توسعه انرژی خورشیدی در کشور چین

مهـــــرداد عدل

استادیار مهندسی بیوانرژی ، پژوهشگاه مواد و انرژی , پژوهشکده انرژی
کرج، مشکین دشت، بلوار امام خمینی، صندوق پستی ۳۱۶-۳۱۷۸۷
madl۴۹@yahoo.com

چکیده

بهره برداری از انرژی خورشیدی در چین به هر دو روش فعال (اکتیو) و نیمه غعال (پسیو) صورت می گیرد. گزینش فنآوری های بهره گیری از انرژی خورشید متناسب با شرایط اقلیمی و توان اقتصادی-فنی مناطق گوناگون این کشور صورت می پذیرد. چین ظرف مدت ۶ سال ظرفیت نیروگاهی فتوولتائی متصل به شبکه را از ۲۰ مگاوات به ۶۰۰ مگاوات رساند. حجم بزرگی از شمش ها و ویفرهای سیلیکون برای ساخت پانلهای فتوولتائی در چین فرآوری می شود که بخش عمده ای از آن به مصرف صادرات می رسد. استفاده از کلکتورهای خورشیدی برای تأمین آبگرم و نیز گرمایش و سرمایش فضای خانه ها گسترش چشمگیری داشته و مجموع سطح کلکتورهای خورشیدی از ۶۴میلیون مترمربع در پایان سال ۲۰۰۴ به ۱۱۶ میلیون متر مربع در پایان سال ۲۰۱۰ رسید و مجموع ظرفیت گرمائی معادل کلکتورهای آبگرمکن و هواگرمکن خورشیدی در سال ۲۰۱۳ به رقم ۲۱۷گیگاوات حرارتی افزایش یافت. کاربرد انرژی خورشیدی در گرمایش فرایندهای صنعتی نیز در این کشور روند رو به گسترش خود را می گذراند و تا کنون بزرگترین پروژه جهان در بهره برداری صنعتی از گرمای خورشیدی در چین به اجرا درآمده است. در مناطق بسیار سردسیر چین، معماری در ترکیب با انرژی خورشیدی و بیوانرژی به کمک ساختمانهای مسکونی آمده تا فضا را برای ساکنین آنها دلنشین تر نماید. باوجود .پیشرفتهای چشمگیر در بیشتر زمینه های انرژی تجدیدپذیر، بهره برداری از گرمای خورشیدی برای تولید نیرو گسترش اندکی در چین داشته است

کلیدواژگان: انرژی خورشیدی، چین، فتوولتائی، گرمایش خورشیدی

۱- مقدمه

کشور چین با حدود ۹.۶۰۰.۰۰۰ کیلومترمربع وسعت و افزون بر ۱.۳۳۱.۰۰۰.۰۰۰ نفر جمعیت در قاره کهن آسیا واقع است که میان طولهای جغرافیایی ۷۵ تا ۱۳۵ درجه شرقی و عرضهای جغرافیایی ۲۰ تا ۶۵ درجه شمالی گسترده شده است. پهناوری سرزمین چین تنوع کم نظیری از دیدگاه آب و هوا و طبیعت به این کشور بخشیده است که از اقلیم سیبریایی بسیار سرد در شمالشرق تا اقلیم استوائی گرم و مرطوب در جنوبشرق و از اقلیم بیابانی سرد در شمالغرب تا اقلیم معتدل کوهستانی در جنوب را دربر می گیرد. نقشه طبیعی کشور چین در شکل(۱) بنمایش درآمده است. ناحیه بندی اقلیمهای حرارتی کشور چین در شکل(۲)(دیده می شود.

پایتخت چین شهر پکن است که موقعیت آن به سوی شمال و شرق چین متمایل است. پرجمعیت ترین شهر چین شانگهای است که با حدود ۲۰میلیون نفر جمعیت یکی از قطبهای تجاری جهان بشمار می رود. از دیگر ابرشهر های پرجمعیت چین میتوان از تیان جین[1]، گوانگجو[2]، شی آن[3]، هانگجو[4] و شن یانگ[5] نام برد. چین با رشد بینظیر بالای ۱۰٪ طی چند سال گذشته به یکی از ابرقدرت های اقتصادی جهان بدل شده است. چین که پرجمعیت ترین کشور جهان است ناگزیر نیاز انرژی بسیار بالائی نیز دارد به گونه ای که مصرف انرژی نهائی آن بالغ بر ۵۵۴۹۴پتاژول در سال۲۰۰۹ (سرانه مصرف انرژی ۴۱.۴ گیگاژول بر نفر) میشود، که از سوی دیگر دارای محدودیت شدید در منابع نفت و گاز است و حدود ۶۷٪ از نیاز انرژی خود را از زغال سنگ تأمین می نمود (آمار سال۲۰۰۹)[۱] .

با توجه به رشد روزافزون نیاز به انرژی برای توسعه صنعتی و بهبود سطح زندگی، چین وابستگی شدیدی به منابع انرژی دارد و بنابراین از چند دهه پیش گامهای بلندی در بهره برداری از انرژی های تجدیدپذیر و از جمله انرژی خورشیدی برداشته است. ترکیب مصرف انرژی چین در شکل(۳) نمایش داده شده است. در این نمودار دیده می شود که زیست توده و بیوانرژی بزرگترین سهم را در میان منابع انرژی تجدیدپذیر در چین دارد[5]].

شاخصهای برگزیده توسعه و انرژی در کشور چین در جدول(۱) آمده است. جهت مقایسه بهتر همین شاخصها درباره ایران نیز به جدول افزوده شده اند.

بهره گیری از انرژی خورشیدی در کشور چین در دو دسته عمده یعنی بهره برداری فعال (اکتیو) و بهره برداری نیمه فعال (پسیو) انجام می پذیرد که هر دسته دارای چندین نوع فنآوری می باشد. در روش بهره گیری فعال، فنآوری تولید جریان مستقیم برق بوسیله سلولهای فتوولتائی بر دیگر روش ها از جمله برق خورشیدی گرمائی غلبه دارد هر چندکه چین بتازگی طرحهایی را برای تولید برق به روش حرارتی با متمرکزکننده های خورشیدی در دست دارد. بهره گیریهای نیمه فعال از انرژی خورشیدی بیشتر شامل آبگرم خورشیدی، گرمایش فضای درون ساختمانها و خشک کردن محصولات کشاورزی میشود. حدود دو سوم از پهنه کشور چین دارای بیش از ۲۲۰۰ ساعت آفتاب در طی سال است و در بخشهای شمالی و غربی این کشور بیشتر روزهای سال بدون ابر هستند. ۷۰٪ از پهنه این کشور از بیش از $5000 MJ/m^2$ در سال انرژی تابشی خورشیدی بهره می برد[6]]. پراکنش تابش خورشیدی در کشور چین در شکل(۴) نمایش داده شده است.

جدول(۱) مقایسه شاخصهای توسعه و انرژی در چین و ایران [4]]

(آمار ۲۰۰۹)	واحد	چین	ایران	میانگین جهانی
جمعیت	(میلیون نفر)	۱۳۳۱.۴۶	۷۲.۹	-
عرضه انرژی اولیه	Mtoe	۲۲۵۷.۱	۲۱۶.۲	
	EJ	۹۴.۴۸	۹.۰۵	
تولید ناخالص ملی (GDP)	Billion $ (ppp)*	۱۲۱۹۴.۴	۱۵۸.۹	
شدت عرضه انرژی	Toe/1000$(ppp)	۰.۱۹	۰.۳۷	
شدت مصرف انرژی نهائی	Toe/1000$(ppp)	۰.۱۰۶	۰.۲۴۵	۰.۱۱۸
مصرف سرانه برق	kWh/ca	۲۶۳۱	۲۳۰۰	۲۷۳۰
مصرف سرانه انرژی نهائی	Toe/ca	۰.۹۹	۱.۹۴	۱.۱۳
	GJ/ca	۴۱.۴۴	۸۱.۲۰	۴۷.۳۰
عرضه سرانه انرژی اولیه	Toe/ca	۱.۷۰	۲.۹۷	۱.۸۰
	GJ/ca	۷۱.۱۶	۱۲۴.۳	۷۵.۳۵
انتشار CO_2 به ازای GDP	$kgCO_2$/$ (ppp)	۰.۵۶	۰.۹۲	

*) براساس برابری قدرت خرید

۲- برنامه های کشور چین در بهره برداری از انرژی های تجدیدپذیر

انرژی های تجدیدپذیر و ازجمله انرژی خورشیدی سهم مهمی در برنامه های پنجساله توسعه کشور چین داشته اند. اهداف مشخصی برای پژوهش و توسعه در زمینه های گوناگون انرژی های تجدیدپذیر در هر یک از برنامه های پنجساله تدوین شده اند.

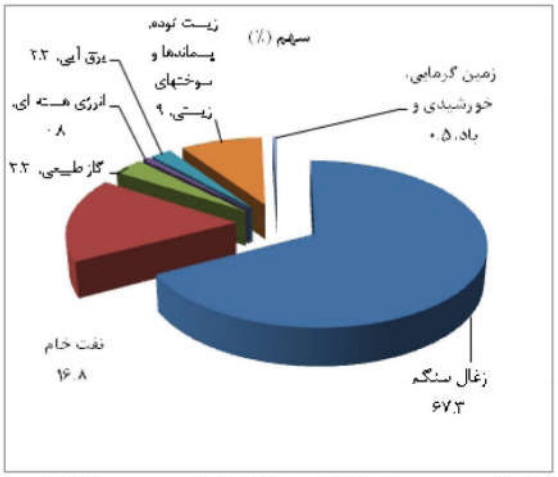
این کشور در سال ۲۰۰۲ برنامه ای را با نام برق رسانی شهرک ها[6] با پشتیبانی مالی UNDP برای فراهم سازی برق جوامع روستائی و نقاط دورافتاده آغاز نمود. در این برنامه حداکثر توجه به بهره برداری از منابع تجدیدپذیر برای برق رسانی به شهرک ها معطوف شد.

جموری خلق چین در سال ۲۰۰۵ قانون انرژی های تجدیدپذیر را تصویب نمود و در سال ۲۰۰۶ آنرا به اجرا گذارد که در چارچوب آن پشتیبانی های ویژه ای به انرژی های تجدیدپذیر اختصاص یافته است که خرید تضمینی برق از نیروگاههایی که از منابع تجدیدپذیر بهره برداری نمایند از آن جمله است. سهم چین در بهره برداری از منابع انرژی تجدیدپذیر در آغاز سال ۲۰۰۵ به ۳۷ گیگاوات رسید. بهای خرید تضمینی برق فتوولتائی در سال ۲۰۱۱ معادل ۱.۱۵ یوان بر کیلوواتساعت بوده است اما نرخ سال ۲۰۱۲ به ۱Yuan/kWh کاهش یافته است. این کاهش تعرفه بیشتر بخاطر کاهش بهای پانلهای فتوولتائی و افزایش چشمگیر ظرفیت نصب شده بوده است.

[1] - Tianjin
[2] - Guangzhou
[3] - Xi'an
[4] - Hangzhou
[5] - Shenyang

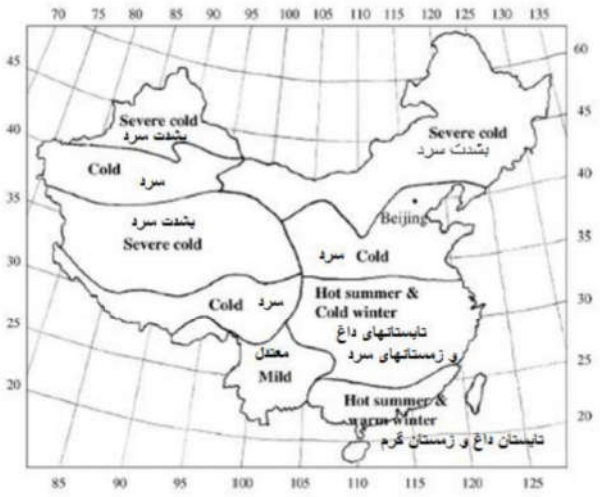
[6] - Township Electrification Program

شکل(۱)　جغرافیای طبیعی کشور چین

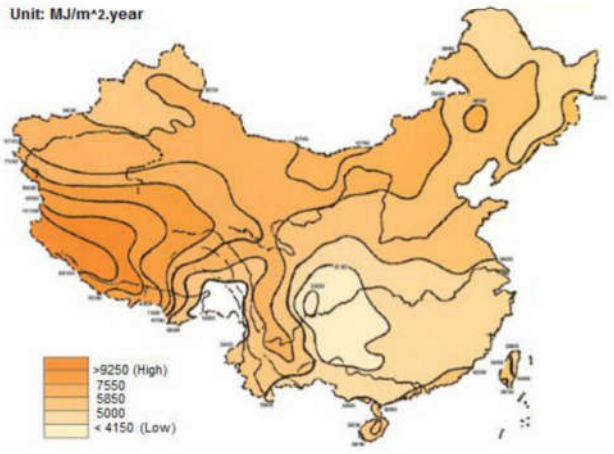


شکل(۳)　سهم منابع گوناگون در ترکیب انرژی چین در سال ۲۰۰۹

از زمان تصویب قانون انرژیهای تجدیدپذیر بسیاری از شهرها و شهرداری ها مقرراتی را وضع نمودند که سازندگان مجتمعهای مسکونی را ملزم به نصب تأسیسات گرمایش خورشیدی در برجها و ساختمانهای نوساز می کند. مجتمع هایی که طرح بهره برداری از انرژی خورشیدی در آنها گنجانده نشده باشد از شهرداری مجوز ساخت نمی گیرند.



شکل(۲)　پهنه بندی اقلیمی کشور چین براساس شرایط دمایی [1]



شکل(۴) اطلس تابش خورشیدی چین

کشور چین اهدافی را برای افقهای زمانی ۲۰۱۰ و ۲۰۲۰ در زمینه گسترش کاربرد انرژی های تجدیدپذیر ترسیم نموده است که چکیده آن در جدول(۲) دیده میشود.

جدول(۲) وضعیت موجود انرژیهای تجدیدپذیر و اهداف افقهای زمانی معین در چین

شاخص	۲۰۰۵ (دستاورد عملی)	۲۰۰۹ (عملی)	۲۰۱۰ (هدف)	۲۰۱۰ (عملی)	۲۰۲۰ (هدف)
سهم انرژیهای تجدیدپذیر از کل عرضه انرژی داخلی	٪۷	٪۹.۹	٪۱۰	٪۱۰	٪۱۵
برق آبی (گیگاوات)	۱۱۷	۱۷۹	۱۹۰	۲۱۳	۳۰۰
برق آبی کوچک (گیگاوات)	۳۸	ن	۶۰	۵۳	۸۵
برق بادی (گیگاوات)	۱.۳	۲۳	۱۰	۴۴.۷	۱۰۰
برق فتوولتائیک (مگاوات)	۷۰	۲۲۰	۳۰۰	۹۰۰	۱۸۰۰
آبگرم خورشیدی (میلیون مترمربع سطح کلکتور)	۸۰	ن	۱۵۰	۱۱۶	۳۰۰
برق زیست توده (گیگاوات)	۲	۲.۳۸	۵.۵	۴	۳۰
بیوگاز (میلیارد مترمکعب)	۷.۳	ن	۱۹	ن	۴۴
بیواتانول (میلیون تن)	۱	ن	۳	۲	۱۰
نفت گاز گیاهی (میلیون تن)	۰.۰۵	ن	۰.۲	ن	۲
ن: نامشخص					

در برنامه دیگری که برآیند همکاری مشارکتی میان چین و فرانسه بوده و به FEGF7 مشهور گردید، این دو کشور در بازه زمانی ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۹ فعالیتهایی را در زمینه بازسازی و بهسازی خانه های روستائی و بهبود بهره وری انرژی در جوامع روستائی به انجام رساندند که فرانسه در قالب این برنامه ۶میلیون یورو در کشور چین هزینه نمود. پروژه های اجرا شده برای فراهم سازی محیط نشیمن بهتر در خانه ها با حفظ دمای مناسب در موسم زمستان و کاهش مصرف انرژی در چند ناحیه نمونه از چین شامل شانگهای، پکن و استانهای لیائونینگ و هیلونگجیانگ متمرکز شدند. یکی از فعالیتهای این برنامه احداث ۲۴ دستگاه خانه روستائی بهسازی شده برای بهره برداری از گرمایش خورشیدی نیمه فعال در ناحیه سردسیر هیلونگجیانگ[8] بود.

در چارچوب برنامه «برق رسانی شهرک ها» در دوره زمانی ۲۰۰۴-۲۰۰۲ حدود ۲۵۰ هزار خانوار به کمک پانلهای فتوولتائی یا سامانه های ترکیبی باد-فتوولتائی یا توربینهای آبی کوچک برق دار شدند. در این دوره حدود ۷۰۰ شهرک مسکونی سامانه های فتوولتائی را در ظرفیت های ۳۰ تا ۱۵۰ کیلووات دریافت نمودند که مجموع ظرفیت نصب شده را به ۲۰ مگاوات رساند. همچنین در این سال حدود ۲۳۰ هزار دستگاه خانه مجهز به برق خورشیدی در و ۱۳۰هزار دستگاه خانه خورشیدی چین ساخته شد و مجموع خانه های خورشیدی این کشور را به ۵۰۰.۰۰۰ دستگاه رساند. تا پایان این سال ۲۰مگاوات برق فتوولتائی منفصل از شبکه نیز در چین نصب شده بود. ۴۰هزار دستگاه از خانه های خورشیدی در چارچوب برنامه ای موسوم به «درخشش»[9] و بصورت پروژه های پایلوت در چین ساخته شدند که بودجه این پروژه ها در قالب طرح همکاری چین و «همکاریهای زیست محیطی جهانی»[10] تأمین گردید[3]].

جامعه علمی کشور چین راهبردهایی را برای بهره گیری از فنآوری های نیمه فعال (پسیو) انرژی خورشیدی در نواحی متنوع اقلیمی این کشور تدوین کرده است که چکیده آنها در جدول(۳) دیده می شود[۶]. نواحی اقلیمی یادشده در جدول براساس نقشه شکل(۲) تنظیم شده اند.

۳- روند پیشرفت و جایگاه کنونی انرژی خورشیدی در چین

بهره برداری نیمه فعال از انرژی خورشیدی کمابیش از دهه ۱۹۷۰ میلادی آغاز شد و در آغاز بیشتر بر بهره گیری از تابش خورشید برای خشک کردن فراورده های کشاورزی متمرکز بود و سپس گرمایش فضای نشیمن با استفاده از معماری خورشیدی و تولید آبگرم به کمک دریافت کننده های خورشیدی نیز به این فعالیت ها افزوده گشت. در نیمه دوم دهه ۱۹۹۰ استفاده از سلولهای فتوولتائی در چین آغاز گردید و زمینه تولید بومی این سلولها و پانلهای خورشیدی فتوولتائی پایه ریزی شد.

با شتاب گرفتن توسعه صنعتی در چین و بهبود سطح زندگی، که نیاز روزافزون به انرژی را در پی داشت، توسعه ساخت و کاربرد آبگرمکن های خورشیدی نیز شتاب گرفت. اغلب کلکتورهای خورشیدی ویژه گرمایش آب در آغاز سده بیست ویکم از نوع صفحه ای تخت بودند اما از سال ۲۰۰۲ کلکتورهای لوله ای بخش غالب بازار کلکتورهای خورشیدی در چین را به خود اختصاص دادند. در ساده ترین نمونه آبگرمکن که مرکب از یک مخزن و یک کلکتور شامل لوله های حرارتی وکیوم شده است، صاحبخانه هر بامداد شیر آب مخزن را باز نموده و آنرا پر می کند. در غروب هنگام بازگشت از کار، آب گرم شده را مصرف می کند. نسل نوین آبگرمکن های خورشیدی که بر روی سقف برجهای مسکونی نصب می

[7] - French Environmental Global Facilities

[8] - Heilongjiang
[9] - Brightness
[10] - Global Environmental Facilities (GEF)

شوند، از ساختار «ترموسیفون» برخوردارند که می بایست آبگرم مورد نیاز هر آپارتمان را فراهم نمایند[8]].

نسل سوم فنآوری گرمایش خورشیدی در چین از ترکیب آبگرمکن ها و کلکتورهای خورشیدی با معماری اقلیم نهاد و سازگار با محیط زیست پدید آمده که هم مصرف انرژی ساختمان به کمک اصول طراحی معماری و بهره گیری بهینه از شرایط اقلیمی و مصالح ساختمانی به حداقل رسانده می شود و هم از انرژی خورشیدی حداکثر بهره برداری برای تأمین نیاز ساختمان انجام می پذیرد. در سال ۲۰۰۴ میلادی حدود ۱۳.۵ میلیون مترمربع کلکتورهای خورشیدی در چین فروخته شد که از میان آنها کمتر از ۵٪ برای گرمایش/سرمایش فضای ساختمان بکار رفت و بقیه به تولید آبگرم پرداختند[3]]. شکل(۵(نمایی از آبگرمکن های خورشیدی را بر بام ساختمانها نمایش میدهد.

شکل(۵) انبوه آبگرمکن های خورشیدی بر فراز بام ساختمان ها در شهر «کونمینگ»

تا آغاز سال ۲۰۰۵ در مجموع ۶۴ میلیون مترمربع کلکتور خورشیدی معادل GW_{th} ۴۵ در چین نصب شده بود که در مقایسه با مجموع جهانی آن در همین سال که معادل ۱۱۰ میلیون مترمربع یا GW_{th} ۷۷ گزارش شده، سهم چین را به ۶۰٪ رساند. گفتنی است که صنعت آبگرمکن های خورشیدی در این سال ۲۵۰.۰۰۰ شغل در چین فراهم نموده بود.

تا پایان سال ۲۰۱۰ میلادی در مجموع ۱۱۶ میلیون مترمربع کلکتورهای گرمایش خورشیدی معادل GW_{th} ۱۱۸ در چین نصب شد که در مقایسه با مجموع جهانی GW_{th} ۱۸۵ سهم چین را به ۶۴٪ رساند. ظرفیت بهره برداری از گرمایش خورشیدی در ۱۰ کشور پیشرو جهان در جدول(۴) درج شده است.

یکی از عرصه های اجرائی فنآوری نوین خورشیدی برای ساختمان، ناحیه ای موسوم به دره خورشیدی[11] در شهر «دجو»[12] در استان شاندونگ است. شرکت «هیمین سولار»[13] که یکی از بزرگترین تولیدکنندگان آبگرمکن های خورشیدی در چین است، این شهر را عملاً به یک شهر خورشیدی تبدیل نموده است. مهمترین پروژه اجراشده این شرکت مجموعه مسکونی «باغ آرمانشهر»[14] است که نمای عمومی آن در شکل(۷) دیده می شود. بهای خرید آپارتمانهای نوین در این ناحیه حدود ۱۲۰۰۰ یوان بر مترمربع است که ۵۰٪ گران تر از ساختمانهای معمولی است اما ساکنین آپارتمانهای نوین حدود ۲۵٪ بهای انرژی را در مقایسه با آپارتمانهای معمولی هم وسعت خود می پردازند. هر برج ۷۵ واحدی از این مجموعه ها مجهز به ۵۰۴ کلکتور خورشیدی با سطح مجموع ۷۵۶ مترمربع می باشد که این کلکتورها از لوله های حرارتی وکیوم ساخته شده و برای گرمایش-سرمایش فضای درونی ساختمانها بکار می روند. هر آپارتمان در این برج ها همچنین یک دستگاه آبگرمکن خورشیدی در ایوان خود دارد که مرکب از کلکتور لوله ای و یک مخزن ۳۰۰ لیتری بوده و سامانه آنها بصورت تحت فشار با استفاده از لوله های ناودیس (∪) شکل است که از گلیکول بعنوان سیال عمال حرارتی در چرخه گرمایش خورشیدی بهره گیری می شود. اگر تابش خورشیدی نتواند دمای آب در مخزن مستقر در ایوان را به ۶۰درجه برساند، کمبود انرژی گرمایی بوسیله یک المنت حرارتی برقی جبران می گردد [8]]. بهای یک سامانه آبگرمکن خورشیدی روی ایوان مجهز به کلکتور ۱۳ لوله ای همراه با هزینه نصب ۶۸۸۰ یوان (۱۰۸۰ دلار) است که تقریباً ۲ برابر بهای یک آبگرمکن ۱۸ لوله ای با سامانه بدون فشار می باشد.

گذشته از کابرد خانگی گرمایش خورشیدی، کاربری صنعتی گرمایش خورشیدی نیز در چین بسرعت رو به گسترش است. تا کنون بزرگترین پروژه جهان برای استفاده از انرژی گرمائی خورشیدی برای فرایند صنعتی در شهر هانگجو در سال ۲۰۱۱ به بهره برداری رسید که مشتمل بر ۱۳۰۰۰ مترمربع کلکتورهای خورشیدی بود که بر بام یک کارخانه رنگرزی نصب گردیدند.

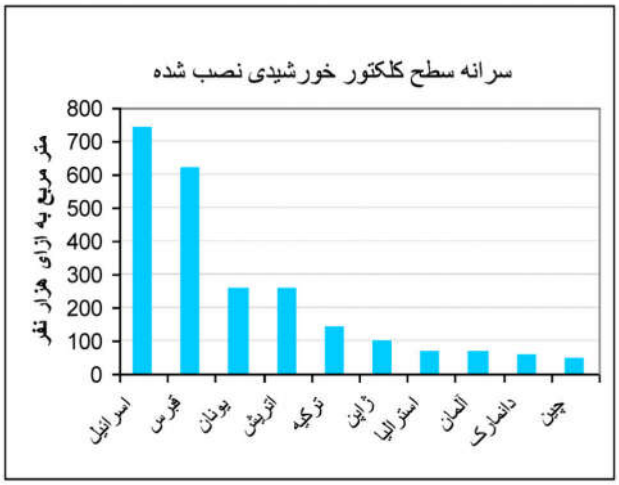
شکل(۶) نمای هوایی از دره خورشیدی در شهر «دجو»

مجموع ظرفیت نصب شده برق فتوولتائی متصل به شبکه تا پایان سال ۲۰۰۳به ۲۰ مگاوات رسید اما ظرفیت تولید مدولهای فتوولتائی در سال ۲۰۰۴ به معادل MW_e ۱۰۰ افزایش یافت و ظرفیت تولید تک سل های فتوولتائی نیز به MW ۷۰ رسید. همین رقم در سال ۲۰۱۰ به ۶۰۰ مگاوات رسیده است که نشانگر ٪۶۲.۵ رشد سالانه در این بخش می باشد.

[11] - Solar valley
[12] - Dezhou
[13] - Himin solar
[14] - Utopia Garden

شکل(۷) دورنمای یکی از برجهای مسکونی مجهز به سامانه خورشیدی در «باغ آرمانشهر» در شهر «دجو»

نمودار شکل(۸(سهم شهروندان را از کلکتورهای گرمایش خورشیدی در چند کشور جهان نمایش میدهد[۸].



شکل(۸) مجموع سطوح کلکتور خورشیدی نصب شده تا پایان سال ۲۰۰۴ به ازای هر ۱۰۰۰ نفر

نمونه ای از ساختمان ها با آبگرمکن های نصب شده در ایوان در شکل(۹() نمایش داده شده است [۸].

شکل(۹) کلکتورهای خورشیدی روی ایوان (بالکنی) در یک ساختمان در چین

تولید سلولها و پانلهای فتوولتائی ساخت چین در سال ۲۰۱۱ به رقم چشمگیر ۵۸ گیگاوات رسید که نزدیک به تمام آن به مصرف صادرات رسید. پیش بینی می شود که ظرفیت تولید پانلهای فتوولتائی در سال ۲۰۱۲ به معادل ۶۹ گیگاوات افزایش یابد. چین در سال ۲۰۰۸ حدود ۲۳٪ از نیاز بازار جهانی سلولهای فتوولتائی را تأمین می نمود در حالیکه در سال ۲۰۱۰ این سهم به ۵۷٪ رسیده است. هم اکنون بیش از ۸۰۰ شرکت در چین ساخت سلولها و پانلهای فتوولتائی را برعهده دارند که از میان آنها شش شرکت در میان ۱۰ تولیدکننده برتر سلولهای فتوولتائیک در سال ۲۰۱۱ ایستاده اند. شرکت «سانتک»[15] با ظرفیت تولید پانل معادل ۱۱۰۰ مگاوات در سال جایگاه نخست را در میان ۱۰ رتبه برتر جهان بدست آورد. از دیگر شرکتهای برتر میتوان شرکت «ئینگ لی»[16] ,شرکت «کانادین سولار»[17] و شرکت «هانوا سولاروان»[18] را نام برد که شرکت اخیر نیز ظرفیت تولید معادل ۱۱۰۰ مگاوات پانل فتوولتائی در سال را دارد. با آنکه بیش از ۵۰٪ از پانلهای فتوولتائی جهان در چین تولید می شود اما مجموع ظرفیت نصب شده برق فتوولتائی در خود چین کمتر از ۱۰۰۰ مگاوات تا پایان ۲۰۱۰ بوده است. استخراج سیلیکون خالص از سنگ سیلیس و ساخت شمش و ویفر سیلیکون یکی از صنایع راهبردی (استراتژیک) در چین می باشد که بیش از ۱۰۰ شرکت در این صنعت دست اندر کارند اما تولید بیش از ۸۰٪ سیلیکون مصرفی در بازار چین از سوی ۷ شرکت صورت می پذیرد که از میان آنها میتوان شرکت چند ملیتی«اپلاید ماتریال»[19] را نام برد که بزرگترین مرکز پژوهشی جهان در زمینه فتوولتائی را در شهر «شی آن» چین راه اندازی نموده است[۹].

پانلهای فتوولتائی الحاقی به ساختمان[20] با نام اختصاری BIPV صنعتی نوظهور اما بسرعت رو به گسترش در چین است که در سال ۲۰۱۰ بزرگترین پروژه از این دست در قالب یک ساختمان همایش در شهر «دجو»[21] به اجرا درآمد. نمایی از این ساختمان در شکل(۱۰)دیده می شود[۹].

[15] -Suntech
[16] - Yingli
[17] - Canadian Solar
[18] - Hanwha Solarone
[19] - Applied Materials
[20] -Building Integrated PhotoVoltaics
[21] - Dezhou

جدول(۳) راهبردهای تدوین شده برای چگونگی کاربرد بهره برداری نیمه فعال از انرژی خورشیدی در چین [۵، ۱۰]

ناحیه اقلیمی	پتانسیل گرمایش پسیو (PSH)[22]	زیرناحیه	شهرهای نمونه	جغرافیا	راهبرد پیشنهادی	
					زمستان	تابستان
I	PSH≤20%	IA بشدت سرد	چانگ چون شن یانگ	شمال شرق	گرمایش نیمه فعال[23] (PS) عایق بندی حرارتی	تهویه طبیعی
		IB بشدت سرد	آلتای هوهوت ارومچی	شمال و شمال غرب	PS عایق بندی حرارتی	ذخیره سازی حرارت
II	20%<PSH≤40	2A سرد	لهاسا	فلات تبت	PS عایق بندی حرارتی	-
		2B سرد	پکن	بخش جنوبی نواحی شمال و شمالشرق	PS عایق بندی حرارتی	تهویه طبیعی ذخیره سازی حرارت
		2C سرد	توریان	نیمه جنوبی شین جیانگ	PS عایق بندی حرارتی	ذخیره سازی حرارت، کولر آبی
III	40%<PSH≤65	- تابستان داغ زمستان سرد	نانجینگ شانگهای شی آن	نواحی مرکزی و شرق عرض ۳۰ تا ۳۵	PS عایق بندی حرارتی	تهویه طبیعی
IV	65%<PSH≤90	4A تابستان داغ زمستان سرد	چنگدو نانچانگ ووهان	امتداد رود یانگتسه	PS عایق بندی حرارتی	تهویه طبیعی سایبان آفتابگیر
		4B معتدل	کونمینگ	فلات یونان-گویجو	PS عایق بندی حرارتی	تهویه طبیعی سایبان آفتابگیر
V	90%<PSH	- تابستان داغ زمستان گرم	گوانگجو هایکو نان نینگ	جنوب	-	تهویه طبیعی سایبان آفتابگیر

جدول(۴) ده کشور برتر جهان در زمینه بهره برداری از گرمای خورشیدی(ظرفیت GW_{th})

سال ۲۰۰۹	چین	ترکیه	آلمان	ژاپن	یونان	اسرائیل	برزیل	اتریش	هند	آمریکا
	۱۰۲	۸.۴	۸.۴	۴.۰	۲.۹	۲.۸	۲.۸	۲.۶	۲.۲	۱.۹
سال ۲۰۱۳	چین	آمریکا	آلمان	ترکیه	برزیل	استرالیا	هند	اتریش	ژاپن	اسرائیل
	۲۱۷	۱۷	۱۲.۵	۱۱.۸	۶.۴	۵.۹	۵.۱	۴.۶	۴.۰	۳.۱

شکل(۱۰) بزرگترین ساختمان خورشیدی جهان (تا سال ۲۰۱۲) در چین

[22] - Passive solar heating potential
[23] - Passive solar

۴- نتیجه گیری

گسترش و پیشرفت برق آسا و چشمگیر کاربرد انرژی خورشیدی در چین را باید مرهون چند عامل دانست. نخست توجه جدی به برنامه ریزی و برقراری قوانین پشتیبان. دوم پایبندی به قوانین و اجرای جدی و پیگیر برنامه ها و پیروی از نتایج پژوهش های علمی در این زمینه. سوم نیاز روزافزون به انرژی که به مصداق "احتیاج مادر اختراع است" مشوق این کشور در کنکاش برای منابع جایگزین انرژی بوده است. چهارم، جذب سرمایه و رویکرد جدی به بازار جهانی و اقتصاد آزاد به نحوی که از مجموع ۲۱۰ میلیارد دلاری که در سال ۲۰۱۰ صرف انرژی های تجدیدپذیر در کل جهان شده است، بیش از ۵۰ میلیارد دلار سرمایه تنها در کشور چین به این سو هدایت گردیده است.

۵- مراجع

[1] China statistical yearbook. China Statistical Press. 2010
[2] Thermal design code for civil building (GB 50176-93). Beijing: China Planning Press; 1993 [in Chinese].
[3] Eric Martinot. Renewables 2005 Global status report. REN21, Worldwatch Institute, 2005.
[4] REN21. Renewables 2011 Global status report. Paris REN21 Secretariat, 2011.
[5] IEA, International Energy Agency . IEA Energy Statistics. China. 2011. http://www.iea.org/stats/pdf_graphs/CNTPESPI.pdf
[6] Lam J.C., Yang L., Liu J.P. Development of passive design zones in China using bioclimatic approach. Energy Conversion & Management. 47: 746-762, 2006.
[7] IEA, International Energy Agency. Key World 2011 Energy Data. 2011.
[8] Epp B. Solar thermal in China. Renewable Energy World. James & James Inc. May-June 2012
[9] Photovoltaics World. James & James Inc. May-June 2011.
[10] REN21. 2014. *Renewables 2014 Global Status Report*. (Paris: REN21 Secretariat).