

ارزیابی استفاده از انرژی باد در منازل مسکونی جهت کاهش مصرف انرژی

میلاذ فراهانی علوی^{۱*}، سید محمدرضا حسینی علی آباد^۲، محمد هارونی^۳، سید جاوید اطهر^۴

۱- گروه مهندسی مکانیک، همدان

۲- گروه مهندسی مکانیک، مازندران

۳- گروه نقشه کشی صنعتی، انزلی

۴- گروه مهندسی مکانیک، انزلی

چکیده

در این مقاله بر روی استفاده از انرژی بادی جهت تامین برق مورد نیاز در منازل مسکونی تحقیق و پژوهش انجام شده است. منطقه مورد مطالعه شهرستان نوشهر از استان مازندران می باشد. طبق اطلاعات موجود و بررسی های صورت گرفته، در بیشتر روزهای سال می توان از انرژی باد در شهرستان نوشهر بهره برد و استفاده نمود. با بررسی و محاسبه در ساختمان با مساحت ۲۰۰ متری می توان از توربین های بادی بر روی بام این ساختمان جهت کاهش مصرف انرژی در کنار برق تولیدی از نیروگاه های سوخت فسیلی استفاده نمود. حداکثر توان قابل دستیابی، ۶۷۲۰۷۰/۷۷ وات یا ۰/۶۷ مگاوات برای این ساختمان ارزیابی شده است. مزایای استفاده از توربین بادی عبارت است از: ۱- توربین های بادی نیازی به سوخت ندارند که این خود از میزان مصرف سوخت های فسیلی می کاهد. ۲- استفاده از انرژی باد رایگان می باشد. ۳- نیازی به زمین زیاد جهت نصب توربین ندارد و همچنین توربین های بادی نیازی به آب ندارند. ۴- استفاده از انرژی بادی هیچ آلاینده گی زیست محیطی را در پی ندارد.

واژگان کلیدی: انرژی باد، توربین بادی، برق، ساختمان

۱- مقدمه

رشد روزافزون تقاضای انرژی، افزایش استانداردهای زندگی، گرم شدن بیش از حد کره زمین و در نهایت مشکلات زیست محیطی و اکولوژیکی ناشی از احتراق سوخت‌های فسیلی به ویژه نفت و مشتقات آن، نگرانی‌هایی را برای کشورهای مختلف ایجاد کرده است. خلأهای موجود در بهینه سازی مصرف انرژی، فقدان برنامه ریزی و توجه به پتانسیل‌های منطقه‌ای در تامین انرژی نقاط مختلف کشور از مهم ترین چالش‌های توسعه انرژی‌های تجدید پذیر در کشور به حساب می‌آید. در این میان، انرژی باد یکی از مهم ترین انرژی‌های تجدید پذیر بوده که کشور ایران پتانسیل خوبی را برای بهره‌وری از این انرژی دارا است [۱-۲].

یکی از مهم ترین و سازگارترین انرژی‌ها با محیط زیست، انرژی باد است. این انرژی به عنوان یک تکنولوژی مناسب با نرخ کارایی بالا، قابلیت اطمینان بالا، در دسترس و از اشکال رشد اقتصادی امروزه محسوب می‌گردد. علاوه بر این انرژی باد در مقایسه با سوخت‌های فسیلی باعث کاهش آلاینده‌های زیست محیطی و آسیب کمتر انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌گردد [۱-۳].

۲- انرژی تجدید پذیر بادی

۲-۱- تاریخچه

بشر از زمان‌های بسیار دور انرژی باد را به شیوه‌های مختلف بکار گرفته است. ایرانیان اولین کسانی بودند که در حدود ۲۰۰ سال قبل از میلاد مسیح برای آرد کردن غلات از آسیاب‌های بادی استفاده کرده‌اند که امروزه آثار آن در نواحی خواف و تایباد در شرق کشور به چشم می‌خورد. همچنین مصریان باستان از نیروی باد برای راندن کشتی‌های خود روی رودخانه نیل استفاده کردند. در قرن هفدهم میلاد، مردم هلند طرح پایه آسیاب‌های بادی را بهبود دادند. همین امر باعث شد تا این کشور در زمره غنی‌ترین و صنعتی‌ترین کشورهای اروپا قرار گیرد. برخی از کشورها آسیاب‌های بادی را برای آسیاب گندم و ذرت، پمپ کردن آب و قطع درختان استفاده کرده‌اند. در آغاز قرن بیستم اولین توربین‌های بادی سریع و مدرن ساخته شد. امروزه فعال‌ترین کشورها در این زمینه آلمان، ایتالیا، آمریکا، دانمارک و هند می‌باشند [۴].

۲-۲- انرژی باد

انرژی باد، انرژی حاصل از هوای متحرک می‌باشد. هنگامی که تابش خورشید به طور نامساوی به سطوح ناهموار زمین می‌رسد سبب ایجاد تغییرات دما و فشار می‌گردد و در اثر این تغییرات باد به وجود می‌آید. همچنین اتمسفر کره زمین به دلیل حرکت وضعی زمین، گرما را از مناطق گرمسیری به مناطق قطبی انتقال می‌دهد که این امر نیز باعث به وجود آمدن باد می‌گردد. جریانات اقیانوسی نیز به صورت مشابه عمل نموده و عامل ۳۰٪ انتقال حرارت کلی در جهان می‌باشند. در مقیاس جهانی این جریانات اتمسفری به صورت یک عامل قوی جهت انتقال حرارت و گرما عمل می‌نمایند. دوران کره زمین نیز می‌تواند در برقراری الگوهای نیمه دائم جریانات سیاره‌ای در اتمسفر، انرژی مضاعف ایجاد نماید. انرژی باد در بین انرژی‌های تجدید پذیر یکی از بهترین و اقتصادی‌ترین روش‌های تولید برق می‌باشد که آلودگی زیست محیطی در پی نداشته و پایان ناپذیر نیز می‌باشد. طبق آمار موجود تولید یک کیلووات ساعت انرژی برق بادی از انتشار آلاینده‌های زیست محیطی به شرح زیر جلوگیری می‌نماید [۵].

گرم $CO_2 = 850$ (دی اکسید کربن)

گرم $SO_2 = 2/9$ (دی اکسید گوگرد)

گرم $2/6 = \text{NOX}$ (اکسید نیتروژن)

گرم $0/1 = \text{خاک}$ گرم $55 = \text{خاکستر}$

به طور کلی با جایگزینی انرژی برق بادی به جای انرژی برق تولیدی از نیروگاه‌های سوخت فسیلی می‌توان از انتشار گازهای گلخانه‌ای کاست. از طرف دیگر جاذبه‌های طبیعی و چشم‌انداز سیستم‌های انرژی بادی نمادی از انرژی پاک برای مردم تلقی می‌گردند.

۲-۲-۱- توربین بادی

توربین بادی به طور کلی ماشینی است که انرژی باد را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌نماید. با توجه به شکل ۱، تیغه یا پره‌ی توربین بادی مانند بال هواپیما کار می‌کند. همان طور که هوا از هر دو طرف پره عبور می‌کند، شکل پره باعث می‌شود که فشار هوا در دو طرف پره نامتوازن شود و همین باعث چرخیدن پره‌ها به دور روتور توربین می‌شود. در بالای توربین‌های بادی، یک بادنما و بادسنج قرار می‌گیرد که به کامپیوتری متصل است و توربین بر اساس اطلاعات بادنما، جهت خود را به سوی باد عوض می‌کند. پره‌ها به یک روتور متصل شده‌اند که در هر دقیقه در حدود ۱۸ بار می‌چرخد، اما این میزان دور، به اندازه‌ای نیست که برای تولید برق کافی باشد. بنابراین، شفت اصلی یک سری چرخ‌دنده‌ها را می‌چرخاند که میزان دور در دقیقه را به حدود ۱۸۰۰ افزایش می‌دهد و در این سرعت است که ژنراتور می‌تواند شروع به تولید برق کند. معمولاً هر چه توربین‌های بادی بزرگتر باشند یا در ارتفاعات بالاتری قرار گرفته باشند، توان بالاتری دارند [۶].



شکل ۱: نمای کلی از توربین بادی

۳- اصول سه گانه حاکم بر جریان باد

آگاهی نسبت به وزش و شدت بادهای موجود در منطقه می‌تواند به طراحان در جهت استفاده بهینه از این منبع طبیعی کمک نماید. اما اگر دسترسی به اطلاعات باد منطقه مقدور نباشد، طراح می‌تواند جهت و سرعت باد را با استفاده از اصول سه گانه‌ای

که بر جریان باد حکم فرما است و همین طور با آگاهی نسبت به تاثیر متقابل باد بر فرم‌های ساختمانی و طبیعی و تاثیر فرم‌های بر ایجاد باد در مقیاس خرد اقلیم تخمین بزند [۷].

• اصول اول

سرعت باد در سطح زمین به دلیل اصطکاک کمتر است و هر چه از سطح زمین بالاتر رویم سرعت باد نیز بیشتر می‌شود. کاهش سرعت باد در سطح زمین، به علت ناهمواری‌های آن است. بنابراین منحنی‌های سرعت باد برای اراضی مختلف کاملاً متفاوت است.

• اصول دوم

باد در برخورد با موانع جهت خود را حفظ می‌کند. بنابراین موانع را دور می‌زند.

• اصول سوم

باد از مناطق با فشار بالا به سمت مناطق با فشار پایین جریان می‌یابد.

۴- مطالعه موردی: استان مازندران - شهرستان نوشهر

استان مازندران به لحاظ آب و هوایی، با توجه به وجود جنگل، کوه و دریا به دو نوع معتدل مرطوب و کوهستانی تقسیم می‌گردد. شهرستان نوشهر یکی از شهرستان‌های استان مازندران است. نوشهر در طول جغرافیایی ۵۱/۳۰ درجه شمالی و ۳۶/۳۹ درجه شرقی قرار دارد. شهرستان نوشهر از شمال به دریای خزر، از جنوب به رشته کوه‌های البرز، از شرق به شهرستان نور و از غرب به شهرستان چالوس متصل است. ارتفاع آن از سطح دریا ۲/۹- متر است. شهرستان نوشهر دارای دو بخش به نام کجور و مرکزی است.

۵- ایستگاه هواشناسی شهرستان نوشهر

ایستگاه نوشهر	
15/01/1397	تاریخ
06	زمان (UTC)
12° c	دما
1025.10 hPa	فشار
6 m/s, 21.6 km/h	سرعت باد
شمال غربی	جهت باد

ایستگاه نوشهر	
15/01/1397	تاریخ
18	زمان (UTC)
10° c	دما
1028.80 hPa	فشار
0 m/s, 0 km/h	سرعت باد
-	جهت باد

ایستگاه نوشهر	
15/02/1397	تاریخ
06	زمان (UTC)
19° c	دما
1015.30 hPa	فشار
2 m/s, 7.2 km/h	سرعت باد
غربی	جهت باد

ایستگاه نوشهر	
15/02/1397	تاریخ
18	زمان (UTC)
17° c	دما
1014.30 hPa	فشار
0 m/s, 0 km/h	سرعت باد
-	جهت باد

ایستگاه نوشهر	
15/01/1397	تاریخ
00	زمان (UTC)
12° c	دما
1022.20 hPa	فشار
10 m/s, 36 km/h	سرعت باد
غربی	جهت باد

ایستگاه نوشهر	
15/01/1397	تاریخ
12	زمان (UTC)
13° c	دما
1025.50 hPa	فشار
7 m/s, 25.2 km/h	سرعت باد
شمال غربی	جهت باد

ایستگاه نوشهر	
15/02/1397	تاریخ
00	زمان (UTC)
16° c	دما
1014.30 hPa	فشار
0 m/s, 0 km/h	سرعت باد
-	جهت باد

ایستگاه نوشهر	
15/02/1397	تاریخ
12	زمان (UTC)
22° c	دما
1014.30 hPa	فشار
2 m/s, 7.2 km/h	سرعت باد
شمال شرقی	جهت باد

ایستگاه نوشهر	
15/03/1397	تاریخ
06	زمان (UTC)
23° c	دما
1010.50 hPa	فشار
2 m/s, 7.2 km/h	سرعت باد
شمالی	جهت باد

ایستگاه نوشهر	
15/03/1397	تاریخ
18	زمان (UTC)
34° c	دما
1006.40 hPa	فشار
13 m/s, 46.8 km/h	سرعت باد
جنوبی	جهت باد

ایستگاه نوشهر	
15/04/1397	تاریخ
06	زمان (UTC)
30° c	دما
1006.20 hPa	فشار
6 m/s, 21.6 km/h	سرعت باد
شمال غربی	جهت باد

ایستگاه نوشهر	
15/04/1397	تاریخ
18	زمان (UTC)
28° c	دما
1002.20 hPa	فشار
0 m/s, 0 km/h	سرعت باد
-	جهت باد

ایستگاه نوشهر	
15/03/1397	تاریخ
00	زمان (UTC)
18° c	دما
1009.50 hPa	فشار
2 m/s, 7.2 km/h	سرعت باد
جنوب شرقی	جهت باد

ایستگاه نوشهر	
15/03/1397	تاریخ
12	زمان (UTC)
22° c	دما
1008.90 hPa	فشار
2 m/s, 7.2 km/h	سرعت باد
جنوب شرقی	جهت باد

ایستگاه نوشهر	
15/04/1397	تاریخ
00	زمان (UTC)
25° c	دما
1005.10 hPa	فشار
2 m/s, 7.2 km/h	سرعت باد
جنوب غربی	جهت باد

ایستگاه نوشهر	
15/04/1397	تاریخ
12	زمان (UTC)
31° c	دما
1004.40 hPa	فشار
3 m/s, 10.8 km/h	سرعت باد
شمالی	جهت باد

ایستگاه نوشهر	
15/05/1397	تاریخ
06	زمان (UTC)
27° c	دما
1015.10 hPa	فشار
0 m/s, 0 km/h	سرعت باد
-	جهت باد

ایستگاه نوشهر	
15/05/1397	تاریخ
18	زمان (UTC)
26° c	دما
1013.60 hPa	فشار
0 m/s, 0 km/h	سرعت باد
-	جهت باد

ایستگاه نوشهر	
15/06/1397	تاریخ
06	زمان (UTC)
27° c	دما
1013.20 hPa	فشار
2 m/s, 7.2 km/h	سرعت باد
شمال غربی	جهت باد

ایستگاه نوشهر	
15/06/1397	تاریخ
18	زمان (UTC)
25° c	دما
1009.70 hPa	فشار
0 m/s, 0 km/h	سرعت باد
-	جهت باد

ایستگاه نوشهر	
15/07/1397	تاریخ
06	زمان (UTC)
18° c	دما
1032.40 hPa	فشار
4 m/s, 14.4 km/h	سرعت باد
شمال غربی	جهت باد

ایستگاه نوشهر	
15/05/1397	تاریخ
00	زمان (UTC)
27° c	دما
1013.40 hPa	فشار
0 m/s, 0 km/h	سرعت باد
-	جهت باد

ایستگاه نوشهر	
15/05/1397	تاریخ
12	زمان (UTC)
30° c	دما
1013.50 hPa	فشار
2 m/s, 7.2 km/h	سرعت باد
شمال شرقی	جهت باد

ایستگاه نوشهر	
15/06/1397	تاریخ
00	زمان (UTC)
22° c	دما
1012.30 hPa	فشار
0 m/s, 0 km/h	سرعت باد
-	جهت باد

ایستگاه نوشهر	
15/06/1397	تاریخ
12	زمان (UTC)
26° c	دما
1010.20 hPa	فشار
3 m/s, 10.8 km/h	سرعت باد
شمال شرقی	جهت باد

ایستگاه نوشهر	
15/07/1397	تاریخ
00	زمان (UTC)
14° c	دما
1031.90 hPa	فشار
0 m/s, 0 km/h	سرعت باد
-	جهت باد

ایستگاه نوشهر	
15/07/1397	تاریخ
18	زمان (UTC)
16° c	دما
1030.10 hPa	فشار
0 m/s, 0 km/h	سرعت باد
-	جهت باد

ایستگاه نوشهر	
15/08/1397	تاریخ
06	زمان (UTC)
14° c	دما
1023.60 hPa	فشار
0 m/s, 0 km/h	سرعت باد
-	جهت باد

ایستگاه نوشهر	
15/08/1397	تاریخ
18	زمان (UTC)
13° c	دما
1026.40 hPa	فشار
2 m/s, 7.2 km/h	سرعت باد
شرقی	جهت باد

ایستگاه نوشهر	
15/09/1397	تاریخ
06	زمان (UTC)
12° c	دما
1014.10 hPa	فشار
1 m/s, 3.6 km/h	سرعت باد
غربی	جهت باد

ایستگاه نوشهر	
15/09/1397	تاریخ
18	زمان (UTC)
13° c	دما
1013.20 hPa	فشار
0 m/s, 0 km/h	سرعت باد
-	جهت باد

ایستگاه نوشهر	
15/07/1397	تاریخ
12	زمان (UTC)
20° c	دما
1030.40 hPa	فشار
4 m/s, 14.4 km/h	سرعت باد
شمال شرقی	جهت باد

ایستگاه نوشهر	
15/08/1397	تاریخ
00	زمان (UTC)
13° c	دما
1022.90 hPa	فشار
2 m/s, 7.2 km/h	سرعت باد
جنوبی	جهت باد

ایستگاه نوشهر	
15/08/1397	تاریخ
12	زمان (UTC)
14° c	دما
1023.10 hPa	فشار
2 m/s, 7.2 km/h	سرعت باد
شرقی	جهت باد

ایستگاه نوشهر	
15/09/1397	تاریخ
00	زمان (UTC)
10° c	دما
1013.50 hPa	فشار
0 m/s, 0 km/h	سرعت باد
-	جهت باد

ایستگاه نوشهر	
15/09/1397	تاریخ
12	زمان (UTC)
15° c	دما
1013.50 hPa	فشار
2 m/s, 7.2 km/h	سرعت باد
غربی	جهت باد

ایستگاه نوشهر	
15/10/1397	تاریخ
06	زمان (UTC)
10° c	دما
1020.90 hPa	فشار
0 m/s, 0 km/h	سرعت باد
-	جهت باد

ایستگاه نوشهر	
15/10/1397	تاریخ
18	زمان (UTC)
10° c	دما
1017.80 hPa	فشار
0 m/s, 0 km/h	سرعت باد
-	جهت باد

ایستگاه نوشهر	
15/11/1397	تاریخ
06	زمان (UTC)
8° c	دما
1034.90 hPa	فشار
1 m/s, 3.6 km/h	سرعت باد
جنوبی	جهت باد

ایستگاه نوشهر	
15/11/1397	تاریخ
18	زمان (UTC)
6° c	دما
1035.30 hPa	فشار
1 m/s, 3.6 km/h	سرعت باد
جنوبی	جهت باد

ایستگاه نوشهر	
15/12/1397	تاریخ
06	زمان (UTC)
11° c	دما
1020.70 hPa	فشار
2 m/s, 7.2 km/h	سرعت باد
شمال شرقی	جهت باد

ایستگاه نوشهر	
15/10/1397	تاریخ
00	زمان (UTC)
5° c	دما
1020.40 hPa	فشار
1 m/s, 3.6 km/h	سرعت باد
جنوب شرقی	جهت باد

ایستگاه نوشهر	
15/10/1397	تاریخ
12	زمان (UTC)
14° c	دما
1019.00 hPa	فشار
2 m/s, 7.2 km/h	سرعت باد
غربی	جهت باد

ایستگاه نوشهر	
15/11/1397	تاریخ
00	زمان (UTC)
6° c	دما
1031.10 hPa	فشار
1 m/s, 3.6 km/h	سرعت باد
غربی	جهت باد

ایستگاه نوشهر	
15/11/1397	تاریخ
12	زمان (UTC)
10° c	دما
1033.80 hPa	فشار
4 m/s, 14.4 km/h	سرعت باد
شرقی	جهت باد

ایستگاه نوشهر	
15/12/1397	تاریخ
00	زمان (UTC)
7° c	دما
1020.10 hPa	فشار
0 m/s, 0 km/h	سرعت باد
-	جهت باد

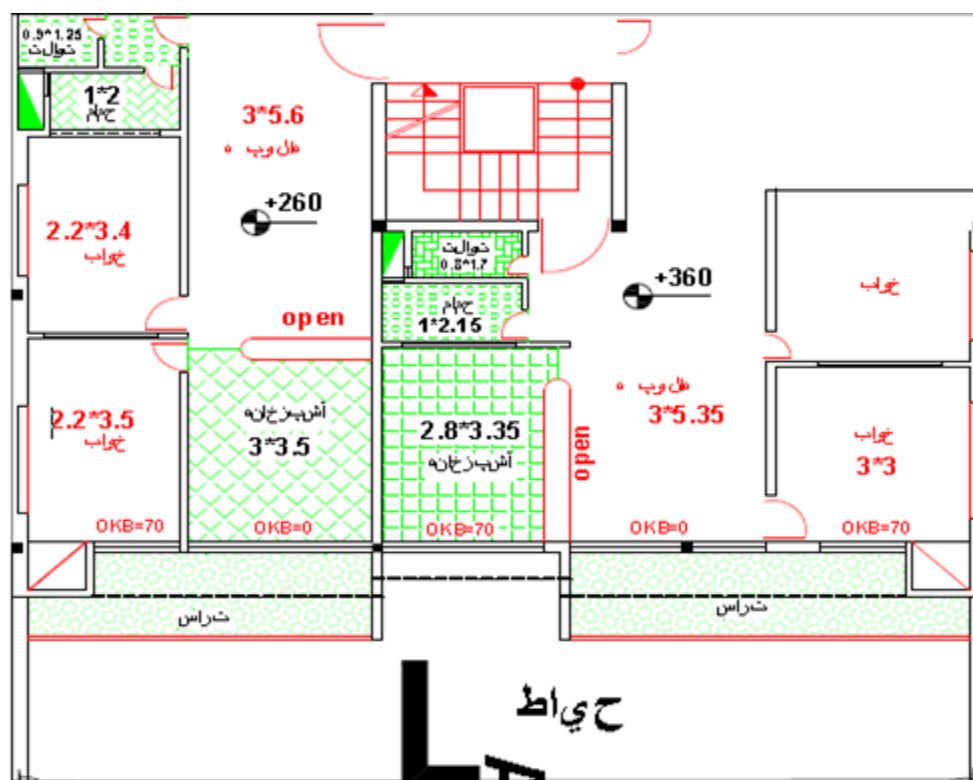
ایستگاه نوشهر		ایستگاه نوشهر	
15/12/1397	تاریخ	15/12/1397	تاریخ
18	زمان (UTC)	12	زمان (UTC)
9° c	دما	13° c	دما
1017.80 hPa	فشار	1018.80 hPa	فشار
0 m/s, 0 km/h	سرعت باد	3 m/s, 10.8 km/h	سرعت باد
-	جهت باد	شمال شرقی	جهت باد

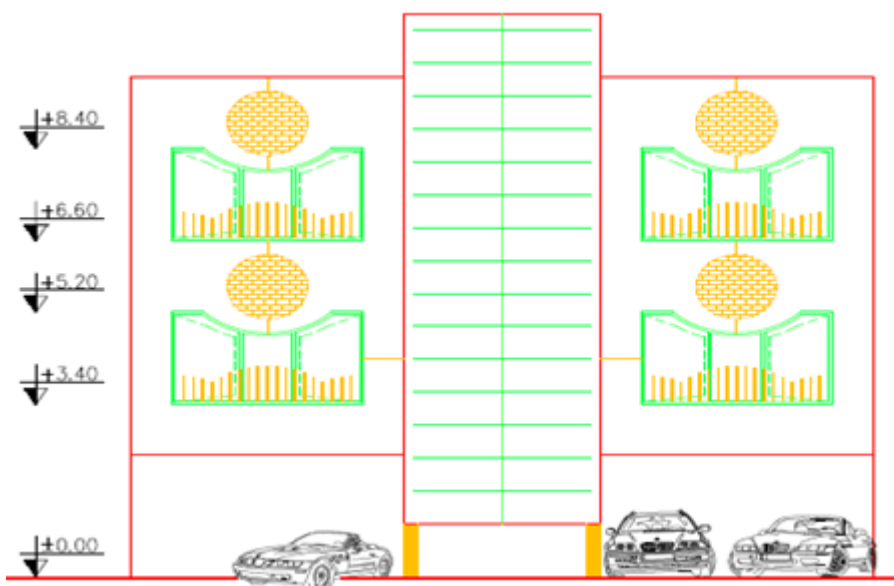
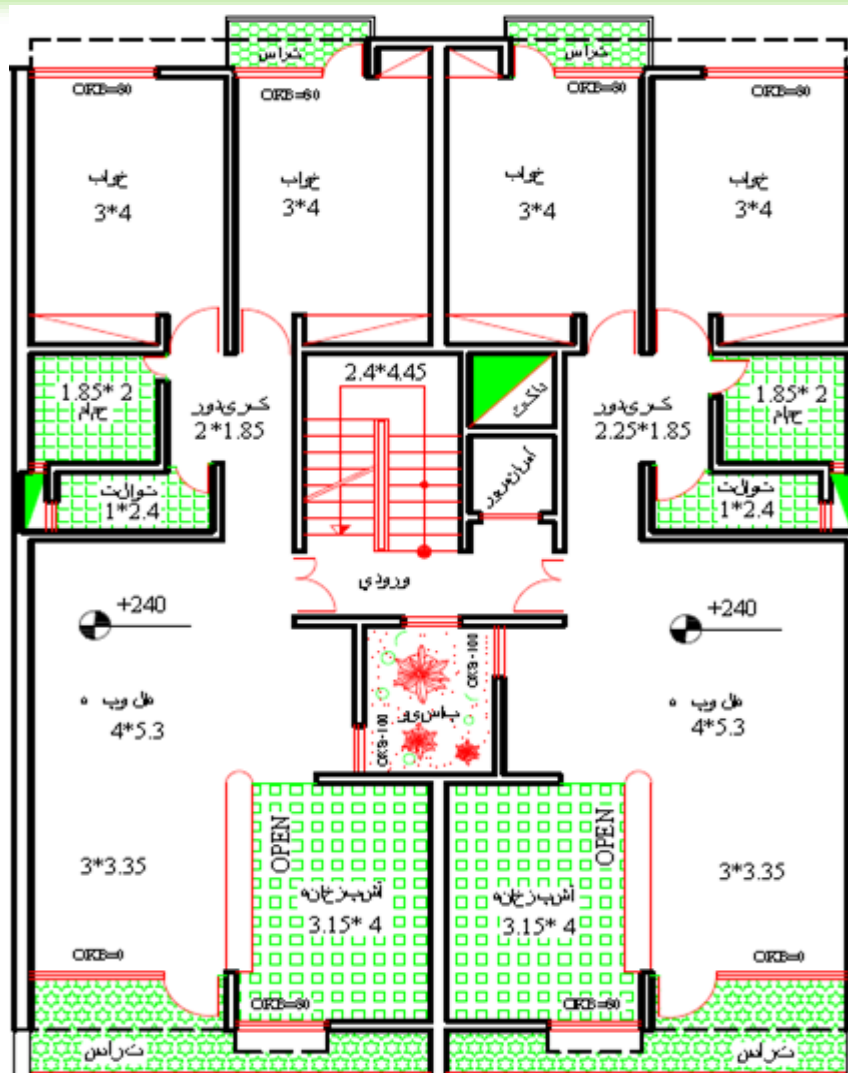
جدول ۱: پارامترهای هواشناسی - ایستگاه نوشهر [۸]

با توجه به جداول فوق، پارامترهای هواشناسی در کلیه ماه‌های (تاریخ: ۱۵ هر ماه) سال ۱۳۹۷ و در چهار زمان: ۰۰، ۰۶، ۱۲ و ۱۸ ارزیابی شده است. طبق بررسی‌های صورت گرفته، سرعت باد می‌بایست بالای ۵ متر بر ثانیه یا ۱۸ کیلومتر بر ساعت باشد تا امکان بهره‌وری از انرژی بادی فراهم گردد. با توجه به بررسی اطلاعات موجود در سایت سازمان هواشناسی کشور، در بیشتر روزهای سال می‌توان از انرژی باد بهره برد و استفاده کرد.

۶- استفاده از انرژی باد در منازل مسکونی جهت کاهش مصرف انرژی

طبق پارامترهای ایستگاه هواشناسی نوشهر، وضعیت سرعت باد مطلوب و از توربین‌های بادی می‌توان بر روی سقف ساختمان استفاده نمود و مصرف انرژی را در واحدهای ساختمان کاهش داد. در شکل ۲ نمایی از ساختمان دو طبقه (چهار واحد) نشان داده شده است.





شکل ۲: ایزومتریک از ساختمان مورد نظر جهت نصب توربین‌های بادی در سقف این ساختمان

با توجه به شکل ۲، می‌توان از توربین‌های بادی بر روی سقف این ساختمان (مساحت قسمت سقف این ساختمان، ۲۰۰ متر مربع در نظر گرفته شده است) جهت تولید برق استفاده نمود. توربین‌های بادی در مرحله نخست انرژی جنبشی را به انرژی مکانیکی تبدیل می‌نمایند و بعد انرژی مکانیکی تولید گردیده را به انرژی الکتریسیته تبدیل می‌کند. توان تولیدی توربین‌های باد به سرعت باد بستگی دارد. در ادامه با ذکر روابط حداکثر قدرت قابل بهره‌برداری از توربین‌های بادی ارزیابی می‌گردد.

انرژی برابر است با مقدار نیرو در جابجایی $E = F.S$

با توجه به قانون دوم نیوتن: نیرو برابر است با جرم در شتاب $F = m.a$

نتیجه رابطه انرژی با نیرو برابر است با: $E = m.a.s$

در رابطه $E = m.a.s$ مقدار شتاب را از طریق معادله $V^2 - U^2 = 2a.s$ جایگزین می‌نماییم و با توجه به اینکه سرعت اولیه باد (U) صفر می‌باشد، مقدار معادل شتاب را از رابطه $V^2 - U^2 = 2a.s$ در فرمول $E = m.a.s$ جایگذاری نموده و نتیجه $E = \frac{1}{2} m.V^2$ می‌شود.

حال سراغ رابطه توان با کار می‌رویم. توان برابر است با تغییرات کار در واحد زمان $P = dE/dt = \frac{1}{2} v^2.dm/dt$
در رابطه فوق به جای دبی جرمی (dm/dt) می‌توانیم ρAV بگذاریم.

لذا تا اینجای کار به رابطه $P = \frac{1}{2} \rho A V^3$ جهت محاسبه توان توربین می‌رسیم.

یک فیزیکدان آلمانی به نام بتز طی تحقیقات و انجام محاسبات پی برد که نمی‌شود همه انرژی باد را به انرژی مکانیکی تبدیل نمود و حداکثر تبدیل را $\frac{59}{250}$ محاسبه نمود و این مقدار را در یک ضریبی به نام C_p تعریف کرد. $C_{p \max} = 0.59$

در نتیجه فرمول نهایی توان توربین، $P = \frac{1}{2} \rho A C_p V^3$ می‌باشد. که در این رابطه، P توان توربین که واحد اندازه‌گیری آن وات (W)، ρ چگالی که واحد اندازه‌گیری آن کیلوگرم بر متر مکعب (Kg/m^3) ، A مساحت که واحد آن متر مربع (m^2) ، C_p ضریب توان و V سرعت باد که واحد آن متر بر ثانیه (m/s) می‌باشد.

با توجه به اطلاعات جدول ۱ و طبق آنالیز، میانگین سالانه سرعت باد در شهرستان نوشهر سال ۱۳۹۷، $21 m/s$ یا $75/6 km/h$ می‌باشد. چگالی هوا $1/23 Kg/m^3$ ، مساحت در نظر گرفته شده در سقف ساختمان جهت بهره‌برداری از توربین باد $200 m^2$ و ضریب توان نیز 0.59 می‌باشد. بنابراین با توجه به اطلاعات مندرج و بر اساس رابطه $P = \frac{1}{2} \rho A C_p V^3$ حداکثر توان قابل دستیابی، $67207/77$ وات یا $0/67$ مگاوات برای این ساختمان ارزیابی گردیده است. به طور کلی با جایگزینی انرژی برق بادی به جای انرژی برق تولیدی از نیروگاه‌های سوخت فسیلی می‌توان انتشار گازهای گلخانه‌ای را کاهش داد.

۷- نتیجه‌گیری

با توجه به گسترش جوامع و افزایش روزافزون مصرف لوازم برقی خانگی در منازل مسکونی، میزان برق مصرفی خانگی دائم در حال افزایش می‌باشد و طبق آمار در حال حاضر $99/97\%$ مردم ایران از برق استفاده می‌نمایند که مصرف برق در استان‌های شمالی کشور (گلستان، مازندران و گیلان)، ۲ برابر بیشتر از میانگین کشوری است. در استان مازندران، 43% از مصرف برق مربوط به مشترکان خانگی است و در فصل تابستان به علت گرمای هوا و آمدن گردشگران از سراسر ایران به مازندران، میزان مصرف

برق در این استان ۲/۵ برابر می‌شود. از این رو در این مقاله بر روی استفاده از انرژی بادی جهت تامین برق مورد نیاز در منازل مسکونی در شهرستان نوشهر از استان مازندران، تحقیق و پژوهش انجام شده است. طبق بررسی‌های صورت گرفته، سرعت باد می‌بایست بالای ۵ متر بر ثانیه یا ۱۸ کیلومتر بر ساعت باشد تا امکان بهره‌وری از انرژی بادی فراهم گردد. با توجه به بررسی اطلاعات موجود در سایت سازمان هواشناسی کشور، در بیشتر روزهای سال می‌توان از انرژی باد در شهرستان نوشهر بهره برد و استفاده نمود. همچنین با ارزیابی یک ساختمان دو طبقه در چهار واحد می‌توان از توربین‌های بادی بر روی سقف این ساختمان (مساحت قسمت سقف این ساختمان، ۲۰۰ متر مربع در نظر گرفته شده است) جهت تولید برق استفاده کرد. طبق محاسبه حداکثر توان قابل دستیابی، ۶۷۲۰۷۰/۷۷ وات یا ۰/۶۷ مگاوات برای این ساختمان ارزیابی گردیده است. بنابراین می‌توان از توان بدست آمده از انرژی باد طبق محاسبه صورت گرفته می‌توان در کنار برق تولیدی از نیروگاه‌های سوخت فسیلی، از این انرژی در منازل مسکونی جهت کاهش مصرف انرژی بهره برد و به همین منظور می‌توان مصرف سوخت را کاهش داد و همچنین آلاینده‌های زیست محیطی را به حداقل رساند.

مراجع

- [۱] تناکیان، س. پیری صحراگرد، ح. امیری، م. اهمیت استفاده از انرژی باد دشت سیستان به عنوان انرژی نوین، دومین همایش ملی دانش و فناوری علوم کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست ایران، تهران، ۱۳۹۶.
- [۲] نیاجلیلی، م. عابد، ح. تاج‌بر پرشکوهی، ه. بررسی سرعت و قدرت باد برای بهره‌وری از این انرژی تجدید پذیر در شهرهای لاهیجان و بندرانزلی از استان گیلان، اولین کنفرانس ملی مهندسی برق دانشگاه آزاد اسلامی واحد لنگرود، ۱۳۹۳.
- [۳] نیاجلیلی، م. بیدریغ مهر، ز. شکرالله نیا روشن، م. بررسی کاربرد استفاده از انرژی باد در تامین انرژی ساختمان‌های مسکونی، پنجمین کنفرانس بین‌المللی یافته‌های نوین علوم و تکنولوژی با محوریت علم در خدمت توسعه، ۱۳۹۷.
- [۴] توکلین، ع. ارشاد، ا. هوشمند سازی ساختمان‌های با بهره‌گیری از انرژی بادی، کنگره بین‌المللی علوم مهندسی و توسعه شهری پایدار، دانمارک - کپنهاگ، شهریور ۱۳۹۷.
- [۵] نظری، ف. کشوری، ع. رضایی، س. صفری، م. بررسی انرژی‌های نو، پاک و تجدید پذیر و اهمیت استفاده از آن‌ها، اولین همایش ملی انرژی‌های نو و پاک، ۵ اردیبهشت ۱۳۹۲.
- [۶] انرژی و محیط زیست، توربین بادی، <https://www.zoomit.ir>
- [۷] نوری کزج، ک. افشین مهر، و. نحوه تامین انرژی پایدار از طریق توربین بادی در ساختمان‌ها، کنفرانس ملی تحقیقات بنیادین در عمران، معماری و شهرسازی، تهران، خرداد ۱۳۹۷.
- [۸] سازمان هواشناسی کشور، ایستگاه هواشناسی، قابل دستیابی در وب سایت www.irimo.ir