

شهر سالم با آمورتون

- انرژی خورشید
- آمورتون چیست
- ویژگیهای آمورتون
- تاریخچه و تکنولوژی تولید
- کاربرد آمورتون در شهرسازی مدرن

نشریه شماره ۲۲، تابستان ۱۳۷۳



پیشگفتار

در گذشته‌های بسیار دور، انرژی خورشید که در کالبد درختان ذخیره شده بود، بر روی هم انباشته شده و میلیون‌ها سال بعد این انرژی به شکل منابع فسیلی فعلی درآمد. بشر از حدود دو قرن پیش وجود این ثروت خدادادی را کشف نمود و با کشف این گنج عظیم، پایه و اساس پیشرفت‌های صنعتی انسانها نیز ریخته شد بطوریکه بشر در طی يك قرن به اندازه چند برابر تمام طول عمر میلیونی خود، تکامل علمی یافت اما این سیر سریع، مشکلاتی را نیز برای وی به ارمغان آورد.

انسان در مسیر سریع تکامل خود چنان مدهوش شده بود که متوجه فاجعه عظیمی که محیط زیست وی را تهدید می‌کرد نبود و بعد از لطمات شدیدی که به محیط زیست خود وارد آورد متوجه گشت با حرکت فعلی نه تنها محیط زیست را از بین خواهد برد بلکه منابعی را که خورشید در طی میلیون‌ها سال برای وی به وجود آورده را نیز به پایان خواهد رسانید، لذا به فکر چاره افتاد و در طی چند دهه به پیشرفتهای خوبی نیز دست یافت بطوریکه استفاده از انرژیهای سالم همچون خورشید، باد، دریا، زمین، آب و ... در دستور کار اکثر کشورهای جهان قرار گرفت.

در این میان تبدیل مستقیم انرژی خورشید به الکتریسیته به توسط سلولهای فتوولتائیک از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در مسیر پیشرفت این سلولها، نسل جدیدی از آنها به نام سلولهای نوری آمورتون به بازار عرضه شده‌اند که علاوه بر تامین انرژی الکتریکی، به علت

نازکی و انعطاف بیش از حد آن، استفاده از آنها در تمامی ساختمان‌ها و پنجره‌ها نیز عملی می‌باشد، بطوریکه با استفاده از این نوع سلول‌ها نه تنها از آلودگی محیط زیست دوری می‌گزینیم، بلکه همگام با تولید الکتریسیته به زیباسازی شهر نیز اقدام کرده‌ایم.

مهندسین مشاور ره‌شهر با معرفی این نوع جدید سلول‌های خورشیدی، امیدوار است در جهت شناساندن آن به جامعه فنی، علمی و اجرایی کشورمان، قدمی در جهت رسیدن به شهر سالم و طبیعاً کشور سالم برداشته باشد. انشاءا... .

سعید شهیدی

مدیر بخش تحقیقات و مطالعات

۱- مقدمه

جهان در آستانه ورود به قرن بیست و یکم، با مقوله‌ای پرجاذبه بنام شهر سالم مواجه شده است. جذابیت این مقوله بواسطه آنست که تقریباً کلیه اقشار اجتماع به نوعی در جستجوی مکانی سالمتر برای زندگی خود می‌باشند. اینگونه اقشار با توجه به دیدگاههای خود که ناشی از علم و تجربه زندگی می‌باشد، هرکدام ویژگی و مشخصه خاصی را بعنوان معیار برای شهر سالم انتخاب نموده‌اند.

با گذری بر این دیدگاهها درمی‌یابیم که جهت رسیدن به شهر سالم، می‌بایست از هفت خوان مشکلات گذشت.

مبحث انرژی یکی از عمده‌ترین مسائل شهر سالم می‌باشد. چنانچه نحوه تولید و تبدیل این انرژی به کار مفید، با محیط زیست سازگار نباشد، قاعدتاً پذیرش آن در شهر سالم با مشکل مواجه خواهد شد. بکارگیری انرژیهای رایج در محیط که بهتر است آنها را بعنوان "نرم‌انرژیها" معرفی کنیم، یکی از راه‌حلهای پیشنهادی برای برداشتن مشکل فوق می‌باشد. انرژیهای فوق که در محافل علمی به انرژیهای نو معروفند و بعنوان مشکل‌گشای بحران آینده انرژی و محافظ محیط زیست شناخته شده‌اند، هنوز جایگاه اصلی خود در بازار انرژی را پیدا نکرده‌اند.

در این میان انرژی خورشیدی به سبب فراگیر بودن آن مورد توجه بیشتری قرار گرفته و دوراندیشان معتقدند که بالاخره آینده متعلق به خورشید است.

تبدیل انرژی حرارتی و نورانی خورشید به الکتریسیته بدلیل زمینه‌های کاربرد وسیع آن، در سازگاری کامل با مقوله شهر سالم می‌باشد. در این رهگذر محققین در پی آن هستند که با ابداع شیوه‌ها و تکنولوژیهای جدید بتوانند مبدلهای انرژی خورشیدی چندمنظوره را به جهان معرفی کنند.

از آنجا که در سرزمین ایران سالیانه حدود ۳۰۰۰ ساعت تابش خورشید داریم، لذا بخش انرژی این مهندسین مشاور اقدام به انتشار این نشریه نموده است تا کاربرد جدیدی از سلولهای خورشیدی بنام "آمورتون" را که ویژگیهای خاص آن زمینه مساعدی را برای رسیدن به شهر سالم فراهم می‌نماید، معرفی کند.

امید است که دست‌اندرکاران و مسئولین با مطالعه این مقاله، این مهندسین مشاور را از نظرات خود بهره‌مند فرمایند.

بخش انرژی مهندسین مشاور ره‌شهر

۲- خورشید مادر زمین

خورشید ... نعمت بزرگ خداوند
خورشید ... منبع بی نهایت طبیعت
خورشید ... منشاء اصلی ذخایر، جانوران، گیاهان و بشر
خورشید ... مادر و حافظ زمین

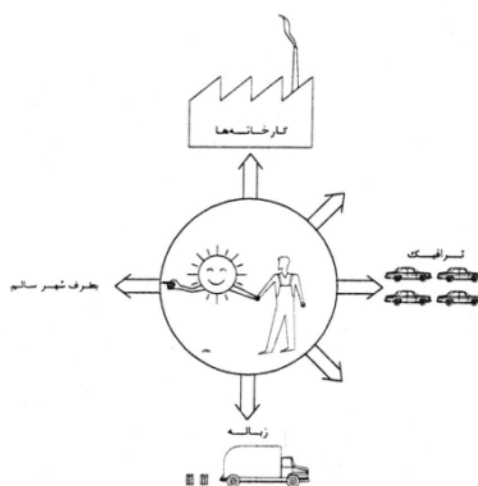
بشر آهسته آهسته به ارزش مفید منابع در جهت ابداع شهرنشینی و لذت بردن از فعالیتهای اجتماعی و فرهنگی آن پی برده است.

از دیدگاه تاریخی ما غالباً این حقیقت مهم را فراموش می‌کنیم که در حال مصرف میراثی هستیم که در طی سالیان دراز و طاقت‌فرسا توسط خورشید بوجود آمده و انباشته شده است و چه جنگ و ستیزهایی که برای به غنیمت گرفتن چنین میراث گرانبهائی انجام گرفته است. سرعت مصرف و استفاده ما از منابع زمین بسیار سریعتر از زمانی است که خورشید آنها را به وجود آورده و چه بسا این شیوه مصرف توأم با هدر دادن و اتلاف نیز بوده است. امروزه بشر متوجه شده است که محدودیتهای موجود در منابع و سلامت محیط زیست دو بانگ هشداردهنده به وی می‌باشد و اگر ما رویه خود را تغییر ندهیم بزودی و بگونه‌ای سخت و بیرحمانه متوجه می‌شویم که دیگر کره زمین مانند قبل بزرگ و غنی و نیرومند نیست.

زمان آن رسیده که عقل و خرد خود را بکار اندازیم. ما گرد هم جمع شده‌ایم تا با استفاده از میراث خورشیدی سهم کوچکی در حفاظت

از کره زمین داشته و قدمی به سوی شهر سالم برداریم. وظیفه ما است که با شیوه‌ای کارا و با درایت از هدایای نیکوکارانه‌ای که خورشید مادر زمین برای ما فرستاده بهره‌برداری کنیم.

۳- شهر سالم کجاست؟



اگر گردشی در محافل مختلف اجتماعی داشته باشیم و این سؤال را مطرح کنیم که شهر سالم کجاست، چه پاسخی می‌شنویم؟. قاعدتاً هر فردی از دیدگاه خود و بر مبنای تخصص خود جوابی را خواهد داد: شهر سالم شهری است که همه چیز آن بهداشتی باشد. شهر سالم فضای سبز کافی دارد. شهر سالم شهری است که بهداشت همه تامین شده و امراض مختلف در آن نباشد. شهر سالم ترافیک سنگین ندارد. شهر سالم دود آلود نیست. شهر سالم شهری است که بی سوادی در آن نیست.

شهر سالم مسکن را برای همه پیش‌بینی می‌کند.
و شهر سالم شهری است خارج از هر گونه آلودگی (آلودگی صوت -
آلودگی آب - آلودگی خاک - آلودگی روان و ...).

اما برآستی شهر سالم کجاست؟
مگر نه آنست که هر حرکتی و هر قدمی در راستای ارتقاء کمی و کیفی
استاندارد سطح زندگی در يك اجتماع نیازمند تزریق انرژی است.
قاعدتاً هر چه این انرژی سالمتر و پاکتر باشد مطلوبیت بیشتری را
بدنبال خواهد داشت. با این توصیف بیائیم از دریچه مقوله انرژی به
شهر سالم بنگریم:
"شهر سالم شهری است که تولید و تبدیل انرژی موردنیاز آن در
سازگاری کامل با محیط زیست باشد".

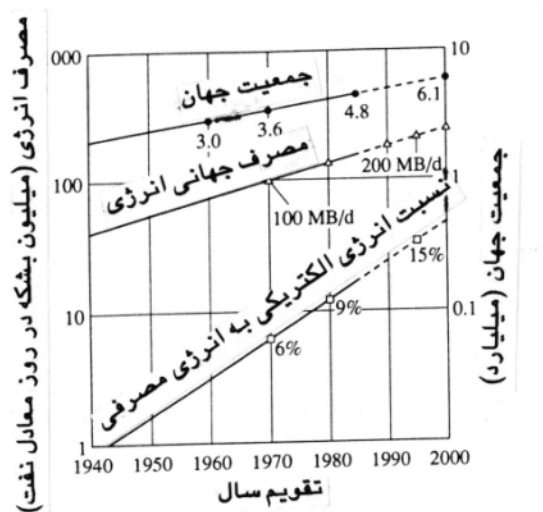
به عبارت دیگر هر حرکت و رشدی در شهر سالم بایستی در توافق کامل
با شرایط مطلوب زیست محیطی و همراه با حداقل تولید آلودگی باشد.
لذا به عقیده ما یکی از پلهای اصلی آزاد راه منتهی به شهر سالم یقیناً
پل انرژی‌های نو و بالاخص انرژی خورشیدی خواهد بود. با توجه به
طرح بحث سازگاری منبع انرژی با محیط زیست نامگذاری چنین
منابعی تحت عنوان "نرم انرژیها"^(۱) مصداق مناسبی خواهد بود.

۴- محیط زیست و انرژی خورشید

در بررسی علل گسترش و وخامت اوضاع محیط زیست، سهم عمده را به
مصرف بیش از حد سوخت‌های فسیلی می‌دهند. در حال حاضر منابع

1- Soft Energy

مذکور با صرفه‌ترین و اقتصادی‌ترین تامین‌کننده انرژی موردنیاز بشر می‌باشند. شکل ۱ بیان‌کننده میزان رشد مصرف انرژی از زمان جنگ جهانی دوم تا سال ۲۰۰۰ میلادی می‌باشد.

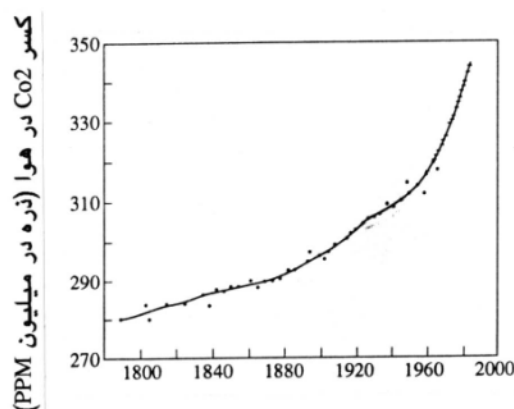


شکل ۱: رشد مصرف جهانی انرژی تا سال ۲۰۰۰ میلادی

همچنانکه از اطلاعات مندرج در شکل برداشت می‌گردد جمعیت زمین در سال ۲۰۰۰ میلادی به حدود ۶/۱ میلیارد نفر خواهد رسید که این رقم دو برابر جمعیت جهان در سال ۱۹۶۰ میلادی می‌باشد. از طرف دیگر مدرنیزه شدن زندگی انسانها همچنان ادامه دارد. لذا انتظار می‌رود که مصرف انرژی جهانی متناسب با حاصل ضرب فاکتور رشد جمعیت و ضریب ارتقاء شیوه زندگی بشر باشد. افزایش مصرف انرژی حتی در صورت بکارگیری تکنولوژی‌های صرفه‌جویی انرژی نیز غیرقابل تغییر خواهد بود اگرچه با بکارگیری شیوه‌های بهره‌وری در کشورهای مدرن نرخ مصرف انرژی برای يك واحد تولید شده در صنایع سنگین کاهش قابل ملاحظه‌ای یافته است. لیکن در آینده نزدیک چنین کاهشی توسط

افزایش عظیم مصرف انرژی در کشورهای سطح متوسط توسعه یافته، جبران و خنثی می‌گردد.

افزایش بی‌سابقه در مصرف سوخت‌های فسیلی موجب آلودگی هوا، باران‌های اسیدی و نیز تخریب بالانس چرخش اکولوژی زمین و پدیده گرمایش گلخانه‌ای و در نتیجه افزایش دی‌اکسید کربن در فضا شده است. میزان رشد دی‌اکسید کربن در هوا در دو قرن اخیر در شکل ۲ نمایش داده شده است.

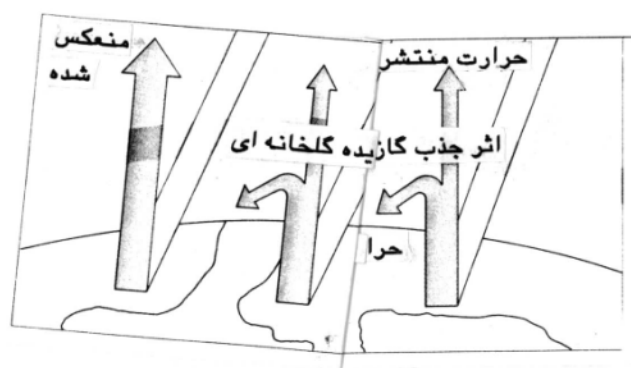


شکل ۲: افزایش دی‌اکسیدکربن در دو قرن اخیر

تحلیل گران مسائل محیط زیستی معتقدند که افزایش ناگهانی دی‌اکسید کربن از سال ۱۹۶۰ میلادی به دلیل رشد مالکیت و استفاده از اتومبیل‌های شخصی می‌باشد.

پدیده گرمایش گلخانه‌ای از معضلاتی است که در آستانه ورود به قرن بیست و یکم، بشر را با مشکلاتی مواجه خواهد کرد. انرژی خورشید پس از گرم کردن زمین به صورت امواج مادون قرمز در فضا پراکنده

می‌گردد. در خلال این پروسه پراکندگی، پدیده گلخانه‌ای موجب می‌گردد که گازهای موجود در اتمسفر اشعه مادون قرمز پراکنده شده را جذب نموده و حرارت مربوطه را ذخیره نمایند و بدین ترتیب درجه حرارت کره زمین افزایش خواهد یافت. (شکل ۳)

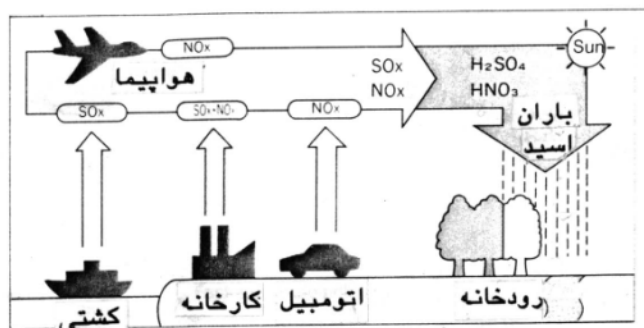


شکل ۳: پدیده گلخانه‌ای

دانشمندان پیش‌بینی می‌کنند که ادامه وضعیت گلخانه‌ای موجب افزایش درجه حرارت به میزان $1/5$ الی $2/5$ درجه سانتیگراد تا سال ۲۰۳۰ میلادی خواهد شد. یکی از پی‌آمدهای این افزایش درجه حرارت آب شدن یخ‌های قطبی و در نتیجه بالا آمدن سطح دریاها و اقیانوسها بیش از ۵۰ سانتی‌متر خواهد بود که این خود تهدیدی جدی برای بسیاری از سواحل و جزایر جهان می‌باشد.

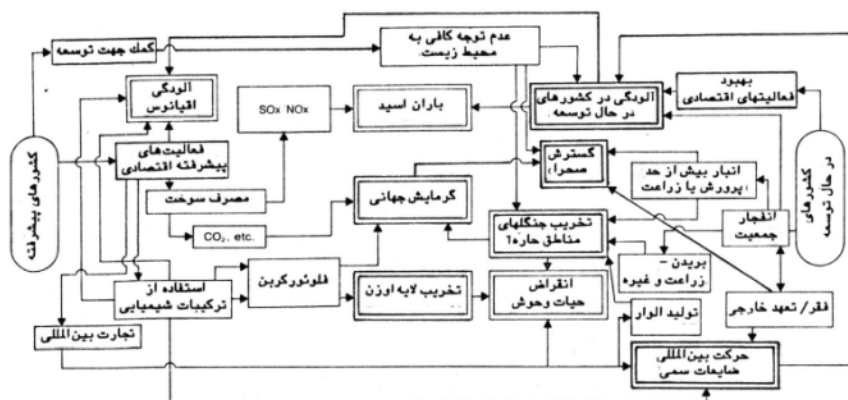
ترکیب اکسیدهای گوگرد و نیتروژن ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی با آب باران در ارتفاعات زیاد موجب ریزش بارانهای اسیدی قوی و یا هوای مه‌آلود اسیدی می‌شود (شکل ۴). باران و یا مه اسیدی نه تنها موجب انقراض گیاهان بلکه موجب اسیدی شدن خاک و در نتیجه

جنگل زدائی خواهد شد. خسارات بوجود آمده از بارانهای اسیدی به حدی رسیده است که نمی توان از آن چشم پوشی نمود.



شکل ۴: پدیده بارانهای اسیدی

در مجموع می توان پروسه هایی که موجب دگرگونی های زیست محیطی می شوند به دو گروه اصلی تشکیل دهنده نظامهای اجتماعی - سیاسی جهان یعنی کشورهای پیشرفته و کشورهای در حال توسعه نسبت داد و با سیکلی به صورت شکل ۵ رابطه آنان با تاثیراتی که هریک بر محیط زیست می گذارند را نمایش داد.



شکل ۵: سیکل چرخش زیست محیطی جهان

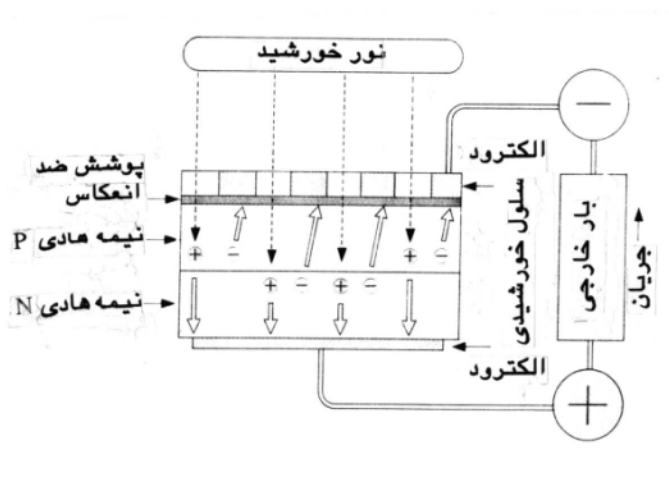
بهره‌وری از منابع انرژی فسیلی، صرفه‌جویی در مصرف و مقولات زیست‌محیطی ارکان اصلی جلسات بحث پیرامون راههای تولید انرژی در قرن بیست و یکم را تشکیل می‌دهند.

قطعاً یکی از راه حل‌ها استفاده از انرژی خورشید می‌باشد. وظیفه ما است که راه‌های استفاده مناسب از این منبع پاک و بی‌انتهای انرژی را جستجو کنیم.

رایج ترین شیوه استفاده از انرژی خورشید، تبدیل حرارت و نور آن به الکتریسیته می باشد (شکل ۶). سیستم های تولید انرژی الکتریکی فتوولتائیک بدلیل فرآیند استاتیکی تبدیل انرژی از دیدگاه عملی و کاربری بسیار مورد توجه قرار گرفته است. (شکل ۷)



شکل ۶: تبدیل انرژی حرارتی و نورانی خورشید به الکتریسیته



شکل ۷: اصول کار سلول فتوولتائیک

۵- آمورتون چیست؟

آمورتون نوع ویژه‌ای از سلولهای خورشیدی تهیه شده از سیلیکون آمورف مجتمع^(۱) می‌باشد که با شیوه‌ای ابداعی توسط کمپانی SANYO ساخته شده است. از آنجا که نیاز به انرژی در سالهای آینده روبه فزونی خواهد داشت، بکارگیری سلولهای خورشیدی مثل آمورتون راه حلی مناسب برای ایجاد محیط زیستی راحت، زیبا و شهری سالم برای بشر می‌باشد.

آمورتون با استفاده از سیلان^(۲) (SiH_4) به عنوان منبع گاز^(۳) و با بکارگیری روش پلاسما CVD تولید می‌شود. سه لایه سیلیکون آمورف، لایه n, i, p بصورت متوالی در درجه حرارت پایین (در حدود ۳۰۰ درجه سانتیگراد) تشکیل می‌شوند. در این پروسه تولید، انرژی مصرفی بسیار کمتر از شیوه‌های دیگر بوده لذا روش ایده‌آلی برای تولید انبوه می‌باشد.

ویژگی‌های آمورتون:

- کاربردهای ولتاژ بالا

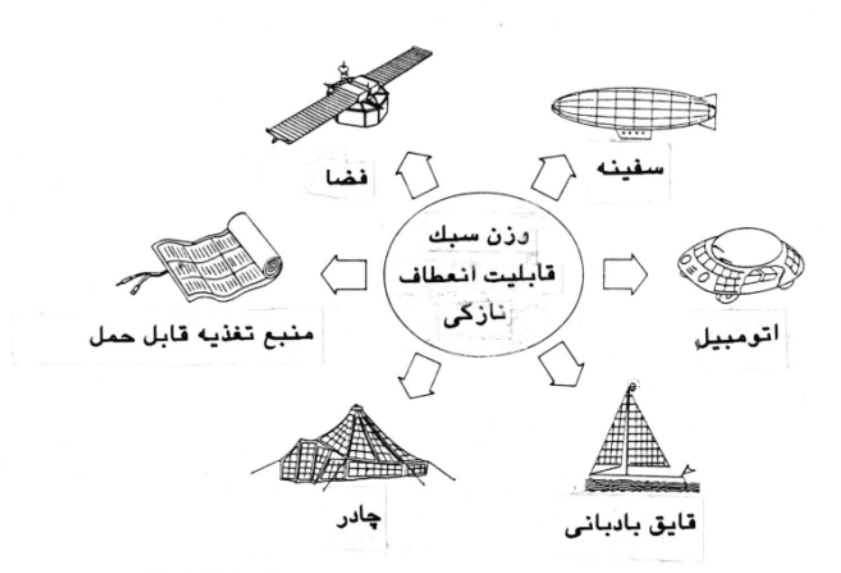
در مرحله تولید سیلیکون آمورف می‌توان مدولهایی ساخت که از اتصال سری چندین سلول نوری تشکیل شده باشند، لذا می‌توان از آنها برای تولید ولتاژ مناسب جهت بکار انداختن وسایل الکتریکی استفاده نمود.

1- Integrated-type Amorphous Silicon Solar Cell

2- Silane

3- Source Gas

- شکل پذیری و قابلیت انعطاف
سلولهای نوری آمورتون می توانند به اشکال مختلف و متناسب با نوع
نیاز تولید شوند (شکل ۸)



شکل ۸: استفاده های گوناگون از فیلم آمورتون

- ابعاد بزرگ
نظر به اینکه سیلیکون آمورف از طریق يك فعل و انفعال گازی تولید
می شود لذا تولید سلولهایی با ابعاد بزرگ امکان پذیر می باشد.

- تنوع صفحات نگهدارنده^(۱)
فیلم سیلیکون آمورف را می توان بر روی صفحات نگهدارنده مختلفی
همچون شیشه، پلاستیک، سرامیک و غیره قرار داد.

1- Substrate

فیلم آمورتون (شکل ۹) که صفحه نگهدارنده آن پلاستیک می باشد با ویژگیهای خاص همچون سبکی، قابلیت انعطاف و نازکی بیش از حد پدیده ای ایده آل برای بکارگیری در شهرهای سالم می باشد.



شکل ۹: فیلم آمورتون

۶- تاریخچه و تکنولوژی تولید

تاریخچه تولید سلولهای خورشیدی ساخته شده از سیلیکون آمورف به سال ۱۹۷۵ میلادی بازمی گردد که دو تن از دانشمندان این فن بنامهای Spear و Lecomber موفق به ساخت ماده جدیدی از نیمه هادی ها شدند. پس از آن گزارشاتی مبنی ساخت سلولهای خورشیدی از سیلیکون آمورف با راندمان ۲/۴ درصد توسط Carlson و Wronski منتشر شد و سپس دنیا شاهد ظهور نوعی از سلولهای خورشیدی از نوع اتصال ITO / p - i - n در سالهای ۱۹۷۶ الی ۱۹۷۸ میلادی بود. این سلولها از آن جهت که بعلت مصرف کم انرژی جهت تولید، هزینه کمی را در مقایسه با دیگر تکنیک ها در برمی گرفتند مورد توجه قرار گرفتند.

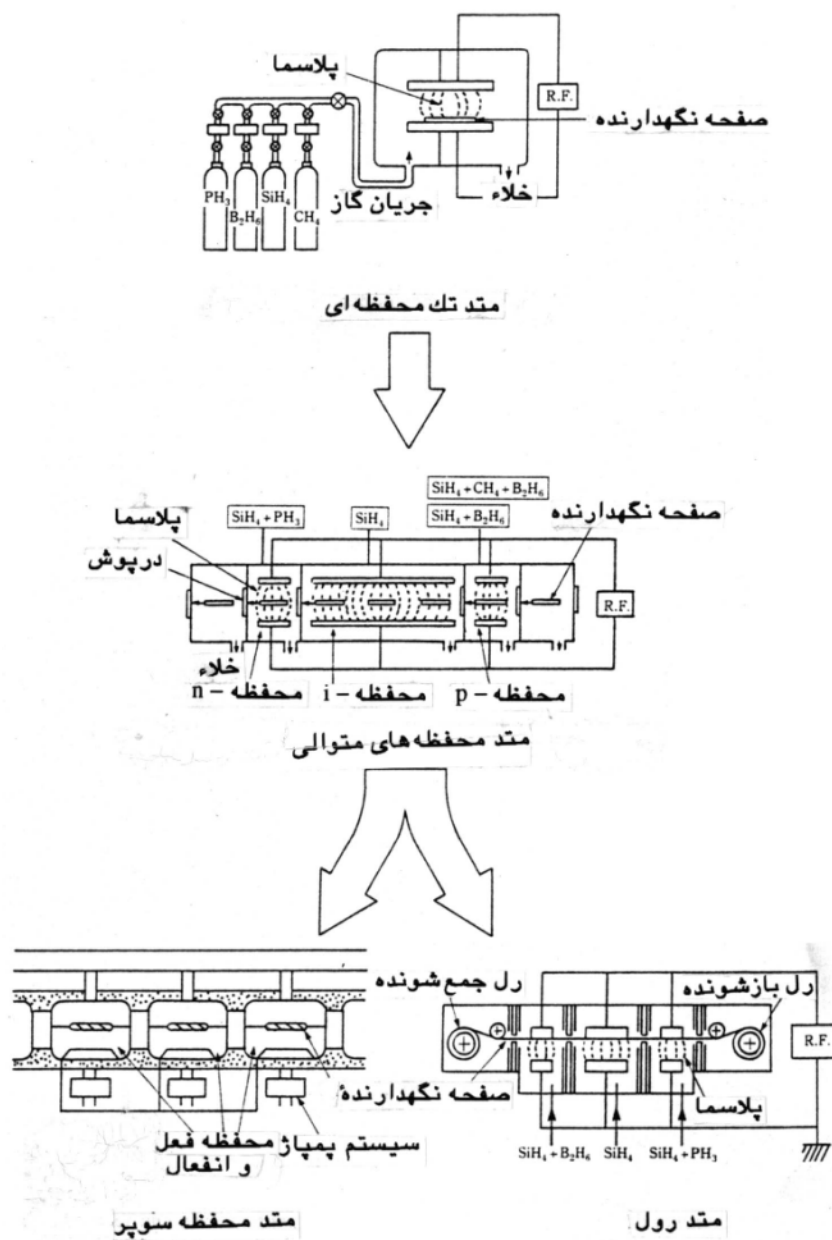
جهت افزایش هرچه بیشتر کارایی سلولهای نوری و نیز کاهش هزینه

تولید در کشورهای مثل ژاپن و ایالات متحده و نیز بعضی از کشورهای اروپایی، سرمایه‌گذاری‌های هنگفتی جهت تحقیق و توسعه سلولهای خورشیدی صورت پذیرفت. تاریخچه‌ای از کاربردهای صنعتی سلولهای خورشیدی سیلیکون آمورف در جدول ۱ ملاحظه می‌گردد.

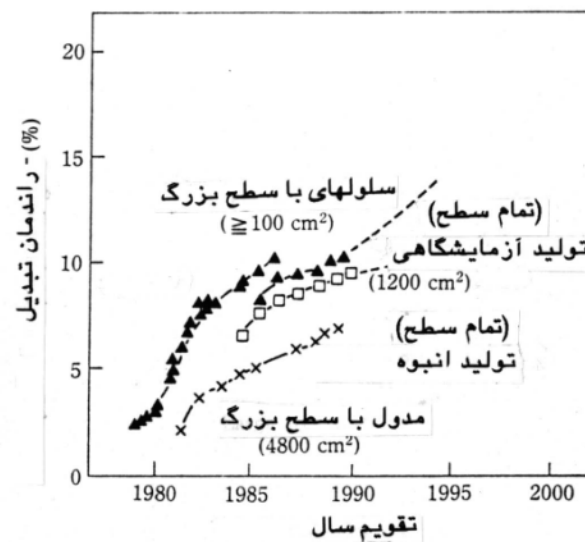
تکنولوژی تولید انبوه سلولهای نوری سیلیکون آمورف از سال ۱۹۷۹ میلادی مراحل تکمیل و توسعه خود را پشت سر گذاشته بطوریکه از نظر اقتصادی در حال حاضر به مرز رقابت با دیگر روشهای تولید انرژی الکتریکی نزدیک شده است. شکل ۱۰ نمایشگر بهبود روشهای تولید و شکل ۱۱ افزایش راندمان تولید سلولهای مذکور را نشان می‌دهند.

سال	توضیح
۱۹۷۵	کنترل والانس سیلیکون آمورف
۱۹۷۶	اولین سلول خورشیدی سیلیکون آمورف
۱۹۷۸	سلولهای خورشیدی چندلایه‌ای سیلیکون آمورف
۱۹۷۹	سلولهای خورشیدی سیلیکون آمورف مجتمع
۱۹۸۰	ورود ماشین حساب با سلول نوری به بازار
۱۹۸۱	ورود ساعت مچی با سلول نوری به بازار
۱۹۸۳	ورود شارژکننده‌ها با سلول نوری به بازار
۱۹۸۴	ساخت رادیوهای موج AM مجهز به سلول نوری
۱۹۸۵	ورود پمپ‌های آب با سلول نوری به بازار
۱۹۸۶	ساخت تلویزیون‌های رنگی با تغذیه سلول نوری
۱۹۸۶	ساخت واحد ۱۰۰ کیلوواتی در آلاباما ایالات متحده
۱۹۸۷	ساخت سلولهای نوری شفاف
۱۹۸۸	تهویه پنجره‌ها با سلول نوری
.	.
.	.

جدول ۱: تاریخچه صنعتی سلولهای خورشیدی سیلیکون آمورف



شکل ۱۰: بهبود روشهای تولید سلولهای خورشیدی



شکل ۱۱: تغییرات راندمان سلولهای سیلیکون آمورف در دو دهه اخیر

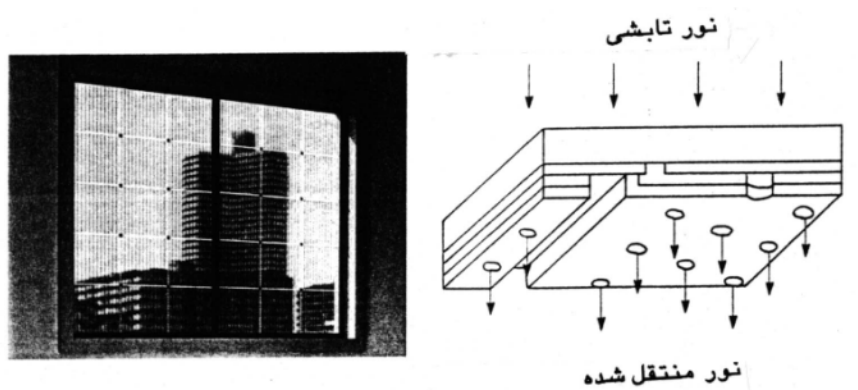
۷- کاربرد آمورتون در شهرسازی مدرن

رقابت سختی بین سازندگان سلولهای نوری وجود دارد تا بتوانند سلولهای نوری جدیدی را عرضه کنند که کارایی و قابلیت‌های بیشتری داشته باشند. در این میان سلولهای نوری چند منظوره ^(۱) بسیار موردتوجه قرار گرفته است و آمورتون یکی از دست‌آوردهای این رقابتها می‌باشد. در گذشته کاربرد سلولهای خورشیدی منحصر به بام‌ها و فضاهای باز بود اما امروزه با ورود تکنولوژی‌های مدرن جدید مثل آمورتون، اینگونه سلولها روی دیوارهای بیرونی ساختمانها، میان شیشه‌ها، روی سفالهای پوشش بام و سقف‌های شیبدار قابل نصب می‌باشند.

سلولهای خورشیدی شفاف ^(۲) از نوع آمورتون از پدیده‌های نوظهور در بازار انرژی خورشیدی می‌باشد. این سلولها دارای سوراخهای میکروسکپیک و بسیار ریزی هستند که در هنگام پروسه تولید اینگونه سلولها، تعبیه می‌گردند. مشخصه نازکی بیش از حد اینگونه سلولها به‌مراه سوراخهای تعبیه شده در روی آن بگونه‌ای است که می‌توان آن را در شیشه کاری نمای ساختمان بکار برده بگونه‌ای که علاوه بر نوردهی لازم به فضای داخل ساختمان، تولید الکتریسیته نیز بنماید. شکل ۱۲ ساختار یک سلول نوری شفاف و نیز کاربرد آن را نشان می‌دهد.

1- Multi - Functional Solar Cells

2- See - Through Amorton



شکل ۱۲- ساختار و کاربرد سلولهای نوری شفاف

میزان از دست‌دهی توان تولیدی در اینگونه سلولها رابطه مستقیمی با میزان شفافیت و یا به عبارتی بستگی به تعداد سوراخهای تعبیه شده در سطح سلول دارد و بنابر نوع و محل کاربرد می‌توان این نسبت را به سازنده سفارش داد. بعنوان مثال همانگونه که در شکل ۱۳ ملاحظه می‌شود میزان دید از داخل به بیرون و یا بالعکس را می‌توان با نسبت شفافیت و در عین حال با میزان تولید انرژی الکتریکی هماهنگ کرد.

مشخصه ولتاژ، جریان و قدرت سلولهای نوری شفاف برحسب نیاز مصرف کننده قابل تغییر می‌باشد. جدول ۲ نمایشگر نمونه‌هایی با میزان شفافیت ۳۰ درصد می‌باشد.

وزن (کیلوگرم)	ابعاد (میلی متر)	قدرت (وات)	جریان (آمپر)	ولتاژ (ولت)	نوع
۱/۷	۳۲۰ × ۳۷۰ × ۹	۳/۲	۰/۲۱	۱۵/۰۰	AMP - 01S1S - 30
۳/۳	۶۲۰ × ۳۷۰ × ۹	۶/۳	۰/۴۲	۱۵/۰۰	AMP - 02S1S - 30
	۶۲۰ × ۳۷۰ × ۹	۶/۳	۰/۲۱	۳۰/۰۰	AMP - 02S1S - 30
۴/۸	۹۲۰ × ۳۷۰ × ۹	۹/۵	۰/۶۳	۱۵/۰۰	AMP - 03S1S - 30
	۹۲۰ × ۳۷۰ × ۹	۹/۵	۰/۲۱	۴۵/۰۰	AMP - 01S3S - 30
۶/۴	۱۲۲۰ × ۳۷۰ × ۹	۱۲/۶	۰/۸۴	۱۵/۰۰	AMP - 04S1S - 30
	۱۳۲۰ × ۳۷۰ × ۹	۱۲/۶	۰/۴۲	۳۰/۰۰	AMP - 04S2S - 30
	۱۲۲۰ × ۳۷۰ × ۹	۱۲/۶	۰/۲۱	۶۰/۰۰	AMP - 04S4S - 30

جدول ۲: مشخصات سلولهای آمورتون با شفافیت ۳۰ درصد

با توجه به توضیحات فوق و نگرش بر روند توسعه شهری و احداث ساختمانها، برج ها و آسمانخراشهای جدید در مناطق مختلف شهر از يك سو و مشکلات عدیده اجرایی و اقتصادی در توسعه شبکه های توزیع الکتریکی شهری از سوی دیگر، بنظر می رسد مطالعه و بررسی بکارگیری سلولهای خورشیدی شفاف مثل آمورتون بجای نمای شیشه در ساختمانهای فوق الذکر نه تنها راه حل های جدیدی را در جهت سوق به سمت شهرسالم فراهم می سازد بلکه تا حدی مشکلات ذکر شده توسعه شبکه توزیع شهری را نیز جوابگو خواهد بود.

امروزه تکنولوژی مدرن، استفاده از آمورتون در مصالح پوشش سقف ساختمانها را نیز میسر ساخته است. نمونه هایی از این موارد در شکل ۱۴ ملاحظه می گردد.



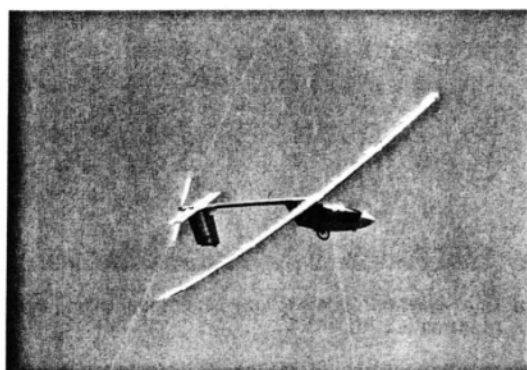
شکل ۱۳: استفاده از سلولهای آمورف در شیشه پنجره



شکل ۱۴: استفاده از آمورتون در سقفهای شیبدار و سفالی بام

همانگونه که قبلاً اشاره کردیم قابلیت انعطاف فیلم آمورتون از ویژگیهای بسیار عالی این نوع سلول نوری می باشد. اینگونه سلولها بر روی فیلمهای شفاف پلاستیکی ساخته شده و مشخصه توان خروجی آنها معادل ۲۰۰ میلی وات بر گرم یعنی در حدود ۱۰ برابر بیش از سلولهای سیلیکون آمورف معمولی که بر روی صفحات شیشه ای قرار دارند می باشد.

در سال ۱۹۹۰ میلادی يك هواپیما که تنها نیروی محرکه خود را از طریق خورشید کسب می کرد و مجهز به این نوع سلولهای نوری بود عرض قاره امریکا را طی کرد.



شکل ۱۵: هواپیمای مجهز به سلولهای نوری قابل انعطاف

۸- آینده متعلق به خورشید

بهداشت، رفاه و آسایش زندگی از خواسته‌های لایتنیر بشر می‌باشد. در تامین این نیاز بناچار ساختمانهای عصر جدید به سرعت به برج‌های سر به فلک کشیده تبدیل می‌شوند و در این رهگذر دوران بکارگیری تکنولوژی انفورماتیک در مدیریت ساختمان و تاسیسات شهرهای مدرن نیز فرا می‌رسد.

دورنمای این روند به مقوله اتوماسیون خانه^(۱) و بالاخره به عصر ساختمانهای باهوش^(۲) ختم می‌شود. تامین انرژی برای چنین شهرهای مدرن و سالم بایستی در توافق و سازگاری با محیط زیست باشد و خورشید بهترین جوابگوست، لذا چنانچه از دریچه بحث انرژی به شهر سالم بنگریم بایستی تکنولوژی شهرسازی مدرن و تکنولوژی انرژی خورشیدی روز بروز به یکدیگر نزدیک شوند. ساخت و تولید ادوات ساختمانی که به نوعی با سلولهای نوری ترکیب شده باشند حرکتی است که در سالهای اخیر شروع شده و رو به گسترش است.

استراتژی جدید تولید سلولهای نوری در افزایش حجم تولید و افزایش راندمان تبدیل انرژی آنها منجر به کاهش قیمت آن خواهد شد.

در دستیابی به این اهداف، گسترش زمینه‌های کاربردی بایستی مدنظر قرار گیرد. شکل ۱۶ دورنمایی از ساختار بازار سلولهای نوری را ترسیم می‌نماید.

1- Home Automation

2- Intelligent Buildings

گرفتن فواصل بین سلولها معادل $۱۰^۴ \times ۱۳۰/۲$ کیلومتر مربع خواهد شد که این فقط ۴ درصد سطح صحراهای کره زمین می باشد. به همین ترتیب تخمین بعمل آمده برای تامین کل انرژی موردنیاز در سال ۲۱۰۰ میلادی توسط سلولهای نوری، نیاز به $۱۰^۴ \times ۱۶۵$ کیلومترمربع محوطه جهت قرار دادن سلولهای فوق را نشان می دهد که این وسعت معادل ۲/۶ درصد سطح ۳ اقیانوس بزرگ جهان می باشد.

به هرحال با کند و کاو و نگرش به این سو و آن سو متوجه می شویم که بالاخره آینده متعلق به خورشید است.

1- Global Energy Network Equiped with Solar Cell And International Superconductor Grid.

گروه بین‌المللی ره‌شهر تا کنون ۲۲ نشریه با عناوین زیر منتشر کرده است:

- ۱- کاربرد جدید شیشه در نمای ساختمان (تابستان ۱۳۷۱)
- ۲- پارکینگ مراکز تجاری (پائیز ۱۳۷۱)
- ۳- محافظت در مقابل زلزله (زمستان ۱۳۷۱)
- ۴- جمع‌آوری و دفع زباله و مسائل ناشی از آن (زمستان ۱۳۷۱)
- ۵- طرح اسکان و سریع (زمستان ۱۳۷۱)
- ۶- مجموعه مقالات راجع به ژئوسنتز (بهار ۱۳۷۲)
- ۷- مهار آب با آب (بهار ۱۳۷۲)
- ۸- تحول سبز در معماری (بهار ۱۳۷۲)
- ۹- روندیابی و مدیریت سیلاب (بهار ۱۳۷۲)
- ۱۰- مطالعات اقتصادی جهت احداث مراکز خرید (تابستان ۱۳۷۹)
- ۱۱- نگاهی کوتاه بر طراحی فضای سبز - "تجربیات کشورهای مختلف" (تابستان ۱۳۷۲)
- ۱۲- بازیافت آب در صنایع شن و ماسه‌شویی (پائیز ۱۳۷۲)
- ۱۳- بناهای چوبی (کنده‌ای) در ایران و تجربیات کشورهای دیگر (پائیز ۱۳۷۲)
- ۱۴- نکاتی در مورد طراحی ساختمان‌های بتنی پیش‌ساخته پیش‌تنیده در مناطق زلزله‌خیز (پائیز ۱۳۷۲)
- ۱۵- اتوماسیون و بهینه‌سازی در سیستم‌های توزیع الکتریکی (زمستان ۱۳۷۲)
- ۱۶- انرژی دریاها (زمستان ۱۳۷۲)
- ۱۷- پارکینگ‌های مکانیکی اتوماتیک و نیمه اتوماتیک (بهار ۱۳۷۳)
- ۱۸- انرژی باد (بهار ۱۳۷۳)
- ۱۹- اصول طراحی ساختمان‌های اداری و بانک‌ها (بهار ۱۳۷۳)
- ۲۰- انرژی خورشیدی (بهار ۱۳۷۳)
- ۲۱- طراحی مرکز خرید- جلد اول: مطالعات مقدماتی جهت طراحی مراکز خرید (تابستان ۱۳۷۳)
- ۲۲- شهر سالم با آمورتون (تابستان ۱۳۷۳)