



بِسْمِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

طراحی و سیم کشی برق ساختمان های مسکونی

رشته الکتروتکنیک

گروه برق و رایانه

شاخه فنی و حرفه ای

پایه دهم دوره دوم متوسطه



وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



نام کتاب: طراحی و سیم‌کشی برق ساختمان‌های مسکونی - ۲۱۰۲۶۴

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، امیرحسین ترکمانی، محمدحسن اسلامی، علیرضا حجرگشت، محمدرضا سعیدی، نقی اصغری آقاباقر، مجتبی انصاری پور (اعضای شورای برنامه‌ریزی)

علیرضا حجرگشت، محمدحسن اسلامی، مجتبی انصاری پور، محمدرضا سعیدی (اعضای گروه تألیف) - امیرحسین ترکمانی (ویراستار)

اردبیل، چهارمحال و بختیاری، خراسان جنوبی، خوزستان، سمنان و همدان (استان‌های مشارکت‌کننده در اعتبارسنجی)

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

شناسه افزوده آماده‌سازی: مجید ذاکری یونسی (مدیر هنری) - سید علی موسوی (نگارگر طراحی گرافیک) -

سید جلال‌الدین موسوی (صفحه‌آرا) - علیرضا سیاحی (رسام) - سمیه نصری (طراح جلد) تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)

تلفن: ۸۸۸۳۱۱۶۱-۹، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

وب سایت: www.chap.sch.ir و www.irtext book.ir

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

خیابان ۶۱ (دارو پخش) تلفن: ۵ - ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰ صندوق پستی:

۳۷۵۱۵-۱۳۹

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

سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ سوم ۱۳۹۷

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، عکس‌برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.



اگر یک ملتی نخواهد آسیب ببیند باید این ملت اولاً با هم متحد باشد، و ثانياً در هر کاری که اشتغال دارد آن را خوب انجام بدهد. امروز کشور محتاج به کار است. باید کار کنیم تا خودکفا باشیم. بلکه انشاءالله صادرات هم داشته باشیم. شما برادرها الآن عبادت‌تان این است که کار نکنید. این عبادت است.

امام خمینی (قدس سرّه الشریف)

۷	فصل اول: سیم و اتصالات آن
۴۹	فصل دوم: نقشه خوانی و زیرسازی سیم کشی توکار
۹۹	فصل سوم: سیم کشی و نصب تجهیزات الکتریکی
۱۲۳	فصل چهارم: زیرسازی سیم کشی روکار
۱۸۳	فصل پنجم: تعمیر و نگهداری تأسیسات الکتریکی

سخنی با هنرجویان عزیز

وضعیت دنیای کار و تغییرات در فناوری، مشاغل و حرفه‌ها، ما را بر آن داشت تا محتوای کتاب‌های درسی را همانند پایه‌های قبلی براساس نیاز کشور خود و برنامه‌درسی ملی جمهوری اسلامی ایران در نظام جدید آموزشی تغییر دهیم. مهم‌ترین تغییر در کتاب‌ها، آموزش و ارزشیابی براساس شایستگی است. شایستگی، توانایی انجام کار واقعی به‌طور صحیح و درست تعریف شده است. توانایی شامل دانش، مهارت و نگرش می‌شود. در این برنامه برای شما، چهار دسته شایستگی در نظر گرفته است:

۱ شایستگی‌های فنی برای جذب در بازار کار

۲ شایستگی‌های غیرفنی برای پیشرفت و موفقیت در آینده

۳ شایستگی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات

۴ شایستگی‌های مربوط به یادگیری مادام‌العمر

بر این اساس دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش مبتنی بر اسناد بالادستی و با مشارکت متخصصان برنامه‌ریزی درسی و خبرگان دنیای کار مجموعه اسناد برنامه درسی رشته‌های فنی و حرفه‌ای را تدوین نموده‌اند که مرجع اصلی و راهنمای تألیف کتاب‌های درسی هر رشته است. برای تألیف هر کتاب درسی بایستی مراحل زیادی قبل از آن انجام پذیرد.

این کتاب نخستین کتاب کارگاهی است که خاص رشته الکتروتکنیک تألیف شده است و شما در طول سه سال تحصیلی پیش‌رو پنج کتاب مشابه دیگر ولی با شایستگی‌های متفاوت آموزش خواهید دید. کسب شایستگی‌های این کتاب برای موفقیت در شغل و حرفه برای آینده بسیار ضروری است و پایه‌ای برای دیگر دروس می‌باشد. هنرجویان عزیز سعی کنید تمام شایستگی‌های آموزش داده شده در کتاب را کسب نمایید و فرا گیرید.

کتاب درسی طراحی و سیم‌کشی برق ساختمان‌های مسکونی شامل ۵ فصل است و هر فصل دارای واحد یادگیری است و هر واحد یادگیری از چند مرحله کاری تشکیل شده است. شما هنرجویان عزیز پس از یادگیری هر فصل می‌توانید شایستگی‌های مربوط به آن فصل را کسب نمایید. علاوه بر این کتاب درسی، شما می‌توانید از بسته آموزشی نیز استفاده نمایید.

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 توصیه‌ها و تأکیدات هنرآموز محترم درس را در خصوص رعایت این نکات که در کتاب آمده است در انجام مراحل کاری جدی بگیرید.

برای انجام فعالیت‌های موجود در کتاب، می‌توانید از کتاب همراه هنرجو استفاده نمایید. همچنین همراه با کتاب، اجزای بسته یادگیری دیگری برای شما در نظر گرفته شده است که با مراجعه به وب‌گاه رشته خود با نشانی www.tvoccd.medu.ir می‌توانید از عنوان آن مطلع شوید.

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

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

سخنی با هنرجویان محترم:

هنرجویان عزیز رشته الکتروتکنیک،

رشد و تحول سریع تکنولوژی صنعت برق و تغییر نیاز بازار کار در بخش توزیع و سیم‌کشی برق منازل مسکونی، ضرورت تألیف کتاب حاضر را ایجاب کرد.

لذا برنامه‌ریزان درسی فنی و حرفه‌ای در رشته الکتروتکنیک متناسب با جدیدترین فناوری سیم‌کشی برق ساختمان‌های مسکونی محتوای مورد نیاز این کتاب را تنظیم و مؤلفین خبره آن را تألیف کردند.

برای اینکه به مهارت لازم در کارهای عملی موجود در این کتاب درسی برسید.

۱ کارهای عملی موجود در کتاب را مطابق آنچه خواسته شده دنبال کنید.

۲ موارد ایمنی و بهداشت اشاره شده را جدی بگیرید.

۳ از کتاب همراه هنرجو برای دسترسی به روابط مورد نیاز این کتاب استفاده کنید و همیشه آن را همراه داشته باشید.

۴ دقت داشته باشید که کارهای عملی این کتاب درسی در درس دوم پایه دهم نیز کاربرد دارد.

سخنی با هنرآموزان محترم:

کتاب «طراحی و سیم‌کشی برق ساختمان‌های مسکونی» با هدف تربیت برقکار ماهر مورد نیاز بازار سیم‌کشی برق ساختمان تألیف شده است.

این کتاب در پنج فصل و هفت واحد یادگیری تنظیم شده است. ابتدا هنرجویان با انواع سیم و اتصال آنها آشنا می‌شوند و در ادامه مباحث کتاب، بعد از تسلط نسبی آنها با نقشه خوانی، مهارت سیم‌کشی روکار (داکت و ترانکینگ و خم کاری لوله) و سیم‌کشی توکار (شیارزنی و شیارکنی و نصب قوطی) را یاد خواهند گرفت. در بخش دیگر از کتاب مهارت نصب قطعات الکتریکی (کلید و پریز و تابلو توزیع برق واحد مسکونی) آورده شده و در نهایت در فصل پنجم تعمیر و نگهداری سیم‌کشی برق ساختمان در نظر گرفته شده است. به جهت تسهیل در فرایند یاددهی - یادگیری یادآوری ذکر چند نکته اهمیت دارد: ۱- این کتاب به نحوی به آموزش کتاب درسی سیستم‌های جریان ضعیف (درس دوم سال دهم) نیز کمک می‌کند به همین دلیل بخشی از کارهای عملی اتصالات و پاره کارهای اشاره شده در این کتاب، در سیستم‌های جریان ضعیف قابل بهره‌برداری خواهد بود.

۲- پاره کارها، کارها و شایستگی‌های جزئی هستند که یادگیری آنها در کارهای بزرگ‌تر و کارهای عملی می‌تواند تسهیل‌کننده باشد. بیشتر ارزشیابی‌های نهایی کارهای عملی، فرایندی بوده و پاره کارها در آن دیده می‌شود. خود ارزیابی هنرجویان از کارهای عملی می‌تواند ارزشیابی پاره کارها را در برگیرد.

۳- کارهای عملی، شایستگی‌های مورد نظر را دربر می‌گیرد بنابراین در ارزشیابی، آنها را با دقت ارزشیابی کنید.

۴- به خاطر داشته باشید کتاب همراه هنرجو به عنوان یک منبع در دسترس برای هنرجویان (شامل روابط و فرمول‌ها، مدارهای الکتریکی، جداول واژگان تخصصی و...) کمک شایانی به هنرجویان خواهد نمود تا بیشتر وقت خود را صرف یادگیری مهارت‌ها و شایستگی‌های موجود در کتاب درسی نمایند.

استفاده از تصاویر مستند، معرفی ابزارهای جدید صنعت برق، به کارگیری روش‌های جدید در تکنولوژی سیم‌کشی برق ساختمان، موارد مستند ایمنی و بهداشت کار، معرفی استانداردها و آیین‌نامه‌ها و... از مزایای کتاب حاضر است.

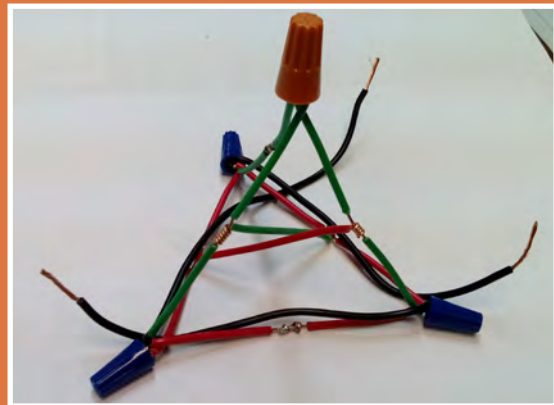
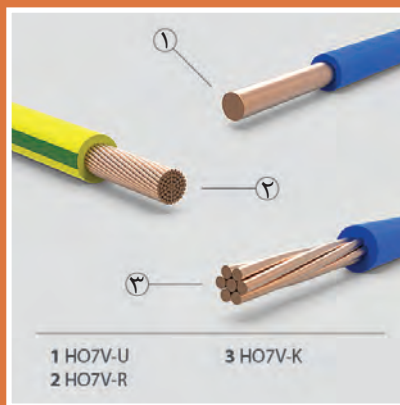
۵- نقش هنرآموزان، در امر آموزش بسیار حائز اهمیت است، مطالب به نحوی تدوین شده است تا تعامل هنرجویان با هنرآموزان و محتوا پررنگ دیده شود. نکات ظریف مهارتی زیادی در این کتاب وجود دارد که هنرجویان برای انجام آنها نیاز به راهنمایی شما دارند. بنابراین مراجعه آنها در حین انجام کارهای مختلف با استفاده از فیلم آموزشی تهیه شده در سیر آموزشی و مراجعه به راهنمای معلم (هنرآموز) هنرجویان را راهنمایی نماید.

امیدواریم با تلاش و بهره‌گیری از تجارب ارزنده شما همکاران بتوانیم هنرجویانی با شایستگی قابل قبول جهت تأمین نیاز نیروی کار صنعت برق کشور تربیت و به جامعه اسلامیمان تقدیم نماییم.

با تشکر - مؤلفان

فصل ۱

سیم و اتصالات آن



در فرایندسیم کشی برق ساختمان رعایت اصول سیم کشی و استفاده صحیح از ابزار آلات در برقراری اتصالات الکتریکی نقش بسیار مهمی را ایفا می نماید. اتصالات الکتریکی باید از استحکام مکانیکی و هدایت الکتریکی خوب برخوردار باشد.

واحد یادگیری ۱

انجام اتصالات سیم‌ها

آیا می‌دانید:

- انتخاب سیم برای سیم‌کشی برق در مدارهای مختلف چگونه صورت می‌گیرد؟
 - سیم مفتولی با سیم افشان چه تفاوتی دارد؟
 - اتصالات سیم‌ها به یکدیگر چگونه انجام می‌شود؟
 - گِلند چگونه موجب اتصال و ارتباط بهتر کابل با تجهیزات برقی می‌شود؟
 - وارنیش حرارتی، کانکتور پیچی و انواع سرسیم‌ها چه کاربردی دارد؟
 - استفاده صحیح از ابزار در کیفیت سیم‌کشی چقدر مؤثر است؟
- برق کاران برای کسب مهارت سیم‌کشی باید به توانایی انتخاب سیم، اتصالات سیم و همچنین استفاده صحیح از ابزارآلات برقی دست بیابند که در این فصل به آنها پرداخته می‌شود.

استاندارد عملکرد:

پس از اتمام این واحد یادگیری هنرجویان قادر به تشخیص انواع سیم برای سیم‌کشی و انجام اتصالات مختلف، سر سیم و کابل شو خواهند بود انجام صحیح اتصالات و سرسیم‌ها به‌عنوان برون‌داد (محصول) و انتخاب صحیح ابزار و کاربری آنها (فرایند) نقش مهمی در ارزشیابی کارهای عملی خواهد داشت.

مقدمه :

انتقال انرژی الکتریکی از محل تولید در «نیروگاه برق» تا محل تحویل به «مصرف کننده» توسط «شبکه الکتریکی» صورت می گیرد. شبکه های الکتریکی، انرژی الکتریکی را توسط «هادی الکتریکی» انتقال می دهند بنابراین هادی های الکتریکی باید رسانای الکتریکی باشند. هادی ها به دو صورت روکش دار و بدون روکش در شبکه الکتریکی استفاده می شوند. روکش نقش «عایق

الکتریکی» را ایفا می کند تا از برق گرفتگی جلوگیری نماید. در هادی های بدون روکش هوا نقش عایق را دارد. هادی ها از طریق سطح مقطع از یکدیگر تمیز داده می شوند. به هادی های روکش دار تا سطح مقطع 10 mm^2 و بدون روکش از مقطع 10 mm^2 تا 120 mm^2 «سیم» گفته می شود (شکل ۱-۱).



شکل ۱-۱ سیم

فرایند ارتباط الکتریکی در شبکه های الکتریکی توسط سیم را «سیم کشی» گویند.

۱-۱-۱ سیم

سیم در سیم کشی ساختمان ارتباط الکتریکی بین تجهیزات الکتریکی را برقرار می سازد. انتخاب سیم مطابق استاندارد و جداول مربوطه می باشد انواع سیم در سیم کشی ساختمان شکل ۱-۲ عبارت اند از :



(ج) سیم رشته ای



(ب) سیم افشان



(الف) سیم مفتولی

شکل ۱-۲ انواع سیم

۱-۱-۱-۱-۱-۱ سیم مفتولی

سیم‌های مفتولی از یک رشته هادی از جنس مس آنیل تشکیل شده که با مقاطع ۰/۵، ۰/۷۵، ۱، ۱/۵، ۲/۵، ۴، ۶، ۱۰ میلی‌متر مربع تولید می‌شوند. جنس روکش هادی از مواد عایق PVC به رنگ‌های قرمز، مشکی، قهوه‌ای، آبی، سفید و زرد با نوار سبز می‌باشد. از سیم‌های مفتولی در

سیم‌کشی ساختمان استفاده می‌شود و به‌کارگیری آنها در لوله‌های برق و زیرگچ مجاز است.

سیم‌های مفتولی تحت عنوان «سیم‌های نصب ثابت» شناسایی می‌شوند و با حرف NYA مشخص می‌شوند (جدول ۱-۱).

جدول ۱-۱- مشخصات سیم‌های مفتولی

وزن تقریبی Kg/km	مقاومت هادی در ۲۰°C	مقاومت حد اکثر ۷۰°C	میانگین قطر خارجی		گروه هادی	سطح مقطع نامی هادی
			حد بالا mm	حد پایین mm		
۸	۳۶	۰/۰۱۵۰	۲/۳	۱/۹	۱	۰/۵
۱۱	۲۴/۵	۰/۰۱۲۰	۲/۵	۲/۱	۱	۰/۷۵
۱۴	۱۲/۱	۰/۰۱۱۰	۲/۷	۲/۲	۱	۱
۲۰	۱۲/۱	۰/۰۱۱۰	۳/۲	۲/۶	۱	۱/۵
۲۲	۷/۴۱	۰/۰۱۰۰	۳/۴	۲/۸	۲	۱/۵
۳۱	۷/۴۱	۰/۰۱۰۰	۳/۹	۳/۲	۱	۲/۵
۳۳	۷/۴۱	۰/۰۰۹۰	۴/۰	۳/۳	۲	۲/۵
۴۶	۴/۶۱	۰/۰۰۸۵	۴/۴	۳/۶	۱	۴
۴۸	۴/۶۱	۰/۰۰۷۷	۴/۶	۳/۸	۲	۴
۶۶	۳/۰۸	۰/۰۰۷۰	۵/۰	۴/۱	۱	۶
۶۹	۳/۰۸	۰/۰۰۶۵	۵/۲	۴/۳	۲	۶
۱۰۵	۱/۸۳	۰/۰۰۷۰	۶/۴	۵/۳	۱	۱۰
۱۱۰	۱/۸۳	۰/۰۰۶۵	۶/۸	۵/۷	۲	۱۰

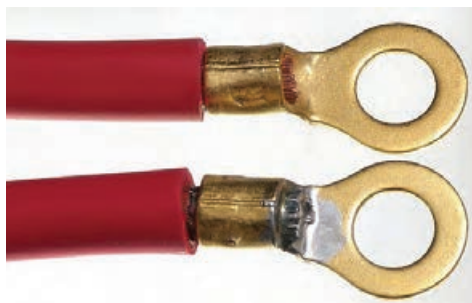


شکل ۱-۳- سیم افشان

۱-۱-۲- سیم افشان

سیم افشان از بهم تابیدن نامنظم چندین تار مسی تولید می‌شود لذا از انعطاف‌پذیری بیشتری نسبت به سیم مفتولی برخوردار است. سطح مقطع هادی و رنگ روکش سیم‌های افشان مشابه سیم مفتولی است (شکل ۱-۳).

استفاده از سیم افشان در سیم‌کشی برق ساختمان ممنوع است و در صورت استفاده از سیم افشان نصب سرسیم الزامی است (شکل ۱-۴). همچنین در محل‌هایی که مجموع زوایای مسیر سیم‌کشی بیش از ۳۶۰ درجه باشد با کسب اجازه از ناظر برق ساختمان استفاده از سیم افشان مجاز است.



شکل ۱-۴- سرسیم

سیم‌های افشان تحت عنوان «سیم‌های نصب ثابت» شناسایی می‌شوند و با حرف NYAF مشخص می‌شوند. (جدول ۱-۲)

جدول ۱-۲- مشخصات سیم‌های افشان

وزن تقریبی	حداکثر مقاومت هادی در ۲۰ C	حداقل مقاومت عایقی در ۷۰ C	میانگین قطر خارجی	ضخامت عایق	سطح مقطع نامی هادی
Kg/km	Ω/km	MΩ/km	حد بالا mm	حد پایین mm	mm ^۲
۹	۳۹	۰/۰۱۳۰	۲/۵	۲/۱	۰/۵
۱۱	۲۶	۰/۰۱۱۰	۲/۷	۲/۲	۰/۷۵
۱۴	۱۹/۵	۰/۰۱۰۰	۲/۸	۲/۴	۱
۲۰	۱۳/۳	۰/۰۱۰۰	۳/۴	۲/۸	۱/۵
۳۲	۷/۹۸	۰/۰۰۹۰	۴/۱	۳/۴	۲/۵
۴۷	۴/۹۵	۰/۰۰۷۰	۴/۸	۳/۹	۴
۶۷	۳/۳۰	۰/۰۰۶۰	۵/۳	۴/۴	۶
۱۱۳	۱/۹۱	۰/۰۰۵۶	۶/۸	۵/۷	۱۰

۱-۱-۳- سیم رشته‌ای



شکل ۱-۵- چند نمونه سیم رشته‌ای

سیم‌های رشته‌ای از بهم تابیدن منظم چندین رشته مسی بدون روکش تولید می‌شوند. شکل ۱-۵ نمونه‌هایی از این سیم را نشان می‌دهد.

از سیم رشته ای برای توزیع انرژی الکتریکی در خطوط هوایی و زمین حفاظتی (ارت) در سیم کشی ساختمان استفاده می شود و سطح مقطع آنها بیش از 10 mm^2 (جدول ۱-۳) می باشد. مثلاً برای سیستم اتصال زمین از سیم رشته ای 25 mm^2 یا 35 mm^2 استفاده می شود.

جدول ۱-۳- مشخصات سیم رشته ای

وزن تقریبی	حداقل نیروی پارگی	حداکثر مقاومت هادی در 70°C	میانگین قطر خارجی	تعداد و قطر هادی	سطح مقطع نامی هادی
Kg/km	kN	Ω/km	mm	mm	mm^2
۱۴۴	۱/۲۱	۰/۱۳۸۵	۵/۱	$7 \times 1/70$	۱۶
۲۲۹	۰/۷۸۰	۰/۷۴۶۱	۶/۳	$7 \times 2/14$	۲۵
۳۱۷	۰/۵۵۴	۰/۵۲۶۴	۷/۵	$7 \times 2/52$	۳۵
۴۲۶	۰/۳۸۶	۰/۳۶۵۶	۸/۹	$7 \times 2/92$	۵۰
۴۲۹	۰/۳۸۶	۰/۳۷۵۹	۹/۰	$19 \times 1/78$	۵۰
۶۲۰	۰/۲۷۲	۰/۲۷۶۲	۱۰/۵	$19 \times 2/14$	۷۰
۸۵۹	۰/۲۰۶	۰/۱۹۴۹	۱۲/۵	$19 \times 2/25$	۹۵
۱۰۸۰	۰/۱۶۱	۰/۱۵۵۴	۱۴/۱	$19 \times 2/80$	۱۲۰

۱-۱-۴- تعیین سطح مقطع سیم

در طراحی سیم کشی برق ساختمان نیاز به انتخاب سیم با سطح مقطع مشخص می باشد. هر سیم با سطح مقطع مشخص قادر به انتقال جریان معینی است که اگر جریان سیم از آن تجاوز کند سبب تلفات انرژی الکتریکی، کوتاهی عمر سیم و یا سوختن آن می شود. لذا در انتخاب سطح سیم سه اصل زیر را باید در نظر گرفت:

الف) جریان از حد مجاز جریان سیم بیشتر نشود.
 ب) افت ولتاژ از حد مجاز بیشتر نشود.
 ج) محاسبات اقتصادی در مورد سطح مقطع انتخابی از نظر افت توان انجام شود.
 حداکثر جریان مجاز سیم براساس سطح مقطع و محل استفاده در جدول ۱-۴ آمده است.

جدول ۴-۱- حداکثر جریان مجاز سیم‌های استاندارد شده مسی

شدت جریان مجاز سیم بر حسب آمپر			مقطع سیم به میلی‌متر مربع
سیم‌های هوایی	کابل‌های روکار	سیم‌های با عایق تا حداکثر ۳ سیم در هر لوله	
۱۰	۶	۴	۰/۷۵
۱۵	۱۰	۶	۱
۲۰	۱۵	۱۰	۱/۵
۲۵	۲۰	۱۵	۲/۵
۳۵	۲۵	۲۰	۴
۵۰	۳۵	۲۵	۶
۶۰	۵۰	۳۵	۱۰
۸۰	۶۰	۵۰	۱۶
۱۰۰	۸۰	۶۰	۲۵
۱۲۵	۱۰۰	۸۰	۳۵
۱۶۰	۱۲۵	۱۰۰	۵۰
۲۰۰	۱۶۰	-	۷۰
۲۲۵	۲۰۰	-	۹۵
۲۶۰	۲۲۵	-	۱۲۰
۳۰۰	۲۶۰	-	۱۵۰
۳۵۰	۳۰۰	-	۱۸۵
۴۳۰	۳۵۰	-	۲۴۰
۵۰۰	۴۳۰	-	۳۰۰

شرکت‌های تولید کننده به منظور انتخاب سیم یا کابل بدون محاسبه با توجه به جریان و طول سیم جدول ۱-۵ را ارائه کرده‌اند. بدیهی است انتخاب دقیق‌تر نیاز به محاسبات و دخالت عوامل محیطی نصب دارد.

جدول ۱-۵- ارتباط سطح مقطع (میلی متر مربع)، طول (متر) و جریان سیم بر حسب آمپر

طول سیم (m) شماره سیم (mm ^۲)	۱۰	۵۰	۱۰۰	۱۵۰	۲۰۰	۲۵۰	۳۰۰	۳۵۰	۴۰۰	۴۵۰	۵۰۰	۶۰۰	۷۰۰	۸۰۰	۹۰۰	۱۰۰۰
۱/۵	۲۷	۱۵	۷	۵												
۲/۵	۳۶	۲۵	۱۲	۸	۶											
۴	۴۶	۴۰	۲۰	۱۳	۱۰	۸	۶									
۶	۵۸	۵۸	۳۰	۲۰	۱۵	۱۲	۱۰	۸	۷	۶/۵	۶	۵				
۱۰	۷۷	۷۷	۵۰	۳۳	۲۵	۲۰	۱۶	۱۴	۱۲	۱۱	۱۰	۸	۷	۶	۵	۵
۱۶	۱۰۰	۱۰۰	۸۰	۵۳	۴۰	۳۲	۲۶	۲۲	۲۰	۱۷	۱۶	۱۳	۱۱	۱۰	۸	۸
۲۵	۱۳۰	۱۳۰	۱۲۵	۸۳	۶۲	۵۰	۴۱	۳۵	۳۱	۲۷	۲۵	۲۰	۱۷	۱۵	۱۳	۱۲
۳۵	۱۵۵	۱۵۵	۱۵۵	۱۱۵	۸۶	۶۹	۵۷	۴۹	۴۳	۳۸	۳۴	۲۸	۲۴	۲۱	۱۸	۱۷
۵۰	۱۸۵	۱۸۵	۱۸۵	۱۵۶	۱۱۷	۹۳	۷۸	۶۶	۵۸	۵۲	۴۶	۳۸	۳۲	۲۸	۲۵	۲۳
۷۰	۲۳۰	۲۳۰	۲۳۰	۲۲۲	۱۶۶	۱۳۳	۱۱۱	۹۵	۸۳	۷۴	۶۶	۵۵	۴۷	۴۱	۳۶	۳۳
۹۵	۲۷۵	۲۷۵	۲۷۵	۲۷۵	۲۲۵	۱۸۰	۱۵۰	۱۲۹	۱۱۲	۱۰۰	۹۰	۷۵	۶۴	۵۶	۵۰	۴۵
۱۲۰	۳۱۵	۳۱۵	۳۱۵	۳۱۵	۲۷۸	۲۲۲	۱۸۵	۱۵۹	۱۳۹	۱۲۳	۱۱۱	۹۲	۸۹	۶۹	۶۷	۵۵
۱۵۰	۳۵۵	۳۵۵	۳۵۵	۳۵۵	۳۳۰	۲۶۴	۲۲۰	۱۸۹	۱۶۵	۱۴۷	۱۳۲	۱۱۰	۹۴	۸۲	۷۳	۶۶
۱۸۵	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۴۰۰	۳۹۳	۳۱۴	۲۶۷	۲۲۴	۱۹۶	۱۷۴	۱۵۷	۱۳۱	۱۱۲	۹۸	۸۷	۷۸
۲۴۰	۴۶۵	۴۶۵	۴۶۵	۴۶۵	۴۳۷	۳۴۹	۲۹۱	۲۴۹	۲۱۸	۱۹۴	۱۷۴	۱۴۵	۱۲۴	۱۰۹	۹۷	۸۷
۳۰۰	۵۵۰	۵۵۰	۵۵۰	۵۵۰	۴۹۶	۳۹۷	۳۳۱	۲۸۳	۲۴۸	۲۲۰	۱۹۸	۱۶۵	۱۴۱	۱۲۴	۱۱۰	۹۹

با توجه به جدول ۱-۵: سیم با سطح مقطع 10 mm^2 به طول 150 m حداکثر جریان 33 A را از خود عبور می‌دهد.



۱-۱-۵- رنگ عایق سیم

در سیم‌کشی برق ساختمان برای جلوگیری از بروز اشتباه به هنگام سیم‌کشی و عیب‌یابی مطابق استاندارد رنگ عایق سیم‌ها به صورت زیر انتخاب می‌شود.

فاز اول: رنگ قرمز
فاز دوم: رنگ زرد

فاز سوم: رنگ سیاه
نول: رنگ آبی کم‌رنگ
برگشت: ترجیحاً رنگ فاز مربوطه با خط سفید و در صورت عدم امکان رنگ خاکستری
زمین: رنگ زرد با خط سبز (شکل ۱-۶).



شکل ۱-۶- سیم اتصال زمین (ارت)

عدم رعایت رنگ عایق سیم

برق‌کاری داخل یک بالابر و ۱۲ متر بالای سطح زمین میله‌ای را گرفته و روی پایه چراغ (با ولتاژ ۲۳۰ ولت) مشغول کار بود. او قبلاً فیوز تابلو را قطع و حتی سیم قرمز رنگ زیر آن را نیز جدا کرده بود اما باز فاز چراغ قطع نشده بود زیرا او فکر می‌کرد سیم قرمز، سیم فاز است، اما به دلیل سیم‌کشی غلط سیم آبی به جای فاز و سیم قرمز به جای نول استفاده شده بود، او در حالی که سیم لخت کن اتوماتیک را در دست راست داشت، شروع به روکش برداری از سیم آبی کرد. جریان برق از سیم آبی (فاز) عبور کرد و به سیم لخت کن وارد شده از طریق دست، وارد بدن او شد و سپس اتصال زمین از طریق تماس نوک انگشت دست چپ او تأمین گردید، همکار او صدایی شنید و مشاهده کرد قربانی داخل بالابر، دراز کشیده است، او سریع همکار دیگری را که مسئول بالابر بود فراخواند مراحل احیا را اجرا کردند ولی برق کار نجات پیدا نکرد.



۱-۲- ابزار سیم‌کشی - بخش اول

ابزار سیم‌کشی برق ساختمان هر یک کاربرد خاص خود را دارند. با شناسایی طرز کار آنها می‌توان به درستی آنها را به کار برد.

۱-۲-۱- سیم چین

از سیم چین برای قطع سیم مسی استفاده می‌شود (شکل ۱-۷). سیم چین از دو قسمت فک و دسته تشکیل شده است. فک دارای دو لبه تیز برنده از جنس فولاد می‌باشد. دسته دارای روکش نرم و عایق از جنس PVC با حداقل تحمل ولتاژ ۷۵۰ ولت است. نرمی روکش نیز برای جلوگیری از آسیب رسیدن به کف دست در اثر کار مداوم می‌باشد.



شکل ۷-۱- سیم چین

هرگز از سیم چین برای روکش برداری سیم استفاده نکنید. زیرا معمولاً در این حالت هادی سیم آسیب می بیند و سیم و اتصال از نظر الکتریکی و مکانیکی ضعیف می شود. همچنین این وسیله برای گرفتن و چرخاندن اجسام مناسب نیست. اگر با سیم چین مفتول های فولادی را قطع کنید ممکن است نوک تیز این وسیله آسیب دیده و باعث عملکرد ضعیف آن شود.



۲-۲-۱- سیم لخت کن

از سیم لخت کن برای روکش برداری سیم استفاده می شود و دو مدل دستی اتوماتیک دارد شکل (۸-۱).



ب) سیم لخت کن اتوماتیک



الف) سیم لخت کن دستی

شکل ۸-۱

سیم لخت کن دستی از سه قسمت فک، دسته و پیچ تنظیم تشکیل شده است. فک دارای دو لبه تیز برنده از جنس فولاد برای قطع روکش می باشد. دسته سیم لخت کن دارای روکش نرم و عایق از جنس PVC با پیچ تنظیم فاصله بین دولبه فک متناسب با سایز سیم تنظیم می شود تا هنگام روکش برداری به هادی آسیب نرسد (شکل ۹-۱).

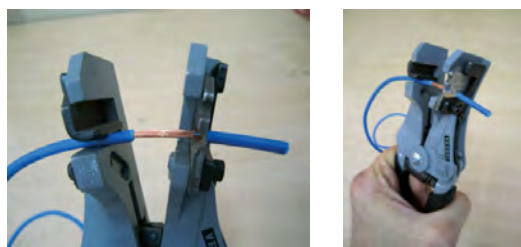


شکل ۹-۱- روکش برداری با سیم لخت کن دستی

اگر پیچ تنظیم زیاد باز شود، دهانه سیم لخت کن، بیشتر از ضخامت عایق بسته شده و قطعاً هادی، زخمی یا بریده خواهد شد.

با قطر سیم برای قطع روکش می‌باشد. دسته دارای روکش نرم و عایق از جنس PVC با حداقل تحمل ولتاژ ۷۵۰ ولت است (شکل ۱-۱۰).

سیم لخت کن اتوماتیک از دو قسمت فک و دسته تشکیل شده است. فک نیز دارای دو قسمت ثابت و متحرک است. فک ثابت دارای لبه صاف برای نگه داشتن روکش سیم و فک متحرک دارای شیارهایی با لبه تیز متناسب



شکل ۱-۱۰- شکل روکش برداری با سیم لخت کن اتوماتیک

۳-۱-۲- انبردست

کردن سیم و لبه‌های آجدار برای نگهداشتن استفاده می‌شود. دسته دارای روکش نرم و عایق از جنس PVC با حداقل تحمل ولتاژ ۷۵۰ ولت است.

از انبردست برای نگهداشتن قطعه کار و قطعه سیم استفاده می‌شود (شکل ۱-۱۱). انبردست از دو قسمت فک و دسته تشکیل شده است. فک دارای دو لبه تیز برنده و دولبه پهن آجدار است. از لبه‌های تیز برای قطع



شکل ۱-۱۱

۴-۱-۲- دم باریک

آجدار است. از لبه‌های تیز برای قطع کردن سیم و لبه‌های آجدار باریک و دراز برای نگهداشتن استفاده می‌شود. دسته دارای روکش نرم و عایق از جنس PVC با حداقل تحمل ولتاژ ۷۵۰ ولت است.

از دم باریک برای نگهداشتن قطعه کار در مجراهای باریک و دراز و قطع سیم استفاده می‌شود (شکل ۱-۱۲). دم باریک از دو قسمت فک و دسته تشکیل شده است. فک دارای دو لبه تیز برنده و دو لبه باریک



شکل ۱-۱۲

۱-۲-۵- دم گرد

از دم گرد برای سؤالی کردن سیم مفتولی جهت بستن سیم زیر پیچ استفاده می شود (شکل ۱-۱۳). دم گرد از دو قسمت فک و دسته تشکیل شده است. فک دارای دو لبه مخروطی شکل می باشد. دسته دارای روکش نرم و عایق از جنس PVC با حداقل تحمل ولتاژ ۷۵۰ ولت است.



شکل ۱-۱۳

۱-۲-۶- پیچ گوشتی

پیچ گوشتی از پرمصرف ترین ابزارهای سیم کشی است، انواع مختلف دارد که دونوع چهار سو و دو سو بیشترین کاربرد را داراست (شکل ۱-۱۴).



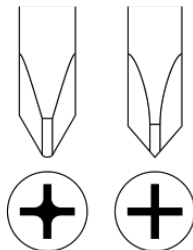
(ب) پیچ گوشتی دو سو



(الف) پیچ گوشتی چهار سو

شکل ۱-۱۴

هر چه دسته پیچ گوشتی قطورتر باشد گشتاور بزرگتر ایجاد کرده و با نیروی کمتری پیچ را باز می کند. یکی از نکات مهم استفاده صحیح پیچ گوشتی، متناسب بودن آن با نوع پیچ است. اگر پیچ مورد استفاده به صورت شکل ۱-۱۵- ب باشد حتماً از پیچ گوشتی چهارسو استفاده کنید.



(ب)



(الف)

شکل ۱-۱۵

استفاده ناصحیح از پیچ گوشتی برای باز و بستن پیچ چهارسو باعث خراب شدن آن می شود (شکل ۱-۱۶-ب).

استفاده متوالی از ابزارهای دستی باعث مشکلات در مچ دست و تنگی کانال اعصاب مچ دست می شود.



ب) استفاده ناصحیح از آچار پیچ گوشتی



الف) استفاده صحیح از آچار پیچ گوشتی

شکل ۱-۱۶

پیچ گوشتی های ضربه خور که دارای انتهای فلزی هستند برای کارهای برقی ایمن نبوده و خطر برق گرفتگی به همراه دارند (شکل ۱-۱۷).



شکل ۱-۱۷ انواع پیچ گوشتی ضربه خور

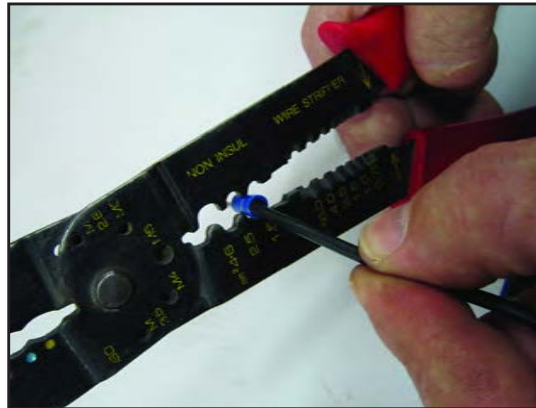
انواع پیچ گوشتی و پیچ های متداول در شکل ۱-۱۸ نشان داده شده است.



شکل ۱-۱۸

۱-۲-۷- پرس سرسیم

پرس سرسیم برای پرس کردن سرسیم به هادی‌های افشان سیم استفاده می‌شود شکل (۱-۱۹).

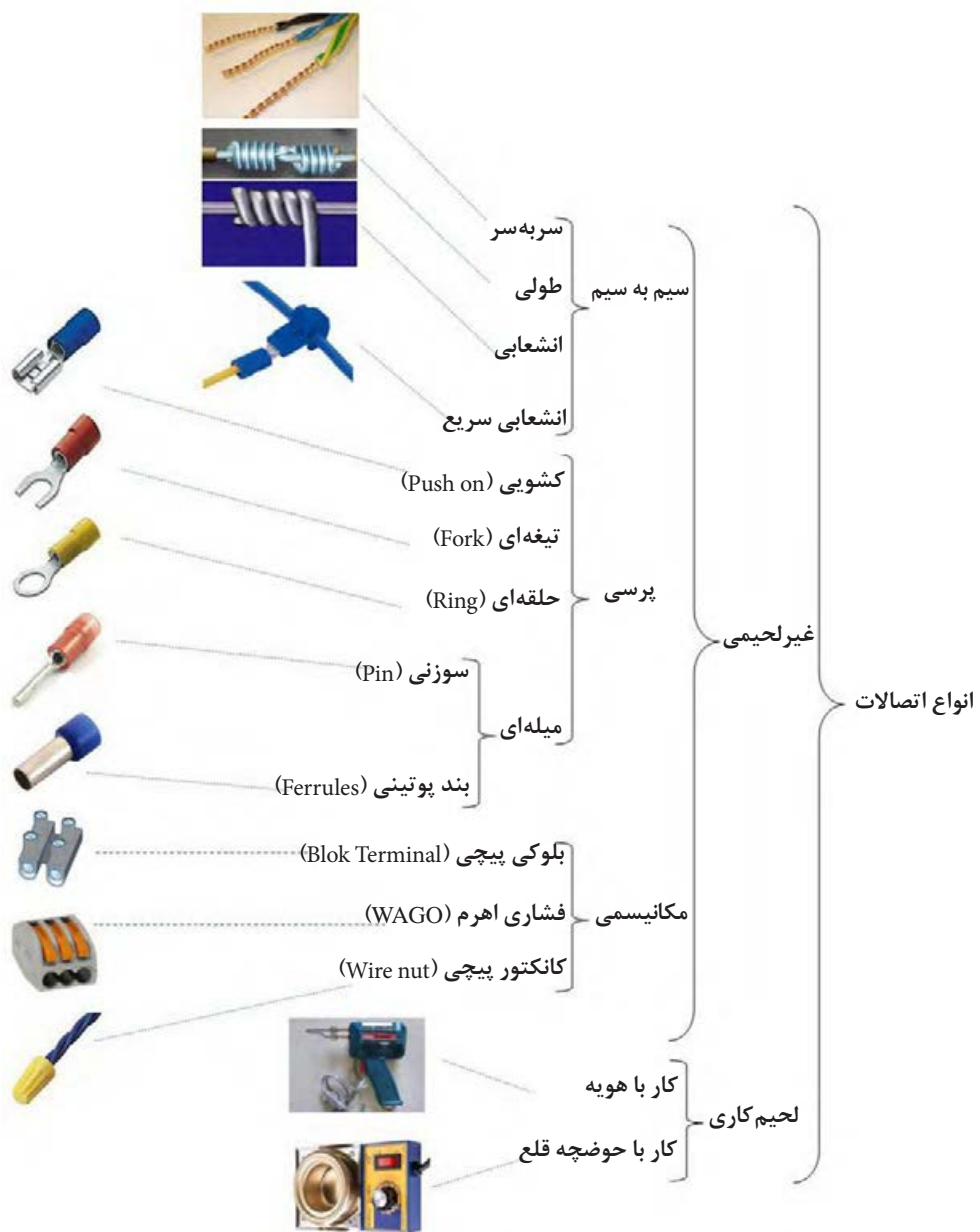


شکل ۱-۱۹



فعالیت

- ۱- ابزارهای زیر را تعریف کنید:
- الف) انبردست ب) سیم چین ج) سیم لخت کن د) دم باریک
- ۲- پیچ‌گوشتی را تعریف کنید و انواع آن را نام ببرید.
- ۳- معایب استفاده از سیم چین به جای سیم لخت کن چیست؟
- ۴- قطع شدن تعدادی از رشته‌های سیم افشان به هنگام روکش برداری غیر معمولی چه عواقبی خواهد داشت؟
- ۵- استفاده صحیح از ابزار چه مزایایی خواهد داشت؟
- ۶- هنگام انتخاب سیم به چه نکاتی باید دقت کرد؟
- ۷- قطر سیم مسی با مقطع $2/5 \text{ mm}^2$ چقدر است؟ (به کتاب همراه هنرجو مراجعه کنید)
- ۸- دلایل منع استفاده از سیم افشان در سیم‌کشی را بنویسید. در چه صورتی استفاده از آن مجاز است؟



شکل ۲۰-۱- انواع اتصالات

۱-۳-۱ اتصال سیم‌ها

مکانیکی خوب باعث می‌شود اتصال در اثر مرور زمان باز نشود.

۱-۳-۱-۱ اتصال سر به سر

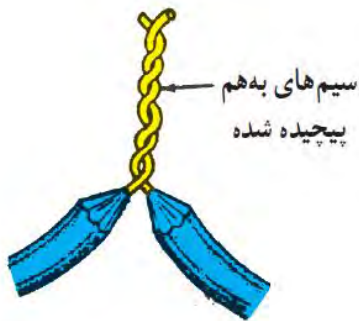
از اتصال سر به سر برای برقراری اتصال بین دو یا چند سیم استفاده می‌شود. در این اتصال با استفاده از سیم لخت کن عایق سیم را به اندازه ۲۰mm برمی‌دارند و دو سیم را به یکدیگر می‌تابانند (شکل ۱-۲۱).

اتصال سیم‌ها به تجهیزات الکتریکی و یا اتصال آنها به یکدیگر نقش بسیار مهمی در سیم‌کشی برق ساختمان ایفا می‌کند. این اتصال‌ها باید دو ویژگی داشته باشند:

الف) هدایت الکتریکی

ب) استحکام مکانیکی

هدایت الکتریکی خوب باعث می‌شود تا با عبور جریان محل اتصال گرم نشود و افت ولتاژ به وجود نیاید و استحکام



ب



الف

شکل ۱-۲۱

در مواردی نیز اتصال سر به سر لحیم‌کاری می‌شود تا ضمن بهبود هدایت الکتریکی، استحکام مکانیکی نیز تقویت شود و محل اتصال لحیم‌کاری با وارنیش

حرارتی به کمک سشوار صنعتی عایق‌کاری می‌شود (شکل ۱-۲۲).



شکل ۱-۲۲



کار عملی: انواع اتصالات

- ۱- قطعه سیم‌های مفتولی را در اندازه لازم و یا مطابق آنچه به شما گفته شده را ببرید.
 - ۲- دو سر قطعه سیم‌ها را در اندازه لازم روکش برداری کنید.
 - ۳- یکسر سیم را به گیره رومی‌زی در کارگاه بسته و سر دیگر را با انبردست با ضربه‌ای آرام به سمت خود بکشید تا سیم کاملاً صاف گردد.
- یک نمونه اتصال از نوع سربه‌سر ایجاد نمایید.
 یک نمونه اتصال سربه‌سر از نوع سه سیمه ایجاد نمایید (شکل ۱-۲۳).



شکل ۱-۲۳

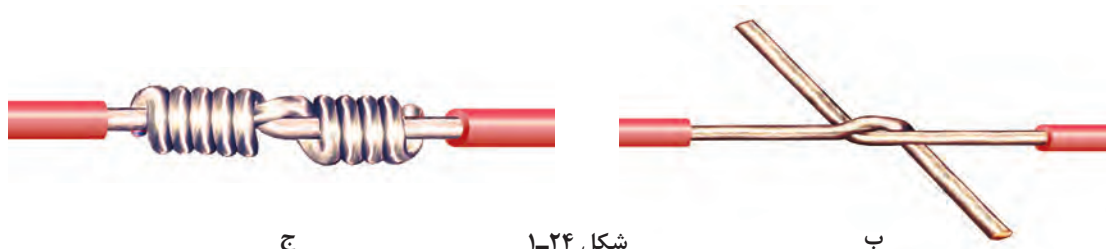
۱-۳-۲- اتصال انتهایی

اتصال انتهایی در شبکه‌های هوایی استفاده می‌شود استحکام مکانیکی بسیار خوبی برخوردار است (شکل ۱-۲۴ الف).



الف

در اتصال انتهایی ۴۰mm از هر سیم به اندازه چهار پنج دور بدون فاصله بر روی سیم مقابل پیچیده می‌شود (شکل ۱-۲۴ ب و ج).



ج

شکل ۱-۲۴

ب

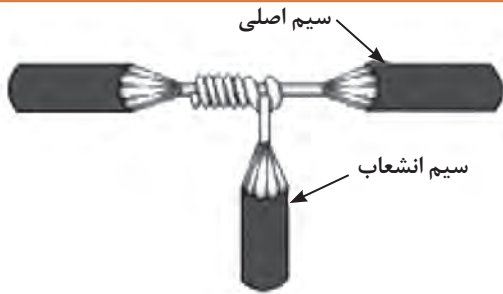
کار عملی:

- ۱- قطعه سیم‌های مفتولی را در اندازه لازم یا مطابق آنچه به شما گفته شده نام ببرید.
- ۲- دو سر قطعه سیم‌ها را در اندازه لازم روکش برداری کنید.
- ۳- یک نمونه اتصال انتهایی ایجاد کنید.



۳-۱-۳-۱- اتصال انشعابی

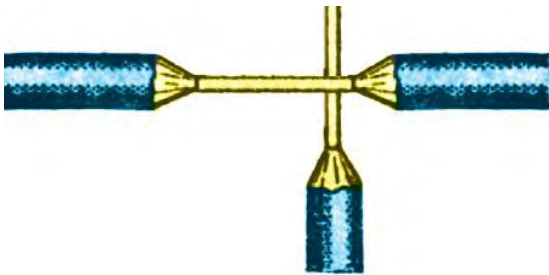
از اتصال انشعابی برای گرفتن انشعاب از سیم اصلی توسط سیم فرعی استفاده می‌شود (شکل ۱-۲۵).



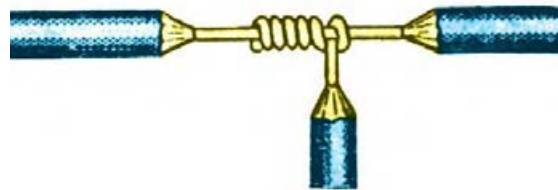
شکل ۱-۲۵

می‌شود. به حالت گره اتصال دقت کنید به این اتصال، انشعاب گره‌ای نیز می‌گویند (شکل ۱-۲۶).

در اتصال انشعابی ۲۰ mm از سیم اصلی و ۴۰ mm از سیم فرعی توسط سیم لخت کن روکش برداری می‌شود و سپس سیم فرعی بر روی سیم اصلی پیچیده



الف

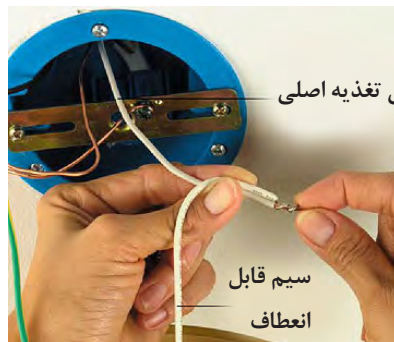


ب

شکل ۱-۲۶

را روی آن می‌پیچانند. این نوع اتصال به اتصال ثابت نیز نامیده می‌شود اتصال ثابت احتیاج به لحیم کاری و وارنیش حرارتی دارد (شکل ۱-۲۷).

از اتصال انشعابی برای اتصال سیم فرعی نازک به سیم اصلی استفاده می‌شود. در این صورت در انتهای مسیر، سیم اصلی را روی سیم نازک خم می‌کنند، و سیم نازک



شکل ۱-۲۷

کار عملی:

- ۱- قطعه سیم‌های مفتولی را در اندازه لازم و یا مطابق آنچه به شما گفته شده است ببرید.
- ۲- دو سر قطعه سیم‌ها را در اندازه لازم روکش برداری کنید.
- ۳- یک نمونه اتصال انشعابی ایجاد کنید.



فعالیت

۱-۴- اتصال سرسیمی

اتصال سرسیمی توسط تجهیزاتی به نام «سرسیم» صورت می‌گیرد. از اتصالات سرسیم برای برقراری ارتباط یا گرفتن انشعاب استفاده می‌شود (شکل ۱-۲۸).



شکل ۱-۲۸- انواع سرسیم



انواع سرسیم ارتباطی (شکل ۱-۲۹)

۱-۴-۱- سرسیم ارتباطی

سرسیم‌هایی که برای برقراری ارتباط استفاده می‌شوند را «سرسیم ارتباطی» گویند و دارای اشکال متنوع و اندازه‌های متناسب با اندازه سیم هستند (شکل ۱-۲۹).

تصاویر زیر مربوط به دو چراغ روشنایی یک استخرورزشی است. به نظر شما سیم‌های رها شده در آب چه خطراتی به دنبال خواهد داشت؟



ایمنی



مقررات ملی ساختمان (مبحث سیزدهم ۱۳-۶-۲-۱۶) اتصالات و انشعابات باید با استفاده از ترمینال‌های پیچی انجام شود. یادآوری - استفاده از ترمینال‌های نوع دیگر، که ضمن انجام اتصال و تضمین تداوم الکتریکی، عایق‌بندی لازم را نیز تأمین کنند، مجاز است. یادآوری - پیچیدن سیم‌ها به دور هم برای ایجاد اتصال الکتریکی و عایق‌بندی محل اتصال با نوار چسب الکتریکی ممنوع است.

کار عملی: مراحل انجام اتصال سرسیم زدن (نوع کشویی - تیغه‌ای - حلقه‌ای)

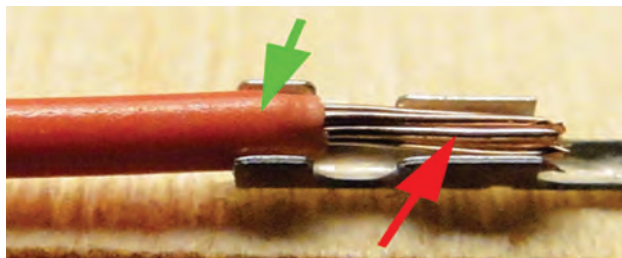
۱- سرسیم انشعابی متناسب با اندازه سیم اصلی را انتخاب کنید.



سه نوع متداول سرسیم را مشاهده می‌کنید که پایه زیرین عایق آنها مشابه هم است، به همین خاطر نوع پرس آنها یکسان خواهد بود ابتدا عایق را از روی سرسیم بردارید و سیمی را که به اندازه کافی روکش برداری کرده‌اید به طرز صحیح از درون آن رد کنید.



فعالیت



شکل ۱-۳۰

۲- همان طور که در شکل نشان داده شده در سرسیم‌ها، باید روکش سیم نیز به سرسیم پرس شود (پیکان سبزرنگ) و قسمت پرس هادی سیم نیز کمی جلوتر قرار دارد (پیکان قرمز رنگ).



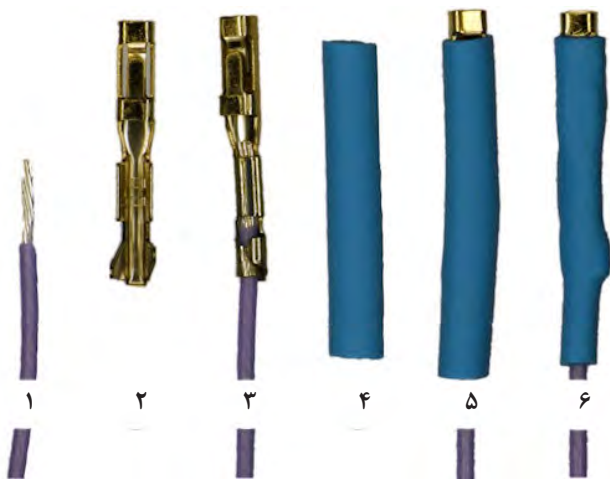
شکل ۱-۳۱

۳- با استفاده از دستگاه پرس عایق را به سرسیم پرس نمایید.



شکل ۱-۳۲

۴- با استفاده از دستگاه پرس هادی، را به سرسیم پرس نمایید. اکنون قسمت مربوط به هادی سیم را توسط پرس سرسیم فشرده و آن را مطابق شکل مقابل درآورید.



شکل ۱-۳۳

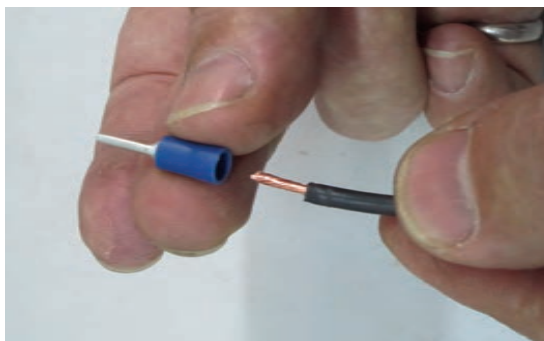
۵- پس عایق سرسیم را از روی سیم به روی سرسیم بکشید.

در صورتی که از ابتدا عایقی برای سرسیم در نظر گرفته نشده، می‌توانید از وارنیش حرارتی مناسب استفاده کرده و این قسمت را عایق کاری کنید.

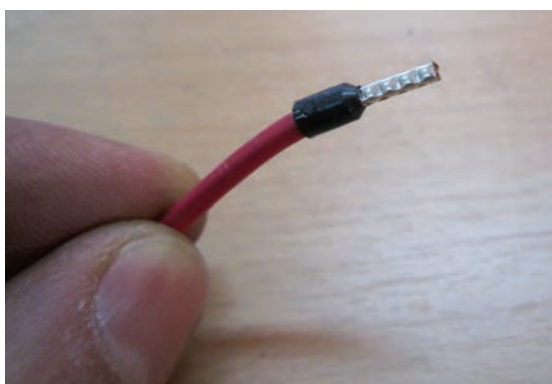
مراحل انجام سر سیم (سوزنی - بند پوتینی)



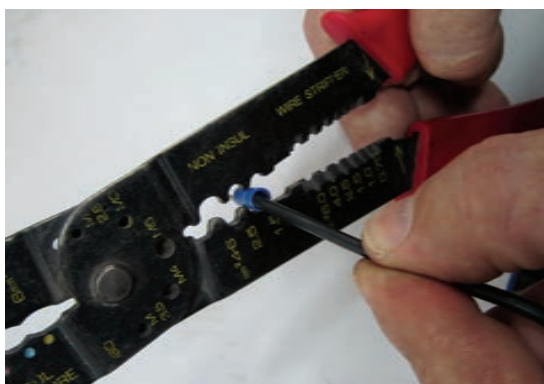
۴- نوک فلزی سر سیم را در داخل سر سیم زن قرار داده و آن را فشار دهید.



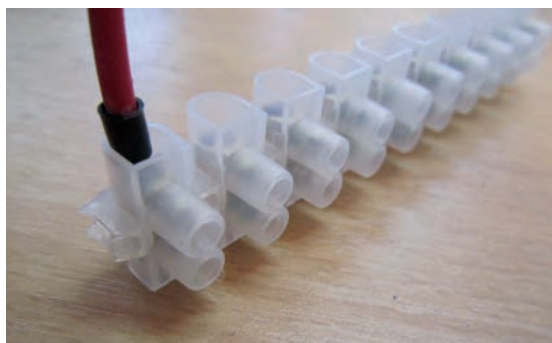
۱- متناسب با اندازه سیم، سرسیم مناسب را انتخاب کنید و سیم را به اندازه سرسیم توسط سیم لخت کن روکش برداری نمایید و در داخل سر سیم مطابق شکل قرار دهید.



۵- نوک فلزی دستگاه سر سیم زن روی سر سیم ایجاد دندانه‌هایی می‌کند و اتصال زیر پیچ ترمینال محکم‌تر می‌شود.



۲- متناسب با اندازه سرسیم، شیار مناسب دستگاه پرس را انتخاب کنید و سپس سرسیم را پرس نمایید.



۶- سرسیم در ترمینال قرار دهید و پیچ‌های ترمینال را محکم کنید.



۳- بعد از پرس سرسیم و عایق آن، هادی سیم نباید دیده شود.



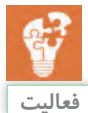
شکل ۱-۳۴ سرسیم انشعابی

۱-۴-۲- سرسیم انشعابی

سیم‌هایی که برای گرفتن انشعاب از سیم اصلی توسط سیم فرعی استفاده می‌شود را «سیم انشعابی» گویند و دارای اندازه‌های مختلفی هستند (شکل ۱-۳۴).

کار عملی:

مراحل انجام سرسیم انشعابی

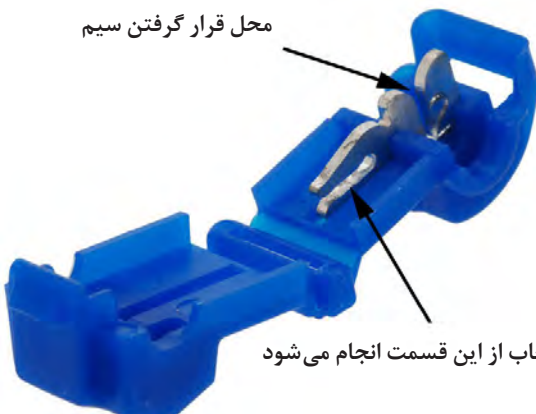


فعالیت

شود. سپس با زدن سرسیم ارتباطی به سیم فرعی می‌توان ارتباط سیم فرعی را با سیم اصلی توسط سرسیم انشعابی برقرار کرد.

سرسیم انشعابی با قرار گرفتن روی سیم اصلی با فشار دست تیغه فلزی خود را به عایق سیم فرو می‌کند تا اتصال بین تیغه سرسیم انشعابی هادی سیم برقرار

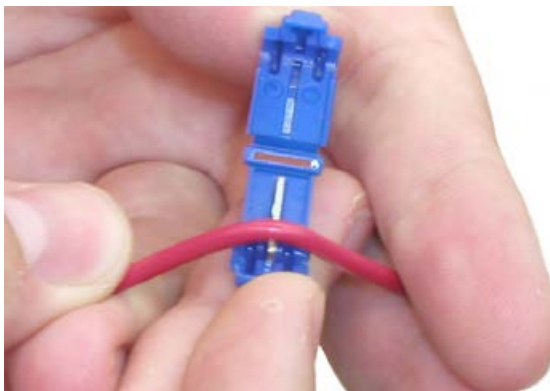
محل قرار گرفتن سیم



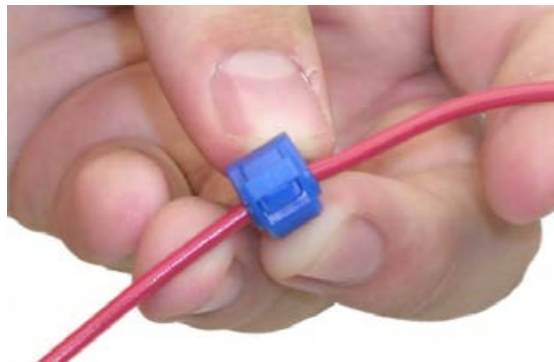
انشعاب از این قسمت انجام می‌شود

۱- سر سیم متناسب با اندازه سیم و محل اتصال را انتخاب کنید. جهت انجام اتصال انشعابی از وسیله‌ای شبیه شکل مقابل استفاده می‌کنند. این وسیله از یک تیغه فلزی جهت قرار گرفتن سیم مسیر اصلی داخل آن بدون نیاز به روکش برداری تشکیل شده است. قسمت دیگر این وسیله جهت اتصال سرسیم تعبیه شده است.

شکل ۱-۳۵



۲- محل اتصال سیم به سرسیم، همه سرسیم‌های شکل روبه‌رو مشابه یکدیگر هستند. برای انجام انشعاب ابتدا نقطه موردنظر سیم اصلی را روی تیغه فلزی قرار داده و با فشار درپوش پلاستیکی سیم به داخل تیغه فلزی وارد شده و با بریده شدن عایق سیم، هادی سیم به تیغه فلزی اتصال می‌یابد.



۳- سیم اصلی را روی تیغه سرسیم انشعابی قرار دهید و درپوش را با دست فشار دهید تا بسته شود. در مرحله بعد با بسته شدن درپوش پلاستیکی می توان مسیر انشعاب (فرعی) را اجرا نمود.



۴- سیم فرعی را سرسیم ارتباطی بزنید. کافی است سیم فرعی، سر سیم زده شده ای را مطابق شکل به محل اتصال درپوش پلاستیکی متصل نمایید.

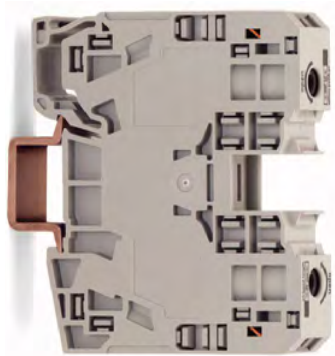


۵- سرسیم را به محل انشعاب وصل کنید.

۱-۵-۱ اتصال ترمینالی

برای اتصال دو سیم به یکدیگر در سیم‌کشی برق ساختمان از ترمینال استفاده می‌شود. ترمینال دارای دو بخش فلزی و عایق می‌باشد. وظیفه بخش فلزی برقراری ارتباط الکتریکی و استحکام مکانیکی بین هادی‌های دو سیم است. وظیفه عایق نیز عایق‌کاری بخش فلزی برای جلوگیری از برق‌گرفتگی است. ترمینال‌ها در شکل‌های متنوع و اندازه‌های متناسب با

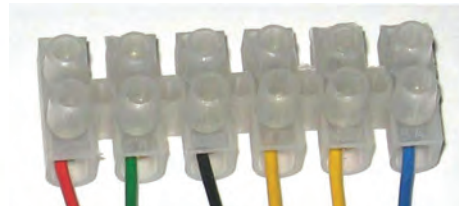
سیم و با مکانیزم‌های گوناگون ساخته شده‌اند.
۱-۵-۱-۱ ترمینال بلوکی پیچی
ترمینال بلوکی پیچی برای اتصال سیم‌ها از اندازه $1/5\text{mm}^2$ الی 10mm^2 ساخته شده‌اند. استحکام مکانیکی محل اتصال از طریق فشار پیچ بر روی هادی تأمین می‌شود. جنس ترمینال بلوکی پیچی، پلاستیک، چینی یا باکالیت می‌باشد. (شکل ۱-۳۶)



ج) ترمینال تابلویی



ب) ترمینال چینی



الف) ترمینال پلاستیکی

شکل ۱-۳۶- ترمینال تابلویی

کار عملی: ایجاد اتصال دو سیم مفتولی با ترمینال بلوکی پیچی

- ۱- ترمینال بلوکی پیچی پلاستیکی، متناسب با اندازه سیم مفتولی انتخاب کنید.
- ۲- روکش سیم‌ها را به اندازه نصف بخش فلزی ترمینال توسط سیم‌لخت کن بردارید.
- ۳- هادی سیم‌ها را درون بخش فلزی ترمینال قرار دهید پیچ‌های ترمینال را توسط پیچ‌گوشتی محکم کنید (شکل ۱-۳۷).



فعالیت

کار عملی: ایجاد اتصال دو سیم افشان با ترمینال بلوکی پیچی

- ۱- ترمینال بلوکی پیچی تابلویی متناسب با اندازه سیم افشان انتخاب کنید.
- ۲- روکش سیم‌ها را به اندازه نصف بخش فلزی ترمینال توسط سیم‌لخت کن بردارید.
- ۳- سرسیم سوزنی متناسب با اندازه سیم افشان پرس کنید.
- ۴- سرسیم را درون بخش فلزی ترمینال قرار دهید. پیچ‌های ترمینال را توسط پیچ‌گوشتی محکم کنید.



فعالیت

کار عملی: با سه قطعه سیم مفتولی $2/5\text{mm}^2$ و طول 150mm با اتصال سر به سر، یک مثلث متساوی‌الاضلاع به ضلع 100mm بسازید.

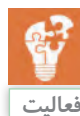


شکل ۳۷-۱- ترمینال فشاری ۳،۲ و ۵ اهرم

۲-۵-۱- ترمینال فشاری اهرم

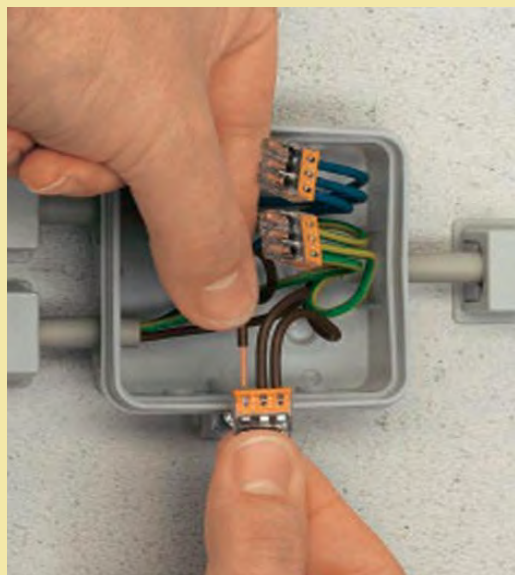
ترمینال فشاری اهرم برای اتصال سیم‌ها تا اندازه $2/5\text{mm}^2$ ساخته شده‌اند. استحکام مکانیکی محل اتصال با مکانیزم فشار اهرم است و جنس عایق آن باکالیت می‌باشد (شکل ۳۷-۱).

کار عملی: ایجاد اتصال با ترمینال فشاری اهرم



شکل ۳۸-۱

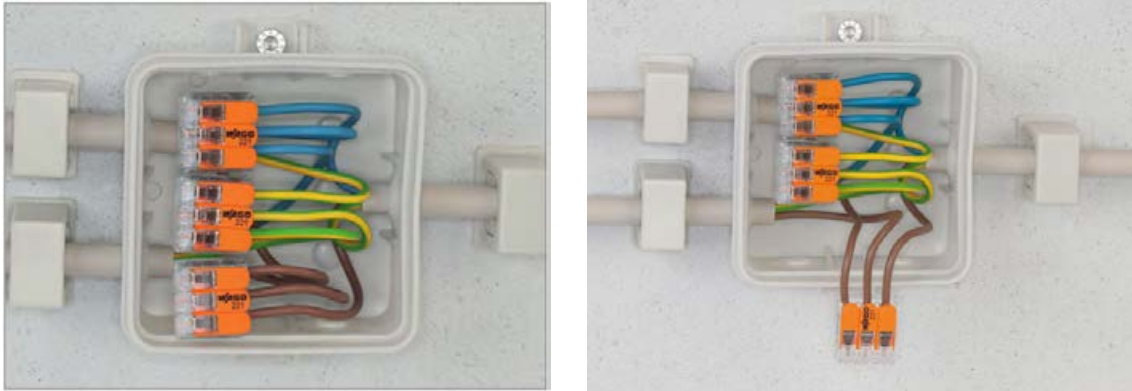
۱- یک تکه سیم یک متری $3 \times 1/5$ رابه سه قسمت مساوی تقسیم کنید. سپس ترمینال فشاری سه اهرم مناسب با اندازه سیم مفتولی انتخاب کنید.
 ۲- روکش سیم‌ها را به اندازه بخش فلزی ترمینال توسط سیم لخت کن بردارید (شکل ۳۸-۱).
 توجه: اگر از سیم افشان استفاده می‌کنید حتماً از سرسیم استفاده نمایید.



شکل ۳۹-۱

۳- هر کدام از سه ترمینال فشاری جهت ایجاد انشعاب سیم یک به دو، به یک رنگ سیم (آبی، قهوه‌ای یا زرد - سبز) اختصاص داده می‌شود. در این مرحله بعد از آماده شدن سیم و نصب آن توسط بست روی تابلو، اهرم ترمینال‌ها را بالا ببرید و سرسیم‌ها را در ترمینال مربوطه قرار دهید (شکل ۳۹-۱).

۴- در مرحله آخر ترمینال‌ها و اتصالات را مطابق شکل ۱-۴۰ در جعبه تقسیم قرار دهید.
۵- به کمک یک آوومتر از اتصال صحیح سیم‌ها اطمینان حاصل کنید.



شکل ۱-۴۰



شکل ۱-۴۱- کانکتور پیچی

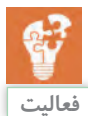
۳-۵-۱- ترمینال کانکتور پیچی

ترمینال کانکتور پیچی برای اتصال سیم‌ها تا اندازه $2/5\text{mm}^2$ ساخته شده‌اند. استحکام مکانیکی محل اتصال با مکانیزم پیچاندن کانکتور تأمین می‌شود. جنس عایق کانکتور پیچی باکالیت می‌باشد (شکل ۱-۴۱).

کار عملی: ایجاد اتصال دو سیم افشان با کانکتور پیچی
۱- کانکتور پیچی متناسب با اندازه سیم افشان را انتخاب کنید (شکل ۱-۴۲).



شکل ۱-۴۲- کانکتور پیچی در سه اندازه کوچک، متوسط و بزرگ



فعالیت

- ۲- روکش سیم‌ها را به اندازه ۲۰ mm توسط سیم لخت کن بردارید.
 ۳- دو سیم را با اتصال سربه سر به یکدیگر اتصال دهید (شکل ۱-۴۳).



شکل ۱-۴۴



شکل ۱-۴۳

- ۴- کانکتور پیچی را در جهت حرکت عقربه‌های ساعت بر روی محل اتصال بپیچانید (شکل ۱-۴۴).

کار عملی: دو سیم مفتولی $1/5 \text{ mm}^2$ را توسط کانکتور پیچی به یکدیگر اتصال دهید.



فعالیت

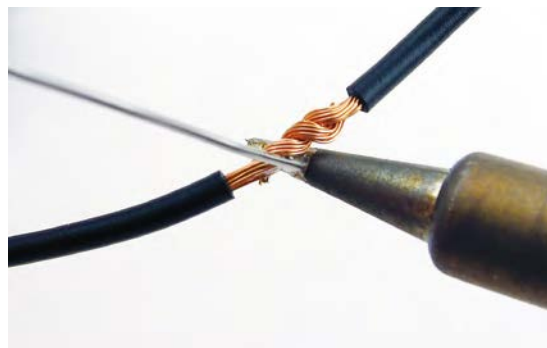
۱-۶-۱- لحیم کاری

فلزات لحیم شونده به یکدیگر می‌شود. درجه حرارت لحیم کاری پایین‌تر از ۴۵۰ درجه سلسیوس انجام می‌شود (شکل ۱-۴۵).

لحیم کاری عبارت از اتصال دو یا چند فلز به وسیله یک فلز یا آلیاژ دیگر است. در این فرایند آلیاژ یا فلز «لحیم» نامیده می‌شود به نقطه ذوب خود می‌رسد ولی فلزات مورد اتصال ذوب نمی‌شوند و لحیم باعث متصل شدن



شکل ۱-۴۵



۱-۶-۱-۱- لحیم:

۲۵۰ گرمی و ۵۰۰ گرمی یا یک کیلوگرمی تولید می‌شود. قطر مفتول‌های لحیم، مختلف و در حدود کسری از یک تا چندین میلی‌متر است. لحیم‌ها را با درصد ترکیب‌های مختلف قلع و سرب نیز می‌سازند (شکل ۱-۴۶).

آلیاژ لحیم مرکب از سرب و قلع است. با توجه به درصد زیاد قلع نسبت به سرب، لحیم را قلع نیز می‌نامند. قلع با آب‌وهوا ترکیب نمی‌شود، به همین جهت پوشش بسیار خوبی برای فلزاتی نظیر مس است و از اکسید شدن آن جلوگیری می‌کند. لحیم به صورت مفتول نازک در قرقره‌های حدود



شکل ۱-۴۶- لحیم

۱-۶-۲- روغن لحیم کاری (روان ساز):

برای لحیم کردن دو فلز به یکدیگر لازم است قبلاً سطوح اتصال را کاملاً پاک کنید. طوری که اکسید فلز روی آنها وجود نداشته باشد. از آنجا که اکثر فلزات در درجه حرارت‌های عادی اکسید می‌شوند. همواره لایه بسیار نازکی از اکسید بر سطح آنها وجود دارد از این رو قبل از لحیم کاری سطوح اتصال را توسط مواد پاک کننده تمیز کنید. ماده پاک کننده‌ای که برای پاک کردن این سطوح به کار می‌رود. (روغن لحیم کاری) نام دارد. هنگام تبخیر روغن لحیم ذرات اکسید روی فلز نیز تبخیر شده و فلز از اکسید پاک می‌شود (شکل ۱-۴۵).



شکل ۱-۴۷- روغن لحیم کاری

۱-۶-۳- حمام قلع:

برای قلع اندود کردن سر سیم‌های سیم افشان از حمام قلع استفاده می‌شود. با حمام قلع می‌توان در زمان کمتری تعداد بیشتری سر سیم را قلع اندود کرد. حرارت دستگاه حوضچه حمام قلع قابل کنترل و تنظیم است (شکل ۱-۴۸).



شکل ۱-۴۸- حمام قلع

دارد. بعد از قرار دادن یک تکه نوار قلع در داخل ظرف خالی دستگاه نوار قلع، آرام آرام ذوب خواهد شد. بعد از مدتی حوضچه پر از قلع مذاب شده و آماده استفاده است. حالبا قرار دادن سر سیم‌های افشان بدون روکش، به مدت ۴ تا ۵ ثانیه در قلع مذاب و بیرون آوردن آنها، بعد از چند ثانیه سر سیم خنک شده و آماده استفاده می‌باشد.

قبل از اتصال سیم‌های افشان روکش‌برداری شده به ترمینال کلیدها و پریز سیم افشان باید قلع اندود شود. برای این کار ابتدا دستگاه حوضچه قلع را به منبع تغذیه (شبکه برق) متصل کرده و بعد از تغییر وضعیت کلید از حالت خاموش به روشن تغییر وضعیت دهید. دستگاه برای رسیدن به دمای مناسب حدود ۸ دقیقه زمان نیاز

۱-۶-۴- هویه قلمی

تفنگی است. هویه قلمی برای لحیم کاری‌های طولانی مدت و تعداد زیاد قطعات مناسب است. (شکل ۱-۴۹)

از هویه برقی برای تأمین حرارت لازم ذوب کردن لحیم استفاده می‌شود. هویه برقی دارای دو شکل قلمی و



شکل ۱-۴۹- هویه قلمی



هویه تفنگی برای لحیم کاری‌های کوتاه مدت و تعداد کم قطعات مناسب است (شکل ۱-۵۰).

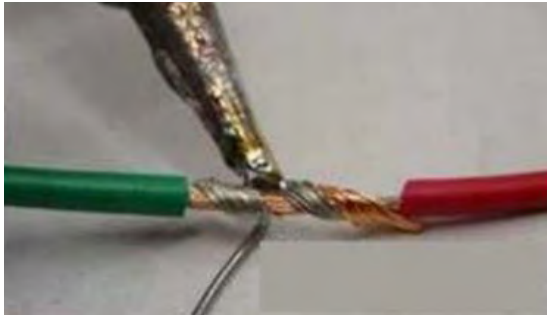


شکل ۱-۵۰- هویه تفنگی

مراحل انجام لحیم کاری جهت سیم‌های افشان و اتصالات آنها

۱- دو تکه سیم را در اندازه نشان داده شده روکش برداری کنید رشته‌های هر سیم افشان را جداگانه به هم بتابانید.

۴- نوک هویه را روی سیم‌ها قرار دهید تا سیم کاملاً داغ شود، بعد سیم لحیم را روی سیم و نزدیکی نوک هویه قرار دهید اگر دما مناسب باشد لحیم ذوب شده و سطح سیم را می‌پوشاند.



۲- سیم‌ها را نیز به هم بتابانید هویه را روشن کنید تا نوک آن گرم شود فرصت دارید نوک هویه را توسط برس سیمی تمیز کنید. به طوری که رنگ مسی رنگ نوک آن ظاهر شود.

۵- سیم لحیم را از روی سیم اصلی بردارید اما همچنان با هویه لحیم ذوب شده را روی سیم حرکت دهید تا سطح را بهتر و به طور کامل بپوشاند.



۳- در این مرحله اندکی سیم لحیم به نوک هویه بچسبانید تا از وضعیت نوک هویه به لحاظ دما و میزان چسبندگی لحیم به آن اطمینان یابید، همچنین از روغن لحیم جهت اتصال بهتر می‌توانید استفاده کنید.

۶- هویه را نیز از روی سیم بردارید سعی کنید بدون تکان خوردن سیم‌ها را خنک کنید و اتصال مناسبی ایجاد کنید. اکنون روی اتصال وارنیش مناسب بکشید.

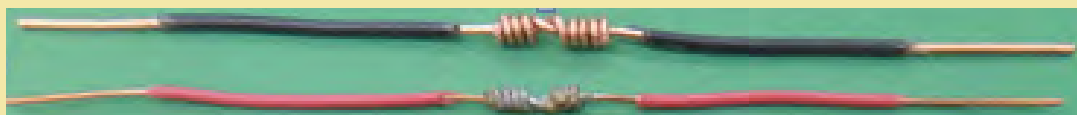




کار عملی: ساخت هرم اتصالات

مهارت‌های لازم: اندازه‌گیری، اتصالات مختلف سیم، لحیم کاری و وارنیش حرارتی، کار با ابزار، کانکتور پیچی
مواد لازم: پنج قطعه سیم مفتولی با روکش قرمز رنگ $1/5\text{mm}^2$ ، پنج قطعه سیم مفتولی با روکش مشکی رنگ $2/5\text{mm}^2$.

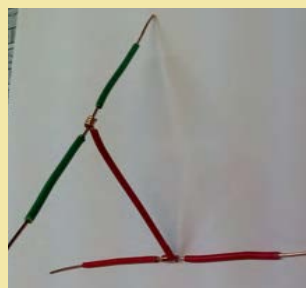
۱- دو اتصال طولی یکی با سیم قرمز و یکی با سیم مشکی درست کنید آن را لحیم کاری و روی آن وارنیش حرارتی بکشید. سه قطعه سیم افشان با روکش سفید رنگ $1/5\text{mm}^2$.



۲- چهار اتصال انشعابی که فقط دو عدد از چهار اتصال لحیم کاری شده باشند مطابق شکل زیر ایجاد نمایید.



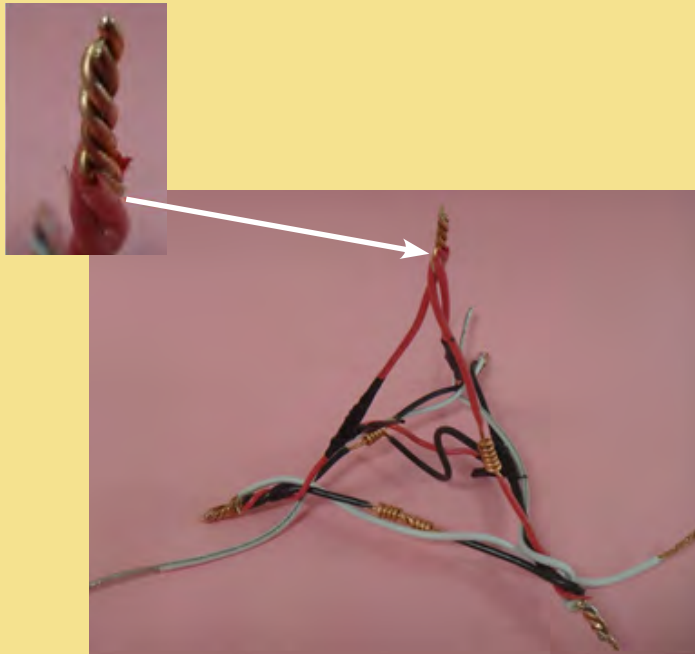
۳- در این مرحله قطعات اتصال انشعابی در مرحله قبل را به شکل تبدیل کنید.



۴- به کمک چسب کاغذی هرم را مطابق شکل سر پا کنید.



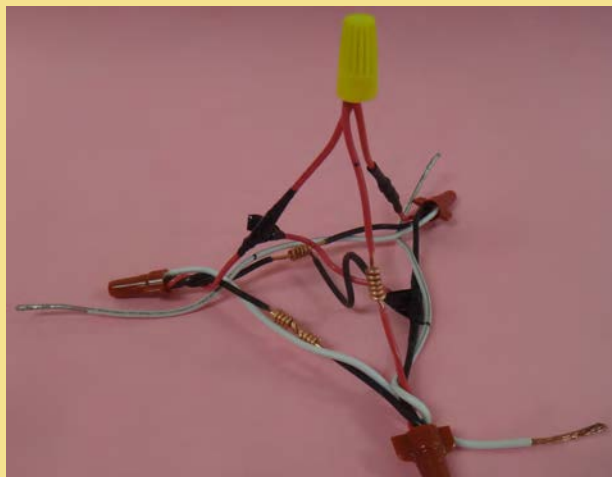
۵- رأس هرم، از سه قطعه سیم قرمز رنگ که دارای اتصال سربه سر هستند ساخته شده است.



۶- اکنون یک سر از هر سه قطعه سیم افشان سفید را قلع اندود کنید و سر دیگر هر کدام از آنها را برای اتصالات سربه سر قاعده هرم به کار برید.

توجه داشته باشید هر یک از اضلاع هرم باید برابر بوده و اندازه‌های معادل ۱۵cm داشته باشد.

۶- بر روی رأس‌های هرم، اتصال کانکتور پیچی نصب کنید برای رأس‌های قاعده هرم اتصالات می‌توانید از اتصال مهره‌ای بالدار استفاده کنید.



۱-۲-۱- کابل

به هادی‌های روکش‌دار با مقطع بیش از 10 mm^2 «کابل»^۱ گویند. همچنین دو یا چند رشته سیم روکش‌دار که درون یک غلاف عایق قرار می‌گیرند فارغ از سطح مقطع، کابل محسوب می‌شوند (شکل ۱-۵۱).



ب) کابل چند رشته



الف) کابل چند رشته

شکل ۱-۵۱

فرایند ارتباط الکتریکی در شبکه‌های الکتریکی توسط کابل را «کابل کشی» گویند.

۱-۲-۱-۱- هادی کابل

هادی کابل برق ساختمان از جنس مس یا آلومینیوم می‌باشد و دارای مقطع گرد و در دو نوع مفتولی و رشته‌ای استفاده می‌شوند (شکل ۱-۵۲).



ب) کابل مفتولی با مقطع گرد



الف) کابل رشته‌ای با مقطع گرد

شکل ۱-۵۲

کابل‌های رشته‌ای با مقطع گرد را با حروف **rm** و کابل‌های مفتولی با مقطع گرد را با حروف **re** نشان می‌دهند.

۱-۷-۲- غلاف کابل

غلاف کابل برای نگهداری رشته‌های کابل در کنار یکدیگر و حفاظت از عایق کابل در مقابل نیروهای مکانیکی و جلوگیری از نفوذ رطوبت می‌باشد.

در صورتی که جنس عایق و یا غلاف کابل از مواد PVC باشد آن را با حرف Y نشان می‌دهند.

۱-۷-۳- جریان مجاز کابل

جریان مجاز کابل با توجه به سطح مقطع هادی آن تعیین می‌شود. جریان مجاز کابل‌های برق ساختمان با تحمل حداکثر ولتاژ ۱ kv در جدول ۱-۶ نشان داده شده است.

جدول ۱-۶- جریان مجاز کابل‌های برق با ولتاژ اسمی ۱ kv

سطح مقطع (mm ²)	کابل‌های ۱ سیمه جریان مستقیم		کابل‌های ۲ سیمه (amp)				کابل‌های ۳ و ۴ سیمه (amp)				سه تا کابل یک سیمه سه فاز (amp)			
											طرز قرار گرفتن کابل‌ها		طرز قرار گرفتن کابل‌ها	
											○○○		○○○	
	در خاک	در هوای آزاد	در خاک	در هوای آزاد	در خاک	در هوای آزاد	در خاک	در هوای آزاد	در خاک	در هوای آزاد				
۱/۵	۳۷	۲۶	۳۰	۲۱	۲۷	۱۸	-	-	-	-				
۲/۵	۵۰	۳۵	۴۱	۲۹	۳۶	۲۵	-	-	-	-				
۴	۶۵	۴۶	۵۳	۳۸	۴۶	۳۴	-	-	-	-				
۶	۸۳	۵۸	۶۶	۴۸	۵۸	۴۴	-	-	-	-				
۱۰	۱۱۰	۸۰	۸۸	۶۶	۷۷	۶۰	-	-	-	-				

۴-۷-۱- اطلاعات کابل

بر روی بدنه کابل با استفاده از حروف اختصاری و اعداد اطلاعات کابل را برای مصرف کننده درج می کنند. این اطلاعات شامل موارد زیر است:

- ۱- استاندارد ساخت کابل
 - ۲- جنس هادی
 - ۳- جنس عایق و غلاف کابل
 - ۴- تعداد و سطح مقطع رشته های کابل
 - ۵- شکل مقطع و نوع هادی
 - ۶- حداکثر ولتاژ قابل تحمل عایق کابل
- ساختار کلی نوشتن اطلاعات کابل مطابق شکل ۱-۵۳ است.



شکل ۱-۵۳

بر روی بدنه کابل نوشته شده است:

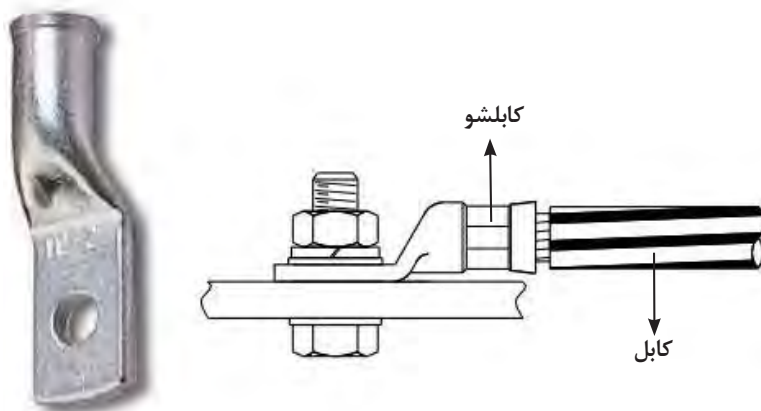
NY Y ۳×۲۵mm^۲+rm 1kv

مشخصات کابل به شرح زیر است:

- N: استاندارد کابل VDE است و جنس هادی آن از مس است.
- ۳×۲۵: کابل دارای سه رشته با سطح مقطع ۲۵ میلی متر مربع است.
- rm: هادی ها دارای مقطع گرد و رشته ای می باشند.
- 1kv: حداکثر ولتاژ قابل تحمل عایق کابل ۱ کیلو ولت است.

۱-۷-۵- کابلشو

از کابلشو برای بستن کابل به زیر پیچ استفاده می‌شود شکل (۱-۵۴).



شکل ۱-۵۴

کابلشوها متناسب با سایز کابل تولید می‌شوند (شکل ۱-۵۵).



شکل ۱-۵۵

۱-۸-۱- ابزار کابل کشی - بخش اول

ابزار کابل کشی برق ساختمان هریک کاربرد خاص خود را دارند. با شناسایی طرز کار آنها می توان به درستی آنها را به کار برد.

۱-۸-۱-۱- چاقوی کابل بری

چاقوی کابل بری برای بریدن، روکش برداری کابل جهت نصب سرکابل کاربرد دارد. هنگام روکش برداری کابل نباید چاقو را به طرف خود حرکت دهید زیرا ممکن است تیغه چاقو از روکش کابل جدا شده و به بدن شما برخورد کند (شکل ۱-۵۶).



ب



الف

شکل ۱-۵۶

۱-۸-۱-۲- قیچی کابل بری

قیچی کابل بری برای بریدن کابل استفاده می شود و در انواع دستی و هیدرولیکی موجود می باشند شکل (۱-۵۷)



ب) قیچی کابل بری هیدرولیکی



الف) قیچی کابل بری دستی

شکل ۱-۵۷

۱-۸-۳- پرس کابلشو

پرس کابلشو برای پرس کردن کابلشو به هادی کابل استفاده می شود شکل (۱-۵۸).



شکل ۱-۵۸

مراحل انجام اتصال کابلشو به کابل



۱- توسط چاقوی کابل بری روکش سیم را بردارید.



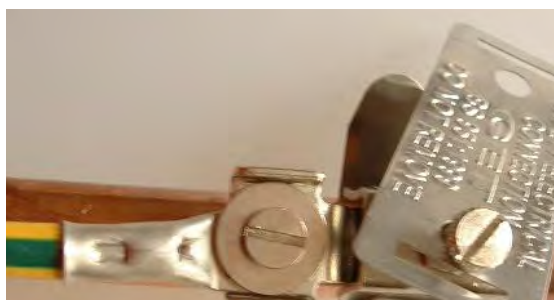
۲- یک کابلشو مناسب با سیم روکش برداری شده انتخاب کنید.



۳- توسط پرس کابلشو در محل مناسب فشار وارد کرده و پرس را انجام دهید.



۴- هیچ بخشی از هادی سیم نباید پس از اتصال کابلشو بیرون بماند و مطابق شکل روبه‌رو باید اتصال انجام شود.



۵- در مرحله آخر کابلشو را در محل مورد نظر، زیر توسط پیچ و مهره محکم نمایید.
اتصالات پیچ و مهره در تابلوهای برق جهت اتصال سیم‌های نول به شین نول و در جعبه ترمینال الکتروموتورها نیز کاربرد دارد.

۴-۸-۱-گلند

گلند برای جلوگیری از آسیب رسیدن به غلاف کابل در محل ورود به تابلوهای فلزی برق و تخته کلم موتورهای الکتریکی استفاده می‌شود شکل (۱-۵۹).



الف) گلند پلاستیکی



ج) گلند در اتصال به تخته کلم موتور الکتریکی



ب) گلند در محل ورود تابلوی برق

شکل ۱-۵۹

کار عملی: مراحل نصب گلند به کابل و تابلو

۱- محل عبور کابل به داخل بدنه دستگاه باید متناسب با رزوه‌های گلند انتخابی باشد در صورت عدم مطابقت و کوچک بودن سوراخ آن را با ابزار مناسب بزرگتر کنید برای این منظور با توجه به شرایط کار از مته بزرگ و یا گرد بر مناسب استفاده کنید.



۲- کابل را به ترتیب از درپوش بیرونی، واشر، بدنه چنگالی عبور دهید. بعد از آن سر کابل را داخل سوراخ بدنه دستگاه نمایید. در صورت مناسب بودن سوراخ رزوه‌های بدنه چنگالی هم در سوراخ مستقر خواهد شد. در این قسمت باید اندازه کابل مورد نیاز جهت اتصال داخل بدنه دستگاه مشخص شود.



۳- اکنون واشر و مهره را از داخل بدنه دستگاه به ترتیب از کابل عبور دهید. واشر را در محل رزوه‌های چنگالی که از سوراخ بیرون زده قرار داده و مهره را ببندید و آن را کاملاً محکم کنید.



۴- درپوش بیرونی را به سمت بدنه و چنگالی نزدیک کرده و با فشار آنرا به رزوه‌های چنگالی که در سمت بیرونی دستگاه قرار دارد ببندید پیش از محکم کردن درپوش بار دیگر اندازه مناسب کابل در داخل دستگاه را بررسی کنید. در پایان به کمک دست کابل بیرونی دستگاه را بکشید و از محکم بودن آن توسط گلند مطمئن شوید.



۵- پس از انجام این مراحل سیم‌های کابل را روکش برداری و سرسیم زده در محل خود اتصال دهید و دستگاه را روشن نمایید.





ابتکار موشک دوزمانه با برق

شهید مصطفی ابراهیمی مجد

ماجرای هشت سال دفاع مقدس جنبه‌های گوناگون دارد. داستان تلاش مستمر و اندیشه پویا و خلاقانه رزمندگان، اقدامات علمی، مبتکرانه و هوشمندانه آنان را بیان می‌کند.

شهید چمران در ابتکاری اولین بار از طریق رهاسازی آب در دشت خوزستان که خاک آن رسی بود و آب را جذب نمی‌کرد، باتلاقی برای نیروهای دشمن درست کرد. با نصب پمپ‌های آب در کنار رود کارون و احداث یک کانال به طول حدود بیست کیلومتر و عرض یک متر در مدتی حدود یک ماه، آب کارون را به طرف تانک‌های دشمن روانه ساخت، به طوری که آنها مجبور شدند چند کیلومتر عقب‌نشینی کنند و با احداث خاکریز، سدی عظیم مقابل خود بسازند.

با ابتکار شهید چمران و شهید مصطفی ابراهیمی مجد برای انهدام خاکریزها نیز چاره‌ای اندیشیده شد که مقدمه ساخت موشک‌های پیشرفته‌تر شد.

دکتر چمران پیشنهاد ساخت موشک دومرحله‌ای داد. به طوری که در مرحله اول با سوخت آر پی جی روی آب حرکت کند و داخل خاکریز شود، در مرحله دوم، انفجار حاصل از حجم زیاد مواد منفجره داخل لوله که با تأخیر اتفاق می‌افتاد باعث می‌شد تاجریان آب کانال یک مسیر برای حرکت به سمت تانک‌های زرهی دشمن پیدا کند. موشک پر از TNT روی تخته‌ای شبیه به قایق موتوری نصب می‌شد و نیرو از یک الکتروموتور مجهز به پروانه و انرژی الکتریکی مورد نیاز توسط باتری تأمین می‌شد. با برخورد این سامانه به خاکریز، موشک از تخته جدا شده و پس از نفوذ به درون خاکریز منفجر می‌شد.



شهید چمران و همراهان ایشان در حال آزمایش موشک

ارزشیابی شایستگی سیم و اتصالات آن

شرح کار:

- انواع سیم و کابل و اتصالات آنها (وارنیش حرارتی، سرسیم و کانکتور پیچی)
- نصب گلند، کابلشو و پرس کابلشو
- استفاده صحیح از ابزار سیم کشی

استاندارد عملکرد:

رعایت آیین نامه سیم کشی برق مطابق با مبحث ۱۳ نظام مهندسی

شاخص ها:

۱- اتصالات لحیم کاری و غیرلحیمی

۲- اندازه گیری، عایق کاری

۳- استفاده صحیح از ابزار، سرسیم و...

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، سرسیم زن، انواع سرسیم، هویه و قلع، وارنیش حرارتی، گلند پلاستیکی، کابلشو و پرس کابلشو، لباس کار

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	اندازه گذاری و اتصالات	۱	
۲	انجام لحیم کاری و عایق کاری	۱	
۳	مهارت سرسیم زدن و کانکتور پیچی	۱	
۴	ساخت هرم اتصالات	۲	
	شایستگی های غیر فنی، 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 می باشد.