

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 بادنا و بادسنج قرار می‌گیرد که به کامپیوتری متصل است و توربین بر اساس اطلاعات بادنا، 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

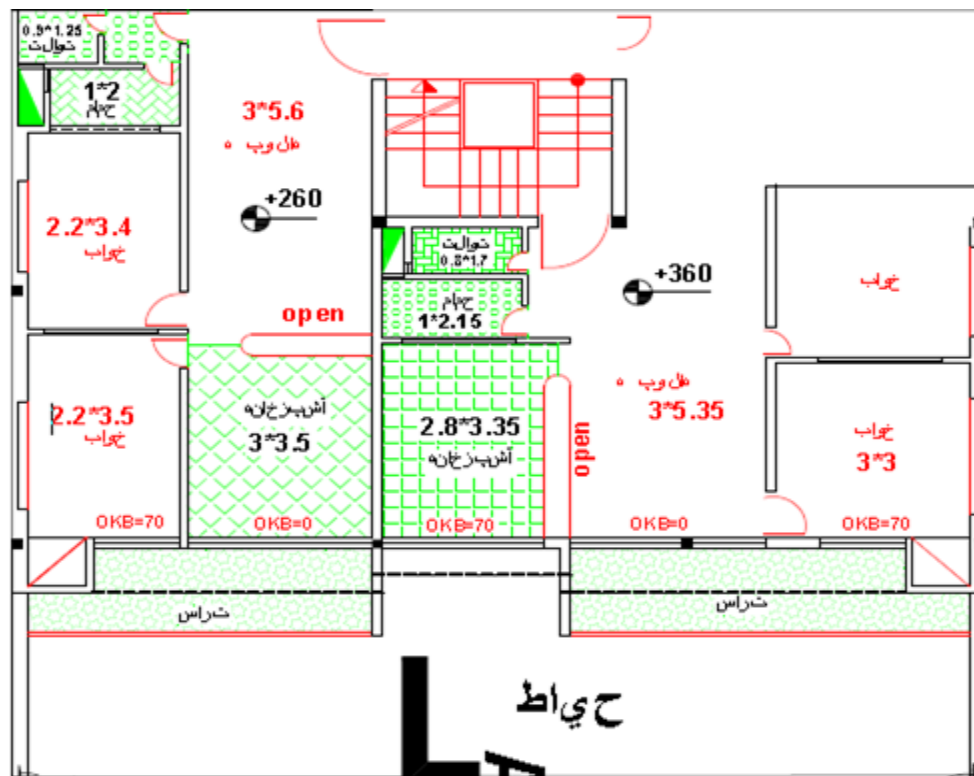
ایستگاه نوشهر		ایستگاه نوشهر	
15/12/1397	تاریخ	15/12/1397	تاریخ
18	زمان (UTC)	12	زمان (UTC)
9° c	دما	13° c	دما
1017.80 hPa	فشار	1018.80 hPa	فشار
0 m/s, 0 km/h	سرعت باد	3 m/s, 10.8 km/h	سرعت باد
-	جهت باد	شمال شرقی	جهت باد

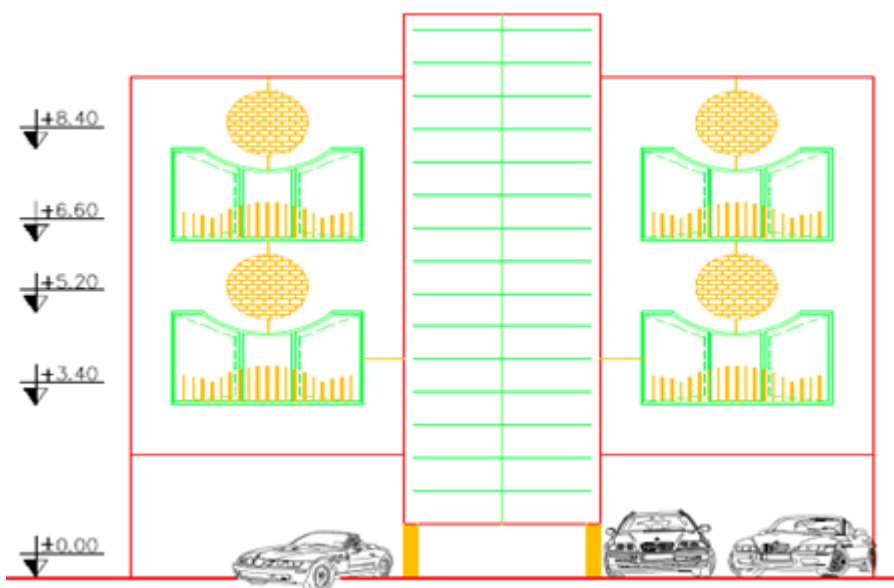
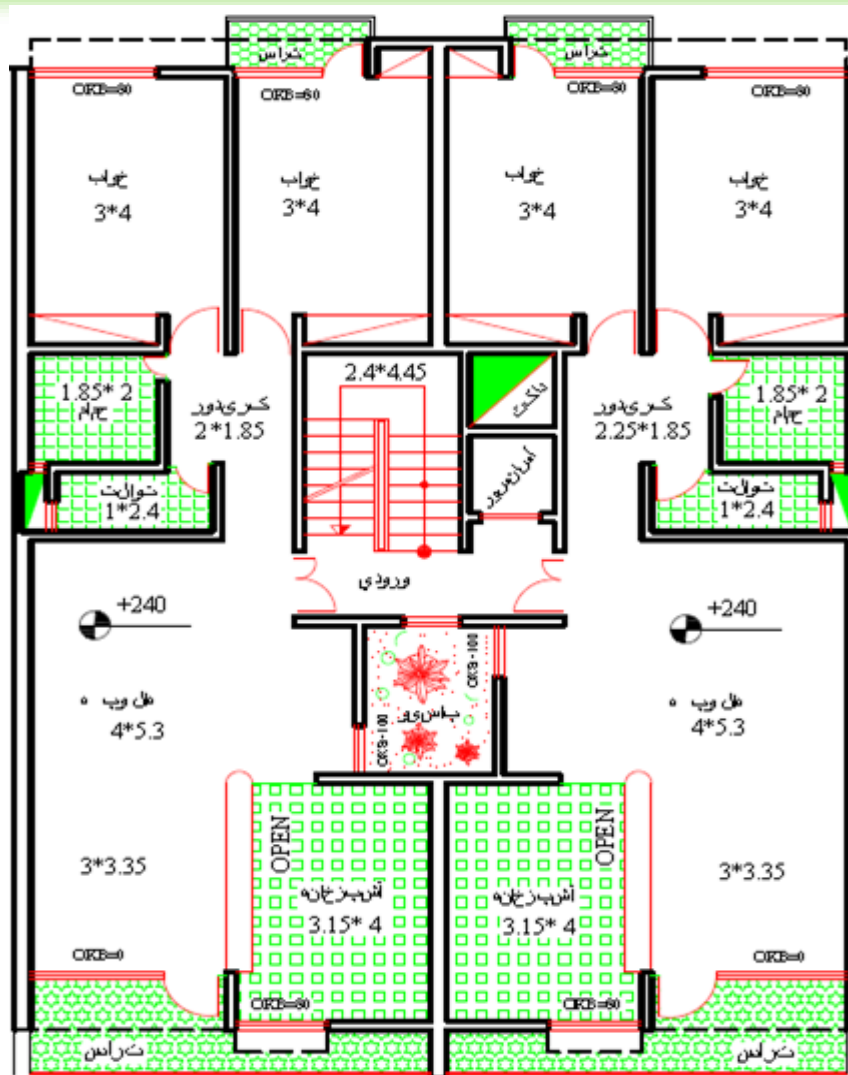
جدول ۱: پارامترهای هواشناسی - ایستگاه نوشهر [۸]

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 ۵۹/۳٪ 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، ۲۱ m/s یا ۷۵/۶ 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 ۵۹/۳ 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، ۶۷۲۰۷۰/۷۷ وات یا ۰/۶۷ 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 ۹۹/۹۷٪ 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، ۴۳٪ 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] توکلیان، 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

بهره‌برداری از انرژی خورشیدی در یک ساختمان مسکونی به منظور کاهش مصرف انرژی و آلایندگی زیست محیطی

سید محمدرضا حسینی علی آباد^{۱*}، رضا حسنی^۲، مهدی کشاورز^۳، محمد معین رشیدپور^۴، حدیث
سرلک^۵

۱- گروه مهندسی مکانیک، مازندران

۲- گروه مهندسی برق، ارومیه

۳- گروه مهندسی برق، ارومیه

۴- گروه مهندسی مکانیک، انزلی

۵- گروه مهندسی مکانیک، قم

چکیده

انرژی خورشید به عنوان یک انرژی بی‌نهایت، پاک، تجدیدپذیر و مقرون به صرفه بودن می‌تواند جایگزین سوخت-های فسیلی گردد. با استفاده از انرژی خورشیدی که به عنوان یک انرژی تمیز و پاک محسوب می‌گردد، می‌توان باعث کاهش مصرف انرژی، کاهش وابستگی به نفت و همچنین کاهش انتشار گازهای آلاینده گردید. سلول خورشیدی نیز می‌تواند با جذب نور خورشید، برق تولید نماید. از این رو در منازل مسکونی که به دست بشر ساخته می‌شود، میزان مصرف انرژی در آن‌ها زیاد می‌باشد و از آنجا که سوخت‌های تجدیدناپذیر یک روز به پایان می‌رسند، استفاده از پنل‌های خورشیدی در منازل مسکونی به جهت تامین انرژی الکتریکی می‌تواند بهترین گزینه باشد. از همین رو در مقاله پیش رو از انرژی خورشیدی در یک ساختمان دو طبقه سه واحدی توسط نرم‌افزار PV SYST استفاده و شبیه‌سازی گردیده است.

واژگان کلیدی: بهره‌برداری، انرژی خورشیدی، ساختمان، آلایندگی، نرم‌افزار PVSYST

۱- مقدمه

با توجه به رشد و توسعه تکنولوژی در صنایع مختلف به کارگیری و تولید بهینه منابع انرژی پاک در جهان در بین جوامع پیشرفته از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. اهمیت و ارزش منابع انرژی همواره کشورهای پیشرفته را در پی پیدا کردن منابع نامحدود و با صرفه اقتصادی ترقیب کرده است. رشد شدید فناوری‌های نوین در کلیه سطوح صنایع نیاز انسان را به استفاده روزافزون از نیروی برق به عنوان یک انرژی پاک و بهینه را بر می‌شمارد (برهانی و همکاران، ۱۳۹۷).

بحران انرژی که از دهه ۱۹۶۰ آغاز گردید، کشورهای جهان را بر آن داشته که با مسائل مربوط به انرژی، برخوردی متفاوت داشته باشند. در این میان جایگزینی انرژی‌های فسیلی با انرژی‌های تجدیدپذیر و از جمله انرژی خورشیدی به منظور کاهش و صرفه‌جویی در مصرف انرژی و کاهش انتشار گازهای آلاینده با استقبال فراوانی روبرو شده است. خورشید به طور متوسط در هر ثانیه 1.02×10^{11} کیلو وات ساعت انرژی ساطع می‌کند. از کل انرژی منتشر شده توسط خورشید، تنها در حدود ۰.۴۷٪ آن به زمین می‌رسد (به دلیل مسائلی همچون بازتاب و جذب بخشی از نور توسط ذرات معلق در هوا). این بدان معنی است که زمین در هر ساعت در حدود ۶۰ میلیون BTU دریافت می‌کند. یعنی انرژی ناشی از سه روز تابش خورشید به زمین برابر با تمام انرژی ناشی از احتراق کل سوخت‌های فسیلی در دل زمین است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در اثر تابش خورشید به مدت چهل روز، می‌توان انرژی مورد نیاز یک قرن را ذخیره نمود (نشریه سازمان انرژی‌های نو ایران، ۱۳۸۸).

با توجه بر اینکه مصرف انرژی‌های فسیلی علت اصلی آلودگی هوا و تغییر اقلیم است، استفاده از انرژی‌های نو و تجدیدپذیر موجب کاهش آلودگی هوا و انتشار گازهای گلخانه‌ای و همچنین کاهش وابستگی به نفت، حفظ محیط زیست و در نهایت منجر به توسعه پایدار می‌شود و از سویی رویکرد اصلی توسعه پایدار در دنیا تکیه بر انرژی‌های نو و تجدیدپذیر است (حاجی‌پور و فروزان، ۱۳۹۳). سلول‌های خورشیدی یا اصطلاحاً پنل‌های خورشیدی از جمله ابزارهایی هستند که می‌توانند انرژی پاک و نامتناهی خورشید را به انرژی برق تبدیل نمایند. با افزایش بازده و کاهش قیمت این ادوات، بکارگیری آن‌ها جهت جبران مشکل کمبود انرژی در حال گسترش است به طوری که پیش‌بینی می‌شود در چهل سال آینده بیش از یک سوم برق مصرفی در یک کشور صنعتی مانند آلمان از طریق این پنل‌ها تولید گردد (Kumar Shukla et al, ۲۰۱۶).

منازل مسکونی از جمله ساختارهای دست ساخت بشر هستند که میزان مصرف انرژی در آن‌ها زیاد می‌باشد. از طرفی، انسان برای آرامش و سکنی گزینی نیاز به تامین انرژی در این فضاهای خصوصی خود دارد و از طرفی دیگر، مقادیر بسیار زیادی از سوخت‌های فسیلی تجدیدناپذیر که امروزه برای تولید انرژی مصرف می‌شوند سوخت‌هایی هستند که در دسترس نسل‌های آینده نخواهد بود و آیندگان از آن محروم خواهند ماند. بدلیل فرآیندهایی که در تبدیل سوخت به انرژی نقش دارند در دراز مدت اثرات منفی بر محیط زیست خواهند گذاشته و خواهند گذارد. بنابراین، آرامش و آسایش در محیط و فضای زیستی تحت تاثیر آلاینده‌های انرژی و نحوه تامین انرژی می‌باشد. در این راستا، می‌باید مباحثی مورد مذاقه قرار گیرند؛ از جمله، نحوه تامین انرژی و شکل و نوع فضاهای ساختمانی موجود و ایجاد شده برای آینده، باید بر اساس رویکردهایی باشند که حس و قابلیت پاسخ‌گویی و مسئولیت‌پذیری در برابر شرایط زیستی، آسایش و آرامش از یک سو، و حفظ طبیعت و ذخایر آن و بهره‌گیری از پتانسیل انرژی‌های تجدیدپذیر، به خصوص انرژی خورشیدی، در آن‌ها مورد حصول واقع گردد. بهره‌گیری از خورشید به عنوان یکی از منابع مهم انرژی از آن سو اهمیت دارد که در سراسر گیتی و به خصوص در ایران، در دسترس بوده، و فاقد اثرات مخرب زیست محیطی می‌باشد (هدفی و نجفی زارع، ۱۳۹۲).

استفاده از انرژی خورشیدی در منازل مسکونی در خیلی از کشورهایی که حتی شرایط اقلیمی متفاوتی نسبت به ایران دارند، روز به روز در حال افزایش است. به عنوان مثال کشور آلمان ۳۰ تا ۵۰ درصد کل ظرفیت نصب شده فتوولتاییک جهان را به

خود اختصاص داده است. از سال ۲۰۰۷ ظرفیت تولید برق از انرژی خورشیدی این کشور در حدود ۲۵ گیگاوات است و دولت آلمان قصد دارد این ظرفیت را تا سال ۲۰۳۰ به ۶۶ گیگاوات افزایش دهد. نظیر آن چیزی که در دیگر کشورهای اروپایی اسپانیا در ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹ و ایتالیا در ۲۰۱۰ و ۲۰۱۱ رخ دادند، آلمان تعرفه انرژی را تا ۴۰ درصد کاهش داده است و به مدت دو دهه کشوری پیشرو در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر بوده، اولین قوانین تعرفه انرژی آلمان در سال ۱۹۹۱ به تصویب رسیدند؛ بعضی از مزایایی که این سیستم تولید انرژی دارد به شرح ذیل است (شمالی، ۱۳۹۴):

- (۱) کاهش آلودگی محیط زیست
- (۲) مقرون به صرفه بودن
- (۳) آسانی طراحی سیستم و نصب و بهره‌برداری از آن
- (۴) کاهش هزینه‌های زندگی هر خانواده و بالا رفتن سطح آسایش و کیفیت زندگی
- (۵) صرفه‌جویی در هزینه‌های کلان دولت
- (۶) تجدیدپذیر بودن
- (۷) پاک بودن
- (۸) ایجاد اشتغال
- (۹) حفظ ذخایر زیرزمینی
- (۱۰) تحقیق و توسعه

افتخار اصلی و افهمی در سال ۱۳۹۸ بیان کردند که با یک تفکر طراحی و برنامه‌ریزی دقیق می‌توان ساختمان‌هایی را ساخت که کمترین تاثیر منفی بر محیط زیست داشته باشند و همچنین اذعان داشتند که با طراحی اصولی ساختمان‌ها و با توجه به شرایط اقلیمی آن منطقه و استفاده درست از انرژی خورشیدی می‌توان نقش بسزایی در کاهش مصرف انرژی ساختمان داشت. در نهایت، محاسبه بار حرارتی ساختمان با تمرکز بر بهره‌مندی از تابش خورشید در شهر کرمان توسط نرم‌افزار دیزاین بیلدر انجام داده‌اند که طبق نتایج تحقیق می‌توان با استفاده از تکنولوژی‌های نوین در راستای بهره‌مندی از انرژی تجدیدپذیر در طراحی مجتمع مسکونی، مصرف انرژی در ساختمان را کاهش داد.

ترابی در سال ۱۳۹۷ به بررسی استفاده بهینه از انرژی خورشیدی در طراحی ساختمان‌های مسکونی پرداخت. این نویسنده بیان نمود امروزه جهت تولید انرژی از سوخت‌های فسیلی استفاده می‌شوند و اینگونه سوخت‌ها روزی به پایان می‌رسند و نسل‌های آینده دسترسی ندارند. از همین رو وی در پژوهش خود ذکر نمود یکی از منابع مهم انرژی خورشید است که به عنوان یک منبع مفید و تامین کننده انرژی می‌تواند در بیشتر نقاط جهان بکار گرفته گردد. همچنین عنوان نمود در ساختمان‌سازی بایستی تمهیداتی اعمال گردد که بتوان حداکثر استفاده از انرژی خورشیدی را به صورت جذب مستقیم و یا از طریق هدایت حرارتی و یا از طریق جذب و انباشت حرارت نمود تا برای گرمایش و سرمایش استفاده شود.

جورسرایبی آلاشتی در سال ۱۳۹۷ بر روی نقش انرژی خورشیدی در ساختمان‌های تجاری و مسکونی تحقیق و پژوهش کرد. این نویسنده ذکر نمود انرژی خورشیدی به عنوان یک منبع بی‌پایان می‌تواند بسیاری از مشکلات در زمینه انرژی و محیط زیست را حل نماید. وی با بیان اینکه صرفه‌جویی در مصرف انرژی ساختمان‌ها به یکی از مهم‌ترین مسائل مطرح در طراحی و ساخت

ساختمان‌های نو تبدیل شده است؛ اذعان داشت با استفاده از انرژی خورشیدی به عنوان یکی از انرژی‌های پاک می‌توان در بهبود طراحی ساختمان‌های مسکونی و تجاری قدم بزرگی برداشت.

۲- انرژی خورشیدی و مزایای آن

خورشید نه تنها خود منبع عظیم انرژی است، بلکه سرآغاز حیات و منشا تمام انرژی‌های دیگر است. طبق برآوردهای علمی در حدود ۶۰۰۰ میلیون سال از تولد این گوی آتشین می‌گذرد و در هر ثانیه $4/2$ میلیون تن از جرم خورشید به انرژی تبدیل می‌شود. با توجه به وزن خورشید که حدود ۳۳۳ هزار برابر وزن زمین است. این کره نورانی را می‌توان به عنوان منبع عظیم انرژی تا ۵ میلیارد سال آینده به حساب آورد. زمین در فاصله ۱۵۰ میلیون کیلومتری خورشید واقع است و ۸ دقیقه و ۱۸ ثانیه طول می‌کشد تا نور خورشید به زمین برسد (ملکزاده و امیری، ۱۳۹۶).

جالب است بدانیم که سوخت‌های فسیلی ذخیره شده در اعماق زمین، انرژی‌های باد و آبشار و امواج دریاها و بسیاری موارد دیگر انرژی دریافتی خود را از خورشید می‌گیرند. شناخت انرژی خورشید و استفاده از آن برای منظوره‌های مختلف به زمان ما قبل تاریخ باز می‌گردد؛ شاید به دوران سفالگری. در آن هنگام روحانیون معابد به کمک جام‌های بزرگ طلائی صیقل داده شده و اشعه خورشید، آتشدان‌های محراب‌ها را روشن می‌کردند. یکی از فراعنه مصر معبدی ساخته بود که با طلوع خورشید درب آن باز و با غروب خورشید درب بسته می‌شد. ولی مهم‌ترین روایتی که درباره استفاده از خورشید بهین شده، داستان ارشمیدس دانشمند و مخترع بزرگ یونان قدیم می‌باشد که ناوگان روم را با استفاده از انرژی حرارتی خورشید به آتش کشید. در ایران نیز معماری سنتی ایرانیان باستان نشان دهنده توجه خاص آنان در استفاده صحیح و موثر از انرژی خورشید در زمان‌های قدیم بوده است و با وجود آنکه انرژی خورشید و مزایای آن در قرون گذشته به خوبی شناخته شده بود ولی بالا بودن هزینه اولیه چنین سیستم‌هایی از یک طرف و عرضه نفت و گاز ارزان از طرف دیگر، سد راه پیشرفت این سیستم‌ها شده بود تا اینکه افزایش قیمت نفت در سال ۱۹۷۳ باعث شد که کشورهای پیشرفته صنعتی مجبور شدند به مسئله تولید انرژی از راه‌های دیگر (غیر از سوخت‌های فسیلی) توجه جدی‌تری نمایند. در عصر حاضر از انرژی خورشیدی توسط سیستم‌های مختلف و برای مقاصد متفاوت استفاده و بهره‌گیری می‌شود که عبارتند از (ملکزاده و امیری، ۱۳۹۶):

(۱) استفاده از انرژی حرارتی خورشید برای مصارف خانگی، صنعتی و نیروگاهی

(۲) تبدیل مستقیم نور حاصل از پرتوهای خورشید به الکتریسیته به وسیله تجهیزاتی به نام فتوولتاییکی این بخش از کاربردهای انرژی خورشیدی شامل دو گروه کاربردهای نیروگاهی و غیر نیروگاهی می‌باشد.

کاربرد نیروگاهی: تاسیساتی که با استفاده از آن‌ها انرژی جذب شده حرارتی خورشید به الکتریسیته تبدیل می‌شود، نیروگاه حرارتی خورشیدی نامیده می‌شود. کاربردهای غیر نیروگاهی از انرژی حرارتی خورشید شامل موارد متعددی می‌باشد که اهم آن‌ها عبارتند از: آبگرمکن و حمام خورشیدی، سرمایش و گرمایش خورشیدی، آب شیرین کن خورشیدی، خشک کن خورشیدی، اجاق خورشیدی، کوره‌های خورشیدی و خانه‌های خورشیدی (ملکزاده و امیری، ۱۳۹۶).

خورشید، گوی غول پیکر درخشانی در وسط منظومه شمسی و تامین کننده نور، گرما و انرژی‌های دیگر زمین است. تقریباً تمامی منابع انرژی روی زمین به وسیله خورشید تامین می‌گردد. فقط انرژی اتمی، انرژی داخل زمین و آن قسمتی از انرژی جزر و مد که به وسیله نیروی جاذبه ماه می‌باشد به وسیله خورشید تامین نمی‌شود (ملکزاده و امیری، ۱۳۹۶).

مزایای انرژی خورشیدی عبارتند از:

- ۱) تجدیدپذیر بودن: انرژی خورشید یک منبع بی‌پایان است و از بین نمی‌رود؛ و تا زمانی که خورشید همچنان در حال تابش است امکان استفاده از این انرژی وجود دارد و دانشمندان عمر خورشید را حدود ۵/۶ میلیارد سال تخمین زده‌اند (ملکزاده و امیری، ۱۳۹۶، ۲۰۱۶، Görig and Breyer).
- ۲) قابلیت دسترسی: انرژی خورشیدی در همه جای دنیا یافت می‌شود و فقط مختص کشورهای استوایی نیست، بلکه سایر کشورها نیز با بکارگیری از تکنولوژی‌های نوین در استفاده از این انرژی می‌توانند از آن بهره‌مند شوند. به طور مثال می‌توان گفت که یکی از کشورهای با ظرفیت بالا توان خورشیدی، آلمان است (ملکزاده و امیری، ۱۳۹۶، ۲۰۱۶، Görig and Breyer).
- ۳) دوستدار و حفظ سلامت محیط زیست: استفاده از انرژی خورشیدی در کل آلودگی به همراه ندارد. هر چند که مقدار آلودگی در اثر ساخت، انتقال و نصب نیروگاه‌های خورشیدی وجود دارد، اما میزان آن‌ها در مقابل نیروگاه‌های سوخت فسیلی متداول بسیار کم است و از این رو انتشار گازهای گلخانه‌ای را به حداقل می‌رساند (ملکزاده و امیری، ۱۳۹۶، ۲۰۱۸، Kabir et al).
- ۴) کاهش هزینه برق مصرفی: استفاده از انرژی خورشیدی موجب شده تا نیاز به استفاده از شبکه‌های برق مصرفی کاهش پیدا نماید و صاحبان خانه‌های مسکونی در صورتی که امکانات شبکه‌ای آن وجود داشته باشد می‌توانند میزان برق تولیدی مازاد بر مصرف خود را به شبکه فروخته و در مقابل تعرفه‌های مصوب را دریافت نمایند. این بدین معنی است که صاحبان خانه می‌توانند هزینه برق مصرفی خود را به شدت کاهش دهند (ملکزاده و امیری، ۱۳۹۶، ۲۰۱۳، Machol and Rizk).

۳- موقعیت کشور ایران از نظر میزان دریافت انرژی خورشیدی

ایران در بین مدارهای ۲۵ تا ۴۰ درجه عرض شمالی قرار گرفته که این منطقه به لحاظ دریافت انرژی خورشیدی در بین نقاط زمین در بالاترین رده‌ها قرار دارد؛ به نحوی که میزان تابشی خورشید در ایران ۱۸۰۰ تا ۲۲۰۰ کیلو وات ساعت بر مترمربع تخمین زده شده است که بسیار بالاتر از متوسط جهانی است. همچنین به طور متوسط سالیانه بیش از ۳۰۰ روز آفتابی در ایران گزارش شده است. که بسیار قابل توجه است این آمار نشان دهنده پتانسیل بسیار بالای کشورمان در جهت استفاده از انرژی خورشید می‌باشد. کشور ایران به لحاظ دریافت انرژی خورشیدی و امکان استفاده از این انرژی جهت تامین نیازهای خود بسیار غنی است و دریافتی انرژی خورشیدی در آن حدود ۴۰۰۰ برابر انرژی مصرفی آن می‌باشد. می‌توان اکثر نیازهای کشور را با استفاده از منبع انرژی خورشیدی تامین نمود (مسائلی، ۱۳۹۷).

۴- استفاده از انرژی خورشیدی در ساختمان مسکونی

با پیشرفت علم و آگاهی از میزان انرژی که خورشید به فراوانی در اختیار ما قرار می‌دهد، پنل‌های خورشیدی به عنوان یک فناوری و تکنولوژی برای تولید انرژی مورد نیاز در ساختمان‌های مسکونی مورد استفاده قرار گرفت. پنل‌های خورشیدی که بر

روی بعضی از ساختمان‌ها مورد استفاده قرار گرفته شده، از کنار هم قرار گرفتن سلول‌های خورشیدی تشکیل شده است. نرم افزار PV SYST یکی از بهترین نرم افزارهای طراحی نیروگاه‌های فتوولتاییک در مقیاس‌های کیلووات و مگاوات می‌باشد. ساختمان آزمایش شده در این مقاله یک ساختمان دو طبقه متشکل از ۳ واحد مسکونی واقع در استان مازندران، شهرستان سوادکوه می‌باشد. طبق سرشماری از تعداد لوازم و کل وات مصرفی بکار رفته در این ساختمان، در هنگام بروز بدترین شرایط (روشن ماندن تمامی لوازم برقی به صورت همزمان) به منظور دریافت کل وات مصرفی ساختمان، برابر ۱۳,۷۶ کیلووات بر ساعت بوده و حداکثر توان نامی نیروگاه ۱۴,۰۴ کیلووات در نظر گرفته شده است. در ادامه به داده‌های اولیه (ورودی به نرم افزار) و داده‌های ثانویه (خروجی از نرم افزار) اشاره خواهد شد و خواهیم دید که همین نیروگاه ساختمان مسکونی چگونه از ورود تن‌ها مواد آلاینده به جو اتمسفر و محیط زیست جلوگیری خواهد کرد. شایان ذکر است عمر مفید این نیروگاه طبق برآوردهای نرم افزار ۳۰ سال می‌باشد.

پارامترهای شبیه‌سازی از طریق نرم‌افزار PVSYST بدین صورت می‌باشد:

۳۶/۱۸° N	موقعیت عرض جغرافیایی
۵۲/۹۷° E	موقعیت طول جغرافیایی
UT + ۳/۵	منطقه زمانی
۰/۲۲	درصد نور بازتابیده
۱۹۸۰ - ۱۹۹۹	تاریخ آب و هوا
۱۶:۰۴ - ۲۰۱۹/۱۲/۲۲	تاریخ و زمان شبیه‌سازی
۳۰ درجه	جهت گیرنده هوایی، شیب
۰ درجه نسبت به جنوب	جهت گیرنده هوایی، قوس
۰	پیکربندی سایه اندازی
۳ تا	تعداد سایه اندازی
تک خطی	بردار
۴/۵۰ m	فاصله‌های سایه‌اندازی
۳/۳۶ m	عرض جمع کننده
۰/۰۲ m	باند غیرفعال بالا
۰/۰۲ m	باند غیرفعال پایین
۴۷/۰°	زاویه حد سایه، زاویه محدوده‌ی
۷۴/۶٪	زاویه حد سایه، نسبت پوشش زمین
JAP۶ (DG) ۶۰-۲۶۰	ماژول خورشیدی، ماژول سیلیکونی
شرکت JA Solar	پایگاه داده‌ی اصلی پنل خورشیدی، سازنده
۹ ماژول	تعداد ماژول‌های خورشیدی، به صورت سری
۶ رشته‌ای	تعداد ماژول‌های خورشیدی، به صورت موازی
۵۴	مجموع ماژول‌های خورشیدی، تعداد ماژول
۲۶۰ W _P	مجموع ماژول‌های خورشیدی، قدرت
۱۴/۰۴ KW _P	آرایه قدرت کل، به صورت نامی
۱۲/۶۱ KW _P (۵۰° C)	آرایه قدرت کل، در عملیات هادی ها

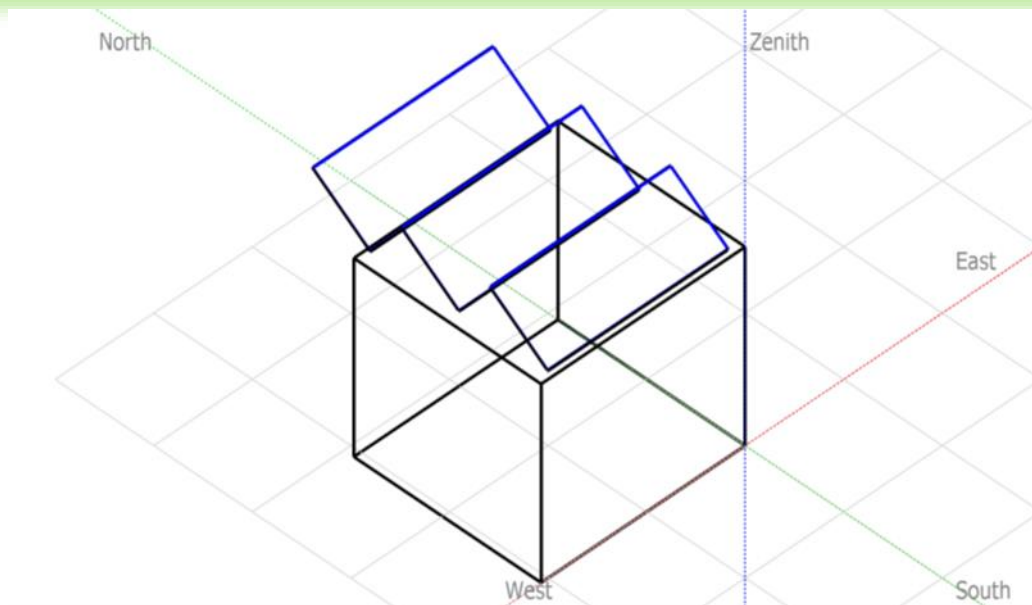
۲۵۳ V	ویژگی‌های عملیاتی آرایه در دمای 50°C ، ولتاژ
۵۰ A	ویژگی‌های عملیاتی آرایه در دمای 50°C ، جریان
$89/1\text{ m}^2$	مجموع کل ناحیه دربرگیرنده، ناحیه ماژول‌ها
$78/8\text{ m}^2$	مجموع کل ناحیه دربرگیرنده، ناحیه سلول‌ها
۱۲۵ – ۴۰۰ V	ولتاژ عملیاتی
$4/60\text{ KW}_{ac}$	قدرت نامی واحد
۳	پک اینورتر، تعداد اینورترها
$13/8\text{ KW}_{ac}$	پک اینورتر، قدرت کل
۱/۰۲	پک اینورتر، نسبت توان نامی

فاکتورهای تلفات ماژول‌های خورشیدی:

$20\text{ W/m}^2\text{K}$ (ولتاژ ثابت)	ضریب افت حرارتی
$0\text{ W/m}^2\text{K} / \text{m/s}$ (ولتاژ ناشی از تلفات)	ضریب افت حرارتی
۸۶ mOhm	تلفات هرسیم، آرایه مقاومت کل
۱/۵% at STC	تلفات هرسیم، کسر تلفات
-۰/۸%	تلفات کیفی ماژول، کسر تلفات
۱% at MPP	ضررهای عدم تطابق ماژول، کسر تلفات
۰/۱۰%	تلفات رشته‌های عدم تطابق، کسر تلفات
$IAM= 1-bo (1/\cos i - 1)$ $bo=0/05$	اثر بروز پارامترهای ASHRAE

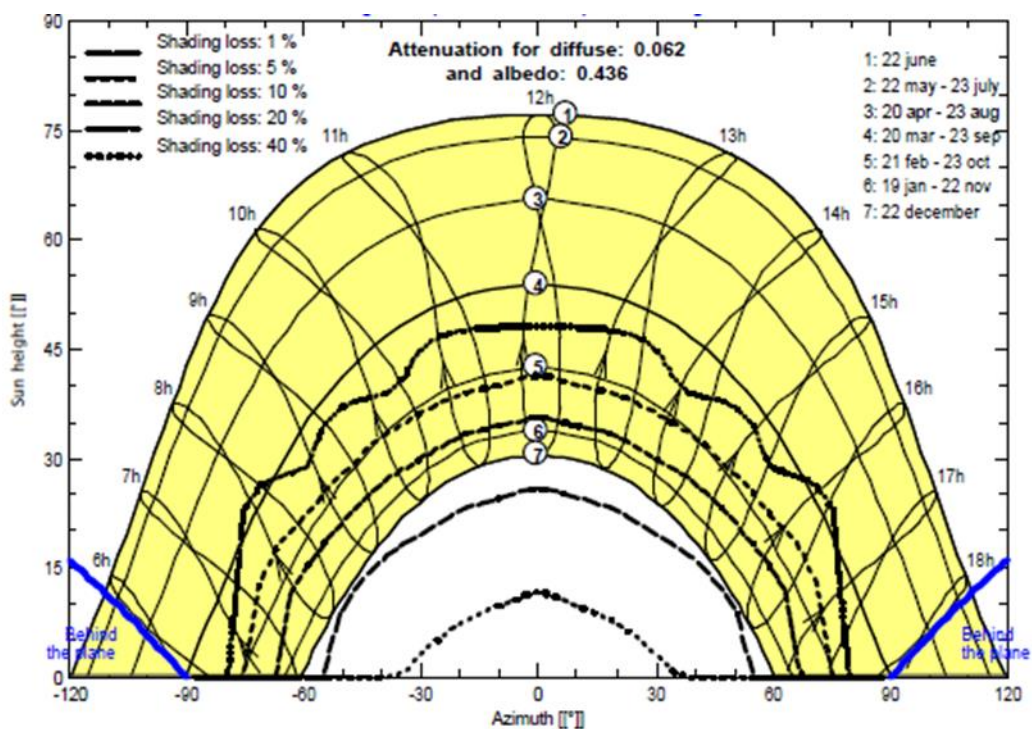
پارامترهای اصلی سیستم (نوع سیستم: متصل به شبکه):

30°	جهت گیرنده خورشیدی، شیب
0°	جهت گیرنده خورشیدی، قوس افقی
260 W_P	ماژول‌های خورشیدی، مدل JAP ¹ (DG) ۶۰-۲۶۰
۵۴	آرایه خورشیدی، تعداد ماژول‌ها
$14/04\text{ KW}_P$	آرایه خورشیدی، توان کل
4600 W_{ac}	اینورتر مدل xi ۴۵۰۱ Powador، توان
۳ تا	پک اینورتر
$13/80\text{ KW}_{ac}$	پک اینورتر، توان کل



شکل ۱: چشم‌انداز زمین خورشیدی و صحنه سایه اطراف

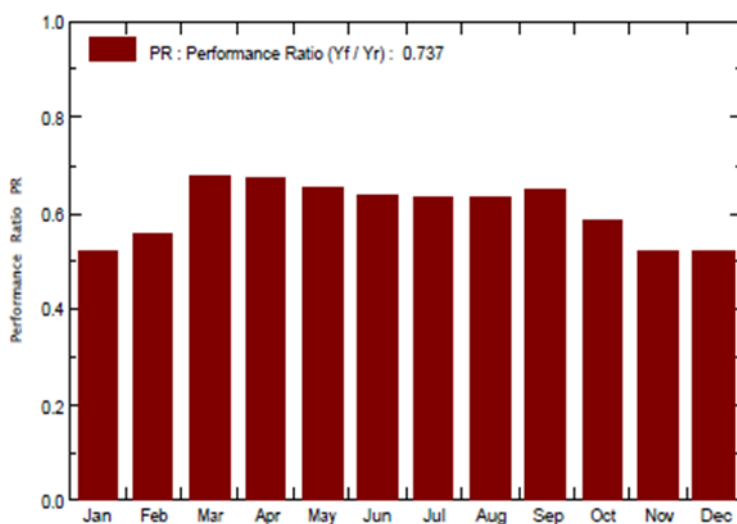
در شکل ۱ چگونگی چینش ماژول‌های خورشیدی مشاهده می‌گردد. همانطور که مشاهده می‌شود از ۳ پایه نگهدارنده (استرینگ) ماژول‌های خورشیدی که هر پایه متشکل از ۹ ستون و ۲ ردیف که در مجموع ۳ پایه نگهدارنده ۵۴ پنل خورشیدی به صورت سری برای تامین انرژی الکتریکی مورد نیاز ساختمان بسته شده‌اند استفاده شده است. چنانکه مستحضرید خورشید از شرق طلوع و در غرب غروب می‌کند. بنابراین، پنل‌های خورشیدی جهت دریافت مداوم انرژی به سمت جنوب با زاویه ۳۰ درجه تنظیم گردیده است تا تلفات حاصل از سایه اندازی به حداقل برسد.



شکل ۲: نمودار سایه اندازی (محاسبه خطی ضریب پرتو سایه: منحنی‌های سایه زنی در استاندارد ISO)

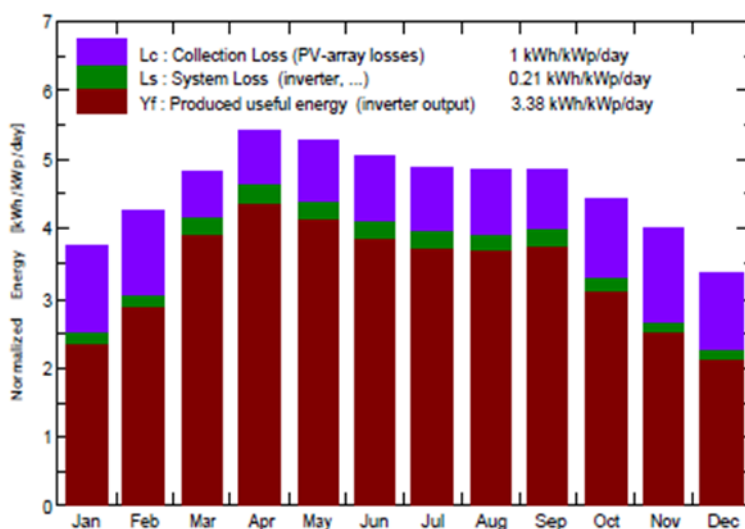
نتایج شبیه‌سازی پارامترهای اصلی سیستم:

۱۷/۳۲ MWh/year	تولید سیستم، انرژی تولید شده
۱۲۳۴ KWh/KWp/year	تولید سیستم، تزریق به شبکه
۷۳/۶۵٪	تولید سیستم، نسبت عملکرد



شکل ۳: نمودار نسبت عملکرد در ماه‌های میلادی

شکل ۳، نسبت عملکرد سیستم را در ماه‌های سال بر حسب میلادی نشان می‌دهد که از فرمول $pr = \frac{Y_f}{Y_r}$ بدست می‌آید. Y_f بیانگر تولید ویژه و Y_r بیانگر انرژی تابشی که بر سطح پنل می‌تابد می‌باشند. در این شکل از تاثیر شدت تابش بنا بر استناد به فرمول صرف نظر شده است. پس هرچه از ۱۰۰٪ کمتر بدست آید میزان تلفات عملیاتی را نشان می‌دهد.



شکل ۴: نمودار تولیدات عادی پنل‌ها در هر ماه میلادی (قدرت نامی: ۱۴,۰۴ KWp)

شکل ۴، مربوط به تولیدات نیروگاه می باشد که بخش قرمز رنگ بخش مقدار انرژی الکتریکی تزریقی به شبکه می باشد. بخش سبز رنگ مربوط به تلفات بخش AC (شامل اینورتر و ...) و بخش آبی رنگ نیز مربوط به تلفات بخش DC (شامل تلفات تابش روی پنل، کابل های DC و ...) می باشند. همانطور که در شکل ۴ مشاهده می گردد در ماه آوریل بالاترین میزان تزریق برق به شبکه را دارد اما در شکل ۳ بیشترین مقدار را ماه مارچ دارد. دلیل آن این است که همانطور که در بهار بهترین وضعیت تابشی را داریم هم زمان مقداری هم تلفات اهمی بیشتری داریم لذا عملکرد سیستم در این ماه اندکی کم می باشد.

جدول ۱، ترازها و نتایج شبیه سازی پارامترهای اصلی سیستم را در ماه های مختلف میلادی نشان می دهد.

جدول ۱: ترازها و نتایج اصلی شبیه سازی بر اساس ماه های میلادی

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
January	76.7	32.14	6.71	116.6	101.4	1.095	1.028	0.628
February	89.5	43.85	8.19	119.4	108.9	1.197	1.127	0.672
March	127.1	66.44	11.61	149.5	140.2	1.822	1.716	0.817
April	153.6	79.66	15.28	162.6	151.8	1.957	1.845	0.808
May	167.7	86.28	20.65	163.3	152.1	1.915	1.801	0.785
June	162.1	85.55	24.91	151.2	140.3	1.738	1.632	0.769
July	161.3	89.21	27.07	152.1	141.0	1.732	1.626	0.761
August	150.0	84.43	27.54	151.1	140.3	1.716	1.614	0.761
September	128.7	62.17	23.96	145.9	137.0	1.690	1.591	0.777
October	108.7	57.08	19.43	137.4	126.9	1.441	1.356	0.703
November	82.4	37.02	13.35	120.5	106.2	1.125	1.058	0.625
December	67.7	31.94	8.70	105.0	89.7	0.986	0.925	0.627
Year	1475.3	755.78	17.34	1674.7	1535.8	18.414	17.318	0.737

GlobHor: Horizontal global irradiation (تابش کل روی سطح افق)

DiffHor: Horizontal diffuse irradiation (تابش پراکنده کل)

T Amb: Ambient Temperature (دمای متوسط محیط)

GlobInc: Global incident in coll. plane (تابش انرژی کل بر سطح پنل در زاویه تعیین شده)

GlobEff: Effective Global, corr. For IAM (Incident Angle Modifier) and shadings

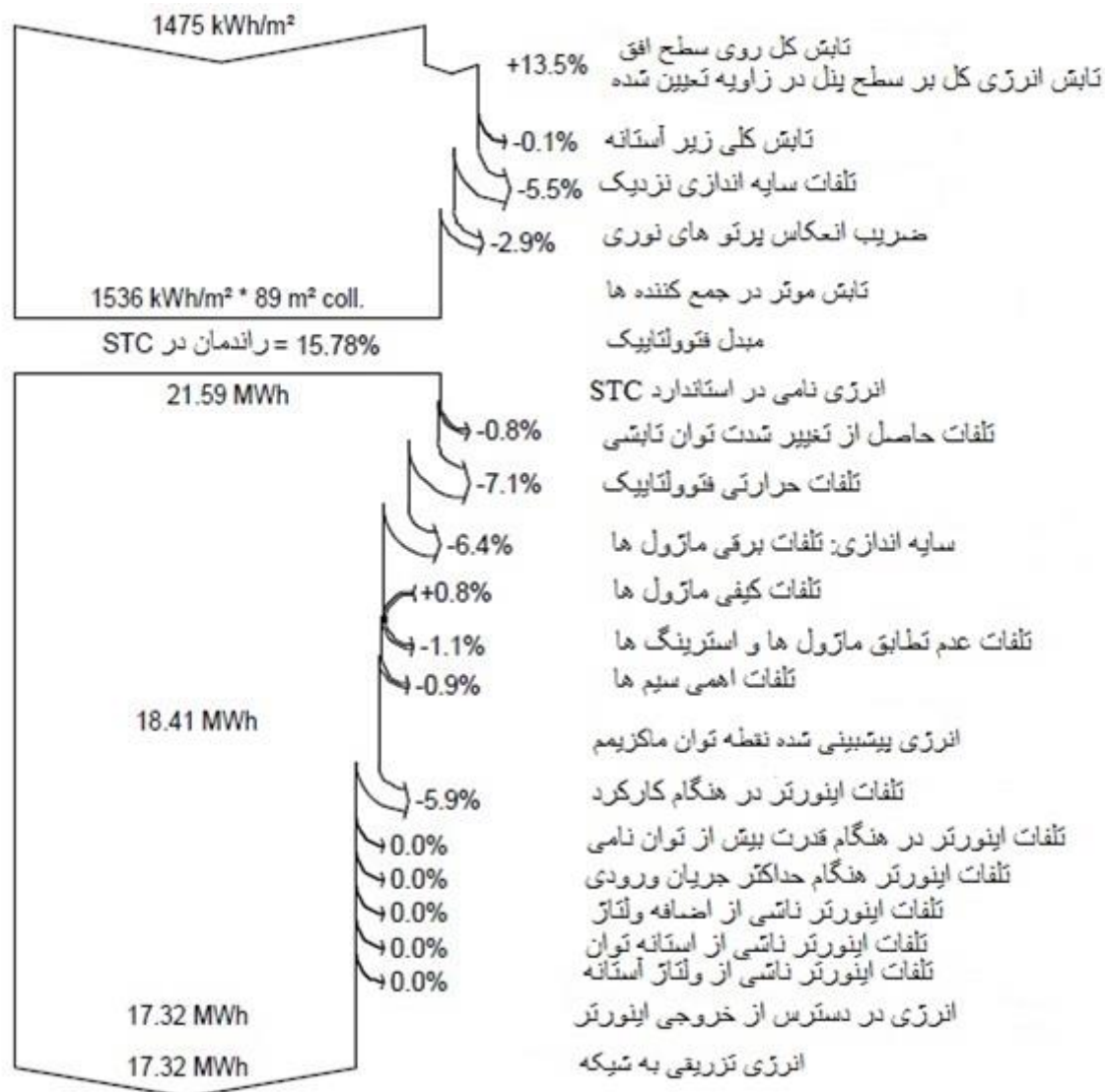
(تابش انرژی کل بر سطح پنل در زاویه تعیین شده با لحاظ تلفات سایه اندازی و انعکاس پرتوهای نوری)

EArray: Effective energy at the output of the array (انرژی الکتریکی تولید شده توسط پنل ها)

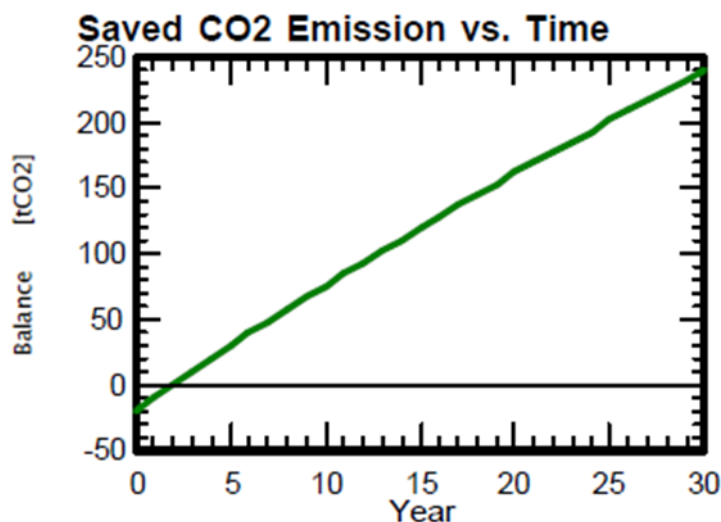
E_Grid: Energy injected into grid (انرژی تزریق شده به شبکه)

PR: Performance Ratio (نسبت عملکرد)

نمودار انرژی تلف شده AC و DC در طول سال بر اساس پارامترهای اصلی سیستم:



نمودار زیر، مقدار کربن دی اکسید جلوگیری شده از ورود به محیط زیست نسبت به زمان (برحسب سال) را نشان می دهد. این نیروگاه خورشیدی در طی ۳۰ سال عمر مفید خود از ورود ۲۹۸/۷ تن کربن دی اکسید به محیط زیست جلوگیری می نماید.



شکل ۵: نمودار مقدار کربن دی اکسید جلوگیری شده از ورود به محیط زیست

۵- نتیجه گیری

در این مقاله، یک ساختمان دو طبقه متشکل از سه واحد مسکونی جهت بهره‌برداری از انرژی خورشیدی به منظور کاهش مصرف انرژی و آلاینده‌گی زیست محیطی از طریق نرم‌افزار PV SYST ارزیابی و شبیه‌سازی شد. بر طبق نتایج بدست آمده از نرم‌افزار، انرژی تلف شده AC و DC در طول سال بدین ترتیب می‌باشد:

تابش کل روی سطح افق 1475 kWh/m^2 ، تابش انرژی کل بر سطح پنل در زاویه تعیین شده $13/5\%$ ، تابش کلی زیر آستانه 1536 kWh/m^2 ، تلفات سایه‌اندازی نزدیک $5/5\%$ ، ضریب انعکاس پرتوهای نوری $2/9\%$ ، تابش موثر در جمع‌کننده‌ها 1536 kWh/m^2 ، $89 \text{ m}^2 \text{ coll}^*$ ، مبدل فتوولتاییک $15/78\%$ ، انرژی نامی در استاندارد $21/59 \text{ MWh STC}$ ، تلفات حاصل از تغییر شدت تابشی $0/8\%$ ، تلفات حرارتی فتوولتاییک $7/1\%$ ، سایه‌اندازی: تلفات برقی ماژول‌ها $6/4\%$ و تلفات کیفی ماژول‌ها $0/8\%$ ، تلفات عدم تطابق ماژول‌ها و استرینگ‌ها $1/1\%$ ، تلفات اهمی سیم‌ها $0/9\%$ ، انرژی پیش‌بینی شده نقطه توان ماکزیمم $18/41 \text{ MWh}$ ، تلفات اینورتر در هنگام کارکرد $5/9\%$ ، تلفات اینورتر در هنگام قدرت بیش از توان نامی 0% ، تلفات اینورتر هنگام حداکثر جریان ورودی 0% ، تلفات اینورتر ناشی از اضافه ولتاژ 0% ، تلفات اینورتر ناشی از آستانه توان 0% ، تلفات اینورتر ناشی از ولتاژ آستانه 0% ، انرژی در دسترس از خروجی اینورتر $17/32 \text{ MWh}$ ، انرژی تزریقی به شبکه نیز $17/32 \text{ MWh}$ ، این نیروگاه خورشیدی در طی ۳۰ سال عمر مفید خود از ورود $298/7$ تن کربن دی اکسید به محیط زیست جلوگیری می‌نماید. از این رو با کمک انرژی خورشیدی و نصب پنل‌های خورشیدی بر روی بام ساختمان، می‌توان از این انرژی پاک و نو جهت کاهش مصرف انرژی و آلاینده‌گی زیست محیطی استفاده نمود.

مراجع

- [۱] برهانی، فایزه؛ ورهرام، محمد هادی؛ کشاورز محمدیان، مهسا؛ یآوری، محمد علی. (۱۳۹۷). استفاده بهینه از انرژی خورشیدی با تکیه بر گونه شناسی پنل‌ها مطالعه موردی: باغ کوهسار کرج، اولین همایش بررسی چالش‌ها و آرایه راهکارهای نوین مدیریت شهری.
- [۲] نشریه سازمان انرژی‌های نو ایران. (۱۳۸۸). سال سوم، شماره دهم.
- [۳] حاجی پور، خلیل؛ فروزان، نرجس. (۱۳۹۳). بررسی تاثیر فرم شهر بر میزان مصرف انرژی عملکردی در بخش مسکونی (نمونه موردی: شهر شیراز)، نشریه هنرهای زیبا معماری و شهرسازی، دوره ۱۹، شماره ۴، صفحه ۲۶-۱۷
- [۴] Kumar Shukla , A, Sudhakar,K, Baredar,P. (۲۰۱۶). Simulation and performance analysis of ۱۱۰ kWp grid-connected photovoltaic system for residential building in India: A comparative analysis of various PV technology , In Energy Reports, Volume ۲, Pages ۸۲-۸۸, ISSN ۲۳۵۲-۴۸۴۷.
- [۵] هدفی، فرزانه؛ نجفی زارع، سارا. (۱۳۹۲). معماری و انرژی خورشیدی؛ بررسی نمونه های موردی از کاربرد انرژی خورشیدی در معماری منازل مسکونی، اولین همایش ملی انرژی‌های نو و پاک.
- [۶] شمالی، هومن. (۱۳۹۴). بررسی تاثیر جذب انرژی خورشیدی در منازل مسکونی جهت مدیریت مصرف انرژی با رویکرد معماری پایدار نمونه موردی شهر تهران، کنفرانس بین المللی عمران، معماری و زیرساخت‌های شهری.
- [۷] افتخار افضلی، سید مهدی؛ افهمی، رضا. (۱۳۹۸). طراحی مجتمع مسکونی ۶۰ واحدی در کرمان با رویکرد انرژی صفر، کنفرانس ملی معماری و شهرسازی معاصر ایران.
- [۸] ترابی، الهه. (۱۳۹۷). استفاده بهینه از انرژی خورشیدی در طراحی ساختمان‌های مسکونی، کنفرانس ملی تحقیقات بنیادین در عمران، معماری و شهرسازی.
- [۹] جورسرایبی آلاشتی، علیرضا. (۱۳۹۷). نقش انرژی خورشیدی در ساختمان‌های تجاری و مسکونی، پنجمین همایش ملی پژوهش‌های مدیریت و علوم انسانی در ایران.
- [۱۰] ملک‌زاده، شاهرخ؛ امیری، محمد جواد. (۱۳۹۷). انرژی خورشیدی و چشم انداز آینده آن، کنفرانس بین المللی عمران، معماری و مدیریت شهری نوین.
- [۱۱] Görig M, Breyer C. (۲۰۱۶). Energy learning curves of PV systems. Environ. Prog. Sus Energy ۲۰۱۶;۳۵(۳):۹۱۴-۲۳.
- [۱۲] Kabir, E., Kumar, P., Kumar, S., Adelodun, A. A., & Kim, K. H. (۲۰۱۸). Solar energy: potential and future prospects. Renewable and Sustainable Energy Reviews, ۸۲, ۸۹۴-۹۰۰
- [۱۳] Machol, B., & Rizk, S. (۲۰۱۳). Economic value of US fossil fuel electricity health impacts. Environment international, ۵۲, ۷۵-۸۰

[۱۴] مسائلی، نوید. (۱۳۹۷). نقش آبگرمکن خورشیدی در بهینه‌سازی مصرف انرژی ساختمان، سومین کنفرانس بین‌المللی مهندسی مکانیک و هوافضا.

آنالیز و تحلیل سرسیلندر موتورهای بنزینی با استفاده از سیمولیشن حرارتی نرم افزار سالیدورک

میلاذ فراهانی علوی^۱، وحید مرادی^{۲*}، حامد رستمی^۳، حسین کامیار^۴

۱- گروه مهندسی مکانیک، همدان

۲- گروه مهندسی خودرو، بندر انزلی

۳- گروه مهندسی خودرو، بندر انزلی

۴- گروه مهندسی خودرو، بندر انزلی

چکیده

روش های تجربی و آزمایشگاهی در صنایع خودروسازی، معمولاً بسیار پرهزینه و زمان بر است. در دهه های اخیر روش اجزای محدود نقش مهمی در طراحی و توسعه قطعات خودرو ایفا نموده است یکی از قطعات مهم خودرو ها، سرسیلندر است. سرسیلندر، محفظه احتراق پیستون را ایجاد کرده و سوپاپ ها، بادامک ها و سایر اجزای تایمینگ بر روی آن نصب می شود. با توجه به شرایط کارکرد سیستم خنک کاری موتور دما، فشار و سرعت مایع خنک کننده، جنس و زبری سطح بر میزان انتقال حرارت از بدنه به سیال خنک کاری اثر دارد. میزان انتقال حرارت به ضریب انتقال حرارت و اختلاف دمای سطح و سیال خنک کاری بستگی دارد. در این تحقیق اثرات انتقال حرارت در سرسیلندر موتورهای بنزینی با استفاده از نرم افزار سالیدورک مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است. همچنین تنش های حرارتی به وجود آمده در آن مورد بررسی قرار می گیرد. مطالعه نتایج آشکار می کند، نقاطی که تنش بیشتری دارند رنگ قرمز نشان داده شده و به آب بندی بیش تری نیاز دارند.

واژگان کلیدی: سرسیلندر، سالیدورک، اثرات انتقال حرارت، تنش

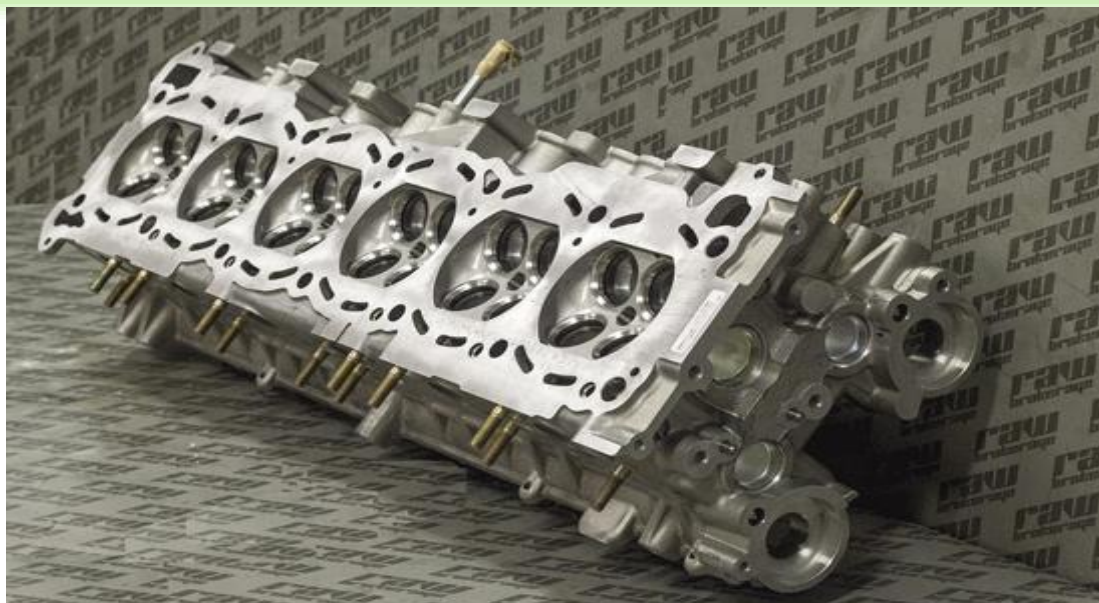
۱- مقدمه

یکی از قسمت های اصلی موتور خودرو سرسیلندر آن می باشد و سرسیلندر در قسمت بالایی موتور قرار گرفته است که مجموعه سوپاپ و منیفولد هوا بر روی این قطعه مونتاژ می شوند. اگر یک سرسیلندر تحت حرارتی بیش از حد تحمل خود قرار گیرد (که کاملاً بسته به کیفیت سرسیلندر و مواد تشکیل دهنده آن دارد) اصطلاحاً می گویند که سرسیلندر سوخته است. در واقع همان پیچش و تغییر شکل در اثر حرارت بیش از اندازه را سوختن می گویند که معمولاً منجر به تعویض سرسیلندر می شود. محمدی و همکارانش [۸-۱] عیب یابی سر سیلندر خودرو با استفاده از امواج مکانیکی و هوش مصنوعی را مورد بررسی قرار دادند آنان در این آزمایش روشی نو جهت استفاده از شبکه عصبی مصنوعی بر پایه عیب یابی سرسیلندر خودرو پراید به کمک امواج مکانیکی ارائه دادند و سرسیلندر خودرو با جزئیات کامل مدلسازی شده را در نرم افزار به روش المان محدود مدلسازی کرده اند و سپس برای تایید و اعتبار سنجی به مدل اجزاء محدود، قطعه تحت تست مودال قرار گرفته و بعد از تایید مدل شبیه سازی عیب ها بر روی مدل اجزاء محدود انجام شده است. با شبیه سازی اعمال نیرو بر مدل (FEM) سیگنال شتاب - زمان دو مدل سالم و معیوب برای هر عیب محاسبه می شود.

در این تحقیق اثرات انتقال حرارت در سرسیلندر موتورهای بنزینی با استفاده از نرم افزار سالیدورک مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است. همچنین تنش های حرارتی به وجود آمده در آن مورد بررسی قرار می گیرد. مطالعه نتایج آشکار می کند، نقاطی که تنش بیش تری دارند با رنگ قرمز نشان داده شده و به آب بندی بیش تری نیاز دارند.

۲- عملکرد سرسیلندر

یکی از تولیدات کمپانی های تولید قطعات خودرو، تولید انواع سرسیلندر می باشد. سرسیلندرها با استفاده از مواد با کیفیتی همچون آلومینیوم و انواع آلیاژ آلومینیوم و چدن تولید و با استفاده از آخرین روش ها و تکنولوژی های قالب گیری، ساخته می شوند. اما به هر حال این قسمت از هر جنسی که ساخته شود، دارای یک محدوده تحمل فشار محدودی است و مسلماً گذر از حد استاندارد، صدمات زیاد و هزینه ببری به آن وارد می کند. یکی از قسمت های اصلی موتور خودرو سرسیلندر آن می باشد و در قسمت بالایی موتور قرار گرفته که مجموعه سوپاپ و مانیفولدها بر روی این قطعه مونتاژ می شوند. بر طبق قوانین فیزیک حرکت جریان گرما معمولاً به سمت بالا می باشد. به این دلیل که محفظه احتراق موتور (گرم ترین قسمت موتور) در داخل سرسیلندر قرار دارد، این قطعه باید بتواند در حین کار کردن حرارت بسیار زیادی را تحمل کند. مهم ترین عاملی که روی ساختار آن تاثیر مستقیم می گذارد، افزایش دمای حاصل از وارد آوردن فشار غیرمجاز است که عیوبی چون تاب برداشتن را به همراه دارد. اگر در هنگام باز و بسته کردن سرسیلندر، ترتیب بستن پیچ ها را رعایت نکنید و آنها را بیش از حد سفت کنید، اگر هنگام گرم بودن پیشران، اقدام به باز کردن پیچ های سرسیلندر کنید و باز هم اگر طی مدتی به طور یکسره خودرو را تحت فشار قرار دهید، باید منتظر باشید سرسیلندر خودرویتان تاب برداشته و عملاً بلااستفاده شود. همچنین در سرسیلندر مسیرهای جریان آب و روغن وجود دارد تا هم بتوان حرارت را در آن کنترل کرد، هم بتوان روغن مورد نیاز برای مجموعه سوپاپ ها و ادواتی که نیاز به روغنکاری دارند را به آنها ارسال کرد.



شکل ۱: نمایی از سرسیلندر موتور خودرو

عیوب سرسیلندر:

۱- تاب برداشتن از عیوب متداول کلیه سرسیلندرها می باشد . عواملی مانند بیش از حد گرم کردن موتور یا سوختن واشر سرسیلندر و یا نامیزان سفت کردن پیچ های سرسیلندر باعث این عیب می شود . برای رفع عیب پس از تشخیص تعمیرکار به تراشکاری انتقال و با تراش سرسیلندر عیب آن برطرف می شود. مقدار تراش توسط کارخانه سازنده تعیین شده و نباید بیشتر از مقدار تعیین شده تراشیده شود. در صورتی که بیش از حد مجاز تراش شود اتاق احتراق کوچکتر شده و باعث گرم کردن و خودسوزی می شود. خودسوزی یعنی پس از خاموش کردن موتور لحظه ای موتور روشن می ماند.

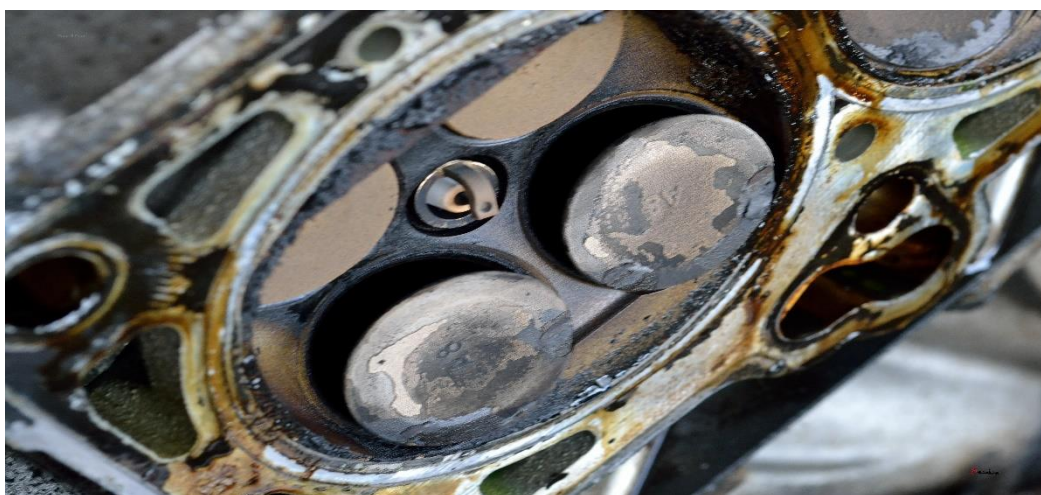
۲- خوردگی مجرای آب سرسیلندر: عواملی چون زنگ زدگی ، مواد معدنی داخل آب، زود به زود عوض کردن آب رادیاتور ، نامناسب بودن آب همگی در خوردگی مجرای آب نقش دارند.

۳- ترک خوردگی سرسیلندر: عواملی چون یخ زدگی، فشار زیاد، حرارت بالا باعث ترک برداشتن نقاطی از سرسیلندر می شود که موجب مخلوط شدن آب و روغن و فرار کمپرس و روغن سوزی می گردد که با دستگاهی مخصوص به ترک خوردگی سر سیلندر پی می برند و در صورتی که امکان داشته باشد با دوختن یا جوشکاری تعمیر می شود.

۴- کربن گرفتن سرسیلندر (اطاق احتراق): در اثر احتراق مخلوط هوا و بنزین در داخل سیلندر به مرور مقداری دود در اطاق احتراق جمع شده که می تواند کاملاً در کار موتور موثر واقع شود این دوده علاوه بر اینکه حجم اطاق احتراق را کوچک ساخته نسبت تراکم را در موتور بالا می برد که خود باعث احتراق زود رس در موتور می شود سرخ شدن کربن در زمان احتراق چه در الکتروهای شمع و چه در نقاط گرم دیگر مانند سطح نعلبکی سوپاپها و سطح بالای پیستون باعث ایجاد احتراق های نابه هنگام می گردد.



شکل ۲: نمایی از عیوب به وجود آمده در سرسیلندر



شکل ۳: نمایی از کربن گرفتگی سرسیلندر

مهم‌ترین عاملی که روی ساختار سرسیلندر تاثیر مستقیم می‌گذارد، افزایش دمای حاصل از وارد آوردن فشار غیرمجاز است که عیوبی چون تاب برداشتن را به همراه دارد. ترک برداشتن نیز حاصل وارد آوردن فشار بیش از حد به پیش‌رانه و در نتیجه افزایش غیرمجاز دمای آن، نقص شدید در سیستم خنک‌کاری، یخ‌زدن آب در درون پوسته سرسیلندر و ضربات شدید هنگام تصادف می‌باشد.

واشر سرسیلندر

سرسیلندر توسط پیچ به بلوک موتور پیچ می‌شود و مابین آن دو را قطعه‌ای به نام واشر سر سیلندر آب بندی می‌کند. اگر یک واشر سرسیلندر دارای کیفیت پایینی باشد امکان دارد باعث سوختن سرسیلندر یا راه پیدا کردن آب به روغن و اصطلاحاً آب و روغن قاطی کردن بشود. واشر سرسیلندر توانایی تحمل دمای ۱۵۰۰ درجه سانتی‌گراد را داشته و از چند لایه پرس‌شده پنبه‌نسوز، کروم و آلومینیوم ساخته می‌شود تا دو بخش بلوک و سرسیلندر کاملاً به هم چسبیده و آب‌بندی شوند.



شکل ۴: نمایی از شکل واشر سرسیلندر در موتور خودرو

دلایل سوختن واشر سرسیلندر

* آب رادیاتور کم باشد

* مجراهای عبور آب در موتور مسدود شود

* خنک نشدن آب رادیاتور به دلیل رسوب و یا نقص در عملکرد پروانه

* نقص فنی در واتر پمپ و عدم گردش جریان آب در موتور

* رانندگی طولانی در ترافیک و فشار بر موتور در فصل گرما

* پیچ خوردگی شلنگ های ورودی و خروجی رادیاتور

* نقص فنی در ترموستات

آلیاژهای مورد استفاده در سرسیلندر

در گذشته، بیشتر از آلیاژهای چدنی و آهنی در تولید سرسیلندر استفاده می شد، اما امروزه با پیشرفت تکنولوژی و شناخت آلیاژهای آلومینیم و ویژگی خاص آنها، تولید حجم وسیعی از قطعات موتور از جمله سرسیلندر، توسط ریخته‌گری آلیاژهای آلومینیم انجام می‌گیرد. آلیاژ مورد استفاده برای تولید سرسیلندر، باید دارای دو خصوصیت مهم باشد.

۱- مقاومت در برابر تغییر فرم و تنش حاصل از احتراق سوخت و نیروهای وارد بر آن که باعث جلوگیری از نشت گاز می‌شود.

۲- داشتن چقرمگی در دمای بالا که باعث جلوگیری از به‌وجود آمدن ترک در ناحیه بین سوپاپ ورودی و خروجی در معرض احتراق، می‌شود.

آلیاژهای آلومینیم ریختگی یکی از پرکاربردترین آلیاژهای ریختگی بوده و بین دیگر آلیاژها از بهترین قابلیت ریختگی برخوردار است. از خواص مطلوب این آلیاژها می‌توان به مواردی همچون سیالیت خوب برای پر کردن مقاطع باریک، نقطه ذوب پایین

نسبت به دیگر فلزات، انتقال حرارت سریع از آلومینیم مذاب به قالب و در نتیجه کاهش زمان هر سیکل ریختگی، کنترل آسان انحلال هیدروژن توسط روش‌های گاز زدایی و ... اشاره کرد. آلیاژ ریختگی آلومینیم علاوه بر عناصر استحکام‌دهنده، باید دارای مقادیری کافی از عناصر سازنده یوتکتیک (معمولا سیلیسیم) به منظور دادن سیالیت لازم برای جبران کاهش حجم ناشی از موارد ریختگی باشد.

روش ریخته‌گری سرسیلندر

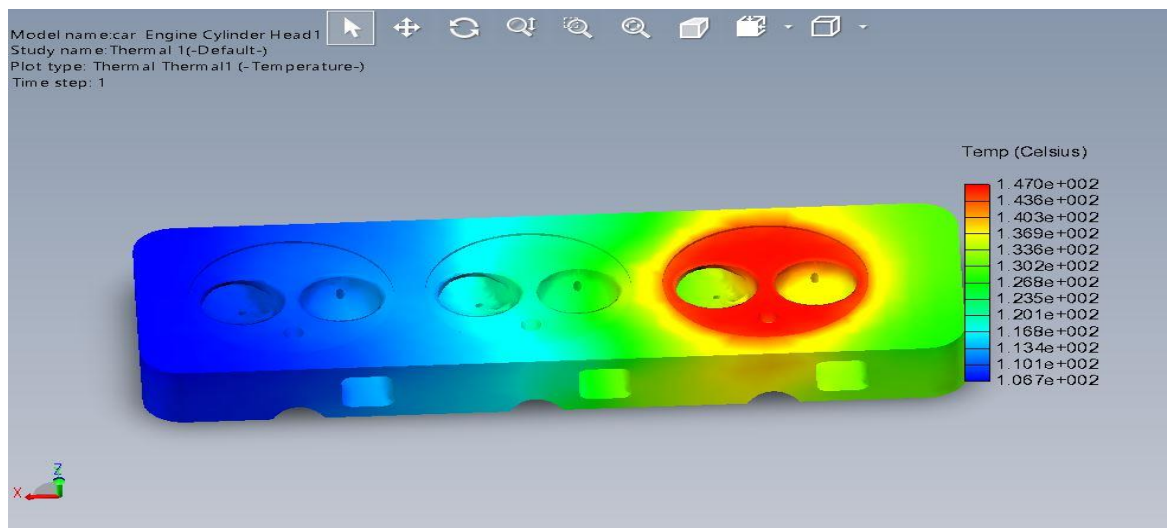
برای تولید سرسیلندره‌های آلومینیمی از روش‌های مختلف ریخته‌گری استفاده می‌شود که می‌توان تفاوت آنها را در سه زمینه زیر بیان کرد:

۱- نیرویی که باعث پر شدن قالب می‌شود

۲- جنس قالب

۳- سیستم راهگاهی

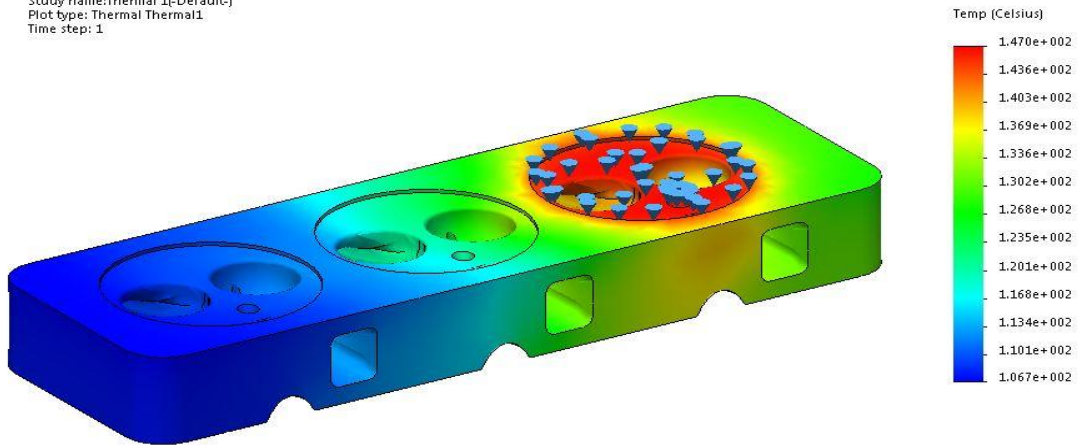
یکی از متداول‌ترین روش‌های ریخته‌گری در تولید سرسیلندر آلومینیمی، ریخته‌گری ثقلی است که مذاب توسط نیروی وزن خودش در ۳ نوع قالب ماسه‌ای، دائمی و یا پوسته‌ای، تزریق می‌شود. از دیگر روش‌ها می‌توان به ریخته‌گری تحت فشار کم اشاره کرد که مذاب توسط فشار از پایین وارد قالب فلزی می‌شود. یکی از عوامل مهم در کیفیت قطعات ریخته‌گری، طراحی سیستم راهگاهی است. اگر سیستم راهگاهی به طور مناسب طراحی نشده باشد، امکان ایجاد جریان‌های توربولانس در حین پر شدن قالب به وجود می‌آید و کیفیت قطعه تحت‌تأثیر قرار می‌گیرد. نوع جریان حاصل از ریخته شدن مذاب از پاتیل به درون سیستم راهگاهی، عامل مهمی در ایجاد اکسیدها و عیوب، از جمله عیب نشستی در سرسیلندرهاست. یکی از عوامل بسیار موثر در کیفیت قطعه ریخته‌گری شده، فرایند پر شدن قالب است. در خصوص سرسیلندره‌های ریخته‌گری شده، این عامل بسیار تأثیرگذار است.



شکل ۵: نمایی از شکل مدل تحلیلی

با توجه به شکل ۵ این تحلیل نحوه تحمل حرارت و فشار را سرسیلندر در درجه حرارت‌های مختلف نشان می‌دهد

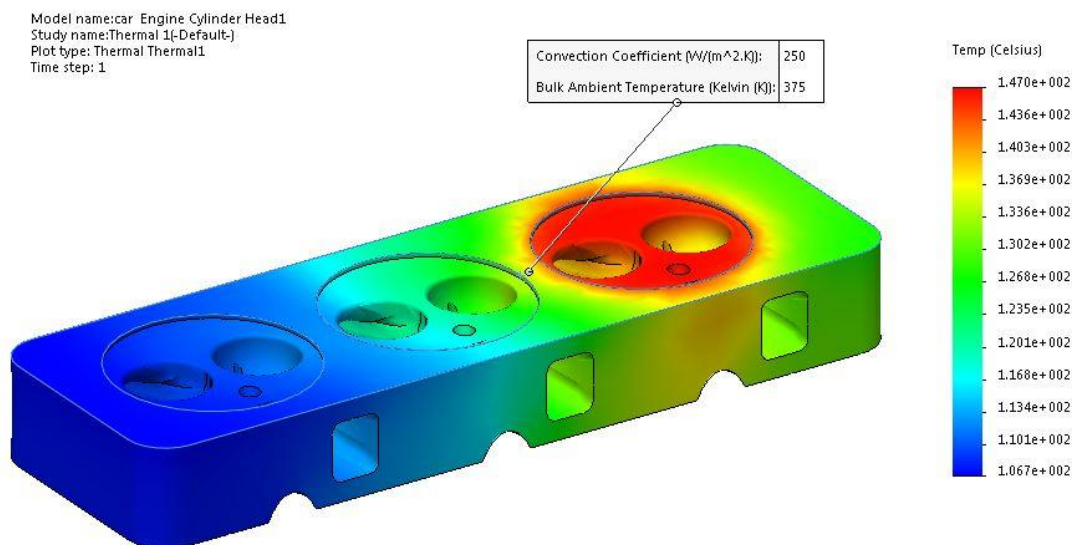
Model name: car Engine Cylinder Head1
 Study name: Thermal 1[-Default-]
 Plot type: Thermal Thermal1
 Time step: 1



شکل ۶: نمایی از نحوه بارگذاری بر روی سرسیلندر از طریق نرم افزار تجاری سالیدورک

مدل تحلیلی

در این قسمت یک مدل تحلیلی برای تحلیل بارگذاری روی سرسیلندر به روش المان محدود توسط نرم افزار سالیدورک ارائه شده است. که بتواند رفتار سطح مقطع و تغییرات حرارتی در نقاط مختلف را در اثر اعمال بار پیش بینی نماید. مزیت مدل تحلیلی ارائه شده این است که در یک زمان محاسباتی بسیار کم تر نسبت به شبیه سازی اجزای محدود پیش بینی خوبی از هندسه و عملکرد سرسیلندر را مهیا می سازد. همچنین، علاوه بر فهم بهتر نسبت به مکانیک شکل دهی نمونه، با مطالعه مدل تحلیلی فرآیند، درک بهتری برای تفسیر نتایج تحلیلی سرسیلندر حاصل خواهد شد. شکل ۵ سیستم نرم افزاری در این مدل را نشان می دهد که جنس سرسیلندراز آلومینیوم بوده و نوع تحلیل ایزوتروپیک الاستیک انعطاف پذیر خطی با ضریب پواسون ۰,۳۲ و مدول الاستیسیته $69e^9$ و چگالی 2700 kg/m^3 برای تحلیل مذکور به کار برده شده است.



شکل ۷: نمایی از مقدار حرارت وارده بر سرسیلندر

نتیجه گیری

یکی از قسمت های اصلی موتور خودرو سرسیلندر آن می باشد و سرسیلندر در قسمت بالایی موتور قرار گرفته که مجموعه سوپاپ و منیفولدها بر روی این قطعه مونتاژ می شوند. بر طبق قوانین فیزیک حرکت جریان گرما معمولاً به سمت بالا می باشد. به این دلیل که محفظه احتراق موتور (گرم ترین قسمت موتور) در داخل سرسیلندر قرار دارد، این قطعه باید بتواند در حین کار کردن حرارت بسیار زیادی را تحمل کند. در این پژوهش بر روی اثرات انتقال حرارت در سرسیلندر موتورهای بنزینی تحقیق انجام گرفته است. مطالعه نتایج آشکار می کند، نقاطی که تنش بیش تری دارند رنگ قرمز نشان داده شده و به آب بندی بیش تری نیاز دارند. همچنین نتایج حاصل از این تحقیق را می توان به صورت زیر خلاصه کرد:

۱- روش تحلیل اثرات حرارتی سرسیلندر موتورهای بنزینی با استفاده از سیمولیشن حرارتی نرم افزار سالیدورک، روشی ساده و مناسب برای تحلیل حرارتی اجزای مختلف موتور است.

۲- در روش تحلیل اثرات حرارتی سرسیلندر موتورهای بنزینی با استفاده از سیمولیشن تنش نرم افزار سالیدورک هرچه تعداد گره ها بیش تر باشد دقت محاسبات بالاتر بوده و همچنین زمان حل افزایش می یابد.

مراجع

- [۱] D.BENTLY ۱۹۸۹ Bently Nevada Co., Applications Note, ANO۴۴, PP. ۲۸. Predictive maintenance through the monitoring and diagnostics of rolling element bearings.
- [۲] Eugene Danielson, Joseph Elwart, and Walter Bryzik, David Turner: Thermomechanical Analysis of a low Heat Rejection Cylinder Head, SAEPaper ۹۲۰۵۴۴.
- [۳] Thomson William, Theory of Vibration with Application, George Allen & Unwin, ۱۹۹۷.
- [۴] Roger Jang. Jyhshing, ۱۹۹۳. Anfis : Adaptive Network Based Fuzzy inference system, IEEE transaction on systems, Man, and cybernetics, Vol ۲۳, No.3.
- [۵] Issam Abu-mahfouz, Condition Monitoring of a Gear Box Using Vibration and Acoustic Emission Based Artificial Neurul Network.
- [۶] J. Rafiee, F. Arvani, A. Harifi and M.H. Sadeghi, Intelligent condition monitoring of a gearbox using artificial neural Network Jurnal of mechanical system and signal processing, ۲۱(۲۰۰۷) ۱۷۴۶-۱۷۵۴
- [۷] Samanta, B.,AL-Balushi, K.R,"Artificial neural network based fault diagnostics of rolling element bearings using Time-domain features", Mechanical and signal Processing, Vol.۱۷, PP. ۳۱۷-۳۲۸, ۲۰۰۳
- [۸] Samanta, B.,AL-Balushi, K.R., AL – Aرامي, S.A., "Artificial neural Networks and support vector machines with genetic algorithm for bearing fault detection", Engineering Applications of Artificial Intelligence, vol . ۱۶, PP. ۶۵۷-۶۶۵, ۲۰۰۳.