دانشگاه علم و صنعت ایران

مفهوم شهر خورشیدی و آخرین پیشرفت های این طرح

استاد گرامی: آقای دکتر محمّدنژاد

خرداد ۱۳۹۵

- انرژی های تجدیدپذیر
- چرا انرژی خورشیدی؟
- فناوری های استفاده از انرژی خورشیدی
- فوتوولتائیک
- سیستم های حرارتی خورشیدی
- سیستم های حرارتی - برقی خورشیدی

مطالبی که در اینجا بیان خواهد گردید

- انرژی خورشیدی از گذشته تا به امروز
- ساختمان های با مصرف انرژی کل صفر
- شهر خورشیدی
- بررسی جوانب تجاری و اقتصادی طرح شهر خورشیدی
- چند نمونه پیاده شده یا در دست ساخت شهر خورشیدی
- سیستم های مورد توجه در شهر خورشیدی

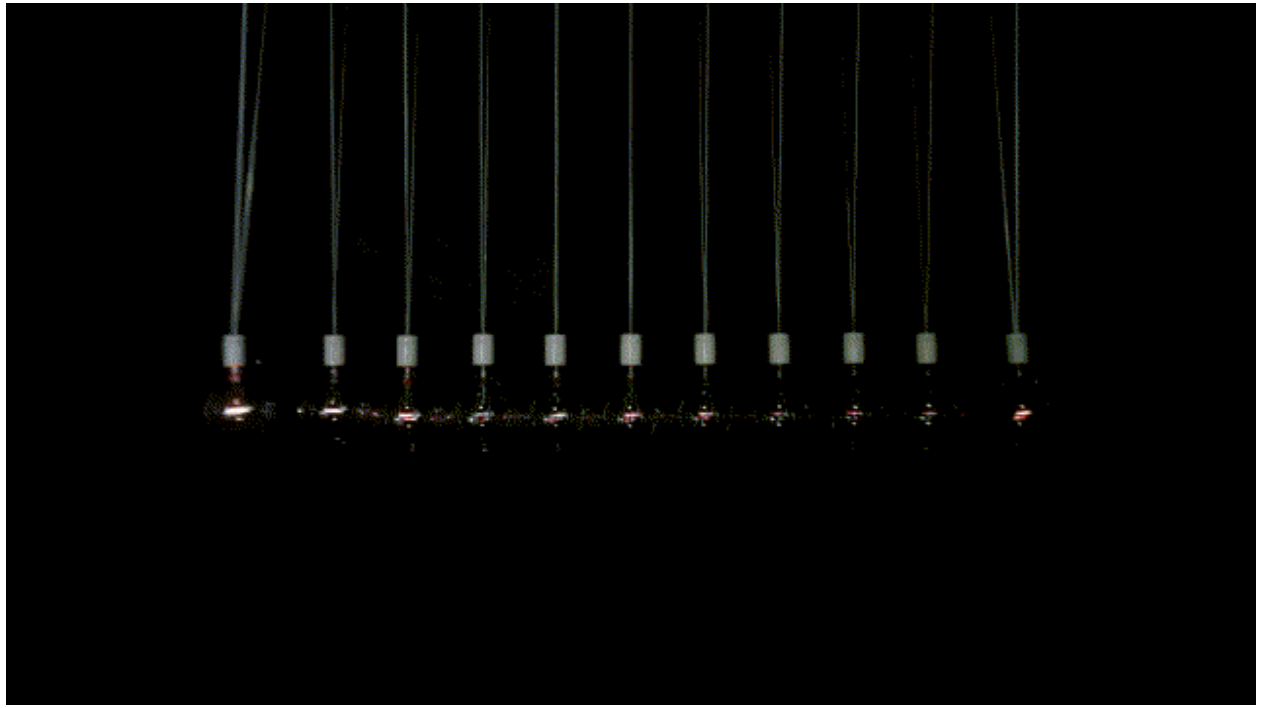
مطالبی که در اینجا بیان خواهد گردید

- پنل های خورشیدی مورد توجه در شهر خورشیدی
- جمع بندی
- برخی از مراجع

مطالبی که در اینجا بیان خواهد گردید

انرژی های تجدید پذیر

انرژی



انرژی های تجدید پذیر

سوخت های فسیلی ←
- محدود هستند
- محیط را آلوده می کنند

منابع دیگر انرژی

- انرژی هسته ای
- منابع پیرامون ← انرژی خورشیدی

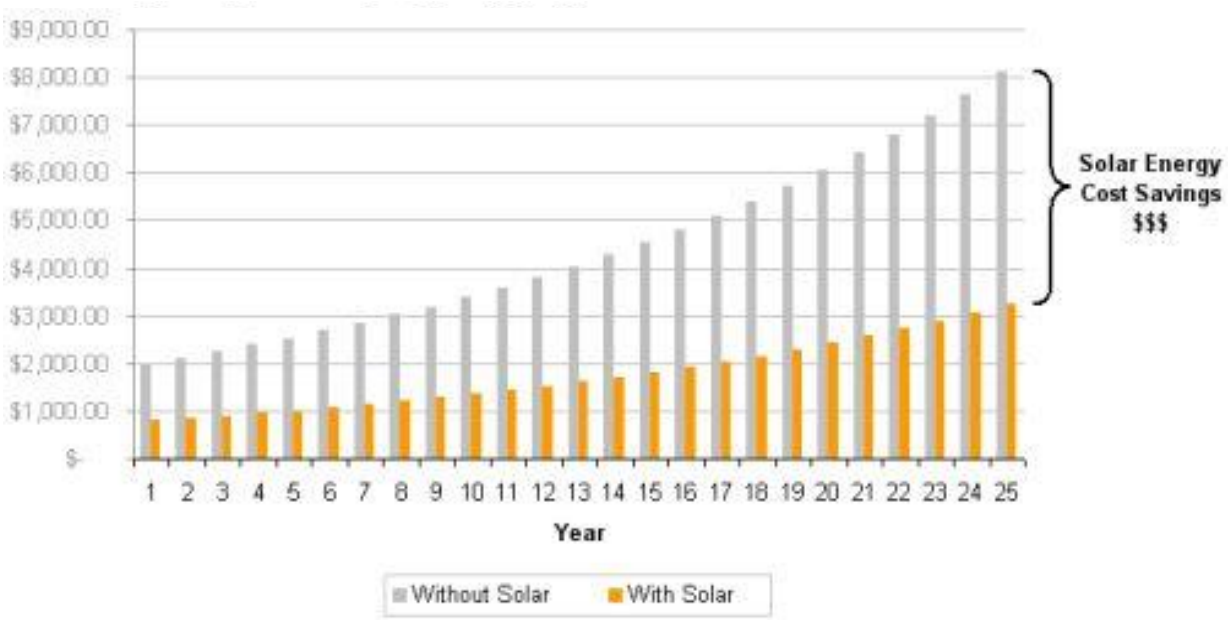
چرا انرژی خورشیدی؟

- مقدار زیادی از انرژی خورشید به رایگان در دسترس ما می باشد. (انرژی خورشیدی تابیده شده به سطح زمین سالانه تقریباً معادل 7×10^{17} کیلو وات ساعت است.)

- ✓ محیط را آلوده نمی کند.
- ✓ باعث صرفه جویی در هزینه ها می شود.
- ✓ قابل اطمینان است.
- ✓ سبب استقلال در تولید انرژی می گردد.
- ✓ ...

چرا انرژی خورشیدی؟

بعنوان مثال با استفاده از سیستم های گرم کردن آب بوسیله انرژی خورشیدی تا ۱۴ درصد در مصرف انرژی خانه ها صرفه جویی می شود. ⟸ صرفه جویی تا ۳۰۰۰۰ دلار در ۱۰ سال برای خانوار (آمریکا)



فناوری های استفاده از انرژی خورشیدی

- اغلب انرژی هایی که می شناسیم، به گونه ای به خورشید وابسته هستند.
- منظور از فناوری های انرژی خورشیدی، فناوری هایی است که انرژی خورشید را بطور مستقیم به انرژی مفید مثل الکتریسیته، تبدیل می کنند.
- برخی از فناوری های استفاده از انرژی خورشیدی:
  - ✓ فوتوولتائیک
  - ✓ سیستم های حرارتی خورشیدی
  - ✓ سیستم های حرارتی - برقی خورشیدی

فوتوولتائیک

photovoltaic ⇒ Photo (Light) + Volt

- تبدیل مستقیم نور خورشید به الکتریسیته

⇓

پنل های خورشیدی

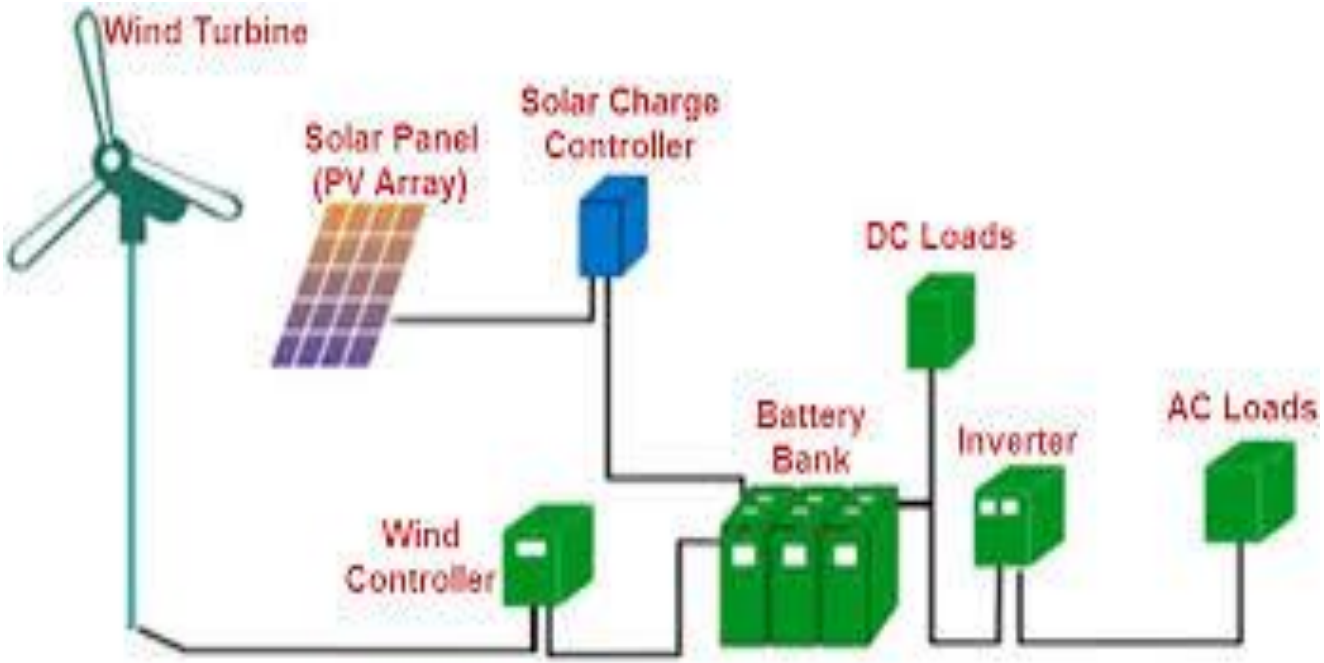
⇓

کاربرد در منازل در سال ۲۰۱۵سریع ترین رشد را در صنعت انرژی خورشیدی داشته است

کاربرد در صنایع و ...

فوتوولتائیک

انواع روش های استفاده از سیستم های فوتوولتائیک:



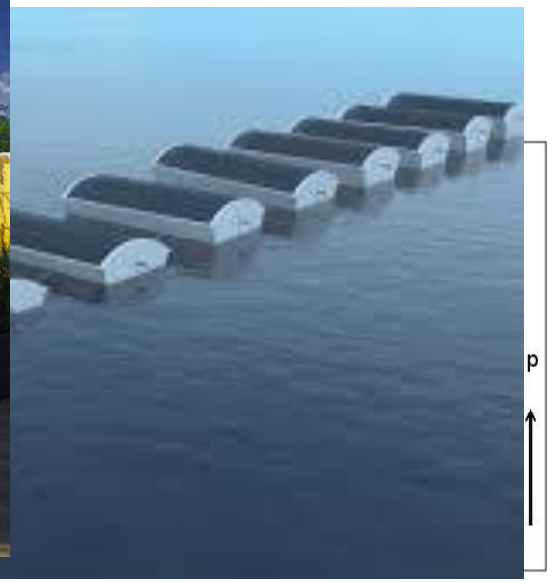
- سیستم های مستقل از شبکه (Stand Alone)
- سیستم های متصل به شبکه (Grid Connected)
- سیستم های تغذیه چندگانه (Hybrid)

فوتوولتائیک

نمونه های استفاده از سیستم های فوتوولتائیک:

- پمپاژ خورشیدی
- سیستم های روشنایی خورشیدی
- حفاظت کاتدیک
- سیستم تغذیه کننده پرتابل

سیستم های حرارتی خورشیدی



- آب گرمکن خورشیدی
- سیستم های HVAC
- آب شیرین کن خورشیدی
- پمپ حرارتی خورشیدی
- ...

سیستم های حرارتی - برقی خورشیدی

متمرکز کردن انرژی خورشیدی

Concentrating Solar Power (CSP)

استفاده از لنزها، آینه ها و متمرکز کننده ها برای متمرکز کردن بخش وسیعی از نور خورشید در یک کلکتور خورشیدی کوچک با بازده بالا

↓

گرم کردن مایع (آب، نمک مذاب، روغن های مصنوعی)

↓

تولید بخار از مایع گرم شده

↓

راه اندازی یک ژنراتور الکتریکی (نیروگاه بخار مرسوم)

سیستم های حرارتی - برقی خورشیدی

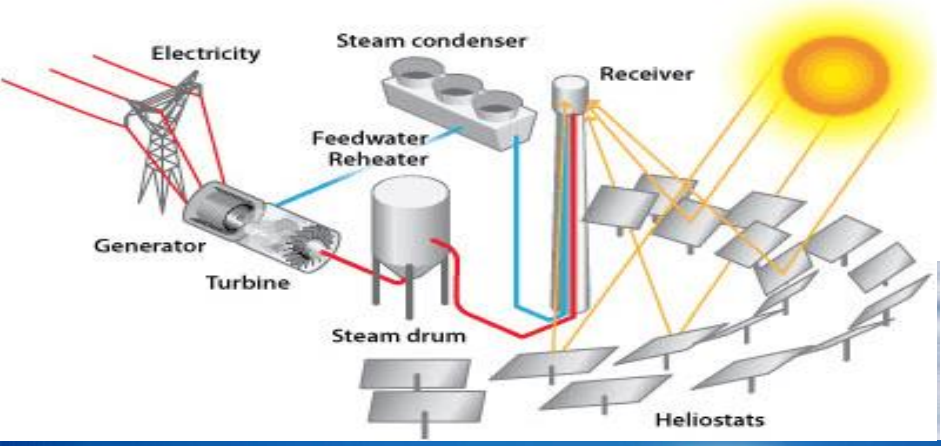
- انواع فناوری های متمرکز کردن انرژی خورشید:

✓ ظرف سهموی (Parabolic Trough)

✓ بازتاب کننده فرزنل خطی متمرکزکننده (CLFR)

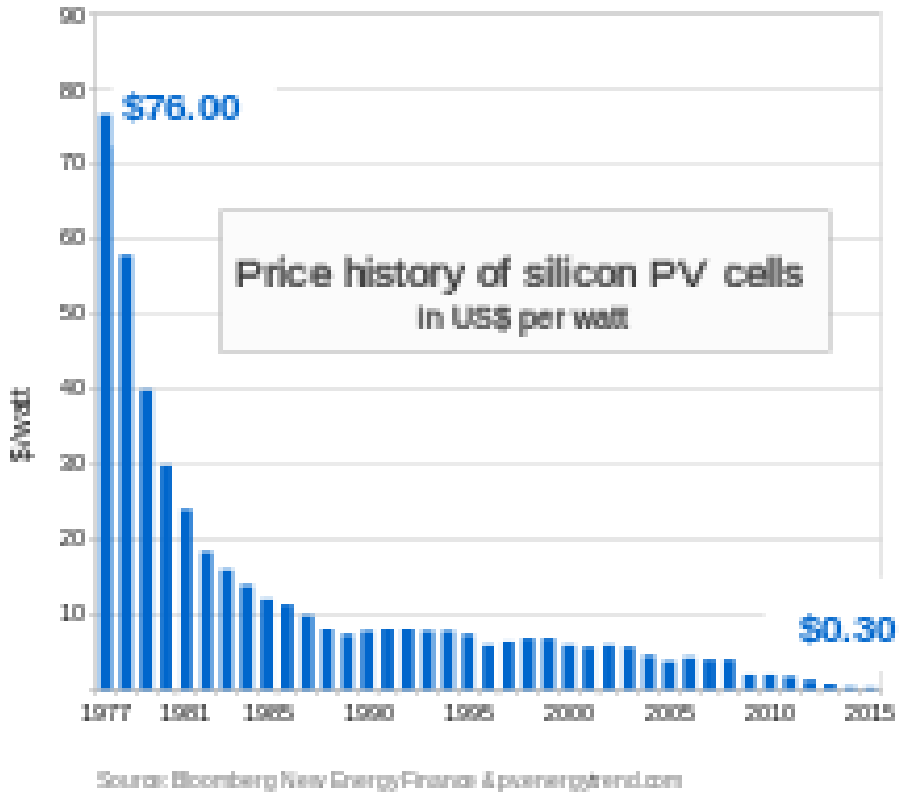
✓ بشقاب استرلینگ (Stirling Dish)

✓ برج انرژی خورشیدی (Solar Power Tower)



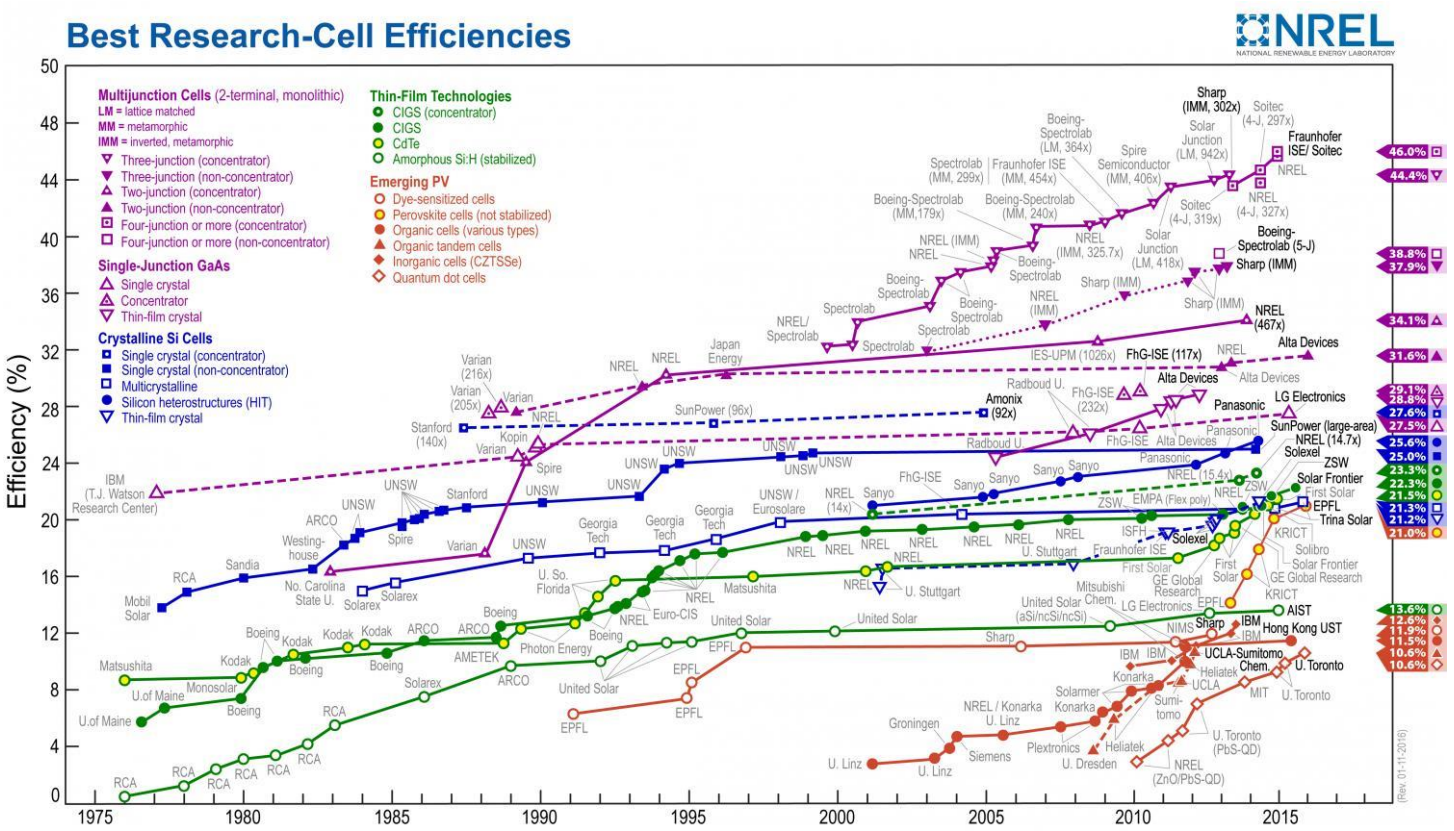
انرژی خورشیدی از گذشته تا به امروز

- هزینه تولید با پیشرفت فناوری در زمینه های مختلف مواد، روش های ساخت و ... به شدت کاهش یافته است.



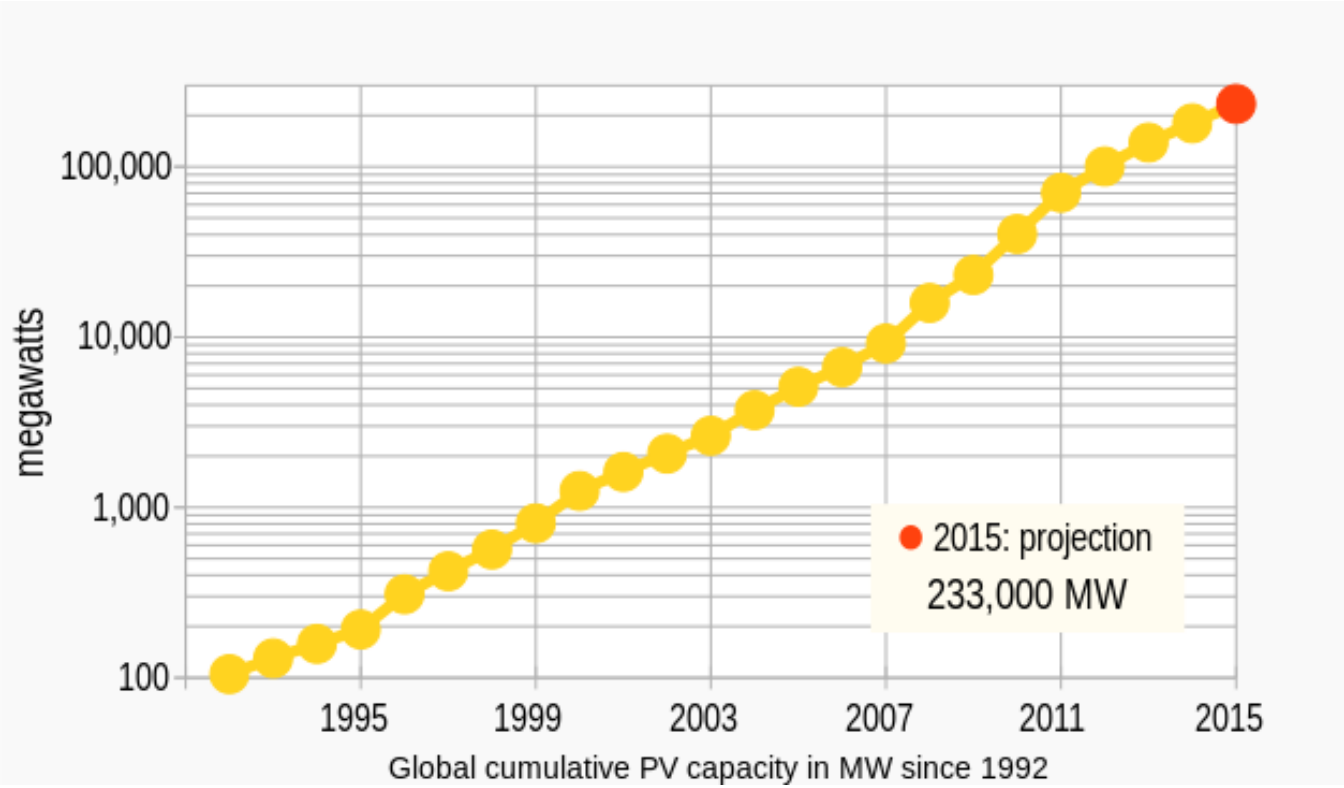
انرژی خورشیدی از گذشته تا به امروز

- تحقیقات گسترده منجر به پیدایش انواع مختلف سلول های خورشیدی و افزایش بازدهی آن ها گردیده است.



انرژی خورشیدی از گذشته تا به امروز

- استفاده از انرژی خورشیدی بدلایل گوناگون از جمله پیشرفت های بیان شده، در حال افزایش است.



انرژی خورشیدی از گذشته تا به امروز

Figure 2.9 U.S. PV Installation Forecast, 2010-2020E

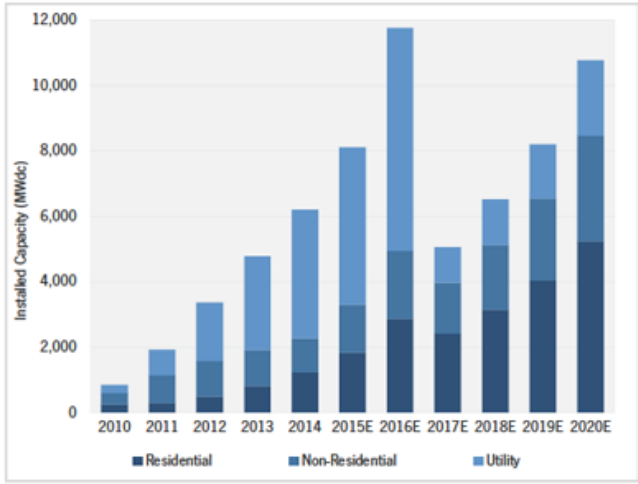
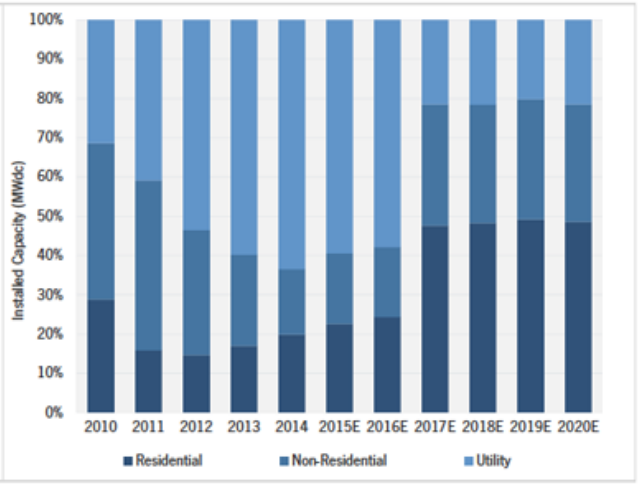


Figure 2.10 U.S. PV Installation Forecast by Segment, 2010-2020E



Source: GTM Research

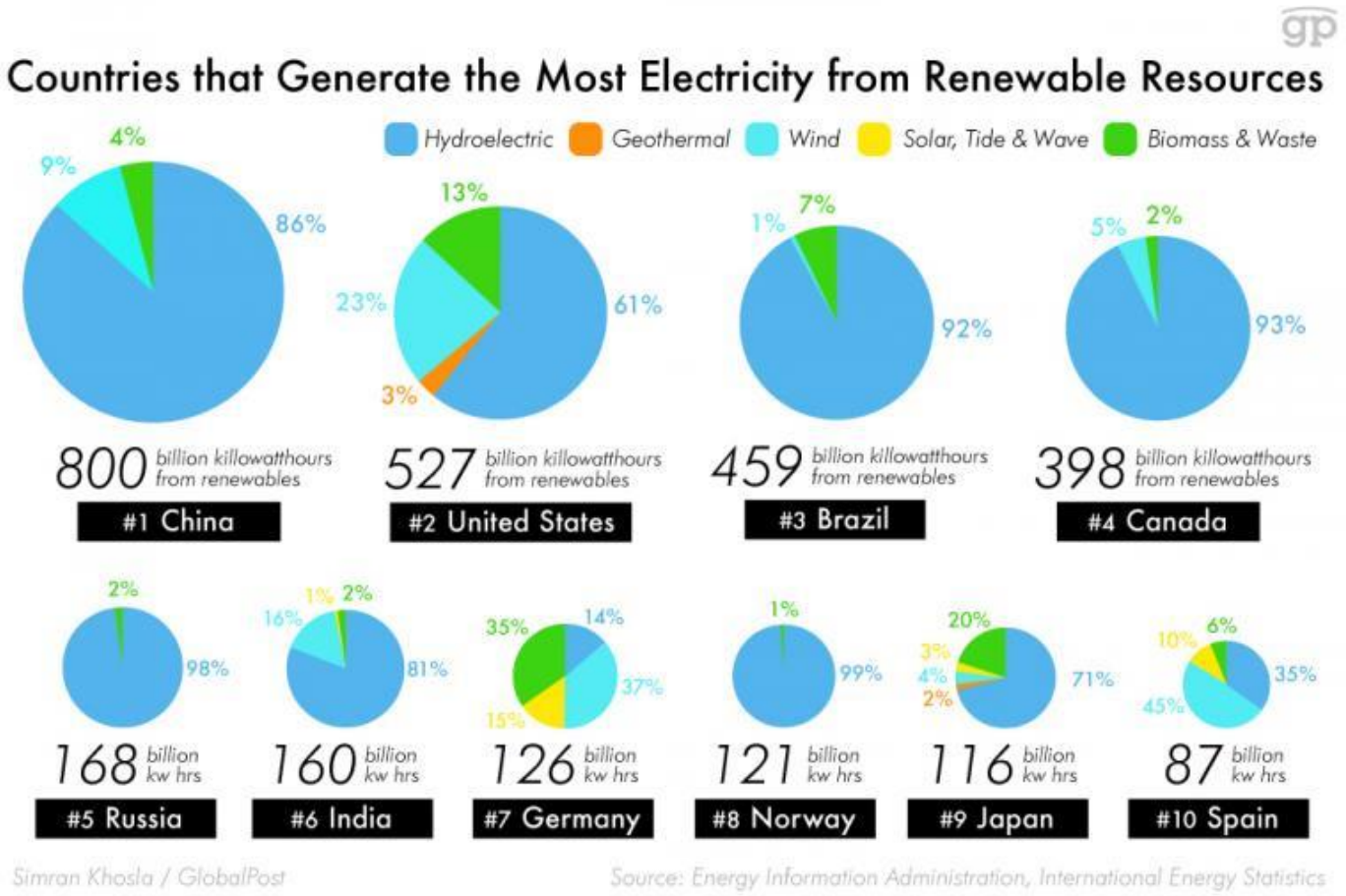
Note: Complete forecast by state and market segment available in the full report

© 2015

GTM RESEARCH

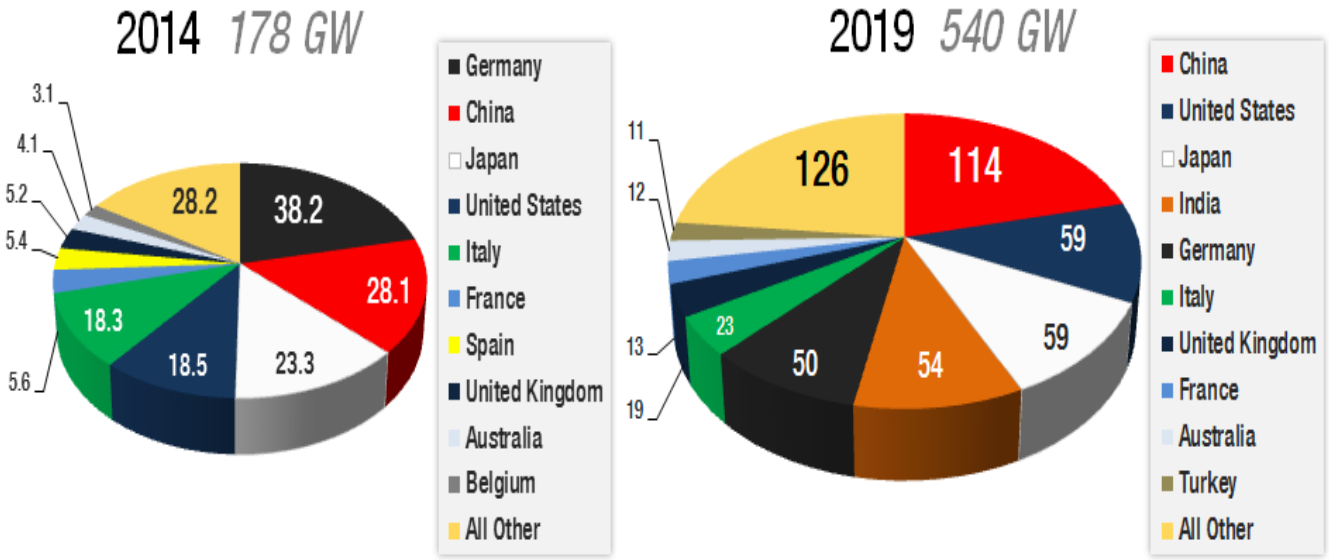
40 YEARS SEIA Solar Energy Industries Association

انرژی خورشیدی از گذشته تا به امروز



انرژی خورشیدی از گذشته تا به امروز

۱۰ کشور با بیشترین ظرفیت PV بکار گرفته شده:



SolarPower Europe (2015). Global Market Outlook For Solar Power / 2015 - 2019.

ساختمان های با مصرف انرژی کل صفر

- ساختمانی با مصرف انرژی کل صفر. به این معنی که مقدار انرژی مصرف شده در آن بطور کلی برابر با مقدار انرژی تجدیدپذیر تولید شده در آن است.
- استفاده از انرژی های تجدیدپذیر: انرژی خورشیدی و توربین های بادی برای تولید الکتریسیته و زیست سوخت ها و انرژی گرمایی خورشید برای گرم کردن محیط.
- اولین ساختمان با مصرف انرژی کل صفر در ایران در سال ۲۰۱۱ ساخته شد.

شهر خورشیدی

- همکاری های بین المللی نظیر گروه راهبری آب و هوای C40، شورای بین المللی ابتکارات طبیعت (ICEL)، مدل استاندارد تجمیع منابع انرژی را به چالش کشیده اند.

پیشنهاد توجه بیشتر به غیرمتمرکز کردن منابع انرژی

مفاهیمی نظیر «اکو شهر»، «شهر قابل تحمل» یا «شهر خورشیدی»

نقش اساسی در مهمترین چالش های قرن ۲۱ مبنی بر موضوعات آب و هوا، انرژی و اقتصادی

- استفاده از انرژی خورشیدی بدلیل پیشرفت زیاد در چهل سال اخیر، کاهش شدید قیمت آن و نیز افزایش ضریب نفوذ جهانی آن

شهر خورشیدی

- منظور از شهر خورشیدی، شهری است که بر اساس اصول زیست محیطی ساخته شده است.
- هدف نهایی شهرخورشیدی:
  - تولید محلی انرژی، غذا و مواد
  - زدودن تمامی پسماندهای کربن
  - بکار بردن انرژی خورشیدی در داخل طراحی ها
  - تولید انرژی از طریق منابع تجدید پذیر
  - پیوند شهر و محیط زیست به یکدیگر

همچنین این شهرها مقاصدی از جمله رشد اقتصادی، کاهش فقر، سازماندهی شهرها برای داشتن تراکم جمعیت بالاتر و در نتیجه کارایی بالاتر و بهبود بهداشت را دنبال می‌کنند.

بررسی جوانب تجاری و اقتصادی طرح شهر خورشیدی

- افزایش قابل توجه بهره‌وری صنایع موجود و همچنین معرفی صنایع جدید و در نتیجه ایجاد شغل
- ایجاد اقتصادهای محلی همراه با رونق صنایع جدید بدلیل کنار گذاشتن منابع کربن ساز و حرکت به سمت منابع انرژی تجدید پذیرتر مانند باد، آب و انرژی خورشیدی
- کم کردن رد پای شهر بر محیط زیست با کاهش انتشار کربن که به زبان اقتصاد به معنی افزایش بهره‌وری و در نتیجه هم از لحاظ مالی و هم زیست محیطی است
- کاهش هزینه های خانوار

گرچه حرکت اولیه به سمت تبدیل شدن به یک شهر خورشیدی ممکن است برای یک شهر کوچک بسیار پرهزینه باشد اما در مدل اقتصادی طولانی مدت دارای مزایای فراوانی می باشد.

چند نمونه پیاده شده یا در دست ساخت شهر خورشیدی

❖ نقشه راه PV2030 (ژاپن)

- گسترش PV تا 100 GW تا سال ۲۰۳۰ که ۱۰ درصد از انرژی کشور را تامین خواهد کرد.

Table 1. Fractions of single family houses

Positions	Potential (P)	PV2030 (C2)	P/C2
Single Family	1.3 %	44.6 %	45.0 %
Multi Family	1.3 %	16.2 %	15.6 %
Public	0.2 %	10.2 %	74.3 %
Industry	3.6 %	10.0 %	3.5 %
Road/Rail	0.7 %	14.5 %	26.9 %
Business	0.4 %	4.5 %	14.4 %
Unused Space	92.5 %	0.0 %	0.0 %
Total	7,985 GW	102 GW	1.3 %

Table 3. Case study for Seibu-Kitanodai

Number of Houses (single family)	3,280 houses
South-facing Roofs	132,710 m^2
Installable PV by η =18%	23.9 MW
Producible Electricity	23.9 GWh/Y
Energy Consumption*/households	6,540 kWh/Y
Total Consumption	21.4 GWh/Y
Self-contained Factor	112 %

* Fully-electrified case assumed

Table 6. Annual domestic energy consumption by a fully electrified home

	MJ/Home/ Year	kWh/Hom e/Year	Fraction for kWh
Space Heating	2955	821	13 %
Space Cooling	488	135	2 %
Hot Water	4,224	1,173	18 %
Cooking	1,914	532	8 %
Light/Appliances	1,3964	3,879	59 %
Total	2,3545	6,540	100 %

Notes: Thermal energy supplied by electrically driven heat pumps; Cooking by electromagnetic cooker.

K. Kurolkawa, 2006 IEEE 4th World Conference on Photovoltaic Energy Conference (Volume:2), 2006

چند نمونه پیاده شده یا در دست ساخت شهر خورشیدی

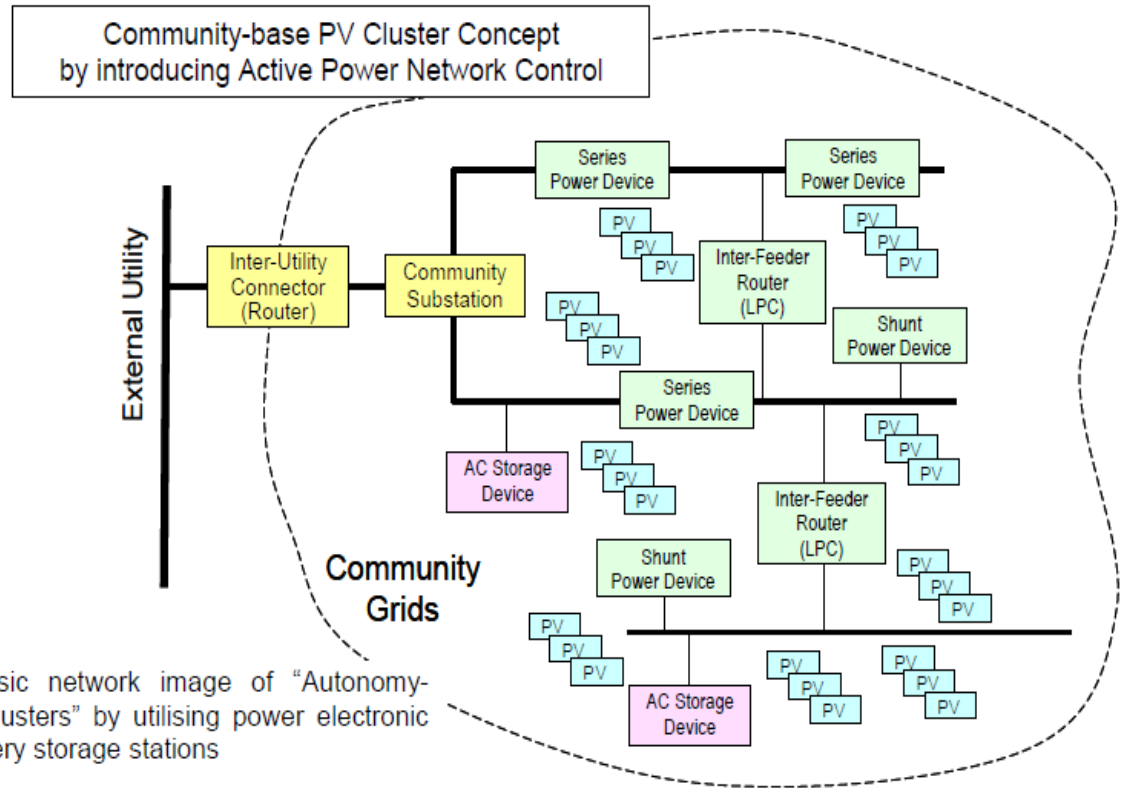


Fig. 2. A basic network image of "Autonomy-Enhanced PV Clusters" by utilising power electronic devices and battery storage stations

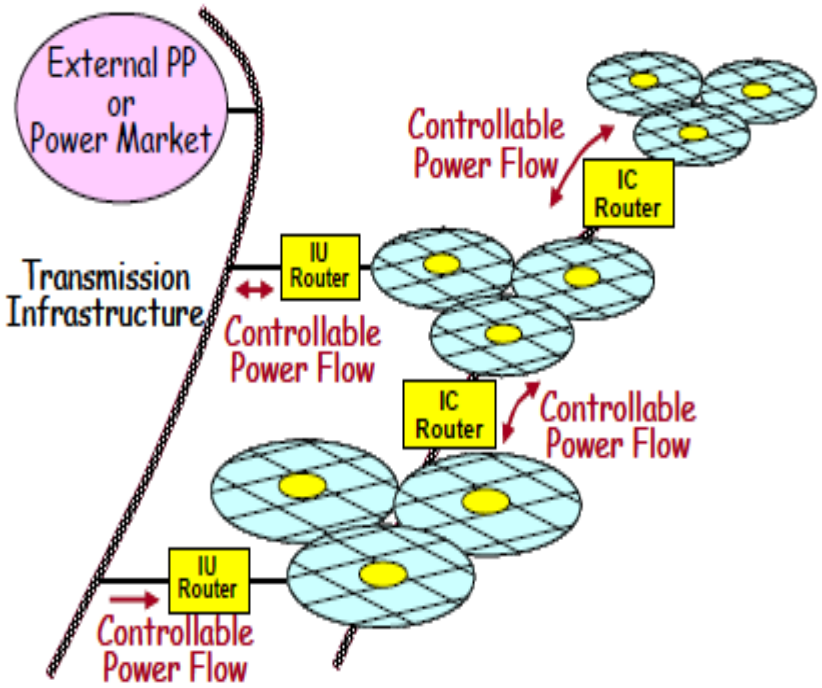
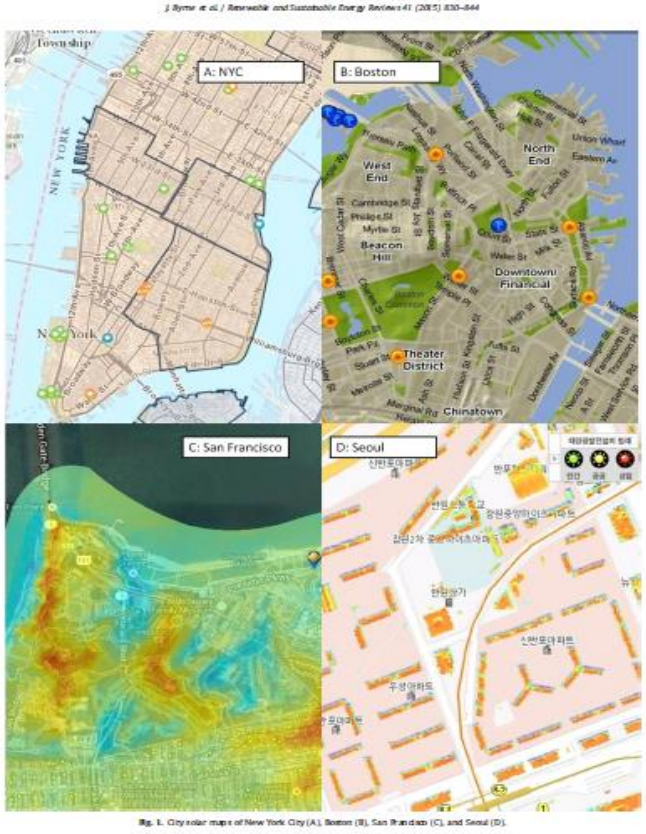


Fig. 10 A future image of "Energy Internet"

K. Kurolkawa, 2006 IEEE 4th World Conference on Photovoltaic Energy Conference (Volume:2), 2006

چند نمونه پیاده شده یا در دست ساخت شهر خورشیدی



❖شهرهای خورشیدی آمریکا

Ann Arbor, MI	Houston, TX	New Orleans, LA	Portland, OR	San Francisco, CA
Austin, TX	Knoxville, TN	New York City, NY	Sacramento, CA	San Jose, CA
Berkeley, CA	Madison, WI	Orlando, FL	Salt Lake City, UT	Santa Rosa, CA
Boston, MA	Milwaukee, WI	Philadelphia, PA	San Antonio, TX	Seattle, WA
Denver, CO	Minneapolis/St. Paul, MN	Pittsburgh, PA	San Diego, CA	Tucson, AZ

Figure 1: Solar America Cities

- نیویورک (۸/۴ میلیون نفر جمعیت): ۵۷ میلیون متر مربع پشت بام موجود
  پشت بام ساختمان های صنعتی و تجاری 6/7 TWh
  پشت بام ساختمان های مسکونی 5/6 TWh

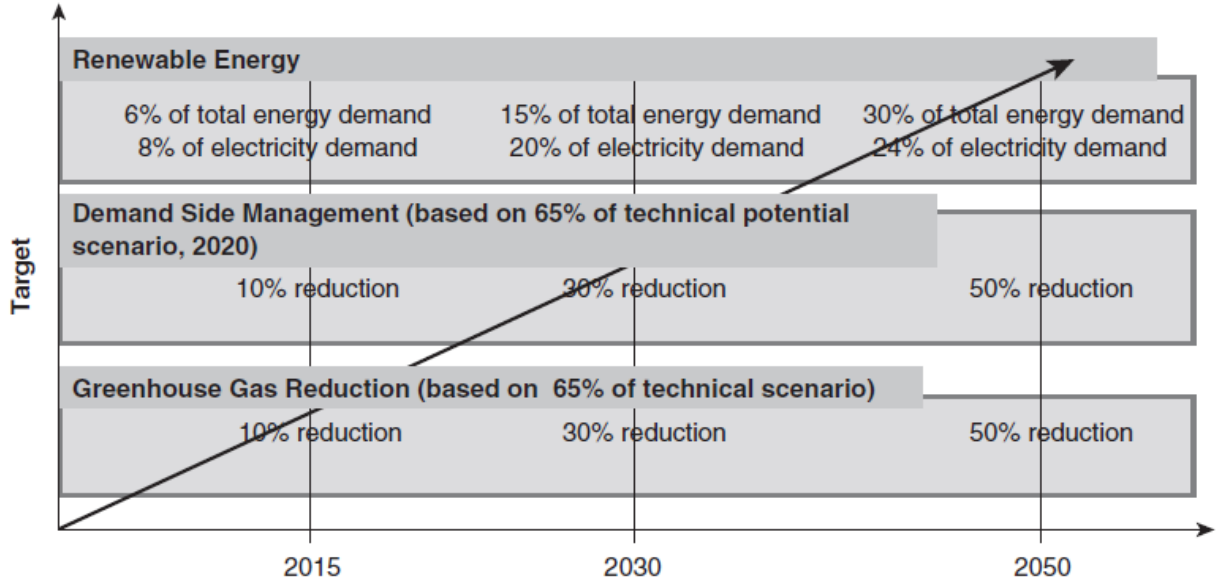
- سان فرانسیسکو (بیش از ۸۰۰۰۰۰ جمعیت): 440 GWh

N. Monosoff, et al, Photovoltaic Specialists Conference (PVSC), 2011 37th IEEE, 2011

چند نمونه پیاده شده یا در دست ساخت شهر خورشیدی

❖ پروژه Daegu 2050 (SCD 2050) (کره جنوبی)

- شهری با ۲/۵ میلیون نفر جمعیت مسکونی به همراه صنایع



Major Energy and Greenhouse Gas Targets for Daegu Under Solar City Daegu 2050

K. Kim, et al, Bulletin of Science, Technology & Society Vol. 26, No. 2, 2006

چند نمونه پیاده شده یا در دست ساخت شهر خورشیدی

❖ پروژه Lilypad (دبی)

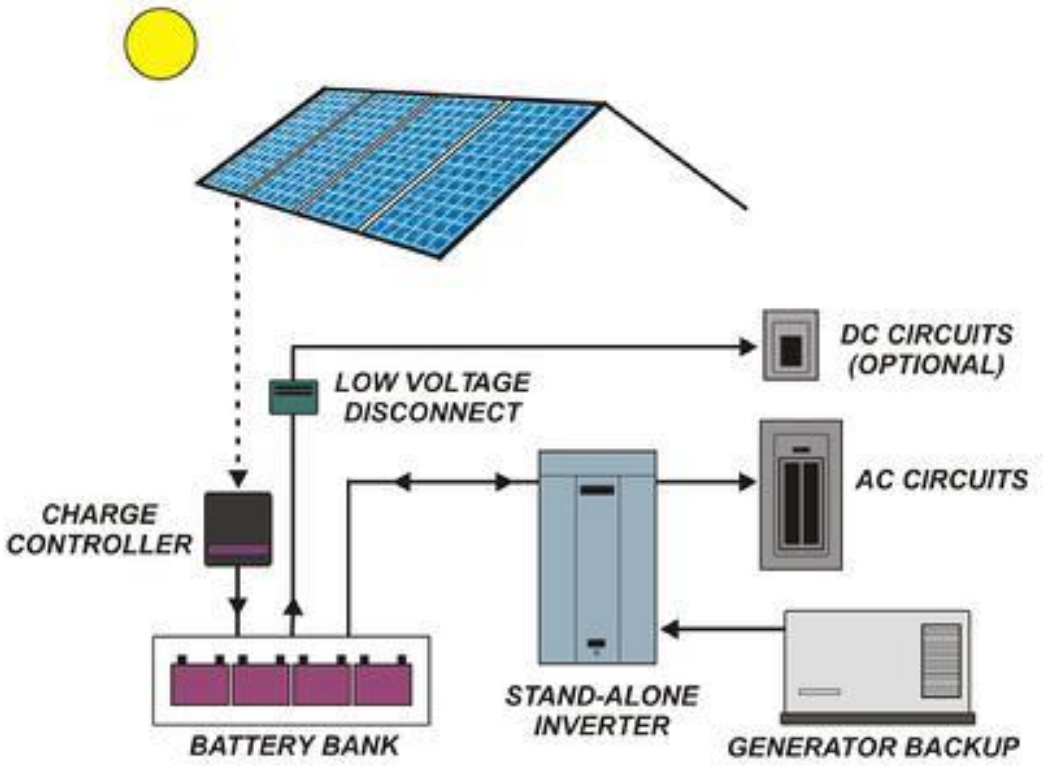
- شهری شناور با ۵۰۰۰۰ خانه برای سال ۲۱۰۰

چند نمونه پیاده شده یا در دست ساخت شهر خورشیدی

❖ شهر خورشیدی لینز (اتریش)

- برنامه ریزی پروژه در سال ۱۹۹۲ شروع شد. از سال ۱۹۹۹، ۱۳۰۰ آپارتمان به تدریج در طول یک دوره ۶ ساله ساخته شدند. هزینه کل پروژه بالغ بر ۱۹۰ میلیون یورو بود. نزدیک به دو سوم از آن برای ساختمان‌های مسکونی مورد استفاده قرار گرفت، و تنها یک سوم از کل هزینه به منظور ساخت زیرساخت‌ها بود.
- جمعیت ۴۰۰۰ نفر

سیستم های مورد توجه در شهر خورشیدی

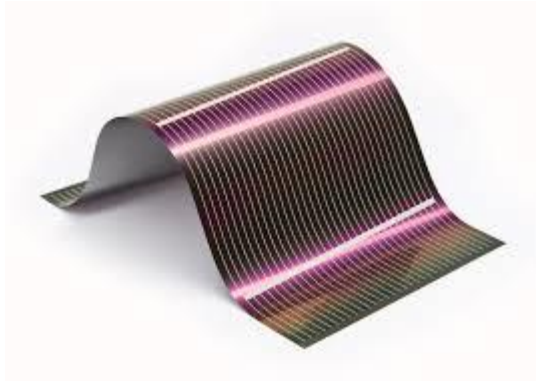


- اجزای سیستم های فوتوولتائیک شامل:

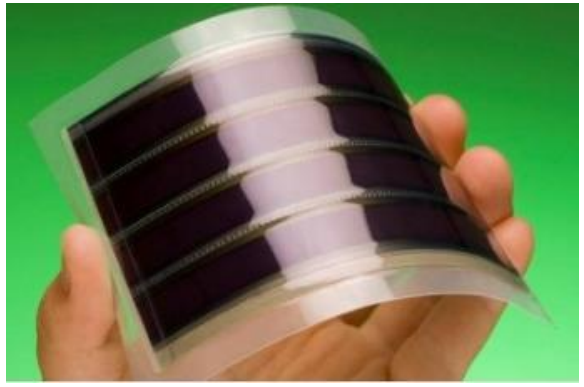
- ❖ پنل های خورشیدی
- ❖ باتری
- ❖ مبدل
- ❖ دستگاه کنترل شارژ باتری
- ❖ سازه‌های فلزی یا ساختمانی

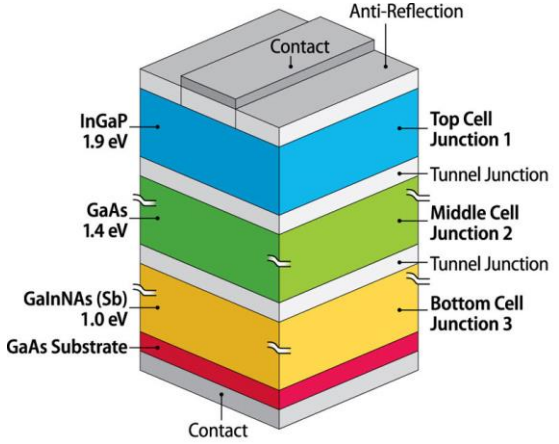
- همچنین سایر سیستم های بیان شده نظیر سیستم های HVAC و آب گرم کن های خورشیدی و ...

سلول های خورشیدی مورد توجه در شهر خورشیدی



- سلول های خورشیدی سیلیکونی لایه نازک
- سلول های خورشیدی سیلیکونی کریستالی
- سلول های خورشیدی چند پیوندی
- سلول های خورشیدی رنگدانه ای





جمع بندی

- محدودیت های سوخت های فسیلی و اثرات زیست محیطی آن ها، ما را بسوی استفاده از انرژی های تجدیدپذیر سوق می دهد.
- یکی از منابع انرژی تجدیدپذیر، انرژی خورشیدی می باشد. مقادیر زیادی از این انرژی پیوسته در دسترس ما بوده و استفاده از آن مزایای زیادی برای ما به همراه دارد.
- برخی از فناوری های استفاده از انرژی خورشیدی از جمله فوتوولتائیک، سیستم های حرارتی خورشیدی و سیستم های حرارتی – برقی خورشیدی شرح داده شد.
- با کاهش هزینه های ساخت سلول های خورشیدی و افزایش بازدهی آن ها، راه برای استفاده گسترده تر از این سلول ها هموار شد.

جمع بندی

- ساختمانی با مصرف انرژی کل صفر به این معنی است که مقدار انرژی مصرف شده در آن بطور کلی برابر با مقدار انرژی تجدیدپذیر تولید شده در آن است.

- مفاهیمی نظیر «اکو شهر»، «شهر قابل تحمل» یا «شهر خورشیدی» با هدف توجه بیشتر به غیرمتمرکز کردن منابع انرژی بنا نهاده شده است.

- منظور از شهر خورشیدی، شهری است که بر اساس اصول زیست محیطی ساخته شده است. همچنین برخی از جوانب این طرح و نیز تعدادی از مزایای اقتصادی آن شرح داده شد.

- چند نمونه پیاده شده یا در دست ساخت شهر خورشیدی معرفی شده و سیستم ها و انواع سلول های خورشیدی مورد توجه در آن ها شرح داده شد.

برخی از مراجع

[1] J. Byrne, J. Taminiau, "A review of the solar city concept and methods to assess rooftop solar electric potential, with an illustrative application to the city of Seoul ", Renewable and Sustainable Energy Reviews, (2014)

[2] T. Beatley, "Envisioning Solar Cities: Urban Futures Powered By Sustainable Energy", Journal of Urban Technology, Volume 14, Number 2, pages 31–46, (2007)

[3] J. Gooding, H.Edwards, "Solar City Indicator: A methodology to predict city level PV installed capacity by combining physical capacity and socio-economic factors" , Solar Energy 95 (2013) 325–335, (2013)

[4] M. Gostein, R. Heshey, "Performance Analysis of Photovoltaic Installations in a Solar America City" , Photovoltaic Specialists Conference (PVSC), 2009 34th IEEE , (2009)

[5] K. Kim, D. Han, J.Na, "The Solar City Daegu 2050 Project: Visions for a Sustainable City", Bulletin of Science, Technology & Society Vol. 26, No. 2, April 2006, 96-104, (2006)

[6] B. Mendonca, E. Fadigas, "Architectural and urbanistic quality of renewable energy installations" , The fifth International Renewable Energy Congress IREC (TUNISIA), (2014)

برخی از مراجع

[7] N. Monosoff, H. Hardie-Hill, and A. Maule, "AN INNOVATIVE APPROACH FOR DETERMINING PV COST CONVERGENCE IN THE 25 SOLAR AMERICA CITIES", Photovoltaic Specialists Conference (PVSC), 2011 37th IEEE, (2011)

[8] A. Mostafaeipour, K. Mohammadi, and M. Sabzpooshan, "Wind-Solar Energy Potentials for Three Free Trade and Industrial Zones of Iran", Proceedings of the 2015 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Dubai, (2015)

[9] K. Steemers, "Energy and the city: density, buildings and transport", Energy and Buildings 35 (2003) 3–14, (2003)

[10] M. S. Todorović, E. Djurić, "Renewable Energy Sources and Energy Efficiency for Building's Greening", 3rd IEEE International Symposium on Exploitation of Renewable Energy Sources (Serbia), (2011)

[11]H. Vaghefpour, K. Zabeh, "Zero Energy Building in Iran", Energy Procedia 18 (2012) 652 – 658, (2012)

[12] K. Kurolkawa, "A CONCEPTUAL STUDY ON SOLAR PV CITIES FOR 21ST CENTURY", 2006 IEEE 4th World Conference on Photovoltaic Energy Conference (Volume:2), (2006)

از توجه شما متشکرم