بسم الله
الرحمن الرحیم

دانشگاه اصفهان

دانشکده علوم

گروه فیزیک

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته فیزیک گرایش ماده چگال

طراحی، ساخت و مشخصه یابی سلول‌های خورشیدی آلی دولایه‌ای

استادان راهنما:

دکتر امیر سید حسن روضاتیان

دکتر حمید رضا فلاح

استاد مشاور:

دکتر حمید هراتی زاده

پژوهشگر:

رسول قاسمی

مهر ماه ۱۳۸۹

دانشگاه اصفهان

دانشکده علوم

گروه فیزیک

پایان نامه ی کارشناسی ارشد رشته ی فیزیک گرایش ماده چگال آقای رسول قاسمی

تحت عنوان

طراحی، ساخت و مشخصه یابی سلول‌های خورشیدی آلی دولایه‌ای

در تاریخ ۱۳۹۷/۷/۲۵ توسط هیات داوران زیر بررسی و با درجه عالی به تصویب نهایی رسید

۱- استاد راهنمای پایان نامه دکتر امیر سید حسن روشانیان با مرتبه ی علمی استادیار امضا

۲- استاد راهنمای پایان نامه دکتر حمید رضا فلاح با مرتبه ی علمی دانشیار امضا

۳-استاد مشاور پایان نامه دکتر حمید هرانی زاده با مرتبه ی علمی دانشیار امضا

۴- استاد داور داخل گروه دکتر مرتضی حاجی محمود زاده با مرتبه ی علمی استادیار امضا

۵- استاد داور خارج از گروه دکتر فریبرز جهانشاه با مرتبه ی علمی استادیار امضا

امضای مدیر گروه

از همه عزیزانی که در تهیه این اثر مرا یاری نمودند سپاسگزارم.

چکیده:

در این پژوهش سلول‌های خورشیدی آلی از نظر ساختاری و فرایندهای فیزیکی که در حین تبدیل انرژی تابشی به انرژی الکتریکی در آن‌ها اتفاق می‌افتد بررسی شدند. به منظور بررسی امکان ساخت سلول با استفاده از مواد انتخاب شده، منحنی جذب و عبور و همچنین نمودار انرژی آن‌ها مورد بررسی قرارگرفت و نشان داده شد که این مواد شرایط لازم برای استفاده در ساخت سلول را دارند. سونش شیمیایی بستره‌ها، اضافه کردن لایه سد کننده اکسیتون و لایه پلیمری PEDOT:PSS میان آند ولایه بخشنده برای حل مشکل اتصال کوتاه شدن در سلول‌های اولیه ساخته شده پیشنهاد شد و این عوامل به همراه لایه نشانی نقره به جای آلومینیوم استفاده شده در سلول‌های اولیه منجر به ساخت یک نمونه سلول خورشیدی آلی دو لایه ای شد. همچنین دیده شد که شکستن خلا دستگاه لایه نشانی در حین ساخت سلول افت عملکرد سلول را به دنبال خواهد داشت. بهینه سازی عملکرد سلول با تغییر ضخامت لایه بخشنده انجام شد و نشان داده شد که عملکرد سلولی با ساختار ITO/PEDOT:PSS/ZnPc/C_{60} (40 nm)/Bphen (10 nm)/Ag (50 nm) وقتی ضخامت لایه ZnPc ۴۰nm باشد بهینه خواهد بود. اثر طول پخش اکسیتونی و تحرک پذیری الکترونی بر عملکرد سلول با مقایسه مشخصات دو سلول ساخته شده با استفاده از PTCDA و $C_{۶۰}$ بررسی شد و در نهایت تاثیر عملیات حرارتی بعد از ساخت سلول بر عملکرد سلول مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و دمای ۱۱۰ ^{o}C به عنوان دمای بهینه برای انجام عملیات حرارتی پیشنهاد شد.

کلمات کلیدی: سلول خورشیدی آلی دو لایه ای ، بخشنده و پذیرنده، بازدهی تبدیل توان، فتالوسیانین روی، فولرین

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه

۱- ۱ مصرف انرژی ۱

۱-۲ انرژی تجدید پذیر ۲

۱-۳ انرژی خورشیدی ۳

۱-۳-۱ بیناب خورشید و استانداردهای تابش ۵

۱-۳-۲ کاربردهای انرژی خورشید ۷

۱-۳-۳ دریافت الکتریسیته از نور خورشید ۷

۱-۴ سلول‌های خورشیدی ۷

۱-۴-۱ تاریخچه سلول‌های خورشیدی ۸

۱-۴-۲ کاربردهای سلول‌های خوشیدی ۹

۱-۴ -۳ سلول‌های خورشیدی معدنی ۹

۱-۴-۴ سلول‌های خورشیدی آلی ۱۰

فصل دوم: نیمرساناهای آلی

۲-۱ مقدمه ۱۱

۲-۲ طبقه بندی کلی نیمرساناهای آلی ۱۳

۲-۳ نیمرسانایی در مواد آلی ۱۳

۲-۴ ویژگی‌های اساسی نیمرساناهای آلی ۱۶

۲-۵ ویژگی‌های نوری ۱۷

۲-۶ اکسیتون ۱۸

۲-۶-۱ اکسیتون‌های وانیر و انتقال بار ۱۸

۲-۶-۲ اکسیتون‌های فرنکل ۲۱

۲-۶-۳ انرژی بستگی اکسیتون در نیمرساناهای آلی ۲۲

عنوان **صفحه**

۲-۶-۴ حرکت اکسیتون‌ها ۲۳

۲-۶ ترابرد حامل‌های بار ۲۴

۲-۷ ویژگی‌های نیمرساناهای آلی و تفاوت آن‌ها با نیمرساناهای معدنی ۲۸

۲-۷-۱ نیروهای بین مولکولی ضعیف ۲۸

۲-۷-۲ انرژی بستگی اکسیتون بالا ۲۸

۲-۷-۳ ضریب جذب بالا در نیمرساناهای آلی ۲۹

۲-۷-۴ طول پخش (انتشار) اکسیتون کوتاه ۲۹

۲-۷-۵ تحرک پذیری پایین حامل‌های بار ۲۹

فصل سوم: بررسی سلول‌های خورشیدی آلی

۳-۱ مقدمه ۳۱

۳-۲ مراحل تولید انرژی در سلول‌های فوتوولتائیک آلی ۳۲

۳-۲-۱ جذب نور و تشکیل اکسیتون ۳۲

۳-۲-۲ انتشار اکسیتون به طرف پیوندگاه ۳۲

۳-۲-۳ تجزیه اکسیتون و تولید حامل‌های بار آزاد ۳۴

۳-۲-۴ انتقال حامل‌ها به سمت الکترودها ۳۴

۳-۲-۵ جمع آوری حامل‌های بار در الکترودها ۳۵

۳-۲-۵-۱ اتصال فلز نیمرسانا ۳۵

۳-۲-۵-۲ انتخاب الکترودها ۳۶

۳-۳ مشخصه‌های نمودار جریان- ولتاژ ۳۷

۳-۳ پارامترهای مهم در سلول‌های خورشیدی آلی ۳۸

۳-۳-۱ بازدهی تبدیل توان ۳۸

۳-۳-۲ بازدهی کوانتومی ۳۹

۳-۳-۳ چگالی جریان مدار کوتاه ۴۰

عنوان **صفحه**

۳-۳-۴ ولتاژ مدار باز ۴۰

۳-۴ دیاگرام مدار معادل ۴۱

۳-۵ ساختارهای مختلف سلول خورشیدی آلی: ۴۵

۳-۵-۱ سلول‌های تک لایه ای ۴۵

۳-۵-۲ سلول‌های دو لایه ای ۴۶

۳-۵-۳ سلولهای مخلوطی ۴۸

۳-۵-۴ سلول‌های لایه در لایه ۴۹

۳-۳-۵ ساختار پیوند ناهمگن مضاعف ۵۰

۳-۳-۶ ساختار p-i-n ۵۱

۳-۳-۷ ساختار شبه p-i-n ۵۱

۳-۳-۸ سلول‌های پی‌درپی ۵۲

۳-۴ طول عمر سلول‌های خورشیدی آلی ۵۳

فصل چهارم:آزمایش‌ها و نتایج

۴-۱ مقدمه ۵۵

۴-۲ روش انباشت لایه‌ها ۵۶

۴-۲-۱روش‌های انباشت فیزیکی بخار ۵۶

۴-۲-۲ روش تبخیر حرارتی در خلاء ۵۶

۴-۲-۳ تبخیر حرارتی مقاومتی ۵۶

۴-۳ دستگاه‌های استفاده شده ۵۷

۴-۳-۱ دستگاه لایه نشانی موجود ۵۷

۴-۳-۲ دستگاه لرزشی فراصوت ۶۰

۴-۳-۳ دستگاه لایه نشانی پوششی چرخشی ۶۱

۴-۳-۴ شبیه ساز خورشیدی ۶۲

عنوان **صفحه**

۴-۳-۵ دستگاه مشخصه یاب I-V ۶۴

۴-۴ مواد استفاده شده ۶۴

۴-۴-۱ الکترود شفاف ITO ۶۵

۴-۴-۲ پلیمر شفاف PEDOT:PSS ۶۷

۴-۴-۳ فتالوسیانین روی ۶۸

۴-۴-۴ PTCDA ۷۰

۴-۴-۵ فولرین $C_{۶۰}$ ۷۲

۴-۴-۶ Bphen ۷۳

۴-۴-۷ الکترود بالایی (کاتد) ۷۵

۴-۵ ساخت و مشخصه یابی سلول‌ها ۷۵

۴-۵-۱ آماده سازی بسترها ۷۵

۴-۵-۲ لایه نشانی مواد استفاده شده ۷۶

۴-۵-۳ ساخت سری اول سلول‌ها ۷۷

۴-۵-۳-۱ سونش شیمیایی ITO ۷۹

۴-۵-۳-۲ ساخت سلول با استفاده از بستره سونش شده و لایه سد کننده اکسیتون Bphen ۷۹

۴-۵-۴ ساخت سری دوم سلول‌ها ۸۱

۴-۵-۴-۱ لایه نشانی PEDOT:PSS ۸۱

۴-۵-۴-۲ لایه نشانی نقره ۸۱

۴-۵-۴-۳ بررسی مشخصات سلول‌های ساخته شده ۸۲

۴-۶ بررسی برخی عوامل موثر برعملکرد سلول ۸۵

۴-۶-۱ تاثیر ضخامت لایه ZnPc ۸۵

۴-۶-۲ تاثیر طول پخش اکسیتونی و تحرک پذیری الکترونی پذیرنده ۸۹

۴-۶ -۳ تاثیر عملیات حرارتی ۹۱

عنوان **صفحه**

فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادات

۵-۱ نتیجه گیری..... ۹۵

۵-۲ پیشنهادات..... ۹۶

منابع و مأخذ..... ۹۸

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱: منابع انرژی، حال و آینده منابع انرژی حال و آینده ۲

شکل ۱-۲: میزان تابش عمودی خورشید بر روی کره زمین ۴

شکل ۱-۳ : استانداردهای تابش خورشید و زاویه تابش مربوط به آن‌ها ۵

شکل ۱-۴: بیناب خورشید برای استانداردهای مختلف تابش ۶

شکل ۲-۱ : ساختار ملوکولی برخی از الف: پلیمرها، ب: کوچک مولکول‌ها ۱۳

شکل۲-۲ : طرحواره‌ای از پیوندهای سیگما و پی ۱۴

شکل ۲-۳: هیبریدشدگی اوربیتال‌های اتمی اتم کربن ۱۵

شکل ۲-۴ : نحوه تشکیل پیوند دریک نیمرساناهای آلی نوعی ۱۶

شکل ۲-۵: انواع اکسیتون‌ها ۱۹

شکل ۲-۶ : حالت‌های برانگیخته در نیمرسانای کلاسیکی و حالت‌های مولکولی با ترازهای گسسته ۲۰

شکل۲-۷ : قرارگیرجفت الکترون-حفره در نیمرساناهای آلی ۲۳

شکل۲-۸: ترازهای انرژی برای یک مولکول مجزا و یک بلور مولکولی ۲۵

شکل ۲-۹: ترازهای انرژی برای یک مولکول مجزا ، بلور مولکولی و یک جامد بی نظم ۲۵

شکل۳-۱: جذب نور و تشکیل اکسیتون در سلول خورشیدی آلی ۳۲

شکل ۳-۲: پخش اکسیتون در سلول خورشیدی آلی ۳۳

شکل۳-۳: تجزیه اکسیتون به حامل‌های بار آزاد در سلول خورشیدی آلی ۳۴

شکل ۳-۴: انتقال حامل‌های بار آزاد به سمت الکترودها در سلول خورشیدی آلی ۳۵

شکل ۳-۵: جمع آوری بار در الکترودهای سلول خورشیدی آلی ۳۵

شکل ۳- ۶ : دو سلول با تماس‌های اهمی و شاتکی ۳۷

شکل ۳-۷ : مشخصه‌های نمودار جریان- ولتاژ یک سلول خورشیدی نوعی ۳۸

شکل ۳-۸: چهار مرحله اساسی در تولید فوتوجریان در اثر تابش نور ۴۰

شکل۳-۹: دیاگرام مدار معادل یک سلول خورشیدی ۴۱

شکل۳-۱۰: دیاگرام مدار معادل یک سلول خورشیدی با استفاده از منبع ولتاژ به جای مقاومت بار ۴۳

عنوان **صفحه**

شکل ۳- ۱۱ : دیاگرام مدار معادل توسعه یافته برای سلول خورشیدی آلی ۴۴

شکل ۳-۱۲: نمایی از یک سلول آلی با ساختار تک لایه ای ۴۶

شکل ۳-۱۳: فرآیند تبدیل نور به جریان در سلول آلی دو لایه ای ۴۷

شکل۳-۱۴: نمایی از یک سلول آلی با ساختار دو لایه ای ۴۷

شکل۳-۱۵: نمایی از یک سلول آلی با ساختار مخلوطی. ۴۸

شکل۳-۱۶: سلول لایه در لایه. ۴۹

شکل ۳-۱۷: روش ساخت یک سلول لایه در لایه ۵۰

شکل ۳- ۱۸: نمایی از یک سلول آلی با ساختار پیوند ناهمگن مضاعف ۵۰

شکل ۳-۱۹: نمایی از یک سلول آلی با ساختار p-i-n ۵۱

شکل ۳-۲۰: نمایی از یک سلول آلی با ساختار شبه p-i-n ۵۲

شکل ۳-۲۱: یک سلول با ساختار شبه p-i-n با بازدهی ۱/۵ ٪ ۵۲

شکل ۳-۲۲: نمایی از یک سلول خورشیدی پی‌درپی ۵۳

شکل ۳-۲۳: ساختار یک سلول پی‌درپی با بازدهی ۵/۷٪ ۵۳

شکل۴-۱: برخی از بوته‌های مورد استفاده برای تبخیر مواد مختلف ۵۷

شکل۴-۲: پمپ چرخشی ۵۸

شکل ۴-۳: پمپ توربو ملکولی ۵۸

شکل ۴-۴: محفظه دستگاه لایه نشانی ۵۹

شکل ۴-۵ : دستگاه تبخیر حرارتی موجود ۵۹

شکل۴-۶ : نمایشگر ضخامت سنج بلور کوارتز ۶۰

شکل ۴-۷: دستگاه فراصوت استفاده شده ۶۱

شکل۴-۸ : طرحواره‌ای از دستگاه پوششی چرخشی ۶۱

شکل ۴-۹: دستگاه لایه نشانی پوششی چرخشی موجود در آزمایشگاه ۶۲

شکل ۴-۱۰: بیناب یک شبیه ساز خورشیدی ۶۳

شکل ۴-۱۱: شبیه ساز خورشیدی ساخته شده ۶۳

عنوان **صفحه**

شکل ۴-۱۲: دستگاه مشخصه یاب I-V (Keithley 2400) ۶۴

شکل ۴-۱۳: منحنی تراگسیل لایه ITO ۶۶

شکل ۴-۱۴: الگوی پراش پرتو ایکس لایه ITO ۶۶

شکل ۴-۱۵: ساختار مولکولی PEDOT:PSS ۶۷

شکل ۴-۱۶: منحنی تراگسیل لایه PEDOT:PSS ۶۷

شکل ۴-۱۷: ساختار مولکولی فتالوسیانین روی ۶۸

شکل ۴-۱۸ : منحنی جذب لایه ZnPC با ضخامت۴۰ nm ۶۹

شکل ۴-۱۹ : الگوی پراش پرتوی ایکس از لایه ZnPc ۶۹

شکل ۴-۲۰: ساختار مولکولی PTCDA ۷۰

شکل ۴-۲۱ : منحنی جذب لایه PTCDAباضخامت ۴۰nm ۷۱

شکل ۴-۲۲: الگوی پراش پرتو ایکس از لایه PTCDA با ضخامت ۴۰ nm ۷۱

شکل ۴-۲۳ : ساختار مولکولی $C_{۶۰}$. ۷۲

شکل ۴-۲۴ : منحنی جذب لایه $C_{۶۰}$. با ضخامت ۴۰ nm ۷۳

شکل ۴-۲۵: ساختار مولکولیBphen ۷۴

شکل ۴-۲۶: بیناب عبور لایه Bphen باضخامت ۶۰ nm ۷۴

شکل ۴-۲۷: الگوی پراش پرتو ایکس از لایه Bphen ۷۴

شکل ۴-۲۸: ترتیب قرار گیری لایه‌ها در سلول اول ۷۸

شکل ۴-۲۹: مشخصه جریان ولتاژ سلول اول ۷۸

شکل ۴-۳۰: طرحواره ای از بستره ITO سونش نشده و بستره سونش شده ۷۹

شکل ۴-۳۱: ترتیب قرار گیری لایه‌ها در سلول ساخته شده با استفاده از بستره سونش شده و لایه سد کننده اکسیتون ۸۰

شکل ۴-۳۲ : مشخصه جریان-ولتاژ در روشنایی و در تاریکی برای سلول نهایی سری اول ۸۰

شکل ۴-۳۳ : نحوه قرار گیری لایه‌ها در سلول‌های سری دوم ۸۲

شکل ۴-۳۴ : مشخصه جریان-ولتاژ در روشنایی و در تاریکی برای سلول شماره ۱ ۸۲

عنوان **صفحه**

شکل ۴-۳۵: مشخصه جریان-ولتاژ در روشنایی و در تاریکی برای سلول شماره ۲ ..... ۸۴
شکل ۴-۳۶: مشخصه جریان-ولتاژ در روشنایی و در تاریکی برای سلول شماره ۳..... ۸۴
شکل ۴-۳۷ : مشخصه جریان ولتاژ سلول‌های با ضخامت ZnPc متفاوت..... ۸۷
شکل ۴-۳۸ : مشخصه جریان ولتاژ سلول‌های با ضخامت ZnPc متفاوت (آزمایش دوم)..... ۸۸
شکل ۴-۳۹ :تاثیر ضخامت ZnPc بر جریان مدار کوتاه، ولتاژ مدار باز ۸۹
شکل ۴-۴۰ : مشخصه جریان ولتاژ سلول ساخته شده با PTCDA و $C_{۶۰}$..... ۹۰
شکل ۴-۴۱ : جذب لایه PTCDA و $C_{۶۰}$..... ۹۱
شکل ۴-۴۲ : مشخصه جریان ولتاژ سلول پخت داده شده ۹۳
شکل ۴-۴۳: منحنی جذب برای دولایه‌ای‌های$ZnPc/C_{60}$ پخت داده شده در دماهای مختلف..... ۹۴

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول ۱-۱: انرژی‌های تجدید پذیر ۳
جدول ۴-۱: مشخصات سلول شماره ۱ ..... ۸۳
جدول ۴-۲: مشخصات سلول‌های شماره ۲و ۳ ..... ۸۳
جدول ۴-۳: مشخصات سلول‌های با ضخامت ZnPc متفاوت ۸۶
جدول ۴-۴: مشخصات سلول‌های با ضخامت ZnPc متفاوت (آزمایش دوم) ۸۷
جدول ۴-۵ : مشخصات سلول‌های ساخته شدده با پذیرنده‌های متفاوت ۹۰
جدول ۴-۶ : مشخصات سلول‌های پخت داده شده در دماهای متفاوت ۹۲

پیشگفتار

نیاز به منابع انرژی در زندگی روزمره جوامع انسانی روز به روز در حال افزایش است. از طرفی منابع انرژی که در حال حاضر مورد استفاده قرار می‌گیرند محدود می‌باشند. بنابراین نیاز به جایگزینی منابع قبلی و یافتن راه‌هایی برای تبدیل انرژی منابع جدید به انرژی قابل مصرف به ویژه انرژی الکتریکی در حال حاضر بیش از هر زمان دیگری احساس می-شود. به دلیل این احساس نیاز، نگاه‌ها به سمت انرژی‌های نو به ویژه منابع انرژیهای تجدید پذیر معطوف شده است. در میان این منابع، خورشید به دلیل در دسترس بودن و نامحدود بودن از اهمیت ویژه ای برخوردار است. این اهمیت به ویژه در مناطقی از جهان که از نظر منابع انرژی رایج فقیر هستند اما از تابش خورشیدی نسبتا خوبی برخوردار هستند نمود بیشتری پیدا می‌کند. از آنجا که انرژی الکتریکی مهمترین شکل انرژی مصرفی روزمره است، یافتن راهی برای تبدیل مستقیم انرژی تابشی خورشید به انرژی الکتریکی از دیر باز مورد توجه بوده است. از زمان معرفی سلول‌های خورشیدی به عنوان قطعاتی که می‌توانند این تبدیل مستقیم انرژی تابشی به الکتریکی را انجام دهند تا به امروز تلاش‌های بسیاری در جهت بهینه سازی این قطعات صورت گرفته است. اگرچه تلاش‌های انجام گرفته در جهت بالا بردن بازدهی این سلول‌ها کاملا موفق بودند اما به دلیل بالا بودن هزینه تولید این سلول‌ها و مقرون به صرفه نبودن انرژی تولیدی در مقایسه با انرژی تولید شده از منابع رایج استفاده از این سلول‌ها برای جایگزینی منابع قبلی انرژی مورد تردید قرار گرفته است. به همین دلیل تحقیقات زیادی برای کاهش هزینه تولید این سلول‌ها انجام گرفته است. یکی از راهکارهای نوید بخش استفاده از نیمرساناهای آلی در ساخت این سلول‌هاست. مواد آلی فراوانی و تنوع زیادی دارند بنابراین ارزان ترند وبه این دلیل که ساخت سلول با استفاده از این مواد در مقایسه با مواد معدنی آسان تر است، می‌توانند گزینه مناسبی برای تولید ارزان سلول‌های خورشیدی باشند.

هدف این پایان نامه بررسی نظری سلول‌های خورشیدی آلی و تشریح چگونگی ساخت سلول‌های خورشیدی آلی دو لایه ای است. با توجه به این هدف ۴ فصل در نظر گرفته شده است:

در فصل اول به بحران انرژی در جهان و لزوم به کارگیری انرژی‌های تجدید پذیر پرداخته می‌شود. منابع انرژی تجدیدپذیر معرفی شده و انرژی خورشیدی به طور ویژه مور دبررسی قرار می‌گیرد. در ادامه چگونگی استفاده از انرژی خورشید تشریح می‌شود و سلول‌های خورشیدی و انواع آن‌ها معرفی می‌گردند.

با توجه به هدف معرفی شده، فصل دوم به بررسی نیمرساناهای آلی می‌پردازد. چگونگی به وجود آمدن نیمرسانایی در مواد آلی و ویژگیهای ساختاری و فیزیکی این مواد و تفاوت‌های آن‌ها با همتاهای معدنی خود از موضوعات مورد بحث در این فصل خواهد بود.

فصل سوم به بررسی نظری سلول‌های خورشیدی آلی اختصاص می‌یابد. چگونگی تبدیل انرژی و فرآیندهای فیزیکی موثر در این زمینه به طور مفصل مورد بررسی قرار خواهند گرفت. در ادامه به انواع مشخصه یابی سلول‌های خورشیدی و

چگونگی تفسیر و تحلیل آن‌ها می‌پردازیم. در انتهای فصل به معرفی ساختارهای مختلف به کار رفته در ساخت سلول-های خورشیدی آلی و بیان معایب و مزایای هر کدام از آن‌ها می‌پردازیم.

در فصل چهارم نحوه انجام آزمایش‌ها و نتایج به دست آمده بیان شده است. در این فصل دستگاه‌ها و مواد استفاده شده به تفصیل معرفی خواهند شد. پس از آن به تلاش‌های ناموفق در زمینه ساخت سلول، علل ناکامی و راهکارهای مناسب برای حل آن‌ها می‌پردازیم. نحوه ساخت موفقیت آمیز سلول خورشیدی آلی دو لایه‌ای و ویژگی‌های سلول‌های ساخته شده مورد بررسی قرار خواهد گرفت و در نهایت میزان و چگونگی تاثیر عواملی همچون ضخامت لایه‌ها و عملیات حرارتی بر عملکرد سلول مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

فصل اول

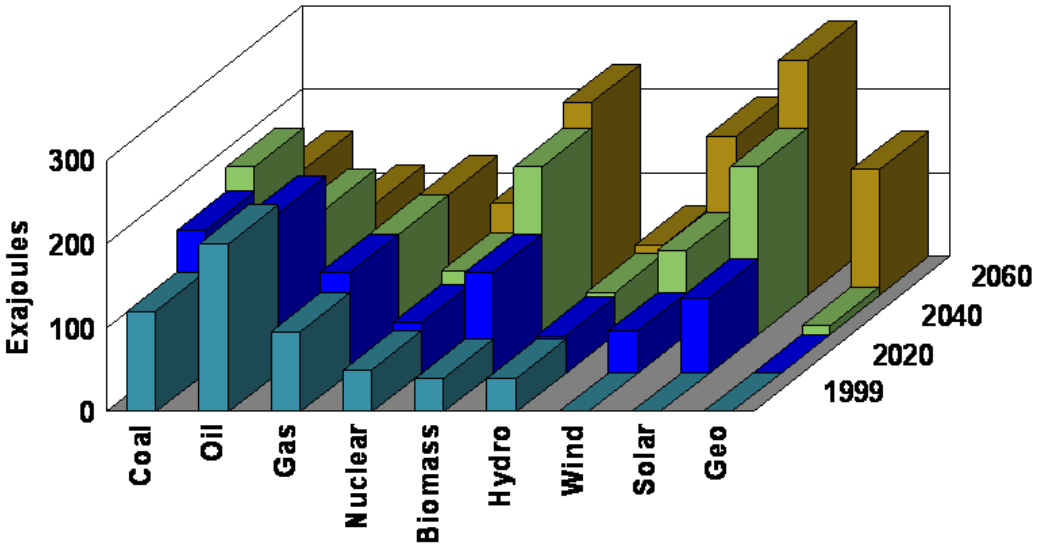
مقدمه

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 محیط زیست 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. بیش از ۸۰ درصد از کل مصرف جهانی انرژی از سوخت‌های فسیلی و تنها حدود ۱۰ درصد از نیروهای هسته‌ای تامین می‌شود [۱، ۲]. سوخت‌های فسیلی علاوه بر مزایای فراوانشان، معایب مخصوص به خود را نیز دارا می‌باشند. به عنوان مثال، سوزاندن سوخت‌های فسیلی باعث بالا رفتن دمای کره زمین می‌شود که آلودگی‌های شدید زیست محیطی را به بار می‌آورد.

سالانه حدود ۲۰×۱۰^{۱۲} kg دی اکسیدکربن در اثر احتراق سوخت‌های فسیلی وارد اتمسفر می‌شود و گیاهان از جذب این مقدار CO_2عاجزند. بالا رفتن میزانCO_2 موجود در جو، افزایش نسبتاً زیاد اثرات گلخانه‌ای (که باعث افزایش دمای میانگین سطح زمین بین ۰/۶ تا ۰/۷ درجه سلسیوس تا سال۲۱۰۰ می‌شود) و باران اسیدی را به دنبال خواهد داشت [۳]. 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 می-رسند. طبق برآوردهای انجام شده میزان استخراج نفت طی ۱۰ الی ۲۰ سال آینده رو به کاهش می‌گذارد [۳]. استفاده از انرژی‌های هسته‌ای به عنوان جانشینی برای سوخت‌های فسیلی نیز چندان موفقیت آمیز نبوده است. با توجه به هزینه‌های سنگین برای ساخت نیروگاه و تشعشعات خطرناک نیروگاه‌های هسته‌ای این جایگزین هم زیاد مقرون به صرفه نیست و هم انفجار یکی از آن‌ها خسارات فراوان و جبران ناپذیری به بار خواهد آورد. همچنین ضایعات پرتوزای ناشی از سوخت‌های هسته‌ای به دلیل مدت اثر بسیار طولانی ، برای انسان‌ها و محیط زیست بسیار خطرناک مباشند [۴].



شکل ۱-۱: منابع انرژی، حال و آینده

۱-۲ انرژی تجدید پذیر

پس از تلاش برای دستیابی به انواع مختلف انرژی، به دلیل حساسیت‌ها در زمینه‌ی مسائل زیست محیطی و کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی، همچنین خطر حوادث هسته‌ای، مشکلات نگهداری ضایعات هسته‌ای و محدود بودن این منابع، توجه جهانی به سمت استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر مانند انرژی باد، انرژی آب (انرژی جذر و مد و انرژی پتانسیل رودخانه‌ها)، انرژی زمین گرمایی، زیست توده‌های گیاهی و به ویژه انرژی خورشیدی

معطوف شده است. اخبار منتشر شده، نشان دهنده استفاده کشورهای مختلف از این انرژی‌ها به ویژه انرژی خورشیدی است [۲].

منابع انرژی تجدید پذیر، منابع طبیعی‌ای هستند که نه تمام می‌شوند و نه اثرات زیان آور زیست محیطی دارند. ویژگی اصلی انرژی‌های تجدید پذیر این است که همیشه در دسترس بوده و دارای ضایعات مضر نیز نمی‌باشد. اغلب انرژی‌های تجدید پذیر در عین تمیز بودن دارای کاستی‌های مخصوص به خود نیز هستند. به عنوان مثال توربین‌های بادی فضای بزرگی را اشغال می‌نمایند و توربین‌های آبی به مکان‌های خاصی که دارای جریان‌های آب سطحی (رودخانه‌های مرتفع و آبشارها) هستند، نیاز دارند.

جدول ۱-۱: انرژی‌های تجدید پذیر [۵]

منبع انرژی	میزان سهم از کل انرژی‌های تجدید پذیر (٪)	توصیف	محصول
زیست توده	۵۳	سوزاندن مواد گیاهی و کود-های حیوانی	گرما و گاز
آب	۳۶	شارش آب از ارتفاع بالا به سمت پایین در سدها	الکتریسیته
باد	۵	چرخاندن توربین توسط باد	الکتریسیته
زمین گرمایی	۵	بهره‌برداری از گرما و بخار جبه زمین	گرما و الکتریسیته
خورشیدی	۱	جذب و ذخیره‌سازی انرژی خورشید	گرما و الکتریسیته

۱-۳ انرژی خورشیدی

خورشید به عنوان یک منبع بی‌پایان انرژی می‌تواند حلال مشکلات موجود در زمینه‌ی تولید انرژی و حفظ محیط زیست باشد. انرژی که از طرف خورشیدبه زمین می‌تابد هزاران بار بیشتر از نیاز ما می‌باشد. حتی نور کمی که از پنجره به درون اتاق می‌آید دارای انرژی بیشتری از سیم برقی است که به داخل اتاق کشیده شده است. از انرژی