

## مراحل کار

- ۱ انتخاب تجهیزات و لوازم خانگی جهت کنترل هوشمند
- ۲ تعیین روش‌های کنترل تجهیزات و لوازم خانگی
- ۳ انتخاب قطعات و اجزای مورد نیاز مطابق با روش کنترل
- ۴ نصب، راه‌اندازی، رفع عیب در صورت بروز در زمان نصب و تنظیم مستندات
- ۵ معرفی و کار با فناوری‌های پیشرفته

۱-۶ استاندارد تربیت و یادگیری شایستگی دنیای آموزش				 وزارت آموزش و پرورش سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش	
کد واحد کار:	نام واحد کار:	شایستگی نصب و راه‌اندازی سامانه‌های کنترل خانگی	شاخه تحصیلی:	فنی و حرفه‌ای	ساعت آموزش:
	۸۲۱۲۰۵۹۲۰۵۰۲				۶۴
کد پیمانانه:	پیمانانه:	نصب و راه‌اندازی سامانه‌های هوشمند کنترل ساختمان	گروه تحصیلی - حرفه‌ای:	برق و رایانه	
۸۲۱۲۰۵۹۲۲۲					
کد درس:	درس:	نصب و سرویس دستگاه‌های الکترونیکی خانگی	رشته تحصیلی - حرفه‌ای:	الکترونیک	پایه تحصیلی:
۰۷۱۴۱۰۵۱۲					دوازدهم

## الف) پیامدهای یادگیری

شماره	مرحله کار	اهداف توانمندسازی	عنصر	عرصه	فرصت‌ها / فعالیت‌های یادگیری ساخت یافته
۱	۱	شرح کمیت کنترل شده در تجهیزات و لوازم خانگی	علم	خویشتن	- تشریح کمیت‌های قابل کنترل در سامانه‌ها و دستگاه‌های خانگی مانند روشنایی، دمای محیط و روشن و خاموش کردن لوازم خانگی توسط هنرآموز و هنرجو - شرح چگونگی کنترل کمیت در تجهیزات و لوازم خانگی توسط هنرآموز و هنرجو - نمایش فیلم چگونگی کنترل کمیت در تجهیزات و لوازم خانگی توسط هنرآموز و هنرجو
۲	۱	تهیه نقشه بلوک دیاگرام کنترلی و استخراج اطلاعات مهم تجهیزات و لوازم خانگی	عمل	خویشتن	- ترسیم نقشه بلوک دیاگرام کنترلی تجهیزات و لوازم خانگی توسط هنرجو - تعیین بلوک دیاگرام و قسمت قابل کنترل در تجهیزات و لوازم خانگی توسط هنرجو - استخراج اطلاعات مهم از دفترچه راهنمای تجهیزات و لوازم خانگی توسط هنرجو

۳	۲	تشریح عملکرد، طبقه‌بندی و مقایسه سامانه‌های کنترل تجهیزات و لوازم خانگی و نرم‌افزارهای مرتبط آن	علم	خویشتن	شرح انواع روش‌های کنترل سامانه‌ها و دستگاه‌های خانگی مانند روشنایی، دمای محیط و لوازم خانگی به طور مثال کنترل سیستم آبیاری توسط هنرآموز - مقایسه سه نمونه روش کنترل سامانه‌ها و دستگاه‌های خانگی از نظر سخت افزار، نرم‌افزار، مزایا، معایب، امکانات، قیمت و انتخاب یک روش توسط هنرآموز و هنرجو - تشریح عملکرد یک روش کنترل سامانه‌ها و دستگاه‌های خانگی از نظر نرم‌افزاری و سخت‌افزاری مورد لزوم و راه‌های دریافت آنها توسط هنرآموز و هنرجو - نمایش فیلم در مورد انواع روش‌های کنترل سامانه‌ها و دستگاه‌های خانگی و نحوه کار توسط هنرآموز و هنرجو
۴	۲	انتخاب روش کنترل مناسب سامانه‌ها و تجهیزات خانگی	عمل	خویشتن	انتخاب روش مناسب کنترل سامانه‌های روشنایی، دما و لوازم خانگی مانند سیستم آبیاری توسط هنرجو - استخراج اطلاعات مربوط به روش کنترل سامانه‌های مذکور از برگه اطلاعات توسط هنرجو
۵	۳	معرفی ابزار، مواد و تجهیزات مورد نیاز جهت نصب حسگرها، قطعات اجزای سامانه‌های کنترل تجهیزات و لوازم خانگی	علم	خویشتن	شرح ابزار، مواد و تجهیزات مورد نیاز جهت نصب حسگرها و حسگر دما، قطعات و اجزای کنترل سامانه‌ها و دستگاه‌های خانگی توسط هنرآموز و هنرجو - شرح انواع حسگرهای روشنایی، دما، رطوبت و انواع عملگرها توسط هنرآموز و هنرجو - تحقیق از منابع مختلف در مورد ابزار، مواد و تجهیزات مورد نیاز نصب توسط هنرجو
۶	۳	انتخاب و استفاده از ابزار، مواد و تجهیزات مورد نیاز جهت نصب سامانه کنترل تجهیزات و لوازم خانگی	عمل	خویشتن	نمایش عملکرد انواع حسگرها و عملگرها توسط هنرآموز - نمایش فیلم توسط هنرآموز و هنرجو - کار با انواع حسگرها و عملگرها توسط هنرآموز و هنرجو - رعایت نکات ایمنی در زمان استفاده از ابزار توسط هنرجو
۷	۴	تشریح انواع روش‌های کنترل سامانه‌های روشنایی (فتوسل، PIR، کنترل از راه دور و تایمر) و سامانه دما (ترموستات و کلیدکولر) و سامانه آبیاری توسط هنرآموز و هنرجو - نمایش فیلم روش‌های کنترل سامانه و روشنایی، دما و آبیاری توسط هنرآموز و هنرجو	علم	خویشتن	شرح انواع روش‌های کنترل سامانه‌های روشنایی (فتوسل، PIR، کنترل از راه دور و تایمر) و سامانه دما (ترموستات و کلیدکولر) و سامانه آبیاری توسط هنرآموز و هنرجو - نمایش فیلم روش‌های کنترل سامانه و روشنایی، دما و آبیاری توسط هنرآموز و هنرجو
۸	۴	رسم نقشه و سیم‌کشی مدار کنترل سامانه دمای روشنایی، دما و آبیاری	عمل	خویشتن	رسم نقشه و سیم‌کشی مدار کنترل سامانه‌های روشنایی، دما و آبیاری از روی دفترچه راهنما توسط هنرجو - استخراج اطلاعات روش کنترل و نحوه عملکرد سامانه‌ها از دفترچه راهنما توسط هنرجو
۹	۴	تشریح نحوه نصب، راه‌اندازی سامانه، کنترل عملکرد صحیح آن، سرویس، نگهداری و تنظیم مستندات	علم	خویشتن	شرح چگونگی نصب، راه‌اندازی، آزمایش عملکرد، سرویس، نگهداری و تنظیم مستندات مراحل کار با سامانه توسط هنرآموز و هنرجو

## فصل سوم: چگونگی تدریس پودمان‌های کتاب درسی

۱۰	۴	نصب، راه‌اندازی، کنترل عملکرد صحیح، عیب‌یابی، رفع عیب، سرویس، نگهداری و مستندسازی اطلاعات	عمل	خویشتن	نصب، راه‌اندازی، آزمایش عملکرد صحیح، عیب‌یابی و رفع عیب احتمالی سامانه کنترل تجهیزات و لوازم خانگی و مستندسازی آن توسط هنرجو
۱۱	۵	تشریح چگونگی عملکرد و نصب کنترل‌های سامانه‌های هوشمند خانگی با فناوری پیشرفته	علم	خویشتن	شرح عملکرد حسگرها و قطعات کنترل‌های پیشرفته مانند کنترلر GSM کنترلر و میکروکنترلر با توجه به دفترچه راهنما برای کنترل تجهیزات و لوازم خانگی توسط هنرآموز و هنرجو - شرح چگونگی اجرای نرم‌افزار و سخت‌افزار مرتبط توسط هنرآموز و هنرجو - نمایش فیلم چگونگی کنترل با کنترل‌های پیشرفته توسط هنرآموز و هنرجو
۱۲	۵	نصب، راه‌اندازی و آزمایش با کنترل‌های پیشرفته تجهیزات و لوازم خانگی	عمل	خویشتن	- استخراج اطلاعات مهم از دفترچه راهنمای کنترل‌های پیشرفته مانند کنترلر GSM کنترلر و میکروکنترلر توسط هنرجو - نصب و راه‌اندازی سامانه کنترل‌های پیشرفته توسط هنرجو - اجرای آزمایش‌های ساده کنترل تجهیزات و لوازم خانگی توسط هنرجو
۱۳	۰۷	حفاظت از قطعات الکتریکی، ابزار، تجهیزات، حسگرها و قطعات سامانه کنترل بدون وجود ناظر در راستای صرفه‌جویی و حفظ ثروت ملی	اخلاق اخلاق	خدا خلق	- دقت و تمرکز در استفاده و مراقبت از ابزار، مواد و تجهیزات توسط هنرجو - صرفه‌جویی در به کارگیری اموال و تجهیزات الکترونیکی توسط هنرجو
۱۴	۰۹	تنظیم مستندات اجرای فرایند نصب برد و راه‌اندازی دستگاه به صورت فردی یا گروهی در راستای کسب بهره‌وری بالا و پرهیز از دوباره کاری و کاهش انرژی	عمل عمل	خلق خلقت	- مستندسازی فرایند فعالیت جهت استفاده سایرین توسط هنرجو - ارتباط مؤثر با اعضای تیم توسط هنرجو - مدیریت منابع، کار و انرژی با افزایش بهره‌وری توسط هنرجو
۱۵	۰۸	توجه به مسئولیت شغلی خود در رابطه با کاهش آلاینده‌های زیست‌محیطی	تعقل علم	خلقت خلقت	- جمع‌آوری قطعات و مواد زائد و قرار دادن آنها در محل مناسب و تعهد به اجرای نظافت و صرفه‌جویی
۱۶	۰۹	رعایت دستورات خداوند در رابطه با توجه به سایر موجودات و رعایت حقوق دیگران از طریق راه‌اندازی صحیح و به‌موقع سامانه کنترل تجهیزات و لوازم خانگی	ایمان ایمان ایمان	خدا خلق خلقت	- توجه به احکام الهی توسط هنرجو - توجه به حقوق سایر انسان‌ها با دقت در انتخاب سامانه کنترل تجهیزات و لوازم خانگی توسط هنرجو - کاربرد تفکر سیستمی، منطقی و خلاقیت در انتخاب و اجرای پروژه توسط هنرجو
۱۷	۰۷	برقراری ارتباط مؤثر با اعضای تیم و باور به مزایای اجرای کار تیمی در کارگاه در اجرای فعالیت عیب‌یابی و راه‌اندازی دستگاه	ایمان علم عمل	خلق خلق خلق	- فعالیت مؤثر به عنوان عضو گروه و برقراری ارتباط مؤثر با دیگر اعضای گروه جهت افزایش کیفیت کار تیمی توسط هنرجو - توجه به شنیدن صحبت‌های سایر اعضای گروه در جهت تحقق هدف توسط هنرجو
۱۸	۰۰	کاربرد ابزار استاندارد جهت نصب برد روی دستگاه و رعایت نکات ایمنی مربوط به هر دستگاه	عمل	خویشتن خلقت	- به کارگیری ابزار استاندارد جهت نصب صحیح برد مدارهای واسط سامانه توسط هنرآموز و هنرجو - شرح رعایت نکات ایمنی هر مدار هنگام اتصال تغذیه و اتصال بار به سامانه توسط هنرآموز

## توصیه‌های کاربردی در ارتباط با تدریس پودمان دوم

توجه داشته باشید که هوشمندسازی ساختمان مبحث جدید، کاربردی و مرتبط با بازار کار و اشتغال است و به لحاظ محتوا و حجم، از سایر پودمان‌ها کمی سنگین‌تر است، اما نکته‌ای که این پودمان را برجسته می‌سازد مسئله جذاب بودن آن است که انگیزه یادگیری را در هنرجویان تقویت می‌کند. از آنجا که لوازم هوشمندسازی تا حدودی گران و هزینه‌بر است در این پودمان سعی کرده‌ایم روش‌هایی را به کار ببریم که اجرای کار امکان‌پذیر باشد. معمولاً مدارهای کنترل هوشمند ساختمان نیاز به یک سامانه مرکزی دارد که غالباً بسیار گران و تهیه آن در هنرستان‌ها تا حدودی غیرممکن است. از این‌رو در پودمان دوم به گونه‌ای عمل کرده‌ایم که نیاز به سامانه مرکزی نداشته باشد و قطعات مورد نیاز به آسانی از بازار قابل تهیه باشد و هر قسمت به‌طور جداگانه اجرا شود. نکات اجرایی پیشنهادی که در ادامه توصیه می‌شود، می‌تواند فرایند اجرای کار را تسهیل نماید.

■ فلسفه هوشمندسازی را با توجه به محتوای کتاب و تجربه‌ای که خودتان دارید، در قالب بحث‌های گروهی، نمایش فیلم، ارائه نمونه از طرف هنرجویان به بحث بگذارید. توجه داشته باشید ورود به بحث از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و ضرورت آموزش، ایجاد انگیزه و پرورش آن در هنرجویان تنها در شروع مبحث رخ می‌دهد. بنابراین لازم است خیلی جدی و عمیق به این مبحث بپردازید. استفاده از هنرجویان در تهیه فیلم و بارگیری آن از اینترنت می‌تواند مؤثر باشد.

■ یکی از مشکلات هنرستان‌ها تهیه تابلوهای آموزشی برای سیم‌کشی برق و سامانه‌های کنترل هوشمند ساختمان است. در کتاب درسی چگونگی ساخت تابلوهای آموزشی ارزان‌قیمت را آموزش داده‌ایم. در صورت نیاز می‌توانید با کمک هنرجویان تابلوها را بسازید و مورد بهره‌برداری قرار دهید.

■ از آنجایی که در هر هنرستان تعدادی تابلو مدار گسترده رادیو موجود است، می‌توانید این تابلوها را تغییر ماهیت دهید و به‌عنوان تابلو آموزشی سامانه‌های کنترل هوشمند ساختمان و دوربین مدار بسته استفاده کنید.

■ مانند پودمان اول، آموزش استفاده از کتابچه راهنمای نصب و راه‌اندازی هر یک از سامانه‌ها ضرورت دارد و حتماً باید هنرجویان کاربرد آنها را بیاموزند.

■ در صورتی که سامانه هوشمند مرکزی در هنرستان موجود است، می‌توانید پس از اتمام مباحث پودمان، در قالب یک کار اجرایی، سامانه هوشمند مرکزی را برای هنرجویان راه‌اندازی کنید و کاربرد آن را آموزش دهید. یادآور می‌شود که این قسمت توسط هنرجویان به اجرا در نمی‌آید.

■ برای اجرای سیم‌کشی توسط هنرجویان، لازم است اتصال‌های خارجی هر یک از ماژول‌ها به ترمینال شاخه‌ای وصل شود و هنرجویان از اتصال ترمینال شاخه‌ای استفاده کنند تا آسیبی به اتصال ماژول‌ها و سرپیچ‌ها نرسد.

■ از آنجا که کار روی تابلو با کار در محیط واقعی ساختمان متفاوت است، در صورت امکان برخی از کارها را در محیط واقعی اجرا کنید یا اجرا شده آن را به نمایش درآورید، مثلاً سامانه روشنایی کارگاه را هوشمندسازی کنید.

■ به منظور توزیع کارها می‌توانید هر یک از سامانه‌های کنترل هوشمند روشنایی، زمان سنج هوشمند دیجیتال، کنترل دستگاه با GSM، کنترل هوشمند، آبیاری هوشمند، فتوسل، کولر آبی هوشمند و کنترل PIR را بین هنرجویان توزیع کنید تا نیاز به تجهیزات کمتری داشته باشید و با جابه‌جایی آنان تمام موارد را آموزش دهید و همچنین می‌توانید سامانه‌ها را به صورت دوه‌دو روی تابلوها بچینید و آنها را آموزش دهید.

■ در صورتی که قطعات و تجهیزات قدیمی در کارگاه وجود دارد می‌توانید آنها را راه‌اندازی کرده و مورد استفاده قرار دهید.

✓ پس از اتمام این پودمان هنرجو باید توانایی فعالیت‌های زیر را داشته باشد:

✓ بتواند سامانه برق آپارتمان خود را هوشمند کند.

✓ بتواند کلید کولر آبی را هوشمند نماید.

✓ یک ماژول GSM را راه‌اندازی کند و به وسیله آن به سامانه روشنایی فرمان دهد.

✓ زمان سنج هوشمند دیجیتال را به صورت هفتگی برنامه‌ریزی کرده و به اجرا درآورد.

✓ فتوسل و PIR را نصب و راه‌اندازی کند.

✓ سامانه هوشمند کنترل دما و رطوبت را نصب و راه‌اندازی کند.

✓ یادآور می‌شود قبل از شروع هر پودمان، هنرآموزان محترم خود اقدام به اجرای فعالیت‌های مرتبط نمایند.

در این قسمت ابتدا نکاتی در مورد روش تدریس پودمان دوم گفته خواهد شد. پس از آن، سامانه مدیریت ساختمان (BMS) شرح داده می‌شود و پروتکل KNX که یکی از پروتکل‌های پرکاربرد در هوشمندسازی است، معرفی خواهد شد. برای آشنایی بیشتر با پروتکل KNX، نرم‌افزار ETS با اجرای یک پروژه ساده آموزش داده خواهد شد. در صورت فراهم بودن امکانات و تجهیزات، در ساعات غیردرسی می‌توانید این نرم‌افزار را به هنرجویان علاقه‌مند آموزش دهید.

## نکات مهم در تدریس پودمان دوم

هدف از آموزش این واحد یادگیری، آشنایی با سامانه‌های هوشمند کنترل خانگی و نصب و راه‌اندازی چند نمونه از این سامانه‌ها است.

✓ در انتخاب کارهای عملی و همچنین انتخاب تجهیزات و دستگاه‌ها، سه اصل مهم کاربردی بودن، هزینه کمتر و تهیه آسان تجهیزات در نظر گرفته شده است. به همین خاطر کارهای عملی انتخاب شده برای سامانه‌های هوشمندسازی، علاوه بر اینکه در

کارگاه بر روی تابلو کارگاهی (که در پودمان دوم طریقه ساخت آن توضیح داده شد) به سادگی قابل اجرا هستند، هنرجویان می‌توانند پس از کسب مهارت و شایستگی، در محیط واقعی منزل خودشان این سامانه‌ها را نصب و راه‌اندازی کنند.

✓ همان‌طور که گفته شد، ماژول‌ها و تجهیزات به کار رفته در این پودمان به راحتی قابل تهیه هستند، ولی می‌توانید از ماژول‌های مشابه نیز استفاده کنید.

✓ یکی از مراحل کار این پودمان، مطالعه و استخراج اطلاعات از برگه اطلاعات دستگاه‌ها و ماژول‌ها است. اگر برگه اطلاعات به همراه دستگاه ارائه نشده باشد، آن را از سایت تولیدکنندگان یا فروشندگان دستگاه بگیرید و در اختیار هنرجویان قرار دهید. لازم به ذکر است که متن انگلیسی برخی از قسمت‌های برگه اطلاعات برای ترجمه در کتاب درسی قرار داده شده است. مطالعه و ترجمه برگه اطلاعات در ساعت کلاسی و با نظارت هنرآموز و در ساعات غیردرسی به عنوان تکلیف انجام می‌شود. هنرجویان می‌توانند برای ترجمه، از لغت‌نامه انگلیسی به فارسی نیز استفاده کنند.

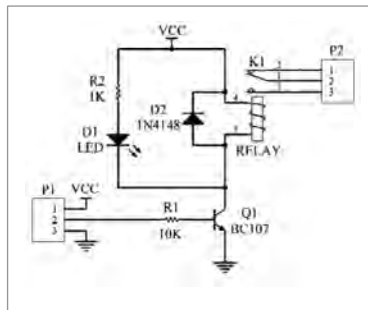
✓ در انجام آزمایش‌هایی که با ولتاژ برق شهر انجام می‌شود هنگام آزمایش نظارت مستقیم داشته باشید. به هنرجویان تأکید کنید که نکات ایمنی را رعایت کرده و حتماً از کلید محافظ جان استفاده کنند.

✓ در انجام کار عملی ۱۳ (سامانه آبیاری هوشمند با ماژول رطوبت‌سنج YL-۶۹) به نکات زیر توجه نمایید:

- اگر دسترسی به لوله‌کشی آب برای اتصال به شیر برقی وجود ندارد، می‌توانید از یک سطل آب به عنوان مخزن آب، به همراه یک پمپ آب برای آبیاری گلدان استفاده کنید.
- با توجه به اینکه جریان خروجی ماژول YL-۶۹ برای راه‌اندازی پمپ آب یا شیر برقی کافی نیست، بنابراین برای تأمین جریان پمپ، باید از رله در خروجی ماژول استفاده کنید. این رله طبق شکل ۳ به صورت یک ماژول نیز وجود دارد. همچنین می‌توانید از هنرجویان بخواهید در ساعات غیردرسی ماژول را بر روی فیبر مدار چاپی بسازند و از آن استفاده کنند. در شکل ۴ مدار راه‌انداز رله نشان داده شده است.



شکل ۴



شکل ۳

- خروجی ماژول YL-۶۹ وقتی در حالت یک منطقی قرار می‌گیرد که رطوبت خاک کم باشد. بنابراین اگر از ماژول‌های رله استفاده می‌کنید، ماژولی را تهیه کنید که ورودی فعال‌ساز رله به صورت «یک فعال» یا Active High باشد. یعنی وقتی خروجی ماژول YL-۶۹ در سطح منطقی یک قرار می‌گیرد، کنتاکت NO (حالت عادی باز) رله بسته (وصل) شود و پمپ آب را روشن کند.
- از ماژول رله با ورودی صفر فعال (Active Low) نیز می‌توانید استفاده کنید. در این صورت باید خروجی NC (حالت عادی بسته) رله را به پمپ وصل کنید.
- کارهای عملی با استفاده از میکروکنترلر را یکبار خودتان اجرا کنید و در ساعت کلاسی به نمایش بگذارید و از هنرجویان نیز بخواهید بر روی بردبرد اجرا کنند. می‌توانید از هنرجویان بخواهید در ساعات غیردرسی این آزمایش‌ها را بر روی برد مدار چاپی مونتاژ کنند و به عنوان یک پروژه تحویل دهند.
- برای تدریس کار عملی ۱۵ با عنوان اجرای یک سناریو برای کنترل خانه هوشمند با استفاده از دستگاه کنترل‌کننده GSM، می‌توانید از ماژول‌ها یا دستگاه‌هایی که قابلیت‌ها و عملکرد مشابه دارند و در دسترس هستند نیز استفاده کنید. ولی حتماً تمام قابلیت‌های این دستگاه را به صورت عملی آزمایش کنید و نمایش دهید. قابلیت‌های این دستگاه به شرح زیر است:
- کنترل دستگاه‌ها از راه دور با ارسال پیامک
- کنترل دستگاه‌ها از راه دور با تماس تلفنی بدون پاسخ (Missed Call)
- کنترل دستگاه‌ها از راه دور با تماس تلفنی و ارسال فرمان از طریق صفحه کلید تلفن
- چگونگی کنترل دستگاه‌ها از طریق ورودی‌های دستگاه
- گزارش‌گیری از وضعیت ورودی‌ها و رله‌های دستگاه

## ساختمان هوشمند

### ✓ آینده خانه‌های هوشمند

امروزه خانه‌ها و سامانه‌های هوشمند در رأس اخبار فناوری قرار دارند. بیشتر شرکت‌هایی که در زمینه فناوری‌های نوین فعالیت می‌کنند، اقدام به راه‌اندازی واحدی برای تحقیق و توسعه در زمینه هوشمندسازی کرده‌اند. در خانه هوشمند ایده‌آلی که در آینده خواهیم داشت، شما دیگر نیاز به باز کردن در پارکینگ ندارید. با نزدیک شدن خودرو به منزل، چراغ‌های ورودی روشن شده و به شما خوش‌آمد می‌گویند. در پارکینگ برای شما باز می‌شود و خودروی شما در ایستگاه شارژ خورشیدی قرار می‌گیرد. با ورود به منزل، حسگرهای بیولوژیکی نصب شده در خانه، وضعیت سلامت جسمانی شما را مورد بررسی قرار می‌دهند و اطلاعات دریافتی را به دستیار هوشمند خانه‌داری ارسال می‌کنند. در حالی که

مشغول تعویض لباس‌های خود هستید و آنها را روی چوب لباسی‌های هوشمند با قابلیت تشخیص میزان باکتری‌های روی لباس قرار می‌دهید، ربات حیوان خانگی شما با بازبگوشی‌های خود شما را سرگرم می‌سازد. پس از تعویض لباس، به صورت خودکار لباس‌هایی که باکتری‌های روی آنها بیشتر از حد مجاز است، در صف انتقال به فرایند شست‌وشو قرار می‌گیرند. چوب لباسی‌هایی که لباس کثیف روی آن قرار دارد، با رنگ قرمزی که از خود ساطع می‌کنند، شما را آگاه می‌سازند که لباس‌های تمیز را از لباس‌های کثیف تشخیص دهید. دستیار هوشمند خانه‌داری شما با فرمان صوتی، نوشیدنی گرم‌تان را در اتاق استراحت‌تان سرو خواهد نمود و پس از آن با توجه به اطلاعات دریافتی از سنسورهای بیولوژیکی و اطلاعات دریافت شده از یخچال که بیانگر خوراکی‌های موجود در آن است، گزینه‌های قابل طبخ برای ناهار را پیش روی شما قرار می‌دهد. ساختمان هوشمند شما در طول روز با استفاده از سلول‌های خورشیدی اقدام به ذخیره انرژی و استفاده از آن در طول شب خواهد کرد. با تاریک شدن هوا، چراغ‌های مناسب در خانه هوشمند شما روشن خواهد شد و سامانه امنیتی فضای سبز فعال می‌گردد.

شاید برخی از مواردی که عنوان شد در حال حاضر نیز امکان پیاده‌سازی را داشته باشند. با این حال بسیاری از این فناوری‌ها در مرحله‌ای نیستند که بتوان در سطح گسترده و فراگیر از آنها استفاده کرد. آیا زندگی در چنین خانه‌ای را می‌پسندید یا به زندگی در خانه‌های سنتی علاقه بیشتری دارید؟

### ✓ سامانه مدیریت ساختمان (Building Management System)

به مجموعه سخت‌افزارها و نرم‌افزارهایی که برای نظارت بر تجهیزات مهم ساختمان و کنترل عملکرد آنها به کار می‌رود، سامانه مدیریت ساختمان (BMS: Building Management System) یا سامانه اتوماسیون ساختمان (BAS: Building Automation System) می‌گویند. وظیفه این مجموعه، پایش مداوم بخش‌های مختلف ساختمان و فرمان دادن به آنها، جهت کار در بهترین شرایط و با بالاترین میزان بهره‌وری است.

در این روش تابلوهای برق روشنایی، سامانه اعلام و اطفای حریق، سامانه حفاظتی، آسانسورها، سامانه کنترل تردد و سامانه کنترل دما، به‌طور یکپارچه و هماهنگ توسط یک یا چند رایانه، کنترل می‌شوند.

در سامانه مدیریت ساختمان بسیاری از اعمالی که ساکنان از روی عادت و به‌صورت غیرارادی انجام می‌دهند توسط سامانه‌های هوشمند به اجرا در می‌آید. این کار باعث صرفه‌جویی در زمان و کاهش هزینه نیروی انسانی، کاهش مصرف انرژی، کاهش هزینه‌های انرژی، کاهش خطاپذیری و افزایش اثربخشی سامانه می‌شود. با



به کارگیری انواع حسگرها در داخل و خارج ساختمان و با استفاده از یک سامانه واحد می‌توان به صورت لحظه‌ای، کنترل تمامی ابزارها و دستگاه‌های تأمین‌کننده آسایش و امنیت را در اختیار گرفت و از آنها در جهت رسیدن به شرایط ایده‌آل استفاده کرد. برای این منظور، به تجهیزات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری خاصی نیاز است که بتواند اطلاعات مورد نیاز را گردآوری کند و به سامانه مرکزی جهت کنترل و مدیریت ساختمان انتقال دهد.

در ساختمان‌های هوشمند با استفاده از سامانه خودکار کنترل، مانند «روشنایی»، «سرمایشی و گرمایشی»، «دوربین‌های مدار بسته»، «درها» و «وسایل ایمنی اضطراری مانند اطفای حریق و زلزله» مصرف انرژی به نحو چشمگیری کاهش می‌یابد. ساختمان هوشمند، ساختمانی است که مجهز به یک زیرساخت و بستر ارتباطی قوی است تا بتواند به‌طور مستمر نسبت به وضعیت متغیرهای محیطی عکس‌العمل نشان داده و خود را با آنها منطبق کند. همچنین ساختمان هوشمند به ساکنین ساختمان این اجازه را می‌دهد که از منابع موجود متناسب با نیاز استفاده کنند و امنیت و آسایش خود را تأمین نماید. در شکل ۵ مزایای ساختمان هوشمند در مقایسه با ساختمان ساده نشان داده شده است.



شکل ۵

#### ✓ سامانه مدیریت انرژی ساختمان (BEMS)

معمولاً بخش مهمی از هزینه‌های جاری هر ساختمان، صرف تأمین انرژی مورد نیاز ساختمان برای روشنایی، گرمایش و سرمایش می‌شود. به همین خاطر و به دلیل مشکلات زیست‌محیطی، بسیاری از سازمان‌ها به صرفه‌جویی در مصرف انرژی و هر چه بهتر کردن محیط‌های کاری و زندگی خود روی آورده‌اند.

هدف BEMS یا Building Energy Management System مدیریت انرژی ساختمان است. در واقع BEMS زیر مجموعه‌ای از BMS است که به مصرف انرژی، تجهیزات مصرف‌کننده انرژی و کنترل آنها، توجه ویژه‌ای دارد. همچنین ممکن است دستگاه‌های اندازه‌گیری مصرف انرژی نیز به این سامانه متصل شود و گزارش‌ها و فرمان‌های کنترلی را برای کنترل و کاهش مصرف انرژی به طور هوشمند صادر نمایند.

به عنوان مثال در سامانه کنترل روشنایی ساختمان، با استفاده از روش‌هایی مانند کم کردن شدت نور لامپ‌ها و تنظیم آن با توجه به مقدار مورد نیاز، نصب پرده و کرکره هوشمند برای استفاده از نور طبیعی، خارج کردن دستگاه‌های اضافی در زمان پیک مصرف و خاموش و روشن کردن وسایل روشنایی با توجه به حضور فرد، میزان مصرف انرژی کاهش می‌یابد.

### ☑ موارد هوشمندسازی ساختمان

- برخی از مواردی که در هوشمندسازی ساختمان مطرح می‌شوند عبارت‌اند از:
- کنترل روشنایی: خاموش و روشن کردن طبق برنامه زمان‌بندی شده، تنظیم میزان روشنایی، خاموش و روشن کردن با استفاده از سنسورهای نوری
  - دما: سامانه‌های گرمایشی و سرمایشی
  - موتور الکتریکی: پرده برقی، کرکره برقی، پمپ
  - کیفیت هوا: تصفیه هوا، تنظیم رطوبت هوا
  - امنیت: آیفون تصویری، نظارت پیوسته تصویری
  - ایمنی: سنسورهای دود و گاز
  - مصارف: آب، گاز و برق مانند آبیاری هوشمند
  - سامانه‌های تفریحی: سینمای خانگی و موسیقی
  - وسایل ارتباطی: تلفن، شبکه، Wireless access point
- در شکل ۶ بعضی موارد هوشمندسازی نشان داده شده است.



شکل ۶

## روش‌های کنترل تجهیزات در ساختمان هوشمند

تجهیزات یک خانه هوشمند را به روش‌های مختلفی می‌توان کنترل کرد.

### ✓ دستگاه کنترل مرکزی

با یک دستگاه کنترل مرکزی می‌توان تمامی دستگاه‌های موجود در ساختمان را به صورت هوشمند کنترل کرده و از وضعیت کارکرد آنها باخبر شد.

دستگاه کنترل مرکزی به دو صوت طراحی و ساخته می‌شود:

■ **دستگاه کنترل مرکزی بدون نمایشگر:** در این نوع دستگاه، نمایشگر باید به صورت جداگانه تهیه شده و به آن اتصال داده شود. نمایشگر می‌تواند لمسی یا همراه با صفحه کلید باشد.

■ **دستگاه کنترل مرکزی همراه با نمایشگر:** این نوع دستگاه کنترل مرکزی به صورت یکپارچه با نمایشگر طراحی و ساخته می‌شود. معمولاً نمایشگر به کار رفته، از نوع صفحه نمایش لمسی (Touch Screen) است که کار با آن راحت‌تر بوده و برای استفاده از آن احتیاج به وسیله ورودی دیگری نیست.

■ **کنترل با استفاده از امواج رادیویی:** با استفاده از این فناوری امکان کنترل ساختمان هوشمند به صورت بی‌سیم (Wireless) وجود دارد. وسیله کنترل‌کننده می‌تواند یک تلفن همراه، تبلت یا یک ریموت کنترل ساده رادیویی باشد که در آن از امواج فرکانس رادیویی استفاده می‌شود. مزیت اصلی استفاده از امواج RF نسبت به امواج مادون قرمز که در کنترل‌های تلویزیون به کار می‌رود، این است که امکان کنترل از مسافت‌های طولانی‌تر و عدم نیاز به دید مستقیم را فراهم می‌کند.

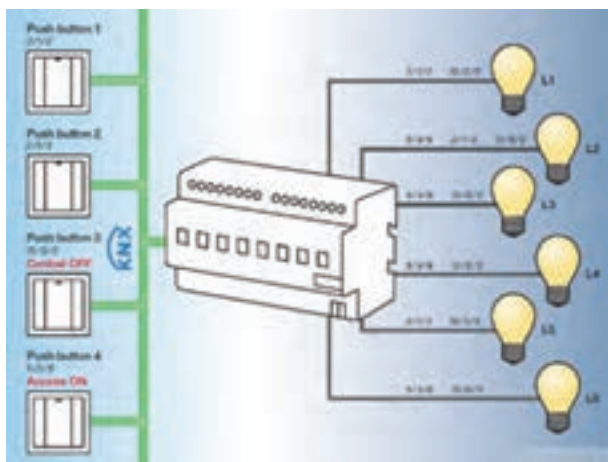
✓ **کنترل از راه دور:** منظور از راه دور، مسافتی است که نمی‌توان با امواج مادون قرمز یا RF کنترل کرد. با استفاده از پیامک (SMS)، تلفن گویا (Call Center) یا از طریق اینترنت می‌توان تجهیزات موجود در ساختمان یا هر مکان دیگری را کنترل کرد و از وضعیت آن مطلع شد.

✓ **سناریو:** سناریو به معنای انجام چند کار از پیش تعیین شده و برنامه‌ریزی شده، فقط با فشار دادن یک دکمه یا لمس صفحه کنترل است. راحتی و سرعت در ایجاد فضای مناسب و مورد نیاز هدف اصلی استفاده از سناریوها است.

✓ **اتوماسیون:** ساختمان هوشمند کار کاربران را آسان‌تر می‌کند و کنترل برخی از امور روزمره و تکراری را نیز به دست می‌گیرد. به این ترتیب، آسایش بیشتری را فراهم می‌کند. عملکرد خودکار سامانه‌ها می‌تواند شامل کارهای از پیش تعیین شده‌ای باشد که با استفاده از سنسورهای دما، نور، باد، باران، سنجش رطوبت و تشخیص حضور شخص اجرا می‌شود و شرایط را به‌طور بهینه تنظیم کرده و اخطارهای لازم را اعلام می‌کند.

## استانداردها و پروتکل‌های ارتباطی

به طور کلی دو نوع پروتکل برای ارتباط بین بخش‌های مختلف سامانه BMS وجود دارد:  پروتکل باز: این نوع پروتکل براساس استانداردهای باز طراحی شده است، به طوری که علاوه بر شرکت‌های سازنده، برای بقیه افراد و شرکت‌های دیگر نیز قابل دسترسی است. از مزیت‌های پروتکل‌های باز می‌توان به انعطاف‌پذیری بالا در طراحی و کنترل سامانه‌های هوشمند ساختمان اشاره کرد.



شکل ۷

یکی از مشهورترین استانداردهای باز طراحی ساختمان‌های هوشمند، استاندارد EIB است، (EIB: European Installation Bus). با پیاده‌سازی این استاندارد در چارچوب ماژول‌های آدرس‌پذیر و نرم‌افزارهای مربوطه، طیف وسیعی از سامانه‌های کنترلی و تجهیزاتی که به طریقی امکان کنترل توسط سیگنال‌های آنالوگ و دیجیتال را داشته باشند، پوشش داده می‌شود. در شکل ۷ سامانه کنترل روشنایی با استاندارد KNX را مشاهده می‌کنید.

پروتکل اختصاصی: پروتکل‌های اختصاصی برخلاف پروتکل‌های باز قابل دسترس برای همه افراد نبوده و به صورت اختصاصی و فقط برای شرکت طراح قابل دسترسی است. این سامانه‌ها معمولاً به آسانی قابل نصب بوده و قادر به پیاده‌سازی همه کارهای مورد نیاز برای سامانه‌های هوشمند خانگی و ساختمانی هستند. در صورت استفاده از این نوع پروتکل‌ها، تجهیزات بخش‌های مختلف سامانه نیز باید توسط یک سازنده تولید شده باشند، در غیر این صورت امکان برقراری ارتباط ساده

و مستقیم بین تجهیزات بخش‌های مختلف وجود ندارد. این پروتکل‌ها به دلیل انحصاری بودن و محدود کردن کاربران در توسعه سامانه، به سرعت در حال حذف شدن از بازار تجهیزات BMS در جهان هستند.

## روش‌های هوشمندسازی

در هوشمندسازی، ابتدا به وسیله تعدادی حسگر، اطلاعات محیط را جمع‌آوری می‌کنیم و به سامانه مرکزی می‌فرستیم. سامانه مرکزی پس از تحلیل اطلاعات دریافتی، فرمان‌های عملیاتی را برای تحریک به سمت عملگرها صادر می‌کند. با این تعریف، می‌توان گفت در مجموع سه روش برای انتقال اطلاعات در هوشمندسازی ساختمان وجود دارد:

✓ **استفاده از BUS مجزا:** از معروف‌ترین و معتبرترین استانداردهایی که از روش BUS مجزا برای انتقال اطلاعات استفاده می‌کنند، می‌توان به استانداردهای KNX، BACnet، EIB، LON و S-Bus اشاره کرد. در این سامانه‌ها اطلاعات با توجه به استاندارد استفاده شده از طریق یک، دو یا چهار زوج سیم منتقل می‌شود. سیم‌های حامل اطلاعات، کاملاً از سیم‌های منتقل‌کننده جریان اصلی برق ایزوله هستند. اطلاعات به وسیله سیم‌ها به مرکز کنترل ارسال می‌شود. مرکز کنترل پس از تحلیل اطلاعات دریافتی، فرمانی را به عملگرها که عمدتاً در همان مرکز کنترل نصب شده‌اند ارسال می‌کنند و جریان برق قطع یا وصل می‌شود.

✓ **استفاده از سیم‌های برق (Power Line):** معتبرترین استاندارد موجود برای انتقال اطلاعات با استفاده از سیم‌های برق، استاندارد X10 است. در استاندارد X10، اطلاعات بدون نیاز به کابل کشی مجزا از طریق سیم‌های برق منتقل می‌شوند. در این سامانه، در هر نقطه‌ای که باید کنترل صورت گیرد، ماژول‌هایی نصب می‌شود که اطلاعات ارسال شده از طرف مرکز کنترل را دریافت کرده و دستگاه‌های متصل شده به آن خاموش یا روشن می‌شوند.

مرکز کنترل در این سامانه وظیفه ذخیره سناریوها، دریافت کدها از ریموت کنترل و در نهایت ارسال آن به سمت ماژول مورد نظر را بر عهده دارد.

✓ **استفاده از سامانه‌های بی‌سیم (Wireless):** روش دیگری که این روزها بسیار مورد توجه قرار دارد، استفاده از سیگنال‌های بی‌سیم به عنوان بستر ارتباطی سامانه هوشمند است. در این روش، فرمان‌ها از طریق سیگنال‌های رادیویی ارسال و دریافت می‌شوند. از مهم‌ترین استانداردهای این روش می‌توان به Z-Wave و Zigbee اشاره کرد.

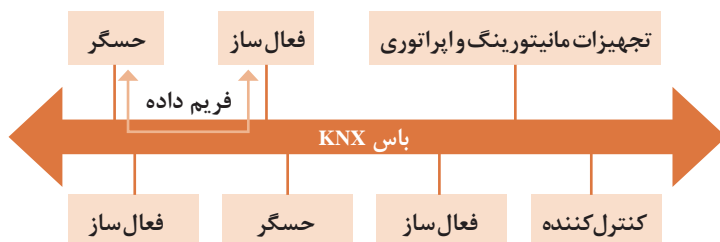
در این استانداردها، دستگاه‌ها پس از دریافت اطلاعات، اقدام به ارسال مجدد آن می‌کنند. به این ترتیب منطقه تحت پوشش سامانه وسیع‌تر می‌شود.

از مزایای این روش می‌توان به سرعت بالای انتقال اطلاعات و عدم نیاز به تغییر در سیم‌کشی ساختمان اشاره کرد. به همین خاطر اجرای هوشمندسازی در خانه‌هایی که امکان تغییر در سامانه سیم‌کشی ساختمان وجود ندارد به راحتی امکان‌پذیر می‌شود.

## پروتکل KNX

پروتکل KNX، سامانه ارتباطات و کنترل هوشمند ساختمان می‌باشد که از فناوری اطلاعات برای مرتبط نمودن تجهیزاتی مانند حسگرها، عملگرها، کنترل‌کننده‌ها، ترمینال‌های اجرایی و مانیتورها استفاده می‌کند. این پروتکل، نمونه‌ای از یک پروتکل باز، استاندارد و توزیع شده است. انجمن KONNEX با نام اختصاری KNX، در سال ۱۹۹۰ توسط شرکت‌های بزرگ و مطرح اروپایی تأسیس شد و وظیفه آن نظارت بر اجرای درست استاندارد KNX است. فناوری KNX در تأسیسات برقی برای پیاده‌سازی سناریوها و فرایندهای اتوماسیون در ساختمان‌ها، طراحی و مورد استفاده قرار می‌گیرد. این استاندارد در مقایسه با سه پروتکل قبلی، یعنی EIB، Batibus و EHS از محبوبیت بیشتری برخوردار است. (EHS: European Home System).

مبنای پروتکل KNX بر پروتکل EIB است که با لایه‌های فیزیکی و روش‌های پیکربندی دو پروتکل Bati BUS و EHS ترکیب شده است. راحتی و آسایش، افزایش ایمنی، کاهش هزینه‌های مصرف انرژی از مهم‌ترین عوامل در افزایش روزافزون استفاده از تجهیزات اتوماسیون در هوشمندسازی منازل و مراکز اداری، تجاری و صنعتی است. تجهیزاتی که در شبکه KNX استفاده می‌شوند مشابه تجهیزاتی است که در سایر شبکه‌های هوشمندسازی به کار می‌روند و شامل حسگرها، عملگرها، تجهیزات کنترلی و تجهیزات اجرایی و مانیتورینگ است. در شکل ۸ دیگرام پروتکل KNX رسم شده است.



شکل ۸- دیگرام پروتکل KNX

### ✓ بستریهای ارتباطی پروتکل KNX

بستریهای ارتباطی که برای انتقال اطلاعات در پروتکل KNX استفاده می‌شود عبارت‌اند از:

■ سیم‌کشی زوج به‌هم تابیده (TP-TQ: Twisted Pair) که در دو نوع TP<sup>0</sup> و TP<sup>1</sup> وجود دارد.

✓ بستر TP<sup>0</sup> از استاندارد Bati BUS گرفته شده و بیشتر در فرانسه کاربرد دارد.

✓ بستر TP<sup>1</sup> از استاندارد EIB گرفته شده و بیشتر از ۹۰ درصد محصولات فعلی KNX بر این مبنا تولید شده‌اند. در TP<sup>1</sup>، انتقال با کیفیت بالا و قیمت پایین انجام می‌گیرد. توپولوژی TP<sup>1</sup> بسیار انعطاف‌پذیر است و می‌تواند در انواع آرایش‌های خطی، ستاره‌ای، درختی یا تلفیقی از آنها پیاده‌سازی شود. برای انتقال فیزیکی اطلاعات، از یک سیگنال کد شده در باند پایه متقارن با نرخ انتقال ۹۶۰۰ بیت بر ثانیه استفاده می‌شود. تجهیزاتی که به TP<sup>1</sup> متصل می‌شوند، می‌توانند از طریق BUS اصلی تغذیه شوند.

■ سیم‌کشی شبکه برق ساختمان (PL: Power Line) که در دو نوع PL<sup>110</sup> و PL<sup>132</sup> وجود دارد.

✓ بستر PL<sup>110</sup>: این بستر ارتباطی برگرفته از استاندارد EIB است. امروزه کارخانه‌های کمی در تولید محصولات خود از PL<sup>110</sup> استفاده می‌کنند. نرخ انتقال سیگنال‌های اطلاعات در این روش ۱۲۰۰ بیت بر ثانیه می‌باشد.

✓ بستر PL<sup>132</sup>: این بستر از استاندارد EHS گرفته شده است و نرخ انتقال اطلاعات در آن ۲۴۰۰ بیت بر ثانیه است. در حال حاضر عملاً محصولی با این استاندارد تولید نمی‌شود.

■ بستر امواج رادیویی (RF): این بستر، روشی جدید برای انتقال اطلاعات در خانواده KNX است. پیش‌بینی می‌شود در آینده‌ای نزدیک، بسیاری از تولیدکنندگان به این بستر روی آورند. در این روش، از امواج رادیویی با فرکانس مرکزی ۸۶۸/۳۰ مگاهرتز و با نرخ اطلاعاتی ۱۶۳۸۴ بیت بر ثانیه برای انتقال داده‌ها استفاده می‌شود.

■ اترنت (Ethernet): این بستر که با نام‌های EIB net/IP یا KNX net/IP نیز شناخته می‌شود، یکی از بستریهای جدید انتقال داده در پروتکل KNX است و انتظار می‌رود در آینده، به یکی از مهم‌ترین بستریهای انتقال اطلاعات در پروتکل KNX تبدیل شود.

فناوری شبکه اترنت، یکی از شیوه‌های اتصال تجهیزات انتقال داده در یک شبکه محلی یا LAN است که در خانه‌ها و ادارات کوچک مورد استفاده قرار می‌گیرد. از زمان مطرح شدن شبکه‌های اترنت تاکنون تغییرات فراوانی در تجهیزات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری آن ایجاد شده است. در ابتدا از کابل کواکسیال در این

نوع شبکه‌ها استفاده می‌شد ولی امروزه شبکه‌های مدرن اترنت از کابل‌های به هم تابیده و فیبر نوری برای اتصال تجهیزات به یکدیگر استفاده می‌کنند. در شبکه‌های اولیه اترنت سرعت انتقال اطلاعات حداکثر ۱۰ مگابیت در ثانیه بود ولی امروزه این سرعت به بیش از ۱۰۰۰ مگابیت در ثانیه رسیده است.

✓ **تجهیزات در شبکه KNX می‌تواند در سه حالت زیر مورد استفاده قرار گیرد:**  
**وضعیت خودکار (Automatic Mode):** برنامه‌ریزی این تجهیزات به صورت خودکار و به وسیله خود دستگاه صورت می‌گیرد. کاربران تنها خرید و نصب آن را برعهده دارند.

■ **وضعیت نصب ساده (Easy Mode):** این تجهیزات فقط نیاز به آموزش‌های ابتدایی برای نصب دارند. رفتار آنها از پیش برنامه‌ریزی شده است. البته بخش‌هایی از آن قابل برنامه‌ریزی است که متناسب با نیاز کاربر تعریف می‌شود.

■ **وضعیت نصب سامانه‌ای (System Mode):** تجهیزاتی هستند که در ساخت سامانه‌های اتوماسیون سفارشی استفاده می‌شوند. این تجهیزات هیچ پیش‌فرض اولیه‌ای نداشته و بایستی توسط تکنسین‌های مجرب نصب و برنامه‌ریزی شوند. بنابراین به طور کلی استاندارد KNX، یک استاندارد لایه باز است که امکان استفاده از تجهیزات برنده‌های مختلف در زمینه هوشمندسازی ساختمان‌ها را در کنار یکدیگر فراهم می‌آورد.

### ✓ **تجهیزات به کار رفته در پروتکل KNX**

تجهیزات خانه‌های هوشمند را می‌توان به سه دسته کلی ورودی‌ها، تابلوی مرکزی و خروجی‌ها تقسیم کرد. این تجهیزات با استفاده از پروتکل KNX، توسط نرم‌افزارهای خانه هوشمند قابل برنامه‌ریزی هستند.

■ **ورودی‌ها:** ورودی‌ها شامل حسگرها و کلیدهای هوشمند هستند. با تشخیص وضعیت کمیت فیزیکی توسط حسگر، یا با فشار دادن کلید توسط کاربر، فرمان به کنترل‌کننده ارسال می‌شود. در شکل ۹ تعدادی از تجهیزات ورودی نشان داده شده است.

			
حسگر دما	حسگر رطوبت	حسگر شدت نور (لوکس سنچ)	مولتی سنسور

شکل ۹



■ **تابلوی مرکزی:** تابلوی مرکزی شامل تعدادی ماژول است که فرمان دریافتی از حسگرها را با توجه به برنامه‌ای که به آن داده شده است، پردازش کرده و فرمان مناسب را به عملگرها ارسال می‌کند. در شکل ۱۰ تعدادی از این ماژول‌ها نشان داده شده است.

			
ماژول رابط انتقال داده USB	ماژول کنترل پرده	ماژول راه‌انداز رله	ماژول منبع تغذیه

شکل ۱۰

✓ ماژول‌های رابط USB و کنترل‌کننده پرده برقی از انواع ماژول‌هایی هستند که می‌توانیم از آنها برای هوشمندسازی استفاده کنیم. ماژول رابط USB (USB Interface) جهت اتصال رایانه به باس KNX استفاده می‌شود. از طریق این ماژول می‌توان تمام آدرس‌دهی‌ها، تنظیمات و پارامترها را اعمال و سامانه نصب شده را عیب‌یابی کرد. ماژول کنترل پرده می‌تواند جهت کنترل پرده‌های عمودی، افقی و همچنین راه‌اندازی موتورها مورد استفاده قرار گیرد.



شکل ۱۱

■ **خروجی‌ها:** خروجی‌های سامانه خانه هوشمند شامل رله، موتور و دیگر وسایلی است که دستگاه‌ها و وسایل خانگی را می‌توان به کمک آنها کنترل کرد. در شکل ۱۱ موتور پرده برقی را مشاهده می‌کنید.



- در شکل ۱۳ صفحه اصلی نسخه ۵.۵.۲ نرم‌افزار ETS را مشاهده می‌کنید.
- همان‌طور که در شکل ۱۳ می‌بینید، این نرم‌افزار دارای چهار زبانه **Overview**، **Bus**، **Catalog** و **Setting** است.
- مهم‌ترین کارهایی که در زبانه **Overview** انجام می‌شود عبارت‌اند از:
  - ✓ ایجاد پروژه جدید (**New Project**)
  - ✓ ایجاد پروژه جدید به صورت گام‌به‌گام و به کمک نرم‌افزار، (**New Project - Assistant**)
  - ✓ وارد کردن پروژه (**Import Project**)
  - ✓ خروجی گرفتن از پروژه (**Export Project**)
  - ✓ مشاهده اخبار **KNX** و محصولات جدید **KNX** در صورت اتصال به اینترنت
- در زبانه **Bus** می‌توان تنظیم‌های مربوط به روش ارتباط بین رایانه و **KNX**.



شکل ۱۳- صفحه اصلی نرم‌افزار ETS

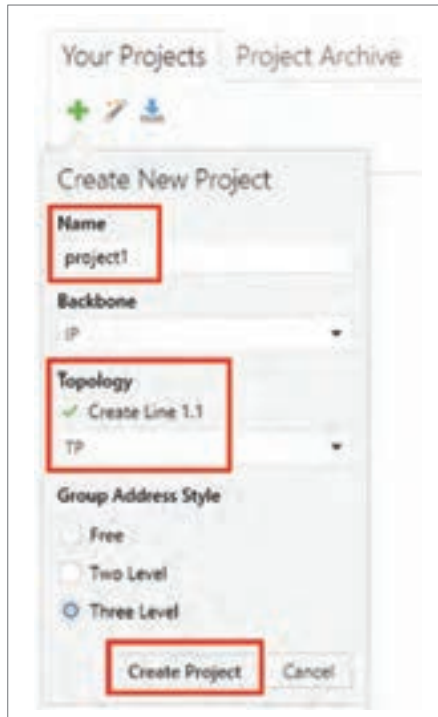
- مانیتورینگ باس **KNX** و ماژول‌ها، دسترسی به حافظه دستگاه‌ها و پاک کردن آن، مشاهده ماژول‌ها و بررسی عملکرد آنها را انجام داد.
- در زبانه **Catalog** می‌توان بانک اطلاعاتی تجهیزات مورد استفاده در نرم‌افزار را مشاهده کرد. همچنین کاتالوگ تجهیزات جدید را وارد (**Import**) یا بارگیری کرد.
- در زبانه **Setting** تنظیمات مربوط به نرم‌افزار مانند زبان نرم‌افزار، ذخیره کردن، خروجی گرفتن و کلیدهای میان‌بر انجام می‌شود.
- به عنوان یک پروژه ساده می‌خواهیم لامپ اتاق خواب را به کمک یک کلید لمسی که دارای دو شستی است، روشن و خاموش کنیم. یعنی با لمس یک شستی، لامپ روشن و با لمس شستی دوم، لامپ خاموش شود. برای این کار به تجهیزات

- و وسایل زیر نیاز داریم:
- ✓ ماژول منبع تغذیه
  - ✓ ماژول رابط USB
  - ✓ ماژول کلید لمسی با دو شستی
  - ✓ ماژول راه انداز رله
  - ✓ کابل باس (زوج سیم به هم تابیده)
  - ✓ کابل رابط USB
  - ✓ لامپ و سرپیچ
  - ✓ رایانه مجهز به نرم افزار ETS5
- بلوک دیاگرام نقشه این پروژه در شکل ۱۴ نشان داده شده است.



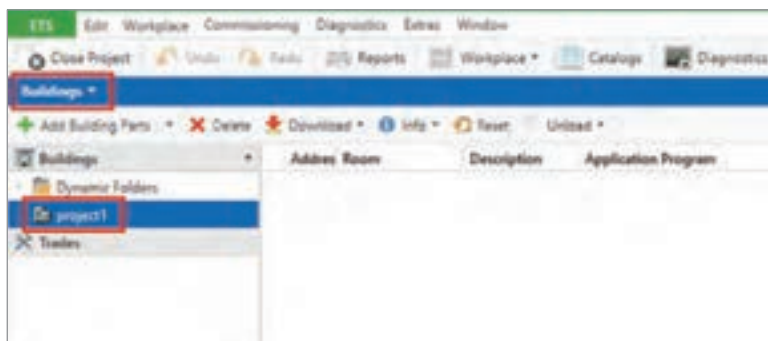
شکل ۱۴

توصیه می‌کنیم در صورت داشتن تجهیزات، این پروژه را انجام دهید و در صورت داشتن وقت اضافی، برای هنرجویان به نمایش درآورید.  
برای انجام این پروژه لازم است مراحل زیر را انجام دهید:  
✓ در زبانه Overview بر روی علامت + کلیک کنید تا یک پروژه جدید باز شود، شکل ۱۵.



شکل ۱۵

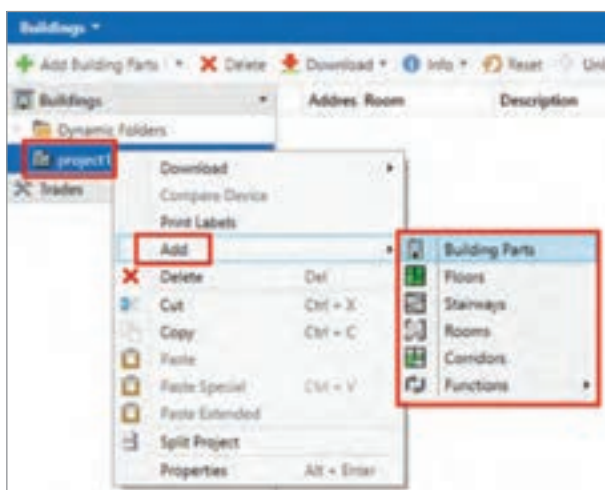
- در قسمت Name نام دلخواهی برای پروژه در نظر بگیرید. در شکل ۱۵ نام پروژه «project1» انتخاب شده است.
- در قسمت Topology باس ارتباطی بین تجهیزات برای انتقال داده‌ها را تعیین کنید. چون در این پروژه از زوج سیم به هم تابیده (Twisted Pair) استفاده می‌شود، گزینه TP را انتخاب کنید.
- بر روی Create Project کلیک کنید.
- ✓ با ایجاد پروژه، پنجره‌ای به نام Building ایجاد می‌شود. در این پنجره بر روی نام پروژه‌ای که ساختید (project1) کلیک راست کنید، شکل ۱۶. در کادر باز شده، از منوی Add گزینه Building Part را انتخاب کنید.



شکل ۱۶

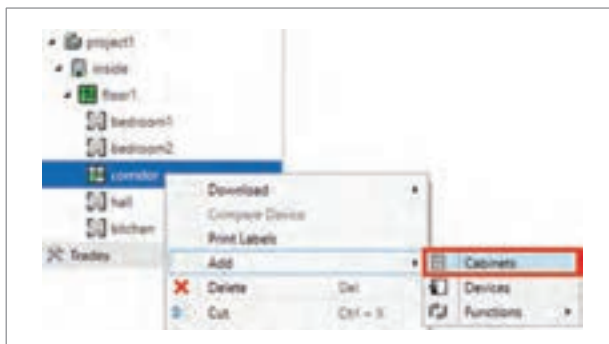
✓ در پنجره Building و از منوی Add، می‌توانید با توجه به پلان ساختمان، فضاها و اتاق‌ها را ایجاد کنید، شکل ۱۷:

- **Building Part**: بخش‌های مختلف ساختمان مانند داخلی، حیاط، باغچه و پارکینگ
- **Floors**: طبقات ساختمان
- **Stairways**: راه‌پله‌ها
- **Corridors**: راهروها
- **Rooms**: اتاق‌ها، مانند سالن پذیرایی (Hall)، آشپزخانه (Kitchen) و اتاق خواب (Bedroom)
- ✓ در این پروژه، برای بخش داخلی ساختمان (Inside) و طبقه اول آن (Floor ۱)؛ راهرو (Corridor)، سالن پذیرایی (Hall)، آشپزخانه (Kitchen) و دو اتاق خواب (Bedroom ۱ و Bedroom ۲) در نظر گرفته شده است.

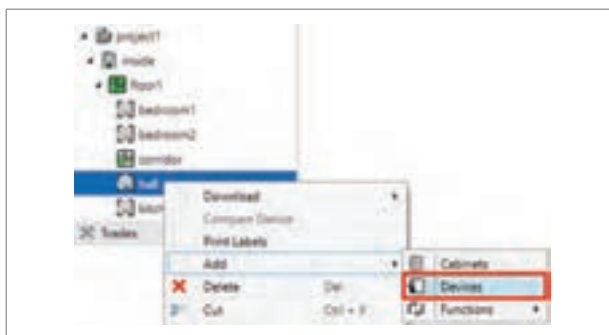


شکل ۱۷

- ✓ تابلو برق (Cabinet) را در محل در نظر گرفته شده در پلان ساختمان، که معمولاً راهرو یا سالن است قرار دهید. شکل ۱۸ اضافه کردن تابلوی برق در راهرو را نشان می‌دهد.
- ✓ قطعات هوشمندسازی (Devices) را مطابق نقشه به فضاهای تعریف شده در نرم‌افزار اضافه کنید. این تجهیزات، یا مانند انواع کلیدهای لمسی و مانیتور لمسی در اتاق‌های مختلف، یا مانند منبع تغذیه و انواع کنترل‌کننده‌ها در داخل تابلو برق قرار می‌گیرند، شکل ۱۹.



شکل ۱۸



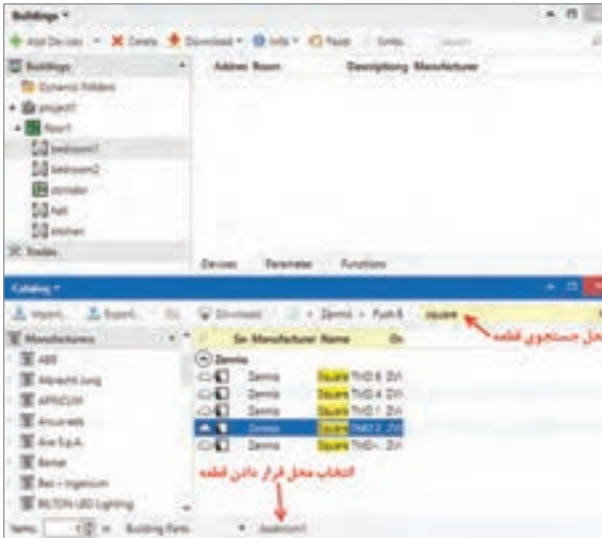
شکل ۱۹

- ✓ در این پروژه، تابلوی برق (Cabinet ۱) را در راهرو، و در داخل آن ماژول منبع تغذیه (Power Supply)، ماژول رابط (USB Data Interface) USB و ماژول راه‌انداز رله (Switching Actuator) را قرار دهید. همچنین کلید لمسی (fold, Push\_Button) را در اتاق خواب ۱ (Bedroom ۱)

در نظر بگیرید.

✓ برای انتخاب قطعات مورد نظر، مسیر زیر را انتخاب کنید:

انتخاب محل مورد نظر و کشیدن قطعه به آن محل → Catalog → Devices



شکل ۲۰

ابتدا گزینه Devices را انتخاب کنید. با این کار، نرم‌افزار وارد زبانه Catalog می‌شود. قطعه مورد نظر را از لیست قطعات پنجره کاتالوگ (Catalog) انتخاب کنید. سپس محل مورد نظر را انتخاب کرده و قطعه را به آن محل بکشید یا از منوی پایین زبانه Catalog، محل مورد نظر را انتخاب کنید. در شکل ۲۰ چگونگی اضافه کردن کلید هوشمند به فضای اتاق خواب ۱ نشان داده شده است. در شکل ۲۱ قطعات اضافه شده به فضاهای مورد نظر در این پروژه، نشان داده شده است.





### شکل ۲۱

✓ پس از انتخاب قطعات، باید آنها را تنظیم کنید. برای تنظیم یک قطعه، ابتدا بر روی آن کلیک کرده و پس از انتخاب زبانه Parameter، مشخصات قطعه را تنظیم کنید. تنظیم قطعات بر اساس کاتالوگ آن قطعه که توسط کارخانه سازنده ارائه می‌شود، صورت می‌گیرد و در قطعات مختلف، متفاوت است. در این پروژه، کلید لمسی در حالت Pair تنظیم شده است. یعنی با لمس یک شستی، لامپ روشن شده و با لمس شستی دیگر، لامپ خاموش می‌شود، شکل ۲۲.



### شکل ۲۲

در شکل ۲۳ مراحل تنظیم ماژول راه‌انداز رله نشان داده شده است.



### شکل ۲۳

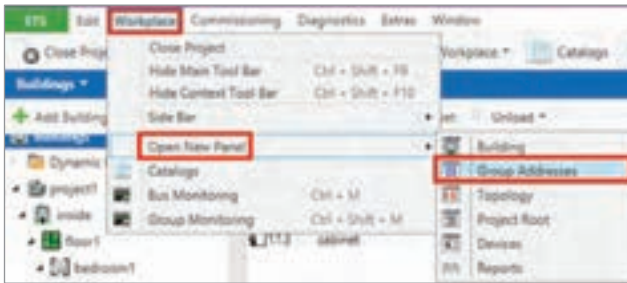
✓ تمام تجهیزات دارای یک آدرس اختصاصی (Individual Address) هستند که به‌طور خودکار توسط نرم‌افزار به آنها اختصاص داده می‌شود. این آدرس در کنار نام قطعه نوشته می‌شود. مثلاً همان‌طور که در شکل ۲۳ نشان داده شده است، آدرس اختصاصی ماژول فعال‌ساز رله «۱,۱,۲» است. البته می‌توانید آدرس اختصاصی را به دلخواه تغییر دهید. برای این کار ابتدا قطعه مورد نظر را انتخاب کنید. سپس از پنجره Properties، زبانه Setting را انتخاب کرده و Individual Address را

به دلخواه تغییر دهید، شکل ۲۴.



شکل ۲۴

✓ علاوه بر آدرس اختصاصی، یک آدرس گروهی نیز باید برای اجزای پروژه در نظر بگیرید. برای این کار طبق شکل ۲۵، از مسیر Workplace گزینه Open New Panel و سپس Group Addresses را انتخاب کنید:  
Workplace → Open New Panel → Group Addresses



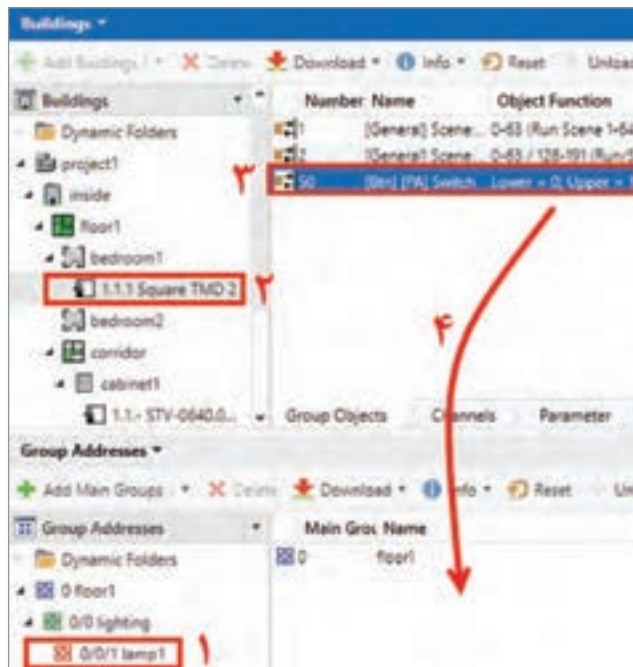
شکل ۲۵

آدرس‌دهی گروهی را طبق مراحل زیر انجام دهید:  
 ■ برای هر طبقه یک گروه اصلی (Main Group) تعریف کنید.  
 ■ برای هر یک از سامانه‌های پروژه مانند روشنایی و دما یک گروه میانی (Middle Group) تعریف کنید.  
 ■ برای کنترل هر یک از قطعات مانند لامپ یک آدرس گروهی (Group Address) در نظر بگیرید. مراحل آدرس‌دهی در شکل ۲۶ نشان داده شده است.

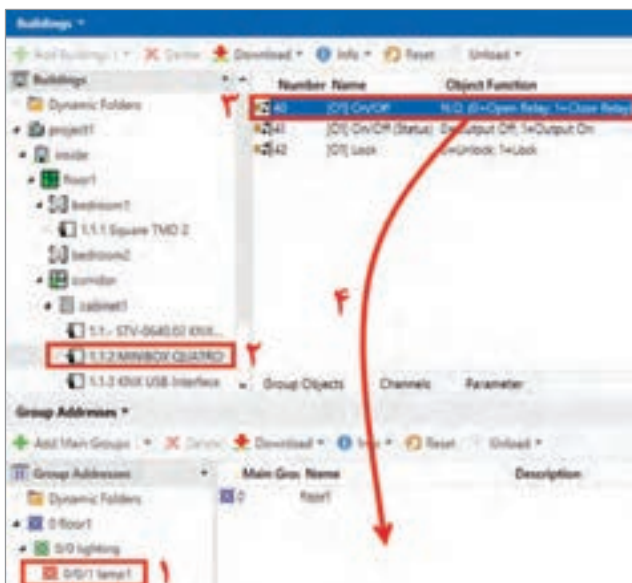


شکل ۲۶

✓ در این پروژه می‌خواهیم رله توسط کلید لمسی قطع و وصل شود، بنابراین برای برقراری ارتباط و ایجاد لینک بین کلید لمسی و رله، Objectهایی از این دو قطعه را که تنظیم کرده‌اید، به آدرس گروهی تعریف شده که در این پروژه lamp۱ نامگذاری شده است، بکشید. در شکل ۲۷ چگونگی کشیدن Object تنظیم شده کلید لمسی، و در شکل ۲۸ چگونگی کشیدن Object تنظیم شده فعال‌ساز رله به آدرس گروهی lamp۱ نشان داده شده است.



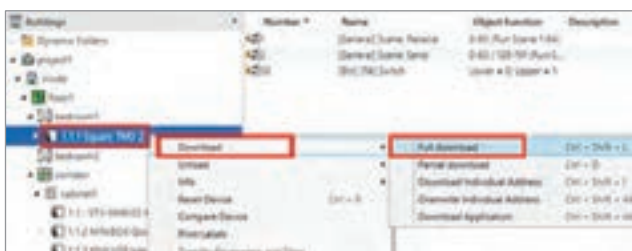
شکل ۲۷



شکل ۲۸

✓ برای انتقال برنامه نرم‌افزاری به ماژول‌ها، از زبانه BUS استفاده کنید. برای این کار در منوی BUS باید USB را به عنوان درگاه ارتباطی انتخاب کنید. سپس از طریق کابل، رایانه را به ماژول رابط USB وصل کنید.

✓ پس از اتصال رایانه به ماژول رابط USB، ابتدا بر روی قطعه مورد نظر (مثلاً کلید لمسی یا ماژول فعال‌ساز رله) کلیک راست کنید. در کادر باز شده، گزینه Download را انتخاب کرده و بر روی Download all کلیک کنید، شکل ۲۹.



شکل ۲۹

✓ پس از انتخاب گزینه Download all، نرم‌افزار پیامی را در ارتباط با فشرده شدن شستی برنامه‌ریزی آن قطعه می‌دهد. شستی برنامه‌ریزی (programming) قطعه مورد نظر را فشار دهید تا برنامه‌ریزی انجام شود. این کار را بر روی همه قطعاتی که تنظیم کرده‌اید انجام دهید.

✓ حال می‌توانید عملکرد برنامه را آزمایش کنید. با لمس شستی بالایی کلید نقشه شکل ۱۴، لامپ روشن شده و با لمس شستی پایینی کلید، لامپ خاموش می‌شود.

### ■ پروتکل X10

همان‌طور که گفته شد، X10 یک زبان ارتباطی است که امکان می‌دهد تجهیزات اتوماسیون خانگی سازگار با این پروتکل، از طریق سیم‌کشی موجود در منزل با یکدیگر ارتباط برقرار کنند.

### ■ پروتکل Z-Wave

Z-Wave یک پروتکل ارتباطی بی‌سیم است که این توانایی را برای محصولات خانگی مانند قفل‌ها، چراغ‌ها و ترموستات را به‌وجود می‌آورد تا بتوانند با یکدیگر ارتباط برقرار کنند. برای این کار از امواج RF استفاده می‌شود. این پروتکل ساده و قابل اعتماد بوده و برای اماکن مسکونی و تجاری قابل استفاده است. پروتکل Z-Wave مانند سایر روش‌های هوشمندسازی ساختمان، می‌تواند از طریق اینترنت و به وسیله یک دستگاه کنترل‌کننده مرکزی کنترل شود.



شکل ۳۰- پروتکل Z-Wave

در دستگاه‌های دارای پروتکل Z-Wave از فرکانس مشابه لوازم خانگی مانند تلفن‌های بی‌سیم که معمولاً در باند ۲/۴ GHz کار می‌کنند، استفاده نمی‌شود. فرکانس کار این دستگاه‌ها پایین‌تر، مثلاً ۹۰۸/۴۲ MHz است. بنابراین هیچ‌گونه تداخلی با باند فرکانسی لوازم خانگی نخواهد داشت. به دلیل اینکه کلیه دستگاه‌های مجهز به پروتکل Z-Wave مانند یک تکرارکننده

(Repeater Relay) عمل می‌کنند، سیگنال از یکی به دیگری انتقال یافته و با تکرار آن، محدوده وسیع‌تری تحت پوشش قرار می‌گیرد، شکل ۳۰.

### ✓ تفاوت‌های اصلی پروتکل‌های KNX و Z-Wave

■ دستگاه‌های دارای پروتکل Z-Wave در هر نوع ساختمانی، بدون نیاز به سیم‌کشی مجدد قابل اجرا است. در این پروتکل، حتی کلیدهای کنترلی نصب شده در خانه که بی‌سیم هستند، نیاز به سیم‌کشی ندارند. در صورتی که برای نصب دستگاه‌های هوشمند دارای پروتکل KNX حتماً باید سیم‌کشی ساختمان را تغییر داد. بنابراین هوشمندسازی ساختمان با استفاده از پروتکل KNX در ساختمان‌های قدیمی، بسیار پرهزینه است.

■ در پروتکل KNX، اگر یک ماژول یا کلید هوشمند از کار بیفتد باید آن را تعمیر یا تعویض کرد تا بتوان بخش مربوط به آن را کنترل کرد. در صورتی که در پروتکل Z-Wave اگر یک ماژول یا کلید خراب شود، تا زمان تعمیر یا تعویض آن، می‌توان آن بخش را به صورت دستی کنترل کرد.

### ■ مراحل اجرای هوشمندسازی ساختمان

برای اجرای پروژه هوشمندسازی ساختمان باید مراحل زیر طی شود:

گام اول: مستندسازی سناریوهای مورد نیاز کارفرما

گام دوم: طراحی اولیه سامانه و برآورد اقتصادی

گام سوم: نهایی‌سازی طراحی اولیه بر اساس خواسته کارفرما

گام چهارم: تهیه فهرست تجهیزات

گام پنجم: تهیه نقشه اجرایی

گام ششم: لوله‌گذاری و تعبیه زیرساخت‌ها

گام هفتم: کابل‌کشی و نصب تجهیزات

گام هشتم: راه‌اندازی و برنامه‌نویسی تجهیزات نصب شده

گام نهم: آزمایش قسمت‌های مختلف سامانه به صورت جداگانه

گام دهم: آزمایش سامانه به صورت یکپارچه

گام یازدهم: آزمایش سناریوها

گام دوازدهم: ارائه نقشه‌های اجرا شده و برنامه‌ها به کارفرما

گام سیزدهم: ارائه آموزش و راهنمای فارسی جهت بهره‌برداری و نگهداری سامانه به کارفرما

گام نهمین: بازدیدهای دوره‌ای و ارائه خدمات پشتیبانی

### ■ هزینه هوشمندسازی ساختمان

قابلیت‌های زیاد هوشمندسازی باعث شده است که هر روز به علاقه‌مندان هوشمندسازی ساختمان افزوده شود. با وجود این کارایی‌های مهم، هنوز بسیاری از خانه‌ها به سامانه‌های هوشمند مجهز نشده‌اند. علت اصلی این مسئله گران بودن فناوری هوشمندسازی ساختمان است. معمولاً هر فناوری در دوران اولیه ورود خود به بازار گران بوده و تنها اقشار محدودی از جامعه می‌توانند از آن بهره‌مند شوند. خوشبختانه این روزها فناوری هوشمندسازی ساختمان به قیمت‌های متعادل‌تری رسیده است، به گونه‌ای که بسیاری از خانواده‌ها قادر به استفاده از مزیت‌های این فناوری هستند. عوامل مختلفی در تعیین هزینه هوشمندسازی نقش دارند که از جمله آنها می‌توان به سطح هوشمندسازی، مساحت ساختمان، وضعیت سازه و میزان اعتبار تولیدکننده و ارائه‌دهنده تجهیزات هوشمندسازی اشاره کرد:

### ✓ سطح هوشمندسازی

یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده هزینه هوشمندسازی، میزان سطح هوشمندسازی ساختمان است. برای هوشمندسازی سه سطح پایه، متوسط و پیشرفته (سفارشی) تعریف می‌شود. سه پارامتر تعداد گروه‌های کنترلی و تعداد مصرف‌کننده‌ها، تعداد و نوع پنل‌های کنترلی و تجهیزات ارتباط جانبی سطح هوشمندسازی را تعیین می‌کنند. ■ انتخاب تجهیزات ارتباط جانبی جهت ارتباط و کنترل سامانه از طریق موبایل، تبلت و کامپیوتر (در صورت نیاز).

■ **تعداد گروه‌های کنترلی و تعداد مصرف‌کننده‌ها:** جهت انتخاب ساده‌تر، تجهیزات را به دو گروه روشنایی و تأسیسات تقسیم می‌کنیم:

✓ **کنترل روشنایی:** در سامانه روشنایی، به هر گروه از لامپ‌ها، یک کانال روشنایی گفته می‌شود. منظور از گروه لامپ‌ها، تعدادی لامپ است که در حالت سنتی با یک کلید کنترل می‌شوند. مثلاً در یک لوستر بزرگ از یک کلید دو پل استفاده شده است که هر پل از کلید، تعدادی از لامپ‌های لوستر را خاموش و روشن می‌کند. همچنین لامپ‌های هالوژن دور سقف همگی با یک کلید کنترل می‌شوند. بدیهی است چگونگی گروه‌بندی لامپ‌ها انتخابی بوده و می‌توان لوستر را به جای کلید دو پل، با کلید تک‌پل روشن و خاموش کرد، یا هر ضلع از روشنایی‌های دور سقف را به صورت جداگانه و با کلیدهای متفاوت کنترل نمود. به هریک از این گروه‌ها «یک کانال روشنایی» گفته می‌شود که از طریق دیمر (تنظیم شدت نور لامپ‌ها) و یا کلید (خاموش و روشن) قابل کنترل هستند.

✓ **کنترل تأسیسات:** برای کنترل هریک از اجزای تأسیسات، مانند کنترل‌کننده کولر یا کنترل‌کننده پرده برقی، نیاز به کنترل‌کننده مخصوص به آن دستگاه داریم. در تأسیساتی مانند پمپ آب که فقط نیاز به روشن و خاموش شدن دارند، می‌توان از کنترل‌کننده‌های عمومی کلید نیز استفاده کرد.

■ **تعداد و نوع پنل های کنترلی:** پس از انتخاب و تعیین تعداد گروه های کنترلی و همچنین انتخاب تجهیزات، نیاز به پنل های کنترل داریم که از طریق آنها به مصرف کننده دسترسی داشته باشیم. پنل های کنترل در سه گروه اصلی دسته بندی می شوند:

✓ **پنل های کنترل مرکزی:** این پنل ها قادر به کنترل تمامی کانال ها و تجهیزات انتخابی هستند. به همین دلیل به آنها «پنل کنترل مرکزی» می گویند. این پنل ها معمولاً در راهروی ورودی اصلی ساختمان و یا سالن نشیمن نصب می شوند.

✓ **پنل های کنترل محلی:** تعداد کانال هایی که می توانند از طریق این پنل ها کنترل شوند، به نسبت پنل های مرکزی محدودتر بوده و برای کنترل قسمت های مختلف ساختمان به صورت تفکیک شده استفاده می شوند، مانند کنترل سالن نشیمن، کنترل اتاق ها و کنترل آشپزخانه. به همین خاطر به این پنل ها «پنل کنترل محلی» گفته می شود و معمولاً در ورودی و یا داخل محوطه مورد نظر نصب می شوند.

✓ **ریموت کنترل ها:** از طریق ریموت کنترل ها نیز می توان از هر نقطه ساختمان (در مدل های معمولی با برد ۵-۳ طبقه) کلیه دستگاه ها را کنترل نمود.

انتخاب نوع و تعداد پنل ها کاملاً سلیقه ای و بر اساس نیاز بوده و اجباری به استفاده از تمام مدل ها نیست. مثلاً می توان پنل مرکزی را حذف نمود و از پنل های محلی در نقاط مختلف استفاده کرد. حتی می توان سامانه را بدون پنل های مرکزی و محلی و تنها از طریق ریموت کنترل و یا موبایل کنترل کرد.

■ **تجهیزات ارتباط جانی:** از طریق این تجهیزات، که به آنها «مبدل های شبکه» نیز گفته می شود، ارتباط سامانه های کنترل یکپارچه با سایر دستگاه های شخصی مانند تلفن همراه، تبلت، کامپیوترهای خانگی و شبکه داخلی ساختمان فراهم می شود. برای مثال می توانیم کلیه تجهیزات را با استفاده از تلفن همراه یا تبلت و از طریق شبکه ارتباطی WiFi کنترل نماییم.

شما می توانید هر کدام از سه سطح هوشمندسازی را انتخاب کرده و به کارشناسان فروش اطلاع دهید، تا برآوردی دقیق از محدوده قیمت هوشمندسازی ساختمان را به شما اعلام کنند.

مثلاً اگر بخواهید یک واحد آپارتمانی حدوداً ۱۰۰ متر و دو خوابه را هوشمندسازی کنید، با توجه به سطح هوشمندسازی مورد نظر، شما به تجهیزاتی طبق جدول ۶ احتیاج دارید:



جدول ۶- تجهیزات مورد نیاز برای هوشمندسازی یک نمونه آپارتمان ۱۰۰ متری

سطح هوشمندسازی	تجهیزات مورد نیاز
پایه	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ دستگاه سوئیچ کنترل روشنایی (۱ عدد)</li> <li>✓ دستگاه دیمر (۱ عدد)</li> <li>✓ پنل کنترل با نمایشگر لمسی یکپارچه (۱ عدد)</li> <li>✓ ریموت کنترل</li> </ul>
متوسط	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ دستگاه سوئیچ کنترل روشنایی (۲ عدد)</li> <li>✓ دستگاه دیمر (۲ عدد)</li> <li>✓ کنترل‌کننده نورهای رنگی (۱ عدد)</li> <li>✓ کنترل‌کننده کولر (۱ عدد)</li> <li>✓ پنل کنترل مرکزی همراه با نمایشگر LCD یکپارچه (۱ عدد)</li> <li>✓ پنل کنترل با نمایشگر لمسی یکپارچه (۲ عدد)</li> <li>✓ ریموت کنترل</li> </ul>
پیشرفته (سفارشی)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ دستگاه سوئیچ کنترل روشنایی (۳ عدد)</li> <li>✓ دستگاه دیمر (۳ عدد)</li> <li>✓ کنترل‌کننده نورهای رنگی (۲ عدد)</li> <li>✓ سوئیچ تأسیسات برای کنترل وسایلی مانند فن و هود آشپزخانه (۱ عدد)</li> <li>✓ فرستنده IR برای کنترل ریموت تلویزیون و سامانه‌های صوتی (۱ عدد)</li> <li>✓ کنترل‌کننده کولر (۱ عدد)</li> <li>✓ دستگاه کنترل مرکزی با نمایشگر LCD رنگی یکپارچه و با قابلیت آلبوم دیجیتال، نمایش آب و هوا و پخش موزیک (۱ عدد)</li> <li>✓ پنل کنترل با نمایشگر لمسی یکپارچه (۳ عدد)</li> <li>✓ مبدل شبکه</li> <li>✓ ریموت کنترل</li> </ul>

پس از تعیین سطح هوشمندسازی، جمع هزینه‌ها توسط کارشناسان فروش به شما اعلام خواهد شد. هوشمندسازی در سطوح مختلف قیمت‌های متنوعی دارد که همه افراد با توجه به توانایی مالی خود می‌توانند از مزایای آن بهره‌مند شوند.

✓ **مساحت ساختمان**

دومین عامل مؤثر در هزینه هوشمندسازی، مساحت ساختمان است. مثلاً هزینه هوشمندسازی یک آپارتمان ۲۵۰ متری سه خوابه بسیار بیشتر از یک آپارتمان ۷۰ متری یک خوابه است. زیرا در یک ساختمان بزرگ‌تر نیاز به تجهیزات هوشمندسازی بیشتری است. هزینه هوشمندسازی یک ساختمان معمولاً بر اساس مترمربع، یا به شکل بسته‌ای و پروژه‌ای محاسبه می‌شود.

## ✓ وضعیت سازه

هزینه هوشمندسازی در ساختمان‌های تکمیل شده یا قدیمی که در نقشه تأسیسات الکتریکی آنها برای تجهیزات هوشمندسازی جایی در نظر گرفته نشده است، با ساختمان‌های در حال ساخت متفاوت است.

■ **هزینه هوشمندسازی ساختمان در حال ساخت:** بهترین حالت برای اجرا و پیاده‌سازی سامانه هوشمند، انجام آن در زمان ساخت است که نقشه برق ساختمان با همکاری عوامل فنی و تأسیسات ساختمان تهیه شده و پلان جانمایی تجهیزات هوشمند با همکاری مهندسین معمار رسم می‌شود. در ساختمان در حال ساخت، به علت باز بودن دست معماران و دکوراتورها، می‌توان بهترین جانمایی را برای واسط‌های کاربری یا صفحه کلیدهای لمسی و دیجیتالی، سنسورهای حرکتی و سامانه صوتی انجام داد. بهتر است جهت جلوگیری از اتلاف وقت و هزینه، موارد فوق پس از اجرای تأسیسات ساختمان و قبل از نازک‌کاری صورت پذیرد. تغییر در محل نصب تجهیزات هوشمندسازی و شخصی‌سازی آن با توجه به سلیقه‌های متفاوت در این مقطع از ساخت، به راحتی امکان پذیر است و نتیجه کار آن برای کارفرما بسیار مطلوب و دقیق خواهد بود. مثلاً به دلیل بزرگ بودن تابلو برق هوشمند در مقایسه با تابلوهای مرسوم، با استفاده از یک طراحی زیبا می‌توان یک تابلو برق زیبا از جنس چوب تهیه کرده و در کنار کتابخانه یا ویتترین، در جای مناسبی از منزل نصب کرد. با برنامه‌ریزی دقیق و همکاری مناسب با سایر مهندسین ساختمان و به علت عدم نیاز به تخریب، هزینه هوشمندسازی ساختمان در حال ساخت، بسیار مقرون به صرفه و مناسب است.

■ **هزینه هوشمندسازی ساختمان‌های قدیمی:** بناهای قدیمی به علت استفاده از سیم‌کشی قدیمی و غیراستاندارد نیاز به طراحی سامانه برق دارند. بنابراین در هنگام بازسازی و عملیات عمرانی، می‌توان سیم‌کشی این نوع از ساختمان‌ها را دوباره احیا کرد. به دلیل نیاز به تخریب، برق‌کاری در این نوع از ساختمان‌ها سخت، و هزینه‌بر است.

■ **هزینه هوشمندسازی ساختمان‌های تکمیل شده:** غالباً شاهد ساخت ساختمان‌های بسیار زیبا و با مصالح خوب در نقاط مختلف شهر هستیم که متأسفانه سازندگان آن به علت پیش‌بینی نکردن سامانه هوشمند در آنها، با مشکل فروش واحدهای مسکونی خود مواجه هستند. امروزه تجهیزات هوشمند و مدرن ساختمان، یک کالای لوکس و تجملی نیست، بلکه این سامانه‌ها در خدمت مردم و برای آسایش و آرامش و امنیت آنها طراحی شده‌اند و موجب صرفه‌جویی در انرژی می‌شود. یک مثال آشنا در این زمینه برای همه، آیفون تصویری است که تا چندی پیش یک کالای تجملی و اضافه در خانه محسوب می‌شد ولی امروزه تصور یک خانه نوساز بدون آن غیرممکن است.

هوشمندسازی ساختمان‌های پایان یافته بسیار مشکل است، به‌خصوص اگر

ساکنین هم در آن حضور داشته باشند. با این حال اگر در سیم‌کشی ساختمان از استانداردهای جدید استفاده شده باشد، یعنی سرخط‌ها به صورت مستقل در تابلو برق جمع‌آوری شده باشند، می‌توان با کمی تخریب تا حدودی نیاز کارفرما را تأمین کرد. ولی اگر سیم‌کشی ساختمان به صورت سنتی انجام شده باشد، یعنی سیم فاز در فضای خانه چرخیده و به چندین کلید و پریز متصل شده باشد تنها می‌توان با استفاده از مبدل‌های کلیدهای سنتی به هوشمند (Panel Edition)، به صورت جزئی سامانه هوشمند را در خانه پیاده‌سازی کرد.

#### ✓ میزان اعتبار تولیدکننده و خدمات‌دهنده تجهیزات

برای برآورد هزینه هوشمندسازی ساختمان میزان اعتبار تولیدکننده و ارائه‌دهنده تجهیزات هوشمندسازی از اهمیت خاصی برخوردار است.

#### ■ بررسی عملکرد حسگر مادون قرمز غیرفعال (PIR: Passive Infra Red)

یکی از حسگرهای مهم و کاربردی در یک خانه هوشمند، حسگر حرکتی PIR است. در پودمان دوم، کاربرد این حسگر در کنترل روشنایی به صورت عملی مورد آزمایش قرار می‌گیرد. در اینجا برای آشنایی بیشتر با عملکرد این حسگر، توضیحات کامل‌تری ارائه می‌شود.

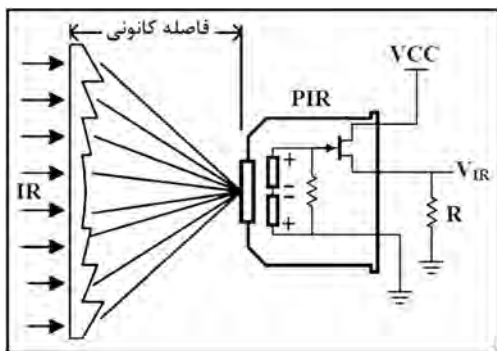
✓ هر جسمی که دمای آن بالاتر از صفر مطلق (۲۷۳ درجه زیر صفر) باشد، از خود انرژی از جنس امواج نوری منتشر می‌کند که بخش زیادی از این انرژی از نوع مادون قرمز است. طول موج منتشر شده از بدن انسان حدود ۱۰ میکرون (میکرومتر) است.

✓ نور مادون قرمز بخش نامرئی طیف امواج الکترومغناطیسی است. در یک اتاق، تمام اجسام نور مادون قرمز از خود انتشار می‌دهند. اما اگر فردی وارد اتاق شود انرژی مادون قرمز در آن ناحیه افزایش می‌یابد و حسگرهای مادون قرمز، تغییراتی که به دلیل حضور فرد در میزان انرژی محیط ایجاد می‌شود را تشخیص می‌دهند. حسگرهای مادون قرمز PIR به گونه‌ای طراحی شده‌اند که نسبت به اشیایی با طول موج انرژی حدود ۱۰ میکرون بیشترین حساسیت را نشان دهند.

✓ حسگر مادون قرمز در یک محفظه فلزی آب‌بندی شده قرار دارد که از آن در برابر نفوذ نویز، دما و رطوبت محافظت می‌کند. بر روی این محفظه یک پنجره کوچک وجود دارد که از مواد سیلیکونی پوشیده شده است. این پنجره انتقال موج مادون قرمز را بر عهده دارد و از بخش آشکارساز حسگر محافظت می‌کند.

✓ در پشت این پنجره دو آشکارساز امواج مادون قرمز قرار دارد که به یک ترانزیستور JFET با نویز کم و امپدانس ورودی بالا وصل شده‌اند. آشکارساز مادون قرمز انرژی دریافتی از امواج مادون قرمز را به ولتاژ الکتریکی تبدیل می‌کند.

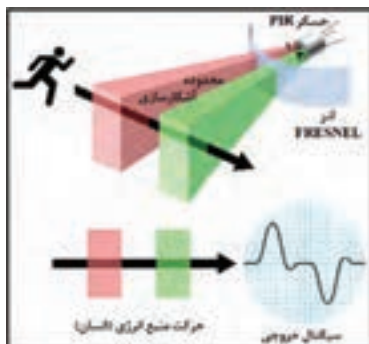
✓ در شکل ۳۱ مدار آشکارساز مادون قرمز به همراه تقویت کننده خروجی آن نشان داده شده است. همان طور که گفته شد حسگر PIR دارای دو آشکارساز داخلی است. این آشکارسازها از مواد خاصی ساخته شده اند که به اشعه مادون قرمز حساسیت دارند.



شکل ۳۱- مدار داخلی حسگر RE200B

✓ همان طور که در شکل ۳۱ نشان داده شده است، آشکارسازها طوری قرار گرفته اند که پلاریته ولتاژ خروجی آنها برعکس یکدیگر است، بنابراین ترانزیستور JFET اختلاف ولتاژ خروجی آشکارسازها را تقویت می کند.

✓ عملکرد مدار آشکارساز در شکل ۳۲ نشان داده شده است. زمانی که در محیط حرکتی وجود ندارد، هر دو آشکارساز به میزان یکسانی اشعه مادون قرمز منتشر شده از اجسام ثابت موجود در محیط را دریافت می کنند. بنابراین اختلاف ولتاژ خروجی آشکارسازها برابر صفر می شود.



شکل ۳۲- عملکرد حسگر PIR

- ✓ هنگامی که یک منبع انرژی مادون قرمز مانند انسان وارد محیط می‌شود، آشکارساز شماره ۱ امواج مادون قرمز بیشتری دریافت می‌کند. بنابراین سیگنال مثبتی در خروجی آشکارساز تولید می‌شود.
- ✓ هنگامی که منبع انرژی متحرک محیط را ترک می‌کند، دقیقاً عکس این حالت اتفاق می‌افتد. یعنی آشکارساز شماره ۲ امواج مادون قرمز بیشتری دریافت کرده و سیگنال منفی در خروجی آشکارساز تولید می‌شود.
- ✓ در حسگرهای مادون قرمز به دلیل اینکه امواج مادون قرمز دریافتی از فاصله دور بسیار ضعیف هستند، از لنز مخصوصی به نام لنز فرنل (Fresnel) استفاده می‌شود. در شکل ۳۳، شکل ظاهری لنز فرنل نشان داده شده است.
- ✓ وظیفه این لنز متمرکز کردن امواج دریافتی در مرکز حسگر است. همچنین این لنز می‌تواند به صورت فیلتر عمل کرده و امواج مزاحم را حذف کند.



شکل ۳۳- شکل ظاهری لنز فرنل

## ارزشیابی واحد یاد گیری ۲: شایستگی نصب و راه اندازی سامانه های کنترل خانگی

### کاربرگ ارزشیابی مراحل کار

<p><b>مرحله کار ۱:</b> انتخاب تجهیزات و لوازم خانگی جهت کنترل هوشمند  <b>کار:</b> نصب و راه اندازی سامانه های کنترل خانگی  <b>نام و نام خانوادگی هنرجو:</b> کد کار: ۰۵۰۲  <b>تاریخ:</b></p>
<p><b>بارم آزمون:</b> ارزشیابی نظری، نرم افزاری و عملی در نظام ارزشیابی ۲۰ نمره ای شامل ۱۵ نمره آزمون و ۵ نمره مستمر است که نمره معادل آن در نظام ارزشیابی مبتنی بر شایستگی ۱+۳ می شود.</p> <p><b>آزمون نظری:</b> سؤال بر اساس الگوی پرسش</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>۱ سه جزء اصلی سامانه خانه هوشمند را نام ببرید.</li> <li>۲ ارتباط بین اجزای خانه هوشمند چگونه برقرار می شود؟</li> <li>۳ سامانه های ..... اصلی ترین مصرف کنندگان انرژی در ساختمان هستند.</li> <li>۴ سامانه های کنترل هوشمند دما چه قابلیت هایی دارند؟</li> <li>۵ ...</li> </ol>
<p><b>آزمون نرم افزاری:</b></p>
<p><b>آزمون سخت افزاری (عملی):</b> سؤال بر اساس فعالیت های عملی انجام شده</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>۱ دفترچه راهنمای دستگاه زمان سنج دیجیتالی موجود در کارگاه را تهیه کنید.</li> <li>۲ مشخصات فنی دستگاه را از دفترچه راهنما استخراج و ترجمه کنید.</li> <li>۳ با استفاده از دفترچه راهنمای دستگاه، زمان و روز واقعی را تنظیم کنید.</li> <li>۴ با استفاده از دفترچه راهنمای دستگاه، تایمر را مطابق نظر هنرآموز کارگاه، برای روشن و خاموش کردن لامپ تنظیم کنید.</li> <li>۵ دستگاه را راه اندازی کرده و عملکرد مدار را آزمایش کنید.</li> <li>۶ ...</li> </ol>
<p><b>شایستگی های غیر فنی:</b> مشابه مرحله کار ۱ پودمان اول</p>
<p><b>کلید آزمون ها بر اساس استاندارد عملکرد نمون برگ ۸-۱ انجام می شود.</b></p>

### کاربرگ ارزشیابی مراحل کار

مرحله کار ۲: تعیین روش‌های کنترل تجهیزات و لوازم خانگی	
کار: نصب و راه‌اندازی سامانه‌های کنترل خانگی	
نام و نام خانوادگی هنرجو:	کد کار: ۰۵۰۲
تاریخ:	
<p><b>بارم آزمون:</b> ارزشیابی نظری، نرم‌افزاری و عملی در نظام ارزشیابی ۲۰ نمره‌ای شامل ۱۵ نمره آزمون و ۵ نمره مستمر است که نمره معادل آن در نظام ارزشیابی مبتنی بر شایستگی ۱+۳ می‌شود.</p> <p><b>آزمون نظری:</b> سؤال بر اساس الگوی پرسش</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>۱ کانال ارتباطی در خانه هوشمند را تعریف کنید. چند نمونه کانال ارتباطی را نام ببرید.</li> <li>۲ پروتکل ارتباطی را تعریف کنید. چند نمونه پروتکل ارتباطی مهم که در خانه‌های هوشمند به کار می‌رود را نام ببرید.</li> <li>۳ چهار روش کنترل روشنایی در یک خانه هوشمند را نام ببرید.</li> <li>۴ عملکرد کلید هوشمند کولر در دو حالت تایمر و تایمر چرخشی را با یکدیگر مقایسه کنید.</li> <li>۵ ...</li> </ol>	
<b>آزمون نرم‌افزاری:</b>	
<p>آزمون سخت‌افزاری (عملی): سؤال بر اساس فعالیت‌های عملی انجام شده</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>۱ مدار آزمایش حسگر حرکتی PIR را مطابق شکل مقابل بر روی تابلوی آموزشی ببندید.</li> <li>۲ مدار را با رعایت اصول ایمنی به برق شهر وصل کنید.</li> <li>۳ عملکرد مدار را آزمایش کنید.</li> <li>۴ مدار را طوری تغییر دهید که لامپ توسط کلید روشن شود ولی پس از قطع کلید، حسگر PIR پس از مدتی تأخیر خاموش شود. مدار را رسم کنید.</li> <li>۵ مدار را روی تابلوی آموزشی ببندید و با رعایت اصول ایمنی به برق شهر وصل کنید.</li> <li>۶ عملکرد مدار را آزمایش کنید.</li> <li>۷ ...</li> </ol>	
	
شایستگی‌های غیرفنی: مشابه مرحله کار ۱ پودمان اول	
کلید آزمون‌ها بر اساس استاندارد عملکرد نمونه برگ ۸-۱ انجام می‌شود.	

## کاربرگ ارزشیابی مراحل کار

<p><b>مرحله کار ۳:</b> انتخاب قطعات و اجزای مورد نیاز مطابق با روش کنترل کار: نصب و راه‌اندازی سامانه‌های کنترل خانگی</p> <p><b>نام و نام خانوادگی هنرجو:</b> کد کار: ۰۵۰۲ تاریخ:</p>	
<p><b>بارم آزمون:</b> ارزشیابی نظری، نرم‌افزاری و عملی در نظام ارزشیابی ۲۰ نمره‌ای شامل ۱۵ نمره آزمون و ۵ نمره مستمر است که نمره معادل آن در نظام ارزشیابی مبتنی بر شایستگی ۱+۳ می‌شود.</p> <p><b>آزمون نظری:</b> سؤال بر اساس الگوی پرسش</p> <p>۱ در یک خانه هوشمند، از چه حسگرهایی برای کنترل روشنایی استفاده می‌شود؟</p> <p>۲ پرده و کرکره هوشمند عملگرهایی برای کنترل هوشمند ..... هستند.</p> <p>۳ حسگرهای حرکتی PIR به ..... حساس هستند و برای فعال شدن به منبع نور مادون قرمز ..... ندارند.</p> <p>۴ کدام یک از قطعات و ماژول‌های زیر برای کنترل دما به کار می‌رود؟</p> <p>الف) فتوسل (ب) ماژول WX-۱۰۱W (پ) ماژول YL-۶۹ (ت) ماژول HC-SR۵۰۱</p> <p>۵ ...</p>	
<p><b>آزمون نرم‌افزاری:</b></p>	
<p><b>آزمون سخت‌افزاری (عملی):</b> سؤال بر اساس فعالیت‌های عملی انجام شده</p> <p>۱ دفترچه راهنمای دستگاه ریموت کنترل RF موجود در کارگاه را تهیه کنید.</p> <p>۲ مشخصات فنی دستگاه را از دفترچه راهنما استخراج و ترجمه کنید.</p> <p>۳ نقشه سیم‌کشی دستگاه را که در دفترچه راهنما یا بر روی بدنه دستگاه رسم شده است، مشاهده و رسم نمایید.</p> <p>۴ ...</p>	
<p>شایستگی‌های غیرفنی: مشابه مرحله کار ۱ پودمان اول</p>	
<p>کلید آزمون‌ها بر اساس استاندارد عملکرد نمون برگ ۸-۱ انجام می‌شود.</p>	



### کاربرگ ارزشیابی مراحل کار

**مرحله کار ۴:** نصب، راه‌اندازی، رفع عیب در صورت بروز در زمان نصب و تنظیم مستندات

**کار:** نصب و راه‌اندازی سامانه‌های کنترل خانگی

**نام و نام خانوادگی هنرجو:** کد کار: ۰۵۰۲ تاریخ:

**بارم آزمون:** ارزشیابی نظری، نرم‌افزاری و عملی در نظام ارزشیابی ۲۰ نمره‌ای شامل ۱۵ نمره آزمون و ۵ نمره مستمر است که نمره معادل آن در نظام ارزشیابی مبتنی بر شایستگی ۱+۳ می‌شود.

**آزمون نظری:** سؤال بر اساس الگوی پرسش



- ۱ چرا روش نصب فتوسل نشان داده شده در شکل مقابل، صحیح نیست؟
- ۲ چرا نباید کلید هوشمند کولر در مسیر باد مستقیم کولر قرار گیرد؟
- ۳ در ماژول دماسنج WX-۱۰۱W، پارامتر F-۲ چه عملکردی دارد؟
- ۴ محدوده دمایی قابل اندازه‌گیری توسط حسگر LM۳۵ چقدر است؟
- ۵ وظیفه پتانسیومتر در ماژول رطوبت‌سنج YL-۶۹ چیست؟
- ۶ ...

**آزمون نرم‌افزاری:** سؤال بر اساس فعالیت‌های نرم‌افزاری انجام شده

- ۱ در این پروژه حسگر رطوبت‌سنج YL۶۹ رطوبت خاک گلدان را اندازه‌گیری می‌کند و در صورت کم بودن رطوبت خاک، میکروکنترلر به رله فرمان می‌دهد. در نتیجه، پمپ آب یا شیر برقی آب روشن شده و گلدان را آبیاری می‌کند تا رطوبت خاک به حد مطلوب برسد.
- ۲ برای این پروژه، برنامه میکروکنترلر را در نرم‌افزار کدویژن بنویسید.
- ۳ فایل HEX خروجی برنامه کدویژن را به‌دست آورید.
- ۴ ...

**آزمون سخت‌افزاری (عملی):** سؤال بر اساس فعالیت‌های عملی انجام شده

- ۱ میکروکنترلر را با فایل هگز خروجی پروژه مرحله قبل، پروگرام کنید.
- ۲ مدار پروژه را روی بردبرد ببندید و آن را راه‌اندازی کنید.
- ۳ نتیجه را مشاهده کنید و عملکرد مدار را در چند سطر توضیح دهید.
- ۴ ...

شایستگی‌های غیرفنی: مشابه مرحله کار ۱ پودمان اول

کلید آزمون‌ها بر اساس استاندارد عملکرد نمون برگ ۸-۱ انجام می‌شود.

## کاربرگ ارزشیابی مراحل کار

مرحله کار ۵: معرفی و کار با فناوری‌های پیشرفته

کار: نصب و راه‌اندازی سامانه‌های کنترل خانگی

نام و نام خانوادگی هنرجو: کد کار: ۰۵۰۲ تاریخ:

**بارم آزمون:** ارزشیابی نظری، نرم‌افزاری و عملی در نظام ارزشیابی ۲۰ نمره‌ای شامل ۱۵ نمره آزمون و ۵ نمره مستمر است که نمره معادل آن در نظام ارزشیابی مبتنی بر شایستگی ۱+۳ می‌شود.

**آزمون نظری:** سؤال بر اساس الگوی پرسش

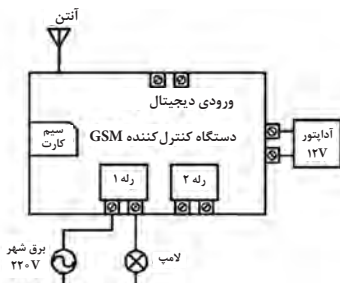
- ۱ به یک برنامه از پیش تعیین شده ..... می‌گویند.
- ۲ یک سناریو برای هنگام سفر بنویسید.
- ۳ دستگاه‌های کنترل‌کننده GSM چه قابلیت‌هایی دارند؟
- ۴ خروجی‌های دستگاه کنترل‌کننده GSM را به چه روش‌هایی می‌توان کنترل کرد؟
- ۵ ...

**آزمون نرم‌افزاری:** سؤال بر اساس فعالیت‌های نرم‌افزاری انجام شده

- ۱ نرم افزار دستگاه کنترل‌کننده GSM را بر روی گوشی تلفن همراه یا رایانه نصب کنید.
- ۲ از طریق تلفن همراه و با ارسال پیامک خروجی‌های متصل به دستگاه کنترل‌کننده GSM را روشن و خاموش کنید.
- ۳ از طریق تلفن همراه و با ارسال پیامک گزارشی از وضعیت ورودی‌ها و خروجی‌های دستگاه دریافت کنید.
- ۴ ...

**آزمون سخت‌افزاری (عملی):** سؤال بر اساس فعالیت‌های عملی انجام شده

۱ دستگاه کنترل‌کننده GSM را روی برد آزمایشگاهی نصب کرده و لامپ را مطابق شکل مقابل به خروجی رله شماره یک دستگاه کنترل‌کننده GSM وصل کنید.



- ۲ دستگاه کنترل‌کننده GSM را روشن کنید.
- ۳ نرم‌افزار را طبق مشخصات زیر تنظیم کنید:
  - ✓ هرگاه از طریق پیامک به رله شماره یک فرمان داده شود، این رله به مدت یک دقیقه وصل شده و لامپ روشن شود.
  - ✓ هرگاه تماس تلفنی با دستگاه برقرار شود، رله شماره یک فعال شده و پمپ آب به مدت ۳۰ ثانیه روشن شود.
- ۴ مدار را راه‌اندازی کرده و نتیجه را مشاهده کنید.
- ۵ ...

**شایستگی‌های غیرفنی:** مشابه مرحله کار ۱ پودمان اول

کلیه آزمون‌ها بر اساس استاندارد عملکرد نمودن برگ ۸-۱ انجام می‌شود.

### کاربرگ ارزشیابی کار

کار: نصب و راه‌اندازی سامانه‌های کنترل خانگی	نام و نام خانوادگی هنرجو:	کد کار: ۰۵۰۲	تاریخ:
<b>بارم آزمون:</b> ارزشیابی نظری، نرم‌افزاری و عملی در نظام ارزشیابی ۲۰ نمره‌ای شامل ۱۵ نمره آزمون و ۵ نمره مستمر است که نمره معادل آن در نظام ارزشیابی مبتنی بر شایستگی ۱+۳ می‌شود.			
<b>آزمون نظری:</b> سؤال بر اساس الگوی پرسش			
۱ وظیفه عملگرها را در سامانه خانه هوشمند بنویسید.			
۲ چهار نمونه از کاربردهای زمان‌سنج هوشمند را نام ببرید.			
۳ در فتوسل از ..... به عنوان حسگر و از ..... به عنوان عملگر استفاده می‌شود.			
۴ عدم مدیریت صحیح در استفاده از سامانه‌های سرمایشی و گرمایشی چه معایبی دارد؟			
۵ ...			
<b>آزمون نرم‌افزاری:</b> سؤال بر اساس فعالیت‌های نرم‌افزاری انجام شده			
۱ در این پروژه از حسگر حرکتی HC-SR۵۰۱ برای تشخیص حرکت استفاده می‌شود. در صورت تشخیص حرکت توسط این حسگر، میکروکنترلر به رله فرمان می‌دهد و در نتیجه، بیزر به صدا درمی‌آید.			
۲ برای این پروژه، برنامه میکروکنترلر را در نرم‌افزار کدویژن بنویسید.			
۳ فایل HEX خروجی برنامه کدویژن را به‌دست آورید.			
۴ ...			
<b>آزمون سخت‌افزاری (عملی):</b> سؤال بر اساس فعالیت‌های عملی انجام شده			
۱ میکروکنترلر را با فایل هگز خروجی پروژه مرحله قبل، پروگرام کنید.			
۲ مدار پروژه را روی بردبرد ببندید و آن را راه‌اندازی کنید.			
۳ نتیجه را مشاهده کنید و عملکرد مدار را در چند سطر توضیح دهید.			
۴ ...			
شایستگی‌های غیرفنی: مشابه مرحله کار ۱ پودمان اول			
کلید آزمون‌ها بر اساس استاندارد عملکرد نمون برگ ۸-۱ انجام می‌شود.			