

امکان‌سنجی بهره‌گیری از انرژی‌های نو در تهران براساس تحلیل اطلاعات اقلیمی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۱۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۰۲

کد مقاله: ۷۷۶۸۱

شکوه سادات اسداللهی^{۱*}، زاله صابر نژاد^۲

چکیده

هدف این مقاله، امکان‌سنجی بهره‌گیری از انرژی‌های نو در شهر تهران است. در حال حاضر با توجه به شناخت شیوه‌های طراحی و قابلیت بررسی آن‌ها به صورت بومی، وجود دانش و فن‌آوری تولید بومی فتوولتایک‌ها در ایران طراحی و ساخت ساختمان‌هایی با این فن‌آوری در ایران دور از دسترس نیست. در این پژوهش اطلاعات اقلیمی سایت مورد نظر در موقعیت ایستگاه سینوپتیک امام خمینی تهران و شهر سالتلیک سیتی با یکدیگر مقایسه شد و بعد از اثبات شرایط اقلیمی مشابه دو منطقه به بررسی بهره‌گیری از انرژی‌های نو در سالتلیک سیتی پرداخته شد و بنابراین راهکارهایی برای استفاده از انرژی‌های نو در تهران ارائه شد. در این پژوهش به شیوه تطبیقی اطلاعات اقلیمی ایستگاه هواشناسی فرودگاهی امام خمینی در مقایسه با اطلاعات اقلیمی شهر سالتلیک سیتی قرار گرفت. استخراج اطلاعات از سازمان هواشناسی بوده و در تدوین مطالب از مقالات معتبر داخلی و خارجی استفاده شده است.

واژگان کلیدی: انرژی‌های نو، ایستگاه سینوپتیک امام خمینی، سالتلیک سیتی، فتوولتایک یکپارچه، اطلاعات اقلیمی تهران.

۱- دانشجوی دکتری تخصصی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب (نویسنده مسئول) asadollahi.shokouh@yahoo.com

۲- استادیار معماری و عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

۱- مقدمه

محدود بودن ذخایر سوخت‌های فسیلی و همچنین آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از سوزاندن آنها باعث گسترش مباحثه مربوط به محیط زیست و انرژی شده است. از اوایل دهه ۱۹۷۰ میلادی، بحران انرژی و تخریب لایه ازن و گرم شدن کره زمین موجات اعمال قوانین برای کنترل مصرف انرژی را فراهم آورد. از آن زمان مبحث توسعه و طراحی پایدار به عنوان یکی از مباحثه مهم در طراحی معماری مطرح شد. به عبارت دیگر بنا باید به گونه‌ای طراحی شود که نیاز گرمایش، سرمایش و به طور کلی نیاز انرژی ساختمان برای تامین شرایط آسایش کاهش باید که این مهم با راهکارهایی نظیر جهت‌گیری مناسب ساختمان نسبت به عوامل اقلیمی (تابش، باد و ...) و استفاده از مصالح مناسب دست یافتنی است. از سوی دیگر بنا باید به گونه‌ای طراحی شود که از انرژی‌های پاک موجود نظیر انرژی تابشی خورشید بیشترین استفاده را ببرد که این مهم با استفاده از گردآورندها و سلول‌های خورشیدی امکان‌پذیر می‌شود (شفعی و همکاران، ۱۳۹۲: ۴۸).

جدول ۱- تاریخچه انرژی‌های تجدیدپذیر و متناوب. مأخذ: نگارندگان

| سال میلادی | اقدامات انجام شده |
|------------|---|
| ۱۸۳۰ | کشف ترکیبات فتوولتائیک، توسعه سلول‌های خورشیدی |
| ۱۸۳۹ | اختراع نخستین پل سوتختی توسط «ولیام رابت گروو» |
| ۱۸۸۰ | تولید برق توسط آب در ایالات متحده، کشف انرژی خورشیدی در اروپا |
| ۱۹۴۷ | اولین پروژه راکتور هسته‌ای با هدف تولید انرژی در «Brookhaven» نیویورک آغاز شد. |
| ۱۹۷۰ | سازمان حفاظت از محیط زیست ایالات متحده (US Environmental Protection Agency) تاسیس شد. آسیب جدی به منابع طبیعی در نتیجه‌ی استفاده از انرژی فسیلی یکی از اولین چالش‌های رو در روی آزادسی بود. |
| ۱۹۷۶ | کنگره ایالات متحده، کمیته‌ای را برای بررسی پتانسیل توسعه‌ی وسائل نقلیه الکتریکی، با هدف کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی تصویب کرد. |

۱-۱- روش تحقیق

در این پژوهش به شیوه تطبیقی اطلاعات اقلیمی ایستگاه هواشناسی فرودگاهی امام خمینی در مقایسه با اطلاعات اقلیمی شهر سالت‌لیک سیتی قرار گرفت. استخراج اطلاعات از سازمان هواشناسی و نرم‌افزار Meteonorm بوده و در تدوین مطالب از مقالات معتبر داخلی و خارجی استفاده شده است.

۲- امکان‌سنجی بهره‌گیری از انرژی‌های نو در شهر تهران

امروزه ساختمان‌ها نیز بخشی از محیط زیست را تشکیل می‌دهند و بخش اعظمی از آلودگی‌های زیست محیطی را ایجاد می‌کنند. معماری پایدار یکی از ایده‌های برنامه‌ریزی و طراحی برای ساخت ساختمان‌هایی است که کمترین تأثیر منفی را بر محیط زیست داشته باشند.

جدول ۲- پایداری در معماری، مأخذ: (زنده و همکاران، ۱۳۸۹: ۲)

| ارکان اصلی پایداری | ارتقای کیفی زندگی و سلامت انسان‌ها (سلسله حاضر و نسل‌های آینده) |
|------------------------------|---|
| تأمین نیازهای روزمره‌ی انسان | تأمین نیازهای روزمره‌ی انسان |
| هدف از طراحی پایدار | حفظ سیستمهای اکولوژیکی و منابع انرژی |
| اصول یک ساختمان پایدار | به واسطه بهره‌وری صحیح از انرژی و منابع طبیعی تأثیر سوئ ساختمان بر محیط زیست کاهش باید. |

۲-۱- تحلیل اقلیمی شهر تهران

دامنه‌ها و کوهپایه‌های ارتفاعات شمالی، غربی و جنوبی که به داخل فلات ختم می‌شوند و کوه‌های منفرد مرکزی و ارتفاعات نامنظم شرقی فلات که حوزه‌های مستقل یا نیمه مستقلی به وجود آورده‌اند به دلیل ارتفاعشان نسبت به چاله‌های مرکزی یا محلی از رطوبت بادهای مرطوبی که از فراز آن‌ها می‌گذرد تا حدودی استفاده می‌کنند و نسبت به چاله‌های اصلی، اقلیم نسبتاً معتدل به وجود می‌آورند البته هرچه از غرب به شرق نزدیک شویم اثر بادهای مرطوب کاهش و خشکی هوا افزایش می‌یابد. شهرهای تهران، مشهد، اصفهان و شیراز از جمله مناطق نیمه‌بیابانی محسوب می‌شوند (کسمایی مرتضی، ۱۳۸۲، ص. ۸۲). استان تهران در جنوب رشته‌کوه‌های البرز که در شمال ایران از آذربایجان تا خراسان با جهت غربی-شرقی کشیده شده، قرار دارد. وجود

رودخانه‌هایی دائمی مانند رودخانه کرج، رودخانه جاجرود، رود لار، حبله رود، رود شور یا ابهر رود و طالقان رود موجب شده تا استان تهران از لحاظ منابع آب کمبودی نداشته باشد. بیشترین رودخانه‌های استان از کوههای البرز سرچشم می‌گیرد. (منبع: پورتال سازمان هواشناسی کشور). هوای تهران در مناطق کوهستانی دارای آب و هوای معتدل و در دشت، نیمه بیابانی است. تهران در مرز شرایط جوی بری و اقیانوسی قرار گرفته و تمایل آن به موقعیت بری بیشتر از وضعیت اقیانوسی است.

جدول ۳- تحلیل اقلیمی تهران. مأخذ: پورتال سازمان هواشناسی کشور

| دیواره شمالی | ارتفاعات محدودی از این دیواره در استان تهران و بقیه آن در استان مازندران قرار دارد. |
|-----------------|---|
| دیواره میانی | این دیواره عظیم کوهستانی به صورت کوههای (کندوان) و پس از آن کوههای (طالقان) در شمال غربی استان، تا محل اتصال رود (الموت) به (طالقان رود)، ادامه می‌یابد. در شمال شرقی نیز این دیواره با نام رشته ارتفاعات فیروزه کوه و سوادکوه تا دره رود فیروزه کوه (شعبه اصلی جبله رود) که از جنوب دامنه شرقی آن می‌گذرد، امتداد می‌یابد. در شرق دره فیروزه کوه که پس از دریافت شعباتی جبله رود نامیده می‌شود، ارتفاعات (شهمیرزاد) شروع می‌شود. |
| رشته کوهها | سومین بخش از ارتفاعات کوههای لواسانات مرکزی است که رودخانه جاجرود و کرج آن را بریده دره جبله رود امتداد یافته‌اند. |
| آب و هوا | کویر یا دشت کویر این دهانه این کوهها در شرق جاده آب علی به نام قره‌داغ و دماوند تا کویر یا دشت کویر رشته کوههای البرز این بادها نقش موثری در تعديل گرمای سوزان بخش کویری دارند، ولی تاثیر آن را خنثی نمی‌کنند. بر دامنه گرد و غبار می‌شوند. |
| آب و هوا | بر دامنه‌های البرز مرکزی در ارتفاع بالای ۳۰۰۰ متر قرار گرفته و آب و هوای مرطوب و سردسیر و زمستان‌هایی به نسبت طولانی است. آبلی، فیروزه کوه، دماوند، گلندوک، سد امیرکبیر و دره طالقان در این اقلیم قرار دارند. |
| آب و هوا | با زمستان‌های کوتاه و تابستان‌های گرم، در ارتفاعات کمتر از ۱۰۰۰ متر واقع شده است، هر چه ارتفاع کاهش می‌یابد، خشکی محیط بیشتر می‌شود. ورامین، شهریار و جنوب شهرستان کرج در این اقلیم قرار گرفته‌اند. |
| بخش‌بندی اقلیمی | اقلیم ارتفاعات شمالی این اقلیم در ارتفاع دو تا هزار متری از سطح دریا قرار گرفته و دارای آب و هوای نیمه مرطوب و سردسیر و زمستان‌هایی به نسبت طولانی است. آبلی، فیروزه کوه، دماوند، گلندوک، سد امیرکبیر و دره طالقان در این اقلیم قرار دارند. |
| آب و هوا | اقلیم نیمه خشک و خشک این اقلیم در ارتفاعات از سطح دریا قرار گرفته و دارای آب و هوای نیمه مرطوب و سردسیر و زمستان‌هایی به نسبت طولانی است. آبلی، فیروزه کوه، دماوند، گلندوک، سد امیرکبیر و دره طالقان در این اقلیم قرار دارند. |

۲-۲- تحلیل موقعیت ایستگاه سینوپتیک امام خمینی تهران

جدول ۴- مشخصات ایستگاه سینوپتیک امام خمینی، مأخذ: <http://www.tehranmet.ir>

| ایستگاه | محل استقرار | نوع ایستگاه | سال تاسیس | ارتفاع از سطح دریا | طول و عرض جغرافیایی | جدول مورد استفاده در ایستگاه |
|---------------------|-------------|-------------|-----------|--------------------|--------------------------------|------------------------------|
| فروندگاه امام خمینی | ری | فرودگاهی | ۲۰۰۲ | ۹۹۰,۲ | عرض جغرافیایی طول جغرافیایی | نقشه شنبه، فشار بخار اشباع |
| فروندگاه امام خمینی | ری | فرودگاهی | ۲۰۰۲ | ۹۹۰,۲ | عرض جغرافیایی طول جغرافیایی | QFE , QFF, QNH, 850 HPA |

۲-۳- ویژگی‌های اقلیمی ایستگاه سینوپتیک امام خمینی

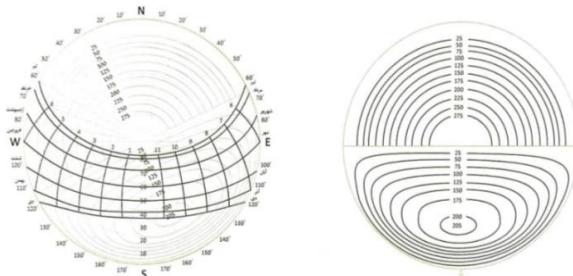
در مقیاس کلی، منطقه محدوده ایستگاه امام همانند سایر بخش‌های استان تهران در فصول سرد سال متأثر از سیستم‌های شمالی و شمال غربی و غربی بویژه جنوب‌غربی بوده و ریزش‌های جوی آن از ماههای آبان و آذر آغاز و تا اواسط اردیبهشت ماه ادامه دارد (سایت اداره کل هواشناسی استان تهران).

جدول ۵- زاویه جهت تابش طلوع و غروب خورشید مأخذ: (معماری و انرژی، ۱۳۹۸، ۹۰-۹۳)

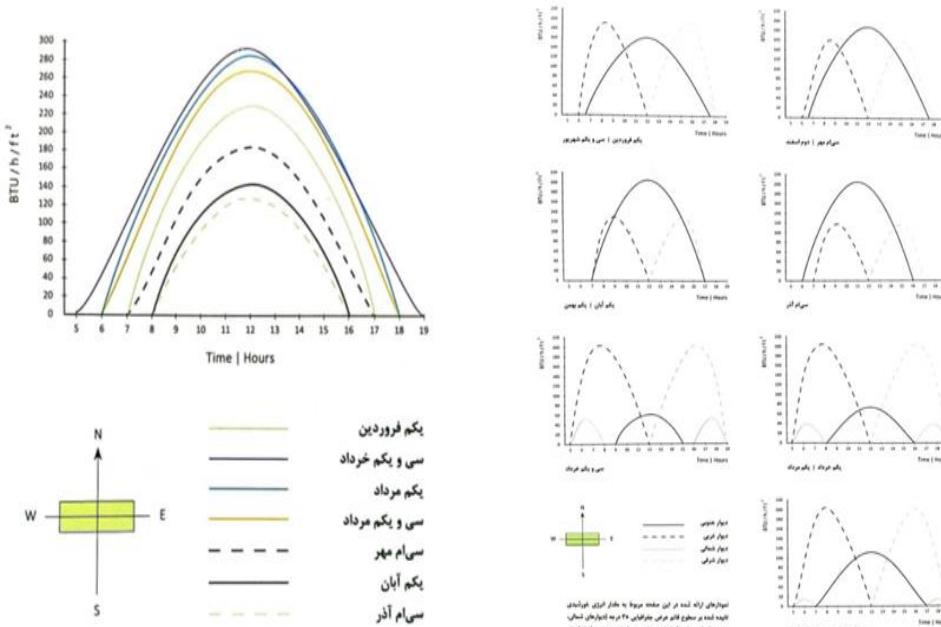
| انقلاب زمستانی اول دی ماه | اول آبان و اول اسفند | اول فروردین_اول مهر | اول اردیبهشت و اول شهریور | انقلاب تابستانی اول تیرماه | عرض جغرافیایی درجه ۲۵ |
|------------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| ۱۲۰° | ۱۰۸° | ۹۰° | ۸۰° | ۶۰° | طلوع خورشید |
| ۲۴۰° | ۲۵۲° | ۲۷۰° | ۲۸۰° | ۲۹۰° | غروب خورشید |



شکل ۱- موقعیت مناسب ساختمان جهت بهره‌گیری از نور خورشید ۲۵ درجه جنوب شرقی. مأخذ: (معماری و انرژی، ۱۳۹۸، ۹۰-۹۳)



شکل ۲: نمودار نقاله‌ی خورشیدی و یکتور اولگی، انرژی تابیده بر سطح افقی و عمودی در عرض جغرافیایی ۲۵ درجه. مأخذ: (معماری و انرژی، ۱۳۹۸، ۹۰-۹۳)



شکل ۴: مقدار انرژی خورشیدی تابیده شده بر سطوح
افقی، مأخذ: (معماری و انرژی، ۱۳۹۸، ۹۰-۹۳)

شکل ۳: مقدار انرژی خورشیدی تابیده شده بر سطوح
قائم در عرض جغرافیایی ۳۵°. مأخذ: (معماری و انرژی،
۹۰-۹۳، ۱۳۹۸)

امروزه ای را که در این مدت می‌توان به مکانیک انرژی تابیده

جذب، تحریک و برش از طریق مکانیکی

و اینکه در میان این مکانیکی

که در میان این مکانیکی

جدول ۶: اطلاعات اقلیمی مربوط به شهر تهران در سال ۲۰۱۰ - ۱۹۹۱ مأخذ: نرم افزار Meteonorm

| Additional information | | | | | | | | | |
|------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------|------|------|--|
| Month | G_Gh | G_Bn | G_Dh | Lg | Ld | N | Ta | Td | |
| | [W/m ²] | [octas] | [°C] | [°C] | |
| January | 118 | 177 | 43 | 12567 | 5616 | 3 | 6.5 | 4.6 | |
| February | 155 | 179 | 62 | 16399 | 8139 | 2 | 7.8 | 5.5 | |
| March | 203 | 189 | 89 | 21637 | 11652 | 2 | 10.9 | 7.7 | |
| April | 243 | 186 | 116 | 26219 | 14974 | 2 | 14.5 | 11.1 | |
| May | 278 | 208 | 127 | 30291 | 17297 | 1 | 19.7 | 15.5 | |
| June | 297 | 225 | 130 | 32692 | 18535 | 1 | 24.4 | 18.9 | |
| July | 277 | 196 | 132 | 30808 | 18529 | 1 | 26.5 | 21.3 | |
| August | 264 | 205 | 117 | 29356 | 17258 | 1 | 27.0 | 22.1 | |
| September | 228 | 228 | 86 | 25436 | 12346 | 2 | 23.7 | 20.2 | |
| October | 160 | 153 | 74 | 17655 | 10018 | 3 | 19.1 | 16.4 | |
| November | 134 | 188 | 48 | 14545 | 6645 | 2 | 13.5 | 10.9 | |
| December | 110 | 172 | 38 | 11786 | 5200 | 2 | 8.7 | 6.8 | |
| Year | 206 | 192 | 89 | 22452 | 12184 | 2 | 16.9 | 13.4 | |

Gh: Mean irradiance of global radiation horizontal
 Br: Irradiance of beam
 Dh: Mean irradiance of diffuse radiation horizontal
 N: Cloud cover fraction
 Lg: Global temperature
 Ta: Air temperature
 RH: Relative humidity
 Td: Dew point temperature
 DD: Wind direction
 FF: Wind speed
 p: Air pressure

جدول ۷: نتایج بررسی پارامترهای اقلیمی فصول مختلف شهر تهران (ایستگاه سینوپتیک فرودگاهی امام خمینی) در سال‌های ۲۰۱۰ - ۱۹۹۱ مأخذ: نگارندگان

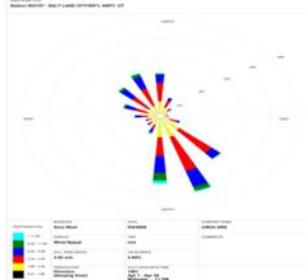
| پارامترهای اقلیمی | تابستان | زمستان | پائیز | بهار | میانگین |
|-------------------|--|--|--|---|---|
| باد | سرعت باد ۱,۳ m/s و جهت باد غالب ۲۴ درجه در جهت شمال غرب | سرعت باد ۱,۳ m/s و جهت باد غالب ۲۴ درجه در جهت شمال غرب | سرعت باد حداکثر m/s ۱ و جهت باد غالبه در ۲۷ درجه در جهت غرب | سرعت باد حداکثر m/s ۱ و جهت باد غالبه در ۲۸ درجه در جهت غرب | سرعت باد حداکثر m/s ۱ و جهت باد غالبه در ۲۶ درجه در جهت غرب |
| باران | میزان روزهای بارانی ۵۰ تا ۵۳ روز - به افزایش ۴۳ میزان بارش mm ۴۰ و | میزان روزهای بارانی ۴۸ تا ۵۷ روز - به افزایش ۴۰ میزان بارش mm ۴۹ و | میزان روزهای بارانی ۴۷ تا ۵۷ روز رو به کاهش میزان بارش mm ۲۰ و | میزان روزهای بارانی ۲۵ روز، میزان بارش mm ۱۲ و | میزان روزهای بارانی ۲۵ روز و میزان بارش mm ۱۲ |
| رطوبت | حداکثر ۸۷٪ در آذرماه | حداکثر ۸۷٪ در دی ماه | حداکثر ۸۸٪ در آذرماه | حداکثر ۸۰٪ در فروردین ماه | میانگین بارش %۸۱ |
| تابش | حداکثر ۲۰۳ w/m ² در اسفند ماه | حداکثر ۲۰۳ w/m ² در تیر ماه | حداکثر ۱۶۰ w/m ² در مهر ماه | حداکثر ۲۹۷ w/m ² در خرداد ماه | میانگین تابش ۲۰.۶ w/m ² |
| دما | دماهی هوا ۱۰.۹ درجه سانتیگراد | دماهی هوا ۱۹.۱ درجه سانتیگراد | دماهی هوا ۱۴.۵ درجه سانتیگراد | دماهی هوا ۲۴.۴ درجه سانتیگراد | میانگین دماهی هوا ۱۶.۹ درجه سانتیگراد |

۳- معرفی شهر سالت لیک سیتی^۱ به عنوان شهری با اقلیم مشابه تهران

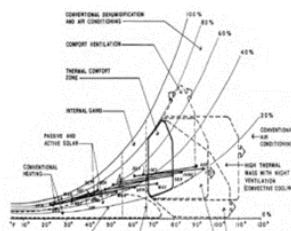
سالتلیک سیتی مرکز ایالت یوتا آمریکاست و شهر بزرگ این ایالت می‌باشد. نام این شهر در واقع برگرفته از دریاچه نمک یوتا است. سالتلیک سیتی دارای آب و هوای نیمه خشک و معتدل با چهار فصل مجزا است. بارش سالانه آن به طور متوسط ۱۲۲۶ اینچ است. به طور متوسط ۵ روز در سال دارای گرمای شدید بالای ۱۰۰ درجه فارنهایت است. ماه زانویه سردترین ماه و ماه جولای گرمترین است. این منطقه دارای آب و هوای نیمه خشک همراه با زمستان‌های سرد و پر باد و تابستان‌های گرم و خشک

۱- Salt Lake City

است. زمستان‌ها بسیار سرد با طوفان‌های مکرر اما کوتاه که متناسب با دوره‌های آفتابی است. دمای تابستان زیاد است اما رطوبت آن کم است. بنابراین، نوسان دمای روزانه زیاد و شب‌های تابستان عموماً خنک است و پتانسیل بسیار زیادی برای گرمایش و سرمایش غیرفعال وجود دارد میزان بارش سالانه حدود ۱۵ اینچ است (۳۸ سانتی متر) و در طول سال نسبتاً یکنواخت رخ می‌دهد و بهار مرتبط‌ترین فصل است.



شکل ۷- نمودار گلبلاد Salt Lake City (نرم افزار Meteonorm City (May-2003)



شکل ۶- محدوده آسایش حرارتی در منطقه



در ایالات متحده

جدول ۸- اطلاعات اقلیمی مربوط به شهر سالت لیک سیتی در سال ۲۰۰۵-۱۹۸۶ مأخذ: نرم افزار Meteonorm

| Month | RH | P | DD | FF | Standard Radiation model 2000–2009 Temperature period | Standard Temperature model 1986–2005 Radiation period | Perez Tilt radiation model |
|-----------|---|-----|-----|-----|---|---|-------------------------------|
| January | 72 | 867 | 158 | 2.9 | | | |
| February | 68 | 868 | 158 | 3.2 | | | |
| March | 53 | 870 | 158 | 3.8 | | | |
| April | 46 | 872 | 158 | 4.3 | | | |
| May | 37 | 875 | 158 | 3.9 | | | |
| June | 32 | 877 | 158 | 4.0 | | | |
| July | 26 | 879 | 158 | 4.0 | | | |
| August | 30 | 879 | 158 | 4.2 | | | |
| September | 36 | 876 | 158 | 3.9 | | | |
| October | 51 | 873 | 158 | 3.5 | | | |
| November | 64 | 869 | 158 | 3.0 | | | |
| December | 72 | 867 | 158 | 3.1 | | | |
| Year | 49 | 873 | 158 | 3.7 | | | |
| Gh: | Mean irradiance of global radiation horizontal | | | | | | |
| Bn: | Irradiance of beam | | | | | | |
| Dh: | Mean irradiance of diffuse radiation horizontal | | | | | | |
| N: | Cloud cover fraction | | | | | | |
| Lg: | Global temperature | | | | | | |
| Ta: | Air temperature | | | | | | |
| RH: | Relative humidity | | | | | | |
| Td: | Dew point temperature | | | | | | |
| DD: | Wind direction | | | | | | |
| FF: | Wind speed | | | | | | |
| p: | Air pressure | | | | | | |

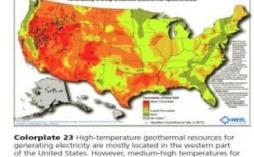
Additional information
Uncertainty of yearly values: Gh = 6%, Bn = 12%, Ta = 0.3 °C
Trend of Gh = 0.0001 W/m²/yr, Bn = 0.0001 W/m²/yr
Variability of Gh / year = 6.5%
P90 and P10 of yearly Gh, referenced to average: 92.7%, 110.5%

| Month | Gh_Gh | Gh_Bn | Gh_Dh | Lg | Ld | N | Ta | Td |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|---|------|------|
| January | 80 | 127 | 36 | 8521 | 4578 | 5 | -1.4 | -5.7 |
| February | 120 | 176 | 45 | 12823 | 5768 | 4 | 0.9 | -4.3 |
| March | 184 | 222 | 69 | 19678 | 8688 | 4 | 6.2 | -2.8 |
| April | 226 | 218 | 94 | 24390 | 11569 | 4 | 10.7 | -0.4 |
| May | 292 | 312 | 91 | 31444 | 11605 | 2 | 16.5 | 1.9 |
| June | 311 | 326 | 92 | 33572 | 11563 | 2 | 21.8 | 4.2 |
| July | 315 | 360 | 74 | 33950 | 9625 | 2 | 27.7 | 6.3 |
| August | 267 | 314 | 74 | 28895 | 9615 | 2 | 25.4 | 6.6 |
| September | 217 | 258 | 72 | 23488 | 9189 | 3 | 19.1 | 3.7 |
| October | 153 | 212 | 50 | 16610 | 6836 | 3 | 11.5 | 1.7 |
| November | 94 | 145 | 40 | 10187 | 5191 | 4 | 4.1 | -2.1 |
| December | 70 | 122 | 31 | 7585 | 4010 | 5 | -0.9 | -5.4 |
| Year | 194 | 233 | 64 | 20929 | 8168 | 3 | 11.8 | 0.3 |

۴- بررسی امکان‌سنجی بهره‌گیری از انرژی‌های نو در شهر سالت لیک سیتی

دسترسی به انرژی خورشیدی کافی برای مناطق جنوب غرب بطور وسیع وجود دارد حتی در کمترین نقاط مطلوب در ایالات متحده. به عنوان مثال در یکی از مناطق پورتلند، اورگان، ساختمان اداری Bullitt Center تمام برق خود را از PV تولید می‌کند. با استفاده از فناوری‌هایی مانند انرژی خورشیدی، گرمایش زمین‌گرمایی و نورپردازی LED موجب صرفه‌جویی در هزینه و انرژی شده است. در حال حاضر ۹ ساختمان در این شهر وجود دارد که از این فناوری‌های صرفه‌جویی در مصرف انرژی استفاده می‌کنند.

جدول ۱۲: امکان سنجی بهره‌گیری از انرژی‌های نو در شهر سالت‌لیک سیتی، مأخذ: نگارندگان

| | | |
|--|--|---------------|
|  <small>Colorplate 24 Note the close relationships between biomass resources and average annual precipitation.</small> | در قسمت‌های جنوب غربی ایالات متحده ظرفیت بیشتری جهت بهره‌گیری از انرژی بیومس وجود دارد. | انرژی بیومس |
|  <small>Colorplate 22 Fortunately, biomass is most available where solar, wind, and geothermal are least available.</small> | در شهر سالت‌لیک سیتی ظرفیت کمی جهت بهره‌گیری از انرژی بیومس وجود دارد. | زیست توده |
|  <small>Colorplate 23 High-temperature geothermal resources for electricity generation are located in the western part of the United States. However, medium-high temperatures for generating hot water to heat buildings is much more widely available.</small> | سنگش پراکندگی منابع زمین گرمایی درجه حرارت بالا برای تولید برق بیشتر در قسمت غربی واقع است. | زمین گرمایی |
|  <small>Colorplate 21 There is sufficient solar energy access for photovoltaics (PV) even in the least favorable parts of the United States. For example, in one of the least favorable areas, Portland, Oregon, the 30,000 PV units installed there generate the equivalent of 100 megawatts of electricity from PV.</small> | دسترسی انرژی خورشیدی کافی برای مناطق جنوب غرب بطور وسیع وجود دارد حتی در کمترین نقاط مطلوب در ایالات متحده به عنوان مثال در یکی از مناطق پورتلند، اورگان، ساختمان اداری ۵۰,۰۰۰ ft ² (4500 m ²) Bullitt Center تمام برق خود را از PV تولید می‌کند. | انرژی خورشیدی |

۵- معرفی پروژه‌های صفر انرژی در سالت‌لیک سیتی و نحوه بکارگیری انرژی‌های نو

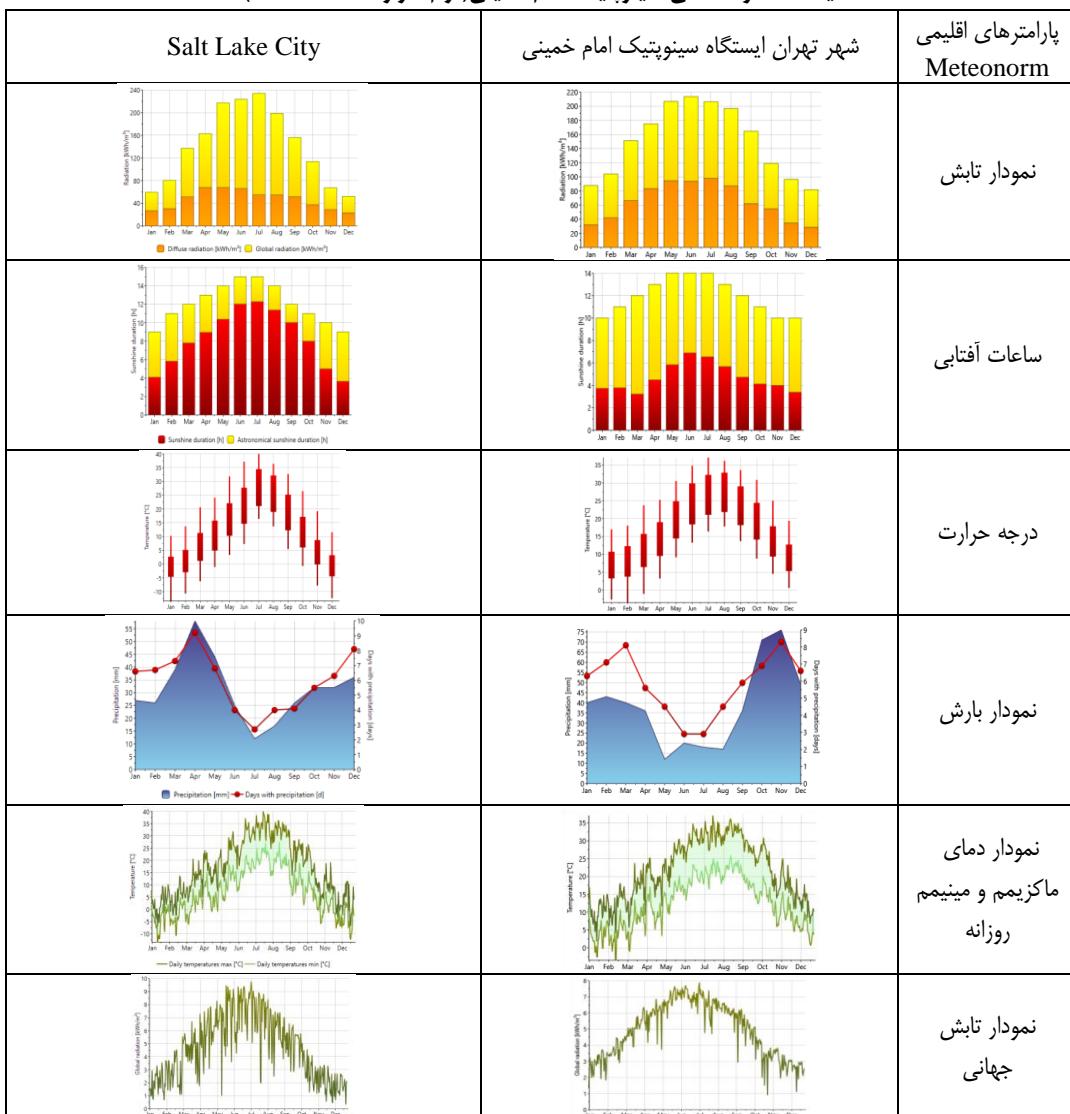
جدول ۱۳- نحوه بهره‌گیری از انرژی‌های نو در شهر سالت‌لیک سیتی، مأخذ: نگارندگان

| | | |
|---|--|---|
| <p>نخستین خانه صفر انرژی در سالت‌لیک سیتی و دوم در بوتا، طراحی معماری این خانه به بافت تاریخی این محله احترام می‌گذارد. ساختمان در سال ۲۰۱۱ به پایان رسید و با افروزن یک آرایه خورشیدی ۴ کیلو وات در سال ۲۰۱۴ به یک محل اقامت خالص صفر انرژی تبدیل شده است.</p> <p>سیستم فتوولتاویک ۲,۲ کیلو وات مازول های ۱۰ REC Solar Inc. ۲۲۰ وات سیستم آب گرم خورشیدی: دو کلکتور تخت خورشیدی ۷۷ فوت مربع (۷ مترمربع) ۱۲۰ گالن (۱ لیتر) مخزن آب گرم خورشیدی را گرم می‌کند.</p> <p>سیستم گرمایش: یک منصر مقاومت الکتریکی در مخزن ذخیره خورشیدی، گرمای فضا را برای تکمیل طراحی خورشیدی ایستا و سیستم آب گرم خورشیدی فراموش کند. کف حیاط شامل گرمای تابشی هیدرولیک شیستیان برای دوره‌هایی از سرما است سیستم خنک کننده: کولر تبخیری ۴۰ درجه SEER و مرحله‌ای OAsys، که از ونتیلاتور بازیابی انرژی: UltimateAir RecoupAerator 200DX مساحت این خانه ۲,۱۰۰ فوت مربع، ۴ خواب با یک گاراژ اتومبیل متصل و یک حیاط خصوصی مخصوص رفاهی فقط چند مایل از هسته مرکزی شهر است.</p> | <p>Ruby Passive House</p> <p>The Breezeway House</p> <p>Emery Affordable Passive House</p> <p>Capitol Park Passive House</p> | <p>نصب پنلهای خورشیدی در واحدهای مسکونی</p> <p>بهره‌گیری از انرژی خورشیدی</p> |
|---|--|---|

| | | |
|--|---------------------------|--------------------------------------|
| <p>از ویژگی‌های جالب توجه می‌توان به تهویه بازیابی گرما، پمپ‌های حرارتی هوا به هوا برای گرمایش / سرمایش، دیوارهای دو جداره و پنل‌های بی‌وی سی خورشیدی روی بام اشاره کرد.</p> <p>در حال حاضر بزرگترین بنایی است که پنل‌های خورشیدی PV در سقف آن نصب شده است و تقریباً ۱۹٪ از کل پنل‌های نصب شده در ایالت یوتا را به خود اختصاص داده است که فضای ۳۸۵ هکتار را در بر گرفته است و مساحت پنل‌های نصب شده ۲۸۸ هکتار از این فضاست. این پنل‌ها ۱۷٪ از مصرف برق ساختمان را جبران می‌کند (۱۳,۴۹۹ مگاوات ساعت در سال ۲۰۱۰) این مجموعه ۱,۶۵۵ مگاوات برق تولید می‌کند و تمام انرژی که از طریق PV تولید شده در این مرکز مصرف می‌شود و در شبکه قرار نمی‌گیرد. معادل مصرف تقریباً ۲۵۰ خانه در یوتا برق تولید می‌کند. با تولید برق در ساختمان با انرژی PV بار تهویه مطبوع نیز کاهش می‌یابد. ۴ ماه زمان نصب از شروع ساخت تا اولین تولید برق خورشیدی بطول کشیده است. جهت نصب به حدود ۱۴,۰۰۰ ساعت کار نیروی انسانی محلی از شهر Salt Lake City نیاز بود.</p> <p>برنامه Buck-a-Bucket برنامه‌ای است که کمپوست با کیفیت بالا را از عملیات دفن زباله تولید می‌کند.</p> | <p>Park City Net Zero</p> | |
| <p>پروژه مگاواتی خورشیدی در مرکز همایش-های سالت‌لیک سیتی کاخ کالوین رمپتون</p> | <p>PV1.8</p> | <p>دفع صحیح زباله و تولید کمپوست</p> |

۴- نتایج تحلیل پارامترهای اقلیمی دو شهر تهران و سالت‌لیک سیتی

جدول ۹: اطلاعات اقلیمی مربوط به شهر سالت‌لیک سیتی در سال ۲۰۰۵ - ۱۹۸۶ در قیاس با اطلاعات اقلیمی ایستگاه هواشناسی سینوپتیک امام خمینی(نم افزار Meteonorm)



جدول ۱۰- مقایسه میزان تابش مستقیم و پراکنده خورشید، میزان تابش آفتاب، دمای هوا، نقطه شینیم و سرعت باد غالب تهران و سالت لیک سیتی

| | Gh kWh/m ² | Dh kWh/m ² | Bn kWh/m ² | Ta °C | Td °C | FF m/s | | Gh kWh/m ² | Dh kWh/m ² | Bn kWh/m ² | Ta °C | Td °C | FF m/s |
|-----------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------|----------|-----------|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------|----------|-----------|
| January | 59 | 27 | 94 | -1.4 | -5.7 | 2.9 | | 88 | 32 | 132 | 6.5 | 4.6 | 0.9 |
| February | 81 | 30 | 118 | 0.9 | -4.3 | 3.2 | | 104 | 42 | 120 | 7.8 | 5.5 | 1.2 |
| March | 137 | 51 | 165 | 6.2 | -2.6 | 3.8 | | 151 | 66 | 141 | 10.9 | 7.7 | 1.6 |
| April | 163 | 68 | 157 | 10.7 | -0.4 | 4.3 | | 175 | 83 | 134 | 14.5 | 11.1 | 1.6 |
| May | 217 | 68 | 232 | 16.5 | 1.9 | 3.9 | | 207 | 94 | 155 | 19.7 | 15.5 | 1.5 |
| June | 224 | 66 | 235 | 21.8 | 4.2 | 4 | | 214 | 94 | 162 | 24.4 | 18.9 | 1.4 |
| July | 234 | 55 | 268 | 27.7 | 6.3 | 4 | | 206 | 98 | 146 | 26.5 | 21.3 | 1.3 |
| August | 198 | 55 | 233 | 25.4 | 6.6 | 4.2 | | 197 | 87 | 152 | 27 | 22.1 | 1.2 |
| September | 156 | 52 | 186 | 19.1 | 3.7 | 3.9 | | 164 | 62 | 164 | 23.7 | 20.2 | 1.2 |
| October | 114 | 38 | 158 | 11.5 | 1.7 | 3.5 | | 119 | 55 | 114 | 19.1 | 16.4 | 0.9 |
| November | 67 | 29 | 104 | 4.1 | -2.1 | 3 | | 96 | 34 | 135 | 13.5 | 10.9 | 0.9 |
| December | 52 | 23 | 91 | -0.9 | -5.4 | 3.1 | | 82 | 28 | 128 | 8.7 | 6.8 | 1 |
| Year | 1698 | 561 | 2041 | 11.8 | 0.3 | 3.6 | | 1800 | 776 | 1682 | 16.9 | 13.4 | 1.2 |

جدول ۱۱- مقایسه پارامترهای اقلیمی شهر سالت لیک سیتی و ایستگاه هواشناسی امام خمینی تهران، مأخذ: نگارندگان

| پارامترهای اقلیمی | ایستگاه سینوپتیک فرودگاه امام خمینی | ایستگاه هواشناسی شهر سالت لیک سیتی |
|--------------------|---|---|
| تابش | بالاتر از ۲۲۰ kwh/m ² در ماههای می، ژوئن و جولای | بالاتر از ۲۲۰ kwh/m ² در ماههای می، ژوئن و جولای |
| آفتاب پراکنده | بالاتر از ۱۴ ساعت در ماههای می، ژوئن و جولای | بالاتر از ۱۴ ساعت در ماههای می، ژوئن و جولای |
| آفتاب مستقیم | بالاتر از ۶ ساعت در ژوئن و جولای | بالاتر از ۶ ساعت در ژوئن و جولای |
| درجه حرارت | بالاتر از ۳۵ درجه در ژوئن و آگوست | بالاتر از ۳۵ درجه در ژوئن و آگوست |
| بارش | بیشترین میزان بارش در ماه آبریل بالاتر از mm55 | بیشترین میزان بارش در ماه نوامبر بالاتر از ۷۵ mm |
| روزهای بارانی | بیشترین روزهای بارانی در مارس و نوامبر میانگین ۸ تا ۹ روز | بیشترین روزهای بارانی در آبریل و دسامبر میانگین ۸ تا ۹ روز |
| ماکریم دمای روزانه | در ماههای ژوئن و آگوست بالاتر از ۳۵ درجه | در ماههای ژوئن و آگوست تا ۴۰ درجه |
| مینیمم دمای روزانه | در ماههای فوریه تا مارس -۳ درجه | در ماههای فوریه تا فوریه -۱۳ درجه |
| تابش جهانی ماکریم | ماکریم در ماه ژوئن kwh/m ² ۹.۸ | ماکریم در ماه ژوئن kwh/m ² ۹.۸ |
| تابش جهانی مینیمم | مینیمم بین ماههای دسامبر تا ژانویه ۰.۹ kwh/m ² | مینیمم بین ماههای اکتبر تا نوامبر ۰.۹ kwh/m ² |

مقدار تابش و تعداد ساعات آفتاب پراکنده و درجه حرارت در هر دو شهر یکسان است. پارامترهای دیگر از جمله آفتاب مستقیم، بارش، روزهای بارانی، ماکریم و مینیمم دمای روزانه، تابش جهانی ماکریم و مینیمم اختلاف کمی با یکدیگر دارند درنتیجه می‌توان از راهکارهای اقلیمی ایستا و فعال که در شهر سالت لیک سیتی بکار گرفته می‌شوند در جهت بهتر کردن کیفیت طراحی معماری و استفاده از انرژی‌های نو در تهران بهره برد.

۵- بررسی امکان سنجی بهره‌گیری از انرژی خورشیدی در تهران

کشور ایران بین عرض جغرافیایی ۲۵ درجه و ۱۰ تا ۳۹ درجه و ۱' شمالی قرار گرفته، در حالی که کشورهای اروپایی بین عرض‌های جغرافیایی حدود ۴۰ تا ۷۰ درجه، ایالات متحده آمریکا بین عرض ۳۰ تا ۵۰ درجه و کانادا بین عرض ۵۰ تا ۷۰ درجه واقع شده‌اند. ایران با قرار گرفتن میان این عرض جغرافیایی به خط استوا نزدیک‌تر است و همان‌طور که می‌دانیم در نواحی نزدیک به استوا، پرتو خورشید بر سطح زمین عمودتر و در نواحی نزدیک به خط استوا نزدیک‌تر است و قطب پرتو خورشید مایل‌تر است. بنابراین ایران به لحاظ دریافت انرژی خورشید توان و امکان بیشتری نسبت به کشورهای اروپایی و آمریکایی دارد، اما با این حال این کشورهای اروپایی و

آمریکایی هستند که نمونه‌های بسیار زیادی از یکپارچگی فتوولتائیک‌ها با ساختمان در آن‌ها وجود دارد و این روند همچنان رو به افزایش است. با وجود نیاز به استفاده از انرژی خورشیدی برای تولید برق در کلان شهر تهران و امکان تولید پنل‌های فتوولتائیک با توان بالا در این شهر زمینه‌های بومی کردن ضوابط طراحی و طراحی ساختمان‌های BIPV یکی از برنامه‌هایی است که می‌باید به جد دنبال شود. به منظور یکپارچگی صحیح فتوولتائیک‌ها با ساختمان می‌باید آن‌ها را از ابتدای فرآیند طراحی به عنوان بخشی از طرح‌مایه‌های اولیه ساختمان و مطابق با طرح معمار در نظر گرفت. برای رسیلن به این هدف، لازم است به مسائل مختلف مرتبط با فتوولتائیک‌ها و ساختمان و همچنین تأثیری که بر یکدیگر می‌گذارند در طول طراحی پرداخت؛ زیرا زمانی که فتوولتائیک‌ها با ساختمان ترکیب می‌شوند علاوه بر تولید الکتریسیته، با نما، بام، فضای پشت شان، عناصر و سیستم‌های دیگر و حتی محیط پیرامون ساختمان نیز مرتبط هستند. بنابراین ضروری است که این موضوع در فرآیند طراحی از جنبه‌های مختلف بررسی و برای هر کدام راهکاری مناسب و هماهنگ با دیگر عوامل سنجیده شود (وفایی، ۱۳۸۸: ۶۰).

جدول ۱۴- بررسی بکارگیری فتوولتائیک‌ها، مأخذ: نگارندگان

| جدول ۱۴- بررسی بکارگیری فتوولتائیک‌ها، مأخذ: نگارندگان | | مزایای فتوولتائیک‌ها نسبت به مصالح متدال |
|---|--|--|
| زیباتر کردن ساختمان | توانایی تولید برق | |
| عایق صوتی | شیشه از لحاظ ویژگی آکوستیکی ضعیف عمل می‌کند و لیکن فتوولتائیک‌ها می‌توانند عایق صوتی بسیار خوبی نیز باشند. | شیشه از لحاظ ویژگی آکوستیکی ضعیف عمل می‌کند و لیکن فتوولتائیک‌ها می‌توانند عایق صوتی بسیار خوبی نیز باشند. |
| عایق حرارتی | فتوولتائیک‌ها عایق حرارتی هستند و با طراحی درست و تدبیر معمارانه می‌توانند محیطی دلپذیر در داخل ساختمان فراهم آورند. | فتوولتائیک‌ها عایق حرارتی هستند و با طراحی درست و تدبیر معمارانه می‌توانند محیطی دلپذیر در داخل ساختمان فراهم آورند. |
| خنک نگه داشتن هوای داخل خانه در تابستان | این سلول‌ها این قابلیت را دارند که بین ۸۰٪ تا ۹۰٪ نور خورشید را از خود عبور دهند و این کیفیت باعث می‌شود که پنجره‌های مجهز به سلول‌های خورشیدی بتوانند به خنک ماندن هوای داخل خانه در تابستان کمک کنند. | این سلول‌ها این قابلیت را دارند که بین ۸۰٪ تا ۹۰٪ نور خورشید را از خود عبور دهند و این کیفیت باعث می‌شود که پنجره‌های مجهز به سلول‌های خورشیدی بتوانند به خنک ماندن هوای داخل خانه در تابستان کمک کنند. |
| دماهی درجه ۲۵ در درجه افزایش دمای سلول در درجه انرژی تولیدی در حدود ۴۰-۵۰ در درصد کاهش می‌باید. | در سیستم‌های نما به صورت دولایه، با ایجاد بازشو می‌توان از باد و تهویه طبیعی در ساختمان برای تهویه پشت پنل‌های فتوولتائیک استفاده کرد. | به ازای هر ۱ درجه افزایش دمای سلول در دماهای بالاتر از ۲۵ درجه انرژی تولیدی در حدود ۴۰-۵۰ در درصد کاهش می‌باید. |
| میزان دریافت انرژی خورشید | از روش‌هایی که امروزه در دنیا برای تعیین جهت و شبیه‌بینی پنل‌های فتوولتائیک در هر مکان استفاده می‌شود، نمودار تابش است که در آن با استفاده از آمار موجود از تابش دریافتی خورشید، میزان تابش بر کلیه سطوح افقی و عمودی در جهت‌ها و شبیه‌های مختلف در این نمودار ترسیم می‌شود. | از روش‌هایی که امروزه در دنیا برای تعیین جهت و شبیه‌بینی پنل‌های فتوولتائیک در هر مکان استفاده می‌شود، نمودار تابش است که در آن با استفاده از آمار موجود از تابش دریافتی خورشید، میزان تابش بر کلیه سطوح افقی و عمودی در جهت‌ها و شبیه‌های مختلف در این نمودار ترسیم می‌شود. |
| عوامل مهم در طراحی فتوولتائیک‌ها | ساعات استفاده از این نیرو در ساختمان‌های مسکونی بیشتر از ساعت دریافت انرژی خورشید است. | ساعات استفاده از این نوع ساختمان‌ها در طول روز (بین ساعت ۸ صبح تا ۵ بعد از ظهر) است و تقریباً برابر با همان مسیری است که خورشید در آسمان طی می‌کند؛ بنابراین چنانچه از سیستم‌های فتوولتائیک در این ساختمان‌ها استفاده شود، تتبیغ طولی خواهد داشت. |
| نوع کارکرد ساختمان | کارکرد اداری | کارکرد اداری |
| کارکرد آموزشی | مدرسها در یک بازه زمانی خاص فعالیت می‌کنند و اغلب چند ماه از سال تعطیل‌اند. همچنین ساعات فعالیت بیشتر آنها همانند کارکرد اداری از صبح تا عصر است. بنابراین تیاز آنها به انرژی با ساعات تولید برق در طول روز یکی است و در صورتی که سیستم‌های فتوولتائیک با این ساختمان‌ها یکپارچه شوند، کارآئی خوبی خواهد داشت. | کارکرد آموزشی |
| کارکرد تجاری | این مراکز معمولاً در تمام سال باز هستند و فعالیت می‌کنند. از آن جا که بیشتر ساعات فعالیت مراکز تجاری در طول روز است اگر با فتوولتائیک‌ها ترکیب شوند، عرضه و تقاضای انرژی در این ساعات تا حدودی از تعادل برخوردار خواهد بود. | کارکرد تجاری |
| کاهش موانع و سایه‌اندازی‌ها | که بستگی دارد به: موقعیت سایت و ساختمان، چیدمان فتوولتائیک‌ها و چگونگی ترکیب آن‌ها با ساختمان، عوامل محیطی و همسایگی‌ها و... | کاهش موانع و سایه‌اندازی‌ها |

۱-۵- نیروگاه‌های خورشیدی فتوولتائیک واقع در تهران

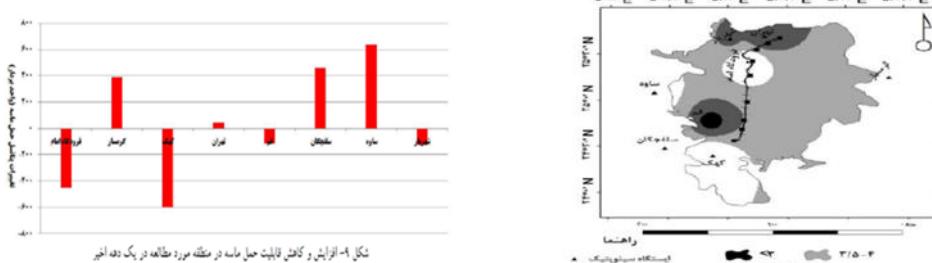
برای ساخت این نیروگاه‌ها بیش از ۳۷۰ میلیارد ریال سرمایه‌گذاری انجام شده است که با تولید بیش از ۳۴ گیگاوات ساعت انرژی در سال به ذخیره حدود ۱۲ متر مکعب سوخت معادل گاز طبیعی کمک خواهد کرد و مانع از انتشار ۲۸ هزار و ۷۹۴ تن گاز دی‌اکسید کربن خواهد شد.

جدول ۱۵ - نیروگاه‌های خورشیدی فتوولتائیک واقع در تهران منبع: (سایت انجمن انرژی‌های تجدیدپذیر ایران)

| نام | مکان | ظرفیت | نوع | افتتاح | توضیحات |
|-----------------------------------|------------------------------|-------------|------------|--------|---|
| نیروگاه خورشیدی ملارد | ملارد، تهران | ۵۱۴ کیلووات | فتوولتائیک | ۱۳۹۳ | |
| نیروگاه خورشیدی کمرد | استان تهران، شهرک صنعتی کمرد | ۱۰ کیلووات | فتوولتائیک | ۱۳۹۷ | اولین نیروگاه متصل به شبکه بخش خصوصی جاگرود و شهرک صنعتی کمرد، مجری: پیشگامان انرژی‌های نو ایران |
| پارس ری انرژی بهار | شهری | ۷/۱۲ | | ۱۳۹۶ | |
| مهندسی مشاور انرژی تجدیدپذیر سهیل | دمآوند | ۴/۸ | | ۱۳۹۶ | |
| تارا مشاور | شمس آباد | ۰،۲۳ | | ۱۳۹۵ | |
| تابان انرژی مهرآفرین | تهران | ۰۰۲ | | ۱۳۹۶ | |
| آتشین پارسیان | بیدگنه - ملارد | ۰،۵۱ | | ۱۳۹۳ | |

۲-۵- بررسی امکان‌سنجی بهره‌گیری از انرژی بادی در تهران

گلباد سالیانه در ایستگاه هواشناسی فرودگاه امام نشان می‌دهد که در مجموع حاکمیت بادهای غربی و شمال غربی در حدود ۵۷ درصد حاکم است (راهداری و دیگران، ۱۳۹۸: ۲۴۰) مطالعات نشان داده است که سرعت باد در محدوده ایستگاه امام خمینی روند افزایشی نسبت به ایستگاه‌های موجود در منطقه داشته است و از سوی دیگر بدلیل تغییرات اقلیمی منطقه، قابلیت حمل ماسه توسط باد کاهش قابل ملاحظه‌ای داشته است. در صورتی که در سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۷ مقدار قابلیت حمل ماسه در این ایستگاه بسیار زیاد بوده است (راهداری و دیگران، ۱۳۹۸: ۲۴۰).



شکل ۸: درونیابی سرعت باد (راهداری و دیگران، ۱۳۹۸: ۲۳۴)

۳-۵- نیروگاه‌های بادی در نزدیکی تهران

ظرفیت برق بادی در ایران در سال ۲۰۰۹ میلادی ۱۳۰ مگاوات ساعت بوده است. ارزش نرخ بازده داخلی پروژه‌های باد در سه استان گیلان، سیستان و بلوچستان و خراسان جنوبی محاسبه شده است، که تایید کننده این واقعیت است که پروژه‌های برق بادی در این سه استان از نظر اقتصادی مقرر به صرفه هستند (باشوکی احسان، ۱۳۹۵: ۸).

نزدیکترین نیروگاه‌های بادی به تهران عبارتند از:

مزروعه بادی جرندق استان قزوین با ظرفیت تولیدی MW ۶۰

مزروعه بادی کهک استان قزوین با ظرفیت تولیدی MW ۲۰ اولین مزرعه بادی خصوصی در ایران ساخته شده در ۱۳۹۲

جدول ۱۶: نیروگاههای انرژی برق آبی در تهران مأخذ: (سایت انجمن انرژی‌های تجدیدپذیر ایران)

| نام | مکان | ظرفیت | نوع | افتتاح |
|---------------|-------------|--------------|---------|-----------|
| نیروگاه کلان | شرق تهران | ۱۱۵.۵ مگاوات | برق آبی | ۱۳۶۷ |
| سد لتيان | استان تهران | ۴۵ مگاوات | برق آبی | ۱۳۶۶-۱۳۴۸ |
| نیروگاه لوارک | استان تهران | ۴۴ مگاوات | برق آبی | ۱۳۸۹-۱۳۸۸ |

۴-۵- بررسی امکان سنجی قابلیت تولید بیوگاز در تهران

در طول چند سال گذشته مدیریت شهری تهران علاوه بر راه اندازی کارخانه‌های تولید برق از پسماند چه در قالب احداث کارخانه‌های ریجکتسوز و چه کارخانه‌های هاضم (بیوگاز)، تلاش گسترده‌ای برای احداث بسته بستانهای انرژی کرده است، بستانهایی که انرژی مورد نیازشان را از منابع تجدیدپذیر مانند انرژی خورشیدی بدست می‌آورند. روزانه از مجموع ۲۷۰۰ تن زباله‌های برگشتی خشک غیر قابل بازیافت، تنها ۲۰۰ تن زباله سوزانده می‌شود که منجر به تولید دست کم ۳ مگاوات ساعت برق می‌شود.

جدول ۱۷- کارخانه‌های تولید برق از پسماند منبع: (سایت انجمن انرژی‌های تجدیدپذیر ایران)

| نام شرکت | استان | ساختگاه | سال پهنه‌برداری | ظرفیت نصب شده (مگاوات) |
|------------------------|-------|---------|-----------------|------------------------|
| تدبیر توسعه سلامت | تهران | کهربیزک | ۱۳۹۵ | ۳ |
| تیم کیان | تهران | آبعلی | ۱۳۹۵ | ۱.۹ |
| شرکت آب و فاضلاب تهران | تهران | شهر ری | ۱۳۸۹ | ۴ |

۶- نتیجه‌گیری

چشم‌انداز بهره‌گیری از انرژی‌های نو در ایران دور از دسترس نیست و با توجه به آن که زمینه‌های ورود این دیدگاه به ایران فراهم است، عملی و قابل اجراست. با بررسی‌های انجام شده در این پژوهش می‌توان به قابلیت شهر تهران به استفاده از انرژی‌های نو از قبیل بیوگاز، انرژی بادی و خورشیدی اشاره کرد. در این پژوهش مقدار تابش و تعداد ساعات آفتاب پراکنده و درجه حرارت در دو شهر تهران و سالت لیک سیتی و پارامترهای دیگر از جمله آفتاب مستقیم، بارش، روزهای بارانی، ماقریزم و مینیزم دمای روزانه، تابش جهانی ماقریزم و مینیزم مورد بررسی و مقایسه قرار گرفتند نتایج بررسی حاکی از آن بود که مقادیر کمی و عددی اختلاف کمی با یکی‌گر دارند درنتیجه می‌توان از راهکارهای اقیمه‌ایستا و فعلی که در شهر سالت لیک سیتی به میزان بسیار در ساخت پروژه‌های معماري مسکونی و اداري صفر انرژی بکار گرفته می‌شوند در جهت بهتر کردن کیفیت طراحی معماري و استفاده از انرژی‌های نو در تهران بهره برد که این فرایند نیازمند همکاری‌ها، ارائه راهکارهای سیاست‌گذاری و مدیریت این بخش برای تحول بنیادی در بخش معماري می‌باشد.

منابع

- باشوکی احسان، قدمی فرید، «استفاده از انرژی باد در سیستم‌های انرژی ایزوله: فواید و مزومات»، اولین همایش ملی فناوری در مهندسی کاربردی باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران غرب، بهمن ۱۳۹۵
- تحلیل موقعیت خورشید در شهر ری، گزارشات اقلیمی، دفتر مطالعات اقلیمی فصلنامه معماري و انرژی، سال نخست، شماره دهم، تابستان ۱۳۹۸
- راهداری محمدرضا، احمدی حسن و دیگران، «واکاوی و پهنه‌بندی انرژی باد بر اساس قابلیت حمل ماسه در راه آهن قم-تهران»، فصلنامه تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد ۲۶، شماره ۱، ص ۲۴۰
- زنده مهدی، پروردی نژاد سمیرا، «توسعه‌ی پایدار و مفاهیم آن در معماري مسکونی ایران»، نشریه مسکن و محیط روستا، تابستان ۱۳۸۹، دوره ۲۹، شماره ۱۳۰
- شفیعی مریم، فیاض ریما، حیدری شاهین، «فرم مناسب ساختمان بلند برای دریافت انرژی تابشی در تهران»، نشریه انرژی ایران، دوره ۱۶، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۲
- کسمایی مرتضی، «اقلیم و معماري»، اصفهان، نشر خاک

۷. موسوی سید علی، آسایش زارچی روح الله، «تحلیل اقتصادی-فنی کاهش مصرف آب و انتشار گاز دی اکسید کربن با بهره‌گیری از انرژی‌های تجدیدپذیر برای تولید الکتریسیته (مطالعه موردی: نیروگاه بخاری بعثت تهران)»، دوره ۶ شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸
۸. وفایی راحیل، «سیستم‌های فتوولتایک در ترکیب با معماری ساختمان‌های یکپارچه با فتوولتایک (BIPV)»، نشریه صفحه، شماره ۵۶، شهریور ۱۳۸۸
9. Norbert Lechner, *Heating, cooling, lighting :sustainable design methods for architects*/Fourth Edition. November 24, 2008
10. <http://www.satba.gov.ir/fa>
11. <http://www.tehranmet.ir/>
12. <https://utahcleanenergy.org>
13. <https://www.slco.org/sustainability/energy>
۱۴. پورتال سازمان هواشناسی کشور
۱۵. سایت اداره کل هواشناسی استان تهران

شال هفتم، شماره ۱ (پیاپی: ۳۲)، بهار ۱۴۰۰، جلد بیک

شل: ۷۸۷۵۳۶۰

۱۴

———— فصلنامه علمی تخصصی مهندسی سینم