



## معاونت پژوهشی

کد سند: RO-S-F-27-04

تاریخ صدور: ۱۳۹۹/۴/۲۲

## فرم خلاصه فارسی طرح / پروژه

تاریخ ویرایش: ۱۴۰۰/۰۳/۲۵

### عنوان طرح / پروژه:

تدوین استاندارد مازول های فتوولتائیک - روش های آزمون برای شناسایی تخریب ناشی از پتانسیل مازولهای سیلیکون کریستالی

واحد مجری:	طرح توسعه فناوری ها و مطالعات مرتبط با انرژی خورشیدی	کارفرما:	پژوهشگاه نیرو
مدیر طرح / پروژه:	مهدی رحیمی تاکامی	مجری:	آقای محمد خلج
کد مالی پروژه:	335006	کد کیفی پروژه:	PEPN17-7
نوع طرح / پروژه:	امانی	معاونت:	پژوهشی

### همکاران:

مهرنوش هور، محمد خلج، علی هاشمی، علی مهدیخانی، محمد چمنی، بنفشه همدانی، شهریار بزرگمهری، محمد گل محمد

### کلمات کلیدی: (۶ تا ۱۰ مورد)

ماژول فتوولتائیک، تخریب ناشی از پتانسیل، لایه لایه شدن، افت عملکرد، نشی جریان، ولتاژ نیروگاه فتوولتائیک، استاندارد، روش آزمون

### ضرورت انجام پروژه / طرح:

در سالهای اخیر انرژی خورشیدی به عنوان یک زمینه آینده دار برای تولید برق مورد توجه قرار گرفته و سرمایه گذاری وسیعی بر روی آن به انجام رسیده است که عمده آن به مازول های فتوولتائیک سیلیکونی معطوف بوده است. حاصل این سرمایه گذاری کلان رشد سریع فناوری و همزمان کاهش شتابان قیمت بوده است که سبب شده تا ظرفیت نصب شده این سیستم ها در سالیان اخیر در سراسر جهان رشد چشمگیری داشته باشد. در ایران نیز با توجه به حمایت های ایجاد شده و کاهش قیمت تمام شده سیستم های فتوولتائیک، شاهد افزایش معناداری در ظرفیت نصب شده در کشور بوده ایم.

در این میان همگام با تلاش برای افزایش ظرفیت نصب شده و بومی سازی بخش هایی از زنجیره تولید، آنچه دارای اهمیت است توجه به کیفیت است زیرا که در صورت عدم توجه به این مهم، علاوه بر از هدررفت سرمایه گذاری های انجام شده، شاهد از دست دادن سرمایه های اجتماعی نیز خواهیم بود. به جهت نیل به این هدف، پژوهشگاه نیرو از اوایل دهه ۹۰ تلاش کرده تا اهمیت موضوع تست و استاندارد سازی را برای سیاست گذاران و سرمایه گذاران شرح داده و آنان را به ورود به این بخش ترغیب نماید که از نمونه تلاش های یاد شده می توان به تلاش برای ایجاد یک آزمایشگاه مرجع مازول و اینورتر فتوولتائیک در کشور نام برد.

در میان آزمون های مازول فتوولتائیک آنچه بیش از همه برای کشور ضروری است انجام آزمون های سمپل است، که در این بین آزمون های عملکردی، بازرسی الکترومینیسنس، تست عایق و شناسایی تخریب ناشی از پتانسیل مازول های سیلیکون کریستالی دارای اولویت هستند. از بین آزمون های مذکور، رویه آزمون های عملکردی و تست عایقی در استاندارد تایپ محصول IEC61215 آورده شده است، که استاندارد ملی آن نیز تدوین شده است. همچنین برای دستگاه شبیه ساز خورشیدی و نحوه تعریف کلاس و مشخصات دستگاه استاندارد IEC60904-9 تدوین شده است، که استاندارد ملی آن با شماره ۹-۱۴۱۱۵ نیز تدوین شده است. برای آزمون الکترومینیسنس نیز استاندارد ملی آن با شماره ۱۳-۱۴۱۱۵ تدوین شده است، که منبع آن استاندارد IEC60904-13 می باشد. از این میان آزمون شناسایی تخریب ناشی از پتانسیل مازول های سیلیکون کریستالی با وجود اهمیت آن تاکنون تدوین ملی نشده است.

این آزمون که استاندارد مرتبط با آن IEC 62804-1، جزء استانداردهای تکمیلی می باشد، یکی از مواردی است، که توسط خریداران و سازندگان پنلها بسیار به آن رجوع

می‌شود و بخشی از برنامه توسعه آزمایشگاه فتوولتاییک پژوهشگاه نیرو می‌باشد. این آزمون با توجه به ماهیت آن برای سازندگان نیروگاهها در مقیاس مگاوات اهمیت دارد و با توجه به توسعه این نوع نیروگاهها در کشور و تاثیر تخریب ناشی از پتانسیل بر عملکرد نیروگاه، انجام آن در کشور و تدوین استاندارد ملی آن از الزامات توسعه صنعت فتوولتاییک در کشور می‌باشد، بطوری که استاندارد IEC 62804-1-1 از طریق ساتبا جزو استانداردهای منضم به قراردادهای خرید تضمینی برق بوده و لازم‌الاجرا می‌باشد. به همین جهت، پروژه حاضر به تدوین دو استاندارد IEC 62804-1 و IEC 62804-1-1 مرتبط با این آزمون می‌پردازد.

## اهداف پروژه/طرح:

تدوین استانداردهای مربوط به تخریب ناشی از پتانسیل جهت استفاده در آزمایشگاه ماژولهای فتوولتاییک که مراجع آن دو استاندارد زیر بوده است:

- IEC/TS 62804-1:2015, Photovoltaic (PV) modules- Test methods for the detection of potential-induced degradation- Part 1: Crystalline silicon
- IEC/TS 62804-1-1:2020, Photovoltaic (PV) modules- Test methods for the detection of potential-induced degradation- Part 1: Crystalline silicon- Delamination

## چکیده پروژه/طرح:

این پروژه در ۴ مرحله و با هدف تدوین دو استاندارد ملی در زمینه تخریب ناشی از پتانسیل انجام شده است. استاندارد اول مربوط به روشهای آزمون برای آشکارسازی تخریب ناشی از پتانسیل در ماژولهای فتوولتاییک و استاندارد دوم در ارتباط با روشهای آزمون برای آشکارسازی تخریب ناشی از پتانسیل مربوط به لایه‌لایه‌شدن در ماژولهای فتوولتاییک بوده است. در این پروژه سعی شده است علاوه بر تدوین این استاندارد به ماهیت این تخریب پرداخته شود و موضوعات زیر مورد بررسی قرار گرفته است:

- بررسی تخریب ناشی از پتانسیل
- سینتیتیک تخریب ناشی از پتانسیل در ماژول های فتوولتاییک سیلیکون کریستالی
- تشخیص تخریب ناشی از پتانسیل در آزمایشگاه و نیروگاه
- روشهای پیشگیری و بازیابی تخریب ناشی از پتانسیل
- تخریب لایه لایه شدن
- تاثیر تخریب لایه لایه شدن بر عملکرد ماژول

## مراحل و روشهای انجام پروژه/طرح:

در این پروژه ابتدا مستندات مرتبط با این دو استاندارد بررسی می‌شود و سپس با همکاری موسسه ملی استاندارد، ساتبا و خبرگان این بخش کمیته‌ای تشکیل و هر دو استاندارد تهیه و تدوین می‌شود.

در این راستا این پروژه در ۴ مرحله تعریف شده است که مراحل اول و دوم مربوط به استاندارد مدولهای فتوولتاییک- روشهای آزمون برای آشکارسازی تخریب ناشی از

پتانسیل - قسمت ۱: سیلیکون بلوری و مراحل ۳ و ۴ نیز مربوط به استاندارد مدول‌های فتوولتایی-روش‌های آزمون برای آشکارسازی تخریب ناشی از پتانسیل - قسمت ۱-

۱: سیلیکون بلوری-لایه لایه شدن می‌باشد

در مرحله ۱ بررسی و گردآوری مستندات مرتبط با استاندارد ملی مدول‌های فتوولتایی-روش‌های آزمون برای آشکارسازی تخریب ناشی از پتانسیل - قسمت ۱: سیلیکون بلوری انجام شده است که شامل موارد زیر بوده است:

- بررسی استانداردها، مقالات، مستندات و منابع در دسترس در خصوص استاندارد ملی مدول‌های فتوولتایی-روش‌های آزمون برای آشکارسازی تخریب ناشی از پتانسیل - قسمت ۱: سیلیکون بلوری
- بررسی تجهیزات مرتبط با آزمون
- بررسی رویه آزمون
- بررسی رویه گزارش دهی

در مرحله دوم تدوین استاندارد ملی مدول‌های فتوولتایی-روش‌های آزمون برای آشکارسازی تخریب ناشی از پتانسیل - قسمت ۱: سیلیکون بلوری انجام شده است که شامل بندهای زیر بوده است:

- تدوین پیش نویس استاندارد ملی مدول‌های فتوولتایی-روش‌های آزمون برای آشکارسازی تخریب ناشی از پتانسیل - قسمت ۱: سیلیکون بلوری
- شناسایی متخصصین و افراد خبره در زمینه انجام آزمون
- مکاتبه و دریافت نظرات افراد خبره
- انجام مراحل تصویب پیش نویس استاندارد در کمیته‌های کارشناسی و کمیته تخصصی مرتبط در وزارت نیرو

در مرحله سوم بررسی و گردآوری مستندات مرتبط با استاندارد ملی مدول‌های فتوولتایی-روش‌های آزمون برای آشکارسازی تخریب ناشی از پتانسیل - قسمت ۱-۱: سیلیکون بلوری-لایه لایه شدن انجام شده است که شامل موارد زیر بوده است:

- بررسی استانداردها، مقالات، مستندات و منابع در دسترس در خصوص استاندارد ملی مدول‌های فتوولتایی-روش‌های آزمون برای آشکارسازی تخریب ناشی از پتانسیل - قسمت ۱-۱: سیلیکون بلوری-لایه لایه شدن
- بررسی تجهیزات مرتبط با آزمون
- بررسی رویه آزمون
- بررسی رویه گزارش دهی

در مرحله چهارم تدوین استاندارد ملی مدول‌های فتوولتایی-روش‌های آزمون برای آشکارسازی تخریب ناشی از پتانسیل - قسمت ۱-۱: سیلیکون بلوری-لایه لایه شدن انجام شده است که شامل بندهای زیر بوده است:

- تدوین پیش نویس استاندارد ملی مدول‌های فتوولتایی-روش‌های آزمون برای آشکارسازی تخریب ناشی از پتانسیل - قسمت ۱-۱: سیلیکون بلوری-لایه لایه شدن
- مکاتبه و دریافت نظرات افراد خبره
- انجام مراحل تصویب پیش نویس استاندارد در کمیته‌های کارشناسی و کمیته تخصصی مرتبط در وزارت نیرو

## اهم نتایج به دست آمده از انجام پروژه/ طرح (خروجی های فنی، ثبت اختراع، مقالات، کتب، گزارش های فنی و ...):

دستاوردهای حاصل از انجام این پروژه بشرح زیر می باشند:

- تدوین استاندارد ملی مدول های فتوولتایی-روش های آزمون برای آشکارسازی تخریب ناشی از پتانسیل - قسمت ۱: سیلیکون بلوری با شماره ملی ۱-۲۳۶۱۲
- تدوین استاندارد ملی مدول های فتوولتایی-روش های آزمون برای آشکارسازی تخریب ناشی از پتانسیل - قسمت ۱-۱: سیلیکون بلوری-لایه لایه شدن با شماره

ملی ۱-۱-۲۳۶۱۲