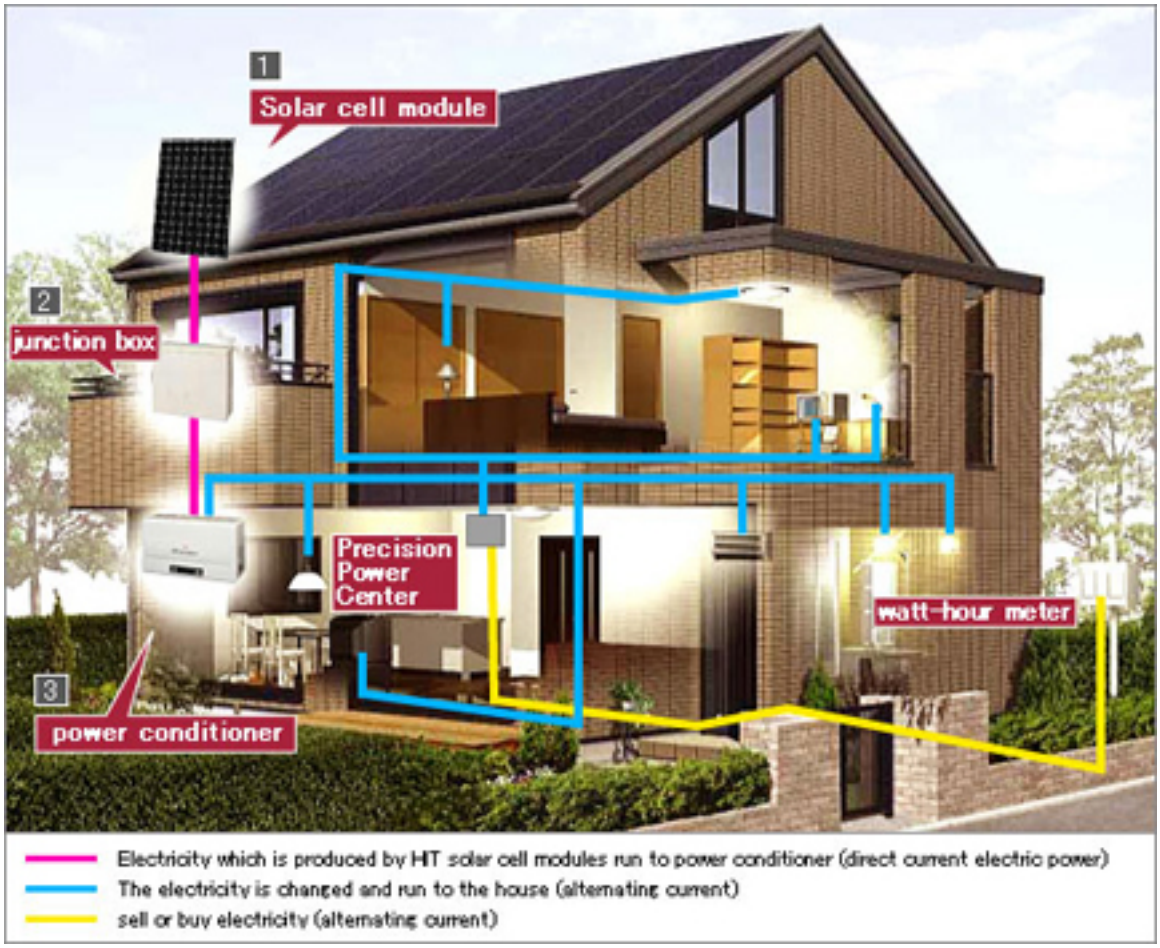
سيستمهاي فتوولتاييک در معماري

مسيح نيلفروشان همدانی
استاد :دکتر ايمانی

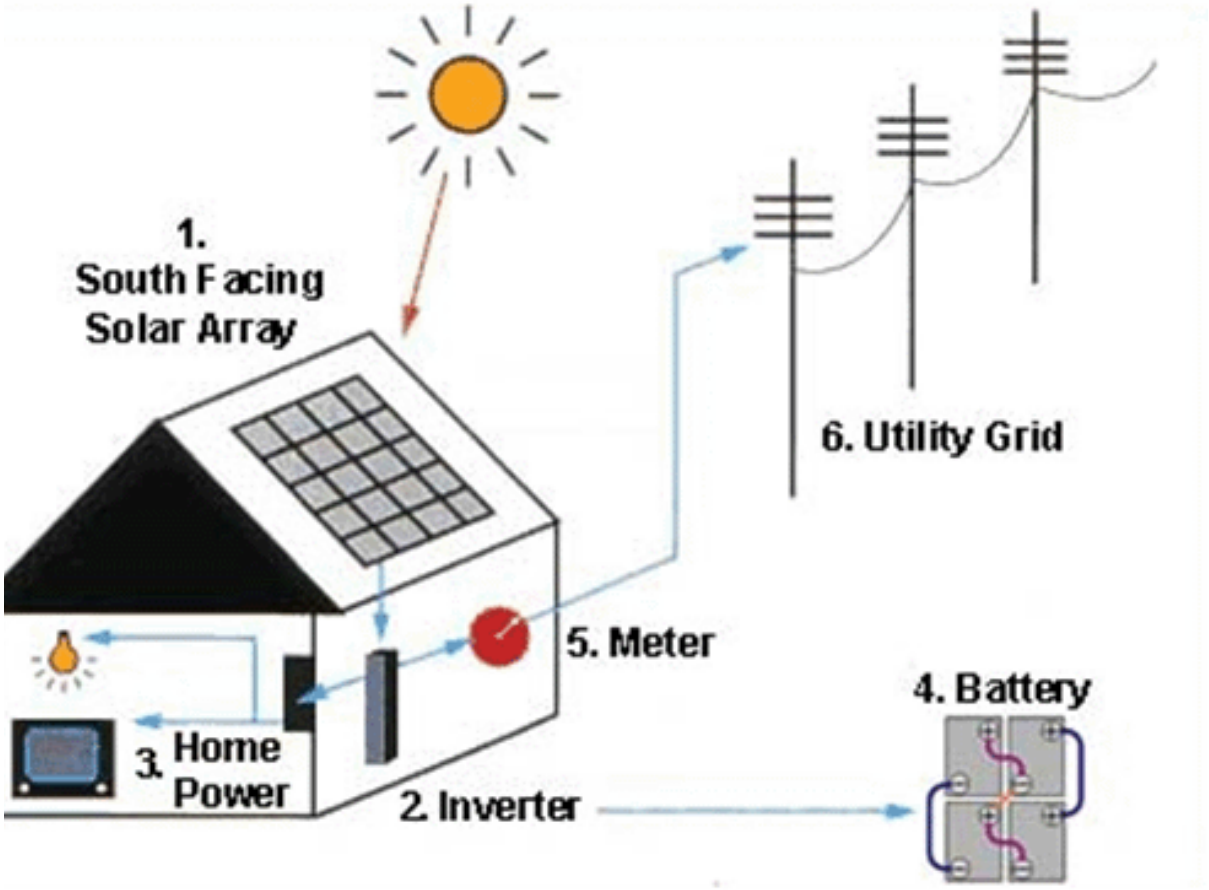


فهرست

چکیده	3
مقدمه	4
مراحل تکامل فتو ولتائیک	5
آینده سیستم های انرژی	6
ایمنی سلامت و مسائل مرتبط با محیط زیست	7
دوام اجزاء فتوولتاییک	8
اجزاي سيستمهاي فتوولتاييک	8
انواع سيستمهاي فتوولتاييک	9
نتیجه گیری	14
منابع	16

چكيده

دراين مقاله درباره انرژي خورشيدي كه يكي از منابع انرژي تجديدپذير محسوب مي گردد و تبديل آن به انرژي الكتريكي و مصرف آن در معماري مطالبي ارائه مي شود.با توجه به پاكيزگي و نامحدود بودن منبع انرژي حاصل از تابش خورشيد،مي توان درمصرف انرژيهاي فسيلي وسايرمنابع تجديدناپذير و آلاينده دركاهش آلودگي هاي محيط زيست بهره گرفت.



مقدمه

از دوران قديم تامين انرژي مسئله بسيار مهمي براي جوامع بشري بوده است.درعصرحاضر با توجه به پيشرفتهاي صنعتي و تكنولوژيک که جايگاه بسيار مهمي رادرزندگي روزمره انسانهادارد،اهميت مسئله بنحو بارزتري تجلي مي نمايد.اما منابع رايج توليد انرژي که اکثرا تجديدناپذير مي باشند، بنابر تحقيقات دانشمندان تا اواخرقرن **21** به اتمام مي رسند. لذا ازدهه هاي پاياني قرن**20** منابع تجديدپذيرانرژي موردتوجه خاصي قرار گرفت.ازجمله دلايل ديگر توجه به منابع نوين انرژي اثرات مخرب منابع تجديدناپذير (سوختهاي فسيلي و ...) بر محيط زيست بود.

با توجه به دلايل فوق دانشمندان درپي کشف راههاي جديد،به منابع نوين وتجديدپذيرانرژي روي آوردند.بايد اشاره کردکه انرژيهاي تجديدپذير بنوعي بصورت مستقيم ياغير مستقيم ازانرژي خورشيد نشأت مي گيرندو مي توان آنها را تحت نام انرژيهاي خورشيدي نيز بکار بردو ويژگي بارزآنهادرنامحدود بودنشان مي باشد.يادآور مي شود که فرايند توليد انرژي از باد يا امواج نيز بگونه اي در ارتباط با وجود خورشيد بوده و انرژي گرمايشي ترازهاي زيرين زمين نيز بهمين ترتيب مي باشد.

نکته مهم اينجاست که فنآوريهاي عصر حاضر بايد بتوانند از انرژي خورشيدي استفاده کنند.بنابراين بايد بتوان انرژي خورشيدي (منابع تجديدپذير) را به انواع انرژي مورد استفاده تبديل کرده و يا اينکه فن آوريها توانايي توليد انرژي مورد نياز از خورشيد را داشته باشند.

يکي از راه هاي مناسب براي استفاده از منابع تجديدپذير انرژي، سيستم فتوولتاييک مي باشد.اين سيستم مبتني بر تبديل مستقيم انرژي خورشيدي به انرژي الکتريکي است. مقاله حاضر به شرح و بررسي کلي اين سيستم مي پردازد.

مراحل تكامل سيستمهاي فتوولتاييک

سيستمهاي فتوولتاييک،سيستمهاي انرژي زايي هستند که بدون بهره گيري از مکانيزمهاي متحرک و شيميايي ازتابش نور خورشيد،الکتريسيته توليد ميکنند.بعبارت ديگر،اين سيستمها بدون مصرف سوختهاي فسيلي انرژي تميز و قابل اطميناني را توليد مي کنند.

تحقيقات مرتبط با تکنولوژي فتوولتاييک از يکصد سال قبل آغاز شد.در سال **1873** م. "ويلوگبي اسميت"[1] دانشمند انگليسي به حساسيت سلنيم نسبت به نور پي برد. وي در آزمايشهاي خود به اين نتيجه رسيد که توانايي سلنيم براي هدايت الکتريسيته با ميزان تابش نور به آن رابطه اي مستقيم دارد. درسال **1880** م. "چارلز فريتس"[2] توانست که با استفاده از سلنيم اولين سلول الکتريکي خورشيدي را بسازد. اين محصول بدون مصرف مواد اوليه و بدون توليد گرما و صدا، الکتريسيته توليد مي کرد.اما اين تحقيقات تا سال **1905** م. که "آلبرت انيشتين"[3] نظريه خود را در باب اثرفتوولتاييک ارائه کرد، راکد ماند.نظريات انيشتين تحولي در مراحل توليد الکتريسيته ايجاد نمود.اما بدليل هزينه هاي بالا و بازدهي کم توليد،پيشرفتهاي کندي دراين زمينه بدست مي آمد.تا اينکه دراوايل سالهاي**1950**م،دانشمندان آزمايشگاه "بل"[4] درجريان تحقيقات خود درمورد سيستمهاي ارتباطي راه دوروکشف منابع جديد انرژي به حساسيت سيليکون،دومين عنصر فراوان روي زمين، به نور خورشيد پي بردند و متوجه شدند که هنگاميکه اين ماده با يک ناخالصي معيني بکار رود،در مقابل تابش نور، انرژي با ولتاژ قابل توجهي توليد مي کند.'در سال **1954** م. آنها اولين سلول خورشيدي سيليکوني را با راندمان **6**% توليد کردند و براي نخستين بار از اين تکنولوژي درايستگاه مخابراتي روستايي درايالت جورجيا استفاده شد[2].درسازمان هوافضاي

آمريکا(ناسا) ، دانشمندان براي توليد انرژي فراوان،سبک،مطمئن و مناسب در فضاي خارج از

جو زمين، در اوايل **1960** سيستمي را مشتمل بر **108** سلول خورشيدي بر روي ماهواره

"ونگارد"[5] نصب کردند.ازآن زمان به بعد سيستمهاي فتوولتاييک بر روي بيشتر ماهواره ها و فضاپيماها بکار گرفته شد. پس ازآن سيستمهاي فتوولتاييک درگستره وسيعي ازنيازها مورداستفاده قرارگرفتند.امروزه بيش از **200000** باب خانه در آمريکا ازاين تکنولوژي استفاده مي کنند و در ساير نقاط جهان نيز از اين سيستمها در مقياس وسيعي استفاده مي شود.اين روش توليد انرژي در انواع ارتباطات،آبياري، تصفيه آب،توليد روشنايي،راهبري هوايي و دريايي و... بکار مي رود.

---

[1] کاربرد سيستمهاي فتوولتاييک در معماري خورشيدي»،کنفرانس معماري خورشيدي

[2] استفاده از انرژي خورشيدي در ساختمانها

آينده سيستم هاى انرژى

منابع عادي سوخت (منابع تجديدناپذير) مشكلات زيست محيطي فراواني را همچون افزايش گرماي زمين، بارانهاي اسيدي، آلودگي آبها، افزايش سريع زباله ها، تخريب محيط زيست، اتلاف منابع طبيعي و... ايجاد كرده اند.

اما سيستمهاي فتوولتاييک اين پيامدهاي منفي زيست محيطي راندارند.ازطرفي ماده اوليه براي ساخت مدولهاي فتوولتاييک، سيليكون است كه به فراواني در دسترس مي باشد.سلولهاي سيليكوني كه از **1** تن ماسه ساخته مي شوند، طي دوره حيات خود، مي توانند الكتريسيته اي معادل سوزاندن **500000** تن ذغال سنگ توليد نمايند.

تكنولوژي فتوولتاييک قادر به ايجاد مشاغل فراواني مي باشد. بخشي ازاين مشاغل بطور مستقيم با ساخت اين سيستم مرتبط است وتعداد زيادي از مشاغل نيز بطور غير مستقيم با آن ارتباط دارد. مثلا در ساخت شيشه و فلز، سيم كشي، فعاليت هاي الكتريكي، ساخت تجهيزات جانبي، ساخت و ساز معماري و ... .

دريک برآوردكلي درازاي هرصدميليون دلارفروش محصولات فتوولتاييک**3800** شغل ايجاد ميشود .پيش بيني مي شود كه تاسال **2010** م. استفاده از انرژي خورشيدي دوبرابر شود و تاسال**2030** فروش محصولات آن به مرز **100** ميليارد دلار برسد.

آنچه كه گسترش استفاده ازاين سيستم را درآينده تضمين مي كند،تميزي،تجديدپذير بودن و قابليت اطمينان اين نوع از انرژي است.

ايمني،سلامت و مسائل مرتبط با محيط زيست

مراحل توليد الكتريسيته در سيستم فتوولتاييک نسبت به ساير منابع معمول انرژي، ساده تروبراي محيط زيست كم ضررتر است. در فرايند فتوولتاييک، ذرات نور كه فوتون نام دارند به داخل سلولها نفوذ كرده و با آزاد كردن الكترون از اتمهاي سيليكون،جريان الكتريكي توليد مي كنند.تا زمانيكه تابش نور به داخل سلول در جريان باشد،الكتريسيته توليد مي شود.اين سلولها الكترونهاي خود را مانند باتريها تمام نمي كنند.بلكه آنها مبدلهايي هستند كه انرژي خورشيدي را به الكتريسيته تبديل مي كنند.توليد الكتريسيته توسط مدولهاي فتوولتاييک كاملا بي خطر است.ليكن در مراحل توليد مدولهاي فتوولتاييک خطراتي وجود دارد.در اين مراحل توليد برخي گازهاي انفجاري نظير فسفين، ديبوران، دسيلينيد هيدروژن وتركيبات كادميوم، مواردي هستند كه بايد مورد توجه قرار گيرند.سازندگان اين مدولها بمنظور به حداقل رساندن خطرهاي مرتبط با نيروي كار و خطرات زيست محيطي تحقيقات فراواني را انجام داده و تمهيداتي در نظر گرفته شده است. همچنين لازم است كه در هنگام راه اندازي سيستمهاي فتوولتاييک از تكنسين هاي كارآزموده و مجهز استفاده شود.

دوام اجزاء فتوولتاييک

مدت کارکرد مدولهاي خورشيدي،در سالهاي گذشته بطور متوسط **10** سال در نظر گرفته مي شده ليکن با پيشرفتهاي فني ميانگين زمان کارکرد مدولها به **25** سال رسيده است.بسياري از اجزاء و مواد اوليه اين مدولها قابل بازيافت و استفاده اند.مثلا شيشه ها،جعبه هاي پلاستيکي و کلافهاي فلزي نصب و ... قابل استفاده مجدداند.اما بازيافت برخي از اجزا چون نيمه هاديها و ... امکانپذير نيست.

اجزاي سيستمهاي فتوولتاييک

1 سلولهاي فتوولتاييک

اين سلولها مربعهاي نازک،ديسک ها يا فيلمهايي از جنس نيمه هادي هستند که ولتاژ و جريان کافي را در زمان قرار گرفتن در معرض تابش نور خورشيد،توليد مي کنند.

2 مدول

مجموعه اي از سلولهاي فتوولتاييک که لايه لايه در محفظه اي از شيشه قرار گرفته اند.

3 پانل

مجموعه چند مدول را پانل مي گويند.

4 آرايه

تعدادي از پانلها که توسط سيم کشي هاي با ولتاژ معين بهم متصل شده اند، آرايه ناميده مي شود.

5 کنترل کننده شارژ

تجهيزاتي هستند که ولتاژ باتريها را تنظيم و کنترل مي کنند و از آسيبهاي احتمالي وارد بر باتريها جلوگيري مي کنند.

6 ذخيره کننده باتري (باتري بانک)

وسيله ايست كه انرژي الكتريكي توليدي**DC** را در خود ذخيره مي كند.

7 مبدل

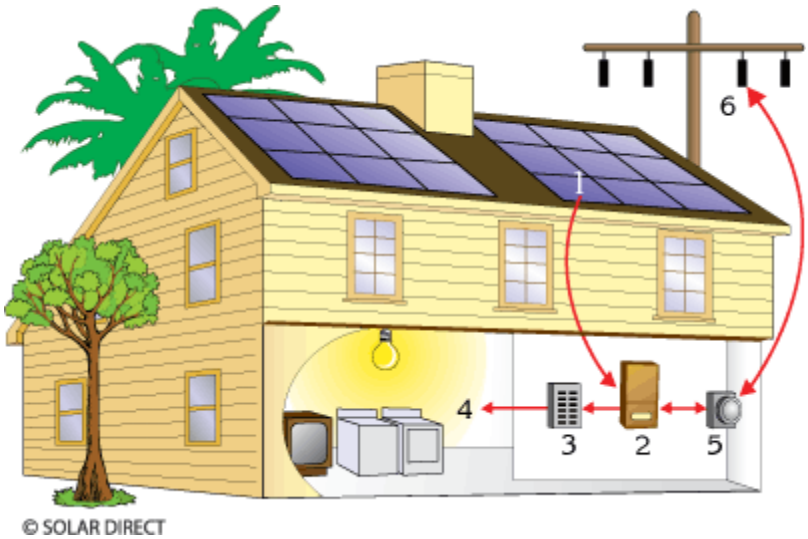
وسيله ايست كه جريان **DC** را به جريان **AC** براي مصرف،تبديل مي كند.

8 بار **DC (DC LOADS)**

ابزارآلات، موتورها و تجهيزاتي هستند كه از جريان **DC** تغذيه مي شوند.

9 بار **AC (AC LOADS)**

ابزارآلات، موتورها و تجهيزاتي هستند كه از جريان **AC** تغذيه مي شوند.



انواع سيستمهاي فتوولتاييک

سيستمهاي فتوولتاييک انواع مختلفي دارند.ساده ترين سلول فتوولتاييک نيروي مورد نياز ساعتهاي مچي و ماشينهاي حساب را تامين مي کند. سيستمهاي پيچيده تر با اتصال به شبکه مصرف، برق مورد نياز منزلها،کارخانه ها و فضاهاي ديگر را تامين مي کنند.

بطور کلي از اين سيستمها در شکلهاي مختلف استفاده مي شود.مثلا برخي سامانه هاي خانگي مجهز به باتريهاي ذخيره کننده انرژي جهت استفاده در شب هستند. در برخي سيستمها از تجهيزات **DC** استفاده مي شود و نيازي به مبدل نيست. برخي از سيستمهاي ديگر نيز داراي مبدل بوده و از هردو جريان**AC, DC** استفاده مي کنند. انواع مبدلهاي فتوولتاييک بشرح زير مي باشند:

1 سيستمهاي فتوولتاييک ساخته شده با باتري شارژي

فانوسهاي خورشيدي و شارژرهاي فتوولتاييک مورد استفاده در باتريهاي راديو،ازاين نمونه بوده و بازار فروش مناسبي دارند.دراين سيستم همه اجزاء يکپارچه شده و بجاي باتريهاي يکبار مصرف،از باتريهاي قابل شارژ استفاده مي شود.

2 سيستمهاي استفاده در روز

ساده ترين و ارزانترين سيستمهاي فتوولتاييک براي استفاده در روز طراحي شده اند.اين سيستمها معمولا شامل مدولهايي مي شوند که ابزار ذخيره سازي ندارند و مستقيما با تابش خورشيد، الکتريسيته توليد مي کنند.برخي فن ها،دمنده ها يا پره هاي توزيع انرژي حرارتي در سيستم هاي گرمايش آب،و نيز وسيله هاي استفاده کننده،از انرژي خورشيدي چون ماشينهاي حساب و ساعتهاي مچي از اين دسته اند.

3 سيستم جريان مستقيم (**DC**) با باتري ذخيره

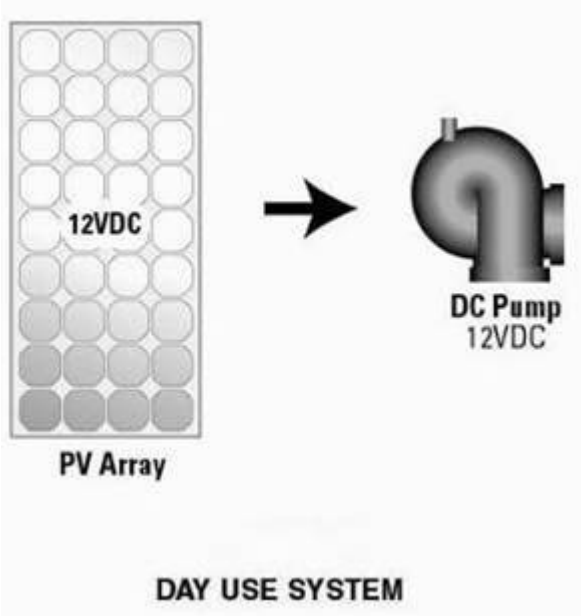
براي استفاده از سيستمهاي فتوولتاييک در شب يا مواقع ابري،از سيستمهاي مجهز به باتري ذخيره استفاده مي شود.در تصوير شماره **2** نمونه اي از اين سيستم را مشاهده مي کنيم.اجزاي اصلي اين سيستم يک مدول فتوولتاييک(**PV**)،کنترل کننده هاي شارژ،باتريهاي ذخيره و ساير وسايل است.

سيستمهاي با باتري ذخيره مي توانند شامل وسايل کوچکي مانند چراغ قوه با يک باتري تا ابزار

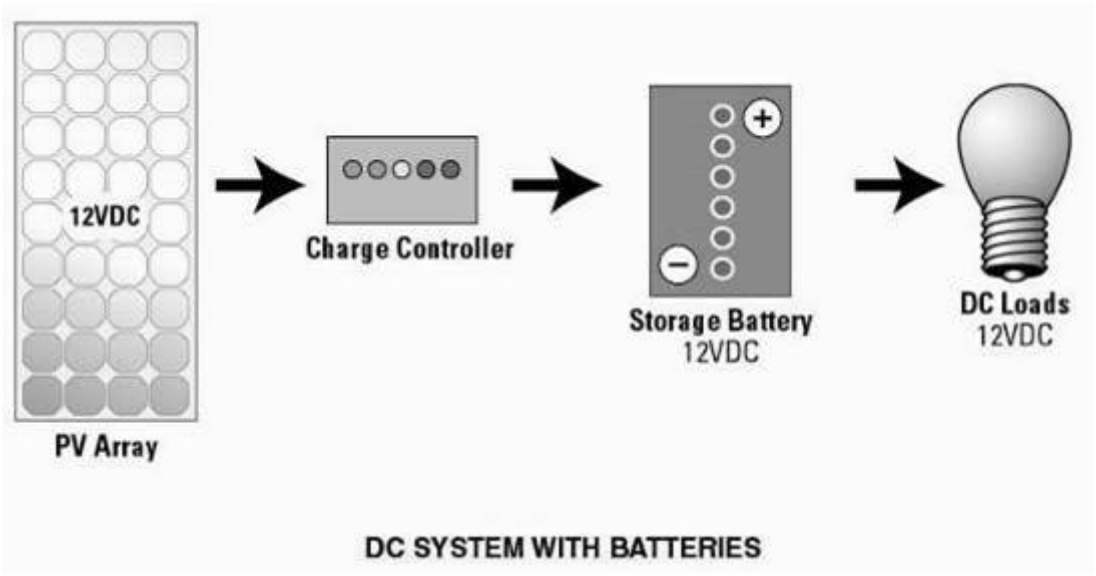
آلات بزرگ با تعداد زيادي باتري صنعتي باشند.

نكته مهم در مورد باتريهاي شارژي آنست كه بايد بمنظور دوام بيشتر، بطور كامل تخليه شوند و سپس كاملا شارژ گردند. اندازه و شكل منبع باتري بايد متناسب با عملكرد ولتاژ سيستم، مقدار استفاده در شب، شرايط آب و هوايي محل و ... طراحي گردند. در برخي از اين سيستمها يک كنترل كننده شارژ، طراحي شده است كه از شارژ بيش از حد باتريها يا تخليه غيرعادي آنها با قطع اتصال مدول از منبع باتري، جلوگيري مي كند و اين موضوع در حفظ كيفيت و دوام باتري موثر است.

(تصوير **1**) : سيستمهاي استفاده در روز



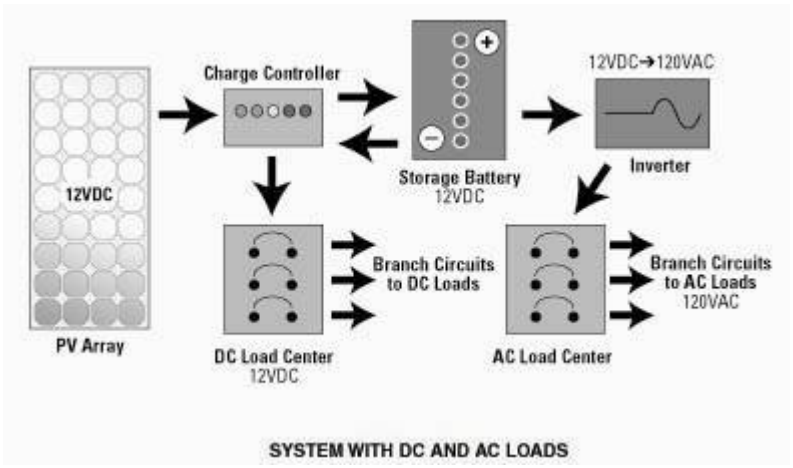
(تصوير **2**) : سيستم جريان مستقيم (**DC**) با باتري ذخيره



4 سيستم جريان مستقيم تغذيه كننده جريان متناوب

مدولهاي فتوولتاييک در اثر تابش آفتاب انرژي الكتريكي **DC** را توليد مي كنند.اما اكثر لوازم الكتريكي به انرژي **AC** نيازمندند. لذا سيستمهاي فتوولتاييک بايد مبدلي را جهت تبديل جريان **DC** به **AC** داشته باشند،اين مبدلها انعطافپذيري سيستم را افزايش داده و تسهيلاتي را ايجاد مي كنند. اما افزايش هزينه را نيز در پي دارند.

(تصوير **3**) : سيستم با بارهاي(**DC**)و(**AC**)



5 سيستمهاي متصل به شبكه برق شهري

اين سيستمها به باتري ذخيره نيازي ندارند.چون خود شبكه برق عمل ذخيره سازي انرژي را انجام مي دهد. انرژي اضافي توليد شده را مالک سيستم به شبكه شهري مي فروشد و درصورت

نياز از شبكه شهري دريافت می كند.بر اين اساس شرايطي بايد فراهم شود تا خريد و فروش انرژي بين مالک و شبكه شهري امكانپذير باشد.بدين منظور برخي از كمپاني هاي شبكه برق شهري كنتورهايي را به مشتريان خود مي دهند كه مقدار خريد و فروش الكتريسيته را معين مي كند.

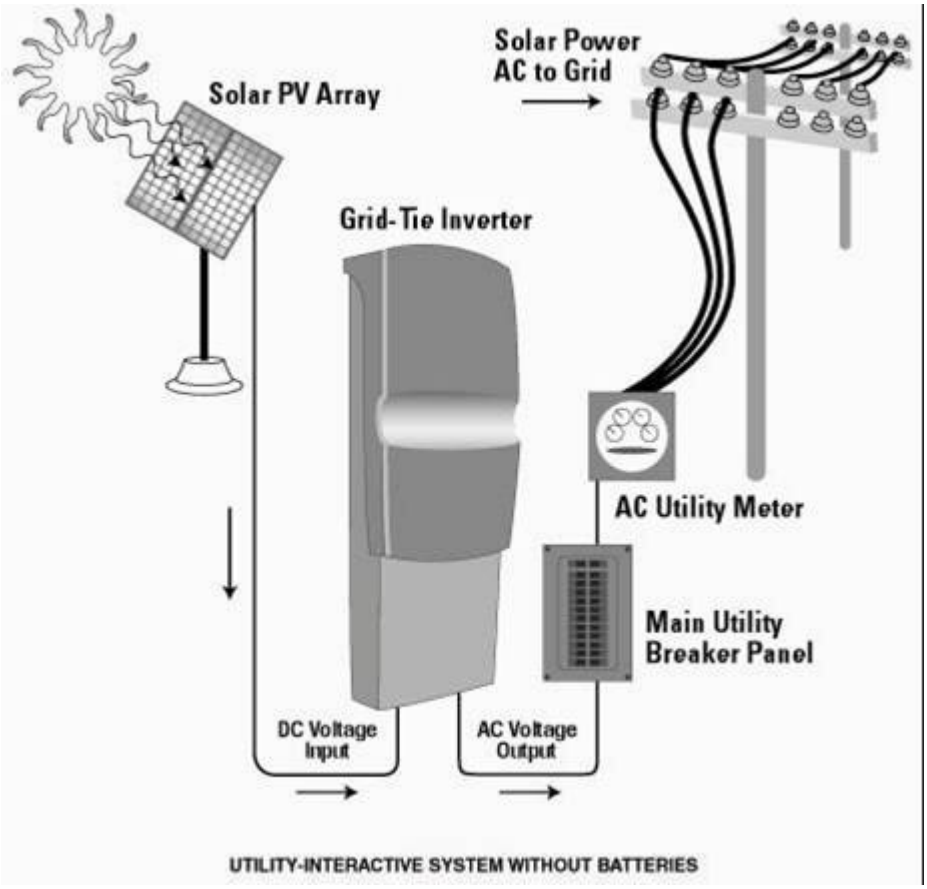
۶ سيستمهاي هيبريدي (مختلط)

اكثر مردم تمام انرژي الكتريكي مورد نياز خود را فقط توسط سيستم فتوولتاييک تامين نمي كنند و معمولا روش ديگري از تامين انرژي را بكار مي برند.

معمولترين راه در سيستمهاي هيبريدي،يک موتور ديزلي يا گازي توليد كننده انرژي است كه مي تواند در كاهش هزينه هاي ابتدايي موثر باشد.در سيستمهاي فتوولتاييک بايد تمهيداتي را براي شرايط بد آب و هوايي در نظر گرفت.بدين منظور بايد از باتريهايي استفاده كرد كه به مقدار كافي بزرگ بوده و بتوانند انرژي لازم را در موقع نياز فراهم كند.

از فوايد سيستم هاي هيبريدي آنست كه داراي حداقل دو سيستم شارژ مستقل هستند. از نمونه هاي اين سيستم، مدولهاي فتوولتاييكي است كه داراي توربين هاي بادي مي باشند. افزودن يک توربين بادي به اين سيستم مي تواند در مواقعي كه خورشيد تابش نداشته ليكن باد وزش داشته باشد، انرژي لازم تهيه شود.حتي مي توان يک توليد كننده الكتريسيته را درون سيستم فتوولتاييک بادي قرار داد.اين سيستم فتوولتاييک بادي توليد كننده، علاوه بر مزاياي سيستمهاي فتوولتاييک و توليد كننده، از منبع شارژ سوم باتريها نيز برخوردار است.

(تصوير**4**) : سيستمهاي متصل به شبكه برق شهري



نتيجه گيري

بي ترديد يكي از مهمترين فعاليتهاي كشورهاي پيشرفته در كاهش مصرف انرژيهای ناپاک،گسترش تكنولوژيهايي است كه از منابع تجديدپذير و نامحدود انرژي استفاده مي كنند. اين موضوع تاثير فراواني را هم بر اقتصاد و هم بر محيط زيست در پي خواهد داشت.بدين معني كه با استفاده از منابع تجديد پذير انرژي از پايان منابع فسيلي سوخت جلوگيري شده و مضرات زيست محيطي آنها نيز ايجاد نخواهد شد.تا زمانيكه از منابع انرژي تجديدپذير استفاده شود،سيستمهاي فتوولتاييک يكي از بهترين راههاي توليد انرژي از خورشيد خواهند بود.ضمن بايستي به سود و زيان اين سيستم نيز به شرح زير توجه داشت.

الف مزاياي تكنولوژي فتوولتاييک

دوام:

تكنولوژي بكار رفته در ساخت مدولهاي فتوولتاييک از مصالح بادوامي است.در گذشته دوام سيستمها را حدود **10** سال در نظر مي گرفتند.اما با پيشرفتهاي انجام شده،متوسط عمر مفيد اين سيستمها به **25** سال رسيده است.[3]

هزينه هاي پايين حفظ و نگهداري

در سيستم منابع تجديدناپذير،هزينه هاي حمل و نقل مواد و نيروي كار بسيار بالا است.اما درسيستمهاي فتوولتاييک چنين هزينه هايي در چرخه توليد وجود ندارد.زيرا سيستم به بازرسي هاي دوره اي و نگهداري هاي گهگاهي با هزينه اندک نياز دارد.

عدم نياز به مواد سوختي

در سيستمهاي فتوولتاييک نيازي به منابع سوختي فسيلي و ... نمي باشد.بنابراين مضرات زيست محيطي ناشي از اين منابع و هزينه هاي حمل و نقل و انبارداري آنها حذف مي شود.

كاهش آلودگي صوتي

سيستمهاي فتوولتاييک بدون حركت و كاملا بي صدا بوده و آلودگي صوتي ندارد.

قابليت نصب و راه اندازي سيستمهاي فتوولتاييک در ظرفيتهاي گوناگون:

با توجه به مدولهاي پيش ساخته در اين سيستمها مي توان الكتريسيته را در مقياسهاي مختلف توليد كرد.چنانچه با سيستمهاي فتوولتاييک مي توان از چند ميلي وات تا چندين مگاوات انرژي بدست آورد.اگر اين سيستم را بصورت مدولهاي كوچک و منفرد استفاده كنيم،براي نيازهاي بسيارناچيز و اگر در مزرعه اي مجموعه ای از آرايشهاي گسترده فتوولتاييک را بكار بريم، نيروگاهي عظيم را ايجاد كرده ايم.

عدم وابستگي به شبكه برق شهري در مواقعي كه انتقال برق شهري امكانپذير نباشد،مي توان از اين سيستم ها بهره گيري كرد.زيرا بصورت مستقل الكتريسيته توليد كرده و نيازي به نگهداري فراوان ندارند.پس در مناطق دورافتاده و صعب العبور،استفاده از اين سيستمها گزينه مناسبي خواهد بود.

---

[3] حسن اكبرزادگان،«استفاده از انرژي خورشيدي در ساختمان

ب معايب تكنولوژي فتوولتاييک

1 هزينه هاي راه اندازي

مهمترين ايرادي كه به اين سيستمها وارد است،هزينه هاي بالاي نصب و راه اندازي آنهاست.در حاليكه با نگاه كارشناسانه و دقيق،اين سيستمها در درازمدت بصرفه خواهند بود.

2 وابستگي به شدت تابش خورشيد

باتوجه به نياز اين سيستمها به نور خورشيد،تغييرات جوي بر مقدار انرژي توليد شده در اين سيستمها،موثر است.پس لازم است كه اين موضوع را در طراحي سيستمها مورد توجه قرار دهيم.

3 نياز به ذخيره سازي انرژي

در بيشتر مواقع لازم است از باتريهايي بمنظور ذخيره انرژي استفاده شود كه اين موضوع سبب افزايش هزينه ها مي شود.

4 عدم آشنايي مردم با سيستم فتوولتاييک

با توجه به نو بودن كاربرد تكنولوژي فتوولتاييک در ساختمان،تنها بخشي از مردم با امكانات و ارزشهاي آن آشنا هستند و اين موضوع در توسعه بازار آن تاثير منفي دارد.

منابع

1 هادي نظرپور،گلبهار ميرحسيني،«استفاده از انرژي خورشيدي در ساختمانها»، مجموعه مقالات دومين همايش هينه سازي مصرف سوخت در ساختمان.

2 حسن اكبرزادگان،«استفاده از انرژي خورشيدي در ساختمان»، مجموعه مقالات اولين همايش هينه سازي مصرف سوخت در ساختمان.

3 «كاربرد سيستمهاي فتوولتاييک در معماري خورشيدي»،كنفرانس معماري خورشيدي،دانشگاه علم و صنعت،**1380**.

4 H.Kelly."Introduction to photovoltaic technology", Renewable energy, Island Press, Washington, D.C.1993.

5 Thomas Jefferson."Heating,Cooling,lighting": Design Methods for

.Architects

http://www.Pvresources.com 6

Smith Willoughby [1]

Fritts Charles [2]

Einstein Albert [3]

Laboratories Bell [4]

satel*lite* Vanguard [5]