

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# راهنمای هنر آموز

طراحی و نصب تأسیسات حفاظتی و  
ساختمان های هوشمند

رشته الکتروتکنیک

گروه برق و رایانه

شاخه فنی و حرفه ای

پایه یازدهم دوره دوم متوسطه



## وزارت آموزش و پرورش سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



راهنمای هنرآموز طراحی و نصب تأسیسات حفاظتی و ساختمان‌های هوشمند - ۲۱۱۸۰۶  
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی  
دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش  
علی‌اکبر مطیع بیرجندی، امیرحسین ترکمانی، محمدحسن اسلامی، علیرضا حجرگشت،  
نقی اصغری آقا باقر، مجتبی انصاری پور (اعضای شورای برنامه‌ریزی)  
مجتبی انصاری پور، محمدحسن اسلامی، ابوالفضل طالبیان، علیرضا حجرگشت  
(اعضای گروه تألیف)

اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی  
جواد صفری (مدیر هنری) - خدیجه محمدی (صفحه‌آرا) - مریم دهقان‌زاده، محمود  
شوشتري (رسام)

تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)  
تلفن: ۸۸۸۳۱۱۶۱-۹، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

وب‌گاه: [www.irtextbook.ir](http://www.irtextbook.ir) و [www.chap.sch.ir](http://www.chap.sch.ir)

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج -  
خیابان ۶۱ (داروپخش) تلفن: ۴۴۹۸۵۱۶۱-۵، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰ / صندوق پستی:  
۳۷۵۱۵-۱۳۹

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»  
چاپ اول ۱۳۹۶

نام کتاب:

پدیدآورنده:

مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف:

شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف:

مدیریت آماده‌سازی هنری:

شناسه افزوده آماده‌سازی:

نشانی سازمان:

ناشر:

چاپخانه:

سال انتشار و نوبت چاپ:

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی  
وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به‌صورت چاپی  
و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه،  
عکس‌برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکتیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز ممنوع  
است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.



دست توانای معلم است که چشم انداز آینده ما را ترسیم می کند.  
امام خمینی (قدّس سرّه الشّریف)

فصل ۱:

۱..... کلیات و روش تدریس

فصل ۲:

۲۳..... بررسی محتوای کتاب درسی

۲۴..... واحد یادگیری اوّل: برق اضطراری

۳۳..... واحد یادگیری دوم: نصب سامانه فتوولتاییک

۷۵..... واحد یادگیری سوم: خانه هوشمند

۹۸..... واحد یادگیری چهارم: همبندی و صاعقه گیر

۱۱۹..... واحد یادگیری پنجم: نقشه کشی و نرم افزار

۱۲۴..... منابع و مآخذ

کتاب درسی و کتاب همراه هنرجو به همراه کتاب راهنمای هنرآموز از جمله اجزای بسته آموزشی تلقی می‌شوند که این بسته را سایر اجزا مانند فیلم و نرم‌افزار و... کامل می‌کند.

کتاب راهنمای هنرآموز جهت ایفای نقش تسهیل‌گری، انتقال‌دهنده و مرجعیت هنرآموز در نظام آموزشی طراحی و تدوین شده است. این کتاب براساس کتاب درسی طراحی و نصب تأسیسات حفاظتی و ساختمان‌های هوشمند پایه یازدهم رشته تحصیلی فنی و حرفه‌ای الکترونیک تنظیم شده و دارای پودمان‌های ۱- برق اضطراری و پشتیبان (شامل موتور ژنراتور و نصب سامانه فتوولتائیک)

۲- خانه هوشمند

۳- همبندی و صاعقه‌گیر

۴- نگهداری و حفاظت

۵- نقشه‌کشی و نرم‌افزار می‌باشد.

هنرآموزان گرمای و ارجمند در هنگام مطالعه این کتاب موارد زیر را در نظر داشته باشند.

هدف از بخش نقشه‌کشی در این کتاب ترسیم نقشه‌ها به کمک نرم‌افزار اتوکد می‌باشد هنرجویان در سال دهم در درس نقشه‌کشی به کمک رایانه با این نرم‌افزار آشنا شده‌اند. در پودمان دوم کتاب درسی تأکید بر کنترل روشنایی است اگرچه چند کار نیمه تجویزی نیز آورده شده است.

کتاب راهنمای هنرآموز دارای دو فصل است. فصل اول شامل بودجه‌بندی زمانی، شایستگی‌ها، جداول ارتباط افقی - عمودی با دیگر کارگاه‌ها، طرح درسی روزانه و سالانه و ارزشیابی شایستگی است.

در فصل دوم هدف دانش‌افزایی محتوای کتاب برای همکاران ارجمند و پاسخ به سؤالات و فعالیت‌هایی است که در کتاب درسی آمده است.

همکاران ارجمند توجه داشته باشند زمانی هنرجو در این درس قبول اعلام می‌شود که در هر پنج پودمان نمره حداقل ۱۲ را کسب کرده و به شایستگی در آن پودمان رسیده باشد. در انتهای سال تحصیلی میانگین نمره پنج پودمان به عنوان نمره سالانه در نظر گرفته می‌شود.

چنانچه هنرجو در پودمانی شایستگی لازم را کسب نکند، با هماهنگی آموزش هنرستان باید برای ارزشیابی مجدد در ارزشیابی مبتنی بر شایستگی شرکت نماید. شیوه ارزشیابی در فصل اول این کتاب آورده شده است.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش



## فصل ۱

# کلیات و روش تدریس

همکاران ارجمند؛

نحوه انتخاب این واحد یادگیری مانند دیگر کتاب‌های درسی کارگاهی رشته الکتروتکنیک بر مبنای نیازسنجی دنیای کار بوده است.

در پودمان اول برق اضطراری و پشتیبان در ادامه UPS (کتاب تأسیسات جریان ضعیف) مطرح شده است و با نگاه به تعریف برق اضطراری و برق پشتیبان به دنبال مهارت نصب و راه‌اندازی موتور ژنراتور است. در ادامه این پودمان و در قالب یک واحد یادگیری، نصب و راه‌اندازی سامانه‌های فتوولتایک آموزش داده شده است. شروع این واحد یادگیری با نگاه بر انرژی به تعاریف انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر می‌پردازد و از بین انرژی‌های نو، نصب سامانه فتوولتایک آموزش داده می‌شود توصیه می‌شود علاوه بر انجام کارهای عملی، موارد ایمنی و مهارت کاتالوگ خوانی با جدیت دنبال شود.

در واحد یادگیری سوم (پودمان سوم)، خانه هوشمند آموزش داده شده است تعداد شش کار عملی با تمرکز بر کنترل روشنایی برق ساختمان آورده شده است. این کارهای عملی با پروتکل KNX تعریف شده و شبیه‌سازی و نرم‌افزار در نظر گرفته شده برای آن ETS5 است.

در پودمان سوم در دو قسمت همبندی و صاعقه‌گیر موارد حفاظت و ایمنی را آموزش می‌دهد. همبندی در فونداسیون ساختمان‌ها به همراه اتصال زمین ناظر تقویت ایمنی شبکه برق دارد و مهارت نصب صاعقه‌گیرها در راستای حفاظت بیشتر ساختمان‌ها در برابر آذرخش‌ها آورده شده است.

در پودمان چهارم نگهداری و حفاظت از سامانه‌های فتوولتایک مطرح شده است. نگهداری از این سامانه‌ها در دو دسته کلی نظارت‌های بصری و دیداری و نظارت با تست‌های الکتریکی تعریف می‌شود.

حفاظت و همبندی سامانه، برچسب‌خوانی و کاتالوگ خوانی، برآورد قیمت و نظایر آن از شایستگی‌های اصلی این پودمان است.

در پودمان پنجم نقشه‌کشی و نرم‌افزار مطرح شده است. بخش نقشه‌کشی شایستگی نقشه‌خوانی پودمان‌های قبلی را به همراه دارد ولی در قسمت نرم‌افزار، شایستگی امکان سنجی محیط مناسب برای نصب سامانه آموزش داده شده و در ادامه هنرجویان قادر خواهند بود با نرم‌افزار شبیه ساز PVsyst یک پروژه مستقل از شبکه را کاملاً شبیه‌سازی کرده و یک گزارش کامل از آن دریافت کنند. ارزشیابی پایان هر پودمان شایستگی‌های مورد نظر را مورد ارزیابی قرار می‌دهد.



## آشنایی با دیگر اجزای بسته آموزشی

اجزای بسته آموزشی شامل کتاب درسی، راهنمای هنرآموز، همراه هنرجو و فیلم آموزشی است. کتاب راهنمای هنرآموز با هدف آموزش روش‌ها و فنون تدریس پودمان‌ها و بهره‌گیری هم‌زمان از اجزای بسته آموزشی همکاران تدوین شده است. بدین منظور این کتاب در دو فصل تألیف شده است. فصل اول شامل جداول کارهای عملی، ارتباط افقی - عمودی محتوای، طرح درس پیشنهادی، نقشه مفهومی و بودجه‌بندی سالانه و ارزشیابی است. فصل دوم با نگاه دانش‌افزایی سعی در بسط و گسترش بیشتر محتوای کتاب درسی دارد و هم‌زمان پرسش‌ها و فعالیت‌های داخل کتاب درسی را پاسخ می‌دهد.

کتاب همراه هنرجو شامل جداول، روابط، نمودارها و نقشه‌ها و واژگان تخصصی است که هنرجو در انجام فعالیت‌ها و کارهای عملی و رسیدن به شایستگی به آنها نیاز دارد. برای اجتناب از به‌خاطر سپردن روابط و استرس ناشی از آن همراه داشتن این کتاب در آزمون‌های کارگاهی بلامانع است. فیلم‌های آموزشی که در محتوای کتاب درسی آدرس‌دهی شده است در قالب یک لوح فشرده ارائه شده است. در فصل دوم این کتاب هدف از ارائه فصل به فصل محتوای کتاب درسی است. البته در این فصل سعی شده است تأکید بیشتر بر محتوایی باشد که تنوع داشته یا از مشخصات فنی بیشتری برخوردار است.

### ۱- زمان آموزش پودمان‌ها:

در جدول ۱-۱ زمان تقریبی و پیشنهادی برای بودجه‌بندی تدریس این پنج پودمان ارائه شده است و در ادامه آن نیز مسیر آموزش نتیجه شده از دنیای کار انتخاب شده است.

زمان کل آموزش کتاب طراحی و اجرای تأسیسات جریان ضعیف ۳۰۰ ساعت در نظر گرفته شده است. این زمان با توجه و تناسب زمان آموزش آن بودجه‌بندی و فصل‌بندی شده است. (جدول ۱-۱)

جدول ۱-۱ پودمان‌های کتاب طراحی و نصب تأسیسات حفاظتی و ساختمان‌های هوشمند

ردیف	جدول ارائه پودمان	زمان برحسب ساعت
۱	برق اضطراری و نصب سامانه فتوولتائیک	۶۰
۲	خانه هوشمند	۶۰
۳	همبندی و صاعقه‌گیر	۶۰
۴	نگهداری سامانه خورشیدی	۶۰
۵	نقشه‌کشی و نرم‌افزار	۶۰
	مجموع	۳۰۰

## ۲- مسیر یادگیری درس سال یازدهم - طراحی و نصب تأسیسات

### حفاظتی و ساختمان هوشمند

طبق برنامه‌ریزی و نیازسنجی انجام شده توسط خبرگان دنیای کار، تأسیسات حفاظتی و ساختمان هوشمند با مسیر ارائه شده در شکل ۱ قابل ارائه خواهد بود.



شکل ۱- مسیر یادگیری

## ۳- استاندارد فضا

- این درس شامل نصب و راه‌اندازی برق اضطراری، خانه هوشمند، همبندی و صاعقه‌گیر، نگهداری از سامانه فتوولتاییک و نقشه‌کشی و نرم‌افزار بوده و برای اجرای آن به یک کارگاه مستقل به همراه سایت رایانه نیاز است.

- اجرای این درس نیاز به یک فضای درسی - کارگاهی دارد. مباحث تئوری در همان محل برای هنرجویان تدریس شده و به دنبال آن کار عملی پودمان‌ها در بخش کارگاهی دنبال می‌شود واحد یادگیری سامانه فتوولتاییک بیشترین فضا را به خود اختصاص می‌دهد. مدارهای خانه هوشمند روی تابلوهای مشبک مجهز به کلیدهای کنترلی و حفاظت الکتریکی، انجام می‌شود. همچنین از داکت نیز می‌توان برای انجام برخی از کارهای عملی استفاده کرد. برای نرم‌افزار امکان‌سنجی با نرم‌افزار meteo syn و شبیه‌سازی سامانه فتوولتاییک به کمک نرم‌افزار PVSyst به یک سایت رایانه‌ای با هشت رایانه برای ۱۶ نفر نیاز است.

## ۴- شایستگی‌های فنی و غیر فنی:

شایستگی به نحوه کار به نحوه مطلوب و مطابق استاندارد گفته می‌شود هر شایستگی از سه جزء، دانش، مهارت و نگرش تشکیل می‌شود. شایستگی‌ها در تقسیم‌بندی کلی، شامل شایستگی‌های فنی است که این شایستگی‌ها مربوط به مهارت‌های فنی رشته می‌شود و شایستگی‌های غیرفنی که اهمیت زیادی دارد تکمیل‌کننده شایستگی‌های فنی بوده و موجب کارآمد شدن فرد در دنیای کار می‌شود.

#### ۱-۴- شایستگی‌های فنی:

- ۱ نصب و راه‌اندازی مولد برق اضطراری
- ۲ نصب سامانه فتوولتاییک
- ۳ کنترل روشنایی در خانه هوشمند
- ۴ نصب و اجرای همبندی و صاعقه‌گیر
- ۵ سامانه نگهداری فتوولتاییک
- ۶ نقشه‌کشی تأسیسات حفاظتی و نرم‌افزار امکان‌سنجی و شبیه‌سازی فتوولتاییک

#### ۲-۴- شایستگی‌های غیرفنی:

- ۱ جمع‌آوری اطلاعات و مذاکره: کاربرد فناوری اطلاعات نظیر ترجمه کاتالوگ‌های سامانه فتوولتاییک و خانه هوشمند و کاربرد نرم‌افزار.
- ۲ تفکر منطقی: حل مسئله، استدلال در مورد پدیده‌های مختلف سامانه‌های حفاظتی و هوشمند و پیدا کردن ارتباط آنها
- ۳ مدیریت تجهیزات و مواد: استفاده بهینه از کابل و قطعات سامانه‌های حفاظتی و خانه هوشمند
- ۴ مدیریت کیفیت: ارائه خدمات با هدف جلب و رضایت مشتری
- ۵ تفکر سیستمی: درک صحیح از عملکرد انواع سامانه‌های برق اضطراری و سامانه‌های فتوولتاییک
- ۶ سواد اطلاعاتی: سازماندهی اطلاعات و جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات سامانه‌های برق اضطراری و سامانه‌های فتوولتاییک
- ۷ تفکر انتقادی: سعی در تشخیص عیوب و تحلیل عملکرد سامانه‌های برق اضطراری و سامانه‌های فتوولتاییک در حالت‌های مختلف
- ۸ مستندسازی: تهیه گزارش عملکرد سامانه‌های برق اضطراری و سامانه‌های فتوولتاییک
- ۹ مسئولیت‌پذیری: تعهد و وظیفه‌شناسی در انجام سامانه‌های برق اضطراری و سامانه‌های فتوولتاییک و پشتیبانی فنی پروژه انجام شده.

#### ۵- جدول ارتباط افقی - عمودی

این جدول نحوه ارتباط محتوای پودمان‌های مختلف کتاب‌های درسی سال یازدهم را نشان می‌دهد. سعی شده است در انتخاب نوع واحدهای یادگیری رعایت پیش‌نیازها انجام شود. بعضی از فعالیت‌ها در سایت رایانه قابل انجام است.

جدول ۱-۲ ارتباط عمودی - افقی دروس کارگاهی پایه یازدهم

تاریخ	طراحی و نصب سیستم‌های حفاظتی و خانه هوشمند	درس کابل کشی و سیم‌پیچی ماشین‌های الکتریکی
I	هفته ۱	نقطه کار مدول PV
	هفته ۲	تأثیر زاویه، دما و سایه روی مدول
	هفته ۳	اندازه‌گیری پارامترهای مدول
	هفته ۴	اتصال ناسازگار مدول‌ها
	هفته ۵	شارژ باتری با مدول - کنترل شارژ
	هفته ۶	راه‌اندازی PV مستقل از شبکه
II	هفته ۷	قطعه‌شناسی و کاتالوگ‌خوانی
	هفته ۸	نصب نرم‌افزار، وارد کردن قطعات
	هفته ۹	مدار روشنایی با حسگر حرکتی
	هفته ۱۰	مدار کلید ۴ پل در سالن پذیرایی
	هفته ۱۱	کنترل روشنایی هالوزن - LED
	هفته ۱۲	کنترل روشنایی با لوکس متر
III	هفته ۱۳	کنترل پریز یخچال در آشپزخانه
	هفته ۱۴	کنترل نشت آب منازل*
	هفته ۱۵	جوش ترمیت انشعابات ۳ و ۴ راه
	هفته ۱۶	اتصال‌های همبندی مسی به میلگردهای موجود در سازه
IV	هفته ۱۷	جوشکاری میلگردهای همبندی
	هفته ۱۸	وصل شدن به قطعه اتصال
	هفته ۱۹	نصب صاعقه‌گیر
	هفته ۲۰	نصب SPD در تابلو اصلی
I	راه‌اندازی موتور ۳Ø در اتصال λ با کلید ۱-۰	راه‌اندازی موتور ۳Ø در اتصال Δ با کلید ۱-۰
	راه‌اندازی موتور ۳Ø با کلید Δ-λ	راه‌اندازی موتور ۳Ø با کلید چپ‌گرد راست‌گرد
	اتصال ستاره لامپی متعادل و نامتعادل	اتصال مثلث لامپی متعادل و نامتعادل
	اتصال کلید ولت متر تابلویی و چراغ سیگنال	کابلشو زدن به کابل
	نصب کابل روی دیوار با بست	ساخت سینی کاهشی
	ساخت ساپورت L	مفصل زدن کابل
III	کار با کولیس - میکرومتر و سیم و...	ساخت ترانسفورماتور ۱ ورودی ۱ خروجی
	کنترل نشت آب منازل*	ساخت ترانسفورماتور چند خروجی
	جوش ترمیت انشعابات ۳ و ۴ راه	ساخت ترانسفورماتور *
	اتصال‌های همبندی مسی به میلگردهای موجود در سازه	خارج کردن سیم پیچ سوخته و عایق کاری
IV	جوشکاری میلگردهای همبندی	وصل شدن به قطعه اتصال
	نصب صاعقه‌گیر	سیم‌پیچی موتور ۳Ø - (G=۲p)
	نصب SPD در تابلو اصلی	محاسبه و دیاگرام موتور ۳Ø - (G=۲p)
		محاسبه و دیاگرام موتور ۳Ø - (طبقه به ازای قطب

IV	هفته ۲۱	اندازه‌گیری شارژ باطری و تست مبدل ولتاژ	سیم‌پیچی موتور ۳Ø - ۱ طبقه به ازای قطب
	هفته ۲۲	اندازه‌گیری مقاومت زمین PV	محاسبه و دیاگرام موتور ۳Ø - ۲ طبقه
	هفته ۲۳	اندازه‌گیری شارژ باتری و تست مبدل ولتاژ	سیم‌پیچی موتور ۳Ø - ۲ طبقه
V	هفته ۲۴	بررسی عملکرد کنترل شارژ	محاسبه و دیاگرام موتورهای طرح دوفاز
	هفته ۲۵	مقدار توان مدول و ظرفیت باتری مورد نیاز و قیمت تمام شده یک PV	سیم‌پیچی موتورهای طرح دوفاز
	هفته ۲۶	نقشه‌کشی همبندی با AutoCAD	محاسبه و دیاگرام موتورهای ۱Ø با خازن راه‌انداز
	هفته ۲۷	نقشه‌کشی KNX با AutoCAD	سیم‌پیچی موتورهای ۱Ø با خازن راه‌انداز
	هفته ۲۸	نقشه‌کشی PV با AutoCAD	محاسبه و دیاگرام موتور ۱Ø دو سرعت (کولر)
	هفته ۲۹	انجام پروژه با نرم‌افزار PVsyst	سیم‌پیچی موتور ۱Ø دو سرعت (کولر)

\* کارهای نیمه تجویزی

## ۶- بودجه‌بندی پیشنهادی سالانه درس طراحی و نصب تأسیسات حفاظتی و ساختمان‌های هوشمند

بودجه‌بندی سالانه پودمان‌های کتاب طراحی و نصب تأسیسات حفاظتی و ساختمان‌های هوشمند با هدف ارائه موضوع هر قسمت مهم واحد یادگیری، اهداف جزء واحد یادگیری و فعالیت تکمیلی آورده شده است. پیشنهاد می‌شود هنرجویان را در تمام فعالیت‌های تکمیلی نظیر کاربرد نرم‌افزار امکان‌سنجی، شبیه‌سازی و نرم‌افزار خانه هوشمند و جست‌وجوی اینترنتی تشویق کنید تا مطالب را با جدیت بیشتری در راستای تعمیق یادگیری دنبال کنند.

بودجه‌بندی پیشنهادی سالانه درس طراحی و نصب تأسیسات حفاظتی و ساختمان‌های هوشمند در جدول ۱-۳ آورده شده است.

بودجه‌بندی پیشنهادی سالانه درس طراحی و نصب تأسیسات حفاظتی و ساختمان‌های هوشمند						
ردیف	ماه	پودمان	واحد یادگیری	موضوع	هدف	فعالیت‌های تکمیلی
۱	مهر	۱	سامانه خورشیدی	نقطه کار مدول PV	مفهوم نقطه کار و ترسیم منحنی ولتاژ جریان	کاتالوگ خوانی
۲	مهر	۱	سامانه خورشیدی	تأثیر زاویه، دما و سایه‌روی مدول	تأثیر زاویه و دما و سایه بر خروجی مدول خورشیدی	کاتالوگ خوانی
۳	مهر	۱	سامانه خورشیدی	اندازه‌گیری پارامترهای مدول	تست‌های روتین (ولتاژ بی‌باری و جریان اتصال کوتاه) مدول خورشیدی	اندازه‌گیری ولتاژ و جریان انواع مدول‌های خورشیدی مختلف
۴	مهر	۱	سامانه خورشیدی	اتصال ناسازگار مدول‌ها	تعیین عامل ناسازگار در اتصال سری و موازی مدول‌های متشابه	بررسی اتصال سری و موازی مدول‌ها
۵	آبان	۱	سامانه خورشیدی	شارژ باتری با مدول - کنترل شارژ	فرایند شارژ باتری	کاتالوگ انواع شارژ کنترل
۶	آبان	۱	سامانه خورشیدی	راه‌اندازی PV منفصل از شبکه	راه‌اندازی سامانه فتوولتائیک	نرم‌افزار PVsyst
۷	آبان	۲	خانه هوشمند	قطعه شناسی و کاتالوگ خوانی	مهارت کاتالوگ خوانی و قطعه‌شناسی	کاتالوگ خوانی
۸	آبان	۲	خانه هوشمند	نصب نرم‌افزار، وارد کردن قطعات	آشنایی با محیط نرم‌افزار ETS۵ و تعریف قطعات در آن	کاربرد نرم‌افزار ETS۵
۹	آذر	۲	خانه هوشمند	مدار روشنایی با حسگر حرکتی	مهارت برنامه ریزی مدار روشنایی با حسگر حرکتی	کاربرد نرم‌افزار ETS۵
۱۰	آذر	۲	خانه هوشمند	مدار کلید ۴ پل در سالن پذیرایی	مدار روشنایی در سالن پذیرایی	کاربرد نرم‌افزار ETS۵
۱۱	آذر	۲	خانه هوشمند	کنترل روشنایی هالوژن - LED	برنامه ریزی کنترل روشنایی هالوژن	کاربرد نرم‌افزار ETS۵
۱۲	آذر	۲	خانه هوشمند	کنترل روشنایی با لوکس متر	مهارت کنترل روشنایی با لوکس متر	کاربرد نرم‌افزار ETS۵
۱۳	دی	۲	خانه هوشمند	کنترل پریز یخچال در آشپزخانه	مهارت کنترل پریز	فعالیت در محیط نرم‌افزار ETS۵
۱۴	دی	۲	خانه هوشمند	کنترل نشت آب منازل*	مهارت کنترل نشت آب	فعالیت در محیط نرم‌افزار ETS۵

\* کارهای نیمه تجویزی

۱۵	دی	۳	همبندی و صاعقه گیر	جوش ترمیت انشعابات ۳ و ۴ راه	مهارت جوشکاری در همبندی	کار عملی جوشکاری
۱۶	دی	۳	همبندی و صاعقه گیر	اتصال هادی همبندی مسی به میلگردهای موجود در سازه	مهارت انواع اتصالات در همبندی	کار عملی جوشکاری
۱۷	بهمن	۳	همبندی و صاعقه گیر	جوشکاری میلگردهای همبندی	مهارت جوشکاری در همبندی	کار عملی جوشکاری
۱۸	بهمن	۳	همبندی و صاعقه گیر	وصل شدن به قطعه اتصال	مهارت در شناخت انواع اتصالات همبندی	کاتالوگ خوانی اتصالات همبندی
۱۹	بهمن	۳	همبندی و صاعقه گیر	نصب صاعقه گیر	مهارت نصب صاعقه گیر	کاتالوگ خوانی صاعقه گیر
۲۰	بهمن	۳	همبندی و صاعقه گیر	نصب SPD در تابلو اصلی	مهارت نصب SPD (صاعقه گیر)	کاتالوگ SPD
۲۱	اسفند	۴	نگهداری سامانه PV	اندازه گیری شارژ باتری و تست مبدل ولتاژ	مهارت اندازه گیری و شناخت محدوده ولتاژ باتری	کاتالوگ انواع کنترل شارژ
۲۲	اسفند	۴	نگهداری سامانه PV	اندازه گیری مقاومت زمین PV	اتصال زمین در سامانه PV	اندازه گیری مقاومت زمین و همبندی در PV
۲۳	اسفند	۴	نگهداری سامانه PV	بررسی عملکرد کنترل شارژ	مهارت اطمینان از صحت کنترل شارژ	کاتالوگ های مختلف کنترل شارژ
۲۴	اسفند	۴	نگهداری سامانه PV	مقدار توان مدول و ظرفیت باتری مورد نیاز و قیمت تمام شده یک PV	مهارت برآورد مصرف و تولید مورد نیاز و قیمت سامانه	فروشگاه ها و قیمت تمام شده نصب سامانه
۲۵	فروردین	۴	نگهداری سامانه PV	اندازه گیری شارژ باتری و تست مبدل ولتاژ	مهارت اندازه گیری کمیت های الکتریکی PV	کاتالوگ خوانی انواع مدول های خورشیدی
۲۶	فروردین	۴	نقشه کشی و نرم افزار	نقشه کشی همبندی با AutoCAD	مهارت نقشه کشی و همبندی در محیط اتوکد	انجام پروژه های متعدد در محیط شبیه سازی PVSyst
۲۷	اردیبهشت	۵	نقشه کشی و نرم افزار	نقشه کشی KNX با AutoCAD	مهارت نقشه کشی مدارها KNX	انجام پروژه های متعدد در محیط شبیه سازی PVSyst
۲۸	اردیبهشت	۵	نقشه کشی و نرم افزار	نقشه کشی PV با AutoCAD	مهارت نقشه کشی در محیط اتوکد	انجام پروژه های متعدد در محیط شبیه سازی PVSyst
۲۹	اردیبهشت	۵	نقشه کشی و نرم افزار	انجام پروژه با نرم افزار PVsyst	مهارت انجام پروژه کامل سامانه فتوولتائیک با نرم افزار PVSyst	انجام پروژه های متعدد در محیط شبیه سازی PVSyst

## ۷- طرح درس روزانه:

طرح درس روزانه یک قالب و چهارچوب کلی برای اجرای موفق یک جلسه آموزش در اختیار هنرآموز قرار می‌دهد. برای نمونه و مثال طرح درس آورده شده در جدول ۱-۴ طرح درس روزانه پیشنهادی برای یک جلسه آموزش شایستگی واحد یادگیری نصب سامانه‌های فتوولتاییک می‌باشد.

جدول ۱-۴ نمونه‌ای از یک طرح درس روزانه

طرح درس روزانه / استان		اداره آموزش و پرورش		هنرستان فنی و حرفه‌ای	
تنظیم:					
طرح درس روزانه		اداره آموزش و پرورش		هنرستان فنی و حرفه‌ای	
نام کتاب: طراحی و نصب تأسیسات حفاظتی و ساختمان‌های هوشمند		موضوع درس: تعیین نقطه کار مدول خورشیدی		تاریخ: مدت زمان کارگاهی: ۸ ساعت	
پایه: یازدهم		مقطع: فنی و حرفه‌ای متوسطه		تعداد هنرجویان: ۱۶ نفر	
رشته: الکتروتکنیک				تعداد صفحات: ۲	
صفحات:					
طرح درس شماره: ۲۸					
مدل تدریس: تدریس دو نفره Dual training					
استاندارد عملکرد (performance standard): اندازه‌گیری کمیت‌های ولتاژ و جریان مدول خورشیدی در فضای باز					

اهداف کلی: اندازه‌گیری ولتاژ بی‌باری و جریان اتصال کوتاه و رسم منحنی ولتاژ - جریان مدول خورشیدی	
۱- اندازه‌گیری ولتاژ بی‌باری	توجه
۲- اندازه‌گیری جریان اتصال کوتاه	
۳- آشنایی با پلاک مشخصات مدول خورشیدی	
۴- آشنایی با توان خروجی مدول	
۵- آشنایی با شرایط استاندارد عملکرد مدول خورشیدی (STC) پیگیری تأثیر دما، زاویه تابش و نور بر خروجی مدول خورشیدی	



<p><b>هدف‌های یادگیری</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- مشخصات الکتریکی مدول خورشیدی را از روی پلاک استخراج کند.</li> <li>- شرایط STC را تشریح کند.</li> <li>- با اندازه‌گیری کمیت‌های الکتریکی مقدار ماکزیمم آنها را به‌دست آورد.</li> <li>- منحنی جریان ولتاژ مدول خورشیدی را ترسیم کند.</li> <li>- نقطه کار مدول خورشیدی را به‌دست آورد.</li> </ul>
<p><b>الگوی نوین در فرایند یاددهی و یادگیری</b></p>	
<p><b>آموزش مبتنی بر شایستگی (CBT)</b></p>	<p><b>مقدمه</b></p> <p>پس از سلام و احوالپرسی و حضور و غیاب درس را شروع می‌کنیم. آشنایی با انواع مدول‌های خورشیدی، طرح مسئله، اهمیت استفاده از تجهیزات فتوولتاییک در انرژی‌های تجدید پذیر.</p>
<p><b>رئوس مطالب</b></p>	<p>آشنایی با مشخصات پلاک مدول خورشیدی تعیین نقطه کار مدول خورشیدی</p>
<p><b>روش اجرا</b></p>	<p>مرحله اول پلاک خوانی مدول خورشیدی مرحله دوم اندازه‌گیری کمیت‌های الکتریکی مرحله سوم ترسیم نقطه کار مدول خورشیدی مرحله چهارم تکمیل فهرست واریسی از پیش تعیین شده مرحله پنجم تهیه گزارش مستند از کار عملی</p>
<p><b>مواد و وسایل آموزشی</b></p>	<p>مدول خورشیدی مولتی متر ابزار سیم‌کشی کلاس و کارگاه (فضای آموزشی مناسب برای ۱۶ نفر) تابلو وایت‌برد ویدئو پروژکتور</p>
<p><b>فصل از تدریس</b></p>	<p>- طراحی و بودجه‌بندی تدریس - آماده‌سازی تجهیزات مورد نیاز - آماده‌سازی رسانه‌های آموزشی و بسته‌های آموزشی</p>
<p><b>ارزشیابی</b></p>	<p>طرح سؤالاتی مثل: چگونه مدول‌های خورشیدی انرژی نورانی خورشید را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کند. مشخصات الکتریکی مدول خورشیدی کدام است.</p>

معرفی درس جدید و ایجاد انگیزه	انواع کاربرد مدول های خورشیدی در تولید انرژی الکتریکی مقایسه انرژی الکتریکی تولید شده توسط نیروگاه های سوخت فسیلی و نیروگاه خورشیدی
فرایند یاددهی و یادگیری	ارائه مطلب با آثار رسانه های تعاملی در مورد مدار مورد نظر - نمایش فیلم و اسلاید - ارائه کاتالوگ ها، بروشورهای مختلف از انواع مدول های خورشیدی - جست و جوی اینترنتی انواع مدول های خورشیدی
ارزشیابی تکوینی	نحوه اندازه گیری جریان اتصال کوتاه را شرح دهید. تأثیر دما، نور و زاویه تابش به خروجی مدول خورشیدی چیست. شرایط STC را تشریح کنید.
جمع بندی و اختتامیه	مروری بر کل مطالب و درخواست از هنرجویان برای تهیه گزارش عملکردی مقایسه نتایج به دست آمده از منحنی های جریان ولتاژ به دست آمده مدول های خورشیدی

## ۸- کارهای عملی کتاب درس طراحی و نصب تأسیسات حفاظتی و ساختمان های هوشمند

همکار گرامی، کارهای عملی کتاب طراحی و نصب تأسیسات حفاظتی و ساختمان های هوشمند از بخش های مهارتی شایستگی های این کتاب قلمداد می شود. بنابراین برای اجرای کارهای عملی رعایت اتصال و توالی کارهای عملی در کتاب بسیار حائز اهمیت است.

ممکن است متناسب با تجهیزات و فضای آموزشی کارگاهی در هنرستان های مختلف، همکاران قادر باشند کارهای عملی دیگری نیز برای هنرجویان پیشنهاد دهند. کارهای عملی بیشتر در تعمیق فرایند یاددهی - یادگیری مؤثر است. اگرچه تقویم آموزشی را نیز باید مدنظر داشت تا با مدیریت مناسب زمان همه اهداف توانمندساز پودمان های کتاب درسی در طول سال تحصیلی پوشش داده شود. در جدول ۱-۵ لیست کارهای عملی کتاب طراحی و نصب تأسیسات حفاظتی و ساختمان های هوشمند به تعداد ۲۹ کار عملی به ترتیب زمان آموزش آنها معرفی و پیشنهاد شده است.

جدول ۱-۵ کارهای عملی درس طراحی و نصب تأسیسات حفاظتی و ساختمان‌های هوشمند

تاریخ	طراحی و نصب سیستم‌های حفاظتی و خانه هوشمند
هفته ۱	نقطه کار مدول PV
هفته ۲	تأثیر زاویه، دما و سایه روی مدول
هفته ۳	اندازه‌گیری پارامترهای مدول
هفته ۴	اتصال ناسازگار مدول‌ها
هفته ۵	شارژ باتری با مدول - کنترل شارژ
هفته ۶	راه‌اندازی PV منفصل از شبکه
هفته ۷	قطعه‌شناسی و کاتالوگ خوانی
هفته ۸	نصب نرم‌افزار، وارد کردن قطعات
هفته ۹	مدار روشنایی با حسگر حرکتی
هفته ۱۰	مدار کلید ۴ پل در سالن پذیرایی
هفته ۱۱	کنترل روشنایی هالوزن - LED
هفته ۱۲	کنترل روشنایی با لوکس متر
هفته ۱۳	کنترل پرز یخچال در آشپزخانه
هفته ۱۴	کنترل نشت آب منازل*
هفته ۱۵	جوش ترمیت انشعابات ۳ و ۴ راه
هفته ۱۶	اتصال هادی همبندی مسی به میلگردهای موجود در سازه
هفته ۱۷	جوشکاری میلگردهای همبندی
هفته ۱۸	وصل شدن به قطعه اتصال
هفته ۱۹	نصب صاعقه‌گیر

\* کار عملی نیمه تجویزی

نصب SPD در تابلو اصلی	هفته ۲۰
اندازه‌گیری شارژ باتری و تست مبدل ولتاژ	هفته ۲۱
اندازه‌گیری مقاومت زمین PV	هفته ۲۲
اندازه‌گیری شارژ باتری و تست مبدل ولتاژ	هفته ۲۳
بررسی عملکرد کنترل شارژ	هفته ۲۴
مقدار توان مدول و ظرفیت باتری مورد نیاز و قیمت تمام شده یک PV	هفته ۲۵
نقشه کشی همبندی با AutoCAD	هفته ۲۶
نقشه کشی KNX با AutoCAD	هفته ۲۷
نقشه کشی PV با AutoCAD	هفته ۲۸
انجام پروژه با نرم افزار PVsyst	هفته ۲۹

**تذکر:** کارهای عملی نیمه تجویزی با علامت ستاره مشخص شده است. بعضی از کارهای عملی ممکن است به دو جلسه کارگاهی نیاز داشته باشد. این زمان بین هنرجویان با توانایی‌های مختلف متفاوت است. بنابراین تعداد جلسات کارگاهی بیشتر از ۳۰ هفته آموزشی خواهد بود. برنامه‌درسی ملی تعداد هفته‌های آموزشی را ۳۷ هفته اعلام کرده است.

## ۹- ارزشیابی شایستگی

ارزشیابی شایستگی‌های کتاب طراحی و نصب تأسیسات حفاظتی و ساختمان‌های هوشمند یکی از مهم‌ترین قسمت‌های برنامه‌درسی این درس است. توصیه می‌شود برای ارزشیابی کتاب‌درسی طراحی و نصب تأسیسات حفاظتی و ساختمان‌های هوشمند جدول ارزشیابی آورده شده (جدول ۱-۶) عمل شود که شرح کار انجام شده و استاندارد عملکرد انجام کار، شایستگی‌های کار شاخص‌ها و شرایط نقش بسیار مهمی دارند، استاندارد عملکرد کار حدود، شرایط مکان و زمان و نحوه دقیق انجام کار را توصیف می‌کند و شاخص‌های ارزشیابی شایستگی برای استاندارد کار ارائه می‌شود. نحوه نمره‌دهی نیز به سه دسته تقسیم شده است. این سه دسته‌بندی شامل پایین‌تر از حد انتظار، در حد انتظار و بالاتر از حد انتظار می‌باشد. حداقل نمره قبولی هر واحد شایستگی کار ۱۲ نمره است.

در پایان سال تحصیلی به ازای هر پودمان با فرض حد قبولی ۲ نمره ده نمره در مجموع و با احتساب نمره مستمر به ازای ۲ نمره هنرجو با نمره ۱۲ قبول خواهد شد. چنانچه نمره ایشان در ارزشیابی شایستگی بالاتر از حد انتظار باشد برای هر پودمان ۳ نمره و در مجموع ۱۵ نمره خواهد داشت و در صورت احتساب نمره مستمر این نمره قابلیت قابل ارتقا تا ۲۰ نمره دارد.

### ارزشیابی پودمان با یک واحد یادگیری

بعضی از پودمان‌ها دارای یک، دو یا چند واحد یادگیری است. نحوه ارزشیابی پودمان به تعداد واحدهای یادگیری نیز بستگی دارد.

در شکل ۱ پودمان دارای یک واحد یادگیری است و در دو حالت مختلف تکمیل شده است. این نمون برگ‌های تکمیل شده شایستگی برای درس تأسیسات جریان ضعیف به‌عنوان نمونه آورده شده است. در نمونه اول شایستگی کسب شده (نمره ۱۲/۵) ولی در نمونه دوم دیده می‌شود که به دلیل عدم احراز نمره لازم ایمنی، هنرجو در نهایت موفق به کسب شایستگی در این پودمان نشده است (نمره ۷/۵).

رشته تحصیلی: تکنیک		درس: طراحی و نصب تأسیسات جریان ضعیف	
نام و نام خانوادگی:		کد دانش آموز:	
پودمان ۲:			
تعداد واحد یادگیری		۱	
تعداد مراحل:		۳	
مرحله کار		حداقل نمره	
۱- رعایت الزامات و اندازه ها در نصب قطعات		۱	
۲- کاتالوگ خوبی اطلاعات دقیق در مورد:		۱	
۳- آزمایش مدار کار مدار		۲	
۴- ایمنی بهداشت شایستگی غیر فنی (توجهات)		۲	
رعایت بهداشت			
میانگین مراحل		۲	
نمره شایستگی از ۳		۲	
نمره مستمر (از ۱۵)		۲.۵	
نمره واحد یادگیری از ۲۰		۱۲.۵	
۱۲.۵			
زمانی هنرجو شایستگی را کسب می نماید که ۲ نمره از ۳ نمره واحد یادگیری را اخذ نماید. شرط قبولی هر پودمان حداقل ۱۲ است.			
نمره کلی درس میانگین نمرات پودمان ها زمانی لحاظ می شود که هنرجو در کلیه کارها شایستگی را کسب نماید.			

رشته تحصیلی: الکترونیک و کتیک

نام و نام خانوادگی:

درس: طراحی و نصب سیستم حفاظتی و ساختمان های هوشمند

کد دانش آموزی:

پودمان ۲: خانه هوشمند		تعداد واحد یادگیری
		تعداد واحدهای: ۲
مرحله کار		حد اکثر نمره
۱	۱- کنترل روشنایی و شدت روشنایی (خواب و بیداری)	۲
۲	۲- قطعه شناسی و نصب نرم افزار	۱
۳	۳- مدار الکترونیکی یا حرکتی حسگر	۱
۴	۴- کنترل بریز بخورال	۱
۱	۱- امنیتی بهداشت شایستگی غیر فنی تجهیزات	۲
۲	۲- زیست محیطی	۲
۱	۱- مهارتین مراحل	۲
نمره شایستگی از ۲		۱
نمره مستقر از ۵		۲۵
نمره واحد یادگیری از ۲۰		۲۵
۲۵		

زمانی هنرجو شایستگی را کسب می نماید که ۲ نمره از ۲ نمره واحد یادگیری را اخذ نماید. شرط قبولی هر پودمان حداقل ۱۶ است. نمره کلی درس میانگین نمرات پودمان ها زمانی محاسب می شود که هنرجو در کتبه کارها شایستگی را کسب نماید.

شکل ۱- دونه نمونه جدول ارزشیابی مبتنی بر شایستگی پودمان با یک واحد یادگیری

چنانچه پودمانی دارای دو واحد یادگیری باشد هنرجو برای کسب شایستگی باید در مجموع دو واحد یادگیری به شایستگی لازم برسد بدیهی است قرار گرفتن دو واحد یادگیری در یک پودمان می تواند به دلیل اشتراک موضوعی دو واحد یادگیری در هدف و محتوا باشد.

در شکل ۲ ارزشیابی پودمان اول کتاب سیستم های حفاظتی و ساختمان های هوشمند در دو حالت قبول و مردود نشان داده شده است. این پودمان دارای دو واحد یادگیری است و کسب شایستگی در حالت اول از میانگین دو نمره ۱۳ و ۱۵ برابر با نمره ۱۴ حاصل شده است.

در حالت دوم به دلیل عدم کسب شایستگی در هر دو واحد در نهایت کسب شایستگی اتفاق نیفتاده است.

## فصل اول: کلیات و روش تدریس

روش تدریس: تحلیلی، الکترونیک و تکنیک	درس: طراحی و نصب تأسیسات حفاظتی و ساختمان های هوشمند
نام و نام خانوادگی:	کد دانش آموزی:

پودمان ۱:			کلاس واحد یادگیرنده	۲
واحد یادگیری ۱: تئوری اضطراری			۴	۴
مرحله کار	حداقل نمره	نمره	۴	۴
۱- نصب و راه اندازی دیوار آتشگیر	۴	۴	۴	۴
۲- نصب کپه Change Driver	۴	۴	۴	۴
۳- بررسی عملکرد کپه و انداختن دیوار آتشگیر	۴	۴	۴	۴
۴- تست دیوار آتشگیر و نصب حفاظات دیوار آتشگیر اضطراری	۴	۴	۴	۴
۵- بررسی عملکرد تأسیسات غیر فنی تجهیزات	۴	۴	۴	۴
۶- تست نهایی کپه حفاظات - کار نهایی	۴	۴	۴	۴
۷- برآوردن مراحل	۴	۴	۴	۴
نمره شایستگی از ۴	۴	۴	۴	۴
نمره مستمر از ۵	۴	۴	۴	۴
نمره واحد یادگیری از ۴۰	۴	۴	۴	۴

زمانی هنرجو شایستگی را کسب می نماید که ۴ نمره از ۴ نمره واحد یادگیری را اخذ نماید. شرط قبولی هر پودمان حداقل ۱۴ است.  
نمره کلی درس از میانگین نمرات پودمان ها زمانی لحاظ می شود که هنرجو در کتبه کارها شایستگی را کسب نماید.

روش تدریس: تحلیلی، الکترونیک و تکنیک	درس: طراحی و نصب تأسیسات حفاظتی و ساختمان های هوشمند
نام و نام خانوادگی:	کد دانش آموزی:

پودمان ۱:			کلاس واحد یادگیرنده	۲
واحد یادگیری ۱: تئوری اضطراری			۴	۴
مرحله کار	حداقل نمره	نمره	۴	۴
۱- نصب و راه اندازی دیوار آتشگیر	۴	۴	۴	۴
۲- نصب کپه Change Driver	۴	۴	۴	۴
۳- بررسی عملکرد کپه و انداختن دیوار آتشگیر	۴	۴	۴	۴
۴- تست دیوار آتشگیر و نصب حفاظات دیوار آتشگیر اضطراری	۴	۴	۴	۴
۵- بررسی عملکرد تأسیسات غیر فنی تجهیزات	۴	۴	۴	۴
۶- تست نهایی کپه حفاظات - کار نهایی	۴	۴	۴	۴
۷- برآوردن مراحل	۴	۴	۴	۴
نمره شایستگی از ۴	۴	۴	۴	۴
نمره مستمر از ۵	۴	۴	۴	۴
نمره واحد یادگیری از ۴۰	۴	۴	۴	۴

زمانی هنرجو شایستگی را کسب می نماید که ۴ نمره از ۴ نمره واحد یادگیری را اخذ نماید. شرط قبولی هر پودمان حداقل ۱۴ است.  
نمره کلی درس از میانگین نمرات پودمان ها زمانی لحاظ می شود که هنرجو در کتبه کارها شایستگی را کسب نماید.

شکل ۲- دومنونه جدول ارزشیابی مبتنی بر شایستگی پودمان ها دو واحد یادگیری

در جدول ۱-۶ ارزشیابی شایستگی واحد یادگیری فتوولتایک نشان داده شده است.

**جدول ۱-۶- ارزشیابی شایستگی واحد کار فتوولتایک**

<b>شرح کار:</b> انواع سیستم تجدیدپذیر و سیستم فتوولتایک اتصالات قطعات سیستم فتوولتایک شامل کنترل شارژ باتری و اینورتر نصب مدول خورشیدی			
<b>استاندارد عملکرد:</b> انجام کار روی برد کارگاهی با رعایت موارد ایمنی در کار و استفاده از ابزار			
<b>شاخص‌ها:</b> تسلط بر مشخصات فنی قطعات نکات فنی اتصالات قطعات استفاده صحیح از ابزار برای اتصالات			
<b>شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:</b>			
<b>شرایط:</b> فضای مناسب - ابزار مناسب - مدت زمان متناسب با حجم کار <b>ابزار و تجهیزات:</b> ابزار عمومی سیم کشی برق - مدول خورشیدی - کابل UV و فیش MC۴ و اتصالات - باتری لید اسید- اینورتر - لباس کار			
<b>معیار شایستگی:</b>			
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	نصب قطعات سیستم فتوولتایک و تکمیل جدول کار عملی (محصول)	۲	
۲	انجام سری و موازی مدول خورشیدی و برآورد توان خروجی	۲	
۳	انجام صحیح اتصال کنترل شارژ به باتری و مدول	۱	
۴	انجام صحیح زاویه با رعایت عرض جغرافیایی	۱	
	شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: کسب اطلاعات، کار تیمی، مستند سازی، ویژگی شخصیتی	۲	
			میانگین نمرات
* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.			

### نمونه کارنامه شایستگی هنرجو:

کارنامه سالانه هنرجو شامل ۵ نمره پایانی از پنج پودمان است. نصاب قبولی هر پودمان نمره ۱۲ خواهد بود چنانچه نمره هنرجو در هر پودمان کمتر از ۱۲ باشد در آن شایستگی نمره قبولی نگرفته است. نمره سالانه معدلی از ۵ پودمان خواهد بود و طبیعی است که نمره هر پودمان در نمره سالانه تأثیر مستقیم دارد. کارنامه‌های نمونه نشان داده شده در شکل ۳ تأثیر نمره پودمان در نمره سالانه را نشان می‌دهد



و در هر نمونه هنرجو در سه پودمان نیاز به تکرار ارزشیابی شایستگی دارد.



نام و نام خانوادگی: ...  
شماره دانشجویی: ...  
تاریخ ثبت نام: ...

نام درس: ...  
کلاس: ...  
تاریخ امتحان: ...

نام درس: ...  
کلاس: ...  
تاریخ امتحان: ...

ردیف	نام درس	نام درس (موضوع و پودمان)	پایه	نمره نهایی	نمرات جزئی				نمره میانگین	وضعیت
					تئوری	پراкти	پروژه	پایه		
1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
2	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
3	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
4	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
5	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
6	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
7	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
8	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
9	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
10	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

مجموع نمرات: ...  
میانگین نمرات: ...

وضعیت: ...  
تاریخ: ...

نام درس: ...  
کلاس: ...  
تاریخ امتحان: ...

این فرم برای ثبت نمرات و نتایج درج شده در این فرم می باشد.



نام و نام خانوادگی: ...  
شماره دانشجویی: ...  
تاریخ ثبت نام: ...

نام درس: ...  
کلاس: ...  
تاریخ امتحان: ...

نام درس: ...  
کلاس: ...  
تاریخ امتحان: ...

ردیف	نام درس	نام درس (موضوع و پودمان)	پایه	نمره نهایی	نمرات جزئی				نمره میانگین	وضعیت
					تئوری	پراкти	پروژه	پایه		
1	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
2	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
3	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
4	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
5	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
6	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
7	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
8	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
9	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
10	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

مجموع نمرات: ...  
میانگین نمرات: ...

وضعیت: ...  
تاریخ: ...

نام درس: ...  
کلاس: ...  
تاریخ امتحان: ...

این فرم برای ثبت نمرات و نتایج درج شده در این فرم می باشد.

شکل ۳- دو نمونه کارنامه مبتنی بر شایستگی

دروس کارگاهی با برخوردار بودن ۸ واحد از کل واحدهای درسی تأثیر زیادی در معدل کل کارنامه هنجرو خواهد داشت (شکل ۴). ریز نمرات کارگاهی مطابق شکل نشان داده صادر می‌شود.

وزارت آموزش و پرورش دوره دوم متوسطه کارنامه نوبت تحصیلی دوره دوم متوسطه دوره نهمین سال ۱۳۹۵-۹۶		اداره کلا منطقه شماره آموزشگاه هنرستان		شماره کلاس و حرکت رشته انسانی (تکلیف) (۷۷۳۶۰) پایه دهم		نام خانوادگی نام پدر کد ملی		محل ارجاع دانش	
ردیف	کد درس	نام درس (عمومی و پایه)		واحد	نمره نهایی	نوبت اول	نوبت دوم	نمره سالانه	مجموع
۱	۹۰۰۵۱	حسابات دبیری (دینی، احتیاج و قرآن)		۲					
۲	۹۰۰۱۲	عربی، زبان قرآن		۱					
۳	۹۰۰۳۶	فارسی		۲					
۴	۹۰۰۱۲	زبان خارجه		۲					
۵	۹۰۰۹۱	تربیت بدنی		۲					
۶	۹۰۱۳۶	هنرهای عمومی و اختصار شناسی		۲					
۷	۹۰۰۲۰	ریاضی		۲					
۸	۹۰۰۹۰	فیزیک		۲					
۹	۹۰۰۰۰	اختصاص		۲					
ردیف	کد درس	نام درس (تخصصی، هنر و ورزش)		واحد	نمره نهایی	نوبت اول	نوبت دوم	نمره سالانه	مجموع
۱۰	۷۱۳۷۱	مطالعه و سبب گسی در ساحت‌های دینی		۸					
۱۱	۷۱۳۷۲	مطالعه و سبب آیین‌های خیرات و شهادت		۸					
۱۲	۷۱۳۷۳	دانش فنی پایه (تکلیف و تکلیف)		۲					
۱۳	۹۰۰۹۰	شناسه کسب فنی و حرفه‌ای (تکلیف و تکلیف)		۲					
۱۴	۹۰۰۹۰	تولیدات هنر		۲					
نوبت اول		مجموع نمرات		مجموع نمرات		مجموع نمرات		مجموع نمرات	
نوبت دوم		مجموع نمرات		مجموع نمرات		مجموع نمرات		مجموع نمرات	
مجموع		مجموع نمرات		مجموع نمرات		مجموع نمرات		مجموع نمرات	

ریز نمرات دروس شایستگی‌های فنی و غیر فنی

کد	نام بودمان و درس	مستتر	نایستگی	بودمان	نتیجه
۷۱۳۱۱	طراحی و سیم‌کشی برق ساختمان‌های مسکونی				
۷۱۳۱۱۱	سیم و اتصالات آن				
۷۱۳۱۱۲	نقشه خوانی و زیرسازی سیم‌کشی توکاز				
۷۱۳۱۱۳	سیم‌کشی و نصب تجهیزات الکتریکی				
۷۱۳۱۱۴	زیرسازی سیم‌کشی توکاز				
۷۱۳۱۱۵	نعمیر و نگهداری تأسیسات الکتریکی				
۷۱۳۱۲	طراحی و نصب تأسیسات جریان ضعیف				
۷۱۳۱۲۱	کابل و اتصالات، آیفون				
۷۱۳۱۲۲	سیستم اعلام حریق				
۷۱۳۱۲۳	آنتن، تلفن و اعلام سرعت				
۷۱۳۱۲۴	سیستم دوربین‌های مدار بسته				
۷۱۳۱۲۵	سیستم صوتی، UPS و در اتوماتیک				
۷۱۳۱۷	دانش فنی پایه (الکترونیک)				
۷۱۳۱۷۱	آثار جریان الکتریکی				
۷۱۳۱۷۲	کار و توان الکتریکی				
۷۱۳۱۷۳	اتصال مقاومت‌های اهمی و پل‌های الکتریکی				
۷۱۳۱۷۴	آثار جریان متناوب				
۷۱۳۱۷۵	اندازه‌گیری الکتریکی				
۸۸۰۱۰	نقشه‌کشی فنی رایانه‌ای (برق و رایانه)				
۸۸۰۱۰۱	نقشه خوانی				
۸۸۰۱۰۲	ترسیم نقشه				
۸۸۰۱۰۳	فصل ۳: نقشه برداری از روی قطعه نرم‌افزارهای نقشه‌کشی و ...				
۸۸۰۱۰۴	فصل ۴: کنترل کیفیت نقشه (اجرای پروژه)				
۸۸۰۱۰۵	فصل ۵: ترسیم پروژه با رایانه (کنترل کیفیت نقشه)				
۸۸۱۱۰	الزامات محیط کار				
۸۸۱۱۰۱	محیط کار و ارتباطات انسانی				
۸۸۱۱۰۲	فناوری در محیط کار				
۸۸۱۱۰۳	محیط و قوانین کار				
۸۸۱۱۰۴	ایمنی و بهداشت محیط کار				
۸۸۱۱۰۵	مهارت کارایی				



## فصل ۲

# بررسی محتوای کتاب درسی

مقدمه واحد یادگیری چیست: همکار گرامی مقدمه هر واحد یادگیری محل ورود به بحث جدید واحد یادگیری است بنابراین برای ورود به این محتوا باید هنرجویان با انگیزه کافی آن را دنبال کنند مقدمه واحدهای یادگیری با فراهم کردن زمینه‌های زیر برای هر واحد یادگیری طراحی شده است.

– دید کلی از محتوا به یادگیرنده ارائه کند.

– ایجاد انگیزه کند و برای یادگیرنده اشتیاق لازم جهت دنبال کردن محتوای واحد یادگیری را فراهم کند.

– یک سؤال در ذهن یادگیرنده ایجاد کند و در صورت ارائه تاریخچه بتواند ایجاد جرقه در ذهن هنرجویان کند.

– مقدمه سعی دارد چرایی فناوری را در ذهن یادگیرنده تداعی کند.

# واحد یادگیری اول

## برق اضطراری

**هدف:** برآورد توان الکتریکی مصرف‌کننده‌های مورد نظر برای اتصال به موتور-ژنراتور و انتخاب و نصب مولد اضطراری متناسب با بار به همراه رعایت موارد ایمنی

### مقدمه

سیستم UPS، در کتاب درسی تأسیسات الکتریکی جریان ضعیف به عنوان یک منبع پشتیبان برق معرفی شد. با وجود UPS، وقفه بسیار کوتاهی در قطع و وصل مجدد برق در عملکرد تأسیسات رخ می‌دهد. در ضمن وصل مجدد برق به صورت خودکار صورت می‌گیرد. در برخی از تأسیسات الکتریکی نیاز به وصل خودکار برق نیست و حتی یک تأخیر کوتاه در وصل مجدد هم به عملکرد سیستم‌های مثل روشنایی عمومی، پمپ‌های آب، سیستم تهویه، سردخانه‌ها، آسانسور، پله برقی و حتی پمپ‌های آتش‌نشانی و دوربین‌های مدار بسته آسیب نمی‌رساند. موتورژنراتورها با تأخیر به شبکه متصل می‌شوند ولی سامانه‌های فتوولتایک به عنوان مولد به دو صورت مستقل از شبکه و متصل به شبکه کاربرد دارند.

مصرف‌کننده‌های مورد نظر در این واحد یادگیری بیشتر به دو دسته روشنایی و موتوری تقسیم شده است. در جدول ۱ کتاب درسی هر چه رنگ زمینه جدول به قرمز نزدیک می‌شود نشان‌دهنده مصرف‌کننده‌های با توان بالا است.

اولین فعالیتی که هنرجویان باید انجام دهند برآورد توان مصرفی و تخمین مصرف کل بارهای یک آپارتمان مسکونی است. مولدهای برق اضطراری با توجه به نوع سوخت مصرفی نام‌گذاری می‌شوند. اگر چه نوع بنزینی آنها متداول تر است. انواع این مولدها عبارت است از:

■ مولد برق اضطراری دیزلی

■ مولد برق اضطراری بنزینی

■ مولد برق اضطراری گاز سوز

**توجه:** مصرف‌کننده‌های موتوردار مانند یخچال، لباس‌شویی، کولرآبی و نظایر آن جریان راه‌اندازی بالاتری نسبت به بارهای معمولی دارند. بنابراین برای انتخاب موتور-ژنراتور مناسب به این جریان راه‌اندازی باید توجه کرد.

موتورژنراتور هادارای دونوع توان کاری هستند یکی توان راه‌اندازی (Running Watts)

و دیگری توان افزایشی (Surge Watts). هنجرویان باید قادر به برآورد توان مصرفی مثل جدول شکل ۱ و انتخاب مولد مناسب باشند.

Example			Click to Read Guide		
TOOL OR APPLIANCE	RUNNING WATTS	SURGE WATTS	CALCULATE YOUR GENERATOR NEEDS		
1. Refrigerator	200	1200	TOOL OR APPLIANCE	RUNNING WATTS	SURGE WATTS
2. Television	300	300	1		
3. Lights (7 x 75 watts)	525	525	2		
4. Furnace Fan 1/4HP	600	1000	3		
5. Microwave - 800 watt	1300	1400	4		
6. Radio	200	200	5		
7. Laptop Computer	250	250	6		
8			7		
9			8		
10			9		
			10		
<div> <div>(A)</div> <div>3375</div> <div>Total RUNNING WATTS</div> </div> <div> <div>(B)</div> <div>1400</div> <div>Highest SURGE WATT</div> <div>Req.</div> </div>			<div> <div>(A)</div> <div></div> <div>Total RUNNING WATTS</div> </div> <div> <div>(B)</div> <div></div> <div>Highest SURGE WATT</div> <div>Req.</div> </div>		

168 lbs

71dBA



357cc /9.6 H.P  
Running Output  
6.750 WATTS

Surge Power  
5.500 Watts

### آیین نامه ها و مقررات برق اضطراری:

مطابق بند ۱۳-۵-۵-۱ مقررات ملی ساختمان مبحث ۱۳ برای تأمین و تغذیه برق مصارف اضطراری، سیستم‌ها، دستگاه‌ها، تجهیزات و غیره باید از نیروی برق مولدهایی استفاده شود که معمولاً نیروی محرک آنها، موتورهای دیزل است و نیروی برق اضطراری را در محل تولید می‌کند در صورت استفاده از هر یک از سیستم‌ها، دستگاه‌ها و تجهیزات زیر در ساختمان و تأمین و تغذیه برق آنها،

پیش‌بینی نیروی برق اضطراری الزامی است.

(الف) سردخانه‌های عمومی و صنعتی

(ب) مراکز صنعتی که قطع برق طولانی مدت در آنها ممکن است موجب خسارت جبران ناپذیر شود.

(پ) هر نوع ساختمان یا مجموعه یا مرکز دیگری که به تشخیص مقامات ذی‌صلاح باید دارای نیروی برق اضطراری باشد.

(ت) ساختمان‌هایی که نوع فعالیت آنها به نحوی است که ممکن است قطع برق خطر یا خسارت جبران ناپذیر به وجود آورد.

(ث) در ساختمان‌های مسکونی و اداری خصوصی (غیرعمومی)، که دارای واحدهای مجزا از هم بوده و طول مسیر حرکت آسانسور(ها) بیش از ۲۱ متر از کف اصلی ورودی بوده و الزاماً دارای آسانسور حمل بیمار (برانکاردبر) می‌باشد.

۱۳-۵-۱-۱ در ساختمان‌های مسکونی که شامل شرایط بند (ث) نمی‌شود، توصیه می‌شود که آسانسور(ها) در صورت امکان مجهز به سیستم منبع تغذیه (Black Out) شامل میدل جریان با باتری پشتیبان و شارژ آن باشد، به گونه‌ای که به هنگام قطع برق سیستم آسانسور(ها) به نزدیک‌ترین طبقه هدایت و متوقف شود.

در این صورت بازرسی و بازدید دوره‌ای از شرایط کارکرد آن سیستم و باتری‌ها، باید جزء برنامه و دستورالعمل نگهداری ساختمان قرار گیرد.

۱۳-۵-۲ در تأمین نیروی برق اضطراری مرکز داده (data center) ضمن توجه به رده‌بندی آن، موارد مرتبط در استانداردهای ANSI/TIA-۹۴۲ و ANSI/BICSL ۰۰۲ باید ملاک عمل قرار گیرد.

۱۳-۵-۲ برآورد نیروی برق اضطراری مورد نیاز، باید براساس کل بار مصارف اضطراری و پس از اعمال ضرایب هم‌زمانی، در نظر گرفتن جریان راه‌اندازی مصارف، جریان هارمونیک‌ها و دیگر ملاحظات به عمل آید و با توجه به مقدار نیروی برق اضطراری مورد نیاز، ممکن است از یک یا چند مولد برای این منظور، استفاده شود. این مولدها بسته به شرایط، ممکن است از طریق راه‌اندازی دستی، خودکار و با وقفه کوتاه و یا بی‌وقفه (مولدهای NO Break) شبکه نیروی برق اضطراری را تغذیه نمایند.

۱۳-۵-۳ در انتخاب محل و ابعاد نیروگاه برق اضطراری، ظرفیت، مشخصات مولد یا مولدها (دیزل ژنراتور) علاوه بر ملاحظات فنی نظیر استقرار در نزدیکی مرکز بار، افت ولتاژ، شرایط راه‌اندازی، شبکه توزیع، ارتباط با سیستم تغذیه برق اصلی (برق نرمال)، دور در ثانیه مولد، افت توان مولد ناشی از شرایط اقلیمی از قبیل درجه حرارت و ارتفاع از سطح دریا و غیره، تأمین هوای مورد نیاز احتراق مولد و خشک کردن آن (تأمین بازشوهای ورود و خروج هوا)، تخلیه دود ناشی از احتراق



دیزل و غیره، موارد زیر باید مورد توجه قرار گیرد.  
 الف) نیروگاه در محلی ساخته و نصب شود که از نظر لرزش، سروصدا و دود، اثر سویی بر محیط اطراف آن نداشته باشد.  
 ب) حمل و نقل و نصب و بهره‌برداری از مولدهای برق اضطراری به سهولت انجام پذیر باشد

پ) فونداسیون نصب مولد (دیزل ژنراتورها) مستقل از پی و یا سازه ساختمان بوده و باید، مجهز به لرزه گیرهای مناسب با شرایط محل استقرار آن باشد.  
 ت) جنس لوله آگزوز و انباره (صدا خفه‌کن) دیزل، با توجه به مکان استقرار و کاربری ساختمان انتخاب شود.

**تبصره:** برای ساختمان احداث شده در مناطق عمومی و مسکونی باید از انباره آگزوز (صداخفه‌کن) با دسیبل نویز مناسب این مناطق استفاده شود. استفاده از انباره آگزوز مخصوص مناطق صنعتی و یا ساختمان‌های صنعتی (انباره دسیبل نویز بالا) در این مناطق مجاز نمی‌باشد.

ث) نصب دودکش مولد و یا دودکش‌های مولدهای نیروگاه در بام ساختمان و یا فضای آزاد مجاور نیروگاه، باید طوری در نظر گرفته شود که دود ناشی از مولدها به راحتی در محیط اطراف پخش شده و مزاحمتی برای ساختمان‌ها و فضاهای مجاور به وجود نیارد.

ج) مخزن سوخت مولدهای نیروگاه باید طبق مقررات و ضوابط شرکت نفت ساخته شود و در انتخاب محل استقرار مخزن سوخت لازم است به راه‌های ارتباطی تانکر سوخت‌رسانی و لوله‌هایی که سوخت را به نیروگاه می‌رساند، توجه مخصوص شود.  
 چ) جرثقیل سقفی (جهت تعمیرات) متناسب با نوع نیروگاه و مولدهای منصوبه پیش‌بینی و نصب شود.

۱۳-۵-۴ از ژنراتور گازی که در آن از شبکه گاز شهری به عنوان سوخت نیروی محرکه استفاده می‌شود بنا به دلایل زیر فقط برای تأمین مصارف اضطراری (به غیر از مصارف ایمنی) می‌توان استفاده کرد.

الف) مدت زمان راه‌اندازی ژنراتورهای گازی بیش از ۱۵ ثانیه می‌باشد.  
 ب) احتمال قطع گاز شبکه شهری به دلایل ناخواسته وجود دارد.

۱۳-۵-۵ دیزل ژنراتور اضطراری به هنگام قطع برق شهر، از طریق تابلو و یا کلید تبدیل اتوماتیک (Automatic Transfer Switch = A.T.S) به شبکه توزیع برق اضطراری وصل و برق مورد نیاز مصارف اضطراری را تأمین می‌نماید.  
 کلیدهای خودکار اتوماتیک با مکانیسم موتوری و یا کلید خودکار مغناطیسی (کنتاکتور) مورد استفاده در این کلید تبدیل‌ها و یا تابلوها، در سیستم سه فاز نیروی TN-S از نوع چهار پل و در سیستم یک فاز آن از نوع دو پل خواهد بود.

## نیروی برق ایمنی

۱۳-۵-۶-۱ در مواردی که قطع نیروی برق ممکن است برای افراد خطر ایجاد کند لازم است نیروی برق ایمنی پیش‌بینی شود. نیروی برق ایمنی می‌تواند مکمل نیروی برق اضطراری یا مستقل از آن باشد. انتخاب وسایل و دستگاه‌هایی که باید از منابع ایمنی تغذیه شوند بستگی به نوع کار آنها خواهد داشت. منابع نیروی برق ایمنی ممکن است جزئی از خود وسیله یا دستگاه باشد و با آن یک واحد تشکیل دهد) چراغ‌های ایمنی باطری سرخود و غیره (سیستم‌های ایمنی در ساختمان‌هایی از قبیل ساختمان‌های بلند مرتبه مسکونی، تجاری، اداری، ساختمان‌های مرکزی بانک‌ها، فروشگاه‌های بزرگ، بناهای درمانی و بیمارستان‌ها، تالارهای اجتماعات، سینماها، تئاترها و غیره با توجه به مقررات، ضوابط، استانداردها و یا نیاز و الزام به استفاده از آنها در نظر گرفته می‌شود.

## سیستم‌های تأمین ایمنی

برای تأمین ایمنی افراد و جلوگیری از ضرر و زیان به ساختمان، اموال، اسناد، دستگاه‌ها، تجهیزات و غیره، سیستم‌های ایمنی، در طرح ساختمان به قرار زیر در نظر گرفته می‌شود و نیز تغذیه این سیستم‌ها، بسته به نوع سیستم و شرایط آن، از طریق نیروی برق اضطراری و یا برق بدون وقفه (UPS) و یا منبع تغذیه پشتیبان مستقل و مخصوص خود شامل باطری و شارژ آن خواهد بود.

الف) روشنایی ایمنی مسیرهای تخلیه افراد، فرار و خروج اضطراری

ب) سیستم اعلام حریق

پ) سیستم اعلام نشت گاز سوخت

ت) پمپ‌های منبع ذخیره آب آتش‌نشانی (جهت اطفای حریق)

ث) آسانسورهای تخلیه اضطراری (آسانسور حریق)

ج) سیستم تلویزیون مدار بسته (C.C.T.V) سیستم کنترل تردد و حراستی

چ) سیستم اعلام و هشدار سرقت

ح) سیستم اعلام خطر گاز مونواکسیدکربن (CO) (پارکینگ فضای بسته)

خ) سیستم تخلیه گاز مونواکسیدکربن (CO) (پارکینگ فضای بسته)

د) سیستم تأمین هوای فشار مثبت راه‌پله‌های فرار بسته، مسیرهای خروج اضطراری و چاه آسانسور آتش نشان

ذ) سیستم تخلیه دود به هنگام حریق

ر) تهویه محیط‌های فاقد ورودی هوای خارج

ز) سایر سیستم‌های تخلیه افراد در مواقع اضطراری

ژ) تجهیزات، دستگاه‌ها و تأسیسات خاص مراکز درمانی و بیمارستانی که در صورت

قطع برق آنها جان بیماران و افراد به خطر می‌افتد و یا هرگونه قطع تغذیه برق که موجب اختلال در سرویس‌های ایمنی می‌شود.

س) سیستم صوتی و اعلام خطر

ش) سیستم مخابرات و ارتباطات

ص) سیستم تلفن آتش‌نشان (Fire Phone)

ض) شبکه فرمان حسگر (سنسور زلزله)

ط) هرگونه سیستمی که تأمین نیروی آن درخواست شده باشد.

ظ) در کلیه مواردی که به هر علت قطع برق ایمنی افراد را به خطر بیندازد.

تغذیه سیستم‌های زیر از منبع تغذیه پشتیبان مستقل و مخصوص خود شامل باتری و شارژ آن و یا برق بدون وقفه (UPS)، طبق استانداردهای مربوطه، نیاز سیستم و یا دستورالعمل سازندگان آن خواهد بود.

الف) روشنایی ایمنی مسیرهای تخلیه افراد، فرار و خروج اضطراری

ب) سیستم اعلام حریق

پ) سیستم اعلام نشست گاز سوخت

ت) سیستم تلویزیون مدار بسته (C.C.T.V)

ث) سیستم کنترل تردد و حراستی

ج) سیستم اعلام و هشدار سرقت

چ) سیستم اعلام خطر گاز مونواکسید کربن (CO)

ح) سیستم صوتی و اعلام خطر

خ) سیستم مخابرات و ارتباطات

د) سیستم تلفن آتش‌نشان (Fire Phone)

ذ) سیستم فرمان حسگر زلزله

ر) تجهیزات، دستگاه‌ها و تأسیسات خاص مراکز درمانی

ز) هرگونه سیستم که نیاز به منبع تغذیه پشتیبان داشته باشد.

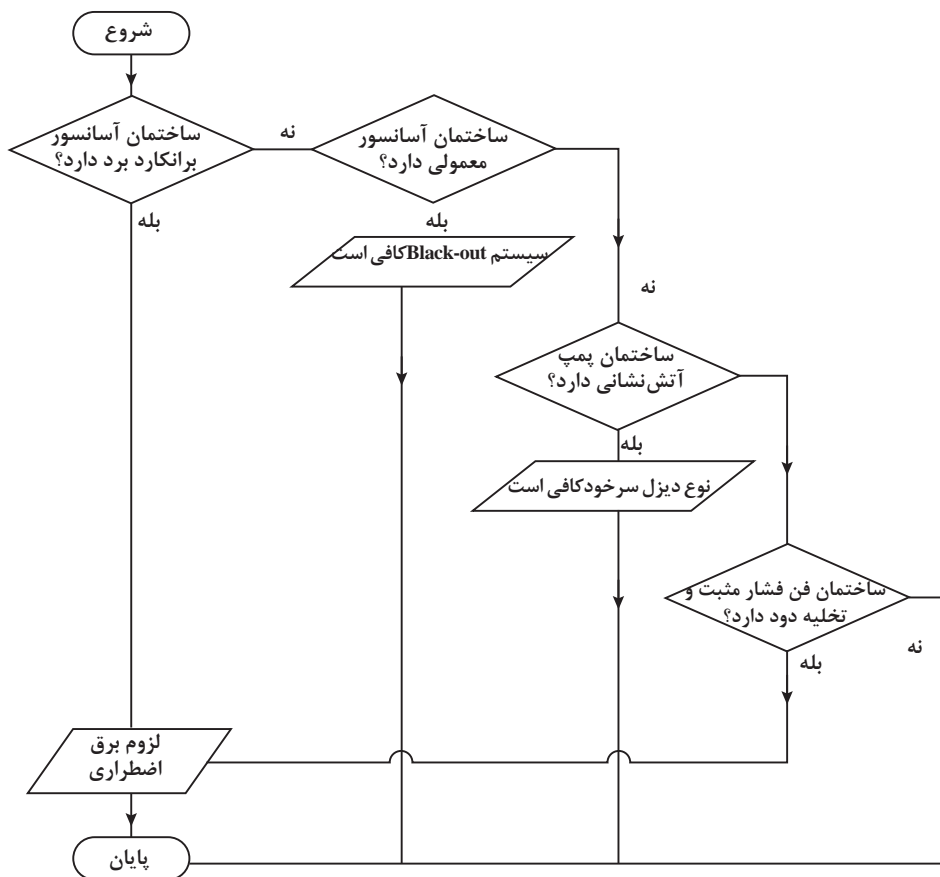
**تبصره ۱:** به غیر از سیستم‌ها و موارد ذکر شده در بند ۱۳-۵-۶-۱ بقیه سیستم‌ها و مواردی که در بند ۱۳-۵-۶-۲ باقی می‌مانند به‌طور مستقیم از نیروی برق اضطراری (بدون نیاز به منبع تغذیه پشتیبان) و برق بدون وقفه (UPS) تغذیه خواهند شد.

**تبصره ۲:** در صورت الزام به رعایت مقررات و یا ضوابط سازمان آتش‌نشانی برای تغذیه پمپ‌های آتش‌نشانی جهت اطفاء در ساختمان‌هایی که در ردیف ۱۳-۵-۶-۲ آمده است از دیزل ژنراتور مستقل و مجزا از نیروی برق اضطراری ساختمان و یا مجموعه دیزل پمپ (یکپارچه) باید استفاده گردد.

**تبصره ۳:** در صورتی که سیستم اعلام حریق دارای منبع تغذیه پشتیبان مستقل و مخصوص خود (باتری و شارژ آن) باشد، تغذیه آن از برق بدون وقفه (UPS) مجاز نمی‌باشد.

**تبصره ۴:** سیستم‌های ایمنی که دارای منبع تغذیه مستقل و مخصوص خود شامل باتری و شارژ آن می‌باشند در صورت وجود نیروی برق اضطراری در ساختمان، تغذیه آن از نیروی برق اضطراری بوده و در غیر این صورت از برق عادی (نرمال) خواهد بود، مگر اینکه تغذیه آنها از برق بدون وقفه (UPS) توسط استانداردهای معتبر و یا سازندگان آن سیستم‌ها مجاز یا لازم اعلام شده باشد.

با توجه به موارد بالا و خصوصاً آنچه در تبصره ۱ آمده می‌توان چنین نمودار و فلوچارتی برای لزوم وجود سیستم برق اضطراری در ساختمان‌های مسکونی و اداری خصوصی پذیرفت.



## پاسخ به فعالیت‌ها و پرسش‌ها

### فعالیت



فعالیت ص ۳: توان مصرف‌کننده‌های شکل ۱ را طبق جدول ۱، استخراج کنید. آیا مصرف‌کننده پرمصرف در بین آنها وجود دارد؟

پاسخ: مصرف‌کننده‌های نشان داده شده با رنگ سبز از دسته بارهای با توان کم و متوسط هستند ولی مصرف‌کننده‌های نشان داده شده با رنگ قرمز از دسته بارهای پرتوان هستند.

### فعالیت



فعالیت ص ۷: در مورد اجزای مولد برق اضطراری دیزل ژنراتور بحث و تبادل نظر کنید. در جدول ۲ انواع مولد برق اضطراری معرفی شده است.

پاسخ: مخزن سوخت وظیفه ذخیره‌سازی سوخت فسیلی را به عهده دارد که موتور دیزل محرک اصلی آلترناتور است. ولتاژ خروجی روی تابلوی کنترل قابل بررسی و کنترل است.

### فعالیت



فعالیت ص ۱۱: چه مصرف‌کننده‌های دیگری را می‌شناسید که توان راه‌اندازی و حالت دائم یکسان نداشته باشند؟

پاسخ: مصرف‌کننده‌های دارای الکتروموتور مانند کولرآبی، جاروبرقی و ماشین‌های لباس‌شویی و ظرف‌شویی.

### سؤال



سؤال ص ۱۲: به نظر شما موتور ژنراتور شکل ۸ برای این کار عملی مناسب است؟

پاسخ: خیر زیرا توان راه‌انداز آن کمتر از مجموع توان مصرفی بارها است.

### فعالیت



فعالیت ص ۱۳: مشخصات فنی انواع مولدهای شکل ۱۰ را با یکدیگر مقایسه و به کلاس ارائه دهید.

پاسخ: موتور ژنراتورهای نشان داده شده در این فعالیت مطابق شکل معادل مصرف‌کننده‌های نظیر لامپ، صفحه نمایش، سنگ فرز دستی، یخچال، ماکروفر، پمپ بادودلر می‌باشد. طبیعی است با افزایش بارهای موتوری توان موتور ژنراتور نسبت به نمونه‌های قبلی بیشتر خواهد بود.

#### فعالیت



فعالیت ص ۱۳: کاربردهای مختلف آورده شده در کاتالوگ را بررسی کرده و در مورد آن بحث و تبادل نظر کنید.

پاسخ: کاربرد این موتور ژنراتور مناسب برای مغازه‌ها، رستوران‌ها، کارگاه‌ها، هتل‌ها، دفاتر کار و مزارع کشاورزی است. در ادامه کاربردهای مسکونی و محیط‌های آموزشی نیز اشاره شده است. این موتور ژنراتور در دو مدل فرکانس‌های ۵۰ و ۶۰ هرتز با ولتاژهای ۲۲۰ و ۲۴۰ و ولتاژ ۳۸۰ و ۱۲۰ معرفی شده است. ضریب توان ۰/۸ و مولد تک‌فاز و خود تحریک با ولتاژ خروجی ۱۲ ولت DC معرفی شده است.

#### فعالیت



فعالیت ص ۱۹: در شکل ۲۰ نام هر قسمت را مشخص کنید.

پاسخ: ۱- موتور ژنراتور ۲- پریز اتصال ژنراتور بیرون از منزل ۳- تابلو کلید قطع ۴- کلید تبدیل دستی (چنج اور) ۵- کنتور

#### سؤال



سؤال ص ۱۹: چرا نصب موتور ژنراتور بعد از کنتور برق است؟

پاسخ: توزیع برق قبل از کنتور به عهده برق منطقه‌ای است.

#### فعالیت



فعالیت ص ۱۹: مراحل راه‌اندازی دستی و آغاز برق‌دهی مولد در شکل ۲۱ نشان داده شده است. مراحل راه‌اندازی را توضیح دهید.

پاسخ: بررسی وضعیت روغن و میزان سوخت، راه‌اندازی دستی اولیه و روشن کردن دستگاه

توضیح کار عملی ۶: مدارالکتریکی تابلو برق اضطراری دستی شکل ۲۳ را بررسی نمایید و ویژگی‌های آن را گزارش کنید.

پاسخ: مطابق شکل ۲۳ کلید دو پل ورودی برق شهر در حالت وصل بوده و تابلو توزیع واحد از برق شهر تغذیه می‌کند در این حالت کلید مربوط به موتور ژنراتور در حالت قطع است اگر نیاز به استفاده از موتور ژنراتور باشد کلید شبکه اصلی در حالت قطع و کلید مربوط به مولد به حالت وصل تغییر وضعیت می‌دهد.

## واحد یادگیری دوم

### نصب سامانه های فتوولتاییک

**هدف:** نصب سامانه فتوولتاییک و اندازه گیری کمیت های الکتریکی، مهارت  
قطعه شناسی، کاتالوگ خوانی

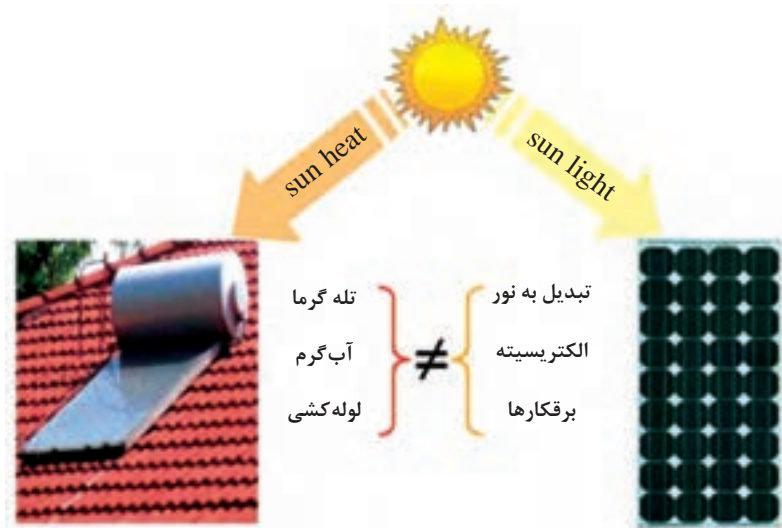
#### مقدمه

انرژی خورشیدی به دو صورت حرارت و نور به طبیعت عرضه می شود و در دو مدل اصلی سامانه خورشیدی، این انرژی به کار گرفته می شود (شکل ۱).

۱ استفاده از حرارت و گرمای خورشید برای گرم کردن آب یا همان آب گرم کن خورشیدی (Passive)

۲ پدیده فتوولتاییک که بدون فرایند مکانیکی نور را به الکتریسیته تبدیل می کند (Active).

در شکل ۱ این دو نوع بهره برداری از انرژی خورشیدی با یکدیگر مقایسه شده است.



شکل ۱- کاربرد انرژی خورشیدی (حرارت و نور)

## ۲-۱- انواع سامانه‌های فتوولتائیک (از نظر کاربرد)

■ متصل به شبکه برق (Grid-Connected (grid-tied)

■ مستقل از شبکه برق (off-Grid (Stand alone)

### الف) سامانه مستقل از شبکه

سامانه فتوولتائیک مستقل از شبکه در زمان تابش نور خورشید انرژی الکتریکی تولید می‌کند و در هنگام قطع تابش منبع نور انرژی لازم برای مصرف کننده را توسط باتری شارژ شده فراهم می‌کند (شکل ۲).



شکل ۲- سامانه مستقل از شبکه برق

این سامانه برای مناطق خارج از دسترس برق مناسب است (روستاهای، جزایر دور از ساحل و ایستگاه‌های مخابراتی، چراغ‌های راهنمایی و رانندگی و نظایر آن). البته به دلیل استفاده از باتری هزینه این نوع سامانه بیشتر از نوع متصل به شبکه است. یک سامانه جدا از شبکه به باتری قابل شارژ و دشارژ نیاز دارد. این باتری می‌تواند باتری اسید - سرب یا نیکل کادمیوم باشد.

### ب) سامانه متصل به شبکه

سامانه متصل به شبکه در طول روز تقاضای مصرف را تأمین می‌کند و مازاد بر مصرف را به شبکه سراسری می‌دهد ولی هنگام شب و مواقعی که نور خورشید نیست مصرف برق از طریق شبکه تأمین می‌شود. این سامانه در دو نوع دارای

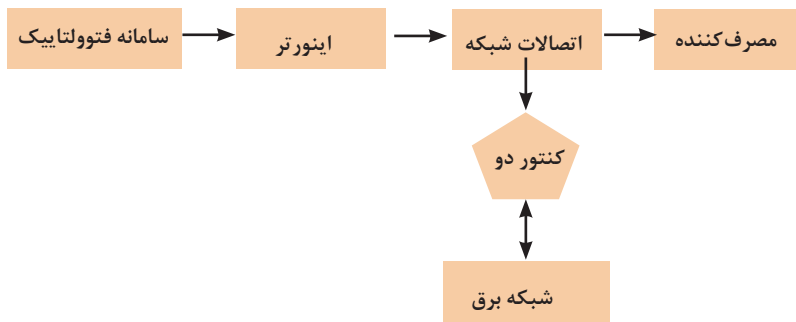


باتری و بدون باتری استفاده می‌شود. نوع دارای باتری برای بارهای خاص که دائم و حساس می‌باشند مناسب است. سامانه متصل به شبکه بدون باتری در شکل ۳ نشان داده شده است.

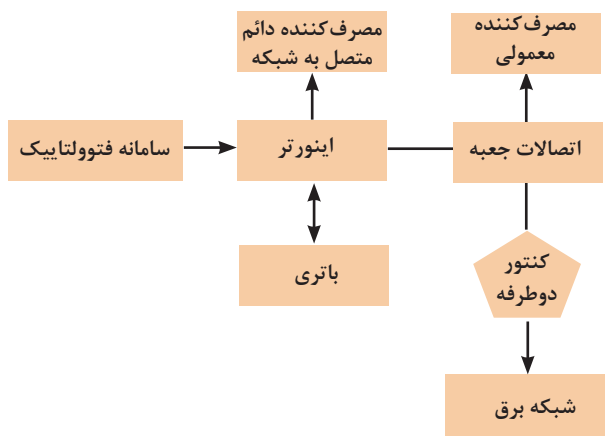


شکل ۳- سامانه متصل به شبکه

این سامانه‌ها در دو نوع دارای باتری و بدون باتری قابل استفاده است. نوع بدون باتری مستقیماً انرژی الکتریکی تولید شده توسط سامانه با مبدل به جریان متفاوت تبدیل شده و به شبکه سراسری هم فرکانس می‌شود ولی در نوع دارای ذخیره‌کننده انرژی الکتریکی، با استفاده از باتری، این انرژی ذخیره می‌شود. در این نوع سامانه‌ها بارهایی که دائم باید به شبکه برق متصل باشند استفاده می‌شوند. کنترلر یا دستگاه اندازه‌گیری انرژی مکانیکی در این سامانه‌ها باید دو طرفه باشد تا میزان صدور انرژی به شبکه و دریافت انرژی از شبکه را گزارش کند. عملکرد این دو نوع سامانه متصل به شبکه در شکل‌های ۴ و ۵ نشان داده شده است. یکی از کاربردهای سامانه متصل به شبکه به همراه باتری بارهای حساس بیمارستانی است.



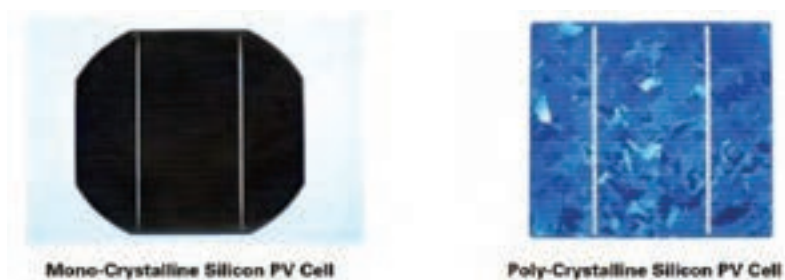
شکل ۴- سامانه متصل به شبکه بدون باتری



شکل ۵- سامانه متصل به شبکه دارای باتری

### ۳-۱- تکنولوژی سلول‌های خورشیدی

تکنولوژی ساخت سلول‌های خورشیدی بر مبنای دو نوع مؤثر کریستالی و پلی کریستال است (شکل ۶).



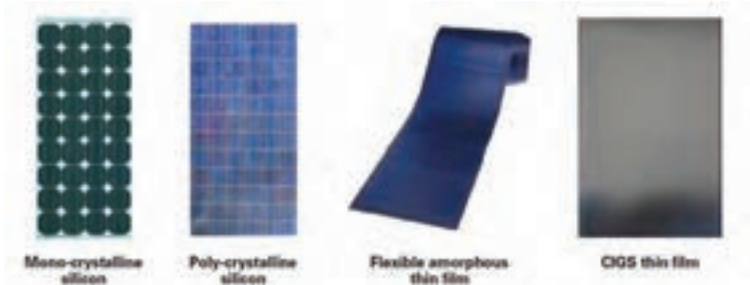
شکل ۶- انواع سلول خورشیدی

نوع دیگری از مدول خورشیدی با عنوان فیلم نازک نیز تولید می‌شود که محبوبیت زیادی داشته و آمورف نام دارد. دسته‌بندی این نوع (دسته سوم) از سلول خورشیدی در شکل ۷ نمایش داده شده است. نوع آمورف در ماشین حساب‌های خورشیدی و پاوربانک‌های خورشیدی و نظایر آن کاربرد دارد.



شکل ۷- دسته‌بندی سلول‌های خورشیدی

نمونه‌هایی متفاوت از مدول‌های خورشیدی در شکل ۸ نشان داده شده است:



شکل ۸- نمونه‌های مختلف مدول خورشیدی

## ۴-۱- تکنولوژی کریستال سیلیکون و فیلم نازک

سلول‌های کریستالی از ترکیب زیاد سیلیکون با فلزات تحت عنوان نیمه‌هادی تشکیل می‌شود. این قطعات پنجره‌ای شکل در ضخامت ۲۰۰-۱۵۰ میکرون (یک پنجم میلیمتر) ساخته می‌شوند. فیلم نازک از لایه‌های ته‌نشین میله‌ای فلزات نیمه‌هادی به شکل‌های با ضخامت ۰/۳ تا ۲ میکرومتر روی لایه‌ای از شیشه یا فولاد ضدزنگ ساخته می‌شود.

## ۵-۱- میزان راندمان انواع مدول‌های خورشیدی

در جدول ۱ راندمان انواع تکنولوژی مدول‌های خورشیدی ملاحظه می‌شود.

جدول ۱- راندمان انواع مدول‌های خورشیدی

Technology	Module Efficiency
Mono-crystalline Silicon	12.5-15%
Poly-crystalline Silicon	11-14%
Copper Indium Gallium Selenide (CIGS)	10-13%
Cadmium Telluride (CdTe)	9-12%
Amorphous Silicon (a-Si)	5-7%

**Table 1. Conversion efficiencies of various PV module technologies**

این بازده تحت شرایط نرمال استاندارد STC (Standard Test Condition) اتفاق می‌افتد. شرایط نرمال عبارت است از:

- ۱ تابش خورشید برابر  $1000 \text{ W/m}^2$  (تابش خورشید توسط دستگاه پیرانومتر اندازه‌گیری می‌شود).
- ۲ دمای  $25^\circ\text{C}$  درجه سانتیگراد
- ۳ طیف در  $105$  جرم هوا

## ۶-۱- شرایط STC (Standard Test Condition)

منحنی جریان ولتاژ مدول خورشیدی تحت شرایط استاندارد نشان داده می‌شود این شرایط شامل میزان تابش خورشید و دمای سطح مدول است. مقدار تابش خورشید برای یک روز آفتابی  $1000 \text{ W/m}^2$  که دمای سطح مدول برابر  $25^\circ\text{C}$  درجه سانتیگراد است مدنظر قرار می‌گیرد. مقادیر اصلی  $I_{sc}$ ،  $V_{oc}$ ،  $I_{mp}$ ،  $V_{mp}$  در این دو شرط معرفی و روی پلاک مدول خورشیدی درج می‌شود.

تذکر: در شرایط دیگری نیز مدول خورشیدی به شبیه‌سازی واقعی‌تر نزدیک است که با شرایط STC متفاوت بوده و اصطلاحاً NOCT (Normal Operation Cell Temperature) گفته می‌شود. در این وضعیت مقدار تابش خورشید  $800 \text{ W/m}^2$  و دمای سطح مدول خورشید تا  $45^\circ\text{C}$  و سرعت باد برابر  $1 \text{ m/s}$  با دمای  $25^\circ\text{C}$  در نظر گرفته شده است. به همین دلیل شرایط خروجی مدول خورشیدی در حالت STC مقدار خروجی بیشتری در مقایسه با NOCT دارد.

## ۱-۷- اندازه گیری شدت تابش نور خورشید ( $W/m^2$ )

برای اندازه گیری مقدار تابش نور خورشید از دستگاه آفتاب سنج یا پیرانومتر (Pyranometer) استفاده می شود. مقدار تابش نور خورشید در روزهای ابری و غبارآلود کمتر خواهد بود و به دنبال آن شدت تابش نور کمتر می شود. (شکل ۹)



شکل ۹- دستگاه آفتاب سنج (پیرانومتر)

## ۱-۸- عوامل مؤثر بر خروجی مدول خورشیدی

عوامل تأثیرگذار بر خروجی مدول خورشیدی شامل دما، زاویه تابش و میزان تمیزی سطح مدول خورشیدی است. در ادامه به تأثیر آنها پرداخته می شود.

### الف) تأثیر دما

دما در مناطق گرمسیر بر توان خروجی اثر دارد. هر قدر دما از  $25^{\circ}$  بالاتر باشد به اندازه تفاضل دمای محیط تا  $25^{\circ}$  درجه ضریب تأثیر دما مقدار توان خروجی کم خواهد شد، مثلاً اگر دمای محیط برابر  $50^{\circ}$  درجه باشد کاهش بازدهی برابر است با: ضریب تأثیر دما  $\times (50 - 25)$

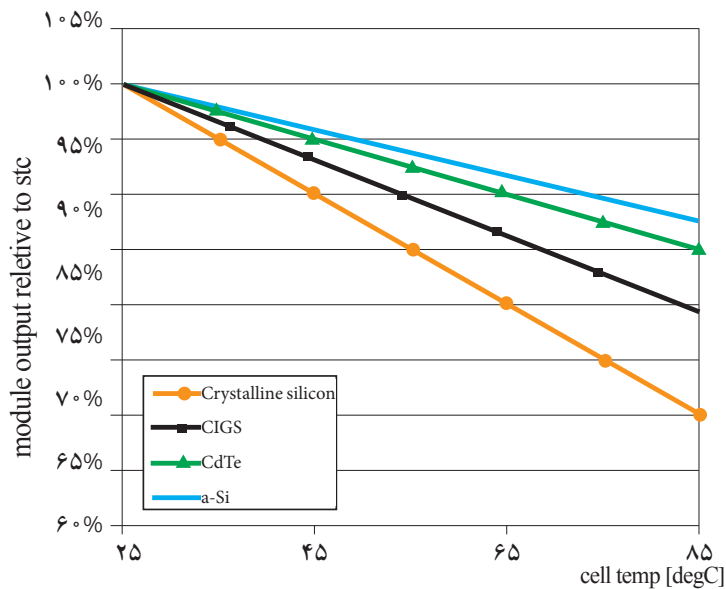
تکنولوژی فیلم نازک دارای ضریب منفی دمایی نسبت به کریستال است. به عبارت دیگر این نوع تکنولوژی، سلول ها در دمای بالا تلفات کمتری دارند. به همین منظور در محیط های گرم کارایی بیشتری دارند. ضریب تأثیر دما روی نمونه های مختلف مدول خورشیدی در جدول ۲ دیده می شود.

جدول ۲- تأثیر دما بر خروجی

Technology	Temperature Coefficient [%/°C]
Crystalline silicon	-0.4 to -0.5
CIGS	-0.32 to -0.36
CdTe	-0.25
a-Si	-0.21

Temperature coefficient of various PV cell technologies

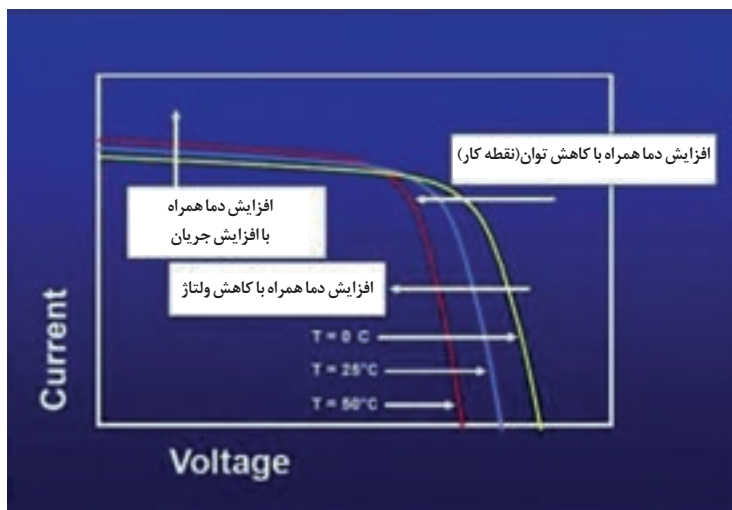
ضریب تأثیر دما در دیتا شیت مدول PV حتماً باید قید شود. (شکل ۱۰):



شکل ۱۰- ضریب دما در دیتا شیت

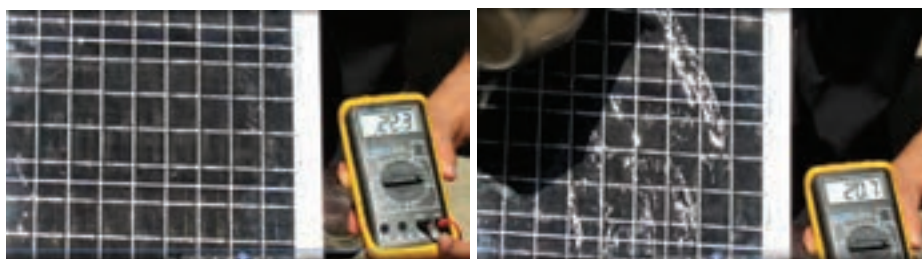
## افزایش دما

افزایش دما باعث افزایش جریان خروجی و کاهش ولتاژ بی باری می شود. افزایش دما در نهایت باعث کاهش توان و پایین آمدن نقطه کار خواهد شد (شکل ۱۱).



شکل ۱۱- تأثیر دما بر ولتاژ و جریان

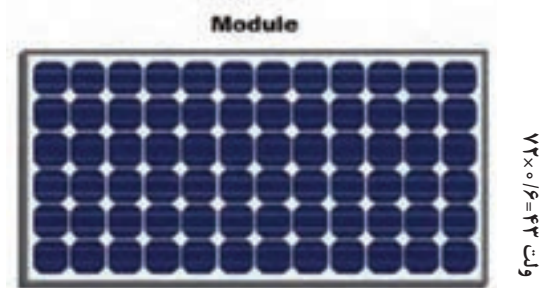
برای تدریس این موضوع با استفاده از یک ظرف آب سرد هم‌زمان اثر ولتاژ بی‌باری مدول خورشیدی را روی یک مدول خورشیدی در فضای آزاد انجام دهید. با خنک شدن مدول خورشیدی ولتاژ بی‌باری به‌طور متوسط حدود ۲ تا ۳ ولت افزایش می‌یابد. ممکن است فرایند خنک شدن مدول کمی طول بکشد تا تأثیر آن در افزایش ولتاژ خروجی دیده شود بنابراین کمی صبور باشید. در شکل ۱۲ ولتاژ بی‌باری با خنک شدن مدول در اثر آب سرد از مقدار  $20/7$  ولت به مقدار  $22/3$  ولت افزایش یافته است. این مقدار افزایش به جنس مدول خورشیدی بستگی دارد.



شکل ۱۲- تأثیر دما بر ولتاژ بی‌باری

هر مدول خورشیدی به‌طور میانگین دارای  $50$  تا  $72$  سلول است. اگر هر سلول  $0/5$  ولت تولید کند در مجموع هر مدول ولتاژی بین  $20$  تا  $40$  ولت و توانی معادل  $100$  تا  $350$  وات دارد (البته ولتاژ هر سلول بین  $0/5$  تا  $0/6$  ولت متغیر است). مدول نشان داده شده در شکل ۱۳ برابر  $43$  ولت است. اتصال سری و موازی مدول

خورشیدی را شبیه اتصالات پیل‌های الکتریکی برای هنرجویان تدریس نمایید (اتصال سری ولتاژ دهی بیشتر و اتصال موازی برای جریان‌دهی بالاتر).



شکل ۱۳- اتصال سری سلول‌های خورشیدی در یک مدول

سامانه‌های برق خانگی تا ۶۰۰ ولت DC و نوع تجاری تا ۱۰۰۰ ولت تولید دارند. یک سامانه آرایه خورشیدی با ۱۰ مدول خورشیدی قادر به تولید ۶ کیلو وات توان الکتریکی است و در حدود ۴۵۰ کیلوگرم وزن دارد. فضای مورد نیاز برای اجرای پروژه فتوولتائیک برای این توان حدود ۱۲۵ متر مربع است. اتصال سری مدول‌ها تشکیل رشته مدول خورشیدی داده و اتصال موازی رشته‌ها، آرایه را شکل می‌دهد. در شکل ۱۴، نیروگاه از ۲۰ عدد مدول خورشیدی ۲۶۰ وات تشکیل شده است. با در نظر گرفتن تلفاتی در حدود ۲۰۰ وات، توان خروجی نیروگاه برابر ۵ کیلووات خواهد بود.



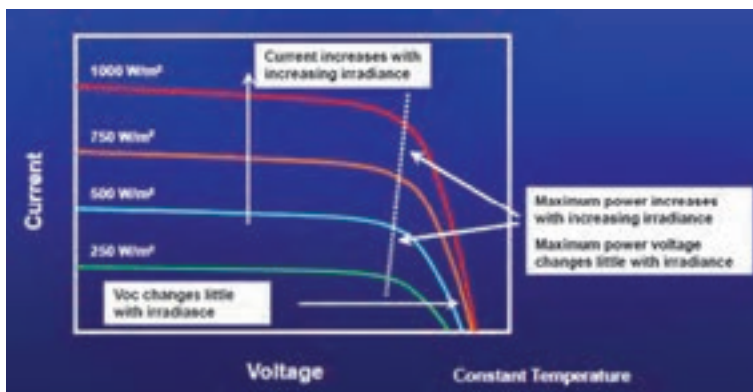
Module Type	GM300-100W
Rated Max. Power (Pmax)	100W
Current at Pmax (Ipm)	8.46A
Voltage at Pmax (Vmp)	30.3V
Open Circuit Voltage (Voc)	37.1V
Short Circuit Current (Isc)	9.11A
Open Circuit Voltage (Voc)	37.1V
Operating Cell Temp (Tcell)	45±25°C
Weight	18KG
Max System Voltage	1000V
Max Series Fuse Rating	10A
All technical data standard conditions AM-1.5 G-1000W/m² Tc=25°C	

شکل ۱۴- اتصال سری سلول‌های خورشیدی در یک مدول و مشخصه فنی آن



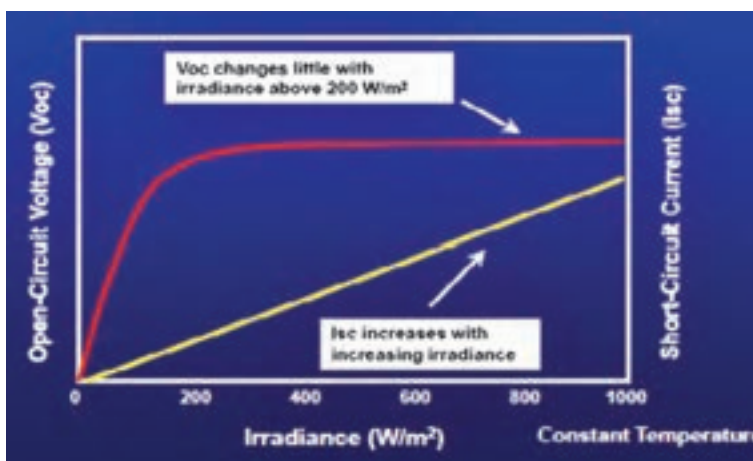
### ب) تأثیر میزان تابش نور

با افزایش تابش نور خورشید مقدار جریان اتصال کوتاه افزایش یافته و به دنبال آن نقطه کار بالاتر می‌رود (شکل ۱۵).



شکل ۱۵- اثر تابش نور بر نقطه کار

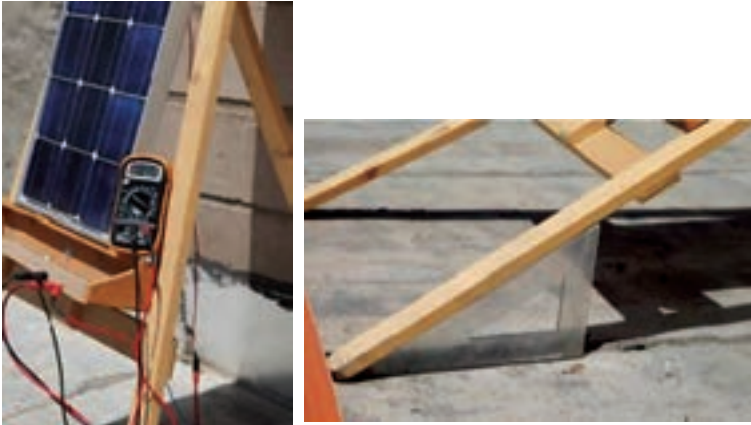
زیادتر شدن تابش خورشید بیش از ۲۰۰ وات بر متر مربع دیگر تأثیری بر افزایش ولتاژ خروجی نداشته و بعد از آن ولتاژ ثابت باقی می‌ماند ولی جریان افزایش می‌یابد (شکل ۱۶).



شکل ۱۶- اثر تابش نور بر جریان

### ج) تأثیر زاویه مدول نسبت به زمین

تغییر زاویه نصب مدول باعث تغییر اثر تابش نور خورشید می‌شود. این کار در مقدار خروجی مدول تأثیر دارد. برای بررسی این اثر می‌توان مشابه شکل ۱۷ عمل کرد و با تغییر زاویه تغییرات مقدار خروجی را دنبال کرد. برای بررسی اثر زاویه می‌توان از سه پایه مطابق شکل ۱۷ استفاده کرد.



شکل ۱۷- تغییر زاویه نصب مدول

### د) تأثیر سایه بر خروجی مدول خورشیدی (Shading)

با داشتن سه پایه و محکم کردن مدول خورشیدی روی آن می‌توان اثر سایه را بر ولتاژ بی باری و جریان اتصال کوتاه بررسی کرد. سایه روی هر سلول جریان آن را محدود می‌کند. چون سلول‌ها با یکدیگر سری هستند جریان نهایی مدول جریان سلول سایه افتاده خواهد بود. با افزایش مقدار سایه ولتاژ خروجی نیز کم می‌شود (شکل ۱۸).

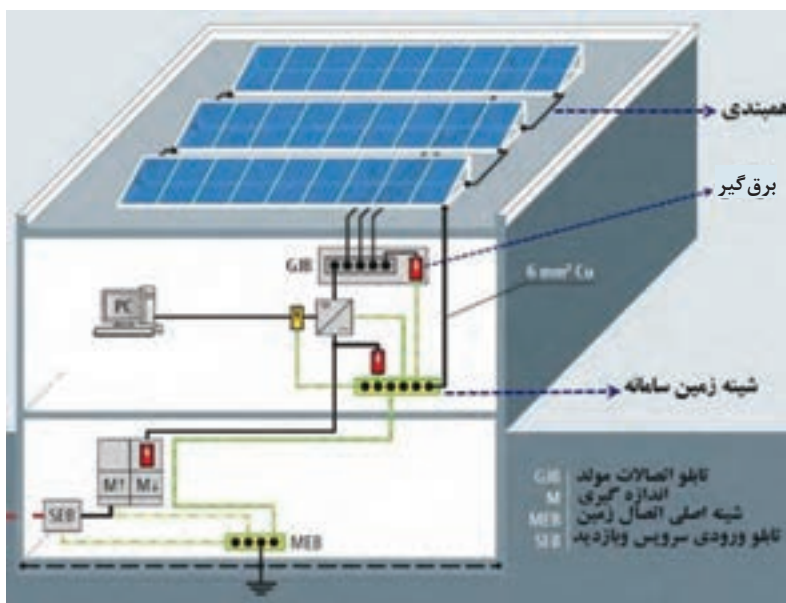


شکل ۱۸- اثر سایه بر ولتاژ بی باری خروجی

**یادآوری:** جریان اتصال کوتاه با دو وسیله مولتی متر معمولی و آمپر متر انبری قابل اندازه گیری است.

## ۹-۱- اتصال زمین PV

اتصال زمین نقش حفاظتی در سامانه PV دارد. برای حفاظت بیشتر باید پایه‌های پنل خورشیدی از فلز ساخته شده و همگی با همدیگر همبندی شوند و در نهایت به اتصال زمین مناسب متصل باشند. این کار باعث عملکرد بهتر سامانه می‌شود. برای اطمینان از عملکرد و ایمنی بهتر باید در نگهداری سامانه به‌طور منظم در عایقی سامانه نصب قطعات و اتصال زمین اطمینان حاصل کرد (شکل ۱۹).

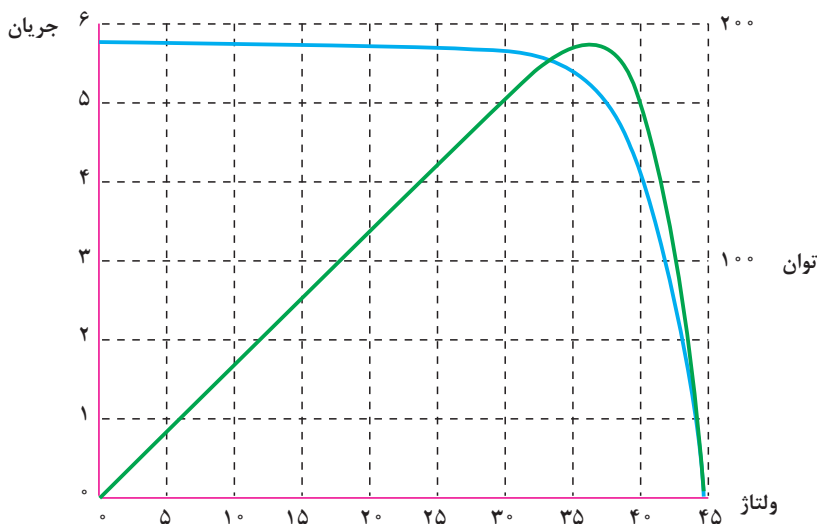


شکل ۱۹- همبندی و اتصال زمین PV

## ۱۰-۱- منحنی جریان - ولتاژ مدول خورشیدی

منحنی جریان - ولتاژ مدول خورشیدی رفتار الکتریکی آن را در ولتاژ کار و جریان دریافتی نشان می‌دهد. محور افقی ولتاژ و محور عمودی این منحنی جریان را نشان می‌دهد. هرچه مقدار ولتاژ افزایش می‌یابد مقدار جریان کمتر می‌شود در بیشترین

مقدار ولتاژ یعنی ولتاژ مدار باز ( $V_{oc}$ ) مقدار جریان صفر است (شکل ۲۰).



شکل ۲۰- منحنی ولتاژ - جریان

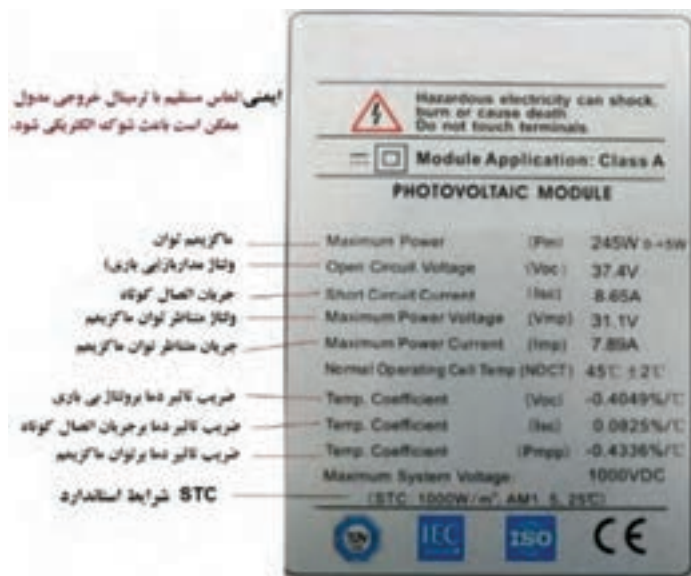
بیشترین مقدار جریان تولیدی یک مدول خورشیدی، جریان اتصال کوتاه ( $I_{SC}$ ) است. منحنی جریان ولتاژ هر مدول خورشیدی دارای یک نقطه با بیشترین توان الکتریکی است. این نقطه با توان بیشینه اصطلاحاً نقطه کار مدول شناخته می‌شود. توان نقطه کار با  $P_m$  معرفی می‌شود. مقدار ولتاژ متناظر توان ماکزیمم ( $P_m$ ) با  $V_{mp}$  و جریان متناظر مقدار توان ماکزیمم با  $I_{mp}$  نشان داده می‌شود به‌طوری‌که رابطه  $P_m = V_{mp} \times I_{mp}$  برای مدول خورشیدی برقرار است. به‌طور تقریبی مقدار  $V_{mp}$  حدود ۸۰٪ ولتاژ مدار باز مدول  $V_{oc}$  و مقدار  $I_{mp}$  برابر با ۹۰٪ مقدار  $I_{SC}$  است: به‌عنوان مثال در پلاک مدول خورشیدی شکل ۲۱ این مقادیر برابر است با:

$$V_{OC} = 37/4V \rightarrow 37/4V$$

$$V_{mp} = 31/1V \rightarrow 31/1V$$

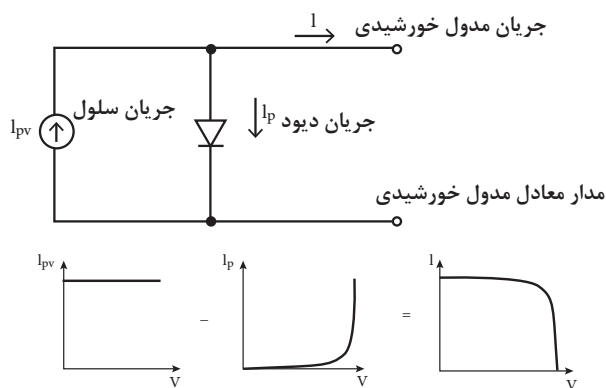
$$I_{SC} = 8/56A \rightarrow 8/56A$$

$$I_{mp} = 7/89A$$



شکل ۲۱- پلاک مدول خورشیدی

**یادآوری:** به طور معمول مقدار ولتاژ مدار باز هر سلول حدود  $V \approx 0.6$  است. منحنی ولتاژ - جریان مدول خورشیدی از حاصل تفاضل جریان ثابت خروجی مدول خورشیدی و منحنی مشخصه غیر خطی دیود حاصل می شود (شکل ۲۲).

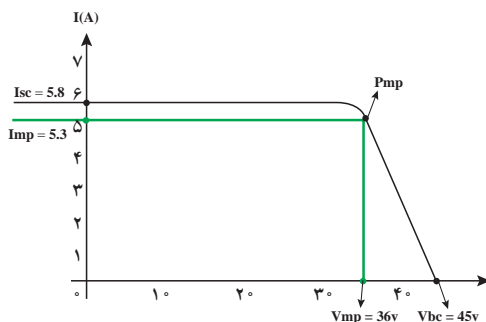


شکل ۲۲- تشکیل منحنی مشخصه جریان و ولتاژ مدول خورشیدی

در کتاب درسی منحنی جریان ولتاژ یک مدول خورشیدی در شرایط STC آورده شده است. مقدار ولتاژ بی باری در این منحنی ۴۵ ولت است. با در نظر گرفتن ۸۰ درصد

این مقدار ولتاژ نقطه کار  $V_{mp}$  برابر ۳۶ ولت خواهد بود. از طریق نقطه یابی و مقدار ۹۰ درصدی جریان بی باری مقدار جریان متناظر توان ماکزیمم یا جریان نقطه کار  $I_{mp}$  حدود ۵/۳ A به دست می آید و شکل ۲۳ منحنی جریان ولتاژ به دست می آید.

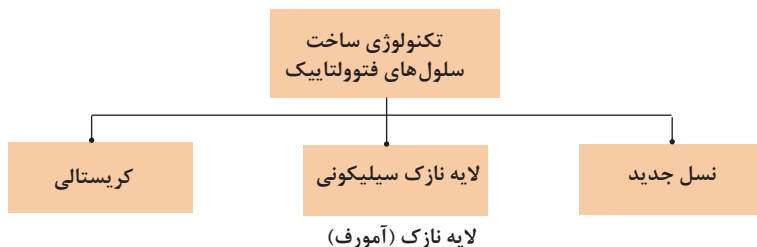
$$P_m = 36 \times 5/3 \cong 191W$$



شکل ۲۳- منحنی جریان ولتاژ و به دست آوردن نقطه کار

## ۱-۱۱- راندمان پانل‌ها

راندمان پانل‌ها با توجه به ابعاد، کیفیت سلول‌ها و تکنولوژی مورد استفاده (منوکریستال، پلی کریستال و فیلم نازک) متفاوت می‌باشد. راندمان باید در محدوده ۱۲ تا ۲۴ درصد قرار داشته باشد. لازم به ذکر است هرچه راندمان پانل بیشتر باشد برای رسیدن به توان مشابه تعداد پانل‌های کمتری مورد نیاز خواهد بود. تکنولوژی پنل‌های خورشیدی مطابق شکل ۲۴ تقسیم می‌شود.



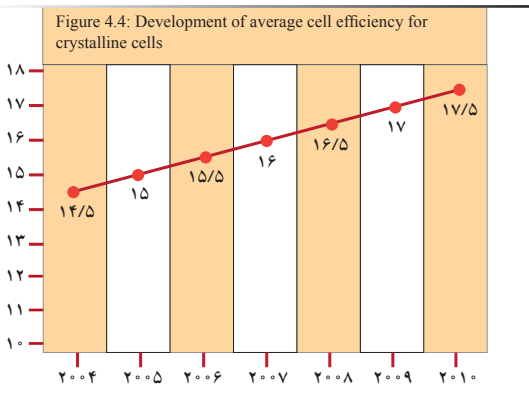
شکل ۲۴- تکنولوژی‌های مختلف سلول‌های فتوولتائیک

راندمان سلول‌های خورشیدی از نوع آمورف از ۵ الی ۱۳٪ می‌باشد. راندمان سلول‌های خورشیدی کریستالی ۱۲ الی ۱۷٪ می‌باشد و در حدود ۹۰٪ از سهم بازار

[illegible]

شکل ۲۵- یک نمونه مشخصات سامانه فتوولتاییک با تکنولوژی تک کریستالی

در شکل ۲۶ روند رشد راندمان سلول‌های فتوولتائیک از نوع کریستالی بین سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۰ میلادی نشان داده شده است. مقدار راندمان حدود ۳ درصد افزایش یافته است.



شکل ۲۶- ارتقای راندمان مدول خورشیدی بین سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۰

## ۱۲-۱- کنترل شارژ

ولتاژ و جریان آرایه‌ها و مدول‌های خورشیدی با توجه به تغییرات نور خورشید، دما و رطوبت تغییر می‌کنند. برای اینکه ولتاژ و جریان مشخصی برای شارژ باتری‌ها تعیین می‌شود از کنترل شارژ استفاده می‌شود. از طرفی این وسیله از شارژ بیش از حد باتری و از تخلیه خارج از حد باتری جلوگیری می‌کند (شکل ۲۷).



شکل ۲۷ - نمونه کنترل شارژ

اتصال قطعات سامانه باید مطابق با شکل ۲۸ به ترتیب ابتدا باتری، سپس بار و در انتها مدول متصل شود. اگر این توالی رعایت نشود ممکن است به کنترل شارژ آسیب وارد شود.



شکل ۲۸ - مراحل اتصال قطعات سامانه به کنترل شارژ

توجه: برای انجام آزمایش اتصال بار به سامانه می‌توانید از لامپ‌های ۱۲ ولتی خودرو یا مقاومت‌های آجری با توان بالا استفاده کنید. همکار گرامی برای اینکه تجهیزات سامانه دوام بیشتری داشته و عمر مفید آن بیشتر شود توصیه می‌شود با استفاده از فیش و فیبر فشرده، تجهیزات داخل قاب قرار گیرد تا استفاده از آن راحت‌تر باشد و بادوام باقی بماند. نمونه کنترل شارژ با اتصال فیش در شکل ۲۹ دیده می‌شود.





شکل ۲۹ - اتصال فیشی قطعات به کنترل شارژ

### محاسبه اندازه کنترل شارژ

کنترل شارژ عموماً بر مبنای ظرفیت ولتاژ و جریان ارزیابی می‌شود. ولتاژ باید مطابق با باتری و پانل‌ها در نظر گرفته شده و همچنین بتواند جریان مجموع پانل‌ها را تحمل کند. برای تعیین اندازه کنترل شارژ، جریان مدار کوتاه (ISC) مجموع پانل‌های محاسبه شده در عدد  $1/3$  ضرب می‌شود. تقدم و تأخر اتصال قطعات سامانه به کنترل شارژ بسیار اهمیت دارد. برای اتصال ابتدا باتری سپس بار و در انتها مدول خورشیدی به کنترل شارژ متصل می‌شود.

#### نکته




در برخی از موارد ممکن است کنترل شارژ موجود در بازار قادر به تحمل جریان محاسبه شده نباشد. در چنین حالتی می‌توان از سری کردن پانل‌ها برای بالا بردن ولتاژ و در نتیجه پایین آمدن جریان ورودی به کنترل شارژ استفاده کرد. مشخصه‌های زیر در انتخاب کنترل شارژ مهم است:

- ۱ کنترل شارژ باید دارای تکنولوژی مدولاسیون پهنای پالس (PWM) جهت افزایش راندمان کیفیت شارژ باشد.
- ۲ سیستم کنترل شارژ باید مجهز به سیستم دنبال‌کننده نقطه حداکثر توان باشد.
- ۳ دارای قابلیت تنظیم ولتاژ DC  $12/24/48$  ولت باشد.
- ۴ باید دارای قابلیت ردیابی ولتاژ پایین برای جلوگیری از دشارژ بیش از حد باتری باشد.
- ۵ بهتر است مجهز به فیوز حفاظتی باشد.

### تست صحت عملکرد کنترل شارژ

اگر از یک منبع ولتاژ متغیر به جای باتری استفاده شود با تغییر ولتاژ منبع و تغییر وضعیت رنگ ال‌ای دی کنترل شارژ می‌توان عملکرد آن را مورد بررسی قرار داد. مراحل نشان داده شده در جدول ۴ یک کنترل شارژ سالم را نشان می‌دهد.

#### جدول ۴- مراحل تست صحت کنترل شارژ

	ولتاژ کمتر از ۱۲ ولت است و ال‌ای‌دی خاموش است.
	ولتاژ نزدیک به ۱۲ ولت است و ال‌ای‌دی با رنگ قرمز شارژ کم را نشان می‌دهد.
	ولتاژ شارژ بیش از ۱۲ ولت است و ال‌ای‌دی با رنگ سبز شارژ کامل را نشان می‌دهد.
	ولتاژ منبع در نقش مدول خورشیدی و باتری کاملاً شارژ شده نیز در محل باتری نصب شده و هر دو ال‌ای‌دی به رنگ سبز است.

### ۱۳-۱- اینورتر

برای تبدیل ولتاژ DC تولید شده توسط مدول خورشیدی به ولتاژ و جریان متناوب از اینورتر (مبدل DC/AC) استفاده می‌شود. ولتاژ DC تولید شده توسط مدول خورشیدی با استفاده از اینورتر به ۲۲۰ ولت متناوب تبدیل می‌شود (شکل ۳۱).  
توجه: هنگام اتصال قطعات سامانه اینورتر جزء بار محسوب می‌شود.



شکل ۳۱- اینورتر

اینورترهای مجزا از شبکه (مستقل از شبکه) باید قابلیت تبدیل ولتاژ DC به متناوب در سطح ولتاژ و فرکانس موردنظر و قابلیت تغذیه بار در حالت ناگهانی تغییر بار را داشته باشند. همچنین برای تغذیه بارهای راکتیو قابلیت تبدیل توان راکتیو را داشته باشند. بیشتر مدل‌های مستقل از شبکه برای جداسازی بخش DC و AC از همدیگر توسط یک ترانسفورماتور ایزوله (یک به یک) به بار متصل می‌شوند. مدل‌هایی که موج شکل سینوسی نداشته و موج مربعی ایجاد می‌کنند راه‌اندازی الکتروموتورهای القایی را دچار مشکل می‌کنند. درضمن در حالت بی‌باری اگر مبدل روشن باشد جریان بی‌باری مصرف می‌کند و این قضیه منجر به تخلیه باتری می‌شود. بنابراین سیستم کنترل مبدل باید به گونه‌ای طراحی شود که این مشکل مرتفع شود. سمت دیگر اینورتر ترمینال USB برای مصرف‌کننده‌های ۵ ولتی ۵۰۰ میلی‌آمپر تا حدود ۲ آمپری مثل روشنایی، فن (بادبزنی برقی) و رادیو درنظر گرفته شده است (شکل ۳۲).



شکل ۳۲- خروجی USB

توجه: خروجی یو اس بی اینورتر برای انتقال دیتا نیست. از اتصال حافظه‌های دیجیتال و MP3 Player به این خروجی خودداری کنید.

### محاسبه ظرفیت اینورتر

توان خروجی اینورتر باید از مجموع توان تمام تجهیزات برقی مورد استفاده بیشتر باشد. همچنین ولتاژ نامی طرف DC اینورتر و ولتاژ بانک باتری باید باهم برابر باشند.

#### نکته



اگر از موتور یا کمپرسور استفاده شود، اندازه اینورتر باید حداقل ۳ برابر ظرفیت آنها باشد تا بتواند جریان ضربه را تحمل کند.

برای سامانه‌های متصل به شبکه : توان ورودی اینورتر باید ۱۰ درصد از مجموع توان پانل‌های محاسبه شده بیشتر باشد تا عملکرد سامانه ایمن و مؤثر باشد.

نکته



ظرفیت اینورتر به هیچ وجه نباید از مجموع توان پانل‌های خورشیدی محاسبه شده کمتر انتخاب شود.

موارد اشاره شده زیر در انتخاب اینورتر باید مورد توجه قرار گیرد:

- ۱ برای حفاظت از اینورتر در برابر اصابت صاعقه به پانل‌ها و یا اضافه ولتاژهای شبکه (در صورت اتصال به شبکه) باید در طرف DC و AC مجهز به برق گیر باشد.
- ۲ خروجی اینورتر باید ولتاژ سینوسی کامل با اعوجاج کمتر از ۵٪ باشد.
- ۳ راندمان اینورتر حداقل باید برابر ۹۵ درصد باشد.

#### ضوابط نصب اینورتر:

- ۱ اینورتر باید در جای تمیز و خشک و دارای فضای لازم برای تهویه طبیعی جهت خنک‌سازی سیستم آن باشد.
- ۲ اینورتر باید جدا از بانک باتری بوده و به هیچ عنوان در بالای آن نصب نشود.
- ۳ برای عبور سیم‌ها از داخل دیوار جهت نصب پانل‌های خورشیدی به اینورتر حتماً باید از لوله‌های فلزی یا انعطاف پذیر استفاده کرد.

## ۱۴-۱- باتری

زمانی که تابش خورشید ضعیف باشد (مثلاً هوای ابری و شب هنگام) برای تأمین انرژی الکتریکی نیاز است تا انرژی الکتریکی ذخیره شده در مجموعه باتری‌ها به سیستم برگردانده شود (شکل ۳۳). بهتر است باتری نیز شبیه کنترل شارژ داخل قاب مخصوص قرار گرفته و به یک فیوز حفاظتی متناسب با جریان مجاز مجهز شود.



شکل ۳۳- باتری و اتصال باتری به کنترل شارژ

### محاسبه ظرفیت باتری

ظرفیت باتری باید به اندازه‌ای باشد که بتواند وسایل و تجهیزات مورد استفاده را در شب و روزهای ابری راه‌اندازی نماید.

برای انتخاب باتری مناسب موارد زیر اهمیت دارد:

۱ مجموع انرژی مصرفی بارهای متصل به سامانه خورشیدی در طول یک روز محاسبه می‌شود.

۲ برای در نظر گرفتن تلفات باتری، عدد به‌دست آمده در مرحله ۱ بر ۸۵/۰ تقسیم می‌شود.

۳ برای در نظر گرفتن عمق دشارژ باتری عدد به‌دست آمده در مرحله قبل بر ۶/۰ تقسیم می‌شود (هرچه دشارژ کم‌عمق‌تر باشد، طول عمر باتری بیشتر است).

۴ عدد مرحله ۳ بر ولتاژ نامی باطری (که همان ولتاژ باس سامانه و ولتاژ ورودی اینورتر است) تقسیم می‌شود.

۵ عدد مرحله ۴ در تعداد روزهایی که تابش خورشید وجود ندارد (روزهای ابری که پانل‌ها توانی تولید نمی‌کنند معمولاً بین ۳ تا ۵ روز متوالی) ضرب می‌شود. عدد به‌دست آمده برحسب آمپر ساعت خواهد بود.

۶ مقدار به‌دست آمده در مرحله ۵ بر ظرفیت باتری انتخابی (از ۵۰ تا ۲۰۰ آمپر ساعت) تقسیم می‌شود تا تعداد باتری‌های مورد نیاز مشخص شود.

#### توجه



با توجه به مشخص بودن باتری انتخابی در کاتالوگ سازنده باید فضای مناسب جهت استقرار باتری‌ها هم محاسبه و در نظر گرفته شود.

■ باتری‌های سامانه خورشیدی می‌توانند از نوع سرب-اسیدی یا نیکل کادمیومی باشند. اما به دلیل هزینه بسیار پایین‌تر باتری‌های سرب - اسیدی در اکثر پروژه‌های خورشیدی از این نوع استفاده می‌شود.

■ دقت به سیکل کاری باتری: سیکل کاری باتری‌ها از نوع عمیق یا کم‌عمق می‌باشند.

باتری‌های سیستم خورشیدی باید از نوع سیکل کاری عمیق یعنی قابلیت عمق دشارژ بالا و تعداد دفعات دشارژ بیشتر باشند.

#### توجه



باتری‌های ۱۲ ولت اتومبیل‌ها (سیکل کاری کم‌عمق) به هیچ وجه نباید در نیروگاه خورشیدی استفاده شوند.

### ضوابط نصب باتری:

- ۱ بانک باتری در محلی (باکس یا اتاق جداگانه) نصب شود که تنها افراد مجاز به آن دسترسی داشته باشند.
- ۲ حتماً باید علامت‌های اعلام خطر مناسب روی محل باتری نصب شود.
- ۳ توالی اتصال باتری، بار و مدول خورشیدی حتماً رعایت شود (شکل ۳۴).



شکل ۳۴- اتصال باتری و بار به کنترل شارژ

### کلیدهای جداکننده فیوز و حفاظت:

هنگام اتصال بار به سیستم، برای جلوگیری از هرگونه اضافه بار و خطاهای ممکن در بهره‌برداری به فیوز نیاز است. همچنین برای جداسازی قسمت‌های مختلف AC و DC نیاز به کلید جداکننده است. در شرایط نرمال، یک مازول فتوولتاییک ممکن است ولتاژ و جریان‌هایی بیشتر از مقدار گزارش شده در شرایط استاندارد را تولید کند. بنابراین مقادیر ولتاژ مدار باز و جریان اتصال کوتاه گزارش شده هر پانل مطابق استاندارد باید در ضریب ۱/۲۵ برای اندازه کابل کلید و فیوز متصل به خروج پانل ضرب شود.

## ۱۵-۱- کابل

- ۱ کابل استفاده شده فقط باید از نوع مسی باشد.
- (کابل‌های آلومینیومی قابل قبول نیست)
- ۲ به دلیل استفاده از کابل‌های سیستم خورشیدی در فضای آزاد، این کابل‌ها

باید دارای تحمل دما بین ۴۰- تا ۹۰ درجه سانتی گراد و مقاوم در برابر اشعه UV باشند.

- ۲ ساختار کابل باید بدون هالوژن، ضدآتش و یا دود کم باشد.
- ۴ سطح عایقی کابل باید ۱/۸ کیلو ولت DC و ۱ کیلو ولت AC باشد.
- ۵ به هیچ وجه نباید اتصالات هنگام اتصال بار قطع شود (شکل ۳۵)



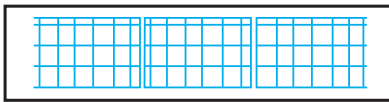
شکل ۳۵- اتصال MC۴ زیر بار قطع نشود.

## ۱۶-۱- محاسبه مساحت زمین مورد نیاز

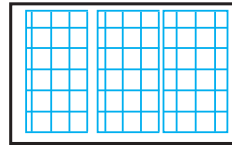
بعد از انتخاب نوع پانل و محاسبه تعداد مورد نیاز مهم‌ترین قسمت در نظر گرفتن مساحت قابل اختصاص به نیروگاه کوچک مقیاس خورشیدی در محل مورد نظر (زمین یا پشت بام) می‌باشد.

برای اینکه میزان جذب سالانه انرژی توسط یک سیستم خورشیدی به حداکثر میزان خود برسد، باید نور خورشید حتی‌الامکان به صورت عمودی به پانل بتابد. برای تحقق این امر بهتر است که زاویه شیب پانل، تقریباً برابر با عرض جغرافیایی منطقه نصب باشد. به عنوان نمونه شهر تهران در صورتی که پانل‌ها در زاویه حدود ۳۰/۴۶ درجه نسبت به افق قرار داده شوند، بالاترین دریافت انرژی در طول سال وجود خواهد داشت. از طرف دیگر با توجه به اینکه زاویه تابش خورشید در فصول مختلف سال تغییر می‌کند، زاویه شیب مناسب در فصل زمستان در شهر تهران برابر ۴۰/۵۶ درجه، در فصل تابستان برابر ۲۸/۸ درجه و در بهار و پاییز برابر ۳۲/۹۸ درجه می‌باشد.

با توجه به مشخص بودن ابعاد پانل انتخابی (طول و عرض در برگه اطلاعات فنی سازنده) و در نظر گرفتن زاویه نصب ۳۰/۴۶ درجه دو گزینه برای نصب وجود خواهد داشت (شکل ۳۶ نحوه چیدمان پانل‌ها به صورت الف - عرضی و ب - طولی).



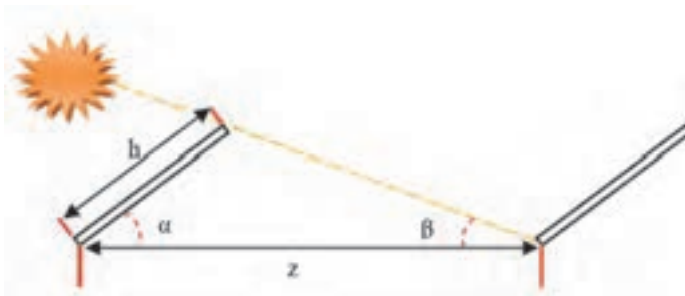
ب



الف

شکل ۳۶- نحوه چیدمان پانل‌ها

برای جلوگیری از سایه‌اندازی پانل‌ها روی هم مطابق شکل ۳۶ باید مطابق رابطه زیر فاصله مناسب بین ردیف پانل‌ها محاسبه شود. زاویه تابش ماکزیمم در تهران در ظهر تیرماه ۷۷/۵ درجه و در ظهر دی ماه ۳۰/۵ درجه می‌باشد که در محاسبه فاصله ردیف‌ها باید کمترین زاویه تابش یعنی ۳۰/۵ در نظر گرفته شود (شکل ۳۷).



شکل ۳۷- نحوه محاسبه فاصله مناسب پانل‌ها برای جلوگیری از سایه‌انداز

$$\frac{Z}{h} = \frac{\sin 18^\circ - (\alpha + \beta)}{\sin \beta} = 1/723$$

در این رابطه:

$\alpha$ : زاویه نصب پانل و برابر ۳۰/۴۶ درجه

$\beta$ : مینیمم زاویه تابش در تهران در ظهر دی ماه و برابر ۳۰/۵ درجه

$h$ : طول پانل در نصب عرضی و عرض پانل در نصب به شکل طولی (شکل ۲۵).

$Z$ : فاصله مجاز ردیف بین پانل‌ها می‌باشد.

با انتخاب نحوه چیدمان و فاصله مناسب بین پانل‌ها مساحت مورد نیاز جهت نصب مجموعه مدول محاسبه خواهد شد. اگر مساحت به دست آمده در دو روش چیدمان از مساحت قابل اختصاص بزرگ‌تر باشد، باید با کاهش بارهای متصل به سیستم خورشیدی (حذف تعدادی از بارها به ترتیب اولویت) و انجام مجدد محاسبات مساحت مورد نیاز را با فضای قابل اختصاص تطبیق داد.



## ۱۷-۱- عوامل ایجاد سایه روی مدول‌ها

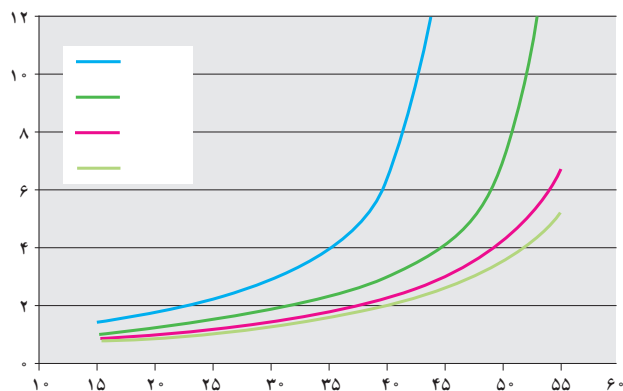
سایه روی مدول خورشیدی در اثر عوامل زیر ایجاد می‌شود:

- ۱ درختان
- ۲ برج‌ها
- ۳ خطوط هوایی برق
- ۴ ساختمان و سازه‌ها
- ۵ آنتن‌ها
- ۶ دودکش‌ها
- ۷ لوله‌های تهویه
- ۸ استراکچر و دیگر مدول‌های خورشیدی
- ۹ انباشت گرد و خاک روی مدول

- آرایه خورشیدی حداقل، ۶ ساعت در طول میانه روز باید بدون سایه باشد (از ۹ صبح تا ۳ بعد از ظهر).

- سایه آرایه مجاور قادر است کل توان الکتریکی یک رشته مدول سری شده را تضعیف و حتی به صفر برساند. سایه‌اندازی آرایه‌ها در زمستان بیشتر از تابستان است به همین خاطر اگر به‌طور متوسط برای ارتفاع آرایه از کف به عنوان مثال ۹۰ سانتی‌متر منظور شود فاصله ردیف دو آرایه از همدیگر باید حدود ۲۷۰ سانتی‌متر باشد تا اثر سایه حذف شود.

البته این حد مجاز به عرض جغرافیایی منطقه بستگی دارد و همچنین به ارتفاع آرایه و زمان روز و سال که قصد کاهش سایه در آن در نظر گرفته شده است. در منحنی شکل ۳۸ ضریب فاصله بین آرایه‌ها متناسب با عرض جغرافیایی منطقه و ساعات روز نشان داده شده است.



شکل ۳۸- نسبت فاصله بین مدول‌ها به ارتفاع مدول بر حسب عرض جغرافیایی

ایران بین ۲۵ تا ۴۰ درجه عرض جغرافیایی قرار دارد. به عنوان مثال شهر یزد که روی مدار ۳۲ درجه عرض جغرافیایی قرار دارد در ساعات بین ۹ صبح تا ۳ بعد از ظهر فاصله بین آرایه‌ها باید حدود ۲ برابر ارتفاع آرایه مجاور باشد. همین شرایط برای پارس‌آباد در حدود ۳ برابر است. جدول ۳ عرض جغرافیایی شهرهای مختلف ایران را نشان می‌دهد.

جدول ۳- عرض جغرافیایی مراکز استان‌های ایران

شماره	نام	عرض جغرافیایی	نام	عرض جغرافیایی	شماره
۲۶/۱۵	قزوین	۳۸/۶	تبریز	۳۴/۰۶	اراک
۲۴/۴۹	قم	۳۵/۷	تهران	۳۸/۱۵	اردبیل
۳۵/۴۸	کرج	۳۴/۶	خرم‌آباد	۳۷/۳۴	ارومیه
۳۰/۲	کرمان	۲۴/۳	رشت	۳۲/۷	اصفهان
۲۴/۲۳	کرمانشاه	۲۹/۳	زاهدان	۳۱/۲۲	اهواز
۳۶/۱۸	گرگان	۳۶/۷	زنجان	۳۳/۶	ایلام
۳۶/۱۹	مشهد	۳۵/۶	سمنان	۳۷/۲۷	بجنورد
۳۶/۴۶	همدان	۳۵/۳	سندج	۳۷/۱۷	بندرعباس
۳۰/۷	یاسوج	۲۲/۲	شهرکرد	۲۷/۲	بوشهر
۲۲	یزد	۲۹/۶	شیراز	۳۲/۹	بیرجند

برای تنظیم بهینه زاویه مدول خورشیدی با توجه به فصل‌های مختلف از جدول ۴ می‌توان استفاده کرد :

جدول ۴- زوایای بهینه مراکز استان‌ها به تفکیک ۲۱ ماه سال

شماره	نام	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مهر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	شماره
۲۷/۱	اراک	۱۸/۸	۵/۲	-۲	-۲۲	۷/۹	۲۲/۸	۳/۲	۴/۵	۲۵/۲	۵/۲	۲۲/۱	۲۲	۲۷/۱	۲۷/۱
۲۷/۸	اردبیل	۱۸/۲	۷/۳	-۱/۳	-۱/۵	۱۰/۷	۴۵/۴	۴۰/۲	۱۰/۹	۵۵/۷	۵/۲	۲۲/۱	۲۲/۱	۲۷/۸	۲۷/۸
۲۷/۶	ارومیه	۲۰	۷/۶	-۲	-۱/۵	۱۱/۷	۲۶	۳/۵	۱۹/۵	۵۲/۱	۵/۲	۲۲/۱	۲۲/۱	۲۷/۶	۲۷/۶
۲۷/۹	اصفهان	۱۹/۹	۹/۶	-۵/۹	-۵/۶	۷/۲	۲۲	۴۰/۲	۵/۲	۵۲	۵/۲	۲۲/۱	۲۲/۱	۲۷/۹	۲۷/۹
۲۲/۷	اهواز	۱۵/۲	۲/۶	-۶/۲	-۵/۲	۵/۲	۲۱/۶	۲/۸	۴/۵	۵۰/۱	۴/۵	۲۲/۱	۲۲/۱	۲۷/۷	۲۷/۷
۲۶/۱	ایلام	۱۸/۲	۲/۸	-۲/۲	-۲	۸/۲	۲۵/۱	۲۰/۹	۲/۵	۵/۲	۵/۲	۲۲/۱	۲۲/۱	۲۶/۱	۲۶/۱
۳۰/۲	بجنورد	۲۱/۲	۷/۸	-۱/۶	-۱/۲	۱۰/۲	۲/۵	۲۱/۲	۵/۲	۵/۲	۵/۲	۲۲/۱	۲۲/۱	۳۰/۲	۳۰/۲
۲۱	بندرعباس	۱۲/۹	-۱/۱	-۸	-۶/۹	۱/۵	۱۵/۸	۳/۹	۲۲/۱	۲۸/۲	۲/۱	۲۲/۱	۲۲/۱	۲۱	۲۱
۱۹/۲	بوشهر	۱۲/۶	۰	۸/۲	۷/۲	۱/۱	۱/۸	۴/۸	۴/۵	۲۲/۲	۲/۱	۲۲/۱	۲۲/۱	۱۹/۲	۱۹/۲
۲۸/۵	بیرجند	۱۹/۳	۲/۸	-۵/۲	-۵/۶	۷/۸	۲۵/۱	۲/۵	۲/۵	۵/۲	۵/۲	۲۲/۱	۲۲/۱	۲۸/۵	۲۸/۵
۲۸/۹	تبریز	۱۹/۲	۸/۷	-۱/۶	-۱/۲	۱۲/۹	۲۰	۴۵/۴	۵/۲	۵/۲	۵/۲	۲۲/۱	۲۲/۱	۲۸/۹	۲۸/۹
۲۷/۸	تهران	۱۹/۵	۶/۶	-۲/۲	-۲/۲	۹/۸	۲۸/۱	۲۰/۹	۵/۲	۵/۲	۵/۲	۲۲/۱	۲۲/۱	۲۷/۸	۲۷/۸
۲۹/۶	خرم‌آباد	۲۱/۳	۶/۲	-۶/۲	-۲/۲	۹/۶	۲۸/۶	۲۲/۲	۵/۲	۵/۲	۵/۲	۲۲/۱	۲۲/۱	۲۹/۶	۲۹/۶
۱۵/۶	رشت	۷/۹	۱/۸	-۲	-۲	۲	۹	۹	۲	۲	۲	۲۲/۱	۲۲/۱	۱۵/۶	۱۵/۶
۲۵	زاهدان	۱/۸	۱/۶	-۷/۵	-۶/۸	۲/۸	۲۰/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲۲/۱	۲۲/۱	۲۵	۲۵
۲۷/۳	زنجان	۱۸/۳	۶/۷	-۲/۶	-۱/۵	۱۰/۱	۲۵/۱	۲/۶	۲/۶	۲/۶	۲/۶	۲۲/۱	۲۲/۱	۲۷/۳	۲۷/۳
۲۸/۱	سمنان	۲۰/۲	۶/۵	-۲/۲	-۲/۵	۱۰/۲	۲۸/۲	۲۰/۹	۵/۲	۵/۲	۵/۲	۲۲/۱	۲۲/۱	۲۸/۱	۲۸/۱

بهترین زاویه نصب مدول خورشیدی مطابق با عرض جغرافیایی همان محل نصب است. مثلاً برای تهران زاویه ۳۶ درجه به سمت جنوب بالاترین دریافت انرژی را دارد. حداقل شیب نصب نباید از ۱۰ درجه کمتر باشد زیرا هنگام بارش باران غبار روی مدول شسته و از روی آن خارج می‌شود.

## نصب آراءها

نگهداری از مدول خورشیدی به محل نصب مدول و آرایه‌ها بستگی دارد. نگهداری و دسترسی به مدول خورشیدی نسبت به محل نصب آنها متفاوت است. محل نصب آرایه خورشیدی به طور معمول روی زمین، پشت بام و دیگر سازه‌ها است.

**الف) نصب روی بام:** متداول ترین محل نصب پشت بام است. محدودیت های دسترسی و حفاظت فیزیکی ایمنی بیشتری را به همراه دارد و نور خورشید مستقیم دریافت می کند. همچنین نصب PV روی بام فضای زمین را اشغال نمی کند. محدودیت دسترسی برای مهار آتش احتمالی و خطر سقوط از شیب بام در سقف های شیروانی از محدودیت های تعمیر و نگهداری روی بام است.

(ب) نصب روی زمین: به‌طور معمول آرایه‌های نصب شده روی زمین بیشتر از نصب روی بام در معرض آسیب هستند. مخصوصاً سیم‌کشی آرایه‌های نصب شده روی زمین باید بیشتر مورد محافظت قرار گیرد. عبور سیم از داخل لوله PVC و فنس کشی سیستم از جمله این حفاظت‌هاست.

(ج) **نصب خاص:** نصب مدول روی پایه‌های فلزی برای روشنایی پارک‌ها، چراغ راهنمایی و رانندگی و ایستگاه‌های مخابراتی از جمله نصب‌های خاص است. نمونه‌ای از کاربرد فتوولتاییک در چراغ راهنمایی و رانندگی در شکل ۳۹ نشان داده شده است.



شکل ۳۹- چراغ راهنمایی و رانندگی خورشیدی

## ضوابط فنی عملکرد و نگهداری

سیستم‌های خورشیدی در مقایسه با تمامی سیستم‌های دیگر تولید انرژی، نیاز به تعمیر و نگهداری کمتری دارند. با این حال مطالعات نشان می‌دهد تعمیر و نگهداری مناسب سامانه‌های خورشیدی سبب افزایش ۱۲ درصدی مقدار انرژی قابل دریافت از سیستم نصب شده خواهد شد.

اقدامات زیر برای بهبود عملکرد سامانه خورشیدی قابل توجه است:

### پانل خورشیدی

در دوره‌های ۳ ماهه باید عملیات زیر در مورد پانل‌ها انجام گیرد:

۱ تمیز کردن پانل‌ها تنها با آب بدون استفاده از مواد شیمیایی و حلال

در صورت کثیف شدن زیاد تنها با آب گرم باید تمیز شود.

نکته



۲ برای جلوگیری از شوک الکتریکی به هنگام تمیز کردن مدول‌ها جواهرات فلزی باید از دست خارج شوند.

۳ هرگز نباید روی پانل‌ها ایستاده یا پرید و از افتادن اجسام روی آنها باید جلوگیری کرد.

۴ مدول‌ها باید از گازهای قابل اشتعال دور باشند.

۵ آسیب دیدگی مدول‌ها بعد از عملیات پاک‌سازی بررسی شود و اقدام لازم برای تعویض مدول‌های معیوب انجام شود.

۶ بررسی اتصالات کابلی بین مدول‌ها و محکم کردن اتصالات شل شده انجام شود.

۷ بررسی ساختمان پانل‌ها از نظر شل شدن پیچ‌ها و ساختار و سازه صورت گیرد.

۸ ثبت ولتاژ و جریان خروجی مدول ثبت شود و با مقادیر مجاز مقایسه شود. در صورت اختلاف بیش از ۲۵ درصد ولتاژ و جریان ثبت شده مدول نسبت به مقادیر داده شده در برگه اطلاعات فنی سازنده مربوطه در شرایط هوای کاملاً آفتابی ظهر باید مدول تعویض شود.

در دوره‌های ۳ ماهه عملیات زیر باید انجام شود:

۱ بررسی عملکرد صحیح: ولتاژ خروجی ۲۲۰ ولت، توان در محدوده نرمال

۲ تمیز کردن اینورتر با دستمال خشک به خصوص قسمت‌های مربوط به خنک‌سازی دستگاه

۳ پاک کردن حشرات موزی از رو و داخل دستگاه به خصوص در قسمت‌هایی از دستگاه که باید خنک شوند.

۴ اطمینان از عملکرد صحیح اینورتر از طریق LED و صفحه نمایشگر روی دستگاه

۵ بررسی دمای عملکرد دستگاه و روشن بودن فن‌های خنک‌کننده: در صورت خاموش بودن فن‌ها (بی‌صدا شدن اینورتر) و غیرعادی بودن دما سریعاً باید سیستم خاموش شود.

برای تست عملکرد اینورتر ابتدا باید تمامی مصارف متصل به سیستم خورشیدی را خاموش کرد. سپس اینورتر روی حالت عملکرد اتصال قرار داده شود. پس از این با روشن کردن کوچک‌ترین مصرف‌کننده موجود، اینورتر باید سریعاً شروع به کار کند.

### نگهداری کنترل شارژ

در دوره‌های ۳ ماهه عملیات زیر باید انجام شود:  
بررسی عملکرد صحیح: هنگامی که ولتاژ باطری به مقدار مشخص رسید باید جریان شارژ قطع و یا کاهش یابد، در غیر این صورت شارژر معیوب است.

### نگهداری باتری

باتری‌های سرب - اسیدی دارای عمر متوسط ۵ سال بوده و دارای بیشترین هزینه تعمیر و نگهداری در سیستم به دلیل عمر کوتاه نسبت به دیگر اجزای سیستم خورشیدی هستند. بنابراین دقت در نوع استفاده و انجام عملیات نگهداری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. پیش از انجام عملیات نگهداری باید سیستم به ترتیب زیر خاموش و ایزوله شود.

- ۱ ابتدا تمامی بارهای وصل شده به سیستم خورشیدی خاموش شود.
- ۲ مدول و اینورترها با استفاده از کلیدهای جداکننده مربوطه جداسازی شوند.
- ۳ بانک باتری با استفاده از کلیدها و فیوزهای مربوط به بانک باتری جداسازی شود.

#### نکته



ابتدا باید فیوزهای ترمینال منفی بانک باتری و سپس فیوزهای ترمینال مثبت خارج شوند.

۴ اتصالات و ترمینال‌های باتری‌ها با جوش شیرین و فرچه مخصوص شسته و تمیز شوند.

- ۵ الکترولیت با آب مقطر در صورت کم شدن الکترولیت باید پر شود.
- باتری‌های سرب - اسیدی نباید بیش از چند روز در حالت دشارژ کامل باقی بمانند. این حالت به سرعت باتری را غیرقابل استفاده خواهد کرد.
- بعد از هر بار دشارژ عمیق: شب‌ها یا روزهای ابری، باتری باید به صورت کامل دشارژ شود. عدم شارژ مجدد به صورت کامل (حتی نیمه‌شارژ) عمر باطری را به کمتر از یک سال کاهش خواهد داد.
- بازدید منظم باتری‌ها هر ۳ ماه یک‌بار صورت گیرد.

- تمیز بودن ترمینال‌ها
- سطح الکترولیت در باتری‌های اسیدی
- نشستن الکترولیت به بیرون
- اندازه‌گیری ولتاژ باتری

#### تست مقاومت عایقی:

تست مقاومت عایقی یکی از تست‌های روتین هنگام تحویل سامانه نصب شده است. این تست بین هر هادی‌های برق‌دار و زمین و بین هر دو هادی قبل از اینکه مدول خورشیدی به مدار اضافه شود انجام می‌شود. مقدار ولتاژ اعمال شده برای این تست ۵۰۰ VDC است.

**مرحله اول:** اتصال سیم مثبت و منفی مدار به یکدیگر و اندازه‌گیری مقاومت عایقی بین این دو و بدنه فلزی مدول خورشیدی است (شکل ۴۰).



شکل ۴۰- انجام تست عایقی

**مرحله دوم:** اندازه‌گیری مقاومت عایقی بین اتصال و هادی زمین سامانه خورشیدی است. برای انجام این تست می‌توان جداگانه سیم مثبت و منفی را با اتصال زمین تست کرد.

در حالت دوم باید دقت کرد مقدار ولتاژ تست از مقدار ولتاژ نامی کابل‌ها تجاوز نکند.

توجه



## پاسخ به فعالیت‌ها و پرسش‌ها و تمرین‌ها

پرسش



در شهرهای زیر کدام یک از منابع تجدیدپذیر در تولید انرژی مورد استفاده قرار گرفته است؟

پاسخ: گیلان (انرژی باد) - مشکین شهر (زمین گرمایی) - تهران (زیست توده) - مسجد سلیمان (نیروگاه آبی) - یزد (خورشیدی)

پرسش



در مورد تأثیرگذاری انواع مختلف منابع انرژی بر روی محیط زیست با همکلاسی‌های خود بحث کنید و با توجه به نتایج بحث کلاسی، جدول ۵ را کامل نمایید.

جدول ۵- تأثیر منابع انرژی

انواع منبع	منابع انرژی	حیات وحش	آلودگی هوا	تغییر اقلیم	نمونه تأثیرگذاری
تجدیدناپذیر	زغال سنگ	بسیار زیاد	بسیار زیاد	دارد	اثرات محیطی معادن زغال سنگ
	نفت خام و فرآورده‌های نفتی	بسیار زیاد	متوسط تا زیاد	دارد	شهرهای نفت خیز
	گاز طبیعی	بسیار زیاد	متوسط تا زیاد	دارد	شهرهای نفت خیز
	هسته ای	زیاد	متوسط	دارد	نیروگاه هسته‌ای چرنوبیل
تجدیدپذیر	زیست توده	کم	کم تا متوسط	کم	نیروگاه زیست توده تهران
	باد	کم	ندارد	خیلی کم	نیروگاه بادی منجیل
	خورشید	کم	ندارد	خیلی کم	نیروگاه خورشیدی همدان
	زمین گرمایی	نزدیک صفر	کم	کم	مشکین شهر

تحقیق کنید



کدام یک از استان‌های کشورمان ایران، ظرفیت بیشتری برای تولید انرژی الکتریکی خورشیدی دارد؟

پاسخ: استان‌های سیستان و بلوچستان، کرمان، یزد، فارس و اصفهان ظرفیت و پتانسیل خوبی برای تولید انرژی الکتریکی دارند.

پرسش

کمترین تابش در کشور ایران از بیشترین میزان تابش در کشور آلمان بیشتر است. به نظر شما کمترین تابش در ایران چند PSH است؟



پاسخ: کمترین تابش در ایران حدود ۴/۵ PSH است.

فعالیت

با استفاده از شکل ۹ چه تفاوت‌هایی بین این دو نوع سامانه دیده می‌شود. در مورد آنها بحث کنید.



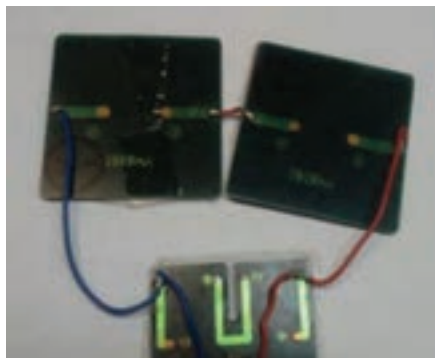
پاسخ: در سامانه مستقل از شبکه از باتری استفاده شده است. در سامانه متصل به شبکه سامانه به شبکه برق سراسری متصل است.

فعالیت

با اتصال چند سلول خورشیدی به صورت سری و موازی مطابق شکل ۳۰ مقدار ولتاژ خروجی را در موقعیت‌های مختلف نور در روز امتحان کنید. اگر پلاریته مثبت و منفی درست رعایت نشود چه اتفاقی می‌افتد؟



پاسخ: شبیه اتصال پیل‌های الکتریکی جریان گردشی اتفاق می‌افتد و اتصال متقابل رخ می‌دهد (شکل ۴۱).



شکل ۴۱- اتصال پیل‌ها

پرسش

در جدول ۶ یک مدول خورشیدی با کاتالوگ مشخصات فنی آورده شده است. پارامترهای مشخصه فنی آن را استخراج نمایید، چرا توان‌های خروجی متفاوتی برای مدول خورشیدی در نظر گرفته شده است؟





پاسخ: جریان اتصال کوتاه (ISC):  $10/05A$  ولتاژ بی باری ( $V_{oc}$ ):  $40/9V$   
راندمان:  $19/5$  درصد

جدول ۶- مشخصات کانالوگ

Electrical Properties (STC*)				
Module Type	320 W	315 W	310 W	305 W
MPP Voltage ( $V_{mpp}$ )	33.6	33.2	32.8	32.5
MPP Current ( $I_{mpp}$ )	9.53	9.50	9.45	9.39
Open Circuit Voltage ( $V_{oc}$ )	40.9	40.6	40.4	40.1
Short Circuit Current ( $I_{sc}$ )	10.05	10.02	9.96	9.93
Module Efficiency (%)	19.5	19.2	18.9	18.6
Operating Temperature ( $^{\circ}C$ )	-40 - +90			
Maximum System Voltage (V)	1000			
Maximum Series Fuse Rating (A)	20			
Power Tolerance (%)	0 - +3			

\* STC (Standard Test Condition): Irradiance 1000 W/m<sup>2</sup>, Module Temperature 25  $^{\circ}C$ , AM 1.5

#### فعالیت



تصویر و متن زیر را تفسیر کنید.

پاسخ: در این مدول خورشیدی، تعداد ۳۶ سلول برای تولید ولتاژ مؤثر ۱۲ ولت سری شده‌اند تا باتری را شارژ کنند. اغلب مدول‌ها دارای ۳۶ سلول سری شده هستند. ولتاژ مدار باز این مدول حدود ۲۱ ولت در شرایط استاندارد است و مقدار ولتاژ مدار باز در شرایط توان ماکزیمم حدود ۱۷ تا ۱۸ ولت است.

#### پرسش



در سه حالت زیر، چه رابطه‌ای بین تعداد سلول‌های سری و موازی شده و منحنی جریان - ولتاژ آن اتصال وجود دارد. در مورد آن بحث و تبادل نظر کنید.

پاسخ: با اتصال سری مدول‌ها، منحنی جریان ولتاژ به سمت راست (افقی) و با اتصال موازی مدول‌های منحنی به سمت بالا (عمودی) تمایل پیدا می‌کند. در حالت سری ولتاژ و در حالت موازی جریان افزایش می‌یابد.

#### پرسش



آیا ممکن است یک مدول خورشیدی چند نقطه کار مختلف داشته باشد؟

پاسخ: خیر، هر مدول یک نقطه کار دارد.

پرسش

آیا ممکن است این ولتاژ و جریان DC را به متناوب (AC) تبدیل کرد؟



پاسخ: بله، با استفاده از اینورتر یا مبدل

پرسش

آیا مقدار مقاومت اهمی کار عملی با مقدار به دست آمده طبق رابطه قانون اهم یکی است؟



پاسخ: بله

پرسش

آیا با کاهش دما، ولتاژ بی باری بیشتر می شود؟ چقدر؟



پاسخ: با کاهش دما ولتاژ بیشتر می شود، حدود ۲ تا ۳ ولت.

پرسش

در چه وضعیتی بیشترین ولتاژ بی باری و بیشترین جریان اتصال کوتاه ایجاد می شود؟



پاسخ: در حالت نقطه کار بیشترین جریان و ولتاژ ایجاد می شود.

پرسش

کدام یک تأثیر بیشتری بر خروجی مدول دارد؟ سایه مداد، سایه کف دست، سایه کتاب



پاسخ: سایه کتاب

پرسش

مقدار توان خروجی را در سه حالت (الف، ب و ج) شکل ۱۵ به دست آورید. کدام اتصال توان خروجی بیشتری دارد؟ اگر تعداد ۶۰ مدول (۱۲۷/۴A) روی بام خانه در ۵ ردیف سری شده باشد توان خروجی آن چند کیلو وات خواهد بود؟



$$\text{حالت الف: } P_m = 24 \times 4 = 96 \text{ W}$$

$$\text{حالت ب: } P_m = 12 \times 12 = 144 \text{ W}$$

$$\text{حالت ج: } P_m = 24 \times 8 = 192 \text{ W}$$

با اتصال ۶۰ مدول در ۵ رشته تعداد هر رشته ۱۲ عدد خواهد بود.

$$240 = 60 \times 4 = \text{توان هر رشته}$$

$$1 \text{ Kw} = 1000 \text{ W} = 240 \times 5 = \text{توان کل}$$

فعالیت



در شکل ۱۵ نام هر قسمت را بنویسید.

پاسخ: از چپ به راست ۱- سلول ۲- مدول ۳- پنل ۴- آرایه

پرسش



نیروگاه برق خورشیدی نصب شده به ظرفیت ۳kw در یک هنرستان فنی و حرفه‌ای در شکل ۱۶ نشان داده شده است. برآورد کنید این توان روشنایی حدوداً چه بخشی از کارگاه یا کلاس درس را می‌تواند تأمین کند؟

پاسخ: اگر تلفات را در نظر نگیریم و ولتاژ تغذیه مصرف‌کننده‌ها را ۲۲۰ ولت فرض کنیم:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{3000}{220} = 15 \text{ A}$$

تا ۱۵ آمپر خروجی دارد.

فعالیت



دو نمونه کاربردهای مختلف انرژی خورشیدی در تولید برق در شکل ۱۷ نشان داده شده است. کاربردهای دیگری مانند شکل ۱۸ را نام ببرید.

پاسخ:

الف: شارژ گوشی تلفن همراه و دوربین دیجیتال و نظایر آن.

ب: شارژ خودروهای هیبریدی و برقی

فعالیت



در شکل ۲۲ با استفاده از سیستم فتوولتاییک چه کاری انجام می‌شود؟

پاسخ: کاربرد فتوولتاییک در الکترولیز را نشان می‌دهد.

پرسش



به نظر شما نقطه کار نهایی این دو اتصال چگونه خواهد بود؟

پاسخ: نقطه کار نهایی تابع عامل ناسازگار است پس نقطه کار مشخصی نخواهد داشت.

پرسش



چرا توان نهایی با مجموع توان دو مدول برابر نیست؟

پاسخ: زیرا در هر حالت یک عامل ناسازگار وجود دارد. وقتی دو مدول غیرمشابه سری می‌شوند، جریان کل برابر جریان مدول با جریان کمتر خواهد بود و جریان عامل ناسازگار است. اما در اتصال موازی دو مدول غیرمشابه ولتاژ خروجی برابر ولتاژ مدول با خروجی کمتر است و در این حالت عامل ناسازگار ولتاژ است.

#### فعالیت

اگر مطابق شکل ۲۴ با فرض هم‌ولتاژ بودن باتری و مدول خورشیدی، مستقیماً به همدیگر وصل شوند چه پیامدی خواهد داشت؟



پاسخ: ولتاژ تولیدی مدول خورشیدی متغیر است پس اتصال مستقیم آن به باتری که ولتاژ ثابت دارد مجاز نیست.

#### پرسش

اینورتر نصب شده در برق خورشیدی روستاهای دور افتاده و خارج از دسترس شبکه برق کشور از کدام نوع است؟



پاسخ: اینورتر مستقل از شبکه

#### فعالیت

در شکل ۳۵ دو نمونه نصب سامانه فتوولتاییک خانگی نشان داده شده است. چه تفاوتی بین اتصالات این دو نصب مشاهده می‌کنید در مورد آن بحث و تبادل نظر نمایید.



پاسخ: در تصویر سمت راست داکت کشی و سیم‌کشی سامانه بهتر از تصویر سمت چپ است. در ضمن پوشش باز روی باتری می‌تواند احتمال اتصال کوتاه قطب‌های باتری و آتش‌سوزی را ایجاد کند.

#### پرسش

دیگرام زیر را تفسیر کنید. در این دیگرام اجزای سیستم و ارتباط آنها با یکدیگر را بررسی کنید. وظیفه هر قسمت را توضیح دهید.



پاسخ: سامانه متصل به شبکه را نشان می‌دهد.

#### بحث کنید

عملکرد چراغ خورشیدی خیابانی: بسیاری از چراغ روشنایی خیابانی امروزه با استفاده از سیستم‌های فتوولتاییک انرژی خود را تأمین می‌کنند. در مورد عملکرد این چراغ‌های خورشیدی بحث و تبادل نظر کنید و در مورد توان مصرفی آنها تحقیق کنید.



پاسخ: این سامانه مربوط به چراغ چشمک‌زن می‌باشد. ۱۲ ولت و ۱۰ وات با دو باتری موازی و دو عدد مدول سری شده است.

پرسش



کدام یک از دو نمونه پایه معرفی شده در برابر باد شدید و باران استحکام بیشتری دارد؟

پاسخ: نمونه‌ای که دارای پایه فلزی است استحکام بیشتری دارد.

پرسش



هنرستان فنی و حرفه‌ای شهید رجایی تهران دارای یک نیروگاه خورشیدی با توان  $5\text{KW}$  است. طبق شکل ۴۴ مدول‌ها در دو ردیف  $10$  تایی نصب شده است. اگر طول و عرض هر مدول به ترتیب  $1/66$  و  $0/95$  متر باشد. برای نصب این دو ردیف حدوداً به چند متر مربع فضای نصب نیاز است؟

پاسخ: ابعاد هر پنل  $1/66$  متر طول و  $0/95$  متر عرض است که مساحت برابر  $1/5$  متر مربع خواهد بود. ابعاد مدول‌های هر رشته ده تایی  $15$  متر مربع است. که برای کل پنل‌ها  $30$  متر خواهد بود. با احتساب ضریب  $1/73$  برای جلوگیری از سایه، فضای بین دو رشته برابر می‌شود با:  $13 = 28 - 15$ ، و با لحاظ فاصله مجاز از لبه بام حدود  $40$  متر مربع فضا نیاز است.

پرسش



در شکل ۴۷ مسیر خروجی آرایه، ورود به شارژ کنترلر، خروجی باتری و اینورتر را مشخص کنید.

پاسخ: مسیرهای ورودی و خروجی مطابق شکل ۴۲ است.



شکل ۴۲- اتصالات سامانه فتوولتائیک

## پاسخ به پرسش‌ها و فعالیت‌های بخش نگهداری سامانه فتوولتائیک

پیام زیر چه نکته‌ای را به برق کاران توصیه می‌کند؟

پاسخ: کاربرد سامانه‌های فتوولتائیک هر روزه متداول‌تر می‌شود و خیلی مهم است که هر برق کاری بتواند فعالیت‌های بازرسی و تست سامانه فتوولتائیک را انجام دهد.

چرا نگهداری دیزل ژنراتورها نسبت به سامانه‌های فتوولتائیک دارای هزینه بیشتری است؟

پاسخ: دیزل ژنراتورها نسبت به سامانه‌های فتوولتائیک بسیار مفصل هستند و از تجهیزات مکانیکی و متحرک تشکیل شده و استهلاک دارند.

بازدهی نصب مدول خورشیدی در کدام دو فصل به هم نزدیک‌تر است؟ با افزایش عرض جغرافیایی چه تغییر در زاویه تابش خورشید ملاحظه می‌شود؟

پاسخ: فصول بهار و تابستان زاویه تابش نزدیک به یکدیگر دارند و فصل‌های پاییز و زمستان نیز هم به همین صورت است. هر قدر عرض جغرافیایی بیشتر می‌شود زاویه تابش مایل‌تر بوده و زاویه نصب نیز بیشتر می‌شود.

چه عواملی در کاهش توان خروجی چراغ‌های خورشیدی پارک‌ها و چراغ‌های راهنمایی رانندگی اثرگذار است؟

پاسخ: تمیزی مدول خورشیدی، تغییر زاویه نصب مدول خورشیدی، دما

متن زیر چه تذکر مهمی در مورد تمیز کردن و بازرسی مدول خورشیدی را بیان کرده است؟

پاسخ: از برس فلزی برای تمیز کردن صفحات استفاده نشود. هنگام نگهداری و نظافت پنل‌های روی بام مواظب سقوط از ارتفاع باشید.

متن زیر چه تذکر مهمی در مورد جلوگیری از شوک الکتریکی با مدول خورشیدی را بیان کرده است؟

پاسخ: هنگام تست مدول‌های خورشیدی سطح روی مدول را از تابش خورشید بپوشانید.

نکته ایمنی متن روبه‌رو را بررسی و تفسیر کنید.

پاسخ: اگر ولتاژ مدار باز مدول‌های سری شده به ۱۲۰ ولت یا بیشتر مستقیم برسد نگهداری و بررسی حتماً باید توسط کارگر ماهر دارای صلاحیت حرفه‌ای انجام شود.

فعالیت



پرسش



تحقیق کنید



پرسش



فعالیت



فعالیت



پرسش



فعالیت



با توجه به ضریب تأثیر دما در کاتالوگ مدول خورشیدی جدول ۲- با فرض دمای ۴۰ درجه محیط مقدار اندازه‌گیری شده  $V_{oc}$  چقدر خواهد بود؟ اگر تعداد ۱۰ عدد مدول در یک رشته با هم سری شده باشد این مقدار افت ولتاژ چقدر خواهد بود؟

طبق ضریب اثر دما در جدول:

$$V = 2/58 \times 0/172 = 2/58 \times 0/172$$

$$V = 2/58 \times 10 = 2/58 \times 10 \approx 30$$

فعالیت



با توجه به مقدار ضریب دما برای جریان اتصال کوتاه و مقدار جریان ISC، اگر دمای محیط ۴۰ درجه باشد جریان اتصال کوتاه چند میلی آمپر بیشتر خواهد شد؟

$$I_{sc} = 13/2 \text{ mA} = 0/88 \times (40 - 25)$$

فعالیت



فعالیت (صفحه ۱۸۵)

– بهره‌برداری باتری به نحو صحیح استفاده شود.  
– جریان بار و جریان مدول خورشیدی از جریان مجاز کنترل شارژ بیشتر نباشد.  
– بازرسی تلفات، شکستگی و اتصالات سوخته سیم انجام شود و نسبت به تعویض آنها اقدام شود.

پرسش



چه نکات حفاظتی نصب و سیم‌کشی کنترل شارژ در شکل ۱۲ نشان داده شده است.

۱ استفاده از فیوز محافظ در مسیر بار و باتری

۲ فاصله مجاز برای تهویه کنترل شارژ در حدود ۵۱ سانتی‌متر

فعالیت



متن زیر به چه نکاتی در بازرسی از طریق مشاهده باتری اشاره می‌کند؟

پاسخ: یکی از بازرسی‌های مشاهده‌ای، بررسی وضعیت عمومی باتری‌هاست. هرگونه نشی، شکستگی و ترک روی باتری و اتصالات باید بررسی شود.

فعالیت



متن زیر چه تذکر مهمی در مورد جلوگیری از آتش‌سوزی توسط باتری را بیان کرده است؟

پاسخ: قطب + و - باتری اتصال کوتاه نشوند.  
– نزدیک باتری از استعمال سیگار خودداری شود. گاز هیدروژن تولید شده باتری مشتعل می‌شود.

فعالیت



متن زیر چه اخطار مهمی در مورد محل نصب اینورتر بیان کرده است؟

مبدل اینورتر در محل تردد تصادفی افراد نصب نشود.

#### فعالیت



متن زیر چه اخطار مهمی در مورد خنک شدن اینورتر بیان کرده است؟

پاسخ: تهویه اینورتر در کیفیت خروجی آن تأثیرگذار است. اینورتر در محیط با تهویه مناسب نصب شود.

#### فعالیت



متن زیر چه اخطار مهمی در مورد سیم‌کشی اینورتر بیان کرده است؟

پاسخ: خطر شوک - قبل از سیم‌کشی اینورتر مطمئن شوید که کلید اصلی اولیه در حالت قطع است.  
این کلید فقط بعد از پایان و تکمیل سیم‌کشی در حالت وصل قرار گیرد.

#### فعالیت



متن زیر هشدار مهمی در مورد جلوگیری از خسارت به اینورتر بیان کرده است؟

پاسخ: خسارت به تجهیزات - برای مخالفت از آسیب به اینورتر، ولتاژ در باز آرایه نباید در هر شرایطی بیش از ۶۰۰ ولت باشد.

#### فعالیت



برچسب‌های داده شده شکل ۲۷ مربوط به کدام قسمت سامانه بوده و حامل چه پیامی است؟

پاسخ: برچسب‌ها شامل هشدار خطوط برق دار DC و AC و خطر برق دار بودن جعبه اتصالات آرایه خورشیدی است و همچنین هشدار عدم قطع کلید DC در زمانی که سامانه تحت بار است و تذکر قطع بار AC قبل از قطع بخش DC است

#### فعالیت



مشخصه‌های الکتریکی داده شده در شکل ۲۸ را با یکدیگر مقایسه کنید.

پاسخ: هر دو دارای باتری ۲۱ ولت هستند ولی توان یکی سه برابر دیگری است.

#### فعالیت



با توجه به آنچه در واحد یادگیری همبندی و صاعقه‌گیر فرا گرفته‌اید نقش همبندی و صاعقه‌گیر در شکل ۳۳ را تفسیر کنید.

پاسخ: همبندی در سامانه فتوولتائیک به معنی هم پتانسیل کردن قطعات فلزی پایه‌های سامانه است و اتصال برق گیر و میله صاعقه‌گیر با رعایت فاصله‌های ایمنی و اندازه هادی راهنمای برق گیر انجام می‌شود (۶۱ میلی مترمربع)

#### فعالیت



در مورد هادی زمین شده و زمین نشده در شکل ۳۳ بحث و تبادل نظر کنید.

پاسخ: بدنه فلزی تجهیزات و پایه‌های سامانه اتصال زمین شده است.



## واحد یادگیری سوم

### خانه هوشمند

**هدف:** آشنایی با سخت افزار و نرم افزار هوشمندسازی خانه های مسکونی و کنترل روشنایی

#### پاسخ به فعالیت ها و پرسش ها

پرسش



در نرم افزار ETS و در قسمت باس (BUS) در بخش آدرس های اختصاصی (Individual Addresses) سه روش کار وجود دارد. هر کدام از این روش ها چه کاربردی دارد؟

**پاسخ:**

**روش اول:** این روش که به نام programming mode شناخته می شود، برای یافتن آدرس دستگاه هایی است که در حالت برنامه ریزی قرار دارند. کاربرد این روش، یافتن آدرس دستگاه هایی است که آدرس آنها را نمی دانیم. این امکان به خصوص زمانی که بخواهیم پروژه ای را عیب یابی کنیم که آدرس قطعات در آن مشخص نیست، کاربرد دارد.

**روش دوم:** این روش که به نام individual address check می باشد، عملکردی مخالف با روش اول دارد. یعنی با دانستن آدرس اختصاصی قطعه و وارد کردن آن، می توان وجود آن را بررسی نموده و چراغ برنامه ریزی آن را روشن کرد. یکی از مهم ترین کاربردهای این روش، یافتن قطعه مورد نظر در تابلو یا اتاق های پروژه، زمانی که از محل نصب قطعه اطلاع نداریم می باشد.

**روش سوم:** این روش که Line Scan نام دارد، این امکان را فراهم می کند که بر روی خط دلخواه، تمامی دستگاه ها را اسکن کرده و لیست آنها به همراه آدرس و mask version مربوط به هر قطعه را استخراج کرد. پس از عملیات جست و جوی خط نیز امکانات دیگری در اختیار کاربر قرار می گیرد. یکی از کاربردهای این روش، امکان تفکیک قطعات نصب شده بر روی هر خط در پروژه های بزرگ است.



در مورد نرم افزار ETS Inside تحقیق کنید. این نرم افزار ویژه دسترسی سریع به برنامه ریزی پروژه توسط موبایل و تبلت طراحی شده است. این نرم افزار چه مزایایی نسبت به نسخه کامپیوتری دارد و چه نقاط ضعفی برای پروژه های بزرگ دارد؟

پاسخ: نرم افزار ETS Inside، راه حلی برای برنامه ریزی آسان پروژه های کوچک و همچنین راحتی در انجام تغییرات در تنظیمات برنامه پروژه های در حال کار است. یکی از مزایای این نرم افزار، دسترسی از راه دور و یا در محل پروژه به تابلو و قطعات نصب شده است و حتی می تواند به کاربر اجازه دهد که تغییرات مورد نظر را به صورت محدود در برنامه انجام دهد. با توجه به محدود بودن رابط کاربری به تلفن همراه یا تبلت، مهم ترین نقطه ضعف این نرم افزار در پروژه های بزرگ، سخت بودن انجام تغییرات یا برنامه ریزی در آنها می باشد. البته کاملاً واضح است که این نرم افزار برای راه اندازی سریع پروژه های کوچک طراحی شده است. برای دریافت اطلاعات بیشتر، پیشنهاد می شود نام این نرم افزار را در اینترنت جست و جو نمایید.



استفاده از هر کدام از روش های جفتی یا تکی برای پل های کلید هوشمند، چه معایب و مزایایی دارد؟

پاسخ: از مزایای روش استفاده از کلید تکی برای هر عملکرد در سیستم هوشمند، امکان پیاده سازی فرامین بیشتر در فضای کمتر است. یعنی کاربر می تواند از یک نقطه، فرامین متعددی را ارسال کند. اما روش جفتی برای ساکنین، کاربری آسان تر دارد. یعنی روش جفتی باعث می شود که کاربری ها راحت تر قابل درک باشند اما عیب آن این است که کلیدهای بیشتری اشغال می شود.



عملکرد سنسور حرکتی، لحظه ای است یا ماندگار؟ این عملکرد چگونه باید در سیستم هوشمند و خروجی ها بازتاب داشته باشد؟ به تأخیر در عملکرد سنسور یا تأخیر در قطع رله نیاز دارید؟

پاسخ: معمولاً در سیستم هوشمند، عملکرد سنسور به صورت لحظه ای است. یعنی سنسور عملکرد خود را به سیستم مخابره نموده و سیستم هوشمند فرامین مربوطه را اجرا می کند. اگر از سنسور در کاربردهای امنیتی استفاده می شود، معمولاً تأخیر در عملکرد استفاده می شود. اما اگر از سنسور در کنترل روشنایی فضای ورودی یا روشنایی راهرو استفاده می شود، از تأخیر در قطع استفاده می شود. در برنامه ریزی رله جهت تأخیر در وصل یا تأخیر در قطع، معمولاً عباراتی نظیر On Delay و Off Delay به چشم می خورند.

پرسش



آیا می‌توان روشی پیشنهاد داد که چراغ در صورت لزوم با کلید هوشمند کنترل شود و در مواقع دیگر از سنسور فرمان بگیرد؟

پاسخ: پیاده‌سازی چنین راهکاری ممکن است باعث سختی در بهره‌برداری سیستم هوشمند برای کاربر شود، اما چنین کارکردی را می‌توان با استفاده از قابلیت‌های منطقی در سیستم پیاده کرد. به این صورت که اگر سنسور توسط کاربر فعال شود، کلید از کار می‌افتد و اگر سنسور توسط کاربر غیرفعال شود، کنترل روشنایی توسط کلید صورت می‌گیرد.

پرسش



آیا راهی برای کنترل مستقیم دایمر و افزایش شدت روشنایی به میزان دلخواه وجود دارد؟

پاسخ: برای کنترل مستقیم دایمر، می‌توان از object مربوط به Absolute Dimming که به صورت درصدی دایمر را کنترل می‌کند استفاده نمود. معمولاً این روش در نرم‌افزارهای موبایل مورد استفاده قرار می‌گیرد. با این روش، کاربر می‌تواند میزان روشنایی مورد نظر را انتخاب نماید، و در نتیجه دایمر به آن مقدار تغییر وضعیت دهد.

پرسش



بهترین راه برای کنترل مستقیم دایمر LED از طریق نرم‌افزارهای تلفن همراه چیست؟

پاسخ: برای کنترل مستقیم دایمر LED از طریق تلفن همراه، معمولاً بهترین راه بهره‌گیری از پنل طراحی شده توسط هر شرکت در نرم‌افزار تلفن همراه می‌باشد. به این صورت، ساکنین می‌توانند به سادگی و با استفاده از یک رابط کاربری ساده، کنترل رنگ و میزان روشنایی LED را انجام دهند.

پرسش



اگر از سنسور آنالوگ استفاده شود، چه تغییری در برنامه‌ریزی رخ خواهد داد؟

پاسخ: اگر از سنسور آنالوگ استفاده شود، مهم‌ترین تغییر این است که باید از ورودی آنالوگ به KNX استفاده کرد و در نتیجه از مقدار آنالوگ در برنامه استفاده شود.

کارهای عملی پیشنهادی (جهت هنرجویان علاقه‌مند)  
در صورتی که امکانات هنرستان فراهم بود و همچنین زمان کافی وجود داشت  
کارهای عملی پیشنهادی می‌تواند برای هنرجویان علاقه‌مند اجرا شود.

### کار عملی ۱:

#### کنترل کولرگازی با ارسال‌کننده فرامین IR

شرح کار عملی: یکی از مزایای خانه‌های هوشمند، امکان ارسال فرامین IR  
از طریق دستگاه‌های فرستنده است تا به کاربر اجازه بدهد از طریق کلیدهای  
هوشمند و یا نرم‌افزار موبایل (اپلیکیشن)، این‌گونه وسایل را کنترل کرد. در این  
کار عملی کولر گازی توسط فرامین IR کنترل می‌شود (شکل ۱).



شکل ۱- کولرگازی

### مراحل کار:

- ۱ برای انجام این کار عملی به تجهیزات زیر نیاز است:  
منبع تغذیه - ارسال‌کننده فرامین IR - دستگاه یادگیری فرامین IR - کلید  
هوشمند یا نرم‌افزار گرافیکی - کابل USB و قطعه برنامه‌ریز
- ۲ اقلام مورد نیاز را بر روی تابلوی آموزشی چیدمان و نصب کنید.
- ۳ به دلیل ارسال فرامین IR، چشمی دستگاه فرستنده در برابر دستگاه کولرگازی  
قرار گیرد.
- ۴ نرم‌افزار ETS۵ را اجرا و پروژه‌ای با نام «ساختمان» ایجاد نمایید.
- ۵ در اتاق و تابلو، تجهیزات مورد نیاز را قرار دهید. دستگاه فرستنده فرامین IR  
را به پروژه اضافه نمایید.
- ۶ در حال حاضر، دو نوع فرستنده فرامین IR برای کولرهای گازی در دسترس  
است. نوع اول، نوع عمومی است که می‌توانید فرامین مختلف IR را به آن آموزش

دهید. و نوع دوم، نوع مخصوصی است که فرامین کنترلی کولرهای گازی از قبل در آنها بارگذاری شده است. از هر کدام از این قطعات که استفاده شود، مهم تولید فرامین کنترلی مورد نیاز است که در شکل ۲ لیستی از آنها برای کولرگازی ارائه شده است. به فرامینی که توسط learner ضبط می شود اصطلاحاً string می گویند.

Name	Object Function
ON/OFF	Turn ON/OFF the split
ON/OFF (status)	Split state (ON/OFF)
Temperature	Value sent to the split
Fan [Ibyte]	0%Au,1-33%M;34-66%Mid;>67%Max
Fan [Ibit]	0=Lower, 1=Higher
Fan (status)	Actual Fan Level
Swing	1=Swing, 0=Stop/Step
Swing (status)	Swing state: 0=Stopped,1=Swing
Heat Mode	1=Set mode, 0=Nothing
Heat Mode (status)	1=Heat mode is Set, 0=Not Set
Cool Mode	1=Set mode, 0=Nothing
Cool Mode (status)	1=Cool mode is Set, 0=Not Set
Dry Mode	1=Set mode, 0=Nothing
Dry Mode (status)	1=Dry mode is Set, 0=Not Set
Fan Mode	1=Set mode, 0=Nothing
Fan Mode (status)	1=Fan mode is Set, 0=Not Set
Auto Mode	1=Set mode, 0=Nothing
Auto Mode (status)	1=Auto mode is Set, 0=Not Set
Modes [Ibyte]	0=Aut,1=Ht,3=Cool,9=Fan,14=Dry
Modes [Ibyte] (status)	Actual Mode:0=Auto,1=Heat,etc.
Disable Device	0=Normal Running, 1=Disabled

شکل ۲- فرمان های کنترلی

۷ نوبت به تنظیم کلید هوشمند می رسد. برای عملکردهای زیر، کنترل در کلید را پیش بینی کنید:

- روشن / خاموش دستگاه
- قطع و وصل حرکت دریچه گردش هوا (Swing)
- نقطه کار برای دمای مورد نظر (SetPoint)
- انتخاب حالت کاری (سرمايش، گرمایش، و...) (Mode)
- سرعت فن دستگاه

حال در پنجره Building بر روی کلید هوشمند کلیک کرده و وارد بخش تنظیمات شوید. ۲ کلید تکی جداگانه را برای دو فرمان اول (اسم آنها را A1 و A2 بگذارید)، سه کلید زوج برای فرمان های بعدی در نظر بگیرید. (اسم آنها را به ترتیب B و C

و D بگذارید). حال دو کلید تکی اول را به صورت Switch (یعنی تغییر ۰ و ۱) تنظیم نمایید. برای کلیدهای زوج B، عملکرد ارسال عدد float را تنظیم نمایید (کمترین مقدار ارسالی ۱۰ و بالاترین مقدار ارسالی را ۳۰ تنظیم کنید. این اعداد حداقل و حداکثر دمای قابل تنظیم توسط کاربر می باشد) و برای کلیدهای زوج C، عملکرد Mode و برای زوج D، عملکرد Fan را تنظیم کنید.

۸ اکنون باید آدرس های گروهی را تشکیل دهید. لیست آدرس های گروهی که به آنها نیاز دارید به شرح ذیل است:

■ کنترل روشن/ خاموش اسپلیت

■ انتخاب مود کاری

■ تنظیم سرعت فن

■ تنظیم مقدار دمای مطلوب

■ قطع و وصل Swing

باید آدرس گروهی مربوط به وضعیت را هم برای لیست فوق بسازید و همچنین بهتر است کاربر دمای داخل اتاق را در نرم افزار و یا صفحه کلید هوشمند ترموستاتیک مشاهده نماید.

۹ توسط یک کابل ارتباطی، رایانه را به ماژول ارتباط USB متصل کنید و برنامه را با استفاده از Partial Download به قطعات انتقال دهید.

۱۰ عملکرد برنامه را آزمایش کنید.

## کار عملی ۲:

### کنترل باز و بسته شدن یک پرده

شرح کار عملی: امکان کنترل پرده های برقی هوشمند، در حال حاضر یکی از قابلیت های مورد استقبال ساکنین در خانه های هوشمند است. به خصوص زمانی که پرده های هوشمند در ساعات مختلف و در سناریوهای دلخواه، می توانند جلوه زیبایی به فضا بدهند و همچنین با کنترل نور ورودی به ساختمان، در صورت لزوم، استفاده از نور طبیعی را فراهم کنند و لامپ های آن فضا را خاموش کرده و همچنین از گرم شدن بیش از حد فضای داخل خانه نیز جلوگیری کنند.

### مراحل کار:

۱ برای انجام این کار عملی به تجهیزات زیر نیاز است:

منبع تغذیه - فعال ساز پرده - کلید هوشمند - «موتور پرده» برقی AC- کابل USB و قطعه برنامه ریز

۲ اقلام مورد نیاز بر روی تابلوی آموزشی چیدمان و نصب شود.

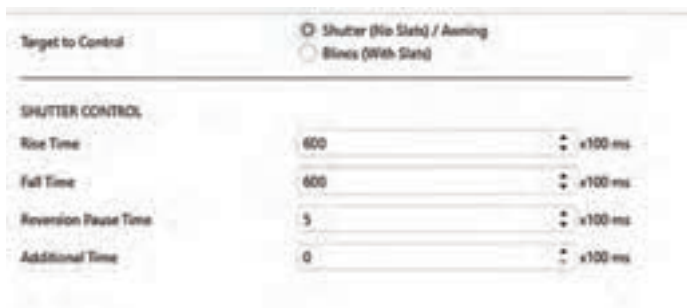
۳ مدار کنترلی را توسط اتصال سیم فاز به پایه اول رله (۱ و ۲) فعال ساز پرده و اتصال سیم برگشت فاز به جهت چپ گرد (و راست گرد) «موتور پرده» و اتصال

سیم نول و ارت موتور پرده تشکیل دهید.

۴ نرم افزار ETS۵ را اجرا و پروژه ای با نام «ساختمان» ایجاد نمایید.

۵ «موتور پرده» را در اتاق و مازول فعال ساز پرده را در تابلو قرار دهید.

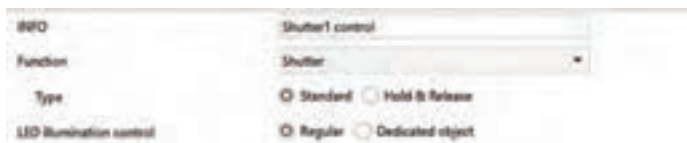
۶ با کلیک بر روی مازول فعال ساز پرده، کانال اول آن (یعنی دو رله اول) را فعال نمایید. (اگر از قطعه چندمنظوره استفاده می کنید، کانال مورد نظر را بر روی عملکرد پرده تنظیم نمایید) همان طور که ملاحظه می کنید، قطعه به شما تنظیمات و واحدهای ارتباطی لازم جهت کنترل پرده را ارائه می دهد. دقت کنید که در این کار عملی، ما صرفاً قصد داریم پرده های معمولی بالارو یا کنارو (که صرفاً باز یا بسته می شوند) را کنترل نماییم لذا کنترل نور مد نظر نیست (شکل ۳).



شکل ۳- کنترل پرده

۷ باید ابتدا زمان های بالا و پایین رفتن پرده از حالت کاملاً باز (۰٪) تا کاملاً بسته (۱۰۰٪) را در نرم افزار تعریف کنید. این کار را با برقرار کردن موتور پرده برای مدت زمان لازم یا مراجعه به دیتاشیت موتور پرده انجام دهید و زمان مناسب را تعیین کنید.

۸ در این مرحله باید کلید هوشمند تنظیم شود. یک زوج کلید در نظر بگیرید و عملکرد پرده (shutter) را برای آن انتخاب نمایید (شکل ۴).



شکل ۴- شاتر

۹ اکنون باید آدرس های گروهی را تشکیل دهید. برای کنترل پرده، کلید هوشمند دو عملکرد را به شما ارائه می دهد: در صورت نگهداشتن کلید بالا / پایین، پرده به بالا / پایین حرکت می کند و در صورت لمس لحظه ای کلید، پرده

متوقف می‌شود. لذا شما نیاز به تعریف دو آدرس گروهی، در دسته میانی جدیدی به نام «کنترل - پرده» دارید. دو آدرس گروهی به نام‌های «کنترل - حرکت - پرده» و «توقف - پرده» تعریف کنید. در انتها، واحدهای ارتباطی مربوطه را با هم لینک نمایید.

۱۰ توسط کابل ارتباطی، رایانه را به ماژول ارتباط USB متصل کنید و برنامه را با استفاده از Partial Download به قطعات انتقال دهید.

۱۱ عملکرد برنامه را آزمایش کنید.

### کار عملی ۳:

#### قطع خودکار شیر اهرمی گاز در صورت نشت گاز

شرح کار عملی: یکی از عملکردهای مهم حفاظتی و ایمنی در ساختمان‌های هوشمند، حفاظت در برابر حریق و نشت گاز است. خانه هوشمند می‌تواند در برابر خطرات نشت گاز حفاظت شود.

#### دستور کار:

- ۱ برای انجام این کار عملی به تجهیزات زیر نیاز است:  
منبع تغذیه - حسگر نشت گاز - شیر اهرمی گاز - فعال‌ساز رله - منبع تغذیه DC - ورودی دیجیتال - کابل USB و قطعه برنامه‌ریز
- ۲ اقلام مورد نیاز بر روی تابلوی آموزشی چیدمان و نصب شود.
- ۳ توسط کابل باس KNX منبع تغذیه را به ماژول فعال‌ساز رله و از آن به ماژول ورودی دیجیتال متصل کنید.

۴ از منبع تغذیه DC اتصال پایه - و + را به تغذیه حسگر وصل نمایید. خروجی رله سنسور را به ورودی دیجیتال متصل نمایید. همچنین فاز ورودی را به پایه اول رله وصل کرده و فاز برگشت را به شیر اهرمی متصل نمایید، با اتصال سیم نول شیر اهرمی مدار را تکمیل کنید.

- ۵ نرم‌افزار ETS۵ را اجرا و پروژه ای با نام «ساختمان» ایجاد نمایید.
- ۶ در فضایی که شیر اصلی گاز قرار دارد، شیر اهرمی و حسگر نشت گاز شهری را در آشپزخانه (در نرم‌افزار) قرار دهید.

۷ قطعه ورودی دیجیتال را در پروژه وارد نمایید. برخی تجهیزات تابلویی و کلیدهای هوشمند، خود مجهز به ورودی دیجیتال هستند و نیازی به قطعه اضافی نیست.

۸ نوبت به تنظیم قطعات می‌رسد. ابتدا با کلیک بر روی قطعه فعال‌ساز، رله مورد نظر را از طریق تنظیم قطعه فعال نمایید. برای این کار، نیاز است که، خروجی مربوط به شیر اهرمی گاز را فعال نمایید.

۹ سپس تنظیمات مربوط به سنسور و چگونگی عملکرد رله مربوطه را انجام



دهید. رله را طوری تنظیم کنید که با عملکرد سنسور، رله فعال شود و فقط با اعلام کاربر، رله به حالت عادی بازگردد.

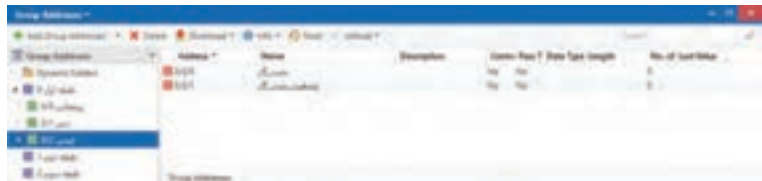
#### پرسش



#### قطع گاز از طریق نرم افزار موبایل چه الزاماتی را نیاز دارد؟

پاسخ: برای قطع گاز از طریق نرم افزار و از راه دور، حتماً باید امنیت این عمل و اطمینان از عدم نشت گاز با استفاده از نصب سنسور نشت گاز، تأمین شود. همچنین باید مطمئن باشیم که عملکرد شیر اهرمی با استفاده از کلمپ های (بست) جریانی مورد تأیید قرار می گیرد و به اطلاع کاربر می رسد.

۱۵ یک آدرس گروهی برای عملکرد رله شیر اهرمی گاز با سنسور تعریف کنید و لینک های مربوطه بین قطعات را برقرار نمایید. حال برای کنترل شیر اهرمی گاز با سنسور، در دسته گروه میانی جدید «ایمنی» در گروه اصلی طبقه اول، یک آدرس گروهی به نام «نشت - گاز» و یک آدرس گروهی وضعیت - نشت - گاز - ایجاد نمایید (شکل ۵).



شکل ۵- آدرس برنامه نشت گاز

۱۱ بر روی ورودی دیجیتال یا قطعه دارای ورودی دیجیتال کلیک کرده و با انتخاب زبانه objects، واحد ارتباطی مربوط به فرمان سنسور را انتخاب نمایید و به داخل آدرس گروهی نشت گاز بکشید (Drag). سپس بر روی قطعه فعال ساز رله کلیک نموده و با انتخاب زبانه objects، واحد ارتباطی مربوط به دریافت فرمان رله زنی مربوط به رله شیر اهرمی گاز را انتخاب نموده و به همان آدرس گروهی بکشید.

۱۲ توسط یک کابل ارتباطی، رایانه را به ماژول ارتباط USB متصل کنید و برنامه را با استفاده از Partial Download به قطعات انتقال دهید.

۱۳ عملکرد برنامه را آزمایش کنید. در صورت تشخیص نشت گاز، یک فرمان از طریق سنسور برای رله ارسال می شود و به این صورت رله می تواند شیر اهرمی را ببندد. پس از اطلاع کاربر و رفع خطر، شیر اهرمی می تواند به حالت عادی بازگردد.

#### کار عملی ۴:

نصب کنترلر سیستم ارسال و دریافت فرمان از طریق تلفن همراه (همراه با نصب اپلیکیشن)



شکل ۶- اپلیکیشن کنترلی تلفن همراه

**شرح کار عملی:** با توسعه روزافزون استفاده از تلفن‌های همراه و اینترنت، اغلب ساکنین خانه‌های هوشمند، مفهوم هوشمند را در استفاده از تلفن همراه برای کنترل تجهیزات ساختمان به خصوص از راه دور جست‌وجو می‌کنند (شکل ۶). در این کار عملی با اصول برقراری ارتباط بین تلفن همراه و سیستم هوشمند آشنا می‌شویم. نرم‌افزارهای تلفن همراه در این حوزه بسیار گسترده هستند و باید با توجه به نیازهای کاربر و سطح پروژه، نسبت به انتخاب نرم‌افزار مناسب عمل کرد.

**دستور کار:**

۱ برای انجام این کار عملی به تجهیزات زیر نیاز است:  
منبع تغذیه - تاج پنل یا سرور نرم‌افزاری هوشمند - \*\* روتر IP (در صورتی که سرور مجهز به این قطعه نباشد) - منبع تغذیه تاج پنل - ماژول فعال‌ساز رله - کلید هوشمند - کامپیوتر یا نرم‌افزار سرور - تلفن همراه هوشمند (اندروید یا iOS - مودم روتر و کابل شبکه.

۲ اقلام مورد نیاز را بر روی تابلوی آموزشی چیدمان و نصب کنید.

۳ توسط کابل باس KNX منبع تغذیه KNX را به ماژول فعال‌ساز رله و از آن به کلید هوشمند و سپس سرور (یا تاج پنل) متصل کنید.

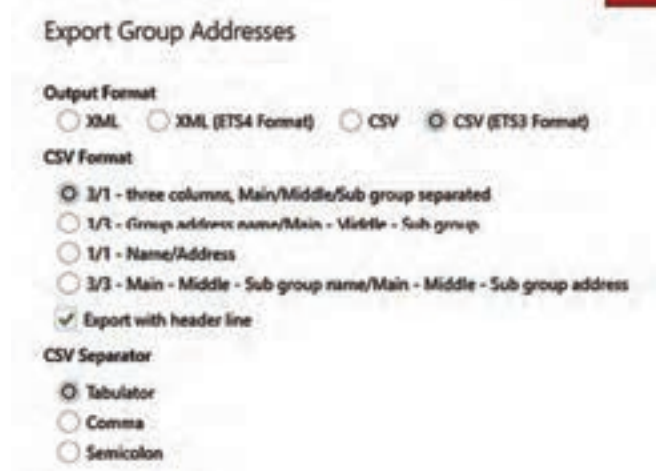
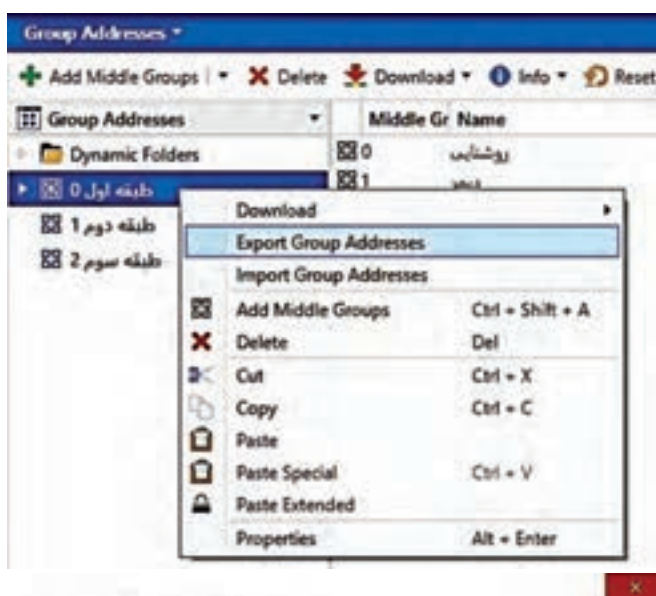
۴ از منبع تغذیه DC اتصال پایه - و + را به تغذیه سرور (یا تاج پنل) متصل نمایید. برخی مدل‌های سرور نیازی به منبع تغذیه ندارند و توسط آداپتور برقدار می‌شوند. کابل شبکه را نیز از سرور (یا تاج پنل) به مودم متصل کنید. آدرس IP

دستگاه سرور را یادداشت کنید.

۵ نرم افزار کامپیوتری و تلفن همراه مربوط به تاج پیل یا سرور را نصب نمایید.

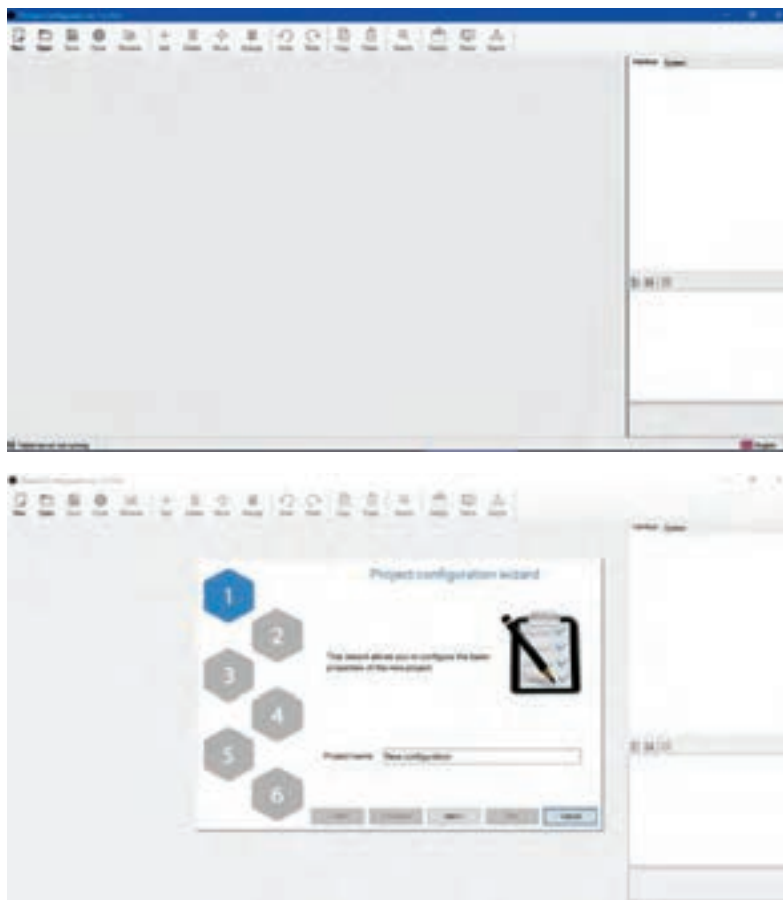
۶ در نرم افزار ETS۵، پروژه ای با نام «ساختمان» ایجاد نمایید.

۷ با مراجعه به پنجره آدرس های گروهی Group Addresses، تمامی آدرس های گروهی را انتخاب نموده و با کلیک راست روی آنها، گزینه Export Group Addresses را انتخاب کنید. طبق تصویر زیر فایل خروجی را ذخیره نمایید (شکل ۷).



شکل ۷- آدرس گروهی

۸ حال به نرم افزار طراحی سرور (یا تاج پنل) مراجعه نمایید. یک پروژه جدید ایجاد کنید. (برای این قسمت از نرم افزار ThinKNX Configurator بهره گرفته شده است که می توانید پیش نمایش سیستم طراحی شده را نیز در کامپیوتر مشاهده کنید (شکل ۸).)



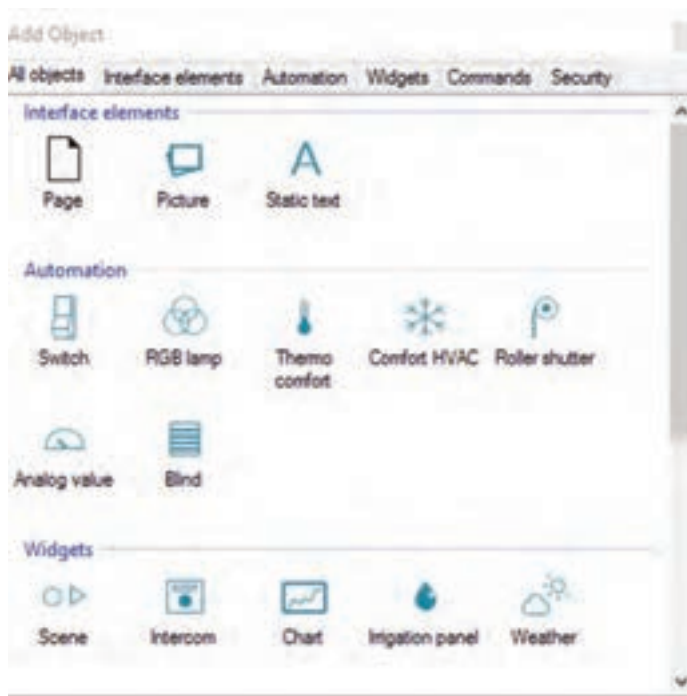
شکل ۸- پیش نمایش

۹ می توانید طراحی گرافیکی را در محیط نرم افزار انجام دهید. برای شروع یک صفحه جدید بسازید و نقشه یا پلاتی که در اختیار دارید در صفحه اضافه کنید (شکل ۹).



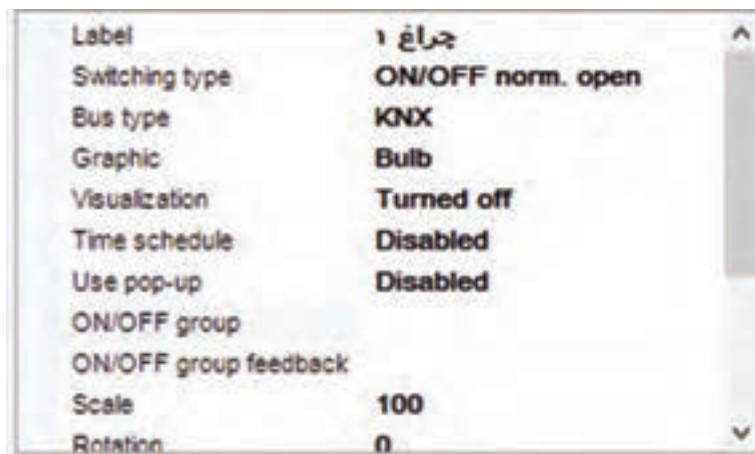
شکل ۹- طرح گرافیکی

۱۰ اکنون یک عملکرد روشن / خاموش (چراغ) به محل چراغ ۱ اتاق پذیرایی اضافه نمایید. برای این کار با استفاده از دکمه Add، یا کلیک راست، یک Switch Function به پروژه اضافه کنید (شکل ۱۰).



شکل ۱۰- اضافه کردن عملکرد

۱۱ در قسمت آدرس گروهی، آدرس گروهی مربوط به چراغ ۱ را بیفزایید. (در صورت نیاز می‌توانید یک آیکون برای چراغ انتخاب کنید. در غیر این صورت نرم‌افزار علامت لامپ پیش فرض را نمایش می‌دهد (شکل ۱۱)).



شکل ۱۱- اضافه کردن آیکون

۱۲ پیش نمایش طراحی نرم‌افزاری را از طریق Demo مشاهده نمایید. سپس برنامه را به سرور انتقال دهید و عملکرد سیستم را مورد بررسی قرار دهید. سعی کنید با کلید هوشمند عملکرد چراغ و تلفن همراه را بررسی کنید.

۱۳ چنانچه از نرم‌افزار تلفن همراه استفاده می‌کنید، با ورود اطلاعات سرور و رمز دسترسی، به سیستم متصل شوید.

**توجه:** مشابه همین مراحل را برای سایر خروجی‌های کنترل شده در طول کارهای عملی تکرار کنید و یک پروژه کامل بسازید.

### کار عملی ۵:

**نصب پریز برق و برق‌دار کردن آن توسط ارسال و دریافت فرمان از طریق گوشی تلفن همراه**

**شرح کار عملی:** برخی تجهیزات و لوازم خانگی می‌توانند با کنترل پریز حالتی شبیه هوشمند داشته باشند و در مواقع لازم یا ساعت‌های مشخص، تحت کنترل سیستم دربیانند. لوازمی چون دستگاه چای‌ساز، تلویزیون و... می‌توانند تحت کنترل ساکنین باشند و علاوه بر مشارکت در سناریوهای مختلف، در کاهش مصرف انرژی هم تأثیر داشته باشند.

## دستور کار:

- ۱ برای انجام این کار عملی به تجهیزات زیر نیاز است:  
منبع تغذیه - تاج پنل یا سرور نرم‌افزاری هوشمند - \*\* روتر IP (در صورتی که سرور مجهز به این قطعه نباشد) - منبع تغذیه تاج پنل - فعال‌ساز رله - پریز برق معمولی - کامپیوتر با نرم‌افزار سرور - تلفن همراه هوشمند (اندروید یا iOS) - مودم روتر و کابل شبکه
- ۲ اقلام مورد نیاز بر روی تابلوی آموزشی چیدمان و نصب شود.
- ۳ نرم‌افزار کامپیوتری و تلفن همراه مربوط به تاج پنل یا سرور را نصب نمایید.
- ۴ در نرم‌افزار ETS۵، پروژه ای که با نام «ساختمان» ایجاد نموده بودید را باز کنید.
- ۵ به تنظیمات رله رفته و رله مورد نظر برای اتصال پریز را فعال کنید. آدرس گروهی مربوطه را تشکیل دهید و برنامه را به تابلو انتقال دهید.
- ۶ با مراجعه به پنجره آدرس‌های گروهی Group Addresses، تمامی آدرس‌های گروهی را انتخاب نموده و با کلیک راست روی آنها، گزینه Export Group Addresses را انتخاب کنید.
- ۷ به نرم‌افزار طراحی سرور (یا تاج پنل) مراجعه نمایید. مراحل را برای ادامه طراحی پروژه انجام دهید.
- ۸ یک عملکرد روشن / خاموش (پریز) به محل پریز اضافه نمایید. برای این کار با استفاده از دکمه Add، یا کلیک راست، یک Switch Function به پروژه اضافه کنید.
- ۹ در قسمت آدرس گروهی، آدرس گروهی مربوط به پریز را بیفزایید. (در صورت نیاز یک آیکون برای پریز انتخاب کنید).
- ۱۰ پیش نمایش طراحی نرم‌افزاری را از طریق Demo مشاهده نمایید. سپس برنامه را به سرور انتقال دهید و عملکرد سیستم را مورد بررسی قرار دهید.

## کار عملی ۶:

### باز کردن در منزل از راه دور با تلفن همراه

**شرح کار عملی:** یکی از عملکردهای خانه هوشمند جهت افزایش رفاه و ایمنی، امکان باز کردن در منزل برای مهمانان و اعضای خانواده از طریق تلفن همراه (از راه دور) است. البته این عملکرد با برقراری تماس صوتی و تصویری از طریق تلفن همراه تکمیل می‌شود که از بحث این کتاب خارج است. لذا فقط قصد داریم صاحب خانه را از حضور مراجعه‌کننده مطلع کنیم و صاحب خانه بتواند با تلفن همراه، فرمان باز کردن در منزل را صادر نماید.

## دستور کار:

- ۱ برای انجام این کار عملی به تجهیزات زیر نیاز داریم:  
منبع تغذیه - شستی زنگ - قفل برقی - فعال ساز رله - منبع تغذیه DC - ورودی دیجیتال - کابل USB و قطعه برنامه ریز
- ۲ اقلام مورد نیاز بر روی تابلوی آموزشی چیدمان و نصب شود.
- ۳ توسط کابل باس KNX منبع تغذیه را به ماژول فعال ساز رله و از آن به ماژول ورودی دیجیتال متصل کنید.
- ۴ شستی زنگ را به ورودی دیجیتال متصل کنید. قفل برقی را همانند اتصال لامپ به رله متصل کنید (اگر مدل قفل برقی، از نوع ۱۲ ولت است، پایه اول رله را با برق منبع تغذیه DC ۱۲ ولت، تغذیه نمایید).
- ۵ نرم افزار ETS۵ را اجرا و پروژه ای با نام «ساختمان» ایجاد نمایید.
- ۶ علاوه بر قطعات معمول، قطعات ورودی دیجیتال و فعال ساز رله را نیز در پروژه وارد نمایید.
- ۷ در قسمت تنظیمات، اتصال شستی زنگ را برای ورودی دیجیتال تعریف کنید. همچنین رله مربوط به قفل برقی را فعال کنید.
- ۸ یک آدرس گروهی برای عملکرد قفل برقی و همچنین یک آدرس گروهی برای وضعیت شستی زنگ تعریف کنید.
- ۹ لینک های مربوطه بین قطعات را برقرار نمایید.
- ۱۰ توسط یک کابل ارتباطی، رایانه را به ماژول ارتباط USB متصل کنید و برنامه را با استفاده از Partial Download به قطعات انتقال دهید.
- ۱۱ حال به نرم افزار طراحی سرور (یا تاج پنل) مراجعه نمایید.
- ۱۲ باید یک عملکرد مشاهده وضعیت زنگ و یک عملکرد باز کردن درب را به پروژه اضافه نمایید. واضح است که باید وضعیت شستی زنگ را مشاهده کرد تا کاربر بتواند در صورت فعال شدن آن، فرمان باز شدن در را از طریق نرم افزار صادر نماید.
- ۱۳ در قسمت آدرس گروهی، آدرس گروهی مربوط به شستی زنگ و قفل برقی را بیفزایید.
- ۱۴ برنامه را به سرور انتقال دهید و با تلفن همراه به آن وصل شوید.
- ۱۵ عملکرد برنامه را آزمایش کنید. در صورت فشردن شستی زنگ، باید علامت یا آیکون مربوطه در نرم افزار فعال شود و با فشردن دکمه باز کردن در، قفل برقی عمل نماید.



## توضیحات تکمیلی نرم افزار ETS۵

نرم افزار ETS دارای سه نوع مجوز (license) برای استفاده کاربران می باشد که عبارت اند از:

### ■ Demo licenses

توانایی اضافه نمودن و پیکره بندی تا حداکثر ۵ قطعه را دارد و به طور رایگان در اختیار کاربران قرار دارد.

### ■ Lite licenses

توانایی اضافه نمودن و پیکره بندی تا حداکثر بیست قطعه را دارد.

### ■ Professional licenses

توانایی اضافه نمودن و پیکره بندی تا حداکثر هزار قطعه را دارد.

۴-ETS، ۵-ETS از فروشگاه آنلاین وبسایت انجمن KNX،

([www.onlineshop.knx.org](http://www.onlineshop.knx.org)) قابل خریداری می باشد.

سایر مجوزهای نرم افزار ETS تنها وقتی به صورت کامل قابل استفاده است که مجوز (لایسنس) آن توسط کلیدی فعال شده باشد. کلید مجوزهای این نرم افزار بر دو نوع هستند:

■ **کلید وابسته به کامپیوتر:** این کلید مجوز را تنها بر روی کامپیوتری فعال می کند که بر روی آن مجوز نرم افزار ETS فعال شده است.

■ **کلید مستقل از کامپیوتر:** این کلید وابسته به سخت افزار کامپیوتر نمی باشد لیکن به شکل «دانگل» (تجهیزی که از طریق اتصال به کامپیوتر قفل نرم افزار را باز می نماید) است که از طریق سفارش و خرید از انجمن KNX قابل تهیه می باشد. این دانگل از طریق پورت USB کامپیوتر ارتباط برقرار نموده و قفل نرم افزار را باز می نماید. همچنین این نوع کلید نرم افزار به دلیل سهولت استفاده در کامپیوترهای متفاوت کمی گران تر است.

توسط نرم افزار ETS، ابتدا نرم افزار کاربردی تجهیزات مختلف تحت این پروتکل - Databases که در پروژه استفاده می شود را مطابق با نیازهای کاربر برنامه ریزی کرده و سپس ارتباط مابین این تجهیزات تعریف می گردد.

پس از انجام موفقیت آمیز مراحل فوق نرم افزارهای کاربردی پیکره بندی شده توسط ETS، تک به تک بر روی تجهیزات دانلود شده و مشخصات تجهیزات مطابق با سفارش کارفرما ست شده و بدین ترتیب تجهیزات پس از شناسایی همدیگر، با یکدیگر ارتباط برقرار می نمایند و از این طریق اهداف از پیش تعیین شده را برآورده می سازند.

## تاریخچه نرم افزار ETS۵

سیستم KNX تاریخچه ۲۵ ساله دارد. در این دوره زمانی چندین نسخه از نرم افزار ETS منتشر شده است:

**ETS۱:** ۱۹۹۳ تا ۱۹۹۶

**ETS۲:** ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۴

**ETS۳:** ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۰

**ETS۴:** ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۴

**ETS۵:** ۲۰۱۴

آخرین نسخه نرم افزار ETS، نسخه شماره ۵ آن است (ETS۵) که در سال ۲۰۱۴ به بازار عرضه شد و هم اکنون نسخه ۵,۵,۳ مربوط به سال ۲۰۱۷ در دسترس است.

## طریقه داندلود نرم افزار ETS۵

برای داندلود کردن این نرم افزار مراحل زیر را باید انجام دهید:

- وارد شدن به سایت [WWW.KNX.org](http://WWW.KNX.org)

- پر کردن فرم مشخصات و ثبت نام در سایت KNX

- تأییدیه ثبت نام و دریافت آن از طریق آدرس ایمیل (شکل ۱۲)

- داندلود نرم افزار ETS۵ (DEMO) از بخش Downloads



شکل ۱۲- داندلود نرم افزار

## نکات مهم در نصب نرم افزار

- قبل از نصب:

1 ETS۵ بر مبنای ۴/۵ .NET Framework © Microsoft است و لازم است

قبل از نصب نرم افزار ETS۵، آخرین نسخه از این نرم افزار را از پایگاه اینترنتی Microsoft دانلود، نصب و اجرا کنید.

۲ به شدت توصیه می شود تمام نیازمندی های ضروری رایانه را بررسی کنید (نیازمندی های سیستم را ببینید).

۳ نیازمندی های ضروری سخت افزار رایانه را بررسی کنید (نیازمندی های سیستم را ببینید).

۴ در هر حالت از اطلاعات مهم ETS پشتیبان بگیرید.

۵ ETS۵ را نصب کنید.

توجه: شما هم زمان می توانید نرم افزار ETS۵ را به موازات نرم افزارهای نسخه ۳ و ۴ بر روی رایانه نصب کنید (شکل ۱۳).



شکل ۱۳- نصب نرم افزار

### نیازمندی های رایانه برای نصب این نرم افزار

مشخصات زیر حداقل نیازمندی نرم افزاری و سخت افزاری رایانه جهت نصب و اجرای نرم افزار ETS۵ می باشد:

سیستم های عامل

Microsoft Windows ۷ SP۱ x۳۲/x۶۴

Microsoft Windows ۸ x۳۲/x۶۴

Microsoft Windows ۱۰ x۳۲/x۶۴

Microsoft Server ۲۰۰۸ R۲ SP۱ x۶۴

Microsoft Server ۲۰۱۲ x۶۴

## سخت افزار

CPU:  $\geq 2$  GHz      RAM:  $\geq 2$  GB      HDD:  $\geq 20$  GB

RES:  $\geq 1024 \times 768$

درگاه جهت ارتباط با سیستم KNX:

USB

IP (KNXnet/IP)

### ■ بعد از نصب

1 نصب نرم افزار ETS5 نباید تغییری در داده های نسخه های قبلی ETS ایجاد کند.

2 نصب ETS5 نباید مجوز (License) را برای نسخه های 3 و 4 از بین ببرد.

## توضیحات تکمیلی

### معایب سیستم روشنایی سنتی و مزایای سیستم روشنایی هوشمند

با این کاربردهای جدید، سیستم روشنایی به حیطة مهندسی ورود پیدا کرده و تخصص های ویژه ای را به وجود آورده است. مسلماً با پیشرفت های روزافزون در صنعت روشنایی، سبک های جدید مدیریتی و کنترلی در کنار آن شکل گرفته تا کارکرد سیستم روشنایی را راحت تر از گذشته سازد و به اصطلاح مبحث «سیستم روشنایی هوشمند» را شکل داده است.

در این بخش برخی از معایب سیستم روشنایی سنتی را بیان کرده و در مقابل مزایای هوشمندسازی روشنایی را مطرح می کنیم.

### معایب سیستم روشنایی سنتی

– **عدم امکان تغییر در نوع کنترل:** اگر کنترل یک سرخط روشنایی سنتی با استفاده از یکی از کلیدهای تک پل، دوپل، تبدیل و صلیبی باشد، تا آخر هم همین خواهد بود و غیر از استفاده از این کلیدها به گونه ای دیگر نمی توان کنترل آن سرخط روشنایی را در دست داشت.

– **خاموشی زیاد در هنگام تغییرات و تعمیرات:** در صورت سوختن یک چراغ و یا تغییر و تعمیر در مسیر یک سرخط روشنایی، شما حداقل مجبور به قطع برق فیوزی هستید که آن سرخط روشنایی در مسیر خروجی آن فیوز است و بدیهی است تنها آن فیوز مربوط به آن سرخط شما نبوده و ممکن است برای ایجاد این تعمیرات یا تغییرات برای مدتی که فیوز قطع است، سایر سرخط های روشنایی و حتی پرده برقی، آیفون تصویری و پریز که در مسیر آن فیوز هستند خاموش باشند و این کار تعمیرات را در ساعات تاریک شبانه روز غیرممکن خواهد کرد.

– **مصرف بالای انرژی و بدون صرفه جویی:** در طرح سنتی روشنایی، چون کنترل شما روی بخش های روشنایی تنها از طریق کلیدهای سنتی نصب شده روی دیوار می باشد، بنابراین هیچ مدیریتی در زمینه کاهش مصرف انرژی نمی توانید داشته

باشید و تنها وقتی کاهش مصرف انرژی دارید که خودتان به صورت دستی کلید مربوط به آن سرخط روشنایی را خاموش کنید.

– **افزایش خرابی انواع چراغ‌ها:** با گذر زمان و افزایش طول عمر ساختمان، به دلیل فرسودگی کلیدهای سنتی سر راه سرخط‌های روشنایی، برق ورودی به سرخط روشنایی به جای تغییر سطح ولتاژ آن از صفر به ۲۲۰ ولت در یک لحظه، ممکن است با تأخیر و یا پس از چندین بار نوسان از صفر به ۲۲۰ ولت برسد که این مستقیماً به چراغ‌ها آسیب رسانده و باعث کاهش عمر مفید آنها و در نهایت سوختن چراغ می‌شود. به خصوص در مورد لامپ‌های کم‌مصرف

– **تعدد پر شمار کلیدهای سنتی دیواری:** بی‌شک این مهم‌ترین عیب می‌باشد. اگر در ساختمان‌های امروزی و به‌ویژه در سطح زیر بنای بالا که روشنایی‌های زیادی در ساختمان کار می‌شود سیستم روشنایی به صورت سنتی اجرا شود، با پدیده تعدد و شمار بالای کلیدهای سنتی در سطح دیوارهای داخلی ساختمان روبه‌رو هستیم که متأسفانه این پدیده از دید سازندگان دور بوده و در زمان تحویل ساختمان جلوه پیدا می‌کند و معایبی از قبیل: سیم‌کشی‌های زیر ساخت دشوار، نصب دشوار کلیدها کنار یکدیگر، حجم بالای سیم در پشت کلیدها و عدم ایمنی و امکان قطعی بالا، افزایش هزینه تحمیلی خرید کلیدها در آخر، پر شدن دیوارها و جلوه نامناسب و ناهماهنگ با فضاسازی‌های مدرن و مهم‌تر از همه انتخاب دشوار کلیدی است که می‌خواهیم سرخط مورد نظر ما را کنترل کند. (شکل ۱۴)



شکل ۱۴- چیدمان نامناسب کلیدها

– **عدم امکان استفاده از سیستم‌های جدید روشنایی:** و در آخر در طرح سنتی، دست ما برای استفاده از انواع تکنولوژی‌های نوین روشنایی بسته است و بسیاری از محصولات روشنایی جدید را نمی‌توان در مجموعه سنتی خود اضافه کرد و به درستی استفاده نمود.

## مزایای سیستم روشنایی هوشمند

■ **انعطاف پذیری:** در سیستم روشنایی هوشمند، به راحتی می‌توانید سرخط یک روشنایی جدید را وارد مجموعه خانه هوشمندتان کنید و کنترل آن را از طریق تمامی درگاه‌های ارتباطی و کنترلی هوشمند به دست بگیرید.

■ **اجرای انواع طرح‌های صرفه‌جویی در مصرف انرژی:** شما به راحتی می‌توانید با ساخت سناریوهای هوشمند گوناگون، مصرف برق خود را در زمینه روشنایی کاهش دهید و مدیریت‌های یکپارچه‌ای به روی تک‌تک سرخط‌های روشنایی یا مدیریت کلی بر روی تمامی آنها داشته باشید.

■ **تغییر اصولی شدت نور یا دیم کردن روشنایی:** در سیستم هوشمند می‌توانید چراغ‌های مصرفی خود را دیم کرده و شدت نور آن را به دلخواه و یا در قالب سناریوهای گوناگون تغییر داده تا فضای شما دارای سطوح روشنایی گوناگون شود. همچنین به راحتی می‌توانید یک سرخط را که پیش از این به عنوان سرخط ON/OFF بوده، بدون هیچ‌گونه تغییر در زیر ساخت، به حالت DIMMER تبدیل کرده و از آن بهره‌مند شوید.

■ **سناریو پذیری:** سیستم روشنایی شما هوشمند می‌باشد و می‌توانید سناریوهای مختلف روشنایی در فضاهای مختلف ساختمان‌تان را از قبیل سناریوهای ورود، مهمان، مطالعه، خواب، تماشای تلویزیون، خروج از خانه، مسافرت، امنیتی و... داشته باشید و مهم‌تر از آن می‌توانید سیستم روشنایی خود را با سیستم‌های صوتی، گرمایش و سرمایش، پرده برقی و... در سناریوهای تخصصی و کارآمد یکپارچه نمایید.

■ **استفاده از کلیدهای هوشمند دیواری با تعداد پل بالا (خروجی بالا):** با استفاده از انواع کلیدهای هوشمند دیواری متناسب با سلیقه شما و همچنین نیاز فضا، به جای تعدد و شمار بالای کلیدهای سنتی در سطح دیوار، در هر فضای ساختمان شما تنها یک کلید هوشمند قرار می‌گیرد که شما علاوه بر کنترل تک‌تک تمامی سرخط‌های روشنایی، می‌توانید سناریوهای گوناگون نیز اجرا نمایید و همچنین از طریق همین کلید هوشمند کنترل سایر تجهیزات مانند گرمایش و سرمایش هوشمند، سیستم صوتی هوشمند، پرده برقی هوشمند و... را می‌توان به راحتی در اختیار داشت.

■ **کنترل روشنایی از طریق درگاه‌های ارتباطی هوشمند از راه دور و نزدیک:** با هوشمندسازی روشنایی ساختمان خود، می‌توانید از درگاه‌های مختلف و جذاب ارتباطی جهت کنترل و مدیریت روشنایی استفاده کنید. درگاه‌های ارتباطی هوشمند از قبیل کلیدهای هوشمند دیواری، ریموت کنترل، کنترل از طریق انواع موبایل و تبلت، کنترل خارج از خانه از طریق اینترنت و پیام کوتاه و همچنین کنترل و مدیریت با انواع سنسورها در لایه‌های منطق مختلف.

■ **شکیل بودن و راحتی مدیریت و کنترل هوشمند:** کلیدهای دیواری اولین درگاه ارتباطی در سیستم هوشمند هستند که مسلماً نسبت به کلیدهای تک‌پل، دوپل و تبدیل سنتی، زیبایی بیشتری داشته و به خاطر داشتن LCD، چراغ‌های نمایشگر، ریموت‌پذیری، ترموستات داخلی، سناریوپذیری و... راحتی استفاده از آن در کنترل تجهیزات را برای شما ایجاد می‌کند.

■ **راحتی در تعمیرات و تغییرات:** هنگام تغییر لامپ‌های یک سرخط روشنایی و یا تعمیر آن فقط و فقط آن سرخط روشنایی در مدت تغییر و تعمیر خاموش می‌باشد و تمامی سرخط‌ها در مجاورت آن دارای برق و کاربری عادی خود خواهند بود که این ویژگی علاوه بر راحتی، اطمینان و امنیت را نیز فراهم می‌آورد.

■ **کاهش هزینه‌های نهایی قسمت برق ساختمان:** و در آخر اجرای زیر ساخت روشنایی ساختمان بر اساس طرح هوشمند، با طرح سنتی آن متفاوت است. ممکن است مقداری هزینه‌های تجهیزات مصرفی مانند سیم و لوله برق اضافه شود اما راحتی اجرای این طرح به مراتب برای مجری زیرساخت برق (برق کار پروژه) راحت بوده، سیم‌کشی‌ها استاندارد شده، هزینه‌های خرید انواع کلید سنتی و ترموستات‌های مختلف صرفه‌جویی می‌شود، نصب تجهیزات به مراتب راحت‌تر و در زمان کمتری صورت می‌گیرد و در آخر هزینه‌های نهایی قسمت برق ساختمان کاهش یافته و بر روی اصول هزینه می‌شود.

این گزینه‌ها تنها بخشی از مزایای سیستم روشنایی هوشمند می‌باشد که درمقابل سیستم روشنایی سنتی مطرح شده‌اند و مسلماً هر سازنده و مالکی را بر آن می‌دارد تا سیستم روشنایی ساختمان خود را در طرح‌های هوشمند اجرا کرده و از مزایای بی‌شمار آن نهایت استفاده را ببرد.

کار با سیستم‌های هوشمند در تمامی سطوح و تجهیزات از قبیل روشنایی هوشمند، سیستم گرمایش و سرمایش هوشمند، پرده‌های برقی هوشمند، سیستم صوتی هوشمند و... برای کاربران آن علاوه بر بحث‌های مطرح شده، لذت و رضایت‌مندی بالایی به همراه دارد که هرکس با یک بار تجربه کار با خانه هوشمند به این مهم پی خواهد برد.

سایر بحث‌های تخصصی در زمینه روشنایی هوشمند و مزایای کامل‌تر و انواع طرح‌های اجرایی آن را در بخش «روشنایی هوشمند چیست؟» می‌توانید مطالعه نمایید.

توجه: جهت ایجاد انگیزه و تعمیق در فرآیند یادگیری امکانی فراهم شود تا هنرجویان از یک پروژه نیمه کاره و یا پایان یافته خانه هوشمند بازدید به عمل آورند.

در ترسیم مدار کارهای عملی بر روی پلان دقت فرمایید که جهت عمق بخشیدن به یادگیری در هر کار عملی، حتماً نقشه آن توسط هنرجو در نرم‌افزار ترسیم شود.

## واحد یادگیری چهارم همبندی و صاعقه گیر

**هدف:** مهارت انجام اتصالات همبندی در ساختمان‌های مسکونی و اتصال آن به سیستم زمین و عملکرد و نحوه نصب برق گیر و انواع آن

اگر به هر دلیلی جریان ناخواسته‌ای وارد این سیستم شود چه پیامدی خواهد داشت؟

پوشش



پاسخ: در این صورت جریان مسیرهای متعدد موازی جاری شده و خطر عبور جریان را از بدن شخص کاهش می‌دهد.

### پژوهش: تفاوت روش یوفر و همبندی

در جنگ جهانی دوم به علت بارش سالانه کم و نبود سفره‌های آب زیرزمینی در مناطق بیابانی آریزونا، آمریکا، دانشمندی به نام یوفر<sup>۱</sup> جهت زمین کردن انبارهای ذخیره بمب به این نتیجه رسید هدایت الکتریکی بتون، از سایر انواع خاک بهتر است. اساس طرح وی بر پایه تعبیه هادی زمین در بتون می‌باشد. امروزه مهندسین، از منافع کشف آقای یوفر آگاه هستند. چون کل ساختمان بتون آرمه با وجود میله‌های فولادی در ساختمان یا پی آن با پوشش بتونی، یک سیستم زمین الکتریکی با مقاومت بسیار کم ایجاد می‌کند. از مزایای دیگر این روش استفاده از خواص بتون برای کاهش مقاومت زمین است.

تکنیک یوفر که از ابتدای ساخت‌وساز در فنداسیون قابل اجراست، در غارهای مهمات و بمب، دکل‌های مخابراتی و رادیویی، ماهواره‌ای و موبایل و چراغ‌های روشنایی کاربرد اساسی دارد.

کمترین اندازه آرماتورهای اضافی که باید در سیستم ارتینگ به روش یوفر در نظر گرفته شود به عوامل زیر بستگی دارد:

■ نوع بتون، اجزای تشکیل‌دهنده آن، وزن مخصوص، مقاومت مکانیکی و مقدار فاکتور pH

■ مقدار سطح بتون که با خاک در تماس است.

۱- Herbert G.Ufer



- مقاومت مخصوص خاک . مقدار آب موجود در آن
- اندازه و طول شبکه آرماتورها، سیم‌های درون آن یا ورق موجود در بتون
- مقدار جریان ضربه صاعقه

جدول زیر میزان هدایت صاعقه در هر ۳۰ سانتی‌متر طول آرماتور را نمایش می‌دهد. باید به خاطر داشت که فقط آرماتورهای خارجی وارد محاسبه می‌شوند و آرماتورهای میانی و درونی شبکه به هیچ‌وجه به حساب نمی‌آیند. در یک کانال ساخته شده از بتون و آرماتور نیز فقط آرماتورهای کناری و کف کارساز می‌باشند.

جدول ۱- میزان هدایت صاعقه در هر ۳۰ سانتی‌متر

میزان هدایت صاعقه در ۳۰ سانتی‌متر	قطر میل‌گرد (میلی‌متر)
۳۴۰۰	۱۰
۴۵۰۰	۱۲/۵
۵۵۰۰	۱۶
۶۴۰۰	۱۹
۸۱۵۰	۲۵

- از مهم‌ترین تفاوت‌های روش یوفر و همبندی می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:
- ۱ هدف همبندی هم پتانسیل‌سازی است و هم در پی اجرا می‌شود هم در تمامی کف‌های ساختمان، ولی روش یوفر فقط در پی ساختمان اجرا می‌شود.
  - ۲ مقطع میل‌گرد یا هادی مورد استفاده برای همبندی با یوفر فرق دارد.
  - ۳ در یوفر از تمام حجم بتون پی استفاده می‌شود ولی در همبندی عمدتاً از شناژ محیطی استفاده می‌شود.

پرسش



اجرای همبندی چگونه در کاهش اثر الکتریسیته ساکن تأثیر می‌گذارد؟

پاسخ: به دلیل هم پتانسیل شدن تمامی نقاط با یکدیگر، اثر الکتریسیته ساکن که ناشی از اختلاف بار می‌باشد نیز از بین می‌رود.

پرسش



اگر شبکه لوله‌کشی آب ساختمان فلزی باشد، چگونه می‌توان آن را با بدنه فلزی ساختمان همبند کرد؟

پاسخ: همبند کردن لوله‌های فلزی و بدنه دستگاه‌ها و لوازم آشپزخانه مانند کابینت‌ها و... را همبندی اضافی می‌گویند که باید در تمام منازل مسکونی انجام گیرد.

#### سؤال

علت‌های اتصال دیگر سیستم زمین به شبکه همبند چیست؟



پاسخ: یکی دیگر از علل اتصال شبکه همبند به زمین این است که چنانچه به علی سیستم زمین به‌طور صحیح اجرا نشده باشد با شبکه همبند، هم پتانسیل شده و خطر برق‌گرفتگی کاهش می‌یابد.

قسمتی از دستورالعمل همبندی سازمان نظام مهندسی در رابطه با اجرای همبندی

۱-۱-۱-۲ جهت اجرای همبندی اصلی، مطابق ماده پ ۱-۷-۴ باید هادی حفاظتی، هادی خنثی، لوله‌های اصلی فلزی آب، لوله‌های اصلی گاز، لوله‌ها و کانال‌های فلزی اصلی سایر تأسیسات، الکتروود اصلی و فرعی اتصال زمین و تمامی قسمت‌های اصلی فلزی ساختمان‌ها مانند اسکلت فلزی و آرماتورهای بتن مسلح را به وسیله هادی‌های جداگانه بر روی شینه اصلی اتصال زمین ساختمان به یکدیگر متصل نمود. لذا با توجه به وجود مقاومت الکتریکی در اتصالات عادی بین میل‌گردهای بتن مسلح و اتصالات پیچی تیرها و ستون‌های اسکلت فلزی، بایستی پیش از هر مرحله بتن‌ریزی و یا پوشاندن اسکلت فلزی به ترتیبی که شرح داده می‌شود، اتصالات الکتریکی مطمئنی را به وجود آورد و سپس شبکه ایجاد شده را به اتصال زمین ساختمان متصل نمود.

#### ۱-۱-۲ طراحی

۱-۲-۱-۱ مهندسان طراح تأسیسات الکتریکی ساختمان‌ها موظف‌اند تمامی نقشه‌های لازم جهت اجرای همبندی اصلی و اضافی در میل‌گردها و یا اسکلت فلزی ساختمان را تهیه و در اختیار کارفرما و مراجع ذی‌صلاح بگذارند.

#### ۱-۱-۳ نظارت

۱-۳-۱-۱ مهندسان ناظر تأسیسات الکتریکی ساختمان‌ها موظف‌اند بر اساس طرح داده شده، بر حسن اجرای همبندی اصلی و اضافی، در میل‌گردها و یا اسکلت فلزی ساختمان‌ها نظارت نمایند.

### نکات ویژه در رابطه با استفاده از میل گرد جهت هادی همبندی

■ میل گردهای اضافی همبندی بایستی با سیم آرماتوربندی معمولی یا سیم مسی مفتولی به میل گردهای اصلی سازه بسته شوند. (تعداد بست ها و روش بستن آنها مانند میل گردهای اصلی سازه می باشد)

■ سیم ها یا تسمه های همبندی مسی باید به میل گردهای موجود سازه متصل شوند. برای این کار حداقل در هر ۶ متر با استفاده از جوش ترمیت و یا بست های پیچی مناسب، اتصالاتی ایجاد شده و همچنین در فاصله بین بست های پیچی و یا جوش ها، باید به کمک سیم آرماتوربندی معمولی یا سیم مسی مفتولی، بست های دیگری زده شود. تعداد بست های سیمی و روش بستن آنها مانند میل گردهای اصلی سازه می باشد.

■ اتصالات شبکه همبند باید در تمامی نقاط ذیل به منظور کاهش مقاومت الکتریکی، برقرار شود:

(الف) در تمامی نقاطی که قطعات همبند دو تکه شده اند.

(ب) در تمامی گوشه های ساختمان که قطعات شبکه همبند از دو طرف به یکدیگر می رسند.

(ج) در تمامی انشعابات که از یک قطعه از شبکه همبند گرفته می شود. (سه راهی)

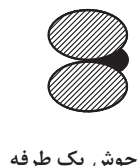
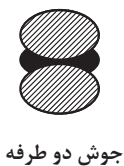
(د) در تمامی نقاطی که قطعات طولی و عرضی شبکه همبند از روی هم عبور می کنند. (چهارراهی)

(ه) در هر جایی که شبکه افقی یک طبقه به یک ستون متصل شود.

■ اتصال الکتریکی مطمئن بین قطعات میل گرد همبندی (اعم از میل گرد موجود و یا اضافی) به وسیله جوشکاری با استفاده از ترانس جوش معمولی به وجود می آید. طول جوش مطابق جدول زیر بر اساس نوع آرماتور تعیین می گردد.

جدول شماره ۲- طول جوش میل گرد همبندی بر اساس نوع آرماتور

طول جوش		نوع آرماتور
یک طرفه	دو طرفه	
6d	3d	Al
8d	4d	All
10d	5d	Alll



d - قطر آرماتور (میل گرد)

آرماتور Al نوع ساده و آرماتورهای All و Alll از نوع آج دار هستند.



### تفاوت بین صاعقه و رعد و برق چیست؟

پاسخ: رعد و برق یا آذرخش جرقه‌ای است که بین دو قطعه ابر باردار رخ می‌دهد. اما صاعقه جرقه‌ای است که بین ابر باردار و زمین رخ می‌دهد. هرگاه ابری باردار شود (توسط وزش باد) و به ابر باردار (غیرهمنام) دیگری نزدیک شود بین این دو ابر تخلیه الکتریکی انجام می‌شود (یعنی بارهای منفی می‌خواهند از یک ابر به ابر دیگری بروند که دارای بار مثبت می‌باشد) در اثر این تخلیه جرقه‌ای همراه با صدای مهیبی تولید می‌شود. این تخلیه الکتریکی همراه با نور و صدا می‌باشد که به نور به وجود آمده آن «برق» و به صدای مهیب آن «رعد» می‌گویند.



### آیا امکان تخلیه الکتریکی از سمت زمین به توده ابر نیز وجود دارد؟

صاعقه‌ها انواع مختلفی دارد که می‌توان به انواع رایج بین ابری (رعد و برق)، ابر به زمین و زمین به ابر اشاره کرد. تقریباً ۹۰ درصد تخلیه‌های الکتریکی از نوع رعد و برق و ۱۰ درصد این تخلیه الکتریکی بین ابر و زمین اتفاق می‌افتد. شروع صاعقه از سمت زمین به ابر بسیار نادر است و فقط می‌تواند در کوره‌های بلند و یا سازه‌های بلند مرتبه اتفاق بیفتد که به آنها صاعقه مثبت گفته می‌شود.



### متون زیر را ترجمه و همراه با شکل تفسیر کنید.





شکل ۱- ترجمه متون کتاب درسی

## صاعقه گیر چگونه عمل می کند؟ و انواع آن کدام اند؟

### میله های ساده فرانکلینی

اولین واحد جذب که توسط فرانکلین پیشنهاد گردید، میله های ساده بودند که ضربه مستقیم صاعقه به اندازه طول میله ها، دور از ساختمان اتفاق می افتاد و شعاع حفاظتی این صاعقه گیرهای ساده در کلاس های حفاظتی براساس تئوری زاویه محاسبه می گردید.

### قفس فارادی

با گسترش ابعاد ساختمان ها و با توجه به محدودیت های میله ساده، قفس فارادی (Faraday Cage) جایگزین میله های ساده فرانکلینی شد، امروزه نیز اکثر استانداردهای جهانی استفاده از قفس فارادی را بهترین روش می دانند. در این روش سعی می شود ساختمان را در قفسی از هادی های مسی یا فولادی محصور نمود.

### صاعقه گیرهای یونیزه کننده هوا

طراحی و نصب این صاعقه گیرها براساس استانداردهای متفاوت انجام می گیرد. ریشه این استانداردها نیز همان تئوری گوی غلطان است که در تمامی استانداردها از آن استفاده شده است.

صاعقه گیر پس از نصب روی ساختمان، می بایست به وسیله هادی های میانی Down Conductor از طریق سیم مسی بدون روکش به سیستم زمین متصل گردد. مقاومت الکتروود زمین صاعقه گیر می بایست زیر ۱۰ اهم باشد و پس از اجرا به شبکه هم پتانسیل کل سایت متصل شود.

در اجرای الکتروود زمین هر صاعقه گیر می بایست از اقلامی چون صفحه های مسی، مواد کاهنده مقاومت (LOM)، اتصالات جوش انفجاری استفاده نمود.

### صاعقه گیر الکترونیکی

درست قبل از حدوث صاعقه به طور طبیعی محتوی الکتریکی اتمسفر به طور ناگهانی افزایش می یابد. این تغییر وضعیت توسط واحد جرقه زن حس و کنترل می شود صاعقه گیرهای الکترونیکی انرژی موجود در هوای متلاطم پیش از طوفان را (که حدود چندین هزار ولت بر هر متر است) جذب و در واحدهای جرقه زن ذخیره می نماید و در نهایت واحد جرقه زن با تخلیه بارالکتریکی خازن ها بین الکتروودهای فوقانی و الکتروود مرکزی اش هوای اطراف را یونیزه می نماید.

### اصول عملکرد صاعقه گیر الکترونیکی

آزادسازی کنترل شده یون ها: واحد جرقه زن (TRIGGERING) صاعقه گیرهای الکترونیکی شرایطی را ایجاد می کند تا چشمه جوشانی از یون (کرونا) در اطراف میله نوک تیز فراهم شود. دقت عمل این واحد باید به گونه ای کنترل شده باشد

که آزادسازی یون‌ها را درست چند میکرو ثانیه قبل از حدوث و تخلیه صاعقه صورت دهد.

### اثر کرونا و واحد جرقه‌زن

حضور حجم وسیع بارهای الکتریکی در اطراف میله نوک تیز صاعقه‌گیر پس از یونیزاسیون توسط واحد جرقه زن سبب می‌شود تا پدیده طبیعی تجمع بارهای الکتریکی اطراف میله (Corona effect) تقویت و تشدید شود.

### تسریع در بروز علم‌دار حمله زمینی

صاعقه‌گیرهای الکتریکی طوری طراحی شده‌اند که ارسال علم‌دار حمله زمینی را خیلی زودتر از نقاط هم ارتفاع مشابه همان محدوده به انجام برسانند و این به معنی تشکیل نقطه ترجیبهی دریافت صاعقه در منطقه تحت حفاظت با صاعقه‌گیرهای الکتریکی نسبت به سایر نقاط می‌باشد.

## سیستم‌همبندی

وجود اختلاف پتانسیل بالا بین دو هادی الکتریکی نزدیک به هم باعث به وجود آمدن قوس الکتریکی می‌شود که خطر و خسارت ناشی از آن کمتر از صاعقه نیست، به همین دلیل در ایجاد یک سیستم حفاظتی هم پتانسیل‌سازی از ارکان کار بوده و بدین مفهوم است که در یک مکان حفاظت شده بایستی تمامی هادی‌های الکتریکی از قبیل بدنه دستگاه‌ها، سازه‌های فلزی، لوله‌های آب و... هم پتانسیل باشند زیرا در غیر این صورت این اختلاف پتانسیل باعث تخلیه شدن رعد و برق از مسیرهای نامناسب خواهد شد که احتمالاً خسارت آن کمتر از اصابت مستقیم صاعقه نیست. برای ایجاد سیستم هم پتانسیل بایستی تمامی اجزای هادی در ساختمان به گونه‌ای به سیستم زمین مشترک متصل گردند.

### انواع روش‌های حفاظت

**حفاظت خارجی:** حفاظت خارجی سایت ارتباطی را در مقابل اصابت مستقیم رعد و برق محافظت می‌نماید و از سه قسمت ذیل تشکیل گردیده است.

۱ برق‌گیر

۲ هادی میانی

۳ سیستم زمین

که هر کدام از موارد فوق دارای انواع محاسبات عدیده‌ای می‌باشد که به اختصار شرح داده می‌شود.

### برق‌گیر

برق‌گیر وسیله‌ای است که در بالاترین نقطه ساختمان نصب گشته و اولین نقطه اصابت رعد و برق می‌باشد به دلیل این که رعد و برق از کوتاه‌ترین فاصله بین ابر و

زمین تخلیه می‌گردد. البته از نوک برق‌گیر نصب شده به زاویه ۴۵ درجه تا سطح افق را مخروط ایمنی می‌گویند و هر جسمی که در درون مخروط ایمنی قرار گیرد دیگر در معرض اصابت مستقیم صاعقه نخواهد بود و به همین دلیل است که در بعضی موارد برای پوشش کل ساختمان سایت از چندین برق‌گیر به صورت قفس فاراده استفاده می‌گردد و حتی در برخی استانداردها برای حفاظت از کارخانجات پتروشیمی و نفت و... پیشنهاد گردیده که در اطراف ساختمان چهار دکل نصب و هر کدام از آنها به وسیله سیم از سر به هم وصل شوند تا بدین صورت مخروط ایمنی با ضریب اطمینان بالا حاصل گردد. در حالت کلی می‌توان نصب برق‌گیرها را با توپولوژی ساده یا مش (Mesh) نمود. برق‌گیر بر دو نوع است:

**۱ برق‌گیر غیرفعال (پسیو):** برق‌گیر غیرفعال شامل یک میله ساده نوک تیز است که دقیقاً مخروط ایمنی از نوک آن به فاصله ۴۵ درجه می‌باشد و در محاسبات عملی برای بالا رفتن اطمینان این زاویه را ۳۵ یا حتی پایین‌تر در نظر می‌گیرند.

**۲ برق‌گیر فعال (اکتیو):** برق‌گیر فعال با فناوری مختلف (خازنی، اتمی و...) هوای اطراف خویش را یونیزه می‌نماید و بدین‌وسیله ایمنی بیشتری را ایجاد می‌نماید. این نوع برق‌گیرها با توجه به توان ایمنی ایجاد شده به کلاس‌های ۱، ۲ و ۳ تقسیم می‌گردند.

در برق‌گیرهای فعال معمولاً سه مؤلفه کلاس حفاظتی، شعاع حفاظت و ارتفاع برق‌گیر نسبت به سطح بایستی مورد توجه قرار گیرد. از نظر قیمت نیز برق‌گیرهای فعال گران‌تر هستند و می‌بایست در انتخاب برق‌گیر دقت نماییم تا مجهز به سیستم هادی میانی مناسب باشد تا برق‌گیر درست عمل کرده و موجب خسارت نشود.

### هادی میانی

ارتباط بین برق‌گیر و سیستم زمین توسط هادی میانی انجام می‌گیرد. با توجه به استانداردها اگر ارتفاع ساختمان از ۲۸ متر بالاتر باشد یا این که طول ساختمان از ۲ برابر ارتفاع بزرگ‌تر باشد بایستی برای اتصال برق‌گیر به سیستم زمین از هادی میانی استفاده نمود. در مورد قطر هادی نیز استاندارد مصارف خانگی برای هادی میانی سیم ۵۰ مسی و برای مصارف صنعتی سیم‌های ۷۵، ۹۰، ۱۲۰ و... بسته به مؤلفه محتویات ساختمان می‌توان استفاده نمود.

یک نکته ضروری در مورد هادی میانی تخلیه جانبی است اگر هنگام نصب اتصالات هادی میانی به اندازه کافی دقت نگردد، امکان ایجاد اتصال کوتاه و تخلیه انرژی از مسیرهای نامناسب وجود دارد که خطر این مسئله می‌تواند بیشتر از خطر اصابت صاعقه باشد.

برای نصب هادی میانی از بست‌های مخصوصی استفاده می‌گردد که معمولاً از جنس مس یا استیل هستند و همچنین منطبق بر استاندارد اروپا فاصله هادی میانی از دیوار بایستی کمتر از یک دهم متر باشد.



## سیستم زمین

یکی از مهم‌ترین قسمت‌های سیستم ارتینگ سیستم زمین آن می‌باشد به طوری که بعضی سیستم ارت را در این قسمت خلاصه می‌کنند.

با اصابت رعدوبرق به برق گیر انرژی آن به برق گیر منتقل می‌گردد و سیستم هادی میانی وظیفه دارد بدون تخلیه از مسیرهای نادرست از یک مسیر مناسب که در طراحی مدنظر بوده آن را به سیستم زمین منتقل گرداند و کار سیستم ارت به تزریق انرژی رعد و برق به زمین منتهی می‌شود.

با توجه به توضیح بالا معلوم می‌گردد که قسمت زمین سیستم ارت بایستی به نحوی تخلیه انرژی به زمین را در اسرع وقت انجام نماید و می‌دانید زمین مبدأ توان است و دارای مقاومت صفر، ولی به علت وجود لایه‌های پوسته زمین، در سطح زمین مقاومت آن دقیقاً صفر نیست و ما با ایجاد سیستم زمین مقاومت زمین را به صفر نزدیک می‌نماییم تا قابلیت جذب انرژی رعدوبرق را داشته باشد. پس مهم‌ترین مؤلفه یک سیستم زمین مقدار مقاومت آن است که هر چه پایین‌تر باشد بهتر است. برای سیستم‌های قدرت، مقاومت ارت زیر ۱۰ اهم قابل قبول می‌باشد ولی برای سیستم‌های حساس از قبیل سیستم‌های مخابراتی معمولاً مقاومت زیر ۳ اهم مدنظر است که در موارد خاص با توجه به پیشنهاد سازنده دستگاه این مقدار تغییر می‌یابد.

سیستم زمین به انواع مختلفی از قبیل سیستم چاه، سیستم حلقه و سیستم میله‌ای ارت تقسیم‌بندی می‌شود و با توجه به نوع خاکی که می‌خواهیم سیستم زمین ایجاد نماییم انتخاب می‌گردد. مثلاً در جاده‌های سنگلاخی، میله‌های ارت که به صورت شبکه‌ای در زمین فرو می‌روند برای ایجاد و گسترش سیستم زمین بهترین گزینه است.

### ارزیابی ریسک صاعقه

شبکه‌بندی به صورت مش یا قفسه‌ای **MESHED CAGES**: در این روش حداکثر عرض مش‌ها نباید از ۱۵ متر تجاوز کند. نصب سیستم برق گیر بر اساس موارد زیر است:

الف) نصب یک چند ضلعی (معمولاً ۴ ضلعی) در پیرامون سقف ساختمان (محیط سقف)

ب) اضافه نمودن هادی‌های متقاطع به شبکه اولیه جهت اضافه شدن مش‌بندی  
ج) عبور الزامی هادی از هر برآمدگی در سقف. یعنی از هر قسمت که ارتفاع مجزا از سقف دارد، سیستم شبکه به صورت کامل انجام پذیرد و سپس به شبکه اصلی متصل شود.

د) شاخک‌های عمودی (Air Terminal) باید در مرتفع‌ترین و آسیب‌پذیرترین

نقاط و گوشه‌ها و نزدیک تجهیزات جانبی نصب گردند.  
ترتیب و فواصل: فاصله ۲ ترمینال (شاخک) ۳۰ سانتی متری از ۱۰ متر بیش تر نباشد.  
فاصله ۲ ترمینال (شاخک) ۵۰ سانتی متری از ۱۵ متر بیش تر نباشد.  
شاخک (strike air terminal) خارج از چند ضلعی قرار نگرفته و در داخل چندضلعی باشد.

### هادی‌های پایین‌رو

جهت هر میله برق‌گیر ساده یا ESE نیاز به یک کنتور (شمارنده تعداد صاعقه) وجود دارد. همچنین جهت هر ۴ هادی پایین‌رو حداقل یک شمارنده نیاز است. شمارنده معمولاً در ارتفاع ۲ متری بالای سطح زمین و در انتهای هادی پایین‌رو نصب می‌شود.

### حالت‌های خاص

وقتی برق‌گیر (چه از نوع برق‌گیر ساده و چه از نوع ESE) در یک ساختمان نصب می‌گردد، به ازای هر میله حداقل یک هادی پایین‌رو نیاز است. اما در دو حالت نیاز به هادی پایین‌رو جهت هر میله است:

الف) نصف عرض ساختمان بیش از ارتفاع ساختمان باشد.  $B > A$  دو هادی پایین‌رو (منظور از نصف عرض ساختمان فاصله لبه ساختمان تا میله برق‌گیر است).  
ب) ارتفاع ساختمان معمولی بیش از ۲۸ متر و یا در دودکش‌ها یا ساختمان‌های صنعتی بیش از ۴۰ متر باشد.

**هادی‌های ساده (برق‌گیرهای ساده SRL):** در این گونه سیستم‌ها به ازای هر برق‌گیر (میله)، حداقل یک هادی پایین‌رو نیاز است. در صورتی که ارتفاع ساختمان بیش از ۳۵ متر باشد، حداقل ۲ هادی پایین‌رو جهت هر میله برق‌گیر نیاز است. این دو هادی به دو دیوار مختلف نصب می‌گردند. همچنین در ساختمان‌های مهم و پر رفت و آمد نیز برای میله برق‌گیر ۲ هادی پایین‌رو نیاز است.

**هادی‌های برق‌گیر (صاعقه‌گیر) SRC و ESE:** قاعده کلی در برق‌گیرها آن است که بالاترین نقطه هر هادی یا برق‌گیر شاخکی بیشترین احتمال اصابت صاعقه را دارد. بر طبق سفارش استاندارد، سر برق‌گیر باید حداقل ۲ متر از تمام نقاط ساختمان (پشت‌بام، تجهیزات فلزی و جانبی) بلندتر باشد. در این حالت بهتر است برق‌گیر در بالاترین نقطه ساختمان نصب گردد. همچنین محل صاعقه‌گیر با توجه به تجهیزات جانبی و فواصل مجاز از بدنه‌های فلزی انتخاب می‌شود.

جهت افزایش طول صاعقه‌گیر، استفاده از میله واسطه با جنس مخصوص لازم است. طول این میله با توجه به شرکت‌های سازنده متفاوت می‌باشد. این میله‌ها از جنس فولاد ضدزنگ هستند.

در ساختمان‌هایی که بیش از یک صاعقه‌گیر میله‌ای (ESE یا SRC) در پشت‌بام

آنها نصب شده باشد و در صورتی که مانع بیش از  $1/5$  ارتفاع بین آنها نباشد، باید تمامی صاعقه گیرها به یکدیگر متصل شوند. در صورتی که بین هر کدام از آنها مانع بلندتر از  $1/5$  متر باشد، نباید به یکدیگر متصل گردند. در انتخاب هادی‌های مربوط به صاعقه گیر، چه هادی شبکه بندی و یا پایین رو، استفاده از سطح مقطع کمتر از  $3 \times 30$  میلی متر و استفاده از هادی‌های گوشه دار و نوک دار ممنوع است.

### آنتن‌های تلویزیون و رادیو

با موافقت کاربر آنتن‌ها، می‌توان تمامی تجهیزات صاعقه گیر را بر روی میله آنتن تلویزیون یا دریافت کننده‌های دیگر نصب نمود. در این حالت لازم است موارد زیر رعایت گردد:

- الف) سر برق گیر حداقل ۲ متر از بلندترین نقطه آنتن بلندتر باشد.
  - ب) کابل کواکسیال آنتن به صورت مستقیم از کنار هادی برق گیر به طرف پایین رفته باشد و به آن هادی محکم شده باشد.
  - ج) نیاز به اتصالات مشترک مرسوم به gugging ندارد.
  - د) هادی پایین رو به میله با کلمپ ثابت شده باشد.
- این روش باعث کاهش هزینه نصب صاعقه گیر نیز می‌شود.

### اتصالات

هادی‌های متصل به برق گیر حداقل قطر ۶ تا ۸ میلی متر داشته باشند. در محل‌هایی که نیاز به شمش مسی است، قطر آن از  $30 \times 30$  کمتر نباشد؛ مانند اتصال به کلمپ‌ها و کانترها.

### کوپلینگ تست

هر هادی پایین رو باید به یک کوپلینگ تست وصل گردد تا در هنگام تست، مقاومت زمین و یا تست جریان و مقاومت برق گیر، از جا برداشته شود. قسمت تست (کوپلینگ تست) در ارتفاع ۲ متری از سطح زمین نصب می‌گردد و قابل بازرسی چشمی است. در ضمن بر روی آن کلمات مربوط به اسم تجهیز و شماره آن نوشته می‌شود.

### هادی‌های حفاظتی

این هادی‌ها بین کوپلینگ تست و قسمت زمین (هادی‌ها و الکتروود زمین) نصب می‌گردد و ۲ متر طول عمودی و مقداری نیز طول افقی دارد و از جنس مس (هم جنس با دو هادی سر و ته) و یا همان قطراست. در نصب آن از پیچ و مهره هم جنس استفاده می‌شود تا خوردگی به وجود نیاید. قسمت عمودی آن با سه اتصال به دیوار محکم می‌شود. اتصالات (کلمپ‌ها) از جنس خود شمش یعنی مسی است.

### همبندی اتصالات Equipotential Bonding

در هنگام صاعقه، عبور جریان شدید از هادی‌های برق گیر، ایجاد اختلاف پتانسیل شدید

بین نقاط صاعقه‌گیر و شبکه‌های مجاور شامل لوله‌های گاز، آب، سازه فلزی ساختمان، تجهیزات سرمایشی و گرمایشی می‌نماید. این اختلاف ولتاژ گاهی اوقات به خاطر ارت شدن این تجهیزات و عدم هم پتانسیل شدن با صاعقه‌گیر است و باعث ایجاد جرقه (تخلیه سطحی) می‌گردد. جهت جلوگیری از این معضل دو روش وجود دارد:

الف) برقراری یک اتصال دائمی بین شبکه برق‌گیر و شبکه فلزی ساختمان (هادی‌های ساختمان)

ب) ایجاد یک فاصله ایمن بین هادی‌های صاعقه‌گیر و تمامی تجهیزات در معرض تخلیه فاصله ایمن فاصله‌ای است که در صورت ایجاد صاعقه در شبکه‌های برق‌گیر، بین این شبکه و هادی‌های موجود در ساختمان که نزدیک شبکه برق‌گیر هستند، هیچ گونه تخلیه الکتریکی به وجود نیاید.

این مهم با افزایش قدرت عایقی تجهیزات و تغییر مسیر هادی‌ها در هنگام نصب ممکن می‌گردد که البته روش هزینه بر و پرکاری است. بنابراین از روش هم پتانسیل کردن بیشتر استقبال می‌گردد. روش ایجاد فاصله ایمنی فقط در مواردی مانند لوله گاز، منابع نفت و گاز و... کاربرد دارد که تجهیزات به سبب احتمال انفجار، ترکیدگی و ریسک خطر بالا، قادر به همبندی نباشند.

**سیستم حفاظت داخلی:** حفاظت داخلی سایت ارتباطی را در مقابل عوامل مختلفی از قبیل نوسانات ولتاژ (Over Voltage) و القاءات ناشی از اصابت غیرمستقیم رعدوبرق (که به شعاع یک کیلومتر از محل اصابت این القاءات وجود دارند) محافظت می‌نماید.

ارسترها تجهیزاتی هستند که کار حفاظت از سیستم‌های مخابرات و الکترونیک، در برابر نوسانات ناشی از رعدوبرق را بر عهده دارند البته نقش ضربه‌گیرهای ولتاژ را نباید از قلم انداخت.

سیستم حفاظت خارجی مخصوصاً در قسمت انتهایی آن قدرت آنی تخلیه انرژی زیاد ایجاد شده از اصابت مستقیم را ندارد و گفته می‌شود در لحظه اول تنها ۵۰ درصد انرژی تخلیه می‌گردد و با توجه به هم پتانسیل بودن ساختمان امکان برگشت انرژی به داخل سایت و مورد حمله قرار دادن آن موجود می‌باشد، با نصب ضربه‌گیرها این امکان از بین خواهد رفت.

ضربه‌گیرها در کلاس‌های حفاظتی مختلف یک، دو، سه و به صورت یک پل، دو پل تا چهار پل موجود است که در محاسبه نصب آنها جریان گذرنده در محل نصب و مکان نصب مهم می‌باشد به طور مثال اگر می‌خواهیم ضربه‌گیر را در ورودی اصلی برق ساختمان قرار دهیم بهتر است از ضربه‌گیرهای کلاس یک استفاده نمود.

ارسترها برای محافظت از خطوط تلفن، خطوط آنتن، شبکه‌های رایانه‌ای و شبکه‌های رادیویی فرکانس بالا موجود است که می‌توان بسته به پورت‌های ورودی و خروجی و تعیین اهمیت حفاظت نسبت به تهیه آنها در رنج‌ها

و کلاس‌های مختلف اقدام نمود.

**تراز حفاظت صاعقه:** در استاندارد IEC ۶۲۳۰۵-۱ چهار تراز حفاظتی از I تا IV تعریف شده است. به ازای هر تراز حفاظتی میزان کمینه و بیشینه جریان صاعقه تعیین شده است.

مقدار بیشینه پارامترهای جریان صاعقه برای ترازهای حفاظتی چهارگانه مطابق جدول شماره ۳ داده شده است که این پارامترها برای طراحی اجزای سیستم صاعقه از جمله سطح مقطع و ضخامت هادی پایانه هوایی و هادی نزولی، قابلیت عبور جریان از برق گیر حفاظتی، انتخاب جداسازی مناسب برای جلوگیری از جرقه و مطالعات شبیه‌سازی جریان صاعقه استفاده می‌شود.

جدول شماره ۳- مقدار بیشینه جریان صاعقه متناظر با تراز حفاظت صاعقه

IV	III	II	I	تراز حفاظت صاعقه LPL
۱۰۰	۱۰۰	۱۵۰	۲۰۰	بیشینه جریان صاعقه (KA)

مقدار کمینه جریان صاعقه برای ترازهای چهارگانه حفاظتی به منظور مشخص کردن شعاع گوی غلتان و نیز به منظور تعریف زون‌های حفاظتی صاعقه استفاده می‌شود. این مقادیر برای جانمایی پایانه هوایی قابل استفاده هستند.

جدول شماره ۴- مقدار کمینه جریان و شعاع گوی غلتان مربوطه، صاعقه متناظر با تراز حفاظت صاعقه

IV	III	II	I	تراز حفاظت صاعقه LPL
۱۶	۱۰	۵	۳	بیشینه جریان صاعقه (KA)
۶۰	۴۵	۳۰	۲۰	شعاع گوی غلتان (m)

### زون‌های حفاظت صاعقه

تمهیدات حفاظتی از جمله سیستم حفاظت صاعقه، شیلد کابل‌ها و برق‌گیرهای حفاظتی تعیین‌کننده زون‌های حفاظتی صاعقه هستند.

متناسب با خطرات ناشی از صاعقه زون‌های حفاظتی زیر قابل تعریف می‌باشند:

$LPZ_0A$ :

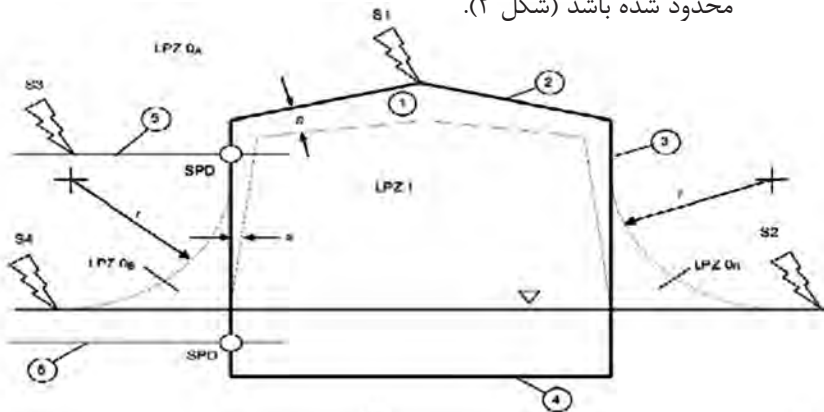
زونی که در معرض برخورد مستقیم صاعقه با حداکثر جریان و میدان مغناطیسی می‌باشد.

:LPZ<sub>0B</sub>

زونی که در معرض برخورد مستقیم صاعقه حفاظت شده است ولی بخشی از جریان صاعقه و تمامی میدان مغناطیسی صاعقه ممکن است به این زون وارد شود.  
:LPZ<sub>1</sub>

زونی که در آن اضافه جریان صاعقه به کمک تقسیم جریان و استفاده از واسطه‌های ایزوله و یا استفاده از برق‌گیرهای حفاظتی در مرز این زون محدود شده است.  
:LPZ<sub>2</sub>, ..., n

زونی که در آن اضافه جریان صاعقه به کمک تقسیم جریان و استفاده از واسطه‌های ایزوله‌کننده با استفاده از برق‌گیرهای حفاظتی در مرز این زون، بیشتر از قبل محدود شده باشد (شکل ۲).



- |                                                            |                                                            |
|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| ۱- ساختمان                                                 | ۱- ساختمان                                                 |
| ۲- سیستم پایانه هوایی                                      | ۲- سیستم پایانه هوایی                                      |
| ۳- سیستم هادی، نزولی                                       | ۳- سیستم هادی، نزولی                                       |
| ۴- سیستم پایانه زمین                                       | ۴- سیستم پایانه زمین                                       |
| ۵- خطوط ورودی                                              | ۵- خطوط ورودی                                              |
| س۱- اصابت صاعقه به ساختمان                                 | س۱- اصابت صاعقه به ساختمان                                 |
| س۲- اصابت صاعقه به مجاورت ساختمان                          | س۲- اصابت صاعقه به مجاورت ساختمان                          |
| س۳- اصابت صاعقه به خطوط متصل به ساختمان                    | س۳- اصابت صاعقه به خطوط متصل به ساختمان                    |
| س۴- اصابت صاعقه به مجاورت خطوط متصل به ساختمان             | س۴- اصابت صاعقه به مجاورت خطوط متصل به ساختمان             |
| r شعاع گوی غلتان                                           | r شعاع گوی غلتان                                           |
| s فاصله جداسازی در برابر وقوع جرقه‌ای خطرناک               | s فاصله جداسازی در برابر وقوع جرقه‌ای خطرناک               |
| سطح زمین                                                   | سطح زمین                                                   |
| همبندی به منظور هم‌پتانسیل‌سازی به وسیله SPD               | همبندی به منظور هم‌پتانسیل‌سازی به وسیله SPD               |
| LPZ 0A: اصابت مستقیم صاعقه، جریان صاعقه کامل               | LPZ 0A: اصابت مستقیم صاعقه، جریان صاعقه کامل               |
| LPZ 0B: عدم اصابت مستقیم صاعقه، جریان صاعقه جزئی یا المایی | LPZ 0B: عدم اصابت مستقیم صاعقه، جریان صاعقه جزئی یا المایی |
| LPZ 1: عدم اصابت مستقیم صاعقه، جریان صاعقه یا المایی       | LPZ 1: عدم اصابت مستقیم صاعقه، جریان صاعقه یا المایی       |
| فضای حفاظت شده داخل LPZ 1 باید فاصله جداسازی s رعایت کند.  | فضای حفاظت شده داخل LPZ 1 باید فاصله جداسازی s رعایت کند.  |

شکل ۲- زون‌بندی

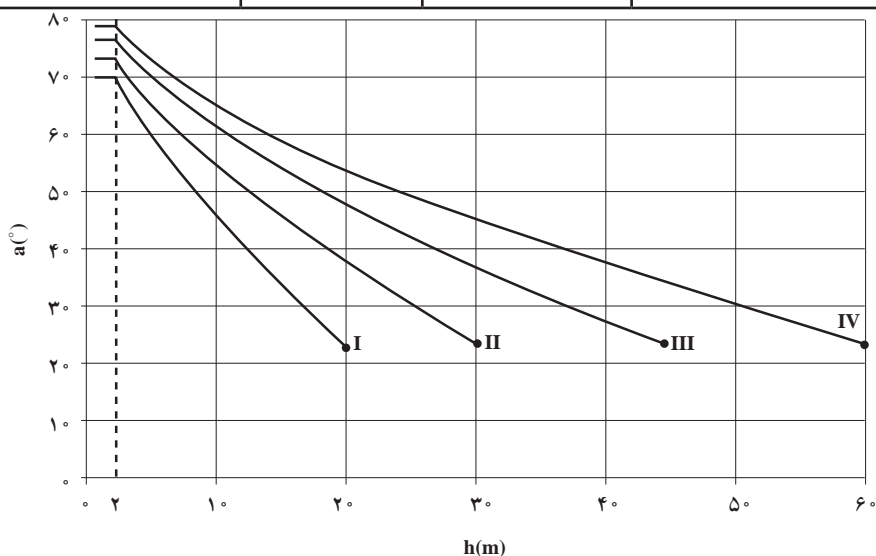
### جانمایی پایانه هوایی

اجزای پایانه هوایی که بر روی یک ساختمان نصب شده است می‌بایست در گوشه‌ها، نقاط در معرض برخورد و لبه‌ها مطابق با تعدادی از روش‌های صفحه بعد قرار بگیرد. روش‌های قابل قبول که برای تعیین جانمایی سیستم پایانه هوایی قابل استفاده‌اند، شامل موارد صفحه بعد می‌باشد:

روش زاویه حفاظتی ، روش گوی غلتان ، روش مش  
مقادیر برای شعاع گوی غلتان، اندازه مش و زاویه حفاظتی برای هریک از کلاس های  
سیستم حفاظت صاعقه در جدول ۵ و ۶ داده شده است.

جدول ۵- مقادیر بیشینه شعاع گوی غلتان، اندازه مش و زاویه حفاظتی متناظر با کلاس سیستم حفاظت صاعقه

کلاس سیستم حفاظت صاعقه	شعاع گوی غلتان (m)	$W_M$ اندازه مش (M)	زاویه حفاظتی $\alpha^\circ$
I	۲۰	۵×۵	شکل زیر ملاحظه شود
II	۳۰	۱۰×۱۰	
III	۴۵	۱۵×۱۵	
IV	۶۰	۲۰×۲۰	



- یادآوری ۱: استفاده از روش زاویه حفاظتی برای مقادیر بیش از نقاط نشان داده شده با \* کاربرد ندارد. در این گونه موارد تنها روش های مش و گوی غلتان قابل اعمال هستند.  
یادآوری ۲: ارتفاع پایانه هوایی از سطح مرجع ناحیه تحت حفاظت می باشد.  
یادآوری ۳: زاویه حفاظتی برای مقادیر زیر ۲m تغییر نخواهد کرد.

جدول ۶- زاویه حفاظتی متناظر سیستم حفاظت صاعقه

کلاس سیستم حفاظت صاعقه	شعاع گوی غلتان (m)	$W_M$ اندازه مش (M)	زاویه حفاظتی $\alpha^\circ$
I	۲۰	۵×۵	شکل زیر ملاحظه شود
II	۳۰	۱۰×۱۰	
III	۴۵	۱۵×۱۵	
IV	۶۰	۲۰×۲۰	

## عوامل مؤثر در طراحی سیستمهای صاعقه گیر

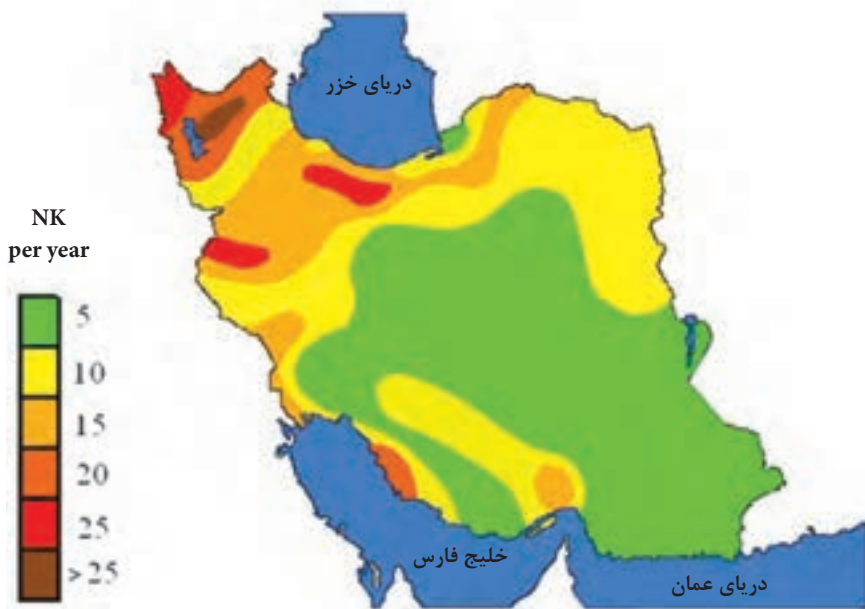
برای طراحی سیستم حفاظت از سایت‌های ارتباطی در مقابل رعد و برق مؤلفه‌های فراوانی وجود دارد که مواردی در ذیل آمده است :

۱ **موقعیت جغرافیای سایت ارتباطی:** (به وسیله آن احتمال وقوع رعد و برق در آن ناحیه و ضرورت نصب سیستم ارتینگ محاسبه می‌شود (شکل ۳)).

۲ **فاکتور تأثیر سطوح خارجی ساختمان :** شکل و ارتفاع یک ساختمان با کاهش یا افزایش احتمال اصابت صاعقه به آن ساختمان مستقیماً در ارتباط است.

۳ **نوع ساختمان :** آجری یا بتونی بودن ساختمان و اینکه دارای اسکلت فلزی است یا نه؟

۴ **ارزش تجهیزات ارتباطی داخل ساختمان :** بسته به قیمت تجهیزات می‌توان مقدار هزینه مطلوب برای ایمنی آن را برآورد نمود.



شکل ۳- منحنی‌های ایزوکرونیک ایران



جداول مربوط به محاسبات ارزیابی خطر صاعقه بر سازه :  
مطابق جدول ۷، متوسط تعداد روزهای همراه با صاعقه در شهرهای مختلف کشور ایران قابل دسترسی است.

جدول ۷- تعداد روزهای توأم با صاعقه  
(متوسط تعداد روزهای رعد و برقی در سال برای شهرهای مختلف کشور)

ردیف	نام شهر	تعداد روزهای رعد و برقی در سال	ردیف	نام شهر	تعداد روزهای رعد و برقی در سال	ردیف	نام شهر	تعداد روزهای رعد و برقی در سال
۱	آبادان	۱۳	۳۲	تهران	۱۵	۶۳	فسا	۷
۲	آباده	۷	۳۳	جاسک	۱	۶۴	فیروزکوه	۹
۳	آبعلی	۲۰	۳۴	جزیره ابوموسی	۷	۶۵	قزوین	۳۱
۴	آستارا	۲۲	۳۵	جزیره کیش	۱۱	۶۶	قم	۵
۵	اراک	۱۲	۳۶	جزیره سیبری	۵	۶۷	قوچان	۱۳
۶	اردبیل	۱۷	۳۷	چابهار	۷	۶۸	کاشمر	۸
۷	اردستان	۴	۳۸	خاش	۱۱	۶۹	کرمان	۶
۸	ارومیه	۲۷	۳۹	خرم آباد	۲۴	۷۰	کرمانشاه	۱۶
۹	اسلام آباد غرب	۱۹	۴۰	خوی	۳۲	۷۱	گرگان	۲۰
۱۰	اصفهان	۶	۴۱	داراب	۱۳	۷۲	گرمسار	۸
۱۱	اهر	۲۲	۴۲	دزفول	۲۵	۷۳	گلمکان	۷
۱۲	اهواز	۲۲	۴۳	رامسر	۱۶	۷۴	گناباد	۸
۱۳	ایران شهر	۱۹	۴۴	رامهرمز	۱۲	۷۵	گنبد کاووس	۴
۱۴	ایلام	۲۷	۴۵	رشت	۲۳	۷۶	لار	۱۲
۱۵	بایلسر	۸	۴۶	رفسنجان	۶	۷۷	ماکو	۵
۱۶	بافت	۷	۴۷	زابل	۷	۷۸	مراغه	۱۹
۱۷	بجنورد	۱۹	۴۸	زاهدان	۱۲	۷۹	مریوان	۲۵
۱۸	بروجرد	۱۵	۴۹	زنجان	۲۲	۸۰	مسجد سلیمان	۲۱
۱۹	بم	۱	۵۰	ساوه	۸	۸۱	مشهد	۱۵

۲۰	بندرانزلی	۲۵	۵۱	سبزوار	۱۳	۸۲	ملایر	۱۵
۲۱	بندرعباس	۱۶	۵۲	سراب	۳۵	۸۳	منجیل	۲۲
۲۲	بندرلنگه	۵	۵۳	سرخس	۵	۸۴	مهاباد	۲
۲۳	بندر ماهشهر	۱۷	۵۴	سقز	۱۵	۸۵	میانه	۲۲
۲۴	بهبهان	۱۵	۵۵	سمنان	۱۱	۸۶	میناب	۵
۲۵	بوشهر	۲۵	۵۶	سنندج	۱۸	۸۷	نایین	۲
۲۶	بیجار	۱۶	۵۷	شاهرود	۱۹	۸۸	نهبندان	۷
۲۷	بیرجند	۱۵	۵۸	شوشتر	۱۳	۸۹	نیشابور	۱۵
۲۸	تبریز	۳۴	۵۹	شهرکرد	۱۴	۹۰	همدان	۱۱
۲۹	تربت جام	۹	۶۰	شیراز	۱۷	۹۱	یاسوج	۲۴
۳۰	تربت حیدریه	۱۱	۶۱	طبرس	۱۰	۹۲	یزد	۶
۳۱	تکاب	۹	۶۲	فردوس	۷			

ضرایب مورد نیاز در محاسبات مطابق جدول ۸ تا ۱۲ قابل دسترسی است.

جدول ۸- ضریب A در مورد کاربری و اهمیت سازه‌ها

نوع سازه	مقدار ضریب A
منازل مسکونی	۰/۳
کارخانه‌ها - کارگاه‌ها - آزمایشگاه‌ها	۰/۴
ساختمان‌های اداری - هتل‌ها - مجتمع‌های تجاری مسکونی	۰/۴۵
مکان‌های عمومی مانند سالن‌های ورزشی، کتابخانه و..	۰/۵
مدارس - دانشگاه‌ها - بیمارستان‌ها	۰/۶

جدول ۹- ضریب B بر حسب نوع سازه

نوع سازه	مقدار ضریب B
اسکلت فولادی یا بتون آرمه و سقف فلزی	۰/۱
اسکلت فولادی و سقف غیرفلزی	۰/۱۵
اسکلت بتون آرمه و سقف غیرفلزی	۰/۲
ساختمان مصالح بنایی یا کاهگل و سقف فلزی	۰/۳
ساختمان مصالح بنایی یا کاهگل و سقف غیرفلزی	۰/۳۵
سقف غیرفلزی	۰/۵

جدول ۱۰- ضریب C بر حسب اثرات منتهجه و اجزای داخل سازه

نوع سازه	مقدار ضریب C
ساختمان‌های تجاری - اداری - مسکونی	۰/۳
کارخانه‌ها- ساختمان‌های صنعتی و کشاورزی دارای مواد قابل اشتعال	۰/۴۵
پمپ بنزین‌ها- تأسیسات گازی - ایستگاه‌های رادیویی	۰/۵
ساختمان‌های تاریخی - میراث فرهنگی - کتابخانه‌ها و موزه‌ها	۰/۶
مدارس - مهدکودک‌ها - بیمارستان‌ها - آزمایشگاه‌ها	۰/۷

جدول ۱۱- ضریب D درجه ایزولاسیون

نوع سازه	مقدار ضریب D
ساختمان در محلی واقع شده است که در اطراف آن ساختمان و یا درختان با ارتفاع برابر یا بلندتر قرار دارند.	۰/۲
سازه در محلی واقع شده است که در اطراف آن ساختمان و یا درختان با ارتفاع کوتاه قرار دارند.	۰/۴
سازه کاملاً ایزوله از سازه‌های مجاور قرار دارد به طوری که فاصله آنها تا سازه از دو برابر ارتفاع سازه بیشتر است.	۱/۵

جدول ۱۲- ضریب E موقعیت سازه

نوع سازه	مقدار ضریب E
مکانهای مسطح با هر ارتفاعی	۰/۳
روی تپه	۱/۱
روی کوه تا ارتفاع ۹۰۰-۳۰۰	۱/۳
روی کوه با ارتفاع بیش از ۹۰۰	۱/۷

مثال:

یک مجتمع تجاری اداری در تهران با اسکلت و سقف بتونی برروی سطح زمین به طول ۴۰ و عرض ۲۵ و ارتفاع ۲۱ متر در مکانی با سازه‌های مرتفع بنا شده است. محاسبه نمایید آیا این سازه به صاعقه گیر نیاز دارد یا خیر ؟

پاسخ:

با توجه به داده‌های مسئله و جداول داریم :

$$Ng = 0.04(Td)^{1/25} = 0.04(15)^{1/25} = 1/18$$

از جداول همراه هنجرو داریم :

$$A=0.45 \quad B=0.2 \quad C=0.3 \quad D=0.2 \quad E=0.3$$

پس:

$$Ac = 40 \times 25 + 2 \times 40 \times 21 + 2 \times 25 \times 21 + 3/14(21)^2 = 5114/74$$

$$P = 5114/74 \times 1/18 \times 10^{-6} = 0.00603$$

$$Ko = 0.45 \times 0.2 \times 0.3 \times 0.2 \times 0.3 = 0.00162$$

$$Po = 0.00603 \times 0.00162 = 0.0000097$$

با توجه به اینکه  $0.0000097 > 0.000001$  می‌باشد بنابراین، این مجتمع تجاری نیاز به سیستم حفاظتی در مقابل صاعقه ندارد.

## واحد یادگیری پنجم نقشه کشی و نرم افزار

هدف: نقشه کشی و نقشه خوانی سیستم های حفاظتی و خانه هوشمند، امکان سنجی محل نصب سامانه فتوولتاییک، شبیه سازی سامانه خورشیدی قبل از نصب

### مقدمه

همکار محترم، پودمان پنجم کتاب با هدف تقویت مهارت نقشه کشی فنی رایانه (اتوکد) در نظر گرفته است. هنرجویان مهارت کار در محیط اتوکد را در سال قبل فرا گرفته اند. بنابراین قادر خواهند بود تا مهارت نقشه کشی در محیط اتوکد را در دیگر دروس به کار گیرند.

در این پودمان نقشه کشی همبندی شامل همبندی فونداسیون و پلان همبندی، نقشه کشی ساختمان هوشمند و نقشه کشی سامانه خورشیدی هدف در نظر گرفته شده است.

### نرم افزار

نرم افزار کمک می کند تا هنرجویان Meteo syn برای امکان سنجی محل نصب سامانه فتوولتاییک نرم افزار قادر باشند ابتدا موقعیت محل نصب را از نظر میزان تابش خورشید و عرض جغرافیایی برآورد کنند.

پس از نصب نرم افزار با جستجوی Valentin از خانواده نرم افزارهای Meteo syn نرم افزار همین پوشه می توان میانبر مورد نظر در صفحه نمایش رایانه ایجاد کرد. از قابلیت های این نرم افزار مرتب کردن شهرها براساس میزان تابش از کم به زیاد و بالعکس است. شهرهایی نظیر چابهار، بیرجند، زاهدان، ایرانشهر، یزد دارای تابش بیش از  $1800 \text{ Kw/m}^2$  است.

تحقیق کنید



(ص ۲۲۶): شهرهای اهواز و دزفول علی رغم داشتن تابش مفید و مؤثر آفتاب به دلیل دمای بالا در رتبه بندی شهرهای ضعیف برای نصب سامانه قرار دارند.

این نرم افزار قابلیت تعریف محل جغرافیایی سامانه، بارهای مورد نظر تغذیه از سامانه خورشیدی را دارد و علاوه بر تعیین اجزا و قطعات سامانه می تواند شبیه سازی از سامانه برآورد شده داشته باشد و در نهایت گزارش مستندی از محاسبات و شبیه سازی به کاربر ارائه دهد.

سامانه های مستقل از شبکه، متصل به شبکه، چاه آب (پمپ آب) و بارهای جریان مستقیم از گزینه انتخابی برای تعریف سامانه است. در این پودمان سامانه مستقل از شبکه انتخاب می شود.

تذکر: اگر در زمان امکان سنجی شهری در لیست شهرهای مورد نظر وجود نداشت امکان اضافه کردن آن شهر Data bases در نرم افزار سامانه وجود دارد. برای کار مختصات جغرافیایی آن شهر انتخاب شده و در بخش اضافه شود.

در هر مرحله چنانچه تعاریف و داده ها با یکدیگر سنخیت نداشته باشد با رنگ قرمز پیغامی روی صفحه ظاهر شده و با فشار دادن کلید علامت سؤال می توان علت عدم تطبیق را پیدا و نسبت به رفع آن اقدام کرد.

(صفحه ۲۳۲) – علت تفاوت توان خروجی در ماه های تیر و خرداد تابش پیشینه آفتاب در این فصل است.

پرسش



همکار گرامی به دلیل توضیحات مرحله به مرحله نرم افزار در کتاب درسی از تکرار آن در این راهنما پرهیز شده و نکات احتمالی که در حین کار به آن نیاز بوده است در اینجا اشاره شده است.

توجه: نسخه معرفی شده نرم افزار در کتاب درسی PV syst ۶.۴.۳ بوده و جدیدترین به روزرسانی در تصاویر و کارهای عملی تا تاریخ ۲۰۰۵ میلادی است.

تحقیق کنید: (صفحه ۲۲۷)

پروژه پمپ آب چاه به دلیل جریان راه اندازی اولیه بالا جداگانه تعریف شده است. به طور کلی طراحی پمپ های آب و مصرف کننده های الکتروموتور متصل به سامانه در بسته بندی جداگانه تعریف می شوند. همچنین در انتخاب اینورتر این گونه سامانه ها باید دقت کرد خروجی اینورتر (مبدل) حداکثر شکل سینوس را داشته باشد.

تحقیق کنید



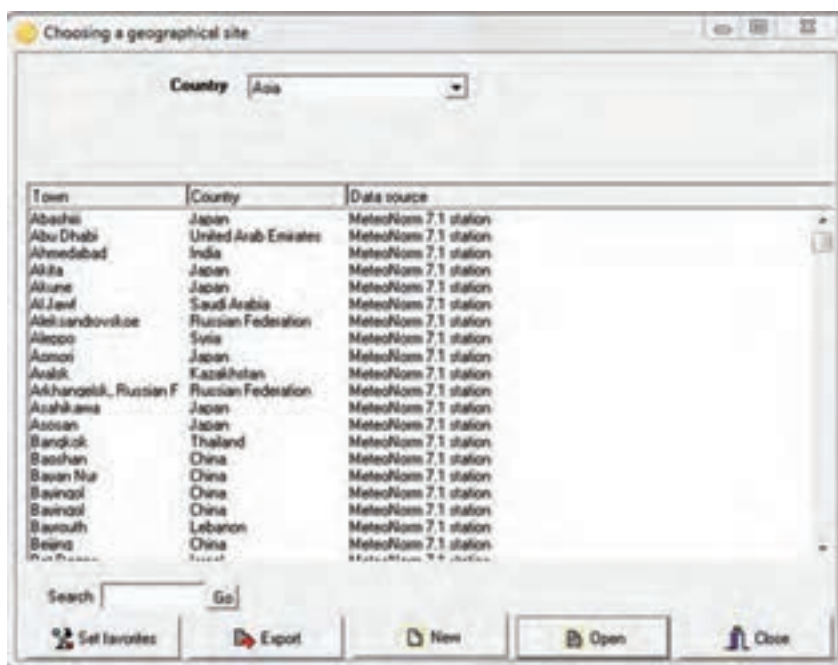
توجه: اخطارهای عدم تطابق قطعات سامانه با تعریف پارامترهای ورودی در شکل های ۲۴ و ۲۶ کتاب درسی دیده می شود. در شکل ۲۶ اخطار عدم تطابق

ولتاژ خروجی کنترل شارژ با ولتاژ باتری یادآوری شده است. استفاده از سامانه‌های فتوولتائیک به نیروگاه‌های دیگر تولیدکننده انرژی الکتریکی کمک می‌کند تا در ساعت اوج مصرف برق مکمل آنها باشد. از طرفی تولید پراکنده نیروگاه‌های خورشیدی به طور معمول تا ۵kw می‌تواند در تقویت شبکه برق و جلوگیری از جزیره‌ای شدن شبکه نقش داشته باشد و از قطع برق جلوگیری کند. تولید این نیروگاه‌ها باعث جلوگیری از مصرف بی‌رویه سوخت‌های فسیلی می‌شود. از طرفی تولیدکنندگان برق نیروگاه‌های تجدیدپذیر (فتوولتائیک) قادر به فروش تضمینی برق تولیدی به وزارت نیرو هستند. وزارت نیرو نرخ خرید هر کیلووات ساعت برق تولید این نیروگاه‌ها را در سال ۱۳۹۶ به مبلغ ۸۰۰۰ ریال اعلام کرده است. تولیدکنندگان می‌توانند هر کیلو وات ساعت را به نرخ ۸۰۰۰ ریال بفروشند.

## افزودن مختصات محل نصب سامانه در نرم افزار

بعضی از شهرها در نرم افزار PV syst تعریف نشده اند اضافه کردن آنها به شرح زیر ممکن است:

Geographical sites برای اضافه کردن یک شهر در Data bases نرم افزار از بخش قاره آسیا انتخاب می شود (شکل ۱).



Geographical sites شکل ۱- انتخاب قاره آسپا از بخش

در ادامه برای اضافه کردن شهری که در لیست موجود نیست گزینه New را انتخاب کرده و طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریای آن نقطه را روی نقشه مشخص کنید (شکل ۲).



شکل ۲- تعیین شهر جدید در نرم افزار

فرض کنید قرار است شهر بوکان از استان آذربایجان غربی به این لیست اضافه شود. با استفاده از نرم افزار meteo syn یا Google map مختصات طول و عرض جغرافیایی این شهر را استخراج می کنیم (شکل ۳):



شکل ۳- موقعیت شهرستان بوکان



عرض جغرافیایی بوکان: ۳۶/۵۲۰  
 طول جغرافیایی بوکان: ۴۶/۲۰۷  
 ارتفاع از سطح دریا: حدود ۱۳۴۷ متر  
 در این مرحله اطلاعات داده شده با کلید Import وارد نرم افزار می شود.  
 با وارد کردن مختصات طول و عرض جغرافیایی در بخش Interactive map موقعیت تابشی شهر بوکان در ۱۲ ماه سال، دما و سرعت باد ظاهر می شود (شکل ۴).

Month	Global Temp	Surface Temp	Air Temp	Wind Vel
January	16.1	16.7	11.1	2.6
February	16.2	16.8	11.2	2.6
March	16.4	16.9	11.3	2.6
April	16.7	17.1	11.5	2.6
May	16.9	17.3	11.7	2.6
June	17.1	17.5	11.9	2.6
July	17.3	17.7	12.1	2.6
August	17.4	17.8	12.2	2.6
September	17.4	17.8	12.2	2.6
October	17.4	17.8	12.2	2.6
November	17.4	17.8	12.2	2.6
December	17.4	17.8	12.2	2.6
Year	1984.5	1988	19.3	3.1

شکل ۴- موقعیت تابش خورشید، دما و سرعت باد شهر بوکان



با فشار دادن کلید Ok این اطلاعات تحت نام Bukan-Iran-Asia در مطابق شکل ۵ ارایه می شود. در این مرحله اطلاعات را ذخیره کنید. مجدداً برای تعریف پروژه شهر بوکان را در قسمت مکان نصب سامانه جست و جو کنید. در این حالت شهر بوکان در لیست نرم افزار اضافه شده است.

شکل ۵- ذخیره کردن شهرستان بوکان در نرم افزار

## منابع و مآخذ

- ۱ برنامه درسی رشته الکتروتکنیک ۱۳۹۳، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی.
- ۲ سایت سازمان انرژی تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی ایران (ساتبا).
- ۳ دستورالعمل نظارت فنی بر «امکان‌سنجی، اجرا و نگهداری نیروگاه کوچک، مقیاس خورشیدی» زهره حسامی، علیرضا جهانگیری - معاونت خدمات شهری، ستاد محیط‌زیست و توسعه پایدار شهرداری تهران، ۱۳۹۱.
- ۴ کاتالوگ محصولات شرکت قشم ولتاژ.
- ۵ راهنمای طراحی سیستم‌های فتوولتاییک به منظور تأمین انرژی الکتریکی به تفکیک اقلیم و کاربری، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، ۱۳۹۳.
- ۶ دستورالعمل حفاظت ساختمان‌ها در برابر صاعقه، شورای مرکزی نظام مهندسی.
- ۷ دستورالعمل طرح و اجرای همبندی اصلی در ساختمان‌های شورای مرکزی نظام مهندسی.
- ۸ نشریه ۱۱۰ جلد دوم، مشخصات فنی عمومی و اجرایی تأسیسات برقی ساختمان
- ۹ مقررات ملی ساختمان مبحث ۱۳.

- 10** Solar PV System Maintenance Guide, GUYANA HINTERLANDS, Stand - Alone, Solar PV Installations , April 2013
- 11** Solar PV systems, Users' maintenance guide, Australian Business Council for Sustainable Energy
- 12** Practical Guide to Inspection, Testing and Certification of Electrical Installations, Christopher kitcher, 2013
- 13** Technical Application Papers No.10, Photovoltaic plants ABB 2010
- 14** PVSYST USER'S MANUAL, Authors André Mermoud and Bruno Wittmer, January 2014.
- 15** [www.knx.org](http://www.knx.org)



