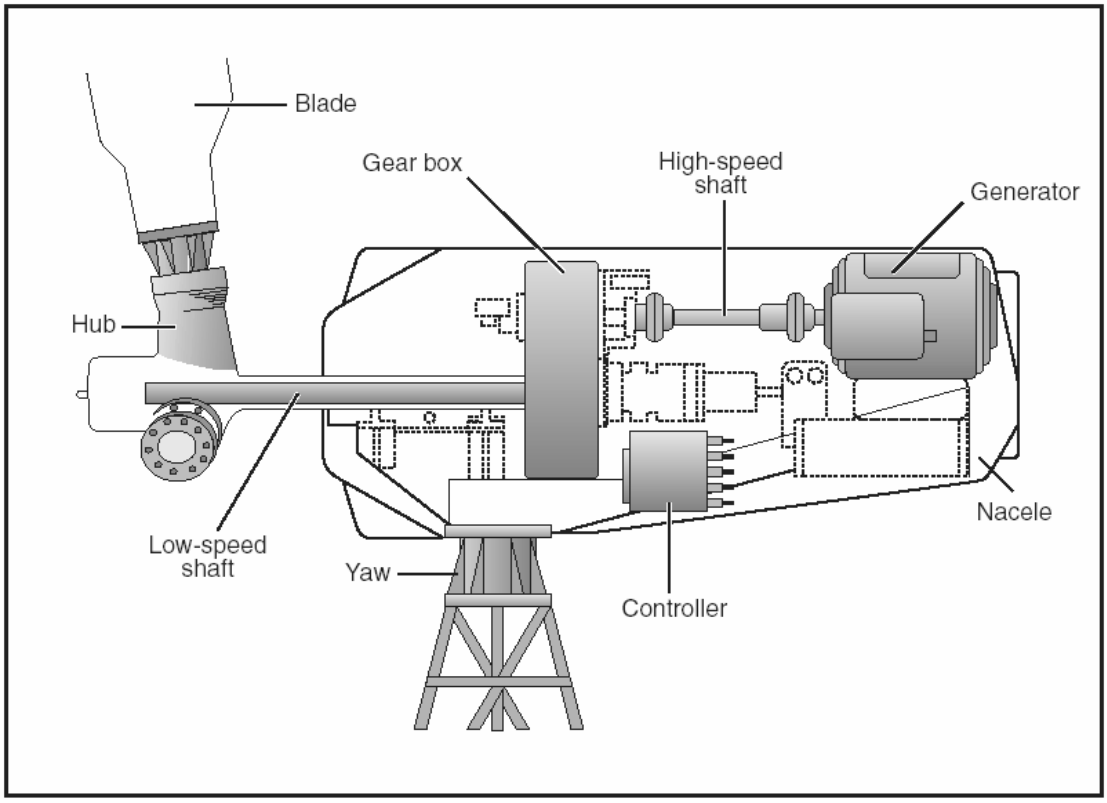
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل3-16 شماتیک عملکرد نیروگاه بادی

## 3-6-2 اجزاء اصلي نيروگاه بادي محور افقی

اجزاء اصلي نيروگاه بادي به شرح زير است( شكل 3-17)



برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شکل 3-17 اجزای اصلی تشکیل دهنده نیروگاه بادی محور افقی

1. پره ها (Blades) : بیشتر توربین ها بین 2 یا 3 پره دارند باد به پره ها برخورد می کند و باعث چرخش آنها می شود.
2. ترمز (Brake): با استفاده از سیستم ترمز دیسکی هیدرولیکی می توان توربین را در مواقع عادی حتی اضطراری متوقف کرد. کلا برای توقف و ترمز واحدها دو روش وجود دارد:

الف ) در نوك پره ها پره اي ديگر موجود است (پره آيروديناميكي) كه از نوك پره اصلي فاصله دارد و تغيير حالت آن موجب توقف پره هاي اصلي ميگردد ( ترمز ديناميكي)

ب) پیچ کنترل: در این سیستم تمام پره تغییر وضعیت میدهد و نسبت به روش قبلی مدرنتر است. برای بهره برداي كامل پره طوري قرار ميگيرد كه بيشترين سطح تماس را باد داشته باشد و همچنين در مواقعي كه طوفان است و يا به خاطر سرويس نبايد واحد به كار خود ادامه دهد پره ها طوري قرار ميگيرند كه كمترين سطح تماس را باد داشته باشند.

3 - بخش کنترل ( Controller) :

بخش كنترل، توربين را هنگامي كه سرعت باد بين 4 تا 25 متر بر ثانيه است بكار مي اندازد و هنگامي كه سرعت باد به بالاتر از 25 متر بر ثانيه مي رسد آنها را متوقف مي كند توربين ها نمي توانند در سرعتهاي بيشتر از 25 متر بر ثانيه به كار خود ادامه دهند در سرعت بالاي 30 متر بر ثانيه سقوط برج ها نيز وجود دارد.

4 جعبه دنده – گیربکس (Gearbox) :

گیربکس توربین هاي بادي مي توانند سرعت کم چرخش محور پره ها را با ضریب تبدیل مثبت به سرعت بالا که در ژنراتور استفاده مي شود ، تبدیل کند.

عموما توربین هاي بادي از لحاظ دور به سه دسته تقسیم مي شوند:

- دور ثابت
- دور متغییر
- دو دوره

توربین هاي بعضي از نیروگاهها از نوع دور ثابت هستند. در این گونه نیروگاه ها گیربکس طوري طراحي گردیده است که ورودي آن متغییر ولي خروجي آن ثابت باشد. چرخ دنده ها به شفت سرعت پایین متصل هستند و آنها از طرف دیگر همانطور که در شکل 3-17مشخص شده به شفت با سرعت بالا متصل مي باشند و افزایش سرعت چرخش از 30 rpm تا 60 rpm به سرعتي حدود 1200 rpm تا 1500 rpm را ایجاد مي کنند. این افزایش سرعت براي تولید برق توسط ژنراتور الزامیست. هزینه ساخت گیربکس ها بالاست درضمن گیر بکس ها بسیار سنگین هستند. مهندسان در حال انجام تحقیقات گسترده اي مي باشند تا درایو هاي مستقیمي کشف نماید و ژنراتورها را با سرعت کمتري به چرخش درآورند تا نیازي به گیربکس نداشته باشند.

5 - ژنراتور (GENERATOR):

ژنراتور در حقیقت بخش تبدیل انرژي مکانیکي باد به انرژي برق (الکتریکي) است. ژنراتورهاي بکار برده شده،جریان مستقیم و

یا جریان متناوب از نوع آسنکرون و سنکرون باشند. اما معمولا ژنراتور نیروگاههای بادي از نوع آسنکرون میباشند. در ژنراتور آسنکرون بر خلاف سنکرون ، لغزش میتواند بین 3 تا 5 درصد باشد و در کار ژنراتور اختلالي بوجود نیاورد. در زمان راه اندازي ، ژنراتور ابتدا بصورت موتور به را مي افتد و تا زماني که سرعت آن به سنکرون برسد ادامه دارد. در این زمان تغذیه موتور قطع مي گردد و به صورت ژنراتور به کار خود ادامه مي دهد.

6 - ناسل (Nacelle) :

قسمت اصلي توربین بادي که روتور به آن متصل است را ناسل مي گویند .ناسل در بالاي برج قرار دارد، شامل جعبه دنده، شافت اصلي ژنراتور، بخش کنترل و ترمز است. بعضي از ناسلها آنقدر بزرگترند که تکنسین ها مي توانند داخل آن بایستند . در گذشته توربین هاي بادي با یك سرعت دوراني ثابت (دور روتور) کار مي کردند، اما مدلهاي امروزي تقریباً سیستم یك سرعته را کنار گذاشته اند . از میان 59 مدل توربین موجود، 2 مدل یك سرعته، 23 مدل دو سرعته و 34 مدل با سرعت متغیر وجود دارند.

7 -روتور ( Rotor) :

به مجموعه تیغه ها و توپي وسط آنها رتور مي گویند. بال ها و هاب به روتور متصل هستند

8 - دکل (Tower) :

دکلها معمولاً از فولادهاي استوانه اي یا شبکه اي میله هاي فولادي ساخته مي شوند،چون سرعت باد با افزایش ارتفاع زیاد مي شود، دکلهاي بلند باعث مي شوند توربین انرژي بیشتري بگیرد و الکتریسیته بیشتري تولید کند.

9 - سنسورهاي اندازه گیري (Measure sensors)

شامل دو سنسور سرعت سنج و جهت نما مي باشد كه اولي سرعت باد و دومي جهت باد را به دقت مشخص مي كند و اطلاعات حاصل را به بخش كنترل مي دهد. براساس اين اطلاعات زمان كار توربين زاويه چرخ انحراف مشخص مي شود . اين چرخ، توربين را دقيقا در جهت وزش باد قرار مي دهد.

10 - جهت باد : (Wind direction) توربين هايي كه از اين فن آوري استفاده مي كنند در خلاف جهت باد نيز كار مي كنند در حالي كه توربين هاي معمولي فقط جهت وزش باد به پره هاي آن بايد از روبرو باشد.

11 - درايو انحراف : (Yaw drive) وسيله ايست كه وضعيت توربين را هنگاميكه باد در خلاف جهت مي وزد كنترل مي كند و زماني استفاده مي شود كه قرار است روتور در مقابل وزش باد از روبرو قرار گيرد اما زماني كه باد در جهت توربين مي وزد نيازي به استفاده از اين وسيله نمي باشد.

12 - موتور انحراف (Yaw Motor): يك سيستم تركيبي الكتريكي مكانيكي است . هدايت اين سيستم توسط واحد كنترل انجام مي شود . براساس اطلاعات رسيده از قسمت اندازه گيري واحد كنترل جهت باد قالب را تعيين كرده به موتور انحراف فرمان مي دهد كه اين موتور توربين را در راستاي مناسب بچرخاند . اين سيستم فقط در توربين هاي بزرگ متصل به شبكه كاربرد دارد . در توربين‌هاي بادي سايز كوچك به جاي چرخش انحراف از بالچه استفاده مي‌كنند . اين بالچه، توسط جريان باد خود به خود توربين را در راستاي مناسب قرار مي دهد.

13 - شفت سرعت بالا (High- Speed Shaft) : ژنراتور را به حركت در مي آورد

14 شفت سرعت پايين (Low- Speed shaft) : اين قسمت به ازاي سرعتي حدود 30 تا 60 دور در دقيقه شروع به چرخش مي كند.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

15 - استقرار پره ها (Pitch blades) : پره ها به گردش در مي آيند تا سرعت باد را ثابت نگه دارند تا در سرعت بالا و يا پايين برق توليد شود.

3-6-3 ژنراتورهاي مولد برق

چنانكه قبلا گفته شد ، توربين هاي بادي مولد برق با يكپارچگي كوچكي طرح مي شوند تا بتوانند ضريب سرعت نوك بزرگي براي دور هاي بالا داشته باشد، توربين هاي بادي مولد برق اوليه كه براي روستاها طرح شده بود، به طور مستقيم به ژنراتور وصل مي شدند، يعني دور ژنراتور همان دور توربين بود. در توربين هاي بادي جديد، توربين بوسيله يک جعبه دنده بالا برنده سرعت به ژنراتور وصل مي شود و دور ژنراتور با نسبت جعبه دنده افزايش مي يابد. اين نسبت يا ضريب بطور كلي در حدود 4 تا 5 و گاهي بيشتر است. بدين ترتيب مثلاً دور توربين بادي 100 دور در دقيقه، بوسيله جعبه دنده انتقال قدرت به 400 دور در دقيقه افزيش مي يابد. اين امر سبب كاهش قيمت ژنراتور مي شود، ولي در عوض بعلت وجود جعبه دنده، وزن مبدل بادي و برج نگهدارنده آن افزايش يافته و قيمت دستگاه و نيز هزينه تعميرات جعبه دنده افزايش مي يابد. مبدل هاي بادي سنگين وزن اشكالات زيادي مانند بلند كردن آنها با جرثقيل و نصب روي برج نگهدارنده و نيز تعبيه برج نگهدارنده قوي تر نسبت به دستگاههاي سبک وزن دارند. يكي از مزاياي اتصال مستقيم توربين و ژنراتور برق، حذف جعبه دنده و تعميرات آن است. بطور كلي برگزيدن اتصال مستقيم و يا اتصال از طريق جعبه دهنده، كارخانه هاي سازنده مبدل هاي بادي توليد كننده برق را سخت به خود مشغول كرده است. توربين هاي بادي اغلب با پره هاي مربوطه و نيز ژنراتور برق براي نصب روي برج ساخته مي شوند. ممكن است توربيني كه بالاي برج قرار دارد، نيرويش بوسيله محوري به ژنراتور برق كه در پايين نصب شده است، منتقل شود. امكان ديگر استفاده از يک تلبمه بادي براي

آبكشي و سپس استفاده از فشار اين آب در پايين دست برج براي بحركت در آورد يک توربين آبي مولد برق است. با اين حساب مي توان با استفاده از فشار آب چند تلمبه بادي، يک مركز هيدرولكتريک بوجود آورد. البته در اينجا بعلت تبديلات انرژي بازده پايين است.

ژنراتورهاي برق كه در توربينهاي بادی بكار مي روند، ممكن است از نوع مولد جريان مستقيم و يا از نوع مولد جريان متناوب باشند. جاروبكهاي ژنراتور جريان مستقيم از زغال يا گرافيت يا ساير مواد مناسب درست شده اند. اين برس ها جريان برق مستقيم را از قسمت گردان مي گيرند. قسمتي را براي تغذيه قطب هاي مغناطيسي الكتريكي به قسمت ساكن ژنراتور (استاتور) مي دهند و بقيه را براي مصارف ديگر به خارج ژنراتور مي فرستند. مولدهاي جريان متناوب يعني آلترناتور ها در امتداد محور خود داراي يک مولد جريان مستقيم كوچک براي تغذيه و تحريک قطب هاي مغناطيسي آلترناتور هستند. بعضي آلترناتورها داراي برس هايي هستند كه قسمتي از برق متناوب توليد شده آلترناتور را به صورت جريان مستقيم براي ايجاد ميدان مغناطيسي خود آلترناتور (قطب هاي مغناطيسي كه روي قسمت گردان يعني روتور قرار دارند) تهيه مي كنند.در بعضي مولدهاي جريان برق (چه مستقيم و چه متناوب). براي قطب هاي مغناطيسي از مغنايس دائم يا طبيعي استفاده مي كنند.جريان برق متناوب توسط ژنراتورهاي جريان متناوب (A.C.) توليد مي شود. به اين ماشينهاي آلترناتور نيز مي گويند. ترتيب كار آنها بدين قرار است كه مغناطيسهاي قوي (يک در ميان قطب شمال و قطب جنوب) از روي محور گردان نصب شده اند از مقابل سيم پيچهاي ثابت عبور كرده و جريان متناوب (A.C.) را در سيم پيچها القا مي كند. در اينجا مي توان درک كرد كه فركانس اين جريان برق متناوب، متناسب با دور محور گردان (RPM) است. اين فركانس برق در آمريكا 60 هرتز و در ساير كشورها 50 هرتز است. چنانكه مي دانيم براي فركانس ثابت برق احتياج به دور ثابت توربين است. براي دستگاه هاي كوچک مولد انرژي بادي، هزينه تهيه و تدارک مكانيسمي كه دور

را ثابت نگه دارد گران تمام مي شود. ژنراتورهايي كه جريان A.C. توليد مي كنند ژنراتورهاي همزمان ناميده مي شوند. يک ژنراتور جريان برق كه بطورهمزمان كار مي كند بايد يک جريان متناوب با فركانس ثابت و ولتاژ ثابت مطابق استاندارد توليد نمايد. ساختن چنين دستگاهي بر مشكلات پروانه هاي توربين بادي مي افزايد. زيرا اين پروانه ها از بادي تغذيه مي شوند كه سرعت آن ثابت نبوده و پيوسته در حال تغيير است.

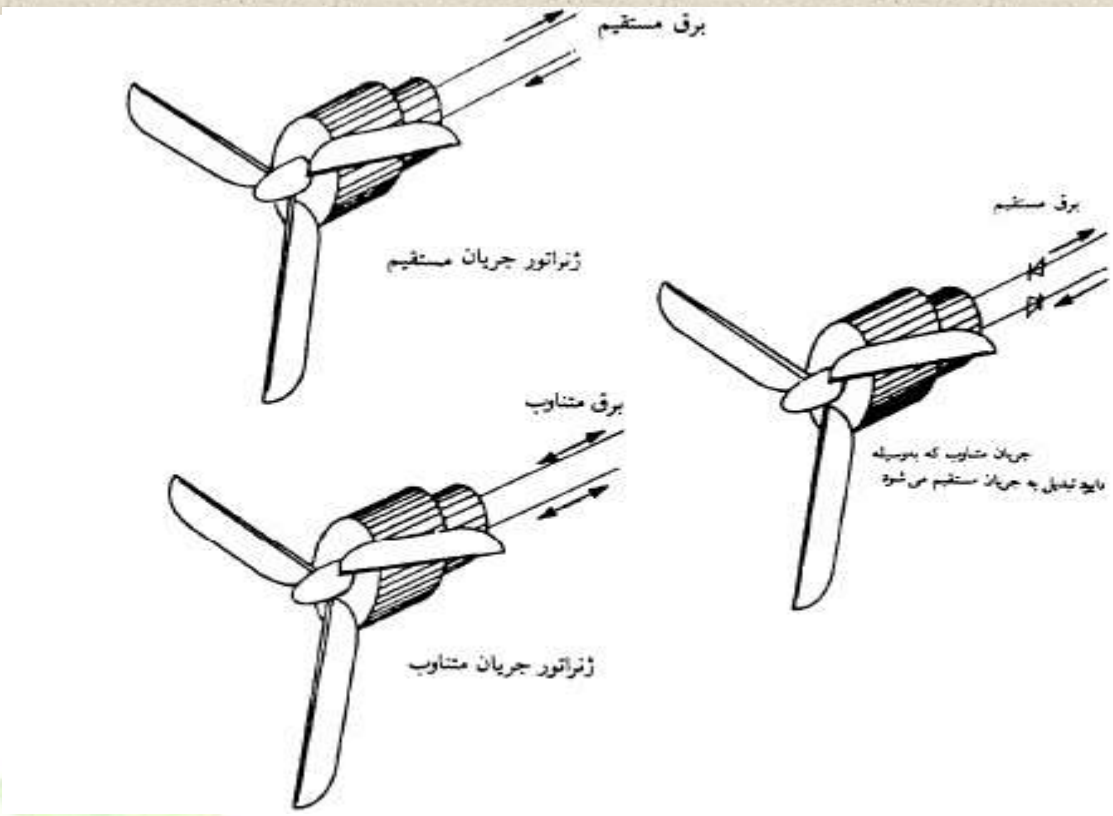
ژنراتورهاي جريان متناوبي ساخته شده است كه با استفاده از دستگاه هاي الكترونيكي مي توانند با متغيير بودن دور، برقي با فركانس ثابت توليد كنند. اين ژنراتورها Field Modulated Generators ناميده مي شوند.

روش ديگر براي تهيه برق با فركانس ثابت از نيروي باد اين است كه ابتدا جريان برق مستقيم توليد كنند و سپس اين برق را با استفاده از دستگاه Inverter به برق متناوب تبديل مي نمايند.

جريان برق مستقيم ابتدا بصورت جريان متناوب تهيه مي گردد. سپس بصورت جريان برق مستقيم بوسيله جاروبكها از كموتاتور گرفته مي شود. روشي كه ذكر شد، بسيار معمولي است و مدتهاست مورد استفاده قرار گرفته است. روش متداول ديگر براي تهيه جريان برق مستقيم بدين ترتيب است كه جريان برق متناوب توليد شده را بوسيله ديود به جريان برق مستقيم تبديل نمايند. در اين روش، ديگر احتياجي به جاروبكها و كموتاتور نيست. در حال حاضر در بيشتر اتومبيلهاي جديد، جريان متناوب بوسيله ديود به جريان مستقيم براي شارژ باتري و ساير مصارف اتومبيل تبديل مي شود.

جريان برق متناوبي را توسط ژنراتورهاي بادي كوچک تهيه مي گردد. مي توان بدون تبديل شدن به جريان مستقيم، مثلاً براي گرم كردن مخازن آب بوسيله يک مقاومت الكتريكي مورد استفاده قرار داد. دياگرام 3 نوع ژنراتور (جريان مستقيم- جريان متناوب- جريان متناوبي كه بوسيله ديود به جريان مستقيم تبديل شده است). در شكل 3-22 نشان داده شده است.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه




شکل3-22 سه نوع ژنراتور جریان برق

WikiPower.ir

3-6-4 ترانسفورماتور ها:

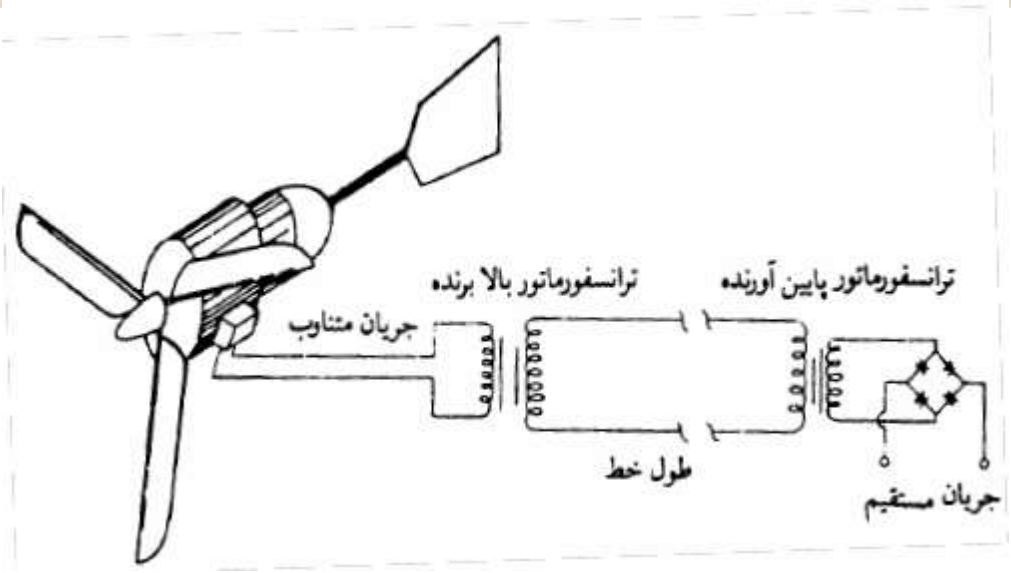
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شکل3-23 -نمایی از

ترانفورماتور مستقر در مزرعه بادی

اگر قرار باشد برق متناوب تولیدشده در فاصله دورتري از محل تولید مورد استفاده قرار گیرد، ابتدا فشار الکتریکي این برق متناوب را بوسیله ترانسفورماتور بالا برنده بالا مي برند. سپس به محل مورد مصرف منتقل مي نمایند. در محل مصرف مجدداً فشار این برق متناوب را بوسیله ترانسفورماتور پایین آوردنده کم کرده و مورد استفاده قرار مي دهند و در صورتیکه لازم باشد آنرا به برق مستقیم تبدیل مي کنند (شکل 3-23). حسن این کار آن است که در یک بار معین، با بالا رفتن فشار الکتریکي، شدت جریان برق به همان نسبت پایین آمده و تلفات اهمي بین راه، بخصوص اگر فاصله زیاد باشد به مقدار زیاد کاهش مي یابد. (شکل 3-24)

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه




شکل3-24 استفاده از ترانسفورماتور براي انتقال جريان برق متناوب به فاصله دور

ترانسفورماتورها براي اينكه بازده خوبي داشته باشند براي يک فركانس ثابت و معين ساخته مي شوند. بايد دانست كه فركانس برق توربين هاي بايد كوچک، تابع وزش باد بوده و هر لحظه تغيير مي كند.ترانسفورماتورهايي ساخته شده اند كه با فركانس 60 تا 400 هرتز كار مي كنند و نيز ترانسفورماتورهاي ديگري طراحي شده اند كه بالاي اين گستره كار مي كنند.

3-6-5 تنظيم كننده هاي ولتاژ

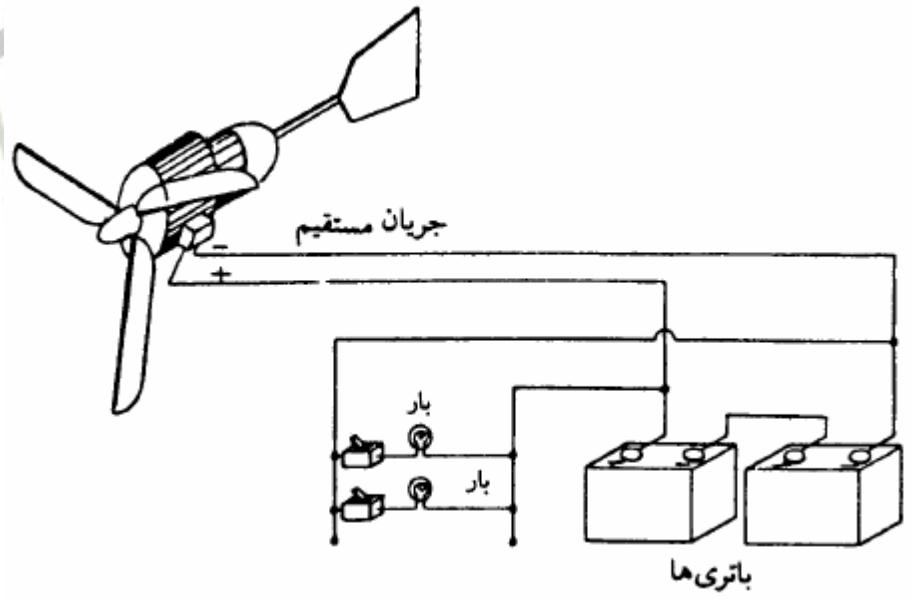
سه روش براي كنترول برق خروجي ژنراتور بكار مي رود:

1. قرارداد تنظيم كننده ولتاژ در سر راه سيم پيچ ميدان مغناطيسي ژنراتور براي كنترل قطبها و در نتيجه برق خروجي از ژنراتور.
2. كنترل كننده ولتاژ ممكن است روي قطب مغناطيسي دائمي ژنراتور قرار گيرد تا ولتاژ را با بار خروجي ژنراتور هماهنگ سازد.

3. هيچ دستگاه تنظيمي بكار گرفته نشود و از نيروي برق مولدي كه از مغناطيس طبيعي استفاده مي كند به همان وضع استفاده شود. فقط قسمتي از برق كه براي مصرف به خارج داده مي شود از دور مغناطيس طبيعي گذشته (بطور مستقيم و يا از طريق يک مقاومت اضافي) و متناسب با برقي كه بيرون داده مي شود، ميدان مغناطيسي و در نتيجه ولتاژ برق را كنترل كند.

3-6-6 تنظيم كننده بار

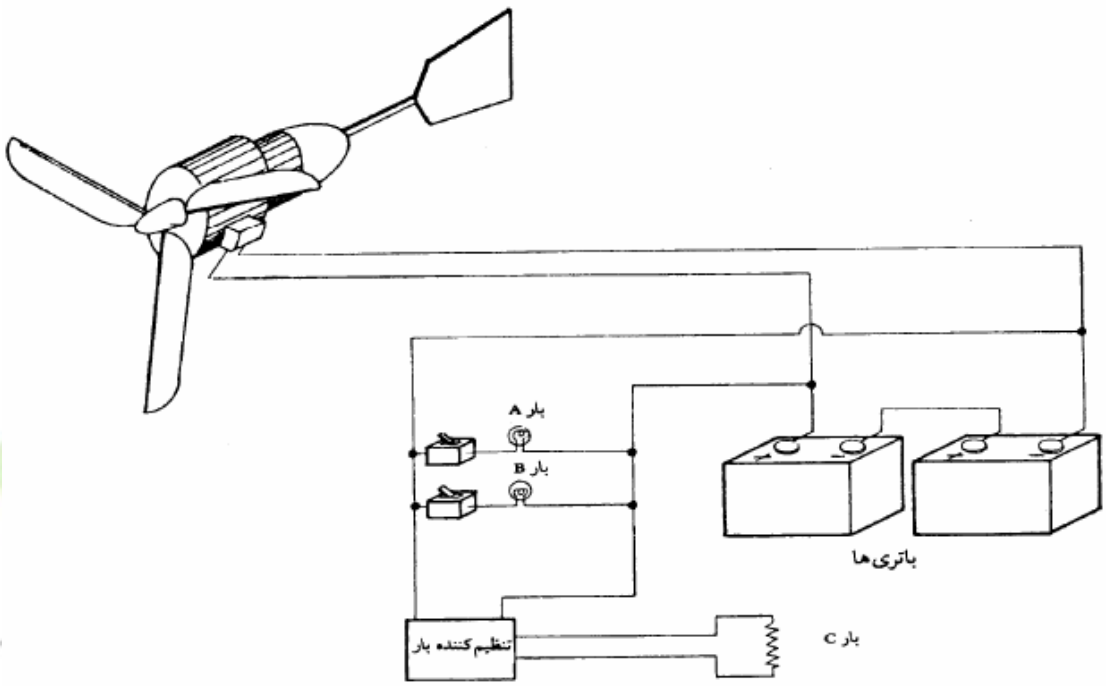
شكل 3-25 دياگرام سيم كشي يک دستگاه توربوژنراتور بادي جريان مستقيم را نشان مي دهد. اين ژنراتور مي تواند باتريها را شارژ كند و از طرفي مي تواند براي دو مصرف كننده (بار) كه در كل نشان داده شده است، نيرو بفرستد. وقتي مصرف برق بيش از برق توليدي توسط ژنراتور بادي باشد يا اينكه باد به مقدار كافي نوزد، از باتريهايي كه قبلاً ظرفيت آنها محاسبه و شارژ شده اند، كمک گرفته مي شود.




شكل3-25- دياگرام ساده سيم كشي يک توربين بادي مولد برق

ظرفيت توربين بادي مولد برق حداقل بايد معادل انرژي درخواستي با KWh براي بارهاي مورد نياز باشد. فرض كنيم مولد برق

بادي بيش از احتياج، انرژي برق توليد كند. در چنين وضعي باتريها تا سرحد امكان شارژ شده و از انرژي مازاد به كمك تنظيم كننده بار به شرح زير استفاده مي شود (شكل 3-26).

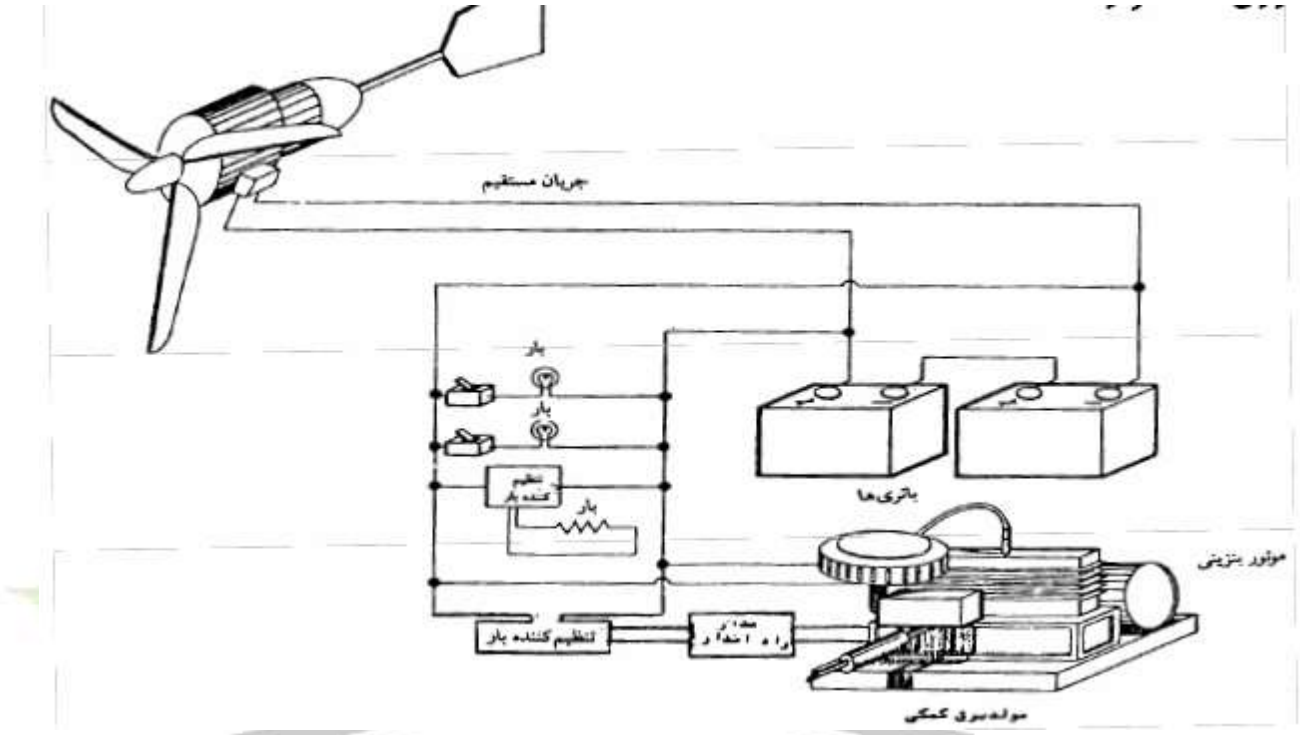



شكل3-26 سيم كشي برق يک توربين بادي همراه با تنظيم كننده بار

وقتي انرژي توليدي بتواند بيش از انرژي مصرفي باشد، تنظيم كننده بار با برقرار كردن جريان برق از طريق كليد داخلي خود، اجازه مي دهد انرژي اضافي براي بار C مصرف شود. بار C مي تواند مقاومت اهمي يک منبع «آبگرمكن» باشد و انرژي اضافي سبب بالا بردن درجه حرارت آب گردد و بدين وسيله انرژي اضافي ذخيره مي شود. براي ذخيره كردن انرژي اضافي مي توان باتريهاي ديگري را بكار گرفت يا به روش ديگري انرژي را ذخيره كرد.

تنظيم كننده هاي بار مي توانند به طريق ديگري مورد استفاده قرار گيرند. فرض كنيم دستگاه مولد انرژي بادي، برق لازم براي مصرف را توليد نكند، مثلاً باد براي مدتي به اندازه كافي

نوزد و باتريها در شرف خالي شدن باشند. در اينجا تنظيم كننده بار مي تواند انرژي مورد نياز را از طريق راه انداختن يک موتور بنزيني مولد برق كمكي تأمين كند (شكل 3-27).




شكل 3-27- سيم كشي برق يک توربين بادي همراه با ژنراتور كمكي

در مورد استفاده از موتور بنزيني مولد برق كمكي، تنظيم كننده بار مي تواند براي اطلاع، چراغي را روشن كرده و يا زنگي را بصدا درآورد تا تكنسين، موتور كمكي را روشن كند و يا اينكه تنظيم كننده بار مستقيم از طريق مدار راه انداز، موتور كمكي را روشن كند و روي خط قرار دهد.

## 3-7 امكان سنجي احداث نيروگاه بادي

مطالعه امكان سنجي اولين گام در احداث مزارع بادي است كه هدف نهايي آن ارزيابي امكان پذير بودن تاسيس يک نيروگاه بادي به لحاظ فني ، اقتصادي ، زير ساختار هاي مورد نياز و غيره در يک سايت مشخص استفاده از توربين هاي بادي معين مي باشد . برآورد انرژي توليد ساليانه نيروگاه ، نوع ، ظرفيت و تعداد توربين هاي

استفاده شده و چيدمان نيروگاه ، چگونگي اتصال به شبكه سراسري يا محلي و مشخصات شبكه موادي مي باشد كه جهت تدوين قرارداد بايد در گزارش امكان سنجي دقيقا مشخص گردد . مطالعات امكان سنجي بايد بررسي هاي اقتصادي را نيز شامل باشند .

**الف : برآورد انرژي توليدي ساليانه نيروگاه**

بدليل تاثير عوامل متعدد پيچيده بر ميزان وزش باد ، برآورد انرژي توليدي ساليانه نيروگاه كه قويا با سرعت و جهت وزش باد رابطه دارد نيازمند محاسبات پيچيده و خاص خود مي باشد . در نتيجه به منظور برآورد انرژي توليدي از نرم افزار هاي متداول نظير wasp ، windpro ، GH Wind Farmer و ساير نرم افزار هاي معتبر استفاده مي گردد . البته در نيروگاه هاي بادي با سايز كوچك ، به دليل دقت كافي اندازه گيري مشخصات باد توسط ايستگاه هاي باد سنجي در محل احداث توربين ، محاسبات مذكور را مي توان بدون استفاده از نرم افزار هاي ياد شده انجام داد . عوامل تاثير گذار بر جريان و اطلاعات مورد نياز جهت برآورد انرژي توليدي ساليانه به شرح زير مي باشد:

1 - داده هاي پتانسيل سنجي

به منظور برآورد پتاسيل باد منطقه بايد از ايستگاه هاي باد سنجي استفاده نمود . اين ايستگاه ها داراي سنسور هاي جهت ، سرعت و دما مي باشند . بدليل اينكه توربين هاي بادي متوسط داراي ارتفاع هاب بالاتر از 40 متر هستند ، لذا جهت مطالعه رژيم باد منطقه در سطح زمين ، سرعت باد در ارتفاع 10 ، 20 و 40 متري و حداقل يک سنسور جهت در ارتفاع 20 متري استفاده مي گردد . اندازه گيري ها حداقل براي يک سال انجام ميگيرد و نهايتا پس از تحليل داده ها ، نظير گلباد و نمودارهاي سرعت و جهت باد ارائه مي گردد

2 - داده ها و نقشه هاي توپوگرافي و كاربري اراضي منطقه

كه جهت تخمين طول زبري منطقه به منظور تصحيح سرعت باد در ارتفاعات مختلف و نيز مطالعه اثرات توپوگرافي مناطق اطراف بر روي جريان باد مورد استفاده قرار مي گيرند .

3 - مطالعه منطقه از نظر منع قانوني ، زيست محيطي ، فرهنگي و غيره

4 - مطالعه منطقه از نظر زلزله خيزي و خاک شناسي

**ب - بررسي هاي اقتصادي**

1- مطالعه هزينه هاي احداث

1-1- برآورد هزينه هاي عمراني شامل : هزينه هاي زمين مورد نياز ، آماده سازي راه ، آماده سازي زمين ، احداث فونداسيون توربين و هزينه نصب تجهيزات مکانيکي

1-2- برآورد هزينه عمليات برقي شامل: هزينه اتصال به شبکه و هزينه نصب تجهيزات الکتريکي

1-3- برآورد هزينه توربين و حمل و نقل به سايت

2- برآورد هزينه هاي خدمات مهندسي

3- برآورد هزينه هاي متفرقه احداث

4- برآورد هزينه هاي بهره برداري و تعمير و نگهداري ( بصورت متغير وثابت )

5- برآورد هزينه هاي خارجي ناشي از عوامل پيش بيني نشده شامل : خاموشي خارج از برنامه و حوادث طبيعي

6- برآورد نرخ تنزيل و نرخ تورم

7- برآورد درآمد حاصل از فروش برق و برآورد قيمت فروش

8- محاسبات تامين بودجه از طريق اخذ وام شامل : برآورد ميزان سود و بهره

9- محاسبات ميزان برگشت سرمايه و مدت زمان برگشت سرمايه

10- محاسبات عدم قطعيت هزينه ها

**ج - روند مطالعات امکان سنجي مزارع بادي**

مطالعات امکان سنجي فني مزارع بادي بطور کلي شامل دو موضوع اصلي زير است:

- انتخاب سايت مناسب براي مزرعه بادي
- انتخاب مدل ( يا مدلهاي) مناسب توربين بادي

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

ج-1- انتخاب سايت مناسب براي مزرعه بادي :

براي اطمينان از اينكه يک سايت جهت احداث مزرعه بادي مناسب است يا خير ، بايستي حداقل به پرسش هاي زير پاسخ داده شود :

- وضعيت باد مناسب است ؟
- توان خروجي پيش بيني شده توربين بادي كافي است ؟
- زير ساختار هاي موجود در سايت كفايت مي كنند ؟
- شبكه در دسترس است؟
- زمين و شرايط زيست محيطي مناسب است؟
- عوامل ديگر تاثير گذار روي سايت وجود دارند ؟

ج-1-1- وضعيت باد

براي اينكه مشخص شود رژيم باد در يم سايت براي احداث نيروگاه بادي از كيفيت مناسب برخوردار است يا خير بايستي به دو پرسش زير پاسخ داده شود:

- باد از قدرت كافي برخوردار است ؟
- جريان هوا به ميزان كافي يكنواخت و همگن است؟

بررسي آمار دراز مدت باد به سوالات فوق پاسخ خواهد داد .

ج-1-2- پيش بيني توان خروجي

برآورد اوليه توان خروجي نيروگاه معمولا با نرم افزار WASP ، Wind pro و غيره انجام مي شود .

نحوه محاسبات و روابط مورد استفاده در ادامه ارائه خواهد شد

ج-1-3- زير ساخت هاي موجود در سايت :

بررسي ها و بازديد هاي ميداني بايد پاسخ دهنده دو سوال اساسي زير باشند :

- جاده و پل هاي لازم موجود هستند؟
- شيب زمين بيش از حد تند نيست؟

ج-1-4- وضعيت شبكه

در این خصوص باید معلوم شود :

- شبکه فشار متوسط به اندازه کافي نزدیک است ؟
- توان اتصال کوتاه کافي است؟
- وضعیت و کیفیت خطوط انتقال مناسب است ؟

ج-1-5- وضعیت زمین و محیط زیست

پرسش هاي اصلي در این مرحله عبارتند از :

- زمین به قدر کافي در دسترس است ؟
- اوروگرافي ( وضعیت پستي و بلندي ) مناسب است؟
- موانع موجود در مسیر باد در حد قابل قبول هستند؟

ج-1-6- سایر عوامل مهمترین نکات عبارتند از :

- خطر زلزله تا چه حد جدي است؟

میزان ذرات معلق نظیر نمک و ماسه در هوا قابل قبول است؟

چنانچه پاسخ پرسش هاي مذکور مطلوب نباشد ، قطعا براي آماده کردن سایت هزینه اضافي به سرمایه گذار تحمیل خواهد شد و در برخي مواقع حتي ممکن است توسعه نیروگاه بادي در یک سایت مشخص را توجیه ناپذیر نماید .

ج- 2- انتخاب مدل مناسب توربین بادي

امروزه در کشور هاي مختلف و پیشرو در صنعت انرژي باد، توربین هاي بادي در انواع و ظرفیت هاي بسیار متنوعي ساخته وعرضه مي شوند که سرمایه گذار بسته به شرایط سایت ، امکانات مالي و تا حدودي سایق شخصي مي تواند مدل یا مدلهاي مورد نظر خود را انتخاب نماید . اما نکات مهم در بررسي و مقایسه مدل هاي مختلف معمولا به شرح زیر هستند:

- آیا توان بادي توربین هاي بادي انتخابي مناسب است ؟
- آیا ارتفاع هاب مدل انتخابي براي شرایط سایت مناسب است؟

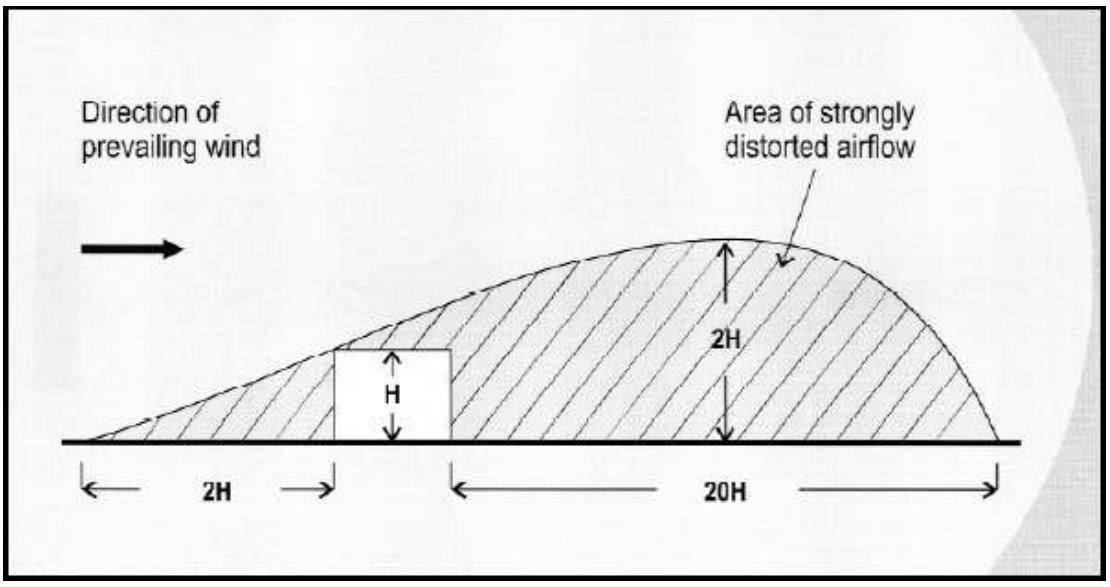
- اثرات توربین روي شبکه در محدوده ترانسهاي قابل قبول قرار دارد؟ ضریب توان ، توان حداکثر، هارمونیک ها ، جریان گذرا ، ضریب فلیکر و غیره در حد مجاز و قابل قبول قرار دارند ؟
- تولید صداي توربین در حد قابل قبول است ؟
- ضریب دسترسي فني ( availability) کافي است ؟
- قیمت مدل انتخابي مناسب است ؟
- در موارد قانوني و قراردادي خرید توربین مشکلي وجود ندارد ؟

ج-3- وضعیت موضعي باد وارزیابي سایت

بطور کلي شرایط محیطي از طریق سه عمال زیر روي شرایط باد در سایت تاثیر مي گذارد:

- موانع
- زبري سطح
- اروگرافي ( وضعیت پستي و بلندي)

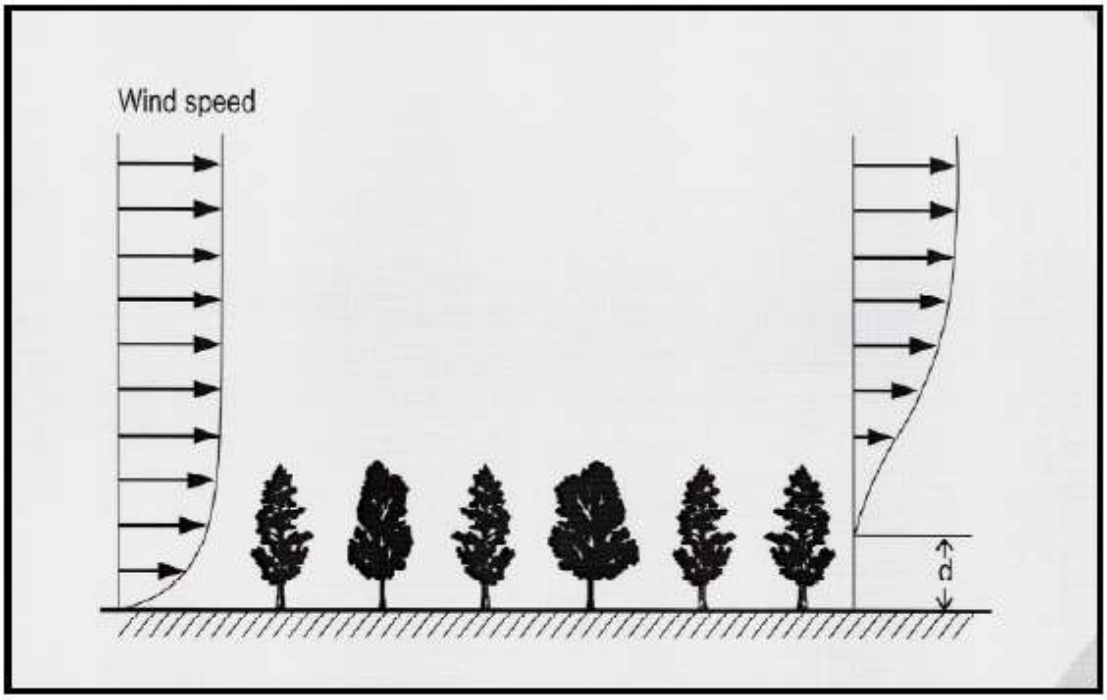
در شکل 3-28 تاثیر یک مانع منفرد به ارتفاع H روي جریان باد نشان داده شده است . چنانکه مشاهده مي شود ، این مانع طولي به اندازه 20H در مسیر خود را به لحاظ وضعیت باد دچار آشفتگي مي سازد.



برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شکل 3-28 تاثیر مانع بر روی جریان باد

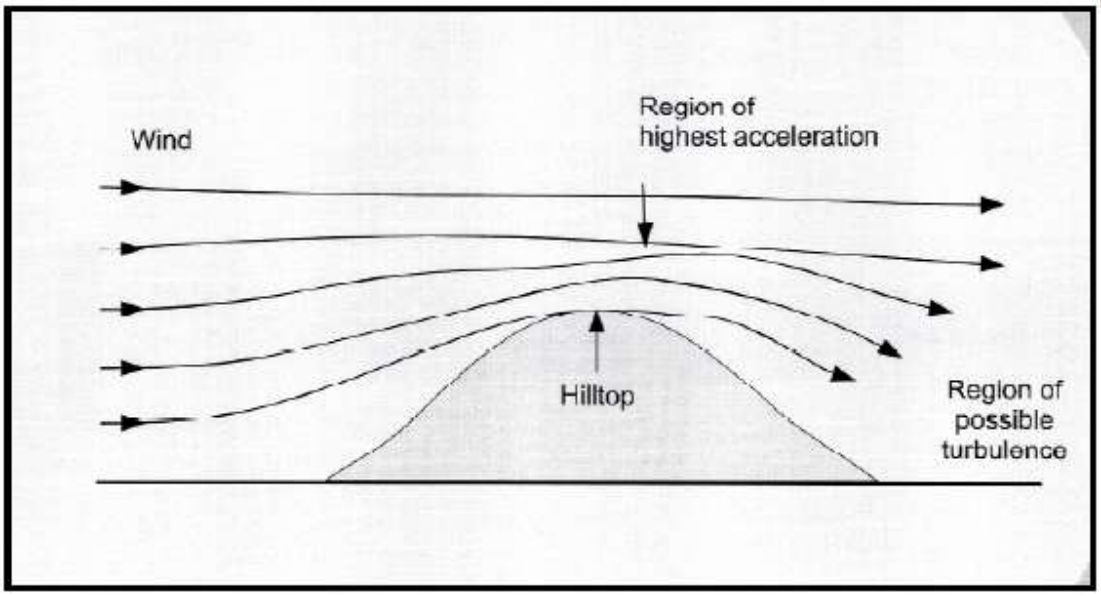
درشکل 3-29 نیز تاثیر چند مانع پشت سر هم (مثلا ردیفي از درختان ) روي پروفیل باد نشان داده شده است.




شکل 3-29 تاثیر چند مانع پشت سر هم بر روی پروفیل باد

همچنین در شکل 3-30 تاثیر اروگرافي زمین ( به صورت یک تپه ) روي خطوط جریان باد قابل مشاهده است.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه




شکل 3-30 تاثیر ناهمواری های زمین روی خطوط جریان باد

شاخصه هايي از جريان باد كه در يک سايت خاص داراي اهميت هستند عبارتند از:

- پروفيل باد
- سرعت متوسط باد
- توزيع سرعت باد
- توزيع جهت باد
- الگوي روزانه تداوم سرعت باد
- الگوي سالانه سرعت باد

زبري سطح اثر خود را مستقيماروي پروفيل سرعت باد مي گذارد ، بدين صورت كه در ناحيه اي از پروفيل سرعت كه داخل لايه مرزي قرار دارد ، هرچه زبري سطح بيشتر باشد ، تغيير سرعت مربوط به دو ارتفاع مشخص از سطح زمين بيشتر خواهد بود . بطور كلي براي تعيين سرعت باد در اثر زبري سطح زمين مي توان از دو الگوي زير استفاده كرد :

- معادله هلمن

اين معادله به شكل زير نوشته مي شود

$$\frac{V_2}{V_1}=\left(\frac{H_2}{H_1}\right)^a \qquad (4-3$$

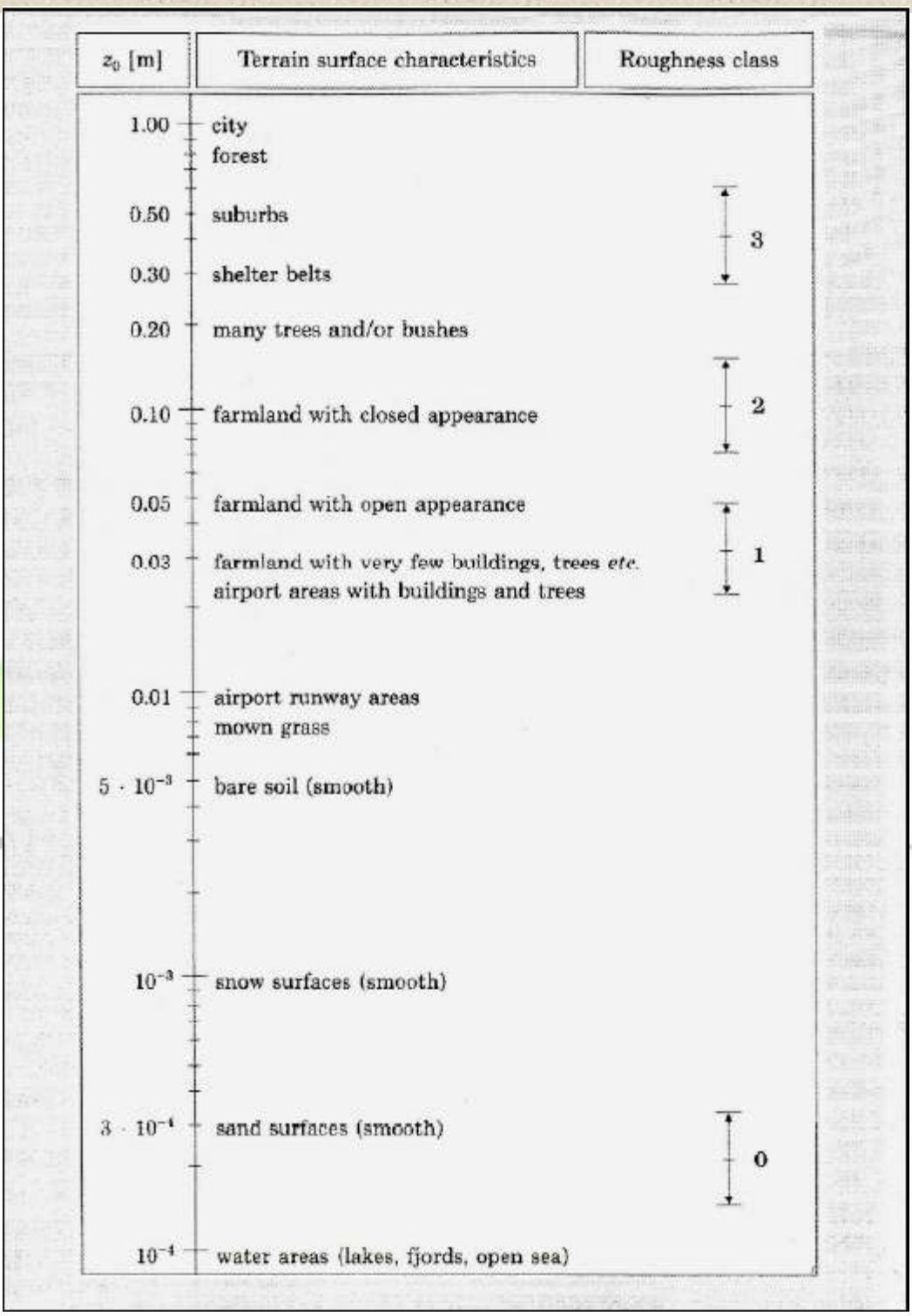
که در آن $V_1$ و $V_2$ به ترتیب سرعت های باد در ارتفاعهای $H_1$ و $H_2$ هستند و a که مبین زبری سطح می باشد ، توان هلمن نامیده می شود . مقدار a را می توان بر اساس وضعیت سایت و کلاس زبری سطح از وراجع معتبر تعیین نمود .

- پروفیل لگاریتمی

معادله کلي اين پروفيل عبارت است از :

$$\frac{V_2}{V_1}=\frac{\ln[(h_2-d)/z]}{\ln[(h_1-d)/z]} \qquad (5-3$$

که در آن $V1$ و $V_2$ به ترتیب سرعتهای باد در ارتفاع های $h_1$ و $h_2$ می باشند ، $Z_0$ طول زبري ( بر حسب متر ) و d ضخامت لایه جابجایي ( بر حسب متر ) مي باشد . توضيح اينكه $Z_0$ بر اساس كلاس زبري سطح و d بر مبناي وضعيت و ارتفاع موانع موجود در مسير باد تعيين مي شوند و مقادير آنها در مراجع موجود است . اگر در مسير باد تا توربين بادي مانعي وجود نداشته باشد مقدار d برابر صفر خواهد بود . به عنوان نمونه در شكل 3-31 مقادير زبري $Z_0$ بر اساس وضعيت زمين سايت و كلاس زبري مشخص شده است .




شکل 3-31 کلاس زیری سطح بر

اساس وضعیت زمین

ج -4 – برآورد پتانسیل باد

براي تخمين پتانسيل انرژي باد در يک سايت بايستي اطلاعات مربوط به سرعت و جهت باد در دسترس باشد . پتانسيل سنجي انرژي باد در يک سايت را مي توان بسته به موجود بودن اطلاعات باد ، از سه طريق زير محاسبه کرد:

1 – استفاده از داده هاي سرعت باد

در اين روش دکل هاي بادسنجي در محدوده سايت نصب مي شود و اطلاعات حداقل يکساله باد استخراج مي شوند . سپس بصورت دستيا با استفاده از نرم افزار Windpro و نرم افزار هاي مشابه ، مشخصات آماري باد و نهايتا پتانسيل انرژي باد تعيين مي شود.

2 – استفاده از داده هاي سرعت باد در مجاورت سايت

اگر در خود سايت مورد مطالعه دکل هاي هواشناسي نصب نشده باشد ولي اطلاعات و آمار باد در سايت هاي مجاور موجود باشد نيز مي توان اطلاعات باد را در سايت بدست آورد . در اين شرايط معمولا از نرم افزار WASP استفاده مي شود . در اين حالت از مدلهاي هواشناسي Microscale و نيز اطلاعات باد سنجي سايت هاي مجاور بطور همزمان استفاده مي شود.

3 – استفاده از اطلاعات هواشناسي

در اين روش که نسبت به دو روش قبل از دقت کمتري برخوردار است ، از اطلاعات و آمار سرويس هاي هوا شناسي استفاده مي شود و با کمک مدل هاي هواشناسي Mesoscale ، تخميني از شرايط باد در سايت مورد نظر بدست مي آيد.

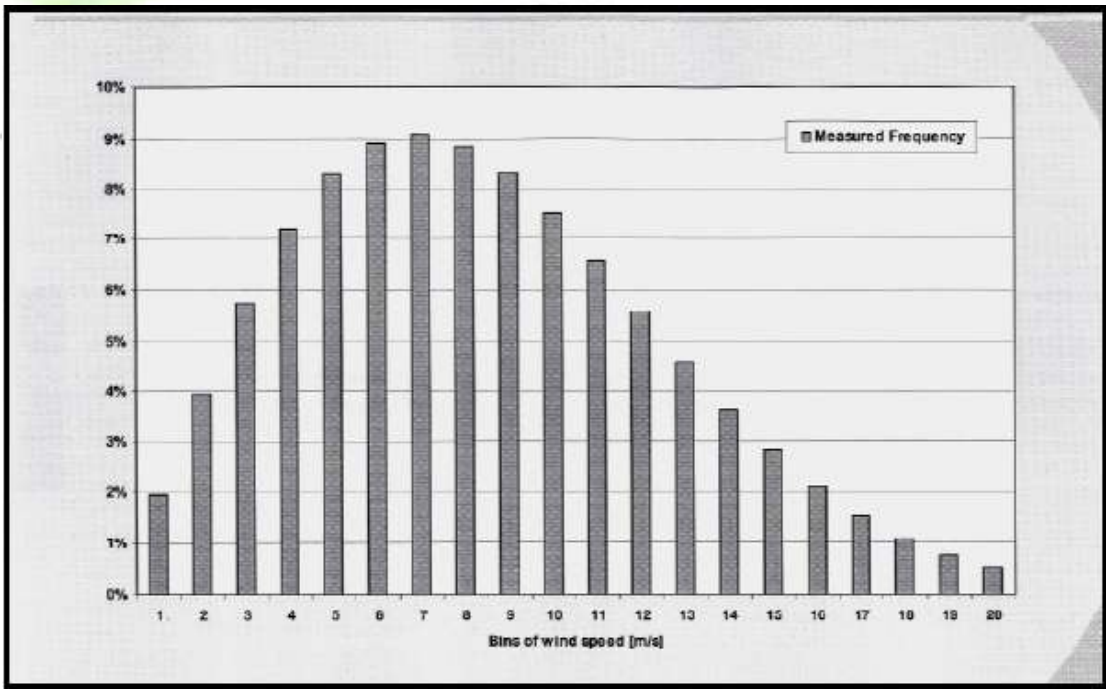
توضيح اينکه براي تعيين پتانسيل باد يک سايت ، روش سوم به هيچ وجه داراي دقت کافي نمي باشد و روش اول نيز به روش دوم ارجحيت دارد.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

ج-4-1- ارزيابي آماري داده هاي باد

سرعت ( و جهت ) باد در يک سايت بطور پيوسته نسبت به زمان تغيير ميکند . به همين دليل براي تجيه و تحليل اطلاعات سرعت باد از روش هاي آماري استفاده مي شود . معمولا فرکانس ثبت ابزار هاي باد سنجي 1 هرتز و فاصله زماني ميانگين گيري 10 دقيقه است . ارتفاع اندازه گيري سرعت ، 10 متر ف 20 متر ، 40 متر يا بيشتر مي باشد . مهمترين پارامتر هاي آماري مربوط به سرعت باد عبارتند از : سرعت متوسط ، سرعت ماکزيمم ، سرعت مينيمم و انحراف معيار استاندارد

يکي از مهمترين منحني هاي سرعت باد در يک سايت ، منحني سرعت – تناوب مي باشد که براي تخمين انرژي خروجي توربين هاي بادي مورد استفاده قرار مي گيرد. در شکل 3-32 يک نمونه منحني سرعت – تناوب يا به اختصار منحني توزيع فرکانسي رسم شده است.




شکل 3-32 منحنی توزيع فرکانسی

چنانکه مشاهده مي شود روي محور افقي بازه هاي سرعت باد و روي محور قائم درصد وقوع مربوط به هر بازه سرعت مشخص مي شود .

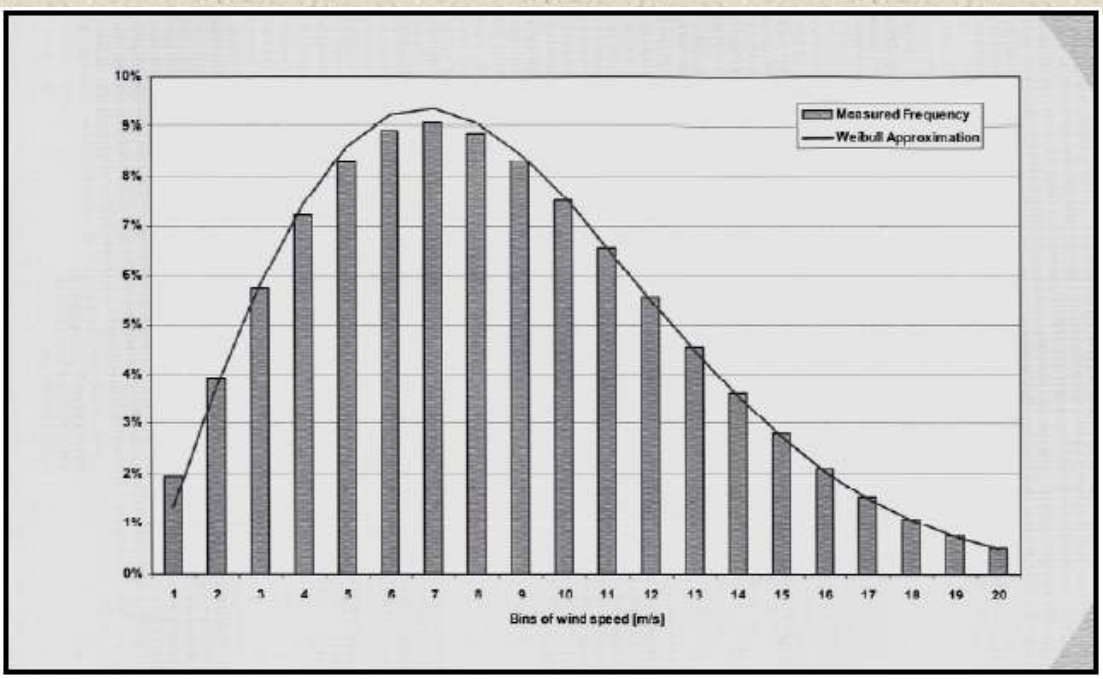
بور مثال شکل 5-4 نشان مي دهد كه شاخص سرعت 2 متر بر ثانيه ( يعني محدوده سرعت بين 1/5 تا 2/5 متر بر ثانيه ) ، حدود 4 درصد از كل مشاهدات سرعت را در يک مدت زمان مشخص ( مثلا يمک ماه يا يک سال ) تشكيل مي دهد . بديهي است كه در شكل مذكور ، جمع درصد هاي وقوع مربوط به هر يک از بازه هاي سرعت بايستي 100 باشد.

براي اينكه بتوان از نمودار توزيع فركانسي بهتر استفاده كرد، معمولا آن را با يک تابع توزيع آماري تقريب مي زنند . بر اساس تجربه تابع توزيع آماري تقريب ميزنند . بر اساس تجربه تابع توزيع ويبول مناسب ترين تقريب را جهت مدل سازي رياضي نمودار توزيع فركانسي بدست ميدهد . رابطه كلي توزيع ويبول به شكل زير است

$$f(v)=\frac{C}{A}\cdot\left(\frac{V}{A}\right)^{C-1}\cdot\exp\left[-\left(\frac{V}{A}\right)^{C}\right] \qquad (6-3$$

كه در آن f چگالي فركانس (s/m) ، v سرعت باد در مركز هر بازه سرعت (m/s) ، A ضريب مقياس (m/s) و C ضريب شكل ( بدون بعد ) مي باشد . در شكل 3-33 تابع توزيع ويبول مربوط به نمودار توزيع فركانسي شكل 3-32 رسم شده است.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه




شکل 3-33 تابع توزیع ویبول

برای مشخص کردن تقریب ویبول یک منحنی سرعت – تناوب خاص ، بایستی ضرایب ویبول مربوط را محاسبه کرد. بطور کلی محاسبه ضرایب C و A با استفاده از محاسبه سرعت متوسط و انحراف معیار انجام می گیرد لیکن روش های تقریبی قابل قبول و مناسبی نیز در این خصوص وجود دارد که در مراجع پتانسیل سنجی انرژی باد قابل دسترسی است . سرعت متوسط باد توسط رابطه زیر به ضرایب ویبول مرتبط می شود :

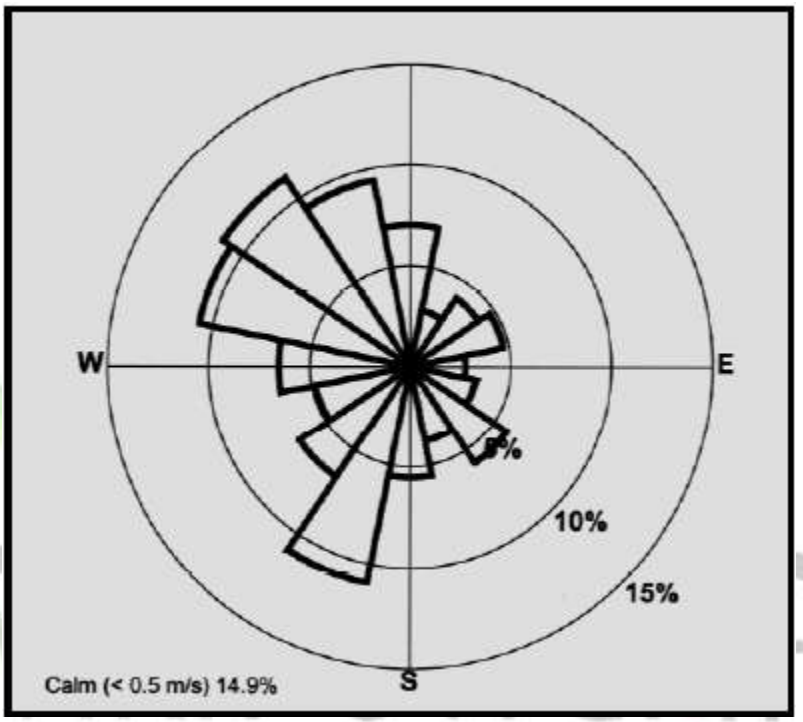
(3-7

$$MeanWindSpeed = A \times \Gamma\left(1+\frac{1}{C}\right)$$

که در آن تابع $\Gamma$ تابع گاما می باشد و مقدار آن از جداول مربوطه قابل دسترسی است

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

چنانکه قبلا اشاره شد ، علاوه بر تغییرات سرعت ، جهت وزش باد نیز نسبت به زمان متغیر می باشد . براي نشان دادن وابستگي پارامتر هاي آماري سرعت نسبت به جهت وزش ، از نمودار هايي به نام گلباد استفاده مي شود كه مشخصاتي نظير سرعت متوسط ، سرعت ماكزيمم و غيره را در جهت هاي مختلف نشان ميدهد در شكل 3-34 يک نمونه از نمودار گلباد نشان داده شده است .




شكل 3-34 نمايي از نمودار گلباد

ج-4-2- محاسبه انرژي سالانه خروجي يک توربين بادي

فرض كنيد مي خواهيم انرژي سالانه خروجي را براي يک سايت مشخص كه منحني سرعت – تناوب ان پس از محاسبه ضرايب ويبول بصورت شكل 3-35 خلاصه شده است، برآورد نماييم . اولين مرحله اين است كه بر اساس منحني مذكور ، نمودار ( يا جدول ) سرعت تداوم را مشخص نماييم . يعني تعيين كنيم كه مدت زمان ( معمولا بر حسب ساعت) مربوط به هر بازه سرعت در طول يكسال چقدر است . براي اين

کار کافي است درصد فرکانس مربوط به هر محدوده سرعت را در تعداد ساعات سال (8760) ضرب نماییم .

NEG Micon NTK 1500/64
Rotor diameter [m] 65
Rated power [kW] 1500
Source Nordtank: 02.04.96

| Wind speed bin | Wind speed v [m/s] | Frequency [%] | Duration[h] | WT power [kW] | Production [kWh] |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0 |
| 2 | 1 | 2.78 | 243.95 | 0.00 | 0 |
| 3 | 2 | 6.36 | 557.27 | 0.00 | 0 |
| 4 | 3 | 9.69 | 849.19 | 0.00 | 0 |
| 5 | 4 | 12.15 | 1064.13 | 9.00 | 9577 |
| 6 | 5 | 13.34 | 1168.34 | 63.00 | 73605 |
| 7 | 6 | 13.18 | 1154.43 | 159.00 | 183555 |
| 8 | 7 | 11.88 | 1040.35 | 285.00 | 296499 |
| 9 | 8 | 9.83 | 861.23 | 438.00 | 377220 |
| 10 | 9 | 7.51 | 657.59 | 615.00 | 404420 |
| 11 | 10 | 5.30 | 464.17 | 812.00 | 376910 |
| 12 | 11 | 3.46 | 303.27 | 1012.00 | 306911 |
| 13 | 12 | 2.09 | 183.51 | 1197.00 | 219662 |
| 14 | 13 | 1.17 | 102.86 | 1340.00 | 137830 |
| 15 | 14 | 0.61 | 53.40 | 1437.00 | 76731 |
| 16 | 15 | 0.29 | 25.67 | 1490.00 | 38241 |
| 17 | 16 | 0.13 | 11.42 | 1497.00 | 17091 |
| 18 | 17 | 0.05 | 4.70 | 1491.00 | 7004 |
| 19 | 18 | 0.02 | 1.79 | 1449.00 | 2589 |
| 20 | 19 | 0.01 | 0.63 | 1413.00 | 887 |
| Total | | 99.86 | 8747.90 | - | 2528731 |

| | |
|---|---|
| Full load hours | *1686 hours* |
| Capacity factor | *19 %* |
| Annual production per $m^2$ | *762 kWh/ $m^2$* |

h

شکل 3-35 جدول منحنی سرعت- تناوب بعد اعمال ضرایب ویبول

www.wikipower.ir


برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

بطور مثال در شکل 3-35 براي محدوده سرعت شماره 5 ( با سرعت شاخص 4/5 m/s ) خواهيم داشت ( 3-8)

$$Duration = \frac{12/91}{100} \times 8760 = 1130/92hr$$

اگر عمل مشابه را براي كليه محدوده ها (بازه ها) ي سرعت انجام دهيم ، تداوم هر رنج سرعت بر حسب سرعت مشخص خواهد شد كه منحني به نام نمودار سرعت – تداوم را مشخص مي كند.

براي برآورد انرژي سالانه توليدي يک توربين مشخص در يک سايت معين ، از منحني توان ( power curve) توربين استفاده مي شود.

به عنوان مثال فرض كنيد بخواهيم يک توربين بادي از نوع NORDEX N-62 با توان نامي 1/3 MW را كه منحني توان آن در در جدول 3-3 خلاصه شده است ، در سايت با شرايط فوق نصب نماييم

| V (m/s) | P (kw) | V (m/s) | P (kw) | V (m/s) | P (kw) |
|---|---|---|---|---|---|
| 3/59 | 24/34 | 9/51 | 669/55 | 15/46 | 330/23 |
| 4/04 | 35/76 | 9/99 | 739/51 | 15/97 | 364/12 |
| 4/52 | 60/01 | 10/51 | 841/36 | 16/55 | 375/55 |
| 5/05 | 79/4 | 11/01 | 908/12 | 17/03 | 394/71 |
| 5/52 | 108/79 | 11/08 | 966/22 | 17/44 | 380/04 |
| 6 | 147/37 | 11/49 | 030/47 | 18/08 | 357/51 |
| 6/5 | 193/28 | 12/5 | 107/05 | 18/54 | 358/35 |
| 7/02 | 272/79 | 13 | 152/87 | 18/91 | 361/79 |
| 7/51 | 341/97 | 13/49 | 194/39 | 19/43 | 360/68 |
| 8 | 418/04 | 14 | 241/31 | 20/01 | 397/02 |
| 8/51 | 504/34 | 14/49 | 267/76 | | |
| 9/02 | 590/84 | 15/01 | 313/84 | | |

جدول 3-3 منحنی توان توربین مدل NORDEX N-62

در این صورت توان تولیدي مربوط به هر محدوده سرعت مشخص خواهد شد . بدین ترتیب براي محاسبه انرژي سالانه تولیدي هر محدوده سرعت کافي است توان متناظر با آن را در تداوم مربوط ضرب نماییم . به عنوان نمونه انرژي تولیدي سالانه مربوط به محدوده سرعت شماره 5 عبارت خواهد بود از :

E = Wt = ( 60.00 Kw ) * (1130.92 hr ) = 67855 Kw .hr (9-3

حال اگر روش فوق را براي کلیه محدوده هاي سرعت ( wind speed bins ) تکرار نماییم ، سایر ستون هاي جدول 2 ایجاد خواهد شد . با جمع زدن ارقام ستون آخر جدول ، مقدار انرژي سالنه برآورد مي شود که در این مثال خاص عبارت است از :

(10-3

$$E_{annual} = 2386352 Kwh/year \cong 2.39 Twh/year$$

براي محاسبه ضریب ظرفیت توربین کافي است مقدار انرژي سالانه را بر انرژي سالانه در حالت نامي ( حالت ایده آلي که فرض شود نیروگاه در کل سال با ظرفیت نامي کار کند ) تقسیم نماییم . براي این مثال خواهیم داشت :

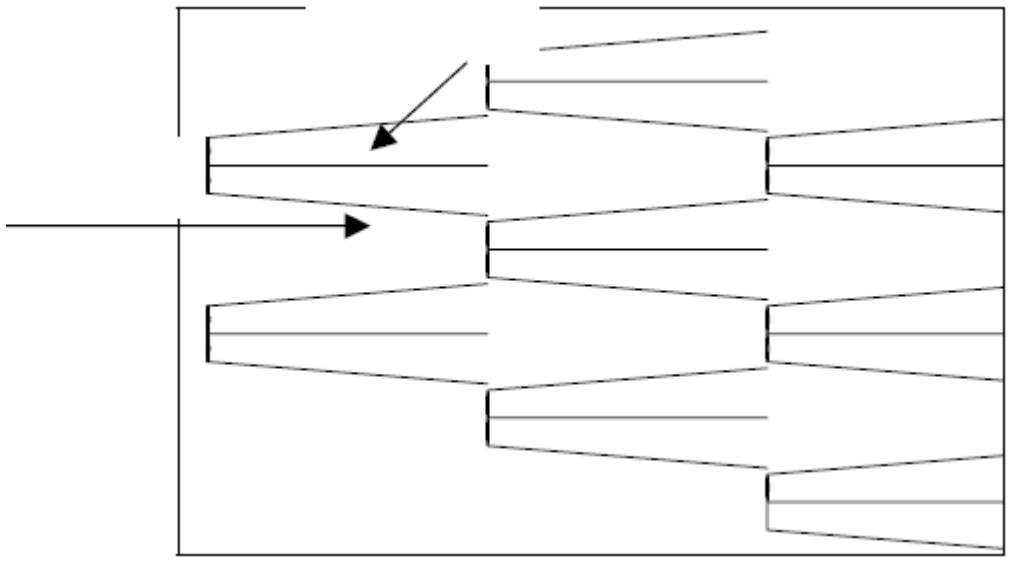
(11-3

$$CF = \frac{E_{annual}}{E_{rated}} = \frac{2386352(kwh/year)}{(1300kw)(8760h/year)} = 0.21$$

$$CF = \%0.21$$

## 8-3 نحوه آرايش توربين هاي بادي

يكي از مسائل احداث نيروگاههای بادی، فاصله بهينه بين توربين هاي نصب شده و نحوه آرايش آنها مي باشد تا از زمين و باد موجود منطقه حداكثر استفاده شده و در حوالي نيروگاه آلودگي صوتي ايجاد نشود. توربين هاي بادي با توجه به فرم يا شكل مكاني منطقه با فواصل مشخص نزد يكديگر و در شكل متقارن و مناسب ( منظره مناسب با طبيعت ) طوري نصب مي شوند كه در اغلب اوقات در جهت وزش باد غالب منطقه باشند و بيشترين انرژي را از باد بگيرند و نياز چنداني هم به چرخش مكرر ناسل توربين نباشد. در مواردي كه بيش از يک رديف توربين نصب مي شود معلوم است جريان باد بعد از عبور از يک توربين به توربين ديگري مي وزد و مقدار انرژي آن اندكي كاهش يافته و سرعت وزش باد كم مي شود شكل



شكل 3-36- نحوه چيدمان توربين ها در يک مزرعه بادي

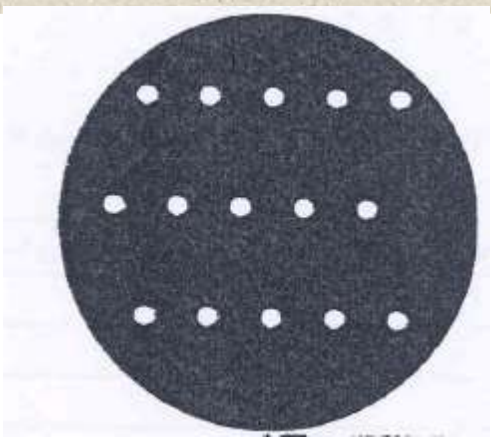
چنانچه از نظر زمين موجود و در دسترس ، محدوديتي وجود داشته باشد، بهتر است از توربين هايي با ظرفيت بالا استفاده نموده و فواصل آنها را به حد محاسبه شده و معقولي از يكديگر

انتخاب نماييم . چنانكه در شكل 3-36 نشان داده شده است جريان باد بعد از عبور از توربين رديف اول به توربين هاي رديف دوم و سوم و .... برخورد مي كند كه هر بار نيز با نقصان انرژي و كاهش تراكم بين مولكول هاي هواي در حال حركت توام مي باشد . مسلم است كه توربين هاي رديف دوم و سوم و .... با اندكي كاهش در برق توليدي مواجه هستند .

توربين‌هاي بادي بايد ده برابر قطرشان در راستاي باد غالب و پنج برابر قطرشان در راستاي عمودي از هم فاصله داشته باشند تا كمترين تلفات حاصل شود. در نتيجه توربين‌هاي بادي تقريباً به 0/1 كيلومترمربع مكان خالي به ازاي هر مگاوات توان نامي توليدي نيازمند هستند.

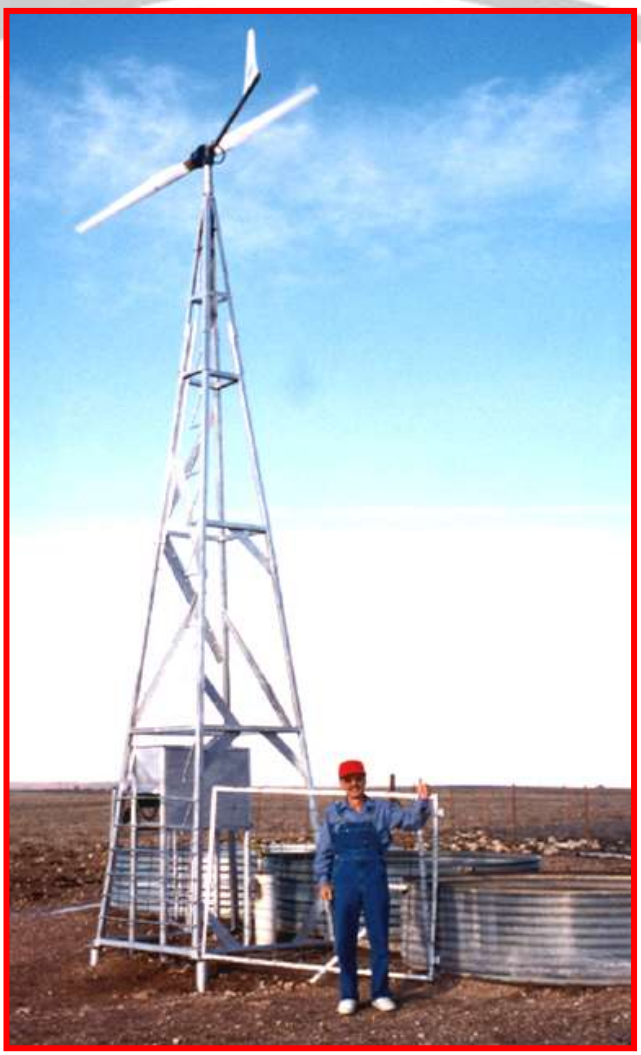
معمولا براي نصب اين توربين‌ها نيازي به پاكسازي درختان منطقه نيست. كشاورزان مي‌توانند براي ساخت اين توربين‌ها زمين‌هاي خود را به شركت‌هاي سازنده اجاره مي‌دهند. در ايالات متحده كشاورزان حدود 2 تا 5 هزار دلار به ازاي هر توربين در هر سال دريافت مي‌كنند. زمين‌ها مورد استفاده قرار گرفته براي توربين‌ها بادي همچنان مي‌توانند براي كشاورزي و چراي دام مورد استفاده قرار بگيرند چراكه تنها 1٪ از زمين براي ساخت پي توربين و راه دسترسي مورد استفاده قرار مي‌گيرد و به عبارت ديگر 99٪ زمين هنوز قابل استفاده است. توربين‌هاي بادي عموما در مناطق شهري نصب نمي‌شوند چراكه ساختمان‌ها جلوي وزش باد را سد مي‌كنند و قيمت زمين نيز معمولا زياد است. در ضمن بر اساس يک قائده تجربي فاصله ميان توربين هاي بادي در مزارع باد در صورتي كه در جهت باد غالب باشند بين 5 الي 10 برابر قطر روتور و اگر عمود بر جهت باد غالب باشند بين 3 الي 5 برابر قطر روتور است .

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل 2-37 – ترتیب قرار گرفتن توربین بادي در مزارع باد

شکل 2-37، سه ردیف توربین بادي هر ردیف شامل 5 عدد توربین بادي را نشان مي دهد که فاصله آنها از یکدیگر 4 برابر قطر روتور و فاصله بین ردیف ها 7 برابر قطر روتور است



3

- 9 برق بادي در مقیاسهاي کوچک

تجهيزات توليد برق بادي در مقياس كوچك ( 100 كيلووات يا كمتر) معمولا براي تغذيه منازل, زمين‌هاي كشاورزي يا مراكز تجاري كوچك مورد استفاده قرار مي‌گيرد. در برخي از مكان‌هاي دور افتاده كه مجبور به استفاده از ژنراتورهاي ديزلي هستند مالكان محل ترجيح مي‌دهند كه از توربين‌هاي بادي استفاده كنند تا از ضرورت سوزاندن سوختها جلوگيري شود. در برخي موارد نيز براي كاهش هزينه‌هاي خريد برق يا براي استفاده برق پاك از اين توربين‌ها استفاده مي‌شود. شكل 3-38 – تصويريي از توربين بادی كوچك برای توليد برق

براي تغذيه منازل دورافتاده از توربين‌هاي بادي با اتصال به باتري استفاده مي‌شود. در ايالات متحده استفاده از توربين‌هاي بادي متصل به شبكه در رنج‌هاي 1 تا 10 كيلووات براي تغذيه منازل به طور فزاينده‌اي در حال گسترش است. توربين‌هاي متصل به شبكه در هنگام كار نياز به استفاده از برق شبكه را از بين مي‌برند. در سيستم‌هاي جدا از شبكه يا بايد از برق به صورت دوره‌اي استفاده كرد و يا از باتري براي ذخيره‌سازي انرژي استفاده كرد.

در مناطق شهري كه امكان استفاده از باد در مقياس‌هاي زياد وجود ندارد نيز ممكن است از انرژي بادي در كاربردهاي خاصي مانند پارك مترها يا درگاه‌هاي بي‌سيم اينترنت با استفاده از يك باتري يا يك باتري خورشيدي استفاده شود تا ضرورت اتصال به شبكه از بين برود.

فصل چهارم :نيروگاههاي بادي در ايران

4-1 مقدمه

در ايران نيز با توجه به وجود مناطق بادخيز طراحي و ساخت آسيابهاي بادي از 2000 سال پيش از ميلاد مسيح رايج بوده و هم اكنون نيز بستر مناسبي جهت گسترش بهره برداري از توربينهاي بادي فراهم مي باشد. مولدهاي برق بادي مي تواند جايگزين مناسبي براي نيروگاه هاي گازي و بخاري باشند. مطالعات و محاسبات انجام

شده در زمینه تخمین پتانسیل انرژي باد در ايران نشان داده اند كه تنها در 26 منطقه از كشور( شامل بيش از 45 سايت مناسب) ميزان ظرفيت اسمي سايتها، با در نظر گرفتن يک راندمان كلي 33%، در حدود 6500 مگاوات مي باشد و اين در شرايطي است كه ظرفيت اسمي كل نيروگاه هاي برق كشور، (در حال حاضر) 34000 مگاوات مي باشد.

2-4 موقعيت جغرافيايي ايران

كشور ايران 1/648/195 كيلومتر مربع وسعت دارد و در نيمكره شمالي و شرقي آسيا واقع شده و جز كشورهاي خاورميانه است. سواحل ايران درا متداد درياي خزر در شمال از رودخانه آستارا تا خليج حسينقلي 657 كيلومتر و در درياي عمان در جنوب از خليج گواتر تا

بندر عباس 784 كيلومتر و در خليج فارس از بندر عباس تا دهانه اروند رود 1259 كيلومتر است. در مجموع محيط ايران بالغ بر 8731 كيلومتر مي باشد.(تصوير 4-1)

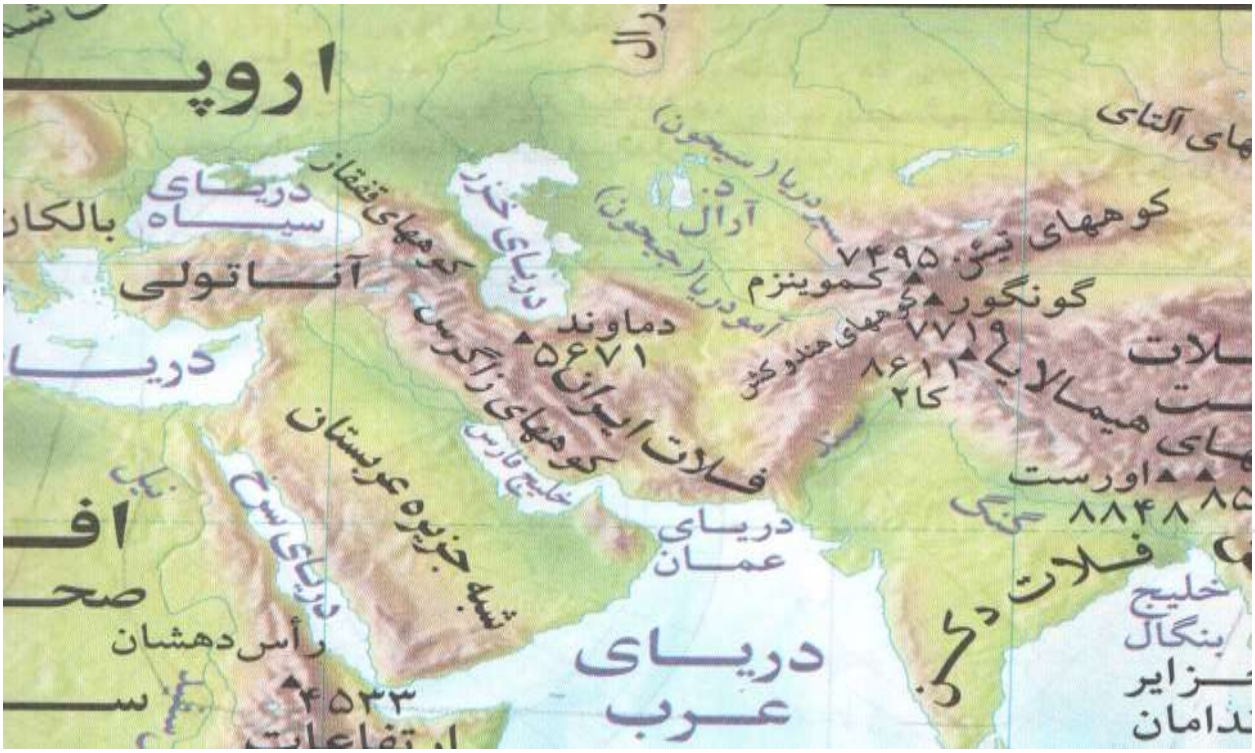
تصوير 4-

1

حدود 90 درصد خاک ایران در محدودهٔ فلات ایران واقع شده است و کشورهاي کوهستاني محسوب مي شود. بيش از نيمي از مساحت ایران را کوه ها و ارتفاعات، $\frac{1}{4}$ را صحراها و کمتر از $\frac{1}{4}$ اراضي قابل کشت تشکيل مي دهد.

ایران داراي آب و هوايي متنوع و متفاوت است و با مقایسه نقاط مختلف کشور این تنوع را به خوبي مي توان مشاهده کرد. ارتفاع کوه هاي شمالي ، غربي و جنوبي به قدري زياد است که از تاثير بادهاي مرطوب دریاي خزر ، دریاي مديترانه و خليج فارس در نواحي داخلي ایران جلوگيري مي کند. به همين سبب دامنه هاي خارجي اين کوهها داراي آب و هوايي مرطوب بوده و دامنه هاي داخلي آن خشك است. در کرانه جنوبي دریاي خزر آب و هوا معتدل و ميزان بارندگي آن بخصوص در سواحل غربي گيلان بيشتر از ساير نقاط است. متوسط گرماي سالانه حدود 18درجه سانتيگراد است. آب و هواي قسمت غربي کشور، مديترانه اي است که در نواحي جنوبي آن، آب و هواي نيمه صحرايي گرم بر آن اثر مي‌گذارد. در اين نواحي تابستانها با گرماي شديد در دره ها و هواي معتدل در ارتفاعات همراه است ودر زمستانها هواي معتدل در دره ها و گرماي شديد در ارتفاعات حکم فرماست. در نواحي جنوبي، با وجود هواي مرطوبي که در سرتاسر اين منطقه حاکم است، ميزان حرارت در اين قسمتها بالا بوده ، بطوريکه حداکثر گرما در خوزستان 54 درجه سانتيگراد مي‌رسد. از ويژگيهاي اين نواحي، تابستانهاي گرم و زمستانهاي معتدل است و اختلاف درجه حرارت در فصول مختلف و شب و روز چندان زياد نيست. بعلت وجود کوههاي البرز در شمال و رشته کوههاي زاگرس در غرب کشور ، نواحي داخلي فلات ایران داراي آب و هواي خشك و بياباني است. در کوهپايه هاي شمالي و غربي اثراتي از آب و هواي معتدل مجاور وجود دارد و هر چه از غرب به شرق و از شمال به جنوب برويم از تاثير بادهاي مرطوب کاسته مي‌شود و گرماي هوا نيز افزايش مي‌يابد. در قسمت پست مرکزي، شرقي و جنوب شرقي ایران آب و هواي بياباني حکم‌فرماست که از مشخصات آن سرماي شديد در زمستانها و گرماي سوزان در تابستانهاست و اختلاف فاحشي بين درجه حرارت شب و روز وجود دارد.

4-2-1 بادهاي ايران




تصوير 4-2

كشور ايران از هر طرف با كوههاي مرتفعي محصور گشته است. ايران با موقعيت جغرافيايي كه دارد در آسيا بين شرق و غرب و نواحي گرم جنوب و معتدل شمالي واقع شده است و در مسير جريانهاي عمده هوايي بين آسيا ، اروپا ، افريقا ، اقيانوس هند و اقيانوس اطلس قرار گرفته است. اثر عوامل مختلف در يك منطقه معين كره زمين ، آب و هواي آن منطقه را مشخص مي‌كند. آب و هواي يك ناحيه نتيجه وجود عواملي است كه هريك از آنها وضع خاصي را در آن محل بوجود مي‌آورد. اين عوامل عبارتند از:

1. عرض جغرافیایی یعنی نزدیکی یا دوری از خط استوا و دو قطب شمال و جنوب ،
2. ارتفاع از سطح دریا ،
3. وضع کوهستانی یا جلگه ای ،
4. وجود دریا و یا دریاچه های بزرگ ،
5. فشار و جریان هوا ،
6. وزش بادها و بارندگی

که نتیجه وجود این عوامل مختلف پیدایش محیط خاصی است که به طور کلی آب و هوای آن نقطه را مشخص می سازد. کشور ایران در غرب آسیا واقع شده است و مرزهای شرقی آن تا حدود آسیای مرکزی ادامه پیدا می کند. نظر به وضع کوهستانی و وجود دریا در سواحل جنوب و شمال ، دوری نواحی مرکزی آن از دریا ، نزدیکی به دشتهای وسیع آسیا ، وجود کوههای مرتفع در گرداگرد و داخل آن ، یکی از کشورهای نادر جهان به شمار می رود که می توان در آن انواع آب و هوا را مشاهده کرد. ایران چه در زمستان و چه در تابستان در معرض وزش بادهایی است که در زمستان از اقیانوس اطلس و از شمال شرقی یعنی آسیای مرکزی و در تابستان از شمال غربی یعنی حدود ایسلند و اسکاندیناوی و نیز از جنوب یعنی اقیانوس هند می وزند ، قرار گرفته است و کلیه جریانهای جوی تحت تاثیر این وضع قرار دارند. آنچه تاکنون مسلم بنظر می رسد ، قرار گرفتن ایران در مسیر جریانهای مهم هوایی زیر است:

1. جریان مرکز فشار آسیای مرکزی در زمستان.
2. جریان مرکز فشار اقیانوس هند در تابستان.
3. جریان غربی از اقیانوس اطلس و دریای مدیترانه بخصوص در زمستان.
4. جریان شمال غربی در تابستان.

## 4-2-2 پتانسیل منابع انرژی باد در ایران

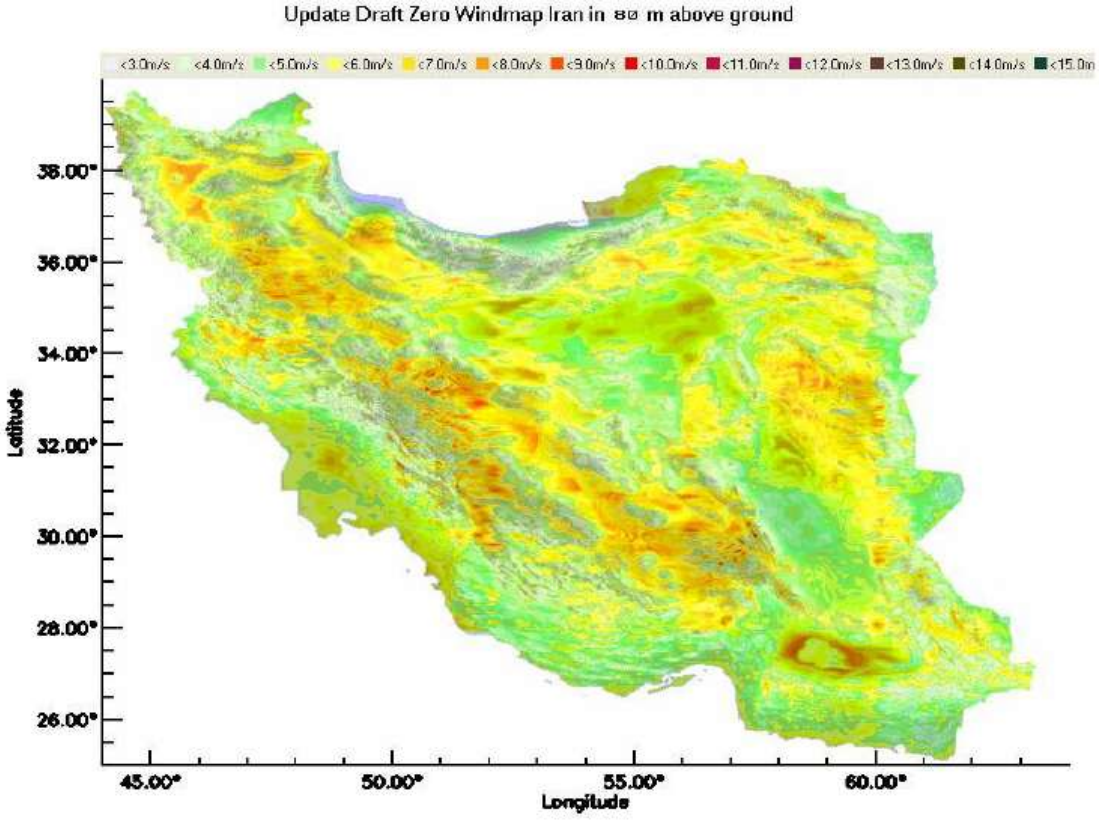
امور انرژی وزارت نیرو و سازمان انرژی های نو ایران (سانا) در چند سال اخیر جهت برآورد پتانسیل انرژی باد کشور

فعالیت هاي مختلفي را انجام داده اند و در حال حاضر نيز سانا ، اطلس باد كشور را در دست تهيه دارد . از اين رو طي سالهاي اخير تعدادي ايستگاه بادسنجي در مناطق مختلف كشور نصب كرده است و تعداد ديگري نيز بتدريج نصب خواهد شد . مشخصات محل دكلهاي نصب شده تا كنون ، به شرح زير مي باشد:

استان گيلان: فيليده ، ميرخوند ،جرندق ،گنجه ، اسفستان ، رستم آباد ، توتكابن ،علي آباد ،بابائيان ،جرينده ،سايت نيروگاه بادي منجيل ،سياه پوش ( سه ايستگاه )

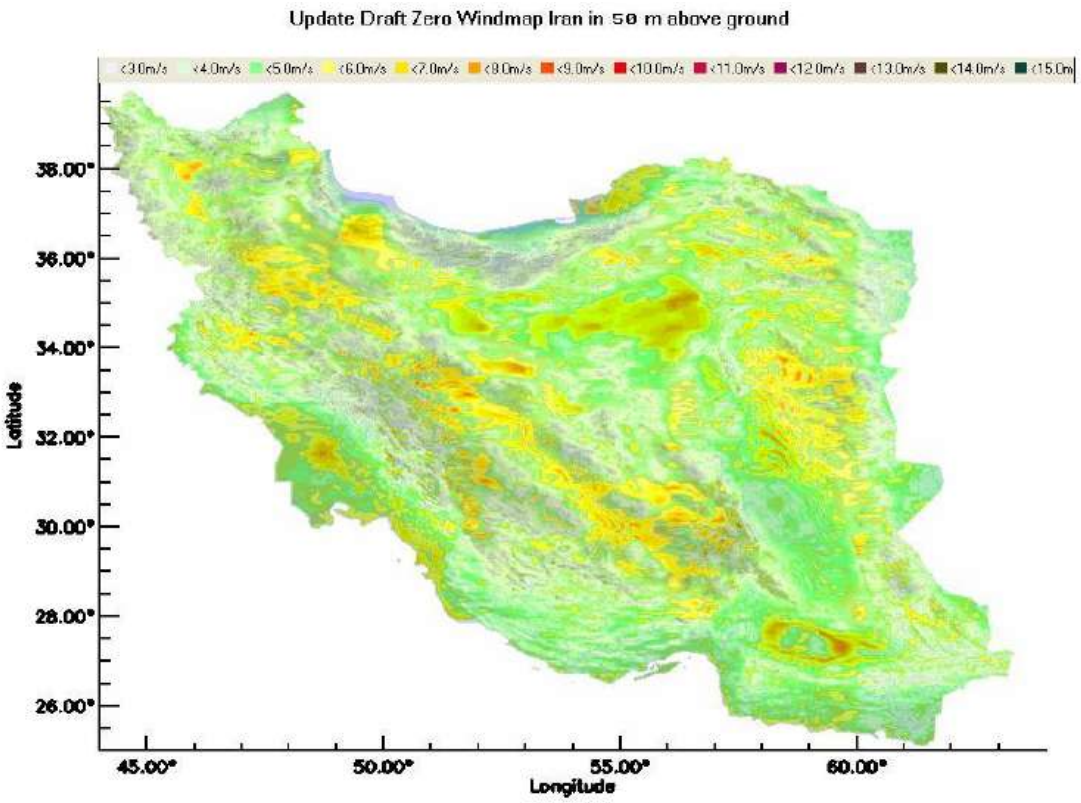
استان آذربايجان شرقي و غربي: صائين (سراب) ، تسوج ، هريس ،تيكمه داش ،رشكان ،تكاب ، اردبيل ، اسكو ،سهند ،زنوز

نتايج بدست آمده از ايستگاه ها براي تهيه اطلس باد كشور بصورت نقشه هايي كه نشان گر ميزان و جهت باد هاي كشور است . تصويرهاي زير نشان دهنده سرعت باد در ارتفاع 50 و 80 متري از سطح زمين در نقاط مختلف كشور ايران است



برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

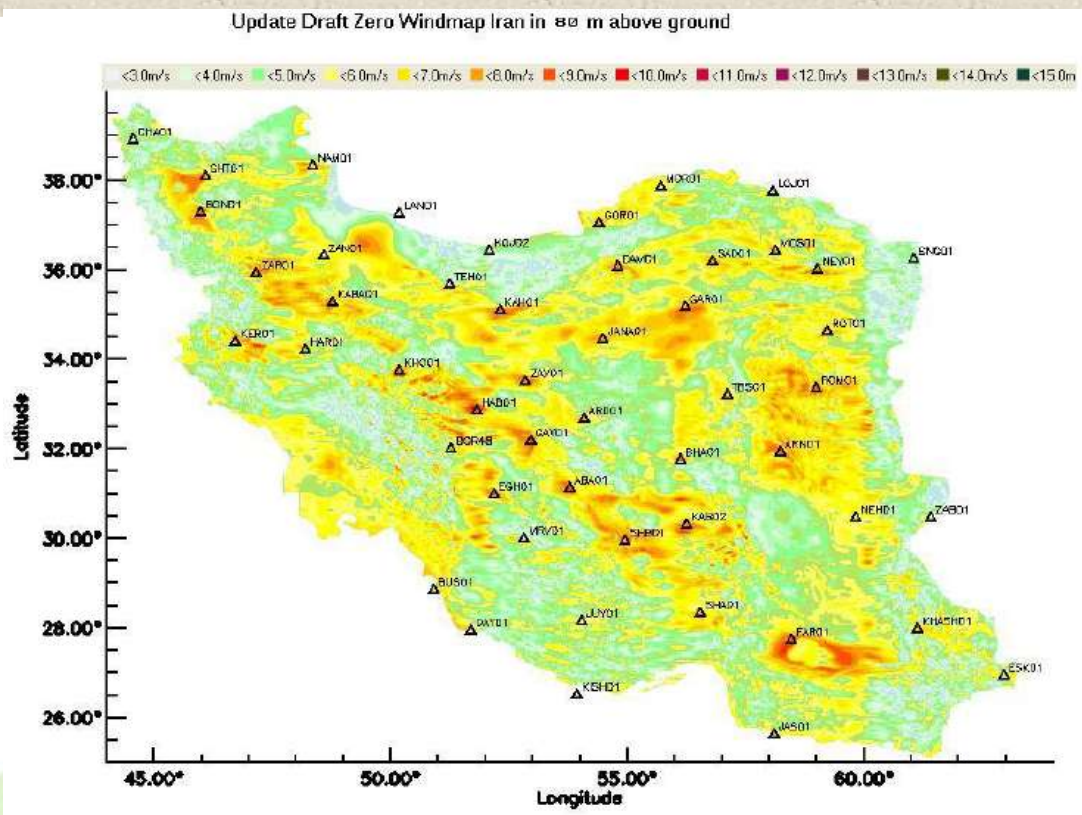
تصویر 4-3 نقشه سرعت باد در ارتفاع 80 متری



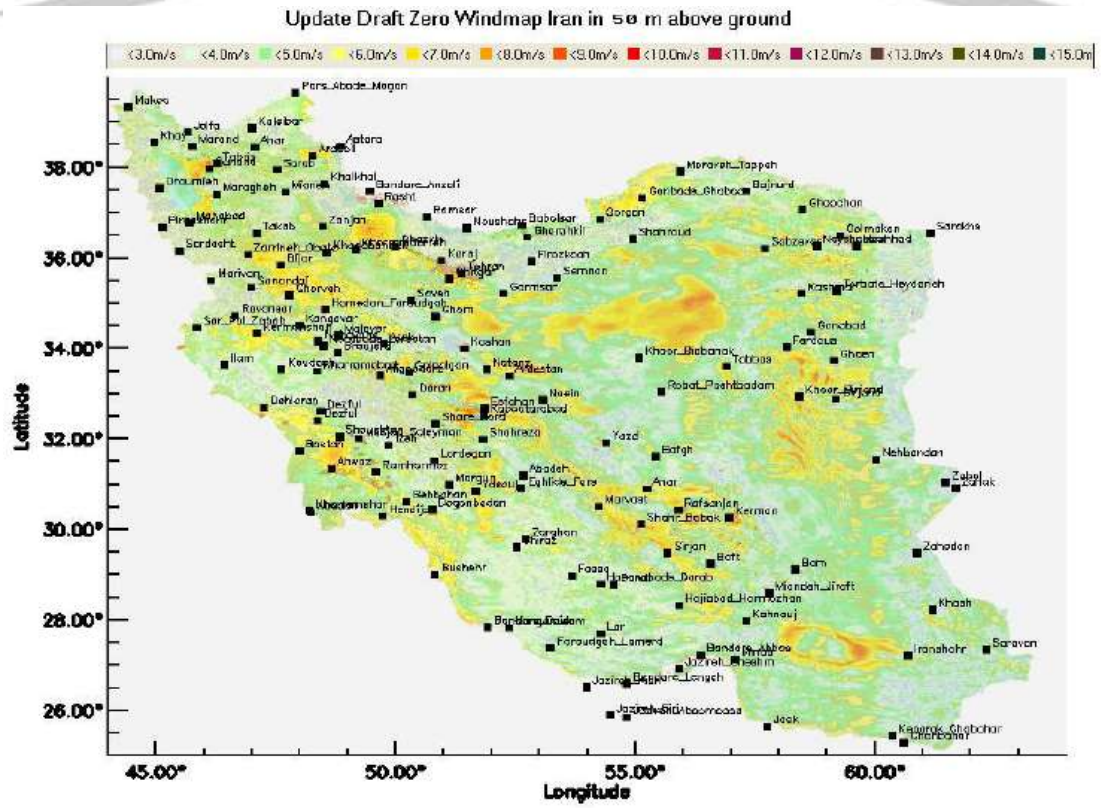

تصویر 4-4 نقشه سرعت باد در ارتفاع 50 متری

WikiPower.ir

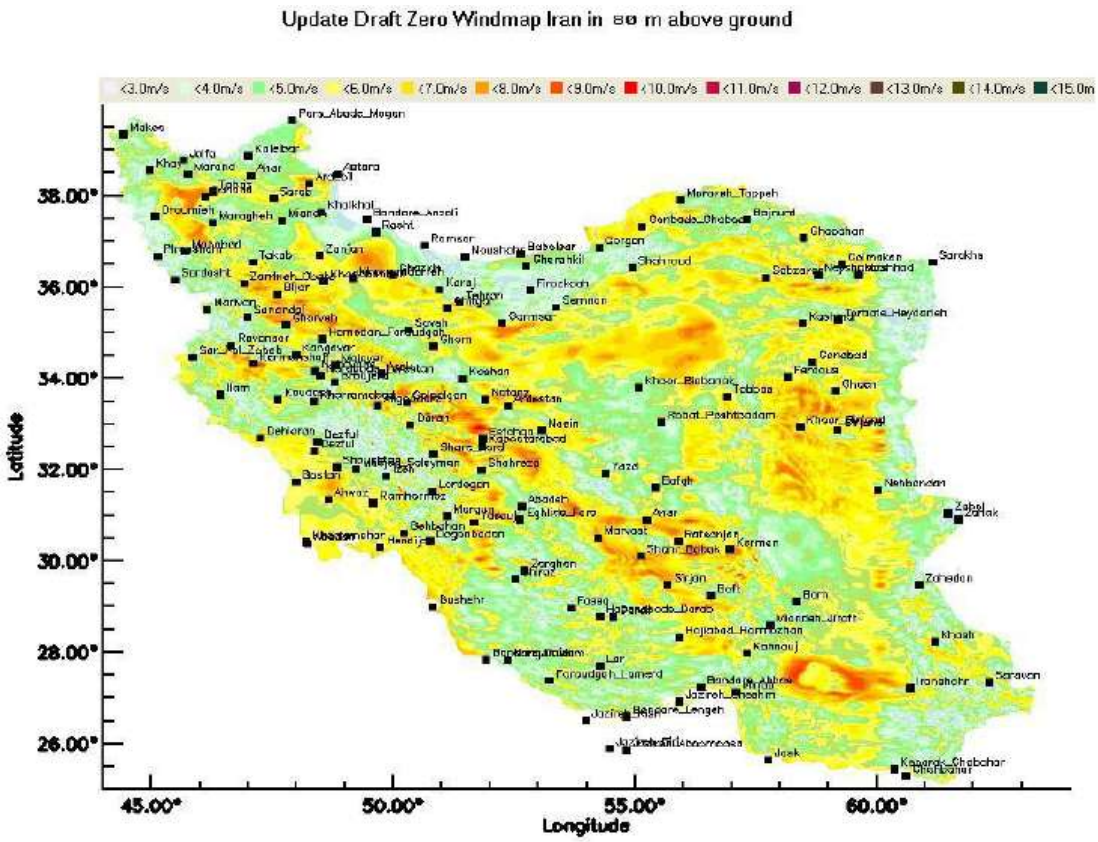
برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه




تصویر 4-5 نقشه سرعت باد در ارتفاع 80 متری



تصویر 4-6 نقشه سرعت باد در ارتفاع 50 متری




تصویر 4-6 نقشه سرعت باد در ارتفاع 80 متری

## 4-3 خلاصه دو مطالعه براي تعيين محل نصب توربين باد

### 4-3-1 بررسي انرژي باد در منطقه منجيل

بمنظور استفاده از انرژي باد، چند ايستگاه در منطقه منجيل مورد بررسي و مطالعه قرار گرفته است. نكته قابل اهميت، توزيع سرعت و جهت باد در يک منطقه و نيز ضريب تداوم و تغييرات باد است. بدين منظور اطلاعات 8 ايستگاه كليماتولوژي درمنطقه منجيل مورد استفاده قرار گرفته و اطلاعات بدست آمده از نظر آماري بررسي شده است. نتايج بدست آمده نشان مي دهند كه از ايستگاه

کليماتولوژي ظرف مدت 5 سال، دو ايستگاه منجيل و پارودبار (شرق منجيل) محلهاي مناسبي براي استفاده از انرژي باد در فصلهاي سرد و گرم هستند.

ايستگاه پارودبار با فركانس سرعت هايي بين 14/4 تا 28/8 كيلومتر در ساعت در حدود 57 درصد و با ضريب تداوم 51 درصد و ضريب تغييرات 16 درصد و سرعت متوسط 15/2 كيلومتر در ساعت در طول 24 ساعت، مي تواند يكي از بهترين نقاط بمنظور بهره برداري از انرژي محركه باد بحساب آيد.

4-3-2مطالعه آماري باد در حاشيه مناطق كويري ايران

با استفاده از جداول و مشخصات ماهانه باد در حاشيه كويري ايران كه بر مبناي 5/3 و 8 بار در شبانه روز بوسيله سازمان هواشناسي كشور تهيه و انتشار يافته و در اختيار موسسه ژئوفيزيک دانشگاه تهران قرار داده شده، جريانهاي جوي در ارتفاع باد سنج (10 متر) مورد مطالعه قرار گرفته است.داده هاي باد براي 12 ايستگاه كليماتولوژي براي دوره هاي 11 ساله (1965-1975) تجربه و تحليل آماري شده، سرعت متوسط باد، سرعت متوسط برداري باد، ضريب تغيير و ضريب تداوم باد محاسبه گرديده است. تغييرات ماهانه و فصلي باد در طول سال بطور متوسط در اين دوره 11 ساله و نيز فراواني باد در 8 امتداد استاندارد و فراواني آن در چند محدوده سرعت كه از نظر تخمين توزيع قدرت مفيد توربين هاي بادي حائز اهميت است، بررسي شده و به كمک شكل ها و نمودارهاي مختلف، بادهاي بارز و غالب در هر يک از ايستگاههاي مورد مطالعه، معرفي گرديده است. در نتيجه معلوم شده كه از ميان ايستگاهها و احيانا در كل منطقه، زابل با ميانگين زمستاني 17 كيلومتر در ساعت و ميانگين تابستاني 27 كيلومتر در ساعت و سالانه 22/5 كيلومتر در ساعت و همچنين ضريب تغيير و ضريب تداوم سالانه به ترتيب برابر 16 درصد و 96 درصد، بهترين محل براي استفاده از توربين هاي بادي است.

## 4-4 پروژه هاي نيروگاههای بادی

گروه مهندسي باد سازمان انرژيهاي نو ايران (سانا) نيز به نوبه خود فعاليتهايي را در زمينه طراحي و نصب نيروگاههاي بادي آغاز نموده است تا بدينوسيله نقشي در تأمين انرژي مورد نياز كشور و ايجاد يک محيط زيست سالم براي هموطنان داشته باشد.

اهم فعاليت هاي گروه مهندسي باد عبارتند از:

تأسيس دو مزرعه بادي در منطقه گيلان و يک نيروگاه در منطقه بينالود نيروگاه هاي باديكه جزئيات آن در ذيل آمده است:

### 4-4-1سايت منجيل

بادهاي شديد در بهار و تابستان و بادهاي كمتر شديد پاييز و زمستان، شهر منجيل در منطقه كوهستاني كرانه شرقي سفيد رود در استان گيلان را به شهر بادها ناميردار كرده است و در همين شهر است كه نخستين نيروگاه بادي كشور در اويل دهه هفتاد پايه گذاري شد. توربين هاي نيروگاه ابتدا از كشور دانمارك وارد شد و سپس متخصصان داخلي به ساخت و توليد آن پرداختند. ساخت و تكميل نيروگاه بادي منجيل هنوز به پايان نرسيده است. اواسط سال گذشته مسئولان پيشرفت كار را حدود 60 درصد پيش بيني كردند و گفته شد كه اين نيروگاه تا پايان88 تكميل خواهد شد .

**جزئيات طرح:** سرعت متوسط باد سالانه در اين منطقه طبق محاسبات و آمارهاي گرفته شده 12 تا 18 متر بر ثانيه مي باشد كه خيلي بالا است.

توربين هاي بادي نصب شده در منجيل ساخت شركت NORD TANK است كه يک شركت دانماركي است. اين توربين هاي مولد برق توسط سازمان انرژي اتمي ايران خريداري شده است.در نيروگاه بادي والفجر منجيل تعداد 27 توربين بادي به ظرفيت كل 11/1 مگاوات به كار مشغولند، از اين تعداد 19 توربين 300 كيلو واتي و 8 توربين 550 كيلوواتي هستند. قطر روتور توربين هاي 300 كيلوواتي 31 متر و در ارتفاع

31 متري از سطح زمين نصب شده اند. توربين هاي 550 كيلوواتي داراي قطر روتور 41 متر بوده و در ارتفاع 43 متري از سطح زمين قرار دارند.

توربين هاي بادي منجيل از اجزاي زير تشكيل شده است:

- پروانه سه پره اي با زاويه 120 درجه.
- موتور، به همراه محور اصلي، جعبه دنده، ژنراتور و يک سيستم انحراف (دنبال كننده جريان باد) براي اينكه باد همواره عمود بر سطح جارو شده پروانه بوزد.
- برج نگاهدارنده توربين بادي.
- يک سيستم كنترل به منظور هدايت توربين بادي.

توربين هاي بادي به طور كامل به صورت خود كار عمل مي كنند. تنها رسيدگي معمول عبارت است از دوبار تعمير و نگهداري در طول سال. توربين هاي بادي جديد را مي توان با كنترل از راه دور تنظيم نمود. از طريق يک خط تلفن معمولي و يک كامپيوتر استاندارد بسياري از فعاليت هاي توربين بادي را مي توان ملاحظه و كنترل كرد. در صورت بروز اشكال فني در توربين هاي بادي، توربين به طور خودكار با دانمارک تماس برقرار نموده و كارشناساني را كه در 24 ساعت و در تمام طول سال آمادگي اخذ پيام ها را دارند، آگاه مي سازد. سپس كارشناسان خدمات و نگهداري در دانمارک به تجزيه و تحليل مشكل پرداخته و قادرند 90 درصد تمام اشكالات را از طريق تلفن و كامپيوتر و بدون نياز مراجعه حضوري به محل بر طرف كنند. سيستم فوق در كشورهاي استراليا، آمريكا، آلمان، دانمارک و ژاپن مورد استفاده قرار گرفته است. به گفته مديرعامل سازمان انرژي هاي نو ايران در حال حاضر بيش از 40 درصد از عمليات ساخت نيروگاه بادي 100 مگاواتي منجيل باقي مانده و واگذاري اين نيروگاه تا سال 88 به طول مي انجامد.

**2-4-4 سايت رودبار**

سرعت باد سالانه متوسط در یک منطقه طبق محاسبات و آمارهاي گرفته شده 14 تا 16 متر بر ثانیه مي باشد که یک پتانسیل خیلي خوب است. در این منطقه 7 توربین بادي با ظرفیتهاي زیر نصب شده اند:

الف) 1 توربین 55 Kw

ب) 3 توربین 550 Kw

ج) 3 توربین 300 Kw

### 3-4-4 نیروگاه بینالود:

نیروگاه بینالود در نیشابور، دومین نیروگاه فعال کشور است که با ظرفیت تولید 3/28 مگاوات برق در اختیار بخش خصوصي قرار دارد..نیروگاه بادي بینالود، شامل 43 دستگاه توربین بادي660 کیلوواتي است و امکان توسعه آن نیز وجود دارد. در عین حال نیز به رغم اتمام ساخت نیروگاه بادي 28/3 مگاواتي بینالود این نیروگاه هنوز آماده واگذاري به بخش خصوصي نیست.

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

# فصل 1 - 5-4 پروژه پتانسيل سنجي و تهيه اطلس باد كشور

اطلاعات دقيق پتانسيل باد در نقاط مختلف كشور برنامه ريزي انرژي و استفاده از انرژي باد را در سبد كلي انرژي امكان پذير مي سازد. همچنين اين اطلاعات در انتخاب سايت و طراحي مزرعه بادي و انتخاب بهينه نوع توربين مؤثر خواهد بود.پتانسيل سنجي باد ايران از طريق ارگانها و افراد مختلف صورت گرفته است اما شايد بتوان گفت كه در هيچ يک از اين مطالعات فيزيک پديده باد بطور اساسي مورد تجزيه و تحليل قرار نگرفته و مدل بندي رياضي كه خروجي آن به طوركمي پتانسيل باد در ايران را مورد مطالعه قرارداده باشد، صورت نگرفته است. اكثر اين مطالعات بصورت تشريحي و مفهومي مي باشند و نمي توان از نظر كمي به هيچ يک از مطالعات انجام شده تا كنون، ارجاع داد و نتيجه گيري نمود. لذا يک مطالعه ارزيابي پتانسيل باد ايران، كه بتواند بطور كمي پتانسيل باد ايران را تخمين زده و در عين حال اين كميت مورد قبول و استناد باشد ضروري به نظر مي رسد و اين تفكر از قبل در سازمان انرژيهاي نو ايران وجود داشته است

**اهداف پروژه:**

- فراهم نمودن اطلاعات براي سياستگذاران و برنامه ريزان كشور جهت تعيين سهم منابع انرژي باد در سبد كلي منابع انرژي كشور
- ارائه اطلاعات منظم و قابل اعتماد در خصوص انرژي باد براي سرمايه گذاران داخلي و خارجي
- انتخاب منطقه مناسب براي بهره برداري از انرژي باد

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

- کمک در طراحي نيروگاههاي بادي

محل نصب ایستگاههای جدید

| ردیف | استان | نام ایستگاه | توضیحات | ردیف | استان | نام ایستگاه | توضیحات |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱. | آذربایجان شرقی | قره آغاج | - | ۲. | لرستان | الشتر | - |
| ۳. | | زنوز | - | ۴. | | نور آباد | - |
| ۵. | | جلفا | - | ۶. | | سیلاخور درود | - |
| ۷. | | اسکو | نصب دکل | ۸. | قزوین | جرندق | نصب شده |
| ۹. | آذربایجان غربی | بوکان | - | ۱۰. | فارس | دشت ارژن | - |
| ۱۱. | اردبیل | چیله پارس آباد | - | ۱۲. | | شاه غیب | - |
| ۱۳. | | آستارا | تملك زمین | ۱۴. | کرمان | زرند | - |
| ۱۵. | ایلام | ایلام | - | ۱۶. | کردستان | دهگلان | - |
| | | | | ۱۷. | | قروه | نصب دکل |
| ۱۸. | بوشهر | سعد آباد | - | ۱۹. | کرمانشاه | کاگاور | - |
| ۲۰. | | آبدان | نصب شده | ۲۱. | مازندران | ساري | - |
| ۲۲. | تهران | اشتهارد | نصب شده | ۲۳. | هرمزگان | میناب | - |
| ۲۴. | | فیروزکوه | نصب شده | ۲۵. | | قشم | - |
| ۲۶. | | ساوه | نصب شده | ۲۷. | همدان | بهار – رسول اباد سفلي | احداث فونداسیون |
| ۲۸. | چهار محال و بختیاري | کوهن باسوج | - | ۲۹. | | قهاوند | نصب شده |
| ۳۰. | | فارسان | - | ۳۱. | یزد | مروست | تملك زمین |
| ۳۲. | خراسان رضوي | سه قلعه سراوان | - | ۳۳. | | خور بیابانك | - |
| ۳۴. | | روداب | - | ۳۵. | خوزستان | آبادان | نصب شده |
| ۳۶. | خراسان جنوبي | نهبندان | نصب شده | ۳۷. | | شوشتر | نصب شده |
| ۳۸. | سمنان | شهمیرزاد دامغان | - | ۳۹. | | ماهشهر | نصب شده |
| ۴۰. | | بیارجمند | - | | | | |
| ۴۱. | سیستان و بلوچستان | چابهار | نصب شده | ۴۲. | | اینه | نصب شده |
| ۴۳. | قم | مجل آباد | تملك زمین | ۴۴. | | حسینیه | نصب شده |
| ۴۵. | | وفس | نصب شده | ۰ | - | - | - |

شکل 4-7 محل نصب ایستگاه های پروژه

اطلس باد کشور

## 4-6 پروژه خريد تضميني برق از منابع تجديدپذير

تشويق سرمايه گذاران خصوصي به سرمايه گذاري در زمينه انرژي هاي نو مي تواند نقش کليدي را در توسعه نيروگاه هاي تجديدپذير ايفا نمايد. بر اساس ماده 62 تنظيم بخشي از مقررات مالي دولت، وزارت نيرو موظف به خريد برق توليدي منابع تجديدپذير از بخش خصوصي مي باشد. در اين راستا پروژه خريد تضميني برق از منابع تجديدپذير شکل گرفته است که نتيجه آن فراهم نمودن امکانات لازم جهت خريد برق توليدي از منابع تجديدپذير است که توسط توليد کنندگان غيردولتي توليد مي شود.

### 4-6-1 اهداف پروژه:

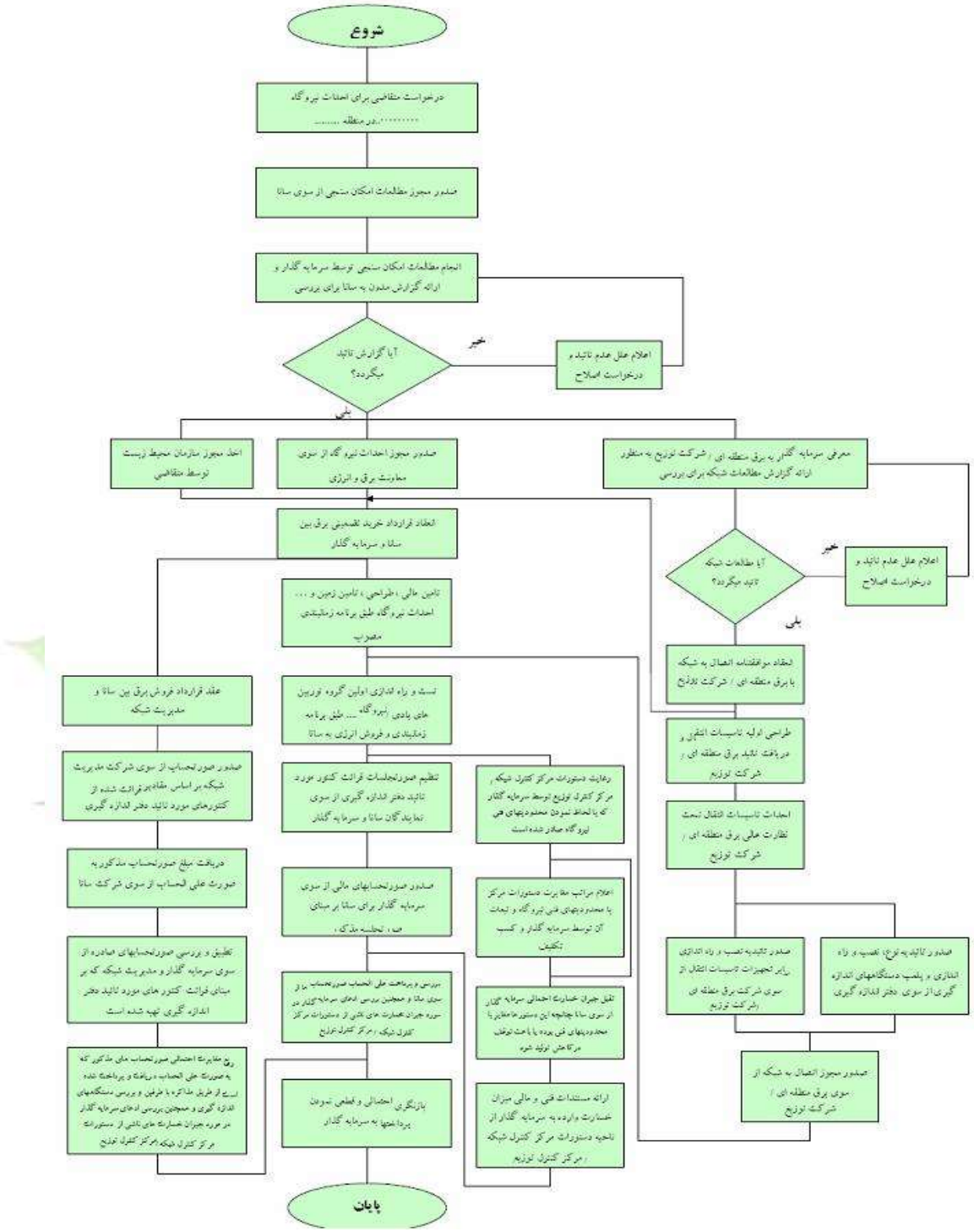
- تشويق سرمايه گذاري در بخش انرژيهاي تجديدپذير
- فراهم نمودن زمينه مناسب براي توليد برق
- فراهم نمودن بستر مناسب جهت استفاده از تكنولوژي به روز در توليد برق از منابع انرژيهاي تجديدپذير
- افزايش سهم توليد برق در كشور از منابع انرژيهاي تجديدپذير
- عقد قرارداد خريد تضميني برق بر اساس ماده 62 با بخش هاي غير دولتي

4-6-2 شماتيک و نحوه اجراي پروژه : (نحوه خريد تضميني)

گردش كار و مراحل در فرآيندخريد برق تجديدپذير از توليد كنندگان غيردولتي موضوع ماده 62 قانون بخش از مقررات مالي دولت و دستورالعمل اجرايي آن به شرح ذيل مي باشد. (شكل 4-8)

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه




شکل 4-8 شماتیک گردش کار و مراحل در فرآیندخرید برق تجدیدپذیر از تولید کنندگان غیردولتی

## 4-6-3 آمار تقاضای بخش خصوصی :

www.wikipower.ir


برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

آمار تقاضای بخش خصوصی در جدول 4-1 نشان داده شده است

| | نوع نیروگاه | عنوان | ظرفیت( مگاوات ) | توضیحات |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | بادي | تقاضا شده | ٤٠٦٠ | |
| | | مطالعه شده | ٧٢٢ | در دست مطالعه ۹۲۲مگاوات |
| | | مجوز احداث | ٧١٢ | |
| | | تامین اعتبار شده | ٥٨٢ | |
| | | قرارداد مبادله شده | ٤٢٠ | |
| ۲ | زیست توده | تقاضا شده | ١١٧,٥ | |
| | | مطالعه شده | ٢٥,١ | در دست مطالعه ٦٤,٢ مگاوات |
| | | مجوز احداث | ٢٥,١ | |
| | | تامین اعتبار شده | ٢٥,١ | |
| | | قرارداد مبادله شده | ١٢,٦ | |
| ۳ | آبی | تقاضا شده | ٢٤,٧ | |
| | | مطالعه شده | ٠ | در دست مطالعه۲۱,۲ مگاوات |
| | | مجوز احداث | ٠ | |
| | | تامین اعتبار شده | ٠ | |
| | | قرارداد مبادله شده | ٠ | |
| ۴ | خورشیدي | تقاضا شده | ٠,٠١٥ | |
| | | مطالعه شده | ٠,٠١٥ | |
| | | مجوز احداث | ٠,٠١٥ | |
| | | تامین اعتبار شده | ٠ | |
| | | قرارداد مبادله شده | ٠ | |

شکل 4-1 آمار تقاضای بخش خصوصی

## 4-7 پروژه مطالعات مقدماتي و طراحي مفهومي توربين بادي مگاواتي ملي

در پروژة حاضر هدف، دستيابي به دانش فني طراحي مفهومي توربينهاي بادي با ابعاد مگاواتي و انتخاب سايز و نوع توربين با كمك مشاور خارجي مي باشد. استفاده از انرژي باد با توجه به مزيتهاي شناخته شده آن نسبت به ساير انرژي هاي تجديد پذير باعث شده است . رشد مبدلهاي انرژي بادي شتاب بيشتري پيدا كند . بنحوي كه از 40 سال پيش تا كنون نه تنها پيشرفت فناوري باعث بهبود چشمگيركيفيت، قابليت اطمينان، طول عمر و شاخص هزينه اي توربينهاي بادي شده است، بلكه بطور محسوس تر باعث افزايش ظرفيت توربين هاي بادي و تجاري شدن سايزهاي بالاتر گرديده است . اختلاف قيمت جهاني توربين با آنچه م يتوان پس از تجاري نمودن محصول درکشور به آن رسيد و نيز خود كفايي صنعتي و ارتقاء دانش فني از قويترين اهداف دست زدن به پروژة توربين ملي مگاواتي مطرح

مي باشند.

### 4-7-1 اهداف پروژه:

با ورود به طراحي توربين هاي بزرگ و ايجاد ارتباط فني و علمي با سازندگان مطرح در دنيا در قالب اين پروژه ، صنعت طراحي و ساخت توربين هاي بادي در ساير سايزها نيز توسعه مي يابد و نهايتاً در صورت ساخت توربين مذكور و رسيدن به توليد ، كشور ايران در زمرة چندكشور نخست داراي اين فن آوري قرار مي گيرد.نظر به رشد فزايندة استفاده از انرژي بادي در جهان و با توجه به اين امر كه هم اكنون شركتهاي صاحب نام با سفارش محصولي بمراتب بيشتر از ظرفيت نامي خود روبرو گشته اند و در مقطع فعلي نمي توانند پاسخگوي بازار تقاضاي محصول باشند ، از ديگر دستاوردهاي اجراي پروژه مي تواند در اختيار گرفتن سهمي از بازار جاني در اين زمينه باشد.انتقال فناوري توربين هاي بادي، بطور ضمني رشد و شكوفايي صنايع جانبي از جمله صنايع مواد تركيبي (كامپوزيت) ، صنايع نورد فولاد ،پايداري شبكة توليد را بهمراه خواهد داشت .همچنين مي تواند در قسمت ، (Robust Control)صنعت رنگ و پوشش، علوم كنترل مقاوم ساخت و نصب سازه هاي مرتفع در كشور ظرفيت سازي نمايد.

## 4-8 پروژه طراحي، ساخت و نصب توربين بادي 10 كيلووات سهند تبريز

### 4-8-1 تعريف پروژه :

با وجود اينكه در تمام جهان استقبال وسيعي از توربينهاي بادي بزرگ بعمل مي آيد و عليرغم اينكه با افزايش سايز، توربينهاي بادي از موقعيت اقتصادي بهتري برخوردار مي شوند ، اما هنوز توربينهاي كوچك كاربرد خود را از دست نداده اند. در نقاط بادخيز با جمعيت هاي كم و مصارف كوچك، توربينهاي بادي كوچك (تا صد كيلووات) مي توانند گزينهٔ مناسبي باشند ، بويژه اگر مواردي نظير دورافتادگي و مشكلات حمل و نقل سوخت نيز وجود داشته باشد. چنين نقاطي در نواحي روستايي و دور افتادهٔ ايران بسيار يافت مي‌شوند. همچنين بايد توجه داشت كه ساخت توربينهاي كوچك بمراتب ساده‌تر از توربينهاي بزرگ است و لذا در صورت توسعهٔ بازار اين توربينها ، كليه اجزاء آن در داخل كشور قابل تهيه است.

### 4-8-2 شرح فعاليت ها :

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

طراحي اين توربين عمدتاً در سال 1375 انجام گرديد، ضمن آنكه در طول پروسهٔ ساخت، بدليل جديد بودن و تحقيقاتي بودن ماهيت كار، تغييرات مكرري در طراحي و مشخصات اجزاء توربين صورت گرفت. از جمله مهمترين تغييرات، صرفنظر كردن از سيستم جهت ياب فعال (Antive Yam System) و جايگزيني سكان را مي توان ذكر نمود. محل نصب اين توربين، در ابتدا منطقه مردآباد كرج در نظر گرفته شده بود، لكن پيشنهاد رسيده از دانشگاه سهند تبريز جهت نصب و نگهداري اين توربين در محوطه آن دانشگاه مورد موافقت قرار گرفت. دانشگاه سهند تبريز داراي ايستگاه هواشناسي است و لذا وجود آمار دقيق در محل نصب مي تواند دقت مطالعات و ارزيابي هاي بعدي را افزايش دهد. اگر چه پتانسيل باد منطقه سهند تبريز ممكن است كمتر از مردآباد كرج باشد (آمار ثبت شده راجع به مردآباد كرج وجود ندارد) لكن رژيم باد سهند تبريز نيز قابل توجه است. سرعت متوسط سالیانه باد در اين منطقه در حدود 4 متر بر ثانيه است كه براي توربينهاي بادي كوچك مناسب است. ضمناً نصب توربين در تبريز صرفه جويي‌هايي در هزينه زمين و نگهداري نيز بدنبال خواهد داشت.

فونداسيون توربين به حجم حدوداً 40 مترمكعب در سال 1378 توسط شركت كوشك آرا اجرا گرديد. برج توربين كه توسط شركت فراساز ساخته شده و جنس آن از فولاد با روكش گالوانيزه است. در سال 87 به سايت حمل و نصب گرديد. ساخت پره هاي توربين بعد از چند بار برگزاري مناقصه نهايتاً به شركت راهبران صنعت واگذار گرديد. شفت محور اصلي توسط شركت گسترش خدمات صنعتي در سال 1377 ساخته شد. جعبهٔ دنده توربين توسط شركت مشهد گيربكس در سال 77 ساخته شد. ژنراتور نيز در سال 77 از شركت ماه نيرو خريداري گرديد. ياتاقانهاي شفت اصلي نيز از بازار داخلي تهيه شده اند. بلبرينگ سيستم جهت ياب، ساخت شركت كروپ آلمان است كه پس از پيگيريهاي نسبتاً طولاني در سال 78 بالاخره از بازار داخلي تهيه گرديد. بعلت روند طولاني برگزاري مناقصات براي ساخت هر يک از قطعات، تصميم گرفته شد كه تمام قطعات باقيمانده با مناقصه به يک پيمانكار

واگذار شود و لذا ساخت ماشين خانه و همهٔ قطعات باقيماندهٔ آن نظير هاب، ترمز مكانيكي، سكان و سيستم هيدروليک به گروه صنعتي سديد واگذار گرديد. سيستم كنترل توربين نيز كه شامل سنسورهاي سرعت باد، جهت باد و نيز كابلها، تابلوها و ديگر قطعات الكتريكي و الكترونيكي است به شركت پتسا واگذار شد. و در نيمه اول سال 80 پس از اتمام كليه مراحل ساخت و مونتاژ و تست هاي اوليه كارگاهي توربين به سايت حمل و نصب گرديد.

## 9-4 پروژ ه توربين بادی در زهک

اين توربين بادي به منظوربررسي و مطالعه امكان استفاده ازنيروي باد و ايجاد زمينه هاي سرمايه گذاري بخش خصوصي شهرستان زهك ساخته مي شود.اين توربين بادي ، قدرت توليد 665 كيلو وات برق را خواهد داشت،:در صورت بازدهي مناسب اين توربين، زمينه ساخت نيروگاه ها وتوربين هاي بادي ديگر نيز در شهرستان زابل و زهك با توجه به بادهاي 120 روزه در اين شهرستان ها فراهم خواهد شد.

## 10-4 ساير پروژه ها

در مورد ايجاد يك نيروگاه بادي در سيستان و بلوچستان، 6 نيروگاه بادي در خوزستان، كهكيلويه و بوير احمد و آذربايجان نيز گزارش هاي گوناگوني انتشار يافته و انتظار مي رود با ايجاد اين نيروگاه ها تحول بيشتري در توليد برق از نيروگاه هاي بادي بوجود آيد.

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فصل پنجم :نتيجه گيري و پيشنهاد

5-1 مقدمه

رشد روز افزون مصرف برق در كشور و عدم استفاده بهينه از برق و به طبع ، اتلاف سرمايه هاي ملي باعث شده تا كشورمان در زمينه شدت مصرف انرژي در رده هاي بالاي جهاني قرار گيرد و اين زنگ خطري است براي آيندگان و محرک موثري به منظور تجديد نظر در سبد تامين منابع انرژي.

5-2 اهميت نيروگاه هاي بادي

صنعت انرژي باد منابع اقتصادي و اجتماعي مختلفي را به همراه دارد كه عبارتند از:

1- نداشتن هزينه هاي اجتماعي: اين هزينه ها در تمام گزينه هاي متعارف انرژي (فسيلي) وجود دارند.

2- كاهش اتكاء به منابع انرژي وارداتي: اين مسئله يكي از مهم ترين دلايل رويكرد كشورهاي صنعتي به انرژ ي هاي تجديد پذير و انرژي باد است.در مورد كشور ايران كه بزرگترين منابع نفت و گاز را در اختيار دارد مي تواند در بخش صادرات نيز عملكرد مثبتي داشته باشد

3- تقويت ساختار اجتماعي و اقتصادي مناطق روستايي: به دليل ماهيت انرژي باد كه به توليد غيرمتمركز و اغلب نقاط دورافتاده و روستايي مي پردازد .توسعه اين صنعت چه در كشورهاي سرمايه داري و

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

پیشرفته و چه در کشورهاي در حال توسعه تحولات و پیشرفتهاي آشکاري را در مناطق روستایي به دنبال خواهد داشت.

4- اشتغال زایي: همان طور که پیشتر عنوان گردید ایجاد شغل این صنعت در میان دیگر صنایع انرژي از همه بیشتر است.

ایده هاي در دنیا وجود دارد که تولید انرژي از سوختهاي غیرفسیلي یك هنر است.زیرا هم ظرافتهاي یك تکنولوژي تقریباً بالا را داشته و از طرفي موجب صرفه جویي فرآورد ه هاي نفتي و مشتقات آن به عنوان سوخت مي شود .در ضمن در سالمسازي محیط زیست بسیار تأثیرگذار است.

## 3-5 لزوم گسترش استفاده از منابع تجدید پذیر در تولید انرژي

و اکنون این پرسش مطرح است که ایران که مالک دومین منابع بزرگ گاز طبیعي دنیا و همچنین دومین و یا سومین من بع نفت دنیا است چه نیازي به استفاده از انرژيهاي تجدیدپذیر دارد؟

براي جواب به این پرسش مي توان چندین نکته را مورد توجه قرار داد:

### 1. ارتقاء امنیت عرضه انرژي:

بدون تردید یکي از اصليترین مولفه هاي امنیت ملي تمام کشورها، دسترسي به انرژي مورد نیاز است، به وجود آمدن هر اشکالي در سیستم عرضه انرژي، اختلال و آسیبهاي پردامنه اي را در تمام بخشهاي اقتصادي و اجتماعي برجاي خواهد گذاشت. به همین دلیل کشورها، تنوعبخشي به منابع انرژي را جزو اصليترین راهبردها خود قرار ميدهند تا از وابستگي به یک یا دو نوع انرژي به شدت احتراز کرده و آسیبپذیري خود را به حداقل ممکن کاهش دهند. دهها واقعه و نمونه چه در سطح ملي و چه در صحنه بینالمللي این راهبرد را تایید ميکنند .

زمستان سال 86 را از خاطر نبرده ایم، در کشوري که دارنده دومین منابع نفت و گاز طبیعي دنیاست به دلیل سرما، نه فقط امکان تامین گاز طبیعي در چند استان از دست رفت، بلکه به دلیل بسته شدن راهها، محدودیت ناوگان حمل و نقل ریلي و جاده اي و یخبندان در جاده ها تحویل سوخت مایع هم محدود و یا غیرممکن شد. به علاوه چندین نیروگاه به دلیل قطع جریان سوخت فسیلي ناچار به توقف تولید برق شدند و فعالیت بسیاري از کارخانجات، مدارس، ادارات و موسسات به ناچار متوقف شد.

در تابستان سال جاري نیز به دلائل گوناگون و از جمله خشکسالي، حدود 5000 مگاوات از ظرفیت نیروگاه هاي برقابي از حیز انتفاع خارج شد و کشور در گرمترین فصل سال ، روزانه چندین ساعت خاموشي را تجربه کرد. در صورتیکه کشور از ظرفیت مناسب نیروگاه هاي بادي برخوردار بود، چه در شرایط خشکسالي و چه در سرماي شدید. از قابلیت اعتماد و تامین برق بیشتري بهره مي‌گرفت . براي توجه به اهمیت امر لازم به یادآوري است که هزینه عدم النفع خاموشي برق، یک صد برابر هزینه تولید آن است. به عبارت ساده‌تر، اگر یک کیلووات ساعت خاموشي داده شود، هشت دلار به اقتصاد ملي آسیب وارد خواهد کرد در حالیکه هزینه تامین آن 8 سنت مي‌باشد .

## 2.تولید پراکنده و کاهش اتکا به شبکه‌هاي سراسري انتقال انرژي:

وجود شبکه سراسري برق و شبکه هاي گسترده گاز طبیعي و انتقال نفت ازبزرگترین سرمایه هاي ملي کشور ما به حساب مي‌رود و بخش عمده اي از توسعه اقتصادي ملي و رفاه اجتماعي ما مدیون وجود چنین شبکه هایي است. در عین حال شبکه هاي طولاني علیرغم تمام محاسني که دارند، به

طور جدي آسيب پذير هستند . وقوع سيل، زلزله، رانش زمين، بارش سنگين برف، طوفان، تهديدات خصمانه و اشكالات فني عناصري از فهرست طولاني عوامل تهديدكننده شبكه ها به شمار مي‌روند . اين تهديدها مختص كشورهاي ضعيف نيست و كشورهايي كه از نظر امنيتي، اقتصادي و فن‌آوري جزو پيشروترين كشورها هستند در معرض آسيب‌ديدگي شبكه ها قرار دارند. وقوع خاموشيهاي گسترده در آمريكا، اروپا و كشورهاي همسايه از جمله تركيه فقط شواهدي از اين واقعيت هستند.
هرچه ميزان اتكا به شبكه هاي طولاني افزايش يابد، ضريب امنيت كاهش خواهد يافت، به همين دليل است كه امروزه توليد پراكنده (Distributed Generation) جزو مهمترين راهبردهاي صنعت برق كشورهاي پيشرفته قرار گرفته است . توليد پراكنده برق نه تنها از نظر اقتصادي هزينه بيشتري را در بر ندارد بلكه به دليل كاهش اتلافات شبكه انتقال و توزيع، كاهش نياز به ظرفيت ذخيره توليد و در صورت اتصال به شبكه، به دليل افزايش پايداري شبكه، هزينه تمام شده برق را به صورت قابل ملاحظه اي كاهش خواهد داد .مولدهاي پراكنده از تنوع بسياري برخوردارند ولي بهترين نوع توليد پراكنده ، نيروگاههاي بادي، آبي كوچك، زيست توده، زمين گرمائي و خورشيدي هستند كه نه فقط از نظر مكان توليد برق بلكه حتي از نظر منابع اوليه هم پراكنده اند و نيازمند استفاده از شبكه گاز و يا شبكه هاي انتقال نفت نيستند.

## 3. اشتغالزائي و توسعه نواحي دور افتاده :

آمارهاي منتشر شده نشان مي‌دهد توسعه نيروگاهاي تجديدپذير در مقايسه با نيروگاههاي سنتي، فرصتهاي اشتغال بيشتري را ايجاد مي‌كند. حتي تجربيات كشورهايي همچون آلمان كه از سطح فن‌آوري بالاتري برخوردار هستند، اين نظر را تاييد مي‌كند .به علاوه با توجه

به ماهیت پراکندگی منابع تجدیدشونده، در صورت احداث نیروگاههایی برای بهرهگیری از این منابع، فنآوریهای نوین به نقاط دورافتاده نیز نفوذ خواهد کرد و باعث خواهد شد سطح دانش و تکنولوژی در نقاط دورافتاده ارتقاء یابد .

مواردی که شمرده شد بدون ادعای استقصای کامل، به روشنی این پاسخ را در بر دارد که ایران هرچند یکی از بزرگترین دارندگان ذخایر سوخت فسیلی است، لکن توسعه کاربرد منابع تجدیدپذیر انرژی به ویژه برای تولید برق یکی از ضروریترین و مهمترین راهبردهای بخش انرژی است.

آنچه هم اکنون به نوعی در کشورمان قابل لمس است ، بیش از پیش ورود به عرصه انرژی های تجدید پذیر را اجتناب ناپذیر می کند . بدیهی است کشور عزیزمان توانمندی های بسیار بالایی چه در عرصه منابع و چه در عرصه استعداد های انسانی دارد . امید است بتوان با برنامه ریزی صحیح از بخشی از این توانمندی ها استفاده نمود .

عمدهترین چالش پیشرو در توسعه کاربرد انرژیهای تجدیدپذیر در ایران، یارانهای بودن تعرفههای برق و انواع سوختهای فسیلی است. نظام فعلی یارانه انرژی، گمراهکنندهترین علامت را به مصرفکنندگان و تولیدکنندگان برق و سایر انواع انرژی میدهند که هم بیشتر مصرف کنند و هم به جای منابع تجدید شونده از منابع تمام شدنی استفاده کنند.در مراتب بعدی چالشهایی همچون عدم برنامه جامع و مدون در خصوص کاربرد منابع تجدیدپذیر، فقدان زیرساختهای لازم و تجربه برای مشارکت بخش خصوصی و مقاومت سنتی عرضهکننده، انرژی در برابر تغییر را میتوان نام برد .

خوشبختانه یکی از شجاعانهترین و مناسبترین تصمیمات در جهت حمایت از کاربرد انرژیهای نو در دولت اتخاذ گردید. بر اساس پیشنهاد وزارت نیرو این مصوبه قیمت خرید تضمینی هر کیلووات ساعت برق تولیدی از منابع تجدیدپذیر را در ساعات اوج و عادی بار 1300 ﷼ و در ساعات کم باری 900 ﷼ تعیین نموده است. این رقم حدود شش برابر

متوسط قيمت فروش برق به مصرفكنندگان است . به اين ترتيب بزرگترين مشوق براي سرمايهگذاران بخشهاي غير دولتي فراهم شده است.

در عين حال ضروري است راه كارها و اقدامات لازم در چهار حوزه استراتژيک

1- ابزارهاي مالي

2- ابزارهاي قانوني

3- توسعه تكنولوژي

4- ارتقاء آگاهي، ظرفيتسازي و آموزش

براي تحقق اين هدف يعني توسعه كاربرد منابع تجديدپذير انرژي تدوين شود و به اجرا گذاشته شود. وزارت نيرو در اين مسير اصليترين مسئوليت را به عهده دارد و قطعا در اين مسير نيازمند همكاري ساير دستگاههاي اجرايي و حضور مشاركت كارآفرينان است .به منظور شناخت دقيق محدوديتها، موانع و امكانات موجود در جهت استفاده از منابع انرژي در كشور، ضروري است .ميزان بهره برداري از پتانسيلهاي موجود انرژي و روند تحولات حاملهاي انرژيهاي تجديدپذير در كشور نيز به روش علمي و دقيق محاسبه و ارزيابي گردد.كشور ايران از لحاظ منابع مختلف انرژي يكي از غني ترين كشورهاي جهان محسوب مي گردد، چرا كه از يک سو داراي منابع گسترده سوختهاي فسيلي و تجديد ناپذير نظير نفت و گاز است و از سوي ديگر داراي پتانسيل فراوان انرژيهاي تجديد پذير از جمله باد مي باشد. با توسعه نگرشهاي زيست محيطي وراهبردهاي صرفه جويانه در بهره برداري از منابع انرژيهاي تجديد ناپذير، استفاده از انرژي باد در مقايسه با ساير منابع انرژي مطرح ، در بسياري از كشورهاي جهان رو به فزوني گذاشته است. توسعه مطلوب و منطقي

برای دریافت فایل Wordپروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

انرژي هاي تجديد پذير در كشور بدون ورود موثِر بخش خصوصي و سرمايه گذاران غير دولتي به اين حيطه امكان پذير نخواهد بود . لذا فعال سازي هر چه بيشتر بخش خصوصي در عرصه توليد برق از منابع تجديد پذير همواره يكي از محور هاي اصلي سياست كلان امور انرژي وزارت نيرو بوده است

WikiPower.ir

مراجع

1. کنترل توان توليدي نيروگاه بادي - محسن پارسا مقدم ، شقايق يوسفي
2. بررسي روش هاي انتخاب مكان جهت نصب توربين هاي بادي - ارسط صادقيان ، ابولفضل شيرزاد
3. تجزيه و تحليل توليد توان در توربين هاي بادي - محمد شيشه ساز ، اسماعيل آزدهاک
4. آشنايي با اطلس باد كشور - علي نوروزي ، ارسطو صادقيان
5. نشريات سانا - سازمان انرژي هاي نو ايران
6. بهره گيري از انرژي هاي تجديد پذير - امين شيخ زاده ، مجيد زرگري
7. تاريخچه انرژي هاي نو - امين شيخ زاده ، مجيد زرگري
8. محاسبه انرژي باد با استفاده ازتوزيع ويبال دو پارامتره - زهره جهانگيري كارشناس ارشد پژوهشكده هواشناسي
9. پايگاه هواشناسي ايران
10. پايگاه وزارت نيرو
11. مركز تحقيقات استراتژيک
12. پايگاه اطلاع رساني رشد
13. پايگاه وزرات علوم ، تحقيقات و فناوري - سخنراني وزير علوم در همايش ملي انرژي باد و كاربردهاي آن
14. پايگاه مهندسي شيمي - نشريه discovery اكتبر 2008 - ترجمه مهندس سعيد صالحي

15. پايگاه اطلاع رساني خدمات مهندسي و صنايع برق و آب – صبا www.sabainfo.ir
16. شركت مهندسي مشاور نيروي آذربايجان – منا – www.mona-consultants.com
17. مركز بين المللي علوم و تكنولوژي پيشرفته علوم طبيعي www.icst.ac.ir
18. پايگاه روزنامه اعتماد ملي – مقاله بحران انرژي و ضرورت ايجاد تنوع در سبد انرژي
19. پايگاه روزنامه اقتصاد – مقاله آزانس بين المللي انرژي هاي تجديد پذير
20. پايگاه سرمايه www.sarmayeh.net
21. پايگاه آفتاب – www.aftabnews.ir
22. پايگاه باشگاه مهندسان ايران – www.iran-eng.com
23. پايگاه ويكي پديا – www.fa.wikipedia.org
24. بانک اطلاعات جامع تاسيسات – www.ibbvac.blogsky.com
25. پايگاه ايران پترو شبكه خبري نفت و انرژي www.irpetro.com
26. پايگاه ملي داده هاي علوم زمين كشور www.ngdir.ir
27. پايگاه صبا نيرو www.sabaniroo.co.ir
28. شبكه اطلاع رساني نفت و انرژي www.shana.ir
29. پايگاه خبري اولين خبر – مقاله نيروي باد به عنوان يک منبع جديد تامين برق www.avalinkhabar.com
30. خبرگزاري ايسكانيوز – باشگاه خبرنگاران دانشجويي ايران – مقاله گذري بر انرژي هاي نو www.iscanews.ir
31. اطلس جهان – سازمان گيتا شناسي ايران – www.gitashenasi.com