

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

اللَّهُمَّ صَلِّ عَلَى مُحَمَّدٍ وَآلِ مُحَمَّدٍ وَعَجِّلْ فَرَجَهُمْ



# طراحی و نصب تأسیسات حفاظتی و ساختمان های هوشمند

رشته الکتروتکنیک  
گروه تحصیلی برق و رایانه  
شاخه فنی و حرفه ای  
پایه یازدهم دوره دوم متوسطه





وزارت آموزش و پرورش  
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



نام کتاب: طراحی و نصب تأسیسات حفاظتی و ساختمان‌های هوشمند - ۲۱۱۲۶۳

پدیدآورنده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف: علی‌اکبر مطیع بیرجندی، شهرام خدادادی، مجتبی انصاری‌پور، محمدحسن اسلامی،

علیرضا حجرگشت، امیرحسین ترکمانی و نقی اصغری آقا باقر (اعضای شورای برنامه‌ریزی)

محمد حسن اسلامی، روزبه بیتا، سمیرا منشی‌پور، امیرحسین ترکمانی، ابوالفضل طالبیان و

منصوراله وکیل (اعضای گروه تألیف)

مدیریت آماده‌سازی هنری: اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

شناسه افزوده آماده‌سازی: مجید ذاکری یونسی (مدیر هنری) - مجتبی احمدی (صفحه‌آرا) - سمیه نصری (طراح

جلد) - علیرضا ستیاحی (رسام) - نسرین اصغری (عکاس)

نشانی سازمان: تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)

تلفن: ۹-۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کدپستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

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

ناشر: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران-کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج-خیابان ۶۱

(داروپخش) تلفن: ۵-۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰/صندوق پستی: ۱۳۹-۳۷۵۱۵

چاپخانه: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»

سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ هشتم ۱۴۰۳

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 به صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز از این سازمان ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.





اگر یک ملتی نخواهد آسیب ببیند باید این ملت اولاً با هم متحد باشد و ثانیاً در هر کاری که اشتغال دارد آن را خوب انجام بدهد. امروز کشور محتاج به کار است. باید کار کنیم تا خودکفا باشیم، بلکه ان شاء الله صادرات هم داشته باشیم. شما برادرها الان عبادت تان این است که کار بکنید. این عبادت است.  
امام خمینی (قَدِّسَ سِرُّهُ)

شرایط در حال تغییر دنیای کار در مشاغل گوناگون، توسعه فناوری‌ها و تحقق توسعه پایدار، ما را بر آن داشت تا برنامه‌های درسی و محتوای کتاب‌های درسی را در ادامه تغییرات پایه‌های قبلی براساس نیاز کشور و مطابق با رویکرد سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران در نظام جدید آموزشی بازطراحی و تألیف کنیم. مهم‌ترین تغییر در کتاب‌ها، آموزش و ارزشیابی مبتنی بر شایستگی است. شایستگی، توانایی انجام کار واقعی بطور استاندارد و درست تعریف شده است. توانایی شامل دانش، مهارت و نگرش می‌شود. در رشته تحصیلی - حرفه‌ای شما، چهار دسته شایستگی در نظر گرفته شده است.

۱. شایستگی‌های فنی برای جذب در بازار کار مانند توانایی نصب برق اضطراری و پشتیبان و سیم‌کشی خانه هوشمند

۲. شایستگی‌های غیر فنی برای پیشرفت و موفقیت در آینده مانند نوآوری و مصرف بهینه و مدیریت انرژی

۳. شایستگی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات مانند کار با نرم‌افزارها

۴. شایستگی‌های مربوط به یادگیری مادام‌العمر مانند کسب اطلاعات از منابع دیگر بر این اساس دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش مبتنی بر اسناد بالادستی و با مشارکت متخصصان برنامه‌ریزی درسی فنی و حرفه‌ای و خبرگان دنیای کار مجموعه اسناد برنامه درسی رشته‌های شاخه فنی و حرفه‌ای را تدوین نموده‌اند که مرجع اصلی و راهنمای تألیف کتاب‌های درسی هر رشته است.

این درس، سومین درس شایستگی‌های فنی و کارگاهی است که ویژه رشته الکتروتکنیک در پایه ۱۱ تألیف شده است. کسب شایستگی‌های این کتاب برای موفقیت آینده شغلی و حرفه‌ای شما بسیار ضروری است. هنرجویان عزیز سعی نمایید؛ تمام شایستگی‌های آموزش داده شده در این کتاب را کسب و در فرآیند ارزشیابی به اثبات رسانید.

کتاب درسی طراحی و نصب تاسیسات حفاظتی و ساختمان‌های هوشمند شامل پنج پودمان است و هر پودمان دارای یک یا چند واحد یادگیری است و هر واحد یادگیری از چند مرحله کاری تشکیل شده است. شما هنرجویان عزیز پس از یادگیری هر پودمان می‌توانید شایستگی‌های مربوط به آن را کسب نمایید. هنرآموز محترم شما برای هر



پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات منظور می‌نماید و نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می‌باشد. در صورت احراز نشدن شایستگی پس از ارزشیابی اول، فرصت جبران و ارزشیابی مجدد تا آخر سال تحصیلی وجود دارد. کارنامه شما در این درس شامل ۵ پودمان و از دو بخش نمره مستمر و نمره شایستگی برای هر پودمان خواهد بود و اگر در یکی از پودمان‌ها نمره قبولی را کسب نکردید، تنها در همان پودمان لازم است مورد ارزشیابی قرار گیرید و پودمان‌های قبول شده در مرحله اول ارزشیابی مورد تایید و لازم به ارزشیابی مجدد نمی‌باشد. همچنین این درس دارای ضریب ۸ است و در معدل کل شما بسیار تاثیرگذار است.

همچنین علاوه بر کتاب درسی شما امکان استفاده از سایر اجزاء بسته آموزشی که برای شما طراحی و تألیف شده است، وجود دارد. یکی از این اجزای بسته آموزشی کتاب هنرجو می‌باشد که برای انجام فعالیت‌های موجود در کتاب درسی باید استفاده نمایید. کتاب همراه خود را می‌توانید هنگام آزمون و فرآیند ارزشیابی نیز همراه داشته باشید. سایر اجزای بسته آموزشی دیگری نیز برای شما در نظر گرفته شده است که با مراجعه به وبگاه رشته خود با نشانی [www.tvoccd.medu.ir](http://www.tvoccd.medu.ir) می‌توانید از عناوین آن مطلع شوید.

فعالیت‌های یادگیری در ارتباط با شایستگی‌های غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای، حفاظت از محیط زیست و شایستگی‌های یادگیری مادام‌العمر و فناوری اطلاعات و ارتباطات همراه با شایستگی‌های فنی طراحی و در کتاب درسی و بسته آموزشی ارائه شده است. شما هنرجویان عزیز کوشش نمایید این شایستگی‌ها را در کنار شایستگی‌های فنی آموزش ببینید، تجربه کنید و آنها را در انجام فعالیت‌های یادگیری به کار گیرید. رعایت نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی از اصول انجام کار است لذا توصیه‌های هنرآموز محترمتان در خصوص رعایت مواردی که در کتاب آمده است، در انجام کارها جدی بگیرید.

امیدواریم با تلاش و کوشش شما هنرجویان عزیز و هدایت هنرآموزان گرامی، گام‌های مؤثری در جهت سربلندی و استقلال کشور و پیشرفت اجتماعی و اقتصادی و تربیت مؤثر و شایسته جوانان برومند میهن اسلامی برداشته شود.

**دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش**

در راستای تحقق اهداف سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران و نیازهای متغیر دنیای کار و مشاغل، برنامه درسی رشته الکتروتکنیک طراحی و براساس آن محتوای آموزشی نیز تألیف گردید. کتاب حاضر از مجموعه کتاب‌های کارگاهی می‌باشد که برای سال یازدهم تدوین و تألیف گردیده است. این کتاب دارای ۵ پودمان است که هر پودمان از یک یا چند واحد یادگیری تشکیل شده است. همچنین ارزشیابی مبتنی بر شایستگی از ویژگی‌های این کتاب می‌باشد که در پایان هر پودمان شیوه ارزشیابی آورده شده است. هنرآموزان گرامی می‌بایست برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات برای هر هنرجو ثبت کنند. نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می‌باشد و نمره هر پودمان از دو بخش تشکیل می‌گردد که شامل ارزشیابی پایانی در هر پودمان و ارزشیابی مستمر برای هر یک از پودمان‌ها است. از ویژگی‌های دیگر این کتاب طراحی فعالیت‌های یادگیری ساخت‌یافته در ارتباط با شایستگی‌های فنی و غیر فنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای و مباحث زیست محیطی است. این کتاب جزئی از بسته آموزشی تدارک دیده شده برای هنرجویان است که لازم است از سایر اجزاء بسته آموزشی مانند کتاب همراه هنرجو، نرم‌افزار و فیلم آموزشی در فرایند یادگیری استفاده شود. کتاب همراه هنرجو در هنگام یادگیری، ارزشیابی و انجام کار واقعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. شما می‌توانید برای آشنایی بیشتر با اجزای بسته یادگیری، روش‌های تدریس کتاب، شیوه ارزشیابی مبتنی بر شایستگی، مشکلات رایج در یادگیری محتوای کتاب، بودجه‌بندی زمانی، نکات آموزشی شایستگی‌های غیر فنی، آموزش ایمنی و بهداشت و دریافت راهنما و پاسخ فعالیت‌های یادگیری و تمرین‌ها به کتاب راهنمای هنرآموز این درس مراجعه کنید. لازم به یادآوری است، کارنامه صادر شده

در سال تحصیلی قبل بر اساس نمره ۵ پودمان بوده است و در هنگام آموزش و سنجش و ارزشیابی پودمان‌ها و شایستگی‌ها، می‌بایست به استاندارد ارزشیابی پیشرفت تحصیلی منتشر شده توسط سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی مراجعه گردد. رعایت ایمنی و بهداشت، شایستگی‌های غیر فنی و مراحل کلیدی بر اساس استاندارد از ملزومات کسب شایستگی می‌باشند. همچنین برای هنرجویان تبیین شود که این درس با ضریب ۸ در معدل کل محاسبه می‌شود و دارای تأثیر زیادی است.

پودمان اول: این پودمان نصب و راه‌اندازی موتور ژنراتور خانگی را در واحد یادگیری اول با عنوان "برق اضطراری و پشتیبان" و نصب سامانه‌های برق خورشیدی را در واحد یادگیری دوم با عنوان "نصب سامانه فتوولتاییک" آموزش می‌دهد.

پودمان دوم: سیم‌کشی و کنترل هوشمند روشنایی برق ساختمان مسکونی با عنوان خانه هوشمند ارائه می‌شود.

پودمان سوم: مهارت همبندی و نصب صاعقه‌گیر از موارد حفاظتی بسیار مهم در تأسیسات الکتریکی برق ساختمان در این پودمان آموزشی داده می‌شود.

پودمان چهارم: نگهداری از تأسیسات الکتریکی مربوط به برق اضطراری و سامانه فتوولتاییک در این پودمان آورده شده است.

پودمان پنجم: نقشه‌کشی و نرم‌افزار عنوان این پودمان بوده و ابتدا نقشه‌کشی و نقشه‌خوانی مورد نیاز در پودمان‌های قبل آورده شده و در نهایت به کمک دو نرم‌افزار، امکان‌سنجی و شبیه‌سازی سامانه فتوولتاییک آموزش داده شده است.

**دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش**



### پودمان اول :

- واحد یادگیری ۱: برق اضطراری ..... ۲
- ارزشیابی شایستگی برق اضطراری ..... ۲۳
- واحد یادگیری ۲: انرژی‌های تجدیدپذیر (نصب سامانه فتوولتاییک) ..... ۲۴
- ارزشیابی شایستگی نصب سامانه فتوولتاییک ..... ۶۴

### پودمان دوم :

- واحد یادگیری ۳: خانه هوشمند ..... ۶۵
- ارزشیابی شایستگی خانه هوشمند ..... ۱۲۵

### پودمان سوم :

- واحد یادگیری ۴: همبندی و صاعقه‌گیر ..... ۱۲۸
- ارزشیابی شایستگی همبندی و صاعقه‌گیر ..... ۱۶۵

### پودمان چهارم :

- واحد یادگیری ۵: نگهداری و حفاظت سامانه فتوولتاییک ..... ۱۶۸
- ارزشیابی شایستگی نگهداری و حفاظت از سامانه فتوولتاییک ..... ۱۹۹

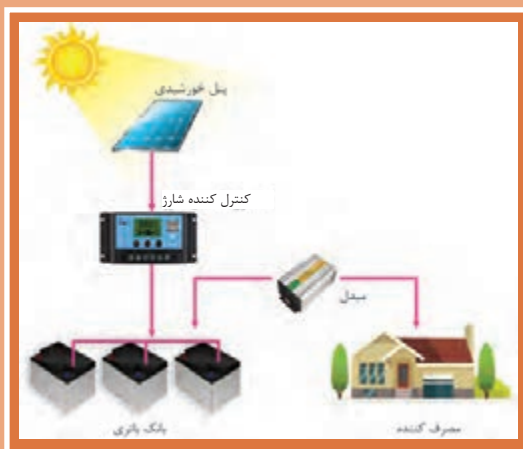
### پودمان پنجم :

- واحد یادگیری ۶: نقشه‌کشی و نرم‌افزار ..... ۲۰۲
- ارزشیابی شایستگی نقشه‌کشی و نرم‌افزار ..... ۲۴۰



# پودمان ۱

## برق اضطراری و پشتیبان



برآورد توان الکتریکی مصرفی با توجه به تنوع مصرف کننده‌ها و انتخاب و نصب مولد اضطراری مناسب با رعایت موارد ایمنی، مهارت انتخاب قطعات سامانه فتوولتاییک و نصب قطعات آن به صورت ایمن از توانایی‌ها و مهارت‌هایی است که هنرجویان در این پودمان کسب خواهند کرد.

## واحد یادگیری ۱

### برق اضطراری

#### آیا می‌دانید

- هنگام قطع برق چگونه می‌توان برق جایگزین تولید و استفاده کرد؟
- مولد برق جایگزین و اضطراری چه مشخصاتی دارد؟
- چرا کیفیت و نوع مصرف‌کننده‌ها در انتخاب توان تولیدی مولد برق اضطراری تأثیر دارد؟
- چگونه می‌توان مولد برق اضطراری را به شبکه سیم‌کشی شده برق منزل، متصل کرد؟

#### استاندارد عملکرد کار

پس از اتمام این واحد یادگیری هنرجویان قادر خواهند بود ابتدا برق مصرفی یک واحد مسکونی را برآورد کرده و با توجه به مصرف بهینه، مولد برق اضطراری (موتور- ژنراتور) مناسب انتخاب کنند. همچنین خواهند توانست مولد برق اضطراری را راه‌اندازی کرده و با رعایت موارد ایمنی آن را به سیم‌کشی برق متصل و بهره‌برداری کنند.

#### مقدمه

سیستم UPS، در سال گذشته به عنوان یک منبع پشتیبان برق در کتاب تأسیسات الکتریکی جریان ضعیف معرفی شد. با وجود UPS، وقفه بسیار کوتاهی در قطع برق و وصل مجدد آن در عملکرد تأسیسات جریان ضعیف رخ می‌داد. در ضمن وصل برق مجدد به صورت خودکار صورت می‌گرفت. در برخی از سیستم‌ها نیاز به وصل خودکار برق نیست حتی یک تأخیر کوتاه در وصل مجدد هم به عملکرد سیستم‌هایی مثل روشنایی عمومی، پمپ‌های آب، سیستم تهویه، سردخانه‌ها، آسانسور، پله برقی و حتی پمپ‌های آتش‌نشانی و دوربین‌های CCTV آسیب نمی‌رساند. در این نوع سیستم‌ها اضطراری بابت وصل مجدد برق به صورت خودکار نیست و در بعضی از آنها یک تعلل کوتاه، آسیبی به همراه ندارد. در این پودمان تمرکز روی راه‌اندازی این نوع سیستم‌های برق اضطراری، نظیر «موتور - ژنراتور و سیستم فتوولتاییک» پس از قطع برق است. هر چند به نیروی برق اضطراری که توسط دیزل ژنراتورهای بزرگ تولید می‌شود و راه‌اندازی آنها به صورت خودکار و با تأخیر در حد چند ثانیه است نیز اشاره‌ای خواهد شد.

#### ۱-۱ برآورد مصرف برق

گاهی با قطع برق منزل یا محل کار نیاز به تأمین نیروی الکتریکی جایگزین می‌باشد. برای تأمین برق اضطراری می‌توان از مولدهای برق اضطراری موتور-



ژنراتور (Emergency Generator) استفاده کرد. ماشین لباسشویی و ظرفشویی ضمن اینکه پرمصرف هستند ضرورت روشن کردن آنها با مولد برق اضطراری به هنگام قطع برق باید با دقت بررسی شود. بعد از انتخاب مصرف کننده‌های ضروری، توان مجموع آنها در نظر گرفته شود.

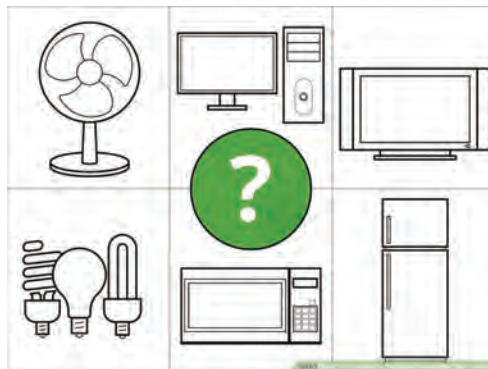


توان مصرف کننده‌های شکل ۱ را طبق جدول ۱، استخراج کنید. آیا مصرف کننده پرمصرف در بین آنها وجود دارد؟

جدول ۱- توان مصرف کننده‌های الکتریکی خانگی

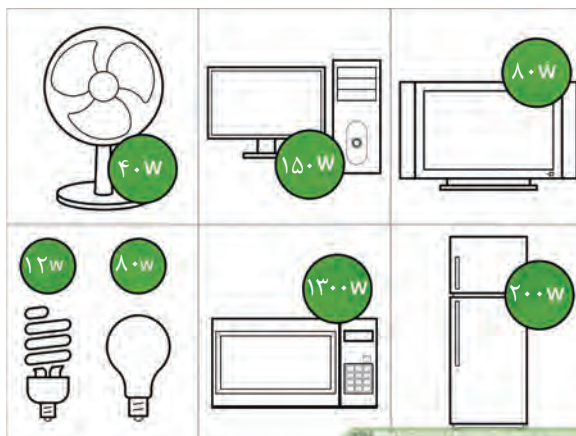
متوسط توان مصرفی لوازم برقی خانگی (به ترتیب از کم مصرف به پرمصرف)		
ردیف	نام وسیله برقی	متوسط توان مصرفی لحظه‌ای (وات)
۱	لامپ LED تزئینی	۱
۲	لامپ فلورسنت کوچک	۲۰
۳	لامپ کم مصرف ۲۰	۲۰
۴	هواکش	۳۵
۵	لامپ فلورسنت بزرگ	۴۰
۶	لامپ رشته‌ای تزئینی	۴۰
۷	پنکه	۷۰
۸	یخچال	۱۰۰
۹	لامپ رشته‌ای ۱۰۰	۱۰۰
۱۰	رایانه رومیزی (لپ‌تاپ)	۱۰۰
۱۱	چرخ خیاطی	۱۰۰

۱۳۰	تلویزیون LED ۴۰ اینچ	۱۲
۱۵۰	فریزر	۱۳
۳۰۰	آبمیوه‌گیری	۱۴
۳۵۰	تلویزیون پلاسما	۱۵
۴۰۰	رایانه، اسکنر، صفحه نمایش	۱۶
۵۰۰	کولر آبی	۱۷
۵۰۰	چرخ گوشت	۱۸
۸۰۰	پلوپز	۱۹
۱۰۰۰	سماور برقی	۲۰
۱۰۰۰	مایکروفر	۲۱
۱۲۰۰	جاروبرقی	۲۲
۱۲۰۰	سشوار	۲۳
۱۵۰۰	ماشین لباس‌شویی	۲۴
۲۰۰۰	آبگرمکن برقی	۲۵
۲۰۰۰	اتوی برقی	۲۶
۲۰۰۰	بخاری برقی	۲۷
۲۰۰۰	کولر گازی	۲۸
۲۰۰۰	ماشین ظرف‌شویی	۲۹



شکل ۱- تخمین توان تقریبی مصرف‌کننده‌های لوازم خانگی

توان الکتریکی مصرفی هرکدام از لوازم خانگی روی پلاک مشخصات آن وسیله آورده شده است. برای تعیین توان مورد نیاز هنگام قطع برق توسط مولد برق اضطراری ابتدا باید جمع توان مصرف‌کننده‌های ضروری را تعیین کرد (شکل ۲).



شکل ۲- توان تقریبی مصرف‌کننده‌های خانگی

مطابق شکل ۲ مجموع توان الکتریکی مصرف‌کننده‌ها بدست می‌آید.

$$P_{eq} = 40 + 150 + 80 + 12 + 80 + 1300 + 200 = 1862 \text{ [w]}$$

اکنون با مشخص شدن توان الکتریکی مصرف‌کننده‌ها، توان الکتریکی مولد اضطراری تشخیص و با پیش‌بینی مدت زمان قطع برق، مدت زمان کار مولد و نوع آن تعیین می‌شود.

## مولد برق اضطراری

مولد برق اضطراری خانگی، اصطلاحاً موتور ژنراتور نامیده می‌شود. موتور<sup>۱</sup> ژنراتور<sup>۲</sup> به‌عنوان پشتیبان و تولید برق اضطراری در زمان قطع برق شبکه سراسری، یا در کمپ‌های تفریحی به‌دلیل عدم دسترسی به شبکه سراسری برق، برای تولید برق استفاده می‌شوند (شکل ۳).

۱ - Motor

۲ - Generator





شکل ۳- چند نمونه مولد برق اضطراری (موتور ژنراتور)

مولدهای برق اضطراری در توان‌های چند کیلووات تا چند هزار کیلووات آمپر ساخته شده‌اند و هنگامی که به درستی انتخاب، نصب و نگهداری شود قادر خواهد بود در مدت ۸ الی ۱۵ ثانیه راه‌اندازی و مصرف‌کننده‌ها را تغذیه نماید. قدرت خروجی مولدهای برق اضطراری مانند UPS برحسب توان ظاهری ولت آمپر و کیلووات آمپر می‌باشد. این توان ظاهری برای محاسبات باید به توان اکتیو (P) تبدیل شود و سپس برآورد مصرف انجام شود.

اجزای اصلی مولد برق اضطراری عبارت‌اند از :

الف) موتور

ب) ژنراتور

ج) تنظیم‌کننده ولتاژ<sup>۱</sup>

د) تنظیم‌کننده سرعت<sup>۲</sup>

الف- موتور انرژی حاصل از سوخت‌های فسیلی نظیر گازوئیل، بنزین و گاز طبیعی را به انرژی مکانیکی تبدیل می‌نماید.

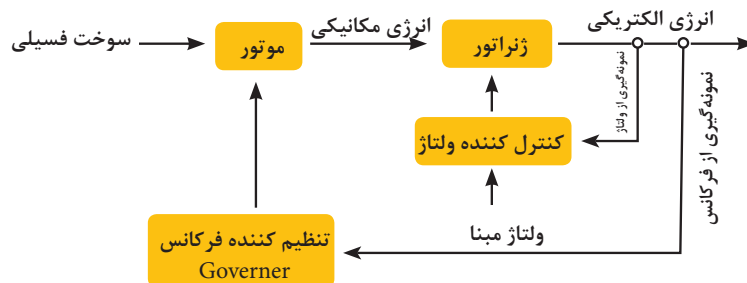
ب- ژنراتور، انرژی مکانیکی موتور حاصل از سوخت‌های فسیلی را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌نماید.

ج- تنظیم‌کننده اتوماتیک ولتاژ که به اختصار آن را «AVR» نیز می‌گویند شامل یک مدار الکتریکی است که با نمونه‌گیری از ولتاژ ژنراتور و مقایسه آن با ولتاژ مبنا که از قبل برای آن تعریف شده است، به تنظیم و تثبیت ولتاژ می‌پردازد.

د- تنظیم‌کننده سرعت که به آن «گاورنر» می‌گویند با نمونه‌گیری از فرکانس برق ژنراتور و مقایسه با فرکانس مبنا که از قبل برای آن تعریف شده است، به تنظیم سرعت موتور می‌پردازد تا فرکانس برق ژنراتور تثبیت شود.

ولتاژ و فرکانس مبنا، ولتاژ و فرکانس نامی مصرف‌کننده می‌باشد.

ارتباط اجزای اصلی مولد برق اضطراری در بلوک شکل (۴) نشان داده شده است.



شکل ۴- ارتباط اجزای موتور ژنراتور

۱ - Automatic Voltage Regulator

۲ - Governor

## انواع مولد برق اضطراری

مولدهای برق اضطراری با توجه به نوع سوختی که مصرف می‌کنند، تقسیم‌بندی و نام‌گذاری می‌شوند:

مولد برق اضطراری دیزلی

مولد برق اضطراری بنزینی

مولد برق اضطراری گاز سوز

**مولد برق اضطراری دیزلی:**

مولد برق اضطراری دیزلی انرژی حاصل از سوخت گازوییل را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کند و آن را اصطلاحاً «دیزل ژنراتور» گویند. اجزای دیزل ژنراتور در شکل ۵ نشان داده شده است.



شکل ۵- دیزل ژنراتور

دیزل ژنراتورها در توان‌های چند کیلوولت آمپر تا چند مگاوات آمپر ساخته می‌شوند و برای کاربری دائمی بسیار مناسب و قابل اعتماد می‌باشند. خطر آتش‌سوزی و انفجار آنها را تهدید نمی‌کند و نسبت به سایر مولدهای برق اضطراری ایمن‌تر هستند.

مولدهای برق اضطراری بنزینی و گازسوز از نظر عملکرد مشابه هم بوده ولی در نوع مصرف سوخت، متفاوتند.

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

فعالیت



جدول ۲- انواع مختلف مولد برق اضطراری

تصویر نمونه	عنوان	ردیف
	موتور ژنراتور دیزلی	۱
	موتور ژنراتور بنزینی	۲
	AVR	۳
	D-AVR	۴
	خازنی	۵
	موتور ژنراتور گازسوز	۶





در مورد تفاوت موتور ژنراتور بنزینی و گازسوز تحقیق و به کلاس درس ارائه کنید.

## اجزا و قسمت‌های مختلف مولد بنزینی

در شکل ۶ قسمت‌های مختلف یک دستگاه موتور ژنراتور معرفی شده است.



شکل ۶- اجزای مولد برق اضطراری (موتور ژنراتور)

- ۱- نمایشگر ولتاژ خروجی
- ۲- کلید مدار محافظتی
- ۳- پریزهای صنعتی و خانگی: مسیر ارتباط برق تولیدشده به محل مصرف
- ۴- لرزه‌گیر: جلوگیری از ارتعاش مجموعه متحرک به محل قرارگرفتن مولد
- ۵- شیر ورودی روغن: از این قسمت می‌توان روغن مورد نیاز دستگاه خود را به داخل دستگاه ریخت.
- ۶- شیر خروج روغن / پیچ تخلیه کارتر: این قسمت برای تخلیه روغن می باشد.
- ۷- دستگیره‌های حمل و نقل
- ۸- کلید خاموش / روشن: این کلید اولین مرحله برای شروع به کار دستگاه می‌باشد و یک لامپ کوچک داخل آن تعبیه شده تا وضعیت کلید را در هر زمان مشخص کند.
- ۹- فیلتر هوا: هوای لازم برای احتراق باید خشک و عاری از غبار باشد.
- ۱۰- شیر بنزین: کاربرد بسیار مهم این شیر در زمان‌های اضطراری خود را نمایان می‌سازد.
- ۱۱- ساسات: برای شروع به کار در شرایط خاص، نیاز به یک سیستم کمکی در اجزای موتور ژنراتور می‌باشد. در موتور ژنراتورهای دارای حسگر این سیستم در دو نوع دستی و اتوماتیک وجود دارد.
- ۱۲- مخزن سوخت موتور ژنراتور: محل ذخیره سوخت (بنزین)
- ۱۳- حسگر هشدار روغن: یکی از اجزای موتور ژنراتورهای دارای حسگر در راستای حفاظت هرچه بیشتر از دستگاه، حسگر کنترل روغن دستگاه می‌باشد تا در صورت اختلال در میزان روغن به جهت جلوگیری از آسیب دیدگی اقدام به خاموش کردن موتور ژنراتور نماید. بدیهی است می‌توان وضعیت این سیستم را با چراغ هشداردهنده تعبیه شده روی پنل دستگاه کنترل نمود.

۱۴- نمایشگر میزان سوخت: این نمایشگر با طراحی ساده‌ای، به راحتی هم میزان سوخت داخل مخزن سوخت را نشان می‌دهد و هم کمک به مدیریت میزان سوخت مصرفی می‌کند.  
۱۵- منبع آگزوز: منبع آگزوز با هدف کاهش آلاینده صوتی در نظر گرفته می‌شود.

کار عملی ۱



هدف:

تأمین برق اضطراری یک ویلا با استفاده از یک مولد برق اضطراری  
تجهیزات لازم:

- ۱- مولد برق اضطراری متناسب با توان مصرفی (شکل ۷)
- ۲- کابل رابط
- ۳- کلید Change Over یا تبدیل
- ۴- ولت متر



شکل ۷- موتور ژنراتور بنزینی یا گازسوز

مراحل کار:

- ۱- برآورد مصرف: مصرف‌کننده‌های ضروری در این ویلا به شرح جدول ۳ می‌باشد:

جدول ۳- توان و افزایش توان مصرف‌کننده‌ها

مصرف‌کننده	توان در حال مصرف	افزایش توان
یخچال	۱۰۰ W	۱۱۰۰ W
سماور برقی	۱۰۰۰ W	۱۰۰۰ W
تلویزیون	۳۵۰ W	۳۵۰ W
آب‌گرمکن	۲۰۰۰ W	۲۰۰۰ W
مایکروویو	۱۲۰۰ W	۱۳۰۰ W
روشنایی ۵×۱۰۰	۵۰۰ W	۵۰۰ W
جمع	۵۵۵۰ W	۶۲۵۰ W



توجه: توان نشان داده شده در جدول برای مصرف‌کننده‌ها تقریبی است. جریان راه‌اندازی اولیه و کار دائم بعضی از مصرف‌کننده‌ها که دارای الکتروموتور می‌باشند، با هم متفاوت است. و به همین دلیل هنگام راه‌اندازی افزایش توان مصرف دارد. مانند: یخچال‌ها، فن‌ها، ماشین لباس‌شویی و نظایر آن.

چه مصرف‌کننده‌های دیگری را می‌شناسید که توان راه‌اندازی و حالت دائم یکسان نداشته باشند؟

فعالیت



به طور متوسط برای تولید انرژی الکتریکی یک خانه مسکونی بین ۳۰۰۰ تا ۶۵۰۰ وات توان موردنیاز است که بستگی به نوع مصرف موردنیاز دارد. توان مولد اضطراری موردنیاز بر مبنای توان مجموع توان راه‌اندازی است. به همین دلیل در برگه مشخصات انواع مولدها دو محدوده توان درج شده است (شکل ۸).



شکل ۸- موتور ژنراتور با دو توان مختلف ۳۳۰۰ وات و ۴۰۰۰ وات



به نظر شما موتور ژنراتور شکل ۸ برای این کار عملی مناسب است؟

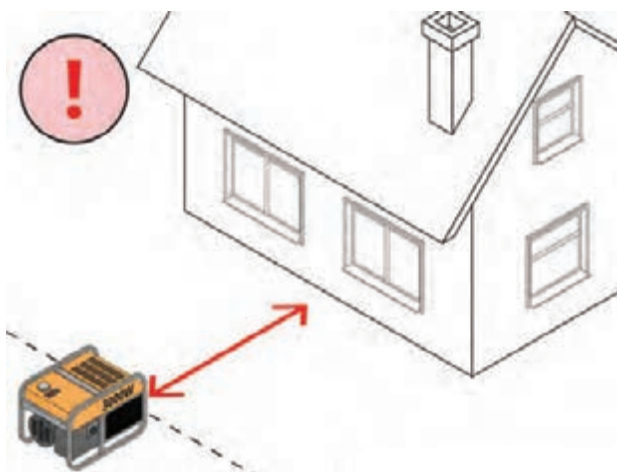
تذکر: اگر توان مولدی که انتخاب می‌کنید از توان موردنیاز بیشتر باشد پیامدهای زیر را به دنبال دارد:  
افزایش قیمت - آلودگی بیشتر - سختی حمل و نقل - مصرف سوخت بیشتر  
مصرف هم‌زمان نشان داده‌شده در جدول ۳ حدود ۶۲۵۰ وات است. بنابراین به یک مولد برق اضطراری با توان ۶۲۵۰ وات یا بیشتر موردنیاز است.

۲- انتخاب توان مولد: توان مولدها برحسب کیلوولت آمپر (توان ظاهری) معرفی می‌شود. چون توان مصرف‌کننده‌ها برحسب وات به دست آمده است باید این توان ظاهری به توان اکتیو تبدیل شود. ضریب توان مولد ( $\cos\phi$ ) برق اضطراری برای بارهای مختلف برابر ۰/۸ است، بنابراین طبق رابطه  $P=S \times \cos\phi$  توان مولد برابر است با

$$S = \frac{6250}{0.8} = 7.8 \text{ KVA}$$

و توان مولد برابر ۷/۸ KVA کیلوولت آمپر خواهد بود.

۳- نصب مولد: مولدهای بنزینی و گازسوز تولید آلودگی هوا و صوت می‌کنند، بنابراین برای جلوگیری از خطرات ناشی از آلودگی (بیشتر آلودگی هوا) آنها باید در فضای باز و در فاصله مناسب از محل مصرف قرار گیرند (شکل ۹).



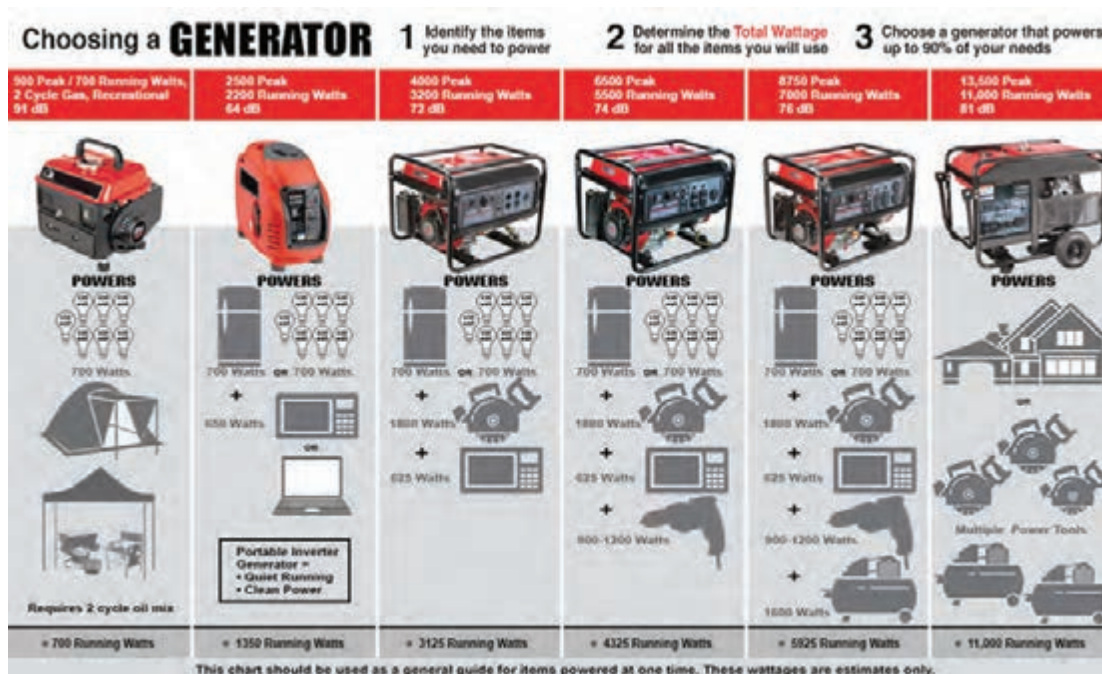
شکل ۹- محل نصب موتور ژنراتور در فضای آزاد

نکات ایمنی

هرگز از موتور ژنراتور در محیط‌های بسته و یا نزدیک به پنجره باز استفاده نکنید.



مشخصات فنی انواع مولدهای شکل ۱۰ را بایکدیگر مقایسه و به کلاس ارائه دهید.



شکل ۱۰- چند نمونه موتور ژنراتور و مقایسه توان تولیدی آنها

## مشخصات فنی مولد برق اضطراری

مشخصات فنی مولد برق اضطراری توسط شرکت‌های سازنده تحت عنوان «کاتالوگ» ارائه خواهد شد و همچنین مهم‌ترین مشخصات فنی روی پلاک درج و بر بدنه مولد برق اضطراری نصب می‌شود. یک نمونه از مشخصات فنی یا کاتالوگ مولد برق اضطراری در شکل ۱۱ آمده است. به کاربردهای مختلف این مولد توجه کنید.

کاربردهای مختلف آورده‌شده در کاتالوگ را بررسی کرده و در مورد آن بحث و تبادل نظر کنید.



### Suitable for:

#### For business activities:

shops, restaurants,  
workshops, hotels, offices,  
farms

#### For social activities:

education, training and  
culture school or institution,  
medical centre, clinique,  
organization and government  
department, religion centre,  
entertainment and sport  
centre

#### For residential:

Villa area, residence community, activity outdoors



	50	60	50	60
Rated Frequency(Hz)	50	60	50	60
Rated Power(kW)	4.6	4.7	4.2	4.5
Rated Voltage(V)	220/380	240/120	220/380	240/120
Rated Current(A)	20.9/12.1	19.6/19.6	19.1/11.1	18.8/18.8
Rated Rotating Speed(r/min)	3000	3600	3000	3600

### GENERATOR

Generator Model	Single-Phase Synchronous Brush Alternator
Power Factor (cosφ)	1.0/0.8
Excitation	Self-excitation
DC Output	12V/8.3A
Voltage Adjustment System	Automatic Voltage Regulator
Generator	Revolving Field
Adjustment Rate of Steady Voltage	±5%
Adjustment Rate of Steady Frequency	±5%
Insulation Resistance (Cold State)	≥200MΩ
Connecting Mode	Power Shaft Rigid Coupling

### ENGINE

	CC188F-LPG	CC188F-NG
Power Model	CC188F-LPG	CC188F-NG
Engine Type	Single Cylinder, 4-stroke, OHV, Forced Air-cooled	
Bore×Stroke (mm)	88×64	
Displacement (CC)	389	
Ignition System	T.C.I.	
Starting Mode	Recoil/Electric Starter (standard)	
Sound level @ 7 meter Full Load (dB)	77	
Lube Oil Capacity (L)	0.9	
Lube Oil Type	SAE10W-30, <4°C, SAE10W-40, >4°C	
Fuel Consumption (Rated Power)	LPG: 0.33kg/kW · hr NG: 0.35 m <sup>3</sup> /kW · hr	
Rated Engine Power (kW)	LPG: 7.6/3600	

شكل 11- مشخصات فنی یک نمونه موتور ژنراتور

این کاتالوگ در سه بخش ژنراتور، موتور و مشخصات از سوی شرکت سازنده مولد برق اضطراری تنظیم شده است. اطلاعات مربوط به مولد ۲۲۰ ولتی، ۵۰ و ۶۰ هرتز به شرح زیر است:

- ۱- فرکانس ژنراتور ۵۰ و ۶۰ هرتز
- ۲- ژنراتور خودتحریک و دارای دو قطب
- ۳- تنظیم کننده ولتاژ ژنراتور از نوع AVR
- ۴- ژنراتور تکفاز AC
- ۵- در فرکانس ۵۰ هرتز ماکزیمم توان ژنراتور ۴/۶ کیلووات و در فرکانس ۶۰ هرتز ۴/۷ کیلووات است.
- ۶- در فرکانس ۵۰ هرتز توان نامی ژنراتور ۴/۷ کیلووات و در فرکانس ۶۰ هرتز ۴/۵ کیلووات است.
- ۷- ولتاژ نامی ژنراتور ۲۲۰ ولت
- ۸- ولتاژ و جریان DC ژنراتور به ترتیب ۱۲ ولت و ۸/۳ آمپر
- ۹- ضریب توان نامی ژنراتور ۰/۸ است.

در مورد دیگر مشخصات فنی این موتور ژنراتور مثل نوع مصرف سوخت، محدوده شدت صدا و جابه جایی مجاز موتور بحث و تبادل نظر کنید.

تمرین



بعضی از شرکت های سازنده موتور ژنراتور موفق به تولید موتور ژنراتور با کنترل اتوماتیک شده اند. این موتور ژنراتور با قطع برق شبکه بعد از چند ثانیه وارد مدار می شود و با وصل شبکه برق خاموش می شود.

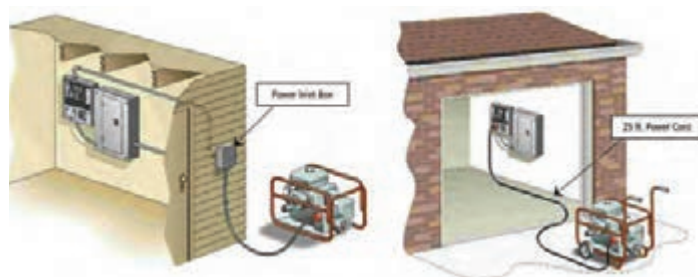
تحقیق کنید



## استقرار مولد برق اضطراری

مولد برق اضطراری برای تأمین برق وسایل الکتریکی به هنگام قطع برق شبکه سراسری طراحی و ارائه شده اند. به هنگام استفاده باید در محل مناسبی استقرار یابند تا گازهای خروجی از آگزوز و سروصدای ناشی از کارکرد موتور باعث سلب آسایش اهالی ساختمان نشود.

- ۱- هرگز سیم رابط خروجی مولد را به شبکه برق متصل نکنید.
- ۲- همیشه از یک کابل مناسب برای اتصال مولد به تابلو استفاده کنید. طول این کابل کمتر از ۳۰ متر باشد (شکل ۱۲).



شکل ۱۲- محل اتصال موتور ژنراتور به تابلوی اصلی

۳- هرگز هنگام روشن بودن مولد داخل باک سوخت اضافه نکنید. حداقل ۱۰ دقیقه بعد از خاموش شدن دستگاه این کار را انجام دهید.

در محیط پیرامون خود محل‌های مناسب استقرار مولد برق اضطراری را تعیین نمایید. طی گزارشی با ذکر دلایل مناسب‌ترین محل را مشخص کنید.

فعالیت



در محیط پیرامون خود لیست اولویت از وسایل برقی که با قطع برق نیاز به آنها ضروری به نظر می‌رسد تهیه و توان الکتریکی آنها را به دست آورید. حداقل توان الکتریکی مولد برق اضطراری مورد نیاز باید چند وات باشد؟

فعالیت



## راه اندازی مولد برق اضطراری

راه‌اندازی مولد برق اضطراری پس از قطع برق انجام می‌شود. قبل از راه‌اندازی ابتدا مولد برق اضطراری را با رعایت نکات ایمنی در محلی مناسب مستقر و پس از بازدید سطح روغن موتور اقدام به راه‌اندازی شود. سپس موتور باید مدت زمان کوتاهی در همین شرایط کار کند. پس از اینکه موتور گرم شد و به دمای مطلوب کار رسید اینک ژنراتور به شبکه برق واحد مسکونی یا تجاری اتصال می‌یابد.

کار عملی ۲



موتور ژنراتور کارگاه را با رعایت اصول ایمنی و بهداشتی راه‌اندازی و مراحل راه‌اندازی را گزارش نمایید.

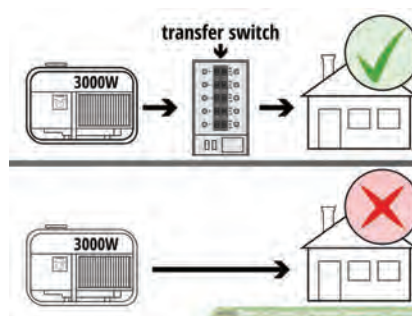
۱- تعیین محل قرار گرفتن دستگاه

۲- نصب کلید چنج آور (change over Switch یا Transfer Switch)

کلید چنج آور یا تبدیل یکی از اجزای اصلی اتصال موتور ژنراتور به مصرف‌کننده خانگی است. اتصال موتور ژنراتور مصرف خانگی بدون این کلید مجاز نیست (شکل ۱۳). این کلید نقش مدیریت انتخاب تغذیه منزل را به عهده دارد و مانند یک کلید تبدیل عمل می‌کند (شکل ۱۴).



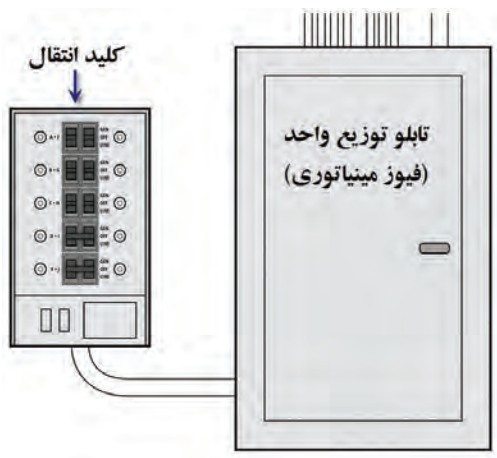
شکل ۱۴- Change Over



شکل ۱۳- کلید چنج آور یا تبدیل

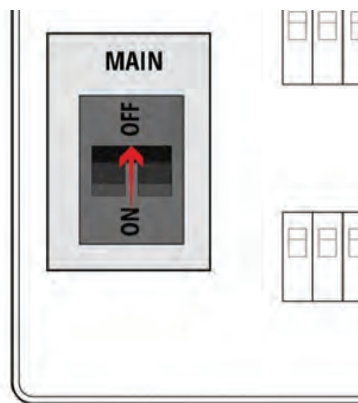
کلید اجازه قطع مسیر از شبکه برق و انتقال آن به موتور ژنراتور را برقرار می‌کند (شکل ۱۵). این کلید سه حالت مختلف دارد.

- ۱- حالت **GEN**: اتصال مسیر مصرف کننده به موتور ژنراتور
- ۲- حالت **Off**: حالت قطع کامل، در این حالت خط مصرف از شبکه و از موتور ژنراتور قطع است.
- ۳- حالت **Main** یا **Line**: در این حالت مصرف کننده‌ها از شبکه برق سراسری تغذیه می‌کنند.



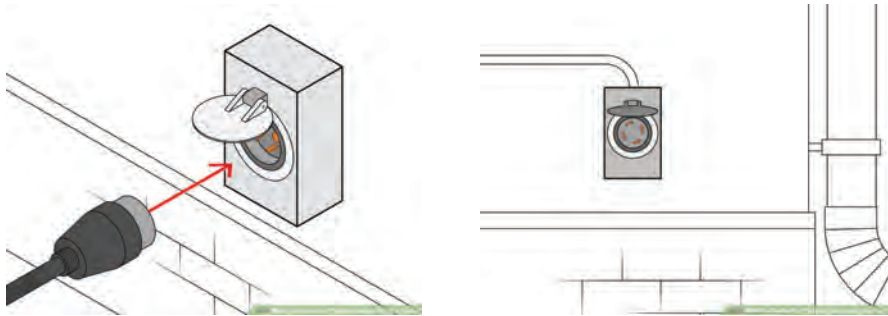
شکل ۱۵ - اتصال کلید چنج آور و تابلوی اصلی

بعد از بررسی کلید انتقال، وضعیت کلید چنج آور را به حالت GEN قرار داده و کلید اصلی تابلوی توزیع واحد را به حالت قطع Off ببرید (شکل ۱۶).



شکل ۱۶ - حالت قطع کلید اصلی

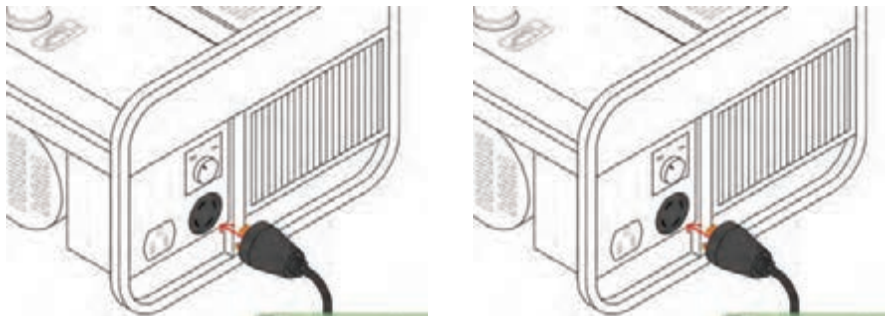
۳- پریز مخصوص ورودی برق از موتور ژنراتور به ساختمان این کلید باید مجهز به درپوش و از نوع بارانی باشد (شکل ۱۷).



شکل ۱۷- پریز بارانی مناسب

#### ۴- بررسی وضعیت سوخت و اتصال رابط برق به ژنراتور

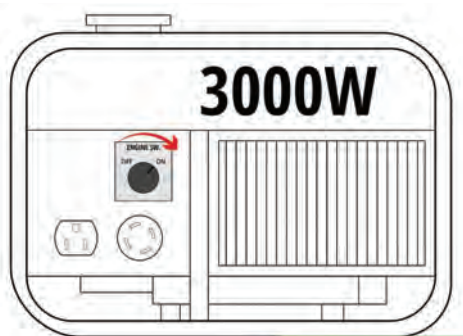
قبل از روشن کردن ژنراتور بهتر است وضعیت سوخت و همچنین مخزن روغن بررسی شود (شکل ۱۸).



شکل ۱۸- وضعیت سوخت و روغن

#### ۵- روشن کردن موتور ژنراتور

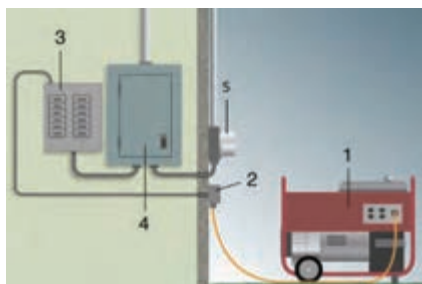
در این مرحله با تغییر وضعیت کلید مولد به حالت روشن (On)، دستگاه آماده روشن کردن است. با کشیدن دسته استارت مولد روشن می‌شود. با تغییر وضعیت کلید اصلی تابلوی توزیع واحد، برق‌رسانی به قسمت‌های مختلف امکان‌پذیر خواهد بود (شکل ۱۹).



شکل ۱۹- روشن کردن ژنراتور



در شکل ۲۰، نام هر قسمت را مشخص کنید.



Generator  
Circuit Breaker Panel  
Generator Receptacle on outside of home  
Energy meter  
Manual Transfer Switch

شکل ۲۰- اجزای اتصال مولد به تابلوی اصلی



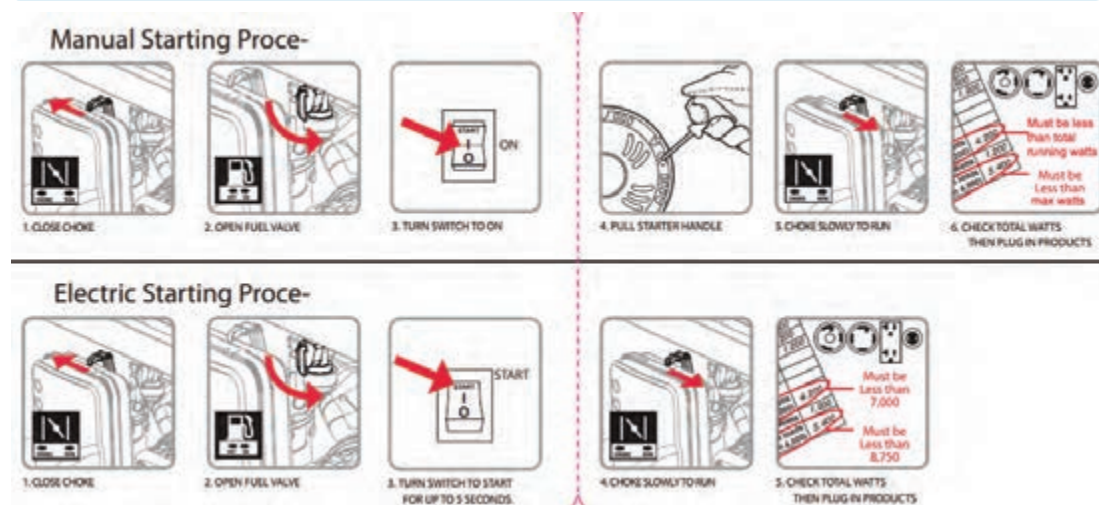
چرا نصب موتور ژنراتور بعد از کنتور برق است؟

## مراحل راه اندازی مولد برق اضطراری

مراحل راه اندازی مولد به دو قسمت راه اندازی دستی و الکتریکی تقسیم می شود. راه اندازی دستی شامل اجزاء مکانیکی مولد بوده و مواردی نظیر سوخت، روغن و نظایر آن را بررسی می کند ولی راه اندازی الکتریکی شامل اتصالات الکتریکی و تغییر وضعیت کلید روشن و خاموش است.



مراحل راه اندازی دستی و آغاز برق دهی مولد در شکل ۲۱ نشان داده شده است. مراحل راه اندازی را توضیح دهید.



شکل ۲۱- مراحل تست و راه اندازی موتور ژنراتور

## نگهداری دستگاه

### – زمان مناسب برای تعویض روغن دستگاه:

زمان مناسب برای تعویض روغن ۵ ساعت بعد از اولین استفاده از موتور ژنراتور، سپس هر ۱۰۰ ساعت ۱ بار می‌باشد، برای اطمینان از نوع و زمان تعویض روغن موتور از دفترچه راهنمای دستگاه استفاده نمایید.

### – انبار کردن موتور ژنراتور:

در صورت تمایل به عدم استفاده از دستگاه برای مدتی بیش از ۲ هفته مراحل زیر را انجام دهید:

۱- شیر بنزین دستگاه را ببندید.

۲- موتور ژنراتور را روشن کنید و اجازه دهید دستگاه بدون بار روشن بماند.

۳- پس از خاموش شدن دستگاه شرایط انبار کردن آن را مهیا و اقدام نمایید.

**توجه:** مطالعه دفترچه راهنمای سازنده دستگاه بسیار مهم و ضروری است.

### – استفاده ماهانه:

در هر ماه موتور ژنراتور را به مدت ۲۰ دقیقه روشن کنید. این امر باعث از بین رفتن رطوبت در داخل موتور و حفظ شرایط مناسب برای کارکرد دستگاه می‌گردد. همچنین با روشن شدن دستگاه و شارژ شدن باتری موتور ژنراتور از آسیب رسیدن به آن جلوگیری می‌شود. در تست برق دهی دستگاه را بررسی کنید تا در صورت بروز مشکل برای رفع آن اقدام شود.

### – سرویس قطعات:

با توجه به دفترچه راهنمای دستگاه اقدام به سرویس و یا تعویض فیلترهای هوا و سوخت کنید. در حالت کلی برای سرویس فیلتر هوا می‌توان آن را با آب و صابون شست و شو داد و پس از خشک کردن در جای خود جایگذاری نمود. برای سرویس فیلتر سوخت نیز آن را از محفظه تانک دستگاه خارج کرده و پس از سرویس در جای خود قرار دهید.

## اتصال مولد برق اضطراری به تابلو برق

اتصال مولد برق اضطراری به مصرف کننده‌های الکتریکی پس از قطع برق شبکه سراسری و راه‌اندازی موتور با رعایت نکات ایمنی انجام می‌شود. بدین منظور دو روش دستی و اتوماتیک پیش‌بینی و مدارهای الکتریکی آنها طراحی و در یک تابلو برق به نام «تابلو برق اضطراری» جاسازی می‌شود.

### – روش دستی:

مدار الکتریکی تابلو برق اضطراری دستی به گونه‌ای طراحی می‌شود که کلیه فرایندهای اتصال ژنراتور به مصرف کننده‌های الکتریکی به هنگام قطع برق شبکه سراسری و بعد از راه‌اندازی موتور توسط فرد صاحب صلاحیت به صورت دستی انجام می‌شود. فرایند اتصال ژنراتور به مصرف کننده‌های الکتریکی به شرح زیر است:

۱- قطع کلید محافظ برق ورودی از شبکه سراسری

۲- قطع کلیه کلیدهای محافظ مربوط به مدارهای مصرف کننده‌ها

۳- وصل کلید محافظ ژنراتور

۴- وصل کلید محافظ مصرف کننده‌ها به ترتیب از توان زیاد به توان کم که در لیست اولویت اتصال به برق



اضطراری قرار دارند.

۵- در صورت برقراری برق شبکه سراسری، اکنون ژنراتور باید از مصرف کننده‌های الکتریکی جدا شود و کلیه مصرف کننده‌های الکتریکی مجدداً به شبکه سراسری برق اتصال یابند. این فرایند به شرح زیر است:  
الف) قطع کلید محافظ مصرف کننده‌ها به ترتیب از توان کم به توان زیاد که در لیست اولویت اتصال به برق اضطراری قرار دارند.

ب) قطع کلید محافظ ژنراتور

پ) وصل کلید محافظ برق ورودی از شبکه سراسری

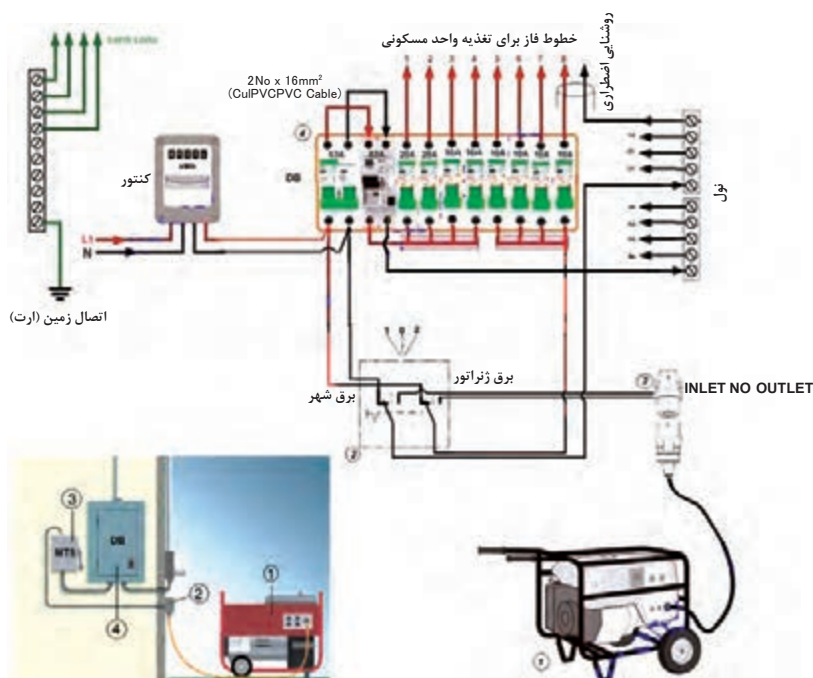
ت) وصل به ترتیب کلیدهای محافظ مربوط به مدارهای مصرف کننده‌ها

ث) خاموش کردن مولد برق اضطراری

### توجه

دسترسی به تابلو مولدهای برق اضطراری فقط باید توسط فرد صاحب صلاحیت صورت گیرد و از دسترسی افراد فاقد صلاحیت جداً جلوگیری شود که باعث بروز خسارت خواهد شد.

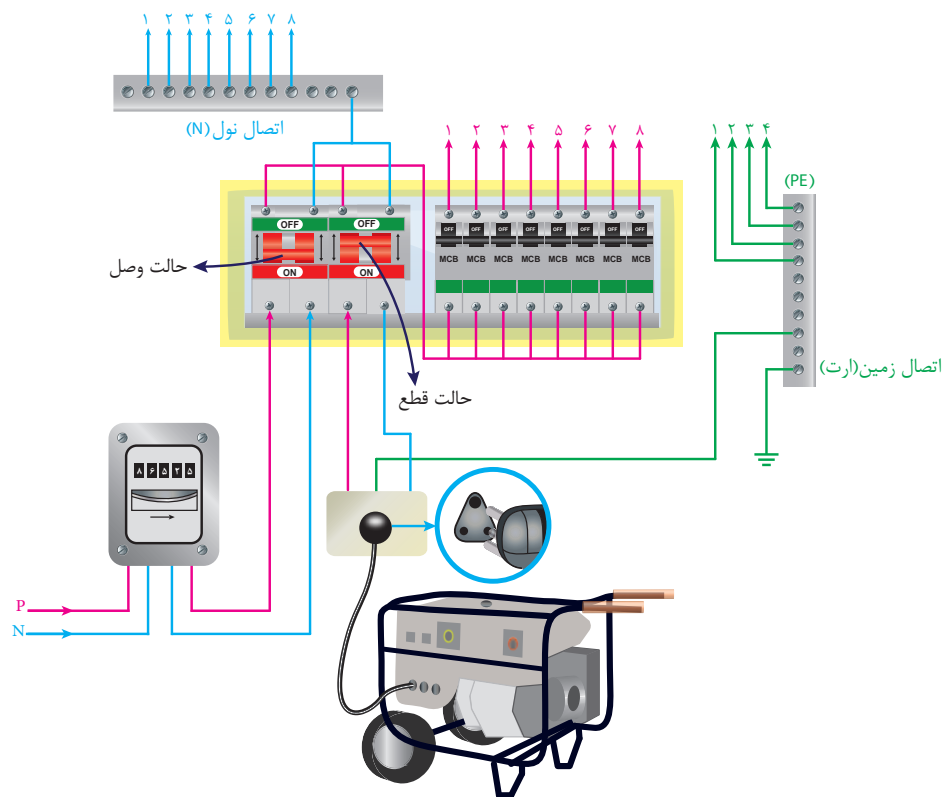
مدار الکتریکی تابلو مولدهای برق اضطراری دستی دارای تنوع است اما اصول کار کردن آنها شبیه همان مواردی است که اشاره شد. فقط تفاوت در افزایش حفاظت تجهیزات در مقابل خطاهای الکتریکی است. یک نمونه از تابلو برق اضطراری در شکل ۲۲ نشان داده شده است.



شکل ۲۲- اتصال موتور ژنراتور به تابلو برق اصلی



تابلو برق اضطراری دستی شکل ۲۲ را اجرا کنید. سپس با قطع برق شهر و راه‌اندازی و اتصال مولد برق اضطراری مصرف کننده‌ها را به ترتیب وارد مدار کنید. ویژگی‌های این مدار راه‌اندازی را گزارش نمایید.



شکل ۲۳- تابلوی برق اضطراری دستی

کار عملی ۴



مدار الکتریکی تابلو برق اضطراری دستی شکل ۲۳ را بررسی نمایید و ویژگی‌های آن را گزارش کنید.

### – روش اتوماتیک:

مدار الکتریکی تابلو برق اضطراری اتوماتیک به گونه‌ای طراحی می‌شود که کلیه فرایندهای اتصال ژنراتور به مصرف کننده‌های الکتریکی به هنگام قطع برق شبکه سراسری و بعد از راه‌اندازی موتور توسط کلیدهای قابل برنامه‌ریزی موسوم به «PLR» انجام می‌شود. بدیهی است با برقراری برق شبکه سراسری اتصال ژنراتور از مصرف کننده‌های الکتریکی قطع و کلیه مصرف کننده‌ها به شبکه وصل می‌شوند.

## ارزشیابی شایستگی برق اضطراری

### استاندارد عملکرد: اتصال مولد برق اضطراری در فضای باز

#### شاخص‌ها:

تسلط بر مشخصات فنی مولد  
راه‌اندازی مولد برق اضطراری (موتور - ژنراتور)  
برآورد توان مصرف و انتخاب توان مولد  
اتصال موتور ژنراتور به مصرف‌کننده

#### شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

شرایط: فضای مناسب - ابزار مناسب - مدت زمان متناسب با حجم کار  
ابزار و تجهیزات: ابزار عمومی سیم‌کشی برق - مولد برق اضطراری بنزینی - کابل و اتصالات - کلید Change Over - مصرف‌کننده - لباس کار

#### معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	نصب و راه‌اندازی موتور - ژنراتور	۲	
۲	نصب کلید Change Over	۱	
۳	برآورد مصرف‌کننده و انتخاب توان مولد	۲	
۴	کاتالوگ‌خوانی و تفسیر اطلاعات مولد برق اضطراری	۱	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: کسب اطلاعات، کار تیمی، مستندسازی، ویژگی شخصیتی	۲	
	میانگین نمرات		*

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.

## واحد یادگیری ۲

### انرژی های تجدید پذیر (نصب سامانه فتوولتاییک)

#### آیا می دانید

- انرژی تجدید پذیر و تجدید ناپذیر با یکدیگر چه تفاوتی دارد؟
- کشور ایران در تولید برق خورشیدی (فتوولتاییک) دارای چه پتانسیلی است؟
- سامانه فتوولتاییک چه کاربردهایی دارد؟
- برق تولید شده توسط سامانه فتوولتاییک قابل اتصال به شبکه برق سراسری است؟

#### استاندارد عملکرد

پس از اتمام این واحد یادگیری هنرجویان قادر خواهند بود مشخصه فنی قطعات سامانه فتوولتاییک را تفسیر کنند و نصب قطعات سامانه فتوولتاییک را با توجه به منطقه محل نصب انجام دهند. سامانه فتوولتاییک در تولید انرژی الکتریکی پاک، برق اماکن و مناطق دور از شبکه برق سراسری، چراغ های راهنمایی رانندگی، روشنایی فضاهای سبز و پارک ها و ایستگاه های مخابراتی بین راهی و نظایر آن کاربرد دارد.

#### مقدمه

افزایش مصرف انرژی و محدودیت منابع سوخت های فسیلی تأمین کننده انرژی، سالم نگهداشتن محیط زیست، کاهش آلودگی هوا، محدودیت های برق رسانی برای نقاط و روستاهای دور افتاده، استفاده از انرژی های نو یا تجدید پذیر را ضروری می نماید. انرژی های تجدید پذیر مثل انرژی باد، انرژی خورشید، هیدروژن، انرژی های زمین گرمایی و زیست توده می تواند در آینده جایگاه ویژه ای در تولید انرژی الکتریکی داشته باشد. به نظر شما کشور ایران پتانسیل کدام یک از انرژی های تجدید پذیر را دارد؟

#### انواع منابع انرژی

منابع انرژی که در صورت مصرف کم نشده و در مدت کوتاه دوباره احیا می شود اصطلاحاً تجدید پذیر گفته می شود و منابعی که در مدت کوتاه پس از مصرف بوجود نمی آید تجدید ناپذیر نام دارد. در جدول شماره ۱، منابع انرژی تجدید پذیر و تجدید ناپذیر، معرفی شده است.

## جدول ۱ - منابع انرژی

منابع انرژی	
منابع انرژی تجدید ناپذیر: منابعی که در هر صورت مصرف می‌شود و در مدت کوتاه دوباره به وجود نمی‌آیند.	منابع انرژی تجدید پذیر: منابعی که در هر صورت مصرف منبع اصلی کم نشده و در مدت کوتاه دوباره احیای می‌شوند.
نفت و گاز - زغال سنگ، اورانیوم، سوخت‌های فسیلی	باد و خورشید، زمین گرمایی، زیست توده، امواج دریا
پیامدها: مشکلات زیست محیطی، افزایش گازهای گلخانه‌ای و گرمای زمین، آلودگی هوا و آبها، تمام شدن این منابع	پیامدها: اشتغال‌زایی، افزایش رفاه، سلامت محیط زیست، منبع انرژی رایگان، تولید انرژی آسان، کاهش آلودگی هوا و رفع محدودیت برق رسانی در نقاط و روستاهای دوردست مناطق کشور، اشتغال‌زایی بیشتر نسبت به استفاده از منابع فسیلی

در شهرهای اشاره شده در جدول ۲، کدام یک از منابع انرژی تجدیدپذیر در تولید انرژی مورد استفاده قرار گرفته است؟

تمرین



## جدول ۲ - منابع انرژی در شهرهای مختلف

شهر	استان	منبع انرژی	دلیل انتخاب
منجیل	گیلان	انرژی باد	منطقه کوهستانی و بادخیز
مشکین شهر	اردبیل		
یزد	یزد		
مسجد سلیمان	خوزستان		
تهران	تهران	زیست توده	



در مورد تأثیرگذاری انواع مختلف منابع انرژی بر روی محیط زیست با هم کلاسی‌های خود بحث کنید و با توجه به نتایج بحث کلاسی، جدول شماره ۳ را کامل نمایید.

تمرین

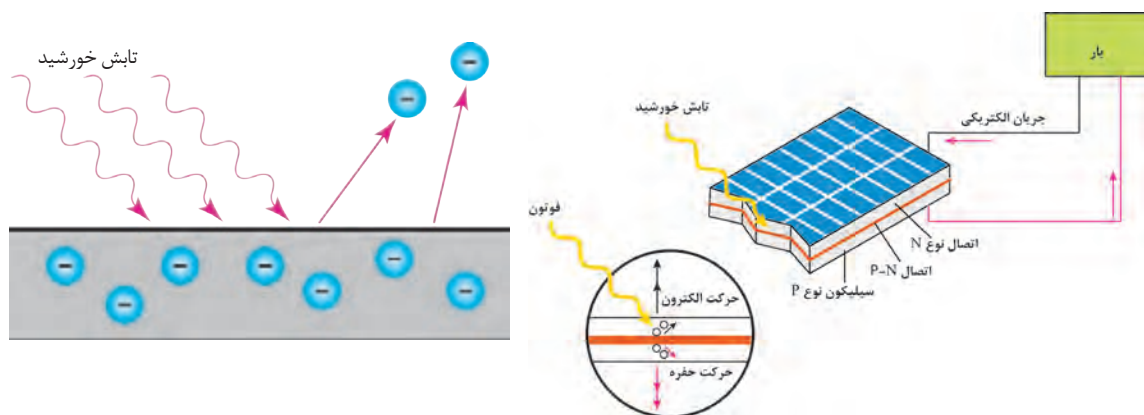


جدول ۳- تأثیرات انرژی بر محیط و اقلیم

انواع منبع	منابع انرژی	حیات وحش	آلودگی هوا	تغییر اقلیم	نمونه تأثیرگذاری
تجدیدناپذیر	زغال سنگ	بسیار زیاد			اثرات محیطی معادن زغال سنگ
	نفت خام و فرآورده های نفتی		متوسط تا زیاد		
	گاز طبیعی				
تجدیدپذیر	هسته ای	زیاد			نیروگاه هسته ای چرنوبیل
	زیست توده		کم تا متوسط		
	باد			خیلی کم	
	خورشید				
	زمین گرمایی	نزدیک صفر		کم	

## تعریف فتوولتاییک

پدیده ای که در اثر آن و بدون استفاده از عملیات مکانیکی انرژی تابشی خورشیدی به انرژی الکتریکی تبدیل شود. ذرات فوتون نور بعد از برخورد به صفحه کریستالی باعث حرکت الکترون ها و جریان الکتریکی می شود (شکل ۱).



شکل ۱- پدیده فتوولتاییک

## جایگاه فتوولتایک در ایران



کشور ایران از تابش مناسبی در میان دیگر کشورها برخوردار است. متخصصان این فناوری معتقدند با وجود ۳۰۰ روز آفتابی در بیش از دو سوم سال و متوسط تابش ۴/۵ تا ۵/۵ کیلووات ساعت بر متر مربع در روز، ایران یکی از کشورهای با پتانسیل بالا در این زمینه معرفی شده است. برخی از کارشناسان انرژی خورشیدی گام را از این هم فراتر نهاده و ادعا می‌کنند که در صورت تجهیز بیابان‌های ایران به سامانه‌های دریافت انرژی تابشی می‌توان انرژی مورد نیاز بخش‌های بزرگی از منطقه را تأمین کرد. در شکل ۲، میزان تابش خورشیدی در مناطق مختلف نشان داده شده است.



شکل ۲- اطلس تابش خورشید ایران

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

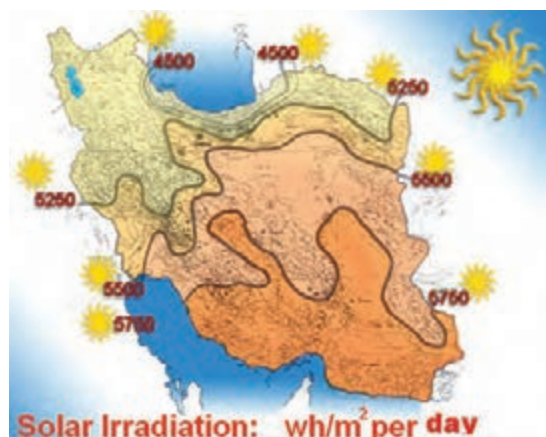
تحقیق کنید



کشور ایران در بین مدارهای ۲۵ تا ۴۵ درجه عرض شمالی قرار گرفته است و در منطقه‌ای واقع شده که به لحاظ دریافت انرژی خورشیدی در بین نقاط جهان در بالاترین رده‌ها قرار دارد. معمولاً برای سیستم‌های فتوولتایک شرایط استاندارد با قدرت تابش خورشید برابر  $1000 \text{ W/m}^2$  و دمای محیط برابر ۲۵ درجه سانتی‌گراد تعریف می‌شود. با توجه به مشخصات محیطی محل نصب، باید پارامترهای مشخصه برای محل مورد نظر مطابقت داده شود. شدت تابش، با معیار دیگری به نام PSH تعریف شده، که برابر با تعداد ساعاتی است که در آن میزان انرژی تابش خورشید برابر  $\text{kWh/m}^2$  است به عبارت دیگر هر  $1 \text{ kWh/m}^2$  برابر یک PSH است. (شکل ۳).

۱. PSH: Peak Solar Hours ساعات اوج تابش خورشیدی





شکل ۳- میزان انرژی تابش خورشید در روز

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

تمرین

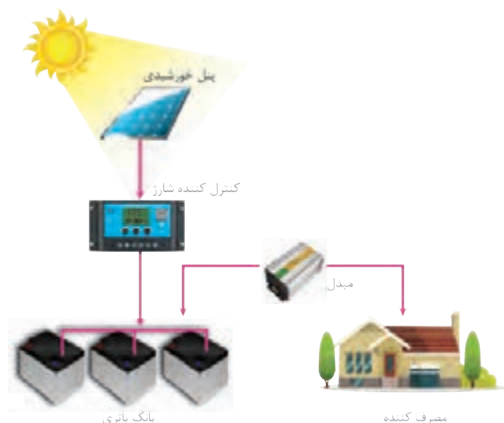


بر اساس گزارش آژانس بین المللی انرژی تجدیدپذیر، صنعت فتوولتائیک بیشترین اشتغال را در میان فناوری‌های تجدیدپذیر ایجاد نموده است.

## سامانه فتوولتائیک

سامانه فتوولتائیک مجموعه‌ای از تجهیزاتی است که با استفاده از نور خورشید، انرژی الکتریکی تولید می‌کند (شکل ۴). این اجزا عبارت‌اند از:

- مدول خورشیدی
- باتری
- کنترل کننده شارژ
- اینورتر (مبدل)



شکل ۴\_ اجزای تشکیل دهنده سامانه فتوولتائیک

– انواع روش‌های استفاده از سامانه‌های فتوولتائیک:

- سامانه مستقل از شبکه (Stand Alone):
- سامانه متصل به شبکه (Grid Connected):
- این سامانه از شبکه برق سراسری مجزا است.
- این سامانه به شبکه برق سراسری متصل است.



با استفاده از شکل ۵ چه تفاوت هایی بین این دو نوع سامانه دیده می شود؟ در مورد آنها بحث کنید.



ب- سامانه فتوولتاییک مستقل از شبکه

شکل الف- سامانه فتوولتاییک متصل به شبکه

شکل ۵- سامانه متصل به شبکه و مستقل از شبکه

## صفحات مبدل انرژی خورشیدی به انرژی الکتریکی

صفحات مبدل انرژی خورشیدی از سلول، مدول، پنل و آرایه تشکیل می شود. از اتصال چند سلول، مدول و از کنار هم قرار گرفتن مدول پنل شکل می گیرد. با اتصال سری و موازی پنل، آرایه های خورشیدی ساخته می شود (شکل ۶).

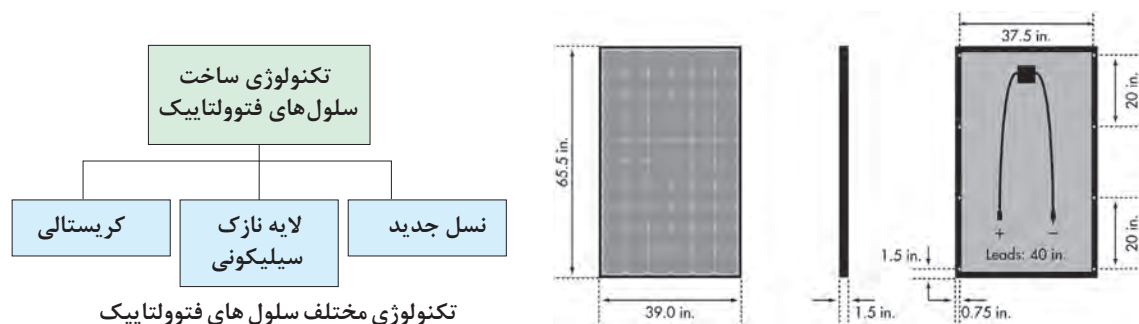


شکل ۶- اجزای مختلف آرایه خورشیدی



## – ساختمان سلول های فتوولتاییک

سیلیکون یکی از فراوان ترین عناصر موجود در کره زمین در حال حاضر است. این عنصر یک نیمه هادی بسیار مناسب برای استفاده در سیستم های فتوولتاییک است. سلول های کریستالی سیلیکون، بسته به این که ویفرهای سیلیکونی به چه روش ساخته می شوند، به دو دسته کلی تقسیم بندی می شوند: مونوکریستال سیلیکونی و پلی کریستال سیلیکونی. دسته دیگر از سلول های کریستالی شامل گالیم آرسناید است. بیشترین آرایه های فتوولتاییک از نوع سیلیکونی است. در زیر انواع تکنولوژی ساخت سلول فتوولتاییک آورده شده است. استانداردهای<sup>۱</sup> IEC۶۱۲۱۵, IEC۶۱۷۳۰ مشخصات فیزیکی پنل ها را معرفی می کند (شکل ۷).



شکل ۷- ابعاد مدول خورشیدی و تکنولوژی آن

در مورد انواع دیگر فناوری ساخت سلول های فتوولتاییک تحقیق و به کلاس درس ارائه کنید.

تمرین

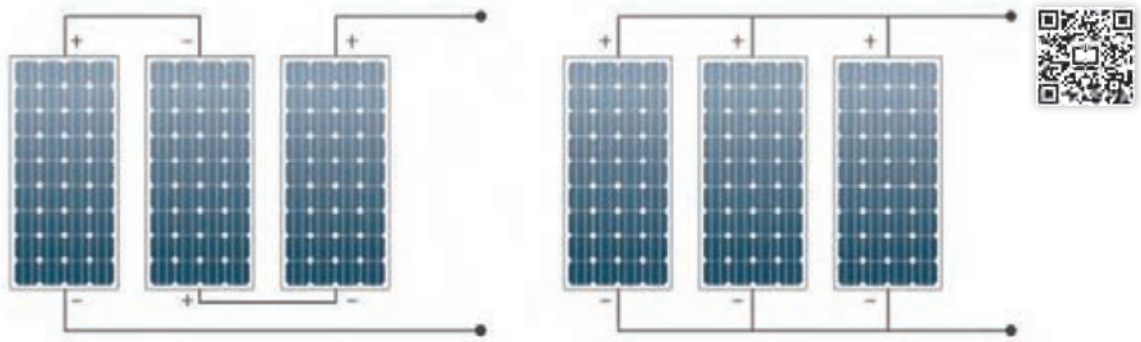


با اتصال چند سلول خورشیدی به صورت سری و موازی، مطابق شکل مقدار ولتاژ خروجی را در موقعیت های مختلف نور در روز امتحان کنید. اگر در اتصال سری موازی سلول ها، پلاریته مثبت و منفی درست رعایت نشود چه اتفاقی می افتد؟ (شکل ۸)

فعالیت



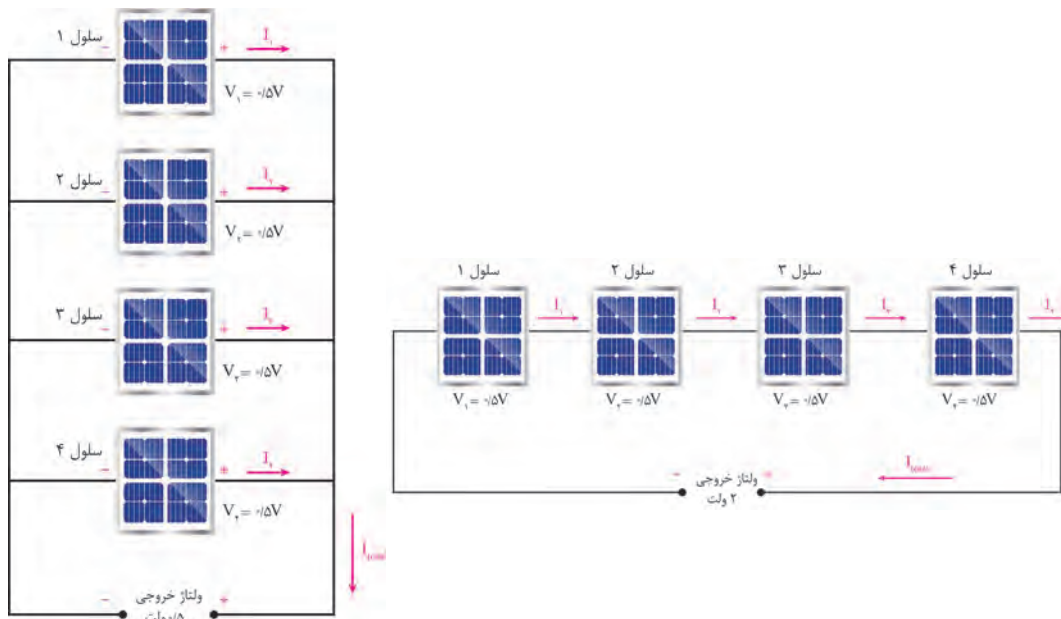
۱. IEC: International Electro technical Commission



شکل ۸ - اتصال سری - موازی سلول‌های خورشیدی

### - اتصال سری - موازی مدول‌های خورشیدی

اتصال سلول‌های خورشیدی مانند پیل‌های الکتریکی است. اتصال موازی با هدف تولید جریان بیشتر و اتصال سری برای ایجاد ولتاژ بیشتر انجام می‌شود. ولتاژ و جریان خروجی مدول‌ها و آرایه‌ها از نوع مستقیم (DC) است (شکل ۹).



شکل ۹ - اتصال سری و موازی سلول‌ها

انرژی الکتریکی با استفاده از نور خورشید، تجدیدپذیر، بدون آلودگی و بی صدا است.

## – مشخصات مدول خورشیدی

مدول خورشیدی دارای مشخصات فنی مهمی است که در طراحی سیستم‌های فتوولتاییک مدنظر قرار می‌گیرد مهم‌ترین این پارامترها به شرح زیر است :

### توان خروجی :

برای یک نیروگاه کوچک خورشیدی مناسب است.

- ولتاژ و جریان ماکزیمم خروجی
- ولتاژ مدار باز (VOC)
- جریان اتصال کوتاه (ISC)
- راندمان مدول

در شکل ۱۰ 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؟

تمرین



### Electrical Properties (STC\*)

Module Type	320 W	315 W	310 W	305 W
MPP Voltage (Vmpp)	33.6	33.2	32.8	32.5
MPP Current (Impp)	9.53	9.50	9.45	9.39
Open Circuit Voltage (Voc)	40.9	40.6	40.4	40.1
Short Circuit Current (Isc)	10.05	10.02	9.96	9.93
Module Efficiency (%)	19.5	19.2	18.9	18.6
Operating Temperature (°C)	-40 – +90			
Maximum System Voltage (V)	1000			
Maximum Series Fuse Rating (A)	20			
Power Tolerance (%)	0 – +3			

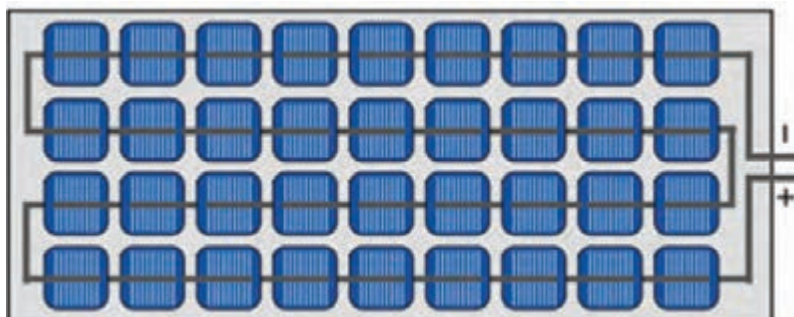
\* STC (Standard Test Condition): Irradiance 1000 W/m<sup>2</sup>, Module Temperature 25 °C, AM 1.5

شکل ۱۰- کاتالوگ یک مدول خورشیدی



In a typical module, 36 cells are connected in series to produce a voltage sufficient to charge a 12V battery. most modules contain 36 solar cells in series. This gives an open-

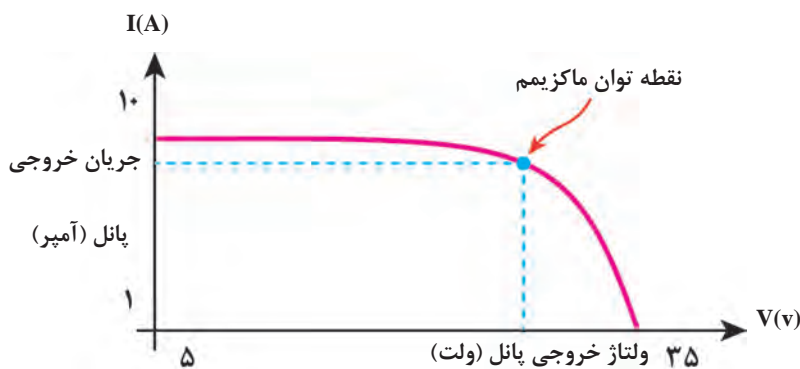
A typical module has, 36 cells are connected in series



circuit voltage of about 21V under standard test conditions, and an operating voltage at maximum power and operating temperature of about 17 or 18 V. The remaining excess voltage is included to account for voltage drops caused by other elements of the PV system, including operation away from maximum power point and reductions in light intensity.

### – منحنی جریان – ولتاژ و توان ماکزیمم

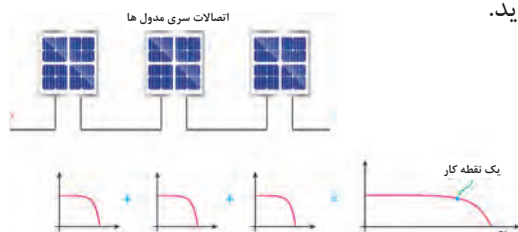
در سامانه‌های فتوولتائیک با اتصال سری – موازی مدول‌های خورشیدی با توجه به توان خروجی موردنظر می‌توان به ولتاژ و جریان دهی مورد نظر دست یافت. سامانه‌های خورشیدی منفصل از شبکه در قسمت ولتاژ مستقیم با ۳ نوع ولتاژ ۱۲، ۲۴ و ۴۸ ولت ساخته می‌شود در صورتی که در سامانه‌های خورشیدی متصل به شبکه ماکزیمم ولتاژ مستقیم خروجی سامانه حدود ۶۰۰ ولت است. برای دستیابی به ولتاژ بالا مدول‌های خورشیدی با یکدیگر سری می‌شوند. اتصال مدول‌ها باید به نحوی باشد تا در منحنی مشخصه جریان / ولتاژ یک نقطه برای توان ماکزیمم وجود داشته باشد (شکل ۱۱).



شکل ۱۱- منحنی جریان ولتاژ مدول خورشیدی



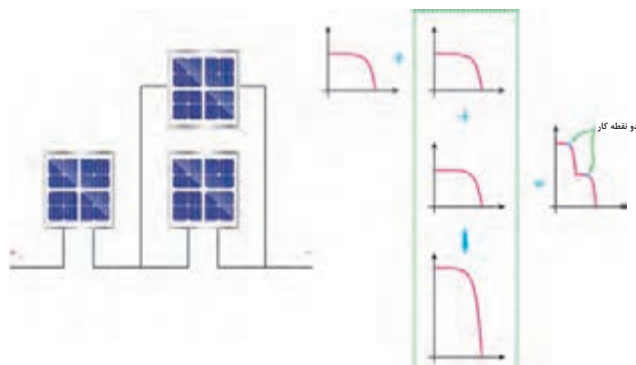
اگر مدول‌های خورشیدی به نحو صحیح با یکدیگر سری شوند در نهایت نقطه توان ماکزیمم جدید و درستی به دست می‌آید. به عنوان مثال مطابق شکل ۱۲ با سری کردن ۳ مدول خورشیدی منحنی جریان ولتاژ جدید و توان ماکزیمم جدید به دست می‌آید.



شکل ۱۲ - اتصال سری ۳ مدول خورشیدی و مشخصه نهایی با یک نقطه توان ماکزیمم

جریان ولتاژ دو نقطه توان ماکزیمم را نشان می‌دهد و اتصال نادرست است. برای رفع این مشکل ابتدا تا رسیدن به حداکثر ولتاژ مجاز مدول‌ها با هم سری می‌شوند و در نهایت مدول‌های باقیمانده به صورت موازی با مدول‌های سری شده نصب می‌شوند.

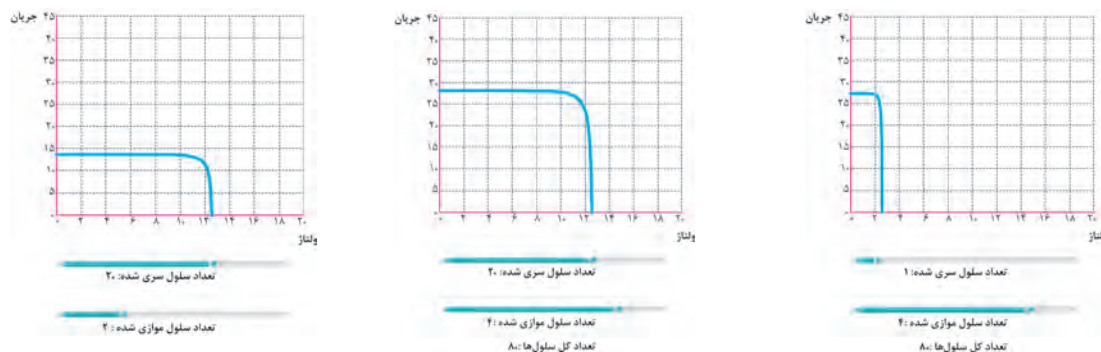
ایجاد ۲ نقطه توان ماکزیمم در یک سیستم خورشیدی به معنای اتصال نادرست است و باعث افت شدید بازدهی و خطا در سیستم کنترل آن می‌شود. در شکل ۱۳ به دلیل اینکه ۲ مدول موازی شده جریان دهی متفاوتی نسبت به مدول دیگر دارند در نهایت منحنی



شکل ۱۳ - اتصال نادرست منجر به دو نقطه توان ماکزیمم شده است.

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 (شکل ۱۴).

سؤال



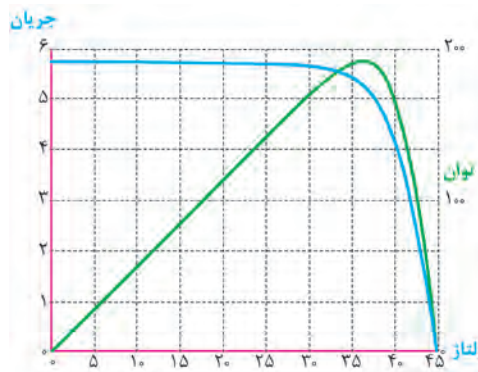
شکل ۱۴ - منحنی ولتاژ جریان



شکل ۱۵ منحنی جریان ولتاژ یک مدول آمپر و ولتاژی برابر ۳۵ ولت خواهد داشت. مقدار خورشیدی را نشان می‌دهد. در یک نقطه کار توان دهی مدول‌های خورشیدی و جریان دهی این منحنی نشان می‌دهد سلول در دمای  $25^{\circ}C$  آنها به میزان نور خورشید و دمای محیط و دمای در توان دهی حدود  $192\text{ W}$  جریانی معادل  $5/5$  روی صفحه بستگی دارد.

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

سؤال



شکل ۱۵- منحنی ولتاژ - جریان و توان یک مدول

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

سؤال



کار عملی شماره ۱



هدف: نقطه کار مدول خورشیدی و ساختن بار مناسب تجهیزات:

- مدول خورشیدی یک عدد
- ولت متر و آمپر متر یک عدد
- لامپ خودرو (۱۲ ولتی) چند عدد
- مقاومت اهمی آجری چند عدد
- کاغذ شطرنجی یک برگ

### مراحل کار

الف (نقطه کار): ابتدا با در نظر گرفتن شرایط STC مدول خورشیدی را در راستای تابش نور خورشید قرار دهید و مقدار ولتاژ DC خروجی آن را اندازه‌گیری کنید. این مقدار را با مقدار ولتاژ Voc روی پلاک مدول مقایسه کنید (شکل ۱۵-۱).



شکل ۱۵-۱ اندازه‌گیری ولتاژ بی‌باری

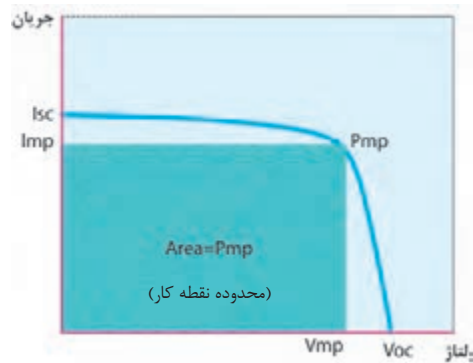
در مرحله بعدی مولتی‌متر را به حالت اندازه‌گیری جریان (معمولاً تا ۱۰A) ببرید و در همان شرایط قبلی مقدار جریان اتصال کوتاه (ISC) را اندازه‌گیری کنید. این مقدار حک شده را روی پلاک مدول خورشیدی مطابقت دهید (شکل ۱۵-۲).



شکل ۱۵-۲ اندازه‌گیری جریان اتصال کوتاه

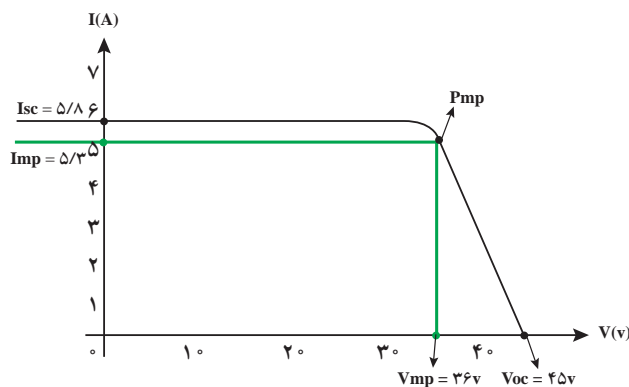
اکنون با رسم محور  $X$  و  $Y$  روی صفحه کاغذ شطرنجی محور افقی را برای ولتاژ و محور عمودی را برای جریان تقسیم‌بندی نمائید و مقادیر ولتاژ مدار باز و جریان اتصال کوتاه را مشخص کنید. توجه: مقدار ولتاژ نقطه کار حدود ۸۰ درصد ولتاژ مدار باز و جریان نقطه کار حدود ۹۰ درصد جریان اتصال کوتاه است.

برای پیدا کردن نقطه کار ابتدا ولتاژ نظیر توان ماکزیمم  $V_{mp}$  را به دست آورید ( $V_{mp} = 0.8V_{oc}$ ) و در ادامه مقدار جریان ماکزیمم نظیر توان  $I_{mp}$  را محاسبه کنید ( $I_{mp} = 0.9I_{sc}$ ) سپس با ترسیم یک پاره خط به موازات محور جریان منحنی تقریبی را قطع کنید و از نقطه به دست آمده موازی محور ولتاژ رسم کنید تا محور عمودی را در نقطه  $I_{mp}$  قطع کند. مربع به دست آمده ناحیه توان ماکزیمم مدول خورشیدی  $P_{mp}$  است.



شکل ۱۶- مربع توان ماکزیمم

مشابه شکل ۱۶ در صفحه شطرنجی داده شده با رعایت اندازه‌ها نقطه کار مدول را به دست آورید. مقدار توان ماکزیمم را از رابطه زیر به دست آورید و با مقدار روی پلاک مدول خورشیدی مقایسه کنید. آیا تفاوت کمی ملاحظه می‌شود؟ چرا؟  
 $P_m = V_{mp} \times I_{mp}$   
 طبیعی است که بیشترین توان مدول خورشیدی به مقدار بار نیز بستگی دارد و طبق قانون اهم این بار از تقسیم ولتاژ ماکزیمم بر جریان ماکزیمم به دست می‌آید. به طور مثال، یک مدول PV با حداکثر ولتاژ  $35/8$  ولت و جریان  $4/89A$  مقاومت بار مورد نیاز برای کار این مدول در حداکثر قدرت برابر  $7/32 \Omega$  خواهد بود. در شکل ۱۷ منحنی جریان ولتاژ آورده شده است.



شکل ۱۷- منحنی جریان ولتاژ و به دست آوردن نقطه کار



نقطه کار مدول خورشیدی را با جریان اتصال کوتاه ۵/۴۸ آمپر و ولتاژ بی باری ۴۵ ولت مطابق شکل ۱۷ به دست آورید.

### ب (بار مناسب):

برای عملکرد مدول خورشیدی در توان ماکزیمم باید بار مناسب جریان ماکزیمم خروجی انتخاب شده باشد. برای انتخاب بار از مقاومت اهمی آجری (توان بالا) یا لامپ خودرو استفاده کنید (شکل ۱۸).



شکل ۱۸- مصرف کننده

تعداد لامپ یا مقاومت را به اندازه‌ای تغییر دهید تا جریان دریافتی از مدول خورشیدی برابر جریان Imp باشد. اکنون مقاومت بار را اندازه بگیرید و یادداشت کنید. مقدار این بار، بار بهینه‌ای است که بیشترین توان را از مدول خورشیدی دریافت می‌کند.

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



### کار عملی شماره ۲

#### هدف :

تأثیر متغیرهای دما، زاویه نصب و سایه بر نقطه کار مدول خورشیدی تجهیزات :

- مدول خورشیدی یک عدد
- ولت متر و آمپرمتر یک عدد
- لامپ خودرو (۱۲ ولتی) چند عدد
- مقاومت اهمی آجری چند عدد
- کاغذ شطرنجی یک برگ

#### مراحل کار

#### الف: ریختن آب روی مدول:

کار عملی نقطه کار رابه این صورت تکرار کنید. یکی از اعضای گروه روی مدول آب خنک بریزد و نفر دیگر ولتاژ خروجی را بررسی کند. اثر خنک شدن صفحه مدول خورشیدی را به کمک دماسنج ، مثلاً نصب دماسنج نواری (شبهه تب سنج کودکان) پشت مدول دنبال کنید. نفر سوم کاهش دما را بررسی کند. (شکل ۱۹).



شکل ۱۹- کاهش دما

سؤال



تحقیق کنید



آیا با کاهش دما، ولتاژ بی‌باری بیشتر می‌شود؟ چقدر؟

هنگام نصب آرایه های خورشیدی روی سقف شیروانی، فاصله حدود ۱۰ سانتیمتر بین سقف و آرایه وجود دارد. دلیل این کار چیست؟



شکل ۲۰- تغییر زاویه

ب: تغییر زاویه مدول: زاویه نصب مدول خورشیدی را نسبت به خط افق تغییر دهید و مقدار ولتاژ بی‌باری را در وضعیت های مختلف یادداشت کنید (شکل ۲۰).

پ: ایجاد سایه روی مدول

مدول خورشیدی را در وضعیت ثابتی با نقطه کار مناسب قرار دهید. با ایجاد سایه روی صفحه مدول، تأثیر آن بر خروجی الکتریکی مدول را بررسی کنید (شکل ۲۱).



ب) ولتاژ بی‌باری

الف) جریان اتصال کوتاه

شکل ۲۱- اثر سایه

در چه وضعیتی بیشترین ولتاژ بی‌باری و بیشترین جریان اتصال کوتاه ایجاد می‌شود؟

سؤال



سؤال



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

نتایج به دست آمده در این کار عملی را در دفتر گزارش کار ثبت کنید. مقادیر به دست آمده را با دیگر گروه‌ها مقایسه کنید.

فعالیت



## مزایا و محدودیت های تأمین انرژی الکتریکی با سیستم فتوولتائیک

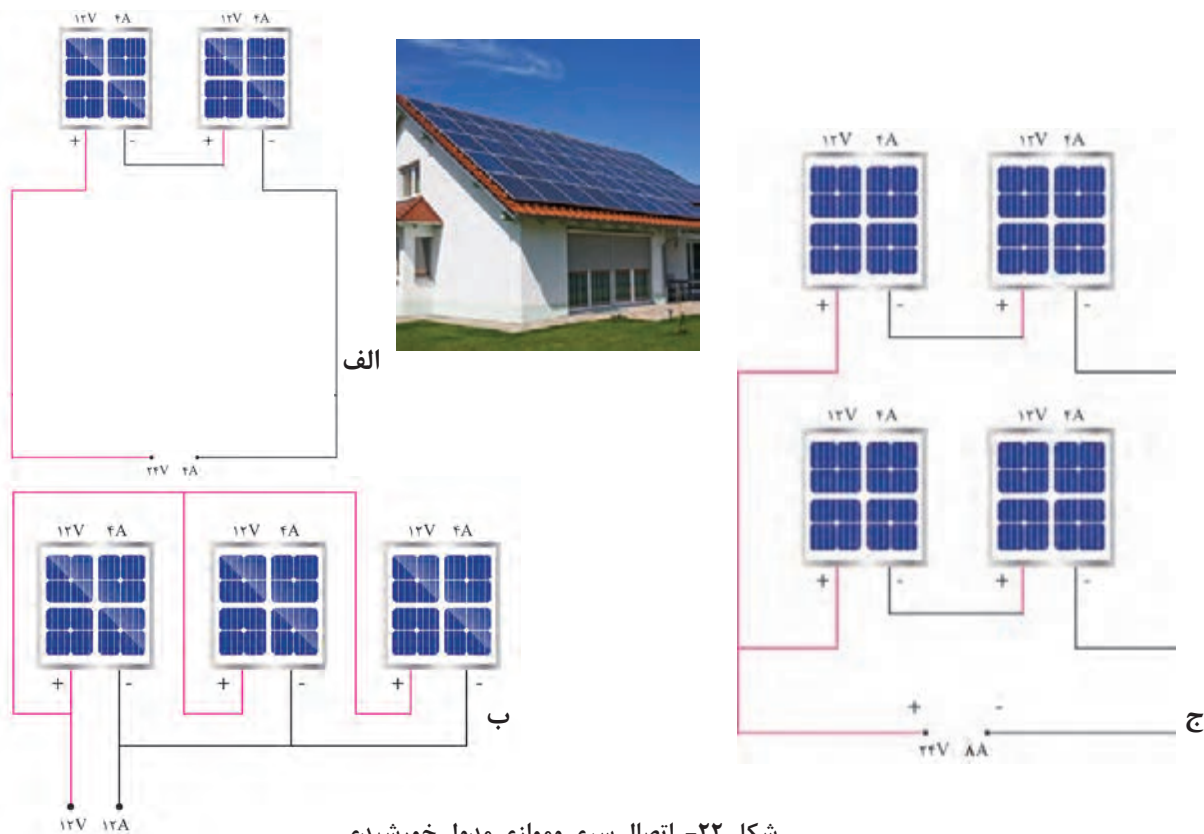
اگرچه تولید انرژی الکتریکی با این سیستم‌ها مزایای بسیار زیادی دارد ولی محدودیت‌هایی نیز برای کاربرد آنها می‌توان برشمرد در جدول ۴ به این مزایا و محدودیت‌ها اشاره شده است.

#### جدول ۴- مزیت ها و محدودیت های انرژی تجدیدپذیر

محدودیت ها	مزایا
<ul style="list-style-type: none"> <li>• بالا بودن هزینه سرمایه گذاری اولیه</li> <li>• وابستگی سامانه به تابش خورشید</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• تبدیل مستقیم انرژی تابشی به انرژی الکتریکی</li> <li>• عدم نیاز به مصرف سوخت فسیلی و یا اتصال به شبکه سراسری برق</li> <li>• عدم ایجاد آلودگی صوتی و زیست محیطی</li> <li>• قابلیت تولید در محل مصرف با توان های مختلف، متناسب با نیاز مصرف کننده</li> <li>• تأمین انرژی الکتریکی نقاط دور افتاده، خارج از شبکه سراسری برق و صعب العبور</li> <li>• سهولت در نصب و راه اندازی</li> <li>• امکان نصب بر نما و یا روی سقف خانه ها و توانایی ذخیره سازی انرژی در باتری</li> <li>• سهولت در بهره برداری</li> <li>• حداقل نیاز به تعمیر و نگهداری</li> <li>• طول عمر مناسب و قابلیت اعتماد بالا</li> </ul>

مقدار توان خروجی را در سه حالت (الف، ب و ج) شکل ۲۲ به دست آورید. کدام اتصال توان خروجی بیشتری دارد؟ اگر تعداد ۶۰ مدول (۴A/۱۲V) روی بام خانه در ۵ ردیف سری شده باشد توان خروجی آن چند کیلو وات خواهد بود (شکل ۱۶)؟

تمرین

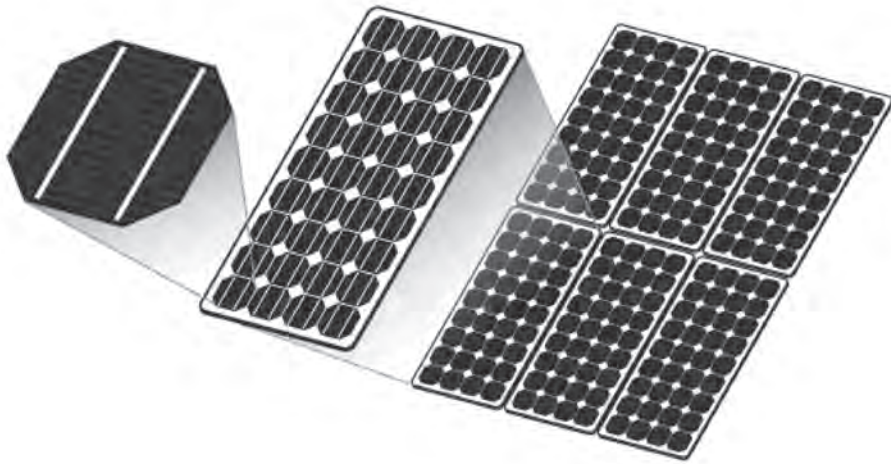


شکل ۲۲- اتصال سری و موازی مدول خورشیدی





در شکل ۲۳ نام هر قسمت را بنویسید.



شکل ۲۳- صفحات خورشیدی

## کاربردهای مختلف انرژی خورشیدی

تولید برق از انرژی خورشیدی کاربردهای مختلفی دارد که به بعضی از آنها اشاره می‌شود.

- روشنایی خورشیدی
- نیروگاه برق مستقل از شبکه مثل تغذیه برق منزل مسکونی، ویلا، تأمین برق محل کار (مدارس، هنرستان‌ها و نظایر آن)
- سیستم برق خورشیدی پمپ چاه آب
- سیستم تغذیه ایستگاه‌های بین راهی، مخابراتی، چراغ‌های راهنمایی و رانندگی
- سامانه‌های متصل به شبکه



نیروگاه برق خورشیدی نصب شده به ظرفیت ۳kw در یک هنرستان فنی و حرفه ای در شکل ۲۴ نشان داده شده است. برآورد کنید این توان روشنایی حدوداً چه بخشی از کارگاه یا کلاس درس را می‌تواند تأمین کند؟



شکل ۲۴- نیروگاه برق خورشیدی نصب شده به ظرفیت ۳kw  
در هنرستان فنی و حرفه ای شهید بهشتی دزفول

دو نمونه کاربردهای مختلف انرژی خورشیدی در تولید برق در شکل ۲۵ نشان داده شده است. کاربردهای دیگری مانند شکل ۲۶ را نام ببرید.

فعالیت



روشنایی و برق روستایی

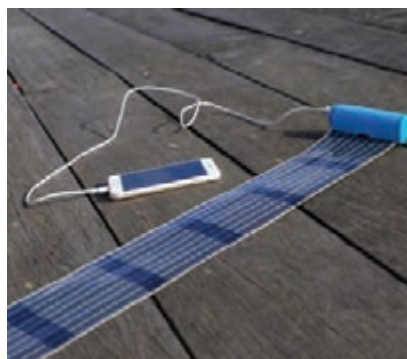


تأمین برق چاه آب

شکل ۲۵- کاربرد متداول فتوولتاییک



ب



الف

شکل ۲۶- کاربرد جدید فتوولتاییک



### هدف

اندازه‌گیری پارامترهای الکتریکی یک یا چند مدول خورشیدی

### تجهیزات مورد نیاز

- مدول خورشیدی حداقل ۵۰ وات
- ولت متر و آمپر متر
- کابل و سیم‌های رابط MC۴
- مصرف کننده (بار)

شکل ۲۷- انجام کار عملی و اندازه‌گیری ولتاژ خروجی

### مراحل کار

ابتدا مانند شکل ۲۷ مدول خورشیدی را توسط یک پایه مناسب در مسیر قرارگیری منبع نور تنظیم نمایید. قبل از اتصال مدول به بار الکتریکی غیرموتوری (مثل لامپ)، دستگاه‌های اندازه‌گیری را ببندید. برای اتصال مدول خورشیدی از کانکتور MC۴ استفاده کنید (شکل ۲۸).



شکل ۲۸- اتصال کانکتور MC۴

در این مرحله با قرار دادن کلید در حالت قطع، مدار الکتریکی آماده شده را با رعایت قطب‌های مثبت و منفی به مدول خورشیدی متصل کنید. با وصل کلید مدار ۵ را تکمیل کنید. (نور کم و زیاد را با ایجاد سایه، یا کم و زیاد کردن نور پروژکتور توسط دیمر مناسب انجام دهید.)

### جدول ۵- توان در نور کم و زیاد

توان مدول خورشیدی $P=V.I$		جریان بار (DC)		ولتاژ بی باری (DC)	
نور زیاد	نور کم	نور زیاد	نور کم	نور زیاد	نور کم

**ایمنی**  
قبل از اتصال به مدار الکتریکی منبع نور را قطع کنید و بعد از بسته شدن مدار منبع نور را ایجاد کنید.

**تذکر**  
ولتاژ خروجی مدول به عوامل دیگری مثل تمیزی روی صفحه و دمای محیط بستگی دارد.  
با اتصال یک مقاومت اهمی  $100 \Omega$  (آجری) با توان بالا به مدول خورشیدی جریان و ولتاژ مقاومت اهمی را ثبت کرده و توان مدول خورشیدی را بدست آورید و در جدول ۶ ثبت کنید.

### جدول ۶- توان مدول خورشیدی

توان خروجی $P=V.I$	جریان خروجی مقاومت	ولتاژ دو سر مقاومت



شکل ۲۹- کاربرد دیگر فتولتاییک

### توجه

توان خروجی مدول های فتولتاییک برحسب وات با خطایی تقریباً برابر  $\pm 5\%$  بیان می شود این توان بر اساس دمای  $25$  درجه سانتی گراد برای سلول ها در نظر گرفته می شود. بنابراین، برای مدول فتولتاییک  $265$  وات، بیشترین میزان کاهش در توان خروجی، حدود  $13/25$  وات خواهد بود.

در شکل ۲۹ با استفاده از سیستم فتولتاییک چه کاری انجام می شود؟

فعالیت





## هدف:

اتصال ناسازگار مدول های خورشیدی و پیدا کردن عامل ناسازگار

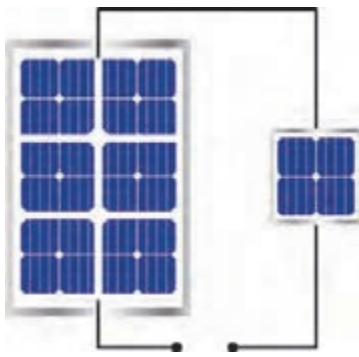
## تجهیزات:

$P_{mpp1} = 100W$	دو عدد	مدول خورشیدی در توان های مختلف
$V_{mpp1} = 20V$ (مدول شماره ۱)	یک عدد	ولت متر و آمپر متر
$I_{mpp1} = 5A$	چند عدد	لامپ خودرو (۱۲ ولتی)
$P_{mpp1} = 130W$	چند عدد	مقاومت اهمی آجری
$V_{mpp1} = 24V$ (مدول شماره ۲)	یک برگ	کاغذ شطرنجی
$I_{mpp1} = 5/4A$		

دو مدول خورشیدی با مشخصات ولتاژ و توان مختلف (نظیر نمونه داده شده) با یکدیگر یکبار سری و یکبار موازی کنید (شکل ۳۰).

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

سؤال



$$V_{MPPT} = 20 + 24 = 44V$$

$$I_{MPPT} = 5A$$

$$P_{MPPT} = 220W$$

## الف) اتصال سری

با اتصال سری این دو مدول متفاوت مقدار ولتاژها با یکدیگر جمع شده ولی جریان نهایی با جریان مدولی که جریان کمتر دارد برابر خواهد بود. پس به نظر می رسد در این اتصال پارامتر ناسازگار، جریان اتصال کوتاه (**Isc**) است.

با توجه نوع مدول موجود در کارگاه نقطه کار جدید را با نقطه کار تک تک مدول ها مقایسه کنید.

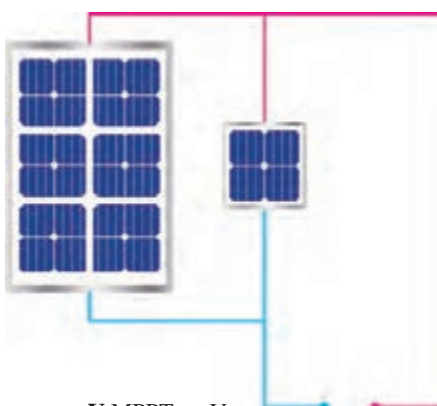
## ب) اتصال موازی

با اتصال موازی این دو مدول متفاوت ، مقدار جریان نهایی برابر جمع جریان هر مدول خواهد بود ولی ولتاژ نهایی اتصال با ولتاژ مدولی که مقدار کمتری دارد برابر است. پس به نظر می رسد در این اتصال پارامتر ناسازگار، ولتاژ بی باری (**Voc**) است.

با توجه به نوع مدول موجود در کارگاه ، در کدام حالت توان نهایی بیشتر است؟ چرا؟

توجه: در حالت اتصال مدول های مختلف پیدا کردن نقطه کار مشکل است.

ایمنی: کار عملی اتصال ناسازگار فقط با مدول خورشیدی بدون بار انجام شود.



$$V_{MPPT} = 20V$$

$$I_{MPPT} = 5 + 5/4 = 10/4A$$

$$P_{MPPT} = 208W$$

شکل ۳۰- اتصال های ناسازگار





چرا توان نهایی با مجموع توان دو مدول برابر نیست؟

نتایج به دست آمده در کار عملی اتصال ناسازگار را در دفتر گزارش کار خود ثبت کنید. مقادیر به دست آمده را با دیگر گروه‌ها مقایسه کنید.

## ذخیره سازی انرژی الکتریکی فتوولتاییک

سیستم های متصل به شبکه کاربرد دارد. در زمانی که تولید الکتریسیته سیستم فتوولتاییک بیشتر از بار (مصرف کننده) است، مازاد انرژی را در آن ذخیره می سازد. زمانی که نور خورشید در دسترس نباشد یا مقدار تولید انرژی سیستم خورشیدی کمتر از نیاز مصرف کننده باشد، باتری وارد مدار می شود و کمبود انرژی را جبران می سازد. بنابراین باتری باید قابلیت شارژ و دشارژ شدن مکرر را داشته باشد. باتری های استفاده شده در سیستم فتوولتاییک از نوع سیلد - اسید نیکل - کادمیم ولتیم یون است (شکل ۳۱).

ذخیره ساز، وظیفه ذخیره کردن انرژی الکتریکی را برعهده دارد. این انرژی ذخیره شده در مواقعی که نور خورشید وجود ندارد یا هنگام شب قابل استفاده خواهد بود.

ذخیره ساز سیستم فتوولتاییک معمولاً از نوع باتری است. سیستم باتری ممکن است همه یا بعضی از موارد زیر را نیز شامل شود:

۱- باتری.

۲- کنترل کننده شارژ باتری (کنترلر).

### - باتری

باتری هم در سیستم های مجزا از شبکه برق، هم



شکل ۳۱- باتری قابل شارژ و دشارژ

۳۱ باتری با ولتاژ ۱۲ V DC، جریان دهی ۸۰ آمپر ساعت و قابل شارژ و دشارژ برابر ۱۲۵۰ بار نشان داده شده است.

این باتری‌ها باید قابلیت شارژ و دشارژ مناسبی داشته باشند. مشخصه فنی باتری برحسب آمپر ساعت و توان خروجی آن شناخته می‌شود. در شکل





شکل ۳۲- اتصال مستقیم مدول به باتری

اگر مطابق شکل ۳۲ با فرض هم ولتاژ بودن باتری و مدول خورشیدی، مستقیماً به همدیگر وصل شوند چه پیامدی خواهد داشت؟

فعالیت



کنترل کننده شارژ واسطه بین مدول خورشیدی و باتری است. کنترل شارژ جریان و ولتاژ ورودی به باتری را تنظیم می‌کند. در شکل ۳۳ محل اتصال باتری و کنترل شارژ نشان داده شده است. کنترل شارژ یک خروجی نیز برای تغذیه مصرف کننده جریان مستقیم دارد.

### - دستگاه کنترل شارژ باتری

در سیستم‌های فتوولتائیک مستقل از شبکه برق، به منظور جلوگیری از تخلیه کامل باتری‌ها یا شارژ بیش از حد باتری به کار می‌رود. ولتاژ خروجی مدول با تغییر تابش خورشید تغییر می‌کند ولی ولتاژ باتری ثابت است.



شکل ۳۳- یک نمونه کنترل کننده شارژ باتری (اتصال و شمای فنی)



## کنترل شارژ و باتری (۲ و ۱) (زمان ۵۴:۱۲)



مشخصات فنی کنترل شارژ داده شده در کاتالوگ شکل ۳۴ را بررسی کنید.

Item No.	ECO-MPPT-20A
Rated system voltage	12V/24V DC
Max open circuit voltage of solar panel	15— 50V DC
Max solar panel power	300W 12V/ 600W 24V
Max output current	20A
Max discharge current	20A
Over discharge voltage	10.2—12.5V ( $\pm 0.2$ ) 12V/ 20.4—25.0V ( $\pm 0.2$ ) 24V
Restart voltage	10.3—13.5V ( $\pm 0.2$ ) 12V /20.5—27.0V ( $\pm 0.2$ ) 24V
Constant voltage (Over charge) voltage	13.0—15.5V ( $\pm 0.2$ ) 12V / 26.0—31.0V ( $\pm 0.2$ ) 24V
Float voltage	12.5—14.5V ( $\pm 0.2$ ) 12V / 25.0—29.0V ( $\pm 0.2$ ) 24V
Converter type	Buck
Converter efficiency	> 96%
Max increase efficiency	> 43%
Tracking efficiency	> 98%
Precision of clock	$\pm 50$ S/Month
Charging algorithm	PWM 3 stage
Stand by power consumption	<15mA 12V / <25mA 24V
Operating temperature	-20 to +50°C
Protect class	IP22
Size	140(L) × 147(W) × 42(H) (mm)
Weight	550g

☒ (1) Max input current : Solar panel maximum output current

☒ (1) Max output current : Controllers maximum output current

شکل ۳۴- کاتالوگ مشخصات یک کنترل کننده شارژ



### هدف

شارژ باتری با مدول خورشیدی و کنترل شارژ

### تجهیزات مورد نیاز

مدول خورشیدی ۲ عدد ۱۸ ولت

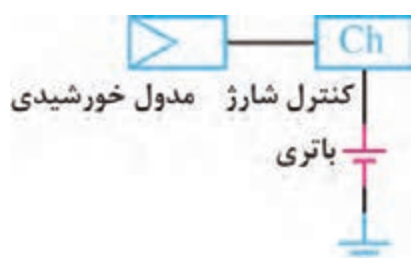
• ولت متر و آمپر متر

• کابل و رابط MC۴

• کنترل شارژ ۱۲ ولت، pwm یک عدد

• باتری ۱۲ ولت، ۸۰ آمپر ساعت ۲ عدد

اتصالات مشابه شکل ۳۵ انجام شود.



شکل ۳۵- اتصال باتری به مدول خورشیدی و کنترل شارژ

### مراحل کار

چراغ ال ای دی شاخص کنترل شارژ باتری روشن

می شود (شکل ۳۶).

رنگ LED بستگی به میزان شارژ باتری دارد

اگر باتری کاملاً شارژ باشد به رنگ سبز و در غیر

این صورت به رنگ قرمز خواهد بود.

برای اتصال کنترل شارژ به باتری ابتدا سیم مشکی

(منفی) باتری را به ترمینال منفی کنترل متصل

کرده و سپس سیم قرمز باتری یا مثبت را به

مثبت شارژ کنترل متصل کنید. بعد از این اتصال



شکل ۳۶- با اتصال باتری LED روشن می شود.

در این مرحله باید مدول خورشیدی را به کنترل شارژ متصل کرد.

چون سیم پشت مدول خورشیدی کوتاه است برای اتصال مدول خورشیدی به کنترل شارژ باید از سیم با همین مشخصه و کانکتور استفاده کرد، پس از اتصال مدول خورشیدی اگر نور خورشید وجود داشته باشد و به صفحه مدول خورشیدی بتابد LED مربوط به مدول خورشیدی کنترل شارژ روشن می‌شود. بهتر است هنگام اتصال نور به صفحه مدول نتابد.

### ایمنی

هنگام اتصال کنترل شارژ به مدول خورشیدی حتماً باید اتصال پلاریته‌های (+) و (-) رعایت شود چنانچه جابجایی در این اتصال رخ دهد ممکن است که باعث انفجار و آتش سوزی شود بنابراین رعایت پلاریته و استفاده از دو سیم با رنگ استاندارد قرمز و مشکی اتصالات بسیار اهمیت دارد. در صورت دسترسی نداشتن به دو سیم قرمز و مشکی می‌توان با استفاده از نوار مشکی و قرمز سیم‌ها را از یکدیگر تفکیک کرد. توالی نصب قطعات به کنترل شارژ، ابتدا باتری و سپس بار و در انتها مدول نصب می‌شود.

### توجه

همیشه قبل از اتصال مدول خورشیدی به کنترل شارژ، مدول خورشیدی را از نور خورشید دور نگهدارید یا روی صفحه آن را با یک پوشش تیره رنگ بپوشانید تا



شکل ۳۷ - اتصال کنترل کننده شارژ به مدول

در این مرحله مدار الکتریکی آماده شده را با رعایت قطبهای مثبت و منفی شبیه شکل ۳۷ به مدول خورشیدی متصل کنید و جداول ۷ و ۸ را برای شارژ باتری تکمیل کنید.

### جدول ۷- شارژ باتری

ولتاژ اولیه باتری (قبل از شارژ)	جریان شارژ		ولتاژ باتری (بعد از شارژ)
	ساعت اول	ساعت سوم	

#### ایمینی

قبل از اتصال به مدار الکتریکی منبع نور را قطع کنید و بعد از بسته شدن مدار منبع نور را ایجاد کنید.

#### تذکر

ولتاژ خروجی مدول به تمیزی سطح مدول، زاویه تابش نور و دمای محیط نیز بستگی دارد. شرایط را برای شارژ باتری فراهم کنید. کنترل شارژ در هوای سرد و ابری و زمانی که باتری کاملاً خالی است راندمان بیشتری دارد.

### جدول ۸- شارژ باتری در نور کم و نور مناسب

توان خروجی $P=V.I$		جریان شارژ خروجی		زمان شارژ باتری	
نور مناسب	نور کم	نور مناسب	نور کم	نور مناسب	نور کم

برای ایجاد دو محیط با نور مختلف می‌توانید این کار عملی را یکبار در فضای کارگاه و یکبار در فضای باز حیاط هنرستان انجام دهید.

یکی از کاربردهای مهم فتوولتاییک برق رسانی به روستاهای دور افتاده و دوراز دسترس خطوط شبکه برق است. وزارت نیرو در سال‌های اخیر در روستاهای استان‌های قزوین، اردبیل، مازندران، خوزستان، لرستان، بوشهر، فارس موفق به برق رسانی با استفاده از این فناوری شده است.



با مراجعه به سایت "ساتبا" [www.satba.gov.ir](http://www.satba.gov.ir) بررسی کنید توان نصب شده در این روستاها برای هر خانوار چند کیلو وات بوده است؟

## اینورتر<sup>۱</sup> و اتصال به سیستم فتوولتائیک

اینورتر یا مبدل الکترونیک قدرت DC/AC، مشخصه‌های الکتریکی آن مانند ولتاژ و فرکانس وسیله‌ای است که برق DC را از آرایه‌های فتوولتائیک می‌گیرد و آن را به جریان متناوب (یک فاز یا سه فاز) AC تبدیل می‌کند. (شکل ۳۸) توان اینورتر باید معادل یا بیشتر از توان کل مصرف‌کننده‌ها باشد.

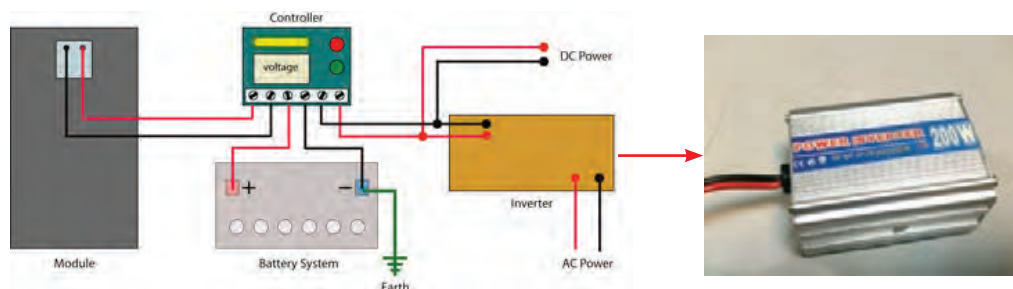


شکل ۳۸- اتصال اینورتر به مدول

انتخاب اینورتر به موارد زیر بستگی دارد:

- میزان انرژی خروجی مدول؛
- ظرفیت افزایش تعداد مدول در آینده؛
- مطابقت با مشخصات شبکه سراسری یا محلی و مصرف‌کننده‌ها (ولتاژ و فرکانس)

برای تأمین مصرف یک هواکش (۸۰ وات)، لامپ کم‌مصرف (۲۰ وات) و لامپ رشته‌ای ۴۰ وات یک اینورتر ۲۰۰ وات مطابق شکل ۳۹ مناسب است.



شکل ۳۹ - یک اینورتر مبدل ۱۲ ولت DC به ۲۲۰ ولت AC با توان ۲۰۰ وات و فرکانس ۵۰ هرتز



لوازم خانگی نظیر یخچال، ماشین لباسشویی، سشوار، ماشین ظرفشویی و کلیه مصرف‌کننده‌های خانگی که دارای الکتروموتور هستند دارای توان راه اندازی متفاوتی نسبت به توان در حال کار هستند پس برای انتخاب نوع اینورتر و بار مورد نظر به این نکته باید دقت کرد. تهویه مناسب برای عملکرد بهتر اینورتر توصیه می‌شود. بعضی از اینورترها مجهز به صفحه نمایش است. این صفحه نمایش مقادیر توان لحظه‌ای، روزانه و کل را نشان می‌دهد (شکل ۴۰).



شکل ۴۰- صفحه نمایش یک اینورتر با توان ۲/۲۵ کیلو وات

## انواع اینورتر

باید با خروجی اینورتر یکی باشد. در واقع هزینه برق کم می‌شود. اگر سیستم خورشیدی بیش از نیاز برق تولید کرد می‌توان آن را به شبکه برق فروخت. با توجه به متغیر بودن برق تولید شده توسط مدول خورشیدی به دلیل تغییرات تابش نور، نیاز به باتری ضروری است. البته اگر تغییرات ولتاژ مهم نباشد باتری ضروری نیست. در این نوع سیستم‌ها اگر نیاز به برق پشتیبان نباشد در نتیجه نیاز به باتری نخواهد بود و هزینه نصب سیستم خورشیدی نیز کاهش پیدا می‌کند، اگر هم نیاز به برق پشتیبان برای زمان کمی باشد مثلاً (یک ساعت) می‌توان ظرفیت باتری‌ها را خیلی کم انتخاب کرد (شکل ۴۱).

اینورتر نسبت به نوع سیستم فتوولتاییک متصل به شبکه و جدا از شبکه برق بر دو نوع است: اینورتر متصل به شبکه برق (grid tie inverter) اینورتر جدا از شبکه برق (off grid inverter)

### اینورتر متصل به شبکه:

اگر سیم کشی سیستم فتوولتاییک به شبکه برق متصل باشد و انرژی خورشیدی برای کاهش دادن میزان هزینه برق مصرفی از شبکه نصب شود و یا اگر به هر دلیلی ارتباط سیم‌کشی برق با شبکه باید برقرار باشد از اینورتر متصل به شبکه استفاده می‌شود و در این حالت مشخصات اصلی شبکه مثل ولتاژ و فرکانس



شکل ۴۱- اینورتر متصل به شبکه برق

### – اینورترهای جدا از شبکه

این نوع اینورترها همان گونه که از نام آنها مشخص است قابلیت اتصال به شبکه برق را ندارند و نمی توان آنها را به شبکه متصل کرد. تقریباً تمام اینورترهایی که در مناطق دور از دسترس برق و برای سیستم های کوچک استفاده می شود از این نوع اینورتر هستند. در نوع منفصل از شبکه، اینورتر برق ذخیره شده در باتری را از ۱۲ ولت مستقیم به ۲۳۰ ولت متناوب تبدیل می کند تا مناسب برای استفاده در وسایل برقی خانگی شود. بهتر است شکل موج منحنی خروجی اینورتر به شکل موج سینوسی نزدیک تر باشد. این اینورترها مانند اینورتر متصل به شبکه نیستند زیرا برق یکنواخت باتری را تبدیل خواهند کرد (شکل ۴۲).

در نوع متصل به شبکه، برق تولیدی از پنل خورشیدی به طور مستقیم به اینورتر وارد می شود. بنابراین این اینورتر با اینورترهای معمولی متفاوت است. زیرا برق تولید شده از پنل به دلیل تأثیرات شرایط محیطی مانند تغییرات تابش نور خورشید همیشه در حال تغییر است. پس اینورتر با یک توان ورودی یکنواخت روبرو نیست و در نتیجه باید الگوی خاصی برای تبدیل برق مستقیم به برق متناوب داشته باشد. در نتیجه قیمت اینورتر خورشیدی نسبت به اینورتر معمولی بالاتر است.

### تذکر:

تعیین خروجی ولتاژ و فرکانس اینورتر و انطباق آن شبکه بسیار اهمیت دارد.



شکل ۴۲ – اینورتر منفصل (جدا) از شبکه برق

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

سؤال



اینورترها از ۲۰۰ وات تا ۳۰۰۰ وات متفاوت است. همیشه توان اینورتر از توان مصرف کننده ها بیشتر انتخاب میشود.

### – انتخاب اینورتر:

ولتاژ ورودی اینورتر باید با ولتاژ سیستم که همان ولتاژ باتری ها و پنل هاست سازگار باشد. تأثیرگذارترین عامل در انتخاب ولتاژ سیستم فاصله بین باتری ها و پنل هاست. زیرا در ولتاژ بالاتر میزان جریان کمتر است و در نتیجه قطر کابل

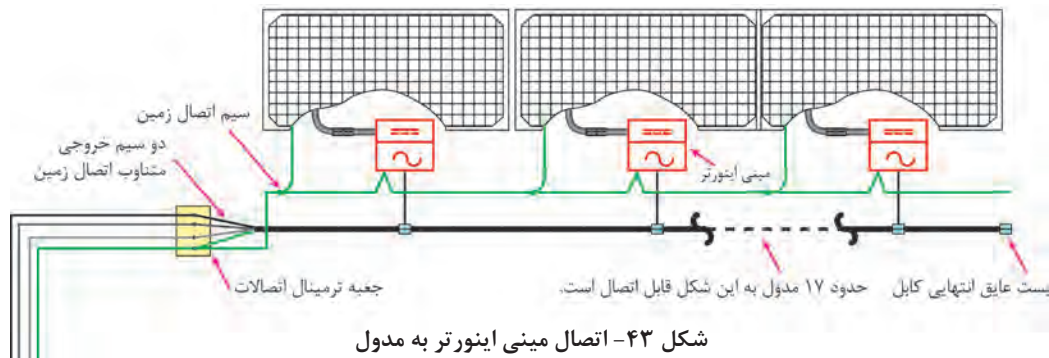
برای انتخاب اینورتر پارامترهای زیر مهم است :

- ولتاژ ورودی به اینورتر
- ولتاژ خروجی
- توان خروجی از اینورتر
- حداکثر جریان

ولتاژ ورودی به اینورتر منفصل از شبکه مربوط به ولتاژ باتری و در نوع متصل به شبکه مربوط به ولتاژ پنل است. توان خروجی از اینورتر مربوط است به حداکثر توانی که سیستم برای آن طراحی شده است. این توان برای سیستم های منفصل معمولاً در

کم می‌شود. با توجه به اینکه اینورتر برق DC را به AC تبدیل می‌کند، می‌توان از اینورتر متصل به مدول خورشیدی استفاده کرد. به این اینورتر «مینی اینورتر» گفته می‌شود (شکل ۴۳).

نکته بسیار مهم در انتخاب اینورتر این است که ورودی اینورتر به هیچ وجه نبایستی از مجموع توان تمام وسایل برقی کمتر باشد. همچنین ولتاژ نامی اینورتر باید با ولتاژ بانک باتری‌ها برابر باشد.



## اتصالات و کابل کشی

پشت مدول‌های خورشیدی یک جعبه اتصال نصب شده که دو سیم خروجی مثبت (قرمز) و منفی (مشکی) به آن متصل است. در نمونه‌های بزرگ تر جعبه اتصال با یک کابل و کانکتور MC۴ ارائه شده است و در مدول‌های خورشیدی کوچک با سیم معمولی می‌توان از جعبه اتصال پشت

مدول خورشیدی اتصال برقرار کرد. در سیم کشی مدول‌ها سیم زرد - سبز برای اتصال زمین استفاده می‌شود.

کابل‌های مخصوص اتصال مدول‌ها به دلیل قرار گرفتن در معرض تابش خورشید باید ضد اشعه ماورای بنفش (UV) باشد (شکل ۴۴).



شکل ۴۴- یک نمونه کابل سیستم فتوولتاییک ضد اشعه ماورای بنفش با اتصال MC۴

برای ایجاد اتصال مطمئن و محکم مطابق مراحل زیر می‌توان با استفاده از یک کابل UV و کانکتور MC۴ کابل با اتصال مناسب درست کرد.



با استفاده از کابل مناسب و کانکتور MC4 یک اتصال شبیه شکل ۴۵ ایجاد کنید.



شکل ۴۵- مراحل اتصال کانکتور MC4

در شکل ۴۶ دو نمونه نصب سیستم فتوولتاییک خانگی نشان داده شده است. چه تفاوتی بین اتصالات این دو نصب مشاهده می‌کنید، در مورد آن بحث و تبادل نظر نمایید.



شکل ۴۶- اجرای دو نمونه سیم‌کشی سیستم فتوولتاییک



### هدف

تولید برق متناوب با انرژی خورشیدی منفصل از شبکه برق

تجهیزات مورد نیاز مطابق شکل ۴۷ عبارت است از:

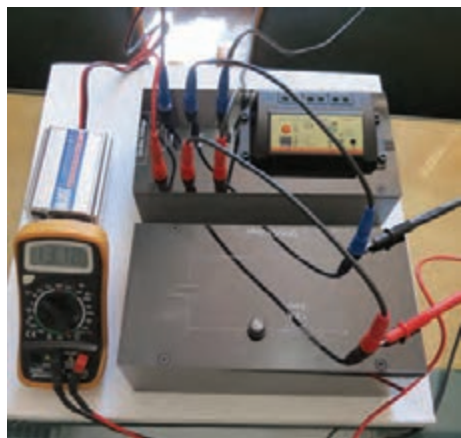
- مدول خورشیدی ۲ عدد ۱۷ ولت
- ولت متر و آمپر متر
- کابل و سیم‌های رابط
- کنترل شارژ ۱ عدد
- باتری ۱۲ ولت ۲ عدد
- اینورتر ۱۲ به ۲۲۰ ولت ۱ عدد
- فرکانس متر ۱ عدد
- لوازم برقی خانگی غیر موتوری یک یا دو عدد



شکل ۴۷- تجهیزات مورد نیاز

### مراحل انجام کار

ابتدا باتری را به کنترل شارژ متصل کنید. در مرحله بعد نوبت به اتصال اینورتر برای تبدیل جریان مستقیم به متناوب است. بعد از اتصال باتری به کنترل شارژ، می‌توان خروجی مدول خورشیدی را به کنترل شارژ متصل کرد. در آخرین قسمت مدول خورشیدی در معرض نور خورشید به مدار کنترل شارژ، باتری و اینورتر متصل شود (شکل ۴۸).



شکل ۴۸- اتصال اینورتر

توجه

همیشه قبل از اتصال مدول خورشیدی به شارژ کنترلر، مدول خورشیدی را از نور خورشید دور نگهدارید یا روی صفحه آن را با یک پوشش تیره رنگ بپوشانید تا در اتصال اولیه به شارژ کنترلر آسیب نرسد.

### ایمنی

معمولاً در ساختمان اینورتر و شارژ کنترلر از فیوز برای حفاظت استفاده شده است، ولی می‌توان با استفاده از کلید و فیوز مناسب حفاظت و ایزوله کردن هر قسمت را به‌طور کامل انجام داد (شکل ۴۹). این کلید و فیوز در محل‌های زیر قرار می‌گیرد.



شکل ۴۹- فیوز سر راه باتری سوخته است.

- ۱- بین مدول خورشیدی و شارژ کنترلر
- ۲- بین شارژ کنترلر و باتری
- ۳- بین باتری و اینورتر

بعد از اتمام سیم‌کشی و اتصالات با رعایت موارد ایمنی مصرف‌کننده‌ها را وارد مدار کنید و ولتاژ و جریان مصرفی آنها را اندازه‌گیری نمایید (شکل ۵۰).



شکل ۵۰- مدار کار عملی ۳

### ایمنی

به دلیل بالا بودن سطح ولتاژ در تمام مراحل نکات ایمنی برای جلوگیری از برق‌گرفتگی را جدی بگیرید.

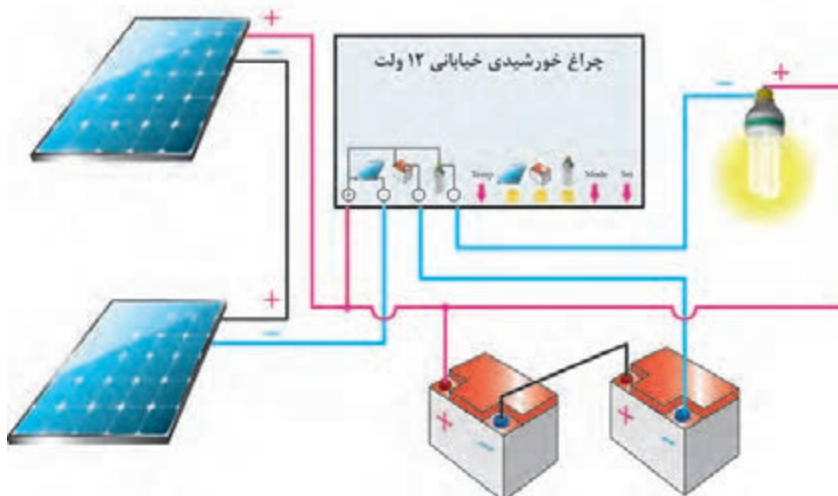


دیاگرام زیر را تفسیر کنید. در این دیاگرام اجزای سیستم و ارتباط آنها با یکدیگر را بررسی کنید. وظیفه هر قسمت را توضیح دهید (شکل ۵۱).



شکل ۵۱- نقشه ارتباط عناصر سیستم فتوولتائیک On\_Grid

عملکرد چراغ خورشیدی خیابانی بسیاری از چراغ روشنایی خیابانی امروزه با استفاده از سیستم‌های فتوولتائیک انرژی خود را تأمین می‌کنند. در مورد عملکرد این چراغ‌های خورشیدی بحث و تبادل نظر کنید. و در مورد توان مصرفی آنها تحقیق کنید (شکل ۵۲).



شکل ۵۲- چراغ خورشیدی خیابانی ۲۴۷ طراحی اتصال کابل

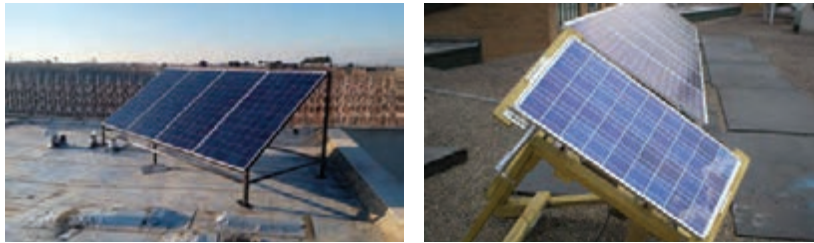


## نصب آرایه خورشیدی



بیشترین مقدار تابش آفتاب را برای مدول خورشیدی به همراه داشته باشد. ساخت نگهدارنده و پایه (سازه) از دیگر موارد مهم در نصب آرایه‌ها است (شکل ۵۳).

یکی از موارد مهم نصب آرایه‌های خورشیدی توجه به موقعیت جغرافیایی و زاویه نصب بهتر است مطابق با عرض جغرافیایی باشد. به عبارت دیگر تعیین جهتی که



شکل ۵۳ - دو نمونه پایه و سازه پنل خورشیدی (فلزی و چوبی)

سؤال

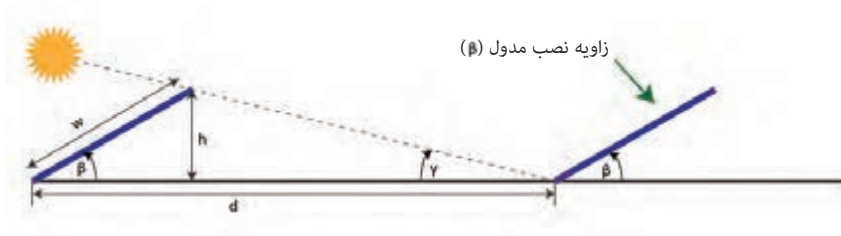
کدام یک از دو نمونه پایه معرفی شده در برابر باد شدید و باران استحکام بیشتری دارد؟



### پایه (سازه) نگهدارنده ثابت

خورشیدی به دنبال همدیگر (پشت سرهم) نباید سایه مدول‌های خورشیدی روی یکدیگر بیفتد، به این منظور نسبتی را بین فاصله دو مدول و ارتفاع آنها لحاظ می‌کنند. مطابق شکل ۵۴ اگر فاصله دو مدول با  $d$  و ارتفاع یک مدول با  $w$  نشان داده شود نسبت فاصله به ارتفاع در تهران برابر با  $1/723$  می‌باشد. ( $d=1/723 \times w$ )

ابتدا بهترین موقعیت قرارگیری پنل‌ها را مشخص می‌کنند. جایی که بدون هیچ مانعی نور خورشید را دریافت کند. (معمولاً در کشور ما این جهت رو به جنوب و با زاویه بین ۲۰ الی ۳۰ درجه بستگی به منطقه جغرافیایی است) سپس پایه‌ها را در مکان مورد نظر ثابت می‌نمایند. این روش ارزان‌ترین روش نصب آرایه خورشیدی می‌باشد. برای نصب آرایه‌های



شکل ۵۴ - فاصله مجاز نصب مدول‌های خورشیدی برای جلوگیری از سایه اندازی

برای نصب و محکم کردن مدول‌ها روی پایه (سازه) و سقف شیروانی از بست‌های متفاوتی نظیر شکل ۵۵ استفاده می‌شود.



(ب) نصب روی پایه آلومینیومی

(الف) نصب روی سقف شیروانی

شکل ۵۵- نصب سامانه روی پایه  
جدول ۹- جنس سازه

ویژگی خاص	قیمت	قابلیت جوشکاری	استحکام	جنس سازه
مقاوم در برابر پوسیدگی	—	مشکل	سبک و محکم	آلومینیوم
غیر گالوانیزه قابلیت اکسید شدن و زنگ‌زدن دارد.	—	خوب	بالا	آهن نبشی
مناسب برای محیط مرطوب و نمکی	بالا	مشکل	بالا	استیل ضدزنگ
نامناسب برای محیط مرطوب	ارزان	—	متوسط	چوب

تذکر مهم: تمام پیچ و مهره‌های استفاده شده در سازه باید از جنس استیل ضدزنگ باشد (جدول ۹). در شکل ۵۶ پیچ‌ها دچار فرسودگی شده است.



شکل ۵۶- پیچ متصل به سازه فرسوده شده است

## ایمنی

هنگام نصب آرایه‌های خورشیدی در ارتفاع نکات زیر را رعایت کنید :

۱- اگر محل نصب آرایه‌ها روی بام شیروانی است حتماً برای حفاظت بیشتر در ارتفاع از طناب و بست مناسب برای مهار خود استفاده کنید (شکل ۵۷).



شکل ۵۷- استفاده از بست مناسب

۲- هنگام انتقال مدول‌های خورشیدی همه افراد هنگام نصب از کلاه، دستکش و لباس ایمنی استفاده کنید و احتیاط لازم در سقوط آزاد آنها و برخورد به افراد را به عمل آورید.

۳- کابل کشی ضعیف و غیر اصولی آرایه‌های خورشیدی می‌تواند منجر به اتصال کوتاه اتصالات الکتریکی و احیاناً آتش سوزی شود بنابراین در این اتصالات موارد ایمنی و استاندارد را رعایت کنید.

هنرستان فنی و حرفه ای شهید رجایی تهران دارای یک نیروگاه خورشیدی با توان ۵ KW است. طبق شکل ۵۸ مدول‌ها در دو ردیف ۱۰ تایی نصب شده است. اگر طول و عرض هر مدول به ترتیب ۱/۶۶ و ۰/۹۵ متر باشد. برای نصب این دو ردیف حدوداً به چند متر مربع فضای نصب نیاز است؟

تمرین

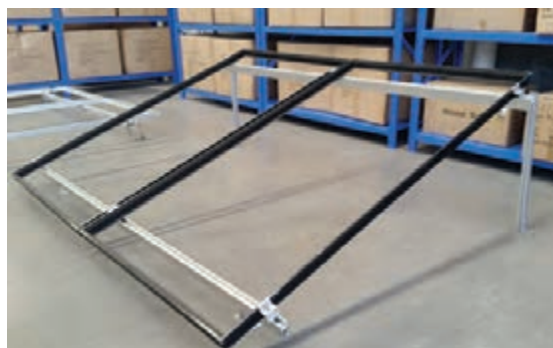


شکل ۵۸- نیروگاه خورشیدی ۵ کیلو وات هنرستان شهید رجایی تهران



### پایه نگهدارنده متغیر

در این روش از سازه‌هایی استفاده می‌شود که با توجه به تغییر زاویه خورشید در فصول متفاوت سال بهترین حالت قرار گیری پنل را مشخص نموده و زاویه قرار گیری پنل را در همان حالت قرار می‌دهد. بازده این روش حدوداً تا ۲۰ درصد نسبت به روش ثابت بیشتر است (شکل ۵۹).



شکل ۵۹- پایه نگهدارنده

### پایه‌های دنبال کننده خورشید

این روش خود به دو حالت یک بعدی (حرکت افقی از شرق به غرب) و دو بعدی (حرکت عمودی از پایین به بالا) تقسیم می‌شود که در هر زمان بهترین حالت قرار گیری پنل‌ها محاسبه شده و سازه‌ها بسته به محور قابل تغییر به صورت اتوماتیک در بهترین موقعیت قرار می‌گیرند. بازده این روش بین ۱۵ الی ۳۰ درصد افزایش می‌یابد ولی قیمت پیاده‌سازی آن زیاد است.



سؤال

عرض جغرافیایی شهر محل سکونت شما چند درجه است ؟



سؤال

چرا نصب آرایه‌ها در شکل ۶۰ به این حالت درآمده است؟



شکل ۶۰- پایه ضعیف در اثر باد شدید آسیب دیده است.

تمرین

در شکل ۶۱ مسیر خروجی آرایه، ورود به شارژ کنترلر، خروجی باتری و اینورتر را مشخص کنید.



شکل ۶۱- اتصالات سیستم فتوولتائیک

## ارزشیابی شایستگی نصب سیستم فتوولتاییک

### شرح کار

انواع سیستم تجدید پذیر و سیستم فتوولتاییک  
اتصالات قطعات سیستم فتوولتاییک شامل کنترل شارژ باتری و اینورتر  
نصب مدول خورشیدی

استاندارد عملکرد: انجام کار روی برد کارگاهی با رعایت موارد ایمنی در کار و استفاده از ابزار

### شاخص ها

تسلط بر مشخصات فنی قطعات  
نکات فنی اتصالات قطعات  
استفاده صحیح از ابزار برای اتصالات

### شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات

شرایط: فضای مناسب- ابزار مناسب- مدت زمان متناسب با حجم کار  
ابزار و تجهیزات: ابزار عمومی سیم کشی برق - مدول خورشیدی - کابل UV و فیش MC4 و اتصالات - باتری  
لیداسید- اینورتر- لباس کار

### معیار شایستگی

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	نصب قطعات سیستم فتوولتاییک و تکمیل جدول کار عملی (محصول)	۲	
۲	انجام سری و موازی مدول خورشیدی و برآورد توان خروجی	۱	
۳	انجام صحیح اتصال کنترل شارژ به باتری و مدول	۱	
۴	انجام صحیح زاویه با رعایت عرض جغرافیایی	۱	
	شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: کسب اطلاعات کارتیمی مستند سازی ویژگی شخصیتی	۲	
	میانگین نمرات	*	

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.





## پودمان ۲

### خانه هوشمند



صرفه‌جویی در مصرف انرژی، امنیت و آسایش از پیامدهای خانه هوشمند است. با فراگیری این پودمان هنرجویان قادر به انجام هوشمندسازی روشنایی برق ساختمان خواهند بود.

## واحد یادگیری ۳ (پودمان ۲)

### خانه هوشمند

#### آیا می دانید

- مزایای خانه هوشمند چیست و چه امکاناتی دارد؟
- خانه هوشمند با خانه سنتی چه تفاوت‌هایی دارد؟
- ساختار سیستم خانه هوشمند بی سیم و باسیم چه تفاوت‌هایی با یکدیگر دارد؟
- پروتکل در هوشمندسازی خانه به چه معنایی است؟
- چگونه در خانه هوشمند، نور و دما کنترل می شود؟
- انواع ساختار ارتباطی در خانه هوشمند کدام است؟
- چگونه در هوشمندسازی یک خانه سناریو تعریف می شود؟

#### استاندارد عملکرد

پس از اتمام این واحد یادگیری هنرجویان قادر خواهند بود ساختار خانه هوشمند را فراگرفته و چند نمونه کنترل روشنایی را انجام دهند.

همچنین آنها قادر به کاتالوگ خوانی، قطعه‌شناسی، انجام کنترل روشنایی و تعریف سناریوی خانه هوشمند خواهند بود. هنرجویان می‌توانند از طریق نصب نرم افزار ETS۵ و وارد کردن قطعات خانه هوشمند، ارتباط بین اجزا را یاد بگیرند و برنامه را روی سخت‌افزار پیاده‌سازی کنند.



## آشنایی با مفهوم خانه هوشمند



شکل ۲

به کارگیری امکاناتی که خانه را در اصطلاح هوشمند (Smart) می‌کند، همواره یکی از مواردی بوده است که بشر توجه زیادی به آن داشته است. خانه هوشمند به خانه‌ای گفته می‌شود که ساکنین آن، بتوانند تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی خانه خود را از راه دور و نزدیک، تنظیم و کنترل کنند و نیز بتوانند برنامه‌های مختلف و سناریوهای متنوعی را برای آن تجهیزات تعریف و اجرا نمایند.

خانه هوشمند باعث می‌شود بتوان کارهای زیادی را با زحمت کمتری انجام داد. کارهایی مانند تنظیم تهویه، روشن و خاموش کردن لامپ‌ها مطابق زمان بندی. بنابراین یکسری کارها در ساعات خاصی از شبانه‌روز به صورت خودکار انجام خواهد شد.

خانه‌های هوشمند بهره‌وری از انرژی را نیز افزایش می‌دهند. برای مثال می‌توان ترموستات هوشمند را طوری تنظیم کرد که خانه چقدر گرم یا سرد باشد و لذا دما را به‌طور خودکار تنظیم کرد. همچنین وقتی کسی در خانه نباشد این ترموستات به حالت «راه دور» رفته و با تنظیم دمای خانه، مبلغ قبض‌های استفاده از وسایل گرمایشی و سرمایشی کمتر خواهد شد.

## هدف خانه هوشمند

هدف از اجرای خانه هوشمند، تبدیل خانه به یک خانه متمایز و مدرن، با مصرف بهینه انرژی و امن با مدیریت هوشمند می‌باشد.



آسایش



امنیت



صرفه‌جویی در مصرف انرژی

شکل ۳

به‌طور خلاصه هدف از خانه هوشمند را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد:

### الف) صرفه‌جویی در مصرف انرژی

کنترل هوشمند روشنایی‌ها با توجه به حضور افراد  
کنترل هوشمند سیستم سرمایش، گرمایش با توجه به دمای محیط  
کنترل هوشمند روشنایی‌ها با توجه به نور طبیعی روز (نور خورشید)

### ب) آسایش و امنیت ساکنین

بالا بردن کیفیت زندگی با فراهم نمودن نور و دمای دلخواه ساکنین  
اعلام نشت گازهای خطرناک و قطع آن  
کنترل تجهیزات با اپلیکیشن گوشی تلفن همراه و یا تبلت  
کنترل تجهیزات برقی با استفاده از سناریوهای دلخواه فعال و غیرفعال‌سازی تجهیزات مطابق برنامه زمان بندی  
امکان مشاهده و نظارت بر وضعیت تجهیزات از طریق نرم‌افزار

خودش  
لامپ اضافی خاموش می‌سازد!



پیک سایی چیست؟ با تبدیل یک خانه سنتی به خانه هوشمند چگونه می‌توانیم به پیک سایی (پیک مصرف انرژی برق) کمک کنیم؟

## مزایای خانه هوشمند نسبت به خانه‌های سنتی

از مزایای خانه هوشمند می‌توان موارد ذیل را اشاره کرد:

- کنترل روشنایی و نورپردازی
- تنظیم و کنترل هوشمندانه سرمایش، گرمایش
- تنظیم و کنترل هوشمندانه روشنایی بر اساس زمان، میزان شدت نور طبیعی و نیز حضور و یا عدم حضور ساکنین.
- ایجاد و اجرای سناریوهای مختلف کنترل روشنایی مانند سناریوی ورود، خروج و غیره.
- کنترل و مانیتورینگ تجهیزات منزل در هر لحظه با استفاده از پنل‌های کنترلی نصب شده در محل‌های مورد علاقه.
- کنترل و مانیتورینگ تجهیزات منزل در هر لحظه هنگام خروج از منزل با استفاده از تلفن همراه و از طریق پیامک.
- تأمین امنیت ساختمان (دوربین‌های مدار بسته، قفل‌های الکترونیکی و نظارت از راه دور و ...).
- قطع برق و گاز در مواقع خطر و اطلاع به ساکنین در صورت عدم حضور.
- کنترل پرده‌های برقی.
- مدیریت مصرف انرژی.
- آبیاری خودکار فضای سبز خانه.



شکل ۴

## امکانات خانه هوشمند

در هوشمندسازی ساختمان امکانات و قابلیت‌های زیر می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

**– کنترل روشنایی:** در ساختمان در سیستم‌های روشنایی مصرف می‌گردد. با مقایسه میزان مصرف انرژی الکتریکی ساختمان‌ها می‌توان دریافت که حدود ۳۰ درصد از انرژی مصرفی بخش زیادی از هزینه‌های برق ناشی از چراغ‌هایی است که ناخواسته روشن هستند. برای بهینه‌سازی



به کاهش مصرف انرژی و آسایش افراد در محیط دست پیدا کرد. به عنوان مثال می توان کاری کرد که در صورت باز بودن پنجره ها سیستم های سرمایش کار نکنند تا از هدر رفتن انرژی جلوگیری شود.

#### – کنترل سیستم صوتی و تصویری:

با استفاده از ارتباط سیستم هوشمندسازی ساختمان با تجهیزات صوتی و تصویری کنترل آنها ساده تر شده و دیگر نیازی به استفاده از چندین کنترلر نخواهد بود. با تعریف سناریوهایی برای مشاهده تلویزیون و یا گوش دادن به آهنگ می توان تنها با فشردن یک دکمه نور اتاق را تنظیم کرد و تجهیزات لازم را نیز روشن نمود به عنوان مثال سینمای خانگی فعال شود، نور چراغ ها ۷۰ درصد کاهش پیدا کند. همچنین می توان در اتاق های مختلف موسیقی های متفاوتی پخش کرد. در صورت نیاز نیز امکان کنترل این سیستم ها از راه دور امکان پذیر خواهد بود (شکل ۵).



شکل ۵

مصرف انرژی برق (روشنایی)، هوشمندسازی نیز نقش به سزایی را در این زمینه ایفا می کند. با استفاده از سنسورهای مختلف می توان مصرف انرژی برق را کاهش داد. خانه های هوشمند روش های مختلفی را برای مدیریت روشنایی ارائه می کنند که در زیر به آنها اشاره شده است:

– کنترل روشنایی براساس حضور شخص

– کنترل روشنایی براساس شدت نور (روشنایی) محیط

– تغییر سطح روشنایی با دیمر

– کنترل روشنایی بر اساس زمان بندی

موارد فوق را با کلید، با ریموت و یا با اپلیکیشن تلفن همراه، تبلت و از طریق اینترنت می توان کنترل کرد.

#### – کنترل دما:

با هوشمندسازی سیستم گرمایش و سرمایش ساختمان و استفاده از اطلاعات مربوط به حضور افراد، باز بودن در و پنجره ها و کیفیت هوا و رطوبت تا حد زیادی می توان

#### – سیستم قطع گاز یا آب در مواقع خطر:

با قرار دادن سنسورهای مناسب، در صورت نشت گاز، آتش سوزی، سرقت و نشت آب می توان سیستم را کنترل کرد. با نصب شیرهای برقی با قابلیت کنترل از راه دور آنها می توان در صورت نیاز شیرهای آب و یا گاز را قطع نمود و سیستم هشدار را فعال کرد.

#### – سیستم امنیتی و نظارت تصویری:

تدابیر امنیتی و نظارتی باعث آسایش خیال بیشتر برای محیط های کار و زندگی بوده اند. یکی از ویژگی های سیستم های نظارت تصویری این است که می توان تصاویر دوربین ها را از مناطق دورتر حتی خارج از شهر یا کشور از طریق شبکه و اینترنت مشاهده نمود. این قابلیت باعث می شود در مکان هایی که حضور نداریم بتوانیم نظارت بیشتری داشته باشیم. مانند نظارت بر خانه از محل کار.





شکل ۶

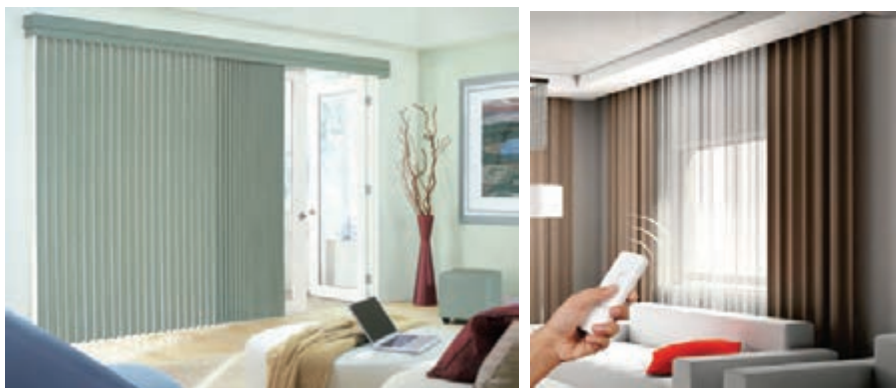
دما) داخل اتاق‌ها را به نحو مطلوبی کنترل کرده و همچنین کمک کرد تا صرفه‌جویی بیشتری در مصرف انرژی انجام گیرد. کنترل پرده‌ها نقش بسیار مهمی در استفاده بهینه از انرژی خورشید و کاهش مصرف انرژی الکتریکی دارد و استفاده از این قابلیت در ساختمان‌های هوشمند بین ۹ تا ۳۲ درصد باعث کاهش مصرف انرژی می‌شود (شکل ۷).

### – سیستم دربازکن و کنترل تردد:

در ساختمان‌های هوشمند در صورتی که در خانه نباشیم و شخصی پشت در خانه باشد می‌توانیم توسط گوشی تلفن همراه او را مشاهده و یا حتی در صورت لزوم در را برای او باز کنیم.

### – سیستم کنترل پرده‌ها:

با باز و بسته کردن پرده‌ها می‌توان نور (و حتی



شکل ۷

هزینه‌ای که برای یک خانه هوشمند صرف می‌شود با توجه به صرفه‌جویی انرژی، طی چند سال جبران می‌شود.

لیستی از امکانات مختلف خانه‌های هوشمند تهیه کنید و مقایسه کنید که کدام یک از این امکانات به خواسته‌های واقعی ساکنین نزدیک‌تر است؟

تحقیق کنید



## معرفی اجزای خانه هوشمند



در خانه هوشمند تجهیزات متنوع و مختلفی به کار می‌روند که این تجهیزات به سه دسته‌ی کلی تقسیم‌بندی می‌شود که در زیر به هر یک از آنها اشاره می‌شود: شکل شماره ۸ به صورت شماتیک نحوه ارتباط اجزای خانه هوشمند را نشان می‌دهد.










شکل ۸

**۱- ورودی‌ها:** ورودی‌ها شامل حسگرها و کلیدها هستند که یا با فرمان کاربر و یا با توجه به کمیتی که حس می‌کنند، فرمانی را به عملگرها می‌دهند. مانند سنسورهای نوری و کلیدها.  
**کلیدها:** کلیدها نیز به‌عنوان تجهیزات ورودی به حساب می‌آیند که توسط کاربر فرمانی را به فعال‌ساز می‌دهند.

صفحه لمسی (تاچ پنل)	ماژول کلید لمسی هوشمند با صفحه نمایشگر	ماژول کلید لمسی هوشمند

شکل ۹

۲- **تابلوی مرکزی (فعال سازها و قطعات تابلویی):** معمولاً تابلوی اصلی شامل منبع تغذیه، نرم افزار و ماژول های فعال ساز هست که فرمان داده شده توسط حسگرها را با توجه به برنامه ای که از قبل برای آنها تعریف شده، دریافت و به عملگرها فرمان می دهند. برخی از اجزای تابلوی مرکزی به شرح زیر هستند:

			
ماژول سرمایه‌ش و گرمایش	ماژول دایمر	ماژول فعال‌ساز رله (سوئیچ)	ماژول منبع تغذیه
			
	ماژول درگاه ارتباط USB	ماژول رابط یونیورسال (ورودی دیجیتال/آنالوگ)	ماژول کنترل پرده

شکل ۱۰

۳- **خروجی‌ها:** خروجی مدار معمولاً مصرف‌کننده‌ها (لامپ‌ها و یا موتور پرده و یا موتور اهرمی شیر گاز) و یا عملگرهایی هستند که در واقع با دریافت فرمان، عملی را انجام می‌دهند. مثلاً شیر اهرمی گاز، تغییر وضعیت داده و مسیر گاز را می‌بندد. در ادامه به بعضی از خروجی‌ها اشاره می‌شود:

		
لامپ‌های RGB	لامپ‌ها ۲۲۰ ولت (با قابلیت کنترل شدت نور)	لامپ LED با قابلیت کنترل شدت نور
		
	موتور اهرمی شیر گاز و یا آب	موتور پرده

شکل ۱۱

## معرفی تعدادی از قطعات هوشمند



در این قسمت به معرفی تعدادی از قطعات پرکاربرد در خانه هوشمند می‌پردازیم:  
– ماژول منبع تغذیه:

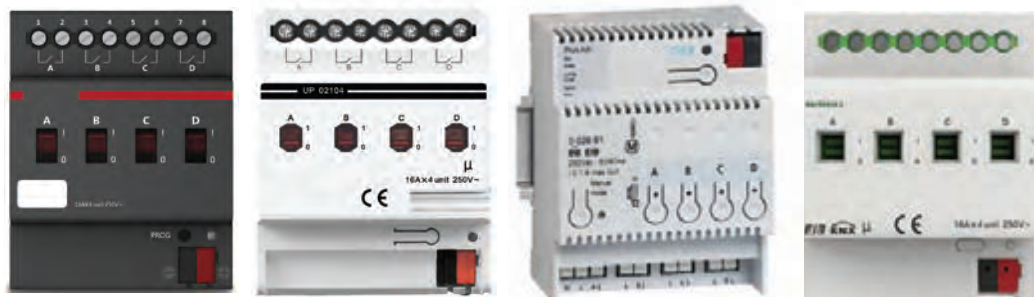
منبع تغذیه، ولتاژ ۲۲۰ متناوب را به ۳۰ V (۲۹ ولت) مستقیم تبدیل می‌کند. منبع تغذیه از طریق درگاه KNX (به رنگ مشکی و قرمز) از طریق کابل باس، ماژول‌ها را تغذیه می‌کند. ماژول منبع تغذیه با جریان‌های خروجی ۱۶۰ و ۳۲۰ و ۶۴۰ میلی‌آمپر ساخته می‌شود کوچک‌ترین ماژول منبع تغذیه، (۱۶۰ میلی‌آمپری) معمولاً می‌تواند تا ۱۶ ماژول را تغذیه کند، زیرا اغلب تجهیزات مورد استفاده مصرف جریانی برابر ۱۰ میلی‌آمپر دارند. با توجه به تعداد ماژول‌های به کار رفته در مدار، باید از ماژول تغذیه با جریان مناسب استفاده کرد. این ماژول بر روی ریل DIN در داخل تابلوی برق نصب می‌شود (شکل ۱۲).



شکل ۱۲- ماژول منبع تغذیه

## – ماژول فعال‌ساز رله (چندکاناله):

برای روشن و یا خاموش کردن وسایلی مانند چراغ‌ها، موتورها و ... از ماژول فعال‌ساز رله استفاده می‌شود. این ماژول در انواع مختلف ۲، ۴، ۸ و ۱۲ کانال ساخته می‌شود و می‌توان خط‌های روشنایی را به‌طور مستقل توسط آنها کنترل کرد. همچنین با توجه به توان مصرف‌کننده، می‌توانند تا ۲۰ آمپر را تأمین کنند. در بعضی از مدل‌های این ماژول قابلیت تعریف برنامه‌های مختلفی مانند تایمر وجود دارد. این ماژول بر روی ریل در داخل تابلوی برق نصب می‌شود. (شکل ۱۳)



شکل ۱۳- ماژول فعال‌ساز رله

### – ماژول رابط رایانه (درگاه USB):

ارتباط برنامه نوشته شده به صورت نرم افزار بر روی رایانه، با سخت افزار نصب شده، از طریق کابل و ماژول رابط رایانه انجام می شود. بعد از انتقال داده ها این ماژول می تواند از مدار جدا شود. این قطعه بر روی ریل در داخل تابلوی برق نصب می شود (شکل ۱۴).



شکل ۱۴- ماژول رابط رایانه

### – کلیدها:

این کلیدها برنامه پذیر بوده و بعضاً دارای نور پس زمینه برای بهتر دیده شدن برچسبها می باشند. این کلیدها در مدل های جدید دارای Bus Coupler داخلی بوده و بنابراین بدون نیاز به سخت افزار اضافی قابل اضافه شدن به تجهیزات خانه هوشمند می باشند. برای مثال، می توان خاموش - روشن کردن چراغها، دیم (کاهش و یا افزایش نور) آنها و یا حتی پردهها را با آن کنترل کرد.



شکل ۱۵- ماژول کلید لمسی هوشمند

در مورد ماژول تبدیل کلیدهای سنتی به کلیدهای هوشمند تحقیق کنید.

تحقیق کنید

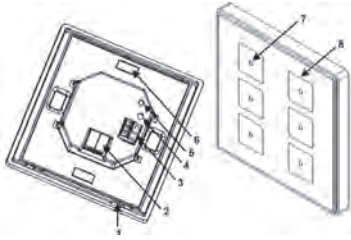


کار عملی ۱



### شناسایی قطعات خانه هوشمند (قطعه شناسی)

شرح کار عملی: در این کار عملی می خواهیم با تعدادی از قطعات خانه هوشمند آشنا شویم به همین منظور قطعات را از لحاظ سخت افزاری مورد بررسی قرار داده و کاتالوگ های (منوال) مربوط به هر یک از قطعات را می خوانیم.



شکل ۱۶

قطعاتی که مورد بررسی قرار می‌دهیم به شرح زیر است:

- ۱- منبع تغذیه
  - ۲- کلید هوشمند لمسی Knx
  - ۳- فعال ساز رله
  - ۴- درگاه ارتباطی USB
- مراحل انجام کار عملی:

- ۱- کاتالوگ (منوال) مربوط به هر یک از قطعات موجود در کارگاه را از سایت شرکت سازنده دانلود کنید. برای این کار، در سایت شرکت سازنده به بخش محصولات مراجعه کرده و **Datasheet** و **Manual** را دریافت کنید. همچنین می‌توانید کد قطعه را در اینترنت جستجو نمایید.
- ۲- قسمت‌های مختلف قطعه را شماره‌گذاری کرده و از روی کاتالوگ نام هر قسمت و کار آن را بنویسید.
- ۳- اطلاعات فنی بر روی هر یک از قطعات حک شده است این اطلاعات را استخراج و در جدول زیر ثبت کنید.

نام شرکت سازنده	مدل
ولتاژ باس	جریان باس
کد فنی	کشور سازنده

- ۴- با توجه به کاتالوگ هر یک از قطعات، جدولی تهیه کنید و مشخصات و پارامترهای مهم هر قطعه را از کاتالوگ استخراج کرده و در جدول یادداشت کنید.

نوع بار قابل اتصال به خروجی	جریان نامی تیغه‌های خروجی
ورژن‌های نرم‌افزاری تحت پوشش	ابعاد
تعداد خروجی‌ها	تعداد ورودی‌ها
طریقه نصب	سایز پیچ‌های اتصال

- ۵- با کمک از کاتالوگ، ببینید چه توانایی‌هایی دارند؟ (توجه: معمولاً توانایی‌های هر قطعه در ابتدای کاتالوگ و در بخش **General** آورده می‌شود).

هنرستان شما چه قطعاتی از خانه هوشمند را دارد؟ کاتالوگ هر یک از این قطعات و یا مشابه آن را مورد بررسی قرار دهید.

فعالیت







ETS نام نرم افزاری است که انجمن بین المللی KNX آن را جهت برنامه ریزی قطعاتی که با این پروتکل پیکر بندی می شوند، طراحی کرده است. این نرم افزار برنامه ریزی را ساده کرده و می تواند سخت افزارهای مختلف تحت پروتکل KNX را در یک محیط ساده برنامه ریزی نماید.

پروتکل KNX، همه ساختمانها (اعم از مسکونی، تجاری، اداری، هتلها و ...) را تحت پوشش خود قرار می دهد و برای هر کدام راه حل و سخت افزار مناسب برای هوشمندسازی سیستم های موجود ارائه می دهد. نرم افزار کاربردی KNX که عموماً تحت عنوان ETS (Engineering Tool software) شناخته می شود، دارای نسخه های مختلفی است که معروف ترین آنها در سه نسخه ۳، ۴ و ۵ توسط انجمن KNX برای پیکر بندی تجهیزات تحت این پروتکل ارائه شده است.

### – محیط برنامه ETS5:

روی آیکون نرم افزار کلیک کنید تا برنامه اجرا و صفحه اصلی نرم افزار باز شود. شکل ۱۷ صفحه اصلی نرم افزار را نشان می دهد.



شکل ۱۷- محیط برنامه ETS5

همان طور که در شکل ۱۷ نشان داده شده است، محیط این نرم افزار دارای چهار زبانه (Tab) اصلی است.

۱- Overview

۲- Bus

۳- Catalogs

۴- Settings

در ادامه به تشریح هر یک از این زبانه ها پرداخته خواهد شد.

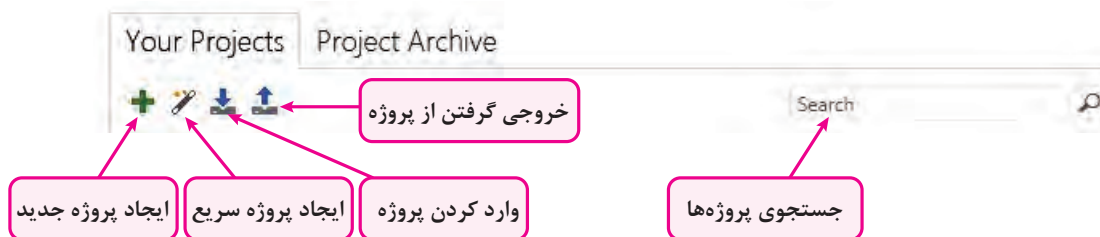
### ۱- Overview

۱-۱- **لیست پروژه ها:** در این قسمت، لیست کاملی از پروژه هایی که توسط شما ایجاد شده و قبلاً ذخیره شده و یا به نرم افزار وارد (Import) شده اند، نمایش داده می شود. با استفاده از دکمه های بالای این بخش، می توانید کارهایی که در زیر لیست شده را انجام دهید. (شکل ۱۸)

– ایجاد پروژه جدید

– ایجاد پروژه سریع: طبق مراحل که نرم افزار به ما نشان می دهد، گام به گام پروژه تعریف می شود.

- وارد کردن پروژه: اگر پروژه‌ای در جای دیگر و قبلاً انجام شده فایل آن در اختیار است، می‌توان آن را وارد نرم‌افزار کرد.
- خروجی گرفتن از پروژه



شکل ۱۸

بر روی علامت (+) کلیک کنید تا مشخصات یک پروژه جدید باز شود. در این قسمت باید نام پروژه را انتخاب کنید. در قسمت‌های بعد، ساخت خودکار خط ۱، نوع باس ارتباطی (که باید زوج به هم تابیده باشد) و آرایش آدرس گروهی را انتخاب کنید. (شکل ۱۹)



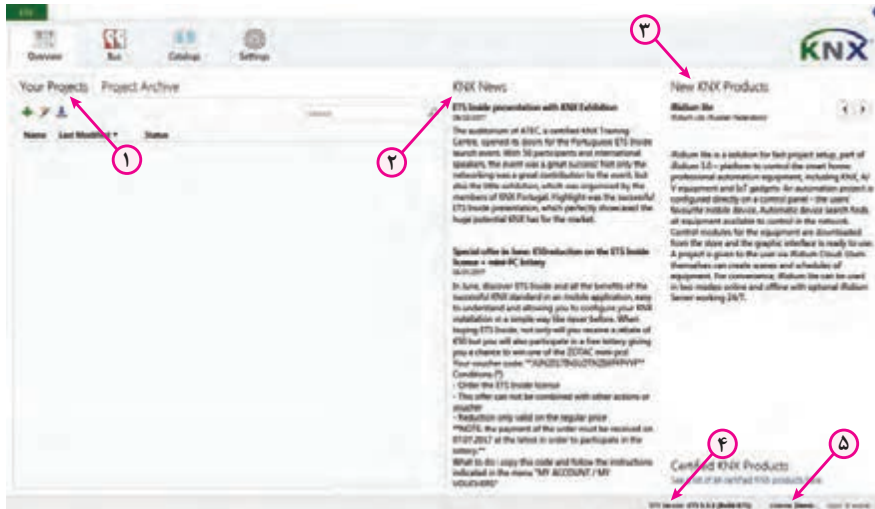
شکل ۱۹

**۱-۲- اخبار جدید:** در این قسمت، جدیدترین اخبار مربوط به فعالیت‌های انجمن جهانی KNX درج می‌شود. این بخش را می‌توانید از قسمت تنظیمات، فعال یا غیرفعال نمایید. اگر رایانه شما به اینترنت متصل باشد پس از هر بار باز کردن نرم‌افزار اخبار جدید نمایش داده می‌شود. (شکل ۲۰)

**۱-۳- محصولات جدید:** در این قسمت، محصولات جدید که توسط شرکت‌های مختلف با پروتکل KNX معرفی شده‌اند، نمایش داده می‌شود. این بخش را می‌توانید از قسمت تنظیمات، فعال یا غیرفعال نمایید.

#### ۱-۴- نسخه نرم‌افزار و بروز رسانی

#### ۱-۵- مجوزهای نصب شده (لایسنس) و نوع آن



شکل ۲۰

## ۲- Bus:

۲-۱- واسط ارتباطی (connections): توسط گزینه interfaces می‌توانید، تنظیمات واسط ارتباطی کامپیوتر و باس KNX را مشخص کنید. این قطعه می‌تواند USB یا تحت شبکه باشد.

۲-۲- مانیتورینگ باس: در این بخش، به دو روش می‌توان باس KNX و تلگرام‌های آن را مانیتور کرد. روش اول مانیتورینگ براساس آدرس‌های گروهی است و روش دوم مانیتورینگ تمام تلگرام‌های باس KNX.

۲-۳- تعمیرات: در این بخش با گزینه Unload Device می‌توانید حافظه دستگاه مورد نظر را پاک نموده و آن را به وضعیت کارخانه برگردانید. با گزینه Device Info می‌توانید با دسترسی به حافظه دستگاه، اطلاعات مختلفی در مورد قطعه مورد نظر به دست آورید.

۲-۴- کار با آدرس فیزیکی قطعات: در این بخش سه قسمت اصلی وجود دارد:

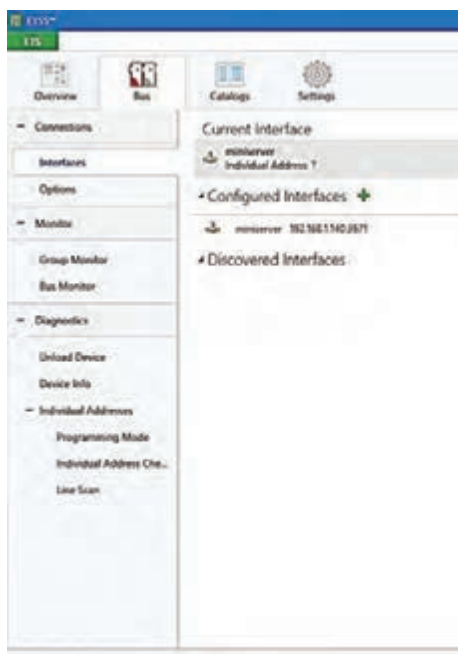
۲-۴-۱- حالت برنامه‌ریزی (Programming Mode): در این حالت با فشردن دکمه برنامه‌ریزی قطعات، می‌توانید آدرس فیزیکی آنها را مشاهده کنید.

۲-۴-۲- بررسی آدرس فیزیکی (Individual Address Check): در این قسمت با وارد کردن آدرس فیزیکی قطعه مورد نظر، می‌توانید وجود آن در پروژ، روی تابلو و یا تعریف آن را مشاهده کنید. همچنین می‌توانید با فعال کردن LED برنامه‌ریزی دستگاه، محل واقعی آن در تابلوی برق را ببینید و قطعه را پیدا کنید.



شکل ۲۱

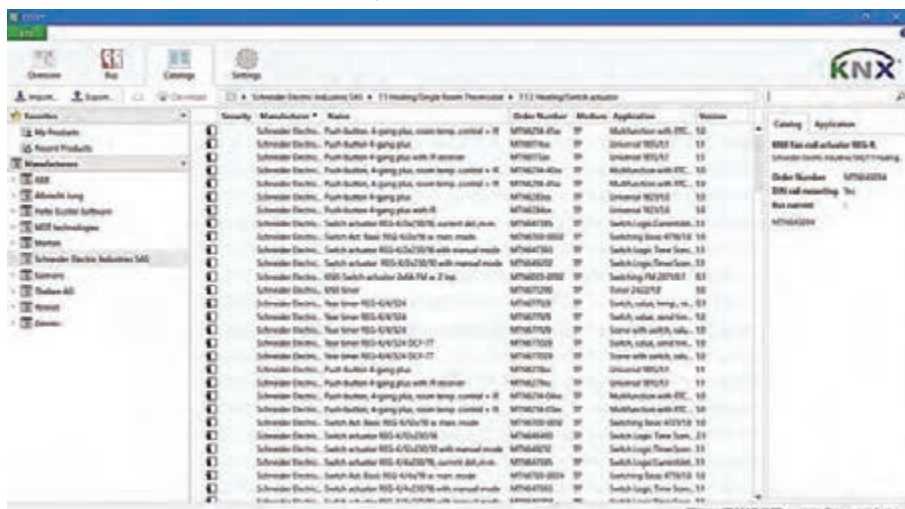
۳-۴-۲- جستجوی خط (Line Scan): در این قسمت، تمام قطعات روی خط را می‌توانید بیابید و وجود آن در تابلوی برق را بررسی کنید.



شکل ۲۲

### ۳-۳ Catalogs

در این قسمت، علاوه بر مشاهده بانک اطلاعاتی تجهیزاتی که در نرم‌افزار استفاده می‌کنید، می‌توانید فایل کاتالوگ (DataBase) هر قطعه را به نرم‌افزار وارد کنید تا بتوانید در پروژه‌ها از آن استفاده کنید. امکان جست‌وجو در بین قطعات و دسته‌بندی آنها در این بخش فراهم است.

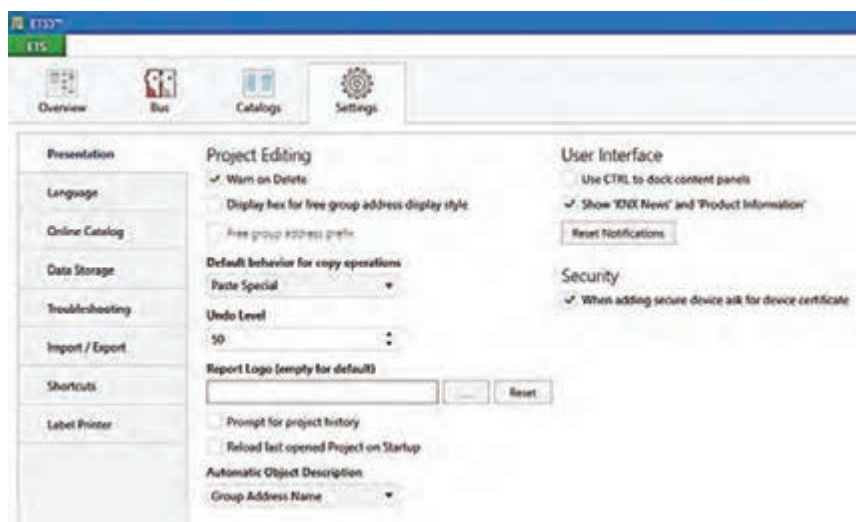


شکل ۲۳

#### ۴- Settings:

در این قسمت به تنظیمات نرم‌افزار دسترسی دارید. با کلیک روی زبانه Settings، موارد زیر قابل تنظیم است:

- ۱- **Presentation**: که در آن مواردی چون هشدار موقع حذف پروژه، سطح برگشت به عقب نرم‌افزار، نحوه کپی و پیست کردن، تنظیمات صفحه اول نرم‌افزار (مانند حذف اخبار و یا محصولات جدید از صفحه اول) است.



شکل ۲۴

- ۲- **Language**: مربوط به زبان نرم‌افزار است که می‌توانیم زبان انگلیسی را انتخاب کنیم.
- ۳- **Online Catalog**: می‌توان از کاتالوگ‌های آنلاین سازنده‌هایی که تجهیزات Knx تولید می‌کنند و لیست آنها قابل مشاهده است، استفاده کرد. از هر برندی که از تجهیزات سخت‌افزاری خانه هوشمند استفاده شود ابتدا باید فایل‌های مربوط به همان شرکت سازنده از این قسمت دانلود شود و در برنامه نرم‌افزار از آن استفاده کرد. این بخش نیاز به مجوز نرم‌افزاری دارد.
- ۴- **Data Storage**: برای ذخیره پروژه‌ها باید از این قسمت استفاده کرد و محل ذخیره را تعیین کرد.
- ۵- **Troubleshooting**: مشکلات نرم‌افزاری که مربوط به خود نرم‌افزار ETS است را بررسی کرده و جهت ارسال به بخش پشتیبانی نرم‌افزار و رفع مشکلات احتمالی گزارش تهیه می‌کند.
- ۶- **Import/Export**: در این قسمت این امکان انتخاب وجود دارد که محتویات خروجی گرفتن از برنامه شامل چه قسمت‌هایی شود. مثلاً هنگام اکسپورت کردن، کاتالوگ‌ها هم همراه برنامه اکسپورت شود یا نه.
- ۷- **Shortcuts**: مانند هر نرم‌افزار دیگری، می‌توان در ETS از کلیدهای میانبر استفاده کرد. در این بخش می‌توان این کلیدها را تغییر داد.
- ۸- **Label Printer**: تنظیم لوگو هنگام خروجی گرفتن از برنامه. امکان تغییر لوگو نیز وجود دارد.



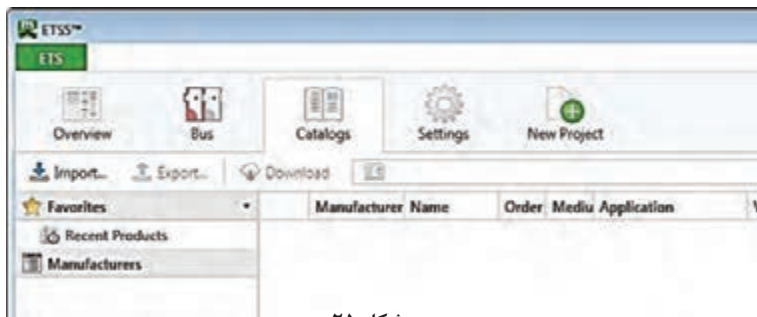
## وارد کردن کاتالوگ‌های قطعات خانه هوشمند به داخل نرم‌افزار

شرح کار عملی: در این کار عملی می‌خواهیم کاتالوگ قطعات خانه هوشمند موجود در کارگاه را در نرم‌افزار وارد کنیم.

قطعاتی که مورد بررسی قرار می‌دهیم به شرح زیر است:

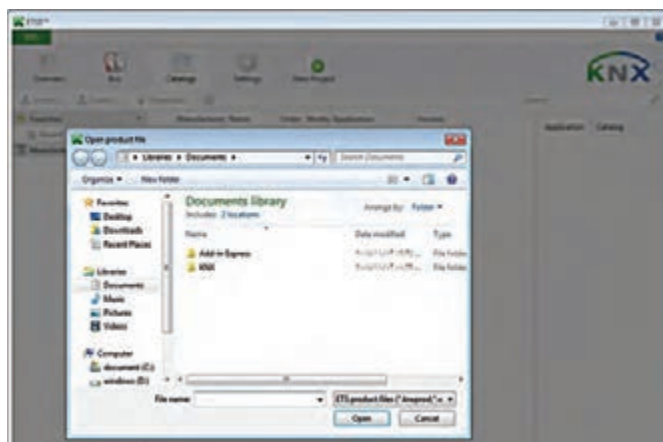
### مراحل انجام کار عملی:

- ۱- ابتدا نرم‌افزار (ETS۵) نصب‌شده بر روی رایانه را اجرا کنید.
- ۲- بر روی زبانه Catalogs کلیک کنید.



شکل ۲۵

۳- برای وارد کردن کاتالوگ هر قطعه گزینه‌ی import را انتخاب کنید تا پنجره مربوط به کاتالوگ‌هایی که قبلاً بر روی رایانه ذخیره‌شده، باز شود.



شکل ۲۶

۴- کاتالوگ موردنظر را انتخاب و بر روی گزینه Open کلیک کرده تا کاتالوگ‌ها وارد نرم‌افزار شود. پسوند فایل‌ها Knxprod\* است.

توجه کنید که اگر برای اولین بار می‌خواهید کاتالوگی را اضافه کنید، باید به سایت اینترنتی شرکت سازنده آن قطعه مراجعه کرده و در قسمت محصولات (Products) و یا در بخش دانلودها، قطعه مورد نظر را انتخاب و فایل مربوط به دیتا بیس آن قطعه را در یک پوشه مشخص در رایانه ذخیره کنید.

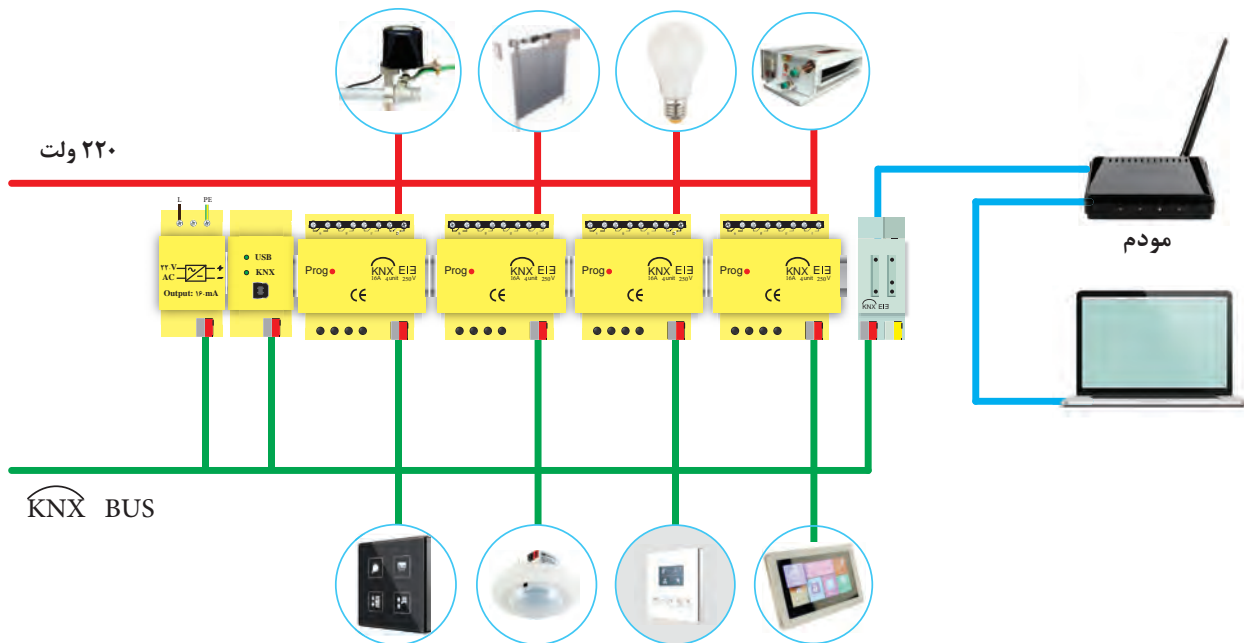


## ساختارهای ارتباطی



منظور از ساختار ارتباطی این است که نحوه ارتباط بین تجهیزات خانه هوشمند چگونه و به چه شکلی باشد. به طور کلی تجهیزات خانه هوشمند را به دو روش می توان با یکدیگر مرتبط کرد یکی با سیم و دیگری بدون سیم. **– ساختار ارتباط با سیم:**

یکی از قدیمی ترین و مطمئن ترین روش های ارتباطی بین تجهیزات، ارتباط با سیم می باشد. در این ساختار سرخ های روشنایی و مصرف کننده ها از بخش های مختلف یک واحد مسکونی هوشمند به یک تابلوی برق مرکزی ارتباط می یابند و در آنجا به فعال سازها متصل می شوند. در این روش، کلیدهای ورودی، فعال سازها و سانسورها با سیم به یکدیگر متصل می شوند.



شکل ۲۷- ساختار ارتباط با سیم

### – ساختار ارتباط بی سیم :

در ساختار ارتباطی بی سیم، انتقال اطلاعات از طریق امواج الکترومغناطیس و یا نوری مادون قرمز انجام می پذیرد و در آن نیازی به کابل کشی مجزا وجود ندارد. در این روش سیگنال های تولید شده توسط وسایل کنترل کننده، از طریق شبکه برق موجود در ساختمان و یا با کمک سیگنال های RF منتقل شده و در مقصد، دستگاه مورد نظر را کنترل می نماید. از نکات قابل توجه در این ساختار ارتباطی، قابلیت اطمینان و امنیت اطلاعات و همچنین نویز پذیری احتمالی آن است.

به کمک ساختار ارتباطی بی‌سیم، می‌توان تمامی وسایل منزل را حتی زمانی که کسی در خانه نیست تحت کنترل داشت و این امر از طریق یک رایانه (و یا حتی با کمک تلفن همراه) و با کمک اینترنت از هر نقطه از دنیا میسر خواهد بود.

به دلیل اینکه تجهیزات ارتباطی بی‌سیم روی فرکانس خاص خود، کار می‌کند، با هیچ یک از دیگر وسایل بی‌سیم مثل تلفن‌های بی‌سیم، مودم‌ها و ... تداخل نخواهند داشت.



شکل ۲۸- ساختار ارتباط بی‌سیم

### – کنترل از طریق گوشی تلفن همراه و تبلت:

با استفاده از گوشی تلفن همراه و تبلت می‌توان به سیستم‌های هوشمند ساختمان دسترسی داشت و با اتصال به اینترنت از هر نقطه از جهان امکان برقراری ارتباط با آنها وجود داشته و کاربر می‌تواند علاوه بر مشاهده وضعیت ساختمان از قبیل میزان مصرف انرژی، روشنایی داخلی، درجه حرارت، وضعیت حضور، دوربین‌های امنیتی و ...، تغییرات مطلوب را نیز در سیستم اعمال کند. همچنین می‌توان برای سیستم‌های خانه هوشمند مشخص کرد که در صورت بروز حالت‌های خاص از طریق ایمیل و یا پیامک به کاربر هشدار داده شود.

با استفاده از گوشی‌های هوشمند و تبلت‌ها می‌توان:

- ۱- چراغ‌ها را روشن و خاموش کرد و وضعیت آنها را چک کرد.
- ۲- وضعیت درجه حرارت هر منطقه را مشاهده کرد و در صورت نیاز دستگاه‌های گرمایش و یا سرمایش را روشن و یا خاموش کرد.
- ۳- دوربین‌های مداربسته را مشاهده کرد.
- ۴- وضعیت سنسورهای حضور را بررسی کرد.
- ۵- داده‌های سنسورهای محیط را مشاهده کرد.
- ۶- در صورت نیاز «در» را از راه دور برای افراد باز کرد.
- ۷- سیستم‌های صوتی و تصویری در داخل ساختمان را کنترل کرد.
- ۸- وضعیت مصرف انرژی را مشاهده کرد.

پروتکل به مجموعه قوانینی گفته می‌شود که نحوه ارتباطات تجهیزات هوشمند را قانونمند می‌کند. نقش پروتکل در شبکه‌های هوشمند، نظیر نقش دستور زبان برای انسان است. برای مطالعه یک کتاب نوشته شده به فارسی می‌بایست خواننده شناخت مناسبی از دستور زبان فارسی را داشته باشد. به عبارتی دیگر پروتکل یعنی زبان ارتباطی یا زبان نرم‌افزاری مشترک بین تجهیزات. به منظور ارتباط دو دستگاه در خانه هوشمند نیز باید هر دو دستگاه از یک پروتکل مشابه استفاده کنند. پروتکل‌های بسیار متعددی برای هوشمندسازی ساختمان وجود دارد.

### – باس (BUS):

تمامی قطعات در خانه هوشمند با یک کابل (زوج سیم) به یکدیگر نصب (معمول‌ترین شکل نصب دستگاه‌ها) می‌شوند و بدین ترتیب تبادل اطلاعات میان آنها برقرار می‌شود. به این ارتباط فیزیکی Bus می‌گویند. تصور کنید یک اتوبوس از ایستگاهی به ایستگاهی دیگر می‌رود و در طول روز این کار را تکرار می‌کند. سیم‌کشی باس از اصولی مشابه این حرکت پیروی می‌کند، سیم‌کشی قطعات خانه هوشمند از یک نقطه شروع می‌شود و از قطعه‌ای به قطعه دیگر می‌رود و تشکیل یک خط به نام باس را می‌دهد. در شکل ۲۹ خطوط سبز رنگ سیم‌کشی باس را نشان می‌دهند.

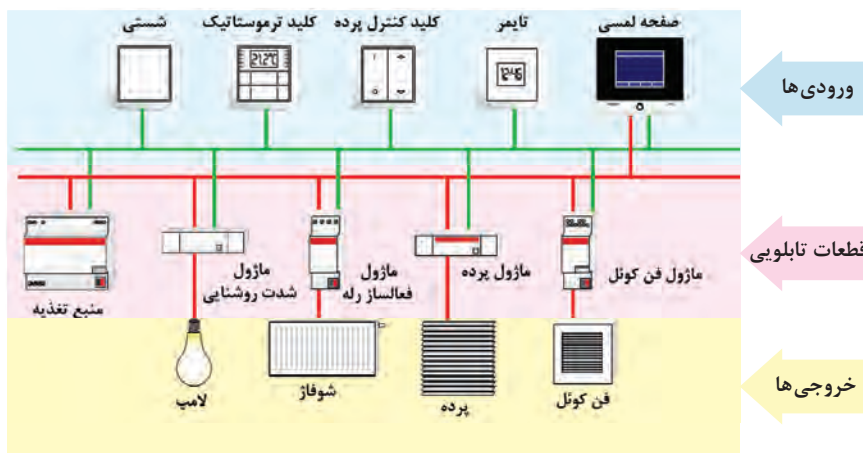


شکل ۲۹- خط باس

وقتی یک قطعه، داده‌ای را به قطعه دیگری می‌فرستد، ابتدا اطلاعات به «داده» تبدیل شده و سپس به صورت دیجیتال بر روی باس که همان کابل ارتباطی بین تجهیزات است، انتقال داده می‌شود. خط باس نقش گذرگاه برای عبور فرامین را دارد.

پس از لمس یک کلید ۴ پل لمسی، فرمان تولید و سپس به شکل یک فریم داده به یک عملگر (Actuator) بر روی باس ارسال می‌کند. به محض اینکه فعال‌ساز فریم داده را دریافت می‌کند، یک پیام تأیید را به سنسور فرستنده فرمان (همان کلید ۴ پل لمسی) برمی‌گرداند و سپس فرمان دریافت شده را اجرا می‌کند.

عملگرها (لامپ، پریشا و ...) برای فعال شدن نیاز به ولتاژ ۲۲۰ دارند لذا علاوه بر سیم‌کشی باس، به سیم‌کشی مدار قدرت ۲۲۰ ولت نیز نیاز است. خطوط قرمز رنگ در شکل ۳۰ این سیم‌کشی را به صورت شماتیک نشان می‌دهد.



شکل ۳۰

سیم‌کشی باس با استفاده از کابل‌های زوجی، هم کار انتقال داده‌ها (دیتا) و هم تأمین برق تجهیزات هوشمند مثل فعال‌سازها و سنسورها را بر عهده دارد. ولتاژ نامی سیستم باس برابر با ۲۰ ولت است، در حالی که ولتاژ تأمین شده از جانب منبع تغذیه برابر با ۲۹ ولت است. تجهیزات باس در ولتاژهای ۲۰ ولت تا ۲۹ ولت بدون هیچ خطایی کار می‌کنند، در نتیجه تفرانس ۹ ولتی برای جبران افت ولتاژ کابل و مقاومت‌ها کافی است و فهم دیتا را امکان‌پذیر می‌کند.

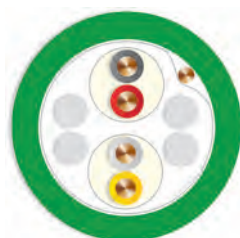
#### – کابل:

بستر ارتباطی تجهیزات در خانه هوشمند به صورت زوج سیم به هم تابیده (Twisted Pair) می‌باشد. این کابل دارای زوج سیم قرمز-مشکی بوده که برای تأمین توان و انتقال دیتا مورد استفاده قرار می‌گیرد. زوج سیم زرد-سفید در حالت عادی آزاد است و در بعضی موارد برای انتقال توان به ماژول‌هایی که با جریان DC کار می‌کنند، مورد استفاده قرار می‌گیرد. در صورت جایگزینی این کابل با زوج سیم معمولی، امکان بروز اشکال در سیستم وجود دارد.



شکل ۳۱

جنس هادی‌های کابل از مس تعداد رشته‌ها و سایز کابل ارتباطی  $2 \times 2 \times 0.8$  mm و از نوع J-Y(St)Y می‌باشد. هادی آن می‌تواند مفتولی و یا رشته‌ای بوده و قطر هادی‌ها می‌تواند حداکثر تا ۱ mm افزایش یابد. این کابل مطابق با استاندارد IEC ۱۸۹-۲ ساخته می‌شود.



شکل ۳۲

در انتهای کابل، انشعاب‌ها و در نقاط اتصال به ماژول‌ها باید از کانکتور مخصوص (Bus Connector) استفاده شود. در شکل ۳۳ یک نمونه از این کانکتور را مشاهده می‌کنید. مزیت این نوع کانکتور، اتصال راحت کابل و همچنین برقراری دائمی باس ارتباطی می‌باشد.



شکل ۳۳

همان‌طور که می‌دانید در سیستم‌های دیجیتال اطلاعات به صورت صفر و یک جابه‌جا می‌شوند. به عبارتی برای روشن شدن یک لامپ، باید پیغامی ارسال شود که فعال‌ساز آن را بفهمد. برای فعال‌ساز، یک مجموعه از اعداد از قبل تعریف‌شده که در صورت دریافت آنها عملی را انجام می‌دهد. مثلاً اگر فعال‌ساز عدد یک را دریافت کرد لامپ را روشن و اگر عدد صفر را دریافت کرد لامپ را خاموش می‌کند.

با حذف برق ۲۲۰ ولت از کلیدها، ضریب ایمنی ساختمان افزایش می‌یابد خطرات برق‌گرفتگی نیز کاهش می‌یابد.

در مورد «شهر هوشمند» تحقیق کنید و به کلاس ارائه دهید.

ایمنی

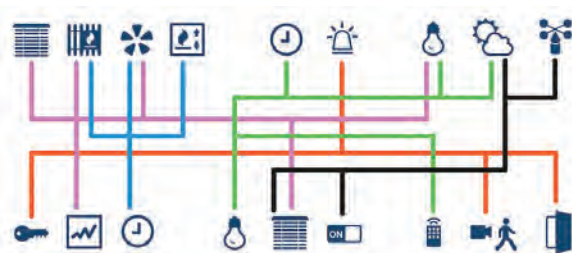
تحقیق کنید



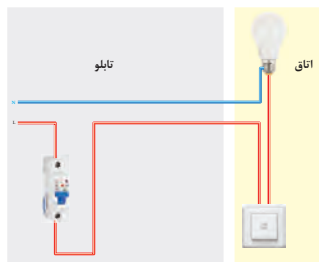
## تفاوت سیستم کنترل هوشمند و روش سنتی برق ساختمان

### – سیم‌کشی به روش سنتی:

سال گذشته با روش سنتی سیم‌کشی ساختمان آشنا شدید. در این نوع سیم‌کشی برای هر یک از چراغ‌ها، کولر، فن تهویه و ... یک مدار جداگانه و مستقلی وجود داشت. شکل ۳۴ به صورت شماتیک نحوه سیم‌کشی بین قطعات مدار را نشان می‌دهد.

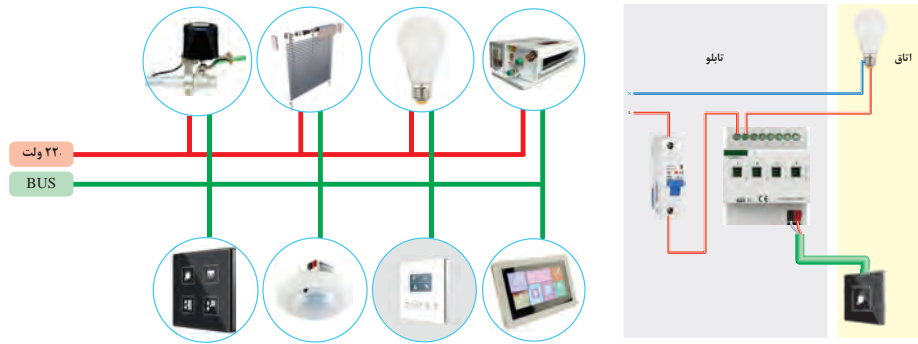


شکل ۳۴- سیم‌کشی سنتی



### – سیم‌کشی به روش هوشمند:

در شبکه هوشمند با ساختار «باسسیم» برای اتصال تجهیزات برقی ساختمان مانند: روشنایی، سرمایش و گرمایش و ... از یک کابل انتقال داده (۲ رشته) بین ورودی‌ها و فعال‌سازها، استفاده می‌شود. در این نوع سیم‌کشی کلیه فرمان‌ها بین تجهیزات با مدار فرمانی که از یک کابل (باس) تشکیل شده است، به هم مرتبط می‌شوند. همچنین انتقال توان از منبع تغذیه به مصرف‌کننده‌ها (خروجی‌ها) از طریق مدار قدرت با ولتاژ ۲۲۰ ولت است.

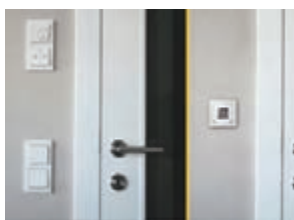


شکل ۳۵- سیم‌کشی هوشمند

تفاوت عمده‌ای که سیم‌کشی سنتی با هوشمند دارد، جداسازی مدار فرمان از قدرت است. به صورتی که عناصر کنترلی (نظیر کلید) دیگر در مسیر مدار قدرت قرار ندارند و فرمان‌های کنترلی از طریق این تجهیزات هوشمند بر روی باس مخابره شده و توسط قطعات فعال‌ساز، اجرا می‌گردد. در سیم‌کشی به روش سنتی اجرا شود، با پدیده تعدد و شمار بالای کلیدهای سنتی امکان تغییر نحوه کنترل روشنایی‌ها و لوازم برقی وجود ندارد اما در خانه هوشمند، پس از سیم‌کشی نیز با تغییر در برنامه نرم‌افزاری، می‌توان نحوه کنترل لوازم برقی و روشنایی را تغییر داد. تفاوت‌های دیگر خانه‌های هوشمند با خانه‌های معمولی را می‌توان به صورت زیر فهرست کرد:

تفاوت‌های سیم‌کشی سنتی و هوشمند
مجزا بودن مدار فرمان از مدار قدرت در سیستم هوشمند
عدم وجود برق ۲۲۰ ولت در مدار فرمان (دیتا) و در نتیجه افزایش ایمنی در سیستم هوشمند
(امکان برنامه‌ریزی عملکردها در سیستم هوشمند) با توجه به جدا بودن مدارات
امکان تغییر برنامه و سناریوها (مثلاً تغییر نحوه کنترل روشنایی‌ها) با توجه به خواسته ساکنین
عدم وجود پیچیدگی سیم
مشاهده و کنترل تجهیزات برقی از هر جای خانه و حتی روی بستر اینترنت و از دور
دارا بودن آدرس دهی قطعات در سیستم هوشمند
نمای زیبا و کاهش حجم نصب کلیدها

زیربنای 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 اما با نصب یک کلید هوشمند در پذیرایی دیگر نیازی به نصب کلیدهای متعدد نیست و با برنامه‌ریزی بر روی این کلید هوشمند می‌توان کلیه فرامین و دستورات لازم برای روشنایی‌ها، پرده‌ها، سیستم سرمایش و ... را صادر کرد.



شکل ۳۶- کلید لمسی و کلید معمولی

**تفاوت‌های سیم‌کشی سنتی و هوشمند**  
 مجزا بودن مدار فرمان از مدار قدرت در سیستم هوشمند  
 عدم وجود برق ۲۲۰ ولت در مدار فرمان (دیتا) و در نتیجه افزایش ایمنی در سیستم هوشمند  
 امکان برنامه‌ریزی عملکردها در سیستم هوشمند (با توجه به جدا بودن مدارات)  
 امکان تغییر برنامه و سناریوها (مثلاً تغییر نحوه کنترل روشنایی‌ها) با توجه به خواسته ساکنین  
 عدم وجود پیچیدگی سیم‌کشی هوشمند  
 مشاهده و کنترل تجهیزات برقی از هر جای خانه و حتی روی بستر اینترنت و از دور  
 دارا بودن آدرس‌دهی قطعات در سیستم هوشمند  
 نمای زیبا و کاهش حجم نصب کلیدها  
 اگر در ساختمان‌های امروزی و به‌ویژه در سطح



تحقیق کنید



سیم‌کشی سنتی و هوشمند را باهم مقایسه کنید. شباهت‌ها و تفاوت‌های آنها را فهرست کنید.

### کار عملی ۳

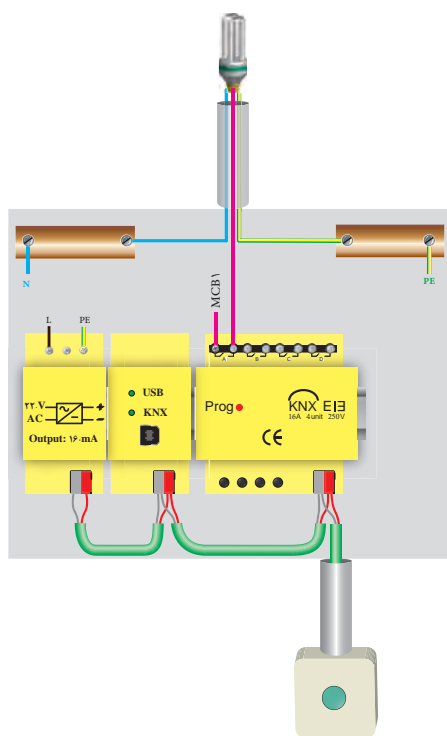
کنترل یک لامپ به صورت روشن و خاموش (ON-OFF) توسط ماژول کلید یک پل لمسی هوشمند شرح کار عملی: در این کار عملی می‌خواهیم توسط یک کلید لمسی هوشمند لامپ یک اتاق را کنترل (روشن/خاموش) کنیم. به طوری که با لمس کلید هوشمند لامپ روشن و با لمس مجدد آن لامپ خاموش شود. مراحل انجام کار عملی:

۱- ابتدا با توجه به شرح کار، اقلام مورد نیاز را برای انجام این کار عملی فهرست کنید.

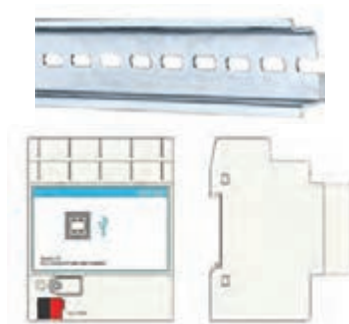
منبع تغذیه جهت تغذیه باس	ماژول فعال‌ساز	ماژول کلید لمسی هوشمند	ماژول درگاه USB
کابل باس KNX	کابل رابط	رایانه با نرم‌افزار ETS5	لامپ و سرپیچ

۲- سپس نقشه کار عملی را با توجه به شرح کار و اقلام استخراج‌شده از آن به صورت شکل ۳۷ ترسیم کنید.

۳- اقلام مورد نیاز را بر روی تابلوی آموزشی چیدمان و نصب کنید. منبع تغذیه، فعال‌ساز رله و درگاه USB در تابلوی برق قرار می‌گیرند. به همین منظور این قطعات بر روی ریل مخصوص به نام DIN نصب می‌شوند.



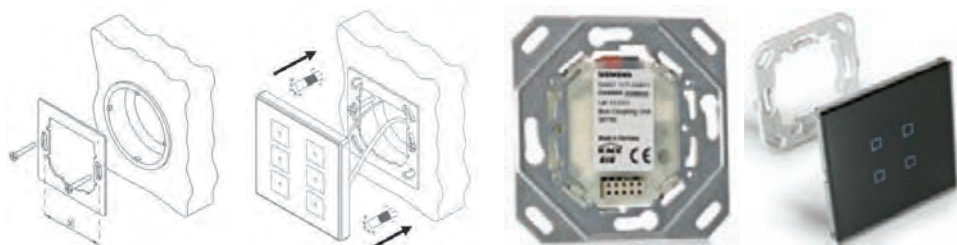
شکل ۳۷



شکل ۳۸



۴- کلیدهای لمسی هوشمند نیز خارج از تابلو و به صورت توکار (Flush Mount) نصب می‌شوند. برای دیدن نحوه صحیح نصب هر قطعه باید به کاتالوگ آن مراجعه کرد. مثلاً کلیدهای هوشمند به صورت شکل ۳۹ که در کاتالوگ آمده نصب می‌شوند.



شکل ۳۹

اگر به جای تابلوی آموزشی، کار عملی را در اتاقک پیش ساخته انجام می‌دهید، فرایند لوله کشی و قوطی گذاری توکار تفاوتی با سیم کشی توکار سنتی ندارد اما در مرحله سیم کشی، کابل KNX به صورت کلید به کلید کشیده می‌شود.



شکل ۴۰- عبور کابل Knx از لوله به صورت کلید به کلید

۵- توسط کابل باس، منبع تغذیه را به ماژول فعال ساز رله و از آن به ماژول کلید یک پل لمسی متصل کنید. (شکل ۴۰) توجه کنید که اتصال کابل باس به تمامی روش‌ها امکان پذیر است و فقط کابل نباید به صورت حلقه بسته (اتصال ابتدا و انتها به هم) دربیاید.



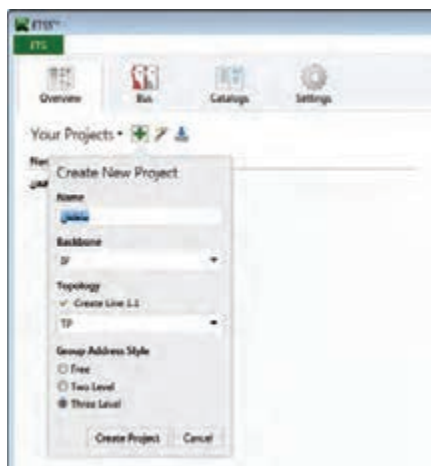
شکل ۴۱

۶- توسط ۳ رشته سیم نمره  $1/5 \text{ mm}^2$  (فاز- نول - ارت) ، ماژول منبع تغذیه را به برق شهر متصل کنید. همچنین یک فاز را به ورودی یکی از رله‌های ماژول فعالساز رله متصل کرده و خروجی این رله را به لامپ متصل کنید. یک سیم نول هم مستقیماً به لامپ متصل کنید (در صورت نیاز به اتصال ارت در لامپ، جهت حفاظت حتماً سیم ارت را نیز به لامپ متصل نمایید). (دقت کنید که هیچ‌گاه نول به ماژول فعال ساز متصل نمی‌شود).

در کارهای عملی باید دقت کرد که جمع جریان مدار مصرف کننده (در این کار عملی لامپها) از جریان مجاز رله ماژول فعال ساز بیشتر نشود.

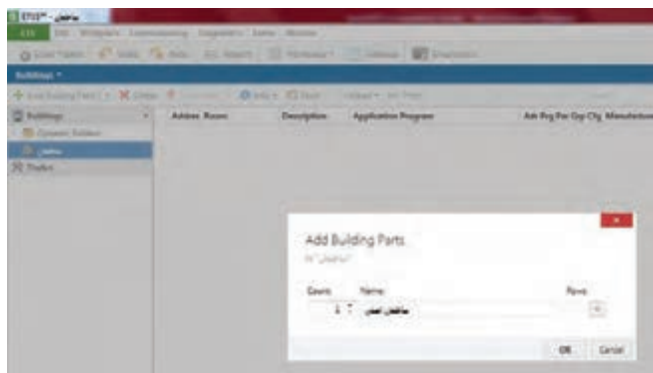
۷- نرم افزار ETS۵ را اجرا کنید.

۸- روی علامت (+) کلیک کنید تا یک پروژه جدید ایجاد شود. زبانه‌ای برای نام گذاری و تنظیمات اولیه باز می شود. یک پروژه جدید با نام «ساختمان» ایجاد نمایید و در قسمت توپولوژی (Topology)، باس ارتباطی را از نوع زوج به هم تابیده<sup>۱</sup> انتخاب نمایید. بر روی گزینه (Create Project) کلیک کرده تا پروژه ایجاد شود.



شکل ۴۲

۹- با کلیک بر روی نام پروژه، از گزینه Add building parts قسمت‌های ساختمان را اضافه کنید. این قسمت‌ها می تواند فقط شامل ساختمان اصلی (در این پروژه)، باشد.



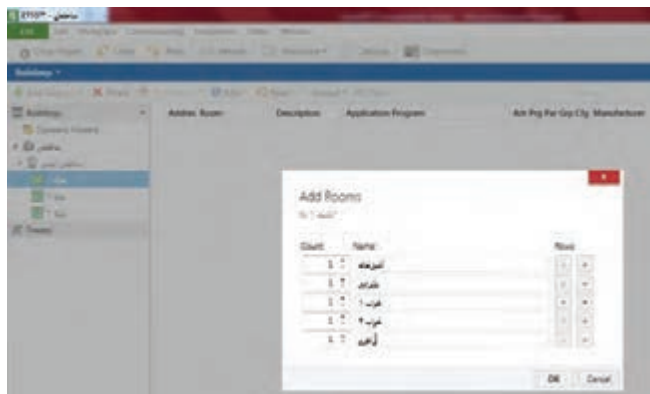
شکل ۴۳

۱۰- در قسمت Add Floor تعداد طبقات ساختمان اصلی را اضافه کنید. یک ساختمان ۳ طبقه با یک واحد مسکونی در هر طبقه و هر واحد دارای پلان معماری شکل ۴۴ می باشد.



شکل ۴۴

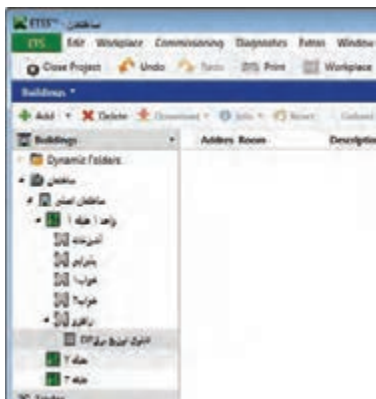
۱. Twisted Pair (Tp)



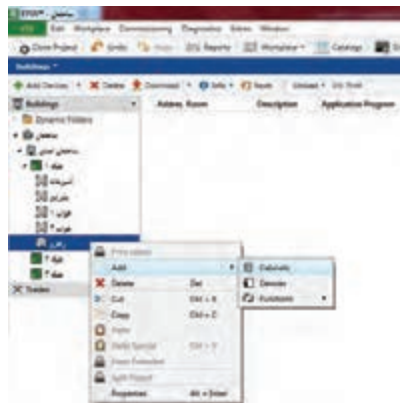
شکل ۴۵

۱۱- در صفحه ساختمان (building) در محیط نرم‌افزار در طبقه اول، بر روی گزینه +Add Room کلیک کرده و فضاها و اتاق‌ها را طبق پلان معماری ایجاد نمایید. می‌توانید جهت افزایش سرعت، از قابلیت copy و paste نیز استفاده کنید.

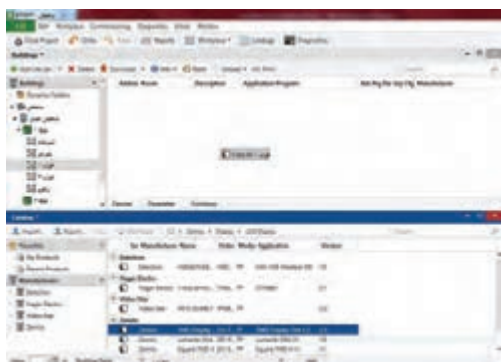
۱۲- در این کار عملی تابلوی توزیع برق (DP۱) را که در این نرم‌افزار Cabinet نام‌گذاری شده در راهرو جانمایی کنید. به همین منظور با انتخاب فضای راهرو در ساختمان، بر روی گزینه Add Cabinet کلیک کنید.



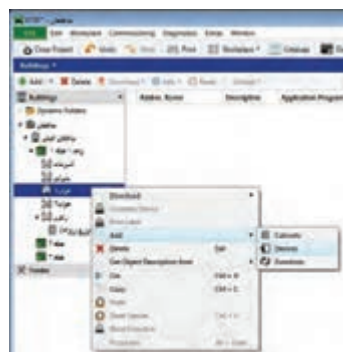
شکل ۴۶

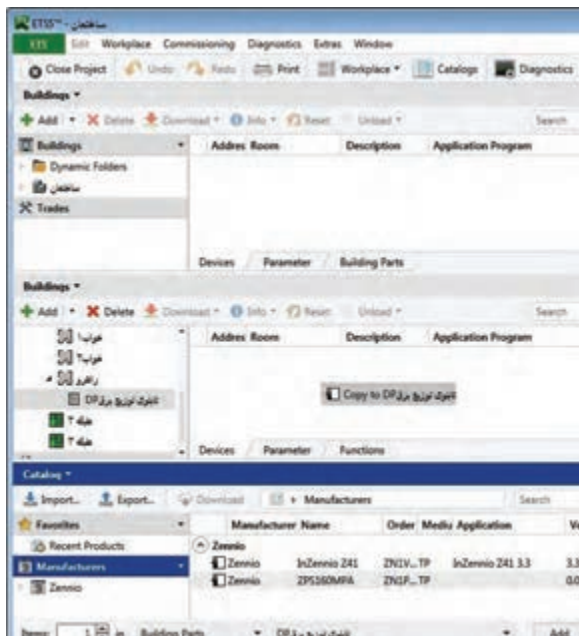


۱۳- حال نوبت افزودن تجهیزات کار عملی به داخل فضاهای تعریف‌شده در نرم‌افزار است. برای این کار فایل database هر یک از قطعاتی که در کار عملی ۲ که از سایت شرکت سازنده آن قطعه، بارگذاری و در نرم‌افزار وارد کردید، در فضای موردنظر قرار دهید. به همین منظور اتاق خواب (۱) را انتخاب کرده و روی گزینه +Add (قسمت Device) کلیک کنید. در این حالت صفحه مربوط به کاتالوگ‌ها باز می‌شود. کلید هوشمند لمسی را به داخل فضای اتاق خواب ۱ در نرم‌افزار بکشید (Drag) و رها کنید.



شکل ۴۷





شکل ۴۸

۱۴- در این قسمت باید تجهیزات کار عملی که قرار است در تابلوی توزیع برق واحد (DP1) قرار گیرند، به این تابلو اضافه کرد. برای این کار بر روی تابلوی (DP1) کلیک کرده و با فشردن گزینه +Add (قسمت Device)، صفحه کاتالوگ تجهیزات باز شده و از میان آنها یک منبع تغذیه و یک ماژول فعال‌ساز رله را انتخاب کرده و فایل مورد نظر را کشیده و به تابلوی برق بکشید (Drag).

اگر از نسخه demo نرم‌افزار ETS5 استفاده می‌کنید، حداکثر ۵ قطعه هوشمند را می‌توانید در هر کار عملی اضافه کنید.

توجه

۱۵- اکنون نوبت به تنظیم قطعات در نرم‌افزار می‌رسد. ابتدا با کلیک بر روی قطعه فعال‌ساز، رله مورد نظر را از طریق تنظیم قطعه در زبانه (Parameter) فعال نمایید. برای این کار، نیاز است که با توجه به مدل فعال‌ساز مورد استفاده، خروجی ۱ که با عباراتی همچون output یا really معرفی می‌شود را فعال نمایید.

۱۶- تنظیمات مورد نظر کلید هوشمند را انجام دهید. کلیدهای هوشمند، برخلاف کلیدهای معمولی و سنتی که صرفاً عملکردی ثابت دارند، می‌توانند مطابق نیاز کاربر برنامه‌ریزی شوند و کارهایی که برای آنها تعریف می‌کنید، انجام دهند. در این کار عملی قصد داریم کلید سمت چپ، لامپ را خاموش و کلید سمت راست، لامپ را روشن کند. برای این منظور تنظیمات را در ۲ کلید اول از کلید هوشمند انجام دهید.

۱۷- در سیستم باس KNX به منظور عملکرد صحیح و امکان برنامه‌ریزی تجهیزات، نیاز است تا هر دستگاه آدرس اختصاصی خود را داشته باشد. این آدرس با عددی سه رقمی به صورت XX.YY.ZZZ مشخص می‌گردد. با توجه به قابلیت نرم‌افزار ETS، خود نرم‌افزار در زمان اضافه شدن قطعات به پروژه، آنها را به ترتیب و بر روی خط باس شماره‌گذاری می‌نماید. اما کاربر نیز می‌تواند برای نظم‌دهی به کار عملی، آدرس‌ها را تغییر دهد. سعی کنید آدرس مربوط به هر قطعه را یادداشت کرده و یا به خاطر بسپارید. توجه کنید که هر قطعه فقط یک آدرس منحصر به فرد دارد.

این آدرس اختصاصی یا Individual Address باعث می‌شود تا سیستم KNX در ساختمان هوشمند، آرایشی گسترده و به هم پیوسته داشته باشد. در مورد این مفهوم تحقیق کنید و نتایج را در کلاس بررسی کنید.

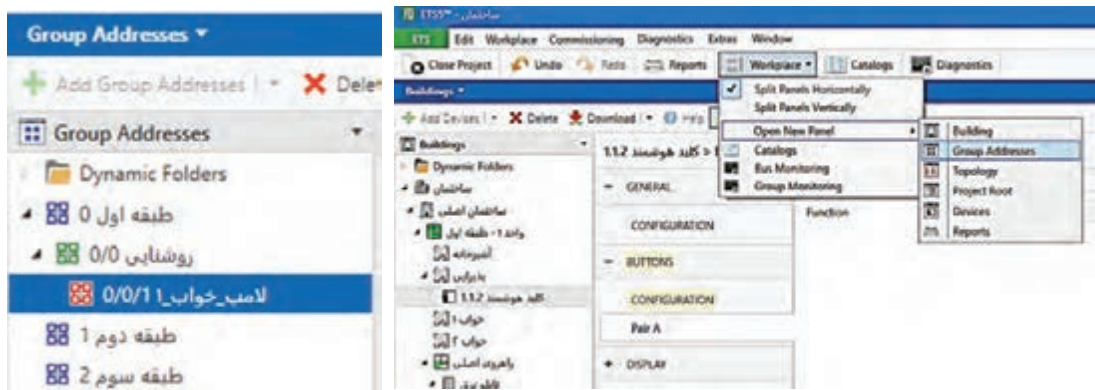
تحقیق کنید





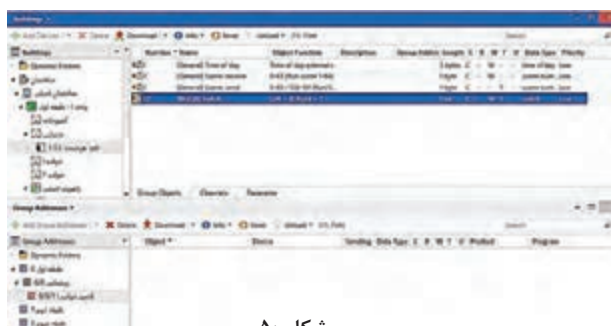
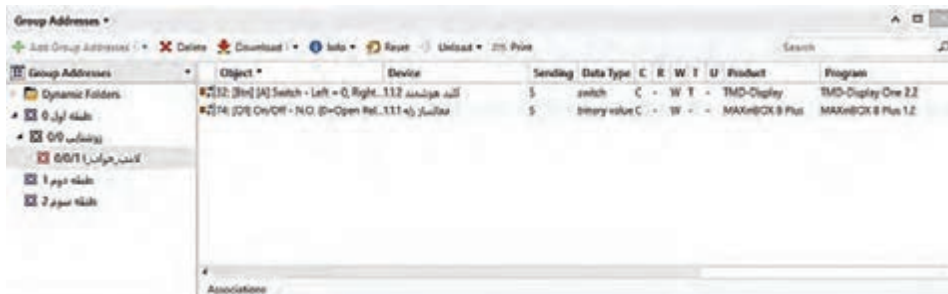
۱۸- حال نوبت به تخصیص آدرس‌های گروهی جهت برقراری ارتباط نرم‌افزاری بین تجهیزات می‌رسد. از آنجایی که قصد داریم یک چراغ را با یک کلید هوشمند کنترل کنیم، پس باید بین objectهای گروهی این دو قطعه (کلید و رله) ارتباط لازم را برقرار نماییم.

۱۹- یک آدرس گروهی برای کنترل لامپ تعریف کنید و لینک‌های مربوطه بین قطعات را برقرار نمایید. برای ایجاد آدرس گروهی به صورت دستی از پنجره آدرس‌های گروهی (Group Addresses) گزینه (add Main Group) را انتخاب کنید و یک گروه اصلی برای هر طبقه ایجاد کنید. سپس طبقه ۱ را انتخاب و برای آن یک گروه میانی (Middle Group) برای هر عملکرد (نظیر روشنایی، پرده‌ها، سرمایش و ...) بسازید. حال برای کنترل یک لامپ، در دسته گروه میانی روشنایی در گروه اصلی طبقه اول، یک آدرس گروهی به نام «لامپ - خواب - ۱» ایجاد نمایید.



شکل ۴۹

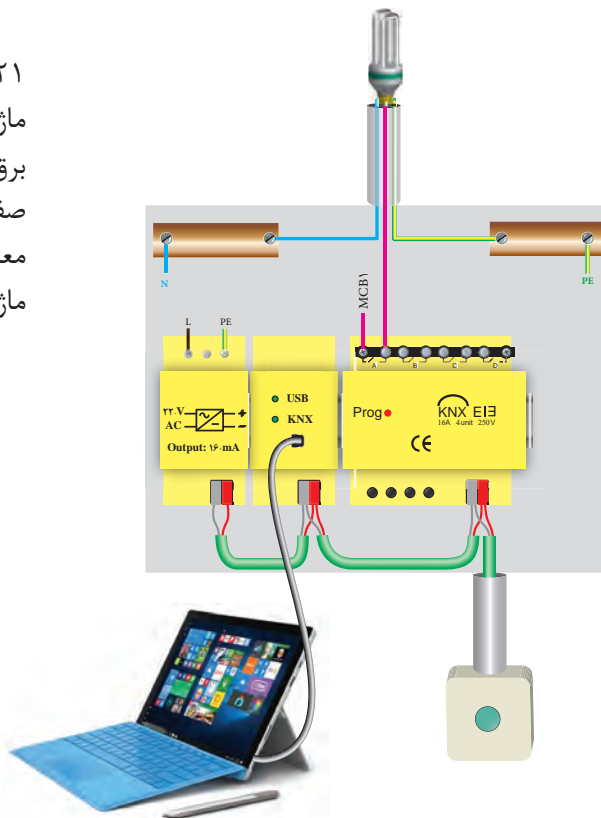
۲۰- بر روی کلید هوشمند کلیک کرده و با انتخاب زبانه Objects، واحد ارتباطی مربوط به فرمان کلید هوشمند را انتخاب نمایید و به داخل آدرس گروهی لامپ خواب ۱ بکشید. سپس بر روی قطعه فعال‌ساز رله کلیک نموده و با انتخاب زبانه Objects، واحد ارتباطی مربوط به دریافت فرمان رله‌زنی مربوط به رله ۱ را انتخاب نموده و به همان آدرس گروهی بکشید. به این صورت ارتباط نرم‌افزاری صدور و اجرای فرمان بین دو قطعه برقرار گردیده است.



شکل ۵۰

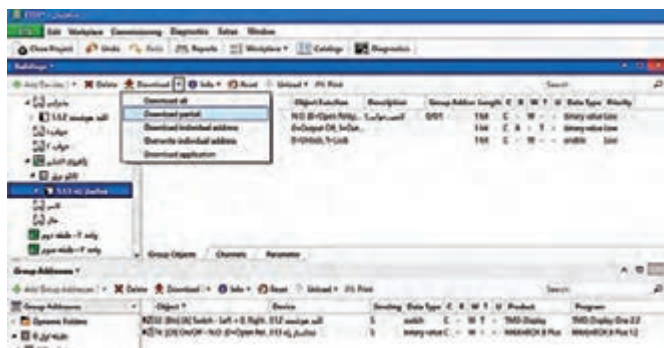


۲۱- جهت انتقال برنامه نوشته شده به سخت افزار، ماژول ارتباط USB را در نرم افزار، به تابلوی توزیع برق واحد اضافه کنید و از طریق منوی Bus در صفحه اصلی نرم افزار، درگاه ارتباطی را به نرم افزار معرفی نمایید. توسط یک کابل ارتباطی، رایانه را به ماژول ارتباط USB متصل کنید.



شکل ۵۱

۲۲- با استفاده از گزینه Download All (برای بار اول) و یا Download Partial (برای دفعات بعدی) برنامه‌ای که نوشته شده را بر روی سخت افزار انتقال دهید. در این حالت، نرم افزار به شما پیغامی مبنی بر فشردن دکمه شستی برنامه ریزی (Programming Button) می دهد و شما باید فقط شستی برنامه ریزی مربوط به آن قطعه را فشار داده و فعال نمایید. این عمل با فشار دادن شستی که روی قطعه تعبیه شده انجام می شود و در زمان فعال بودن حالت برنامه ریزی، چراغ LED قرمز رنگی در دستگاه مربوطه روشن می شود.



شکل ۵۲

۲۳- استارت کرده و عملکرد برنامه را آزمایش کنید. برای این منظور با فشردن کلید هوشمند، یک فرمان توسط آن روی باس صادر شده و رله فعال ساز عمل کرده و فاز به لامپ وصل می شود و با توجه به اینکه نول مستقیم وارد لامپ شده، لامپ روشن خواهد شد. برای خاموش شدن لامپ نیز مجدد همان کلید هوشمند را فشار داده تا فرمان قطع صادر و کنترلر فاز لامپ را قطع کند.



در مورد نرم افزار ETS Inside تحقیق کنید. این نرم افزار ویژه برای دسترسی سریع به برنامه ریزی پروژه توسط تلفن همراه و رایانه قابل همراه شده است. این نرم افزار چه مزایایی نسبت به نسخه رایانه ای دارد؟

توجه داشته باشید که منبع تغذیه، ماژول فعال ساز رله و ماژول ارتباط USB در داخل تابلوی توزیع واحد آپارتمان (DP) قرار می گیرند. برای این منظور داخل تابلوی توزیع برق یک ریل DIN علاوه بر ریل کلیدهای خودکار مینیاتوری، در داخل تابلو نصب می شود. روی این ریل منبع تغذیه، فعال ساز و ماژول های دیگر قرار می گیرند.

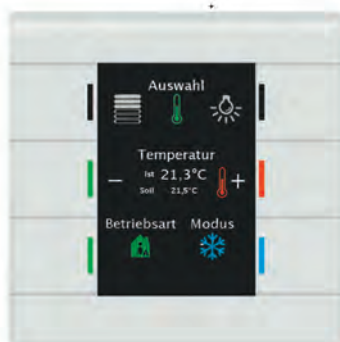


شکل ۵۳- دو نمونه تابلوی توزیع برق (DP)

## معرفی قطعات خانه هوشمند

کلیدهای دیگری هستند که امکان کنترل و مشاهده تمام عملیات جداگانه در یک اتاق را فراهم می کند. عملیاتی مانند روشنایی، دیمرها، پرده برقی و تهویه مطبوع یک اتاق می تواند توسط یکی از این نوع کلیدها کنترل شود. صفحه نمایش مناسب با سمبل های گویا، امکان استفاده بدون آموزش را برای کاربران فراهم می کند. این کلیدها دارای ۲، ۴، ۶ و ۸ پل کلید لمسی هوشمند بوده و دارای صفحه نمایش اطلاعات و همچنین قابلیت اجرای سناریوهای متنوع را نیز دارند.

امکان استفاده از این کلیدها با فریم های مختلف وجود دارد و در این زمینه کاملاً انعطاف پذیر هستند. امکان انتخاب چهار رنگ سفید هنری، سفید شیشه ای، سیاه شیشه ای و فلزی برای المان های کنترلی وجود دارد. صفحه نمایش نیز می تواند به رنگ های مشکی، آبی و نقره ای انتخاب شود.



شکل ۵۴- انواع کلیدهای لمسی



این کلیدها می‌توانند جایگزین چند ترموستات در خانه‌های سنتی شوند.

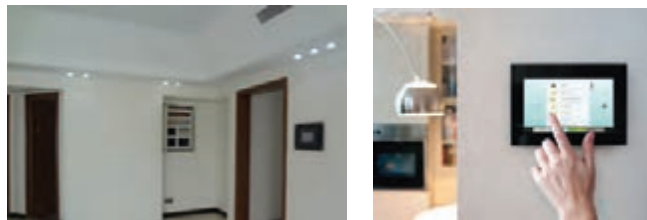
در چه صورتی می‌توان از کلید سنتی به جای ماژول کلید لمسی هوشمند استفاده کرد؟

### – صفحات لمسی (Touch Panel):

صفحه‌های تاج برای کاربر امکان کنترل و مشاهده اطلاعات سیستم را فراهم می‌کند. با این صفحه می‌توان یک چراغ را روشن/خاموش و یا دیم کرده، پرده‌ها را کنترل، دمای محیط را تنظیم کرده و یا ترکیبی از موارد قبل را اجرا کرد.

صفحات لمسی امکانات زیر را می‌توانند فراهم کنند:

- تعریف تایمر و برنامه‌ریزی زمانی، هفتگی و ماهانه
- زیر نظر گرفتن و مشاهده تغییرات و مقادیر پارامترها و تهیه گزارش از آنها
- تولید سیگنال آلام و ارسال هشدار از طریق تلفن همراه
- شبیه‌سازی حضور (روشن و خاموش کردن چراغ‌ها شبیه زمانی که شخصی در خانه حضور دارد)
- اتصال با تلفن همراه و کنترل از راه دور (اینترنت)
- مشاهده دوربین‌های مدار بسته
- ارتباط آیفون تصویری و ارتباط صوتی داخلی در ساختمان



شکل ۵۵- تاج پنل

### – ماژول تغییر شدت روشنایی لامپ (دایمر):

این ماژول به منظور تغییر میزان شدت روشنایی لامپ‌های رشته‌ای و هالوژن مورد استفاده قرار می‌گیرد. به این ترتیب براساس نیاز می‌توان مقدار نور مورد نظر را برای یک لامپ تغییر داد. متداول‌ترین نوع این ماژول، نوع ۲ کاناله ۳۰۰ وات است که می‌تواند به طور مستقل شدت روشنایی دو لامپ رشته‌ای با توان کمتر از ۳۰۰ وات را کنترل کند. باید دقت کرد که لامپ‌هایی که قابلیت تغییر شدت روشنایی (dimable) را ندارند (مانند لامپ فلورسنت، کم مصرف و ...) را نباید به این ماژول متصل کرد.

ماژول دایمر دیگری وجود دارد که با آن می‌توان شدت روشنایی لامپ‌های تخلیه در گاز، همچنین لامپ‌های LED را که دارای بالاست الکترونیکی هستند کنترل کرد. این بالاست، خروجی ۱ تا ۱۰ ولت دارد. میزان روشنایی با درصد مشخص شده و اینکه چه درصدی از روشنایی را در هر لحظه داشته باشد توسط برنامه

نرم‌افزاری ETS قابل برنامه‌ریزی است. معمولاً حداکثر جریان کاری هر کانال ۱۶ آمپر است.



شکل ۵۶

### – ماژول کنترل پرده:

این ماژول برای کنترل موتورهای پرده طراحی شده است. با توجه به نوع موتور (AC یا DC) ماژول‌های متفاوتی وجود دارد. به کمک این ماژول امکان باز یا بسته کردن پرده و یا حتی تاریک و روشن کردن کرکره وجود دارد. با توجه به تعداد پرده‌ها، می‌توان برای کنترل مجزای ۲ تا ۴ پرده از این ماژول استفاده کرد.



شکل ۵۷

تحقیق کنید



در مورد ساختمان و اساس کار موتورهای الکتریکی پرده‌ها تحقیق کنید.

### – ماژول فن کوئل (سرمایش – گرمایش):

به کمک این ماژول می‌توان دستگاه‌های حرارتی و یا برودتی مانند فن کوئل را کنترل کرد. خروجی فرمان ترموستات به این ماژول متصل شده و متناسب با آن سرعت و یا خاموش و روشن شدن فن کوئل کنترل می‌شود.



شکل ۵۸

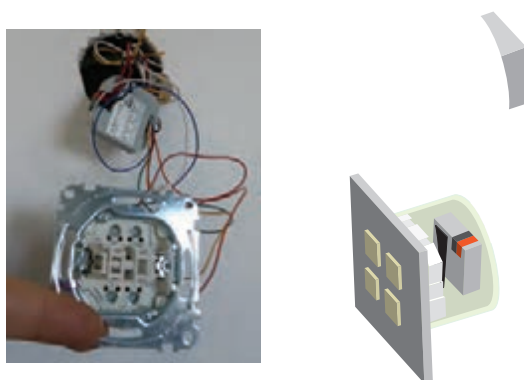
### – ماژول رابط یونیورسال (Universal):

برای ارتباط لوازم و قطعات سیم‌کشی سنتی (مثلاً کلید) با سیستم KNX از این ماژول استفاده می‌شود. انواع مختلف این ماژول امکان ارتباط ۲ یا ۴ کلید قطع و وصل معمولی را فراهم می‌کند. به این ترتیب می‌توان به کمک کلیدهای معمولی فرامینی مانند خاموش/روشن، بالا/پایین، دیم و... را به سیستم منتقل کرد.



شکل ۵۹

نحوه قرارگیری این ماژول در سیم‌کشی سنتی به صورت شکل ۶۰ می‌باشد.



شکل ۶۰

### – ماژول رابط شبکه

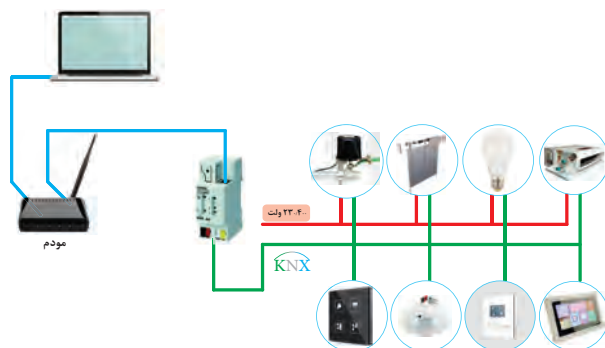
به کمک این ماژول می‌توان برنامه نوشته‌شده در محیط نرم‌افزار ETS را روی تجهیزات منتقل کرد. این ماژول، دارای یک درگاه اترنت برای اتصال به شبکه کامپیوتری می‌باشد که قابلیت استفاده از راه دور را نیز برای ما فراهم می‌کند.



شکل ۶۱



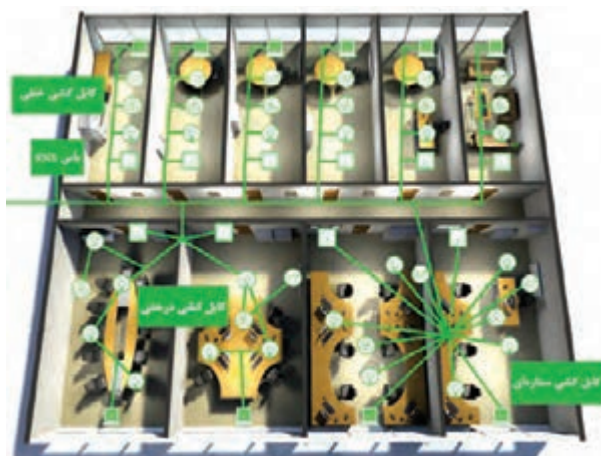
طریقه ارتباط این ماژول با قطعات هوشمند به صورت شکل ۶۲ می باشد.



شکل ۶۲

## انواع توپولوژی های سیم کشی باس

منظور از توپولوژی باس این است که نحوه کابل کشی (زوج سیم) و ارتباط قطعات هوشمند به چه صورتی است. نحوه کابل کشی می تواند به صورت های مختلف ستاره ای-درختی و خطی باشد که در شکل ۶۳ هر سه نوع آن نشان داده شده است.



شکل ۶۳- توپولوژی های سیم کشی باس

کار عملی ۴



### کنترل لامپ های پذیرایی

شرح کار عملی: همان طور که در پلان معماری نشان داده شده است این واحد مسکونی یک پذیرایی دارد. لذا در این کار عملی می خواهیم از تابلوی توزیع که در راهرو قرار دارد، با یک کلید لمسی ۴ پل که هرکدام یک لامپ را کنترل (روشن/خاموش) می کند، استفاده کنیم.

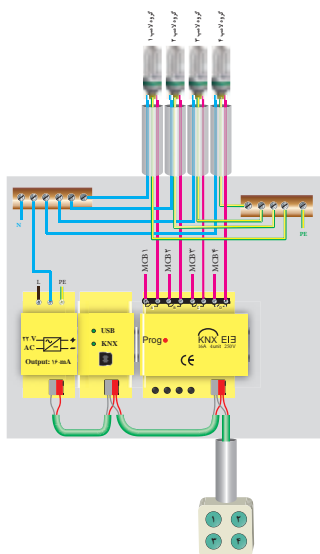
### دستور کار:

۱- برای انجام این کار عملی به تجهیزات زیر نیاز داریم:

کلید هوشمند لمسی ۴ پل	ماژول درگاه USB	منبع تغذیه	فعال ساز (رله) ۴ کاناله
-----------------------	-----------------	------------	-------------------------

۲- اقلام موردنیاز را بر روی تابلوی آموزشی چیدمان و نصب کنید.





شکل ۶۴

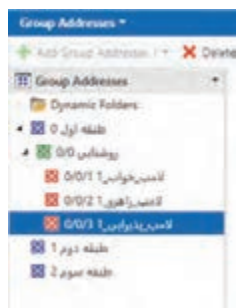
- ۳- توسط کابل باس KNX (که یک کابل زوج به هم تابیده است)، منبع تغذیه را به ماژول فعال‌ساز رله و از آن به ماژول کلید یک پل لمسی متصل کنید.
- ۴- مدار روشنایی دقیقاً مانند کار عملی ۱ می‌باشد. با این تفاوت که این بار ۴ لامپ (یا ۴ گروه لامپ) را کنترل می‌کنیم و به فعال‌ساز ۴ کانال نیاز دارید.
- ۵- نرم‌افزار ETS۵ را اجرا کنید. پروژه‌های که با نام «ساختمان» ایجاد نموده‌اید را باز کنید.
- ۶- کلید هوشمند را در پذیرایی جانمایی کنید و در تابلوی توزیع برق واحد از ۴ خروجی رله فعال‌ساز، هر یک برای یک لامپ استفاده کنید.
- ۷- اکنون مجدداً نوبت به تنظیم قطعات می‌رسد. ابتدا با کلیک بر روی قطعه فعال‌ساز، رله مورد نظر را از طریق تنظیم قطعه فعال نمایید.
- ۸- سپس تنظیمات مربوط به کلید هوشمند را باید انجام داد. بر روی کلید هوشمند کلیک نموده و از زبانه Parameters به تنظیمات کلیدها دسترسی پیدا کنید. هر یک از پل‌های کلید را به صورت تکی تنظیم نمایید. هر پل کلید هوشمند را به صورت خاموش روشن تنظیم کنید.

سؤال

به نظر شما استفاده از روش‌های جفتی یا تکی برای پل‌های کلید هوشمند، چه معایب و مزایایی دارد؟



- ۹- حال باید یک آدرس گروهی جدید برای عملکرد هر یک از لامپ‌ها با پل مربوطه کلید تعریف کنید و لینک‌های مربوطه بین قطعات را برقرار نمایید. یعنی برای کنترل لامپ دوم، در دسته گروه میانی روشنایی در گروه اصلی طبقه اول، یک آدرس گروهی به نام «لامپ-پذیرایی-۱» ایجاد نمایید.



شکل ۶۵

۱۰- بر روی کلید هوشمند کلیک کرده و با انتخاب زبانه objects، واحد ارتباطی مربوط به فرمان پل‌های دوم تا چهارم کلید را انتخاب نمایید و به داخل آدرس گروهی لامپ پذیرایی ۱ بکشید. سپس بر روی قطعه فعال‌ساز رله کلیک نموده و با انتخاب زبانه objects، واحد ارتباطی مربوط به دریافت فرمان رله زنی مربوط به رله‌ها را انتخاب نموده و به همان آدرس گروهی بکشید.

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

۱۲- عملکرد برنامه را روی مداری که بسته‌اید، آزمایش کنید.

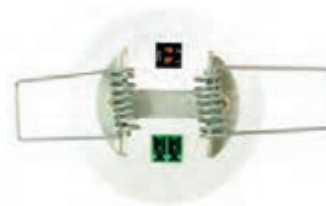
## حسگرها

حسگرها: حسگرها ابزارهایی به‌عنوان ورودی سیستم هستند که شرایط محیط را حس کرده و فرمانی به فعال‌ساز می‌دهند. حسگرها به دودسته آنالوگ و دیجیتال تقسیم‌بندی می‌شوند. لوکس‌متر، حسگر دما و رطوبت از نوع آنالوگ و سنسور حرکتی، سنسور دود و مگنت پنجره از نوع دیجیتال هستند. نمونه‌هایی از حسگرها در شکل ۶۶ نشان داده شده است.

		
حسگر دما	حسگر شدت نور (سنجش لوکس)	حسگر حرکتی
		
مولتی سنسور	حسگر رطوبت	حسگر نشت گاز

شکل ۶۶- انواع حسگر

شکل ۶۷ یک نمونه سنسور حرکتی را نشان می‌دهد. این سنسورها می‌توانند منطبق با پروتکل KNX باشند. همچنین نوع دیگری از سنسورهای حرکتی وجود دارد که به‌صورت ساده بوده و منطبق با پروتکل نیست لذا این سنسورها می‌توانند با یک ورودی دیجیتال به سیستم خانه هوشمند به‌عنوان یک ورودی متصل شوند. بعضی از کلیدها دارای ورودی دیجیتال هستند که می‌توان سنسور حرکتی ساده را به آنها متصل کرد.



شکل ۶۷

کار عملی ۵



### کنترل یک لامپ به صورت روشن و خاموش (ON-OFF) توسط سنسور حرکتی

شرح کار عملی: اگر به فضای ورودی واحد مسکونی در پلان نمونه توجه نمایید، این فضا می تواند روشنایی خودکار داشته باشد به طوری که با حضور افراد لامپ این قسمت روشن شود. این مدار برای سرویس پله ای که روی پلان نشان داده شده مناسب است.

در این کار عملی با تشخیص حرکت افراد، چراغها روشن و اندکی پس از خروج، به طور خودکار خاموش می شوند. بدین ترتیب شعار «لامپ اضافی خاموش» به شعار «لامپ اضافی خودش خاموش می شود» تغییر می یابد و علاوه بر افزایش رفاه بهره برداران، باعث صرفه جویی بسیار زیادی در مصرف انرژی می شود.

### دستور کار:

۱- برای انجام این کار عملی به تجهیزات زیر نیاز داریم:

ورودی دیجیتال	منبع تغذیه	فعال ساز (رله)	درگاه USB	سنسور حرکتی
---------------	------------	----------------	-----------	-------------

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

۳- توسط کابل باس KNX (که یک کابل زوج به هم تابیده است)، منبع تغذیه را به ماژول فعال ساز رله و از آن به ماژول کلید یک پل لمسی و ورودی دیجیتال متصل کنید.

۴- مدار روشنایی دقیقاً مانند کار عملی ۱ می باشد.

۵- نرم افزار ETS۵ را اجرا کنید. پروژه ای که با نام «ساختمان» ایجاد نموده بودید را باز کنید.

۶- در اتاق و تابلویی که ساخته بودید، تجهیزات مورد نیاز را قرار دهید. اگر نیازی به افزودن تجهیزات ندارید، مجدداً بررسی نمایید که قطعات لازم را در پروژه قرار داده اید.

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

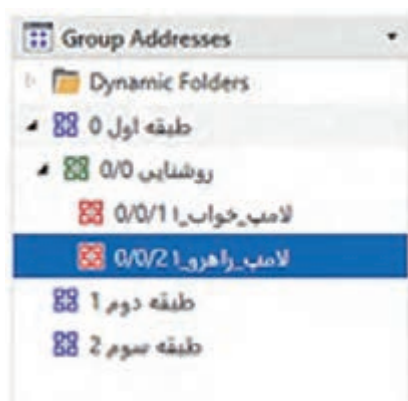
۸- اکنون مجدداً نوبت به تنظیم قطعات می رسد. ابتدا با کلیک بر روی قطعه فعال ساز، رله مورد نظر را از طریق تنظیم قطعه فعال نمایید.

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 شده و پس از ۲۰ ثانیه (در صورت عدم دریافت پالس از سنسور)، غیر فعال شود.



به نظر شما عملکرد سنسور لحظه‌ای است یا ماندگار؟ این عملکرد چگونه باید در سیستم هوشمند و خروجی‌ها بازتاب داشته باشد؟ به تأخیر در عملکرد سنسور نیاز دارید یا تأخیر در قطع رله؟ و این زمان تأخیر را چگونه تعیین می‌کنید؟

۱۰- یک آدرس گروهی برای عملکرد لامپ با سنسور تعریف کنید و لینک‌های مربوطه بین قطعات را برقرار نمایید. حال برای کنترل یک لامپ با سنسور، در دسته گروه میانی روشنایی در گروه اصلی طبقه اول، یک آدرس گروهی به نام «لامپ - راهرو - ۱» ایجاد نمایید.



شکل ۶۸

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 لامپ راهرو ۱ بکشید. سپس بر روی قطعه فعال‌ساز رله کلیک نموده و با انتخاب زبانه objects، واحد ارتباطی مربوط به دریافت فرمان رله‌زنی مربوط به رله ۲ 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 حرکت، یک فرمان از طریق سنسور برای رله ارسال می‌شود و به این صورت رله می‌تواند با توجه به شرایط چراغ را روشن یا خاموش نماید. پس از مدت‌زمان تعیین شده و عدم تشخیص حرکت، چراغ باید خاموش شود.

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



## ضرورت کنترل روشنایی با توجه به نور محیط، شیوه کنترل و انجام آن

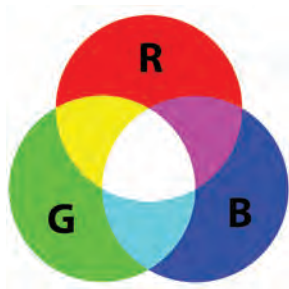
معمولاً با توجه به نور محیط در ساعات مختلف شبانه‌روز ساکنین خانه به‌صورت سنتی لامپ‌ها را روشن و یا خاموش می‌کنند. در واقع به‌جز دو حالت خاموش و روشن گزینه دیگری وجود ندارد.

اما روش دیگری وجود دارد که می‌توان میزان شدت نور را به‌اندازه دلخواه تنظیم کرد. در نتیجه می‌توان در زمان‌های متفاوت با توجه به نور محیط، نور لامپ‌ها را دقیقاً در حد موردنیاز تنظیم کرد. این کار نه‌تنها سبب جذابیت نور محیط می‌شود بلکه مصرف انرژی را نیز کاهش می‌دهد.

اصطلاح «دیم کردن» (Dimming) به معنای کاستن و کم کردن است و دیمر به‌وسیله‌ای گفته می‌شود که برای کاهش شدت روشنایی چراغ‌ها به‌کاربرده می‌شود و این کار را با تغییر شکل موج ولتاژ اعمال‌شده برای متناسب کردن سطح ولتاژ لامپ، انجام می‌دهند. دیمرها برای انواع لامپ‌های سنتی و مدرن به‌کار می‌روند و البته اکنون در اکثر اوقات دیمرها در مورد لامپ‌های LED و فلورسنت کاربرد بیشتری دارند. برای کاهش میزان شدت روشنایی لامپ‌های فلورسنت و LED، باید با لاست‌های الکترونیکی و درایورهای این لامپ‌ها قابلیت دیم شدن را داشته باشند.

امکان تنظیم شدت نور در لامپ‌های LED با استفاده از کنترل سطح ولتاژ به کمک تغییر پهنای پالس نیز امکان‌پذیر است. یکی از روش‌های ساده استفاده از یک سیگنال آنالوگ بین ۱ تا ۱۰ ولت است که به عملگرها ارسال شده تا شدت نور، متناسب با سطح این ولتاژ DC تنظیم گردد؛ بدین ترتیب که ۱۰ ولت معادل با بیانیه شدت نور و یک ولت معادل کمینه شدت نور لامپ می‌باشد. این روش که ابتدا به‌منظور کنترل شدت نور لامپ‌های فلورسنت استفاده می‌شد، امروزه به یکی از رایج‌ترین روش‌ها در کنترل شدت نور لامپ‌های LED تبدیل شده است.

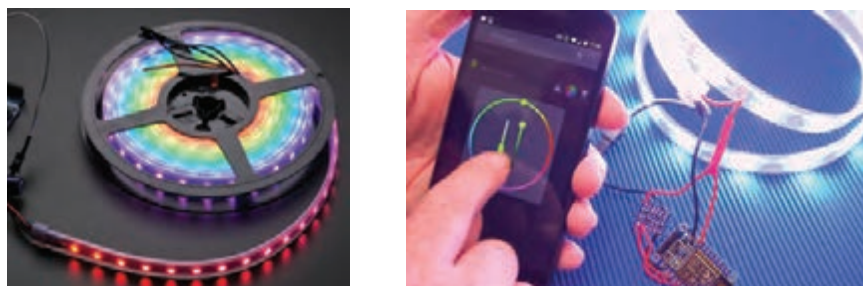
امروزه لامپ‌های LED با منابع نوری بارنگ‌های متنوع تولید می‌شود. رنگ نور این لامپ‌ها از سه رنگ اصلی قرمز (R)، سبز (G) و آبی (B) تشکیل شده که به همین دلیل به لامپ‌های RGB معروف هستند. همچنین نور این لامپ‌ها علاوه بر ۳ رنگ از ترکیب این سه رنگ نیز تشکیل شده است.



شکل ۶۹

این لامپ‌ها برای اجرای نورپردازی، و جهت استفاده به‌عنوان نور مخفی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند. کاربر می‌تواند با انتخاب رنگ دلخواه و با ایجاد طیف‌های متنوع نور، قسمتی از خانه را به رنگ مورد سلیقه خود درآورد.

علاوه بر این می توان با حرکت اتوماتیک و سرعتی که برای آنها تعیین می شود، طیف های مختلف و زیبایی را به حالت حرکت رنگ ها خلق کرده و باعث زیبایی و آرامش هر چه بیشتر محیط گردد.



شکل ۷۰

در مورد انواع لامپ های موجود در بازار تحقیق کنید.  
در یک جدول انواع آن ها را با هم مقایسه کنید.

تحقیق کنید



کار عملی ۶



## کنترل شدت روشنایی یک لامپ (الف) لامپ هالوژن

**شرح کار عملی:** یکی از راهکارهای جالب در خانه هوشمند، کنترل روشنایی بر مبنای میزان نور محیط است. در این روش کاربر با توجه به نور محیط برای بهره گیری از نور روز و کاهش مصرف انرژی می تواند میزان شدت نور دلخواه محیط را تنظیم کند. در این کار عملی می خواهیم شدت روشنایی یک لامپ را توسط کلید هوشمند کنترل (کم و زیاد) کنیم.  
دستور کار:

۱- برای انجام این کار عملی به تجهیزات زیر نیاز داریم:

درگاه USB	فعال ساز دایمر (کنترل شدت روشنایی)	منبع تغذیه	کلید هوشمند
-----------	------------------------------------	------------	-------------

- ۲- اقلام مورد نیاز را بر روی تابلوی آموزشی چیدمان و نصب کنید.
- ۳- توسط کابل باس KNX منبع تغذیه را به ماژول فعال ساز دایمر و از آن به ماژول کلید هوشمند متصل کنید.
- ۴- مدار روشنایی را با اتصال فاز و نول به ورودی دایمر و اتصال فاز به چراغ و از چراغ به نول برقرار نمایید.
- ۵- نرم افزار ETS را اجرا کنید. پروژه های که با نام «ساختمان» ایجاد نموده بودید را باز کنید.
- ۶- در اتاق و تابلویی که ساخته بودید، تجهیزات مورد نیاز را قرار دهید. ماژول دایمر را از طریق پنجره catalogs به پروژه وارد نمایید.



۷- اکنون نوبت به تنظیم قطعات می‌رسد. ابتدا با کلیک بر روی قطعه فعال‌ساز دیمر، زبانه Parameters را باز نموده و ابتدا تنظیمات کلی قطعه دیمر را انجام دهید. معمولاً شما باید یک یا دو زمان دیمر به قطعه بدهید تا در حالت‌ها یا سناریوهای مختلف بتوانید از زمان‌های مختلفی برای دیمر کردن بهره ببرید و به نحوی معماری نور را پیاده کنید. سپس خروجی دیمر را با توجه به کانال مورد استفاده انتخاب نمایید. (تنظیمات کانال‌های دیمر در مدل‌های مختلف متفاوت است و بسته به شرکت سازنده، ممکن است امکانات حرفه‌ای‌تر و یا کمتری در اختیار شما باشد). معمولاً قطعات دیمر دو مدل هستند، یکی مدل‌های خاص که صرفاً از نوع مشخصی از بارهای روشنایی پشتیبانی می‌کنند (مثلاً اهمی، LED و...) که در این موارد باید از انطباق نوع لامپ مورد استفاده با قطعه مطمئن شوید؛ یا مدل‌های عمومی (Universal) هستند که می‌توانند از بارهای روشنایی RCL، کم‌مصرف قابل دیمر یا LED قابل دیمر پشتیبانی کنند. در این مورد، ابتدا باید نوع بار روشنایی را در نرم‌افزار مشخص نمایید. سپس گزینه مهمی که به شما اجازه می‌دهد دیمر را تنظیم کنید، انتخاب زمان دیمر است که در مرحله قبلی تعریف نموده‌اید و حال از همان زمان‌ها می‌توانید برای کنترل دیمر استفاده نمایید. بقیه تنظیماتی که در تصاویر مشاهده می‌نمایید ممکن است در مدل‌های مختلف از شرکت‌های سازنده مختلف، متفاوت باشد. در مورد دیمر، معمولاً بهتر است که حتماً وضعیت دیمر را از سیستم فراخوان کنید و از آن برای کنترل حلقه بسته بهره ببرید. لذا در زبانه Channel C\ Functions باید حتماً status را فعال نمایید و از آنجا وضعیت دیمر را فراخوان نمایید.

۸- سپس تنظیمات مربوط به کلید هوشمند را باید انجام داد. بر روی کلید هوشمند کلیک نموده و از زبانه Parameters به تنظیمات کلیدها دسترسی پیدا کنید. یکی از پل‌ها (مثلاً پل سوم) را انتخاب کنید. نوع عملکرد این پل از کلید را به دیمر تغییر دهید. به این صورت، پل سوم کلید هوشمند فرمان کنترل دیمر را صادر خواهد کرد. کنترل دیمر به این صورت است که در صورت نگاه‌داشتن کلید دیمر شروع به دیمر روشنایی نموده و با برداشتن انگشت از کلید، دیمر متوقف می‌شود. در صورت لمس لحظه‌ای و کوتاه‌مدت کلید، دیمر به‌طور کامل روشنایی را روشن یا خاموش خواهد نمود.

سؤال

بعد از پایان کار عملی، عملکرد دیمر را دقیقاً بررسی نمایید و مطمئن شوید کلید به‌طور صحیح کار می‌کند. به نظر شما آیا راهی برای کنترل مستقیم دیمر و پرش به میزان روشنایی دلخواه وجود دارد؟



۹- حال باید آدرس‌های گروهی جدید برای عملکرد لامپ دیمر تعریف کنید و لینک‌های مربوطه بین قطعات را برقرار نمایید. یعنی برای کنترل لامپ دیمر، آدرس‌های گروهی لازم را تشکیل دهید. همان‌طور که می‌بینید تفاوتی که عملکرد دیمر با عملکرد روشن/خاموش دارد این است که علاوه بر عملکرد روشن و خاموش، شدت روشنایی نیز توسط دیمر تغییر می‌کند. پس به نظر می‌آید برای کنترل لامپ دیمری، نیاز به آدرس‌های گروهی بیشتری می‌باشد. برای کنترل دیمر توسط کلید هوشمند، حداقل به آدرس‌های گروهی زیر نیاز داریم:

● آدرس گروهی برای کنترل روشن/خاموش (فشاردن لحظه‌ای کلید)

● آدرس گروهی برای کنترل دیمر با کلید (فشاردن ممتد کلید)

● آدرس گروهی وضعیت روشنایی دیمر (برحسب درصد)

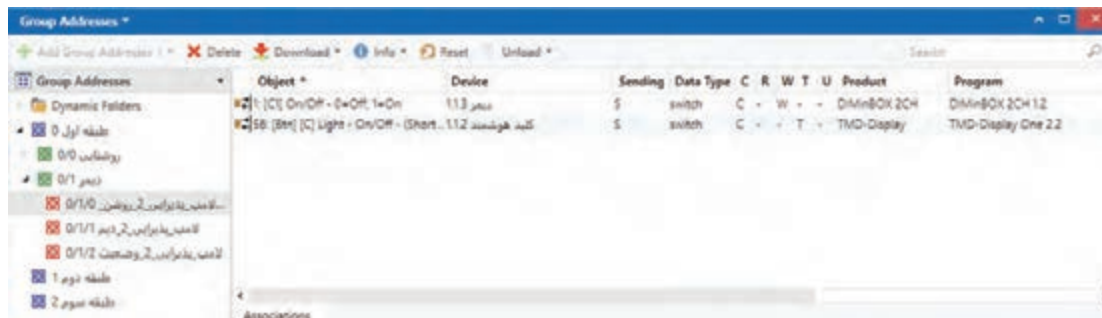
در دسته گروه میانی، یک گروه میانی جدید با عنوان دیمر اضافه کنید. در گروه اصلی طبقه اول و در گروه میانی

دیمر، یک آدرس گروهی به نام «لامپ - پذیرایی - ۲ - روشن - خاموش» ایجاد نمایید. به همین ترتیب آدرس‌های گروهی «لامپ - پذیرایی - ۲ - دیمر» و «لامپ - پذیرایی - ۲ - وضعیت» را اضافه نمایید.



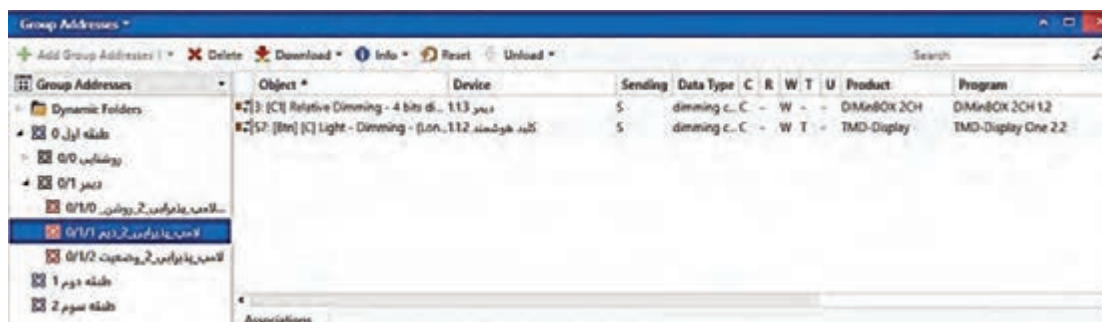
شکل ۷۱

بر روی کلید هوشمند کلیک کرده و با انتخاب زبانه Objects، واحد ارتباطی مربوط به فرمان روشن/خاموش (لمس لحظه‌ای) پل سوم کلید (دیمر) را انتخاب نمایید و به داخل آدرس گروهی لامپ پذیرایی ۲ - روشن - خاموش بکشید. سپس بر روی قطعه فعال‌ساز دیمر کلیک نموده و با انتخاب زبانه Objects، واحد ارتباطی مربوط به دریافت فرمان روشن/خاموش مربوط به کانال ۱ دیمر را انتخاب نموده و به همان آدرس گروهی بکشید.



شکل ۷۲

حال نوبت به دو آدرس گروهی بعدی می‌رسد، پس مجدداً بر روی کلید هوشمند کلیک نموده و واحد ارتباطی مربوط به دیمر (لمس بلندمدت کلید) را به آدرس گروهی مربوط به دیمر بکشید؛ سپس با انتخاب قطعه فعال‌ساز دیمر، واحد ارتباطی مربوط به دیمر کانال ۱ را به همان آدرس گروهی انتقال دهید.



شکل ۷۳

همین روند را باید برای وضعیت دیمر تکرار کنیم. بر روی کلید هوشمند کلیک نموده و با انتخاب واحد ارتباطی

وضعیت دیمر (Status Dimming) آن را به آدرس گروهی وضعیت انتقال دهید. با کلیک بر روی قطعه دیمر، واحد ارتباطی مربوط به وضعیت را انتخاب نموده و به آدرس گروهی مربوطه انتقال دهید. به این ترتیب، کنترل دیمر در نرم‌افزار پیاده شده است.



شکل ۷۴

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

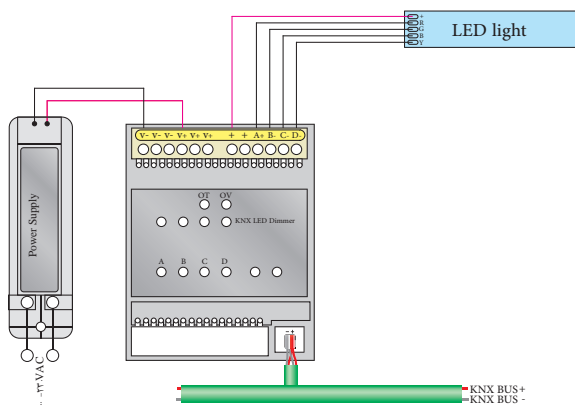
۱۲- عملکرد برنامه را آزمایش کنید. مطمئن شوید که کلید در حالت‌های لمس کوتاه مدت و نگه داشتن (بلندمدت) فرمان صحیح را ارسال نموده و دیمر را کنترل می‌نماید.

### ب) لامپ LED

**شرح کار عملی:** همان‌طور که دیدیم، یکی از راهکارهای جالب در خانه هوشمند، کنترل روشنایی بر مبنای میزان نور محیط است. با توجه به پیشرفت فناوری و اهمیت صرفه‌جویی در مصرف انرژی، امروزه روشنایی‌های LED جایگزین لامپ‌های قدیمی شده‌اند و در کنار مزایایی همچون کاهش مصرف انرژی، توانسته‌اند جایگاه خود را در نورپردازی حرفه‌ای و ایجاد محیط‌های دلخواه پیدا کنند. در این کار عملی، می‌خواهیم شدت روشنایی لامپ LED را کنترل (دیمر) کنیم.

### دستور کار:

۱- مدار روشنایی را با اتصال سیم‌های - و + از منبع تغذیه DC ۱۲ ولت و اتصال رشته‌های - و + از خروجی دیمر LED به رشته LED برقرار نمایید.



شکل ۷۵

۲- نرم افزار ETS۵ را اجرا کنید. پروژه‌های که با نام «ساختمان» ایجاد نموده بودید را باز کنید.

۳- در اتاق و تابلویی که ساخته بودید، تجهیزات مورد نیاز را قرار دهید. ماژول دیمر LED را از طریق پنجره catalogs به پروژه وارد نمایید. معمولاً ماژول‌های دیمر LED در مدل‌های سه و چهار کانال عرضه می‌شوند تا قابلیت کنترل LEDهای رنگی را نیز در اختیار شما قرار دهند.

۴- حال ابتدا با کلیک بر روی قطعه فعال‌ساز دیمر LED، زبانه Parameters را باز نموده و ابتدا تنظیمات کلی قطعه را انجام دهید. در زبانه Configuration فرکانس ۶۰۰ هرتز را برای PWM انتخاب نمایید و کانال ۱ را فعال کنید. دقت کنید که برای کنترل LED تک‌رنگ، باید تنظیم کانال‌های دیمر LED را بر روی ۴ کانال مجزا قرار دهید. سپس تنظیمات کانال ۱ را انجام می‌دهیم. مجدداً باید زمان‌های دیم کردن را برای کانال مورد نظر تعریف کنید و همچنین باید حتماً status objects را فعال نمایید تا بتوانید در صورت لزوم، وضعیت دیم را فراخوان کنید. در زبانه status objects تنظیمات را به نحوی تغییر دهید که با تغییر مقدار دیم، در همان لحظه وضعیت به سیستم مخابره شود. این امکان، اجازه می‌دهد که بعداً بتوانید در سیستم‌های مانیتورینگ، حتی از راه دور از وضعیت خروجی‌های مختلف باخبر شوید.

۵- سپس تنظیمات مربوط به کلید هوشمند را باید انجام داد. تنظیمات کلید برای دیم LED دقیقاً مانند تنظیمات کلید دیمر است.

سؤال

به نظر شما بهترین راه برای کنترل مستقیم دیمر LED از طریق نرم‌افزارهای تلفن همراه چه راهی است؟



۶- حال باید آدرس‌های گروهی جدید برای عملکرد دیمر LED تعریف کنید و لینک‌های مربوطه بین قطعات را برقرار نمایید. آدرس‌های گروهی دقیقاً مانند دیم چراغ خواهد بود.

در دسته گروه میانی، یعنی گروه میانی دیگر، در گروه اصلی طبقه اول، یک آدرس گروهی به نام «لامپ-LED-لابی - روشن-خاموش» ایجاد نمایید. به همین ترتیب آدرس‌های گروهی «لامپ-LED-لابی - دیم» و «لامپ-LED-لابی- وضعیت» را اضافه نمایید.

Address *	Name	Description	Centre	Pass T	Data Type	Length	No. of Last Value
0/1/0	لامپ-یادآور روشن-خاموش		No	No	switch	1 bit	2
0/1/1	لامپ-یادآور دیم		No	No	dimming	4 bit	2
0/1/2	لامپ-یادآور وضعیت		No	No	percenta	1 byte	2
0/1/3	لامپ روشن-خاموش-LED لابی		No	No			0
0/1/4	لامپ دیم-LED لابی		No	No			0
0/1/5	لامپ وضعیت-LED لابی		No	No			0

شکل ۷۶

در پایان لینک‌های مربوطه جهت کنترل روشنایی LED با کلید را برقرار کنید.  
 ۷- توسط یک کابل ارتباطی، رایانه را به ماژول ارتباط USB متصل کنید و برنامه را با استفاده از Partial Download به قطعات انتقال دهید.

34	[T] Switch On/Off	0=Off; 1=On	لایه روشن خاموش LED لایه	0/1/3	1 bit	C - W - -	switch	Low
35	[T] Relative Dimming	4-bits Dimmer Control	لایه دیمر LED لایه	0/1/4	4 bit	C - W - -	dimming c...	Low
36	[T] Absolute Dimming	1-byte Dimmer Control			1 byte	C - W - -	percentag...	Low
50	[T] On/Off (Status)	0=Off; 1=On			1 bit	C R - T -	switch	Low
51	[T] Dimming Value (Status)	0 - 100%	لایه وضعیت LED لایه	0/1/5	1 byte	C R - T -	percentag...	Low

شکل ۷۷

60	[Btn] [C] Light Dimming (Status) 0 - 100%		لایه دیمر لایه وضعیت	0/1/2	1 byte	C - W T -	percentag...	Low
68	[Btn] [D] Light - On/Off	(Short press) Left = 0	لایه روشن خاموش LED لایه	0/1/3	1 bit	C - - T -	switch	Low
69	[Btn] [D] Light - Dimming	(Long press) Left = D...	لایه دیمر LED لایه	0/1/4	4 bit	C - W T -	dimming c...	Low
72	[Btn] [D] Light Dimming (Status) 0 - 100%		لایه وضعیت LED لایه	0/1/5	1 byte	C - W T -	percentag...	Low

شکل ۷۸

۸ - عملکرد برنامه را آزمایش کنید.

## معرفی سناریو و تعریف انواع سناریوها (کنترل روشنایی، خروج از خانه و...)

### - سناریو در خانه هوشمند (Scenario)

یکی از بهترین امکانات قابل ارائه در خانه هوشمند این است که کاربر می تواند بنابر نیازهای متفاوت خود، مجموعه‌ای از اتفاقات را به صورت یک جا (هم‌زمان) با فشردن یا لمس یک کلید و یا ارسال یک پیامک از هر نقطه از دنیا کنترل کند و این کار با اجرای سناریو امکان پذیر است.  
 به عبارتی دیگر، به مجموعه کارهایی که با فشردن و یا لمس یک دکمه به صورت خودکار و پشت سرهم انجام می شود، سناریو گفته می شود.

اجرای سناریوها در هر خانه هوشمند ممکن است متفاوت باشد اما مهم ترین سناریوهای به کاررفته در خانه هوشمند عبارت اند از :

- سناریوی ورود به منزل
- سناریوی خواب
- سناریوی خروج از منزل
- سناریوی سفر

طراحی مناسب و استفاده بهینه از هر قطعه در خانه هوشمند می‌تواند در کاهش چشمگیر مصرف انرژی - زیبایی ساختمان - آسودگی و امنیت ما تأثیر به‌سزایی داشته باشد .



شکل ۷۹

### – انواع سناریو:

سناریوهای انواع مختلفی دارند که در زیر چند نمونه از این سناریوها تشریح شده است.

#### سناریوی ورود به خانه:

این سناریو بر طبق برنامه ورود به منزل، قبل از رسیدن به خانه، سیستم‌های سرمایش و گرمایش را فعال کرده و دما را به حد دلخواه می‌رساند که این امر اثر به‌سزایی در صرفه‌جویی در مصرف انرژی خواهد داشت. همچنین سیستم امنیتی در هنگام ورود به منزل طبق سناریوی ورود غیرفعال خواهد شد. البته این سیستم قابلیت گسترده شدن را دارد و می‌توان اعمالی مثل روشن شدن قهوه‌جوش و بالا رفتن پرده‌ها و... را به آن اضافه کرد. هنگام ورود به خانه نیز چراغ‌های مسیرتان روشن می‌شود .

#### سناریوی خواب (Sleep Mode):

در این سناریو، تمام چراغ‌های خانه خاموش شده و فقط چراغ خواب‌ها روشن می‌شوند و تمامی پرده‌ها نیز بسته خواهند شد در صورت باز شدن درهای ورودی خانه و پارکینگ باعث به‌صدا درآمدن آژیر می‌شود. بدین ترتیب ساکنین از این وضعیت در خانه باخبر می‌شوند.

#### سناریوی خروج از خانه (Exit Home):

این سناریو مشابه سناریوی سفر است با این تفاوت که برای خروج از خانه در مدت کم و در حدود چند ساعت این حالت فعال می‌شود. تنها تفاوت این سناریو با سناریوی سفر، عدم بستن شیر آب و گاز در خانه می‌باشد. این حالت برای جلوگیری از خاموش شدن بخاری گازی، آب‌گرم‌کن، اجاق گاز و... در هنگام خروج موقتی از خانه می‌باشد.

هنگام خروج از خانه، با اجرای این سناریو، چراغ همه اتاق‌ها خاموش، پرده‌ها بسته، سیستم سرمایش و گرمایش به حالت صرفه‌جویی می‌رود و اگر فراموش شده باشد که اتو و قهوه ساز خاموش شود، کافی است تا به راحتی با



گوشی تلفن همراه از راه دور برق این دو وسیله قطع شود.

### سناریوی سفر (Travel Mode):

فقط کافی است هنگام خروج از خانه کلید سناریوی سفر را بزنید. خانه هوشمند بر اساس سناریوی مسافرت، می‌تواند شیر اصلی آب و گاز، چراغ‌ها و سیستم تهویه را قطع کند، کلیه وسایل برقی در خانه به جز یخچال و فریزر را خاموش می‌کند. پرده‌ها را می‌بندد، دوربین‌های مداربسته، سیستم اعلام سرقت و سیستم اعلام و اطفای حریق را فعال می‌کند و درها را قفل می‌کند.

این امکان وجود دارد که خانه هوشمند در نبود صاحب‌خانه، با روشن و خاموش کردن تصادفی چراغ‌ها، باز و بسته کردن پرده‌ها و روشن کردن تلویزیون را شبیه‌سازی می‌کند تا نبود صاحب‌خانه در منزل برای مدت طولانی توجه سارقین را جلب نکند.



شکل ۸۰

در خانه هوشمند با توجه به استفاده بهینه از تجهیزات، طول عمر مفید آنها افزایش می‌یابد.

### حسگر سنجش لوکس (شدت روشنایی)

از این حسگرها برای مدیریت روشنایی بر اساس شدت روشنایی طبیعی موجود در محیط (نور روز) استفاده می‌شود. همان‌طور که می‌دانید روشنایی فضاهای مختلف خانه تحت تأثیر نور روز قرار می‌گیرد و با توجه به نور خورشید می‌توان تعدادی از چراغ‌ها را خاموش کرد. با تعیین محل مناسب برای حسگر سنجش لوکس این امکان به وجود می‌آید که در ساعاتی در روز که نور مناسبی در فضای اتاق وجود دارد به کمک این حسگر و با فرمان به مازول‌های خانه هوشمند، تعدادی از چراغ‌ها خاموش شود. مقدار لوکس این حسگرها قابل تنظیم است.



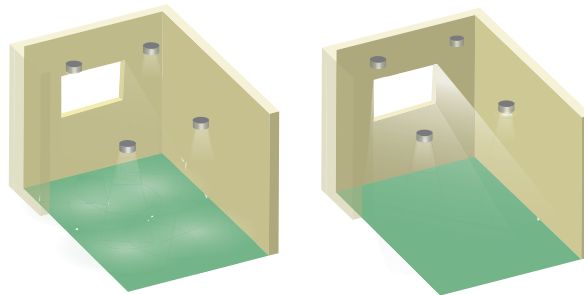
شکل ۸۱



## کنترل شدت روشنایی اتاق، با استفاده از سنسور میزان شدت روشنایی نور محیط الف) لامپ هالوژن

**شرح کار عملی:** همانطور که دیدیم، کنترل شدت روشنایی با توجه به نور محیط، تأثیر زیادی در کاهش مصرف انرژی و ایجاد شدت روشنایی استاندارد در محیط دارد. برای این منظور اگر از سنسور لوکس در فضای مورد نظرمان بهره ببریم، می‌توانیم بدون دخالت کاربر، و کاملاً به صورت خودکار، همیشه میزان نور دلخواه را در محیط داشته باشیم.

مدار را طوری طراحی کنید که در صورت کم بودن نور محیط، چهار لامپ روشن شوند و با افزایش شدت نور محیط (جهت صرفه‌جویی در مصرف انرژی الکتریکی) دو تا از لامپ‌ها به صورت خودکار خاموش شوند.



شکل ۸۲

دستور کار:

۱- برای انجام این کار عملی به تجهیزات زیر نیاز داریم:

کلید هوشمند	منبع تغذیه	فعال‌ساز رله یا دایمر (کنترل شدت روشنایی)	سنسور شدت نور محیط (لوکس‌متر)
-------------	------------	---	-------------------------------

۲- اقلام موردنیاز را بر روی تابلوی آموزشی چیدمان و نصب کنید.

۳- مدار اتصال دو لامپ و سیستم هوشمند را همانند کارهای عملی قبلی برقرار نمایید. اگر سنسور شدت نوری که در اختیار دارید از نوع هوشمند و با اتصال KNX می‌باشد، باید اتصال قطعه را به سیستم KNX برقرار کنید؛ و اگر سنسور شدت نور از نوع آنالوگ می‌باشد، همانند سنسور آنالوگ باید به ماژول ورودی آنالوگ KNX یا قطعه‌ای با ورودی دیجیتال/آنالوگ اتصال یابد. ما در این کار عملی، از یک سنسور KNX که مجهز به سنسور لوکس‌متر می‌باشد بهره گرفته‌ایم.

۴- نرم‌افزار ETS۵ را اجرا کنید. پروژه‌ای که با نام «ساختمان» ایجاد نموده بودید را باز کنید.

۵- در اتاق و تابلویی که ساخته بودید، تجهیزات موردنیاز را قرار دهید. اگر از سنسور KNX استفاده نموده‌اید آن را به پروژه اضافه کنید.

۶- حال با کلیک بر روی سنسور هوشمند، زبانه Parameters را باز نموده و ابتدا سنسور لوکس را فعال نمایید. ممکن است سنسوری که در اختیار دارید، چند ناحیه را پشتیبانی کند و چند سنسور لوکس داشته باشد. در اینجا قصد داریم فقط از یک سنسور استفاده کنیم. سپس وارد بخش تنظیمات سنسور لوکس شوید. در بخش تنظیمات سنسور، دقت کنید که مقدار روشنایی توسط سنسور مخابره شود (Lux) و سپس مقدار آستانه (Threshold Value) را فعال کنید.

حال وارد بخش تنظیمات مقدار آستانه شوید. میزان حد بالا و پایین شدت روشنایی را در upper limit و lower limit تعیین نمایید. همچنین تنظیم نمایید که در صورت رسیدن به حد بالا فرمان ON و حد پایین، فرمان OFF صادر شود.

۷- سپس تنظیمات مربوط به رله را باید انجام داد. قصد داریم این روش کنترلی را بر روی همان چراغ‌های اتاق پذیرایی انجام دهیم. چراغی که با رله و کلید هوشمند کنترل می‌شد را بدون تغییر باقی می‌گذاریم. اما قصد داریم تا چراغ دیمری (لامپ پذیرایی ۲) را به صورت خودکار، روشن و خاموش کنیم.

اگر دقت کنید، ما قبلاً برای روشن و خاموش کردن چراغ دیمری اتاق پذیرایی (لامپ ۲) یک آدرس گروهی تعریف کردیم که با ارسال فرمان روشن/خاموش از کلید هوشمند، لامپ روشن/خاموش می‌شد. حال این وظیفه به عهده سنسور است و می‌توانیم از همین آدرس گروهی برای روشن/خاموش کردن لامپ استفاده کنیم. پس کافی است بلوک ارتباطی مربوط به فرمان روشن/خاموش مقدار آستانه (سنسور لوکس) را به این آدرس گروهی اضافه کنیم.



شکل ۸۳

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

۹- عملکرد برنامه را آزمایش کنید.

سؤال

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



## – معرفی سناریوی شماره ۲ جهت به کارگیری پریز برق

فعال سازها می توانند علاوه بر مدارهای روشنایی، بر روی مدارهای پریز نیز کنترل داشته باشند و می توانند براساس سناریوی از قبل تعیین شده عمل کنند. فرض کنید می خواهیم به مسافرت برویم و می خواهیم همه وسایل برقی خانه خاموش شده و فقط یخچال بی برق نشود. این یک سناریوی ساده است که عملکرد آن را در کار عملی ۷ مورد بررسی قرار می دهیم.

کار عملی ۸



### کنترل پریز یخچال در آشپزخانه:

**شرح کار عملی:** در این کار عملی می خواهیم یکی از پریزهای برق که مربوط به یخچال است کنترل کنیم. نحوه و یا سناریوی کنترل به این صورت است که هرگاه جهت مسافرت از منزل خارج شدیم، پریز مربوط به یخچال بدون برق نشود.

### دستور کار:

۱- برای انجام این کار عملی به تجهیزات زیر نیاز داریم:

فعال ساز رله	منبع تغذیه KNX	کلید هوشمند	پریز برق معمولی
--------------	----------------	-------------	-----------------

- ۲- اقلام مورد نیاز را بر روی تابلوی آموزشی چیدمان و نصب کنید.
- ۳- مدار کار عملی را همانند کار عملی قبلی برقرار نمایید. اتصال پریز همانند اتصال یک لامپ است.
- ۴- نرم افزار کامپیوتری و تلفن همراه مربوط به تاج پنل یا سرور را نصب نمایید.
- ۵- در نرم افزار ETS۵، پروژه ای که با نام «ساختمان» ایجاد نموده بودید را باز کنید.
- ۶- 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.
- ۷- اکنون می توانید یک عملکرد روشن/خاموش (پریز) به محل پریز اضافه نمایید. برای این کار با استفاده از دکمه Add، یا کلیک راست، می توانید یک Switch Function به پروژه اضافه کنید.
- ۸- همین کار را برای کلید هوشمند انجام دهید (مطابق کار عملی کنترل روشنایی).
- ۹- در قسمت آدرس گروهی، آدرس گروهی مربوط به پریز و کلید را بیافزایید.
- ۱۰- برنامه را بارگذاری کرده و عملکرد پریز را بررسی نمایید. چه روش دیگری برای اجرای این کار عملی پیشنهاد می دهید؟

برخی از پروتکل‌های ارتباط بی‌سیم در خانه هوشمند عبارت‌اند از: ZigBee, Zwave, X10, WiFi, nRF, IR و... . معتبرترین پروتکل در ساختار ارتباطی باسیم، استاندارد جهانی KNX می‌باشد.



شکل ۸۴- انواع پروتکل‌ها

### – پروتکل‌های بی‌سیم:

**الف) پروتکل Z-Wave:** یک پروتکل ارتباطی دوطرفه بی‌سیم است. این پروتکل برای مصرف انرژی و پهنای باندهای کم – یعنی دقیقاً برای استفاده در خانه‌های هوشمند- طراحی شده است.. در این فناوری از هیچ‌گونه سیم‌کشی برای انتقال سیگنال‌های کنترلی استفاده نمی‌شود و این کار فقط به کمک سیگنال‌های RF صورت می‌گیرد. بعضی از تولیدکنندگان تجهیزات خانه هوشمند محصولات خود را بر پایه پروتکل Z-Wave تولید می‌کنند.

**ب) پروتکل زیگ بی Zigbee:** این پروتکل در شبکه‌های شخصی و کوچک و قدرت پایین مورد استفاده قرار می‌گیرد. این پروتکل مانند بلوتوث و WiFi عمل می‌کند. نام آن به خاطر حرکات پروازی زنبورهای عسل وقتی به کندو برمی‌گشتند، انتخاب شده است. این پروتکل برای خانه‌های هوشمند با ساختار ارتباطی بی‌سیم کاربرد زیادی دارد.

### – پروتکل‌های باسیم:

**الف) پروتکل X10:** یک استاندارد برای برقراری ارتباط بین تجهیزات استفاده شده در خانه هوشمند است که از خطوط برق جهت ارسال سیگنال‌های مورد نظر استفاده می‌کند. سیگنال‌ها به‌عنوان اطلاعات دیجیتال از فرکانس‌های پایین برق متناوب استفاده می‌نمایند. ضمناً یک انتقال بر پایه ارسال سیگنال‌های رادیویی نیز در این روش استفاده می‌شود.

Europem Home system protecol (EHS)

Bati Bus

Europeam Installation Bus (EIB)

**ب) پروتکل KNX (کی ان ایکس):** KNX نام انجمنی جهانی است که اقدام به ایجاد یک پروتکل استاندارد در موضوع خانه‌های هوشمند کرده است. این پروتکل هم‌اکنون دارای بیش از ۴۰۰ عضو از کمپانی‌های مختلف است. این پروتکل جایگزین ۳ پروتکل قبلی خانه هوشمند شد: از مزایای این پروتکل این است که می‌توان بدون هیچ محدودیتی از محصولات شرکت‌های مختلفی که این پروتکل را پوشش می‌دهند، در یک پروژه خانه هوشمند استفاده کرد.

شرکت‌های عضو انجمن KNX بیش از ۷۰۰۰ محصول با پروتکل KNX در لیست محصولات خود در اختیار دارند. KNX دارای بیش از ۴۰۰ تولیدکننده در ۴۱ کشور جهان، بیش از ۶۶۲۷۸ کارشناس و شرکت همکار در ۱۵۷ کشور و بیش از ۳۹۸ مرکز آموزشی در ۶۶ منطقه در سراسر دنیا است.

### – پروتکل C-BUS

C-BUS یک پروتکل برای اتوماسیون منازل و ساختمان‌ها است که یک کابل اختصاصی یا یک شبکه بی‌سیم دوطرفه را جهت انتقال سیگنال‌های کنترل و فرامین استفاده می‌نماید. سیستم C-BUS در دو حالت باسیم و بدون سیم در دسترس هست. در سیستم باسیم C-BUS از یک کابل Cat5 به‌عنوان بستر ارتباطی استفاده می‌شود. ماکزیمم طول سیم به‌کار رفته در C-BUS، حدود ۱۰۰۰ متر است.

### مقایسه پروتکل‌ها

در جدول زیر برخی از پروتکل‌های معتبر هوشمندسازی ساختمان به‌طور خلاصه مقایسه شده‌اند.

پروتکل	راحتی نصب	ساختار ارتباطی	قیمت
<u>KNX</u>	متوسط	سیمی - بی‌سیم (غیرمتداول)	متوسط به بالا
<u>ZigBee</u>	ساده	بی‌سیم	پایین
<u>Mod_bus</u>	متوسط	سیمی	پایین
<u>LonWorks</u>	متوسط	سیمی - بی‌سیم (غیرمتداول)	متوسط به بالا
<u>BACnet</u>	متوسط	سیمی - بی‌سیم ZigBee	متوسط به بالا

## معرفی انواع عملگرها

– **موتور پرده:** جهت کنترل راحت‌تر پرده‌های ساختمان از موتورهای برقی مخصوص، متناسب با وزن و مدل پرده جهت سهولت بیشتر استفاده می‌شود.



شکل ۸۵



برای این منظور از ماژول فعال‌ساز پرده برای کنترل انواع پرده‌ها از قبیل پرده‌های عمودی یا افقی استفاده می‌شود که می‌تواند موتورهای پرده را چپ‌گرد/ راست‌گرد یا بالا و پایین کند. عملکرد این ماژول فعال‌ساز می‌تواند به صورت تنظیم درصد باز و بسته شدن پرده می‌باشد.

### – موتور اهرمی شیر گاز

استفاده از یک موتور، جهت کنترل شیر اصلی آب و گاز بسیار مفید است و ساکنین ساختمان‌های هوشمند نگرانی از نظر فراموش کردن بستن شیر اصلی آب یا گاز ندارند و با خارج شدن از ساختمان می‌توانند با اتصال به اینترنت فرمان‌های قطع یا وصل را صادر نمایند.

همچنین می‌توان از سنسور تشخیص نشت گاز شهری در داخل آشپزخانه استفاده نمود که در صورت نشت گاز فرمان قطع به صورت اتوماتیک به موتور داده شود. این موتور دارای یک‌زبانه در کنار خود می‌باشد که در صورت نیاز به کنترل دستی می‌توان آن را باز کرده و به صورت دستی شیر اصلی آب و یا گاز را باز و بسته نمود. استفاده از شیر برقی برای قطع و وصل توصیه نمی‌شود زیرا برای نصب آن حتماً نیاز به تکنسین گاز بوده و همچنین ایرادی که دارد این است که هنگامی که برق قطع می‌شود موتور از کار می‌افتد.



شکل ۸۶

در مورد سیستم آبیاری هوشمند تحقیق کنید.

تحقیق کنید



کار عملی ۹ (نیمه تجویزی)



### کنترل نشت آب در منزل

**شرح کار عملی:** در این کار عملی می‌خواهیم در صورت نشت آب در آشپزخانه، جریان شیر اصلی ورودی آب را قطع نماییم. این عملکرد به منظور جلوگیری از خسارات احتمالی و اتصالی برق بسیار کارآمد است.

## دستور کار:

۱- برای انجام این کار عملی به تجهیزات زیر نیاز داریم:

منبع تغذیه	سنسور نشت آب	ورودی دیجیتال
شیر برقی آب ۲۲۰ ولت	فعال ساز رله	کابل USB و قطعه برنامه ریز

- ۲- اقلام موردنیاز را بر روی تابلوی آموزشی چیدمان و نصب کنید.
- ۳- توسط کابل باس KNX منبع تغذیه را به ماژول فعال ساز رله و از آن به ماژول ورودی دیجیتال متصل کنید.
- ۴- سنسور نشت آب (پسیو) را به ورودی دیجیتال متصل کنید. شیر برقی آب را همانند اتصال لامپ به رله متصل کنید. معمولاً شیر برقی آب از نوع باز می باشد، اگر شیر برقی از نوع معمولی بسته باشد، راهکار شما چیست؟
- ۵- نرم افزار ETS۵ را اجرا کنید.
- ۶- پروژه ای که با نام «ساختمان» ایجاد نموده بودید را باز کنید.
- ۷- در اتاق و تابلویی که ساخته بودید، تجهیزات موردنیاز را قرار دهید. قطعات ورودی دیجیتال و فعال ساز رله را در پروژه وارد نمایید.
- ۸- همانند تنظیمات مربوط به اتصال سنسور، اتصال سنسور نشت آب را برای ورودی دیجیتال تعریف کنید. همچنین رله مربوط به شیر برقی را فعال کنید.
- ۹- یک آدرس گروهی برای عملکرد شیر برقی و همچنین یک آدرس گروهی برای وضعیت سنسور نشت آب تعریف کنید. 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- عملکرد برنامه را آزمایش کنید. در صورت بروز نشتی آب و رسیدن آب به حسگر، باید شیر برقی آب عمل کند و جریان آب را قطع نماید.

### کارهای عملی پیشنهادی (جهت هنرجویان علاقه مند)



- کنترل روشنایی یک لامپ بر مبنای زمان بندی
- کنترل کولرگازی با ارسال کننده فرامین IR
- کنترل باز و بسته شدن یک پرده
- قطع خودکار شیر گاز در صورت نشت گاز
- کنترل یک فن تهویه به صورت روشن/خاموش (ON/OFF)
- نصب کنترلر سیستم ارسال و دریافت فرمان از طریق تلفن همراه (همراه با نصب اپلیکیشن)
- نصب پرز برق و برق دار کردن آن توسط ارسال و دریافت فرمان از طریق گوشی تلفن همراه

● در بازکن تصویری با زدن زنگ ارسال فرمان برای صاحب‌خانه و باز کردن قفل برقی در پایه دوازدهم با رله‌های قابل برنامه‌ریزی آشنا می‌شوید که می‌توانند با قطعات خانه هوشمند ارتباط برقرار کنند.



شکل ۸۷

## تست و عیب‌یابی

در حین راه‌اندازی سیستم خانه هوشمند ممکن است عیب‌هایی در بخش نرم‌افزار و سخت‌افزار پیش بیاید که در ابتدا باید عیب‌ها شناسایی و سپس به رفع عیب‌ها اقدام کرد. در ادامه به چند نمونه از عیوب احتمالی در سیستم هوشمند اشاره می‌کنیم.

### الف- نحوه تست قسمت فرمان و نرم‌افزار:

#### ۱- روشن نشدن قطعه

الف) ابتدا دکمه برنامه‌ریزی قطعه را فشار دهید، اگر دکمه برنامه‌ریزی روشن شد، قطعه را مجدداً برنامه‌ریزی کنید.

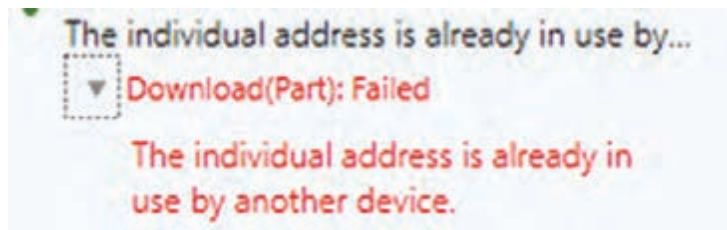
ب) اگر دکمه برنامه‌ریزی روشن نشد، اتصال باس را بررسی کنید.

ج) اگر اتصال باس برقرار بود، قطعه را یکبار unload کرده و دوباره از طریق Full Download برنامه‌ریزی کنید.

پرسش: از طریق کدام گزینه در منوی Bus می‌توانید راحت‌تر به نتیجه برسید:

#### ۲- اشکال در نوشتن آدرس اختصاصی قطعه

الف) معمولاً این خطا نشان‌دهنده وجود آدرس تکراری در قطعات نصب شده است. پس اولین راه، تغییر آدرس اختصاصی در برنامه و ارسال مجدد برنامه روی باس می‌باشد.



شکل ۸۸

ب) روش دیگر، پیدا کردن قطعه تکراری از طریق فشردن دکمه برنامه‌ریزی در منوی Bus زیر بخش individual addresses و پاک کردن آدرس آن قطعه از طریق unload است.

### ۳- عدم امکان انتقال برنامه به تجهیزات

الف) ابتدا ارتباط باس را بررسی نمایید.

ب) اگر ارتباط باس برقرار است، بررسی نمایید که آدرس قطعه صحیح وارد شده است.

ج) بررسی کنید که برنامه مربوط به همان قطعه را به باس انتقال داده‌اید. گاهی تشابه قطعات موجب بروز خطای طراح در انتخاب برنامه یا همان Application Program می‌گردد.



شکل ۸۹

د) اگر هیچ یک از خطاهای فوق رخ نداده بود، قطعه را unload نموده و مجدداً اقدام به برنامه‌ریزی نمایید.

### ۴- اشکال در عملکرد خروجی

الف) روشن بودن قطعه را بررسی کنید. (اتصال باس برقرار باشد)

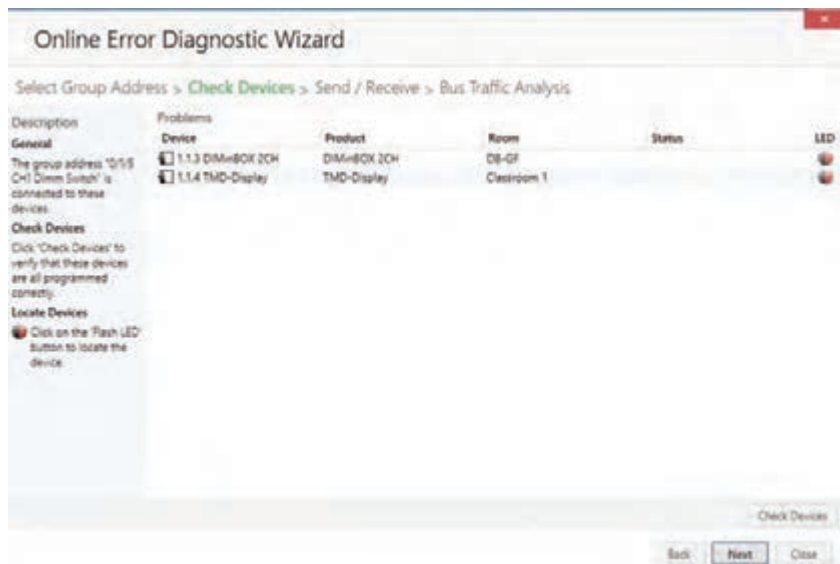
ب) خروجی را بررسی کنید. در اغلب موارد خروجی مثلاً لامپ و یا مدار برق دچار اشکال شده است.

ج) چنانچه قطعه برنامه‌ریزی شده و خروجی نیز بدون اشکال است، قطعه را خاموش و مجدداً روشن نمایید.

### ۵- تأخیر در عملکرد

برای بررسی این مشکل، باید برنامه را مجدداً بررسی نمایید. زیرا اصولاً قطعات در عملکرد دارای تأخیر نیستند. چنانچه ایراد ادامه داشت، نوع بار را از نظر اندازه و خازنی - سلفی بودن بررسی کنید.

علاوه بر روش‌های فوق، شما می‌توانید در صورت دسترسی به نرم‌افزار در محل پروژه، از طریق Online Error Dignostic Wizard در نرم‌افزار ETS به بررسی عملکرد آدرس‌های گروهی پردازید.



شکل ۹۰

### ب- نحوه تست قسمت قدرت:

به دو روش می‌توان تست قسمت قدرت را انجام داد.

۱- در سیستم هوشمند، می‌توانید با حذف فعالساز از مدار و عبور فاز ورودی و خروجی از فیوز مینیاتوری، برقدار بودن مدار را بررسی کنید.

۲- اگر قصد تست سیم‌کشی و مصرف‌کننده‌ها را دارید، معمولاً از وسایلی همچون تستر نئونی مدار (اتصال به فاز و زمین - فازمتر)، ردیاب غیر لمسی، و یا انواع مولتی‌متر می‌توان استفاده نمود.



شکل ۹۱



شکل ۹۲- ردیاب غیرلمسی برای پیدا کردن هادی فازدار بدون دسترسی مستقیم به سیم کشی

در هر حالت باید مدار اصلی، سیم کشی و مصرف کننده به صورت جداگانه تست شوند.



## ارزشیابی شایستگی خانه هوشمند

### شرح کار:

- مفهوم، مزایا و امکانات خانه هوشمند
- اجزای خانه هوشمند
- قطعه شناسی و کاتالوگ خوانی
- نصب و اجرای نرم افزار ETS5
- ساختار سیستم هوشمند-آزمودن و عیبها
- ضرورت کنترل روشنایی با توجه به نور محیط، شیوه کنترل و انجام آن
- تفاوت خانه‌های هوشمند با سنتی
- بستن مدارهای کار عملی خانه هوشمند
- معرفی سناریوها
- تعریف پروتکل‌های خانه هوشمند، مقایسه انواع آنها

**استاندارد عملکرد:** بستن مدارهای کار عملی در کارگاه خانه هوشمند با رعایت موارد ایمنی طبق برنامه زمان بندی برای هر کار عملی

### شاخص‌ها:

- شناسایی قطعات خانه هوشمند
- نصب و اجرای نرم افزار ETS
- نصب و سیم کشی قطعات با استفاده صحیح از ابزار و رعایت استاندارد.
- انجام مراحل کارهای عملی در هوشمندسازی (طبق مراحل تعیین شده در کار عملی) با رعایت نکات ایمنی.

### شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

- شرایط: فضای مناسب - ابزار مناسب - مدت زمان متناسب با حجم کار
- ابزار و تجهیزات: قطعات ورودی - خروجی - ماژول‌های تابلویی - میز آموزشی استاندارد، لباس کار

### معیار شایستگی

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	شناسایی قطعات خانه هوشمند	۲	
۲	نصب، تنظیمات و اجرای نرم افزار (ETS)	۲	
۳	نصب و سیم کشی قطعات ورودی - خروجی و قطعات تابلویی	۲	
۴	برنامه ریزی خانه هوشمند با نرم افزار و بارگذاری و اجرای آن بر روی قطعات	۲	
	شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: کسب اطلاعات کار تیمی مستند سازی ویژگی شخصی	۲	
	میانگین نمرات	*	

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.





## پودمان ۳

### همبندی و صاعقه گیر



## واحد یادگیری ۴

### همبندی و صاعقه گیر

#### آیا می دانید

- همبندی چیست؟
- چه روش هایی برای جلوگیری از خطرات ناشی از برق گرفتگی وجود دارد؟
- بتن یک عامل بسیار مهم در ایجاد اتصال زمین است؟
- چگونه می توان صاعقه را مهار کرد؟

#### استاندارد عملکرد

پس از اتمام این واحد یادگیری هنرجویان قادر خواهند بود انواع روش های همبندی در ساختمان را فرا گرفته و کارهای عملی مرتبط انجام دهند. همچنین با انواع برق گیرها آشنا شده و به کارگیری آنها را فرا خواهند گرفت.

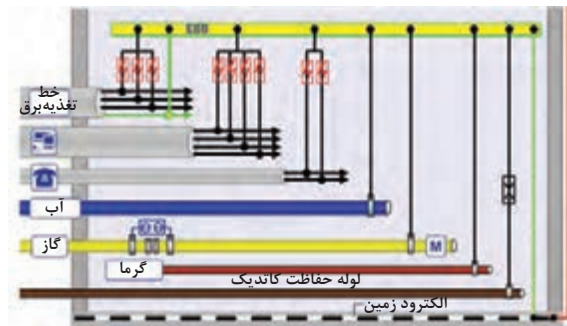
#### مقدمه

ضرورت رعایت موارد ایمنی و جلوگیری از خطرات ناشی از برق گرفتگی مانند شوک الکتریکی، سوختگی و نظایر آن از مهم ترین خطرات احتمالی برق گرفتگی الکتریکی است. روش ها و ایده های بسیاری برای جلوگیری از این خطرات مطرح شده است. با اجرای همبندی در ساختمان ها می توان تا حد بسیار زیادی از این خطرات جلوگیری کرد. همچنین در ساختمان های بلندمرتبه تجاری و مسکونی برای جلوگیری از خطر برخورد صاعقه و ایجاد خسارت می توان از صاعقه گیر استفاده کرد. صاعقه گیر وظیفه کنترل مسیر هدایت صاعقه را بر عهده دارد، کنترل و مهار صاعقه از مهم ترین دغدغه ها در ساختمان های بلند می باشد.

#### همبندی

اگر اسکلت هادی ساختمان (اسکلت فلزی یا میلگردهای بتنی) و بدنه هادی بیگانه (انواع لوله کشی های فلزی و نظایر آن) و بدنه هادی تجهیزات الکتریکی ساختمان ها را با یک هادی که دارای سطح مقطع بزرگ و مقاومت الکتریکی کم باشد به یکدیگر متصل شود، تمام نقاط هم پتانسیل می شود. این نوع اتصال «همبندی» نام دارد. همبندی مهم ترین روش برای پیشگیری از برق گرفتگی در یک ساختمان است. در شکل ۱ یک سیستم همبندی نشان داده شده است.





شکل ۱- نمونه یک سیستم همبندی

سؤال

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



فیلم



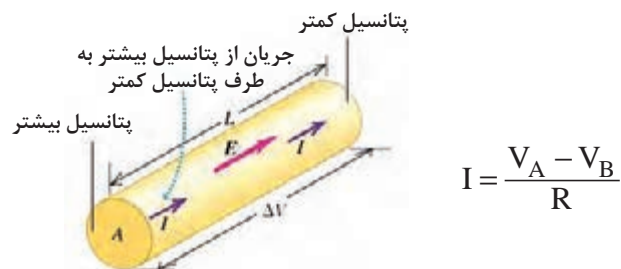
## همبندی در ساختمان‌های مسکونی

یکی از دلایل مهم توجه به همبندی از طرف مهندسان برق، همه‌گیر شدن استفاده از ساختمان‌های مسکونی با سازه‌های بتنی است روشی که قبلاً برای ایجاد اتصال زمین و برای سیستم صاعقه استفاده شده است. سیستم الکتروود زمین مستقل (بدون توجه به اجزای ساختمان) برای سیستم الکتریکی بود. این سیستم زمین شامل صفحه فلزی دفن شده، میله کوبیده شده، تسمه فلزی دفن شده و زره کابل است. در این روش سنتی از تشکیل همبندی صرف نظر شده و برای حفاظت در برابر صاعقه نیز یک سیستم مستقل نزولی با استفاده از هادی‌های مخصوص ایجاد شده است و در نهایت به سیستم الکتروود زمین مستقل مخصوص صاعقه گیر متصل می‌شد. برای حفاظت بیشتر یک همبندی بین دو سیستم الکتروود زمین نیز ایجاد می‌شود.

استفاده از بتن به عنوان الکتروود ایجاد همبندی بسیار مهم و مقرون به صرفه است اگر چه در برخی موارد ممکن است به علت بی توجهی به بتن از نظر عبور جریان‌های مربوط به اتصال کوتاه یا صاعقه صدمه‌ای شدید به آن وارد شود. سیستم همبندی از نظر استقامت مکانیکی دارای عمر طولانی بوده و نیاز به نگهداری بالایی ندارد.

## همبندی به منظور هم‌پتانسیل شدن

عامل جاری شدن جریان در مصرف‌کننده‌های الکتریکی اختلاف پتانسیل در دو سر مصرف‌کننده است (شکل ۲).



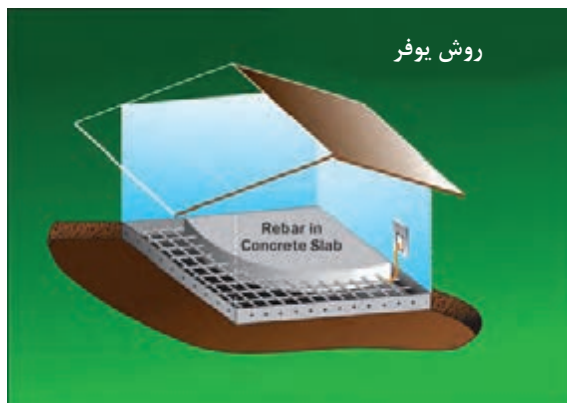
$$I = \frac{V_A - V_B}{R}$$

شکل ۲- اختلاف پتانسیل

اگر پتانسیل دو سر مصرف‌کننده (R) یکسان باشد،  $V_A$  با  $V_B$  برابر باشد) بنابراین جریانی در مصرف‌کننده جاری نمی‌شود. روش همبندی نیز برای حفاظت از جان اشخاص در برابر عبور جریان به همین صورت عمل می‌کند. در این روش اگر شخصی قسمت فلزی دستگاه برق‌دار که سیم فاز به آن متصل شده را لمس کند، چون نقطه تماس دست با بدنه فلزی و ولتاژ پای شخص بر روی زمین هم‌پتانسیل می‌شود، بنابراین ولتاژ تماس صفر شده و جریانی از بدن شخص عبور نمی‌کند. در یک سازه بتنی که تمامی اجزای داخلی به صورت یکپارچه به هم متصل شده‌اند نیز ولتاژ نقاط مختلف در صورت اجرای همبندی، هم‌پتانسیل خواهند بود.

### – الکترومدفون در بتن (روش یوفر)<sup>۱</sup>

دفن هادی در بتن به طوری که سطح تماس آن با خاک زیاد باشد روش یوفر نامیده می‌شود. بتن همواره مقداری رطوبت را در خود نگه می‌دارد بنابراین هدایت الکتریکی بتن، از سایر انواع خاک بهتر است. اساس طرح یوفر بر پایه تعبیه هادی زمین در بتن می‌باشد. امروزه مهندسی، از منافع کشف آقای یوفر آگاه هستند. اسکلت کل ساختمان بتنی با وجود میله‌های فولادی در ساختمان یا پی آن با پوشش بتنی، یک سیستم زمین الکتریکی با مقاومت بسیار کم ایجاد می‌کند (شکل ۳). از مزایای دیگر این روش استفاده از خواص بتن برای کاهش مقاومت زمین است. البته این روش الزاماتی دارد از جمله اینکه هادی مسی اتصال زمین مدفون شده سیستم اتصال زمین دارای مقطع ۲۵ میلی‌متر مربع باشد یا میلگرد استفاده شده در بدنه بتن شماره ۱۴ باشد. همچنین فاصله هادی داخل بتن تا سطح خارجی بتن کمتر از ۵ سانتی‌متر نباشد.



شکل ۳- روش یوفر

### – هدف همبندی

همبندی را نباید با اتصال زمین یوفر کردن اشتباه گرفت. همبندی در عمل به معنای کم کردن اندازه ولتاژ تماس در داخل ساختمان و در نقاطی از آن است که عیب زمین در تأسیسات الکتریکی ایجاد می‌شود. همان‌طور که گفته شد ولتاژ تماس وقتی ایجاد می‌شود که یک عیب زمین (عبور جریان از زمین) در تأسیسات الکتریکی ایجاد شود. هنگامی که این جریان به زمین وارد می‌شود، به دلیل وجود مقاومت (بدن شخص یا بدنه هادی)، ولتاژ تماس ایجاد می‌شود.

1- Concrete Encased Electrode



با توجه به اینکه هدف از ایجاد اتصال زمین، ایجاد امکان عبور جریان از الکتروود زمین به جای بدن شخص است، هدف از همبندی، کم کردن اندازه ولتاژ لمس می‌باشد. با توجه به شکل ۲ کم شدن ولتاژ تماس در اثر همبندی می‌توان نتیجه گرفت استفاده هم‌زمان از دو روش زمین کردن و همبندی باعث جلوگیری از خطر برق‌گرفتگی می‌باشد. برای این منظور با توجه به اینکه ممکن است به علت عایق‌کاری، سطح تماس بتن کف با زمین کم باشد، حداقل یک الکتروود زمین معمولی را به همبندی سازه متصل و یا توسط حلقه‌ای از مس که دور تادور ساختمان مدفون می‌شود را به همبندی متصل می‌کنند.



شکل ۴ - حلقه کلاف مسی به دور سازه فلزی برای همبندی

تحقیق کنید



تفاوت همبندی و روش یوفر چیست؟

### – مزایای اجرای همبندی

- مطمئن‌ترین روش جلوگیری از برق‌گرفتگی ناشی از تماس غیرمستقیم
- حفاظت از آسیب دیدن تجهیزات الکترونیکی، مخابراتی و اتوماسیون
- کاهش اثرات الکتریسیته ساکن
- ایجاد مسیرهای موازی برای هدایت جریان صاعقه به سمت زمین و جلوگیری از آسیب‌های ناشی از آن بر روی اشخاص و تجهیزات الکتریکی
- وسایل حفاظتی به کمک همبندی اضافی
- بالا بردن ضریب اطمینان عملکرد وسایل حفاظتی به کمک همبندی اضافی

سؤال



اجرای همبندی چگونه در کاهش اثر الکتریسیته ساکن تأثیر می‌گذارد؟

## – مراحل اجرای همبندی قبل از بتن‌ریزی

اجرای همبندی ساختمان باید قبل از بتن‌ریزی و هم‌زمان با اجرای شالوده ساختمان (فونداسیون) و در همه طبقات ساختمان اجرا شود (شکل ۵).



شکل ۵ – قبل از بتن‌ریزی (شالوده)

مراحل انجام همبندی به شرح زیر است :

– **اجرا در شالوده:** در شالوده (فونداسیون) ساختمان بایستی تمامی شناژهای ارتباطی همبند شوند. منظور از شناژ، محوری است که همه ستون‌های ساختمان را به هم متصل می‌کند (شکل ۶).



شکل ۶ – شناژهای ساختمان

شکل‌های زیر نقشه همبندی شالوده و همچنین یک قسمت اجرا شده با هادی مسی را در شالوده ساختمان، نمایش می‌دهد.

خطوط آبی‌رنگ نشانگر هادی‌های همبندی می‌باشد (شکل ۷).



شکل ۷ – نقشه اجرای همبندی شالوده ساختمان

**– اجرا در ستون‌ها:** در تمامی طبقات، ستون‌های واقع در گوشه‌های ساختمان، یکی از ستون‌های راه‌پله، تمام ستون‌های خرپشته و موتورخانه و در هر ۲۰ متر از طول و عرض ساختمان، شبکه همبند باید به همدیگر متصل شود (شکل ۸).



شکل ۸ – نقشه اجرای همبندی ستون‌های ساختمان

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

سؤال



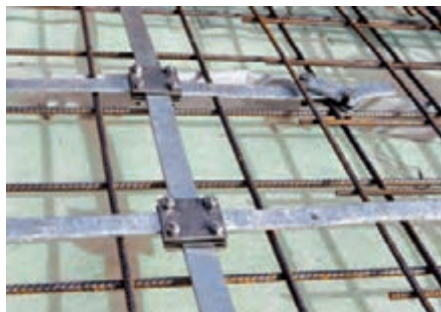
**اجرای همبندی در شالوده و ستون‌ها**

فیلم



**– هادی همبندی**

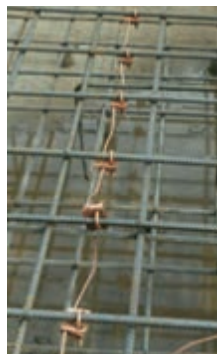
هادی همبندی یک رشته سیم مسی، یک تسمه، یک عدد میلگرد و یک تیر یا ستون فلزی است که بر اساس طرح همبندی در سقف‌ها و ستون‌ها قرار می‌گیرد (شکل ۹).



شکل ۹ – تسمه همبندی

**– هادی همبندی مسی:** چنانچه از سیم مسی برای همبندی استفاده شود، سطح مقطع هادی همبندی مسی نباید از  $6mm^2$  کوچک‌تر باشد. استفاده از سطح مقطع  $25mm^2$  ضروری نیست و همچنین سطح مقطع هادی همبندی اصلی نباید از نصف سطح مقطع بزرگ‌ترین هادی حفاظتی در تأسیسات الکتریکی کوچک‌تر باشد. سیم‌ها یا تسمه‌های مسی باید به میلگردهای موجود سازه متصل شوند. برای این کار باید در هر ۶ متر با

استفاده از جوش احتراقی (احتراقی یا اگزوترمیک) و یا بست‌های پیچی مناسب، اتصالاتی ایجاد شده و همچنین در فاصله بین بست‌های پیچی و یا جوش‌ها باید به کمک سیم آرماتوربندی معمولی، به میلگردهای سازه متصل شود (شکل‌های ۱۰ و ۱۱).



شکل ۱۰- اتصال هادی همبندی مسی به میلگردهای موجود در سازه با استفاده از بست



شکل ۱۱- اتصال هادی همبندی مسی به میلگردهای موجود در سازه با استفاده از جوش احتراقی

همچنین در تمامی انشعابات اعم از سه و چهارراهی باید سیم‌های مسی با استفاده از جوش احتراقی به هم متصل شوند تا مقاومت الکتریکی آنها به حداقل ممکن رسیده و دارای استحکام مکانیکی کافی باشد (شکل ۱۲).



شکل ۱۲- جوش احتراقی سیم مسی

## توجه کنید

هنگامی که دو فلز غیر همجنس در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند، به دلیل خواص شیمیایی متفاوت، تشکیل پیل الکتریکی می‌دهند و در مدت زمان طولانی باعث خورده شدن فلز در محل اتصال می‌شود. فلز مس و آهن نیز از همین قاعده برخوردار هستند ولی به خاطر خواص شیمیایی نزدیک به هم، پیل به وجود آمده بسیار ضعیف است.

کار عملی



انشعاب سه‌راهی و چهارراهی سیم‌ها با استفاده از جوش احتراقی قبل از شروع کار کارگاهی فیلم این اتصال را مشاهده کنید.

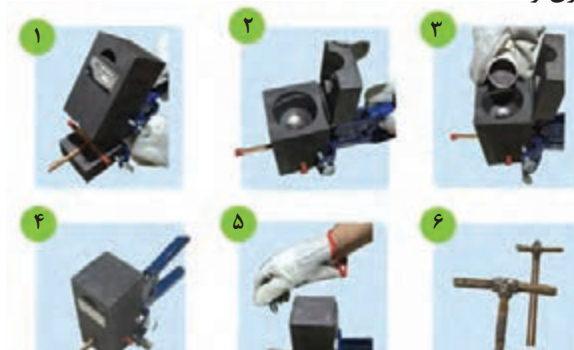
فیلم



## اجرای جوش احتراقی سه‌راهی و چهارراهی

### تجهیزات لازم:

- ۱- قالب جوش (دوراهی، سه‌راهی و چهارراهی)
  - ۲- پودر جوش (۹۰ گرمی یا ۱۱۵ گرمی)
  - ۳- پولک انتهایی
  - ۴- فتیله آتش‌زن و فندک
  - ۵- سیم ارت با مقطع  $16\text{mm}^2$
  - ۶- دستکش، عینک و کفش مخصوص
- شکل ۱۳ مراحل انجام اتصال دوراهی، سه‌راهی و چهارراهی



شکل ۱۳- وسایل و مراحل جوش احتراقی سیم مسی

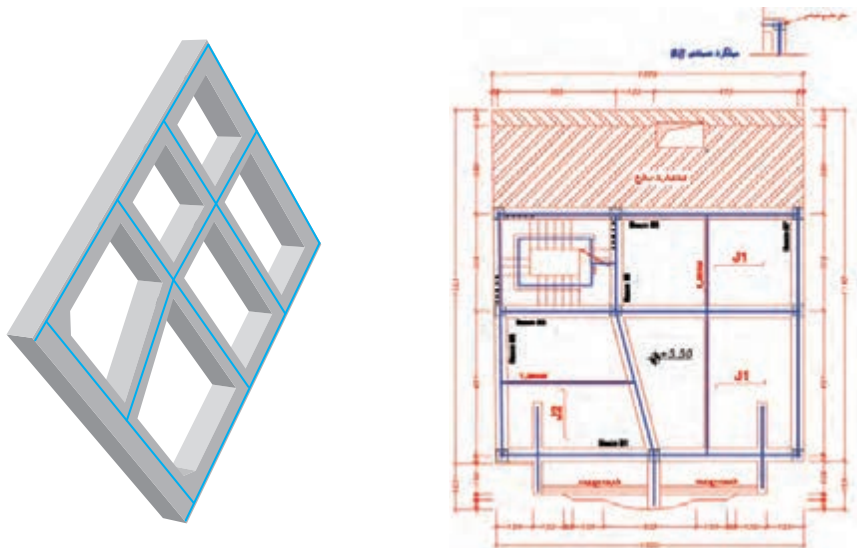


شکل ۱۴- نقشه اجرای همبندی سقف‌های ساختمان

**– اجرا در سقف‌ها:** در سقف ساختمان‌ها، شناژها و تیرهای فلزی دورتادور سقف، دورتادور آسانسور، یکی از شناژها و یا تیرهای فلزی در حمام، دستشویی، آشپزخانه، آبدارخانه و سایر فضاهایی که به‌طور معمول در کف آنها آبریزی می‌شود، همچنین شناژها و یا تیرهای فلزی در طول و عرض ساختمان، حداقل در هر ۲۰ متر، بایستی همبندی صورت گیرد (شکل ۱۴).

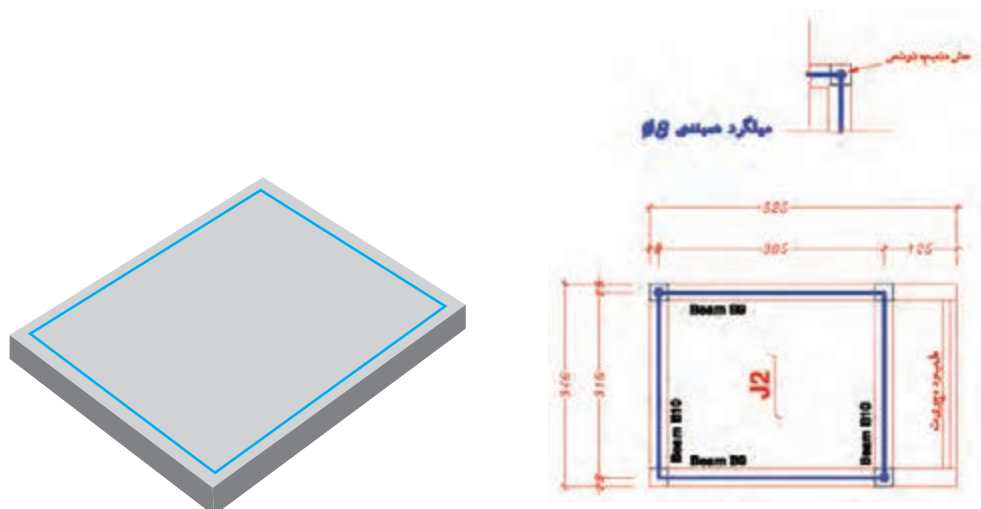


**– اجرا در بام ساختمان:** در پشت بام ساختمان (آخرین سقف) تمامی شناژها و تیرهای فلزی، مانند فونداسیون باید با هادی همبند، همبندی شود (شکل ۱۵).



شکل ۱۵- نقشه اجرای همبندی بام ساختمان

**– اجرا در سقف خرپشته و سقف موتورخانه‌های آسانسور:** تمامی شناژها و تیرهای فلزی دور تادور سقف خرپشته و سقف موتورخانه آسانسور باید به شبکه همبندی متصل شود (شکل ۱۶).



شکل ۱۶- نقشه اجرای همبندی خرپشته و سقف موتورخانه‌های آسانسور

چند نمونه پلان ساختمان‌های مجاور محل سکونت خود را تهیه و با ترسیم دست آزاد (اسکچ) نقشه همبندی آنها را طراحی کنید.

فعالیت



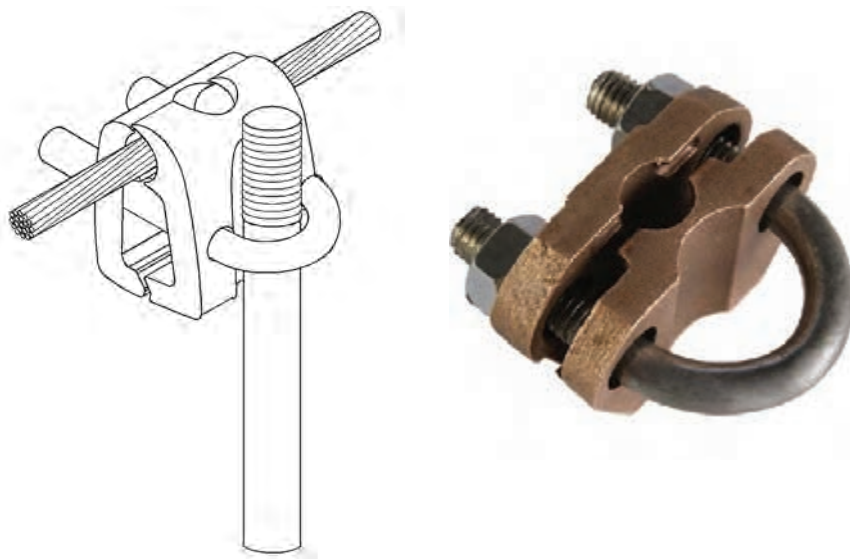




**اتصال هادی همبندی مسی به میلگردهای موجود در سازه**  
برای اتصال هادی مسی به میلگردهای موجود در سازه دو روش وجود دارد:

### روش اول استفاده از بست U- Type

یکی از انواع کلمپ‌هایی که به منظور اتصال سیم به میله ارت به کار برده می‌شود بست U-Type است که در طراحی بست‌ها توجه به استحکام مکانیکی بست و مقاومت در برابر خوردگی از اهمیت بالایی برخوردار است. طراحی این بست‌ها به لحاظ ابعاد و ضخامت به گونه‌ای انجام شده که از استحکام مکانیکی بالایی برخوردار باشد. یکی دیگر از کاربردهای این بست اتصال سیم به میلگرد است. نوعی از این بست‌ها وجود دارد که «بست بی‌متال» نامیده می‌شود. در قسمتی که میلگرد قرار گرفته می‌شود جنس بست از آهن و قسمتی که هادی مسی قرار گرفته می‌شود، از جنس مس می‌باشد. دلیل این کار جلوگیری از خوردگی است (شکل ۱۷).



شکل ۱۷- بست U- Type

### روش دوم: استفاده از جوش احتراقی

وسایل مورد نیاز استفاده از جوش احتراقی دقیقاً مانند کار عملی اتصال سه‌راهه و چهارراهه سیم مسی می‌باشد و تفاوت آن در نوع قالب است. با مشاهده فیلم زیر هر دو روش را در کارگاه اجرا نمایید.



### – هادی همبندی میلگرد

به جای سیم مسی می توان از میلگرد جهت همبندی استفاده کرد. میلگرد همبندی می تواند یکی از میلگردهای اصلی در شناژها یا ستون های سازه و یا میلگرد اضافی باشد که به میلگردهای اصلی سازه اضافه شده است. اجرای این همبندی نباید به ساختار فنی سازه آسیب وارد کند. قطر میلگرد همبندی نباید از ۸ میلی متر کمتر باشد و اگر سطح مقطع هادی اصلی فاز ساختمان  $95\text{mm}^2$  یا بیشتر باشد، قطر میلگرد به ۱۰ میلی متر افزایش می یابد. تمامی قطعات شبکه همبند از طریق اتصال الکتریکی مطمئن باید طوری به هم متصل شود که در محل اتصال مقاومت الکتریکی به حداقل ممکن برسد. اتصال مطمئن بین قطعات میلگرد همبندی به وسیله جوش کاری به وجود می آید که در ادامه به شکل و نحوه جوش کاری آن پرداخته می شود.

### ● جوش کاری میلگردهای طولی<sup>۱</sup>

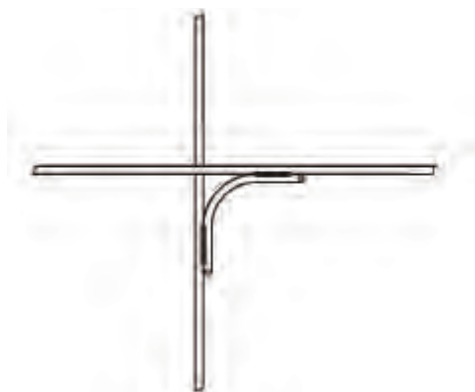
مطابق شکل ۱۸ با قرار دادن امتداد میلگرد (حدود ۱۰ cm) و جوشکاری آن میلگردها همبندی می شوند.



شکل ۱۸- جوش طولی

● جوشکاری میلگردها در یک تقاطع چهارراه

مطابق شکل ۱۹ با استفاده از یک خم قائم می‌توان جوشکاری همبندی در محل تقاطع دو میلگرد انجام داد.



شکل ۱۹- جوشکاری میلگردها در یک تقاطع چهارراه

● جوشکاری میلگرد در یک گوشه

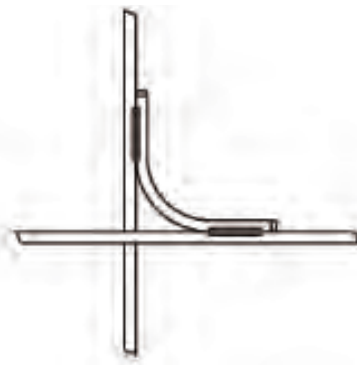
جوشکاری میلگرد در یک گوشه، شبیه جوشکاری تقاطع چهارراه است.



شکل ۲۰- جوشکاری میلگردها در گوشه

### ● جوشکاری در تقاطع سه راهه

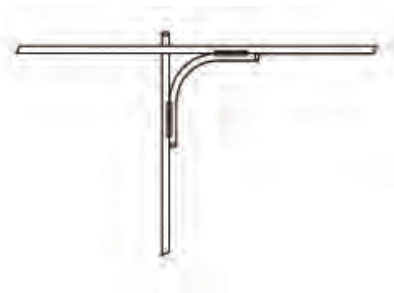
در شکل ۲۱ جوشکاری همبندی برای یک مسیر سه راهه نشان داده شده است.



شکل ۲۱- جوش کاری میلگردها در تقاطع سه راهه

### ● جوشکاری میلگردهای شناژ با شالوده به ستون

در این نوع جوشکاری نیز مانند جوش کاری سه راهه اتصال همبندی بین میلگرد شناژ با شالوده به ستون انجام می شود (شکل ۲۲).



شکل ۲۲- جوشکاری میلگردهای شناژ با شالوده

اجرای جوشکاری میلگرد همبندی

فیلم





## جوشکاری میلگردهای همبندی



### وسایل مورد نیاز:

- ۱- میلگرد شماره ۱۰
- ۲- الکتروود جوش ۲/۵
- ۳- دستگاه جوش با جریان خروجی ۱۲۰ آمپر
- ۴- ماسک و کفش مخصوص

پس از مشاهده فیلم جوش کاری هر یک از جوش کاری‌های طولی، سه‌راهه، چهارراهه و گوشه را به‌طور جداگانه انجام دهید. اندازه قطعات اتصال در جدول کتاب همراه ذکر شده است.

### – مراحل اجرای همبندی بعد از بتن‌ریزی

**الف – اجرا در فونداسیون، سقف‌ها:** در صورتی که همبندی قبل از بتن‌ریزی در فونداسیون و سقف‌ها انجام نشده باشد، باید با سیم مسی بدون روکش غیرافشان با سطح مقطع  $۱۶\text{mm}^2$  شبکه همبند را بر روی سطح بتن اجرا نموده، و آن را به نزدیک‌ترین شبکه همبند در دسترس متصل نمود (شکل ۲۳).



شکل ۲۳ – همبندی در سقف

**ب – اجرا در ستون‌ها:** در صورتی که همبندی در یکی از ستون‌های طبقات ساختمان، خرپشته و یا موتورخانه آسانسور قبل از بتن‌ریزی انجام نشده باشد، ارتباط شبکه همبند بین طبقات بالا و پایین قطع می‌شود، لذا باید یک رشته سیم مسی با سطح مقطع  $۱۶\text{mm}^2$  غیرافشان (با روکش و یا بدون روکش) در کنار ستون‌های موردنظر قرار داده و آنها را به شبکه همبندی طبقه بالاتر و همچنین طبقه یا طبقات پایین تر متصل نمود.

### – همبندی اسکلت‌های فلزی

در سازه‌های اسکلت فلزی که تیرها و ستون‌ها با استفاده از پیچ و مهره به یکدیگر متصل شده‌اند، برای ایجاد اتصال الکتریکی مطمئن بین قطعات فلزی شبکه همبند از یک قطعه سیم مسی رابط استفاده می‌شود. البته اتصالات جوشی قطعات فلزی از نظر اتصال الکتریکی مطمئن بوده و نیاز به اتصال اضافی ندارد. سیم رابط که به قطعات فلزی متصل می‌شود، جوش ترمیک داده شده یا دو سر آن را کابلشو زده و با دو عدد پیچ جوش کاری شده به قطعات متصل شود (شکل ۲۴).





شکل ۲۴- اتصال اسکلت فلزی پیچی

فیلم



## نحوه اتصال سیم مسی به اسکلت فلزی

کار کارگاهی

### اتصال سیم مسی به اسکلت فلزی

#### روش اول استفاده از کابلشو

#### وسایل مورد نیاز:

۱- کابلشو نمره ۱۶

۲- کابل مسی نمره ۱۶

۳- پرس کابلشو

۴- وسایل ایمنی

چنانچه کابل مورد استفاده روکش دار باشد، عایق کابل به اندازه عمق کابلشو روکش برداری شده و پس از قرار گرفتن در داخل کابلشو، پرس شود.

#### روش دوم جوش احتراقی

وسایل مورد نیاز با انواع جوش‌های احتراقی گفته شده یکسان است و تنها تفاوت در نوع قالب به کار رفته است.

### - اتصال شبکه همبند شده به سیستم اتصال زمین در جعبه همبندی



شکل ۲۵- خوردگی در اتصالات

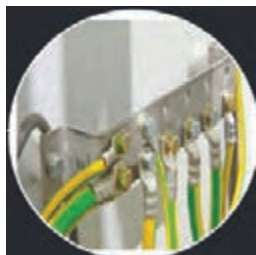
سیستم اتصال زمین و همبندی مکمل یکدیگر بوده و باید این دو سیستم به همدیگر متصل شوند. به چند دلیل باید این دو سیستم به همدیگر متصل شوند یکی از این علت‌ها را می‌توان وجود جریان‌های سرگردان در شبکه همبند نام برد. چنانچه این جریان‌ها راه خروجی از شبکه همبند نداشته باشند به مرور زمان موجب خوردگی در شبکه همبند شده و از بین رفتن سازه را به دنبال دارد (شکل ۲۵).



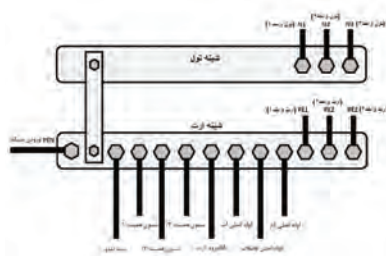


علت‌های اتصال دیگر سیستم‌های زمین به شبکه همبند چیست؟

شبکه همبند باید حداقل از سه نقطه به شینه اتصال زمین (شینه ارت) متصل شود (شکل ۲۶).



(ج)



(ب)



(الف)

شکل ۲۶- اتصال شبکه همبند و اتصال زمین در جعبه همبندی

نقاط اتصال شبکه همبند به اتصال زمین ساختمان، روی ستون‌های همبند شده، قرار می‌گیرد. یکی از این نقاط باید روی ستون همبند شده شفت راه‌پله و یک نقطه دیگر روی ستونی جانمایی شود که از محل نصب شینه اصلی اتصال زمین (تابلوی اصلی) فاصله کمتری داشته باشد. نقطه یا نقاط باقیمانده روی ستون‌هایی در نظر گرفته شود که دور از یکدیگر و نقاط قبلی باشد.

برای اتصال شبکه همبند به اتصال زمین ساختمان از یک قطعه فولادی به نام قطعه اتصال استفاده می‌شود. این قطعه یک نبشی فولادی معمولی به ابعاد  $50 \times 50 \times 5$  mm و یا بزرگ‌تر است. یکی از صفحات نبشی به هادی همبندی موجود در ستون، جوشکاری شده و صفحه دیگر برای اتصال شبکه همبند به اتصال زمین مورد استفاده قرار می‌گیرد و در فاصله ۳۰ سانتی‌متری از کف زمین و در جایی قرار می‌گیرد که زیبایی آن محل لطمه‌ای وارد نشود (شکل ۲۷).



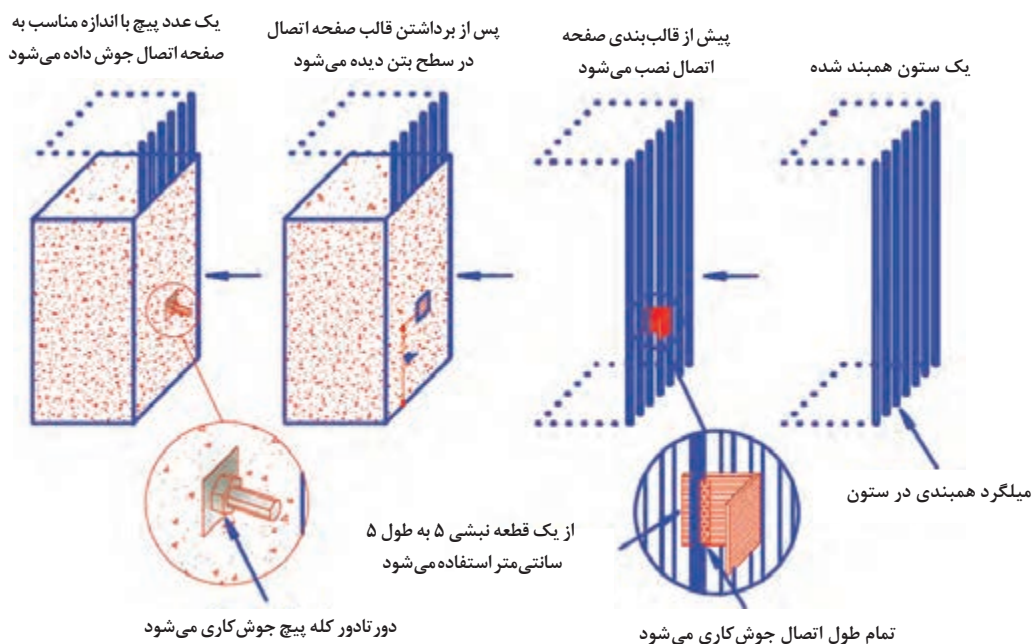
شکل ۲۷- قطعه اتصال دهنده

برای اتصال هادی‌های ارتباطی به قطعه اتصال باید از جوش ترمیک استفاده شود و یا یک پیچ ضدزنگ (خوردگی) روی این قطعه جوشکاری شده و هادی همبند به کمک کابلشوی مناسب روی این پیچ بسته شود. همچنین تمامی اتصالات و پیچ‌ها در درون جعبه‌ای با در بازشو برای بازدید و تست‌های اولیه و دوره‌ای قرار می‌گیرد (شکل ۲۸).



شکل ۲۸- اتصال پیچ ضدزنگ (خوردگی) به قطعه اتصال

در شکل ۲۹ مراحل کامل قطعه اتصال همبندی آورده شده است.



شکل ۲۹- مراحل کامل قطعه اتصال همبندی به زمین

## نحوه اتصال همبندی به اتصال زمین

فیلم



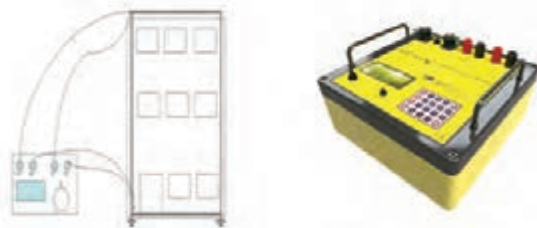
### – تست مقاومت الکتریکی همبندی

پس از اجرای شبکه همبندی این شبکه باید از نظر پیوستگی و مقدار مقاومت مورد آزمایش قرار گیرد. جهت انجام تست پیوستگی از اهم متر استفاده می شود که دستورالعمل و طرز کار با آن در سال دهم آموزش داده شده است.

ضمناً برای اندازه گیری مقاومت شبکه همبندی از دستگاه اندازه گیری مقاومت ویژه خاک<sup>۱</sup> استفاده می شود. این دستگاه چهار سیم دارد؛ دو سیم رابط برای منبع جریان و دو سیم رابط برای منبع ولتاژ و زمانی که مطابق شکل

۱- Earth Resistivity

زیر در مدار قرار گیرد، مقاومت سیم مسیر در اندازه‌گیری تأثیر نخواهد گذاشت. لازم به ذکر است که مطابق با استاندارد IEC ۶۲۳۰۵۳ مقاومت شبکه همبند باید از مقدار ۰/۲ اهم کمتر باشد (شکل ۳۰).



شکل ۳۰ - دستگاه چهار سیمه و طریقه اندازه‌گیری

### اثر الکتروشیمیایی زمین بر الکترودهای همبندی شده

علاوه بر نیروهای مکانیکی که ممکن است موجب پارگی‌های اتصال زمین شود، خوردگی شیمیایی (اثر مواد شیمیایی خاک روی فلزهای اتصال زمین) و خوردگی الکتروشیمیایی (تشکیل پیل به‌وسیله فلزات غیر همجنس در زمین)، خطراتی است که هادی اتصال زمین با آنها روبه‌رو است. در مورد خوردگی الکتروشیمیایی، دو فلزی که بیش از همه به هم اتصال داده می‌شود، مس و فولاد است. مس ساده (بدون هرگونه روپوش دیگر مانند قلع و غیره) نسبت به فولاد ساده (بدون هرگونه پوشش مانند گالوانیزاسیون) تشکیل قطب مثبت می‌دهد که سبب خوردگی سریع خواهد شد. در جدول اتمامی ویژگی‌های الکترودهای مختلف با هم مقایسه شده است.

جدول ۱- مقایسه مشخصات انواع الکترودها

الکترودهای دفنی شیمیایی	لوله‌های آب فلزی	همبندی	روش یوفر	الکترودهای صفحه‌ای	میله کوبیدنی پیشرفته	میله کوبیدنی	مقاومت حاصله
عالی	بد تا عالی	بالتر از متوسط	متوسط	بد	متوسط	بد	مقاومت حاصله
بالا	متغیر	خوب	خوب	کم	خوب	کم	خوردگی
حداقل تأثیر	حداقل تأثیر	تأثیر کم	تأثیر کم	تأثیر بالا	تأثیر کم	تأثیر بالا	کاهش مقاومت با سردی هوا
بهبود	تحت تأثیر	تحت تأثیر	تحت تأثیر	کاهش	تحت تأثیر	افزایش	کاهش مقاومت با مرور زمان
عالی	بد تا عالی	بالتر از متوسط	متوسط	متوسط	متوسط	کم	جریان‌کشی الکترودها
بد	متوسط	متوسط	زیر متوسط	زیر متوسط	عالی	متوسط	هزینه نصب
۳۰-۵۰ سال	۱۰-۱۵ سال	۲۰-۳۰ سال	۱۵-۲۰ سال	۵-۱۰ سال	۱۵-۲۰ سال	زیر ۱۵ سال	پیش‌بینی طول عمر



ماکت یک سازه شامل فونداسیون، ستون‌ها، سقف و خرپشته در کارگاه آماده شده است. مراحل زیر را به ترتیب انجام داده و ارزشیابی آن توسط هنرآموز انجام شود:

- ۱- نقشه شبکه همبندی توسط نرم‌افزار اتوکد طراحی کنید.
- ۲- همبندی توسط سیم مسی اجرا کنید.
- ۳- تست همبندی توسط میگر و دستگاه چهار سیمه انجام داده و مقدار مقاومت را اندازه‌گیری کنید.
- ۴- شبکه همبند به سیستم زمین متصل شده و مقاومت هر دو را با هم اندازه‌گیری کنید.

## صاعقه



شکل ۳۱- صاعقه

صاعقه جزء پدیده‌های متداول طبیعت و یکی از زیباترین و در عین حال خطرناک‌ترین رخدادهای طبیعی می‌باشد. در هر ۱۰۰ ثانیه یک تخلیه الکتریکی در آسمان اتفاق می‌افتد که ۹۰ درصد آن رعد و برق و ۱۰ درصد آن صاعقه است (شکل ۳۱).

سؤال

تفاوت بین صاعقه و رعد و برق چیست؟



اولین تأثیر صاعقه آتش‌سوزی است که باعث خسارت سنگین به لوازم برقی، خطوط تلفن و شبکه‌های رایانه‌ای می‌شود و ضرر مالی برای افراد، شرکت‌ها و سازمان‌ها را به دنبال دارد.

### - تعریف صاعقه

صاعقه پدیده‌ای جوی است که امکان وقوع آن در اثر اختلاف پتانسیل الکتریکی بین یک توده ابر و زمین، موجب تخلیه الکتریکی ناگهانی و ایجاد جرقه‌ای عظیم می‌شود (شکل ۳۲).



شکل ۳۲- علت وقوع صاعقه

بحث کنید



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

### انواع صاعقه

اختلاف پتانسیل الکتریکی بین توده‌های ابر در اثر مالش باعث ایجاد آذرخش یا صاعقه می‌شود. صاعقه انواع مختلفی دارد که ۹۰ درصد آنها تخلیه الکتریکی بین ابری است. شدت جریان صاعقه بین ۱۰ تا ۳۰ کیلوآمپر بر میکروثانیه است. بزرگ‌ترین جریان ثبت‌شده تاکنون ۲۰۰ کیلوآمپر بوده است. در اثر تخلیه الکتریکی صاعقه، اضافه ولتاژ در محل تخلیه ایجاد می‌شود.

اضافه ولتاژ عاملی است که می‌تواند شدیداً تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی را به خطر انداخته یا غیرقابل استفاده کند. یکی از عوامل ایجاد اضافه ولتاژ ضربه‌های مستقیم صاعقه و میدان الکترومغناطیسی آن می‌باشد (شکل ۳۳).



شکل ۳۳- میدان الکترومغناطیسی ناشی از صاعقه

تحقیق کنید



اثر الکترومغناطیسی صاعقه در گذشته چه خساراتی به شرکت‌های رایانه‌ای و الکترونیکی وارد کرده است؟



## خطرات برخورد صاعقه

برخورد صاعقه می‌تواند خطرات جانی برای افراد و موجودات زنده و یا سازه‌ها و وسایل داخل سازه را داشته باشد (شکل ۳۴).



شکل ۳۴ - سوختگی در اثر صاعقه

خطرات جانی صاعقه در اثر عوامل زیر اتفاق می‌افتد:

- ۱- برخورد مستقیم صاعقه
- ۲- ولتاژ گام
- ۳- ولتاژ تماس
- ۴- اثرات جانبی صاعقه

متون شکل ۳۵ را ترجمه و همراه با شکل آن تفسیر کنید.

فعالیت



**Ways Lightning Strikes People**

**1- Direct Strike:**  
A person struck directly by lightning becomes a part of the main lightning discharge channel.

**2- Side Flash Ground Current:**  
A side flash (also called a side splash) occurs when lightning strikes a taller object near the victim and a portion of the current jumps from taller object to the victim.

**3- Ground Current:**  
When lightning strikes a tree or other object, much of the energy travels outward from the strike in and along the ground surface.

**4- Contact Potential:**  
While you're touching something, like a fence-post or a tree, lightning strikes that object and the current travels from the object through the point of contact into your body.

شکل ۳۵ - ترجمه متون



## – خطرات صاعقه برای سازه‌ها و وسایل داخل سازه‌ها

برخورد صاعقه با سازه‌ها می‌تواند منجر به اتفاقات زیر شود، به همین دلیل باید صاعقه را مهار کرد.

- ۱- انفجار یا آتش گرفتن وسایل در اثر گرمای تولیدی صاعقه
  - ۲- آتش‌سوزی و یا انفجار ناشی از گرما در اثر عبور جریان بالا از هادی‌ها و یا قسمت‌های فلزی
  - ۳- ریزش سقف در اثر گرمای ناشی از محل برخورد صاعقه
  - ۴- خرابی قسمت‌های داخلی سیستم‌های الکتریکی و الکترونیکی
- با توجه به مطالب فوق ضرورت دارد که ساختمان‌ها و سازه‌ها برای جلوگیری از خطرات برخورد صاعقه به سیستم‌های حفاظت در برابر صاعقه مجهز شوند.
- برای ایجاد یک حفاظت مناسب، نیاز به تجهیز شدن سازه به دو نوع حفاظت است.

۱- حفاظت خارجی

۲- حفاظت داخلی

## – حفاظت خارجی

منظور از حفاظت خارجی ایجاد شرایط و مسیری برای جلوگیری از برخورد صاعقه به ساختمان یا سازه است.

این سیستم حفاظت صاعقه خارجی شامل سه بخش است:

- الف) جلوگیری از برخورد مستقیم صاعقه به ساختمان و تأسیسات بیرونی (توسط پایانه هوایی) مطابق شکل ۳۶.
- ب) هدایت ایمن جریان صاعقه به زمین (توسط سیستم هادی نزولی) مطابق شکل ۳۷.



شکل ۳۷ – هدایت صاعقه



شکل ۳۶ – جلوگیری از برخورد صاعقه

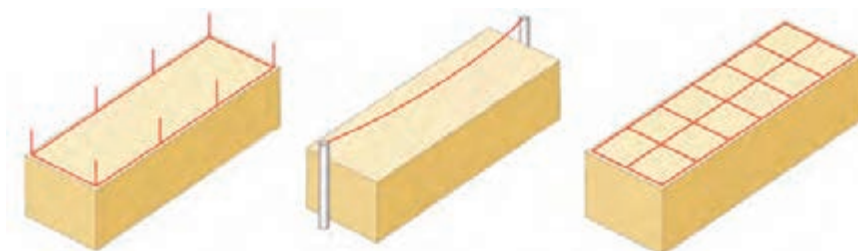
- ج) پراکنده کردن جریان صاعقه در زمین (توسط سیستم پایانه‌های زمین) مطابق شکل ۳۸.



شکل ۳۸ – پراکنده کردن صاعقه در زمین

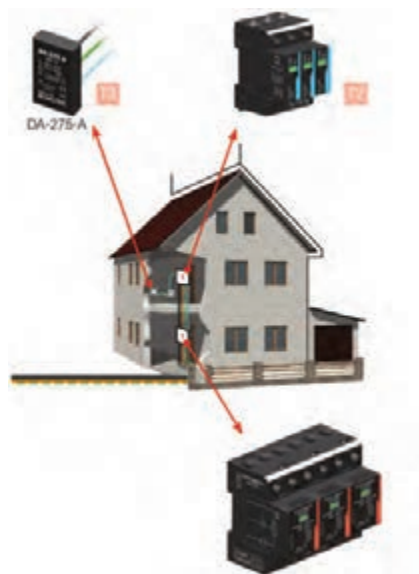
برای جلوگیری از اصابت مستقیم صاعقه سه سیستم مطابق شکل ۳۹ کاربرد دارد:

- صاعقه گیر
- سیستم سیم هوایی
- سیستم مش



شکل ۳۹- روش های جلوگیری از برخورد مستقیم صاعقه

## – حفاظت داخلی



شکل ۴۰ - حفاظت داخلی

به عبارت دیگر، حفاظت داخلی به مجموعه فعالیت هایی گفته می شود که خطرات ناشی از اضافه ولتاژ صاعقه را در داخل ساختمان مهار می کند. آنچه از سیستم حفاظت داخلی انتظار می رود جلوگیری از خطرات با جرقه و اضافه ولتاژ خطرناک در داخل ساختمان با استفاده از همبندی به منظور هم پتانسیل سازی یا جداسازی تجهیزات حساس الکتریکی و الکترونیکی از اجزای سیستم حفاظت صاعقه می باشد (شکل ۴۰).

## – تجهیزات سیستم صاعقه گیر:

هر سیستم صاعقه گیر از ۳ قسمت اصلی زیر تشکیل شده است.

مسیر هدایت صاعقه از طریق میله صاعقه گیر و هادی نزولی به زمین است.

۳- شبکه ارتینگ رینگ اطراف ساختمان و چاه زمین صاعقه پس از عبور از هادی های نزولی به شبکه اتصال زمین می رسد و در این اتصال به زمین تخلیه می شود (شکل ۴۱).

۱- میله های صاعقه گیر (برق گیر)  
محل اصلی برخورد صاعقه به این میله در بالاترین ارتفاع ساختمان است.

۲- هادی های نزولی



شکل ۴۱- تجهیزات صاعقه گیر

### - میله‌های صاعقه گیر

صاعقه گیر باید سایر نقاط موجود ساختمان را مورد حفاظت قرار دهد و وظیفه آن، جلوگیری از برخورد صاعقه به ساختمان و تخلیه جریان صاعقه به زمین است (شکل ۴۲).



شکل ۴۲- میله صاعقه گیر

### - انواع میله‌های صاعقه گیر:

صاعقه گیرها به طور کلی به دو دسته صاعقه گیرهای غیرفعال<sup>۱</sup> و صاعقه گیرهای فعال<sup>۲</sup> تقسیم بندی می شوند.

### - صاعقه گیرهای غیرفعال:

به صاعقه گیرهایی گفته می شود که هیچ عامل تشدیدکننده‌ای غیر از شکل خاص آنها برای عبور جریان وجود ندارد. صاعقه گیر فرانکلین از مهم ترین انواع این نوع صاعقه گیر است. از این نمونه می توان به صاعقه گیر ژوپیتتر و جوجه تیغی نیز اشاره کرد (شکل ۴۳).

۱- Passive

۲- Active



شکل ۴۳- صاعقه‌گیر فعال



شکل ۴۴- صاعقه‌گیر فرانکلین

صاعقه‌گیر فرانکلین ساده‌ترین و ابتدایی‌ترین برق‌گیر است. این صاعقه‌گیر شامل یک میله ساده نوک‌تیز بوده و شکل مخروطی از میله‌های نوک‌تیز که به فاصله ۴۵ درجه از میله سازه است. در محاسبات عملی برای بالا رفتن اطمینان این زاویه را ۳۵ درجه در نظر می‌گیرند (شکل ۴۴).

## نحوه نصب و تعیین محدوده حفاظتی با استفاده از صاعقه‌گیر فرانکلین

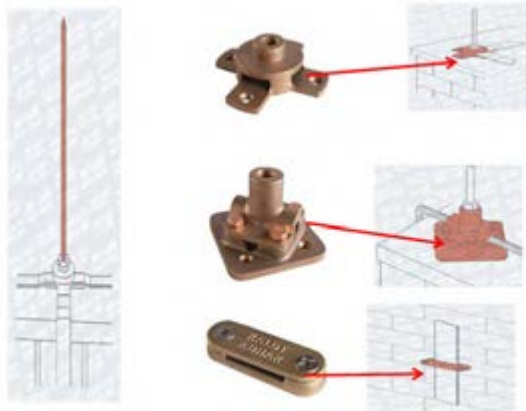
فیلم



کار عملی



مراحل کار عملی را مطابق شکل زیر دنبال کنید:



### نصب صاعقه‌گیر فرانکلین

#### هدف: نصب صاعقه‌گیر

برای انجام این کار به وسایل زیر نیاز داریم:

- ۱- میله نوک‌تیز صاعقه‌گیر
- ۲- فلنچ نگهدارنده پیچی
- ۳- تسمه مسی
- ۴- بست‌های نگهدارنده

ابتدا صاعقه‌گیر را روی سقف کارگاه برق نصب نموده و تسمه مسی را به انتهای میله با استفاده از کولپینگ اتصال میله ببندید. سپس با بست‌های نگهدارنده این سیم هوایی را به چاه زمین متصل نمایید (شکل ۴۵).

شکل ۴۵- مراحل کار کارگاهی



شکل ۴۶- صاعقه گیر فعال

**- صاعقه گیرهای فعال:** به صاعقه گیرهایی گفته می شود که به واسطه انرژی دریافتی از منبع خارجی یا تولید شده به صورت خودکفا هوای اطراف خویش را یونیزه نموده و ایمنی بیشتری را ایجاد می نماید (شکل ۴۶).

صاعقه گیرهای فعال از نظر نیاز به انرژی به دو گروه زیر تقسیم بندی می شود:

صاعقه گیرهای وابسته که برای فعال شدن به یک منبع خارجی مانند باتری یا برق شهر نیاز دارند.

صاعقه گیرهای خودکفا برای فعال شدن انرژی را توسط یک مکانیزم داخلی از محیط اطراف دریافت می نمایند این صاعقه گیرها شامل صاعقه گیرهای:

- ۱- اتمی
- ۲- بادی یا پیزوالکتریک
- ۳- خورشیدی
- ۴- الکترونیک خازنی - اتمسفریک می باشند.

از بین ۴ صاعقه گیر فعال فوق صاعقه گیرهای الکترونیکی بیشترین کاربرد را در ساختمان ها دارد.

### **- صاعقه گیر الکترونیک خازنی - اتمسفریک**



شکل ۴۷- صاعقه گیر الکترونیکی

شیوه عملکرد این صاعقه گیر براساس وجود پتانسیل الکتریکی اتمسفر طراحی شده و در صورتی که شرایط جوی فاقد پتانسیل الکتریکی باشد، این صاعقه گیر همانند یک صاعقه گیر ساده است و فعالیتی ندارد. واحد حس کننده وقتی انرژی الکتریکی اتمسفر فراتر از حد معینی ( $5KV/m$ ) می رسد، بخش شارژ را برای جمع آوری انرژی به کار می اندازد. عملکرد این نوع صاعقه گیر به علت وابستگی به شرایط جوی صاعقه خیز بهترین کارایی را دارد (شکل ۴۷).

### **- نکات مهم در نصب صاعقه گیرها**

- میله ها تا آنجا که امکان دارد به لبه پشت بام نزدیک باشد.
- فلز مناسب برای کاهش خطر خوردگی انتخاب شود (در داخل زمین و خاک از جنس مس و در بیرون آنها از جنس آلومینیوم و رابط آنها اتصال دوفلزی Bimetal باشد).
- میله های صاعقه گیر باید دارای سیستم نصب مطمئن باشد.
- میله ها باید در مکان هایی نصب شوند که امکان جاری شدن آب روی آن وجود نداشته باشد.
- اتصالات نگهدارنده میله به نحوی نصب شود تا میله صاعقه گیر به داخل پشت بام (در اثر گرما) نفوذ نکند.



صاعقه گیرهای فعال از نظر قیمت بسیار گران هستند ولی این صاعقه گیرها همیشه بهترین گزینه نیستند. زیرا در شرایط مساوی محیط اطراف، صاعقه را به سمت خود می خوانند. اگر سیستم حفاظتی مناسب نباشد و طراحی و بازرسی آن درست نباشد، به مفهوم آن است که به استقبال خطر رفته ایم.

### - تجهیزات جانبی صاعقه گیر الکترونیکی

هر صاعقه گیر الکترونیک شامل تجهیزات جانبی زیر می باشد:

۱- کنتور (شمارشگر)

۲- ریموت تستر

۳- بست

۴- بست ابرویی

۵- پایه صاعقه گیر



۱- کنتور صاعقه گیر (شمارشگر): وظیفه کنتور صاعقه گیر نمایش و ضبط تعداد صاعقه های جذب شده و تخلیه شده می باشد (شکل ۴۸).

شکل ۴۸ - کنتور صاعقه گیر



۲- ریموت تستر: وظیفه ریموت تستر آزمایش صحت عملکرد مدارات الکترونیکی داخلی صاعقه گیر از فاصله ۱۰۰ متری قابل کنترل سیستم است (شکل ۴۹).

شکل ۴۹ - ریموت صاعقه گیر



۳- بست Double-U: کاربرد این بست اتصال هادی نزولی (تسمه/سیم) به دستگاه صاعقه گیر است. جنس این بست فولاد گالوانیزه و دارای محل مخصوص قرارگیری هادی نزولی می باشد (شکل ۵۰).

شکل ۵۰ - بست U شکل





۴- **بست ابرویی:** کاربرد این بست نصب پایه تلسکوپی صاعقه‌گیر به زیرساخت محل نصب صاعقه‌گیر می‌باشد (شکل ۵۱).

شکل ۵۱- بست ابرویی D



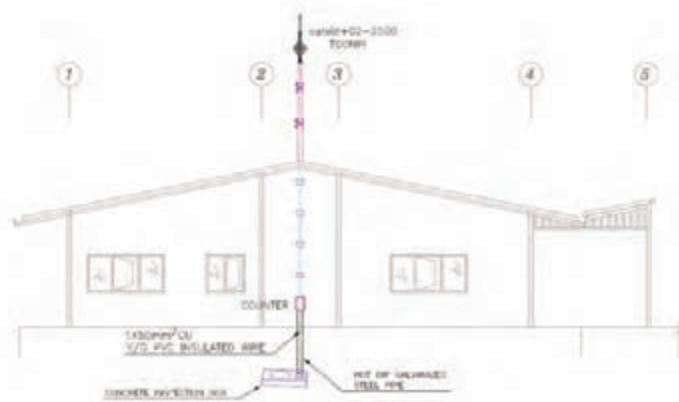
۵- **پایه صاعقه‌گیر:** این پایه برای نصب صاعقه‌گیر بر روی آن (برای افزایش ارتفاع) می‌باشد و جنس این پایه فولاد با روکش گالوانیزه است. همچنین دارای محل مخصوص قرارگیری پایه دستگاه صاعقه‌گیر بوده و قابلیت نصب به یکدیگر و افزایش طول پایه‌ها تا ارتفاع ۴ متر را دارد (شکل ۵۲).

شکل ۵۲- پایه صاعقه‌گیر E



### نصب صاعقه‌الکترونیکی

مطابق شکل ۵۳ یک صاعقه‌گیر الکترونیکی را همراه با کنتور و بست‌های مربوطه و هادی نزولی نصب نمایید. در مسیر هادی نزولی از کنتور استفاده نمایید.



شکل ۵۳ - تجهیزات کار عملی

## – هادی‌های نزولی

هادی‌های نزولی مسیره‌های انتقال جریان صاعقه از محل برخورد آن با میله‌های صاعقه‌گیر به نقطه پایانی (اتصال زمین) هستند. لازم به یادآوری است که استفاده از قسمت‌های فلزی سازه به‌عنوان هادی نزولی با رعایت شرایط مجاز می‌باشد.

## – شرایط نصب هادی نزولی

برای نصب هادی‌های نزولی شرایط زیر باید فراهم شود:

- چند مسیر برای تخلیه جریان صاعقه ایجاد نماید.
- تا حد امکان مسیره‌ها کوتاه و مستقیم باشد.
- نصب هادی در امتداد صاعقه‌گیرها اجرا شود.
- از حلقه‌های هم‌پتانسیل‌سازی استفاده شود.
- به دهانه ناودان یا به ناودان متصل نباشد حتی اگر با لوله PVC پوشانده شده باشد.
- هادی نزولی باید در هر متر با سه بست به سازه متصل شود.
- هادی نزولی توسط بست آزمایشی به شبکه الکترودهای مدفون شده در خاک متصل شود.

## – سیستم زمین

یکی از مهم‌ترین قسمت‌های سیستم حفاظت صاعقه سیستم زمین است.

با اصاب صاعقه (آذرخش) یا برق به برق‌گیر انرژی الکتریکی آن به برق‌گیر منتقل می‌شود و سیستم هادی میانی وظیفه دارد از یک مسیر مناسب که در طراحی مدنظر بوده آن را به سیستم زمین منتقل کند. کار سیستم ارت به تزیق انرژی صاعقه به زمین منتهی می‌شود بدون اینکه تخلیه مسیره‌های نادرست صورت گیرد.

با توجه به توضیح بالا معلوم می‌شود قسمت زمین سیستم ارت باید به نحوی تخلیه انرژی به زمین را در کمترین زمان انجام می‌دهد زمین مبنای پتانسیل الکتریکی بوده و مقاومت صفر است ولی به علت وجود لایه‌های پوسته زمین، در سطح زمین مقاومت آن دقیقاً صفر نیست و باید با ایجاد سیستم زمین مناسب مقاومت زمین را به صفر نزدیک کرد تا قابلیت جذب انرژی صاعقه را داشته باشد. پس مهم‌ترین مؤلفه یک سیستم زمین مقدار مقاومت اهمی است. هر چه این مقدار پایین‌تر باشد اتصال زمین بهتر است. برای سیستم‌های قدرت، مقاومت اتصال زمین زیر ۱۰ اهم قابل قبول است ولی برای سیستم‌های حساس مانند سیستم‌های مخابراتی معمولاً مقاومت زیر ۳ اهم مدنظر است. موارد خاص با توجه به پیشنهاد سازنده دستگاه این مقدار تغییر می‌یابد.

## – روش‌های طراحی سیستم حفاظت در برابر صاعقه

برای تعیین محل نصب پایه‌های صاعقه‌گیر سه روش زیر وجود دارد.

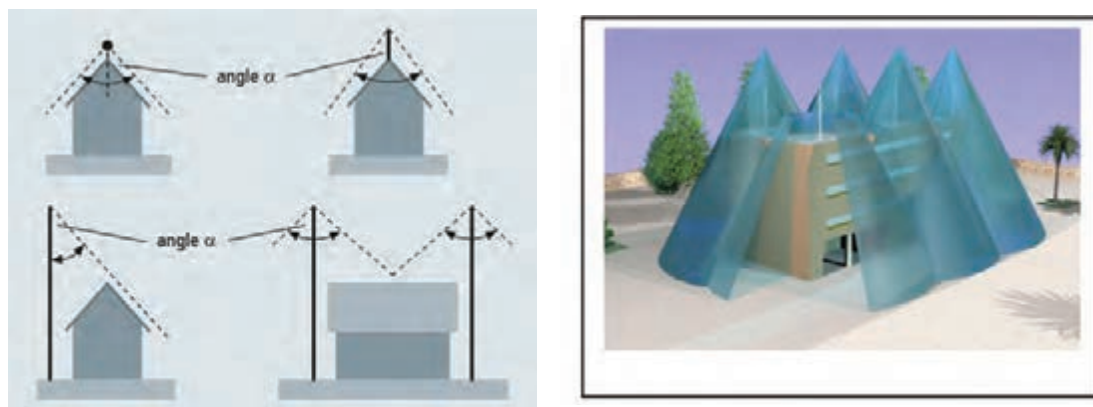
۱- روش زاویه حفاظتی

۲- روش مش

۳- روش گوی غلتان

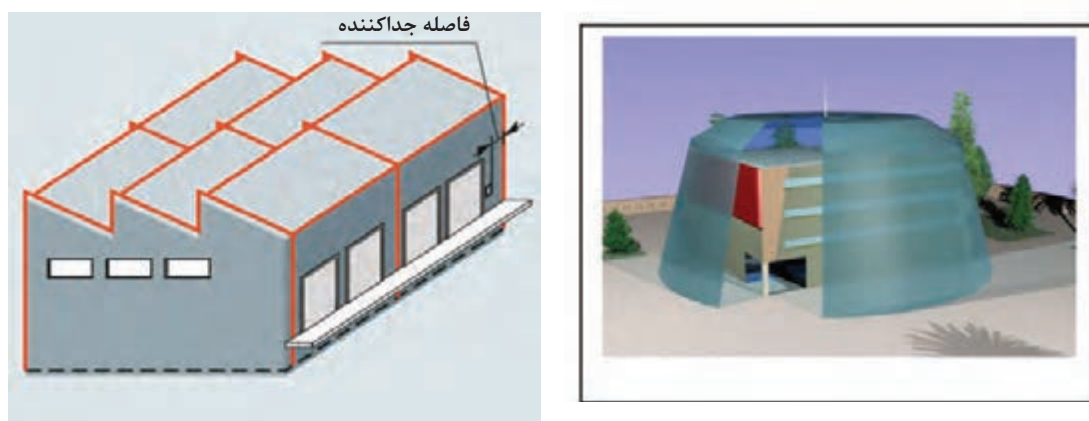
**۱- روش زاویه حفاظتی:** این روش برای سطوح شیب‌دار قابل استفاده است. در این سطوح میله‌های صاعقه‌گیر نسبت به افق عمودی نصب می‌شوند به طوری که محدوده حفاظتی مد نظر زاویه حفاظتی برآورده شود (شکل ۵۴). معمولاً این روش برای تکمیل روش مش در ساختمان‌هایی که در سطح هموار برآمدگی دارند استفاده می‌شود. این روش ساده‌ترین روش جایابی صاعقه‌گیر است و برای میله‌های صاعقه‌گیر فرانکلین به کار می‌رود اما

به اندازه روش گوی غلتان مؤثر و قابل اطمینان نیست. همچنین این روش برای ساختمان‌های با ارتفاع بیش از ۲۰ متر مناسب نیست (شکل ۵۴).



شکل ۵۴- روش زاویه حفاظتی

۲- روش مش (قفس فاراده): در این روش تسمه‌های مسی را به صورت متقاطع به نحوی بر روی سطح خارجی ساختمان نصب می‌کنند که فاصله این تسمه‌های مسی، متناظر با اعداد مرتبط با کلاس حفاظتی است. برای ساختمان‌های بلندتر از ۶۰ متر، برای ۲۰ درصد دیوارهای بخش بالایی ساختمان نیز این روش اجرا می‌شود (شکل ۵۵).



شکل ۵۵- روش مش (قفس فاراده)

در مورد قفس فاراده تحقیق کرده و نتیجه را به کلاس گزارش داده و در مورد کاربردهای آن در صنایع مختلف بحث نمایید. (شکل ۵۶).

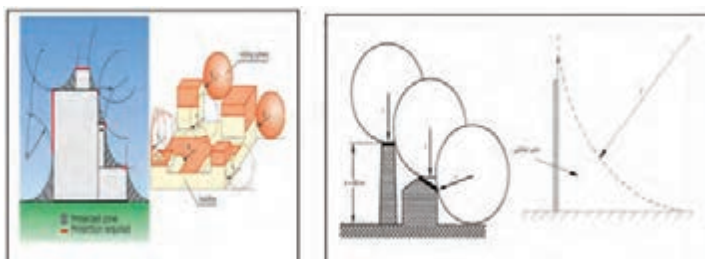
تحقیق کنید





شکل ۵۶- قفس فاراده

**۳- روش گوی غلتان:** در این روش کره‌ای فرضی روی سازه غلتانده می‌شود و قسمت‌هایی از سازه که گوی با آن محدودتر تماس پیدا می‌کند، مستعد برخورد صاعقه و نیازمند محافظت تشخیص داده می‌شود و پایانه‌های صاعقه‌گیر در آن مناطق نصب می‌شود. این روش جامع و درعین‌حال روشی ساده برای تعیین محل پایانه‌های صاعقه‌گیر است (شکل ۵۷).



شکل ۵۷- روش گوی غلتان

به نظر شما هواپیماها برای جلوگیری از خطرات برخورد صاعقه از کدام روش فوق استفاده می‌کنند؟

تحقیق کنید



با توجه به سطح‌های حفاظتی و جداول مربوطه در کتاب همراه تعداد صاعقه‌گیرها و اندازه سطح حفاظتی هر کدام را توسط سه روش فوق برای سقف کارگاه برق به دست آورده و نتایج را با هم مقایسه کنید.

فعالیت



### – حفاظت ثانویه

علاوه بر خطرات اشاره‌شده در بالا برخورد مستقیم صاعقه موجب القای شوک‌های الکتریکی در خطوط برق و تغذیه (سیم‌کشی برق، دربازکن، تلفن، تلویزیون، کامپیوتر و نظایر آن) می‌شود. با توجه به رشد روزافزون استفاده از تجهیزات الکترونیکی در لوازم خانگی، حفاظت وسایل الکتریکی اهمیت بیشتری پیدا می‌کند. بنابراین برای حفاظت از این سیستم‌ها و کنترل شوک‌ها، باید از حفاظت‌کننده‌های اضافه ولتاژ یعنی برق‌گیر مطابق با استاندارد IEC ۶۱۰۲۴-IEC ۶۱۶۴۳ استفاده کرد.

به وسیله‌ای که دستگاه‌های الکترونیکی و مخابراتی را در مقابل شوک‌های ناشی از صاعقه محافظت می‌کند،

سرج ارستر یا SPD<sup>۱</sup> گفته می‌شود. در این هنگام ایجاد شوک‌های الکتریکی، جریان اضافه را به زمین منتقل کرده و از آسیب به دستگاه‌های الکتریکی محافظت می‌کند. سرج ارسترها از نظر کلاس حفاظتی به چند دسته تقسیم می‌شوند:

● **ارستر کلاس B:** این ارسترها به‌عنوان حفاظت اولیه در برابر صاعقه با تحمل جریان  $100\text{KA}$  مورد استفاده قرار می‌گیرد.

این نوع از سرج ارستر به‌منظور محافظت از دستگاه‌های الکترونیکی در برابر جریان گذرای ناشی از رعد و برق استفاده می‌شود و دارای بهره‌وری و اثربخشی بالایی می‌باشد. این سرج برای حفاظت از تأسیسات برقی و تجهیزات الکترونیکی در هنگام اضافه ولتاژ و یا جریان رعد و برق مستقیم مورد استفاده قرار می‌گیرد و دارای ظرفیت تخلیه بالایی می‌باشد (شکل ۵۸).



شکل ۵۸ - کلاس B

● **ارستر کلاس C:** این ارسترها برای محافظت در مقابل سوئیچینگ می‌باشند که به‌عنوان حفاظت ثانویه در مقابل اضافه ولتاژ عمل می‌کنند و ولتاژ ناشی از ارسترهای کلاس B را حذف می‌نمایند و همچنین ولتاژهای ناشی از سوئیچینگ، بر روی شبکه برق قدرت را به زمین منتقل می‌نماید (شکل ۵۹).



شکل ۵۹ - کلاس C

سرج ارستر کلاس C طوری طراحی شده است که رابط میان هادی سیستم الکتریکی و زمین باشد و میزان

اضافه ولتاژ در دستگاه الکتریکی را کاهش دهد. سرچ ارستر کلاس C برای محافظت از تجهیزات الکتریکی در هنگام تغییر ولتاژ ناشی از رعد و برق به کار می‌رود. این سرچ ارستر به دلیل آنکه دارای وریستور اکسید فلزی می‌باشد از ظرفیت تخلیه بالایی برخوردار است.

● **ارستر کلاس B+C:** این نوع ارسترها بالاترین حفاظت را در حالت اضافه ولتاژ ناگهانی دارا می‌باشند و در تابلوسازی، مخابرات، مراکز صنعتی و نظامی مورد استفاده قرار می‌گیرند. امروزه بیشتر از این ارسترها استفاده می‌شود.

سرچ ارستر کلاس B+C برای حفاظت از سیستم‌های الکتریکی در زمان توزیع ولتاژ پایین ناشی از صاعقه و یا سوئیچ داخلی دستگاه‌های الکترونیکی مورد استفاده قرار می‌گیرد. ویژگی این نوع از سرچ ارستر آن است که به هنگام تخلیه جریان اضافی گازهای داغ یونیزه صادر نمی‌کند بنابراین نیاز نیست که از وسایل قابل اشتعال دورنگه داشته شود (شکل ۶۰).



شکل ۶۰ - کلاس B+C

● **ارستر کلاس D:** جهت تکمیل و مقابله با اضافه ولتاژ از این نوع ارسترها استفاده می‌گردد. سرچ ارستر کلاس D در خطوطی که دارای ولتاژ پایین می‌باشند مورد استفاده قرار می‌گیرد. این نوع از سرچ ارستر نباید در معرض مستقیم صاعقه قرار گیرد (شکل ۶۱).



شکل ۶۱ - کلاس D

● **ارستر مخابراتی:** این نوع ارسترها برای حفاظت از خطوط کابل‌های CAT۶ و CAF۵ و همچنین برای



حفاظت از دوربین‌های مداربسته مورد استفاده قرار می‌گیرد.

● **ارستر دوربین:** این ارستر برای محافظت از انواع دوربین‌های مداربسته، مورد استفاده قرار می‌گیرد. این ارستر می‌تواند در صورت وقوع صاعقه در مسیر سیگنال و ارتباط الکتریکی دوربین‌ها، باعث جلوگیری از آسیب به دوربین شود (شکل ۶۲).



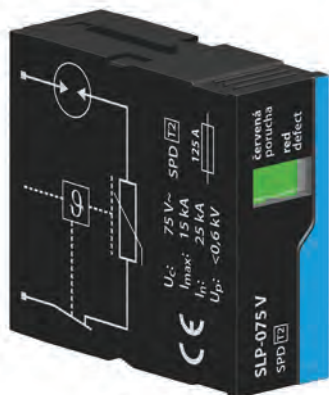
شکل ۶۲ - سرچ ارستر دیتا و دوربین

### روش نصب سرچ ارستر

سرچ ارسترها، به صورت سری یا موازی در مدار قرار می‌گیرند. اتصال سری یا موازی بستگی به نوع کاربرد آنها دارد. همیشه سرچ ارستر بعد از کلید اصلی و قبل از کلید محافظ جان (RCD)، از روی ریل تابلوهای توزیع برق واحد قرار می‌گیرد. اکثر سرچ ارسترهای تولیدشده توسط شرکت‌های معتبر، به صورت ماژولار هستند و از دو قطعه پایه و ماژول حفاظتی تشکیل می‌شود. ماژول حفاظتی به شکل خشاب مانند از پایه خارج شده یا به آن وارد می‌شود. هرچند در برخی ظرفیت‌های ضربه، پایه و ماژول حفاظتی یکپارچه بوده و قابل جداسازی نیستند. طول عمر سرچ ارستر بستگی مستقیم به تعداد و قدرت صاعقه‌ها یا ضربات اضافه ولتاژهای حاصل از کلید زنی (سوئیچینگ) در شبکه دارد (شکل ۶۳).



سرچ ارستر یکپارچه



خشاب به همراه پایه



خشاب سرچ ارستر

شکل ۶۳ - انواع سرچ ارستر از نظر نصب

فیلم



## نصب سرچ ارستر در تابلو

(باس بار) مسیره‌های خروجی به ارت را به یکدیگر متصل می‌نماید. این کار فقط به‌منظور کاهش، و صرفه‌جویی در مقدار سیم‌کشی است (شکل ۶۴).



شکل ۶۴- نصب سرچ ارستر

سرچ‌ارسترها در انواع تک فاز، فاز و نول، نول، دو فاز، دو فاز و نول، سه فاز و سه فاز و نول تولید می‌شود که هر یک به اقتضای محل و شرایط، مورد استفاده قرار می‌گیرد. نکته مهم در این رابطه عدم ارتباط داخلی سرچ‌ارسترها با یکدیگر است. مدار و عملکرد سرچ‌ارسترها کاملاً از یکدیگر مستقل است و برخلاف فیوزهای مینیاتوری، کلیدهای اتوماتیک یا موارد مشابه، اختلال در یکی از فازها موجب قطع هر سه فاز نمی‌شود. در پایه‌های دوپل و بالاتر، صرفاً یک شینه

تحقیق کنید



علت استفاده از فیوز قبل از سرچ ارستر چیست؟

کار عملی



## نصب سرچ ارستر در تابلوی برق

یک سرچ‌ارستر سه فاز و تک‌فاز را در تابلوی برق کارگاه نصب نموده و اتصال شینه ارت به سرچ‌ارستر را با استفاده از کابلشو انجام دهید.

## ارزیابی خطر صاعقه بر سازه

یکی از سؤالاتی که همیشه مطرح می شود این است که چه ساختمانهایی نیاز به نصب سیستم صاعقه گیر دارند و چگونه این ساختمانها مشخص می شوند . برای ارزیابی خطر صاعقه بر سازه موارد زیر مورد نظر می باشد :

موقعیت سازه

نوع کاربری

نوع سازه(اسکلت فلزی،بتونی، چوبی، مصالح بنایی و ...)

ارتفاع سازه

تعداد ضربات احتمالی بر سازه

معیار ارزیابی نیاز سازه به سیستم حفاظتی، محاسبه ضریب خطر کلی (Po) است . اگر این مقدار ضریب خطر با توجه به محاسبات و فرمولهای ذیل از یک هزارم درصد (۰/۰۰۰۰۱)، بیشتر یا مساوی باشد سیستم حفاظتی، ضروری به نظر می رسد و اگر نتیجه کمتر از مقدار فوق باشد باید بررسی دقیق از سازه، موقعیت، و مصالح متشکله انجام و سپس تصمیم گیری لازم در خصوص نیاز و یا عدم نیاز به حفاظت اتخاذ شود.  
محاسبات ضریب خطر کلی (Po) طبق روابط زیر است :

$$Ac = L.W + 2.L.H + 2.W.H + 3.14(H)^2$$

$$P = Ac \times Ng \times 10^{-6}$$

$$Ko = A \times B \times C \times D \times E$$

$$Po = P \times Ko$$

در فرمولهای فوق :

Ac:منطقه تجمعی بر حسب متر مربع

Ng: چگالی تخلیه صاعقه به زمین(عدد ایزوکرونیک) بر حسب سال بر کیلومتر مربع می باشد که اگر در دسترس نباشد از رابطه زیر قابل محاسبه است

$$Ng = 0.04(Td)^{1.25}$$

در رابطه فوق (Td) تعداد روزهای توام با صاعقه در سال است که از نقشه های هواشناسی بدست می آید. یک نمونه از این نمودارها در نمودار شماره ۱ کتاب همراه هنرجو آمده است .

H: ارتفاع سازه بر حسب متر      L:طول سازه بر حسب متر      W:عرض سازه بر حسب متر  
می باشد.

ضرایب A،B،C،D و E به ترتیب مربوط به کاربری و اهمیت سازه‌ها، نوع سازه، اثرات منتهجه و اجزای داخلی سازه، ضریب عایقی و موقعیت سازه می باشد که از جداول ۱-۱ تا ۵-۱ (کتاب همراه هنرجو) بدست می آید.

مثال:

کارخانه ای دارای مواد قابل اشتعال به طول ۳۷، عرض ۲۳ و ارتفاع ۸ متر بر روی تپه ای که اطراف آن انبوهی از درختان بلند می باشد، قرار گرفته است. اسکلت این کارخانه از نوع فولادی و سقف غیر فلزی در منطقه ای قرار گرفته است که تعداد روزهای توام با صاعقه ۱۷ روز می باشد. محاسبه نمایید آیا این کارخانه نیاز به سیستم صاعقه گیر دارد یا خیر

حل:

با توجه به داده های مسئله و جداول داریم:

$$Ng = 0.04(Td)^{1/25} = 0.04(17)^{1/25} = 2/76$$

از جداول همراه هنرجو داریم:

$$1/1=A \quad 0.2=B \quad 0.45=C \quad 0.15=D \quad 0.4=E$$

پس:

$$Ac = 23 \times 37 + 2 \times 23 \times 8 + 2 \times 37 \times 8 + 3/14(8)^2 = 2011/96$$

$$P = 2011/96 \times 2/76 \times 10^{-6} = 0.00555$$

$$Ko = 0.4 \times 0.15 \times 0.45 \times 0.2 \times 1/1 = 0.00594$$

$$Po = 0.00555 \times 0.00594 = 0.0000329$$

با توجه به اینکه  $0.00001 > 0.0000329$  می باشد بنابراین این کارخانه نیاز به سیستم حفاظتی در مقابل صاعقه را دارد.

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



شکل ۶۵

## ارزشیابی شایستگی همبندی و صاعقه‌گیر

شرح کار:

- همبندی به میلگرد سازه
- جوش کدولد در همبندی
- جوش کاری میلگرد همبندی
- نصب صاعقه‌گیر

استاندارد عملکرد: اجرای اتصالات همبندی با جوش احتراقی و جوشکاری - نصب صاعقه‌گیر - اتصال زمین

شاخص‌ها:

- همبندی و اتصالات آن
- صاعقه‌گیر و نصب آن

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

شرایط: فضای مناسب - ابزار مناسب - مدت زمان متناسب با حجم کار  
 ابزار و تجهیزات: ابزار عمومی سیم‌کشی برق - باتری لید اسید - اینورتر - لباس کار

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	روش‌های همبندی	۲	
۲	نصب صاعقه‌گیر و متعلقات آن	۲	
۳	جوشکاری اتصالات متعارف همبندی	۱	
۴	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: کسب اطلاعات کار تیمی مستند سازی ویژگی شخصی	۲	
میانگین نمرات			*

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.







## پودمان ۴

نگهداری و حفاظت سامانه فتوولتائیک



## واحد یادگیری ۵

### نگهداری و حفاظت سامانه فتوولتاییک

#### آیا می‌دانید

- چه عواملی در افزایش توان خروجی سامانه فتوولتاییک تأثیرگذار است؟
- نگهداری سامانه فتوولتاییک چه اهمیتی دارد؟
- شرح وضعیت کنترل شارژ چگونه است؟
- همبندی و صاعقه‌گیر در سامانه فتوولتاییک چه نقشی دارد؟

#### استاندارد عملکرد

پس از اتمام این واحد یادگیری هنرجویان قادر خواهند بود عیوب و اخطارهای قابل مشاهده سامانه را بررسی کرده و آنها را مرتفع کنند. همچنین آشنایی لازم با انواع اندازه‌گیری‌های الکتریکی و انجام آن در نگهداری سامانه خورشیدی پیدا خواهند کرد و می‌توانند اتصالات حفاظتی سامانه را بررسی و واریسی نمایند.

#### نگهداری از سامانه فتوولتاییک مستقل از شبکه

**مقدمه**  
سامانه‌های فتوولتاییک اهمیت بالایی دارد و در پایش سامانه‌های فتوولتاییک در مقایسه با دیگر مولدهای الکتریکی نیاز به نگهداری کمتری دارند. نگهداری از سامانه فتوولتاییک تأثیر مستقیم بر راندمان خروجی و طول عمر سیستم (به‌طور میانگین ۲۰ سال) دارد. اتصالات همبندی و صاعقه‌گیر در سامانه‌های فتوولتاییک اهمیت بالایی دارد و در پایش نگهداری این سامانه باید مدنظر قرار گیرد. هزینه نگهداری سامانه‌های خورشیدی از هزینه نصب بسیار کمتر است. (شکل ۱)  
قطعات سامانه فتوولتاییک و اتصالات کابل برای یک بازه ۲۰ ساله نصب می‌شود.

فعالیت



پیام زیر چه نکته‌ای را به برق‌کاران توصیه می‌کند (شکل ۱)؟

Photovoltaic systems are becoming more and more common and it is important that any electrician can inspect them and test them.



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



شکل ۱- نگهداری سامانه فتوولتائیک

## بررسی عملکرد سامانه خورشیدی

برای عملکرد بهینه سامانه، بررسی دوره‌ای عملکرد قطعات و اتصالات جزء موارد مهم نگهداری از سامانه فتوولتائیک است.

نگهداری از سامانه به دو دسته تقسیم می‌شود.

### ۱- نگهداری از طریق مشاهده

موارد زیر از نوع نگهداری از طریق مشاهده است:

- بررسی کابل‌ها (به دلیل قرار گرفتن در معرض آفتاب، باران و باد) و اتصالات مدول خورشیدی (محکم کردن اتصالات شل شده).
- تمیزی و سلامت صفحه مدول (در مقدار ولتاژ خروجی مؤثر است).
- تهویه اینورتر و کنترل شارژ
- (در عمر بهینه آنها مؤثر است و عملکرد بهینه کنترل شارژ در طول عمر باتری تأثیر دارد).
- بررسی ساختمان پنل‌ها (بررسی بسته بودن پیچ‌ها و ساختار فلزی پایه‌ها).

### ۲- نگهداری از طریق تست و اندازه‌گیری

موارد زیر از نوع دوم نگهداری است:

- ثبت ولتاژ و جریان خروجی پنل و مقایسه با مقادیر مجاز.
  - اندازه‌گیری ولتاژ بی‌باری و جریان اتصال کوتاه مدول خورشیدی.
- در این بخش سعی شده تا ترکیبی از هر دو نوع نگهداری آورده شود. نگهداری و پایش سامانه در توان بیشینه سامانه بسیار مهم است. عوامل متعددی باعث می‌شود تا توان تولیدی سامانه در عمل کمتر از مقدار نامی باشد. این عوامل عبارت است از:

- بازده مبدل
- تلفات سامانه فتوولتاییک
- تأثیر دما
- اثر آلودگی

## ضوابط فنی عملکرد و نگهداری<sup>۱</sup>

سیستم‌های خورشیدی در مقایسه با سیستم‌های دیگر تولید انرژی، نیاز به تعمیر و نگهداری کمتری دارند. با این حال تعمیر و نگهداری مناسب سیستم‌های خورشیدی سبب افزایش ۱۲ درصدی مقدار انرژی قابل دریافت از سیستم نصب شده می‌شود. بعضی از شرایط شامل همه اجزا می‌شود، مثلاً همه اجزا سامانه باید تحمل دمای ۲۰- تا ۴۵+ درجه را داشته باشند. انجام فعالیت‌های زیر برای تعمیر و نگهداری از پنل خورشیدی، کنترل شارژ و باتری باید در دستور کار تعمیرات و نگهداری قرار گیرد.

### ۱- پنل خورشیدی

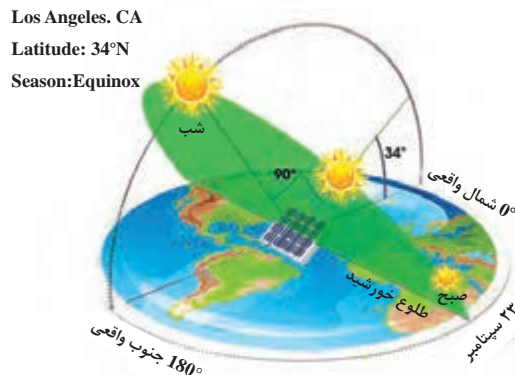
نگهداری پنل خورشیدی از طریق مشاهده مدول خورشیدی در نوع نصب قابل بررسی است. کیفیت و نوع نصب پنل‌ها در بازدهی سامانه مؤثر است. در جدول ۱ به بازده خروجی انواع نصب مدول اشاره شده است.

جدول ۱- بازده پانل‌های (آرایه‌ها) فتوولتاییک برای حالت‌های نصب مختلف

نوع نصب	ثابت	ثابت دو فصلی	ثابت چهار فصلی	ردیاب دو محوره
نسبت به حالت بهینه (درصد)	۷۱/۱	۷۵/۲	۷۵/۷	۱۰۰

بازدهی نصب مدول خورشیدی در کدام دو فصل به هم نزدیک‌تر است؟ با افزایش عرض جغرافیایی چه تغییر در زاویه تابش خورشید ملاحظه می‌شود؟ (شکل ۲)

تحقیق کنید



شکل ۲- دو فصل مختلف

چه عواملی در کاهش توان خروجی چراغ‌های خورشیدی پارک‌ها و چراغ‌های راهنمایی و رانندگی اثرگذار است (شکل ۳)؟



شکل ۳- کاربرد مدول خورشیدی

برای بهره‌وری بیشتر مدول‌های خورشیدی در دوره‌های ۳ ماهه (براساس میزان آلودگی در هر منطقه) باید عملیات نظافت سطح مدول به شرح زیر انجام گیرد. البته بهتر است نظافت مدول‌ها در زمان عدم تابش نور خورشید انجام شود. چرا؟

- ۱- تمیز کردن مدول‌ها تنها با آب بدون استفاده از مواد شیمیایی و حلال انجام شود (شکل ۴).
- ۲- در صورت کثیف شدن زیاد سطح مدول، برای تمیز کردن باید از آب و پارچه‌ی نظافت نرم استفاده کرد (شکل ۵).
- اگر آب مورد استفاده برای نظافت سطح مدول دارای رسوبات و املاح باشد برای شست‌وشو مناسب نیست.



شکل ۴- تمیز کردن مدول‌های خورشیدی



شکل ۵- تمیز کردن با پارچه نرم و آب

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



**Do not use a metal brush to clean solar panel surface. Detergents should not used.**



**Take adequate precautions while doing maintenance of the solar panels since these are located on rooftops and there is the risk of falling off.**

برای جلوگیری از شوک الکتریکی، باید هنگام تمیز کردن پنل‌ها، جواهرات فلزی از دست خارج شود. هرگز نباید روی پنل‌ها ایستاده یا پرید. همچنین باید از افتادن اجسام روی آنها جلوگیری کرد. پنل‌ها باید از گازه‌ای قابل اشتعال دور باشند. اگر آسیب دیدگی پنل بعد از عملیات پاک‌سازی رخ دهد باید اقدام به تعویض پنل معیوب کرد.

فعالیت



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



**WARNING: Risk of electric shock! Exercise caution when handling solar wiring. The solar module(s) high voltage output can cause severe shock or injury. Cover the solar module(s) from the sun before installing solar wiring.**

ولی نگهداری از مدول خورشیدی در قسمت اندازه‌گیری و تست الکتریکی با فعالیت‌های زیر قابل انجام است. رعایت نکات ایمنی در انجام اندازه‌گیری الکتریکی مهم است.

فیلم



فیلم اندازه‌گیری ولتاژ بی‌باری و جریان اتصال کوتاه به مدت "۱:۴۵" و "۳:۳۵"

فعالیت



مقادیر نامی پلاک مدول خورشیدی شکل ۶ را در شرایط STC بررسی کنید. ولتاژ بی‌باری و جریان اتصال کوتاه اندازه‌گیری شده این مدول با مقدار واقعی چقدر نزدیک است و چرا؟



CURRENT	
SHORT-CIRCUIT	MAXIMUM
3.35 A	3.05 A
VOLTAGE	
OPEN-CIRCUIT	MAXIMUM
21.7 V	17.4 V
SERIES FUSE: 5 A	

MODEL M55 PHOTOVOLTAIC MODULE AT 1000 W/M<sup>2</sup> SOLAR IRRADIANCE AND 25°C CELL TEMPERATURE

MAX. POWER: 53 WATTS

MAX. SYSTEM VOLTAGE: 600 VOLTS

CLASS C

FIELD WIRING: COPPER ONLY, 14 AWG MIN. INSULATED FOR 75°C MIN.

WARRANTY GUIDE: INSTALLATION GUIDE 733-7000-00



شکل ۶- مقایسه پلاک و مقادیر اندازه‌گیری شده

سؤال



نکته ایمنی متن زیر را بررسی و تفسیر کنید.



## DANGER

**NOTE** If the solar modules are connected in an array where the open circuit voltage is 120V DC or above, maintenance can only be undertaken by a suitably licensed electrical worker or contractot.

اثر سایه بر مدول خورشیدی چه تأثیری بر مقادیر ولتاژ بی‌باری و جریان اتصال کوتاه دارد؟ آنها را در شکل ۷ بررسی کرده و در مورد آن بحث کنید.

فعالیت



شکل ۷- الف - اثر سایه بر ولتاژ بی‌باری



شکل ۷- ب - اثر سایه بر جریان اتصال کوتاه

در صورت اختلاف بیش از ۲۵ درصد ولتاژ و جریان ثبت شده پنل، نسبت به مقادیر داده شده در برگه اطلاعات فنی سازنده در شرایط هوای کاملاً آفتابی ظهر، پنل باید تعویض شود. البته باید به این نکته توجه داشت که مقدار ولتاژ مدار باز ( $V_{OC}$ ) یا جریان اتصال کوتاه ( $I_{SC}$ ) در شرایط STC با شرایط دیگر، این اندازه‌گیری تفاوت خواهد داشت.

یکی از مواردی که در بعضی از کاتالوگ (دیتا شیت) شرکت سازنده مدول خورشیدی اعلام می‌شود، ضرایب تأثیر دما بر ولتاژ مدار باز و ضریب دما بر جریان اتصال کوتاه است.

این ضریب برای ولتاژ بی‌باری با عبارت  $(V_{OC})$  Temperature Coefficient نشان داده می‌شود. مقدار این ضریب برای ولتاژ بی‌باری منفی است و مفهوم آن این است که به ازای هر درجه اضافه دمای بیشتر از  $25^{\circ}C$  چقدر از ولتاژ بی‌باری کاسته می‌شود.

مثلاً اگر این ضریب در یک مدول خورشیدی برابر  $0.151 V/^{\circ}C$  باشد و دمای محیط برابر  $32$  درجه باشد مقدار ولتاژی که از  $V_{OC}$  نامی کمتر اندازه‌گیری می‌شود، برابر است با:  $\Delta V_{OC} = (32-25) \times -0.151 = -1.057 V$

تذکر



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؟

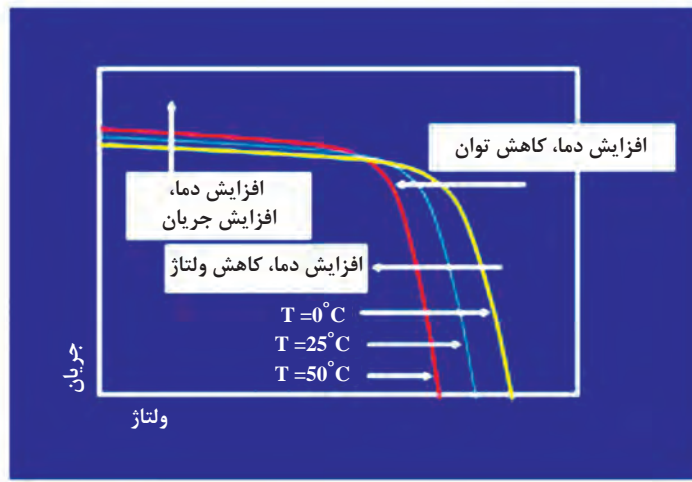
جدول ۲- مشخصات مدول خورشیدی

Rated maximum power	180W
Tolerance	-0/+3%
Voltage at Pmax (Vmp)	36.4V
Current at Imp (Imp)	4.95A
Open.circuit voltage (Voc)	44.2V
Short.circuit Current (Isc)	5.13A
Nominal operating temp	45°C
Maximum system voltage	1000V d.c
Maximum Series fuse rating	15A
Operating temperature	-40°C to +85°C
Protection class	Model Application Class A
Cell technology type	Mono - SI
Weigh (kg)	15.5
Dimintions (mm)	1580×808×45
Standard test conditions	Cell temp = 25°C AM 1.5 1000W/m <sup>2</sup>
Temperature coefficient (Voc)	-0.172 V/°C
Temperature coefficient (Isc)	0.88 mA/°C

در همین کاتالوگ ضریب تأثیر دما بر جریان اتصال کوتاه ( $I_{SC}$ ) Temperature Coefficient برابر  $\frac{mA}{^{\circ}C} 0.88$  است. معنی این ضریب این است که تأثیر افزایش دمای سطح مدول، افزایش جریان اتصال کوتاه را به همراه دارد.

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





شکل ۸- نمودار تغییرات ولتاژ، جریان و توان با تغییر دما

توان الکتریکی مدول خورشیدی از حاصل ضرب ولتاژ ( $V_{mp}$ ) در جریان الکتریکی ( $I_{mp}$ ) به دست می‌آید. طبق شکل ۸ طبیعی است که با افزایش دما، توان کاهش خواهد یافت. چرا؟

#### کار عملی



اندازه‌گیری جریان اتصال کوتاه به دو روش و مقایسه مقدار اندازه‌گیری شده با مشخصه نامی:

#### وسایل مورد نیاز:

- مدول خورشیدی (مثلاً با مشخصات کاتالوگ شکل جدول ۲) یک عدد
- آمپر متر دیجیتال و انبری یک عدد
- دماسنج یک عدد

#### مراحل انجام کار:

مقدار جریان اتصال کوتاه  $I_{sc}$  در شرایط STC طبق شکل برابر  $5/13 \text{ A}$  است و ضریب تأثیر دما در جریان اتصال کوتاه برابر  $0/88 \frac{\text{mA}}{^\circ\text{C}}$  است. اندازه‌گیری جریان اتصال کوتاه با دو روش زیر امکان پذیر است.

**روش اول - استفاده از آمپر متر انبری:** برای این کار ابتدا مطابق شکل قطب مثبت و منفی آرایه را به یکدیگر متصل کنید. سپس مطابق شکل ۹ با استفاده از آمپر متر انبری مقدار جریان اتصال کوتاه را اندازه‌گیری کنید.



شکل ۹- اندازه‌گیری جریان اتصال کوتاه با آمپر متر انبری

## روش دوم - استفاده از مولتی متر دیجیتالی

برای انجام این کار ابتدا، سیم هاب (پراب) مولتی متر را در پایانه اندازه گیری جریان قرار دهید و کلید انتخاب رنج اندازه گیری را روی جریان زیاد (معمولاً ۱۰A) قرار دهید با اتصال قطب های مثبت و منفی خروجی مدول خورشیدی به پراب قرمز و مشکی، مقدار جریان اتصال کوتاه در محیط دمای محل آزمایشی به دست می آید (شکل ۱۰).



شکل ۱۰- اندازه گیری جریان اتصال کوتاه با مولتی متر

مقادیر به دست آمده در شرایط آزمایش با مقدار ثبت شده در برگه مشخصات مدول یکی نیست. چرا؟ مقادیر اندازه گیری شده را در جدول ۳ ثبت نمایید.

جدول ۳- مقادیر اندازه‌گیری شده

ردیف	جریان ISC اندازه‌گیری شد	دمای محیط	جریان ISC ثابت شده در شرایط STC	ضرب تأثیر دما	تأثیر ضریب دما (مقدار پیش‌بینی شده)
۱	؟	مثلاً ۳۵ درجه	۵/۱۳	۰/۸۸	$(۳۵-۲۵) \times ۰/۸۸ = ۸/۸$ $۵/۱۳ + ۸/۸ = ۱۳/۹۳$
۲					

## ۲- کنترل شارژ:

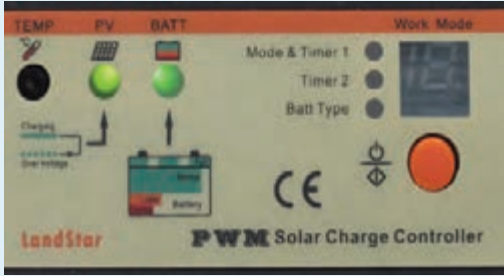
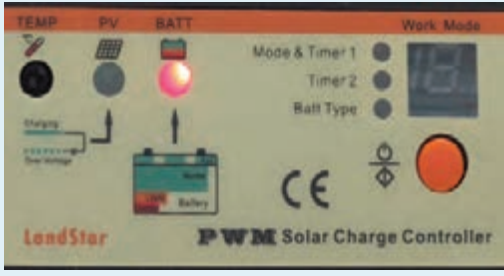
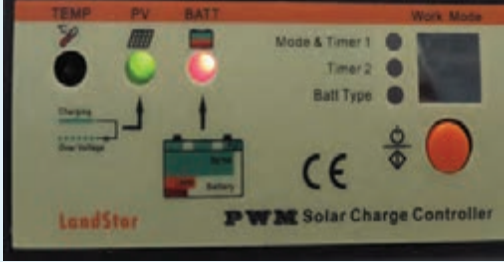
کنترل شارژ در مسیر مدول خورشیدی، باتری و بار قرار دارد. برای نصب کنترل شارژ در سامانه به شکل ۱۱ می‌توان اتصالات باتری، بار و مدول خورشیدی را به صورت ترمینال و فیش ایجاد کرد. معمولاً نگهداری از کنترل شارژ در دوره‌های ۳ ماهه انجام می‌شود و بررسی وضعیت کنترل شارژ با مشاهده وضعیت چراغ‌های LED قابل تشخیص خواهد بود. اگر شارژ باتری کم باشد با مشاهده LED مربوط به باتری مانند شکل ۱۱ قابل تشخیص است.



شکل ۱۱- باتری کاملاً شارژ نیست

اتصال باتری به مدول خورشیدی با کنترل شارژ: هنگامی که شارژ باتری به مقدار مشخص و مناسب رسید باید جریان شارژ قطع و یا کاهش یابد، در غیر این صورت کنترل شارژ معیوب است. نقطه قطع ولتاژ<sup>۱</sup> کنترل کننده شارژ باتری باید مطابق با بیشترین میزان مجاز برای کاهش دشارژ باتری باشد. در جدول ۴ نشانه‌های بررسی و پایش کنترل شارژ از طریق وضعیت LED تعریف شده است.

جدول ۴- شرح وضعیت LED کنترل شارژ

نشانه کنترل شارژ	نشانگر LED
	<p>سبز روشن: مدول خورشیدی در حال شارژ باتری است. سبز چشمک‌زن: ولتاژ سامانه بیشتر از حد معمول است.</p>
	<p>سبز روشن: سطح شارژ باتری در حد مناسبی است. سبز سوسو زدن آرام: باتری کامل شارژ شده است. زرد روشن: سطح شارژ باتری پایین است. قرمز روشن: بار قطع شده است.</p>
	<p>قرمز روشن: خروجی برقرار است. قرمز سوسو زدن آرام: اضافه بار. زرد روشن: سطح شارژ باتری پایین است (جریان بار ۱/۲۵ برابر جریان نامی به مدت ۶۰ ثانیه یا ۱/۵ برابر جریان نامی به مدت ۵ ثانیه). قرمز چشمک‌زن: بار اتصال کوتاه شده است.</p>

۱- Low Voltage Disconnect Set Point (LVD)



تذکر

اگر خروجی سامانه دچار اتصال کوتاه یا اضافه بار شد کنترل شارژ سریعاً قطع می‌شود. در این حالت تمام اتصالات بار را قطع کنید و بعد از چند ثانیه با آماده شدن کنترل شارژ، مجدداً بار را وارد مدار کنید.

فعالیت



متن زیر مربوط به نکات مهم در بازرسی و نگهداری از کنترل کننده شارژ است. چه نکات مهمی در این متن آورده شده است؟

### Inspection and Maintenance:

It is highly recommended that each user inspect the charge controller at least once per year to ensure longevity and optimal performance. Please follow this procedure:

1. Confirm that the correct battery type has been used.
2. Confirm that the current levels of the solar array and load do not exceed the controller ratings.
3. Inspect for loose, broken, or burnt wire connections and replace them if needed . make sure all terminals are tightened.
4. Press the SET button until number 16 is displayed to verify the lights are working properly.
5. Inspect for dirt, insects, and corrosion on the charge controller.
6. Check to make sure there is still enough space around the charge controller for maximum airflow.
7. Check to make sure the charge controller functions and LED indicators are working properly.
8. Make sure the PV array is clean and remove any debris.
9. Make sure all of the railing and PV bolts are tightened.

فعالیت

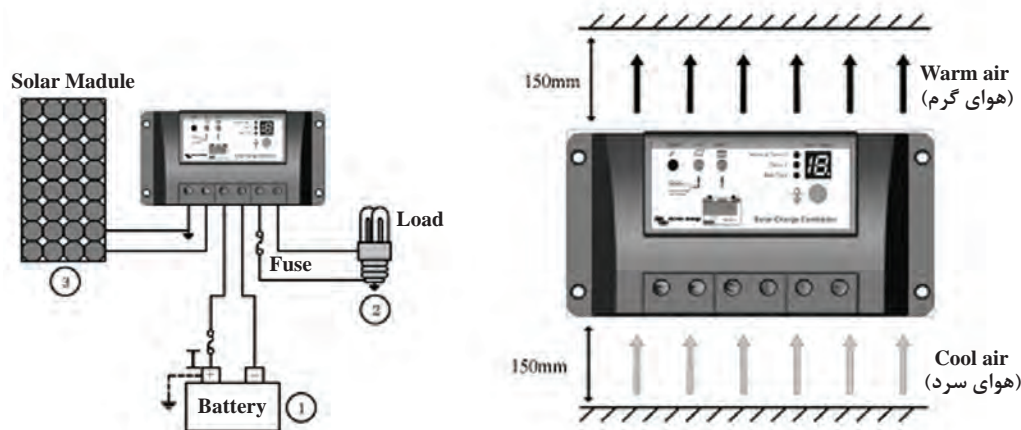


کاتالوگ یک کنترل شارژ را از اینترنت دانلود کرده و موارد ایمنی و بازرسی آن را به کلاس ارائه دهید.

تمرین



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



شکل ۱۲

توجه داشته باشید زمانی که نور خورشید به مدول خورشیدی می‌تابد، باید کنترل کننده شارژ نشان دهد که سیستم در حال شارژ است، در غیر این صورت بلافاصله مسئول نصب را در جریان بگذارید.  
**– اتصال باتری به مدول خورشیدی بدون کنترل شارژ:** در اتصال مستقیم باتری به مدول خورشیدی ممکن است جریان برگشتی از سمت باتری به مدول خورشیدی جریان یابد. در ضمن هیچ کنترلی روی شارژ باتری وجود ندارد. از طرفی مقدار ولتاژ خروجی مدول خورشیدی متغیر است (شکل ۱۳).



شکل ۱۳- اتصال مستقیم باتری به مدول

به طور مثال اگر دو روز متوالی باتری بدون واسطه به مدول خورشیدی متصل باشد ممکن است زمانی که باتری شارژ کامل شده است با تولید انرژی الکتریکی ماکزیمم از طرف مدول خورشیدی همزمان باشد. در این حالت باتری بدون نیاز به شارژ شدن زیر شارژ قرار می‌گیرد، بنابراین به یک واسطه کنترلی (کنترل شارژ) در نظارت شارژ و دشارژ باتری نیاز است.

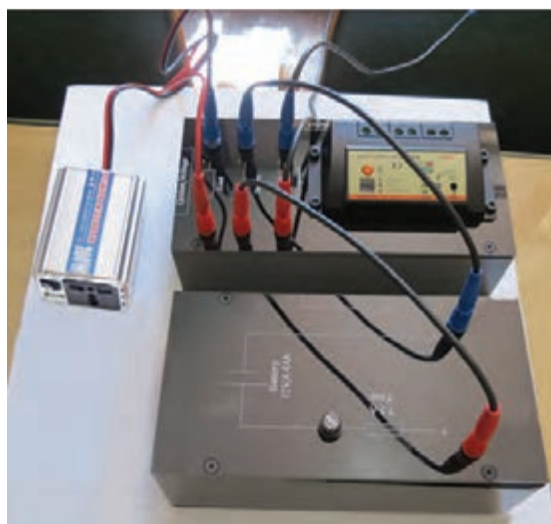
تذکر:

هنگام اتصال کنترل شارژ حتماً باید به حفاظت پلاریته + و - دقت کرد، زیرا بعضی از کنترل شارژها به دلیل عدم برخورداری از حفاظت پلاریته در صورت عدم رعایت پلاریته، آسیب می‌بینند. (شکل ۱۴)

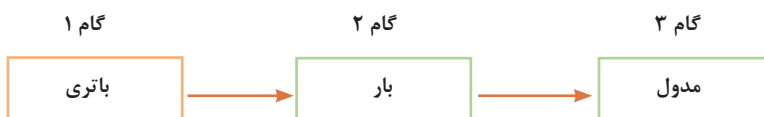
**توالی اتصال قطعات به کنترل شارژ:** برای اتصال قطعات به کنترل شارژ با رعایت پلاریته مثبت و منفی ابتدا باتری به کنترل شارژ متصل می‌شود بعد از آن بار به کنترل شارژ متصل می‌شود و در نهایت و آخرین مرحله مدول خورشیدی متصل خواهد شد (شکل ۱۵).

تذکر

اتصال مبدل به کنترل شارژ به منزله اتصال بار می‌باشد.



شکل ۱۴- اتصال باتری به کنترل شارژ



شکل ۱۵- مراحل نصب قطعات سامانه به کنترل شارژ

ایمینی

در صورت عدم رعایت توالی اتصالات ممکن است به کنترل شارژ آسیب وارد شود. در شکل ۱۶ چون در زمان اتصال باتری، مدول خورشیدی به کنترل شارژ متصل بوده است، فیوز حفاظتی سری شده با باتری، سوخته است. عواملی که روی طول عمر باتری اثرگذار خواهد بود عبارت است از:

- جریان واقعی
- زمان شارژ
- ولتاژ نهایی
- تعداد شارژ و دشارژ



شکل ۱۶ - فیوز آسیب دیده است.

تذکر:

چنانچه تعداد باتری کمتر از مقدار بار موردنظر باشد یا مقدار بار، بیشتر از حد توان باتری باشد، می تواند روی طول عمر باتری اثرگذار باشد. گاهی نیز در اثر عدم تغذیه مناسب، باتری شارژ کامل نمی شود. مثلاً باتری چراغ های خیابانی به دلیل چرخش مدول خورشیدی، کثیف شدن سطح مدول (هوای غبار آلود یا فصولات پرندگان) کاملاً شارژ نمی شود و بعضاً چراغ خاموش می ماند.

یکی از نکات دیگر مشخصه دستگاه کنترل شارژ درجه حفاظت (Ingress Protection)IP دستگاه است این پارامتر دلالت بر محل نصب و شرایط نصب دستگاه دارد. شرایطی نظیر میزان غبار، رطوبت، دما و تهویه در نصب کنترل شارژ بسیار مهم است.



کار عملی

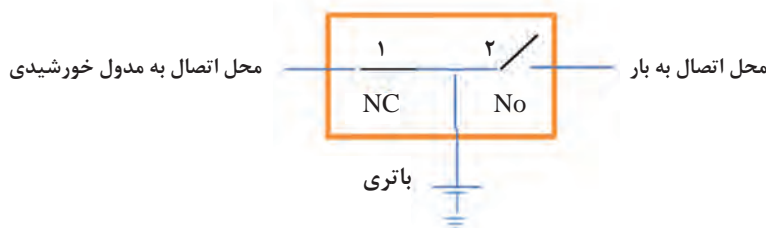


**هدف:** بررسی عملکرد کنترل شارژ

**تجهیزات:** کنترل شارژ ۱۲ ولت، بار، منبع تغذیه ولتاژ مستقیم، سیم و فیش رابط

**شرح کار:** یکی از فرایندهایی که در عملکرد دستگاه کنترل شارژ اهمیت دارد وظیفه کنترل شارژ و دشارژ باتری توسط این دستگاه است.

از نظر شماتیک عملکرد دستگاه کنترل شارژ قطع و وصل کلید در لحظات شارژ و دشارژ است. به عبارت دیگر با تغییر وضعیت کلیدهای داخل دستگاه اتصال باتری به مدول خورشیدی و بار کنترل می شود (شکل ۱۷).



شکل ۱۷- عملکرد کنترلی کنترل شارژ

کلید ۱، در حالت عادی بسته است (NC) و به معنی اتصال مدول خورشیدی به ورودی کنترل شارژ باتری است. ولی کلید ۲ در حالت عادی باز است (NO) یعنی مسیر بار (یا اینورتر) به باتری در حالت عادی قطع است. عملکرد شارژ و دشارژ دستگاه به شرح زیر است:

**الف) عملکرد کنترل شارژ باتری:** از یک منبع متغیر ولتاژ جریان مستقیم به جای باتری استفاده کنید. با قرار دادن این منبع به جای باتری می‌توان دو مرحله رفتار کنترل شارژ و دشارژ دستگاه را بررسی کرد. ابتدا مطابق شکل ۱۸ منبع تغذیه DC متغیر را به جای باتری قرار داده و ولتاژ منبع را گام به گام افزایش دهید. درحالتی که ولتاژ نامی باتری به دستگاه برسد LED سبز رنگ روشن می‌شود. این وضعیت حالت اتصال مدول به باتری را گزارش می‌کند. هنگامی که مقدار ولتاژ افزایش یابد LED خاموش شده و کلید وصل به مدول (کلید ۱) قطع می‌شود. این رفتار به این معنی است که باتری کاملاً شارژ شده و نیازی به تغذیه بیشتر از طرف مدول خورشیدی نیست. مقادیر این دو حد را یادداشت کنید و با برگه مشخصات فنی دستگاه مطابقت دهید.



شکل ۱۸- تست کنترل شارژ

**ب) عملکرد دشارژ باتری:** در این وضعیت با اتصال بار به کنترل شارژ آزمایش قبل را مجدداً تکرار کنید. با افزایش ولتاژ منبع تغذیه، کلید شماره ۲ به حالت بسته تغییر وضعیت داده و باتری به بار متصل می‌شود. (اگر بار لامپ انتخاب شود روشن می‌شود). با کاهش ولتاژ منبع تغذیه که به معنی دشارژ باتری است کلید ۲ به حالت قطع می‌رود تا با گذشت زمان باتری مجدد به شارژ اولیه برسد (شکل ۱۹).



شکل ۱۹- حالت کنترل دشارژ

عملکرد شارژ و دشارژ باتری

فیلم



ایمنی

محدوده ۶۰۰VDC همراه با شوک الکتریکی و برق گرفتگی است.

تذکر

در تمامی مسیر سیم مثبت و منفی باید از یکدیگر جدا باشد.

### ۳- باتری

باتری‌های سرب-اسیدی دارای عمر متوسط ۵ سال بوده و دارای بیشترین هزینه تعمیر و نگهداری در سامانه به دلیل عمر کوتاه نسبت به دیگر اجزای سامانه خورشیدی است. بنابراین دقت در نوع استفاده و انجام عملیات نگهداری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (شکل ۲۰). پیش از انجام عملیات نگهداری باید سامانه به ترتیب مراحل زیر خاموش و ایزوله شود.



شکل ۲۰- باتری سامانه فتوولتائیک

- ۱- ابتدا تمامی بارهای متصل شده به سامانه خورشیدی خاموش شود.
  - ۲- پنل 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.  
تذکر:
- برای جدا کردن فیوزها ابتدا باید فیوزهای ترمینال مثبت و فیوز متصل به قطب مثبت بانک باتری خارج شوند و سپس فیوزهای ترمینال منفی خارج شود.
- ۴- اتصالات و ترمینال‌های باتری‌ها با جوش شیرین و فرچه مخصوص شسته و تمیز شوند.
  - ۵- الکترولیت باتری: در صورت کم شدن الکترولیت باتری با آب مقطر 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، مثلاً شب‌ها یا روزهای ابری، باتری باید به صورت کامل شارژ شود. عدم شارژ مجدد به صورت کامل (حتی نیمه شارژ) عمر باتری را به کمتر از یک سال کاهش خواهد داد.

فعالیت



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



A visual inspection should be done to assess the general condition of the system's batteries. Check for any electrolyte leak, cracks in the batteries, or corrosion at the terminals or connectors.

- ۶- بازدید و مشاهده منظم شارژ و دشارژ باتری‌ها هر ۳ ماه یک‌بار.
  - تمیز بودن ترمینال‌ها (ماهانه یکبار پایانه باتری تمیز شود).
  - سطح الکترولیت در باتری‌های اسیدی
  - نشأت الکترولیت به بیرون



- اندازه گیری ولتاژ باتری  
 دو نمونه نگهداری ضعیف باتری در شکل ۲۱ نشان داده شده است. سولفاته شدن قطب و نشستی باتری به دلیل عدم نگهداری درست اتفاق افتاده است.



شکل ۲۱- سولفاته و نشستی باتری

فعالیت



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



**WARNING: Risk of explosion or fire! Never short circuit battery positive(+) and negative(-).**



**Do not smoke or light fire near batteries. Batteries produce hydrogen gas which is highly flammable.**

سطح مناسب شارژ: سطح مناسب ولتاژ باتری در حالت استراحت (عدم شارژ و دشارژ) باید مطابق جدول باشد. اگر ولتاژ باتری ۱۰ درصد بالاتر یا کمتر از مقدار معین شده باشد، عملیات یکسان سازی شارژ مطابق راهنمای سازنده انجام و ولتاژ دوباره اندازه گیری شود. در صورت عدم رسیدن به ولتاژ مشخص شده در جدول ۵ بعد از انجام عملیات یکسان سازی ولتاژ، باتری معیوب بوده و باید تعویض شود.

جدول ۵- سطح ولتاژهای مجاز باتری

ولتاژ قابل قبول بعد از انجام عملیات یکسان سازی شارژ	ولتاژ غیر قابل قبول (کمتر از نامی)	ولتاژ نامی (ولت)
۲ تا ۲/۲	۱/۹	۲
۱۲ تا ۱۳/۲	۱۱/۴	۱۲
۲۴ تا ۲۶/۴	۲۲/۸	۲۴
۴۸ تا ۵۲/۸	۴۵/۶	۴۸

اطلاعات زیر نیز در مورد باتری حتماً باید از سازنده آن دریافت شود:

- ۱- توصیه سازنده برای ماکزیمم میزان دشارژ مجاز باتری ها.
- ۲- بازه زمانی توصیه شده برای انجام یکسان سازی شارژ باتری ها.
- ۳- جدول ولتاژ باتری ها متناسب با مقدار شارژ.

**WARNING** Do not use any metal files or other harsh abrasives (eg. sand paper) to remove corrosion or oxidation from terminals or posts as this may cause a poor fit when terminals are reconnected.

ایمنی:

نکات ایمنی هنگام نگهداری یا تعویض باتری:

- هنگام تعمیر و نگهداری باتری فرسوده، باید از عینک ایمنی استفاده شود.
- برای جلوگیری از تماس با اسید باتری، باید از دستکش‌های حفاظتی و دستکش لاستیکی مقاوم در برابر مواد شیمیایی استفاده شود.
- در صورتی که نشت اسید وجود دارد، برای خنثی‌سازی اسید از آب و محلول سود دوکربنات استفاده شود.
- برای انجام هرگونه تعمیر و نگهداری از ابزار دسته‌دار عایق استفاده شود.

#### ۴- اینورتر

اینورتر باید قابلیت تغذیه بار در ولتاژ و فرکانس مورد نظر را داشته باشد. بیشتر مبدل‌های مجزا از شبکه برق برای جداسازی بخش DC و AC از یکدیگر با یک ترانسفورماتور ایزوله به بار متصل می‌شوند (شکل ۲۲).



شکل ۲۲- اینورتر مستقل از شبکه

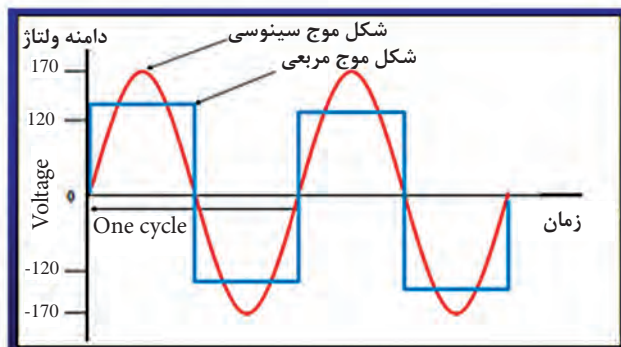
برخی از مبدل‌ها با توان کم، شکل موج مربعی یا شبیه سینوسی دارند. این‌گونه شکل موج‌ها در راه اندازی الکتروموتورها ایجاد مشکل می‌کنند (شکل ۲۳).

توجه:

زمانی که مبدل روشن است و به بار متصل نیست می‌تواند جریان بی‌باری مصرف کند و این جریان باعث تخلیه باتری شود.

معمولاً ساختمان اینورتر و کنترل شارژ از فیوز برای حفاظت استفاده شده است، ولی می‌توان با استفاده از کلید و فیوز مناسب حفاظت و ایزوله کردن هر قسمت را به‌طور کامل انجام داد. این کلید و فیوز در محل‌های زیر قرار می‌گیرد.

- ۱- بین مدول خورشیدی و شارژ کنترلر
- ۲- بین شارژ کنترلر و باتری
- ۳- بین باتری و اینورتر



شکل ۲۳- شکل موج خروجی اینورتر



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



**WARNING : Burn hazard**

Do not install in a location where people can accidentally come into contact with the front of the inverter. High temperatures can be present on the face of the inverter, causing a potential burn hazard.

کار عملی



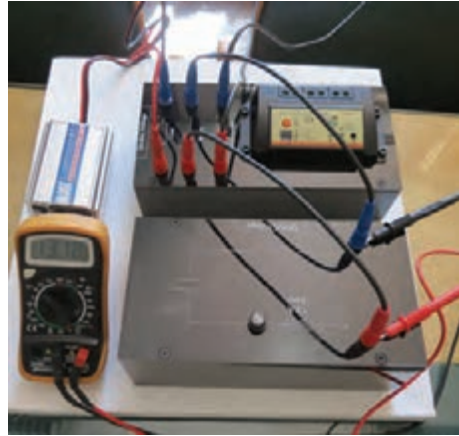
اندازه‌گیری شارژ باتری و تست مبدل ولتاژ (اینورتر)

				
منبع تغذیه (مدول خورشیدی)	کنترل شارژ	سیم رابط	مبدل و بار	مولتی‌متر

**تجهیزات:** کنترل شارژ ۱۲ ولت، بار، مولتی‌متر، مدول خورشیدی ۱۷ ولت، سیم و فیش رابط  
**شرح کار:** شارژ باتری یکی از فرایندهای مهم و زمان‌بر در سامانه فتوولتائیک است. برای اطمینان از عملکرد صحیح شارژ باتری مطابق شکل ۲۴ قطعات را با رعایت توالی نصب مونتاژ کنید.  
 سپس با اندازه‌گیری مداوم ولتاژ دو سر باتری از صحت و کیفیت باتری اطمینان حاصل کنید و جدول ۶ را تکمیل کنید.

جدول ۶- شارژ باتری و وضعیت LEDها

وضعیت LED مربوط به باتری	وضعیت LED مربوط به باتری	مقدار ولتاژ اندازه‌گیری شده دو سر باتری
وضعیت LED مربوط به مدول خورشیدی		



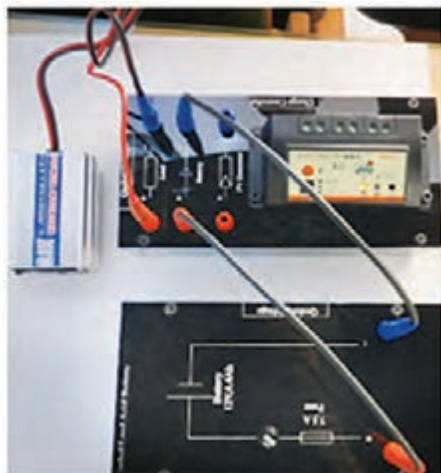
شکل ۲۴- مراحل شارژ باتری

در مرحله دوم پس از شارژ کامل باتری، بار، مثلاً یک لامپ به خروجی اینورتر متصل کنید و با گذشت زمان جدول ۷ را تکمیل کنید.

جدول ۷- وضعیت باتری و مصرف کننده

مقدار ولتاژ اندازه گیری شده دو سر باتری	وضعیت LED مربوط به باتری	وضعیت نور لامپ (بار متصل به مبدل)

در مورد نتایج به دست آمده (شکل ۲۵) با گروه های دیگر تبادل نظر کنید و نتیجه گیری نمایید. آیا باتری استفاده شده با توجه به آمپرساعت و جریان بار مصرفی عملکرد درستی دارد؟



شکل ۲۵- شارژ باتری

دوره نگهداری سه ماهه اینورتر سامانه فتوولتاییک: نگهداری از اینورتر در چند مرحله آورده شده است:

- ۱- بررسی عملکرد صحیح: ولتاژ خروجی ۲۳۰ ولت، فرکانس ۵۰ هرتز و توان در محدوده نرمال باشد.
- ۲- تمیز کردن اینورتر به ویژه قسمت‌های مربوط به خنک‌سازی دستگاه با دستمال خشک انجام گیرد.

فعالیت



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

**Import:** The inverter will reduce its energy output to protect its electronic circuits from overheating and possible damage in high heat conditions. For maximum output in hot climates, mount the inverter in a shaded location with good air flow.

- ۳- پاک کردن حشرات موزی از رو و داخل دستگاه به خصوص در قسمت‌هایی از دستگاه که باید خنک شود.
- ۴- اطمینان از عملکرد صحیح اینورتر از طریق LED و صفحه نمایشگر روی دستگاه حاصل شود.
- ۵- بررسی دمای عملکرد دستگاه و روشن بودن فن‌های خنک‌کننده بررسی شود.
- در صورت خاموش بودن فن‌ها (بی صدا شدن اینورتر) و غیرعادی بودن دما، سریعاً سیستم خاموش شود.
- ۶- تست عملکرد آماده به کار

فعالیت



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

### WARNING: Shock hazard



Before wiring the inverter, ensure the main breaker in the primary utility breaker box is switched off. Switch this breaker on only after all wiring is completed as instructed in the procedures.

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

با به حداقل رساندن تجمع گردوغبار می‌توان نگهداری خوبی از اینورتر به عمل آورد. برای این کار با یک پارچه خشک هر نوع گردوغبار انباشته شده را تمیز کنید. برای اطمینان از اینکه تمام شاخص‌های مانند چراغ‌های LED در حال کار و سیم منتهی به این دستگاه شل نشده بررسی به عمل آورید.

فعالیت



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



### CAUTION: Equipment damage

To prevent damage to the inverter, the array voltage must never exceed 600 V<sub>oc</sub> (open circuit voltage) under any condition.

زمان بندی نگهداری و بازدید قطعات: برای بازدید دوره‌ای قطعات سامانه فتوولتاییک مطابق با جدول ۸ می‌توان یک فهرست‌وارسی تهیه و مراحل پایش سامانه را دنبال کرد.

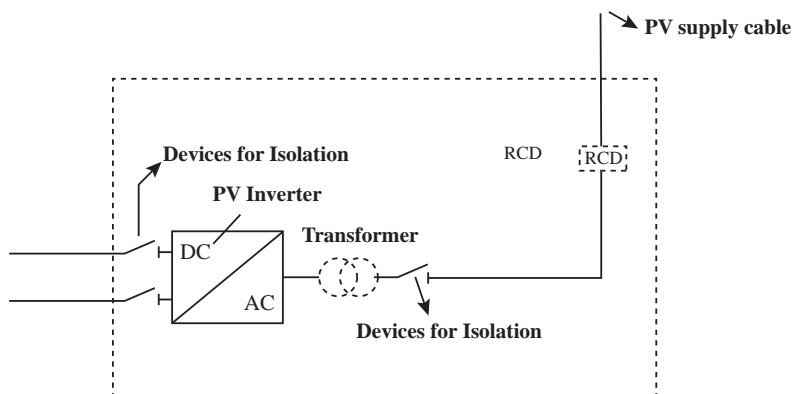
جدول ۸- زمان بندی بررسی قطعات سامانه

سه ماه یک بار	ماهانه	هفتگی	نگهداری سامانه فتوولتاییک
		☑	مشاهده و بازرسی سیم‌کشی و لامپ‌ها
☑			بررسی مدول خورشیدی
	☑	☑	بازرسی باتری
			تمیز کردن باتری
		☑	بازرسی سیم‌کشی
		☑	اینورتر و کنترل شارژ
		☑	کنترل شارژ
	☑		بررسی آب باتری

یکی از موارد مهم نگهداری سامانه فتوولتاییک اطمینان از وجود ترانسفورماتور ایزوله بعد از اینورتر و قبل از اتصال بخش AC به بار است، که با علامت در نقشه نشان داده می‌شود. اگر ترانسفورماتور ایزوله موجود نباشد حتماً اینورتر باید با چارچوب فلزی آرایه‌ها همبندی شود.

در نقشه شکل ۲۶ محل قرار گرفتن اینورتر ترانسفورماتور ایزوله را مشخص کنید.

فعالیت



شکل ۲۶- محل قرار گرفتن ترانسفورماتور ایزوله



## برچسب روی قطعات

نصب برچسب روی قطعات، احتمال خطر ناشی از عدم شوک الکتریکی به دلیل عدم اطلاع از ماهیت قطعات را کاهش می‌دهد. برچسب برای قطعات زیر ضروری است:

- ۱- همه هادی‌ها: کابل‌های dC و کابل‌های AC
- ۲- نقاط جداکننده: طرف dC اینورتر، طرف AC اینورتر
- ۳- علائم هشدار: تابلو اتصالات مدول (اطلاع دهد که اتصالات برقرار در طی روز است)، عدم قطع اتصالات dC در حالی که سامانه به بار متصل است.



شکل ۲۷- برچسب حفاظتی

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

فعالیت



ایمنی

خروجی مدول خورشیدی (بخش dc) در هنگام تابش خورشید دارای ولتاژ الکتریکی است.

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

فعالیت





سه خانه	تک خانه	چراغ راهنمایی
۱۲۷ DC	۱۲۷ DC	ولتاژ کار کرد
۱۵W	۵W	توان چراغ
عدد ۳۷۳	عدد ۱۳۴	تعداد LED
۴۰mm	۴۰mm	قطر ماژول
ip ۶۵	ip ۶۵	درجه حفاظت
۳۰ وات	۱۰ وات	پنل خورشیدی
۳×۷۱۵ آمپر ساعت	۱×۷۱۵ آمپر ساعت	باتری خورشیدی
پلی کربنات و لوله فلزی	پلی کربنات و لوله فلزی	جنس بدنه
۴۶×۵۰×۱۵۴cm	۳۶×۴۶×۷۰cm	ابعاد
۲۵۴kg	۲kg	وزن

شکل ۲۸- مشخصه سامانه چراغ راهنمایی رانندگی از نوع خورشیدی

## حفاظت در سامانه‌های فتوولتائیک

### مقدمه

حفاظت از سیستم فتوولتائیک برای محافظت از افراد و سامانه در دو بخش همبندی و اتصال زمین انجام می‌شود.

### همبندی در نصب آرایه‌های فتوولتائیک:

یکی از مراحل مهم نصب آرایه‌های خورشیدی همبندی پایه‌های فلزی و اینورتر است. این کار به معنی هم‌پتانسیل کردن قطعات فلزی و برای ایمنی سامانه انجام می‌شود. همبندی توسط تسمه فلزی قابل انعطاف انجام می‌شود (شکل ۲۹).



شکل ۲۹- همبندی در سامانه فتوولتائیک

● **حفاظت و اتصال زمین:** هدف از زمین کردن سامانه فتوولتاییک این است که اطمینان ایجاد شود که در هیچ شرایطی بین دو نقطه فلزی بی حفاظ سامانه ولتاژی القا نمی شود. به منظور حفاظت افراد و دستگاه‌ها، استفاده از سیستم ارت و زمین کردن تجهیزات مطابق روش‌های استاندارد<sup>۱</sup> ضروری است. سیستم زمین کردن به گونه‌ای طراحی شود که باعث ایجاد اضافه ولتاژی فراتر از مقدار نامی تجهیزات متصل شده به شبکه برق نشود و همچنین نباید موجب اختلال در هماهنگی حفاظت خطای زمین در شبکه برق شود. مطابق شکل کلیه قسمت‌ها نظیر باتری، میدل، آرایه و جعبه اتصال باید به اتصال زمین وصل شود (شکل ۳۰). مقاومت عایقی بین اتصالات نیز اهمیت دارد که در فیلم به آن اشاره شده است.

فیلم



اندازه‌گیری مقاومت عایقی به مدت ۴:۲۳"



شکل ۳۰- همبندی بدنه فلزی آرایه‌ها و اینورتر

برای اجرای اتصال زمین اینورتر و بدنه فلزی پایه‌ها می‌توان از میله‌های مسی مطابق شکل ۳۱ استفاده کرد. این میله روی بدنه فلزی میکرواینورتر محکم پیچ می‌شود. اندازه میله مسی به اندازه طول آرایه انتخاب می‌شود (شکل ۳۲).

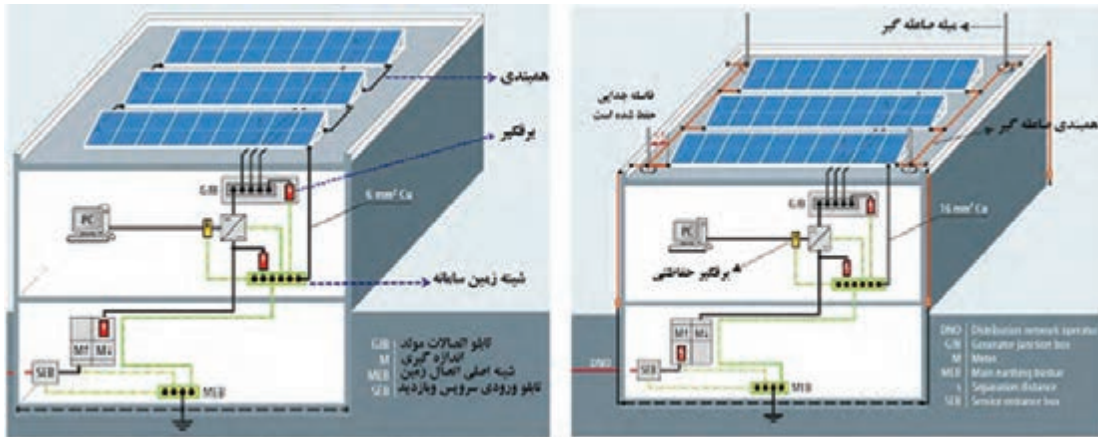


شکل ۳۱- اتصال زمین

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

فعالیت

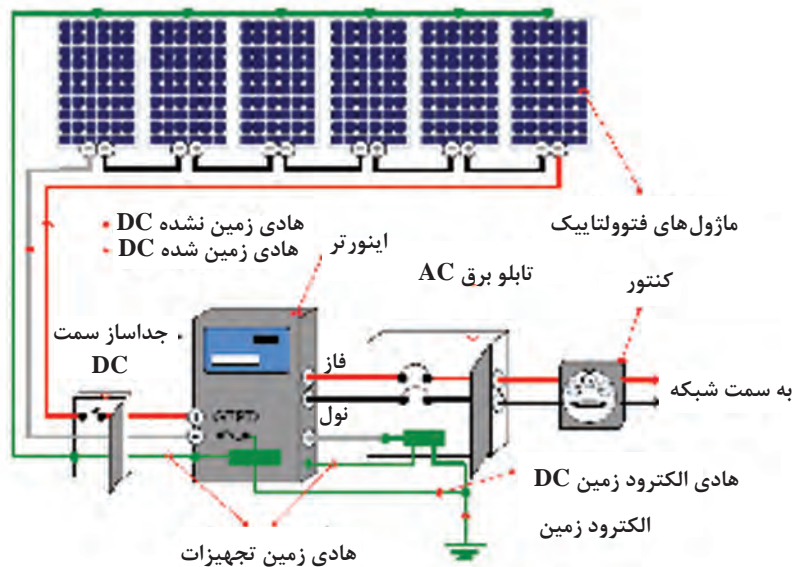




شکل ۲۲- اتصال برق گیر و همبندی با اتصال زمین

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

فعالیت



شکل ۳۳

### ● مقررات اتصال زمین سیستم‌های فتوولتاییک

- برای آرایشی از صفحات فتوولتاییک اگر ماکزیمم ولتاژ سیستم بیشتر از ۵۰ ولت است، در سمت DC یکی از سیم‌های حامل جریان (غالباً هادی منفی) باید زمین شود. همچنین در سمت AC سیم نول باید زمین شود (شکل ۳۴).



شکل ۳۴- اتصال زمین آرایه خورشیدی

- بعد از اتصال میکرواینورتر به میله مسی در انتهای میله مسی ابتدا به بدنه فلزی پایه‌های همبندی شده متصل می‌شود. بعد از این کار سر میله مسی به اتصال زمین متصل می‌شود.
- رعایت موارد زیر اهمیت نگهداری در بخش حفاظتی را بیان می‌کند.
- مقاومت سیستم زمین کمتر از ۲ اهم باشد .
  - تمام سطوح فلزی بی حفاظ که می‌تواند برقرار باشد، باید از طریق هادی و یا ارتباطات مکانیکی که وظیفه زمین کردن تجهیزات را دارند، زمین شوند.
  - هادی زمین در سمت پنل‌ها و در سمت مدار خروجی، باید حداقل ظرفیت عبور جریانی معادل ۱/۲۵ برابر جریان اتصال کوتاه پنل‌ها را داشته باشد.
  - برای حفاظت تابلو اتصالات میله مسی متصل شده به زمین به بدنه جعبه اتصالات و سربندی سامانه فتوولتاییک نیز باید اتصال الکتریکی داشته باشد (شکل ۳۵).



شکل ۳۵- اتصال میله مسی به بدنه تابلو اتصالات

- به دلیل وجود هر دو نوع ولتاژ AC و DC باید هر دو طرف اتصال زمین شود. برای این کار هر دو اتصال به یک الکتروود زمین متصل شود.





شکل ۳۶- سامانه فتوولتائیک بدون اتصال زمین که منجر به آتش سوزی شده است.

- اجزای موجود در سامانه باید از لحاظ الکتریکی به هم متصل بوده (همبند باشند) و در نهایت سازه باید به سیستم زمین متصل شود (شکل ۳۶).
- سیستم زمین باید مطابق با استانداردهای موجود اجرا شده، هادی‌های سیم زمین باید حداقل با سایز  $6 \text{ mm}^2$  برای جنس هادی مسی،  $10 \text{ mm}^2$  برای جنس هادی آلومینیومی باشد. سیم زمین می‌تواند از همان مسیر سیم‌های سامانه عبور داده شود.
- سازه باید حداقل از ۲ نقطه به شینه اصلی سیستم زمین متصل باشد.

مقاومت اتصال زمین سامانه فتوولتائیک را توسط میگر اندازه‌گیری نمایید.

فعالیت



کار عملی



فیلم شماره ۱ را نگاه کنید و مشابه این کار را برای سامانه فتوولتائیک انجام دهید. نتیجه را در دفتر گزارش کار ثبت کنید.

## هزینه نگهداری سامانه

هزینه نگهداری سامانه فتوولتائیک نسبت به مولدهای سوخت فسیلی بسیار کمتر است. در جدول ۹ هزینه‌های نگهداری سالانه را معادل یک درصد هزینه تجهیزات نشان داده است.

جدول ۹- هزینه اولیه و نگهداری سامانه

هزینه‌های متغیر	سرمایه‌گذاری اولیه
۱- تعویض اینورتر: توصیه می‌شود که در طول عمر سیستم هزینه یک‌بار تعویض اینورتر لحاظ شود.	پنل فتوولتائیک ۴۵ تا ۵۰٪
۲- نگهداری و تمیزکاری مدول‌ها	سازه نگهدارنده ۵۰٪
۳- هزینه سالانه سیستم فتوولتائیک معادل ۱٪ هزینه تجهیزات	اینورتر ۲۰ تا ۲۵٪
	هزینه نصب و راه‌اندازی سیستم ۲۰ تا ۳۰٪



**عیوب سامانه فتوولتاییک: بررسی و تعیین وضعیت عیوب ظاهری تجهیزات سامانه فتوولتاییک و رفع عیب مطابق جدول شماره ۱۰ قابل انجام خواهد بود. در جدول ۱۱ نیز فهرست واریسی الکتریکی سامانه فتوولتاییک آورده شده است.**

جدول ۱۰- چک لیست بررسی سامانه های فتوولتاییک بعد از نصب و بهره برداری

ردیف	قطعات / تجهیزات	توضیحات	چاره اندیشی / اقدام
۱	مدول های فتوولتاییک	کنترل و بازدید گرد و غبار و نخاله های موجود بر روی صفحه مدول فتوولتاییک	باید به صورت تمیز پاک شود. برای تمیز کردن فقط از آب استفاده شده و استفاده از سایر حلال مجاز نمی باشد.
		کنترل و بازدید سلامت فیزیکی و ظاهری کلیه مدول های موجود در سیستم	جایگزین نمودن مدول آسیب دیدن با مدول سالم با همان مشخصات فنی
		کنترل و بازدید کابل های شل شده در ترمینال های موجود مربوط به مدول های فتوولتاییک، آرایه های فتوولتاییک و سایر موارد مشابه	محکم نمودن اتصالات مربوطه
		چک کردن اتصالات کابل ها	جایگزین نمودن کابل ها، در صورت نیاز
۲	اینورتر فتوولتاییک	کنترل و بازدید قابلیت های اینورتر اعم از قابلیت قطع اتوماتیک (در صورت نبود منبع توان شبکه)	جایگزین نمودن اینورتر در صورت وجود چنین خطایی
		کنترل و بازدید شرایط تهویه هوا	تمیز نمودن گرد و خاک و غبار موجود در سیستم تهویه هوا
		کنترل و بازدید کابل های شل شده در ترمینال های موجود در اینورتر	محکم نمودن اتصالات مربوطه
		کنترل و بازدید دمای عملکرد (در صورت غیر نرمال بودن)	جایگزین نمودن
۳	کابل	کنترل و بازدید شرایط کابل ها، اعم از ساییدگی و پارگی	جایگزین نمودن کابل ها، در صورت نیاز
		کنترل و بازدید ترمینال کابل ها جهت مشاهده علائم سوختگی، نقطه جوش یا ذوب شدگی و یا شل شدن اتصالات	محکم نمودن اتصالات مربوطه یا جایگزین نمودن تجهیزات مربوطه در صورت نیاز
۴	جعبه تقسیم یا جعبه اتصالات	کنترل و بازدید ترمینال کابل ها اعم از ساییدگی و پارگی یا شل شدگی	محکم نمودن اتصالات مربوطه یا جایگزین نمودن تجهیزات مربوطه در صورت نیاز
		کنترل و بازدید (برچسب) تذکرات هشدار دهنده	جایگزین نمودن برچسب تذکرات هشدار دهنده در صورت لزوم
		کنترل و بازدید ظاهر فیزیکی	جایگزین نمودن

جایگزین نمودن	کنترل و بازدید قابلیت عملکرد عایق‌ها	تجهیزات عایقی	۵
جایگزین نمودن در صورت لزوم	کنترل و بازدید شرایط کابل‌های مربوط به سیستم زمین	سیستم زمین یا ارتینگ مربوط به نیروگاه فتوولتاییک	۶
محکم نمودن اتصالات مربوطه	کنترل و بازدید ظاهری و فیزیکی اتصالات مربوط به سیستم زمین		
عیب‌یابی و جایگزین نمودن در صورت لزوم	کنترل و بازدید پیوستگی کابل سیستم زمین		
جایگزین نمودن در صورت لزوم	کنترل و بازدید شرایط اتصال کابل	اتصال فلزی استراکچر سیستم فتوولتاییک مربوط به ارت رعدوبرق	۷
محکم نمودن اتصالات مربوطه	کنترل و بازدید و رویت ظاهری و فیزیکی اتصال کابل		
عیب‌یابی و جایگزین نمودن در صورت لزوم	کنترل و بازدید پیوستگی اتصال ارت رعد و برق		

جدول ۱۱- نمونه برگ فهرست واریسی مشخصات الکتریکی سامانه فتوولتاییک

ردیف	مشخصات الکتریکی سامانه فتوولتاییک	مقدار اندازه‌گیری شده	مقدار ثبت شده در شرایط STC	مقادیر صحیح است / نیاز به بررسی دارد
۱	مدول خورشیدی	VOC		
		ISC		
۲	سیم‌کشی	سیم فاز ( $\text{mm}^2$ )	***	
		سیم زمین ( $\text{mm}^2$ )	***	
۳	مقاومت عایقی	ولتاژ آزمون	***	
		قطب مثبت با زمین $M\Omega$	***	
		قطب منفی با زمین $M\Omega$	***	
۴	توان و نقطه کار	$V_{mp(v)}$		
		$I_{mp(A)}$		
		$pmP_{(w)}$		

## ارزشیابی شایستگی نگهداری و حفاظت سامانه فتوولتاییک

### شرح کار:

- اهمیت نگهداری از سامانه فتوولتاییک
- نگهداری از طریق مشاهده و اندازه‌گیری
- ترجمه متون فنی نگهداری و ایمنی قطعات سامانه
- برچسب روی قطعات

استاندارد عملکرد: بررسی عملکرد قطعات سامانه از طریق کنترل رفتار آنها و ترجمه متون فنی

### شاخص‌ها:

- تغییر رفتار قطعات سامانه
- تغییر LED کنترل‌کننده شارژ
- مشاهده و اندازه‌گیری کمیت‌های ولتاژ و جریان سامانه

### شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

شرایط: فضای مناسب - ابزار مناسب - مدت زمان متناسب با حجم کار  
 ابزار و تجهیزات: ابزار عمومی سیم‌کشی برق - باتری لید اسید - اینورتر - لباس کار - مدول خورشیدی - کنترل شارژ باتری - اینورتر و اتصالات و کابل

### معیار شایستگی

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	تشخیص رفتار سامانه از روی وضعیت LED	۲	
۲	تغییر موارد ایمنی و حفاظتی به زبان اصلی	۱	
۳	تشخیص عیوب سامانه	۲	
۴	برچسب‌خوانی روی قطعات	۱	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: کسب اطلاعات کار تیمی مستندسازی ویژگی شخصیتی	۲	
	میانگین نمرات		*

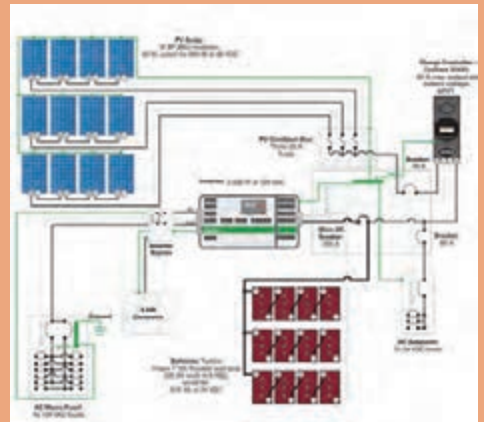
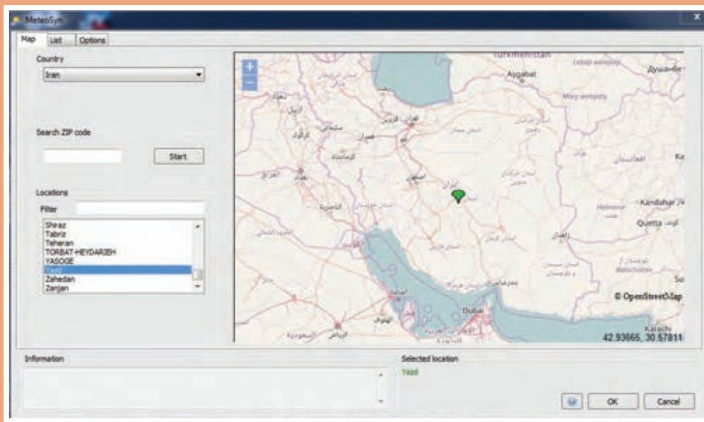
\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.





# پودمان ۵

## نقشه کشی و نرم افزار



## واحد یادگیری ۶

### نقشه‌کشی و نرم‌افزار

#### آیا می‌دانید

- نقشه‌کشی همبندی قبل از اجرا چه مزایایی دارد؟
- نقشه‌کشی سامانه فتوولتاییک چه مزایایی در نصب سامانه دارد؟
- نرم‌افزار امکان‌سنجی سامانه فتوولتاییک چه متغیرهایی را تعیین می‌کند؟
- با نرم‌افزار می‌توان مقدار شدت تابش نور خورشید و عرض جغرافیایی را تعیین کرد؟
- سامانه نصب پمپ چاه آب و مستقل از شبکه قابل شبیه‌سازی با نرم‌افزار است؟

#### استاندارد عملکرد

پس از اتمام این واحد یادگیری هنرجویان قادر خواهند بود با استفاده از نرم‌افزار اتوکد نقشه‌کشی همبندی ساختمان، خانه هوشمند و سامانه فتوولتاییک را انجام دهند. آنها در ادامه قادر خواهند بود با برآورد مکانی مقدار تابش نور خورشید در هر نقطه از کشورمان با انتخاب قطعات سامانه فتوولتاییک تعریف شده، شبیه‌سازی دقیقی از پروژه تعریف شده داشته باشند.

#### مقدمه

نقشه‌کشی و نقشه‌خوانی ابزاری برای اجرای کار و پروژه است. بسیاری از مواقع قبل از اجرای یک پروژه و سامانه با ترسیم نقشه می‌توان به موانع اجرایی احتمالی آن پی برد. همچنین با استفاده از نقشه می‌توان برآوردی از هزینه‌ها به دست آورد. کاربرد نرم‌افزار نیز قبل از اجرا این فرصت را برای افراد ایجاد می‌کند تا دید کلی از فضای انجام کار، متغیرها و خروجی‌ها پیدا کنند. فضای نرم‌افزار با تغییر متغیرها و مطالعه خروجی‌های مختلف می‌توان تصمیم دقیق‌تری در مورد کار نهایی گرفت و شرایط را متناسب با محیط و محل انجام پروژه تعریف کرد.



در این فصل سه کار عملی برای نقشه‌کشی به کمک رایانه (اتوکد) تعریف شده است. ابتدا نقشه‌کشی همبندی، پلان همبندی فونداسیون و طبقات با اشاره به نحوه جوشکاری قطعات مختلف در همبندی ذکر شده است. در ادامه کار عملی دوم برای نقشه‌کشی خانه هوشمند تعریف شده و در نهایت یک کار عملی برای سامانه خورشیدی آورده شده است.

کار عملی



نقشه‌کشی همبندی با میل‌گردهای اسکلت

نقشه‌کشی همبندی با توجه به پلان‌هایی که به شما داده می‌شود انجام می‌گیرد. این کار عملی همراه با نکات فنی مربوط به فصل همبندی است. سعی کنید پلان را به همراه جزئیات کار تکمیل و ترسیم نمایید. مراحل کار به شرح زیر است:

- ۱- رسم همبندی در فونداسیون
  - ۲- پلان همبندی طبقات
  - ۳- پلان همبندی سقف بام و پلان همبندی خرپشته
  - ۴- جزئیات همبندی روی یکی از ستون‌ها به صورت رایزر
  - ۵- تهیه نقشه جزئیات انواع اتصالات میل‌گردها
  - ۶- جزئیات برای اتصال دهنده روی ستون‌ها
- برای این منظور به صورت زیر عمل کنید:  
یک فایل الگوی acadiso.dwt را باز کنید.  
لایه‌هایی مطابق جدول ۱ را برای رسم ایجاد نمایید.

جدول ۱- لایه‌های مورد نیاز

Betton		73	Continuous	0.13 mm	0	Color_73
Bonding d...		white	Continuous	Default	0	Color_7
Defpoints		white	Continuous	Default	0	Color_7
Dim		red	Continuous	Default	0	Color_1
fix point		172	Continuous	Default	0	Color_...
Hambandi		170	Continuous	Default	0	Color_...
Plan		8	Continuous	0.13 mm	0	Color_8
Text-1		21	Continuous	0.13 mm	0	Color_21
Text2		blue	Continuous	Default	0	Color_5

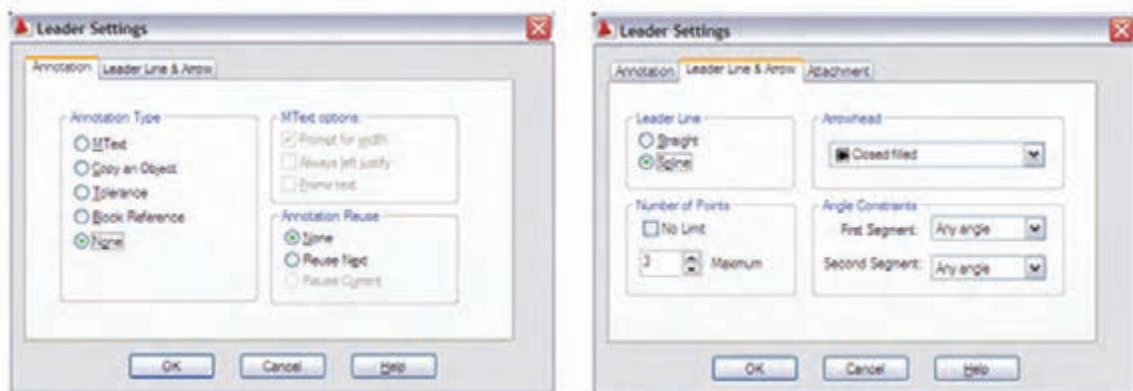
- ابتدا زوایید پلان‌های مربوط را حذف کرده و آنها را در لایه plan قرار دهید. برای اجرای موارد ۱ و ۲ و ۳ به ترتیب روی پلان فونداسیون، وسط شناژهای پیرامونی آن را با فرض جاری بودن لایه Bonding و با استفاده از دستور Line و با فعال بودن ORTHO به هم وصل کنید یعنی خطوط هادی همبند پیرامونی را رسم نمایید.

- در ادامه فقط در پلان فونداسیون مانند بالا عمل کنید. همچنین وسط شناژهای ارتباطی و خطوط ارتباطی آنها را رسم نمایید.

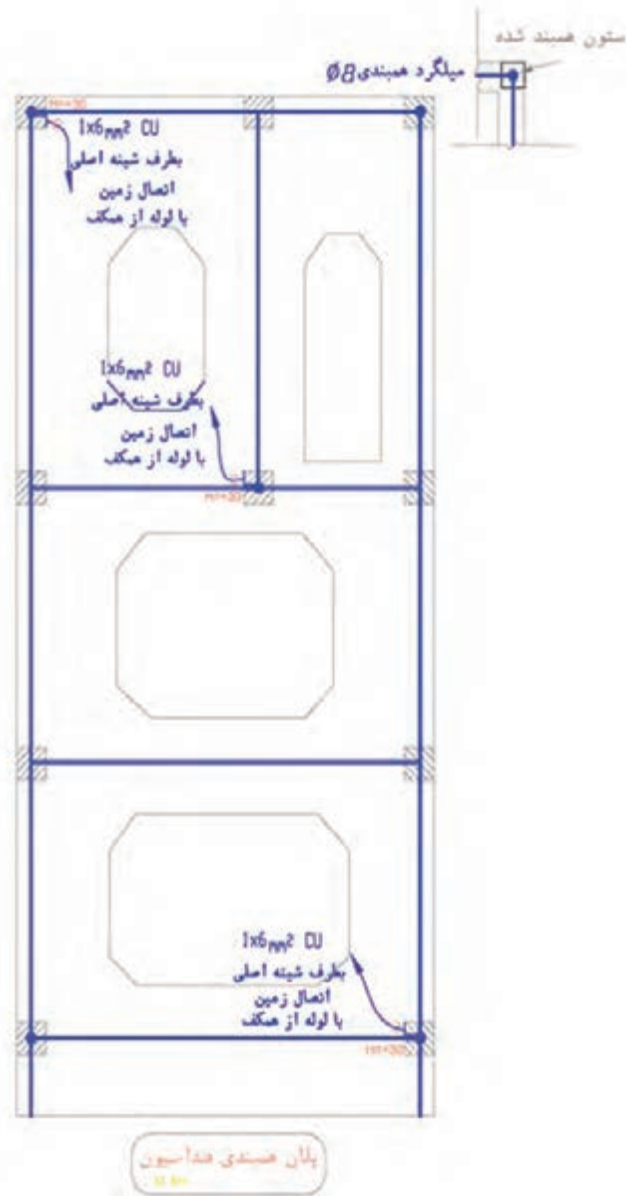
- برای نمایش ستون‌های همبند در پلان باید پنج نقطه توپر و واضح در محل اتصال ۹۰ درجه شناژهای پیرامونی (چهار گوش ساختمان) و یک نقطه توپر هم در یکی از ستون‌های خرپشته، رسم نمایید. به خاطر داشته باشید این پنج نقطه در تمامی پلان‌های بعدی یعنی طبقات و بام و خرپشته نیز تکرار شده و باید ترسیم نمایید. برای این منظور دوباره در لایه Bonding قرار دارید و می‌توانید از دستور Donut استفاده کرده و شعاع داخلی را صفر در نظر بگیرید و یا دایره‌ای را رسم کرده و آن را به صورت solid هاشور بزنید. در این صورت نقطه توپر را خواهید ساخت و با دستور کپی (Copy) آن را در محل‌های گفته شده ذخیره (paste) کنید.

- اگر در پلان، طبقات منفی (زیرزمین) نداشته باشید می‌توانید در پلان فونداسیون کد ارتفاعی ۳۰+ همکف را نیز نشان دهید. برای نمایش قطعه اتصال روی ستون همبند، یک اتصال L شکل را نبشی در نظر بگیرید و با دو خط آن را به میل‌گرد همبند متصل کنید. در شکل پلان فونداسیون این موضوع نشان داده شده است آن را ترسیم کنید.

- در این مرحله مانند نقشه‌های برق (پلان روشنایی و پریرز) باید نقطه اتصال را برای ارتباط به ترمینال اصلی اتصال زمین با "پیکانی" آدرس‌دهی کنید. معمولاً در مقیاس نقشه این پیکان کمی کوچک خواهد بود با تنظیمات Dimension Style پیکان را بزرگ‌تر کنید در ضمن خط پیکان باید قوس‌دار و بدون نوشته باشد. پس با اجرای دستور Leader در پنجره Leader Setting دکمه None و Spline را انتخاب کنید. (شکل ۱)



شکل ۱- تنظیمات



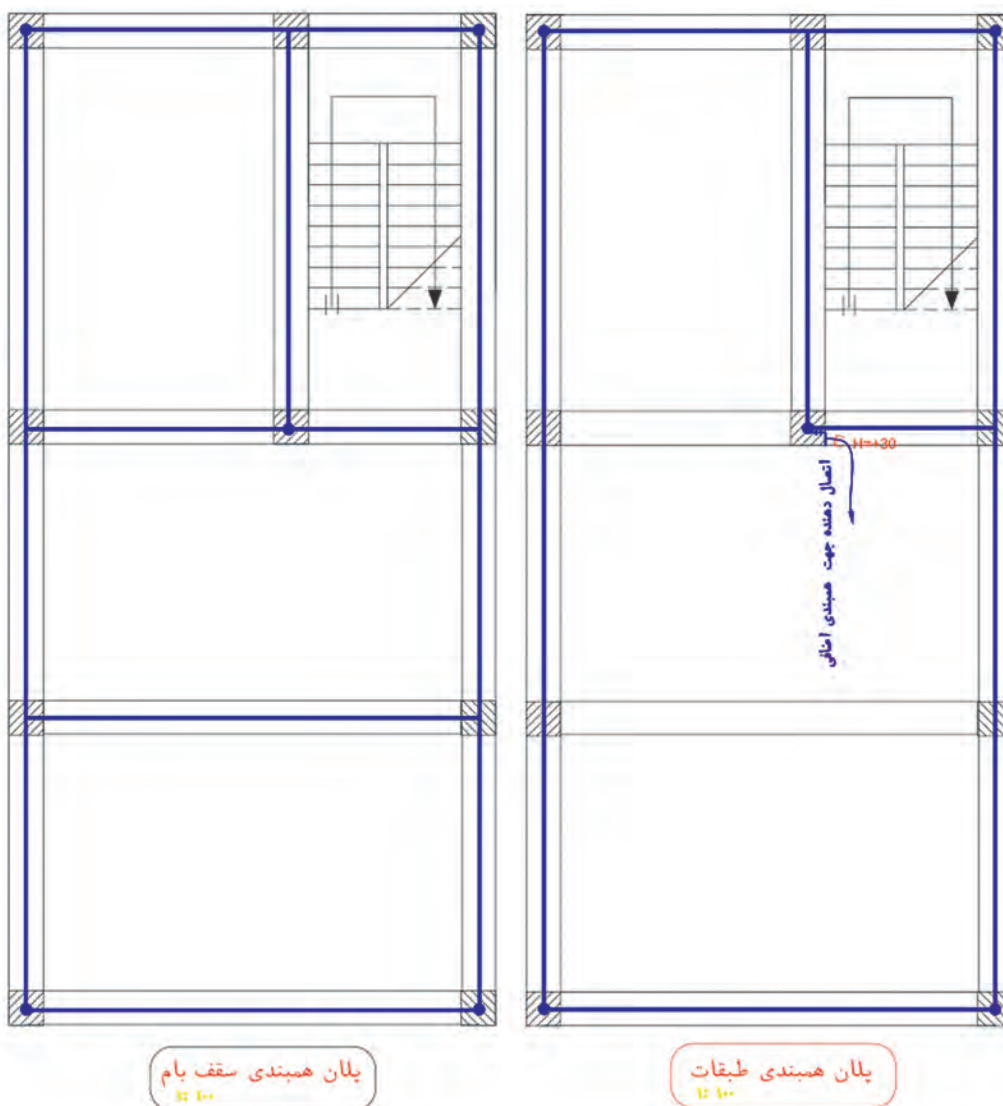
شکل ۲- پلان همبندی فونداسیون

- اکنون نوبت ترسیم همبندی در پلان طبقات است. در صورتی که یکی از طول‌های پیرامونی ساختمان کمتر از ۲۰ متر باشد نیازی نیست که شناژهای ارتباطی آن طبقه در همبندی به هم وصل شوند و فقط شناژ پیرامونی (دور تا دور) ساختمان را مشابه حالت قبل ترسیم کنید. این طرح به عنوان شبکه همبند کافی است. - ستون‌های همبند را بار دیگر به صورت پنج نقطه توپر مانند پلان فونداسیون نشان داده و ترسیم کنید (شکل ۲). - در این پلان نیاز به یک نقطه متصل‌کننده است چرا که برای همبندی اضافی داخل ساختمان و جعبه همبندی حمام مورد نیاز خواهد بود آن ستون همبند را انتخاب و اتصال‌دهنده را در آنجا ترسیم کنید (مطابق پلان طبقات).

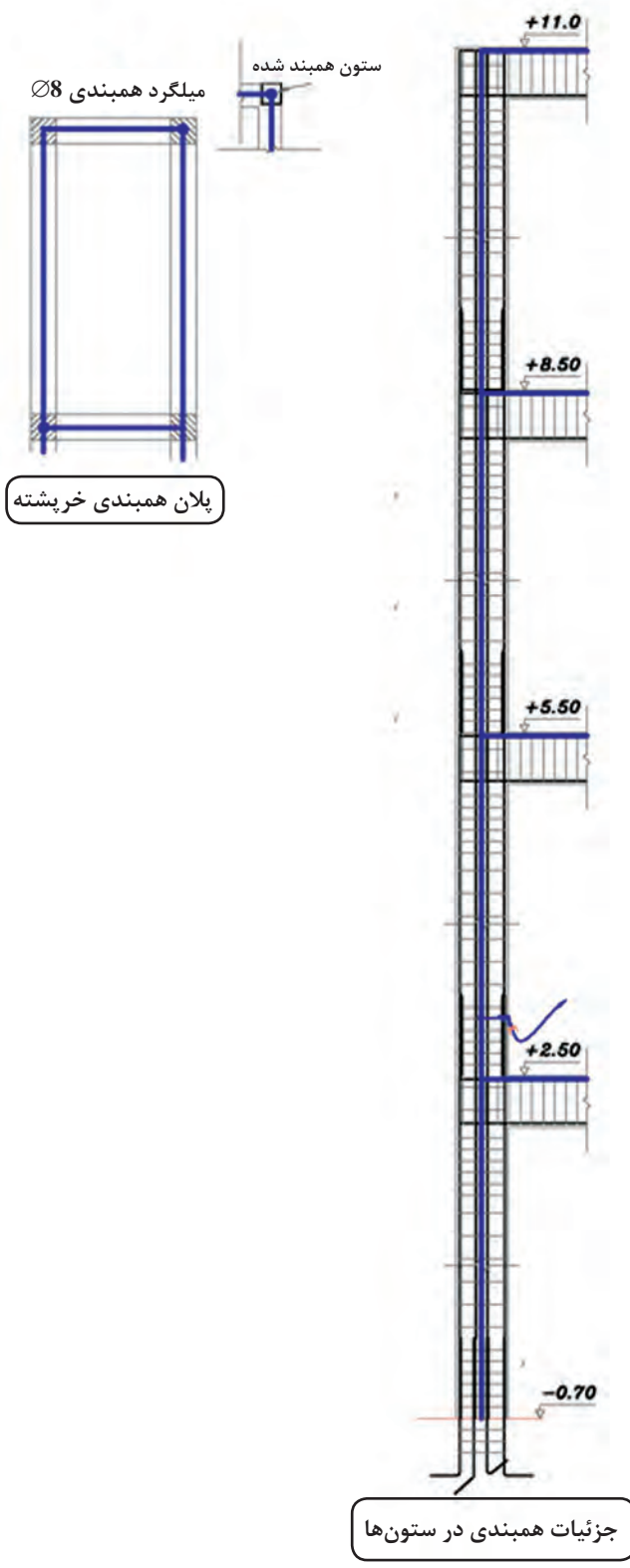
- در این مرحله نوبت می‌رسد به پلان سقف بام که معمولاً به لحاظ ظاهری شبیه شکل پلان طبقات است. در این پلان مانند مرحله اول و دوم پلان طبقه عمل کنید اما در ادامه مانند پلان فونداسیون باید شناژهای ارتباطی را نیز به هم وصل نمایید بدین ترتیب کار پلان سقف بام تمام خواهد شد.

در انتها نوبت به پلان خرپشته می‌رسد. برای ترسیم همبندی خرپشته دور تا دور آن را از وسط شناژ با خط همبندی مانند بقیه به هم وصل کنید. پلان خرپشته معمولاً یک ستون همبند دارد اما در برخی مواقع که در گوشه ساختمان باشد ستون همبند دیگری نیز خواهد داشت آنها را نیز مطابق آنچه قبلاً گفته شد ترسیم کنید (شکل ۳).

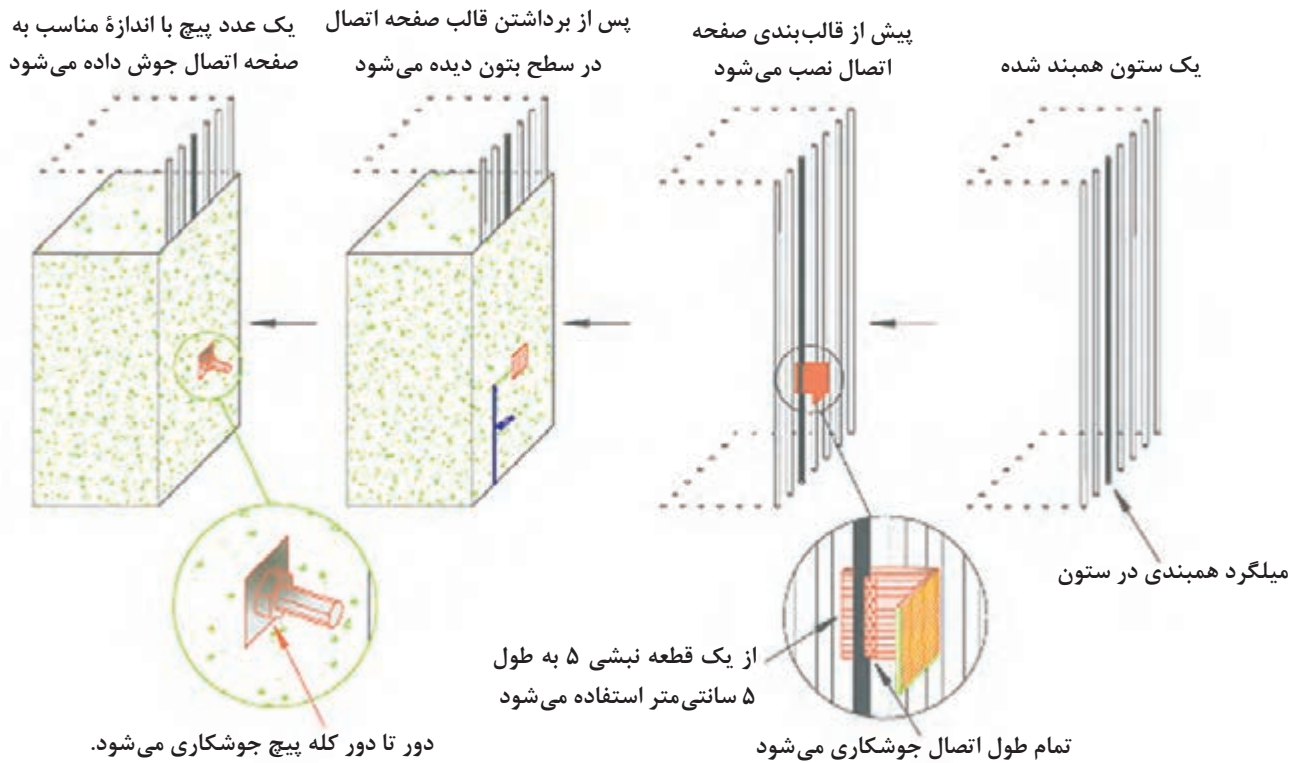
مراحل ۱، ۲ و ۳ نقشه که مربوط به پلان‌ها بود تا این قسمت ترسیم شد. برای مورد ۴ یعنی رسم جزئیات رایزر همبندی، یکی از ستون‌های همبند را در نظر گرفته و از وسط، ستون هادی همبند را از ابتدا تا انتهای آن رسم کنید این نقشه باید با پلان‌ها همخوانی داشته باشد برای این منظور نقاط اتصال را در طبقات نیز رسم نمایید. برای مورد ۵، جزئیات انواع اتصال جوشی میل‌گردها را ترسیم نمایید. همچنین مطابق شکل مربوط به جزئیات، اتصال دهنده روی ستون‌ها را مشابه شکل داده شده رسم نمایید (شکل ۴).



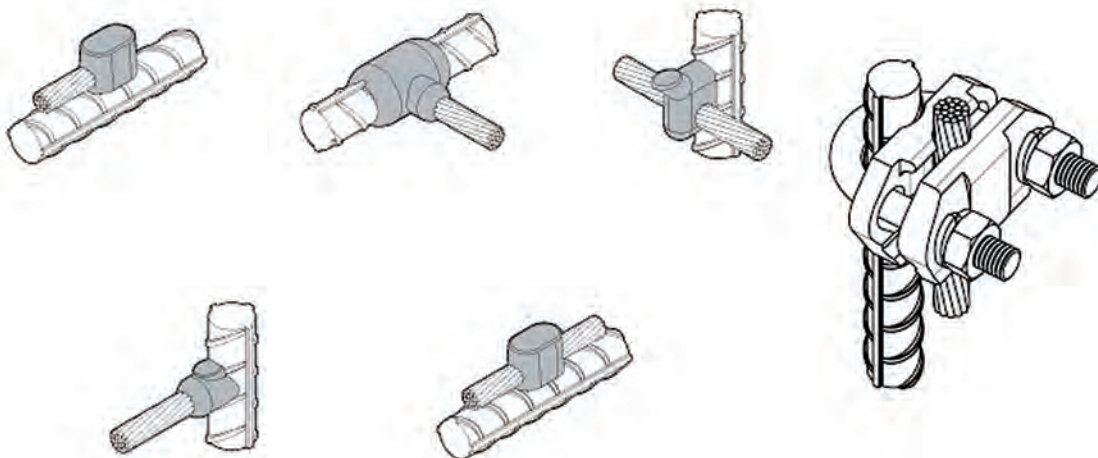
شکل ۳- پلان همبندی طبقات



شکل ۴- جزئیات همبندی



شکل ۵- جزئیات اجرایی قطعه اتصال در ستون همبندی



اگر هادی مسی را به عنوان هادی همبند انتخاب می کنید هادی مسی باید دارای مقطع حداقل ۱۶ میلی متر مربع بوده و در هر فاصله ۶ متر با استفاده از جوش احتراقی یا بست پیچی مطابق تصاویر داده شده به میل گرد متصل شود.





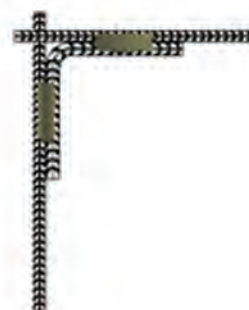
نحوه جوشکاری میل‌گردها در یک تقاطع چهار راهه



نحوه جوشکاری میل‌گردهای طولی  
(جوشکاری Overlap ها)



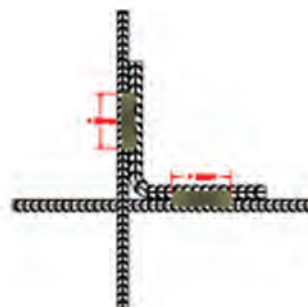
نحوه جوشکاری میل‌گردها در یک تقاطع سه راهه



نحوه جوشکاری میل‌گردها در یک گوشه

طول جوش		نوع آرماتور
دو طرفه	یک طرفه	
3d	6d	AI
4d	8d	AII
5d	10d	AIII

قطر آرماتور (میل‌گرد)  
آرماتور AI از نوع ساده و آرماتورهای AII و AIII از نوع عاج‌دار هستند.



نحوه جوشکاری میل‌گردهای شناژ یا شالوده  
به ستون (میل‌گردهای افقی به عمودی)



جوش دو طرفه



جوش یک طرفه



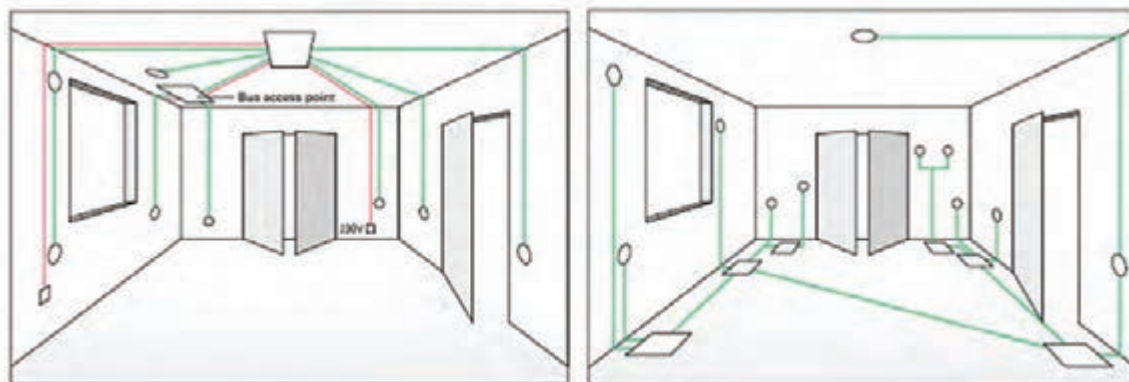


### نقشه کشی ساختمان هوشمند KNX

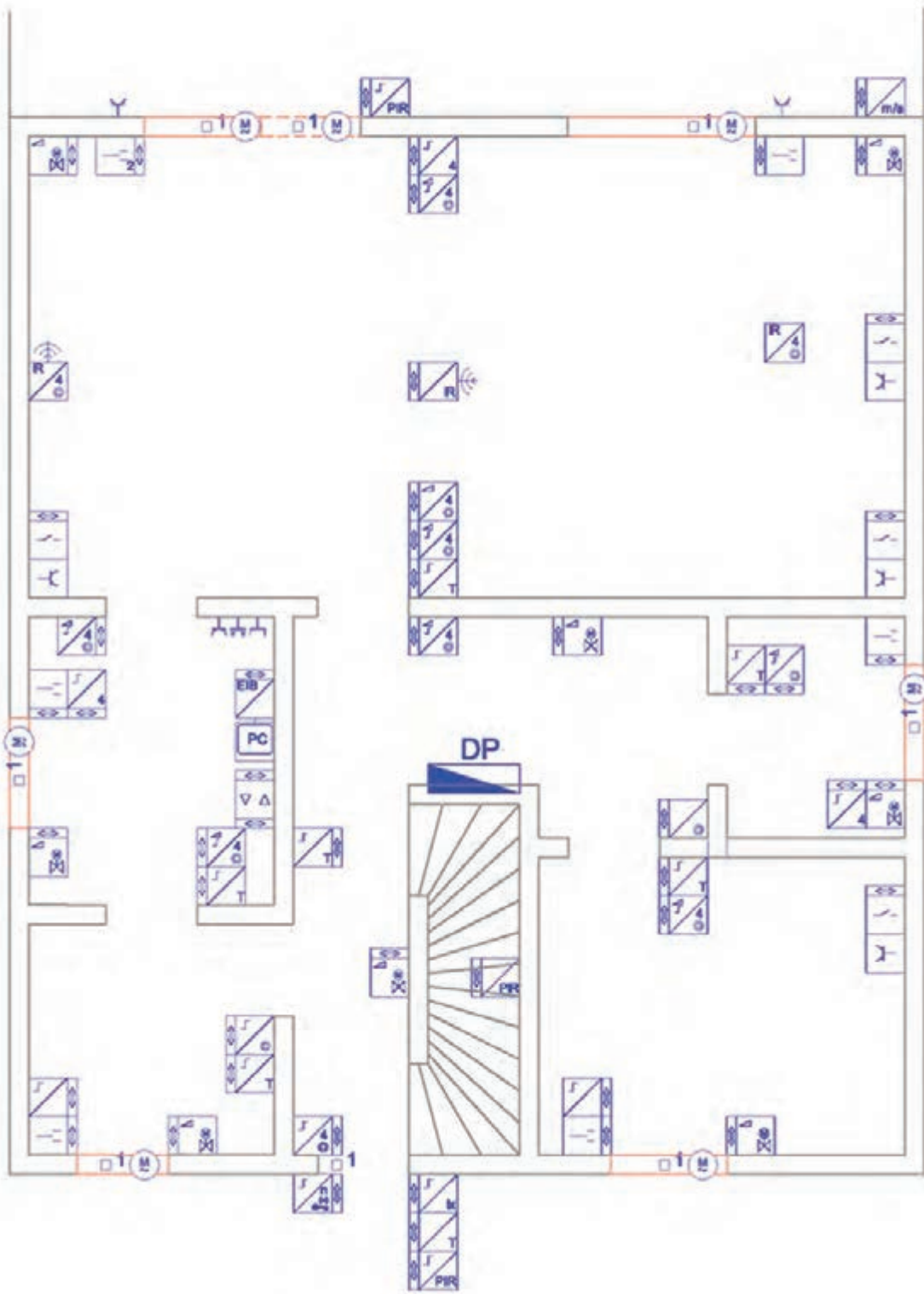
نقشه کشی ساختمان هوشمند شبیه نقشه کشی روشنایی برق ساختمان است. با این تفاوت که در این نقشه کشی از قطعات مربوط به نقشه کشی خانه هوشمند استفاده می شود و نقشه های متفاوتی دارد. این نقشه ها عبارت اند از:

- ۱- ترسیم سیم کشی ساختمان هوشمند روی پلان مربوط
- ۲- نقشه تابلو برق ساختمان هوشمند
- ۳- نقشه های رایزر در صورت لزوم
- ۴- جزئیات اجرایی نصب سنسورها

برای ترسیم نقشه ها در زمینه پلان داده شده باید توجه داشت علائمی که KNX برای قطعات مختلف تعریف و معرفی کرده برای نقشه کشی پلان می تواند به کار گرفته شود. در این صورت با توجه به اینکه این علائم چهارگوش و نسبتاً بزرگ هستند فقط می توانید آنها را در پلان نشان دهید. برای ترسیم سیم کشی Bus و قدرت باید از نمودار دیگری بیرون از پلان استفاده کنید. به همین منظور این نوع نقشه کشی در بازار کار چندان رایج نیست و از علائم کوچک دیگری برای این منظور استفاده می شود. در شکل ۶ دو نمونه سیم کشی KNX یکی کاملاً سقفی و دیگری از کف آورده شده است. در نقشه شکل ۷ بعدی علائم دیگری را برای KNX می بینید، آنها را ترسیم کنید و با استفاده از آنها کار کنید.



شکل ۶- سیم کشی KNX



شکل ۷- نقشه دیگری از KNX

برای ترسیم این نقشه‌ها روش کار به این صورت خواهد بود. ابتدا لایه‌هایی را تعریف کنید. یک لایه مربوط به خطوط Bus و لایه دیگر مربوط به برق اصلی (power) و لایه‌ای را هم برای قطعات و ماژول‌ها در نظر بگیرید. برای نوشتن توضیحات فارسی و متن مطابق جدول ۲ لایه لازم دارید.

جدول ۲- فهرست لایه‌های مورد نیاز در نقشه						
نام لایه	رنگ	Line weight	کاربرد	On/off	Freeze/thaw	Lock/Unlock
Bus	۳۰	Default	خط باس	On	thaw	Unlock
power	blue	Default	برق اصلی	On	thaw	Unlock
Devices	red	۰/۵ mm	قطعات	On	thaw	Unlock
TEXT_۱	Yellow	Default	متن ۲	On	thaw	Unlock
TEXT_۲	۲۱	Default	متن ۱	On	thaw	Unlock
Plan	۸	Default	پلان	On	thaw	Unlock

ترسیم را روی پلانی شروع کنید که از قبل آماده کرده و زواید آن را حذف کرده و در لایه plan قرار داده‌اید. با توجه به اینکه مدارهای Bus دارای ولتاژ ۳۰ ولت و مدارهای برق اصلی دارای ولتاژ ۲۳۰ ولت هستند قاعدتاً باید آنها را در دو پلان مجزا ترسیم کنید. این کار باعث می‌شود تا مجریان پروژه دچار مشکل اجرایی نشوند. با توجه به تفاوت رنگ لایه‌های مربوط می‌توان آنها را روی یک پلان ترسیم کرد و در ضمن پلات گرفتن از نقشه این کار را انجام داد. نکته مهم این است که قبل از همه این کارها احتیاج به یک جدول کوچک علائم شمایی فنی دارید که آن را مطابق جدول داده شده کنار پلان مربوط ترسیم نمایید.

نقشه‌های کار عملی در اینجا با توجه به مطالبی که در فصل مربوط آموختید فقط شامل مدارات Lighting (روشنایی)، Dimming (افزایش و کاهش نور)، Blind (کنترل پرده)، HVAC (سرمایش و گرمایش و تهویه مطبوع) می‌باشد. با توجه به سناریوهایی که در نظر گرفتید کار رسم را انجام خواهید داد، اما در ساختمان هوشمند با توجه به بحث کاهش مصرف انرژی و سیستم‌های حفاظتی مدارات و ارتباطات، سناریوهای دیگری را نیز می‌توان در نظر گرفت. برای ادامه کار مطابق مراحل زیر عمل نمایید:

الف) ابتدا برای یک مدار روشنایی روی پلان مطابق مراحل نقشه‌کشی (یعنی نوع سنتی آن) چیدمان قطعات را انجام و ترسیم نمایید.

ب) مداربندی این قطعات را با توجه به مدار Bus و مدار power انجام دهید. انواع کلیدها شامل ساده، لمسی و تاج را توسط مدار Bus بهم ارتباط دهید. با توجه به مکان‌سنجی (توپولوژی) Bus که در فصل ساختمان هوشمند ارائه شده است می‌توانید ارتباطات را انجام دهید. استفاده از ارتباطات ساده و متعارف برای ساختمان‌های معمول و در اندازه کوچک توصیه می‌شود. به عبارت دیگر یک کلید فقط باید به کلید

بعد از خود برق‌رسانی Bus کند.

ج) مداربندی را با توجه به اینکه چراغ یا چراغ‌ها به کدام خروجی از تابلو هوشمند و ماژول‌های مربوط متصل می‌شوند، انجام داده و با آدرس‌دهی آنها را به تابلو و خروجی مربوط متصل کنید. طبیعی است که در این حالت از لایه power برای این منظور استفاده می‌شود.

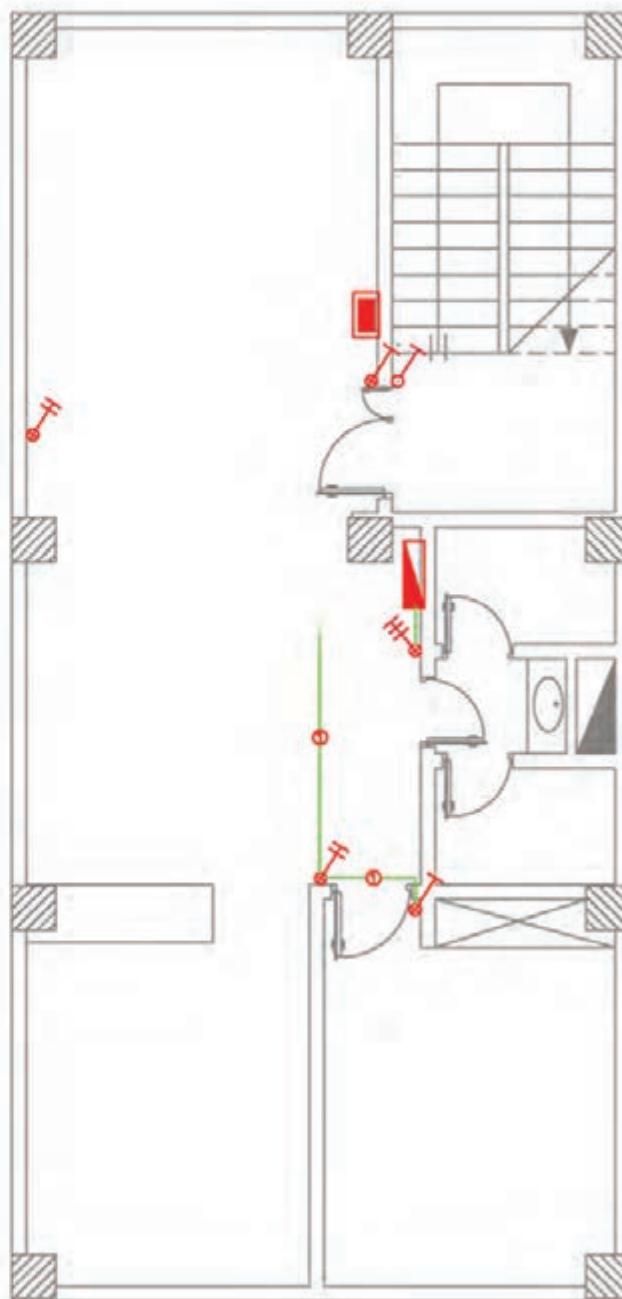
پلان ساختمان هوشمند داده شده در شکل ۸ را با توجه به علائمی که تعریف شده تکمیل کنید.

چراغ رشته‌ای عمومی و رودی تابلو چراغ سیگنال	⊗
چراغ روکار سقفی حیاط دار	◇
چراغ دیواری	⊕
چراغ دیواری برای مناطق مرطوب	⊕ IP44
چراغ توکار سقفی	⊕
چراغ دیواری توکار	⊕
لوستر (با ذکر تعداد و توان هر لامپ)	⊗ 40W
زنگ	🔔
هواکش	🌀
سیم کشی به سمت بالا	↗
سیم کشی به سمت پایین	↘
کلید هوشمند هشت پل	⚡
کلید هوشمند شش پل	⚡
کلید هوشمند چهار پل	⚡
کلید هوشمند دو پل	⚡
کلید هوشمند دو پل با ورودی فرمان	⚡
تابلو برق و هوشمند	⚡
صفحه ایسی هوشمند	📺

حرف T منظور ترموستات بودن کلید است

① KNX Cable

② Power wire 3x1.5 mm<sup>2</sup>



شکل ۸- پلان ساختمان هوشمند



## نقشه کشی سامانه خورشیدی

نقشه کشی سامانه فتوولتاییک برخلاف دو کار عملی نقشه کشی قبل، روی پلان طبقات ساختمان انجام نمی شود. با توجه به مطالب مربوط به سامانه خورشیدی می توانید این نقشه ها را ترسیم کنید:

۱- پلان بام ساختمان سامانه PV

۲- نمودار تک خطی سامانه PV

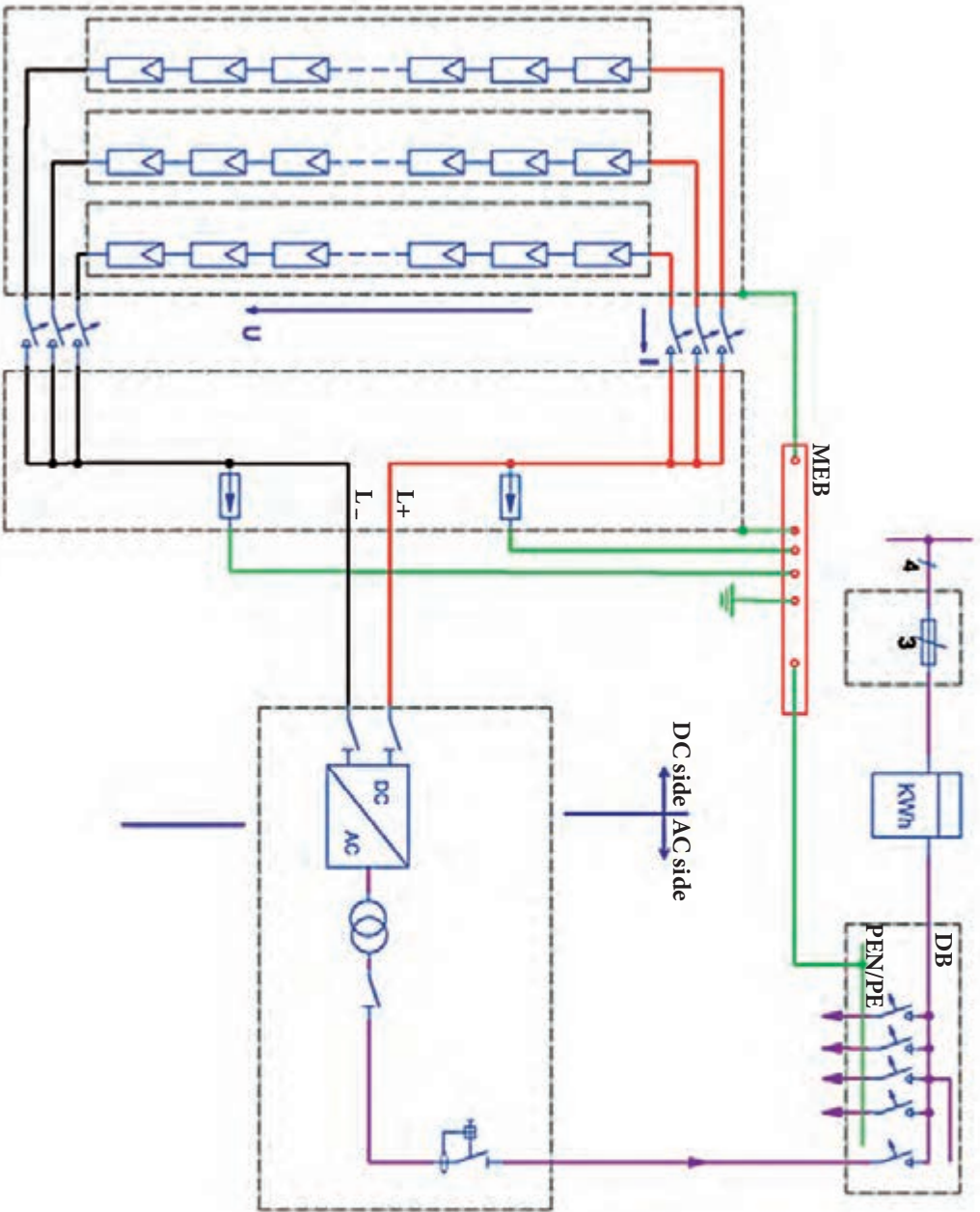
هر چند چیدمان پنل ها و آرایه های خورشیدی روی پلان بام و همچنین نحوه سیم کشی آنها به همراه چیدمان سایر قطعات به عنوان نقشه کار، برای نصابان لازم و مفید است اما صرفاً دیدن یک پلان بام بدون حضور در محل و بررسی موقعیت و مختصات جغرافیایی، شرایط و امکانات نصب، نمی تواند نقشه کشی مناسبی را به همراه داشته باشد. برای توجیه و امکان سنجی سامانه های PV علاوه بر نرم افزار اتوکد در انتهای این فصل کار عملی با نرم افزار meteo و PVSyst آمده است. با استفاده از این نرم افزارها می توانید مطالعات کافی برای ارائه نقشه و نوع سامانه تهیه کنید و به عنوان مستندات طراحی ارائه دهید. اما برای نقشه کشی با اتوکد، یک نمونه سامانه فتوولتاییک در اختیار شما قرار می گیرد تا آن را روی پلان بام پیاده سازی نمایید برای این منظور به ترتیب زیر عمل کنید:










- ابتدا لازم است لایه های شکل ۹ را در نرم افزار اتوکد ایجاد نمایید.

S...	Name	O...	Freeze	L...	Color	Linetype	Lineweight	Trans...	Plot St...	P...	N...
	All Used L...				BYLAY...	*Varies	Default	0	*Varies		
	+L				red	Continuous	Default	0	Color_1		
	-L				255	Continuous	Default	0	Color_...		
	0				white	Continuous	Default	0	Color_7		
	AC				mage...	Continuous	Default	0	Color_6		
	Box				252	EJES	Default	0	Color_...		
	Defpoints				white	Continuous	Default	0	Color_7		
	SIMBOLOS				161	Continuous	Default	0	Color_...		
	Text-1				160	Continuous	Default	0	Color_...		
	Text-2				21	Continuous	Default	0	Color_21		
	Wiring				102	Continuous	Default	0	Color_...		

شکل ۹- لایه های مورد نیاز

سپس نقشه زیر را رسم کنید. برای این کار، ابتدا علائم را ترسیم نموده و در ادامه با توجه به لایه های مربوط سیم کشی را نیز انجام داده و نقشه تک خطی را تکمیل نمایید. به مسیر سیم کشی قطب مثبت و منفی و سیم کشی اتصال زمین توجه کنید (شکل ۱۰).



-  نشانه عمومی فیوز
-  مازول خورشیدی
-  برقگیر حفاظتی (SPD)
-  ترانسفورماتور
-  اینورتر
-  ایزوله‌لاتور - جداکننده
-  کلید خودکار مینیاتوری (MCB)
-  کلید جریان باقیمانده (RCD)
-  انرژی سنخ - کنتور

شکل ۱۰- نقشه سامانه خورشیدی مستقل از شبکه

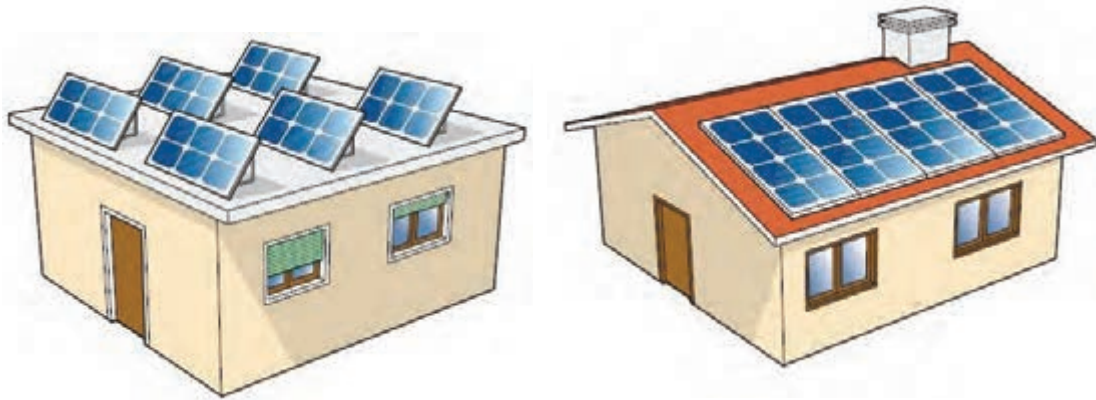


برای برنامه ریزی، نصب و بهره برداری از سیستم های فتوولتاییک نیاز است تا ابتدا برآورد و نیازسنجی تابش نور خورشید از موقعیت و محل نصب سامانه وجود داشته باشد. همچنین ضروری است تا نقشه اولیه از پلان چیدمان و جانمایی قطعات و در نهایت سیم کشی قطعات سامانه انجام شود. آیا قابلیت تشخیص مقدار تابش خورشید بدون وسیله اندازه گیری وجود دارد؟ آیا می توان نمونه های واقعی تجهیزات سامانه را انتخاب کرد و توان خروجی را به دست آورد؟

در این پودمان، ابتدا با نرم افزار meteo نیازسنجی محلی از وضعیت تابش نور خورشید در محل نصب سامانه و مقایسه آن در شهرهای مختلف کشورمان ایران انجام می شود، در ادامه نرم افزار PVSYST معرفی شده و امکانات و قابلیت های آن برای برآورد تولید و مصرف انرژی الکتریکی توسط سامانه فتوولتاییک مستقل از شبکه بررسی می شود. در این قسمت دو کار عملی پیش بینی شده است.

یکی از اهداف توسعه سامانه های خورشیدی، حرکت به سمت تولید انرژی الکتریکی توسط سامانه فتوولتاییک نصب شده روی ساختمان است. ساختمان هایی که مصرف انرژی الکتریکی مورد نیاز خود را به طور مستقل تأمین می کنند (BIPV: Building Integrated PV).

نیازسنجی میزان تولید انرژی الکتریکی توسط این ساختمان های سبز چه به صورت مسطح یا شیروانی بسیار ضروری است (شکل ۱۱).



شکل ۱۱- ساختمان های BIPV

بدیهی است در ساختمان های با بام شیروانی زاویه نصب مدول خورشیدی باید در جهت بیشترین تابش نور خورشید باشد تا بازده خروجی سامانه دارای مقدار قابل ملاحظه و مقرون به صرفه باشد.

### امکان سنجی تابش خورشید با نرم افزار Meteo Syn

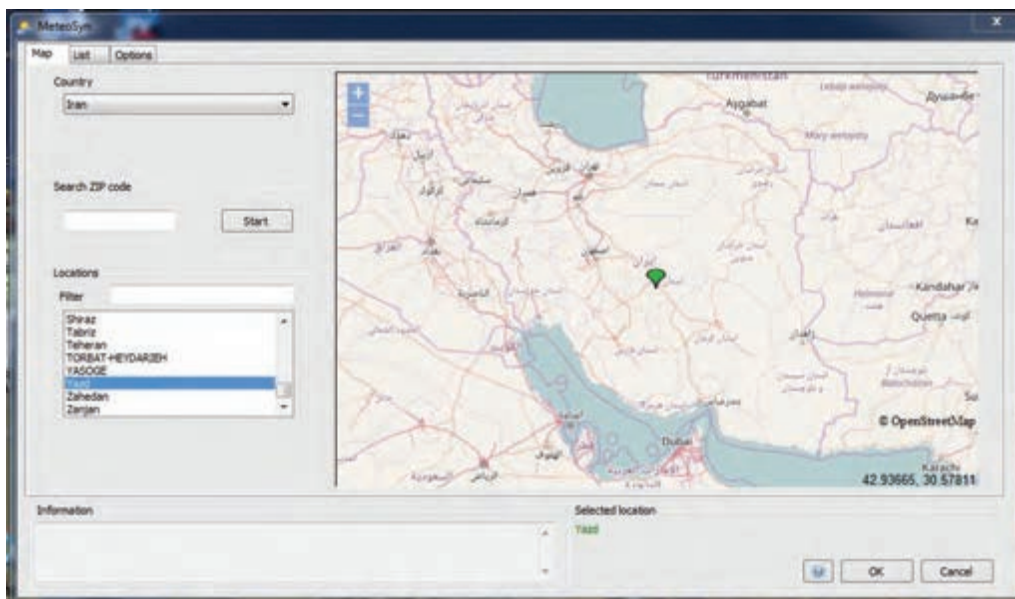
یکی از ملزومات مورد نیاز هنگام نصب و راه اندازی سامانه فتوولتاییک تعیین شدت تابش نور خورشید در محل و همچنین تعیین دقیق عرض جغرافیایی آن محل است. برای تعیین این دو پارامتر می توان از نرم افزار Meteo Syn استفاده کرد (شکل ۱۲).





شکل ۱۲- نرم افزار Meteo Syn

بعد از نصب نرم افزار و اتصال به شبکه اینترنت در قسمت map نرم افزار به سادگی کشور و شهر مورد نظر قابل انتخاب است. به طور مثال در شکل ۱۳ کشور ایران و شهر یزد انتخاب شده است.



شکل ۱۳- انتخاب کشور و شهر در نرم افزار

یکی از قابلیت های دیگر این نرم افزار مرتب کردن شهرهای هر کشور در قسمت List از لحاظ میزان تابش نور خورشید بر حسب  $\frac{\text{kWh}}{\text{m}^2}$  است. به طور مثال در (شکل ۱۴- الف) شهرهای رامسر و رشت دارای کمترین مقدار تابش است. با مرتب کردن بر حسب بیشترین مقدار تابش خورشید، شهرهای چابهار و بیرجند دارای بیشترین تابش است (شکل ۱۴- ب).

Location	[dW/h]	[°C]	From	Until	Latitude [°]	Longitude	Source	File
Ramsar	1299	16.7	1980	1999	36.90	56.67	Meteonorm 7	
Rasht	1388	16.4	1986	2005	37.25	48.60	Meteonorm 7	
Bander Anzali	1399	16.7	1986	2005	37.47	48.47	Meteonorm 7	
AHWAZ	1533	26.3	1986	2005	31.33	48.66	Meteonorm 7	
Dzful	1546	26.2	1986	2005	32.46	48.38	Meteonorm 7	
GORGAN	1554	17.8	1986	2005	36.81	54.46	Meteonorm 7	
Abadan	1577	25.9	1986	2005	30.37	48.29	Meteonorm 7	
HAKKO	1615	20.7	1986	2005	36.33	44.43	Meteonorm 7	
GHUOHAN	1624	12.8	1986	2005	36.85	54.26	Meteonorm 7	
Bushehr	1626	25.2	1986	2005	28.88	52.83	Meteonorm 7	
BUSHDIR	1637	25.2	1986	2005	28.85	56.85	Meteonorm 7	
ALIGOODARZ	1667	12.6	1986	2005	32.46	48.66	Meteonorm 7	
Mashhad	1692	15.6	1980	2000	36.27	56.63	Meteonorm 7	
SARZEVAR	1742	17.8	1986	2005	36.21	57.66	Meteonorm 7	
ARDEBIL	1756	9.8	1986	2005	38.25	48.28	Meteonorm 7	

شکل ۱۴- الف - میزان تابش به ترتیب از کمترین مقدار تابش

Location	[dW/h]	[°C]	From	Until	Latitude [°]	Longitude	Source	File
Chahbahar	2108	28.9	1986	2005	25.28	60.62	Meteonorm 7	
Birjand	2062	16.9	1982	1999	32.67	59.20	Meteonorm 7	
Zahedan	2062	20.2	1986	2005	29.47	60.88	Meteonorm 7	
Isfahan	1979	27.9	1986	2005	27.20	60.70	Meteonorm 7	
Groomeh	1977	11.5	1985	2000	37.53	45.08	Meteonorm 7	
Bandar Lengeh	1969	27.7	1986	2005	26.58	54.83	Meteonorm 7	
Yazd	1958	20.4	1986	2005	31.90	54.40	Meteonorm 7	
Semnan	1924	18.4	1986	2005	28.55	53.55	Meteonorm 7	
MARAGHEH	1921	13.4	1986	2005	37.40	46.24	Meteonorm 7	
Bandar Abbas	1919	27.2	1986	2005	27.22	56.37	Meteonorm 7	
KHOY	1910	12.7	1986	2005	36.55	44.94	Meteonorm 7	
Kerman	1905	17.7	1986	2005	30.25	56.97	Meteonorm 7	
Shahrood	1902	15.2	1986	2005	36.42	55.03	Meteonorm 7	
SANANDAJ	1884	14.2	1986	2005	35.33	47.00	Meteonorm 7	
Tabriz	1883	13.2	1986	2000	38.13	48.28	Meteonorm 7	

شکل ۱۴- ب - میزان تابش به ترتیب از بیشترین مقدار تابش



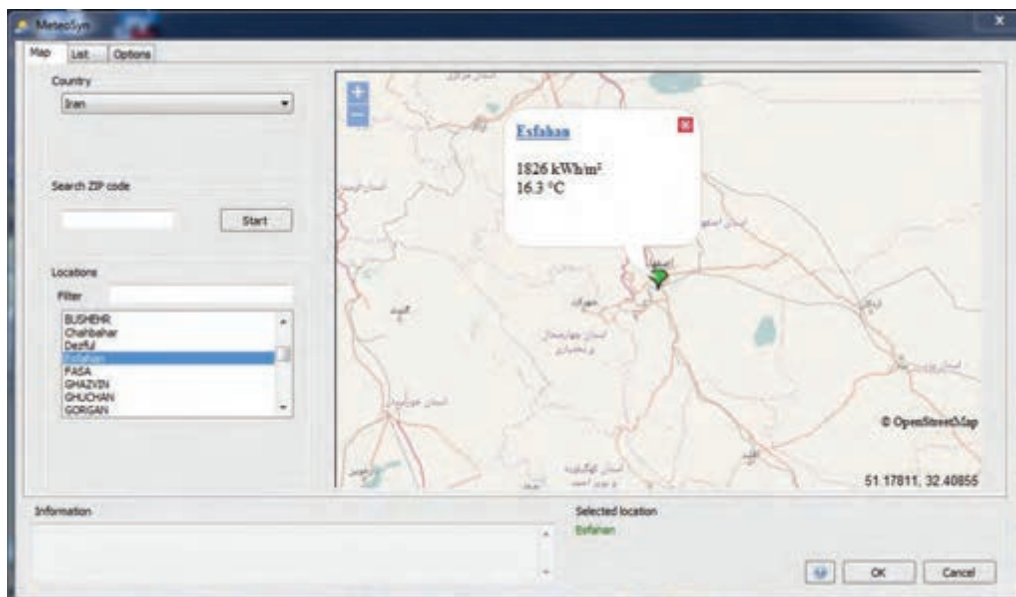
نرم افزار Meteo Syn را نصب کنید و عرض جغرافیایی و میزان تابش شهر محل سکونت خود را در آن جست و جو کنید.

**توجه:** حداقل میزان تابش برای مقرون به صرفه بودن تولید انرژی الکتریکی توسط نیروگاه سامانه فتوولتائیک تابشی برابر  $1800 \text{ kWh/m}^2$  است.

**جست و جو کنید:** کدام یک از شهرهای کشورمان دارای سقف تابش بیش از  $1800 \text{ kWh/m}^2$  است؟ کدام شهر تابش کمتر از این مقدار دارد؟

قابلیت های دیگر این نرم افزار تعیین دمای محیط، عرض جغرافیایی و طول جغرافیایی است. البته مقادیر گفته شده در بازه زمانی تا حدود سال ۲۰۰۵ میلادی به روز رسانی شده است.

بعد از پیدا کردن شهر و محل مورد نظر نصب سامانه می توان با افزایش مقدار بزرگنمایی نرم افزار، موقعیت جغرافیایی دقیق تری را پیدا کرد. شهر اصفهان با تابش  $1826 \text{ kWh/m}^2$  در دمای  $16.3^\circ\text{C}$  سانتیگراد در شکل ۱۵ تعیین شده است. در منتهی الیه سمت راست و پائین صفحه طول و عرض دقیق جغرافیایی محل تعیین شده نیز گزارش شده است. تعیین عرض جغرافیایی برای تنظیم زاویه نصب مدول های خورشیدی اهمیت دارد.



شکل ۱۵- تعیین میزان تابش و طول و عرض جغرافیایی در شهر اصفهان



محل دقیق هنرستان محل تحصیل خود را توسط نرم‌افزار پیدا کنید و مقدار تابش نور خورشید را برآورد کنید؟ آیا این مقدار تابش برای نصب نیروگاهی مقرون به صرفه است؟



چرا شهرهای اهواز و دزفول در استان خوزستان (با وجودی که جزو شهرهای جنوبی و آفتابی است) در دسته‌بندی شهرهای با کمترین تابش نور خورشید برای تولید انرژی الکتریکی خورشیدی بعد از شهر بندر انزلی قرار گرفته است؟ چه عاملی در این دسته‌بندی تأثیرگذار بوده است؟

## نرم‌افزار PV syst



نرم‌افزار PVsyst نرم‌افزاری توانا برای شبیه‌سازی سامانه‌های فتوولتائیک متصل و مستقل از شبکه است. بسیاری از طراحان و پژوهشگران انرژی خورشیدی شبیه‌سازی را لازم و مطالعه رفتار سامانه را با این نرم‌افزار انجام می‌دهند. با استفاده از این نرم‌افزار و مهارت در به‌کارگیری می‌توان برآورد دقیقی از انتخاب قطعات سامانه و خروجی توان الکتریکی آن به دست آورد. اولین صفحه نمایش داده شده پس از نصب شبیه شکل ۱۶ خواهد بود. چنانکه در شکل ملاحظه می‌شود این نرم‌افزار نسخه ۶/۴۳ است.

- الف) گزینه طراحی مقدماتی (Preliminary design): برای بررسی ابتدایی و سریع سامانه قابلیت دارد.
- ب) گزینه طراحی پروژه (Project design): برای بررسی دقیق تر و تخصصی تر سامانه متصل و مستقل از شبکه، پمپ چاه آب و بار جریان مستقیم کاربرد دارد.
- ج) پایگاه داده‌ها (Data bases): در بانک اطلاعات و محل تعریف موقعیت جغرافیایی و تجهیزات سامانه کاربرد دارد.
- د) ابزار (Tools): تعریف قطعات مورد نیاز سامانه از این قسمت انجام می‌شود.



شکل ۱۶- صفحه اول محیط نرم‌افزار

## – طراحی مقدماتی (Preliminary design):

در این قسمت کاربران نرم‌افزار به سادگی می‌توانند تحلیل بسیار ساده و مقدماتی از سامانه متصل به شبکه، مستقل از شبکه و پمپ چاه آب داشته باشند (شکل ۱۷).



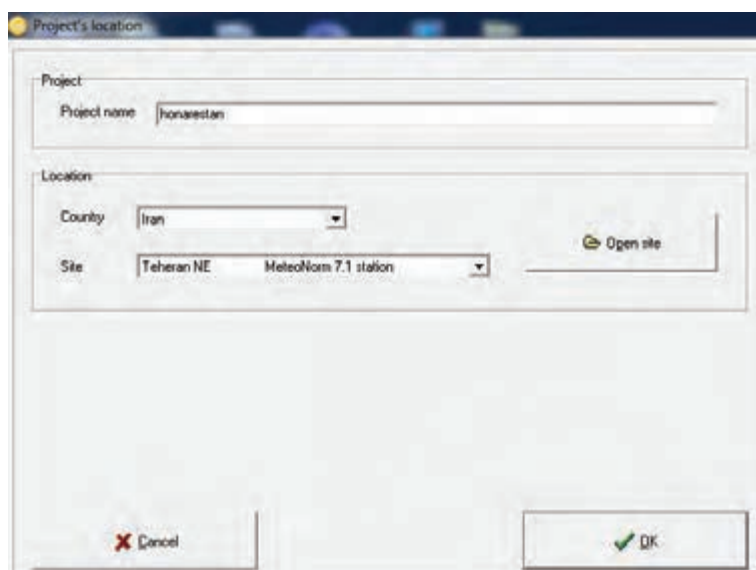
شکل ۱۷- طراحی ابتدایی سامانه متصل و منفصل از شبکه و پمپ آب

تحقیق کنید



چرا پروژه پمپ آب چاه در تعریف سامانه فتوولتائیک جدا دیده شده است؟

الف) محل پروژه این قسمت برای تمام طراحی‌ها مشترک است. نام پروژه و تعیین محل نصب (کشور و محل) در صفحه شبیه شکل ۱۸ وارد می‌شود. در این نمونه نام پروژه هنرستان و شهر محل نصب شمال شرق تهران (Tehran NE) انتخاب شده است.



شکل ۱۸- تعیین نام و محل پروژه

بعد از تعریف این دو پارامتر با کلیک روی کلید **Open Site**، مشخصات بیشتری از محل نصب ارائه می شود، این داده ها شامل نام قاره و کشور، طول و عرض جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریای آزاد و اختلاف زمانی است (شکل ۱۹).

سؤال: مقادیر زیر را تعیین کنید.

- ارتفاع از سطح دریا ....

- عرض جغرافیایی ....

- طول جغرافیایی ....

Geographical site parameters

Geographical Coordinates | Monthly neteo | Interactive Map

**Location**

Site name: Tehran NE Show map

Country: Iran Region: Asia

**Geographical Coordinates**

Sun path

	Decimal	Deg.	min.	
Latitude	25.78	25	47	(+ = North, - = South hemiph.)
Longitude	51.62	51	37	(+ = East, - = West of Greenwich)
Altitude	1885	M above sea level		
Time zone	3.5	Corresponding to an average difference		

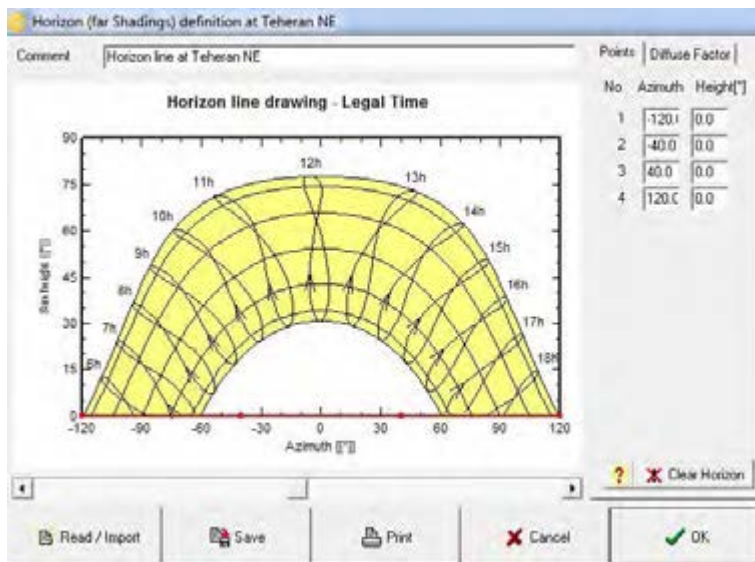
Legal Time - Solar Time = 0h 4m

Print Cancel OK

شکل ۱۹- مشخصات محل نصب

**خط افق تابش خورشید (Horizon):** بررسی وضعیت تابش خورشید از طلوع تا غروب و میزان اثر سایه در طول روز در منحنی نشان داده شده است. این منحنی، تابش نور خورشید در جهت جنوب جغرافیایی را نشان می دهد (شکل ۲۰) بین ساعت ۹ صبح تا ۱۵ بیشترین تابش وجود دارد.





شکل ۲۰- خط افق تابش خورشید

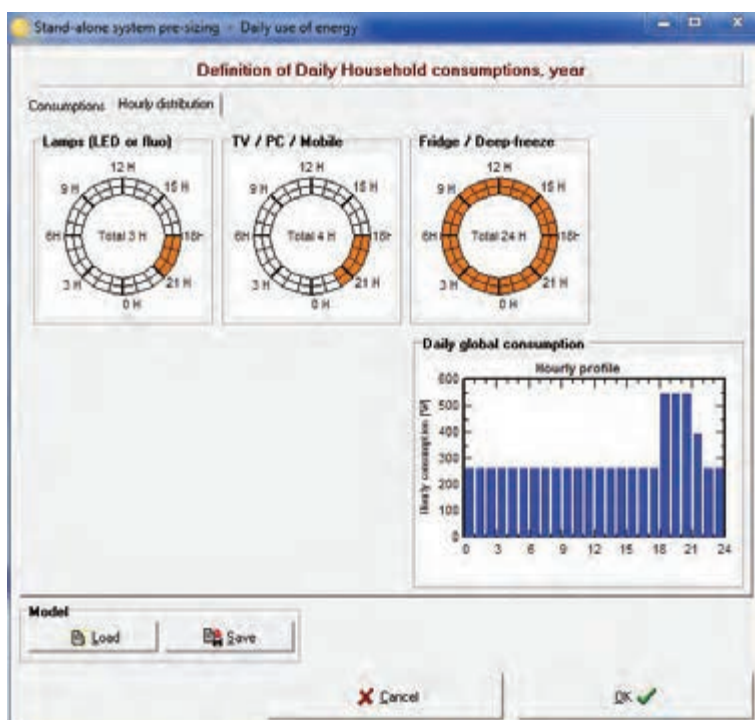
تعیین مصرف‌کننده‌ها (مصرف روزانه): برای تعیین مصرف‌کننده‌ها، تعداد، توان و نوع آنها و تعریف مقدار مصرفی که تولید انرژی الکتریکی از طریق سامانه دارند از گزینه Useris need از صفحه اول استفاده می‌شود. می‌توان آنها را تعریف کرد در شکل ۲۱ این مصرف‌کننده‌ها و ساعات کار آنها قابل تعریف شده است. لامپ (LED یا فلورسنت)، تلویزیون، مصارف خانگی، یخچال و فریزر، ظرف‌شویی و دیگر مصرف‌کننده‌ها تعریف شده است. برای تعیین آنها باید تعداد (Number)، توان (Power) و استفاده روزانه (Daily use) تعیین شود و در آخر جمع توان نهایی برای ۲۴ ساعت مشخص شود.

Number	Appliance	Power	Daily use	Hourly distrib	Daily energy
4	Large LED or flou	25 W/each	4.0 h/day	OK	300 kWh
1	TV / PC / Mobile	150 W/each	3.0 h/day	OK	450 kWh
1	Domestic appliances	50 W/each	3.0 h/day	OK	150 kWh
1	Fridge / Deepfreezer	0.80 kWh/day	24.0 h/day	OK	800 kWh
0	Dish & Dishwasher	0.0	0.0	h/day	0 kWh
0	Other wash	0.0	0.0	h/day	0 kWh
0	Other uses	0.0	0.0	h/day	0 kWh
0	Standby consumes	0.0	24 h/day		144 kWh
Total daily energy					1854 kWh/day
Total monthly energy					55.9 kWh/month

شکل ۲۱- تعیین نوع و تعداد مصرف‌کننده‌ها

با تکمیل این صفحه جمع توان مصرفی روزانه و ماهانه با بررسی و تحلیل سالانه، ماهانه و فصلی قابل بررسی است.

تذکر: یخچال و فریزر تنها مصرف کننده‌ای است که به صورت پیش فرض ۲۴ ساعت در مدار قرار دارد. بعد از تعریف مصرف کننده‌ها در صفحه جدید توزیع ساعت (Hourly distribution) ساعت کار به تفکیک هر مصرف کننده، محدوده ساعات کار آن مصرف کننده مانند شکل ۲۲ تعریف شود. با انتخاب ساعت مصرف در محدوده شبانه روز جمع ساعت مصرف در مرکز نمودار دایره‌ای نمایش داده شده و منحنی آن در گوشه صفحه ترسیم می‌شود. در مثال یاد شده ۱۵ عدد لامپ، یک تلویزیون و یک یخچال تعیین شده است.



شکل ۲۲- تعیین ساعات کار مصرف کننده

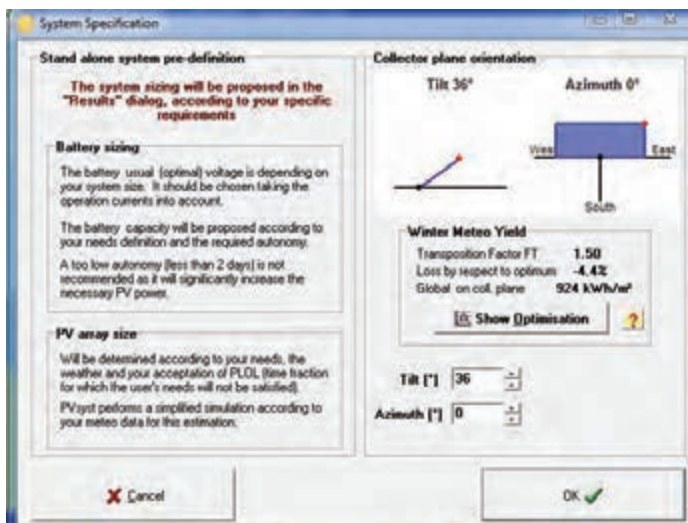
### تعریف جهت و زاویه نصب مدول خورشیدی

الف) زاویه نصب (Tilt): زاویه نصب مدول خورشیدی مطابق با عرض جغرافیایی که قبلاً از نرم‌افزار Meteo استخراج شده قابل دسترسی است.

ب) جهت نصب (Azimuth): جهت نصب مدول خورشیدی در ایران همیشه به سمت جنوب بوده و مقدار آن صفر خواهد بود.

در شکل ۲۳ زاویه ۳۶ درجه و جهت آن صفر درجه تعیین شده است.

تذکر: انتخاب بهینه جهت نصب و زاویه باعث کمترین تلفات (Optimum Loss by respect to) و بیشترین تابش نور خورشید با ضریب انتقال مناسب خواهد بود.



شکل ۲۳- زاویه و جهت نصب مدول

شهر محل تحصیل خود را در نرم افزار تعریف کنید، زاویه و جهت نصب آن را وارد کنید. مقدار تابش چقدر پیش بینی می شود؟

فعالیت



### نتایج نهایی

پس از وارد کردن مصرف کننده ها و تعیین جهت و زاویه نصب مدول با کلیک روی دکمه Results می توان نتایج نهایی حاصل از تحلیل نرم افزار را بررسی کرد (شکل ۲۴). منحنی های میله ای به رنگ قرمز و سبز گزارش شده است منحنی های قرمز رنگ، توان تولیدی در دسترس توسط سامانه خورشیدی و منحنی سبزرنگ مقدار توان الکتریکی مورد نیاز مصرف کننده را به تفکیک ۱۲ ماه سال نشان داده است.



شکل ۲۴- منحنی نتایج به دست آمده



توان تولید شده در ماه‌های ژوئن و جولای (حدود خرداد و تیرماه) تفاوت زیادی با توان مصرفی در مقایسه با ماه‌های ابتدا و انتهای سال دارد علت این تفاوت چیست؟

توان آرایه (وات)، ظرفیت باتری (آمپر ساعت)، قیمت تمام شده (یورو) پروژه و ارزش انرژی تولید شده (یورو برکیلو وات ساعت) نتایج نهایی تحلیل قطعات سامانه برای بارهای تعیین شده است (شکل ۲۵).

Results	
Array nom. power	631 Wp
Battery capacity	501 Ah
Investment cost	6750 EUR
Energy cost	1.22 EUR/kWh

شکل ۲۵- نتایج به دست آمده



مقدار توان مدول و ظرفیت باتری مورد نیاز و قیمت تمام شده یک سامانه فتوولتاییک با مصارف جدول ۱ برای مصرف یک ماه به دست آورید.

جدول ۳- مصرف کننده و توان آن

ردیف	نام مصرف کننده	تعداد	توان (وات)	جمع توان (وات)	ساعت کار روزانه
۱	یخچال	۱	۱۰۰	۱۰۰	۲۴ ساعت
۲	تلویزیون LED	۱	۳۵۰	۳۵۰	۳ ساعت
۳	لامپ روشنایی LED	۶	۱۳۰	۷۸۰	۴ ساعت
۴	سماور برقی	۱	۱۰۰۰W	۱۰۰۰	۱ ساعت
۵	کولر آبی	۱	۵۰۰ W	۵۰۰	۳ ساعت

– طراحی پروژه (Project design): در قسمت طراحی پروژه، شاخه‌های زیر برای تعیین و شبیه‌سازی

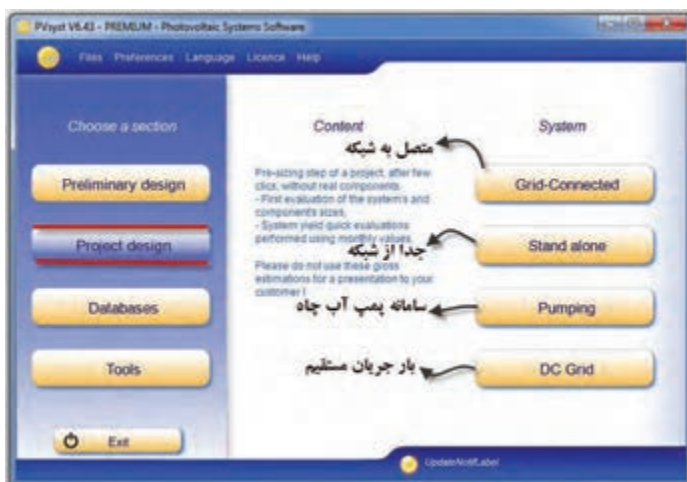
قطعات سامانه تعریف شده است (شکل ۲۶).

الف) سامانه متصل به شبکه (Grid - Connected)

ب) سامانه مستقل از شبکه (Stand alone)

ج) سامانه پمپ چاه آب (Pumping)

د) بار جریان مستقیم (DC Grid)



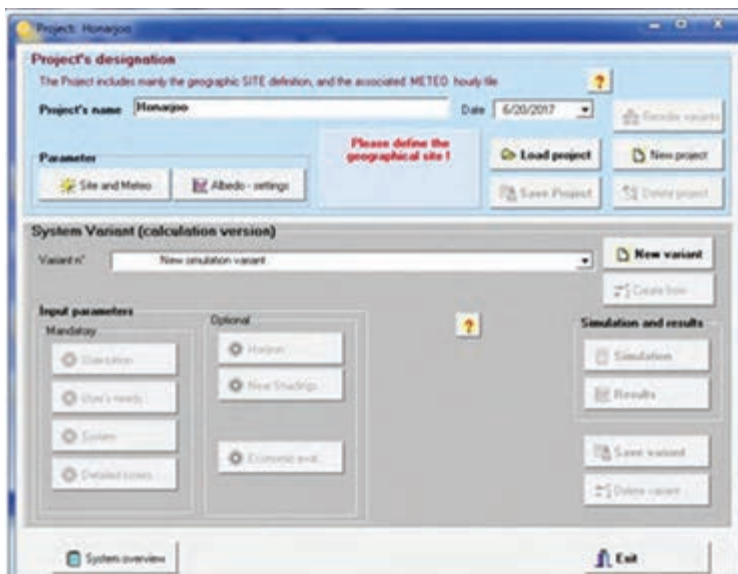
شکل ۲۶- زیر شاخه‌های گزینه Project design

طراحی پروژه از نظر ارائه جزئیات قطعات سامانه از طراحی مقدماتی مفصل تر و پیشرفته تر است. در این حالت نوع و مدل قطعات اصلی نظیر مدول خورشید، کنترل شارژ، باتری قابل تعیین و در نهایت شبیه‌سازی است. البته مراحل اولیه ورود اطلاعات با حالت طراحی مقدماتی مشابه است.

#### – سامانه مستقل از شبکه (stand alone)

**الف) تعیین پروژه:** در این صفحه داده‌هایی شامل نام پروژه، تاریخ ورود اطلاعات، تعیین پارامترها و بارگذاری پروژه قرار دارد (شکل ۲۷). اولین کار در این صفحه تعریف پروژه جدید (New project) است. در این نمونه نام پروژه Honarjoo تعریف شده است.

سامانه مستقل از شبکه مجهز به باتری بوده و در فواصل عدم تابش نور خورشید انرژی ذخیره شده را به مصرف‌کننده منتقل می‌کند. اگر سامانه متصل به شبکه (Grid Connected) به جای سامانه جدا از شبکه در این قسمت انتخاب شود علاوه بر قطعات سامانه جدا از شبکه مبدل یا اینورتر نیز باید انتخاب شود.

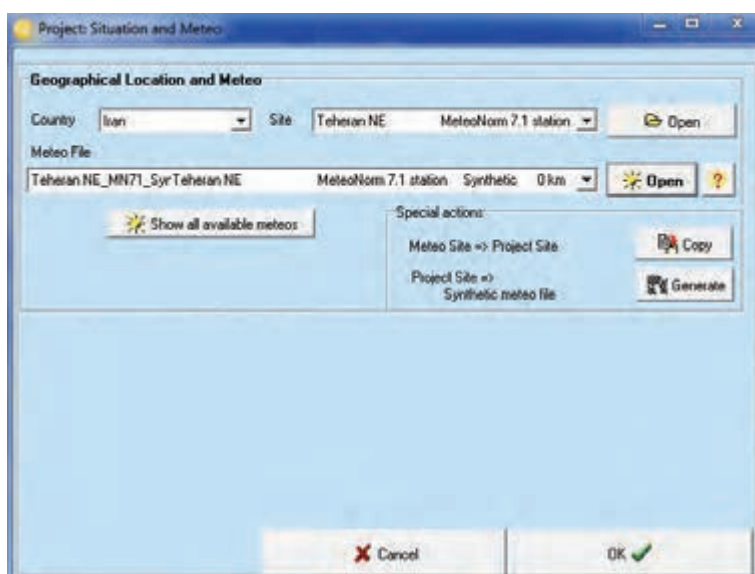


شکل ۲۷- تعریف داده‌ها برای سامانه جدا از شبکه



ب) **متغیرهای سامانه:** متغیرهای سامانه از مهم‌ترین پارامترهای ورود اطلاعات به نرم‌افزار است. در نیمه پائین صفحه این متغیرها برای شبیه‌سازی در دو حالت اجباری (man Iatory) و انتخابی (Optional) تعریف شده است.

بعد از وارد کردن نام پروژه و تاریخ شبیه‌سازی از گزینه Site and Meteo، مطابق فعالیت‌های قبل شهر و منطقه محل سامانه تعیین شود به‌طور مثال در شکل ۲۸ شمال شرق شهر تهران Tehran NE انتخاب شده است. اگر شهر مورد نظر در این قسمت وجود نداشت از گزینه Open می‌توان کشور و شهر مورد نظر را برای نرم‌افزار تعریف کرد. برای امکان‌سنجی بهتر می‌توان از نرم‌افزار Meteo Syn استفاده کرد.

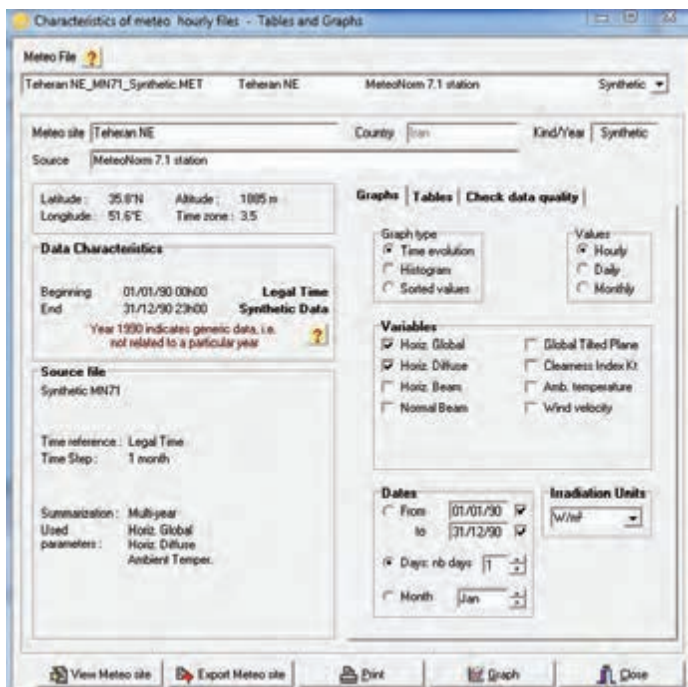


شکل ۲۸- انتخاب محل و موقعیت سامانه

**توجه:** بعد از تعریف سامانه و نام‌گذاری حتماً آن را ذخیره کنید. در غیر این صورت هر بار مجبور به ورود مجدد داده‌های اولیه خواهید شد.

یکی از گزینه‌های این صفحه گزینه Show all Meteo available است. این گزینه به معنی نشان داده کلیه مشخصه‌های نرم‌افزار امکان‌سنجی meteo برای محل نصب است با انتخاب این گزینه و کلیک روی دکمه Open برای شمال شرق تهران داده‌هایی مانند شکل ۲۹ ارائه می‌شود. بازه زمانی و تاریخ مورد نظر در قسمت Dates قابل تعریف است.





شکل ۲۹- امکان سنجی Meteo برای شمال شرق تهران

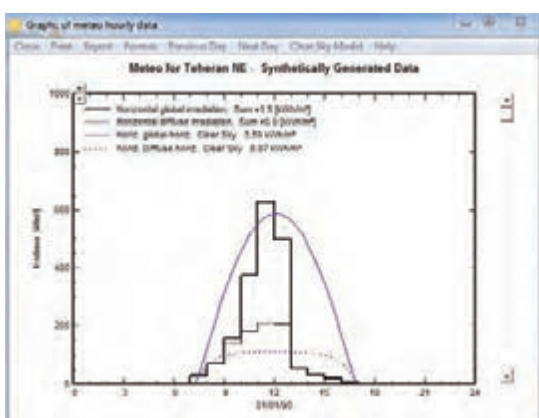
عرض و شمال جغرافیایی شمال شرق تهران طبق شکل ۲۰ برابر  $۳۵/۸^{\circ}$  و  $۵۱/۶^{\circ}$  است و ارتفاع از سطح دریا ۱۷۸۳ متر و اختلاف زمانی آن ۳/۵ ساعت گزارش شده است. توجه: برای بررسی وضعیت جغرافیایی و دسترسی به داده‌های Meteo اتصال به شبکه اینترنت ضروری است.



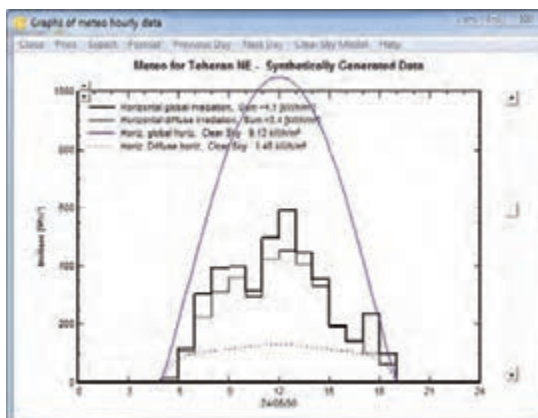
شکل ۳۰- موقعیت جغرافیایی محل مشخص شده

**توجه:** از دیگر گزینه‌های متغیر سامانه جزئیات تلفات (Data losses) و گزینه‌های افق خورشید (Horizon)، سایه‌اندازی (Newz Shading) و ارزیابی اقتصادی (economic eval) است. در صورت بررسی می‌توانید این موارد را مورد بررسی و تحقیق دهید.

نمودار تابش خورشید در طول روز برای ماه‌های مختلف از قابلیت‌های این قسمت نرم‌افزار است با انتخاب و کلیک روی گزینه graph منحنی شبیه شکل ۳۱ به‌دست خواهد آمد. چنانچه دیده می‌شود بیشترین مقدار تابش از ساعت ۹ صبح تا حدود ۱۶ بعدازظهر البته مقدار این تابش برای ماه‌های مختلف متفاوت است. در سمت راست منحنی تابش، یک نوار کشویی است که با تغییر وضعیت آن منحنی تابش برای ماه‌های دیگر نیز به‌دست می‌آید.



الف) ماه ژانویه



ب) ماه می

شکل ۳۱- منحنی تابش در دو ماه مختلف

نرم‌افزار PV syst را نصب کنید و سپس مقادیر عرض جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا و منحنی تابش ۲۴ ساعت، محل مورد نظر را استخراج کنید. کدام ماه‌ها بیشترین مقدار تابش و کدام ماه‌ها کمترین مقدار تابش را نشان می‌دهد.

فعالیت



**تذکر:** اگر شهر مورد نظر در لیست Meteo file نرم‌افزار نباشد می‌توان از گزینه پایگاه داده‌ها یا data bases شهر مورد نظر را تعریف کرد.

در نرم‌افزار PVsyst شهر کرمان موجود نیست با مراجعه به گزینه data bases این شهر را برای نرم‌افزار تعریف کنید.

فعالیت



راهنمایی: برای این منظور از گزینه اول مربوط به موقعیت جغرافیایی پایگاه داده‌ها یا Geographical sites استفاده کنید.

### ● اضافه کردن شهر در نرم افزار

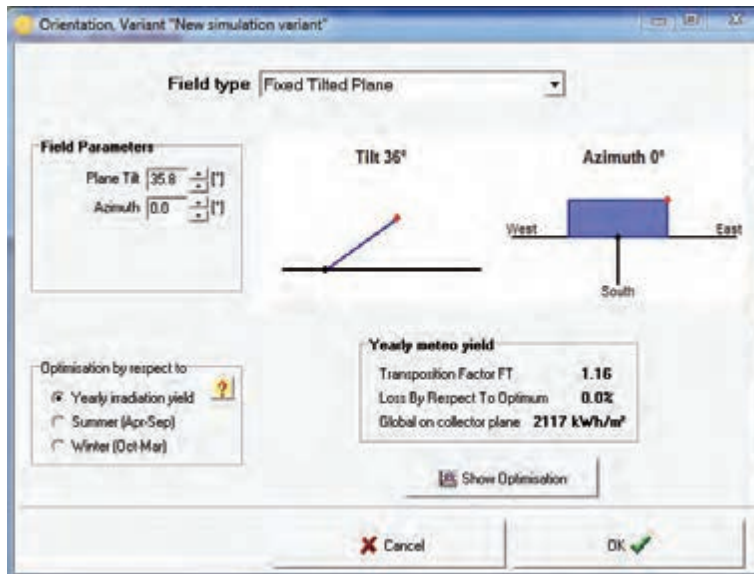
برای اضافه کردن شهر و موقعیت جغرافیایی جدید و همچنین معرفی قطعات سامانه فتوولتاییک با کلیک روی گزینه (پایگاه داده‌ها) data bases صفحه‌ای مشابه شکل ۳۲ ظاهر می‌شود. ستون سمت چپ برای اضافه کردن موقعیت جغرافیایی و ستون سمت راست برای تعریف قطعات و تجهیزات سامانه به کار می‌رود.



شکل ۳۲- معرفی موقعیت جغرافیایی و تجهیزات سامانه در پایگاه داده

### تعریف داده‌ها:

برای وارد کردن متغیرهای سامانه که در شکل ۲۷ با عنوان input Parameters نشان داده شده است. در قسمت داده‌های اجباری با کلیک روی گزینه جهت (Orientation) صفحه‌ای شبیه شکل ۳۳ ظاهر می‌شود. در این صفحه می‌توان زاویه (Tilt) و جهت قرار گرفتن مدول خورشیدی (Azimuth) مانند قبل را انتخاب کرد.



شکل ۳۳- جهت و زاویه قرار گرفتن مدول خورشیدی

اغلب، پایه‌ها و سازه‌های پنل‌های خورشیدی ثابت است پس در گزینه بالای صفحه نصب ثابت Fixed Tilted Plane انتخاب می‌شود. یادآوری: مقدار زاویه بر مبنای عرض جغرافیایی شهر محل نصب و جهت نصب مدول نیز همیشه جنوب انتخاب می‌شود. **توجه:** اگر مقدار زاویه درست انتخاب شود مقدار تلفات Loss نشان داده شده صفر خواهد بود.

شهر محل تحصیل خود را در نرم‌افزار تعریف کرده و با انتخاب دقیق عرض جغرافیایی آن مقدار زاویه (Tilt) را به نحوی تعریف کنید تا بخش تلفات (loss) کمترین تلفات و بیشترین تابش را نشان دهد.

فعلیت

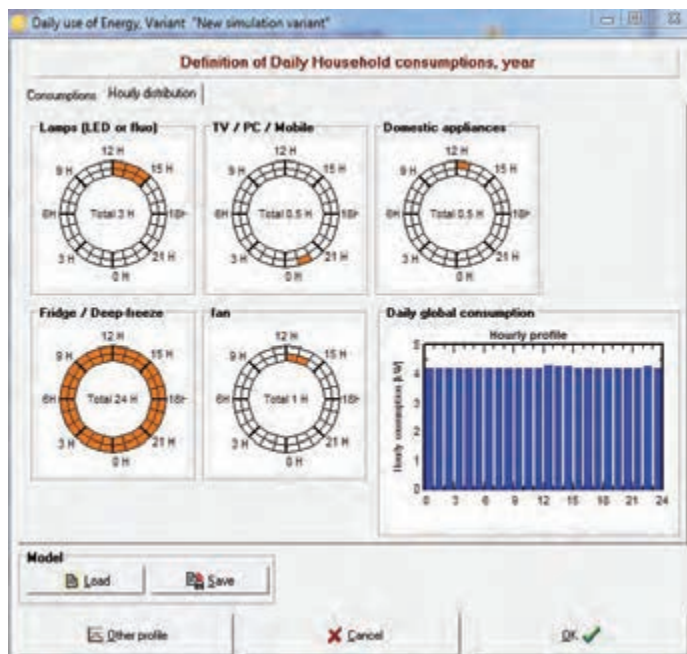


بعد از تعیین زاویه و جهت مدول خورشیدی در تعریف ورودی‌های اجباری در قسمت احتیاجات کاربر (needs Users) باید مصرف‌کننده‌های مورد نیاز و تعداد و توان آنها تعریف شود (شکل ۳۴).



شکل ۳۴- تعریف مصرف کننده ها

در قسمت توزیع ساعات کار مصرف کننده و یا Hourly distribution باید محدوده ساعت مصرف کننده ها تعریف شود (شکل ۳۵).



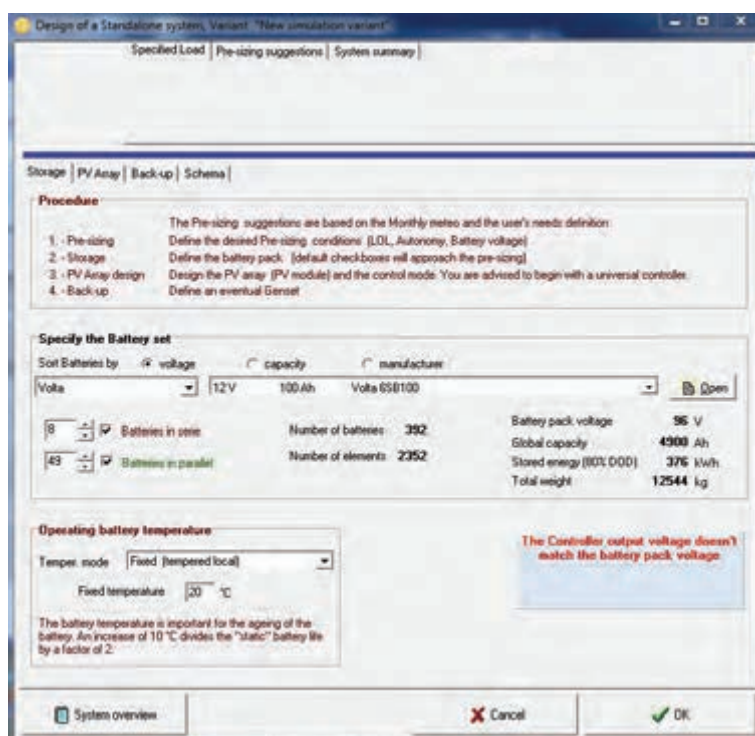
شکل ۳۵- محدوده زمان استفاده از مصرف کننده ها



## – انتخاب باتری:

برای تعیین باتری از قسمت Storage می‌توان نوع باتری را متناسب با مقدار مصرف پیشنهاد داد. و در قسمت بعد PV Array مدول خورشیدی برای سامانه تعریف می‌شود. باتری نوع ولتاژ (Volta) با مشخصه ۱۲۷، ۱۰۰Ah در شکل ۲۶ تعریف شده است. با توجه به توان پیشنهادی مصرفی نرم‌افزار تعداد ۸ عدد باتری سری شده از این مدل را پیشنهاد می‌دهد.

تذکر: مشخصات باتری انتخاب شده با مدول خورشیدی و با کنترل شارژ نیز باید سازگار باشد. در غیراین صورت در گوشه صفحه پیام هشدار و خطا داده می‌شود. در شکل ۳۶ خطای عدم تطابق خروجی کنترل شارژ و باتری دیده می‌شود.



شکل ۳۶– باتری انتخاب شده سازگاری ندارد

بعد از تعریف باتری‌ها، نرم‌افزار درخواست معرفی مدل و نوع مدول خورشیدی و به دنبال آن دستگاه کنترل شارژ خواهد داشت. با انتخاب صحیح کنترل شارژ که در مرحله بعد انجام می‌شود پیغام خطا از پایین صفحه نشان داده شده در شکل ۳۷ حذف می‌شود.





شکل ۳۷- تعریف و انتخاب صحیح باتری در نرم افزار

با تعریف صحیح باتری و کنترل شارژ و مدول خورشیدی پیام خطا برطرف شده و می توان این انتخاب را برای شبیه سامانه تعریف کرد (شکل ۳۸).

با تغییر توان مدول خورشیدی تعداد مدول های مورد نیاز نیز تغییر خواهد کرد. نمونه انتخاب شده در این نمونه مدول ۱۱۵W و ۳۷ ولت از مدل Generic است. دستگاه کنترل شارژ انتخاب شده نیز از مدل Generic با مشخصات داده شده است.



شکل ۳۸ - مقادیر مدول PV، کنترل شارژ

**توجه:** مشخصات به دست آمده در مثال گفته شده تصادفی و انتخابی است. محدوده ولتاژ تولید شده در مدول خورشیدی بین ۴۰/۴ تا ۶۵/۸ ولت با دو دمای مختلف پیشنهاد شده است. مشخصات دیگری که در این شبیه سازی قابل بررسی است به شرح زیر است.

- توان مدول خورشیدی ۳ Kw
- نوع و برند مدول خورشیدی Generic، ۲۶ عدد، ۳ تا سری شده و تعداد رشته‌ها بین ۶ تا ۹ رشته مدول
- کنترل شارژ Generic، یک عدد، ۹۶ ولت
- زاویه نصب مدول ۳۰° به سمت جنوب
- فضای اشغال کرده ۳۲۸ m<sup>۲</sup>

فعالیت



با انتخاب مدل‌های دیگر از مدول خورشیدی، کنترل شارژ و باتری تعداد مدول انتخاب شده را بهینه کنید.

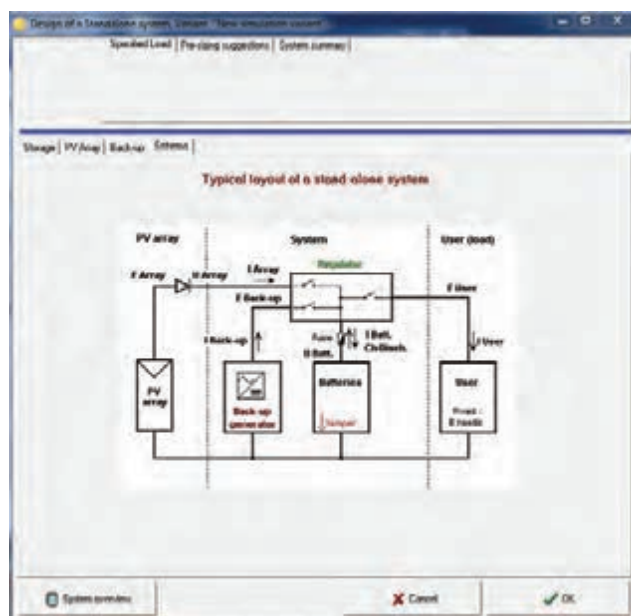
### – نقشه و اتصالات سامانه خورشیدی:

برای ترسیم و استخراج نقشه اتصالات و مدار الکتریکی سامانه با کلیک روی گزینه Schema شکل مدار الکتریکی مشابه شکل ۳۹ به دست می‌آید.

فعالیت



قطعات مختلف سامانه خورشیدی را روی نقشه شمای فنی تعیین کنید.



شکل ۳۹– شمای فنی پیشنهادی سامانه جدا از شبکه

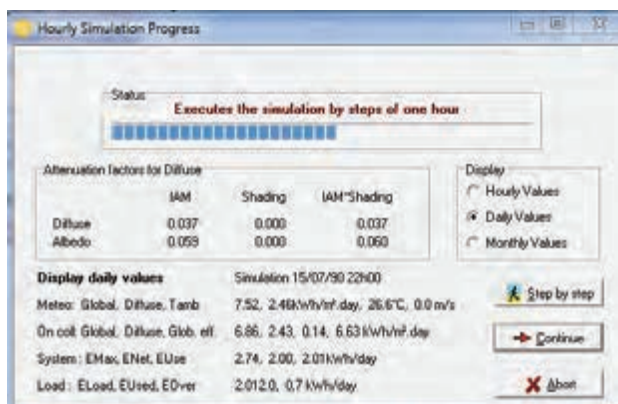
## – شبیه‌سازی:

شبیه‌سازی آخرین مرحله و چکیده اطلاعات فنی سامانه است. در این قسمت در یک نگاه می‌توان به تفسیر وضعیت شبیه‌سازی و انتخاب صحیح قطعات پی برد. مطابق شکل ۴۰ با کلیک روی گزینه Simulation شبیه‌سازی آغاز می‌شود (شکل ۴۱-الف).

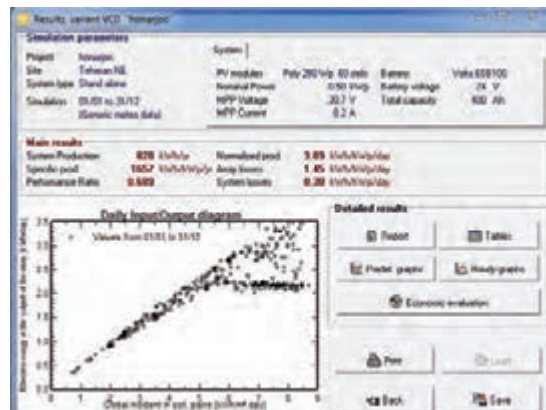
اگر انتخاب پارامترها و شرایط درست اتفاق افتاده باشد منحنی شبیه‌سازی شده وضعیت مناسب‌تری نشان می‌دهد. به عنوان نمونه در شکل ۴۱-ب به دلیل انتخاب تقریبی و غیردقیق دیاگرام شکل خطی ندارد و نقاط از خط خارج شده است. هر چه انتخاب دقیق‌تر باشد نمودار خطی‌تر خواهد بود.



شکل ۴۰ – شبیه‌سازی



(الف)



(ب)

شکل ۴۱- در حال شبیه‌سازی

شبیه‌سازی پروژه هنرجو در این قسمت به اتمام رسید و اطلاعات نهایی سامانه به شرح شکل ۴۲ قابل مطالعه است.

گزارش‌گیری را شبیه‌سازی، چنانکه نیاز به گزارش‌گیری از پروژه هنرجو با فرمت Pdf و چاپ آنها باشد با کلیک بر کلید Report در شکل ۴۲- ب می‌توان گزارش‌گیری را انجام داد (شکل ۴۲). در این نمونه ۴ صفحه گزارش شامل همه داده‌ها و تحلیل آنها از پروژه استخراج شده است.

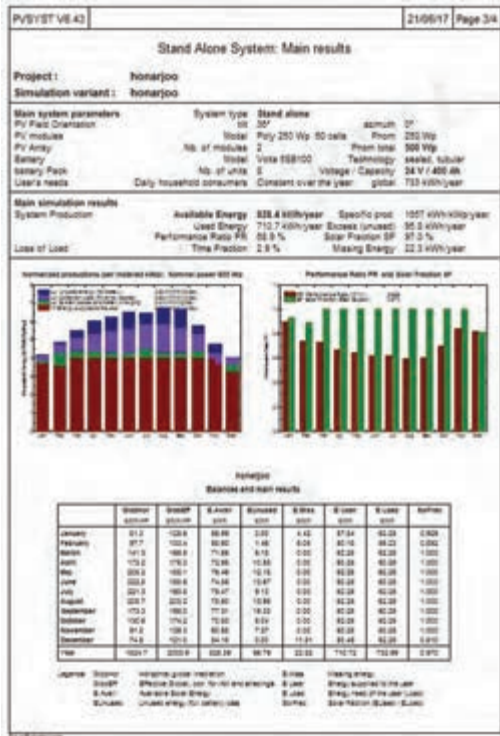
PVSYST V6.43		21/06/17 Page 1/4	
<b>Stand Alone System: Simulation parameters</b>			
<b>Project :</b> honarjoo			
<b>Geographical Site</b>	Teheran SE	Country	Iran
<b>Situation</b>	Latitude: 35.7°N	Longitude:	51.8°E
<b>Time defined as</b>	Legal Time: Time zone UT+3.5	Altitude:	1000 m
<b>Weather data:</b>	Teheran SE	Weather from:	TMY3 - Synthesis
<b>Simulation variant :</b> honarjoo			
Simulation date: 21/06/17 19:21			
<b>Simulation parameters</b>			
<b>Collector Plane Orientation</b>	Tilt: 30°	Azimuth:	0°
<b>Models used</b>	Transmission: Perez	Diffuse:	Perez, isotropic
<b>PV Array Characteristics</b>	PV module: Mono Poly 250 Wp 60 cells		
<b>Ignore P-N junctions</b>	Manufacturer: Suntech	In series:	2 strings
<b>Number of PV modules</b>	Nb. modules: 2	Units from Power:	250 Wp
<b>Final number of PV modules</b>	Nominal (STC): 500 Wp	At operating cond.:	447 Wp (30°C)
<b>Array global cover</b>	U max: 27 V	I max:	35 A
<b>Any operating characteristics (30°C)</b>	Module area: 0.3 m²	Cell area:	2.8 m²
<b>PV Array loss factors</b>			
<b>Thermal loss factor</b>	U <sub>o</sub> (panel): 20.0 W/m²K	U <sub>o</sub> (grid):	0.0 W/m²K   m/s
<b>Wiring Ohmic Loss</b>	Global array res.: 25 mOhm	Loss Fraction:	1.8 % at STC
<b>Series Diode Loss</b>	Voltage Drop: 0.7 V	Loss Fraction:	2.3 % at STC
<b>Module Quality Loss</b>		Loss Fraction:	-0.8 %
<b>Module Mismatch Loss</b>		Loss Fraction:	1.0 % at STC
<b>Incidence effect, ASHRAE parameterization</b>	Mod + 1 + 84 (1/1000 + 1) - 1)	So Param:	0.08
<b>System Parameter</b>			
<b>System type</b>	Stand Alone System		
<b>Battery</b>	Model: Varta 650/100		
<b>Battery Pack Characteristics</b>	Manufacturer: Varta	Nominal Capacity:	400 Ah
	Voltage: 24 V		
	Nb. of units: 2 in series x 4 in parallel		
	Temperature: Fixed (20°C)		
<b>Controller</b>	Model: Universal controller with MPPT converter	Temp coeff.:	-0.5 mV/°C/amp
<b>Converter</b>	Manufacturer: SUNTECH	Efficiency:	97.0-96.5 %
<b>Battery management control</b>	Threshold commands as SOC calculation:		
	Charging: SOC = 0.90-0.75	i.e. approx.:	28.9-28.1 V
	Discharging: SOC = 0.20-0.45	i.e. approx.:	23.9-24.4 V
<b>User's needs :</b>	Daily household consumers:	Constant over the year: 2.0 kWh/Day	

ب

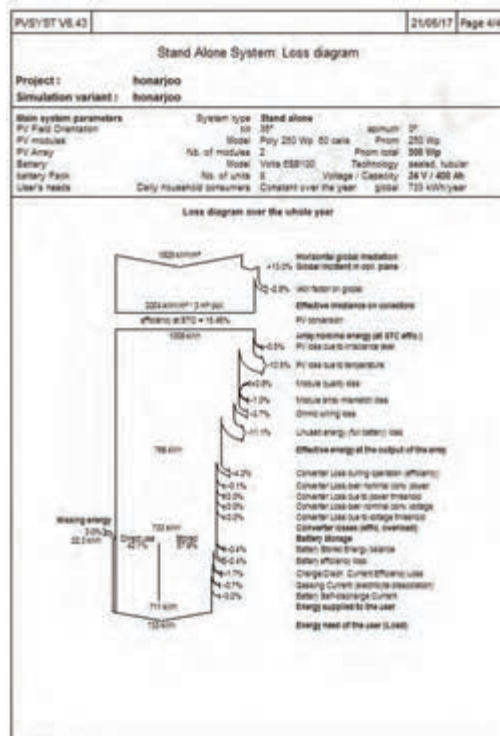
PVSYST V6.43		21/06/17 Page 2/4		
<b>Stand Alone System: Detailed User's needs</b>				
<b>Project :</b> honarjoo				
<b>Simulation variant :</b> honarjoo				
<b>Main system parameters</b>	System type:	Stand alone		
<b>PV Field Orientation</b>	Tilt:	30°	Azimuth: 0°	
<b>PV module</b>	Model:	Poly 250 Wp 60 cells	From loss: 250 Wp	
<b>PV Array</b>	Nb. of modules:	2	From loss: 500 Wp	
<b>Battery</b>	Model:	Varta 650/100	Technology: sealed, tubular	
<b>Battery Pack</b>	Nb. of units:	2	Voltage: Capacity: 24 V / 400 Ah	
<b>User's needs</b>	Daily household consumers:	Constant over the year:	global: 2.0 kWh/year	
<b>Daily household consumers, Constant over the year, average = 2.0 kWh/day</b>				
<b>Annual values</b>				
	Number	Power	Use	Energy
Lamps (LED or Fluor)	2	10 W/amp	4 h/day	240 Wh/day
TV / PC / Mobile	1	75 W/amp	3 h/day	225 Wh/day
Domestic appliances	1	220 W/amp	3 h/day	660 Wh/day
Fridge / Deep-freeze	1		24 h/day	799 Wh/day
<b>Yearly consumed</b>			24 h/day	144 Wh/day
<b>Total daily energy</b>				2008 Wh/day
<b>Hourly profile</b>				

الف

شکل ۴۲- گزارش نهایی پروژه



د



ج



یک سامانه فتوولتائیک مستقل از شبکه با توان نامی 2/5 Kw تعریف کرده و مشخصات اجزای سامانه (باتری، مدول خورشیدی، کنترل شارژ و ارزیابی اقتصادی) را استخراج و در نهایت گزارش چاپ شده آن را به مربی مربوطه ارائه کنید.

## ارزشیابی شایستگی نقشه کشی و نرم افزار

### شرح کار:

نقشه کشی همبندی، خانه هوشمند، سامانه فتوولتاییک تعیین شدت تابش خورشید و عرض جغرافیایی محل نصب سامانه فتوولتاییک تعیین قطعات سامانه فتوولتاییک توسط نرم افزار شبیه سازی سامانه مستقل از شبکه

**استاندارد عملکرد:** نقشه کشی تأسیسات حفاظتی و خانه هوشمند با اتوکد، امکان سنجی و شبیه سازی سامانه فتوولتاییک مستقل از شبکه با نرم افزار Meteosyn و نرم افزار Pvsyst

**شاخص ها:** نقشه کشی همبندی و خانه هوشمند در محیط اتوکد، نرم افزار Meteosyn و نرم افزار Pvsyst تعیین قطعات و متغیرهای سامانه فتوولتاییک توسط نرم افزار شبیه سازی سامانه مستقل از شبکه

### شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

شرایط: سایت رایانه، نرم افزار شبیه سازی، نرم افزار اتوکد  
ابزار و تجهیزات: رایانه، چاپگر، وایت برد، ویدئو پروژکتور

### معیار شایستگی

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	نقشه کشی تأسیسات حفاظتی و خانه هوشمند	۲	
۲	تعیین عرض جغرافیایی و شدت تابش خورشید	۱	
۳	تعیین قطعات سامانه فتوولتاییک	۲	
۴	شبیه سازی سامانه فتوولتاییک مستقل از شبکه	۱	
	شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: کسب اطلاعات کارتیمی مستند سازی ویژگی شخصیتی	۲	
	میانگین نمرات		*

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می باشد.



## منابع و مآخذ:

- برنامه درسی درس طراحی و نصب تأسیسات حفاظتی و ساختمان‌های هوشمند رشته الکتروتکنیک ۱۳۹۳، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی - دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش.
- احمدی محمد مهدی و ...، ۱۳۹۵، شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، نگهداری و تعمیر سیستم‌های سرمایشی و گرمایشی مکاترونیکی،
- سایت سازمان بهره‌وری و انرژی‌های تجدیدپذیر (ساتبا)
- جهانگیری علیرضا، حسامی زهره، ۱۳۹۱، دستورالعمل نظارت فنی بر «امکان سنجی، اجرا و نگهداری نیروگاه کوچک مقیاس خورشیدی»، معاونت خدمات شهری - ستاد محیط زیست و توسعه پایدار شهرداری تهران،
- ضرورت توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران، سازمان انرژی‌های نو ایران (سانا) وزارت نیرو، معاونت برنامه‌ریزی و توسعه، گروه مطالعات اقتصادی و استراتژیک، ۱۳۹۵
- مقررات ملی ساختمان مبحث ۱۳
- راهنمای طراحی سیستم‌های فتوولتاییک به منظور تأمین انرژی الکتریکی به تفکیک اقلیم و کاربری، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، ۱۳۹۳
- جزوات آموزشی شرکت فراهوشمند انرژی (آرتمن)
- کاتالوگ و دیتا شیت‌های مربوط به شرکت‌های سازنده قطعات خانه هوشمند
- راهنمای طرح و اجرای تأسیسات برقی ساختمان‌ها، (آلدیک موسسیان)
- دستورالعمل حفاظت ساختمان‌ها در برابر صاعقه، شورای مرکزی نظام مهندسی
- دستورالعمل طرح و اجرای همبندی اصلی در ساختمان‌های شورای مرکزی نظام مهندسی
- Solar PV System Maintenance Guide و GUYANA HINTERLANDS Stand- Alone Solar PV Installations و April ۲۰۱۳
- William Brooks, James Dunlop, March ۲۰۱۲ , Solar PV systems ,Users' maintenance guide, Australian Business Council for Sustainable Energy Photovoltaic Installer Resource Guide, north American Board Of Certified Energy Practitioners (N A B C E P)
- Christopher kitcher, ۲۰۱۳ Practical Guide to Inspection, Testing and Certification of Electrical Installations,
- DEHN + SÖHNE – Lightning Protection Guide, 3rd updated edition, ۲۰۱۵
- Technical Application Papers No. ۱۰, Photovoltaic plants ABB ۲۰۱۰
- André Mermoud and Bruno Wittmer, January ۲۰۱۴, PVSYST USER'S MANUAL, Authors, Switzerland
- www.knx.org



سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی جهت ایفای نقش خطیر خود در اجرای سند تحول بنیادین در آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران، مشارکت معلمان را به‌عنوان یک سیاست اجرایی مهم دنبال می‌کند. برای تحقق این امر در اقدامی نوآورانه سامانه تعاملی بر خط اعتبارسنجی کتاب‌های درسی راه‌اندازی شد تا با دریافت نظرات معلمان درباره کتاب‌های درسی نونگاشت، کتاب‌های درسی را در اولین سال چاپ، با کمترین اشکال به دانش‌آموزان و معلمان ارجمند تقدیم نماید. در انجام مطلوب این فرایند، همکاران گروه تحلیل محتوای آموزشی و پرورشی استان‌ها، گروه‌های آموزشی و دبیرخانه راهبری دروس و مدیریت محترم پروژه آقای محسن باهو نقش سازنده‌ای را بر عهده داشتند. ضمن ارج نهادن به تلاش تمامی این همکاران، اسامی دبیران و هنرآموزانی که در این زمینه مشارکت داشته و با ارائه نظرات خود سازمان را در بهبود محتوای این کتاب یاری کرده‌اند به شرح زیر اعلام می‌شود.

#### اسامی هنرآموزان شرکت‌کننده در اعتبارسنجی کتاب طرحی و نصب تأسیسات حفاظتی و ساختمان‌های هوشمند با کد ۲۱۱۲۶۳

ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت	ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت
۱	سید رضا معصومی	آذربایجان شرقی	۱۲	شکرالله بهرامی سامانی	چهارمحال و بختیاری
۲	ابوالفضل طالبیان	اصفهان	۱۳	حسن دانش پایه	کهگیلویه و بویراحمد
۳	مسعود حیدری نوکار	بوشهر	۱۴	رفیع نبوی	اردبیل
۴	محسن خلیلی‌زاده	کرمان	۱۵	محمد کاظمی	مازندران
۵	سینا جوادی مهریزی	یزد	۱۶	محسن محسنی	شهرستان‌های تهران
۶	سید مصطفی سیادت	سمنان	۱۷	وحید زمانی	کرمان
۷	مسعود فلاح	گیلان	۱۸	غلام احمد نظری	هرمزگان
۸	محمدصادق کرم بیگی	همدان	۱۹	بابک لرستانی	کرمانشاه
۹	علی پرورش	فارس	۲۰	قربان مردانی	شهرتهران
۱۰	صمد قادرپور	کردستان	۲۱	علی نودری	خوزستان
۱۱	حمید چراغیان	ایلام	۲۲	احمد مرادقلی	سیستان و بلوچستان