دانشگاه زنجان

دانشکده فنی مهندسی

گروه برق

گرایش قدرت

بررسی اثر سایه بر روی سلول های خورشیدی و راه های برطرف کردن آن

پایان نامه

تهیه کننده :

یونس بهزادپور ۹۳۴۴۵۱۰۶

استاد:

دکتر مرتضی اسلامیان

بهار۹۸

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل۱ (اهمیت و جایگاه PV)

۱-۱- مقدمه ۱

۱-۲- ایران و فناوری منابع انرژی تجدیدپذیر به ویژه انرژی خورشیدی ۲

۱-۳- سلول های خورشیدی در ایران ۲

۱-۴- آموزش سلول های خورشیدی در جهان ۳

۱-۵- فعالیت های آموزشی انجام شده در جهان ۳

۱-۶- فعالیت های آموزشی انجام شده در ایران ۳

۱-۷- اهداف آموزش سلول های خورشیدی ۴

فصل۲(ساختار سلول های فتوولتائیک)

۲-۱- کلیات در خصوص نیروگاه های فتوولتائیک (PV) ۵

۲-۲- انرژی حاصله از خورشید ۶

۲-۳- اجزای اصلی یک نیروگاه فتوولتائیک ۱۰

۲-۳-۱- ژنراتور فتوولتائیک ۱۰

فصل۳ (اتصال سلول های فتوولتائیک و مزایا و معایب)

۳-۱- پنل های متصل به شبکه ۱۵

۳-۲- تولید متناوب و ذخیره انرژی ۱۶

۳-۳- تولید انرژی ۱۶

۳-۳-۱- جریان معادل سلول PV ۱۶

۳-۳-۲- نمودار ولتاژ جریان سلول خورشیدی ۱۸

۳-۳-۳- طرح اتصال به شبکه ۲۰

۳-۳-۴- ماکزیمم توان نامی ۲۱

۳-۳-۵- شیب و جهت پنل ها ۲۳

۳-۳-۶- ولتاژ جریان در یک پنل (PV) ۲۴

۳-۳-۷- انرژی تولیدی متفاوت ۲۴

۳-۳-۷-۱- تابش ۲۴

۳-۳-۷-۲- دمای مدل ۲۵

۳-۳-۷-۳- سایه ۲۶

۳-۴- سیستم کاندیشن مطبوع ۲۶

۳-۴-۱- سیستم کاندیشن توان جداگانه PV ۲۷

۳-۵- نوع شناسی ارتباطات سیستم های PV ۲۹
۳-۵-۱- توپولوژی مبدل متمرکز ۲۹
۳-۵-۲- توپولوژی مبدل متبوع تابعه ۳۰
۳-۵-۳- توپولوژی مبدل رشته ای ۳۰
۳-۵-۴- توپولوژی های مبدل چند رشته ای ۳۱
۳-۵-۵- توپولوژی مبدل مدولار ۳۱
۳-۶- مقایسه توپولوژی های مبدل ترانسفورمر و بدون ترانسفورمر ۳۲
۳-۷- بررسی اینورتر بدون ترانسفورمر برای سیستم PV متصل به شبکه ۳۴
۳-۷-۱- برای تقویت ولتاژ ورودی نیروگاه PV ۳۶
۳-۸- تکنیک های همگام سازی شبکه ۴۰
۳-۹- استاندارد شبکه ۴۱
۳-۱۰- خلاصه ۴۲
۳-۱۱- انتخاب کابل ۴۲
۳-۱۱-۱- انواع کابل ۴۲
۳-۱۲- اتصال به شبکه و اندازه گیری انرژی ۴۳
۳-۱۲-۱- به صورت عمومی ۴۳
۳-۱۲-۲- به صورت موازی با شبکه LV ۴۵
۳-۱۲-۳- اندازه گیری انرژی تولیدی و رد و بدل شدن با شبکه ۴۷
۳-۱۳- حفاظت در برابر اضافه جریان و اضافه ولتاژ ۴۹
۳-۱۳-۱- حفاظت در برابر اضافه جریان در سمت DC ۴۹
۳-۱۳-۲- حفاظت رشته ها در برابر جریان برگشتی ۵۱
۳-۱۳-۳- انتخاب وسیله های حفاظتی ۵۱
۳-۱۳-۴- حفاظت در برابر اضافه جریان در سمت AC ۵۲
۳-۱۳-۵- حفاظت از اضافه ولتاژ ۵۳
۳-۱۴- مزایا و معایب استفاده ازانرژی خورشیدی ۵۳
۳-۱۴-۱- مزایا ۵۴

فصل۴ (بررسی اثر تاریکی)

۴-۱- مقدمه ۵۸
۴-۲- شرح سیستم ۵۸
۴-۳- مدل آرایه ی PV ۵۹
۴-۳-۱- ویژگی های ماژول PV ۶۱
۴-۳-۲- تأثیر تغییر تابش ۶۳

۴-۳-۳- تأثیر تغییر دما ۶۴
۴-۴- شبیه سازی سلول های فتوولتایی (pv) ۶۵
۴-۵- اثر سایه ای بر روی سلول های خورشیدی ۶۸
۴-۶- راه های برطرف کردن اثر سایه ای (partitial shading) ۷۰
۴-۶-۱ دنبال کننده بالاترین توان خروجی mppt ۷۰
۴-۷- باتری ۷۵
۴-۸- مقایسه دو تعقیب نقطه توان حداکثر (mppt) ۷۷

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ۲-۱- تابش برون اتمسفری ۶
شکل ۲-۲- جریان انرژی بین خورشید، اتمسفر و زمین ۷
شکل ۲-۳- مولفه های پرتو خورشیدی ۸
شکل ۲-۴- پرتو منعکس شده ۹
شکل ۲-۵- اطلس خورشیدی ۹
شکل ۲-۶- تابش جهانی روزانه بر حسب kWh / m2 ۱۰
شکل ۲-۷- سلول فتوولتائیک ۱۱
شکل ۲-۸- یک سلول فوتوولتائیک چگونه کار می کند ۱۲
شکل ۲-۹- اثر فتوولتائیک ۱۳
شکل ۳-۱- پنل های متصل به شبکه پایدار ۱۵
شکل ۳-۲ ۱۵
شکل ۳-۳- دیاگرام اصلی یک سیستم خورشیدی متصل به شبکه ۱۶
شکل ۳-۴- جریان معادل سلول PV ۱۶
شکل ۳-۵- نمودار ولتاژ جریان PV ۱۸
شکل ۳-۶ ۲۰
شکل ۳-۷ ۲۰
شکل ۳-۸ ۲۱
شکل ۳-۹ ۲۳
شکل ۳-۱۰ ۲۳
شکل ۳-۱۱ ۲۴
شکل ۳-۱۲ ۲۵
شکل ۳-۱۳ ۲۶
شکل ۳-۱۴-سیستم PV متصل به شبکه با جداسازی گالوانیک ترانسفورماتور ۲۷
شکل ۳-۱۵-سیستم PV متصل به شبکه با مبدل بدون ترانسفورمر ۲۸
شکل ۳-۱۶- توپولوژی های مبدل متمرکز ۲۹
شکل ۳-۱۷- توپولوژی های مبدل متبوع تابعه ۳۰
شکل ۳-۱۸- توپولوژی مبدل رشته ای ۳۰
شکل ۳-۱۹- توپولوژی مبدل چندرشته ای ۳۱
شکل ۳-۲۰- توپولوژی مدولار ۳۲

شکل ۳-۲۱- مقایسه توپولوژی اینورتر متصل به شبکه PV (پایگاه داده فوتون، ۱۹۹۲) ۳۴
شکل ۳-۲۲- اینورتر PV کموناتوری خطی ۳۵
شکل ۳-۲۳- اینورتر PV کموناتوری اجباری ۳۵
شکل ۳-۲۴- اینورتر PV نوع بوست ۳۶
شکل ۳-۲۵- اینورتر PV نیمه پل دو باک ۳۶
شکل ۳-۲۶- اینورتر PV تمام پل دو باک ۳۷
شکل ۳-۲۷- سیستم PV تحریک شده با اینورتر منبع – ۳۷
شکل ۳-۲۸- اینورتر PV نقطه‌ی بی اثر گیردار ۳۸
شکل ۳-۲۹- اینورتر بدون ترانسفورمر بهینه شده ۳۸
شکل ۳-۳۰- اینورتر متصل به شبکه ی PV بدون ترانسفورماتور تغذیه شده با ZSI اصلاح شده ۳۹
شکل ۳-۳۱- توپولوژی اینورترH6 PV ۴۰
شکل ۳-۳۲- اینورتر منبع T برای سیستم متصل به شبکهPV ۴۰
شکل ۳-۳۳- ساختار فریم همگون PLL (dq) ۴۱
شکل ۳-۳۴ ..... ۴۵
شکل ۳-۳۵-الف ۴۶
شکل ۳-۳۶-ب ۴۷
شکل ۳-۳۷- مدل اندازه گیری شکل ۴۷
شکل ۳-۳۸ ..... ۴۸
شکل ۳-۳۹ ..... ۵۱
شکل ۴-۱ –نمودار بلوکی مبدل متصل به شبکهPV ۵۸
شکل ۴-۲–مدار معادل اصلی سلولPV ۶۰
شکل ۴-۳ –مدل مدار معادل عملیاتی سلولPV ۶۰
شکل ۴-۴ –خصوصیات نیروگاه تکPV ۶۲
شکل ۴-۵–خصوصیات سلول PV در دمای ثابت و تابش متغیر ۶۳
شکل ۴-۶–خصوصیات سلول PV در دمای متغیر و تابش ثابت ۶۴
شکل ۴-۷ –نمونه شبیه سازی سلول فتوولتایی ۶۵
شکل ۴-۸–نتایج سلول خورشیدی در شبیه سازی ۶۶
شکل ۴-۹نتایج توان خروجی ۶۷
شکل ۴-۱۰–نتایج خروجی ac متصل به شبکه ۶۷
شکل ۴-۱۱–نتایج سلول فتوولتایی در اثر رخداد اثر سایه ای ۶۸
شکل ۴-۱۲- نتایج توان خروجی در اثر سایه ای ۶۹
شکل ۴-۱۳- نتایج جریان و ولتاژخروجی در اثر سایه ۶۹

شکل ۴-۱۴- امپدانسهای dcو acآرایه های خورشیدی ۷۱
شکل ۴-۱۵–فلوچارت روش نموی رسانایی ۷۲
شکل ۴-۱۶–علامت dp/dvدر نقاط مختلف مشخصه توان – ولتاژ ۷۳
شکل ۴-۱۷–فلوچارت روش مشاهده و دنبال کردن ۷۳
شکل ۴-۱۸–شبیه سازی داخل mppt controller ۷۴
شکل ۴-۱۹–شبیه سازی داخل mppt ۷۴
شکل ۴-۲۰–شبیه سازی باطری ۷۵
شکل ۴-۲۱–نتایج توان خروجی در صورت ورود باطری ۷۶
شکل ۴-۲۲–نتایج جریان و ولتاژ خروجی در صورت وجود باطری ۷۶
شکل ۴-۲۳–شبیه سازی با روش دیگری از mppt ۷۷
شکل ۴-۲۴–نتایج سلول فتوولتایی در اثر رخداد اثر سایه ای ۸۰
شکل ۴-۲۵–نتایج توان خروجی در اثر سایه ای ۸۱
شکل ۴-۲۶–نتایج جریان و ولتاژ خروجی شبکه ۸۱

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول(۳-۱) ۴۲
جدول(۴-۱ –پارامترهای الکتریکی پنل BP 3235T PV در شرایط آزمون استاندارد ۵۹

فصل ۱

اهمیت و جایگاه PV

۱-۱- مقدمه

نیاز جهان به انرژی به دلیل رشد طبیعی و استفاده از فناوری های جدید در ابعاد وسیعی افزایش یافته است. منابع سوخت های فسیلی (ذغال سنگ، نفت و گاز) روزی تمام خواهد شد. به علاوه سوزاندن سوخت های فسیلی باعث افزایش نگرانی های جهانی در مورد گرم شدن زمین و آلودگی هوا شده است. اگرچه با گذر زمان وابستگی بشر به منابع انرژی فسیلی به منظور تولید انرژی افزایش یافته، اما به دلیل محدود و پایان پذیر بودن این منابع و آلودگی های زیست محیطی ناشی از آن، یافتن منبع انرژی جایگزین ضرورت پیدا کرده است. انرژی خورشیدی یکی از این منابع جایگزین انرژی محسوب می شود.

نقش علم، فناوری و ریاضی در بهتر کردن کیفیت زندگی و تشکیل یک جامعه پیشرفته انکارناپذیر است. بدون علم فناوری به وجود نمی آید و بدون فناوری جامعه ای پیشرفته تشکیل نخواهد شد. کشورهای مختلف به دنبال سیاست هایی هستند که به تشویق نسل جوان به فراگیری دانش و فناوری کمک کند. زیرا دادن آموزش مناسب علوم به شاگردان بهترین راه برای داشتن شهروندانی مسئولیت پذیر و ساختن اقتصادی قدرتمند است. مدارس، مؤسسات اجتماعی مهمی هستند که نسل های آینده را برای زندگی اجتماعی آماده می کنند. دانش در مدارس معمولاً به صورت برنامه درسی رسمی شامل موضوع های خاص و در طول تقویم آموزشی مدارس به دانش آموزان منتقل می شود.

در حال حاضر یکی از مهم ترین مشکلات جامعه بشری، آلودگی زیست محیطی حاصل از سوزاندن سوخت های فسیلی، محدود بودن منابع سوخت های فسیلی و پیدا کردن یک منبع انرژی جایگزین مناسب است که محدودیت های ذکر شده برای سوخت های فسیلی را نداشته باشد. سواد علمی در دنیای امروز به معنی توانایی یافتن راه حل برای حل مسائل و مشکلات است. مطالعات دانشمندان خبر از آینده ای روشن برای به کارگیری منابع انرژی تجدیدپذیر می دهد. برای خلق چنین آینده روشنی، آموزش در زمینه انرژی های تجدیدپذیر باید با سرعت و کیفیت بالا و به گونه ای مؤثر برای نسل آینده انجام پذیرد. در این راستا آموزش وپرورش به عنوان ابزار نیرومند تحولات اجتماعی نقش مهمی در توسعه منابع انرژی تجدیدپذیر دارد.

هدف ویژه آموزش انرژی های تجدیدپذیر افزایش آگاهی دانش آموزان در مورد طبیعت و عوامل ایجادکننده بحران انرژی کنونی، دادن آگاهی به دانش آموزان در مورد انواع مختلف انرژی های تجدیدپذیر، ایجاد توانایی مطرح کردن راهبردهای جایگزین حل بحران انرژی در آینده و... است.

۱-۲- ایران و فناوری منابع انرژی تجدیدپذیر به ویژه انرژی خورشیدی

انرژی های تجدیدپذیر در ایران و جهان موضوع جدیدی است. مراحل توسعه و پیشرفت فناوری های مختلف انرژی های تجدیدپذیر نیز متفاوت است. برخی همچون انرژی باد و فوتو ولتایی به تکامل رسیدهاند و برخی مانند امواج و نیروگاه های گرمایی خورشیدی در مراحل پایینتری از پیشرفت قرار دارند. با جدی شدن طرح هدفمندی یارانهها در ایران که به دنبال بحرانهای تأمین برق و سوخت مطرح شد توجه به بهرهبرداری بیشتر از منابع جایگزین انرژی و ترویج مؤثرتر کاربرد آنها در جامعه بیش از پیش پررنگ گردید. طی سال ۱۳۸۸ در ایران ۱۴۱/۵۳ مگاوات انرژی تجدیدپذیر جهت تولید برق بهکار گرفته شده است و ظرفیت نیروگاههای آبی کوچک، بادی، خورشیدی و بیوگاز به ترتیب برابر ۴۸/۹۳، ۹۰/۶، ۰/۱ و ۱/۹ مگاوات بوده است.

اکنون طبق آخرین آمار منتشر شده توسط وزارت نیرو در سال ۱۳۸۸ در مجموع حدود ۷۲ هزار کیلووات ساعت برق خورشیدی توسط پروژههای ۳۰ کیلووات فوتوولتایی، نیروگاههای دربید یزد، سر کویر سمنان و خورشیدی تبریز در کشور تولید شده است.

۱-۳- سلول های خورشیدی در ایران

ایران یکی از کشورهای پرآفتاب دنیاست و در اکثر نقاط ایران تعداد روزهای ابری پشت سر هم کمتر از ۵ روز در سال و شفافیت هوا بیش از ۶۰ درصد است. بنابراین نور خورشید با کیفیت بیشتری به سطح زمین میتابد. بخشی از کشور نیز کوهستانی و ارتفاع اکثر نقاط از سطح دریا بیش از ۱۰۰۰ متر است. بدیهی است که در نقاط مرتفع میزان دریافت تابش خورشید بیشتر است که همگی این موارد گویای موقعیت مطلوب ایران در برخورداری از انرژی تابشی خورشید محسوب میشود. با نگاهی به اطلس جهانی انرژی خورشیدی که در آن میزان تابش دریافتی از خورشید برای کشورهای مختلف مشخص شده است میتوان دریافت که ایران نسبت به بسیاری از کشورها (نظیر: ژاپن، آلمان، ایتالیا و اسپانیا) پتانسیل بیشتری در بهرهگیری از انرژی خورشیدی دارد. با وجود اینکه ایران روی کمربند تابش خورشیدی دنیا قرار گرفته است ولی اقدامات چندانی در جهت بهره بردن از این فرصت انجام نشده است.

در سال ۱۳۶۸ بعد از به ثبت رسیدن شرکت تولید فیبر نوری، شرکت مخابرات ایران برای استفاده از سامانههای برق خورشیدی امکان ساخت مدول خورشیدی را مورد بررسی قرار داد. طرح توجیهی، فنی و اقتصادی آن در سال ۱۳۶۹ به تأیید مسئولان وقت وزارت پست، تلگراف و تلفن رسید. مسئولیت اجرای این طرح بر عهده شرکت فیبر نوری و برق خورشیدی قرار گرفت. طرح برقرسانی روستایی در سال ۱۳۸۵ ابتدا از استان قزوین آغاز و سپس در استانهای گیلان، زنجان، بوشهر، یزد و کردستان اجرا شد. در این پروژه ۵۸ سامانه فوتوولتایی مجموعاً با ظرفیت ۳۸۶ کیلووات نصب شده است که جمعاً ۳۵۸ خانوار روستایی فاقد برق را از این نعمت بهرهمند ساخته است. طراحی، نصب و راهاندازی نیروگاه فوتوولتایی با ظرفیت اسمی ۹۷ کیلووات در منطقه سر کویر سمنان، نیروگاه فوتوولتایی با ظرفیت اسمی ۳۰ کیلووات متصل به شبکه در طالقان، نیروگاه فوتوولتایی با ظرفیت اسمی ۵ کیلووات در منطقه دربید یزد، طراحی، ساخت و نصب انواع سامانههای برق خورشیدی نظیر چراغهای خیابانی فوتوولتایی، پمپ آبکش برای مصارف کشاورزی، تجهیز یک منطقه مرزی، روشنایی تونل به کمک سامانههای فوتوولتایی و... از جمله فعالیتهایی است که در زمینه بهره جستن از انرژی خورشیدی در کشور ایران انجام گرفته است.

۱-٤- آموزش سلول های خورشیدی در جهان

آموزش افراد به ویژه در جوامع در حال توسعه، در تحکیم ارزشهای خاص آن جامعه، انتقال دانش و توسعه و افزایش توان تولیدی آن جامعه نقش کلیدی دارد. از اینرو برای دستیابی به جهانی امن، سالم و پایدار آموزش نسلهای آینده بسیار حائز اهمیت است.

امروزه در جهان نیاز به انرژی در ابعاد مختلف به دلیل افزایش جمعیت و استفاده از فناوریهای جدید در حال افزایش است. منابع سوختهای فسیلی علاوه بر محدود بودن استفاده از آنها منجر به نگرانیهای زیستمحیطی در جهان شدهاند به همین دلیل پیدا کردن یک منبع انرژی جایگزین که هیچکدام از محدودیتها ذکر شده برای منابع سوختهای فسیلی را نداشته باشد بسیار حائز اهمیت است. انرژی خورشیدی، انرژی تابشی خورشید است که میتواند با استفاده از سلول فوتوولتایی به انرژی الکتریکی تبدیل شود. سلولهای خورشیدی از لایههای بسیار نازک سیلیسیم ساخته شدهاند که نور خورشید را جذب و به الکتریسیته تبدیل میکند.

۱-٥- فعالیت های آموزشی انجام شده در جهان

بوکلی و کواتز مقالهای تحت عنوان «طرح اروپایی آموزش سلولهای فوتوولتایی» در سال ۱۹۹۴ منتشر کردند که در آن به انرژی فوتوولتایی توجه ویژهای شده است. هدف از این پژوهش ایجاد مدل مناسب آموزش سلولهای فوتوولتایی برای دانشآموزان ۱۶-۱۸ ساله بود.

در سال۲۰۱۰ در کشور رومانی گارابت و همکارانش مقالهای را تحت عنوان «رویکرد آموزش سلول فوتوولتایی در دبیرستان» منتشر کردند که در آن درباره چگونگی تدریس این سلولها برای دانشآموزانی که دارای دستکم دانش زمینه الکترونیک و نیمرساناها هستند مباحث و راهکارهایی مطرح شده بود (۱۵). همچنین در سال ۲۰۱۱ نیز در این کشور بوستان، دینا و همکارانشان مقالهای با عنوان «آموزش و یادگیری اثر فوتوولتایی در دبیرستان» منتشر کردند که در آن بر ساخت سلولهای خورشیدی بر پایه سیلیسیم تکبلوری در شرایط آزمایشگاهی با ابزارهای در دسترس در دبیرستان تأکید شده بود، و همچنین طرح درسی را مبنی بر اینکه چگونه یک معلم میتواند آزمایشهای فوتوولتایی را در آموزش دانشآموزان بهکار گیرد، ارائه دادند.

اگرچه در چند سال اخیر شاهد پیشرفتهای چشمگیری در زمینه ساخت انواع سلولهای خورشیدی بودهایم، با این حال به رغم توجه ویژه بسیاری از کشورهای پیشرفته جهان به مبحث آموزش، هنوز هم حتی در این کشورها پژوهشهای چندانی در زمینه آموزش سلولهای خورشیدی انجام نشده است. بررسیهای محقق در کتابهای درسی شیمی کشور سوئد و ایالت واشنگتن آمریکا نشان داد که در هیچکدام از این کشورها به آموزش سلولهای خورشیدی پرداخته نشده بود.

۱-٦- فعالیت های آموزشی انجام شده در ایران

حجم زیادی از مطالب و مقالههای مربوط به سلولهای خورشیدی موجود است که در اکثر این مقالهها بحثهای تخصصی مرتبط با ساخت سلولهای خورشیدی مطرح شده و عملکرد بسیار ضعیفی در زمینه ترویج ایدهها در افکار عموم مردم انجام شده است و تقریباً هیچ مقاله و مطلبی به زبان فارسی در مورد آموزش سلولهای خورشیدی وجود ندارد. آموزشوپرورش و سازمان تألیف

کتابهای درسی نیز در این زمینه بسیار ضعیف عمل کردهاند و تنها در علوم سال هفتم و فیزیک سال اول دبیرستان محتوای بسیار مختصری در زمینه سلولهای خورشیدی مطرح شده است.با توجه به نیاز روزافزون بشریت به انرژی و محدودیتها و مشکلات ناشی از منابع سوختهای فسیلی و لزوم آگاهی بخشی به عموم مردم جامعه در مورد سلولهای خورشیدی و چگونگی کارکرد و مزایای استفاده از این سلولها، عدم وجود یک محتوای آموزشی مناسب در این زمینه در کتابهای شیمی یا فیزیک دوره دبیرستان به شدت احساس میشود.

با توجه به تغییر نظام آموزشی و به دنبال آن تغییر کتابهای درسی و از آنجایی که رویکرد علوم هفتم نشان از شروعی نو در آموزش انرژیهای تجدیدپذیر و به ویژه انرژی خورشیدی است و چون تا سال چهارم متوسطه تقریباً تمامی پیشنیازهای لازم جهت آموزش سلولهای خورشیدی به دانشآموزان ارائه میشود لذا امید است که در کتابهای درسی شیمی یا فیزیک به آموزش این موضوع بیشتر پرداخته شود.

۱-۷- اهداف آموزش سلول های خورشیدی

آموزش سلولهای خورشیدی بهعنوان زیرشاخهای از انرژیهای تجدیدپذیر میتواند تمامی مردم جهان را مخاطب خود قرار دهد. این آموزش که میتواند در مدارس و دانشگاهها صورت گیرد به دو مقوله تقسیمبندی میشود. اولین مقوله به گسترش پیشهها و مشاغل مرتبط با این موضوع متمرکز میشود و دومی آموزش جامع و پیوسته موضوع سلولهای خورشیدی از مقطع ابتدایی تا دانشگاه را در برمیگیرد که از اهداف ویژه این برنامههای آموزشی میتوان به موارد زیر اشاره کرد:

۱. توجه دانشآموزان را به طبیعت جلب و آنها را از دلایل بحران انرژی آگاه کنند.

۲. در مورد منابع مختلف انرژی (تجدیدپذیر و ناپذیر)، پتانسیلها و فناوریهای موجود در بهکارگیری و کنترل آنها؛ آگاهیهای لازم را به دانشآموزان و دانشجویان بدهند.

۳. افزایش مسئولیتپذیری دانشآموزان درباره نحوه استفاده از منابع مختلف انرژی

۴. ایجاد نگرش مثبت در مورد ابزارهای تولید انرژی از منابع انرژی تجدیدپذیر به ویژه سلولهای خورشیدی

۵. ایجاد خلاقیت در دانشآموزان و دانشجویان به منظور ارائه راهحلهای کارآمد برای حل بحرانهای انرژی

دانشجویان محترم:

جهت دسترسی به متن کامل پایان نامه‌ها به کتابخانه دانشکده مهندسی و یا آزمایشگاه پروژه گروه برق مراجعه فرمایید.

منابع:

[1] GO OKADA , Katsuya HIRACHI , and Shigeyasu NAKAGAWA " DEVELOPMENT OF A HIGH – SPEED SYSTEM MEASURING A MAXIMUM POWER OF PV MODULES " . IEEE photovoltaic Energy conversion conference 2006;5:2262-2263 .

[2] Chihchiang Hua , jongrong Lin " A modified tracking algorithm for maximum power tracking of solsr array " . ELSEVIER Energy conversion and Management 2004:911-925

[3] J.M.Enrique , E.Duran , M.sidrach – de – cardona , J.M.Andujar " Theoretical of the maximum power point tracking efficiency of photovoltaic facilities with different converter topologies " , ELSEVIER Solar Energy81 2007:31-38

[4] M.A.S.Masoum , M . Sarvi " Design , simulation and Construction of a new Fuzzy – Based Maximum power point tracker for photovoltaic applications "

[5] Chen-chi chu , chieh –Li chen " Robust maximum power point tracking method for photovoltaic cell : A sliding control approach " ELSEVIER Solar Energy832009:1370-1378

[6] Jancarle L. Santos , Fernando Antunes , Anis Chehab , Cicere Cruz " A maximum power point tracker for PV systems using a high performance boost converter " ELSEVIER Solar Energy80 2006:772-778

[7] V.Salas , E .Olias , A.Lazaro , A.Barrado " New algorithm only one variable measurement applied to a maximum power point tracker " ELSEVIER Solar Energy Materials & solar cell87 2005:675-684

[8] Frederick M.Ishengoma , Lars E.Norum " Design and implementation of a digitally controlled stand – alone photovoltaic power supply "

[9] R.bin roslan " A MAXIMUM POWER POINT TRACKING CONVERTOR FOR PHOTOVOLTAIC " 2009

[10] Huan-Liang Tsai, Ci-siang Tu" Development of generalize photovoltaic model using Matlab / SIMULINK

[11] OVERVIEW OF GRID CONNECTED SOLAR PHOTOVOLTAIC SYSTEMS

[12] Technical Application Papers No.10 Photovoltaic plants

[13] Moacyr A. G. de Brito, Leonardo P. Sampaio, Luigi G. Jr., Guilherme A. e Melo, Carlos A. Canesin "Comparative Analysis of MPPT Techniques for PV Applications", 2011 International Conference on Clean Electrical Power (ICCEP).

[14] The module characteristics were extracted from NREL System Advisor Model (https://sam.nrel.gov/)

[15] Herman Trabish, The Lowdown on the Safety of First Solar's CdTe Thin Film, greentechmedia.com March 19, 2012
[16] Robert Mullins, Cadmium: The Dark Side of Thin-Film?, September 25, 2008
[17] Supply Constraints Analysis, National Renewable Energy Laboratory
[18] Fraunhofer ISE Photovoltaics Report, July 28, 2014, pages 18,19
[19] http://www.solar-facts-and-advice.com/amorphoussilicon.html
[20] http://www.iea.org (2014). "Technology Roadmap: Solar Photovoltaic Energy" (PDF). IEA. Archived from the original on 7 October 2014. Retrieved 7 October 2014.

[21] Fraunhofer ISE and NREL (January 2015). "Current Status of Concentrator Photovoltaic (CPV) Technology" (PDF). Archived from the original on 25 April 2015. Retrieved 25 April 2015.
[22] "DOE Solar Energy Technologies Program Peer Review" (PDF). U.S. department of energy 2009. Retrieved 10 February 2011.
[23] Wan, Haiying "Dye Sensitized Solar Cells", University of Alabama Department of Chemistry, p. 3 [24] "Dye-Sensitized vs. Thin Film Solar Cells", European Institute for Energy Research, 30 June 2006
[25] Tributsch, H (2004). "Dye sensitization solar cells: a critical assessment of the learning curve". Coordination Chemistry Reviews 248 (13–14): 1511. doi:10.1016/j.ccr.2004.05.030. [26] Moss, S. J. and Ledwith, A. (1987). The Chemistry of the Semiconductor Industry. Springer. ISBN 0-216-92005-1.
[27] Milliron, Delia J.; Gur, Ilan; Alivisatos, A. Paul (2005). "Hybrid Organic–Nanocrystal Solar Cells". MRS Bulletin 30: 41–44. doi:10.1557/mrs2005.8.

[28] Shaheen, Sean E.; Ginley, David S.; Jabbour, Ghassan E. (2005). "Organic–Based Photovoltaics". MRS Bulletin 30: 10doi:10.1557/mrs2005.2.
[29] Saunders, B.R.; Turner, M.L. (2008). "Nanoparticle-polymerphotovoltaic

cells". Advances in Colloid and Interface Science 138 (1): 1–23. doi:10.1016/j.cis.2007.09.001. PMID 17976501.
[30] Sariciftci, N.S.; Smilowitz, L.; Heeger, A.J.; and Wudl, F. (1993). "Semiconducting polymers (as donors) and buckminsterfullerene (as acceptor): photoinduced electron transfer and heterojunction devices". Synthetic Metals 59 (3): 333–352. doi:10.1016/0379-6779(93)91166-Y.

[31]. https://www.roshdmag.ir/fa/article/20883/بررسی-جایگاه-انرژی-خورشیدی