

بسم الله الرحمن الرحيم

بررسی سیستمهای فتوولتائیک (BIPV) در ساختمان ها



چکیده

دو چالش مهم آلودگی محیط زیست و محدودیت منابع انرژی های فسیلی در جهان، انرژی را به یکی از مهم ترین بحران های قرن بیست و یک تبدیل کرده است. با عنایت به افزایش جمعیت جهان و از طرفی مصرف بی رویه و بدون صرفه جویی، این نعمت بزرگ قطعاً در آینده نزدیک به پایان خواهد رسید. شاید در این بین کشورهایی به علت دارا بودن منابع زیاد نفت و گاز تا حدودی ایمن باشند ولی مسلماً بحران انرژی به منطقه جغرافیایی خاصی محدود نمی شود و باید برای برون رفت از این چالش بزرگ به صورت جدی و زیربنایی اندیشید. به نظر می رسد که تنها استفاده از روشهای درست مصرف، بهینه سازی مصرف انرژی و استفاده از انرژی های تجدید پذیر می تواند چالش انرژی را کنترل و مهار کند. از بین انرژی های نو انرژی خورشیدی به دلیل مزایای ویژه و قابل استحصال در بیشتر نقاط کره زمین جایگاه ویژه ای دارد و از بین فن آوری های انرژی خورشیدی «سیستم فتوولتائیک یکپارچه با ساختمان»¹ یکی از بهترین راه های تولید انرژی با بهره گیری از خورشید در ساختمان خواهد بود. هدف اصلی این تحقیق آشنایی با سیستم های فتوولتائیک، مزایای و گستره فعالیت و سیر تکامل این فناوری و در نهایت تبدیل شدن به «فتوولتائیک ها ترکیب شده با کالبد معماری BIPV» می باشد. در اینجا به چگونگی استفاده از BIPV در جداره ساختمان به عنوان پوسته خارجی پرداخته و نکاتی در رابطه با طراحی پایدار با استفاده از BIPV اشاره خواهد شد.

مقدمه

امروزه رشد مصرف انرژی در جوامع مدرن صنعتی علاوه بر خطر اتمام سریع منابع فسیلی، جهان را با تغییرات برگشت ناپذیر و تهدید آمیز زیست محیطی مواجه نموده است. لذا در برنامه ها و سیاستهای بین المللی در راستای توسعه پایدار جهانی، نقش ویژه ای به منابع تجدیدپذیر انرژی محول شده است. کشور عزیزمان ایران نیز سیاست گذاری هایی در راستای استفاده و توسعه انرژی های تجدید پذیر انجام داده است و سازمانی را به نام سازمان انرژی های نو ایران (سانا) تاسیس کرده است که هدف این سازمان دستیابی به اطلاعات و فناوریهای روز دنیا درخصوص استفاده از منابع انرژی های تجدیدپذیر، پتانسیل سنجی و اجرای پروژه های متعدد (خورشیدی، باد و زمین گرمایی، هیدروژن و بیوماس) بوده است. در سالهای گذشته این سازمان به عنوان تنها متولی امر توسعه انرژی های تجدید پذیر در کشور مطرح گردیده است. از بین انرژی های تجدیدپذیر انرژی خورشیدی بعنوان یک منبع انرژی پاک، مطمئن و قابل اعتماد و قابل استحصال در بیشتر مناطق کره زمین جایگاه ویژه ای دارد. این در حالی است که کشور ایران یکی از مناسبترین کشورهای جهان از نظر میزان دریافت انرژی تابشی خورشیدی می باشد. سیستمهای انرژی خورشیدی، فناوری های جدیدی هستند که برای تامین گرما، آب گرم، الکتریسیته و حتی سرمایش منازل مسکونی، مراکز تجاری و صنعتی بکار می روند. استفاده از این فناوری تأثیر فراوانی را هم بر اقتصاد و هم بر محیط زیست در پی خواهد داشت. بدین معنی که با استفاده از منابع تجدیدپذیر انرژی، از پایان منابع فسیلی سوخت جلوگیری شده و مضرات زیست محیطی آنها نیز ایجاد نخواهد شد. تا زمانی که از منابع

¹ BIPV(Building-Integrated Photovoltaic Systems)

انرژی تجدیدپذیر استفاده شود، سیستم های فتوولتائیک یکی از بهترین راه های تولید انرژی از خورشید خواهند بود. ماده اولیه به کار رفته در سیستم های برق خورشیدی فتوولتائیک، سیلیکون است. زمانیکه صفحه های سیلیکون در معرض تابش نور خورشید قرار می گیرند، جریان الکتریکی مستقیم DC در آنها تولید می شود. پنل های فتوولتائیک نسبت به تابش های مستقیم و پراکنده عکس العمل نشان می دهند. اما مقدار خروجی انرژی الکتریکی با افزایش مقدار تابش نور یا پرتو افکنی بیشتر، افزایش می یابد. امروزه کاربرد و استفاده از سیستم های فتوولتائیک در ترکیب با کالبد معماری بنا اهمیت و جذابیت زیادی در بین طراحان و معماران پیدا کرده و افق های جدیدی را به سوی معماری پایدار و استفاده از انرژی های تجدیدپذیر و صرفه جویی در مصرف انرژی گشوده است.

❖ کاربرد انرژی خورشیدی

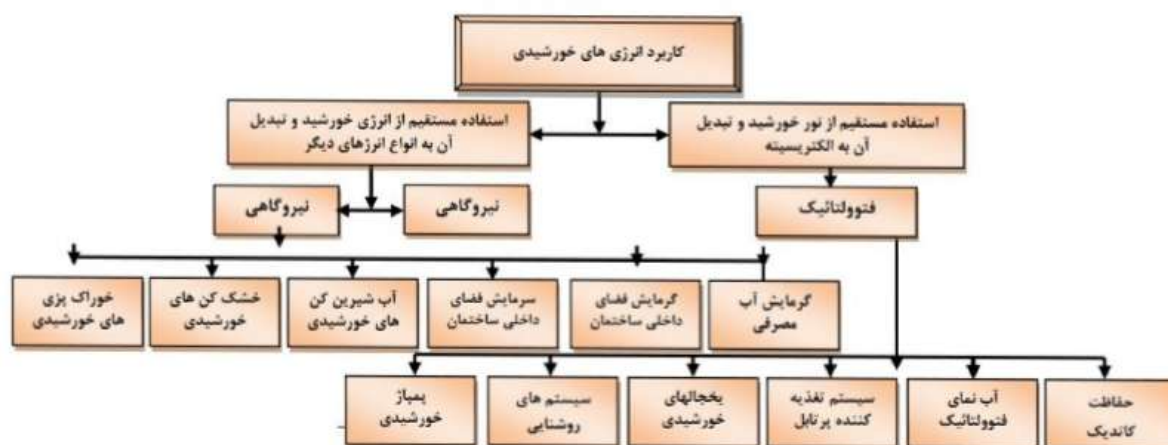
در حال حاضر از انرژی خورشیدی در سامانه ای مختلف و برای مقاصد متفاوت استفاده می شود که بطور کلی عبارتند از:

- 1- استفاده از انرژی حرارتی خورشید برای مصارف خانگی، صنعتی و نیروگاهی (مستقیم)
- 2- تبدیل پرتوهای خورشید به الکتریسیته به وسیله سلول فتوولتائیک (غیرمستقیم)

در ساختمان ها نیز اصولاً دو روش دستیابی به گرمایش خورشیدی وجود دارد: سیستم فعال و سیستم غیرفعال.

الف) سیستم گرمایش خورشیدی غیر فعال: سیستم گرم کننده غیر فعال سیستمی است که در آن گرمایش ساختمان به طور طبیعی و با استفاده از عوامل طبیعی مثل خورشید انجام می گیرد.

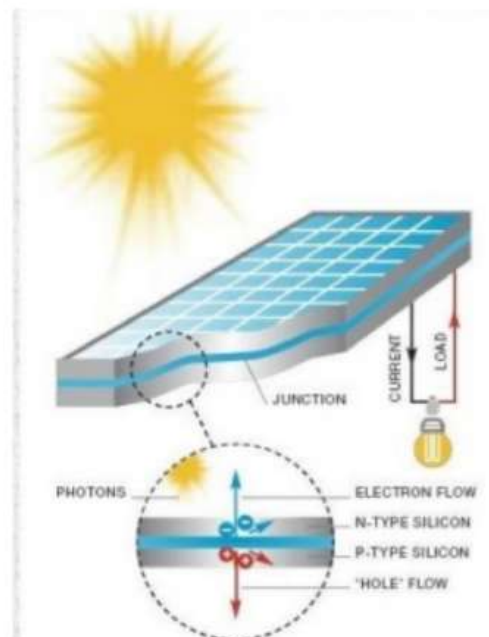
ب) سیستم گرمایش خورشیدی فعال: سیستمی است که انرژی خورشید با استفاده از ابزار و وسایلی به صورت های دیگر انرژی برای مصرف تبدیل می شود. مانند سیستم های فتوولتائیک



شکل 1. کاربرد های انرژی خورشیدی

❖ فتوولتائیک

فتوولتائیک فرآیندی است که در آن نور خورشید پس از برخورد به پنل های خورشیدی مستقیماً به انرژی الکتریکی تبدیل می شود. کشف پدیده فتوولتائیک به فیزیک دان فرانسوی ادموند باکرل² نسبت داده می شود.

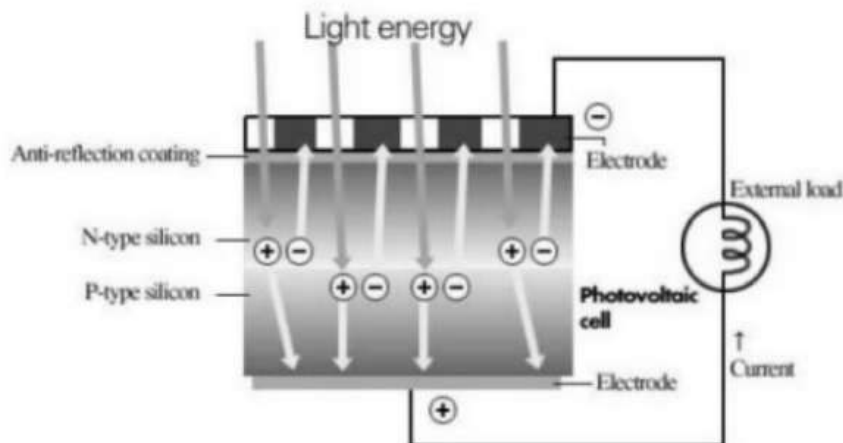


شکل 2. نحوه عملکرد یک سلول فتوولتائیک

❖ عملکرد سلول های خورشیدی

نحوه عملکرد سلولهای خورشیدی ساده است. از آنجایی که سیلیکون توان نگهداری از الکترون هایش را ندارد، سلولها از دو لایه سیلیکون ساخته شده اند؛ که یکی مازاد الکترون دارد و دیگری کمبود الکترون دارد و هنگامی که نور به لایه اول برخورد می کند، الکترون ها آزاد می شوند و در حالی که به سمت لایه با الکترون کمتر جاری می شوند از یک مدار الکتریکی گذشته و تولید الکتریسیته می نمایند.

² Edmond Becquerel



شکل 3. مقطع فرضی از یک سلول فتوولتائیک

❖ روشهای استفاده از سیستمهای فتوولتائیک

1- سیستمهای متصل به شبکه سراسری برق (Connected Grid): طراحی سامانه های فتوولتائیک متصل به شبکه، به گونه ای است که هم زمان و بطور متصل به شبکه برق سراسری عمل می نمایند. بطور کلی ارتباطی دو جانبه میان سلول های فتوولتائیک و شبکه انتقال نیرو وجود دارد به نحوی که اگر برق DC تولیدی توسط سامانه های فتوولتائیک بیش از نیاز سایت باشد، مازاد آن به شبکه برق سراسری تغذیه می گردد و در هنگام شب و مواقعی که به دلایل اقلیمی، امکان استفاده از نور خورشید وجود ندارد، بار الکتریکی مورد نیاز توسط شبکه برق سراسری تأمین می گردد (قیابکلو، 1389).

2- سیستم های مستقل از شبکه (Stand Alone): طراحی سامانه های منفصل از شبکه، به گونه ای است که مستقل از شبکه برق سراسری عمل نموده و غالباً جهت تولید بار الکتریکی DC و یا AC طراحی می شوند. به منظور تولید برق توسط سامانه های منفصل از شبکه، می توان از توربین های بادی، ژنراتورها و یا از شبکه برق سراسری به عنوان نیروی کمکی استفاده نمود که اینگونه سامانه ها، "هیبرید فتوولتائیک" نامیده می شوند. در سامانه های منفصل از شبکه به منظور ذخیره انرژی و بکارگیری آن در هنگام شب و یا مواردی که نور خورشید به اندازه کافی وجود ندارد از باتری استفاده می گردد (قیابکلو، 1389).

3- سیستم های تغذیه چندگانه (Hybrid): مهمترین کاربرد سامانه های پشتیبانی فتوولتائیکی، در طی دوره قطع برق شبکه سراسری است. یک سامانه پشتیبانی فتوولتائیک کوچک تأمین کننده برق مورد نیاز تجهیزاتی همچون روشنایی، کامپیوتر، تلفن، رادیو، فکس و... است و سامانه های بزرگ تر می توانند برق مورد نیاز تجهیزاتی همچون یخچال را در زمان قطع برق تأمین نمایند (قیابکلو، 1389).

❖ فتوولتائیک های یکپارچه با ساختمان (BIPV)

بناهای یکپارچه با PV، بناهایی هستند که اجزای فتوولتائیک در آنها به صورت بخش یکپارچه ای از بدنه بنا طراحی شده و پوسته بیرونی و محافظ در مقابل عوامل جوی را شکل می دهد. در این نوع بناها، PV مانند نوعی مصالح بر پوسته ساختمان قرار گرفته یا گاهی پوسته بنا را شکل می دهد.

در دهه 70 میلادی جرقه های نخستین کاربرد PV در ساختمان زده شد. در این زمان معماران به منظور نمایش امکانات این فن آوری در تولید الکتریسیته اقدام به جانمایی آن در محوطه یا روی بام بنا نمودند. سپس در مراحل بعدی با بهبود روش های نصب و کاهش اندک هزینه های تهیه PV، تلاش کردند تا این اجزا را روی نمای ساختمان نیز قرار دهند. به دلیل نا آشنایی معماران نسبت به PV، کاربرد این فناوری بیش تر جنبه نمادین داشت و فاقد جنبه های زیبایی شناسی بود. با گسترش فناوری تولید PV و کاهش قیمت آن زمینه برای حضور بیش تر این فن آوری در معماری میسر شد تا در ابتدای دهه 90، متخصصانی از 14 کشور جهان در قالب آژانس بین المللی انرژی سامانه فتوولتائیک ضمن تعریف و مطرح کردن مفهوم «بنای یکپارچه با PV»، به تفاهم نامه ای دست پیدا کردند که زمینه را برای رشد و گسترش این گونه بناها فراهم کنند. در این تفاهم نامه مشوق هایی نیز برای طراحی و ساخت چنین بناهایی مطرح شده بود که انگیزه معماران را در اروپا، ایالات متحده آمریکا، ژاپن و استرالیا برای خلق روش های نوآورانه برای تلفیق PV و طرح بناها بیش تر کرد. مطابق تفاهم مذکور، بنای یکپارچه با PV، بناهایی هستند که اجزای فتوولتائیک از بدنه بنا طراحی شده و پوسته بیرونی و محافظ در مقابل عوامل جوی را شکل می دهد. در این بناها، PV مانند نوعی مصالح بر پوسته ساختمان قرار گرفته یا گاهی پوسته بنا را شکل می دهد. (Neill'O, 2001)

❖ مزایای سیستم های فتوولتائیک یکپارچه با ساختمان

BIPV نسبت به سایر روشهای به کارگیری فتوولتائیک، به عنوان واسطه استفاده از انرژی خورشید در ساختمان، مزایای منحصر بفردی دارد که در زیر به برخی از آنها اشاره شده است.

1- تولید برق از یک منبع پاک 2- محافظت از ساختمان در برابر شرایط جوی 3- جلوگیری از آلودگی صوتی 4- تصفیه نور (در ترکیب فتوولتائیک نیمه شفاف با سطوح نورگذر ساختمان) 5- جلوگیری از پرت حرارتی ساختمان 6- حذف هزینه انتقال برق به ساختمان 7- حذف اتلاف انرژی در انتقال برق 8- عدم اشغال فضای باز برای نصب آرایه فتوولتائیک 9- استفاده از مدول های فتوولتائیک در جداره ساختمان و حذف قسمتی از هزینه های مربوط به جداره

❖ فتوولتائیک های یکپارچه در قسمت های مختلف ساختمان

اگر چه PV، امکان تولید الکتریسیته از نور غیر مستقیم خورشید را داراست، ولی به دلیل پائین آمدن بازده آن و کاهش تولید برق در چنین شرایطی از کاربرد آن در فضاهای داخلی و بدنه شمالی بنا که دارای نور غیر مستقیم است پرهیز می شود. از این رو، کاربرد این فناوری به بدنه خارجی بنا منحصر و برحسب محل نصب به سه گروه مختلف تقسیم می شود که ممکن است در طرح بنا از یک یا همه موارد استفاده شود.

1- سامانه های بام پوش

2- سامانه های نما پوش

3- سایبان ها

✓ سامانه های بام پوش

PV در سامانه های بام پوش می تواند با فاصله یا بی فاصله از بام مایل یا تخت قرار گیرد. حالت با فاصله نوعی بام دو جداره خلق می کند، به گونه ای است که قطعات PV به عنوان مصالح بام بکار نرفته و فقط نوعی پوشش کاذب روی بام اصلی ایجاد می کند. در این حالت به دلیل آنکه امکان ایجاد جریان باد زیر PV وجود دارد، تهویه و دفع گرمای اضافی از سطح قطعات بخوبی صورت می گیرد. در حالت بی فاصله ممکن است PV روی بام اصلی قرار گیرد یا خود به عنوان مصالح اصلی تشکیل دهنده بام به کار رود که در هر دو این موارد تهویه به خوبی صورت نمی گیرد (Sick, F, 1996)



شکل 4. ساختمان هایی که برپایه فتوولتائیک ها بام پوش طراحی شده اند



شکل 5. ساختمان هایی که برپایه فتوولتائیک ها بام پوش طراحی شده اند

✓ سامانه های نما پوش

سامانه نما پوش نیز مشابه سامانه های بام پوش به دو گونه با فاصله و بی فاصله از نما اجرا می شوند و مواردی را که در مورد با فاصله و بی فاصله از بام گفته شد، در مورد آن ها نیز صدق می کند. همانطور که پیش تر گفته شد بهتر است که بدنه مایل بوده و با زوایای خاصی که بیشترین تابش را دریافت می کنند منطبق شوند. به این نکته مهم توجه شود نما نسبت به بام دارای سطوح گسترده تری از PV خواهد بود، ولی شدت تابش روی آن ها به اندازه گونه بام پوش نیست. (مغیسی شمیرانی، 1387)



شکل 6. ساختمان هایی که برپایه فتوولتائیک ها نما پوش طراحی شده اند.



شکل 7. ساختمان هایی که برپایه فتوولتائیک ها نما پوش طراحی شده اند.

❖ نکاتی مهم در طراحی سیستم های فتوولتائیک یکپارچه با ساختمان ➤ جهت گیری مناسب پنل های فتوولتائیک با توجه به اقلیم

با افزایش شدت تابش خورشید، مقدار خروجی نیروی الکتریکی سیستم فتوولتائیک نیز افزایش می یابد بنابراین، بازده نیروی سیستم فتوولتائیک با میزان دریافت انرژی خورشید رابطه ای مستقیم دارد (Thomas, 2003). از طرفی دیگر، میزان دریافت انرژی خورشید و مقدار تابش در زمانهای مختلف در طول روز نیز بر تولید نیروی فتوولتائیک ها اثر می گذارد از این رو، بازده سیستم فتوولتائیک به جهت و شیب پنل های مستقر شده (در رابطه با تابش خورشید) بستگی دارد و در نتیجه جهت گیری و شیب پنل های فتوولتائیک متأثر از میزان دریافت انرژی خورشید است. (وفایی، 1388)

➤ تاثیر سایه اندازها بر پنل های فتوولتائیک

سایه یکی از عواملی است که بر میزان دسترسی به خورشید اثر می گذارد. معمار باید موقعیت و محل پنل های فتوولتائیک را چنان طراحی کند که اثر سایه به هیچ وجه روی آنها نباشد؛ در غیر این صورت علاوه بر کاهش یا عدم بازدهی، باعث آسیب دیدن سلول ها نیز خواهد شد. از موارد مهم دیگر، دوری جستن از سایه اندازهای بین ساختمانها است. در فضاهای پر تراکم مثل مراکز شهری، فاصله بین ساختمان ها محدود می شود بنابراین سیستم های نما نسبت به سایه اندازی حساسیت بیشتری دارند و در مقایسه با سیستم های بام، به فاصله های بیشتری بین ساختمان ها نیاز دارند.

❖ نتیجه گیری

با توجه به مطالب ارائه شده در متن تحقیق، صرفه جویی در مصرف انرژی نه یک رویکرد معماری بلکه یک ضرورت اجتناب ناپذیر است و نگاهی جدی همراه با برنامه ریزی بلند مدت می طلبد تا بتوانیم با ژرف اندیشی و تدبیر و نگاهی آینده نگر بر این مشکل اساسی فائق آییم. چنانچه بسیاری از کشور های پیشرفته از جمله آلمان توانسته اند گام های بسیار بلندی را در این زمینه بردارند و سهم عمده ای از انرژی مورد نیاز کشورشان را از انرژی های تجدیدپذیر تامین کنند. در فناوری فتوولتائیک یکپارچه با ساختمان، فتوولتائیک دیگر یک جسم جدا از ساختمان نیست بلکه همچون دیگر المان های معمارانه به صورت یکپارچه با کالبد و فرم بنا ترکیب می شود. و معماران می توانند از PV به عنوان مصالح برای شکل دادن به کالبد معماری خود سود جویند. استفاده از PV ها گامی در جهت پایدار کردن معماری (استفاده از انرژی های تجدیدپذیر و مصالح با قابلیت بازیافت در طبیعت) است. زیرا مصالح PV عمدتاً از سیلیکون تشکیل می شوند و در صورت تخریب دوباره به طبیعت باز می گردند.

استاد: دکتر جعفر محمودی

محقق: زهرا محمدداودی

شماره دانشجویی: 9613068103