بسم الله الرحمن الرحيم

۱۲۹۹۹۸

دانشگاه اصفهان

دانشکده علوم

گروه فیزیک

پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی فیزیک گرایش اتمی مولکولی

ساخت و مشخصه یابی سلول خورشیدی نانومتری CdS/CdTe و بررسی اثر ضخامت لایه ها بر کارایی آن

استاد راهنما:

دکتر حمیدرضا فلاح

پژوهشگر:

محمد جواد وحید دستجردی

۱۳۸۸/۱۰/۲۷

شهریورماه ۱۳۸۸

۱۲۹۹۹۸

کلیه حقوق مـادی مترتـب بـر نتـایج مطالعـات،
ابتکارات و نوآوری های ناشی از تحقیـق موضـوع
این پایان نامه متعلق به دانشگاه اصفهان است.

شیوه نگارش پایان نامه
رعایت شده است.
تحصیلات تکمیلی دانشگاه اصفهان

دانشگاه اصفهان

دانشکده علوم

گروه فیزیک

پایان نامه ی کارشناسی ارشد رشته ی فیزیک گرایش اتمی-مولکولی

آقای محمدجواد وحید دستجردی

تحت عنوان

ساخت و مشخصه یابی سلول خورشیدی نانومتری CdS/CdTe و بررسی اثر ضخامت لایه ها بر کارایی آن

در تاریخ ۱۳۸۸/۶/۲۳ توسط هیأت داوران زیر بررسی و با درجه .....عالی.. به تصویب نهایی رسید.

۱- استاد راهنمای پایان نامه	دکتر حمیدرضا فلاح	با مرتبه ی علمی دانشیار	امضا
۲- استاد داور داخل گروه	دکتر مرتضی حاج محمودزاده	با مرتبه ی علمی استادیار	امضا
۴- استاد داور خارج از گروه	دکتر محمد حسن یوسفی	با مرتبه ی علمی استادیار	امضا

امضای مدیر گروه

گروه فیزیک
University of Isfahan
Department of Physics

دانشگاه اصفهان
دانشکده علوم
دبیرخانه
۱۳۴۳

سپاسگزاری

بدینوسیله از آقای دکتر حمیدرضا فلاح به خاطر حمایت های بی دریغشان تشکر می نمایم.

چکیده

سلول‌های خورشیدی متشکل از قطعات نیمرسانایی هستند که مستقیما انرژی تابشی خورشید را به انرژی الکتریکی تبدیل می کنند. امروزه سلول‌های خورشیدی سیلیکونی بصورت صنعتی و با بازدهی بالا تولید می گردند، ولی هزینه تولید آنها بسیار زیاد است. لایه نازک CdTe با گاف انرژی مستقیم 1/44 ev به عنوان یک لایه جاذب در سلول‌های خورشیدی کاربرد روز افزونی پیدا کرده است. از جمله مزایای سلول خورشیدی بر پایه لایه جاذب CdTe نسبت به انواع سیلیکونی می‌توان به حساس نبودن نسبت به زاویه تابش نور خورشید و تغییرات درجه حرارت اشاره کرد. از جمله عوامل موثر بر بازده این نوع سلول خورشیدی می توان به ساختار لایه اتصال بالایی، ساختار لایه اتصال پشتی و ضخامت لایه‌ها اشاره کرد. در این پایان‌نامه ابتدا به بررسی ساختار این سلول خورشیدی پرداخته شده سپس با استفاده از شبیه‌سازی رایانه‌ای در چند مرحله مجزا، شرایط لایه‌های مختلف برای بدست آوردن سلول خورشیدی با کارایی بهینه بررسی شده است. در مرحله بعد با استفاده از نتایج این شبیه‌سازی، ساخت این سلول خورشیدی بوسیله لایه‌نشانی لایه‌های مختلف با روشهای تبخیر با تفنگ الکترونی و تبخیر حرارتی در خلاء انجام گرفت. در پایان با بررسی و مشخصه‌یابی سلول خورشیدی ساخته شده و رسم منحنی ولتاژ–جریان آن در تاریکی و تحت تابش مقدار ولتاژ مدار باز و جریان مدار کوتاه که دو شاخص اصلی بازده سلول خورشیدی می‌باشد بدست آمده و کارایی سلول محاسبه شد.

کلمات کلیدی: سلول خورشیدی، لایه‌های نازک نانومتری، اثر فوتوولتایی

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول: مقدمه

۱-۱- مصرف انرژی ۱

۱-۲- تبدیل انرژی ۲

۱-۳- انرژی خورشیدی ۴

۱-۳-۱- مزیت انرژی خورشیدی نسبت به بقیه انرژی های تجدید پذیر ۴

۱-۳-۲- کاربردهای انرژی خورشید ۵

۱-۳-۳- طریقه دریافت الکتریسیته از نور خورشید ۶

۱-۴- طبقه بندی سیستمهای خورشیدی ۶

۱-۴-۱- سیستمهای فوتو بیولوژی ۶

۱-۴-۲- سیستمهای فوتو شیمیایی ۷

۱-۴-۳- سیستمهای فوتو حرارتی ۷

۱-۴-۴- سیستمهای فوتوولتائیک (سلول‌های خورشیدی) ۷

۱-۵- کاربردهای سلول‌های خوشیدی ۸

۱-۶- استانداردهای تابش خورشید ۸

۱-۷- نحوه فصل بندی در این پایان نامه ۹

فصل دوم: سلولهای خورشیدی

۲-۱- مقدمه ۱۰

۲-۲- مختصری از تاریخچه سلولهای خورشیدی ۱۱

۲-۳- اثر فوتوولتائیک ۱۲

۲-۴- جذب نور و تولید حامل ۱۵

۲-۵- بازترکیب حاملها ۱۷

۲-۶- پیوند p-n ۲۰

عنوان صفحه

۲-۷- مدار معادل یک سلول خورشیدی..... ۲۸

۲-۸- پیل فوتوولتائیک..... ۲۸

۲-۹- نتیجه‌گیری..... ۳۰

فصل سوم: تکنیک خلاء و فیزیک سطح

۳-۱- مقدمه ۳۲

۳-۲- فناوری خلاء در علم سطح کاربردی..... ۳۲

۳-۳- نواحی فشار در فناوری خلاء ۳۳

۳-۴- خواص موادی که در سیستمهای خلاء کاربرد دارند ۳۴

۳-۵- انواع پمپ‌ها برای تولید خلاء..... ۳۵

۳-۵-۱- پمپ روتوری..... ۳۶

۳-۵-۲- پمپ مولکولی..... ۳۷

۳-۶- فشارسنج ها..... ۳۷

۳-۷- لایه‌های نازک..... ۳۸

۳-۷-۱ بررسی شکل گیری لایه نازک ۳۸

۳-۷-۲- اندازه‌گیری و بازرسی ضخامت لایه ۳۹

۳-۷-۳- روش نوسانگر بلور کوارتز ۴۰

۳-۸- روشهای مختلف تولید لایه های نازک ۴۱

۳-۸-۱- انباشت به روش تبخیر فیزیکی (PVD) ۴۲

۳-۸-۲- چشمه های حرارتی ۴۳

۳-۸-۳- روش پراکنش..... ۴۴

فصل چهارم : ساختمان سلول خورشیدی CdTe/CdS و شبیه سازی آن

۴-۱- مقدمه ۴۵

عنوان صفحه

۴-۲- بستر ۴۵
۴-۳- اتصال بالایی ۴۶
۴-۴- لایهٔ CdS ۴۷
۴-۵- لایهٔ جذب کننده CdTe ۴۷
۴-۵-۱- عملیات حرارتی در جو اکسیژن ۴۸
۴-۶- اتصال پشتی ۴۸
۴-۷- شبیه سازی سلول خورشیدی ۴۹
۴-۷-۱- شبیه سازی لایه اتصال بالایی ۵۱
۴-۷-۲- شبیه سازی لایه CdS ۵۲
۴-۷-۳- شبیه سازی لایه CdTe ۵۴
۴-۷-۴- شبیه سازی لایه اتصال پشتی ۵۵
۴۴-۸- نتیجه‌گیری ۵۷

فصل پنجم: آزمایش و اندازه گیری

۵-۱- مقدمه ۵۸
۵-۲- مواد ۵۹
۵-۲-۱- کادمیم تلوراید(CdTe) ۵۹
۵-۲-۲- سولفید کادمیم (CdS) ۵۹
۵-۲-۳- طلا ۵۹
۵-۲-۴- ITO ۶۰
۵-۳- آزمایش ۶۰
۵-۳-۱- مرحله اول تولید لایه ITO ۶۱
۵-۳-۲- حرارت دادن ITO در داخل کوره ۶۳
۵-۳-۳- مرحله دوم لایه نشانی CdS ۶۴

عنوان صفحه

۵-۳-۴- مرحله سوم لایه نشانی CdTe ۶۷
۵-۳-۵- مرحله چهارم لایه نشانی طلا به عنوان اتصال پشتی ۷۰
۵-۴- مشخصه‌یابی سلول خورشیدی ساخته شده ۷۱

فصل ششم: نتیجه‌گیری و پیشنهاد برای کارهای بعدی

۶-۱- نتیجه‌گیری ۷۶
۶-۲- پیشنهادها ۷۸
منابع و مآخذ ۷۹

فهرست شکل‌ها

عنوان صفحه

شکل ۱-۱: میزان تابش عمودی خورشید بر روی کره زمین..... ۳

شکل ۱-۲: تابش خورشید در زوایای مختلف..... ۹

شکل ۲-۱: مفاهیم مهم دربارهٔ نمودار طیف انرژی ۱۴

شکل ۲-۲: نحوهٔ بازترکیبهای مهم ۱۹

شکل ۲-۳: پیوند p-n ۲۰

شکل ۲-۴: نمودار نوار انرژی در حالتی که الف- بایاسی وجود ندارد. ب- بایاس مستقیم است..... ۲۱

شکل ۲-۵: منحنی مشخصه ولتاژ- جریان یک دیود..... ۲۴

شکل ۲-۶: منحنی مشخصه جریان- ولتاژ و توان- ولتاژ سلول خورشیدی ۲۶

شکل ۲-۷: مدار معادل یک سلول خورشیدی... ..... ۲۹

شکل ۲-۸: منحنی مشخصه فوتوولتائیک سیلیکون چند بلوری با مدلهای تابشی متفاوت... ..... ۳۰

شکل ۳-۱: نمایی از پمپ روتوری..... ۳۶

شکل ۳-۲: نمایی از پمپ مولکولی..... ۳۷

شکل ۳-۳: نمایشی از فرایندهای رخ دهنده روی سطح بستر..... ۳۹

شکل ۴-۱: لایه های مختلف سلول خورشیدی CdTe/CdS در وضعیتهای زیرلایه و رولایه.. ... ... ۴۶

شکل ۴-۲: نمودار تراز انرژی در اتصال پشتی.. ..... ۴۹

شکل ۴-۳: منحنی عبور برای لایه‌های ITO، ZNO و FTO برای طول موجهای مختلف.. .... ۵۱

شکل ۴-۴: منحنی J-V برای سلول خورشیدی شبیه‌سازی شده با لایه‌های اتصال بالایی مختلف..... ..... ۵۲

شکل ۴-۵: منحنی کارایی کوانتومی برای سلول خورشیدی با ضخامتهای مختلف CdS. ۵۳

شکل ۴-۶: منحنی J-V برای سلول خورشیدی شبیه‌سازی شده با ضخامتهای مختلف CdS..... .... ۵۳

شکل ۴-۷ : منحنی کارایی کوانتومی برای سلول خورشیدی با ضخامتهای مختلف CdTe. ۵۴

شکل ۴-۸: منحنی J-V برای سلول خورشیدی شبیه‌سازی شده با ضخامتهای مختلف CdTe..... ... . ۵۵

شکل ۴-۹: منحنی کارایی کوانتومی برای سلول خورشیدی شبیه سازی شده با اتصال پشتی مختلف..... ۵۶

شکل ۴-۱۰: منحنی J-V برای سلول خورشیدی شبیه سازی شده با اتصال پشتی مختلف. ۵۶

شکل ۴-۱۱: نمایی از ساختمان سامانه سلول خورشیدی CdTe/CdS بهینه شده با شبیه‌سازی..... ..... ۵۷

عنوان | صفحه

شکل ۵-۱: شکل یک سلول پله‌ای ۵۹

شکل ۵-۲: نمای کلی دستگاه PVD ۶۰

شکل ۵-۲: نمایی از دستگاه پرس استفاده شده برای تولید قرص ITO ۶۲

شکل ۵-۴: دستگاه مافوق صوت برای تمیز کردن زیرلایه ها ۶۲

شکل ۵-۵: تفنگ الکترونی ۶۲

شکل ۵-۶: ITO کدر قبل از عملیات حرارتی..... ..... ۶۳

شکل ۵-۷: کوره با قابلیت خلاء ۶۴

شکل ۵-۸: ITO شفاف بعد از حرارت دادن در کوره خلاء پایین.. . ..... ۶۴

شکل ۵-۹: بوته تانتالیم جهت لایه نشانی لایه CdS ۶۵

شکل ۵-۱۰: لایه CdS تهیه شده ۶۶

شکل ۵-۱۱: الگوی پراش XRD لایه CdS تهیه شده ۶۶

شکل ۵-۱۲: طرحواره‌ای از روش تبخیر حرارتی در خلا ۶۷

شکل ۵-۱۳: لایه CdTe تهیه شده ۶۸

شکل ۵-۱۴: الگوی پراش XRD لایه CdTe تهیه شده قبل از عملیات حرارتی..... ..... ۶۹

شکل ۵-۱۵: الگوی پراش XRD لایه CdTe تهیه شده بعد از عملیات حرارتی..... ..... ۶۹

شکل ۵-۱۶: بوته تنگستنی جهت لایه نشانی طلا ۷۰

شکل ۵-۱۷: ماسک استفاده شده برای لایه نشانی طلا.. ..... ۷۰

شکل ۵-۱۸: سلول خورشیدی ساخته شده. ۷۱

شکل ۵-۱۹: تصویری از شبیه‌ساز نور خورشید ۷۲

شکل ۵-۲۰: طرحواره ای از مدار مشخصه یابی منحنی I-V..... ۷۲

شکل ۵-۲۱: منحنی I-V سلول خورشیدی تهیه شده برای حالت روشنایی ۷۳

شکل ۵-۲۲: منحنی I-V سلول خورشیدی تهیه شده برای حالت تاریکی ۷۴

فهرست جدول‌ها

عنوان صفحه

جدول ۴-۱: جدول توابع کار فلزات مختلف ۴۹
جدول ۴-۲: پارامترهای فیزیکی استفاده شده در شبیه سازی..... ۵۰
جدول ۵-۱: مقادیر I-V سلول خورشیدی تهیه شده برای حالت روشنایی..... ۷۳
جدول ۵-۲: مقادیر I-V سلول خورشیدی تهیه شده برای حالت تاریکی..... ۷۴
جدول ۵-۳: مقادیر V_{OC} ، I_{SC}، V_{mp} و I_{mp} برای سلول خورشیدی ساخته شده..... ۷۴

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مصرف انرژی

امروزه بشر با دو بحران بزرگ روبه‌رو است که بیش از آنچه ما تشخیص می‌دهیم با یکدیگر در ارتباط هستند. از یک طرف جوامع صنعتی و شهرهای بزرگ با مشکل آلودگی زیست محیطی روبه‌رو هستند و از طرف دیگر مشاهده می‌شود که نیاز به مواد اولیه و سوخت مورد نیاز برای تأمین انرژی، با شتاب روز افزون در حال افزایش است. در حال حاضر مهمترین منابع تولید انرژی شامل سوخت‌های فسیلی (نفت، زغال سنگ و گاز طبیعی) و همچنین نیروهای هسته‌ای است، که بیش از ۸۰ درصد از کل مصرف جهانی انرژی ناشی از سوخت‌های فسیلی و حدود ۱۰ درصد از نیروهای هسته‌ای تامین می‌شود[۱].

سوخت‌های فسیلی علاوه بر مزایای فراوانشان، معایب مخصوص به خود را نیز دارا می‌باشند. به عنوان مثال؛ سوزاندن سوخت‌های فسیلی باعث ایجاد بیش از اندازه‌ی دما شده که آلودگی‌های شدید زیست محیطی را به بار می‌آورد.

امروزه، سالانه حدود ۲۰×۱۰^{۱۲} kg دی اکسید کربن در اثر احتراق سوخت‌های فسیلی وارد اتمسفر می‌شود و گیاهان از جذب این مقدار CO_2 عاجزند. در اثر بالا رفتن CO_2 در جو، افزایش نسبتاً زیاد اثرات گلخانه‌ای (که باعث افزایش دمای میانگین سطح زمین بین ۰/۶ تا ۰/۷ درجه سانتیگراد تا سال ۲۱۰۰ می‌شود) و باران اسیدی ناشی از سوخت‌های فسیلی را به دنبال خواهد داشت[۲]. این تغییر دما هم اکنون در حال افزایش بوده و در

دهه‌های آینده احتمالاً شاهد بلایای طبیعی و اثرات ویران‌کننده‌ی جبران ناپذیری در زمین برای انسان‌ها و دیگر علائم حیات خواهیم بود. همچنین، علاوه بر فاجعه‌های زیست محیطی در اثر استفاده از سوخت‌های فسیلی، این منابع محدود بوده و دیر یا زود به اتمام می‌رسند. طبق برآوردهای انجام شده میزان استخراج نفت طی ۱۰ الی ۲۰ سال آینده رو به کاهش می‌گذارد[۲].

توسل به انرژی‌های هسته‌ای به عنوان جانشینی برای سوخت‌های فسیلی نیز چندان موفقیت آمیز نبوده و علاوه بر صرف هزینه‌های سنگین، تشعشعات خطرناک نیروگاههای هسته‌ای باعث شده که این جایگزین هم زیاد مقرون به صرفه نباشد و اگر یکی از این نیروگاهها منفجر شود خسارات فراوان و جبران ناپذیری به بار خواهد آورد. همچنین ضایعات بسیار خطرناک رادیواکتیو با مدت اثر بسیار طولانی ناشی از سوخت‌های هسته‌ای، برای انسان‌ها و محیط زیست بسیار خطرناک می‌باشد.

۱-۲- تبدیل انرژی

با توجه به پدیده گلخانه ای، موضوع اصلی تنها مصرف انرژی نیست، بلکه انتشار دی اکسید کربن در طول چرخه کامل یک نیروگاه از مؤلفه های مهم آن نیروگاه به شمار می‌آید. برای مثال اگرچه مصرف انرژی برای تولید آلومینیوم ده برابر انرژی بکار برده شده برای تولید استیل ضد زنگ می‌باشد، اما تولید آلومینیوم بوسیله انرژی های تجدید پذیر که نشر CO_2 را بطور قابل ملاحظه ای کاهش می‌دهند، بسیار ارزشمند است.

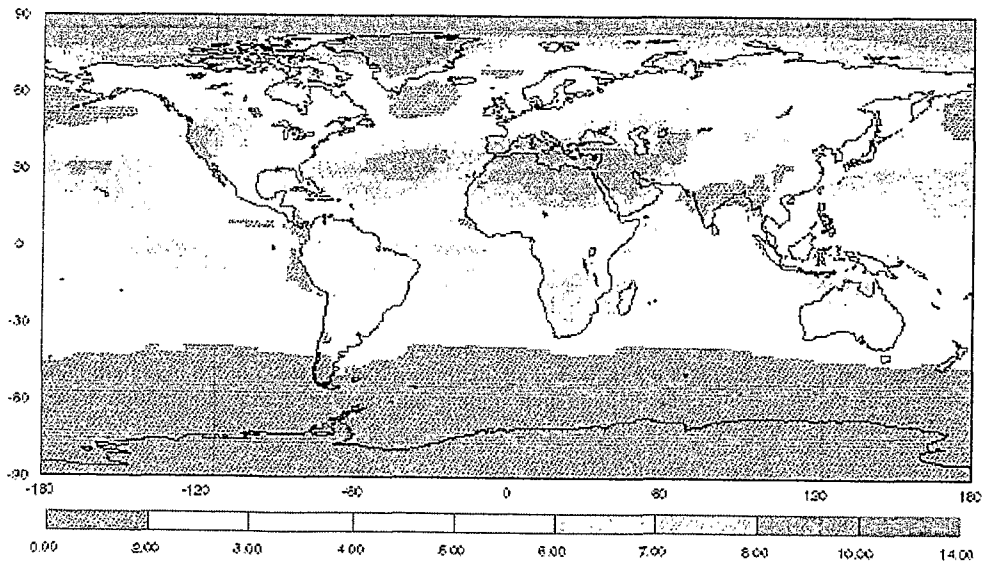
همان طور که می دانیم، هیچگونه کمبودی در خصوص تولید انرژی های تجدید پذیر از خورشید، باد و آب وجود ندارد. حتی مواردی از قبیل درختان خشک شده، شاخه درختان، کاغذهای بریده شده، محصولات باقیمانده مانند خاک اره و... و حتّی کود احشام — که مجموع این منابع را توده زیستی (Biomass) می‌گویند- می‌توانند جهت تولید برق به عنوان سوخت استفاده شوند.

گسترش منابع انرژی تجدیدپذیر باعث اشتغال زایی شده و همچنین کاهش واردات انرژی را به دنبال دارد، بدین ترتیب از خروج پول از کشور جلوگیری شده و اقتصاد رونق می یابد. تحقیقات انجام گرفته باعث گشته که امروزه انرژی های تجدیدپذیر دست یافتنی تر از ۲۵ سال قبل شوند. قیمت انرژی بادی از ۴۰ دلار برای هر کیلو وات ساعت به کمتر از ۵ دلار کاهش یافته است. قیمت سوخت اتانول امروزه به یک چهارم قیمت آن در اوایل دهه ۱۹۸۰ نزول کرده است[۳].

بر خلاف سوختهای فسیلی که هوا را آلوده می‌کنند، انرژی‌های تجدیدپذیر تأثیرات زیست محیطی کمتری دارند. اما موانعی نیز بر سر راه گسترش انرژی‌های تجدیدپذیر وجود دارد. به عنوان مثال، وسعت یک مزرعه بادی بطور متوسط برای تولید هر مگاوات برق ۱۷ جریب (هر جریب برابر ۴۰۴۷ متر مربع است) می‌باشد. این مقدار انرژی جهت تأمین برق مصرفی ۱۰۰ تا ۲۵۰ خانه کافی است، اما این مزارع ممکن است فرسایش خاک و ایجاد نواحی کویری و یا صحرایی را به دنبال داشته باشند. غالباً مزارع بادی بر روی مناظر طبیعی نیز تأثیر می‌گذارند. همچنین برای استفاده از انرژی حاصل از گرمای خورشید، که از طریق جمع آوری تابش خورشیدی توسط آینه های بزرگ صورت می‌گیرد، زمین های وسیعی بمنظور نصب آینه ها نیاز است. ساخت و ساز در این زمینها محیط زیست را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در رابطه با تولید برق آبی هم می توان به مسائلی از قبیل آب بردگی افراد و نیز از بین رفتن مزارع و جنگلهایی اشاره کرد که در نواحی سیلابی بالای سدها قرار دارند.

در حال حاضر مشکلات اینچنینی در دست بررسی قرار دارد و محققّین سعی دارند این موانع را از سر راه تولید انرژی های تجدیدپذیر بردارند. از آنجایی که در این پایان نامه به مطالعه و بررسی سلولهای فتوولتائیک خواهیم پرداخت، در زیر جزئیات بیشتری در مورد انرژی خورشیدی بیان شده است.

تابش روزانه نور خورشید در ایران حاوی انرژی بیش از دو برابر مقداری است که ما سالیانه در کشور مصرف می کنیم. همانطور که در شکل (۱-۱) مشاهده می‌کنیم کشور ما درمنطقه‌ای از کرهٔ زمین واقع شده است که میزان تابش عمودی خورشید در آن بسیار بالا می‌باشد[۳].



شکل ۱-۱: میزان تابش عمودی خورشید بر روی کره زمین نشان داده شده است. نقاطی که با رنگ تیره مشاهده می‌شوند، سالانه تابشی در حدود kWh/m^2 ۱۰۰۰ تا ۱۴۰۰ را دارند.

۱-۳- انرژی خورشیدی

خورشید به عنوان یک منبع بی‌پایان انرژی می‌تواند حلال مشکلات موجود در زمینه‌ی تولید انرژی و حفظ محیط زیست باشد. این انرژی که به زمین می‌تابد هزاران بار بیشتر از نیاز ما می‌باشد. حتی نور کمی که از پنجره به اتاق می‌تابد دارای انرژی بیشتری از سیم برقی است که به داخل اتاق کشیده شده است. از انرژی خورشید می‌توان به عنوان یک انرژی تمیز و قابل دسترس در همه جا استفاده کرد. با توجه به اینکه انرژی خورشیدی جزء پیوسته‌ای از زندگی موجود بر روی کره زمین می‌باشد انسان همیشه تلاش کرده که از این منبع عظیم انرژی به نحوی برای اهداف مورد نظر خود استفاده نماید.

نور خورشید که بصورت تابش الکترومغناطیسی به زمین می‌رسد، شامل محدوده‌ی وسیع طیفی ۲۱۰۰nm- ۳۰۰ nm است. انرژی خورشید سالانه به میزان ۳×۱۰^{۲۴} j به زمین می‌تابد (حدود ۶ درصد نور فرابنفش، ۴۶ درصد نور مرئی و ۴۸ درصد نور مادون قرمز)، که بیش از ۱۴۰۰۰ برابر مصرف رایج می‌باشد[۳]. به عبارتی خورشید به عنوان منبع اولیه‌ی تمام انرژی‌های شناخته شده در سیاره زمین، در یک ساعت، $۴/۳\times۱۰^{۲۰}$j انرژی فراهم می‌آورد، و این از میزان مصرف جهانی در یک سال ($۴/۱\times۱۰^{۲۰}$ j) بیشتر است[۳].

چگالی انرژی تابشی در سطح زمین، به عواملی نظیر عرض جغرافیای محل، ارتفاع محل از سطح دریا، فصل و اوقات مختلف و ابری یا غیر ابری بودن آسمان، بستگی دارد. ترکیبات موجود در جو (گرد و غبار، ازن، بخار آب، دی اکسید کربن، اکسیژن و نیتروژن)، هر یک طیف جذب مخصوص به خود را دارا می‌باشند و آنچه به زمین می‌رسد، توزیع اصلاح شده طیف تابشی می‌باشد. اما از نور خورشید به طور مستقیم نمی‌توان به جای سوخت‌های فسیلی بهره برد بلکه باید دستگاه‌هایی ساخته شود که بتوانند انرژی تابشی خورشید را به انرژی قابل استفاده نظیر انرژی مکانیکی، حرارتی، الکتریسیته و غیره تبدیل کنند.

۱-۳-۱- مزیت انرژی خورشیدی نسبت به بقیه انرژی های تجدیدپذیر

مزیتی که انرژی خورشیدی نسبت به بقیه انرژی‌های تجدید پذیر دارد این است که صفحات خورشیدی را می‌توان در همان جایی که مورد استفاده قرار می‌گیرند نصب کرد که این کار موجب وسعت نیافتن شبکه توزیع جریان برق می شود. این صفحات می توانند بخشی از انرژی مورد نیاز ساختمانها را تامین کنند. در آینده قسمتی

از نمای ساختمانها و بدنه اتومبیلها و شاید قسمتی از لباسهایی که می‌پوشیم از این سلولها تشکیل خواهند شد.

جواب دادن به این پرسش که "بزرگترین نیروگاه انرژی خورشیدی جهان در کجا قرار دارد؟" کمی مشکل است. درزمینه ساخت نیروگاه‌های انرژی خورشیدی بین کشورها رقابت شدیدی حاکم است و هرکشوری می‌کوشد، از دیگری پیشی بگیرد. پیش از این، جایگاه نخست تأسیسات فتوولتائیک در اختیار استان آلیکانت در اسپانیا بود، که سالیانه ۳۰ میلیون کیلووات/ساعت برق تولید می‌کند. اما در این میان پارک خورشیدی والد پولنز در شهر براندیس واقع در ایالت زاکسن آلمان، گوی رقابت را از همتای اسپانیاییش ربوده و قرار است مکان نخست را به خود اختصاص دهد. این چرخه رقابت هنوز از حرکت باز نایستاده و همچنان سریع و با قدرت به گردش خود ادامه می‌دهد. به طور مثال، چین در حال طرح‌ریزی برای ساخت یک نیروگاه با توان ۱۰۰ مگاواتی تا سال ۲۰۱۲ است و استرالیا نیز در نظر دارد تا سال ۲۰۱۳، نیروگاهی با توان ۱۵۴ مگاوات در ایالت ویکتوریا احداث کند.

همزمان نه تنها در اروپا، بلکه در نقاط دیگرجهان نیز بسیاری از کشورها با تمام قوا در حال بالابردن ظرفیت تولید سلول‌های خورشیدی هستند. در حقیقت نوعی ماراتن بین‌المللی بر سر ساخت نیروگاههای خورشیدی در پیش است.

۱-۳-۲- کاربردهای انرژی خورشید

از مهمترین کاربردهای انرژی خورشیدی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- گرم کننده‌ها مثل آبگرمکن‌های خورشیدی و کوره‌های خوشیدی جهت ذوب فلزات حتی با دمای بالا، نظیر آهن.

۲- دستگاه‌های آب شیرین کن که توسط آینه‌هایی نور خورشید را روی مخازن آب متمرکز می‌کنند تا کار تبخیر را انجام دهد.

۳- الکتریسیته خورشیدی: این روش از این نظر بر دیگر روش‌های تولید الکتریسیته ارجحیت دارد، که انرژی خورشیدی مستقیماً به انرژی الکتریکی قابل تبدیل است و می‌توان آن را به صور مختلف ذخیره کرد.

۱-۳-۳- طریقه دریافت الکتریسیته از نور خورشید

به دو طریق می‌توان انرژی خورشیدی را به انرژی الکتریسیته تبدیل کرد:

۱- نیروگاه‌های حرارتی که حرارت لازم توسط آینه‌هایی که نور خورشید را روی دیگ بخار متمرکز می‌کنند، تولید می‌شود.

۲- اثرات فوتوولتائیکی[۱]، در این روش انرژی تابشی نور خورشید مستقیماً به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود.

۱-۴- طبقه بندی سیستمهای خورشیدی

سیستمهای خورشیدی، سیستمهایی هستند که در آنها از تابش خورشیدی بمنظور برآوردن نیاز بشر به انرژی استفاده می شود. این سیستمها را می توان به موارد زیر تقسیم نمود:

۱- سیستمهای فوتوبیولوژی

۲- سیستمهای فوتوشیمیایی

۳- سیستمهای فوتوحرارتی

۴- سیستمهای فوتوولتائیک

۱-۴-۱- سیستمهای فوتوبیولوژی

فرآیند فوتوسنتز، قدیمی‌ترین و گسترده‌ترین روش استفاده از انرژی خورشیدی است. گیاهان تابش خورشیدی را جذب کرده و به کمک آن دی اکسید کربن و آب را به مواد قندی تبدیل می‌کنند. در روند این فعل و انفعالات، گیاهان اکسیژن آزاد کرده و نیتروژن و مواد فسفری را جذب می‌کنند. نتیجه این فرآیند را می‌توان به ذخیره سازی بیولوژیکی انرژی خورشیدی تعبیر کرد. انرژی ذخیره شده در گیاهان از طریق سوزاندن چوب و یا تهیه سوختهایی از قبیل الکل و متان بازیابی می‌شود. امروزه تهیه سوخت از مواد گیاهی به علت بازدهی پایین آن به ندرت انجام می‌شود. راندمان این فرآیند بین ۰/۲۵ درصد تا ۰/۵ درصد بوده، که بطور قابل ملاحظه ای از بازدهی اشکال دیگر استفاده از انرژی خورشیدی کمتر است. حتّی با وجود این بازدهی بسیار کم، هزینه تولید انرژی از برخی از این گیاهان، با هزینه تولید سوختهای فسیلی قابل مقایسه می‌باشد. از سوی دیگر می‌توان از

6

۱- Photovoltaic

سلولز که نتیجه مستقیم فرآیند فوتوسنتز بوده و به مقدار زیادی در مواد مازاد کشاورزی موجود است، به عنوان یک منبع انرژی زا برای تهیه مواد شیمیایی مورد نیاز صنعت بهره گرفت.

۱-۴-۲- سیستمهای فوتو شیمیایی

اینگونه سیتمها به دو دسته کلّی تقسیم می شوند:

سیستمهای فوتوشیمیایی که در آن از تابش خورشید در فرآیندهای شیمیایی استفاده می گردد.

سیستمهای هلیوترمیک که در آنها از خورشید به عنوان منبع حرارت بهره می گیرند.

هر دو سیستم در سنتز که به دو انرژی حرارتی و نورانی نیاز دارد بکار رفته و در نتیجه این فرآیندها سوخت تولید می‌شود.

۱-۴-۳- سیستمهای فوتو حرارتی

این گروه از سیستمها را که در حال حاضر یکی از اقتصادی ترین سیستمهای انرژی خورشیدی به شمار می-آیند، می‌توان به ترتیب زیر طبقه بندی کرد:

سیستمهای آب گرم کن

سیستمهای تولید گرما و تولید سرما

سیستمهای خشک کن

سیستمهای آب شیرین کن

سیستمهای تولید الکتریسیته (در نیروگاههای خورشیدی)

سیستمهای تولید فضای سبز (در گلخانه ها)

۱-۴-۴- سیستمهای فوتوولتائیک (سلول‌های خورشیدی)

سلول‌های خورشیدی وسایلی هستند که انرژی تابشی نور خورشید را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کنند. پدیده‌ی تولید ولتاژ و جریان با این روش را پدیده‌ی فوتوولتایی می‌نامند. وقتی نور به سطح این وسایل که از