شبیه‌سازی و تحلیل مدل‌های دودکش خورشیدی بر اساس اقلیم آب و هوایی شهر بم

امیر باقران شعرباف[1*] ، علی اصغر شجاعی[2] ، علی اتحادیه [3]

*۱- کارشناسی ارشد، گروه برق، دانشکده فنی مهندسی، واحد نیشابور، دانشگاه آزاد اسلامی، نیشابور، ایران،
amir.bagheran@gmail.com

۲- استادیار، گروه برق، دانشکده فنی مهندسی، واحد نیشابور، دانشگاه آزاد اسلامی، نیشابور، ایران،
shojaei2012@gmail.com

۳- کارشناسی ارشد، گروه برق، دانشکده فنی مهندسی، واحد نیشابور، دانشگاه آزاد اسلامی، نیشابور، ایران،
aettehad2000@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۸/۳/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹۸/۸/۲۸

چکیده: یکی از روش‌های تولید برق از انرژی خورشید استفاده ار فناوری دودکش خورشیدی است. در تحقیق پیش‌رو با بررسی نقشه آب و هوایی ایران و انتخاب منطقه مناسب جهت سایت نیروگاه، چهار مدل فیزیکی پیشنهادی دودکش خورشیدی را مورد مطالعه قرار داده‌ایم. این پژوهش یک شبیه‌سازی عددی در خصوص چهار مدل فیزیکی از دودکش خورشیدی در سایت شهر بم، استان کرمان می‌باشد.تفاوت چهار مدل مذکور دودکش خورشیدی در سیستم ذخیره‌سازی و استفاده از پخش کننده هوا می‌باشد. با توجه به اطلاعات هواشناسی معتبر در یک روز خاص از سایت مورد نظر رفتار هر چهار مدل، مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به نتایج حاصل از شبیه‌سازی که شامل سرعت جریان هوا در چند بخش داخلی دودکش و توان تولیدی هر یک از مدل‌های مذکور می‌باشد می‌توان بهترین و مناسب ترین مدل دودکش خورشیدی را برای سایت مورد بررسی انتخاب نمود و برآورد مناسبی از تولید نهایی بدست خواهد آمد.

کلمات کلیدی: نیروگاه دودکش خورشیدی، سرعت باد، توان تولیدی، شبیه‌سازی عددی، سیستم ذخیره‌سازی.

۱-مقدمه

با پیشرفت تکنولوژی و صنعتی‌شدن کشورها میزان مصرف انرژی به‌طرزچشمگیری افزایش‌یافته‌است. افزایش ظرفیت شبکه‌های قدرت منوط به سرمایه‌گذاری و تولید واحدهای نیروگاهی جدید می‌باشد. باتوجه به کاهش ذخائر سوخت‌های فسیلی و افزایش آلودگی هوا و گرمایش زمین، محققان سعی به جایگزین‌کردن واحدهای تولیدی بر پایه انرژی‌های نو و تجدیدپذیر به جای واحدهای مرسوم نموده‌اند. استفاده از انرژی خورشید به عنوان یک انرژی سبز و پایدار همواره فکر پژوهشگران را به خود معطوف نموده‌است. نیروگاه دودکش خورشیدی یکی از طرح‌های نوینی است که همواره جای نوآوری و تحقیق خواهد داشت. تاکنون تحقیقات کلی در مورد این نوع فناوری در ایران صورت گرفته ولی متاسفانه تا این لحظه بررسی دقیق با توجه به شرایط آب و هوایی مکانی خاص در ایران صورت نگرفته است. اولین نمونه این نیروگاه در منطقه مانزانارس در اسپانیا ایجاد گردیده که محققان پس از انجام تحقیقات بر روی واحد مذکور و دیگرواحدها به نتایج بهتر و کامل‌تری پیرامون این فناوری رسیده‌اند. بررسی پارامترهای مؤثر در طراحی دودکش خورشیدی در [۱۰] صورت گرفته‌است. از جمله تغییر شعاع خروجی و ورودی دودکش [۸] انواع

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.23222468.1398.8.3.1.6]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 8-No. 3- Autumn 2019

سیستم‌های ذخیره‌سازی حرارت و تأثیر آن بر دودکش خورشیدی [۳] و [۹] اثر سطح کلکتور بر توان خروجی [۲] و تأثیر شعاع کلکتور و شدت تابش خورشید [۱۲] و بررسی متغیرهایی جهت افزایش خروجی دودکش خورشید از جمله این تحقیقات می‌باشد. در موضوع برآورد هزینه نیز درمورد این طرح در کشور هندوستان تحقیقاتی صورت-گرفته است [۷و۱۱و۱۳].

با توجه به شرایط اقلیمی ایران که دارای مناطق مساعدی جهت احداث این نوع نیروگاه می‌باشد می‌توان از این دست طرح‌های نوین و زودبازده به عنوان طرح‌های زیرساختی جایگزین استفاده نمود و از سایر مزایا استفاده از این نوع نیروگاه‌ها بهره‌برد. با یک بررسی اجمالی نقشه‌های آب و هوایی ایران علی‌الخصوص نواحی مرکزی و شرقی آن درخواهیم یافت می‌توان از این فناوری نوین و پاک استفاده نمود. همچنین به نقشه‌های آب و هوایی کشور در طی یک بازه زمانی ۲۵ ساله از نظر میزان ابرناکی، درجه حرارت، میزان تابش خورشید و شدت باد، یک منطقه ایده آل جهت احداث سایت برای نیروگاه دودکش خورشیدی در نظر می‌گیریم. متأسفانه تحقیقات در این مورد در اقلیم ایران به ندرت صورت‌گرفته‌است. در تحقیق پیش‌رو، با بررسی چهار مدل فیزیکی از دودکش خورشیدی و شبیه‌سازی نتایج وجود هریک و در نهایت توان خروجی هرمدل می‌توان به یک نتیجه مناسب درخصوص بهره‌برداری از مدل مناسب جهت سایت موردنظر رسید.

۲- بررسی شرایط آب و هوایی ایران

با توجه به فاکتورهای لازم جهت بررسی طرح مذکور نیاز به بررسی کل پهنه مناطق ایران از نظر میزان تابش خورشید، مدت زمان تابش خورشید، میزان ابرناکی و وضعیت باد در مناطق مورد بررسی می باشد. ایران با وسعتی در حدود ۱/۶۴۸/۱۹۵ کیلومتر مربع بین محدوده ۲۵ درجه و ۳ دقیقه تا ۳۹ درجه و ۴۷ دقیقه عرض شمالی و ۴۴ درجه و ۵ دقیقه الی ۶۳ درجه و ۱۸ دقیقه طول شرقی قرار دارد که بنابراین به لحاظ دریافت انرژی خورشید در بین مناطق مختلف جهان در بین بالاترین‌ها قرار دارد. با توجه به این ویژگی دارای پتانسیل فراوانی برای بهره‌برداری از منابع و انرژی‌های طبیعی است. جهت رسیدن به بهترین و مناسب‌ترین محل در ایران جهت احداث سایت نیروگاه دودکش خورشیدی نیاز به مطالعه پارامترهای مورد نظر از جمله میزان تابش خورشید، میزان ابرناکی منطقه و شدت باد داریم.

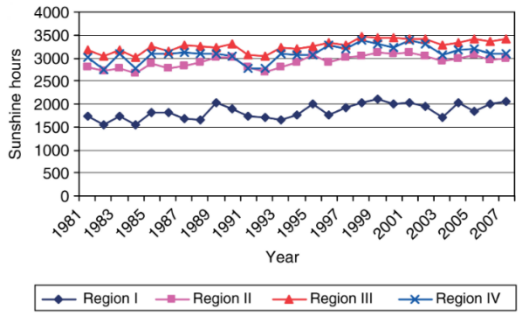
۲-۱-پهنه‌بندی نواحی ایران از نظر تابش خورشید

کشور ایران دارای آب و هوایی چهار فصل می‌باشد. همانطور که در شکل (۱) مشاهده می‌شود ایران را بر روی نقشه به چهار منطقه آب و هوایی تقسیم می‌شود. کمربندشمالی (Region1) که دارای آب و هوای مرطوب و بارانی می‌باشد. ناحیه غربی (Region2) دارای آب و هوای معتدل و خنک، منطقه مرکزی و جنوب شرقی (Region3) دارای اب و هوای گرم و خشک و کمربند جنوبی (Region4) که دارای آب و هوای گرم و مرطوب می‌باشد.



شکل (۱) : نقشه آب و هوایی ایران[۱]

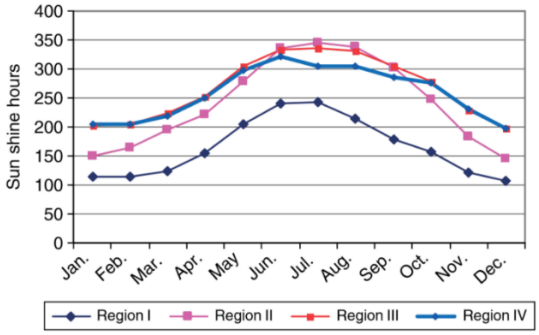
این تقسیم بندی را می‌توان بر اساس شدت تابش خورشید نیزدرنظرگرفت. درشکل(۲) میانگین ساعتی تابش خورشید در سال (۱۹۸۱-۲۰۰۷) قابل‌مشاهده‌است. همان‌گونه که از شکل ۲ مشخص است، پرتابش‌ترین مناطق ایران در ناحیه ۳ (Region3) قرار دارند.



شکل(۲):میانگین ساعتی تابش خورشید در سال (۱۹۸۱-۲۰۰۷)[۱]

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.23222468.1398.8.3.1.6]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 8-No. 3- Autumn 2019

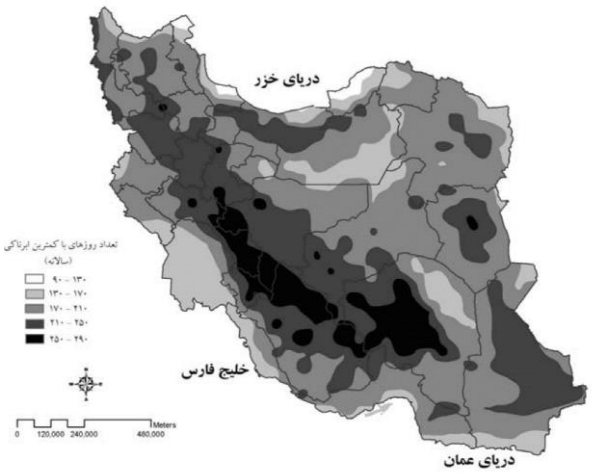
در شکل (۳) میانگین ساعات تابش خورشید در ماه‌های سال (۱۹۸۶-۲۰۰۵) نشان داده شده است که ناحیه (۳) با رنگ قرمز مشخص شده که نسبت به سایر نواحی پرتابش از جمله ناحیه ۴ و ۲ دارای مقدار بیشتری می‌باشد.



شکل (۳) : میانگین ساعات تابش خورشید در ماه‌های سال[۱]

۲-۲-پهنه‌بندی نواحی ایران از نظر ابرناکی

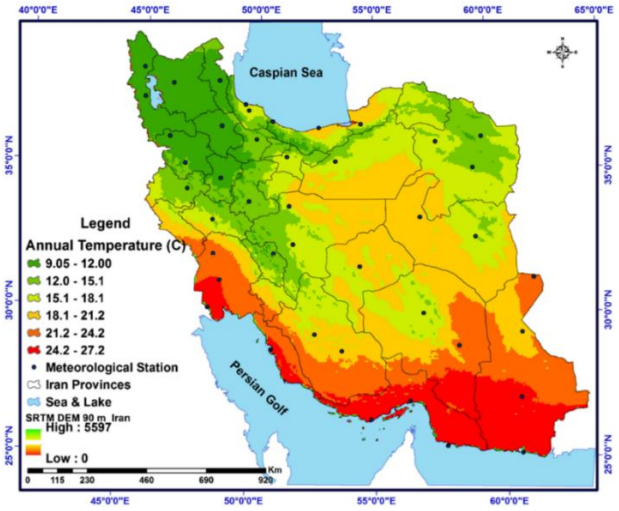
یکی از فاکتورهای اساسی در انتخاب سایت مناسب جهت استقرار نیروگاه دودکش خورشیدی کم ابر بودن منطقه است. با توجه به شکل (۴) پهنه‌بندی سالانه ایران از نظر تعداد روزها با کمترین میزان ابرناکی قابل مشاهده‌است. همانطور که مشهود است بخش‌هایی از استان کرمان و استان خراسان جنوبی پرتابش‌ترین مناطق ایران براساس کمترین روزهای ابرناکی هستند.



شکل(۴) : پهنه‌بندی سالانه ایران از نظر تعداد روزها با کمترین میزان ابرناکی[۱۸]

۲-۳-پهنه‌بندی از نظر درجه حرارت

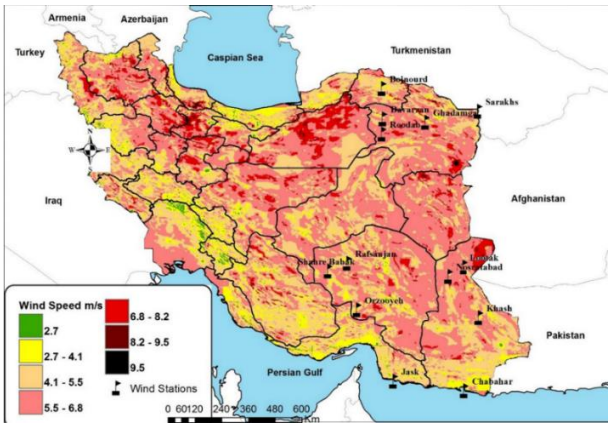
در شکل (۵) نقشه درجه حرارت متوسط کلیه نواحی ایران نشان داده شده‌است. می‌توان دریافت که حداکثر درجه حرارت مربوط به نوار جنوبی و ناحیه جنوب شرقی ایران می‌باشد.



شکل (۵) : نقشه درجه حرارت متوسط نواحی ایران[۱۶]

۲-۴-پهنه‌بندی از نظر شدت باد

برای استفاده از تکنولوژی دودکش خورشیدی، علاوه بر تابش بالای خورشید، درجه حرارت بالا و منطقه ای خشک و بدون ابر، به یک منطقه با باد کم و بدون طوفان شن و ماسه نیازمندیم. هرچه میزان باد کمتر باشد منطقه‌ای مناسب‌تر جهت سایت خواهیم داشت. شکل (۶) نقشه ایران را از نظر سرعت متوسط باد نشان می‌دهد.



شکل (۶) : نقشه ایران را از نظر سرعت متوسط باد[۱۷]

۲-۵-مقدار متوسط تابش خورشید در چهار ناحیه آب و هوایی

همان‌طور که در شکل (۱) مشهود است چهار ناحیه آب و هوایی برای ایران مشخص شده‌است و در شکل (۲) مقایسه

[DOR: 20.1001.1.23222468.1398.8.3.1.6]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 8-No. 3- Autumn 2019
[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-14]

این نواحی براساس ساعت‌های تابش خورشید نشان داده شده‌است. در جدول (۱) شهرهای هر ناحیه ذکر شده‌است و برای هریک از شهرهای مذکور میانگین ساعات تابش خورشید در فصل‌های بهار، تابستان، پاییز و زمستان و همچنین میانگین سالانه ساعات تابش خورشید در بین سال‌های ۲۰۰۷-۱۹۸۱ ذکر شده است. از جدول (۱) مشخص می‌شود که شهر بم در استان کرمان بیشترین میزان تابش و رامسر کمترین میزان تابش خورشید را دارند.

جدول (۱) : میانگین ساعات تابش خورشید در فصل‌های بهار، تابستان، پاییز و زمستان و همچنین میانگین سالانه ساعات تابش خورشید در بین سال‌های ۲۰۰۷-۱۹۸۱ برای شهرهای ایران[۱]

Region	Station	Spring	Summer	Autumn	Winter	Annual
I	Anzali	593.1	636.8	308.6[a]	291.1[a]	1829.7
	Babolsar	616.6	640.0	388.2	356.1	2000.9
	Gorgan	598.4	655.1	488.8	407.6	2150.9
	Noshahr	531.5	525.5	388.7	350.7	1796.4
	Ramsar	473.7[b]	481.9[a]	321.4	298.1	1575.1[a]
	Rasht	521.3	556.7	310.1	295.8	1684.0
	Avg.	555.8	582.7	367.6	333.2	1839.5
II	Arak	859.1	971.5	586.7	537.7	2955.0
	Birjand	891.2	1027.5	698.1	610.4	3236.5
	Bojnourd	782.1	937.4	556.5	451.2	2727.2
	Ghazvin	857.3	1010.4	563.2	518.7	2949.5
	Hamedan- Foroudgah	862.7	1001.3	562.4	507.3	2933.7
	Hamedan-Nojeh	811.8	973.5	561.7	487.8	2834.8
	Kermanshah	837.4	997.7	568.2	494.3	2897.6
	Khoramabad	847.5	995.7	612.6	539.3	2995.1
	Khoy	764.3	961.7	473.6	433.6	2633.2
	Mashhad	832.6	1036.1[b]	571.8	446.6	2887.2
	Oroomieh	842.8	1020.7	530.9	481.2	2875.7
	Sabzevar	863.9	1003.9	639.0	542.8	3049.6
	Sanandaj	837.0	969.2	557.1	487.3	2850.6
	Shahrekord	896.3	987.1	672.3	626.6	3182.3
	Shahroud	852.3	967.7	602.1	562.7	2984.8
	Tabriz	805.8	990.8	529.9	462.1	2788.6
	Tehran-Mehrabad	856.5	989.4	584.7	546.2	2976.8
	Zanjan	827.9	993.3	543.3	492.4	2857.0
	Avg.	840.5	990.8	578.6	512.7	2923.1
III	Bam	906.2	990.9	791.3	698.7	3387.0[b]
	Esfehan	911.5	1014.2	692.7	658.8	3277.2
	Fasa	949.0[b]	971.2	760.2	678.4	3358.9
	Iranshahr	887.6	853.1	810.6[b]	711.0[b]	3262.4
	Kerman	850.8	998.9	624.8	547.4	3022.0
	Shiraz	943.2	992.3	747.7	671.4	3354.7
	Yazd	899.8	1014.7	711.9	634.1	3260.5
	Zabol	894.3	923.9	720.4	628.7	3167.4
	Zahedan	900.5	987.1	761.4	663.0	3311.9
	Avg.	904.8	971.8	735.7	654.6	3266.9
IV	Ahwaz	859.6	983.6	645.9	596.6	3085.7
	Bandar Abbas	870.6	800.4	745.0	651.8	3060.9
	Bushehr	844.9	923.3	681.5	601.3	3051.0
	Kish	906.8	881.7	755.5	657.4	3201.5
	Average	870.5	897.3	707.0	626.8	3099.8

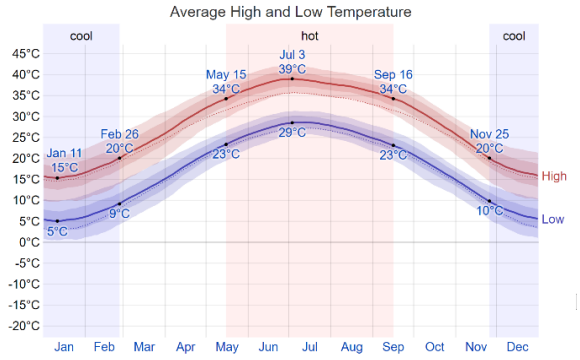
[a] Lowest value in the season/annual. [b] Highest value in the season/annual.

۳-انتخاب منطقه مناسب جهت سایت

با مشاهده نقشه آب و هوایی ایران و برآوردها از نظر درجه حرارت، میزان تابش خورشید، روزهای ابرناکی و کمترین میزان وزش باد، می‌توان مناسب‌ترین مکان جهت سایت نیروگاه دودکش خورشیدی را انتخاب نمود. با توجه به اطلاعات مذکور ناحیه ۳ بهترین منطقه از نظر تابش خورشید می‌باشد و براساس شکل (۴) استان کرمان و استان فارس دارای کمترین روزهای ابرناکی است. با توجه به شکل (۵) بالاترین درجه حرارت مربوط به استان کرمان، سیستان و بلوچستان و استان‌های نوار جنوبی است. استان کرمان بر اساس نتایج بالا دارای همه شرایط مورد نیاز می‌باشد. در جدول (۱) می‌توان مشاهده کرد که بیشترین ساعات تابش خورشید سالانه مربوط به شهر بم می‌باشد که در استان کرمان واقع شده‌است. بنابراین می‌توان گفت شهر بم انتخابی مناسب جهت سایت نیروگاه می‌باشد. بم در

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.23222468.1398.8.3.1.6]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 8-No. 3- Autumn 2019

قسمت شرقی استان کرمان واقع شده‌است. این شهر با عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۸ درجه و ۲۱ دقیقه شرقی که ۱۰۶۷ متر بالاتر از سطح دریاست. در شکل (۷) میانگین درجه حرارت سالانه شهر بم نشان داده شده‌است. حداکثر دمای این شهر ۳۹ درجه سانتیگراد می‌باشد که عملاً دمای مناسبی جهت بهره برداری از این تکنولوژی است.

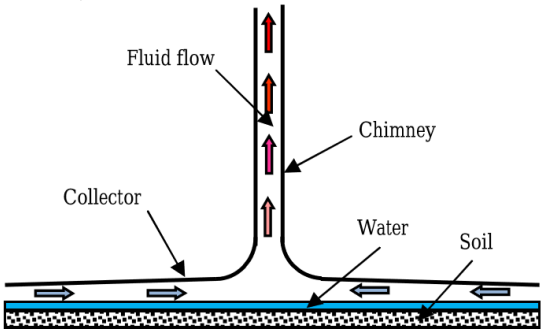


شکل (۷) : میانگین درجه حرارت سالانه شهر بم[۱۴]

از شکل (۷) می‌توان دریافت اختلاف درجه حرارت بیشینه و کمینه شهر بهم کم می‌باشد که بسیار مهم و کاربردی است. بالاترین درجه حرارت در روز ۳ جولای خواهدبود که بر اساس آن شکل (۱۲)و شکل (۱۳) استخراج می‌شود.

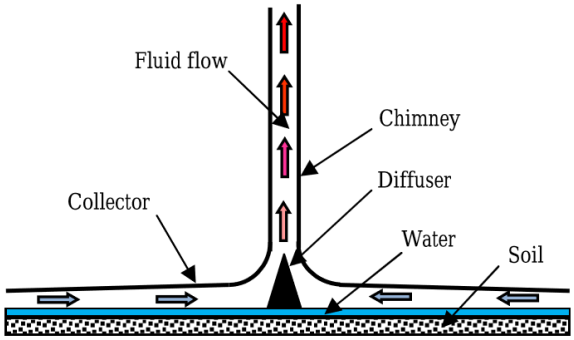
۴-مدل‌های دودکش خورشیدی مورد بررسی

در این تحقیق چهار مدل فیزیکی دودکش خورشیدی بررسی می‌شود. جهت سهولت بررسی و نتایج یکسان، سطح کلکتور و جنس آن و ارتفاع دودکش و جنس آن در هر چهار مدل یکسان در نظر گرفته می‌شود. ارتفاع دودکش هر چهار مدل ۲۰۰ متر با قطر ۱۰ متر می‌باشد. کلکتور نیز دارای جنس و مشخصات یکسان، قطر ۲۴۵ متر و ارتفاع ۲ متر از سطح زمین تعبیه شده است.



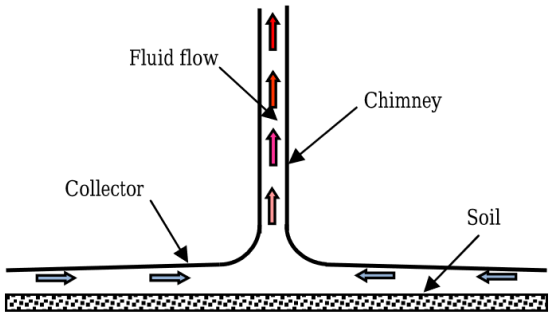
شکل (۸) : مدل اول دودکش خورشیدی

شکل (۸) مدل اول دودکش خورشیدی را نشان می‌دهد که در این مدل به عنوان سیستم ذخیره‌ساز از آب و خاک استفاده می‌شود. علاوه بر استفاده از خاک به عنوان یک ذخیره‌ساز مناسب روی آن با آب به ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر پوشیده شده است. روی آب را با پوشش شفاف می‌پوشانند که از تبخیر سطحی آب جلوگیری نماید.



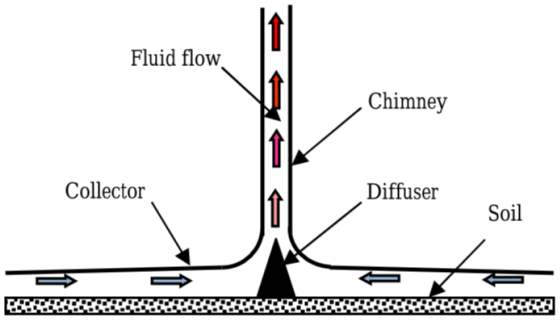
شکل (۹) : مدل دوم دودکش خورشیدی

در شکل (۹) دومین مدل دودکش خورشیدی نمایش داده شده است که از یک پخش‌کننده در ورودی دودکش بهره برده است.



شکل (۱۰) : مدل سوم دودکش خورشیدی

شکل (۱۰) سومین مدل را با ذخیره سازی خاک نشان داده است.



شکل (۱۱) : مدل چهارم دودکش خورشیدی

شکل (۱۱) آخرین مدل دودکش خورشیدی را که دارای سیستم ذخیره‌سازی خاک و با یک پخش‌کننده در قسمت ورودی دودکش است نشان می‌دهد.

[DOR: 20.1001.1.23222468.1398.8.3.1.6]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 8-No. 3- Autumn 2019
[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-14]

۵-روابط حاکم بر دودکش خورشیدی

در رابطه (۱)، بازده دودکش خورشیدی آورده شده است. در رابطه (۱)، G شدت تابش خورشید بر حسب $\frac{w}{m^2}$ و A_{coll} سطح کلکتور بر حسب m^2 است. P_{elec} هم توان الکتریکی دودکش خورشیدی است.

$$\eta = \frac{P_{elec}}{GA_{coll}} \quad (۱)$$

حداکثر بازده را می توان از رابطه (۲) بدست آورد.

$$\eta_{max} = \frac{P_{max}}{Q} = \frac{P_{max}}{GA_{coll}} \quad (۲)$$

اما از رابطه (۳) می توان حداکثر توان را بدست آورد.

$$P_{max} = \frac{P_o}{P}\frac{\pi g}{C_p T_o} HR_{coll}^2 G \quad (۳)$$

در رابطه (۳) P_o فشار استاتیکی خارج دودکش، C_p ظرفیت گرمایی ویژه هوا، T_o دمای محیط و R_{COLL} شعاع کلکتور می‌باشد.

از رابطه ۴ می‌توان توان الکتریکی را بدست آورد. η_g بازده ژنراتور می‌باشد.

$$P_{elec} = \eta_g P \quad (۴)$$

می‌توان رابطه (۴) را به فرم دیگری بیان نمود.

$$P_{elec} = \frac{2}{3}\left(\eta \frac{gh}{C_p T_o} A_{coll} G\right) \quad (۵)$$

در رابطه (۵)، g شدت گردش زمین بر حسب $\frac{m}{s^2}$، H ارتفاع برج دودکش بر حسب متر می‌باشد.

با توجه به مشخصات و اطلاعاتی که از محیط و دودکش خورشیدی در اختیار داریم می‌توان به کمک رابطه (۶) نیز حداکثر توان الکتریکی را بدست آورد.

$$P_{elec\,max} = \frac{2}{3}\eta_{coll}\eta_g + \frac{g}{C_p T_o} HA_{coll} G \quad (۶)$$

می‌توان به کمک روابط ۷ و ۸ و ۹ بازده سایر قسمت‌های دودکش را بدست‌آورد.

$$\eta_{coll} = \frac{\dot{m}\Delta h}{GA_{coll}} \quad (۷)$$

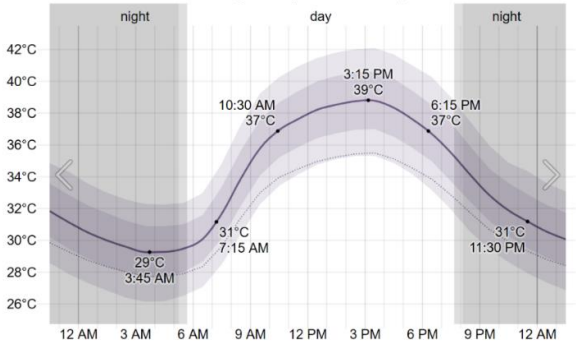
$$\eta_{ch} = \frac{gh}{C_p T_o} \quad (۸)$$

$$n_{scpp} = \eta_{coll}\eta_{ch}\eta_T\eta_{gen} \quad (۹)$$

در رابطه (۷)، m جرم‌حجمی هوا و Δh اختلاف ارتفاع می‌باشد. در رابطه (۹)، بازده دودکش با حاصلضرب تمامی بازده بدست می‌آید که η_{ch} بازده دودکش، η_T بازده توربین و η_g بازده ژنراتور می‌باشد.

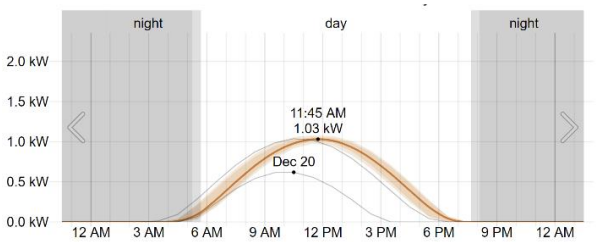
۶-نتایج حاصل از شبیه‌سازی

به‌جهت انجام این شبیه‌سازی و ساده‌شدن محاسبات فرضیاتی در طول این تحقیق درنظرگرفته‌ایم. فشار نسبی ورودی کلکتور صفر در نظرگرفته‌شده و درجه حرارت سیستم ذخیره‌سازی ثابت درنظرگرفته‌می‌شود. برج دودکش نیز دارای دیواره‌های عایق می‌باشد. بررسی‌ها بر اساس شرایط جوی منطقه مرکزی ایران، استان کرمان، شهر بم و با توجه به درجه حرارت و میزان تابش خورشید در روز سوم جولای صورت گرفته است.در شکل ۱۲ میزان درجه حرارت شهر بم در طول ۲۴ ساعت شبانه روز سوم جولای داده شده است.



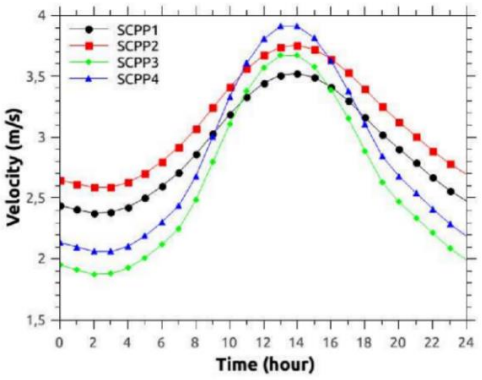
شکل (۱۲) : میزان درجه حرارت شهر بم در طول ۲۴ ساعت شبانه روز سوم جولای[۱۴]

در شکل ۱۳ میزان تابش خورشید در طول شبانه بر حسب KW روز سوم جولای مشخص می‌باشد.



شکل (۱۳): میزان تابش خورشید در طول شبانه روز سوم جولای[۱۴]

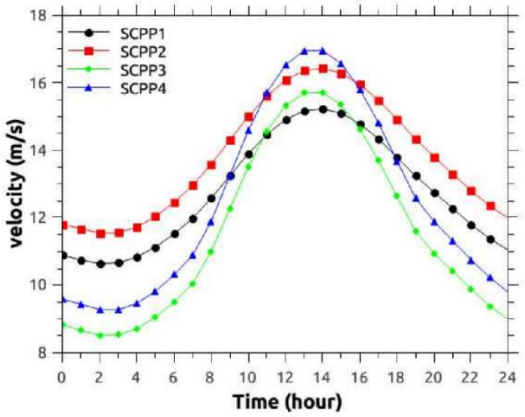
با توجه به درجه حرارت و میزان تابش محل مورد بررسی، می‌توان نتایج لازم را استخراج نمود.



شکل (۱۴) : سرعت جریان هوا در خروجی کلکتور

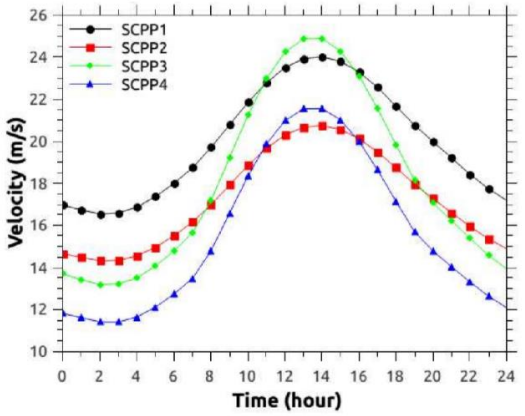
[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.23222468.1398.8.3.1.6]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 8-No. 3- Autumn 2019

شکل (۱۴) متوسط سرعت جریان هوا در خروجی کلکتور را نمایش می‌دهد.



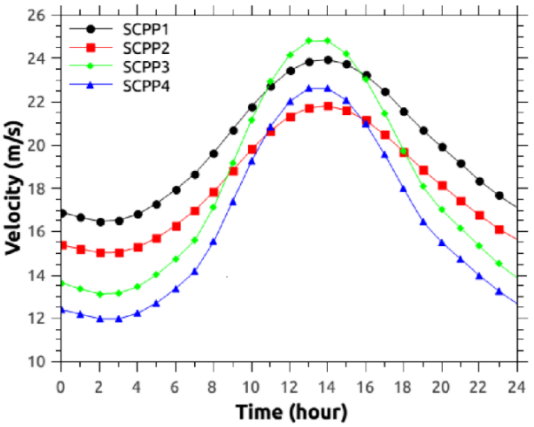
شکل (۱۵) : سرعت جریان هوا در ارتفاع دو متری کلکتور

شکل (۱۵) نیز متوسط سرعت جریان هوا را در ورودی دودکش در ارتفاع ۲ متر نشان می‌دهد.



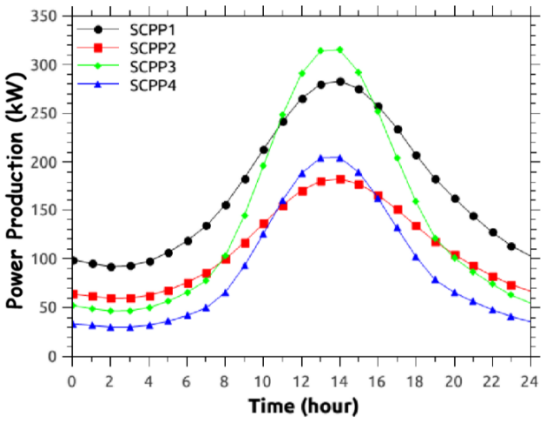
شکل (۱۶) : سرعت جریان هوا در ارتفاع شش متری کلکتور

شکل (۱۶) متوسط سرعت جریان هوا را در ورودی دودکش در ارتفاع ۶ متری داخل دودکش نشان می‌دهد.



شکل (۱۷) : سرعت جریان هوا در ارتفاع هشت متری کلکتور

شکل (۱۷) در ارتفاع ۸ متری دودکش سرعت جریان هوا را نشان می‌دهد. نتایج حاصل از اشکال فوق قابل توجه می‌باشد. مشهود است که در زمان‌های تابش خورشید بالاترین میزان سرعت جریان هوا را داریم. در مدل‌های (۱) و (۲) که ذخیره‌ساز استفاده شده میزان میانگین سرعت جریان هوا در زمان غروب به مراتب بیشتر از مدل‌های بدون ذخیره‌ساز است. در مورد پخش کننده که در مدل‌های ۲ و ۳ در خروجی کلکتور قرار دارد سرعت جریان هوا را در خروجی کلکتور و ارتفاع ۲ متری دودکش افزایش می‌دهد. اما در ارتفاع ۶ و ۸ متری دودکش نتیجه معکوس داشته و باعث کاهش سرعت جریان هوا می‌شود. نکته دیگر این است که در ساعاتی که بیشترین میزان تابش خورشید را داریم بین ساعات ۱۱ تا ۱۶ در مدل‌هایی که سیستم ذخیره‌ساز دارند (مدل ۲ و ۴) نسبت به مدل‌های مشابه بدون سیستم ذخیره‌ساز میانگین سرعت هوا کاهش پیدا می‌کند.



شکل (۱۸) : متوسط توان تولیدی دودکش خورشیدی بر حسب *kw*

شکل (۱۸) متوسط توان تولیدی را بر حسب *kw* براساس ۲۴ ساعت سوم جولای نشان می‌دهد. بیشترین میزان توان تولید ۳۰۰ کیلووات می‌باشد که توسط مدل ۳ تولید شده است. دومین میزان تولید ۲۶۰ کیلووات مربوط به مدل ۱ می‌باشد. مدل چهارم حدود ۲۰۰ کیلووات در بیشترین حالت تولید دارد و ۱۷۰ کیلووات سهم مدل چهارم می‌باشد. در شکل ۱۸ مشهود است که در زمان غروب مدل های ۲ و ۴ که دارای سیستم ذخیره‌ساز هستند توان تولیدی بیشتری نسبت به مدل مشابه بدون ذخیره‌ساز دارند.

نکته قابل توجه بررسی اثر پخش‌کننده می‌باشد که مدل‌های بدون پخش‌کننده توان (مدل ۱ و ۳) تولیدی به مراتب بیشتر و قابل توجهی نسبت به مدل‌های با پخش‌کننده (مدل ۲ و ۴) دارند. دلیل این موضوع هم می‌تواند کاهش سطح مقطع ورودی و همچنین افزایش

[DOR: 20.1001.1.23222468.1398.8.3.1.6]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 8-No. 3- Autumn 2019
[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-14]

بی‌نظمی ورودی دودکش باشد که باعث کاهش توان تولیدی می‌شود. استفاده از پخش‌کننده جریان هوا در خروجی کلکتور در ارتفاع‌های ۶ متر و بالاتر کارایی مناسب خواهد داشت و باعث افزایش سرعت جریان هوای عبوری می‌شود اما در ارتفاع های پایین‌تر نتیجه معکوس خواهد داشت.

۷-نتیجه‌گیری

استفاده از دودکش خورشیدی در ایران با توجه به وضعیت آب و هوایی ایران علی‌الخصوص مناطق پرتابش ایران می‌تواند یک راه حل مناسب جهت افزایش ظرفیت شبکه و استفاده از فناوری‌های پاک و نو باشد. در این پژوهش با تکیه بر اطلاعات هواشناسی و بررسی دقیق مناطق آب و هوایی ایران یک منطقه مناسب (بم) به عنوان سایت انتخاب گردید. با بررسی چهار مدل متفاوت دودکش خورشیدی (از نظر ساختار) و نتایج حاصل از بررسی هرکدام، بهترین مدل برای سایت مورد نظر انتخاب می‌گردد. با توجه به نتایج حاصل از بررسی چهار مدل دودکش خورشیدی دید مناسبی در مورد استفاده از مدل بهینه در سایت مورد نظر در دسترس می‌باشد. مدل‌سازی عددی جریان هوا در مورد چهار مدل دودکش خورشیدی و توان تولیدی هر مدل در یک روز خاص (سوم جولای) بر اساس الگوهای هواشناسی سالانه در سایت شهر بم استان کرمان انجام گردید که مقایسه نتایج به دست آمده مشخص نمود که مدل‌هایی که دارای سیستم ذخیره‌سازی گرما (آب و خاک) و بدون پخش‌کننده هوا می‌باشند بهره‌وری و کارایی مناسب‌تری نسبت به سایر مدل‌ها خواهد داشت. با در نظر گرفتن این فناوری تولید انرژی و سرمایه‌گذاری در مبحث انرژی‌های تجدیدپذیر، ایران می‌تواند به عنوان قطب استفاده از این نوع فناوری مطرح شود که نه تنها از مزایای انرژی تولیدی آن استفاده خواهیم نمود بلکه سایت مورد نظر را می توان مرکز تحقیقات جدید در مورد این فناوری در نظر گرفت. در مقالات بسیاری در مورد استفاده از سایر مزایا از جمله فضای گلخانه‌ای زیر کلکتور بحث و بررسی شده است که می‌توان از این مزایا هم در سایت مورد نظر استفاده نمود. متاسفانه تاکنون عزم جدی در مورد استفاده گسترده از انرژی‌های تجدیدپذیر و فناوری‌های نو ظهور در ایران صورت نگرفته است و هم‌چنان خلا آن در مجموعه تولید برق کشور احساس می‌شود. با توجه به جدید بودن فناوری مذکور در ایران می‌توان تحقیقات تکمیلی متعددی را در مورد بررسی هزینه‌های تولیدی این فناوری بر اساس توان الکتریکی تولیدی، بررسی سایر متریال‌های قابل استفاده در ساخت دودکش و کلکتور، همچنین برآورد هزینه‌های انجام طرح به منظور بررسی صرفه اقتصادی را مطرح نمود. همچنین اثرات استفاده از دودکش های خورشیدی بر شبکه بحثی اساسی و غیر قابل انکاری است که تحقیق در این زمینه افق‌های روشنی را در مقابل بهره‌برداران شبکه قرار خواهد داد.

مراجع:

[1] M. G. El-Rab, M. Ramadan and M. Khaled, "Thermodynamic analysis of power generation from solar chimney," *International Conference on Renewable Energies for Developing Countries 2014*, Beirut, 2014, pp. 29-33.

[2] A. O. Chikere, H. H. Alkayiem and Z. A. A. Karim, "Thermal field study and analysis in hybrid solar flue gas chimney power plant," *2011 National Postgraduate Conference*, Kuala Lumpur, 2011, pp.1-6.

[3] Siyang Hu, Dennis Y.C. Leung,Impact of Guide Wall Geometry on the Power Output of a Solar Chimney Power Plant,Energy Procedia,Volume 88,2016,Pages 414-421,ISSN 1876-6102,

[4] C. Z. Bayeh and N. Moubayed, "Comparison between PV farm, solar chimney and CSP tower in Lebanon: Economical study for 100 MW power plant," *International Conference on Renewable Energies for Developing Countries 2014*, Beirut, 2014, pp.205-210.

[5] M. Fanlong, M. Tingzhen and P. Yuan, "A Method of Decreasing Power Output Fluctuation of Solar Chimney Power Generating Systems," *2011 Third International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation*, Shangshai, 2011, pp. 114-118.

[6] O. B. E. MOKRANI, M. H. SELLAMI, M. R. Ouahrani and L. Segni, "Experimental Investigation on The effects of opening areas on solar chimney performance," *2018 International Conference on Communications and Electrical Engineering (ICCEE)*, El Oued, Algeria, 2018, pp. 1-5.

[7] *Z. Akhtar and K. V. S. Rao, "Estimation of levelized electricity cost of solar chimney power plant in India by using approximate cost model of Pretorius and Kroger,"* 2016 International Conference on Energy Efficient Technologies for Sustainability (ICEETS), *Nagercoil, 2016, pp. 276-279.*

[8] M. Lebbi, H. Boualit, T. Chergui, L. Boutina, A. Bouabdallah and H. Oualli, "Tower outlet/inlet radii ratio effects on the turbulent flow control in a solar chimney," *IREC2015 The Sixth*

[DOR: 20.1001.1.23222468.1398.8.3.1.6]
[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-14]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 8-No. 3- Autumn 2019

International Renewable Energy Congress, Sousse, 2015, pp. 1-6.
[9] H. Huang, G. Li and H. Zhang, "Experimental Performance of a Solar Collector in Solar Chimney Power Plant System," *2010 International Conference on Electrical and Control Engineering*, Wuhan, 2010, pp. 3718-3721.
[10] M. T. Esfidani, S. Raveshi, M. Shahsavari and A. Sedaghat, "Computational study on design parameters of a solar chimney," *2015* International Conference on *Sustainable Mobility Applications, Renewables and Technology (SMART)*, Kuwait City, 2015, pp. 1-5.
[11] Z. Akhtar and K. V. S. Rao, "Effect of collector efficiency on levelized electricity cost of 200 MW solar chimney power plant in India," *2015 International Conference on Technologies for Sustainable Development (ICTSD)*, Mumbai, 2015, pp. 1-6.
[12] H. Atia, A. Snoussi, A. Benbrahim, A. Ilinca and R. Boukchina, "Energetic and exergetic evaluation of conventional and sloped solar chimney power plants," *2016 7th International Renewable Energy Congress (IREC)*, Hammamet, 2016, pp. 1-6.
[13] Z. Akhtar and K. V. S. Rao, "Study of economic viability of 200 MW solar chimney power plant in Rajasthan, India," *2014 1st International Conference on Non Conventional Energy (ICONCE 2014)*, Kalyani, 2014, pp. 84-88.
[14] A. Cervone, D. Zaccagnini Romito and E. Santini, "Design of solar chimney power plant for Mediterranean countries," *2011 International Conference on Clean Electrical Power (ICCEP)*, Ischia, 2011, pp. 480-484.
[15] T. Chergui, A. Bouhadjar, A. Boualit, M. Lebbi, L. Bonoutina and S. Larbi, "Improved thermo-hydrodynamic field quality in the solar chimneys," *IREC2015 The Sixth International Renewable Energy Congress*, Sousse, 2015, pp. 1-6.
[16] Ahmadi, Hamzeh & Ahmadi, Fariborz. (2017). Mapping thermal comfort in Iran based on geostatistical methods and bioclimatic indices. Arabian Journal of Geosciences. 10. 10.1007/s12517-017-3129-3.
[17] Mohammad Satkin, Younes Noorollahi, Majid Abbaspour, Hossein Yousefi,
Multi criteria site selection model for wind-compressed air energy storage power plants in Iran, Renewable and Sustainable Energy Reviews,Volume 32,2014,Pages 579-590,ISSN 1364-0321,
[۱۸] موسوی بایگیم & ,.اشرفب. (۲۰۱۱). شناسایی مناطق با کم ترین میزان ابرناکی به منظور پهنه بندی نواحی پرتابش کشور .*آب و خاک*(3)*25*
[19] Cedar Lake Ventures, Inc. reporter of the typical weather. historical hourly weather reports and model reconstructions from January 1, 1980 to December 31, 2016

رزومه

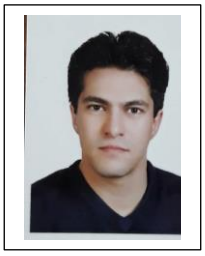
امیر باقران شعرباف در سال ۱۳۶۵ در مشهد متولد شده است. تحصیلات دانشگاهی خود، در مقطع لیسانس را در مهندسی برق- قدرت از دانشگاه آزاد (۱۳۹۰) و مقطع کارشناسی ارشد را در گرایش برق- قدرت دانشگاه آزاد (۱۳۹۷) اخذ نمود. زمینه های پژوهشی و مورد علاقه ایشان پایداری و قابلیت اطمینان سیستم قدرت، انرژی های تجدید پذیر، ادوات FACTS، سیستم های توزیع می باشد.



علی اصغر شجاعی تحصیلات دانشگاهی خود را در مقطع کارشناسی مهندسی برق-قدرت در دانشگاه آزاد اسلامی (۱۳۸۵)، کارشناسی ارشد مهندسی برق-قدرت در دانشگاه صنعتی مالزی (۱۳۸۷) دکتری مهندسی برق-قدرت دردانشکده مهندسی برق دانشگاه صنعتی مالزی (۱۳۹۲) سپری کرده است.همچنین ایشان از سال ۱۳۸۸ به مدت چهار سال به عنوان محقق در مرکز پژوهشی هوش مصنوعی و رباتیک دانشگاه صنعتی مالزی مشغول به فعالیت بودند. ایشان از سال ۱۳۹۴ تاکنون استادیار گروه مهندسی برق دانشگاه آزاد اسلامی واحد نیشابور میباشد. فعالیتهای پژوهشی مورد علاقه ایشان پایداری و قابلیت اطمینان سیستمهای قدرت و کنترل کنندههای مبتنی بر شبکه های عصبی میباشد.



[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.23222468.1398.8.3.1.6]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 8-No. 3- Autumn 2019



علی اتحادیه متولد سال ۱۳۶۶ در مشهد می‌باشد. وی فارغ‌التحصیل مقطع کارشناسی برق – قدرت از دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند (۱۳۹۲) و کارشناسی ارشد مهندسی برق قدرت خود را از دانشگاه آزاد اسلامی نیشابور دریافت نموده است. زمینه پژوهشی مورد علاقه نامبرده انرژی‌های نو ، پایداری سیستم‌های قدرت و تولیدات پراکنده مبتنی بر انرژی‌های نو می‌باشد

[DOR: 20.1001.1.23222468.1398.8.3.1.6]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 8-No. 3- Autumn 2019
[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-14]

Simulation and Analysis of Solar Chimney Models based on Bam Climate Theory

Amir bagheran sharbaf [1,*], ali asghar shojaei[2] , Ali Ettehadieh[3]

*1- Department of Electrical Engineering, Neyshabur Branch, Islamic Azad University, Neyshabur, Iran

2- Department of Electrical Engineering, Neyshabur Branch, Islamic Azad University, Neyshabur, Iran

3- Department of Electrical Engineering, Neyshabur Branch, Islamic Azad University, Neyshabur, Iran

Abstract : One of the methods of generating electricity from solar energy is using solar chimney technology. In this research we have studied four proposed physical models of solar chimney by examining Iran's climate map and selecting the appropriate region for the power plant site. This study is a numerical simulation of four physical models of solar chimney in Bam city, Kerman province. According to valid meteorological data, the behavior of all four models was evaluated on a specific day of the year. According to the results of the simulation, which includes the air velocity rate in four internal points of chimneys and the output power of each of the above mentioned models, the best and most suitable solar chimney model can be selected for the site under consideration and an appropriate estimate of the final output will be obtained.

Keywords: Solar Chimney Power Plant, Wind Speed, Power Generation, Numerical Simulation, Storage System

[DOR: 20.1001.1.23222468.1398.8.3.1.6]
[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-14]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 8-No. 3- Autumn 2019