

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# لوله کاری و اتصالات سیم و کابل

شاخه : کاردانش

زمینه : صنعت

گروه تحصیلی : برق

زیرگروه : الکتروتکنیک

رشته های مهارتی : برق صنعتی و تابلوساز برق صنعتی ، شبکه های هوایی ، برق کار

ماشین آلات ، برق کار ساختمان ، نصب و سرویس آسانسور

شماره رشته های مهارتی : ۳۲۳-۱۰-۱-۱ و ۳۱۷-۱۰-۱-۱ و ۳۱۶-۱۰-۱-۱ و ۱۰-۱-۱ و

۳۲۰-۱۰-۱-۱ و ۳۲۱-۱۰-۱-۱ و ۳۱۸-۱۰-۱-۱

کد رایانه ای رشته های مهارتی : ۹۹۵۹ و ۹۹۵۸ و ۹۹۵۷ و ۹۹۶۱ و ۹۹۶۲

نام استاندارد مهارتی مبنا : برق صنعتی درجه (۲)

کد استاندارد متولی : ۵۵/۲۴-۸

شماره درس : نظری ۹۹۲۶ و عملی ۹۹۲۷

۶۲۱	جهان دیده ، احد
۳۱۹۱۳/	لوله کاری و اتصالات سیم و کابل / مؤلف : احد جهان دیده . - تهران : شرکت چاپ و
ل ۹۳۲ج/	نشر کتاب های درسی ایران ، ۱۳۹۴ .
۱۳۹۴	۱۴۱ص . : مصور . - (شاخه کاردانش ؛ شماره درس نظری ۹۹۲۶ و عملی ۹۹۲۷)
	متون درسی شاخه کاردانش ، زمینه صنعت ، گروه تحصیلی برق ، زیرگروه الکتروتکنیک ،
	رشته های مهارتی برق صنعتی و برق صنعتی درجه (۱) .
	برنامه ریزی محتوا و نظارت بر تألیف : دفتر تألیف کتاب های درسی فنی و حرفه ای و کاردانش
	وزارت آموزش و پرورش .
	۱. برق - سیم کشی . ۲. برق - لوله کشی . الف . ایران . وزارت آموزش و پرورش .
	دفتر تألیف کتاب های درسی فنی و حرفه ای و کاردانش . ب . عنوان .

همکاران محترم و دانش آموزان عزیز :  
پیشنهادهای و نظرات خود را درباره محتوای این کتاب به نشانی  
تهران - صندوق پستی شماره ۴۸۷۴/۱۵ دفتر تألیف کتابهای درسی فنی و  
حرفه‌ای و کاردانش، ارسال فرمایند.

info@tvoccd.sch.ir

پیام نگار (ایمیل)

www.tvoccd.sch.ir

وبگاه (وبسایت)

## وزارت آموزش و پرورش سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف : دفتر تألیف کتابهای درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

نام کتاب : لوله‌کاری و اتصالات سیم و کابل - ۶۰۵/۲

مؤلف : احد جهاننیده

ویراستار فنی : فریدون علومی، داود خلیلی

ویراستار ادبی : جعفر ربانی

آماده‌سازی و نظارت بر چاپ و توزیع : اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

تهران : خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)

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

وبسایت : www.chap.sch.ir

رسم : فاطمه رئیسیان فیروزآباد

عکاس : عباس رخ‌وند

صفحه‌آرا : طرّفه سهائی

طراح جلد : علیرضا رضائی‌کُر

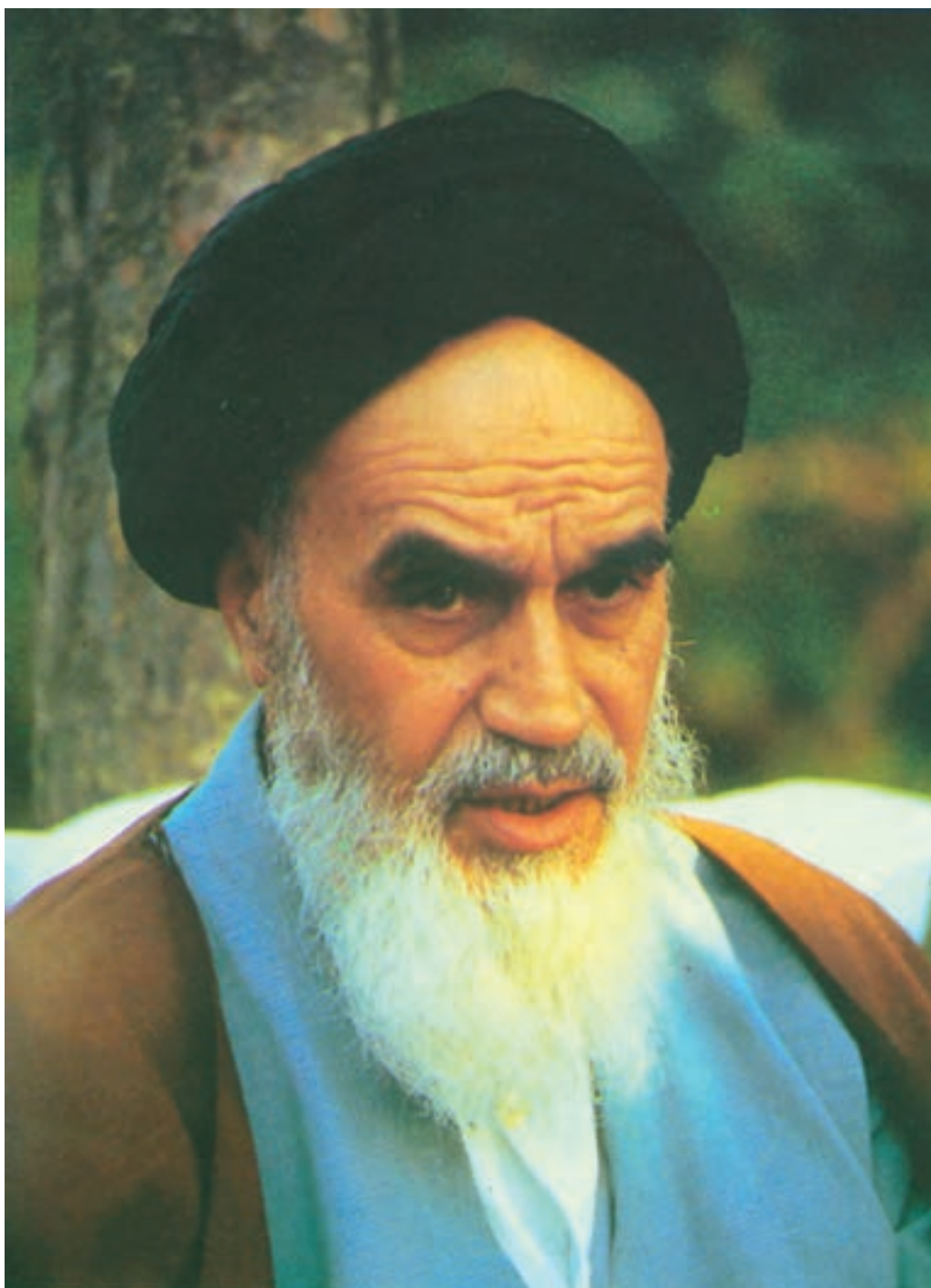
ناشر : شرکت چاپ و نشر کتابهای درسی ایران : تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (داروبخش)

تلفن : ۵-۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار : ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی : ۱۳۹-۳۷۵۱۵

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

سال انتشار و نوبت چاپ : چاپ سوم ۱۳۹۴

حق چاپ محفوظ است.



شما عزیزان کوشش کنید که از این وابستگی بیرون آید و احتیاجات  
کشور خودتان را برآورده سازید، از نیروی انسانی ایمانی خودتان غافل نباشید  
و از اتکای به اجانب بپرهیزید.

امام خمینی «قدس سرّه الشّریف»



## مقدمه ای بر چگونگی برنامه‌ریزی کتاب‌های پودمانی

برنامه‌ریزی تألیف «پودمان‌های مهارت» یا «کتاب‌های تخصصی شاخه‌ی کار دانش» بر مبنای استانداردهای کتاب «مجموعه برنامه‌های درسی رشته‌های مهارتی شاخه‌ی کار دانش، مجموعه ششم» صورت گرفته است. براین اساس ابتدا توانایی‌های هم‌خانواده (Harmonic Power)<sup>۱</sup> مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است. سپس مجموعه مهارت‌های هم‌خانواده به صورت واحدهای کار تحت عنوان (Unit)<sup>۲</sup> دسته‌بندی می‌شوند. در نهایت واحدهای کار هم‌خانواده با هم مجدداً دسته‌بندی شده و پودمان مهارتی (Module)<sup>۳</sup> را شکل می‌دهند.

دسته‌بندی «توانایی‌ها» و «واحدهای کار» توسط کمیسیون‌های تخصصی با یک نگرش علمی انجام شده است به گونه‌ای که یک سیستم پویا بر برنامه‌ریزی و تألیف پودمان‌های مهارت نظارت دائمی دارد.

به منظور آشنایی هر چه بیشتر مربیان، هنرآموزان و هنرجویان شاخه‌ی کار دانش و سایر علاقه‌مندان و دست‌اندرکاران آموزش‌های مهارتی با روش تدوین، «پودمان‌های مهارت»، توصیه می‌شود الگوهای ارائه شده در نمون برگ‌های شماره (۱)، (۲) و (۳) مورد بررسی قرار گیرد. در ارائه دسته‌بندی‌ها، زمان مورد نیاز برای آموزش آن‌ها نیز تعیین می‌گردد، با روش مذکور یک «پودمان» به عنوان کتاب درسی مورد تأیید وزارت آموزش و پرورش در «شاخه‌ی کار دانش» چاپ سپاری می‌شود.

به‌طور کلی هر استاندارد مهارت به تعدادی پودمان مهارت ( $M_1, M_2, \dots$ ) و هر پودمان نیز به تعدادی واحد کار ( $U_1, U_2, \dots$ ) و هر واحد کار نیز به تعدادی توانایی ویژه ( $P_1, P_2, \dots$ ) تقسیم می‌شوند. نمون برگ شماره (۱) برای دسته‌بندی توانایی‌ها به کار می‌رود. در این نمون برگ مشاهده می‌کنیم که در هر واحد کار چه نوع توانایی‌هایی وجود دارد. در نمون برگ شماره (۲) واحدهای کار مرتبط با پودمان و در نمون برگ شماره (۳) اطلاعات کامل مربوط به هر پودمان درج شده است. بدیهی است هنرآموزان و هنرجویان ارجمند شاخه کار دانش و کلیه عزیزانی که در امر توسعه آموزش‌های مهارتی فعالیت دارند، می‌توانند ما را در غنای کیفی پودمان‌ها که برای توسعه آموزش‌های مهارتی تدوین شده است رهنمون و یاور باشند.

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

دفتر تألیف کتاب‌های درسی

فنی و حرفه‌ای و کار دانش

## مقدمه

با توسعه و رشد روزافزون کاربرد انرژی الکتریکی، و افزایش وابستگی چرخه‌ی زندگی انسان‌ها به آن، لازم است جهت بالا بردن قابلیت اطمینان مصرف‌کنندگان به انرژی الکتریکی و به وجود آوردن آسودگی خاطر و ایمنی لازم، هم‌چنین افزایش طول عمر مفید تجهیزات برقی، تمام تجهیزات الکتریکی، متناسب با شرایط حال و آینده مصرف‌کنندگان انتخاب شوند و نصب و راه‌اندازی این تجهیزات با توجه به اصول علمی توسط افراد متخصص انجام گیرد. در همین راستا و در جهت ایجاد مهارت‌های فنی به صورت نظری و عملی، کتاب حاضر تحت عنوان لوله‌کاری و اتصالات سیم و کابل، تألیف و سعی شده است متناسب با زمان آموزش، مطالب تئوری و مهارت‌های عملی به صورت پیوسته و همزمان ارائه گردد.

امید است با توجه به زمان اختصاص یافته جهت آموزش، برنامه زمان‌بندی تدریس مطالب کتاب مورد توجه قرار گیرد.

مؤلف

## فهرست

۱.	واحد کار اوّل : اتصالات و لحیم کاری سیم ها.....
۲.	پیش آزمون (۱).....
۳.	۱-۱- اتصال سیم ها تا سطح مقطع $10\text{ mm}^2$ .....
۳	۱-۱-۱- اتصال سیم ها.....
۳	۱-۱-۲- دسته بندی سیم ها با روکش پلاستیکی تا شماره ی $10\text{ mm}^2$ .....
۳	۱-۱-۳- نوار چسب عایق.....
۴.	۱-۱-۴- آشنایی با ابزارهای مورد استفاده در روکش برداری و اتصال سیم ها به یکدیگر.....
۸.	۱-۱-۵- انواع اتصالات سیم ها.....
۱۰.	۱-۱-۶- اصول عایق کاری محل اتصال سیم ها.....
۱۰.	۱-۲- کار عملی (۱).....
۱۳.	۱-۳- لحیم کاری نرم روی سیم های مسی.....
۱۳.	۱-۳-۱- لحیم کاری.....
۱۴.	۱-۳-۲- وسایل لحیم کاری.....
۱۶.	۱-۳-۳- آماده کردن سطوح جهت لحیم کاری.....
۱۹.	۱-۴- کار عملی (۲).....
۲۴.	آزمون پایانی (۱).....
۲۵.	واحد کار دوم : اتصال سیم ها به ترمینال ها.....
۲۶.	پیش آزمون (۲).....
۲۷.	۲-۱- بستن سیم مفتولی زیر پیچ.....
۲۷	۲-۱-۱- انواع ترمینال ها.....
۲۸.	۲-۱-۲- حروف زنی و شماره زنی روی سیم ها.....
۲۹	۲-۱-۳- اصول بستن سیم مفتولی زیر پیچ.....
۳۲.	۲-۲- کار عملی (۳).....
۳۵.	۲-۳- قرار دادن سیم افشان زیر پیچ.....
۳۵.	۲-۳-۱- انواع کابل شوهای پرسی و لحیمی.....
۳۵.	۲-۳-۲- پرس دستی کابل شو.....
۳۶	۲-۳-۳- انواع منگنه.....
۳۶.	۲-۳-۴- پرس منگنه زنی.....
۳۷.	۲-۳-۵- اصول قرار دادن سیم افشان زیر پیچ.....
۳۹	۲-۴- کار عملی (۴).....
۴۰.	۲-۵- کار عملی (۵).....

۴۱	آزمون پایانی (۲)
۴۲	واحد کار سوم : فرم کاری سیم ها
۴۳	پیش آزمون (۳)
۴۴	۳-۱- فرم کاری سیم ها تا سطح مقطع ۶ میلی متر مربع
۴۴	۳-۱-۱- آشنایی با مفهوم فرم کاری سیم ها
۴۴	۳-۱-۲- وسایل فرم کاری
۴۵	۳-۱-۳- اصول فرم کاری سیم های تک رشته
۴۶	۳-۲- کار عملی (۶)
۴۷	۳-۳- کار عملی (۷)
۴۸	آزمون پایانی (۳)
۴۹	واحد کار چهارم : برش کاری و خم کاری انواع لوله ها
۵۱	پیش آزمون (۴)
۵۳	۴-۱- برش کاری، خم کاری، اتصال و نصب لوله های فولادی
۵۳	۴-۱-۱- انواع لوله های فولادی
۵۴	۴-۱-۲- لوازم و تجهیزات لازم برای برش، خم کاری و نصب لوله های فولادی
۵۸	۴-۱-۳- لوازم اتصالات لوله ی فولادی
۶۲	۴-۱-۴- جداول مربوط به انواع لوله فولادی جهت تعیین اندازه لوله
۶۳	۴-۱-۵- برش، خم کاری، اتصالات و نصب لوله های فولادی
۶۶	۴-۲- لوله های خرطومی زره دار فلزی
۶۶	۴-۲-۱- لوله های خرطومی فلزی و بوشن اتصال
۶۷	۴-۲-۲- برش و اتصال لوله های خرطومی زره دار فلزی
۶۷	۴-۲-۳- جدول مشخصات لوله های خرطومی فلزی جهت تعیین تعداد سیم های مجاز داخل لوله
۶۸	۴-۳- کار عملی (۸)
۷۰	۴-۴- برش، خم کاری، اتصال و نصب لوله های PVC
۷۰	۴-۴-۱- لوله های PVC و کاربرد آن ها در تأسیسات الکتریکی
۷۲	۴-۴-۲- چگونگی تعیین تعداد سیم های مجاز داخل لوله ی PVC
۷۳	۴-۴-۳- لوازم و تجهیزات کار با لوله ی PVC
۷۴	۴-۴-۴- برش، خم کاری و اتصال و نصب لوله ی PVC
۷۸	۴-۵- کار عملی (۹)
۷۹	آزمون پایانی (۴)
۸۰	واحد کار پنجم : کابل های فشار ضعیف
۸۱	پیش آزمون (۵)



۸۳	۵-۱-۵- برش، لخت کردن و اتصال کابل شو به کابل های فشار ضعیف
۸۳	۵-۱-۱- کابل و اجزای آن
۸۷	۵-۱-۲- معرفی و کاربرد کابل ها
۸۸	۵-۱-۳- جریان مجاز کابل ها
۸۹	۵-۱-۴- لوازم و تجهیزات کابل کشی
۹۴	۵-۱-۵- روش روکش برداری کابل
۹۴	۵-۱-۶- اتصال کابل شو به کابل
۹۵	۵-۲- کار عملی (۱۰)
۹۸	۵-۳- عملیات کابل کشی کابل های پروتودور در فشار ضعیف (تا ۴۰۰ ولت)
۹۸	۵-۳-۱- انواع بست کابل
۹۹	۵-۳-۲- کانال های خاکی کابل
۱۰۱	۵-۳-۳- روش های محافظت از کابل در کانال های خاکی
۱۰۴	۵-۳-۴- ابزار و تجهیزات نصب کابل
۱۰۵	۵-۳-۵- زوایای خمش کابل
۱۰۶	۵-۳-۶- نصب کابل روی دیوار
۱۰۷	۵-۳-۷- نصب کابل در کانال خاکی
۱۱۰	۵-۳-۸- نصب کابل در داخل کانال
۱۱۱	۵-۳-۹- نصب کابل روی سینی کابل
۱۱۲	۵-۴- کار عملی (۱۱)
۱۱۳	۵-۵- کار عملی (۱۲)
۱۱۵	آزمون پایانی (۵)
۱۱۷	واحد کار ششم : اتصال سر کابل و مفصل
۱۱۸	پیش آزمون (۶)
۱۱۹	۶-۱- انواع سر کابل
۱۲۲	۶-۲- کار عملی (۱۳)
۱۲۶	۶-۳- انواع مفصل
۱۲۷	۶-۴- مواد مورد استفاده در مفصل بندی
۱۲۸	۶-۵- طریقه ی قرار دادن مفصل در کانال
۱۲۹	۶-۶- کار عملی (۱۴)
۱۳۲	آزمون پایانی (۶)
۱۳۴	جواب پیش آزمون ها
۱۳۴	جواب آزمون های پایانی
۱۴۱	منابع

## هدف کلی پودمان

توانایی انجام اتصالات سیم و کابل در تأسیسات الکتریکی و لوله کاری

برنامه‌ی زمان بندی تدریس مطالب کتاب

شماره‌ی یونیت (واحد)	شماره‌ی توانایی	عنوان توانایی	میزان ساعات آموزش		
			نظری	عملی	جمع
۱	U <sub>۱</sub>	توانایی اتصال سیم‌ها به یکدیگر تا نمره‌ی ۱۰ میلی مترمربع	۲	۱۴	۱۶
۱	U <sub>۱</sub>	توانایی لحیم کاری نرم روی سیم مسی	۲	۱۰	۱۲
۲	U <sub>۱۰</sub>	توانایی بستن سیم مفتولی زیرپیچ	۱	۱	۲
۲	U <sub>۱۰</sub>	توانایی قرار دادن سیم افشان زیر پیچ	۱	۵	۶
۳	U <sub>۱۱</sub>	توانایی فرم کاری سیم‌ها تا نمره‌ی ۶ میلی مترمربع	۲	۶	۸
۴	U <sub>۱۲</sub>	توانایی برش، خم کاری و انجام اتصالات و نصب لوله‌های فولادی	۳	۱۵	۱۸
۴	U <sub>۱۲</sub>	توانایی برش و اتصال لوله‌های خرطومی زره دار فلزی	۱	۱	۲
۴	U <sub>۱۲</sub>	توانایی برش، خم کاری و اتصال و نصب لوله‌های PET و PVC	۱	۲	۳
۵	U <sub>۱۵</sub>	توانایی بریدن یا لخت کردن، اتصال کابل شو به کابل‌های فشار ضعیف ۴۰۰V	۲	۸	۱۰
۵	U <sub>۱۵</sub>	توانایی انجام عملیات کابل کشی کابل‌های پرتودور فشار ضعیف ۴۰۰V	۳	۱۰	۱۳
۶	U <sub>۱۶</sub>	توانایی اتصال سر کابل و مفصل بندی	۴	۱۸	۲۲
جمع			۲۲	۹۰	۱۱۲

# واحد کاراؤل

## اتصالات و لحیم کاری سیم ها

### هدف کلی:

انجام اتصالات و لحیم کاری نرم روی سیم های مسی

هدف های رفتاری: در پایان این واحد کار از فراگیر انتظار می رود که بتواند:

- ۱- مفهوم اتصال سیم ها را بیان کند.
- ۲- اندازه سیم های روکش پلاستیکی تا نمره ی ۱۰ میلی متر مربع را بیان کند.
- ۳- ابزارهای مورد نیاز برای لخت کردن سیم ها و اتصال آن ها به یکدیگر را انتخاب کند.
- ۴- انواع اتصال سیم ها به یکدیگر تا نمره ی ۱۰ میلی متر مربع را انجام دهد.
- ۵- با استفاده از ابزار کار مناسب، عمل لخت کردن، تمیز کردن و اتصال سیم ها و عایق کاری روی آن ها را، با رعایت نکات حفاظتی و ایمنی، انجام دهد.
- ۶- مفهوم لحیم کاری را بیان کند.
- ۷- انواع لحیم را نام ببرد و تفاوت آن ها را بیان کند.
- ۸- خواص روغن لحیم را بیان کند.
- ۹- اصول لحیم کاری سیم های مسی را شرح دهد.
- ۱۰- انواع هویه را نام ببرد و تفاوت های آن ها را شرح دهد.
- ۱۱- اصول کار هویه ی هفت تیری یا القایی را شرح دهد.
- ۱۲- عمل لحیم کاری روی سیم های مسی را انجام دهد.
- ۱۳- نکات ایمنی در لحیم کاری را رعایت کند.



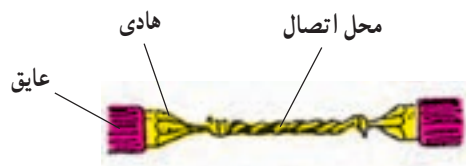
ساعات آموزش

نظری	عملی	جمع
۴	۲۴	۲۸

## پیش‌آزمون (۱)

- ۱۴- لحیم کاری صحیح را از لحیم کاری غلط تشخیص دهد.
- ۱- سیم‌های روکش پلاستیکی را براساس چه عاملی دسته‌بندی می‌کنند؟  
 الف - قطر سیم    ب - سطح مقطع سیم    ج - سطح مقطع هادی و عایق    د - جنس عایق سیم
- ۲- هنگام باز کردن یک پیچ به کدام یک از موارد زیر باید توجه داشت؟  
 الف - انتخاب پیچ گوشتی مناسب    ب - درست در دست گرفتن پیچ گوشتی  
 ج - تنظیم نیروی وارده به پیچ گوشتی    د - هر سه مورد
- ۳- از سیم‌چین در کدام مورد استفاده می‌شود؟  
 الف - لخت کردن سیم    ب - برش سیم    ج - باز کردن پیچ    د - فرم دادن سیم
- ۴- برای صاف کردن سیم بهتر است از کدام وسیله استفاده شود؟  
 الف - دم تخت    ب - سیم‌چین    ج - سیم لخت کن    د - هیچ کدام
- ۵- در موارد زیر، کدام مقطع سیم استاندارد نیست؟  
 الف -  $0.75 \text{ mm}^2$     ب -  $1.5 \text{ mm}^2$     ج -  $1.25 \text{ mm}^2$     د -  $2.5 \text{ mm}^2$
- ۶- برای لخت کردن سیم بهتر است از چه وسیله‌ای استفاده شود؟  
 الف - سیم‌چین    ب - سیم لخت کن    ج - انبردست    د - دم باریک
- ۷- از اتصال طولی سیم‌ها چه موقعی استفاده می‌گردد؟  
 الف - موقعی که سیم‌ها کوتاه بیایند.  
 ب - وقتی انشعاب لازم باشد.  
 ج - وقتی بخواهند یک هادی را به وسط سیم دیگری اتصال دهند.  
 د - الف و ب
- ۸- حروف مشخصه‌ی سیم مکالمه و خبر کدام است؟  
 الف - T    ب - NYZ    ج - Y    د - NYA
- ۹- درجه حرارت مناسب برای لحیم کاری روی سیم‌های مسی حداکثر چند درجه‌ی سانتی‌گراد است؟  
 الف - زیر صفر    ب - بالای  $35^\circ$     ج - کم‌تر از  $35^\circ$     د - حدود  $200^\circ$
- ۱۰- چرا در آلیاژ لحیم از فلز قلع استفاده می‌شود؟  
 الف - ترکیب قلع و سرب باعث پایین آمدن درجه‌ی ذوب آلیاژ می‌گردد.  
 ب - قلع فلز بسیار ارزان قیمتی است.  
 ج - قلع فلز نرمی است، بنابراین آلیاژ آن نیز نرم است.  
 د - لحیم کاری با قلع بسیار آسان است.
- ۱۱- کدام ترکیب قلع و سرب در کم‌ترین درجه حرارت ذوب می‌شود؟  
 الف -  $50^\circ$     ب -  $63/37$     ج -  $60/40$     د -  $40/60$
- ۱۲- تفاوت هویه‌ی قلمی و هویه‌ی هفت‌تیری در چیست؟  
 الف - هویه‌ی هفت‌تیری گرمای بیش‌تری تولید می‌کند.  
 ب - هویه‌ی قلمی و هفت‌تیری تفاوتی با هم ندارند.  
 ج - از هویه‌ی قلمی برای تولید دمای زیاد و از هویه‌ی هفت‌تیری برای تولید دمای کم استفاده می‌شود.  
 د - هویه‌ی هفت‌تیری در مدت زمان کوتاه‌تری گرم می‌شود.

۱-۱-۱ اتصال سیم ها تا سطح مقطع ۱۰ میلی متر مربع  
برای اتصال سیم ها به یکدیگر ابتدا آن ها را روکش برداری  
کرده و سپس به روش های مختلف، آن ها را به هم متصل می کنیم.  
در این قسمت به شرح چگونگی و انواع اتصالات می پردازیم.  
۱-۱-۱-۱ اتصال سیم ها: به هم بستن هادی ها را  
به منظور برقراری ارتباط الکتریکی بین آن ها اتصال می گویند.  
اتصال به روش های مختلف انجام می گیرد (شکل ۱-۱).



شکل ۱-۱- نمونه ی اتصال دو سیم به یکدیگر

جدول ۱-۱- موارد کاربرد و حروف مشخصه ی انواع سیم ها

حروف مشخصه	موارد مصرف
NYA	سیم تک لا با روکش پلاستیک برای سیم کشی ساختمان
NYAF	سیم افشان با روکش پلاستیک برای سیم کشی ساختمان
NSYA	سیم مخصوص با روکش پلاستیک
NYM	سیم مقاوم در مقابل رطوبت
NYFAZ	سیم دو رشته ای برای مصارف روشنایی
NYFA	سیم برای مصرف لوستر و چراغ ها
	سیم با روکش پلاستیک مخصوص برای روشنایی و لوازم خانگی
NYZ	
Y	سیم مکالمه و خبر
T	سیم کواکسیال

برای اتصال هادی سیم ها به یکدیگر، لازم است نخست عایق آن ها را با ابزار مخصوص برداریم، سپس با استفاده از روش هایی که در این واحد کار ارائه خواهد شد آن ها را به هم وصل می کنیم.

هر نوع اتصال بایستی از نظر الکتریکی دارای مقاومت کم و از نظر مکانیکی محکم و بدون عیب باشد.

۱-۱-۲ دسته بندی سیم ها با روکش پلاستیکی تا  
شماره ی  $1\text{ mm}^2$ : سیم های روکش پلاستیکی را، براساس سطح مقطع هادی آن ها، به صورت زیر بر حسب میلی متر مربع، دسته بندی و استاندارد کرده اند:

$$1\text{ mm}^2, 1.5, 2.5, 4, 6, 10, 16, 25, 35, 50, 70, 95, 120, 150, 185, 240, 300, 350, 400, 500, 630, 800, 1000$$

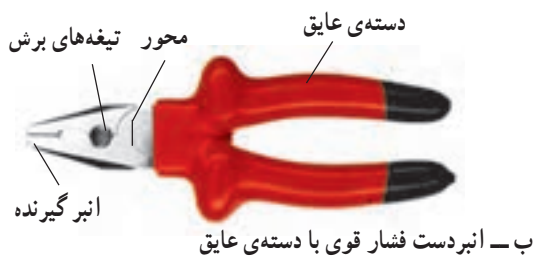
معمولاً نوع کاربرد سیم ها را با استفاده از حروفی که در روی عایق آن ها نوشته می شود، مشخص می کنند (جدول ۱-۱).

۱-۱-۳ نوار چسب عایق: جهت عایق کاری هادی  
سیم ها از انواع نوار چسب عایق استفاده می شود (شکل ۱-۲).

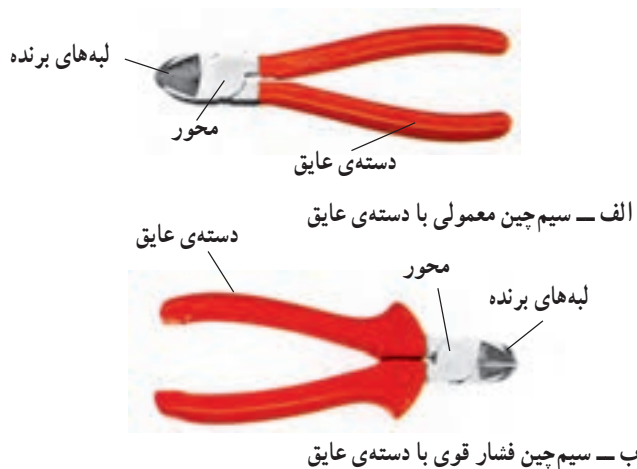


شکل ۱-۲- انواع نوار چسب عایق الکتریکی

با توجه به این که در مدارهای الکتریکی جهت مشخص نمودن سه فاز و نول از سیم های رنگی استفاده می شود. در موقع عایق کاری نیز بهتر است نوار چسب عایق هم رنگ روکش سیم انتخاب گردد.



شکل ۱-۳ - دو نمونه انبردست دسته عایق



شکل ۱-۴ - دو نمونه سیم چین



الف - نمونه سیم چین دسته عایق بغل‌بُر



ب - نمونه سیم چین سر بُر

شکل ۱-۵ - انواع سیم چین

۱-۱-۴- آشنایی با ابزارهای مورد استفاده در روکش‌برداری و اتصال سیم‌ها به یکدیگر: ابزارها و وسایلی که در اتصال سیم‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند بسیار متنوع می‌باشند. در زیر با نمونه‌هایی از این ابزارها که بیش‌تر متداول است آشنا می‌شوید.

**انبردست:** انبردست وسیله‌ای است دارای دو دسته با روکش عایق\*، محور، انبرگیرنده و تیغه‌های برش که در کارهای الکتریکی برای صاف کردن، تابانیدن، فرم دادن و یا بریدن سیم به کار می‌رود. از انبردست نباید به جای سیم‌لخت‌کن استفاده شود. در شکل ۱-۳ دو نمونه انبردست با دسته‌ی عایق نشان داده شده است.

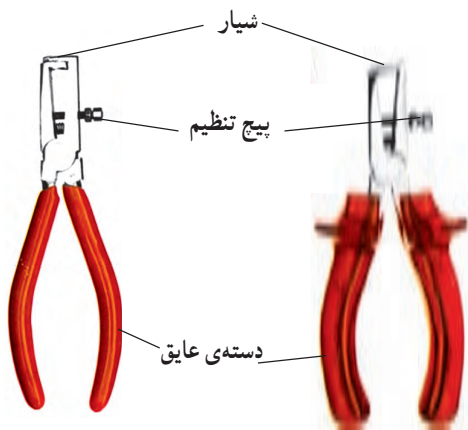
**سیم‌چین:** سیم‌چین وسیله‌ای است که جهت قطع کردن سیم به کار می‌رود. در شکل ۱-۴ دو نمونه سیم‌چین با دسته‌ی عایق نشان داده شده است. سیم‌چین دو لبه‌ی تیز دارد که به وسیله‌ی آن‌ها سیم به آسانی قطع می‌شود.

هرگز نباید از سیم‌چین برای روکش‌برداری سیم‌ها استفاده شود. زیرا معمولاً، در این صورت، سیم زخمی شده و سبب می‌شود اتصال از نظر الکتریکی و مکانیکی ضعیف گردد.

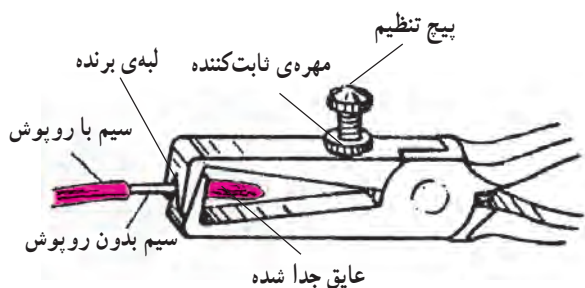
معمولاً سیم‌چین‌ها از نظر لبه‌ی برش‌دهنده در دو نوع ساخته می‌شوند. یکی سیم‌چین بغل‌بُر، که سیم‌ها را از پهلو قطع می‌کند و دیگری سیم‌چین سر بُر، که به وسیله لبه سر جلو، سیم را قطع می‌کند (شکل ۱-۵).

\* باید دانست که گیره یا دسته‌ی تمام ابزارها و وسایلی که به نوعی با کارهای برقی ارتباط دارند مجهز به روکش عایق است.





الف — سیم لخت‌کن دسته عایق معمولی  
ب — سیم لخت‌کن دسته عایق فشار قوی  
شکل ۱-۶ — دو نمونه سیم لخت‌کن ساده



شکل ۱-۷ — سیم لخت‌کن ساده در حال روکش‌برداری از سیم



شکل ۱-۸ — سیم لخت‌کن خودکار

## — سیم لخت‌کن: سیم لخت‌کن وسیله‌ای است دارای دو

دسته با روکش عایق، محور، پیچ تنظیم و تیغه‌ی برش روکش سیم، سیم لخت‌کن در دو نوع ساده و خودکار یا اتوماتیک موجود است.

## — سیم لخت‌کن ساده: از دو لبه تشکیل شده که هر یک

دارای شیار در جهت قائم است. به وسیله‌ی پیچ و مهره‌ی تنظیم می‌توان فاصله‌ی بین لبه‌ها را کم و زیاد کرد. فاصله‌ی لبه‌ها باید به اندازه‌ای باشد که تنها روکش سیم برش داده شود و هیچ صدمه‌ای به هادی سیم وارد نگردد. در واقع پیچ، فاصله را تنظیم می‌کند و مهره فاصله را ثابت نگاه می‌دارد. وقتی دو لبه روی هم قرار می‌گیرند، متناسب با فاصله‌ی تنظیم شده، دایره‌ای با شعاع معین به وسیله‌ی دو شیار موجود در روی دو لبه تشکیل می‌شود. چون لبه‌های داخلی شیار تیز است، اگر در داخل این شیار سیم روکش‌داری قرار داده شود که قطر داخلی آن به اندازه‌ی قطر دایره باشد، با کمی فشار و سپس کشیدن سیم لخت‌کن، روکش سیم جدا می‌شود. در شکل ۱-۶ الف و ب دو نمونه سیم لخت‌کن ساده نشان داده شده است.

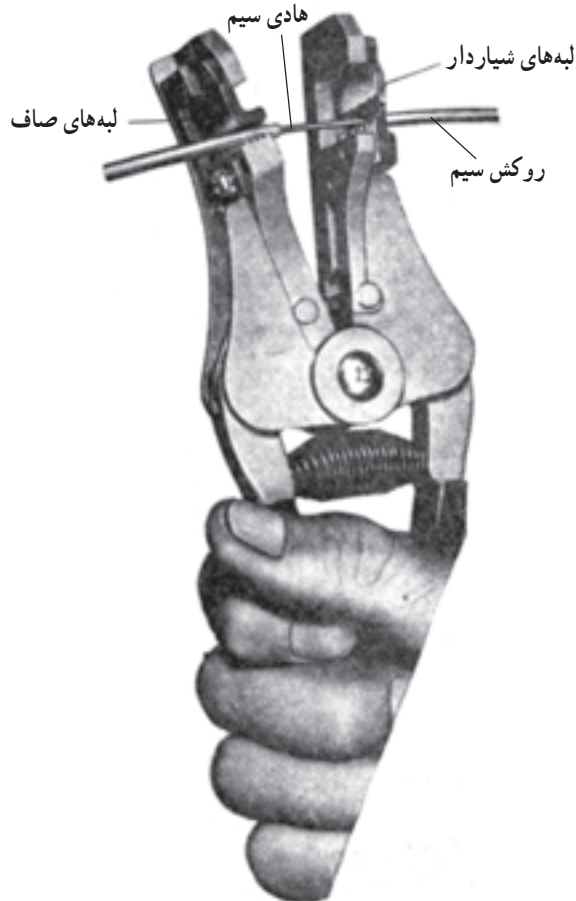
در شکل ۱-۷ یک سیم لخت‌کن ساده را، که در حال

روکش‌برداری از روی سیم است، می‌بینید.

## — سیم لخت‌کن خودکار: این سیم لخت‌کن نیاز به تنظیم

ندارد و ساده‌ترین نوع آن دارای دو لبه‌ی متحرک است که روی هر لبه، شیار تعبیه شده است. وقتی دو لبه روی هم قرار می‌گیرند به تناسب قطر سیم تشکیل سوراخی می‌دهند (شکل ۱-۸). رویه‌ی این لبه‌ها دو لبه‌ی صاف متحرک نیز قرار دارد که به منزله‌ی نگه‌دارنده‌ی سیم است. وقتی می‌خواهیم سیم را روکش‌برداری کنیم، ابتدا شیار مناسب را روی سیم لخت‌کن انتخاب کرده و سیم را داخل آن می‌گذاریم و فاصله‌ای را که باید روکش‌برداری شود، تنظیم می‌کنیم؛ سپس دسته‌ی سیم لخت‌کن را فشار می‌دهیم تا لبه‌های صاف پایین بیاید و سیم را نگه دارد. حال اگر دسته را کمی بیش‌تر فشار دهیم روکش قسمت انتهایی

سیم جدا می‌شود. در شکل ۹-۱ یک نوع سیم لخت کن خودکار را که در حال روکش برداری سیم است می‌بینید.



شکل ۹-۱ سیم لخت کن خودکار در حال روکش برداری

— دم پهن با دسته‌ی عایق: برای صاف کردن، تاباندن و

فرم دادن سیم‌ها از دم پهن با دسته‌ی عایق استفاده می‌شود. در شکل ۱۰-۱ دو نمونه دم پهن دسته عایق که از نظر شکل و فرم نوک با هم تفاوت دارند، و به همین خاطر، از نظر محل استفاده نیز با هم متفاوت‌اند، نشان داده شده است.

معمولاً میزان ولتاژی که دسته‌ی عایق می‌تواند تحمل کند، روی آن نوشته می‌شود که هنگام کار باید به این نکته توجه شود.



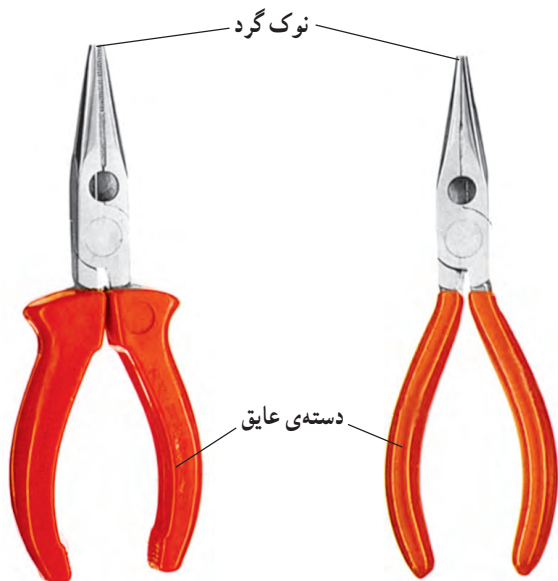
الف — دم پهن کوتاه



ب — دم پهن بلند

شکل ۱۰-۱ دو نمونه دم پهن دسته عایق





الف — دم گرد دسته عایق معمولی      ب — دم گرد دسته عایق فشار قوی

شکل ۱۱-۱ دو نمونه دم گرد دسته عایق

— **دم گرد با دسته‌ی عایق:** برای فرم دادن و سؤالی کردن سیم‌ها از دم گرد استفاده می‌شود. دم گرد از نظر شکل ظاهری شبیه انبردست است با این تفاوت که نوک آن از نوک انبردست بلندتر و باریک‌تر و به صورت مخروط ناقص ساخته شده است. در شکل ۱۱-۱ دو نمونه دم گرد با دسته‌ی عایق نشان داده شده است.



الف — دم باریک دسته عایق معمولی نوک گرد      ب — دم باریک دسته عایق فشار قوی با نوک بلند      ج — دم باریک دسته عایق فشار قوی با نوک کج  $45^\circ$

شکل ۱۲-۱ سه نوع دم باریک با دسته‌ی عایق

— **دم باریک با دسته‌ی عایق:** دم باریک ابزاری است، شبیه دم گرد، با این تفاوت که نوک آن بلندتر و باریک‌تر می‌باشد و شکل مخروط کامل ندارد. از دم باریک در مواقعی که فضای کار کم است و انبردست قادر به انجام کار نیست استفاده می‌شود. از این وسیله می‌توان برای فرم دادن و بریدن سیم‌ها استفاده نمود. برای انجام کارهای الکتریکی بایستی از دم باریک با دسته‌ی عایق استفاده کرد. در شکل ۱۲-۱ سه نمونه دم باریک دسته عایق را می‌بینید که هر یک برای کار خاصی کاربرد دارد.



شکل ۱۳-۱ چاقوی کابل‌بری معمولی

— **چاقوی کابل‌بری:** چاقوی کابل‌بری وسیله‌ای است که از آن برای روکش‌برداری کابل‌ها و بریدن لوله‌های خرطومی پلاستیکی استفاده می‌شود. این چاقو دارای دو قسمت دسته و تیغه می‌باشد (شکل ۱۳-۱).



شکل ۱۴-۱- چاقوی کابل‌بری با دسته‌ی حفاظدار

شکل ۱۴-۱ نیز نمونه‌ی دیگری از چاقوی مخصوص کابل‌بری، برای روکش‌برداری سطحی و عمقی کابل را نشان می‌دهد. شکل و فرم دسته‌ی این چاقو باعث ایمنی بیش‌تر در موقع کار می‌گردد.

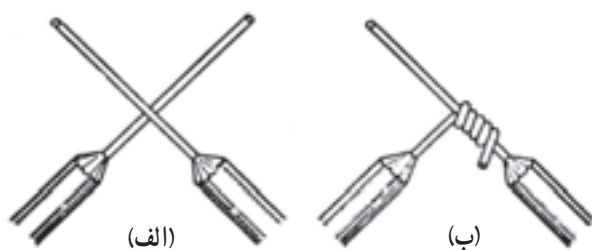
#### ۵-۱-۱- انواع اتصالات سیم‌ها: برای اتصال سیم‌ها

به یکدیگر، متناسب با نیاز، از روش‌های زیر استفاده می‌شود:

##### - اتصال طولی (اتصال روی هم): در مواقعی که سیم

کوتاه بیاید از اتصال طولی استفاده می‌شود. در این نوع اتصال، مراحل کار به صورت شکل ۱۵-۱ انجام می‌گیرد.

در این نوع اتصال اول روپوش سیم را با سیم‌لخت‌کن به اندازه‌ی کافی برداشته و بعد از پاک کردن، سیم‌ها را مانند شکل ۱۵-۱ الف به صورت ضربدری روی هم قرار می‌دهیم و یکی را بر روی دیگری می‌پیچانیم (شکل ۱۵-۱ ب). بعد از پیچاندن هر دو سیم دور یکدیگر، انتهای سیم‌ها را با انبردست تا حدّ ممکن به قسمت مستقیم هادی می‌فشاریم (شکل ۱۵-۱ ج). این عمل باعث می‌شود که نوک تیز هادی‌ها نوار عایق روی سیم را که بعداً بسته می‌شود پاره نکند. اگر کابل دو سیمه کوتاه آمده باشد، اتصال سیم‌ها را طوری انجام می‌دهیم که پس از پایان کار، محل اتصال‌ها به صورت شکل ۱۵-۱ د نسبت به هم با فاصله قرار گیرند.

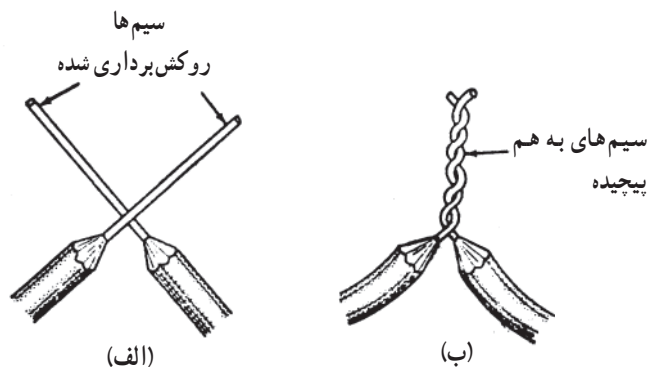


(ج)

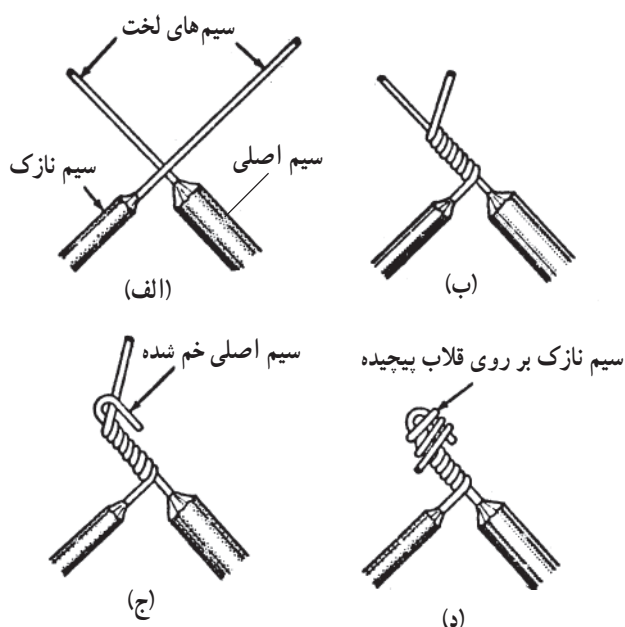


(د)

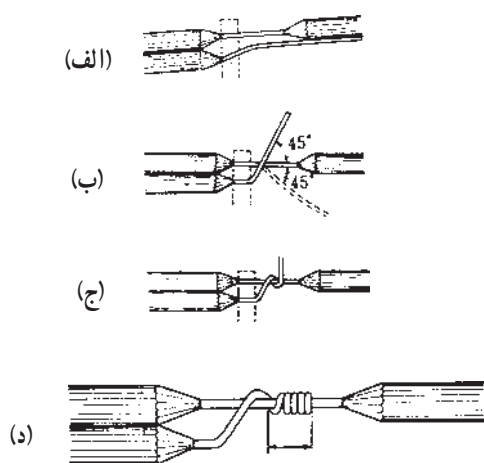
شکل ۱۵-۱- مراحل انجام اتصال طولی



شکل ۱۶-۱- مراحل انجام اتصالی سر به سر



شکل ۱۷-۱- مراحل انجام اتصال سیم نازک به ضخیم



شکل ۱۸-۱- مراحل اتصال انشعاب میانی

### ۱-۱۶ اتصال سر به سر سیم ها: سیم هایی که در ساختمان ها

به کار می روند معمولاً در لوله ای طویل قرار داده می شوند و هرگاه یک رشته ی فرعی یا انشعابی لازم باشد، جعبه تقسیم در سر راه لوله ها قرار می دهند. در داخل جعبه تقسیم برای ارتباط سیم ها و یا مدارهای انشعابی از اتصال سر به سر استفاده می شود که در شکل ۱۶-۱ نشان داده شده است. برای این نوع اتصال، پس از روکش برداری، سیم های لخت را به صورت ضربدری روی هم قرار داده (شکل ۱۶-۱ الف) و هر دو سیم را به دور هم می پیچانند و یا می تابانند (شکل ۱۶-۱ ب).

### ۱-۱۷ اتصال سیم نازک به ضخیم: این نوع اتصال برای

انشعاب گرفتن یک سیم فرعی از یک سیم اصلی به کار می رود. مثلاً برای اتصال یک چراغ روشنایی به مدار اصلی از این نوع اتصال استفاده می شود به طوری که قطر سیم فرعی از سیم اصلی کم تر باشد. این اتصال تحت کشش مکانیکی نیست. شکل ۱۷-۱ مراحل انجام اتصال را نشان می دهد. پس از روکش برداری سیم ها، سیم فرعی چند دور در اطراف سیم اصلی پیچیده (شکل ۱۷-۱ الف و ب) و انتهای سیم اصلی بر روی قسمت پیچیده شده خم می شود سپس دنباله ی سیم فرعی بر روی قسمت خم پیچیده می شود (شکل ۱۷-۱ ج و د). بعد از لحیم کاری محل اتصال محکم نوار پیچی و عایق بندی می شود.

### ۱-۱۸ اتصال سه راهی (انشعاب میانی): گاهی اوقات لازم

است که یک هادی را به وسط یک سیم متصل کنیم که چنین اتصالی را اتصال میانی گویند. شکل ۱۸-۱ مراحل اتصال یک انشعاب میانی را نشان می دهد. برای این اتصال ابتدا حدود ۳ سانتی متر از عایق سیم را که باید انشعاب به وسط آن بسته شود برمی دارند و در حدود ۶ سانتی متر عایق از سرسیم انشعاب را نیز جدا می کنند، سپس شاخه ی انشعاب را بر روی سیم اصلی قرار می دهند (شکل ۱۸-۱ الف)، به طوری که سر سیم لخت شده ی انشعاب در قسمت بالا باشد (شکل ۱۸-۱ ب). آنگاه قسمت بالایی شاخه ی انشعاب را به دور سیم اصلی پیچانیده آن را پایین می آورند و از پشت انشعاب بر روی شاخه ی اصلی می پیچانند (شکل ۱۸-۱ ج)، به طوری که حالت یک گره را پیدا کند. قسمت پیچیده شده باید محکم باشد و اضافی آن قطع شود (شکل ۱۸-۱ د). این اتصال در جایی به کار می رود که اتصال در معرض کشش یا لغزش باشد.

## ۶-۱-۱- اصول عایق کاری محل اتصال سیم ها:

پس از اتصال سیم ها با استفاده از روش های ذکر شده، لازم است عایق کاری محل اتصالات، با استفاده از نوار چسب عایق که معمولاً از مواد PVC یا مواد لاستیکی می باشد، انجام گیرد. پیچیدن نوار باید با نرمی و کشش توأم باشد تا هیچ هوایی بین لایه ها باقی نماند.

عایق کاری را باید از یک طرف شروع کرد و تا انتها پیچید (شکل ۱۹-۱-الف) و دوباره برگشت (شکل ۱۹-۱-ب) و این کار را آن قدر ادامه داد که قسمتی از عایق سیم را نیز بپوشاند (شکل ۱۹-۱-ج) و در وسط محل اتصال نوار پیچی به اتمام برسد. شکل ۱۹-۱ اصول عایق کاری محل اتصالات سیم ها را نشان می دهد.

نوارهایی که برای عایق بندی به کار می روند با ضخامت معینی در مقابل ولتاژهای مختلف می توانند مقاومت کنند. در هر حال ضخامت نوار عایقی پیچیده شده نباید از ضخامت روکش هادی کم تر باشد. به طوری که حداقل مقاومت عایقی محل نوار پیچی شده کم تر از مقاومت عایقی روکش سیم نباشد.

## ۲-۱- کار عملی (۱)

### ۱-۲-۱- هدف: اتصالات سیم ها

### ۲-۲-۱- وسایل و مواد مورد نیاز:

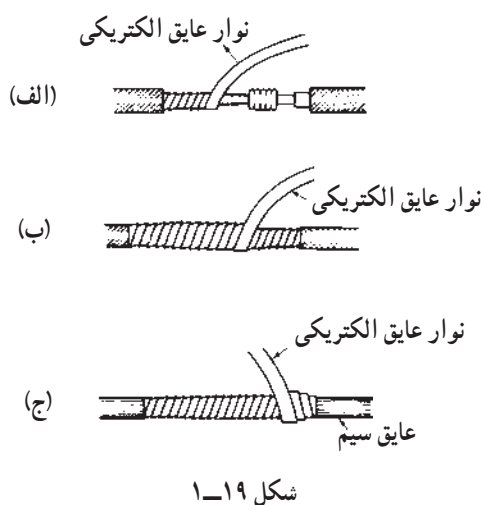
- انبردست ۱ عدد
- سیم لخت کن اتوماتیک یا ساده ۱ عدد
- سیم چین ۱ عدد
- متر یا خط کش ۱ عدد
- نوار عایق ۱ عدد

- ۴ قطعه سیم عایق دار مسی با مقطع ۱/۵ میلی متر مربع

هر یک به طول ۴۰ سانتی متر

در شکل ۲۰-۱ تعدادی از وسایل کار مورد نیاز برای انجام

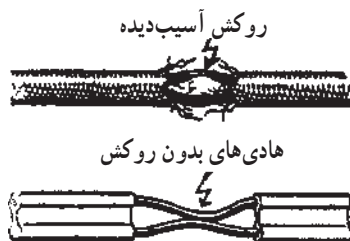
کار اتصالات سیم ها نشان داده شده است.



زمان: ۸ ساعت



شکل ۲۰-۱- چند نمونه از وسایل مورد نیاز اتصالات سیم ها



شکل ۱-۲۱- از کار با سیم های معیوب خوداری کنید.



شکل ۱-۲۲- اثرات استفاده از ابزار نامناسب

### ۱-۲-۳- نکات ایمنی:

- قبل از انجام هرکاری، از سالم بودن عایق ابزارهای کار و عایق سیم ها مطمئن شوید. شکل ۱-۲۱ سیم با عایق معیوب را نشان می دهد.

- وسیله و ابزار مناسب کار را انتخاب کنید. شکل ۱-۲۲ اثرات استفاده از ابزار نامناسب را نشان می دهد.  
- در هنگام انجام انواع اتصال ها توجه کنید که سرهای تیز سیم به سمت بیرون قرار نگیرد.  
- هیچ وقت روی سیم های برق دار عملیات اتصال را انجام ندهید.

### ۱-۲-۴- مراحل کار در اتصال طولی سیم ها:

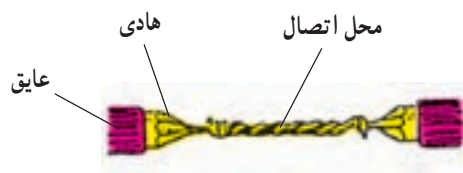
- سیم را با سیم چین از وسط ببرید.  
- با سیم لخت کن دو سر سیم را به اندازه ی ۵ تا ۶ سانتی متر لخت کنید.



(الف)



(ب)



(ج)

شکل ۱-۲۳

- دو سر سیم های لخت شده را از وسط به طور ضربدری تحت زاویه ای بین ۳۰ تا ۴۰ درجه روی هم قرار دهید (شکل ۱-۲۳ الف).

- دو انتهای سیم را محکم در دو جهت مختلف به هم دیگر بیچید (در حدود ۴ تا ۵ دور) سپس سیم ها را مطابق شکل ۱-۲۳ ب تحت زاویه ی ۹۰ درجه خم کنید.

- دو سر سیم را با انبردست به طور عمودی به دور سیم افقی و در جهت مخالف یکدیگر بیچید به طوری که حلقه ها محکم و بدون فاصله پهلوی هم قرار گیرند (شکل ۱-۲۳ ج).  
- محل اتصال را با استفاده از نوار عایق، عایق کاری کنید.

### ۱-۲-۵- مراحل کار در اتصال سر به سر:

- سیم را با سیم چین از وسط ببرید.  
- یک طرف سیم ها را به اندازه ی ۲/۵ تا ۴ سانتی متر به وسیله ی سیم لخت کن لخت کنید (شکل ۱-۲۴).



شکل ۱-۲۴



شکل ۱-۲۵

– قسمت‌های لخت شده‌ی سیم را طوری روی هم قرار دهید که فاصله‌ی محل تلاقی آن‌ها با روپوش سیم حدود ۵ میلی‌متر باشد (شکل ۱-۲۵).

زاویه‌ی بین دو سیم کم‌تر از  $90^\circ$  درجه در نظر گرفته شود.  
– محل تلاقی دو سیم را با یک دست محکم نگهدارید؛ سپس به وسیله‌ی دست دیگر، و در سیم‌های ضخیم با انبردست، سیم‌ها را ۶ تا ۸ دور به دور هم بپیچانید به طوری که بین حلقه‌های تشکیل شده فاصله‌ای نباشد.



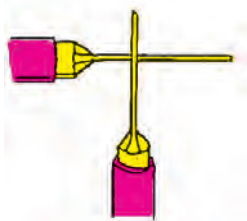
شکل ۱-۲۶

– زائده‌های دو سر اتصال را که حدود ۸ تا ۱۰ میلی‌متر است با انبردست به روی سیم‌های تائیده شده بخوابانید. اگر این سیم اضافی را که به هم نتائیده است روی اتصال خم نکنید، نوک تیز آن باعث سوراخ کردن نوار عایق شده و سبب اتصالی و آتش‌سوزی می‌شود. مورد استفاده‌ی این نوع اتصال، در تقسیم‌ها و نقاطی است که فشار زیاد به سیم وارد نمی‌شود (شکل ۱-۲۶).

#### ۱-۲-۶ – مراحل کار در اتصال سیم نازک به سیم

ضخیم:

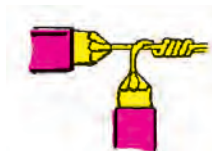
– سیم  $2/5\text{ mm}^2$  را به اندازه‌ی ۳ سانتی‌متر و سیم  $1\text{ mm}^2$  را به اندازه‌ی ۵ سانتی‌متر لخت کرده و سپس آن‌ها را به صورت عمود بر یکدیگر، به فاصله‌ی تقریبی ۵ میلی‌متر از عایق، روی هم قرار دهید (شکل ۱-۲۷).



شکل ۱-۲۷

– سیم  $1\text{ mm}^2$  را بر روی سیم  $2/5\text{ mm}^2$  پیچیده و محکم کنید.

– در آخرین مرحله به وسیله‌ی انبردست انتهای سیم  $2/5\text{ mm}^2$  را بر روی اتصال برگردانید تا اتصال محکم شود (شکل ۱-۲۸).



شکل ۱-۲۸

– محل اتصال را با استفاده از نوار چسب عایق کاری نمایید. توجه شود تیزی نوک هادی‌ها باعث سوراخ شدن نوار عایق نشود.

#### ۱-۲-۷ – مراحل کار در اتصال سه راهی:

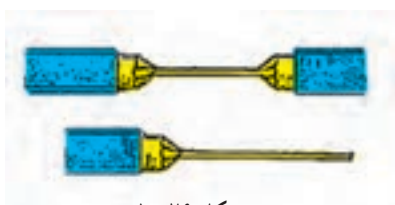
۱- سیم  $4^\circ$  سانتی‌متری را از وسط ببرید.

۲- انتهای یکی از سیم‌ها را به اندازه‌ی ۴ تا ۵ سانتی‌متر

لخت کنید.

۳- وسط سیم دیگر را به اندازه‌ی ۳ سانتی‌متر با چاقو،

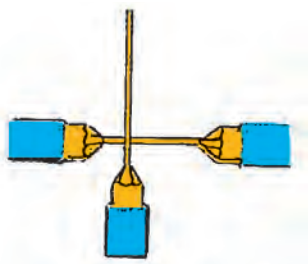
مطابق شکل ۱-۲۹ لخت کنید.



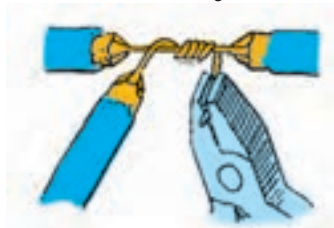
شکل ۱-۲۹



۴- دو سیم را مطابق شکل ۱-۳۰ روی هم قرار دهید.



شکل ۱-۳۰



شکل ۱-۳۱

۵- مانند شکل ۱-۳۱ سر آزاد سیم را دور سیم دور دیگر

بپیچید و به وسیله‌ی انبردست محکم کنید.

۶- پس از اتمام مراحل اتصال، عایق کاری را با دقت

انجام دهید. از این اتصالی در نقاطی استفاده می‌شود که بخواهند یک سیم را به سیم دیگری که امتداد دارد اتصال دهند.

### ۱-۳- لحیم کاری نرم روی سیم‌های مسی

برای داشتن اتصالی دائمی معمولاً روی سیم‌های متصل

به هم را لحیم کاری می‌کنند. در این قسمت به شرح وسائل و اصول لحیم کاری می‌پردازیم.

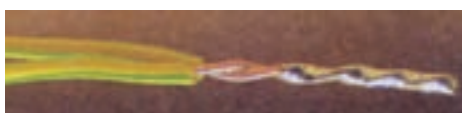
۱-۳-۱- لحیم کاری: منظور از لحیم کاری اتصال دو

یا چند قطعه به یکدیگر به وسیله‌ی لحیم، که آلیاژی از قلع و سرب است، می‌باشد (شکل ۱-۳۲). معمولاً لحیم به دو صورت شمش و مفتولی ساخته می‌شود اکثر لحیم‌های مفتولی به صورت استوانه‌ای توخالی است که داخل آن را با روغن لحیم پر می‌کنند. چون نقطه‌ی ذوب روغن لحیم پایین‌تر از لحیم است با گرم شدن محل لحیم کاری روغن لحیم ذوب می‌شود و سطح کار را تمیز کرده و سبب می‌شود تا ماده‌ی لحیم سطح کار را بهتر بپوشاند و عمل لحیم کاری بهتر انجام گیرد.

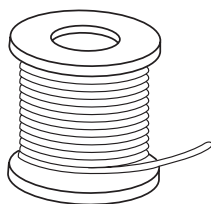
شمش لحیم، همان آلیاژ سرب و قلع با درصدهای مختلف

است که از آن در مسگری، حلبی سازی و یا مواردی که بخواهند سیم‌های برق با قطر زیاد را لحیم کاری نمایند استفاده می‌گردد.

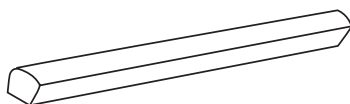
شکل ۱-۳۳- الف و ب دو نوع لحیم مفتولی و لحیم شمش را نشان می‌دهد. بهترین لحیم برای اتصال سیم‌های مسی به یکدیگر، آلیاژی از ۶۳ درصد قلع و ۳۷ درصد سرب است که نقطه‌ی ذوب آن  $190^{\circ}\text{C}$  است و لحیم  $\frac{63}{37}$  نامیده می‌شود. هر چه درصد سرب بیش‌تر باشد درجه حرارت ذوب بالاتر و در نتیجه لحیم سخت‌تر خواهد بود.



شکل ۱-۳۲- سیم‌های متصل لحیم شده به یکدیگر

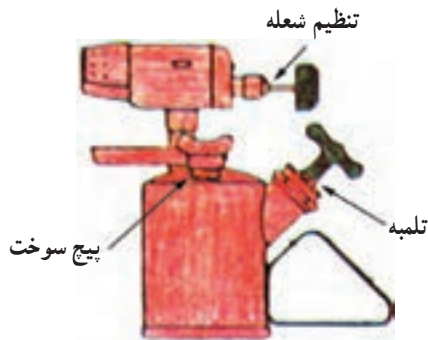
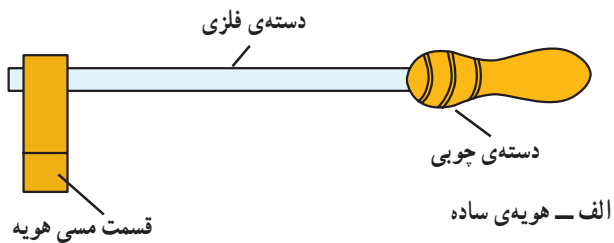


الف - لحیم مفتولی



ب - لحیم شمش

شکل ۱-۳۳- انواع لحیم



ب - چراغ کوره‌ای نفتی

شکل ۱-۳۴ - هویه‌ی ساده و چراغ کوره‌ای

## ۲-۳-۱- وسایل لحیم‌کاری: برای لحیم‌کاری دو یا

چند قطعه‌ی فلزی به یکدیگر باید آن‌ها را گرم کرده و سطح کار را برای لحیم‌کاری آماده کرد. پس ابتدا به شرح وسایل گرم‌کننده که هویه نامیده می‌شوند می‌پردازیم. هویه دو نوع است: ساده و برقی.

— هویه‌ی ساده: هویه‌ی ساده به وسیله‌ی حرارت چراغ

کوره‌ای نفتی یا گازی یا زغال گرم می‌شود و در صنایع مختلف از جمله ورق‌کاری و کابینت‌سازی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در شکل ۱-۳۴ هویه‌ی ساده و چراغ مربوط (چراغ

کوره‌ای) نشان داده شده است.

— هویه‌ی برقی: هویه‌ی برقی دو نوع است هویه‌ی قلمی

یا مقاومتی و هویه‌ی هفت‌تیری یا القایی. در ساختمان هویه‌های قلمی معمولاً از سیم حرارتی مانند کُرم نیکل استفاده می‌شود. در این هویه سیم گرم‌کن را روی عایقی از جنس آجر نسوز که وسط آن خالی است می‌پیچند و یک میله‌ی مسی که همان نوک هویه است در داخل محفظه‌ی خالی قرار می‌گیرد.

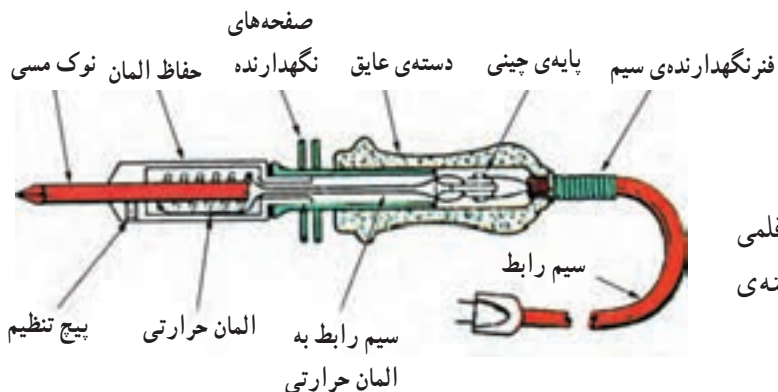
در اثر عبور جریان الکتریکی از سیم گرم‌کن، حرارت ایجاد

می‌شود که به میله‌ی مسی منتقل می‌گردد. توسط این حرارت می‌توان محل اتصال دو قطعه‌ی فلزی را گرم کرده و لحیم‌کاری نمود. این نوع هویه‌ها در اشکال مختلف و با توان‌های متفاوت از ۱۰ تا ۵۰۰ وات ساخته می‌شوند. شکل ۱-۳۵ دو نمونه هویه‌ی

برقی ساده را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۳۵ - هویه‌های برقی



شکل ۱-۳۶ - قسمت‌های اصلی هویه‌ی قلمی

در شکل ۱-۳۶ قسمت‌های اصلی یک هویه‌ی برقی قلمی

که عبارت‌اند از: نوک هویه، المان گرم‌کننده، حفاظ، دسته‌ی عایق و سیم رابط، نشان داده شده است.



کارِ هویه‌ی هفت‌تیری براساس اصول کار ترانسفورماتور می‌باشد، یعنی همچون ترانسفورماتور دارای دو سیم پیچ به نام‌های اولیه و ثانویه است. سیم پیچ‌های اولیه و ثانویه بر روی هسته‌ای آهنی به شکل U یا E پیچیده شده‌اند.

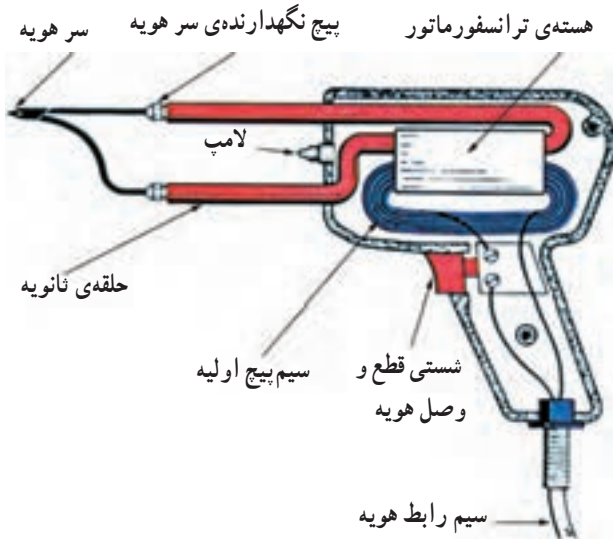
هویه‌ی هفت‌تیری در اولیه دارای تعدادی دور سیم پیچ، و در ثانویه دارای یک حلقه‌ی مسی اتصال کوتاه بوده و از نوع ترانسفورماتور کاهنده می‌باشد. با توجه به عبور جریان زیاد از ثانویه باید قطر سیم پیچ ثانویه بیش‌تر باشد تا بتواند جریان عبوری را به راحتی تحمل نماید.

شکل ۱-۳۷ ساختمان داخلی یک هویه‌ی هفت‌تیری را

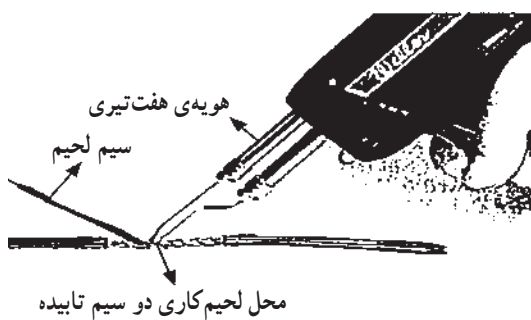
نشان می‌دهد.

مطابق شکل ۱-۳۷ ثانویه‌ی هویه از یک میله‌ی فلزی

ساخته شده که دو انتهای آن به وسیله‌ی یک حلقه سیم مفتولی مسی (نوک هویه) به هم اتصال کوتاه شده است.



شکل ۱-۳۷- هویه‌ی هفت‌تیری و اجزای آن



شکل ۱-۳۸

با فشار دادن شستی هویه، جریان الکتریکی که در سیم پیچ

اولیه جاری می‌شود، در ثانویه جریان زیادی را برقرار می‌کند.

این جریان باعث گرم شدن نوک هویه می‌گردد. فرق هویه‌ی

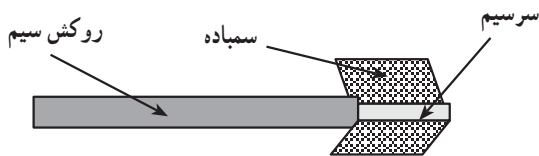
هفت‌تیری با هویه‌ی قلمی در این است که هویه‌ی هفت‌تیری در

مدت زمان کوتاه‌تری گرم می‌شود. شکل ۱-۳۸ طرز لحیم‌کاری

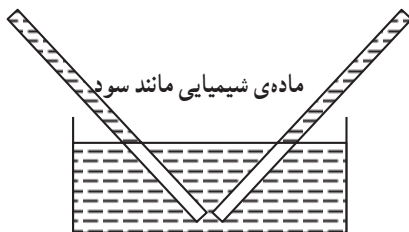
را با استفاده از هویه‌ی هفت‌تیری نشان می‌دهد. هویه‌ی هفت‌تیری

را نباید به‌طور پیوسته روشن نگه‌داشت زیرا جریان زیاد ثانویه

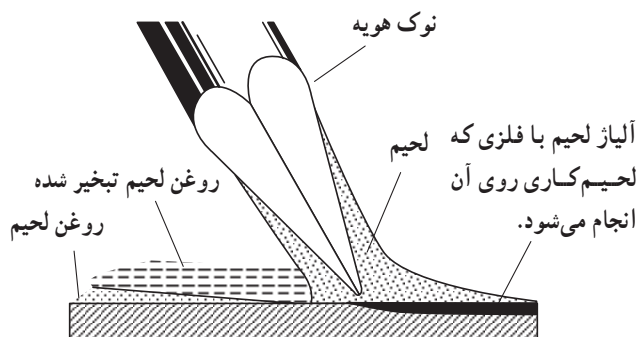
باعث سوختن آن خواهد شد.



الف - تمیز کردن سطح کار به وسیله سمباده



ب - تمیز کردن سطح کار به وسیله‌ی مواد پاک کننده



ج - عملکرد روغن لحیم

شکل ۱-۳۹ - آماده کردن سطح کار برای لحیم کاری



شکل ۱-۴۰ - تمیز کردن هویه

### ۱-۳-۳- آماده کردن سطوح جهت لحیم کاری: برای

انجام عمل لحیم کاری از مواد کمکی پاک کننده استفاده می شود که مهم ترین آن ها اسیدهای پاک کننده، نُشادر و روغن لحیم کاری است. تمام قطعات الکتریکی که می خواهیم آن ها را به یکدیگر متصل نماییم ممکن است در اثر عوامل جوّی اکسید شوند و یا سطوح خارجی آن ها کثیف باشد که موجب می شود انجام لحیم مشکل شود. برای رفع این مشکل از سمباده یا مواد پاک کننده مثل روغن لحیم استفاده می گردد. این مواد علاوه بر این که ترکیبات مزاحم سطوح قطعات را پاک می کنند. مانع از اکسید شدن محل اتصال در حین عمل لحیم کاری نیز می شوند. شکل ۱-۳۹ وسایل پاک کننده و عملکرد روغن لحیم را در پاک کردن اکسیدها از سطح کار نشان می دهد.

### ● برای انجام لحیم کاری نکات زیر را رعایت کنید.

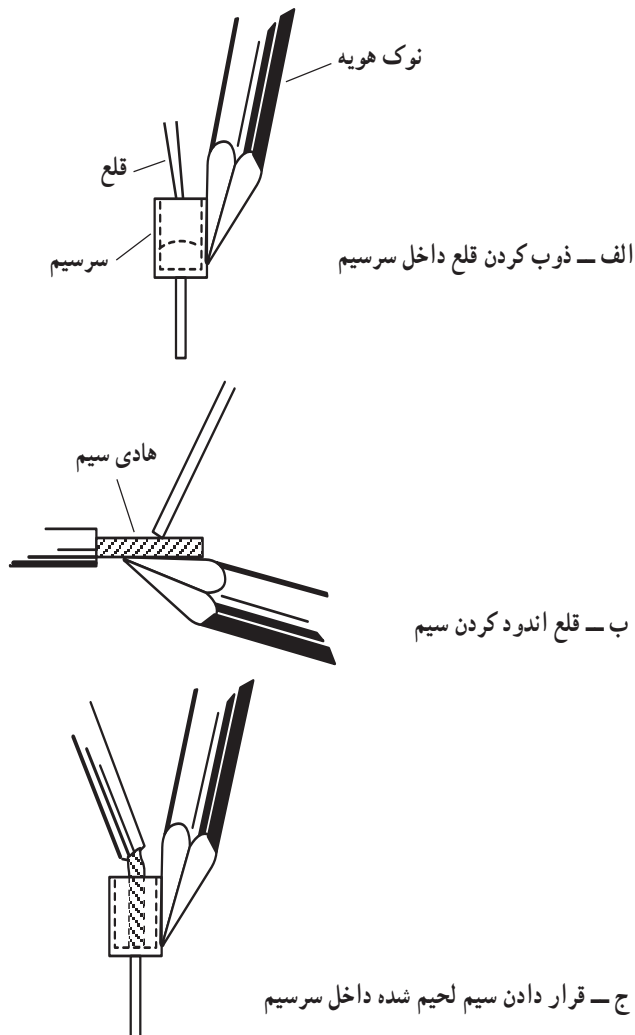
– ابتدا نوک هویه را که در اثر کار کردن کثیف شده است با بُرس سیمی، سوهان نرم و یا سمباده‌ی نرم تمیز کنید (شکل ۱-۴۰).

– هویه را به برق وصل کنید تا گرم شود.

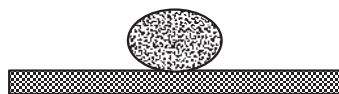
– بعد از این که نوک هویه به درجه حرارت ذوب لحیم رسید، مقداری لحیم روی آن قرار دهید تا نوک هویه آغشته به یک لایه‌ی نازک لحیم شود. این عمل از اکسید شدن نوک هویه جلوگیری می کند.

– نقاطی را که می خواهید لحیم کاری کنید با سمباده‌ی نرم یا بُرس سیمی زیر تمیز کنید.

— سیم‌ها و قطعات الکتریکی را که می‌خواهید به یکدیگر متصل کنید به‌طور جداگانه حرارت دهید. سپس سیم لحیم را روی محل گرم شده قرار دهید تا ذوب شده و محل اتصال قلع‌اندود شود. دو قطعه را به هم متصل نموده و محل اتصال را حرارت دهید تا قطعات به یکدیگر لحیم شوند. شکل ۱-۴۱ مراحل لحیم‌کاری یک سیم افشان به سرسیم را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۴۱



الف — لحیم‌کاری سرد (بد)

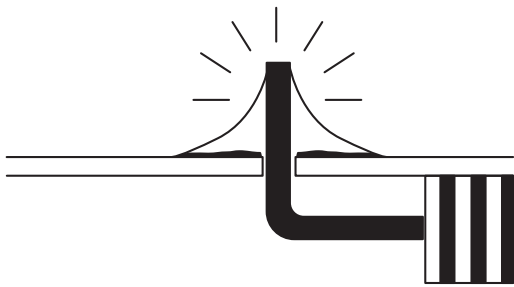


ب — لحیم‌کاری صحیح (خوب)

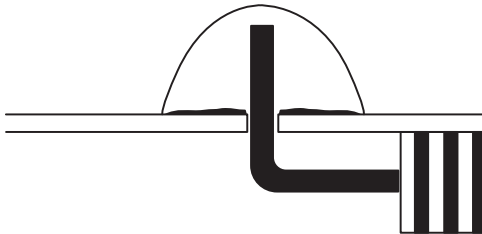
شکل ۱-۴۲

— هویه را به‌طور پی‌در پی از سطح کار جدا نکنید، زیرا با این عمل علاوه بر صرف وقت زیاد، لحیم‌کاری مناسبی نیز انجام نمی‌شود؛ یعنی در این حالت لحیم در محل اتصال به‌طور کامل پخش نمی‌شود و یک اتصال سرد به‌وجود می‌آید (شکل ۱-۴۲). عوامل دیگری نیز در لحیم سرد مؤثر هستند از جمله حرکت دادن اتصال قبل از سرد شدن و کثیف بودن محل اتصال؛ هم‌چنین بیش از حد گرم شدن محل اتصال دو سطح فلز که اکسید تولید می‌کند و سبب تولید یک لایه اکسید بین دو فلز می‌شود. اگر هویه به‌طور مناسب به محل اتصال تماس داده نشود نیز لحیم سرد ایجاد می‌شود. به هر حال مهم‌ترین عامل ایجاد لحیم سرد کافی نبودن گرما در محل اتصال هنگام لحیم‌کاری است. اعمال حرارت زیاد به بعضی از قطعات الکتریکی باعث معیوب شدن آن‌ها می‌گردد. پس ضرورت دارد متناسب با نوع کار هویه‌ای با توان مناسب انتخاب شود.

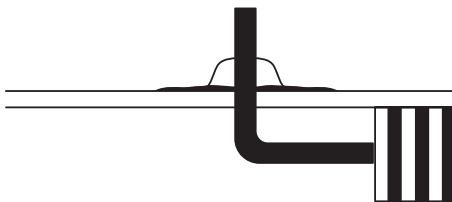
شکل ۱-۴۳ عوامل مختلفی را که در لحیم کاری نامطلوب مؤثرند نشان می‌دهد.



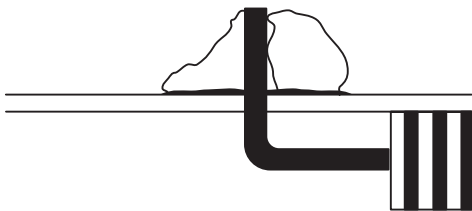
الف - نمونه‌ی یک لحیم کاری صحیح



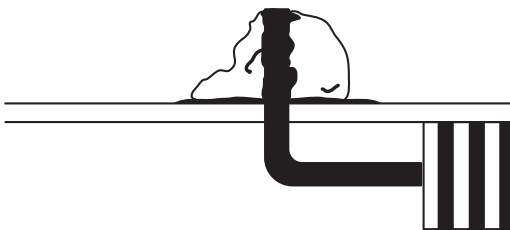
ب - یک لحیم کاری نادرست به دلیل استفاده بیش از حد از لحیم



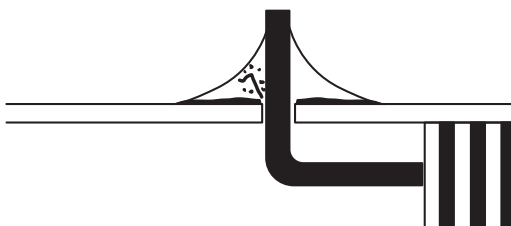
ج - یک لحیم کاری نادرست به دلیل استفاده از لحیم کم‌تر از حد مطلوب



د - نمونه‌ی یک لحیم سرد



ه - نتیجه‌ی استفاده‌ی بیش از حد از روغن لحیم



و - لحیم ترک خورده که در اثر حرکت قطعه کار در هنگام لحیم کاری ایجاد شده است.

شکل ۱-۴۳ - نمونه‌های لحیم کاری صحیح و غلط

زمان: ۱۶ ساعت

#### ۴-۱- کار عملی (۲)

۴-۱-۱- هدف: اتصال سیم‌های مسی به وسیله‌ی

لحیم‌کاری

۴-۱-۲- وسایل و مواد مورد نیاز: هویه، انبردست،

سیم‌چین، دم باریک، سیم لخت‌کن، سیم لحیم، پایه‌ی هویه، سیم مفتولی و خط‌کش، در شکل ۴۴-۱ الف چند نمونه از ابزار کار مورد نیاز نشان داده شده است.

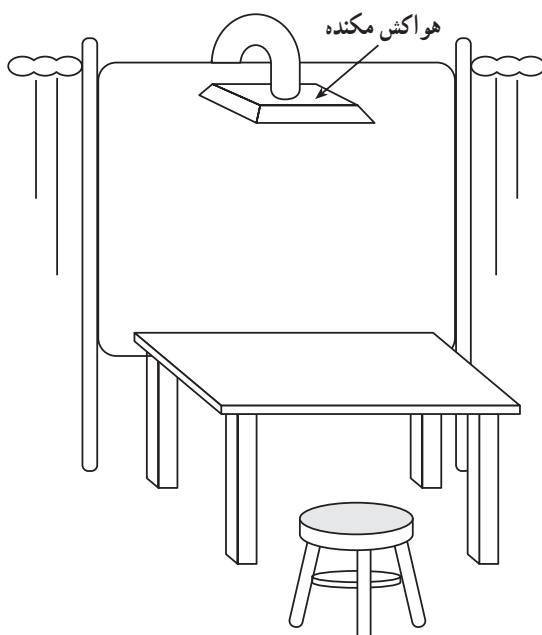


الف - چند نمونه ابزار کار مورد نیاز



ب - محل قرار گرفتن هویه روی میزکار

شکل ۴۴-۱



۴-۱-۳- نکات ایمنی در لحیم‌کاری: برای جلوگیری

از آتش‌سوزی، هویه‌ی گرم را روی پایه‌ی مخصوص قرار دهید (شکل ۴۴-۱ ب).

- از سیستم تهویه‌ی مناسب برای محل کار استفاده کنید

تا دستگاه تنفسی شخص لحیم‌کار در اثر بخار مواد تحریک نشود (شکل ۴۵-۱).

شکل ۴۵-۱- میزکار با تهویه



شکل ۱-۴۶- وسایل اطفاء حریق در اندازه‌های مختلف

– وسایل اطفاء حریق را در دسترس قرار دهید و نکات لازم را در ارتباط با پیش‌گیری و مبارزه با آتش‌سوزی رعایت کنید (شکل ۱-۴۶). دقت نمایید موها و لباس کار شما در تماس با آتش نباشد و از به کار بردن لباس کاری که با الیاف مصنوعی ساخته شده‌اند خودداری کنید.

#### ۱-۴-۴- مراحل کار ساخت زاویه‌ی ۳۰ درجه:

– چند قطعه سیم مفتولی با سطح مقطع ۱/۵ میلی‌متر مربع روپوش‌دار انتخاب کنید.

– دو سر سیم‌ها را با استفاده از سیم لخت کن به اندازه‌ی یک سانتی‌متر لخت کنید.

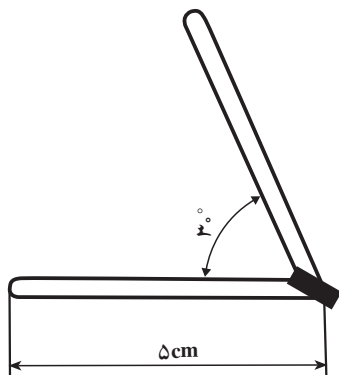
– دو سر سیم‌ها را سمباده‌ی نرم بکشید و آن‌ها را به‌طور جداگانه قلع‌اندود کنید.

– نوک هویه را برای لحیم‌کاری تمیز و قلع‌اندود و مقدار کمی لحیم روی آن ذوب کنید.

– هر دو سیم را با زاویه‌ی ۳۰ درجه نسبت به هم در دست بگیرید و نوک هویه را در زیر تقاطع آن‌ها قرار دهید. در این حالت باید سیم‌ها به هم متصل شوند (شکل‌های ۱-۴۷ و ۱-۴۸).

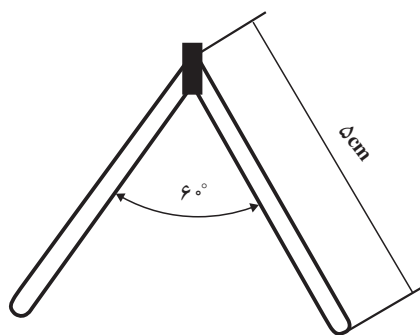


شکل ۱-۴۷

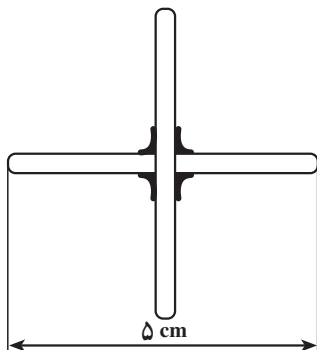


شکل ۱-۴۸

۱-۴-۵- مراحل ساخت زاویه‌ی  $60^\circ$  : مراحل کار  
 عملی ۱-۴-۴ را برای ساختن زاویه‌ی  $60^\circ$  درجه تکرار کنید. در  
 اینجا نتیجه باید مطابق شکل ۱-۴۹ باشد.

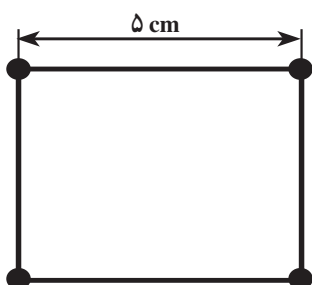


شکل ۱-۴۹



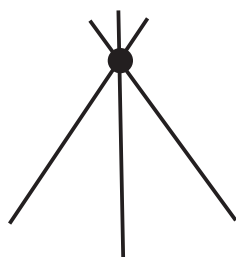
شکل ۱-۵۰

۱-۴-۶- اتصال عمود برهم : مراحل کار ۱-۴-۴  
 را تکرار کنید و اتصال  $90^\circ$  درجه بسازید (شکل ۱-۵۰).



شکل ۱-۵۱

۱-۴-۷- ساختن مربع : با استفاده از ۴ قطعه سیم  
 هریک به طول ۵ سانتی متر طبق شکل یک مربع بسازید (شکل  
 ۱-۵۱).



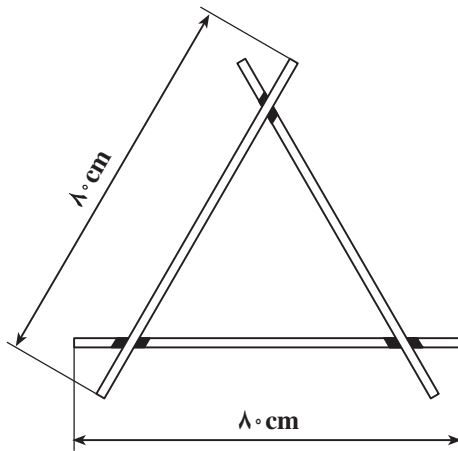
شکل ۱-۵۲

۱-۴-۸- ساختن سه پایه : با استفاده از سه قطعه  
 سیم و لحیم کاری، یک عدد سه پایه مطابق شکل ۱-۵۲ بسازید.

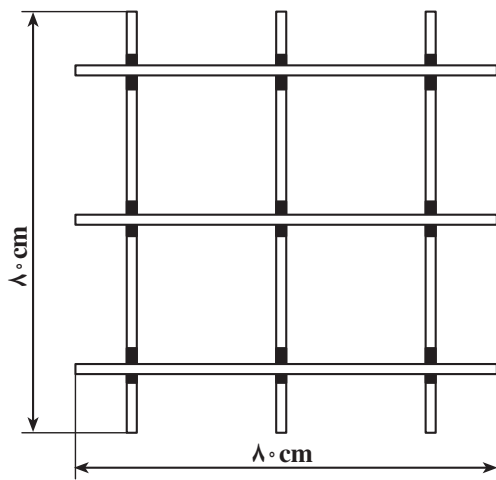
#### ۹-۴-۱- مراحل اتصال سیم‌ها به یکدیگر با

لحیم کاری:

- سیم مفتولی با سطح مقطع  $1/5 \text{ mm}^2$  با روکش پلاستیکی را انتخاب کنید و مطابق اندازه‌های داده شده، سیم‌ها را لخت کرده و محل اتصال آن‌ها را تمیز کنید.
- محل اتصال را لحیم کاری کنید (شکل ۱-۵۳).



شکل ۱-۵۳



شکل ۱-۵۴

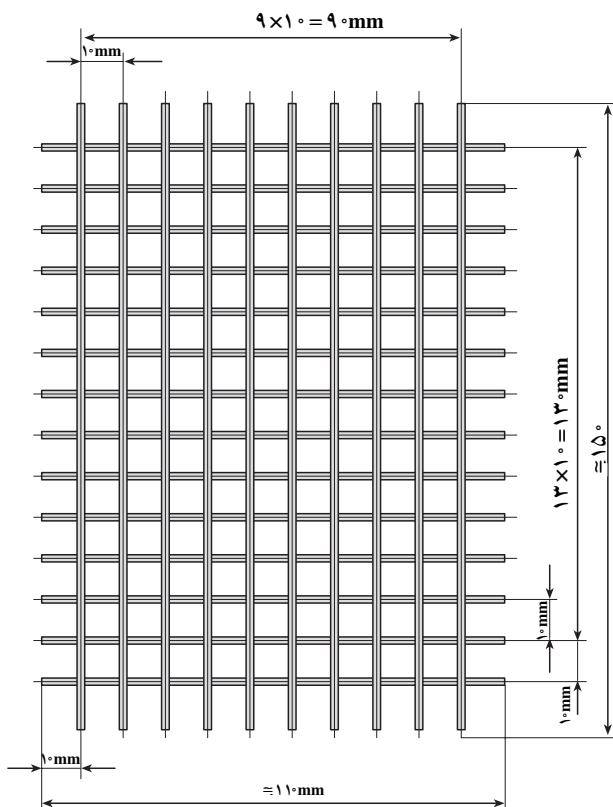
#### ۱۰-۴-۱- مراحل اتصال سیم‌ها به صورت

پنجره‌ای به وسیله‌ی لحیم کاری:

- سیم تک رشته‌ای مسی با روکش پلاستیکی و با سطح مقطع  $1/5 \text{ mm}^2$  به مقدار لازم و مطابق نقشه را انتخاب کنید. و با توجه به اندازه‌های داده شده سیم‌ها را کاملاً لخت کنید (شکل ۱-۵۴).

- محل اتصال سیم‌ها را لحیم کاری کنید (شکل ۱-۵۵).

\* توجه: تمام اندازه‌ها به میلی‌متر می‌باشد.

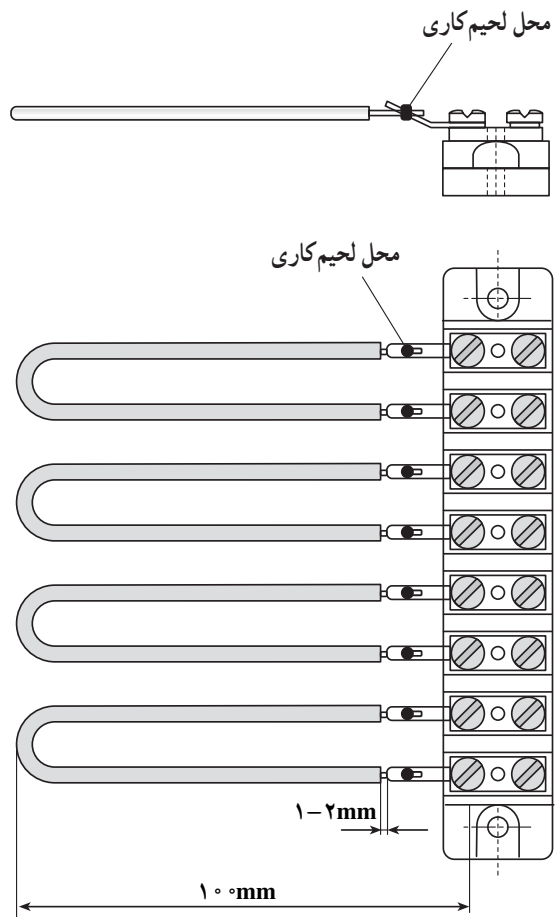


شکل ۱-۵۵



#### ۱۱-۴-۱- مراحل اتصال سیم ها به سرسیم های

ترمینال ها : یک قطعه سیم تک رشته ای مسی با روکش پلاستیکی و سطح مقطع  $1/5 \text{ mm}^2$  انتخاب کنید و با توجه به اندازه های داده شده آن ها را ببرید و سرسیم ها را لخت کنید. سپس سرسیم ترمینال ها و سرسیم ها را تمیز کرده و به هم لحیم کنید (شکل ۱-۵۶).



شکل ۱-۵۶

## آزمون پایانی (۱)

- ۱- مفهوم اتصال سیم‌ها را بنویسید.
- ۲- دسته‌بندی سیم‌های استاندارد شده تا نمره‌ی  $10\text{ mm}^2$  را بنویسید.
- ۳- هرگاه حروف روی سیمی ..... باشد از آن در سیم‌کشی لوستر و چراغ‌ها، و اگر حروف ..... باشد از آن در مکان‌های مرطوب استفاده می‌گردد.
- ۴- اگر روی سیمی حروف NSYA و Y و T نوشته شده باشد به ترتیب هریک دارای چه مفهومی می‌باشند؟
- ۵- طریقه‌ی صحیح پیچیدن نوار چسب عایق کاری روی اتصال سیم‌ها را شرح دهید.
- ۶- از کدام یک از ابزارهای زیر برای صاف کردن یا تاباندن سیم‌ها به یکدیگر و فرم دادن آن‌ها استفاده نمی‌شود؟

- الف - انبردست دم پهن      ب - سیم‌لخت‌کن
- ج - دم‌باریک      د - دم‌گرد
- ۷- اصول کاربرد صحیح چاقوی کابل‌بری را توضیح دهید.
- ۸- در مواقعی که سیم کوتاه بیاید، کدام یک از اتصالات زیر مورد استفاده قرار می‌گیرد؟  
الف - اتصال سربه‌سر      ب - اتصال سه‌راهی
- ج - اتصال طولی      د - اتصال سیم نازک به ضخیم
- ۹- اتصال انشعاب میانی در جایی کاربرد دارد که .....  
الف - اتصال در معرض کشش یا لغزش باشد.
- ب - بخواهیم یک هادی را به وسط یک سیم متصل کنیم.
- ج - بخواهیم دو سیم را در داخل جعبه تقسیم به هم اتصال دهیم.
- د - الف و ب
- ۱۰- اصول روکش‌برداری، تمیز کردن و اتصال سیم‌ها به یکدیگر را به اختصار بنویسید.
- ۱۱- لحیم  $\frac{63}{37}$  آلیاژی است که شامل ..... و ..... باشد.
- ۱۲- چرا در لحیم‌کاری از روغن لحیم استفاده می‌کنند؟
- ۱۳- خواص مختلف روغن لحیم را بیان کنید.
- ۱۴- اجزای تشکیل‌دهنده‌ی هویه‌ی قلمی را نام ببرید.
- ۱۵- هویه‌ی هفت‌تیری یا القایی براساس چه اصولی کار می‌کند؟
- ۱۶- اگر سطح لحیم‌کاری کاملاً تمیز نباشد .....  
۱۷- چرا نوک هویه را قلع‌اندود می‌کنند؟
- ۱۸- اصول لحیم‌کاری صحیح را شرح دهید.

## واحد کار دوم

### اتصال سیم ها به ترمینال ها

#### هدف کلی:

قرار دادن سیم افشان و مفتولی زیر پیچ و اتصال کابل شو

هدف های رفتاری: در پایان این واحد کار از فراگیر انتظار می رود که بتواند:

- ۱- انواع ترمینال ها را نام ببرد.
- ۲- ترمینال های خطی و گرد را انتخاب کند و کاربرد هریک را شرح دهد.
- ۳- موارد کاربرد پیچ ساده، پیچ با واشر ساده و پیچ با واشر لبه دار را نام ببرد.
- ۴- هدف از به کارگیری شماره و حروف را در سیم کشی بیان کند.
- ۵- سیم مفتولی را به صورت صحیح زیر پیچ قرار داده و محکم کند.
- ۶- انواع کابل شوهای پرسی و لحیمی را از یکدیگر تشخیص دهد.
- ۷- کاربرد انواع کابل شوی پرسی و لحیمی را بیان کند.
- ۸- اصول کار با پرس کابل شودستی را به صورت خلاصه بیان کند.
- ۹- انواع منگنه را نام ببرد.
- ۱۰- اصول کار پرس منگنه زن دستی را بیان کند.
- ۱۱- سیم های افشان را به طور صحیح زیر پیچ قرار داده، محکم کند.
- ۱۲- در بستن سیم ها به زیر پیچ اصول ایمنی را رعایت کند.



ساعات آموزش

نظری	عملی	جمع
۲	۶	۸

## پیش‌آزمون (۲)

- ۱- برای قرار دادن سیم در زیر کدام نوع پیچ نیاز به سؤالی کردن سیم نمی‌باشد؟  
الف - پیچ ساده  
ب - پیچ با واشر ساده  
ج - پیچ با واشر لبه‌دار  
د - هر سه مورد
- ۲- شماره‌زنی روی سیم‌ها برای چه منظوری انجام می‌گیرد؟  
الف - شناسایی سیم‌ها در داخل تابلوها  
ب - آسان شدن عیب‌یابی  
ج - مطابقت نقشه با سیم‌کشی دستگاه‌ها  
د - هر سه مورد
- ۳- موقع سؤالی کردن سیم قطر داخلی سؤالی چه قدر باید باشد؟  
الف - به اندازه‌ی قطر پیچ  
ب - کم‌تر از اندازه‌ی قطر پیچ  
ج - کمی بزرگ‌تر از قطر پیچ  
د - دو برابر قطر پیچ
- ۴- اگر بخواهیم روکش سیم را جهت قرار دادن در زیر پیچ برداریم باید مقدار روکش برداری چه قدر باشد؟  
الف - دو برابر قسمتی از هادی لازم برای قرار گرفتن در زیر پیچ  
ب - اندازه‌ی طول هادی لازم در زیر پیچ  
ج - کم‌تر از طول هادی لازم در زیر پیچ  
د - کمی بیش‌تر از طول هادی لازم در زیر پیچ
- ۵- جهت اتصال سرسیم‌های افشان کدام کابل‌شو مورد استفاده قرار می‌گیرد؟  
الف - کابل‌شوی پرسی  
ب - کابل‌شوی لحیمی  
ج - هر دو مورد الف و ب  
د - هیچ‌کدام
- ۶- برای لحیم‌کاری کابل‌شوهای لحیمی باید از چه نوع لحیمی استفاده نمود؟  
الف - ۳۰٪ سرب و ۷۰٪ قلع  
ب - ۷۰٪ سرب و ۳۰٪ قلع  
ج - ۳۷٪ سرب و ۶۳٪ قلع  
د - ۶۳٪ سرب و ۳۷٪ قلع
- ۷- برای اتصال سیم‌های با سطح مقطع ۷۵/۰ تا ۴ میلی‌متر مربع کدام سرسیم مناسب است؟  
الف - سرسیم‌های فرم صاف  
ب - سرسیم لب‌برگردان  
ج - سرسیم زبانه‌ای  
د - هر سه مورد

## ۲-۱- بستن سیم مفتولی زیر پیچ

جهت برقراری ارتباط هادی‌ها با تجهیزات الکتریکی از انواع پیچ و ترمینال استفاده می‌شود.

۱-۲-۱- انواع ترمینال‌ها: منظور از ترمینال، یک اتصال الکتریکی جدا شدنی است که این جدایی معمولاً توسط پیچ یا فیش صورت می‌گیرد. در صنعت برق، ترمینال‌ها دارای انواع و اقسام مختلف بوده و هریک از آن‌ها نیز دارای کاربردهای خاص می‌باشند.

بعضی از ترمینال‌ها کاربرد عمومی دارند و برخی در تابلوها مورد استفاده قرار می‌گیرند. در شکل ۲-۱ نمونه‌هایی از کاربردهای عمومی ترمینال‌ها نشان داده شده است.



الف - ترمینال‌های بدون پیچ



ب - نوارهای ترمینال روشنایی



ج - ترمینال‌های محل انشعاب اصلی



د - ترمینال برای نصب افقی و عمودی روی ریل‌های استاندارد

شکل ۲-۱- تصاویر ترمینال‌ها با کاربرد عمومی

نمونه‌هایی از ترمینال‌های مورد استفاده در تابلوهای الکتریکی در شکل ۲-۲ نشان داده شده است.



الف - ترمینال‌های قابل نصب روی شیشه



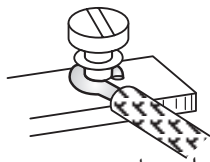
ب - ترمینال قابل نصب روی ریل

شکل ۲-۲- انواع مختلف ترمینال‌های مورد استفاده در تابلوهای الکتریکی

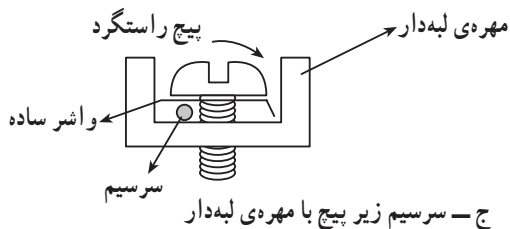
در بسیاری از موارد سیم‌ها مستقیماً در زیر پیچ‌های تجهیزات الکتریکی بسته می‌شوند. نحوه‌ی قرار گرفتن سیم در زیر پیچ با توجه به نوع واشر آن‌ها متفاوت است. این پیچ‌ها در مدار نقش ترمینال را خواهند داشت.



الف - سؤالی زیر پیچ بدون واشر



ب - سؤالی زیر پیچ با واشر ساده



ج - سرسیم زیر پیچ با مهره‌ی لبه‌دار  
شکل ۲-۳ - قرار گرفتن سیم زیر پیچ



شکل ۲-۴ - حروف و شماره‌ی سیم‌ها



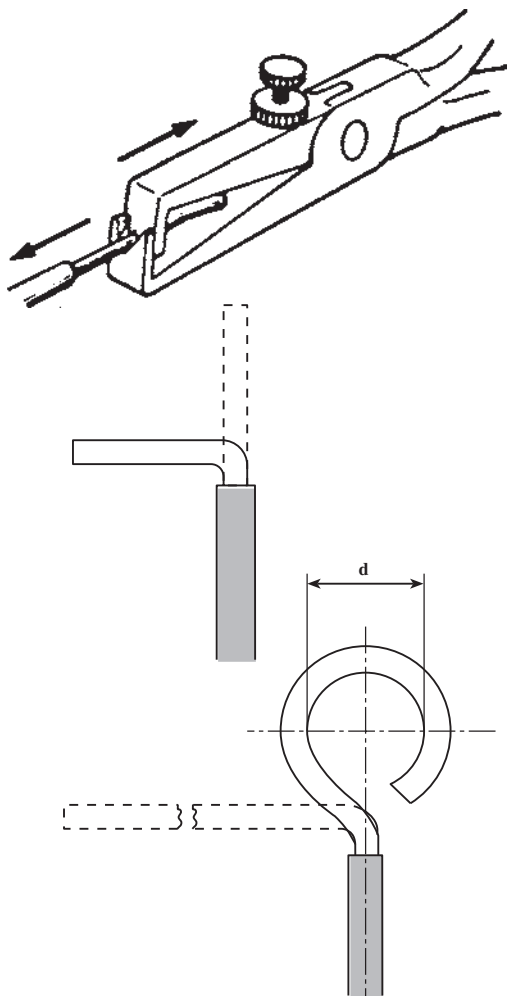
شکل ۲-۵ - دستگاه شماره‌زنی و چند نمونه شماره

— پیچ ساده (بدون واشر): پیچ ساده مستقیماً به مهره‌ی مربوطه پیچیده می‌شود. جهت اتصال سیم مفتولی به پیچ ساده بایستی سرسیم به صورت سؤالی درآمده باشد (شکل ۲-۳-الف).  
— پیچ با واشر ساده: این نوع پیچ در داخل واشر ساده قرار گرفته و به مهره‌ی مربوطه پیچیده می‌شود. جهت اتصال سیم مفتولی به این نوع پیچ‌ها نیز بایستی سرسیم سؤالی شود (شکل ۲-۳-ب).

— پیچ با واشر ساده و مهره‌ی لبه‌دار: این نوع پیچ در داخل واشر ساده قرار گرفته و به مهره‌ی لبه‌دار مربوط پیچیده می‌شود. جهت اتصال سیم مفتولی به این پیچ‌ها لازم به سؤالی کردن سرسیم نیست. اگر نیاز به قرار دادن یک سرسیم زیر این پیچ باشد بایستی سرسیم را لخت کرده و در زیر واشر در طرفی قرار داد که با پیچش پیچ، سیم نیز در جهت پیچش پیچ کشیده شده و محکم شود (شکل ۲-۳-ج).

۲-۱-۲ - حروف زنی و شماره‌زنی روی سیم‌ها:  
جهت شناسایی سیم‌ها در داخل تابلوها و جعبه‌های تقسیم و ترمینال ماشین‌های صنعتی، به ابتدا و انتهای هر سیم شماره و حروف خاصی زده می‌شود. این شماره‌ها و حروف در نقشه‌های تأسیسات الکتریکی نیز عیناً آورده می‌شود تا به این وسیله نصب و سیم‌کشی تجهیزات برقی و هم‌چنین تعمیر و نگهداری آن‌ها سهل‌تر گردد و عیب‌یابی با سرعت بیش‌تری صورت گیرد (شکل ۲-۴).

— دستگاه شماره‌زنی و حروف‌زنی روی سیم‌ها: شکل ۲-۵ نمونه‌ای از دستگاه حروف‌زنی و شماره‌زنی روی سیم‌ها و کابل‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۶- مراحل سوآلی کردن سر سیم

### ۳-۱-۲- اصول بستن سیم مفتولی زیر پیچ:

در صورتی که پیچ دارای واشر نبوده و یا واشر تخت داشته باشد، در اتصال سیم‌های تک رشته‌ای به این نوع پیچ‌ها، سیم‌ها را حتماً باید سوآلی کرد.

طرز صحیح قرار دادن هادی زیر پیچ یکی از عوامل مهم در سیم‌کشی است که اگر صحیح انجام نگیرد در اثر کشش و فشار سیم از زیر پیچ خارج می‌شود.

طرز سوآلی کردن سرسیم‌های تک رشته‌ای به قرار زیر

است:

– سرسیم را با در نظر گرفتن قطر پیچ لخت کنید. در لخت

کردن سرسیم باید دقت شود که سیم زخمی نشود. در صورت زخمی شدن سیم هنگام درست کردن سوآلی، سیم بریده می‌شود و یا اتصال الکتریکی ضعیفی ایجاد می‌گردد.

– با انبردست دم گرد، سیم لخت شده را از نزدیکی عایق

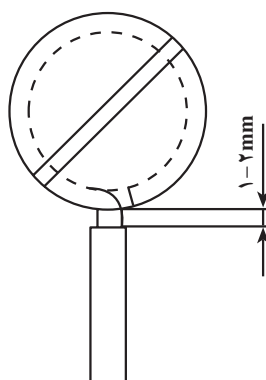
سیم گرفته و ۹۰ درجه خم کنید.

سرسیم خم شده را بین دو فک دم گرد قرار دهید. توجه

داشته باشید که باید سیم را در قسمتی از مخروط دم گرد قرار دهید که سوآلی با قطر مورد نظر به دست آید.

دم گرد را روی سیم فشار داده و آن را به صورت سوآلی

درآورید، به طوری که سوآلی حدود ۱ میلی‌متر باز باشد (شکل ۲-۶).



شکل ۲-۷

قطر داخلی سوآلی باید کمی بیش‌تر از قطر پیچ باشد (شکل

۲-۷).

– سیم سوآلی شده را زیر پیچ طوری قرار دهید که در اثر

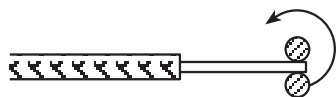
بسته شدن پیچ، سوآلی جمع‌تر شود و قسمت لخت سیم حدود

یک الی دو میلی‌متر از پیچ بیرون مانده باشد و عایق سیم در زیر

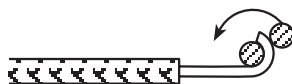
پیچ قرار نگیرد.



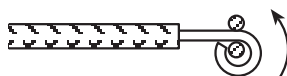
شکل ۲-۸ مراحل سؤالی کردن سیم را نشان می‌دهد.  
 - در صورتی که پیچ دارای واشر لبه‌دار باشد و یا محلی که پیچ در آن قرار دارد بسته باشد (مثل ترمینال‌های کنتاکتورها و رله‌ها) در این صورت سرسیم تک رشته‌ای را می‌توان لخت کرده و بدون سؤالی کردن زیر واشر یا پیچ مطابق شکل‌های زیر قرار داد.



الف - انتهای سیم را در میان دو فک دم گرد قرار دهید.



ب - سیم را در جهت فلش بچرخانید.

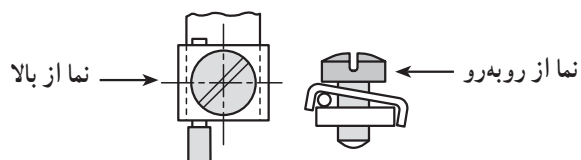


ج - سیم را در جهت فلش بچرخانید.



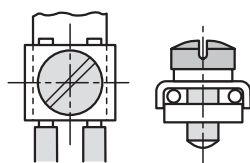
د - مرکز دایره‌ی سؤالی باید در امتداد سیم باشد.

شکل ۲-۸



شکل ۲-۹ اتصال یک سرسیم زیر واشر لبه‌دار را نشان می‌دهد.

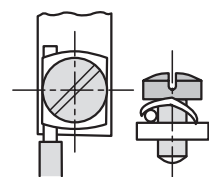
شکل ۲-۹



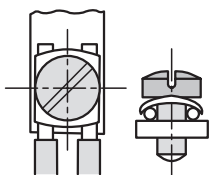
شکل ۲-۱۰ اتصال دو سرسیم زیر واشر لبه‌دار را نشان می‌دهد.

شکل ۲-۱۰

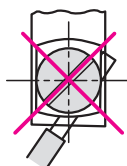




الف - اتصال یک سرسیم زیر واشر لبه دار کج

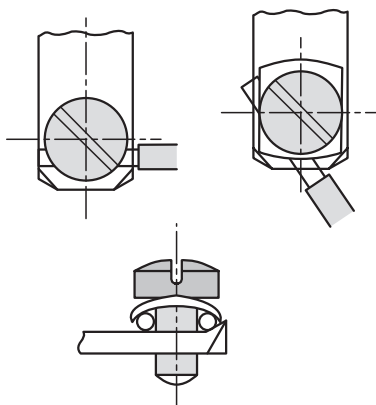


ب - اتصال دو سرسیم زیر واشر لبه دار کج

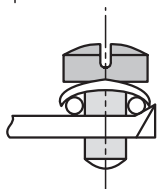


ج - اتصال غلط سیم در زیر پیچ

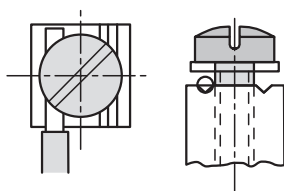
شکل ۲-۱۱



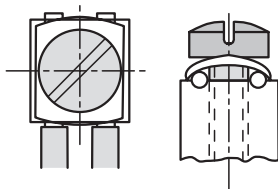
الف - اتصال یک سرسیم زیر واشر لبه دار



ب - اتصال دو سرسیم زیر واشر

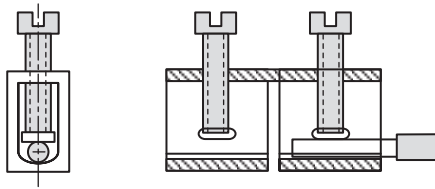


ج - اتصال یک سیم زیر پیچ ته واشری

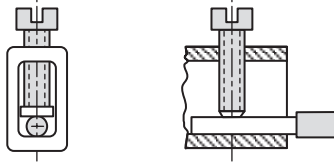


د - اتصال دو سرسیم زیر پیچ ته واشری

شکل ۲-۱۲

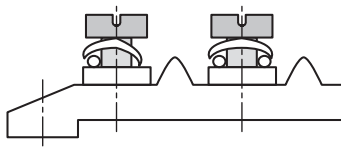


الف - اتصال یک سیم زیر پیچ واشر دار با محل بسته

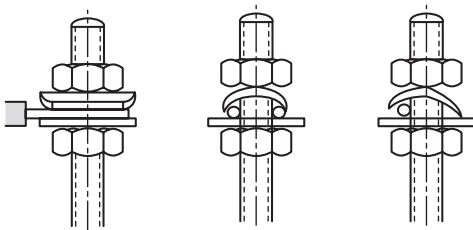


ب - اتصال یک سیم زیر پیچ بدون واشر با محل بسته

شکل ۱۳-۲



الف - اتصال سیم‌ها زیر پیچ‌های واشر دار ترمینال



ب - اتصال سیم‌ها به زیر مهره‌ی واشر دار

شکل ۱۴-۲

زمان: ۴ ساعت

## ۲-۲- کار عملی (۳)

۲-۲-۱- هدف: سوآلی کردن و زیر پیچ قرار دادن سیم‌ها

۲-۲-۲- وسایل و ابزار مورد نیاز:

- سیم‌های مفتولی یک رشته‌ای با روکش PVC و با سطح

مقطع ۱، ۱/۵، ۲/۵، ۴ و ۶ میلی‌متر مربع

- سیم چین

- سیم لخت کن

- دم گرد

- خط کش

- میز کار

- ترمینال دو خانه

- پیچ گوشتی

شکل ۱۵-۲ چند نمونه از ابزارهای کاربردی در این فصل

را نشان می‌دهد.



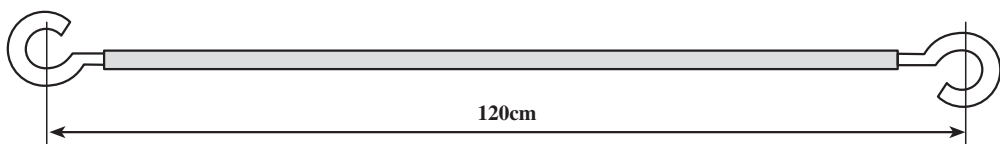
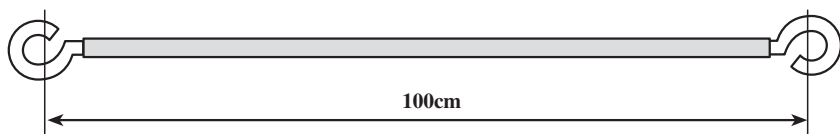
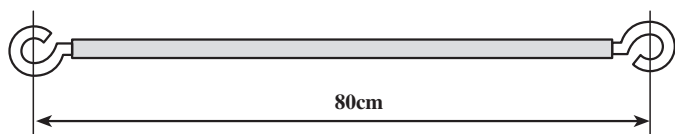
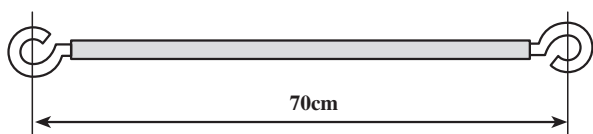
شکل ۱۵-۲- چند نمونه از ابزارهای کار



شکل ۲-۱۶- ابزار سالم و مناسب برای باز کردن یک پیچ



شکل ۲-۱۷- ابزار ناسالم و معیوب سبب خرابی سرپیچ می‌شود.



شکل ۲-۱۸

### ۲-۲-۳- نکات ایمنی: برای برش، لخت کردن، سؤالی

کردن و زیر پیچ قرار دادن سیم‌ها، و هم‌چنین باز کردن و بستن پیچ از وسیله و ابزار مناسب همان کار استفاده نمایید و از به‌کار بردن ابزارهای معیوب پرهیز کنید.

شکل ۲-۱۶- کاربرد ابزار مناسب و سالم و شکل ۲-۱۷

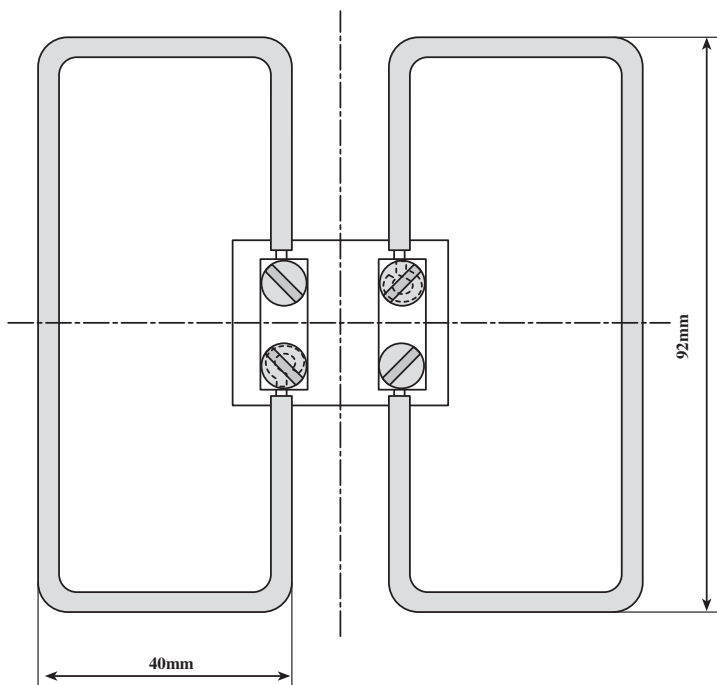
ابزار نامناسب و معیوب را نشان می‌دهند.

### ۲-۲-۴- مراحل کار سؤالی کردن سیم‌ها:

۱- مطابق شکل ۲-۱۸ سیم‌ها را انتخاب کرده و با توجه به اندازه‌های داده شده و اندازه‌ی قسمت سؤالی، سیم‌ها را ببرید و سر آن‌ها را لخت کنید.

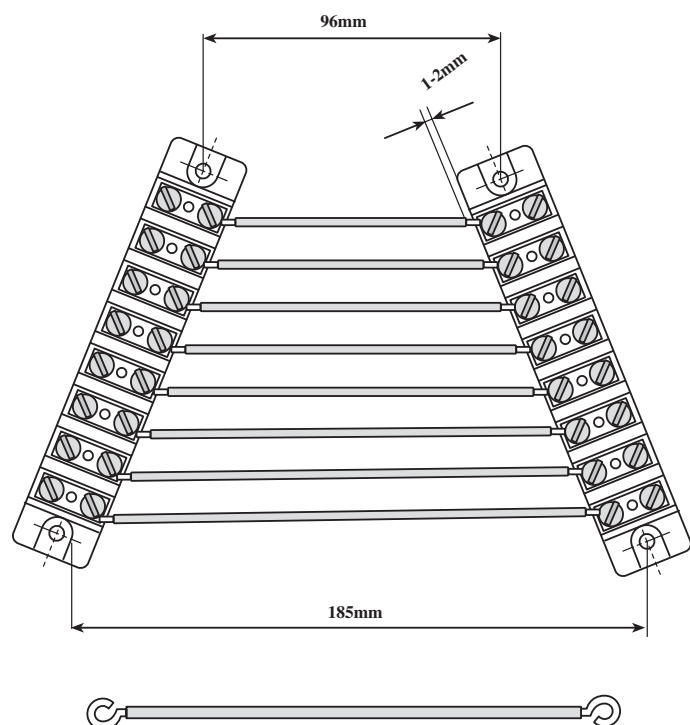
۲- با انبردست دم گرد سیم‌ها را سؤالی کنید.

برای اجرای مراحل این کار را از یافته‌های بند ۲-۱-۳ استفاده کنید.



شکل ۲-۱۹

۲-۲-۵- مراحل سؤالی کردن سرسیم‌ها و زیرپیچ  
قرار دادن آن‌ها: با توجه به مراحل کار ۲-۲-۴ و اندازه‌های  
داده شده در روی شکل ۲-۱۹ طول مناسب را روی سیم مفتولی  
با سطح مقطع  $1/5\text{mm}^2$  و با روکش PVC انتخاب کنید.  
- سرسیم‌ها را مطابق شکل لخت کنید و به شکل سؤالی  
در آورید.  
- قسمت سؤالی سیم‌ها را به صورت صحیح زیرپیچ قرار  
داده و سفت کنید.



شکل ۲-۲۰

۲-۲-۶- مراحل قرار دادن سیم‌های سؤالی شده  
زیر پیچ ترمینال‌ها:  
- مطابق شکل ۲-۲۰ دو شاخه، ترمینال هشت تایی انتخاب  
کنید.  
- سیم مفتولی با سطح مقطع  $1/5\text{mm}^2$  و روکش PVC  
را مطابق اندازه‌های داده شده برش داده و لخت کنید.  
- سرسیم‌های لخت شده را با استفاده از انبردست دم‌گرد  
به شکل سؤالی در آورید و آن را زیر پیچ قرار دهید و سپس پیچ‌ها  
را با استفاده از پیچ‌گوشی مناسب سفت کنید.

برای اجرای مراحل این کار از آموخته‌های بندهای  
۲-۱-۱ تا ۲-۱-۳ استفاده کنید.

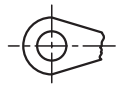
### ۲-۳- قرار دادن سیم افشان زیرپیچ

#### ۲-۳-۱- انواع کابل شوهای پرسی و لحیمی:

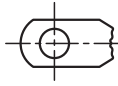
نگهداری سیم یا کابل برای اتصال به ترمینال توسط کابل شو صورت می گیرد. به طور کلی کابل شوها به دو دسته پرسی و لحیمی تقسیم می شوند.

— کابل شوهای پرسی: کابل شوهای پرسی که جهت

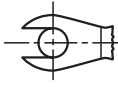
اتصال سرسیم های افشان مورد استفاده قرار می گیرند دارای انواع گوناگون می باشند (شکل ۲-۲۱). در این نوع، هادی درون گلولی کابل شو قرار گرفته و با استفاده از دستگاه پرس، سرسیم درون کابل شو محکم می شود.



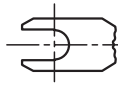
الف — کابل شو حلقه ای



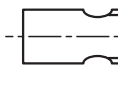
ب — کابل شوی زبانه ای سوراخ دار



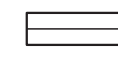
ج — کابل شوی حلقه ای باز



د — کابل شوی زبانه ای باز



ه — کابل شوی زبانه ای



و — کابل شوی میله ای

شکل ۲-۲۱- انواع کابل شوی پرسی

— کابل شوهای لحیمی: در این نوع کابل شوها، پس از

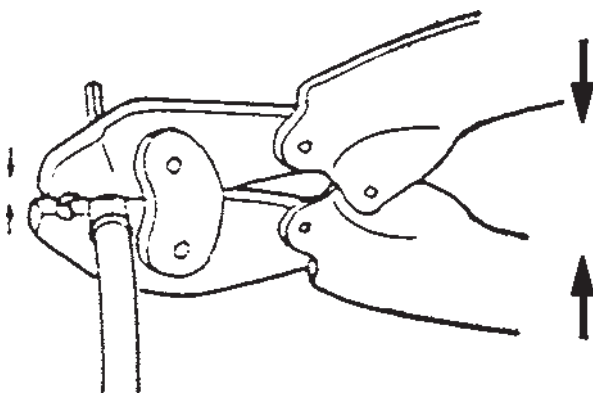
جاگذاری هادی های سیم ها در داخل سوراخ کابل شو، بایستی کابل شو به سرسیم لحیم شود. لحیم کاری به نحوی باید باشد که هیچ گونه حباب هوا بین سیم و جدار کابل شو وجود نداشته باشد و اتصال الکتریکی و مکانیکی کاملی بین هادی و کابل شو انجام شود. برای لحیم کاری از لحیم های مخصوص برق (۳۰٪ سرب و ۷۰٪ قلع) استفاده می شود. شکل ۲-۲۲ کابل شوی لحیمی را نشان می دهد.



شکل ۲-۲۲- کابل شوی لحیمی

#### ۲-۳-۲- پرس دستی کابل شو: پرس دستی کابل شو

دارای دو فک متحرک است که پس از قرار دادن کابل شو روی سرسیم لخت شده، آن را بین فک های متحرک قرار داده و با فشار آوردن به دسته های پرس، کابل شو به سرسیم پرس می شود. شیارهای روی فک های پرس برای اندازه های مختلف کابل شوها می باشد. موقع پرس کردن، شیارهای پرس باید مطابق شماره ی کابل شو انتخاب شود (شکل ۲-۲۳).



شکل ۲-۲۳- پرس کردن کابل شو

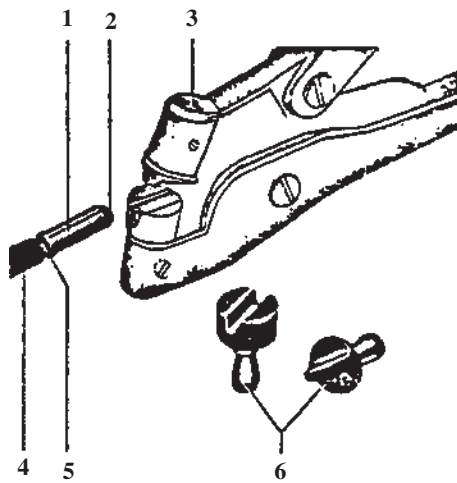


الف - سرسیم لب برگردان

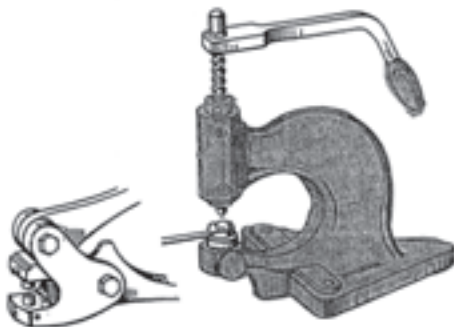


ب - سرسیم صاف

شکل ۲-۲۴ - سرسیم های منگنه ای



شکل ۲-۲۵ - اجزای تشکیل دهنده دستگاه منگنه زنی



شکل ۲-۲۶ - دو نمونه دستگاه پرس منگنه زنی

۳-۲-۲ انواع منگنه: هرگاه سیم های چند رشته ای را بخواهیم به نحوی اتصال الکتریکی دهیم به طوری که به آسانی قابل جدا شدن باشد (اتصال غیر دائم یا جداشدنی) به انتهای آن ها سرسیم نصب می کنیم. سرسیم ها برای سیم های با سطح مقطع ۷۵/۰ تا ۶ میلی متر مربع کاربرد دارند. چند نمونه از سرسیم ها را در شکل ۲-۲۴ مشاهده می کنید.

۴-۳-۲ پرس منگنه زنی: جهت قرار دادن مستقیم سرسیم افشان زیر پیچ آن را لحیم کرده و زیر پیچ قرار می دهند و یا قسمت لخت شده ی سیم را داخل سرسیم استوانه ای شکل قرار داده و پانچ می کنند، سپس زیر پیچ قرار می دهند.

قسمت های مختلف پرس منگنه زنی مطابق شکل ۲-۲۵

به شرح زیر است:

- ۱- سرسیم استوانه ای
- ۲- سرسیم که بیرون آمده
- ۳- محل درج شماره ی مشخص گیره
- ۴- عایق
- ۵- قسمت لخت سیم که از سرسیم بیرون است.
- ۶- قالب های نر و مادگی منگنه

برای پرس کردن منگنه های سرسیم از پرس منگنه ای استفاده می شود که در شکل ۲-۲۶ دو نوع مختلف آن نشان داده شده است.

### ۵-۳-۲- اصول قرار دادن سیم افشان زیرپیچ:

#### - اتصال کابل شوهای پرسی به سرسیم: برای اتصال

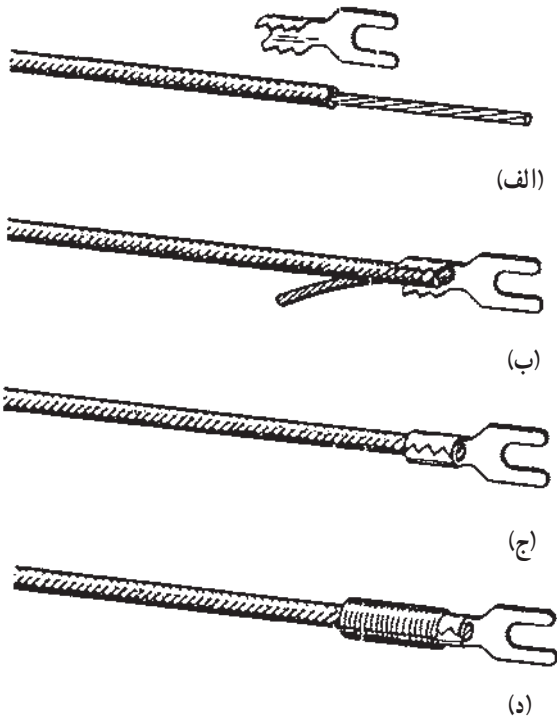
سرسیم به سیم افشان باید یک اتصال بدون عیب الکتریکی و مکانیکی در سرسیم های کابل ایجاد نماییم. برای انتخاب و نصب کابل شو باید مقطع کابل، ساختمان، جنس سیم و هم چنین وضعیت مکانیکی کابل (ساکن یا متحرک بودن) را در نظر گرفت. برای بستن کابل شو به کابل، انتهای کابل را به اندازه ی لازم لخت کرده و در داخل سوراخ کابل شو قرار می دهیم و برحسب نوع کابل شو آن را پرس نموده و یا لحیم کاری می کنیم. در صورتی که بخواهیم برای سیم های غیر قابل لحیم و غیر قابل جوش یک اتصال جدا شدنی ایجاد کنیم باید کابل شو را با پرس کردن به سرسیم ها متصل کنیم. مثلاً در کابل شوهای کوچک برای سیم های نازک و رشته ای (سیم های تلفن) به صورت زیر عمل می کنیم.

● سیم ها را به اندازه ی لازم لخت می کنیم (شکل ۲۷-۲-الف).

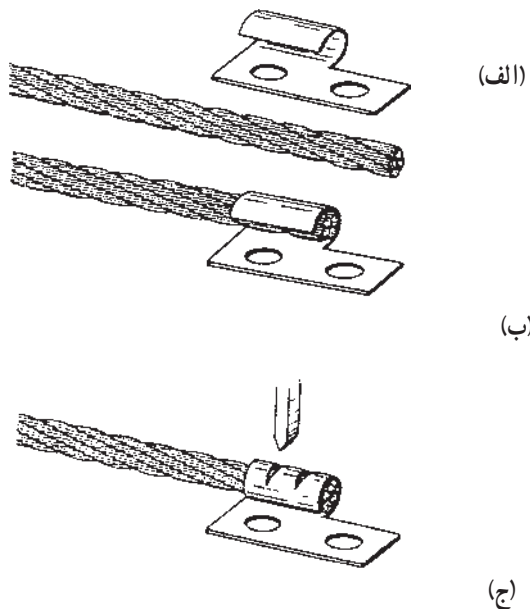
● انتهای لخت شده ی سیم را روی عایق سیم خم کرده و در داخل شکاف سرسیم قرار می دهیم (شکل ۲۷-۲-ب).

● لبه های گلولی سرسیم را با انبر مخصوص و یا انبر مسطح به یکدیگر فشرده و انتهای سیم اضافی را می بریم (شکل ۲۷-۲-ج).

● در صورت لزوم به وسیله ی بستن و عایق کردن، انتهای سیم را محکم کرده و محافظت می کنیم (شکل ۲۷-۲-د).



شکل ۲۷-۲- مراحل نصب سرسیم به سیم های نازک



شکل ۲۸-۲- مراحل اتصال سرسیم به سیم های با سطح مقطع بزرگ

● برای سیم های مسی با سطح مقطع بزرگ تر جهت اتصال

کابل شو مطابق شکل ۲۸-۲ به شرح زیر عمل می کنیم:

● انتهای سیم را لخت کرده به هم می تابانیم (شکل

۲۸-۲-الف).

● انتهای سیم را در گلولی کابل شو قرار داده و آن را بر

روی سیم می فشاریم (شکل ۲۸-۲-ب).

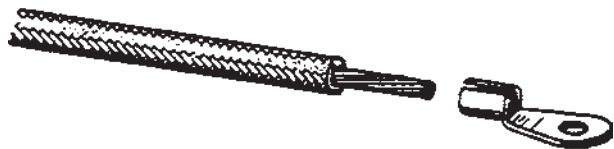
● گلولی کابل شو را توسط یک قلم روی سیم پرس می کنیم

به طوری که دندانهای بر روی آن ایجاد گردد (شکل ۲۸-۲-ج).

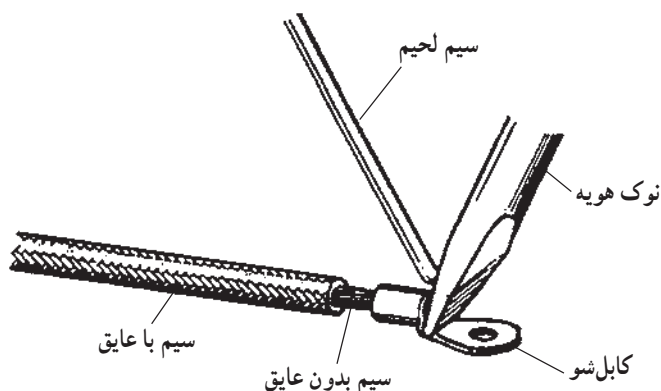




(الف)



(ب)



(ج)

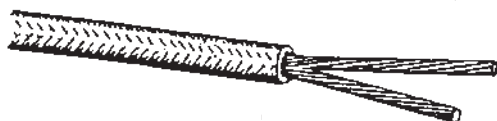


(د)

شکل ۲-۲۹ - مراحل اتصال کابل شو به سیم توسط لحیم کاری



الف - سیم را لخت کنید.



ب - سیم را دو قسمت کرده و هر قسمت را بتابانید.



ج - سیم را در داخل شیار منگنه قرار دهید و منگنه را پرس کنید.



د - سرسیم پرس شده

شکل ۲-۳۰ - منگنه‌ی سرسیم

— اتصال کابل شو لحیمی به سرسیم: لحیم کردن

کابل شو به هادی کابل برای مقاطع کوچک توسط هویه انجام می‌گیرد و به این وسیله یک اتصال بدون عیب مکانیکی و الکتریکی به وجود می‌آید.

لحیم کاری کابل شو برای سیم‌های چند رشته‌ای بیش از

۶ میلی متر مربع انجام می‌شود و مراحل کار به شرح زیر است:

● سیم را به اندازه‌ی طول کابل شو عایق برداری کنید (شکل

۲-۲۹-الف).

● سیم لخت شده را در سوراخ کابل شو داخل کنید (شکل

۲-۲۹-ب).

● انتهای سیم را در داخل سوراخ کابل شو لحیم کنید

(شکل ۲-۲۹-ج).

● محل لحیم کاری شده را با نواری عایق بپوشانید

(شکل ۲-۲۹-د).

جهت بستن سیم افشان با سطح مقطع کم زیر بیچ از

منگنه‌های ساده‌ی لب برگردان و منگنه‌ی شیاردار نیز می‌توان استفاده کرد. در این مورد ابتدا سرسیم را لخت کرده

(شکل ۲-۳۰-الف) سپس آن را دو قسمت کنید و پس از تاباندن

آن‌ها (شکل ۲-۳۰-ب) سرسیم‌ها را داخل سرسیم لب برگردان

و یا اطراف سرسیم شیاردار قرار دهید (شکل ۲-۳۰-ج) سپس

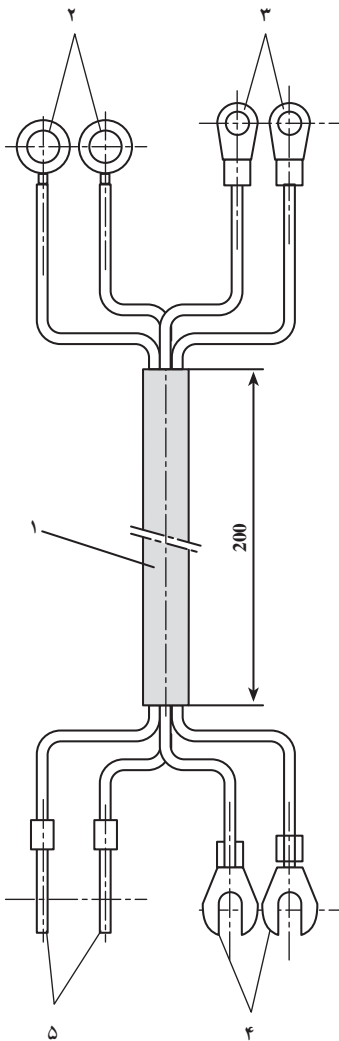
با دستگاه منگنه‌زنی سرسیم را منگنه کنید. شکل ۲-۳۰-د سرسیم

منگنه شده را نشان می‌دهد.

زمان: ۴ ساعت



شکل ۲-۳۱



شکل ۲-۳۲

## ۲-۴-۲ کار عملی (۴)

۲-۴-۱ هدف: قرار دادن سیم افشان زیر پیچ با

استفاده از کابل شو و منگنه

۲-۴-۲ وسایل و مواد مورد نیاز:

۱- کابل شوی زبانه‌ای ۲ عدد

۲- کابل شوی زبانه‌ای باز ۲ عدد

۳- سرسیم میله‌ای ۲ عدد

۴- منگنه ۲ عدد

۵- کابل چهار رشته‌ای افشان با سطح مقطع  $1/5 \text{ mm}^2$

۵۰ سانتی متر

۶- پرس دستی کابل شو ۱ دستگاه

۷- دستگاه منگنه‌زنی دستی ۱ دستگاه

۸- خط کش فلزی ۱ عدد

۹- سیم چین ۱ عدد

۱۰- سیم لخت کن ۱ عدد

۱۱- چاقوی کابل بری ۱ عدد

۱۲- دم باریک ۱ عدد

چند نمونه از وسایل و مواد مورد نیاز کار در شکل ۲-۳۱

نشان داده شده است.

## ۲-۴-۳ نکات ایمنی:

در استفاده از دستگاه پرس مواظب انگشتان دست

خود باشید.

## ۲-۴-۴ مراحل کار:

۱- یک کابل چهار رشته‌ای افشان  $4 \times 1/5 \text{ mm}^2$  را

انتخاب کرده و آن را به اندازه‌ی داده شده ببرید.

۲- سرسیم‌ها را با دقت و به اندازه‌ی لازم لخت کنید.

۳- سپس مطابق شکل ۲-۳۲ انواع سرسیم‌ها را به سیم‌ها

متصل کرده و آن‌ها را پرس کنید. استفاده از انبردست به جای

دستگاه پرس مجاز نمی‌باشد.

## ۲-۵- کار عملی (۵)

۲-۵-۱- هدف: قرار دادن سیم افشان زیر پیچ با استفاده

از سرسیم لحیمی

۲-۵-۲- وسایل و مواد مورد نیاز:

۱- سیم افشان با سطح مقطع  $2/5\text{mm}^2$  به طول

۲۰ سانتی متر

۲- سیم چین ۱ عدد

۳- سیم لخت کن ۱ عدد

۴- سرسیم لحیمی ۱ عدد

۵- لحیم به مقدار کافی

۶- روغن لحیم

۷- هویه ی برقی ۱ عدد

۸- میز کار

چند نمونه ابزار کار در شکل ۲-۳۳ نشان داده شده است.



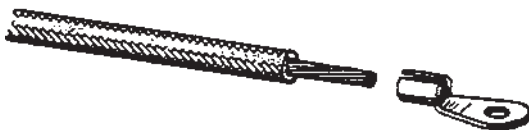
شکل ۲-۳۳ - چند نمونه ابزار کار

## ۲-۵-۳- نکات ایمنی:

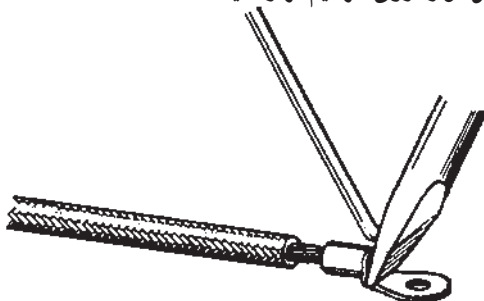
نکات ایمنی که در قسمت لحیم کاری و در بند ۳-۴-۱ مطرح شده است را کاملاً رعایت کنید.



الف - سرسیم را لخت کنید.



ب - کابل شو را روی سرسیم قرار دهید.



ج - کابل شو و سرسیم را به هم لحیم کنید.

شکل ۲-۳۴

## ۲-۵-۴- مراحل کار:

- یک قطعه سیم افشان با سطح مقطع  $2/5\text{mm}^2$  و با روکش پلاستیکی انتخاب کنید و سرسیم را لخت نمایید (شکل ۲-۳۴-الف).

- سرسیم لخت شده را داخل سوراخ کابل شو قرار دهید (شکل ۲-۳۴-ب).

- کابل شو و سرسیم را به هم لحیم کنید (شکل ۲-۳۴-ج).



## آزمون پایانی (۲)

- ۱- جهت اتصال سیم مفتولی به پیچ با واشر ساده ..... و جهت اتصال سیم مفتولی به پیچ با واشر لبه‌دار .....
- ۲- چند نوع از ترمینال‌هایی را که در تأسیسات الکتریکی کاربرد دارند، نام ببرید.
- ۳- اصول صحیح بستن سیم مفتولی در زیر پیچ را قدم به قدم و با ذکر مراحل کار شرح دهید.
- ۴- چرا ابتدا و انتهای سیم‌ها را با حروف و اعداد خاصی نام‌گذاری می‌کنند؟
- ۵- انواع کابل‌شوهای پرسی را نام ببرید.
- ۶- برای لحیم‌کاری کابل‌شوهای لحیمی از لحیم ..... و ..... استفاده می‌شود.
- ۷- جهت قرار دادن مستقیم سرسیم افشان زیر پیچ آن‌را ..... و زیر پیچ قرار می‌دهند و یا قسمت لخت‌شده‌ی سیم را داخل ..... قرار داده و پرس می‌کنند.
- ۸- برای انتخاب و نصب کابل‌شو باید به چه نکاتی توجه شود؟
- ۹- اصول و مراحل اتصال کابل‌شو به سیم‌های نازک را شرح دهید.
- ۱۰- مراحل مختلف اتصال کابل‌شوی لحیمی به سرسیم را به ترتیب انجام بنویسید.

## واحد کار سوم

### فرم کاری سیم ها

#### هدف کلی:

فرم کاری سیم های تا سطح مقطع ۶ میلی متر مربع

هدف های رفتاری: در پایان این واحد کار از فراگیر انتظار می رود که بتواند:

- ۱- مفهوم فرم کاری سیم ها را بیان کند.
- ۲- انواع وسایل فرم کاری را نام ببرد.
- ۳- کاربرد بست های فرم کاری را شرح دهد.
- ۴- کاربرد گیره ی کمکی را در فرم کاری سیم ها شرح دهد.
- ۵- فرم کاری سیم های مفتولی، تا سطح مقطع ۶ میلی متر مربع، را انجام دهد.



ساعات آموزش

جمع	عملی	نظری
۸	۶	۲

### پیش آزمون (۳)

- ۱- کدام یک از ابزارهای زیر از وسایل فرم کاری نمی باشد؟  
الف - گیره ی مونتاژ      ب - بست تسمه ای      ج - کمر بند پلاستیکی      د - سیم های مفتولی
- ۲- کار گیره ی کمکی در فرم کاری سیم ها چیست؟  
الف - یکنواخت کردن سیم ها و ایجاد زوایای خمش مناسب  
ب - نگه داشتن سیم ها در موقع خم کردن  
ج - بستن سیم در داخل تابلو  
د - مشخص کردن سیم های نصب شده
- ۳- هرگاه روی سیم های یک تابلوی برق فرم کاری انجام نگیرد چه مشکلاتی ایجاد می شود؟  
الف - نظم داخلی تابلو به هم می ریزد.  
ب - پیدا کردن سر و ته سیم مشکل می گردد.  
ج - عیب یابی تابلو سخت می شود.  
د - همه ی موارد

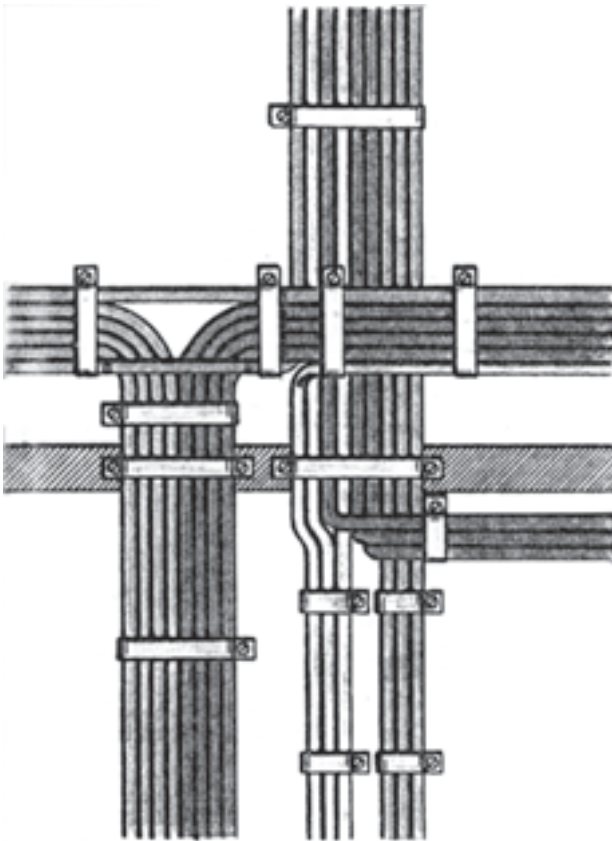


### ۳-۱-۳- فرم کاری سیم‌ها تا سطح مقطع ۶ میلی متر مربع

#### ۳-۱-۱- آشنایی با مفهوم فرم کاری سیم‌ها: در

مراکز صنعتی، کارخانجات، پست‌های توزیع برق، تابلوهای کنترل و توزیع برق، برای این که سیم‌ها و کابل‌های ارتباطی، با نظم خاصی و به‌طور دقیق در کنار هم قرار گیرند، باید فرم کاری شوند تا اولاً در موقع نصب و راه‌اندازی تجهیزات الکتریکی، کار به‌سبب‌ت انجام گیرد، ثانیاً در هنگام تعمیرات و نگهداری به راحتی بتوان اتصالات و ارتباطات الکتریکی را شناسایی کرد. برای اتصال سیم‌ها و کابل‌ها به تابلوها باید از فرم کار سیم‌های رنگی استفاده کرد.

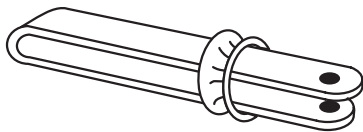
علت انتخاب رنگ‌های مختلف برای سیم‌ها، تشخیص مسیر عبور جریان برق از طریق هر یک از سیم‌ها و مجزا کردن مدارهای قدرت و فرمان و ساده شدن عیب‌یابی و ایجاد نظم می‌باشد (شکل ۳-۱).



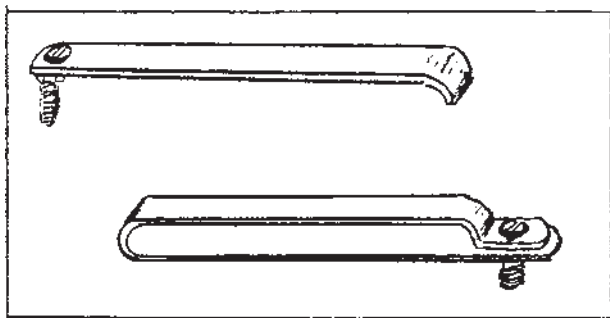
شکل ۳-۱- فرم کاری سیم‌ها

#### ۳-۱-۲- وسایل فرم کاری:

**گیره‌ی مونتاژ:** این گیره از فولاد تسمه‌ای با اندازه‌های مختلف درست شده است و دارای حلقه‌ای می‌باشد که می‌توان به‌وسیله‌ی آن تسمه‌های فلزی را موقتاً نگه داشت (شکل ۳-۲).



شکل ۳-۲- گیره‌ی مونتاژ



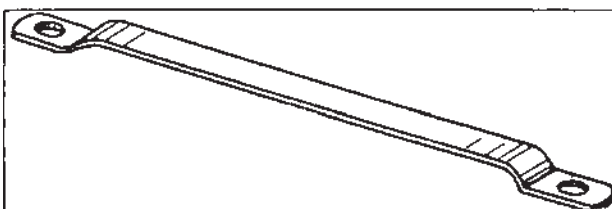
شکل ۳-۳- بست تسمه‌ای

#### — بست تسمه‌ای: این بست از تسمه‌ی آلومینیومی یا

فولادی و در اندازه‌های مختلف ساخته شده و با روکش پلاستیکی پوشانیده می‌شود. بست تسمه‌ای دارای پیچی می‌باشد که می‌توان به‌وسیله‌ی آن از آزاد شدن تسمه‌های نگهداری شده جلوگیری کرد (شکل ۳-۳).

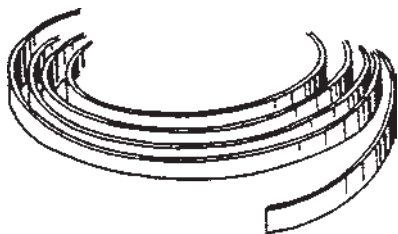
#### — بست مخصوص نگهداری چندین سیم پهلوی هم:

این بست از تسمه‌های آلومینیومی یا فولادی با روکش پلاستیک با اندازه‌های مختلف برای نگاه داشتن سیم‌ها روی صفحه‌های اصلی محفظه‌ها و قاب‌ها درست شده است (شکل ۳-۴).

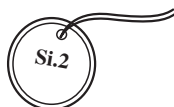


شکل ۳-۴- بست نگهداری تسمه

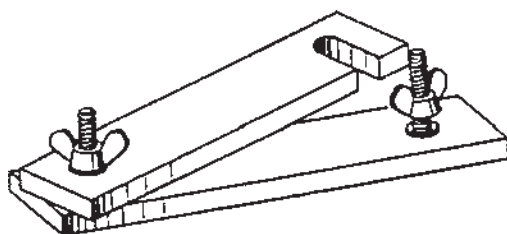




شکل ۳-۵ - تسمه‌های مخصوص بست



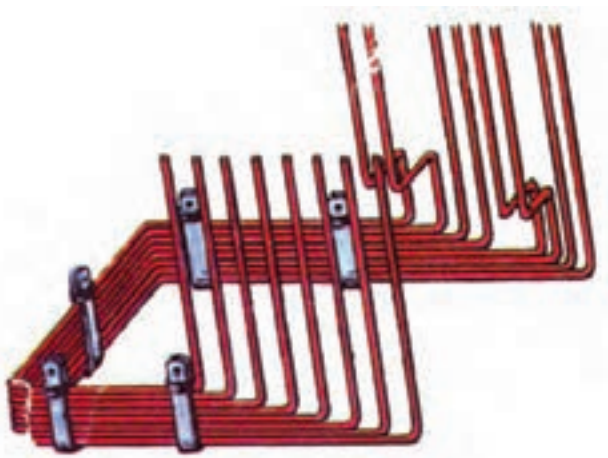
شکل ۳-۶ - علائم مشخصه



شکل ۳-۷ - گیره‌ی نگهداری تسمه



شکل ۳-۸ - نمونه‌های بست کمربندی جهت بستن و شکل دادن سیم‌ها



شکل ۳-۹ - فرم‌کاری سیم‌ها

— **تسمه‌های مخصوص بست:** این تسمه‌ها عبارت از تسمه‌هایی آلومینیومی با روپوش پلاستیکی، برای ایجاد بست‌هایی به فرم‌های مختلف و اندازه‌های مختلف، می‌باشد (شکل ۳-۵).

— **علائم مشخصه:** عبارت از صفحاتی از کاغذ یا فلز و یا پلاستیک برای مشخص کردن سیم‌ها و کابل‌ها در موقع نصب می‌باشد (شکل ۳-۶).

— **گیره‌ی کمکی:** گیره‌ی کمکی برای محکم نگه‌داشتن سیم‌ها در موقع خم کردن به کار می‌رود (شکل ۳-۷).

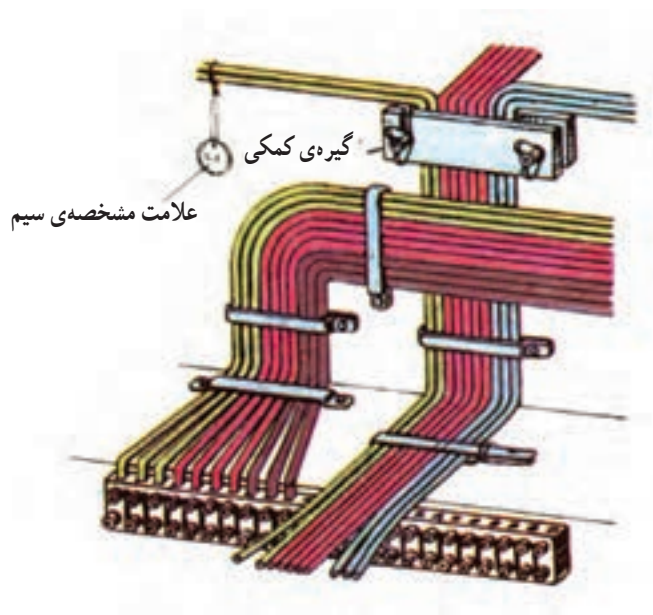
— **نخ ابریشمی و بست‌های کمربندی پلاستیکی:** بست‌های کمربندی برای بستن سیم‌ها در داخل تابلوها مورد استفاده قرار می‌گیرد (شکل ۳-۸).

۳-۱-۳ **اصول فرم‌کاری سیم‌های تک رشته:** فرم دادن سیم‌ها و هادی‌های الکتریکی برای دستگاه‌های برقی می‌تواند فقط در داخل دستگاه، قسمتی در داخل و قسمتی در خارج دستگاه، و کاملاً بیرون دستگاه انجام شود.

برای فرم‌کاری سیم‌ها در داخل دستگاه‌ها باید مراحل زیر را انجام دهید:

- سیم‌ها را به اندازه‌ی لازم ببرید.
- از جایی که سیم‌ها پهلوی هم قرار می‌گیرند فرم دادن را شروع کنید.
- سیم‌ها را در دستگاه‌ها طبق موقعیت نقطه‌ی اتصالی آن‌ها منظم کنید. سیم‌هایی را که در یک جهت حرکت می‌کنند با یکدیگر جمع کرده و دسته کنید و به طرف محل‌های اتصالی هدایت نمایید (شکل ۳-۹).

— دسته‌ی سیم‌ها را هنگام نصب به وسیله‌ی گیره‌ی مونتاژ در وضع خودشان محافظت کنید.



شکل ۳-۱۰

زمان: ۳ ساعت

- به منظور مشخص کردن مسیرهای سیم در طول‌های زیاد علامات مشخصه برای سیم‌ها نصب کنید.
- سیم‌ها را به اندازه‌ی لازم لخت کرده و در محل‌های اتصالی با بست ببندید.
- دسته‌ها را با بست تسمه‌ای محکم کرده و گیره‌های مونتاژ را بردارید.
- سرسیم‌های لخت شده را داخل ترمینال قرار دهید (شکل ۳-۱۰).

## ۳-۲- کار عملی (۶)

۳-۲-۱ هدف: فرم‌کاری سیم‌های مفتولی و قرار دادن

سرسیم‌ها زیرپیچ‌های ترمینال

۳-۲-۲ وسایل و مواد مورد نیاز:

۱- سیم با روکش پلاستیکی و با سطح مقطع

۱/۵ mm<sup>۲</sup> ۳ متر

۲- ترمینال ۸ خانه ۱ عدد

۳- سیم لخت‌کن ۱ عدد

۴- سیم‌چین ۱ عدد

۵- دم‌گرد ۱ عدد

۶- خط‌کش ۱ عدد

۷- پیچ‌گوشی ۱ عدد

۸- میزکار

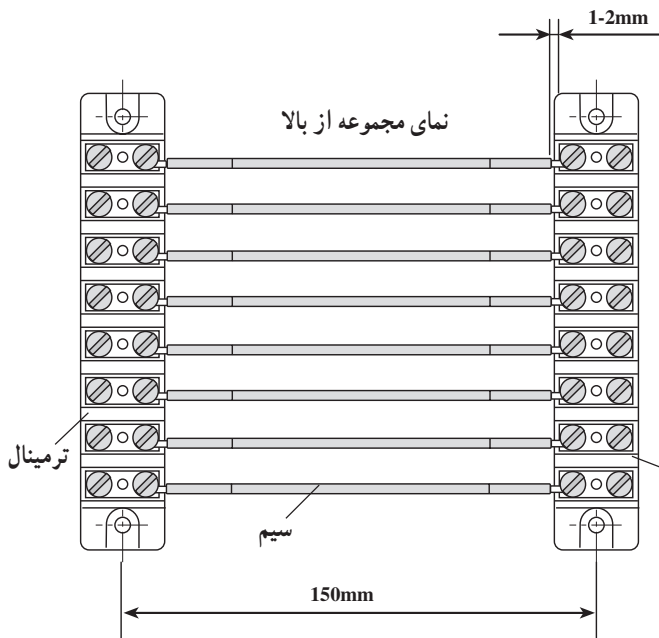
شکل ۳-۱۱ چند نمونه از ابزار کار این فصل را نشان

می‌دهد.

۳-۲-۳ نکات ایمنی:

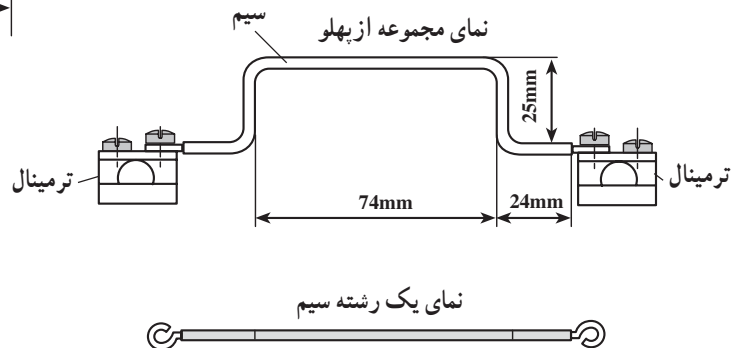
در فرم‌کاری سیم‌ها از وسایل مناسب استفاده نمایید و از به‌کار بردن وسایل کار به‌صورت جایگزین پرهیز کنید.

هرگز سیم‌های برقدار را فرم‌کاری نکنید.



#### ۴-۲-۳- مراحل کار:

- با توجه به شکل، یک قطعه سیم با روکش پلاستیکی و با سطح مقطع  $1/5 \text{ mm}^2$  را طوری انتخاب کنید که طول آن مجموع اندازه‌های داده شده، به علاوه‌ی اندازه‌ی قسمت سؤالی باشد.
- سیم‌ها را مطابق شکل خم کرده و پس از لخت کردن سرسیم‌ها را سؤالی کنید.
- سرسیم‌های سؤالی شده را زیر پیچ‌های ترمینال قرار ترمینال داده و پیچ‌ها را ببندید (شکل ۱۲-۳).



شکل ۱۲-۳

زمان: ۳ ساعت

#### ۳-۳- کار عملی (۷)

۱-۳-۳- هدف: فرم‌کاری سیم‌های افشان

۲-۳-۳- وسایل و مواد مورد نیاز:

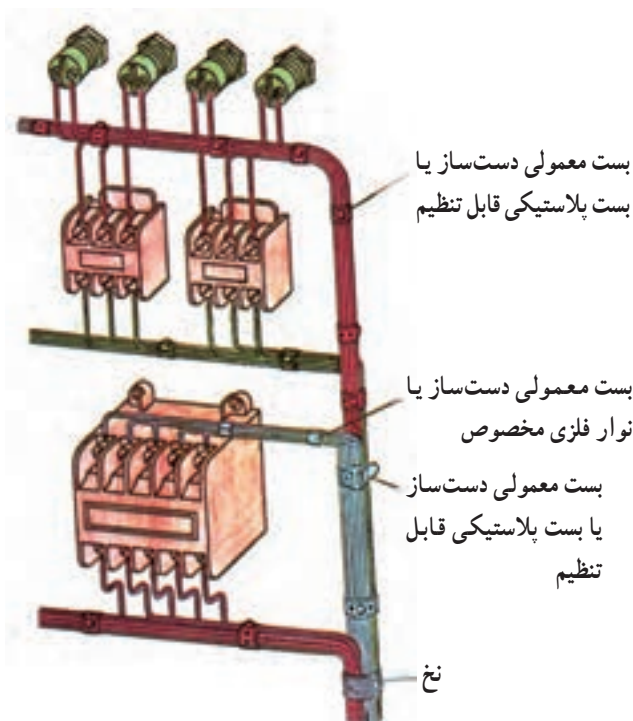
- |   |        |
|---|--------|
| ۱- سیم افشان با سطح مقطع $1/5 \text{ mm}^2$ | ۵ متر  |
| ۲- بست کمربندی پلاستیکی                     | ۱۵ عدد |
| ۳- نخ                                       | ۴ متر  |
| ۴- سیم چین                                  | ۱ عدد  |
| ۵- سیم لخت کن                               | ۱ عدد  |
| ۶- دم گرد                                   | ۱ عدد  |
| ۷- انبردست                                  | ۱ عدد  |

۳-۳-۳- نکات ایمنی:

نکات ایمنی ۳-۲-۳ عیناً رعایت گردد.

#### ۴-۳-۳- مراحل کار:

- مطابق شکل ۱۳-۳ سیم‌ها را فرم داده دسته کنید.
- با بست کمربندی نخ آن‌ها را ببندید.



شکل ۱۳-۳- فرم‌کاری سیم‌های افشان



### آزمون پایانی (۳)

- ۱- چرا سیم‌ها را در داخل تابلوها و مکان‌های نصب آن‌ها فرم می‌دهند؟
- ۲- چند نمونه از وسایل فرم‌کاری را نام ببرید.
- ۳- کدام وسیله برای بستن سیم‌ها به یکدیگر در داخل تابلو مورد استفاده قرار می‌گیرد؟  
الف - گیره‌ی کمکی      ب - بست کمربندی      ج - گیره‌ی موتتاژ      د - بست تسمه‌ای
- ۴- علت استفاده از سیم‌های رنگی در فرم‌کاری چیست؟
- ۵- اصول فرم‌کاری سیم‌های تک رشته‌ای را شرح دهید.

## واحد کار چهارم

### برش کاری و خم کاری انواع لوله ها

#### هدف کلی:

برش و خم کاری لوله های فولادی، خرطومی فلزی، PET و PVC

هدف های رفتاری: پس از پایان این واحد کار از فراگیر انتظار می رود که بتواند:

- ۱- انواع لوله های فولادی را نام ببرد.
- ۲- قسمت های مختلف لوله بر لوله فولادی را شرح دهد.
- ۳- انواع ابزارآلات مورد نیاز لوله کاری را نام ببرد.
- ۴- کاربرد هریک از ابزارهای لوله کاری را بیان کند.
- ۵- ابزارهای مختلف لوله کاری را به صورت عملی به کار ببرد.
- ۶- انواع اتصالات لوله فولادی را نام ببرد و مورد استفاده ی هریک را بیان کند.
- ۷- با استفاده از جداول، نوع و اندازه ی مناسب لوله را انتخاب کند.
- ۸- انواع جعبه تقسیم چدنی را نام برده و کاربرد هریک را بیان کند.
- ۹- انواع بست ها را نام ببرد.
- ۱۰- لوله های فولادی را برش دهد.
- ۱۱- لوله های فولادی را رزوه کند.
- ۱۲- لوله های فولادی را خم کند.
- ۱۳- اتصالات سربه سر انشعاب های لوله فولادی را انجام دهد.
- ۱۴- انواع لوله های خرطومی را نام ببرد و آن ها را از یکدیگر تشخیص دهد.
- ۱۵- موارد کاربرد لوله های خرطومی را بیان کند.
- ۱۶- با استفاده از جداول مشخصات لوله های خرطومی فلزی، لوله ی مناسب را انتخاب کند.
- ۱۷- لوله ی خرطومی فلزی را برش داده و اتصال دهد.
- ۱۸- علت استفاده از لوله های PVC در برق را بیان کند.

- ۱۹- موارد کاربرد و عدم کاربرد لوله‌های PET را بیان کند.
- ۲۰- با استفاده از جداول تعداد سیم‌های مجاز داخل لوله‌های PVC را مشخص کند.
- ۲۱- انواع وسایل و مواد مورد استفاده در کار با لوله‌های PVC را نام ببرد.
- ۲۲- با رعایت نکات ایمنی، برش، خم کاری و اتصال و نصب لوله‌های PVC را به صورت عملی انجام دهد.

ساعات آموزش 		
نظری	عملی	جمع
۵	۱۸	۲۳



## پیش آزمون (۴)

- ۱- طول لوله‌های فولادی معمولاً چند متر است؟  
الف - ۲ یا ۶ متر  
ب - ۵ تا ۸ متر  
ج - ۳ تا ۵ متر  
د - ۱۲ متر
- ۲- کدام یک از اندازه‌های زیر استاندارد لوله‌های میلی متری می‌باشد؟  
الف - ۱۶-۲۰-۲۵-۳۲  
ب - ۹-۱۱-۱۳/۵-۱۶-۲۹  
ج -  $\frac{5}{8}$  و  $\frac{3}{4}$  و ۱ و  $\frac{1}{4}$   
د - موارد الف و ب
- ۳- برای از بین بردن زائده‌های ایجاد شده در داخل لوله به هنگام برش آن، از چه وسیله‌ای باید استفاده کرد؟  
الف - برقو  
ب - حدیده  
ج - قلاویز  
د - اره
- ۴- برای ارتباط بین دو لوله از کدام وسیله استفاده می‌گردد؟  
الف - تبدیل  
ب - بوشن  
ج - زانو  
د - سه‌راه
- ۵- برای نگهداری وسیله‌ای که دارای وزن زیاد می‌باشد استفاده از کدام یک از موارد زیر مناسب‌تر است؟  
الف - رول بولت  
ب - رول پلاک  
ج - هر دو  
د - هیچ‌کدام
- ۶- برای عبور دادن سیم در جاهایی که ارتعاش وجود داشته باشد کدام لوله مناسب‌تر است؟  
الف - خرطومی پلاستیکی  
ب - فولادی  
ج - پولیکا  
د - خرطومی فلزی
- ۷- کاربرد لوله خرطومی فلزی بیش‌تر در کجا است؟  
الف - کارخانجات  
ب - اتصال الکتروموتورها در کارخانجات  
ج - منازل  
د - داخل تابلوهای برق
- ۸- از لوله‌ی Pg16 چند رشته سیم ۲/۵ را می‌توان عبور داد.  
الف - ۴  
ب - ۵  
ج - ۱  
د - ۱۲
- ۹- در مورد کاربرد لوله‌های PVC کدام یک از موارد زیر صحیح‌تر است.  
الف - نصب لوله در روی دیوار، کف و سقف ساختمان  
ب - نصب در عمق ۶۰ سانتی متری زمین  
ج - محل‌هایی که لوله در معرض عوامل خورنده باشد.  
د - هر سه مورد



۱۰- حداقل قطر لوله‌های PVC چند میلی‌متر است؟

الف - ۱۶                      ب - ۳۵

ج - ۲۵                      د - ۵۰

۱۱- چند مورد از لوازم و اتصالات لوله‌های PVC ذکر کنید.

۱۲- جهت خم کردن لوله‌های PVC چقدر حرارت لازم است؟

الف - بستگی به قطر آن‌ها دارد و متغیر است.

ب - بستگی به محل کاربرد دارد.

ج - بالاتر از ۱۰۰ درجه‌ی سانتی‌گراد

د - بستگی به قطر آن‌ها دارد و بین ۹۰ تا ۱۳۰ درجه‌ی سانتی‌گراد

۱۳- کدام یک از موارد زیر در کارگذاری لوله‌های PVC در داخل کانال خاکی صحیح است.

الف - در زیر لوله حداقل ۱۰ سانتی‌متر ماسه‌ریزی شود.

ب - عرض کف کانال حداقل ۳ برابر قطر لوله باشد.

ج - روی لوله حداقل ۳۰ سانتی‌متر ماسه ریخته شود.

د - تمام موارد

## ۴-۱- برش کاری، خم کاری، اتصال و نصب لوله‌های فولادی



شکل ۴-۱- انواع لوله‌های فولادی و متعلقات آن‌ها

### ۴-۱-۱- انواع لوله‌های فولادی : لوله‌های فولادی

در دو نوع سیاه و گالوانیزه و با طول‌های ۲ یا ۶ متر ساخته می‌شوند. لوله‌ی سیاه را در جاهای خشک و لوله‌ی گالوانیزه را در جاهای مرطوب به‌صورت روکار و توکار مورد استفاده قرار می‌دهند. کاربرد این لوله‌ها معمولاً در کارگاه‌ها، بیمارستان‌ها، پمپ‌بنزین‌ها و... است. مقاومت مکانیکی و قدرت ضربه‌پذیری از مزایای این لوله‌هاست.

لوله‌های فولادی سیاه و گالوانیزه در سه مقیاس متفاوت ساخته می‌شوند که عبارت‌اند از :

۱- لوله‌های Pg که در اندازه‌های ۹-۱۱-۱۳/۵-۱۶-

۲۱-۲۹-۳۶-۴۲ و ۴۸ ساخته می‌شوند.

۲- لوله‌های اینچی که در اندازه‌های  $\frac{5}{8}$ ،  $\frac{3}{4}$ ، ۱،  $1\frac{1}{4}$

اینچ ساخته می‌شوند.

۳- لوله‌های میلی‌متری که در اندازه‌های ۱۶-۲۰-۲۵ و

۳۲ میلی‌متر ساخته می‌شوند.

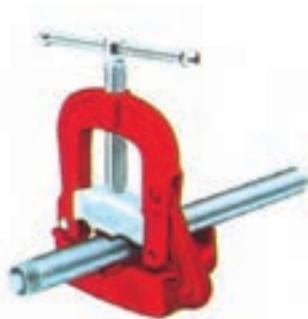
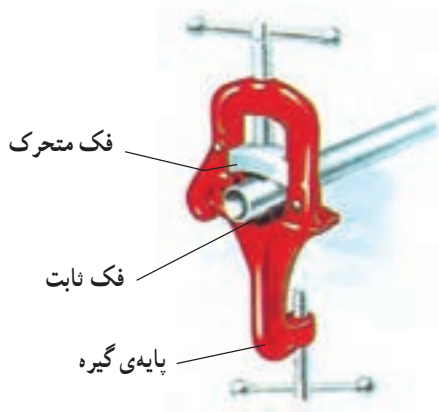
هر یک از لوله‌های قید شده‌ی فوق دارای حدیده و

اتصالات مخصوص به خود هستند. شکل ۴-۱ نمونه‌هایی از

لوله‌های فولادی سیاه و گالوانیزه و متعلقات آن‌ها را نشان می‌دهد.

۲-۱-۴- لوازم و تجهیزات لازم برای برش، خم کاری و نصب لوله‌های فولادی :

— گیره‌ی لوله : این گیره، دو فک ثابت و متحرک دارد که هر دو دارای انحنا و آج هستند. این گیره بر روی پایه یا میز، مستقر شده و مورد استفاده قرار می‌گیرد. لوله را در درون این گیره بسته و عملیات برش، سوهان کاری، حدیده کاری و برقوزنی را روی آن انجام می‌دهند.



الف — گیره‌ی لوله رومیزی

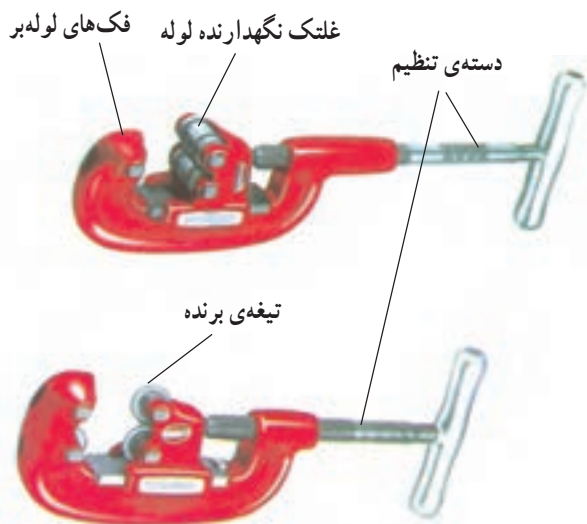
نوع دیگری از گیره‌ی لوله وجود دارد که به جای فک متحرک برای محکم کردن لوله از زنجیر استفاده می‌شود. در اغلب موارد گیره‌ی را بر روی سه پایه‌ای که امکان جمع شدن دارد، مستقر می‌کنند. در این صورت مجموعه را گیره‌ی لوله صحرایی می‌نامند.

شکل ۲-۴ نمونه‌هایی از گیره‌های لوله و گیره‌ی لوله صحرایی را نشان می‌دهد.

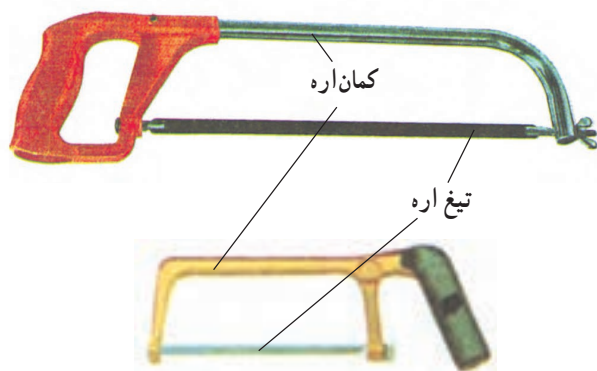


ب — گیره‌ی لوله صحرایی

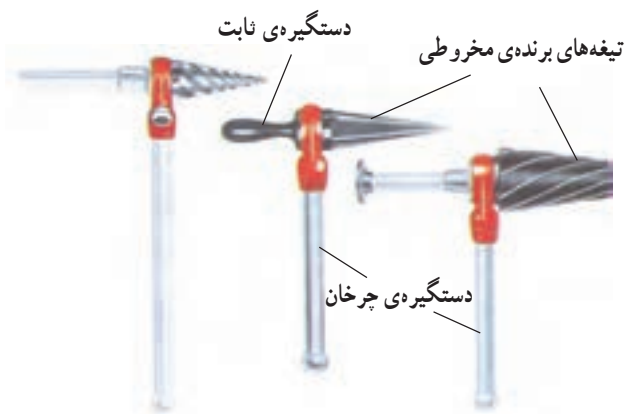
شکل ۲-۴ — چند نمونه گیره‌ی لوله



شکل ۴-۳- دو نمونه لوله‌بر دستی



شکل ۴-۴- دو نمونه کمان‌اره



شکل ۴-۵- چند نمونه برقو

— **لوله‌بر لوله فولادی:** لوله‌بر وسیله‌ای برای بریدن لوله است. لوله‌برها دارای یک یا چند تیغه‌ی فولادی دایره‌ای شکل هستند که درون فک‌های لوله‌بر تعبیه شده است. دهانه‌ی لوله‌بر برای اندازه‌های مختلف لوله، قابل تنظیم است. تنظیم دهانه به کمک دسته‌ی چرخانی که فک‌ها را باز و بسته می‌کند انجام می‌شود (شکل ۴-۳).

— **کمان‌اره:** در صورتی که لوله‌بر در دسترس نباشد می‌توان از کمان‌اره و انواع تیغه‌های آهن‌بر برای بریدن لوله استفاده کرد (شکل ۴-۴).

— **برقو:** برای از بین بردن زائده‌های به وجود آمده در اثر برش لوله از برقو استفاده می‌شود. برقو دارای تیغه‌ی مخروطی شکلی است که با چرخاندن آن در داخل لوله پلیسه‌ها برداشته می‌شوند. جهت نگهداشتن برقو در داخل لوله از دستگیره‌ی ثابت آن استفاده می‌شود (شکل ۴-۵).



#### — لوله خم کن لوله ی فولادی (دستی و هیدرولیکی):

برای خم کردن لوله های فولادی، از لوله خم کن استفاده می شود. لوله خم کن در دو نوع دستی و هیدرولیک ساخته می شود. لوله خم کن ها از دو جزء اصلی ثابت و متحرک تشکیل شده اند که یکی از اجزای آن نیم استوانه ای شیاردار و متناسب با قطر خارجی لوله ی مورد نظر است که این جزء شابلون نامیده می شود و با توجه به نوع دستگاه، می تواند ثابت یا متحرک باشد. شکل ۴-۶ انواع لوله خم کن دستی را همراه با دو نمونه شابلون متعلق به آن را نشان می دهد.



شابلون ها با توجه به قطر لوله روی خم کن نصب می شوند و به کمک آن ها خم لازم روی لوله ایجاد می شود.

شکل ۴-۶ — لوله خم کن دستی با دو نمونه شابلون مربوطه



در لوله خم کن های هیدرولیک نیروی لازم جهت خم کردن لوله ها به کمک سیستم هیدرولیکی نصب شده روی دستگاه حاصل شده و از صرف انرژی زیاد و خستگی کارگر جلوگیری به عمل می آید. شکل ۴-۷ دستگاه لوله خم کن هیدرولیکی را به همراه برخی متعلقات آن نشان می دهد.



شکل ۴-۷ — لوله خم کن هیدرولیکی به همراه چند نمونه شابلون مربوطه



شکل ۸-۴ - چند نمونه آچار لوله گیر



شکل ۹-۴ - طریقه‌ی باز و بسته کردن لوله به وسیله‌ی آچار لوله گیر



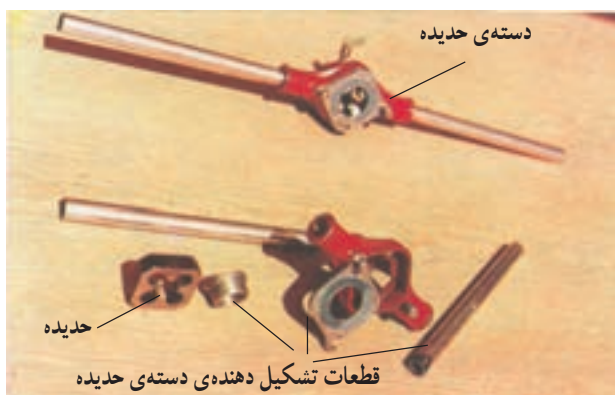
شکل ۱۰-۴ - دو نمونه آچار کلاغی

— **آچار لوله گیر:** برای باز و بسته کردن لوله‌ها، از آچار لوله گیر استفاده می‌کنند. این آچار از دو فک ثابت و متحرک تشکیل شده که فک ثابت به دسته و فک متحرک روی مهره تنظیم متصل به دسته نصب می‌شود. برای ایجاد اصطکاک لازم بین آچار و لوله، فک‌ها را به صورت آج‌دار می‌سازند. شکل ۸-۴ چند نمونه آچار لوله گیر را نشان می‌دهد.

برای استفاده از آچار لوله گیر لوله را را بین دو فک آچار قرار داده و با تنظیم دهانه آن را محکم بین دو فک نگه می‌دارند. برای باز و بست لوله، جهت حرکت دست باید مطابق شکل ۹-۴ باشد.

— **آچار کلاغی:** فک‌های این آچار شبیه انبردست معمولی است ولی بلند بودن دسته‌های آن باعث می‌شود تا نیروی بیشتری به کار وارد کند. علاوه بر این، این آچار قابل تنظیم نیز می‌باشد. شکل ۱۰-۴ دو نمونه آچار کلاغی را نشان می‌دهد. از این آچار معمولاً برای نگهداشتن لوله استفاده می‌شود.





الف — دستگاه حديد دستی



ب — دستگاه حديد هيدروليکی  
شکل ۴-۱۱ — حديدی لوله فولادی



شکل ۴-۱۲ — اتصالات لوله فولادی



شکل ۴-۱۳ — بوشن فلزی

— حديدی لوله فولادی (برق): برای ايجاد دندان بر روی لوله‌های فلزی از وسیله‌ای به نام حديد استفاده می‌شود. حديد‌ها با توجه به نوع لوله (برق) متفاوت هستند. برای لوله‌های برق از حديدی مخصوص لوله‌ی برق استفاده می‌شود (شکل ۴-۱۱). الف). این حديد که روی دسته‌ای نصب می‌شود قابل تنظيم نیست لذا باید برای هر لوله از حديدی با قطر مخصوص همان لوله استفاده کرد.

برای راحتی کار حديد‌های هيدروليکی نیز ساخته شده‌اند. این حديد‌ها معمولاً قابل تنظيم بوده و نیروی لازم جهت حديد کردن توسط سیستم هيدروليکی تامین می‌شود (شکل ۴-۱۱ ب).

۳-۱-۴ — لوازم اتصالات لوله فولادی: برای اتصال، انشعاب و ايجاد خم در لوله‌ها، از اتصالات خاصی استفاده می‌شود. مهم‌ترین این اتصالات بوشن، زانو، سه‌راه و چهارراه هستند. هر کدام از این اتصالات، برای منظور خاصی استفاده می‌شوند. با توجه به نوع لوله و قطر آن از اتصالات هم‌جنس و هم قطر استفاده می‌شود (شکل ۴-۱۲). حال به معرفی و بررسی اتصالات فوق می‌پردازیم.

— بوشن: برای ارتباط بین دو لوله و اتصال آن‌ها، از بوشن استفاده می‌شود. شکل ۴-۱۳ نمونه‌ای از بوشن فلزی را نشان می‌دهد.





شکل ۴-۱۴- تبدیل



شکل ۴-۱۵- زانویی

— **تبدیل:** اگر بخواهند از یک جعبه تقسیم سه یا چهارراهه که تمام سوراخ‌های آن یک اندازه است، لوله‌ای با قطر کم‌تر یا بیش‌تر انشعاب بگیرند، از تبدیل استفاده می‌کنند. شکل ۴-۱۴ نمونه‌ای از تبدیل را نشان می‌دهد.

— **زانو:** گاهی اوقات خم کردن لوله به وسیله‌ی لوله خم کن با توجه به موقعیت کار امکان پذیر نیست. بدین لحاظ از خم‌های آماده استفاده می‌شود. استفاده از این نوع خم‌ها، سرعت کار را بیش‌تر می‌کند. شکل ۴-۱۵ یک نمونه خم آماده را نشان می‌دهد. دو سر هر یک از خم‌ها برای اتصال به لوله‌های دیگر رزوه شده است.



سدراهی



دوراهی



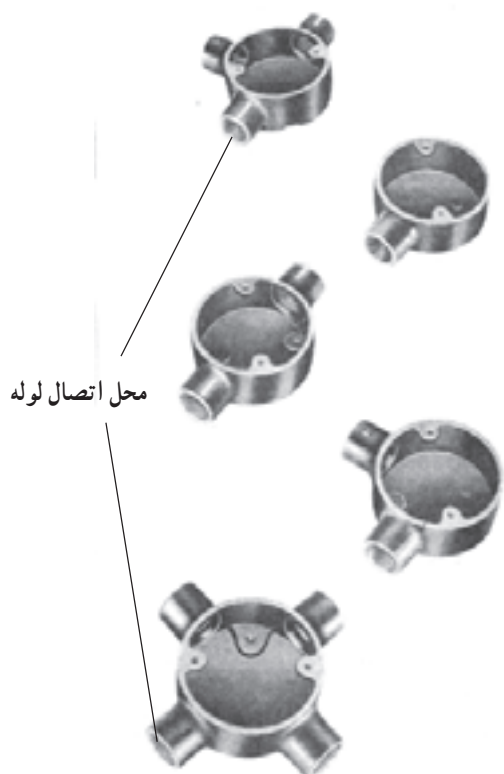
زانویی

— **اتصالات دردار:** در مسیرهایی که طول لوله کاری زیاد و یا بیش از دو خم در مسیر باشد (بیش از دو خم در یک مسیر عبور فنر را مشکل و یا غیرممکن می‌کند). و نیز در گرفتن انشعاب، از دو راهی، سدراهی و زانویی دردار استفاده می‌شود. باید توجه داشت که در این اتصالات به دلیل کمی حجم محفظه، عمل انشعاب گرفتن از سیم‌ها مجاز نبوده و فقط از آن‌ها به عنوان هدایت بهتر فنر و سهولت کار سیم‌کشی استفاده می‌شود. شکل ۴-۱۶ نمونه‌هایی از این اتصالات را نشان می‌دهد.

شکل ۴-۱۶- اتصالات دردار

— جعبه تقسیم‌های گرد: برای ارتباط لوله‌ها به یکدیگر

و نیز گرفتن انشعاب از سیم‌ها، جعبه تقسیم‌های مختلفی به کار می‌رود که یکی از انواع آن جعبه‌های گرد است. این جعبه‌ها، از یک تا چهارراه در اندازه‌ها و جنس‌های متفاوت ساخته می‌شوند. شکل ۴-۱۷ نمونه‌هایی از جعبه تقسیم‌های گرد مربوط به لوله‌های فولادی را نشان می‌دهد.



محل اتصال لوله

شکل ۴-۱۷ — جعبه تقسیم‌های گرد

— جعبه تقسیم‌های چهارگوش: چون جعبه تقسیم‌های

گرد حداکثر چهارراه هستند، لذا در مسیری که تعداد لوله‌ها بیش‌تر باشد، از این جعبه تقسیم استفاده می‌شود. سوراخ‌های این جعبه‌ها دارای رزوه نبوده و برای اتصال لوله به آن‌ها باید از بوشن و بوش یرنجی استفاده کرد. شکل ۴-۱۸ دو نمونه جعبه تقسیم چهارگوش را نشان می‌دهد.

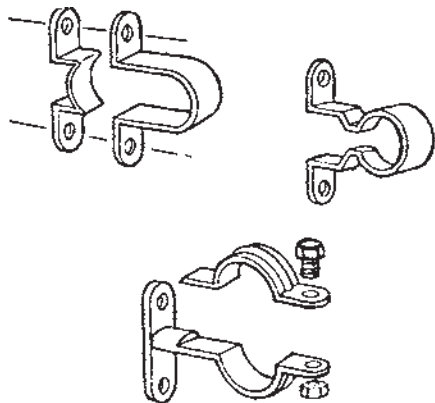


الف — چهارگوش مستطیلی



شکل ۴-۱۸ — دو نمونه جعبه تقسیم چهارگوش

ب — چهارگوش مربعی



شکل ۱۹-۴- نمونه‌ای از بست‌های فلزی

### — انواع بست‌های فلزی (فولادی): برای نصب لوله‌ها

در لوله‌کاری روکار، از بست‌های مخصوصی استفاده می‌شود که معمولاً از جنس فلز یا PVC هستند. برای نصب لوله‌های فولادی لزوماً از بست‌های فولادی استفاده می‌شود. برای نصب لوله‌های فولادی، ابتدا مسیر موردنظر را با خط مشخص کرده و سپس محل تقریبی قرارگرفتن بست‌های فلزی را مشخص می‌کنیم. سپس اقدام به نصب بست‌ها در فواصل مساوی توسط رول‌پلاک و پیچ می‌نماییم. در پایان لوله‌های فولادی را در داخل آن قرار داده و محکم می‌کنیم. بست‌ها با توجه به جنس، نوع و قطر لوله‌ای که باید در آن قرار گیرد متفاوت هستند که نمونه‌هایی از آن‌ها در شکل ۱۹-۴ نشان داده شده است. فاصله‌ی بین بست‌ها، بسته به شرایط لوله‌کاری و اندازه‌ی لوله‌ها، تعیین می‌شود.

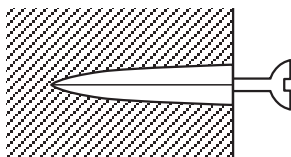


الف - پلاستیکی



ب - سربی

دیوار

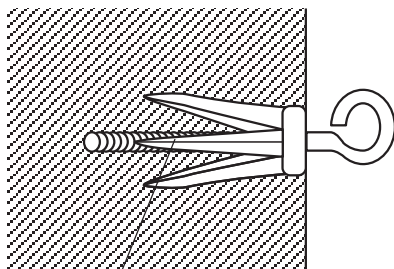


پیچ قبل از سفت کردن آن

ج - رول‌پلاک داخل کار

شکل ۲۰-۴- چند نمونه رول‌پلاک

دیوار یا سقف



رول بولت داخل کار



شکل ۲۱-۴- رول بولت

### — رول‌پلاک و رول‌بولت: رول‌پلاک یک زائیده‌ی

پلاستیکی یا چوبی است که پس از سوراخ کردن دیوار، آن را درون سوراخ قرار داده و سپس توسط پیچ خودکار، وسیله را به آن می‌بندند. به این ترتیب پیچ کاملاً محکم شده و به آسانی از دیوار خارج نمی‌شود. شکل ۲۰-۴ نمونه‌هایی از رول‌پلاک‌ها را نشان می‌دهد.

اگر وسیله‌ای وزن زیاد داشته باشد، برای نگهداشتن آن از

رول بولت استفاده می‌شود. رول بولت تقریباً مشابه رول‌پلاک است، با این تفاوت که جنس آن فلزی و دو یا چهار تکه است که توسط فنر دایره‌ای در کنار هم نگه داشته می‌شوند. پیچ به کار رفته در آن به مهره‌ای که در انتهای رول بولت قرار دارد، متصل است. با محکم کردن پیچ، مهره به سمت ابتدای رول بولت حرکت کرده و سبب باز شدن دو یا چهار تکه رول بولت در داخل دیوار و محکم شدن آن می‌شود. شکل ۲۱-۴ رول بولت را نشان می‌دهد.

#### ۴-۱-۴ جداول مربوط به انواع لوله‌های فولادی

جهت تعیین اندازه لوله : جداولی که در این صفحات آمده، راهنمایی برای کاربرد لوله‌های فولادی مختلف در برق می‌باشد. با استفاده از این جدول‌ها می‌توان با توجه به تعداد سیم‌های مجاز برای عبور از داخل لوله اندازه لوله مورد نیاز را تعیین کرد.

جدول ۴-۱ گنجایش سیم‌ها در لوله‌های فولادی Pg را

نشان می‌دهد.

مثال: از لوله Pg ۱۱ نمی‌توان برای عبور سیم با سطح

مقطع ۱۰ میلی‌متر مربع استفاده کرد. از لوله Pg ۱۳/۵ حداکثر ۲ رشته و از لوله Pg ۲۹ حداکثر ۶ رشته سیم ۱۰ میلی‌متر مربع می‌توان عبور داد.

جدول ۴-۲ گنجایش سیم‌ها در لوله‌های فولادی اینچی

را نشان می‌دهد.

جدول ۴-۱ گنجایش سیم‌ها در لوله‌های فولادی Pg

تعداد سیم‌ها در یک لوله‌ی فولادی					سطح مقطع سیم به میلی‌متر مربع
۶	۵	۴	۳	۲	
۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱/۵
۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۱۱	۲/۵
۱۶	۱۳/۵	۱۱	۱۱	۱۱	۴
۲۱	۱۶	۱۳/۵	۱۱	۱۱	۶
۲۹	۲۱	۲۱	۱۶	۱۳/۵	۱۰
۲۹	۲۹	۲۱	۲۱	۲۱	۱۶
۳۶	۳۶	۲۹	۲۹	۲۱	۲۵
۴۲	۴۲	۳۶	۳۶	۲۹	۵۰

جدول ۴-۲ گنجایش سیم‌ها درون لوله‌های فولادی اینچی

اندازه‌ی اسمی لوله‌های اینچی						سطح مقطع سیم به میلی‌متر مربع
۱/۴ اینچ	۱ اینچ	۳/۴ اینچ		۵/۸ اینچ		
جداره ضخیم	جداره ضخیم	جداره ضخیم	جداره نازک	جداره ضخیم	جداره نازک	
۳۵	۲۱	۱۰	۱۲	۷	۸	۱
۳۱	۱۸	۹	۱۰	۶	۷	۱/۵
۲۴	۱۴	۸	۸	۵	۶	۲/۵
۱۶	۹	۴	۵	۳	۳	۴
۱۲	۷	۳	۴	۲	۳	۶
۷	۴	۲	۳	—	—	۱۰
۵	۳	—	۲	—	—	۱۶
۳	۲	—	—	—	—	۲۵
۲	—	—	—	—	—	۳۵
۲	—	—	—	—	—	۵۰

رشته سیم و از لوله‌ی ۱" و ۱/۴" که هر دو به‌صورت جداره

ضخیم ساخته می‌شوند، به‌ترتیب چهار و هفت رشته سیم ۱۰ mm<sup>۲</sup> می‌توان عبور داد.

مثال: برای عبور سیم نمره ۱۰ میلی‌متر مربع نمی‌توان از

لوله‌ی ۵/۸" جداره نازک و ضخیم استفاده کرد. از لوله‌ی ۳/۴"

جداره نازک، سه رشته سیم و از لوله‌ی ۳/۴" جداره ضخیم، دو

جدول ۳-۴- گنجایش سیم ها درون لوله های فولادی میلی متری

اندازه ی اسمی لوله های میلی متری								
۳۲ میلی متر		۲۵ میلی متر		۲۰ میلی متر		۱۶ میلی متر		سطح مقطع سیم
جداره ضخیم	جداره نازک	جداره ضخیم	جداره نازک	جداره ضخیم	جداره نازک	جداره ضخیم	جداره نازک	به میلی متر مربع
۳۵	۳۸	۱۹	۲۲	۱۲	۱۳	۷	۸	۱
۳۱	۳۳	۱۷	۱۹	۱۰	۱۲	۶	۷	۱/۵
۲۴	۲۶	۱۳	۱۵	۸	۹	۴	۵	۲/۵
۱۶	۱۷	۹	۱۰	۵	۶	۳	۳	۴
۱۲	۱۳	۷	۷	۴	۵	۲	۳	۶
۷	۸	۴	۴	۲	۳	—	—	۱۰
۵	۶	۳	۳	—	۲	—	—	۱۶
۳	۴	۲	۲	—	—	—	—	۲۵
۲	۳	—	—	—	—	—	—	۳۵
۲	۲	—	—	—	—	—	—	۵۰

چهار رشته سیم، از لوله ی ۳۲ میلی متر جداره نازک هشت رشته سیم و از لوله ی ۳۲ میلی متر جداره ضخیم، هفت رشته سیم  $10\text{mm}^2$  می توان عبور داد.

مثال: از لوله ی ۱۶ میلی متر جداره نازک و ضخیم نمی توان سیم ۱۰ میلی متر مربع عبور داد، از لوله ی ۲۰ میلی متر جداره نازک سه رشته سیم، از لوله ی ۲۰ میلی متر جداره ضخیم دو رشته سیم، از لوله ی ۲۵ میلی متر جداره نازک و جداره ضخیم



الف — بریدن لوله توسط اره

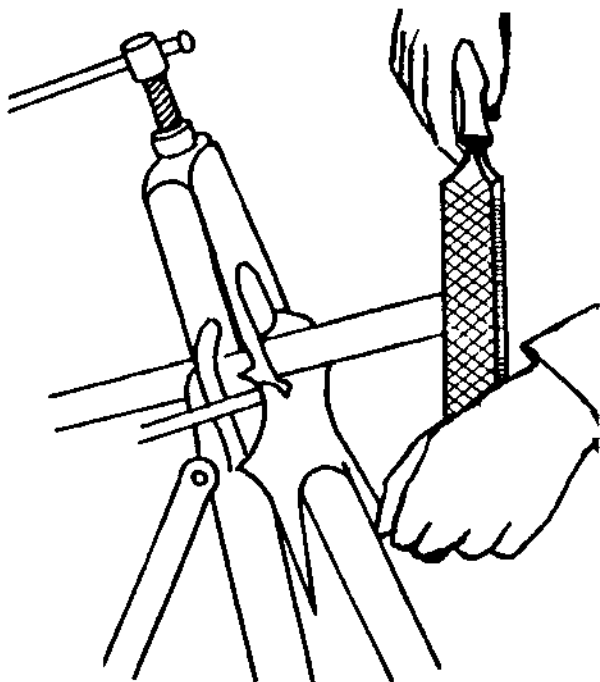
#### ۵-۱-۴- برش، خم کاری، اتصالات و نصب

##### لوله های فولادی:

— برش لوله های برق (لوله های فولادی): برای بریدن

لوله، ابتدا محل موردنظر را روی لوله، با مداد یا کمان ارّه، علامت گذاری کرده سپس لوله را توسط گیره ی لوله محکم کنید. حال با لوله بُر یا کمان ارّه لوله را ببرید. اگر از لوله بُر استفاده کنید، محل بریده شده لبه هایی به بیرون و داخل پیدا می کند. برای رفع این عیب لبه ی داخلی را با برقو و یا سوهان گرد و لبه ی بیرونی را با سوهان تخت بتراشید؛ اما اگر از ارّه ی آهن بر استفاده کرده اید باید دقت کنید که ارّه کاری صحیح صورت پذیرد و سطح برش عمود بر طول لوله باشد. پس از بُرش توسط برقو یا سوهان

گرد می‌توان پلیسه‌های حاصل از محل برش را از بین بُرد. شکل ۲۲-۴ نحوه‌ی برش و پلیسه‌برداری از لوله‌های فولادی را نشان می‌دهد.



ب — پلیسه‌برداری لبه خارجی لوله توسط سوهان



ج — پلیسه‌برداری داخل لوله توسط برقو

شکل ۲۲-۴ — مراحل برش‌کاری لوله‌های فولادی برق



### — رزوه کردن لوله‌های فولادی: با توجه به این که

لوله‌های فولادی دارای طول مشخصی هستند، هنگام لوله‌کشی در مسافت‌های طولانی باید چند شاخه لوله را به یکدیگر متصل کرد. گاهی اوقات نیز لازم است از لوله‌ای کوتاه‌تر از طول یک شاخه استفاده شود به هر صورت لازم است.

لوله‌ها را به یکدیگر و یا به جعبه تقسیم متصل و یا به سر لوله‌ها زانو وصل کرد. در این صورت اتصالات لوله‌ها از طریق رزوه کردن سر لوله‌ها انجام می‌شود.

برای رزوه کردن لوله‌ها، ابتدا لوله را طوری به گیره ببندید که سر لوله حدود ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر از لبه‌ی گیره فاصله داشته باشد. (کم‌تر از ۱۰ سانتی‌متر باعث سختی انجام کار و بیش‌تر از ۱۵ سانتی‌متر باعث شکستن دندانه‌های حدیده و لوله می‌شود.) دقت کنید که سر لوله کاملاً تمیز و فاقد پلیسه و لبه‌ی بیرونی آن کمی پخ‌دار باشد. آن‌گاه دستگاه حدیده را بر لوله سوار کرده و با فشار و چرخش دسته‌ی حدیده، در جهت عقربه‌های ساعت شروع به حدیده‌کاری کنید. در حین کار حتماً باید با روغندان بر روی لوله (محل دندانه‌سازی) عمل روغن‌کاری انجام شود. پس از این‌که دستگاه حدیده یک یا دو دور چرخید، آن را نیم دور برعکس بچرخانید تا براده‌های حاصل جدا و خارج شوند. این عمل را تا زمانی که ۳ تا ۴ دندانه‌ی لوله از حدیده بیرون آید، ادامه دهید.

پس از اتمام دندانه‌سازی، حدیده را در جهت عکس حرکت عقربه‌های ساعت چرخانده و دستگاه را خارج کنید. حال با دسته‌ی حدیده ضربه‌ای به لوله بزنید تا براده‌ها خارج شوند. شکل ۲۳-۴ مراحل مختلف حدیده‌کاری را نشان می‌دهد.



(الف)



(ب)



(ج)

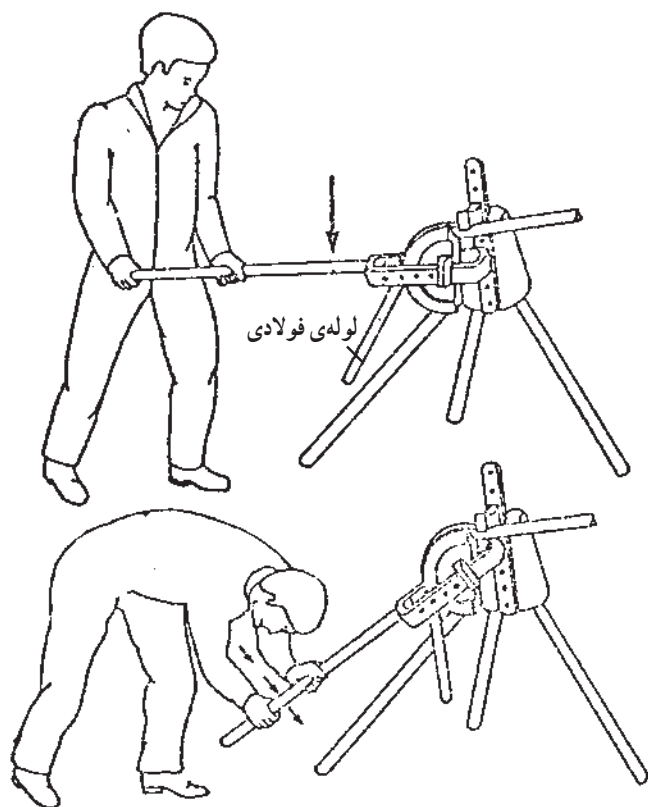
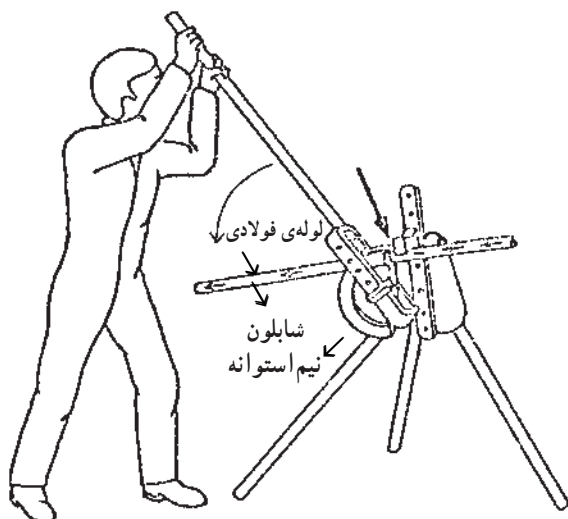
شکل ۲۳-۴ — مراحل مختلف رزوه کردن لوله‌ی فولادی

## ۴-۲-۱ خم کردن لوله‌های فولادی: برای خم کردن لوله‌ی

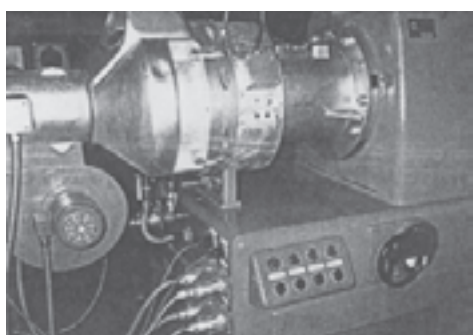
فولادی، ابتدا شابلون نیم قوس (نیم استوانه) دستگاه خم‌کن، متناسب با قطر لوله، انتخاب و در جای مناسب قرار می‌گیرد. سپس تکیه‌گاه لوله متناسب با قطر لوله تنظیم می‌شود. پس از آماده کردن خم‌کن لوله مطابق شکل ۴-۲۴ داخل دستگاه قرار می‌گیرد.

بای خود را مطابق شکل قرار داده و با دست اهرم خم‌کن را می‌گیریم و آن را با نیروی یکنواختی به طرف پایین می‌کشیم تا لوله به اندازه‌ی زاویه‌ی موردنیاز خم شود، پس از خم شدن لوله، اهرم را بالا برده و لوله را خارج می‌کنیم.

باید توجه داشت که هر دستگاه خم‌کن، دارای چند نیم قوس (نیم استوانه) با شیارها و قوس‌هایی متناسب با قطر لوله‌های مختلف است. معمولاً شعاع انحنای لوله را ده برابر قطر لوله انتخاب می‌کنند. برای خم کردن لوله‌های با قطر زیاد (معمولاً بیش از ۱۱ اینچ) از خم‌کن‌های هیدرولیکی استفاده می‌شود.



شکل ۴-۲۴- مراحل خم کردن لوله‌ی فولادی



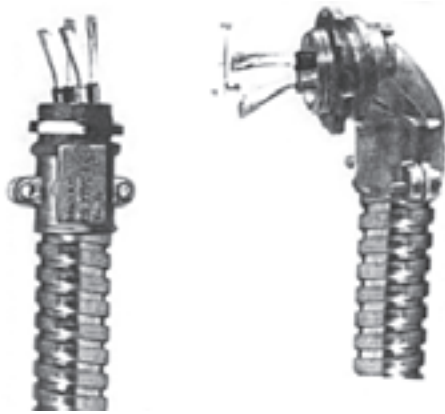
شکل ۴-۲۵- اتصال لوله خرطومی به موتور الکتریکی

## ۴-۲ لوله‌های خرطومی زره‌دار فلزی

### ۴-۲-۱ لوله‌های خرطومی فلزی و بوشن اتصال:

لوله‌های خرطومی فلزی قابل انعطاف‌اند و در مواردی که لوله‌های برق از درز انبساط ساختمان عبور می‌کنند و همچنین برای اتصال برق به موتورهای ماشین‌آلاتی که ایجاد لرزش می‌کنند می‌توان از آن‌ها استفاده نمود (شکل ۴-۲۵).





شکل ۴-۲۶- بوشن اتصال لوله‌های خرطومی به تقسیم یا لوله‌ی فولادی

باید داخل لوله‌های فولادی قابل انعطاف دارای پوششی از لاستیک و یا مواد مشابه باشد. برای اتصال لوله‌ی خرطومی به جعبه تقسیم یا لوله‌های فولادی از بوشن مخصوص استفاده می‌شود (شکل ۴-۲۶).

## ۴-۲-۲- برش و اتصال لوله‌های خرطومی زره‌دار

فلزی: بریدن لوله‌های خرطومی زره‌دار فلزی توسط تیغ اهره انجام می‌شود. عمل بریدن بایستی با دقت کامل انجام شود. زیرا اندکی بی‌دقتی سبب شکستن تیغ اهره و آسیب دیدن دست می‌گردد.

در صورتی که از گیره استفاده شود باید دقت کرد که لوله

دو پهن نشود.

۲- اتصال لوله‌ی خرطومی زره‌دار به جعبه‌ی اتصال توسط

پیچ و مهره‌های روی جعبه انجام می‌شود.

## ۴-۲-۳- جدول مشخصات لوله‌های خرطومی فلزی

جهت تعیین تعداد سیم‌های مجاز داخل لوله: انتخاب حداکثر تعداد مجاز هادی‌های روشنایی و پریز داخل لوله‌های فولادی عایق‌دار، بدون عایق برحسب سطح مقطع هادی‌ها و قطر داخلی لوله‌ها صورت می‌گیرد (جدول ۴-۴).

جدول ۴-۴- جدول مشخصات لوله‌های خرطومی فلزی

تعداد هادی			۲			۳			۴			۵			۶		
سطح مقطع هادی (میلی مترمربع)			فلزادی عایق‌دار	فلزادی بدون عایق	شماره‌ی لوله	فلزادی عایق‌دار	فلزادی بدون عایق	شماره‌ی لوله	فلزادی عایق‌دار	فلزادی بدون عایق	شماره‌ی لوله	فلزادی عایق‌دار	فلزادی بدون عایق	شماره‌ی لوله	فلزادی عایق‌دار	فلزادی بدون عایق	شماره‌ی لوله
			قطر	قطر	Pg	قطر	قطر	Pg	قطر	قطر	Pg	قطر	قطر	Pg	قطر	قطر	Pg
۱ (e) و (m)			۱۶	۱۶/۴	۱۱	۱۶	۱۶/۴	۱۱	۱۶	۱۶/۴	۱۱	۱۶	۱۶/۴	۱۱	۱۶	۱۱/۶	Pg ۱۱
۱/۵ (e) و (m)			۱۶	۱۶/۴	۱۱	۱۶	۱۶/۴	۱۱	۱۶	۱۶/۴	۱۱	۱۶	۱۶/۴	۱۱	۲۱	۱۸	Pg ۱۳/۵
۲/۵ (e) و (m)			۱۶	۱۶/۴	۱۱	۱۶	۱۶/۴	۱۱	۲۱	۱۸	Pg ۱۳/۵	۲۱	۱۸	Pg ۱۳/۵	۲۱	۱۹/۹	Pg ۱۶
۴ (e) و (m)			۱۶	۱۶/۴	۱۱	۲۱	۱۸	Pg ۱۳/۵	۲۱	۱۹/۹	Pg ۱۶	۲۹	۲۵/۵	Pg ۲۱	۲۹	۲۵/۵	Pg ۲۱
۶ (e) و (m)			۱۶	۱۸	Pg ۱۳/۵	۲۱	۱۹/۹	Pg ۱۶	۲۱	۲۵/۵	Pg ۲۱	۲۹	۲۵/۵	Pg ۲۱	۲۹	۳۴/۲	Pg ۲۹
۱۰ (e) و (m)			۲۱	۱۹/۹	Pg ۱۶	۲۹	۲۵/۵	Pg ۲۱	۲۹	۳۴/۲	Pg ۲۹	۳۶	۳۴/۲	Pg ۲۹	۳۶	۳۴/۲	Pg ۲۹
۶ (e)			۲۹	۲۵/۵	Pg ۲۱	۲۹	۳۴/۲	Pg ۲۹	۳۶	۳۴/۲	Pg ۲۹	۳۶	۴۴	Pg ۳۶	۴۲	۴۴	Pg ۳۶
۱۶ (m)			۲۹	۲۵/۵	Pg ۲۱	۲۹	۳۴/۲	Pg ۲۹	۳۶	۴۴	Pg ۳۶	۴۲	۴۴	Pg ۳۶	۴۲	۴۴	Pg ۳۶
۲۵ (e)			۲۹	۳۴/۲	Pg ۲۹	۳۶	۴۴	Pg ۳۶	۴۲	۴۴	Pg ۳۶	۴۲	۵۱	Pg ۴۲	۴۸	۵۱	Pg ۴۲
۲۵ (m)			۲۹	۳۴/۲	Pg ۲۹	۳۶	۴۴	Pg ۳۶	۴۲	۴۴	Pg ۳۶	۴۲	۵۱	Pg ۴۲	۴۸	۵۱	Pg ۴۲
۳۵ (m)			۳۶	۳۴/۲	Pg ۲۹	۴۲	۴۴	Pg ۳۶	۴۲	۴۴	Pg ۳۶	۴۲	۵۱	Pg ۴۲	۴۸	۵۵/۵	Pg ۴۸
۵۱ (m)			۴۲	۴۴	Pg ۳۶	۴۸	۵۱	Pg ۴۲	۴۲	۵۵/۵	Pg ۴۸	۴۸	۵۵/۵	Pg ۴۸	۴۸	۵۵/۵	Pg ۴۸
۶۰ (m)			۴۸	۴۴	Pg ۳۶	۴۸	۵۱	Pg ۴۲	۴۲	۵۵/۵	Pg ۴۸	۴۸	۵۵/۵	Pg ۴۸	۴۸	۵۵/۵	Pg ۴۸
۹۵ (m)			—	۵۱	Pg ۴۲	—	۵۵/۸	Pg ۴۸	۴۸	۵۵/۸	Pg ۴۸	—	—	Pg ۴۸	—	—	Pg ۴۸
۱۲۰ (m)			—	۵۵/۸	Pg ۴۸	—	—	Pg ۴۸	—	—	Pg ۴۸	—	—	Pg ۴۸	—	—	Pg ۴۸
۱۵۰ (m)			—	۵۵/۸	Pg ۴۸	—	—	Pg ۴۸	—	—	Pg ۴۸	—	—	Pg ۴۸	—	—	Pg ۴۸

### ۴-۳- کار عملی (۸)

زمان: ۱۲ ساعت

۴-۳-۱- هدف: برش، خم کاری، اتصالات و نصب

لوله‌های فولادی

۴-۳-۲- وسایل مورد نیاز:

- ۱- لوله فولادی Pg ۱۳/۵ به مقدار نیاز
- ۲- بست ریل دار لوله فولادی ۱۳/۵ به تعداد نیاز
- ۳- بست لوله فولادی ۱۳/۵ به تعداد نیاز
- ۴- چراغ تونلی روکار ۱ عدد
- ۵- کلید یک پل روکار بارانی ۱ عدد
- ۶- پرز سه فاز روکار بارانی ۱ عدد
- ۷- کلید سه فاز روکار بارانی ۱ عدد
- ۸- الکتروموتور ۱ عدد
- ۹- لوله خرطومی ۱۳/۵ به طول ۸۰۰ میلی متر
- ۱۰- زانوی فلزی ۱۳/۵ ۴ عدد
- ۱۱- گیره صحرائی ۱ دستگاه
- ۱۲- آچار لوله گیر ۱ عدد
- ۱۳- زانوی خم شده آماده ۱ عدد
- ۱۴- جعبه تقسیم چدنی روکار گرد ۱ عدد
- ۱۵- لوله خم کن لوله فولادی با پارچه ۱۳/۵ ۱ دستگاه
- ۱۶- تیغه ارّه ی آهن بُر ۱ عدد
- ۱۷- لوله بر لوله فولادی ۱ عدد
- ۱۸- بُرقو ۱ عدد
- ۱۹- حدیده با پارچه ۱۳/۵ ۱ عدد
- ۲۰- خط کش و متر فلزی از هر کدام ۱ عدد
- ۲۱- پیچ گوشتی یک دست با نمره های مختلف
- ۲۲- دریل و مته الماسه
- ۲۳- رول پلاک
- ۲۴- پیچ چوب یا پیچ خودرو
- ۲۵- پیچ و رول پلاک جهت نصب الکتروموتور
- ۲۶- آچار فرانسه
- ۴-۳-۳- نکات ایمنی:



شکل ۴-۲۷- چند نمونه ابزار کار

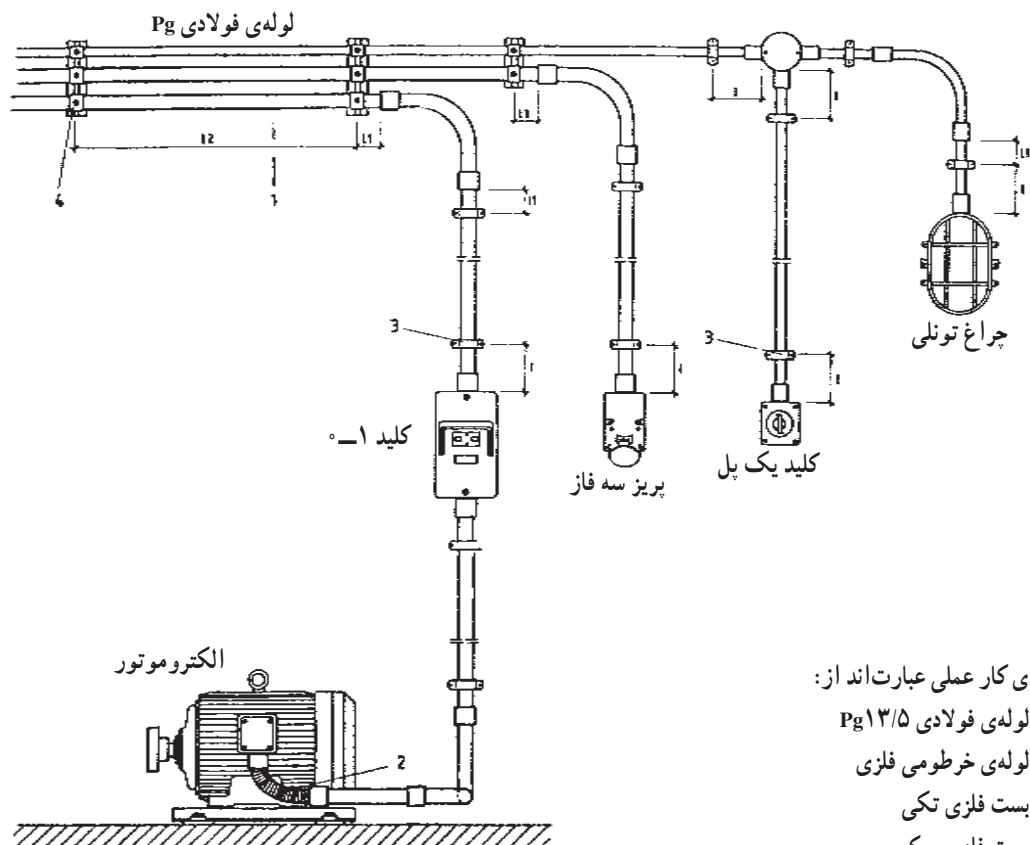
– برای برش لوله های فولادی لوله بر مناسب با قطر لوله انتخاب نمایید.

– در صورت استفاده از کماناره برای برش لوله‌ی فولادی اصول صحیح برش لوله با کماناره را رعایت کنید.  
– در انتخاب رول پلاک و رول بولت توجه داشته باشید که سنگینی اعمال شده را بتواند تحمل کند.  
– هرگز بیش از ظرفیت مجاز از لوله‌ی فولادی سیم عبور ندهید.

#### ۴-۳-۴- مراحل کار:

– لوله‌ی فولادی Pg۱۳/۵ را مطابق اندازه‌های داده شده در شکل ۴-۲۸ و در مواردی که اندازه داده نشده، در اندازه‌ی مناسب ببرید.  
– لوله‌هایی را که به چراغ و پریز سه فاز وصل می‌شوند خم کاری کنید.

– لوله‌ای را که به الکتروموتور منتهی می‌شود با خم  $90^\circ$  و زانوی  $90^\circ$  اتصال دهید. برای این کار لوله‌ها را حدیده کنید.  
– لوله‌ها را مطابق شکل ۴-۲۸ به جعبه تقسیم، چراغ تونلی، کلید یک پل و پریز سه فاز اتصال داده و توسط بست‌های فولادی روی دیوار نصب کنید.  
– لوله‌ی فولادی را با لوله‌ی خرطومی فلزی به الکتروموتور ارتباط دهید.



اجزای کار عملی عبارت‌اند از:

- ۱- لوله‌ی فولادی Pg۱۳/۵
- ۲- لوله‌ی خرطومی فلزی
- ۳- بست فلزی تکی
- ۴- بست فلزی مرکب

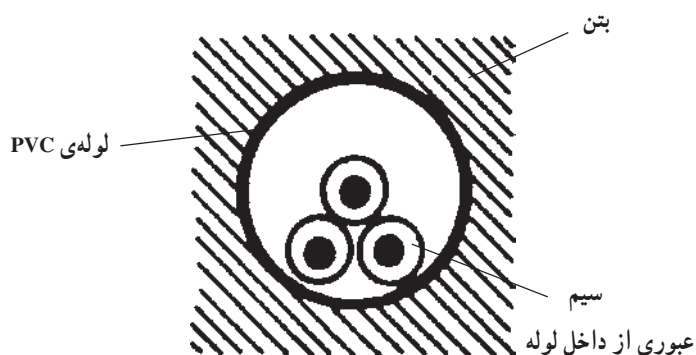
$$\begin{aligned}
 18^\circ \text{mm} = L & \text{ برای لوله مستقیم } 10^\circ \text{mm} \\
 5^\circ \text{mm} = L1 \\
 80^\circ - 110^\circ \text{mm} = L2
 \end{aligned}$$

شکل ۴-۲۸

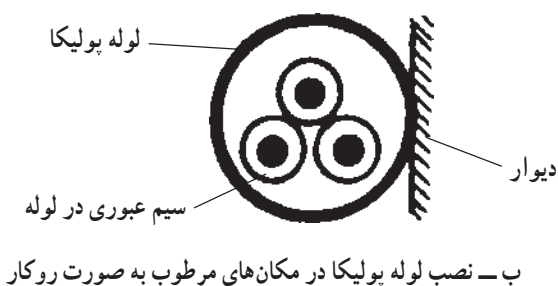


شکل ۴-۲۹- انواع لوله و اتصالات PVC

۴-۴- برش، خم کاری، اتصال و نصب لوله‌های PVC  
۴-۴-۱- لوله‌های PVC و کاربرد آن‌ها در تأسیسات الکتریکی: ماده‌ی PVC (پلی وینیل کلراید) یکی از ترموپلاستیک‌هاست. با افزودن مقداری ماده‌ی پلاستیک به PVC سخت، آن را قابل انعطاف می‌کنند. ماده‌ای که به این طریق به دست می‌آید در برابر ضربه و تکان‌های شدید مقاوم‌تر است. از PVC برای ساخت لوله‌ها استفاده می‌شود که یکی از مصارف آن در لوله‌کشی برق می‌باشد. شکل ۴-۲۹ انواع لوله و اتصالات PVC را نشان می‌دهد.



الف- نصب لوله پولیکا داخل کار



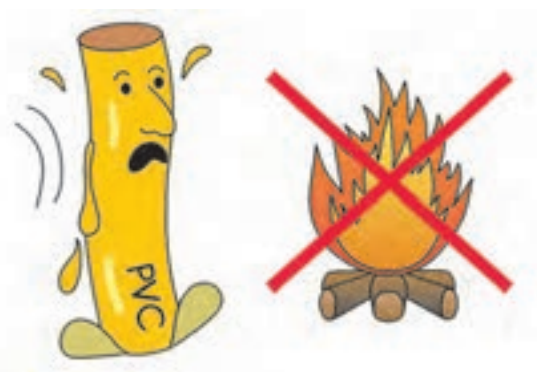
ب- نصب لوله پولیکا در مکان‌های مرطوب به صورت روکار

شکل ۴-۳۰

لوله‌ی PVC سخت را برای ولتاژ ۶۰۰ ولت و کم‌تر و در موارد زیر می‌توان به کار برد:

- نصب روی دیوار، کف و سقف ساختمان‌های بتنی.
- نصب در زمین در صورتی که، در غلاف بتنی به ضخامت حداقل دو سانتی‌متر قرار داده شود و یا در عمق حداقل ۶۰ سانتی‌متر از کف نصب شود (شکل ۴-۳۰- الف).
- در محل‌هایی که در معرض عوامل خوردگی شدید قرار دارد و یا مکان‌هایی که در معرض مواد شیمیایی باشد.
- در مکان‌های مرطوب از قبیل محل‌هایی که غالباً شسته می‌شوند و یا قسمت‌هایی از برخی کارخانه‌ها و کارگاه‌ها مانند لبنیات‌سازی، لباس‌شویی، کنسروسازی و امثال آن. در چنین مواردی لوله‌کشی جعبه‌ها و لوازم مربوطه باید به نحوی مجهز و نصب شود که از ورود آب به داخل آن جلوگیری شود (شکل ۴-۳۰- ب). هم‌چنین کلیه‌ی پایه‌ها، پیچ‌ها، بست‌ها، مهره‌ها و متعلقات لوله‌کشی با لوله‌ی PVC باید از نوع مقاوم در برابر زنگ‌زدگی باشد.
- به‌طور کلی از این لوله‌ها می‌توان در مکان‌های خشک یا مرطوب به جز موارد زیر استفاده نمود.

– در ساختمان‌هایی که احتمال اشتعال وجود دارد (شکل ۴-۳۱).



شکل ۴-۳۱

– برای ولتاژ بیش از ۶۰۰ ولت، به استثنای مواردی که لوله در غلاف بتنی به ضخامت ۵ سانتی متر قرار داشته باشد.  
– نصب در ارتفاع کم از سطح زمین به صورت آزاد، مگر در مواردی که در برابر صدمات فیزیکی محافظت شود (شکل ۴-۳۲).



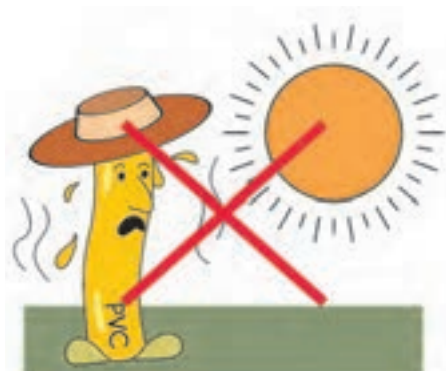
شکل ۴-۳۲

– استفاده به عنوان پایه‌ی چراغ‌ها و یا نگهدارنده‌ی وسایل الکتریکی (شکل ۴-۳۳).



شکل ۴-۳۳

– نصب در محل‌هایی که لوله در معرض نور خورشید قرار داشته باشد مگر در مواردی که لوله برای همین منظور ساخته شده باشد (شکل ۴-۳۴).



شکل ۴-۳۴

## ۲-۴-۴- چگونگی تعیین تعداد سیم های مجاز

داخل لوله ی PVC : حداکثر تعداد مجاز هادی های روشنایی، و پریزها (قدرت) در داخل لوله های PVC، برحسب سطح مقطع هادی ها و قطر داخلی لوله ها و هم چنین حداکثر تعداد مجاز هادی های جریان ضعیف (تلفن و زنگ اخبار و مانند آن) در لوله های پلاستیکی سخت (PVC) برحسب سطح مقطع و یا قطر هادی ها و قطر داخلی لوله ها در دو نوع میلی متری و اینچی در جداول ۴-۵ و ۴-۶ درج شده است.

حداقل قطر داخلی لوله های PVC سخت ۱۶ mm است.

مثال : سیم ۱۰ میلی مترمربع را از لوله ی شانزده نمی توان عبور داد و از لوله ی ۲۰ میلی مترمربع دو رشته، از لوله ی ۲۵ میلی مترمربع چهار رشته، از لوله ی ۳۲ میلی مترمربع هفت رشته می توان عبور داد.

جدول ۵-۴- تعداد سیم های مجاز درون لوله های PVC میلی متری

اندازه ی اسمی لوله های پولیکا (PVC) میلی متری				
سطح مقطع سیم به میلی مترمربع	۱۶ میلی متر	۲۰ میلی متر	۲۵ میلی متر	۳۲ میلی متر
۱	۷	۱۲	۲۰	۳۴
۱/۵	۶	۱۱	۱۸	۳۰
۲/۵	۵	۸	۱۴	۲۳
۴	۳	۵	۹	۱۵
۶	۲	۴	۷	۱۲
۱۰	—	۲	۴	۷
۱۶	—	۲	۳	۵
۲۵	—	—	۲	۳
۳۵	—	—	—	۲
۵۰	—	—	—	۲

جدول ۶-۴- تعداد سیم های مجاز درون لوله های PVC اینچی

اندازه ی نامی لوله های (PVC) اینچی								
۵/۸ اینچ		اسمی ۳/۴ اینچ		۱ اینچ		۱ ۱/۴ اینچ		سطح مقطع به میلی متر مربع
فشار قوی	فشار ضعیف	فشار قوی	فشار ضعیف	فشار قوی	فشار ضعیف	فشار قوی	فشار ضعیف	
۶	۷	۹	۲۰	۱۹	۳۵	۳۰	فشار قوی	۱
۵	۶	۸	۱۸	۱۸	۳۱	۲۶	فشار قوی	۱/۵
۴	۵	۶	۱۴	۱۳	۲۴	۲۱	فشار قوی	۲/۵
۲	۳	۴	۹	۸	۱۶	۱۳	فشار قوی	۴
۲	۲	۳	۷	۶	۱۲	۱۰	فشار قوی	۶
—	—	۲	۴	۴	۷	۶	فشار قوی	۱۰
—	—	—	—	۳	۵	۵	فشار قوی	۱۶
—	—	—	—	۲	۳	۳	فشار قوی	۲۵
—	—	—	—	—	۲	۲	فشار قوی	۳۵
—	—	—	—	—	۲	—	فشار قوی	۵۰

مثال: سیم با سطح مقطع ۱۰ میلی مترمربع را از لوله ی

فشار قوی و فشار ضعیف نمی توان عبور داد، از لوله ی ۵/۸  
فشار قوی و فشار ضعیف هر کدام دو رشته سیم، از لوله ی ۳/۴  
فشار قوی و فشار ضعیف هر کدام چهار رشته سیم و از  
لوله ی ۱ ۱/۴ فشار ضعیف هفت رشته و فشار قوی همان لوله

شش رشته می توان عبور داد.

تذکر: منظور از لوله های PVC فشار قوی لوله جداره ی ضخیم برای تحمل نیروهای مکانیکی زیاد است و منظور از لوله PVC فشار ضعیف لوله جداره ی نازک می باشد که برای جاهایی که مقدار نیروهای فشاری کم باشد استفاده می گردد.





شکل ۴-۳۵ چسب PVC

### ۴-۴-۳- لوازم و تجهیزات کار با لوله‌ی PVC:

— چسب PVC: برای اتصال لوله‌ی پی‌وی‌سی تا قطر ۵۰ میلی‌متر از چسب مخصوص با غلظت کم و برای لوله‌های با قطر بیش‌تر از چسب با غلظت زیاد استفاده می‌کنند. چسب مخصوص لوله‌ی پی‌وی‌سی اگر در معرض هوای آزاد قرار بگیرد، حلال آن تبخیر و به صورت ژلاتین درمی‌آید. معمولاً این تغییر حالت با تغییر رنگ همراه است و چسب دیگر قابل استفاده نیست (شکل ۴-۳۵).

چسب غلیظ شده (یعنی به حالت ژلاتینی درآمده) را نباید با استفاده از حلال، رقیق و مصرف کرد، زیرا چسب، در این حالت خاصیت چسبندگی خود را از دست می‌دهد.

این چسب‌ها باید از شعله‌ی آتش دور نگهداشته شوند. هم‌چنین بوییدن و یا تماس چسب با پوست بدن باعث عوارضی می‌شود که برای سلامت شخص زیان‌آور است.

### — سه راهی، زانویی، تبدیل و چهارراه PVC:

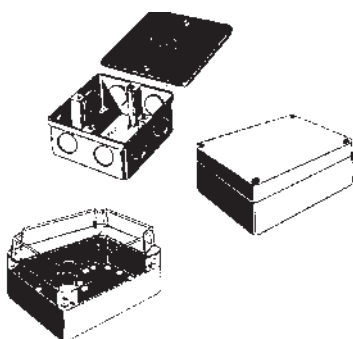
اتصالات لوله‌های PVC مناسب با قطر هر لوله در اندازه‌های  $\frac{1}{4}$  تا ۴ اینچ به شکل‌های زانو، سه راه، تبدیل، بوشن و چهارراه ساخته می‌شوند (شکل ۴-۳۶).



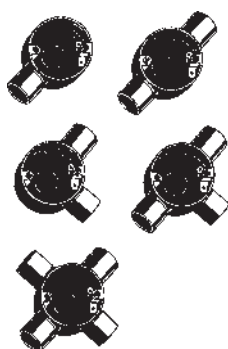
شکل ۴-۳۶ زانویی PVC

### — انواع جعبه‌های مورد استفاده در لوله‌کاری PVC:

برای انشعاب و اتصالات الکتریکی هادی‌ها و ارتباط لوله‌های PVC در محل تقاطع آن‌ها از انواع جعبه‌های چهارگوش و جعبه‌های گرد استفاده می‌شود. در شکل ۴-۳۷ انواع جعبه‌های چهارگوش و در شکل ۴-۳۸ انواع جعبه‌های گرد که در لوله‌کاری PVC روی دیوار، سقف و یا کف کاربرد دارند نشان داده شده است.



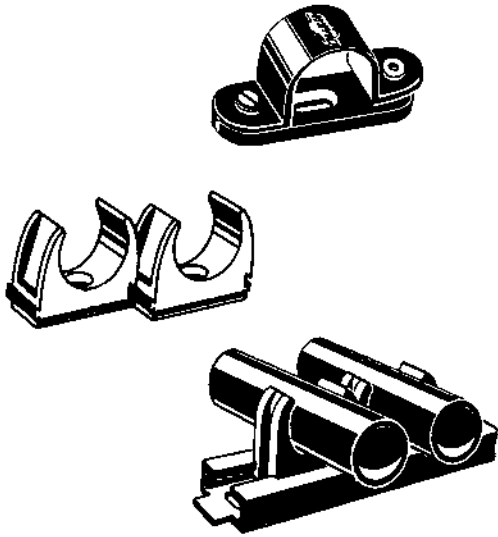
شکل ۴-۳۷ انواع جعبه‌ی PVC چهارگوش



شکل ۴-۳۸ انواع جعبه‌ی PVC گرد



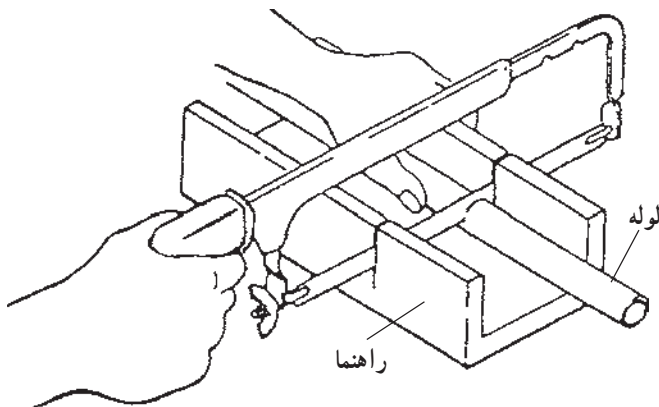
— **بست لوله:** به هنگام لوله‌کشی با استفاده از لوله‌های PVC در نقاط مختلف از جمله نصب روی دیوار، سقف و کف ساختمان‌ها و کانال‌های عبور لوله‌های برق برای ثابت و محکم نگه‌داشتن لوله‌ها و همچنین برای نصب کابل‌های برق بدون استفاده از لوله در ساختمان‌های صنعتی و کارگاه‌ها و آزمایشگاه‌ها از انواع بست PVC استفاده می‌گردد (شکل ۴-۳۹).



شکل ۴-۳۹- انواع بست لوله‌ی PVC

#### ۴-۴-۴- برش، خم‌کاری و اتصال و نصب لوله‌ی PVC:

— **برش لوله‌ی PVC:** برای بریدن لوله‌های PVC از کمان ارّه‌ی آهن‌پر دستی و یا ارّه‌ی برقی می‌توان استفاده نمود. از لوله‌بر دورانی که دور لوله چرخیده و آن را قطع می‌نماید، نباید استفاده کرد زیرا در تماس با لوله ایجاد حرارت می‌کند و ترک‌هایی در اطراف محل قطع شده به وجود می‌آورد. برای این که لوله‌هایی که با ارّه‌ی دستی بریده می‌شوند مقطع قائمی پیدا کنند، بهتر است از وسیله‌ی راهنما استفاده شود (شکل ۴-۴۰).



شکل ۴-۴۰- برش لوله‌ی PVC با ارّه‌ی دستی به کمک وسیله‌ی راهنما

— **خم‌کاری لوله‌ی PVC:** برای خم کردن لوله‌های PVC از حرارت استفاده می‌کنند. به عبارت دیگر لوله‌های PVC را در حالت گرم خم می‌کنند. دمای لازم برای این کار، بسته به قطر لوله، از ۹۰ تا ۱۳۰ درجه‌ی سانتی‌گراد متغیر است. از دستگاه حرارت‌زا مانند: چراغ کوره‌ای، پیک گاز و یا اجاق گاز استفاده می‌شود. شکل ۴-۴۱ پیک گاز را برای حرارت دادن لوله‌های PVC نشان می‌دهد.



شکل ۴-۴۱- پیک گاز



شکل ۴-۴۲ علامت گذاری روی لوله ی PVC



شکل ۴-۴۳ حرارت دادن لوله ی PVC

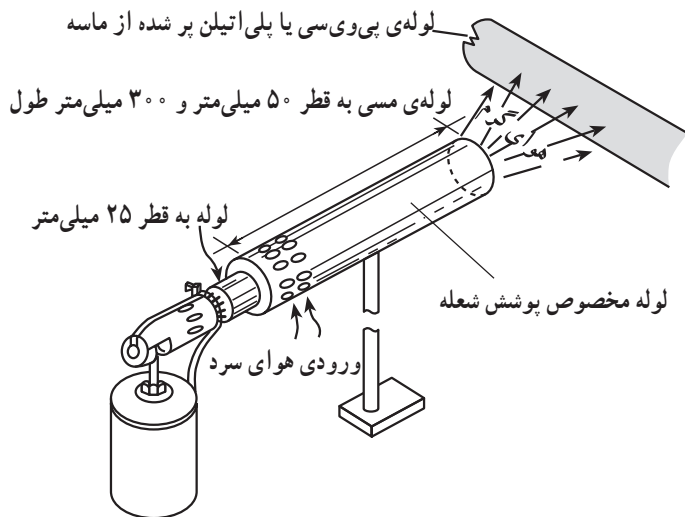


شکل ۴-۴۴ قرار دادن فنر خم کاری در داخل لوله



شکل ۴-۴۵ سرد کردن لوله پس از خم کاری

برای خم کردن لوله ی PVC، ابتدا محلی را که می خواهند خم کنند با خودکار یا ماژیک علامت گذاری کرده (شکل ۴-۴۲)، سپس به کمک چراغ کوره ای و یا شعله ی گاز آن را گرم می کنند (شکل ۴-۴۳) به طوری که لوله نرم شود. ناحیه ای که باید گرم شود از حدوداً پانزده سانتی متر قبل و پانزده سانتی متر بعد از محل علامت گذاری است. زمانی که لوله نرم شد، فنر متناسب با قطر لوله را داخل لوله کرده به طوری که از محل علامت گذاری شده گذشته باشد (شکل ۴-۴۴). آن گاه لوله را با توجه به زاویه ی مورد نظر خم کرده و بلافاصله آن را توسط آب سرد می کنند تا خم ایجاد شده به حالت خود باقی بماند (شکل ۴-۴۵). استفاده از فنر با قطر کم تر، سبب دو پهن شدن لوله در محل خم می شود. در طول حرارت دادن محل خم کاری، باید دقت نمود که شعله تماس مستقیم با لوله نداشته باشد. به همین دلیل لوله را بالای شعله چراغ می گیریم (شکل ۴-۴۳) یا از لوله مخصوص پوشش شعله استفاده می کنیم (شکل ۴-۴۶).

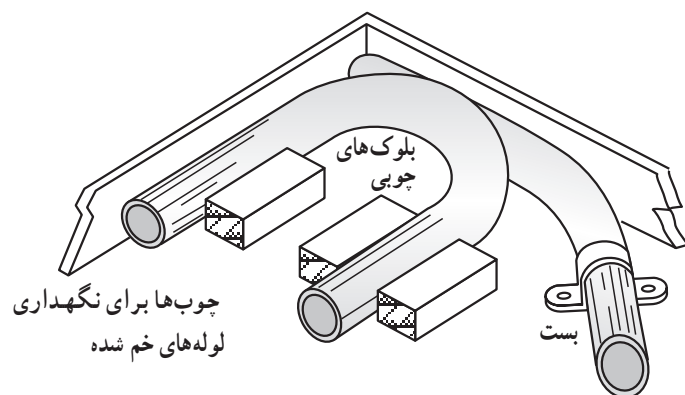


شکل ۴۶-۴ در حال حرارت دادن لوله‌ی PVC پر از ماسه

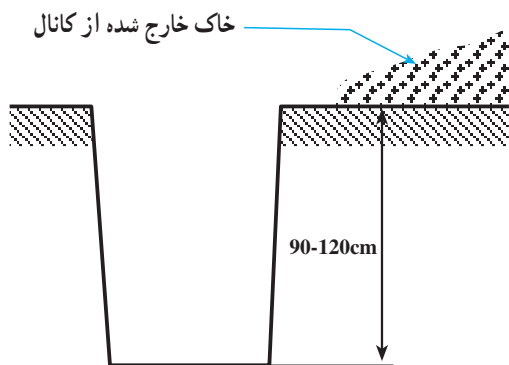
برای شکل دادن به لوله‌ی PVC حرارت دیده، به غیر از فنر خم کاری از روش‌های دیگری مانند پر کردن لوله با ماسه نرم و هوای فشرده یا گرم کردن آن با آب جوش استفاده می‌شود. پر کردن لوله با ماسه برای جلوگیری از تابیدن آن در موقع خم کردن یکی از متداول‌ترین روش‌هاست. این روش برای لوله‌های بزرگ‌تر از قطر ۲۰ میلی‌متر کاربرد دارد. برای این منظور باید قبل از گرم کردن لوله، آن را از ماسه پر کرد. بدین ترتیب که یک سر لوله را با درپوش به‌طور موقت می‌بندند و پس از پر شدن لوله، سر دیگر را با درپوش دیگری می‌پوشانند و سپس لوله را برای نرم کردن و تغییر شکل دادن حرارت می‌دهند (شکل ۴۶-۴).

این روش را نمی‌توان برای خم کردن لوله‌های با قطر خیلی زیاد به کار برد.

در تمام روش‌های خم کاری لوله‌های PVC باید اولاً لوله‌ها را تا سرد شدن کامل در حالت خم شده نگاه داشت، ثانیاً توزیع حرارت لوله یکنواخت باشد و از حرارت دادن موضعی آن جداً خودداری شود، ثالثاً باید دقت کرد که لوله در درجه حرارت نرم شدن به مدت زیادی باقی نماند، رابعاً هیچ‌گاه درجه حرارت از دمای نرم شدن لوله بیش‌تر نشود؛ زیرا در غیر این صورت مقطع لوله از شکل اصلی (دایره) خارج شده و غیرقابل استفاده خواهد شد. برای جلوگیری از بازگشت لوله‌ی خم شده توسط حرارت به حالت اول لازم است از بست‌های فلزی یا بلوک‌های چوبی که در موقع گرم کردن در دو سر لوله به کار می‌روند استفاده نمود و پس از سرد شدن کامل، بست‌ها را از دو سر لوله جدا کرد (شکل ۴۷-۴). شعاع خم مناسب برای لوله‌هایی که با حرارت خم می‌شوند، سه برابر قطر خارجی لوله است.



شکل ۴۷-۴



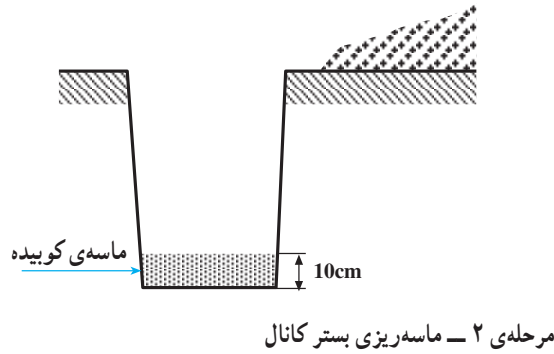
مرحله‌ی ۱ - آماده‌سازی کانال خاکی (حفر کانال به عمق و ابعاد مورد نیاز)

**نصب لوله‌ی PVC:** در کارگذاری لوله‌های PVC در زیرزمین و در کانال خاکی نکات زیر باید رعایت شود:

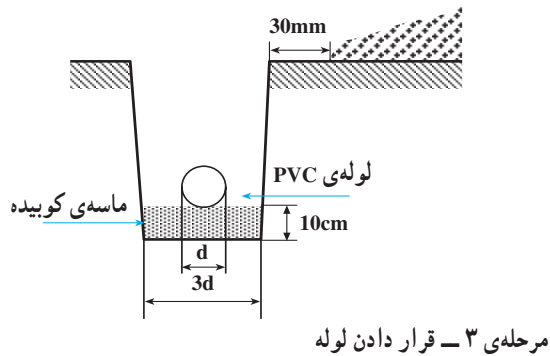
- در محل‌های سردسیر عمق کانال پایین‌تر از عمق یخبندان باشد.

- حداقل پوشش روی لوله در زیر جاده ۱۲۰ سانتی‌متر و در پیاده‌روها ۹۰ سانتی‌متر و در زمین‌های بدون عبور و مرور ۳۰ سانتی‌متر است مرحله‌ی ۱ (شکل ۴۸-۴).

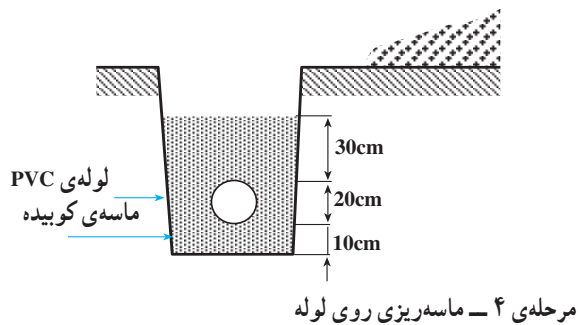
● در زیر لوله، حداقل ۱۰ سانتی متر ماسه ریخته شود  
مرحله ی ۲ (شکل ۴-۴۸).



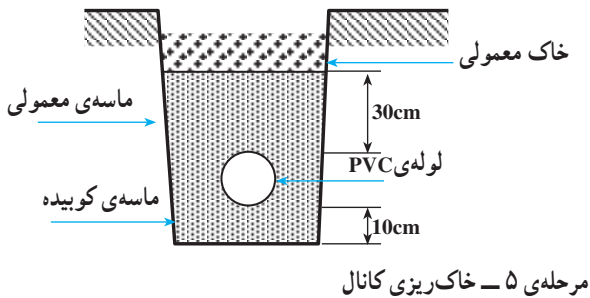
● عرض کف کانال حداقل ۳ برابر قطر لوله باشد.  
به طوری که در هر طرف حداقل به اندازه ی قطر لوله ماسه ریخته شود. ضمناً عرض ماسه ریزی شده کم تر از ۱۵ سانتی متر نباشد.  
مرحله ی ۳ (شکل ۴-۴۸).



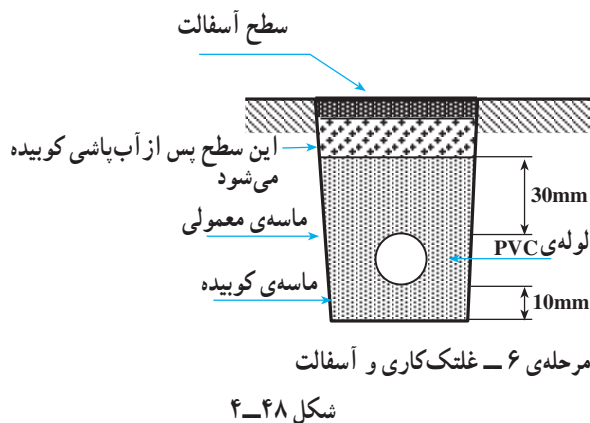
● روی لوله حداقل ۳۰ سانتی متر ماسه ریخته شود.  
مرحله ی ۴ (شکل ۴-۴۸).  
● ارتفاع روی لوله از سطح زمین کم تر از ۳۰ سانتی متر نباشد.



● پس از ماسه ریزی لازم روی لوله (مطابق مرحله ی ۴)  
بقیه ی ارتفاع باقی مانده را با خاک معمولی پر کنید مرحله ی ۵  
(شکل ۴-۴۸).



● سپس خاک کانال را آب پاشی نموده و در نهایت روی  
سطح خاک ریزی شده را غلتک بزنید.  
\* برای آسفالت خیابان ضرورت دارد پس از زیرسازی،  
عمل آسفالت کاری اجرا گردد مرحله ی ۶ (۴-۴۸).



شکل ۴-۴۸

زمان: ۶ ساعت

## ۴-۵- کار عملی (۹)

### ۴-۵-۱- هدف: برش، خم کاری و اتصال و نصب

لوله های PVC

### ۴-۵-۲- مواد و وسایل مورد نیاز:

- ۱- لوله ی PVC نمره ۱۳/۵ ۱/۵ متر
- ۲- بست لوله ۳ عدد
- ۳- زانو ۱۳/۵ ۱ عدد
- ۴- چسب لوله ی PVC ۱ عدد
- ۵- خط کش فلزی ۱ عدد
- ۶- فنر خم کاری ۱ عدد
- ۷- پریموس یا سربیک گازی ۱ عدد
- ۸- پیچ گوشتی ۱ عدد
- ۹- دریل دستی ۱ عدد
- ۱۰- مته ی الماسه نمره ۶ یا ۷ ۱ عدد
- ۱۱- متر فلزی ۲ متری ۱ عدد
- ۱۲- مداد ۱ عدد
- ۱۳- اره ۱ عدد
- ۱۴- سوهان گرد ۱ عدد
- ۱۵- مواد تمیزکاری سرلوله ها یک سری

### ۴-۵-۳- نکات ایمنی:

لوله های PVC را در جاهایی که احتمال اشتعال وجود دارد نباید به کار برد.

چسب PVC هرگز نباید در معرض حرارت یا شعله قرار گیرد (شکل ۴-۵۰).

### ۴-۵-۴- مراحل کار:

۱- مطابق شکل ۴-۵۱، با در نظر گرفتن اندازه های داده شده، طول لوله را محاسبه کنید و ببرید.

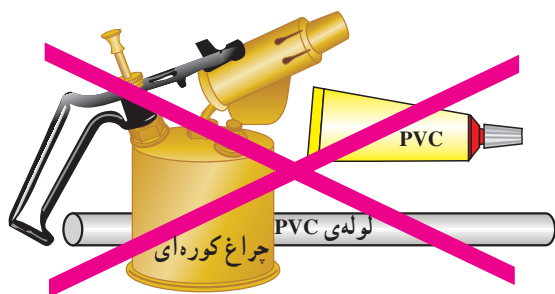
۲- به وسیله ی فنر خم کاری و حرارت، لوله را به صورت شکل خم کنید.

۳- با استفاده از یک زانو لوله ی خم شده را به یک لوله به طول ۵۰ سانتی متر توسط چسب اتصال دهید.

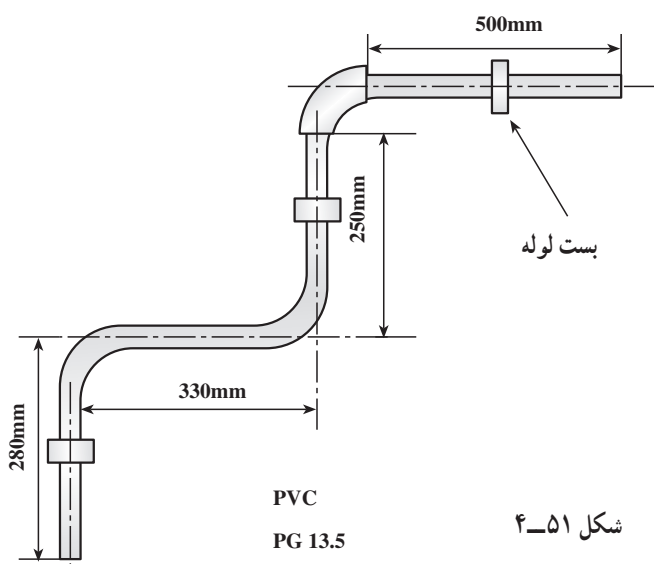
۴- مجموعه را توسط بست لوله بر روی دیوار نصب کنید (شکل ۴-۵۱).



شکل ۴-۴۹- برخی از ابزار و مواد لازم



شکل ۴-۵۰



شکل ۴-۵۱



## آزمون پایانی (۴)

- ۱- لوله‌ی سیاه را در جاهای ..... و لوله‌ی گالوانیزه را در جاهای ..... مورد استفاده قرار می‌دهند.
- ۲- لوله‌های فولادی در سه استاندارد متفاوت ساخته می‌شوند که عبارت‌اند از : ۱- ..... ۲- ..... ۳- .....
- ۳- برای از بین بردن پلیسه و زائده‌های ایجاد شده در داخل لوله از چه وسیله‌ای استفاده می‌شود؟  
الف - حدیده      ب - لوله‌بر      ج - چراغ کوره‌ای      د - برقو
- ۴- برای ایجاد اصطکاک بین آچار لوله‌گیر و لوله، فک‌ها را به صورت ..... می‌سازند.
- ۵- سه وسیله‌ی مخصوص لوله‌کاری را نام برده و کاربرد هر یک از آن‌ها را بنویسید.
- ۶- چرا در سیم‌کشی‌های توکار و روکار از لوله استفاده می‌شود؟
- ۷- هر یک از وسایل لوله‌کاری زیر، برای چه منظوری استفاده می‌شوند؟  
الف - زانو      ب - تبدیل      ج - بوشن      د - سه راه و زانویی دردار
- ۸- مقطع لوله و تعداد سیم‌های مجاز برای عبور از لوله چگونه انتخاب می‌شود؟ با ذکر مثال توضیح دهید.
- ۹- کاربرد رول‌پلاک و رول‌بالت در لوله‌کاری چیست؟
- ۱۰- روش برش صحیح لوله‌های برق را شرح دهید.
- ۱۱- رزوه کردن لوله‌های فولادی چگونه انجام می‌گیرد؟ اصول کار را شرح دهید.
- ۱۲- چرا در موقع رزوه کردن لوله‌های فولادی از روغن استفاده می‌شود؟
- ۱۳- در چه مواردی از لوله‌های PVC می‌توان برای عبور دادن سیم‌ها و کابل‌های برق استفاده کرد؟
- ۱۴- در چه مواردی نمی‌توان از لوله‌های PVC استفاده نمود؟
- ۱۵- حداقل قطر داخلی لوله‌های PVC ..... می‌باشد.
- ۱۶- برای اتصال PVC تا قطر ۵۰ میلی‌متر از چسب مخصوص با غلظت ..... و برای لوله‌های با قطر بیش‌تر از چسب با غلظت ..... استفاده می‌کنند.
- ۱۷- چرا نباید برای بُرش لوله‌های PVC از لوله‌بر دورانی استفاده کرد؟
- ۱۸- در کارگذاری لوله‌های PVC در زیرزمین توجه به چه نکاتی لازم است؟

## واحد کار پنجم

### کابل‌های فشار ضعیف

#### هدف کلی:

انجام عملیات برش، اتصال کابل شو و کابل کشی کابل‌های پروتودور تا ۴۰۰ ولت

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این واحد کار از فراگیر انتظار می‌رود که بتواند:

- ۱- انواع کابل‌های فشار ضعیف را نام ببرد.
- ۲- لایه‌های مختلف کابل‌های فشار ضعیف را نام ببرد و علت استفاده از آن‌ها را بیان کند.
- ۳- با استفاده از جداول جریان مجاز کابل‌ها و سیم‌ها، کابل مناسب را انتخاب کند.
- ۴- روش کاربرد قیچی کابل‌بری و دستگاه روکش‌برداری کابل را توضیح دهد.
- ۵- کاربرد نخ نسوز را بیان کند.
- ۶- انواع وسایل و مواد مورد نیاز در اتصال کابل‌شوها را معرفی کند.
- ۷- وسایل و مواد لازم در لحیم‌سخت را نام ببرد.
- ۸- بریدن، لخت کردن کابل و اتصال کابل‌شوی کابل‌های فشار ضعیف را انجام دهد.
- ۹- انواع مختلف بست‌های مورد استفاده در کابل کشی فشار ضعیف را نام ببرد.
- ۱۰- کانال‌های مختلف برای کابل کشی را نام برده و مورد استفاده‌ی هریک از آن‌ها را بیان کند.
- ۱۱- اصول عملی کابل کشی در کانال خاکی را شرح دهد.
- ۱۲- اصول عملی کابل کشی در کانال‌سینی مشبک را توضیح دهد.
- ۱۳- انواع وسایل و لوازم مورد استفاده در کابل کشی را نام برده و هدف استفاده از هریک را بیان کند.
- ۱۴- علت رعایت زاویه‌ی خمش در کابل کشی را بیان کند.
- ۱۵- با رسم شکلی از کانال خاکی، طبقات مختلف آن را نام‌گذاری کند.
- ۱۶- هدف از کاربرد انواع وسایل جداکننده‌ی کابل‌ها از یک‌دیگر را شرح دهد.
- ۱۷- کابل کشی کابل پروتودور روی دیوار و کابل کشی روی سینی و در خاک را عملاً و با رعایت نکات ایمنی ضروری اجرا کند.



ساعات آموزش

نظری	عملی	جمع
۵	۱۸	۲۳



## پیش آزمون (۵)

۱- کلاس حرارتی عایقی که حداکثر تحمل حرارتی آن  $9^{\circ}\text{C}$  است کدام است؟

الف - E      ب - A

ج - B      د - Y

۲- کدام دسته از رنگ‌های زیر مشخصه‌ی کابل چهار سیمه‌ی بدون سیم محافظ را نشان می‌دهد؟

الف - مشکی، آبی، قهوه‌ای

ب - مشکی، آبی، قهوه‌ای، مشکی

ج - سبز و زرد، مشکی، قهوه‌ای، آبی

د - مشکی، خاکستری، آبی، قرمز

۳- کدام یک از حالت‌های زیر باعث می‌شود جریان‌دهی کابل مشخصی افزایش یابد؟

الف - قطر کم هادی و جنس آن

ب - کاهش قطر، تغییر جنس هادی، قرار دادن در داخل لوله

ج - افزایش قطر هادی، نصب در داخل ماسه

د - کاهش دمای محیط، قرار دادن کابل در داخل ماسه در عمق مشخص

۴- دلیل استفاده از غلاف سربی در کابل چیست؟

الف - جلوگیری از نفوذ رطوبت به داخل کابل

ب - افزایش استحکام مکانیکی کابل

ج - عایق‌کاری حرارتی و الکتریکی کابل

د - هیچ کدام

۵- کدام حروف زیر مشخصه‌ی پوشش کابل برای محافظت در برابر حریق است؟

الف - fL      ب - W

ج - Y      د - AA

۶- در کابل کشی روی دیوار فاصله‌ی کابل‌ها نسبت به یکدیگر چه قدر باید باشد؟

الف - نیاز به فاصله بین آن‌ها نیست

ب - دو برابر قطر کابل‌های همجوار

ج - حداقل به اندازه‌ی قطر کابل

د - به طور ثابت  $10\text{ cm}$

۷- عمق کانال خاکی برای کابل با ولتاژ  $20$  کیلوولت کدام است؟

الف -  $80$  سانتی‌متر      ب -  $100$  سانتی‌متر

ج -  $120$  سانتی‌متر      د - هیچ کدام

۸- هرگاه بخواهیم دو کابل، یکی فشار قوی و دیگری فشار ضعیف را در یک کانال نصب کنیم کدام کابل

باید در عمق بیش‌تری نصب شود؟

الف - هیچ تفاوتی ندارد

ب - کابل فشار قوی

ج - هم سطح با هم قرار می‌گیرند

د - کابل فشار ضعیف

۹- حداقل شعاع خمش کدام کابل‌ها بیش‌تر می‌باشد؟

الف - عایق پلاستیک

ب - عایق کاغذی با غلاف آلومینیومی صاف

ج - عایق کاغذی با غلاف سربی یا غلاف آلومینیومی موج

د - شعاع خمش ارتباطی به جنس کابل ندارد.

۱۰- حداقل عمق لازم برای نصب لوله در زیر جاده‌ها و خیابان‌ها، برای عبور دادن کابل‌های برق، چندمتر

است؟

الف - یک

ب - نیم

ج - یک و نیم

د - هفتاد و پنج صدم

## ۵-۱-۵- برش، لخت کردن و اتصال کابل شو به کابل های فشار ضعیف

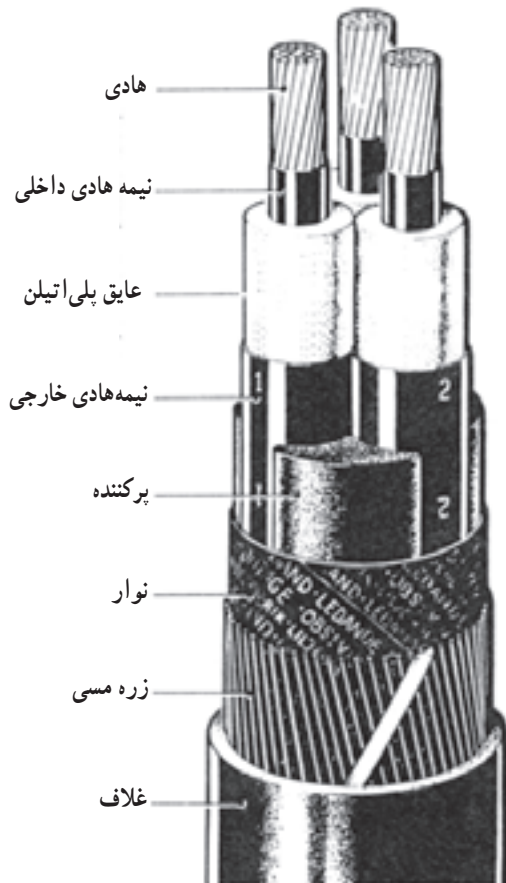
۱-۵-۱- کابل و اجزای آن : هر نوع هادی که بتواند جریان برق را از خود عبور داده و توسط موادی نسبت به محیط اطراف خود عایق شده باشد، به طوری که ولتاژ در روی سطح عایق نسبت به زمین برابر صفر بوده و در روی سطح سیم یا هادی نسبت به زمین دارای ولتاژ فازی باشد، کابل نامیده می شود. هر کابل دارای لایه های مختلفی است و هر لایه کارکرد خاص خود را دارد. بعضی از کابل ها دارای ساختمان ساده ای هستند و بعضی دیگر دارای لایه های بیشتری بوده و در نهایت ساختمان پیچیده تری دارند. تمام کابل ها دارای سه قسمت اصلی هستند که عبارتند از :

۱- هادی

۲- عایق

۳- غلاف

در شکل ۵-۱ اجزای یک کابل بیست کیلوولت سه سیمه نشان داده شده است.



شکل ۵-۱- قسمت های مختلف یک کابل ۲۰ kV

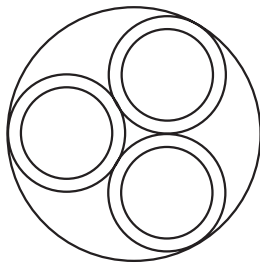
شکل ۵-۲ نیز نمونه هایی از کابل های الکتریکی موجود را نشان می دهد.



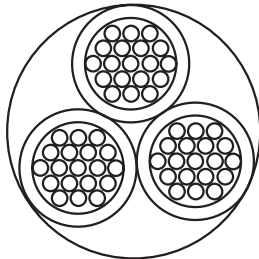
شکل ۵-۲- انواع کابل ها

حال اجزای اصلی هر کابل را توضیح می‌دهیم.

**هادی کابل:** هادی کابل را از جنس مس (cu) و یا آلومینیوم (Al) می‌سازند و وظیفه‌ی آن هدایت جریان الکتریکی می‌باشد. از نظر شکل ظاهری، هادی کابل‌ها به یکی از حالت‌های نشان داده شده در شکل ۳-۵ ساخته می‌شود. در این شکل، تصویر الف هادی یک رشته‌ای مفتولی با مقطع گرد و با حروف مشخصه‌ی RE، تصویر ب هادی چند رشته‌ای با مقطع گرد و با حروف مشخصه‌ی RM، تصویر ج هادی یک رشته‌ای با مقطع مثلی (سکتور) و با حروف مشخصه‌ی SE، و تصویر د هادی چند رشته‌ای با مقطع مثلی (سکتور) و با حروف مشخصه‌ی SM می‌باشد.



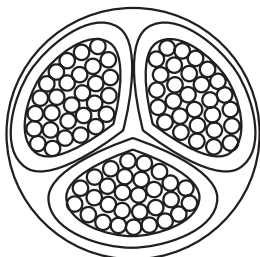
الف — کابل با هادی‌های مفتولی (RE)



ب — کابل با هادی‌های چند رشته‌ای (RM)



ج — کابل با هادی‌های یک رشته‌ای مثلی (SE)



د — کابل با هادی‌های چند رشته‌ای مثلی (SM)

کابل‌هایی که دارای هادی مثلی شکل می‌باشند دارای قطر کم‌تری نسبت به کابل‌های با هادی‌های دایره‌ای شکل با همان سطح مقطع می‌باشند و به همین جهت سبک‌تر و قابلیت انحنای آن‌ها نیز بیش‌تر است.

شکل ۳-۵— شکل ظاهری انواع هادی کابل

برای شناسایی هادی کابل‌ها روکش هر رشته را با رنگ خاصی مشخص می‌کنند (جدول ۵-۱).

جدول ۵-۱- رنگ‌های شناسایی روکش رشته سیم‌ها (رنگ‌های فاز - نول - زمین)

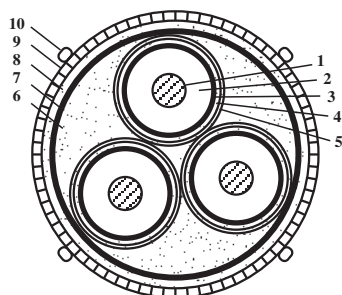
رنگ‌های قدیم برای عایق سیم کابل‌ها	رنگ‌های جدید برای عایق سیم کابل‌ها با سیم محافظ	تعداد سیم‌های کابل
مشکی، خاکستری	مشکی، آبی	۲ سیمه
مشکی، خاکستری، قرمز	مشکی، آبی، قهوه‌ای	۳ سیمه
مشکی، خاکستری، آبی، قرمز	مشکی، آبی، قهوه‌ای، مشکی	۴ سیمه
مشکی، خاکستری، قرمز، آبی، مشکی	مشکی، آبی، قهوه‌ای، مشکی و مشکی	۵ سیمه
—	تمام سیم‌ها مشکی و روی آن‌ها به ترتیب از ۱ شماره خورده	۶ سیمه و بیش‌تر



**عایق کابل:** با توجه به این که کابل‌ها در زیر زمین و یا روی تجهیزات فلزی نصب می‌گردند نباید هیچ اتصال الکتریکی بین هادی و زمین برقرار گردد. به عبارت دیگر، بایستی ولتاژ روی بدنه‌ی عایق نسبت به زمین صفر باشد. برای عایق کردن کابل‌های الکتریکی، بسته به نوع مصرف و ولتاژ روی هادی کابل، از مواد مختلفی به عنوان عایق استفاده می‌شود که مهم‌ترین آن‌ها به شرح زیر است:

- کاغذهای آغشته به روغن مخصوص
- مواد لاستیکی
- مواد پی‌وی‌سی (PVC) که به نام پرتودور معروف است.
- مواد عایق از جنس پلی‌اتیلن که به نام XLPE معروف است.

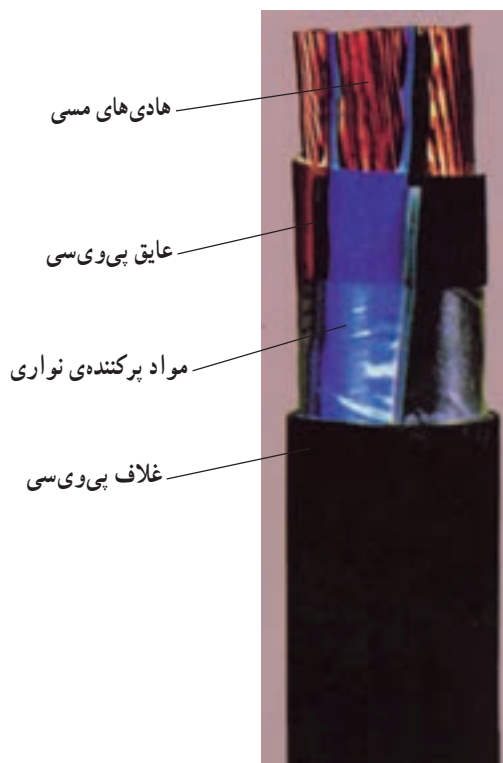
شکل ۵-۴- کابل با عایق PVC به همراه اجزای کابل



شکل ۵-۵- کابل با عایق کاغذ روغنی

شکل ۵-۴ یک نوع کابل با عایق PVC را نشان می‌دهد. و شکل ۵-۵ نیز یک نوع کابل با عایق کاغذ روغنی به همراه دیگر اجزای آن را نشان می‌دهد که اجزای آن مطابق شماره‌های روی شکل عبارت‌اند از:

- ۱- هادی مفتولی
- ۲- عایق کاغذ
- ۳- پوشش سربی
- ۴- پوشش عایقی تهیه شده از مواد آلی
- ۵- نوار لاستیکی
- ۶- کنف
- ۷- نوار لاستیکی
- ۸- پوشش کنفی
- ۹- نوار فلزی
- ۱۰- سیم‌های فولاد گالوانیزه



شکل ۵-۶ کابل با غلاف PVC



شکل ۵-۷ کابل با غلاف آلومینیومی

## — غلاف کابل: غلاف به لایه و یا لایه هایی در روی کابل

اطلاق می شود که می توانند عایق کابل را در مقابل انواع نیروهای مکانیکی محافظت کرده و هم چنین از نفوذ رطوبت به داخل کابل جلوگیری نمایند. در ساده ترین حالت، مطابق شکل ۵-۶ کابل دارای یک غلاف از مواد PVC می باشد که کابل را در مقابل عوامل بیرونی، از جمله نفوذ رطوبت محافظت می کند. حال اگر کابل در جاهایی مورد استفاده قرار گیرد که نیروهای دیگری، مانند نیروی مکانیکی به آن وارد می شود ضرورت دارد با استفاده از زره فولادی و یا زره آلومینیومی که در تمام طول کابل به صورت مفتول و یا ورق تعبیه می گردد محافظت مکانیکی شود. به عنوان مثال می توان از کابل کشی برای توزیع انرژی الکتریکی در شهرها که به صورت دفنی در خاک و در زیر معابر و خیابان ها انجام می گیرد نام برد. کابل های فوق مجهز به غلاف (زره) فولاد گالوانیزه و یا آلومینیومی می باشند (شکل ۵-۷).



## ۲-۱-۵- معرفی و کاربرد کابل‌ها: کابل‌ها بسیار

متنوع و برای کاربردهای مختلف ساخته می‌شوند. در اینجا کابل‌هایی که متداول‌تر بوده و مصارف عام‌تری دارند معرفی می‌شوند.

### — کابل‌های NYY و NAYY: کابل دارای هادی

مسی و کابل NAYY دارای هادی آلومینیومی می‌باشد. هر دو کابل دارای عایق PVC (y) و نیز غلاف محافظ داخلی و غلاف محافظ خارجی از جنس PVC (y) است. این نوع کابل‌ها را می‌توان در داخل ساختمان، در مجاری و کانال‌های پیش ساخته، و نیز در داخل کانال‌های زیرزمینی، مشروط بر آن‌که خطر آسیب‌دیدگی مکانیکی وجود نداشته باشد، و هم‌چنین برای توزیع نیرو در کارخانه‌های صنعتی و روشنایی خیابان‌ها به کار برد (شکل ۵-۸).

### — کابل‌های NYCY ، NYCWY ، NAYCY و

NAYCWY: این نوع کابل‌ها مشابه کابل‌های NYY و NAYY هستند ولی بین غلاف‌های PVC داخلی و خارجی آن دارای زره سیم مسی (C) و یا زره سیم و نوار مسی (CW) می‌باشد (شکل ۵-۹). از غلاف مسی می‌توان به‌عنوان هادی حفاظتی یا هادی خنثی استفاده کرد کابل‌های نام‌برده را می‌توان به‌عنوان کابل توزیع محلی در شبکه‌های محلی و در نقاطی که امکان آسیب‌دیدگی مکانیکی وجود دارد به کار برد.

از کابل‌های NYCY ، NYY و NYCWY می‌توان برای شبکه‌های زمینی، روشنایی خیابان، انشعاب برق منازل و نیز استخرها و نهرهای آب و در کارخانجات شیمیایی استفاده نمود.

### — کابل NYTY: در شبکه‌های هوایی از کابل هوایی

NYTY که دارای مهار فولادی (T) است استفاده می‌شود (شکل ۵-۱۰).

### — کابل NKBA و NAKBA: این کابل‌ها دارای غلاف

سربی (K)، بانداژ فولادی (B) و روکش قیراندود (A) می‌باشند و در شبکه‌های توزیع زمینی محلی به کار می‌روند. تفاوت این دو کابل فقط در نوع هادی مسی و آلومینیومی آن‌هاست (شکل ۵-۱۱).



الف — کابل NYY



ب — کابل NAYY

شکل ۵-۸ — کابل‌های پروتودور

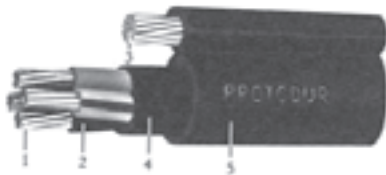


الف — کابل NYCY



ب — کابل NYCWY

شکل ۵-۹ — کابل‌های بارزه مسی



شکل ۵-۱۰ — کابل NYTY



شکل ۵-۱۱ — کابل NKBA



### ۳-۱-۵- جریان مجاز کابل ها : جدول ۲-۵

مجاز کابل های فشار ضعیف تا ولتاژ نامی یک کیلوولت را در شرایط نصب مختلف نشان می دهد. همان طور که از مقایسه ی اعداد هر ردیف به دست می آید برای یک سطح مقطع خاص در شرایط نصب مختلف، جریان مجاز متفاوت است. به عنوان مثال از کابل با سطح مقطع هادی  $16 \text{ mm}^2$  در حالت سه کابل یک سیمه سه فاز اگر در خاک و با فاصله ی مناسب نصب گردد  $120^\circ \text{A}$  و در هوای آزاد (دمای محیط)  $100^\circ \text{A}$  در خاک به صورت آرایش مثلثی کابل ها  $110^\circ \text{A}$  جریان مجاز به عبور است.

جدول ۲-۵- جریان مجاز کابل های برق با ولتاژ اسمی  $1 \text{ kV}$  بر حسب آمپر

سطح مقطع (mm) <sup>۲</sup>	کابل های یک سیمه (جریان مستقیم)		کابل های دو سیمه		کابل های ۳ و ۴ سیمه		سه تا کابل یک سیمه ی سه فاز			
	در خاک	در هوای آزاد	در خاک	در هوای آزاد	در خاک	در هوای آزاد	طرز قرار گرفتن کابل ها		طرز قرار گرفتن کابل ها	
							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	—	—	—	—
۱۶	۱۴۵	۱۰۵	۱۱۵	۹۰	۱۰۰	۸۰	۱۲۰	۱۰۰	۱۱۰	۸۶
۲۵	۱۹۰	۱۴۰	۱۵۰	۱۲۰	۱۳۰	۱۰۵	۱۵۵	۱۳۵	۱۴۰	۱۲۰
۳۵	۲۳۵	۱۷۵	۱۸۰	۱۵۰	۱۵۵	۱۳۰	۱۸۵	۱۷۰	۱۷۰	۱۴۵
۵۰	۲۸۰	۲۱۵	—	—	۱۸۵	۱۶۰	۲۲۰	۲۰۵	۲۰۰	۱۸۰
۷۰	۳۵۰	۲۷۰	—	—	۲۳۰	۲۰۰	۲۷۰	۲۶۰	۲۴۵	۲۲۵
۹۵	۴۲۰	۳۳۵	—	—	۲۷۵	۲۴۵	۳۲۵	۳۲۰	۲۹۵	۲۸۰
۱۲۰	۴۸۰	۳۹۰	—	—	۳۱۵	۲۸۵	۳۷۰	۳۷۵	۳۳۵	۳۳۰
۱۵۰	۵۴۰	۴۴۵	—	—	۳۵۵	۳۲۵	۴۲۰	۴۳۰	۳۸۰	۳۸۰
۱۸۵	۶۲۰	۵۱۰	—	—	۴۰۰	۳۷۰	۴۷۰	۴۵۰	۴۳۰	۴۴۰
۲۴۰	۷۲۰	۶۲۰	—	—	۴۶۵	۴۳۵	۵۴۰	۵۹۰	۴۹۰	۵۳۰
۳۰۰	۸۲۰	۷۱۰	—	—	—	—	۶۳۰	۶۸۰	۵۵۰	۶۱۰
۴۰۰	۹۶۰	۸۵۰	—	—	—	—	۷۱۰	۸۲۰	۶۵۰	۷۴۰
۵۰۰	۱۱۱۰	۱۰۰۰	—	—	—	—	۸۲۰	۹۶۰	۷۴۰	۸۶۰

جدول ۵-۳ فاکتور تصحیح (ضریب تصحیح) را در صورت تغییر درجه ی حرارت محیط نشان می دهد.  
تذکر: حداکثر درجه حرارت مجاز برای هادی کابل ها  $70^{\circ}\text{C}$  می باشد.

جدول ۵-۳ فاکتور تصحیح در صورت تغییر درجه حرارت محیط در جدول ۵-۲

درجه حرارت محیط $^{\circ}\text{C}$	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰	۴۵	۵۰	۵۵	۶۰
فاکتور تصحیح برای کابل در خاک	۱/۰۵	۱	۰/۹۵	۰/۸۹	۰/۸۴	۰/۷۷	۰/۷۱	۰/۶۳	۰/۵۵	۰/۴۵
فاکتور تصحیح برای کابل در هوای آزاد	۱/۱۷	۱/۱۲	۱/۰۶	۱	۰/۹۴	۰/۸۷	۰/۷۹	۰/۷۱	۰/۶۱	۰/۵۰

طریقه ی استفاده از جدول بالا به شرح زیر است. به طور مثال هرگاه بخواهیم از یک کابل مشخصی مثلاً کابل چهار سیمه با هادی مسی و با سطح مقطع  $25\text{ mm}^2$  و از نوع NYY در هوا استفاده نماییم اول جریان نامی هادی را در شرایط معمولی از جدول ۵-۲ استخراج می نماییم که جریان نامی این هادی  $105\text{ A}$  می باشد. حال اگر بخواهیم در  $35^{\circ}\text{C}$  از این کابل استفاده نماییم جریان دهی آن به صورت زیر کاهش می یابد.

$$105 \times 0.94 = 98.7\text{ A}$$

۴-۱-۵- لوازم و تجهیزات کابل کشی: برای انجام عملیات مختلف بر روی کابل ها به لوازم و تجهیزاتی نیاز است که در زیر به شرح آن ها می پردازیم:

— قیچی کابل بُری: برای بریدن کابل ها و هادی های مسی و آلومینیومی با قطر کم از قیچی کابل بُری دستی، و برای قطرهای بیش تر از قیچی های هیدرولیکی، پنوماتیکی و یا الکترومکانیکی استفاده می شود. در شکل ۵-۱۲ نمونه هایی از قیچی کابل بُری دستی نشان داده شده است.



شکل ۵-۱۲ نمونه هایی از قیچی کابل بُری دستی

در شکل ۵-۱۳ یک نوع قیچی کابل بری هیدرولیکی دستی را مشاهده می کنید که قابل تنظیم برای قطرهای مختلف از کابل هایی با هادی مسی و آلومینیومی می باشد و بیش تر برای کابل های با قطر زیاد که نمی توان با قیچی های کابل بر ساده برش داد کاربرد دارد.



شکل ۵-۱۳

در شکل ۵-۱۴ یک نوع قیچی کابل بری برقی که با باتری کار می کند نشان داده شده است. این قیچی برای قطرهای مختلف قابل تنظیم است، دارای سرعت برش خیلی بالاست، قابل کنترل بوده و باتری آن ۱۲ ولت و قابل شارژ می باشد.



شکل ۵-۱۴



شکل ۱۵-۵ وسیله‌ی روکش برداری کابل



نخ نسوز برای جلوگیری آسیب عایق کابل

شکل ۱۶-۵ نخ نسوز



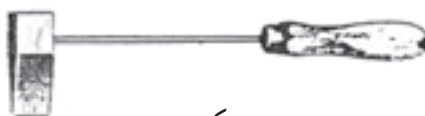
شکل ۱۷-۵ پرس دستی



الف - چراغ کوره‌ای



ب - سربیک گاز



ج - هویه‌ی چکشی

شکل ۱۸-۵ انواع وسایل حرارتی برای لحیم‌کاری

— وسیله‌ی روکش برداری کابل: این وسیله دارای دستگیره‌ای است که یک تیغ برش و یک غلتک روی آن قرار دارد. هنگام روکش برداری کابل غلتک در پشت کابل قرار گرفته و با کشیدن آن روی کابل عایق روی آن برداشته می‌شود. فاصله‌ی بین غلتک و تیغه قابل تنظیم می‌باشد. بنابراین امکان لخت کردن کابل‌های با ضخامت عایق‌های مختلف وجود دارد (شکل ۱۵-۵).

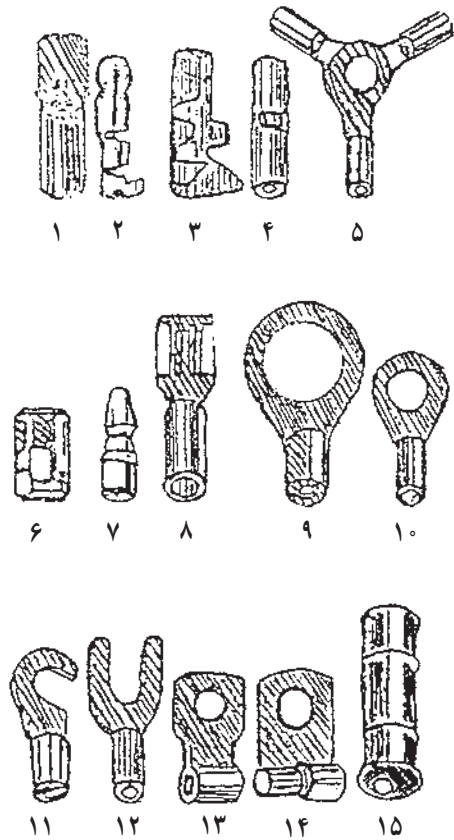
— نخ نسوز: برای جلوگیری از سوختن عایق کابل هنگام لحیم‌کاری کابلشو به سر هادی‌های کابل از نخ‌نسوز استفاده می‌شود (شکل ۱۶-۵).

— پرس‌های کابل‌شو: برای پرس سر سیم‌های فلزی به سر هادی‌ها از پرس دستی استفاده می‌شود. شکل ۱۷-۵ نمونه‌ای از پرس دستی را به همراه انواع کابل‌شو نشان می‌دهد.

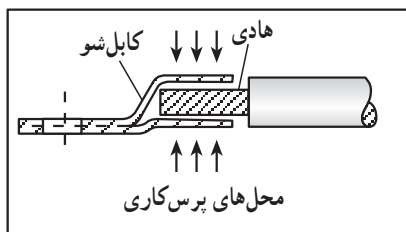
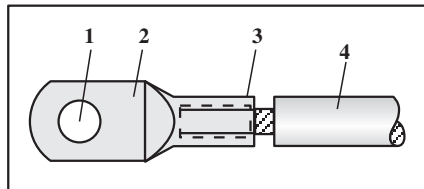
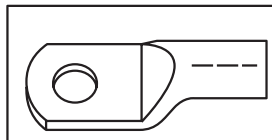
— هویه‌ی دستی چکشی، سربیک گاز، چراغ کوره‌ای: جهت لحیم‌کاری کابل‌شوها از هویه‌ی دستی چکشی و سربیک گاز و یا چراغ کوره‌ای استفاده می‌شود (شکل ۱۸-۵).

— کابل شوها (سرسیم ها): برای اتصالات جدا شدنی سیم ها، از فیش یا سرسیم های مخصوص استفاده می کنند. سرسیم ها با توجه به سطح مقطع سیم در اندازه های مختلف ساخته می شود و با لحیم کاری یا توسط دستگاه پرس مخصوص به هادی محکم می شوند.

در شکل ۱۹-۵ انواع فیش ها و سرسیم ها نشان داده شده است.



شکل ۱۹-۵ انواع کابل شو یا سرسیم



شکل ۲۰-۵ ترتیب پرس شدن کابل شو

۱- سر فیش یا سر سیم کشویی نر

۲- سرسیم یا سر فیش فشنگی

۳- سرسیم مادگی

۴- سرسیم اتصال لب به لب

۵- سرسیم اتصال سه راهه

۶- سرسیم کشویی مادگی

۷- سرسیم فشنگی

۸- سرسیم کشویی مادگی

۹- کابلشوی حلقه ای

۱۰- کابلشو یا سرسیم حلقه ای

۱۱- سرسیم یا کابلشوی قلاب دار

۱۲- سرسیم چنگکی

۱۳- کابل شوی قرقره ای (رولی)

۱۴- کابل شوی لوله ای

۱۵- کابل شوی فشنگی مادگی

— کابل شوها را در انواع مختلف پرسی، لحیمی، پیچی و

منگنه ای می سازند. برای به دست آوردن اتصال صد درصد و قابل اطمینان، اغلب کابل شوها را به هادی های کابل لحیم با پرس می کنند (شکل ۲۰-۵).

مفهوم اعداد روی شکل عبارتست از: شمای کابل شوی

پرسی را از بالا و پهلو نشان می دهد.

۱- سوراخ کابل شو (محل قرار گرفتن پیچ)

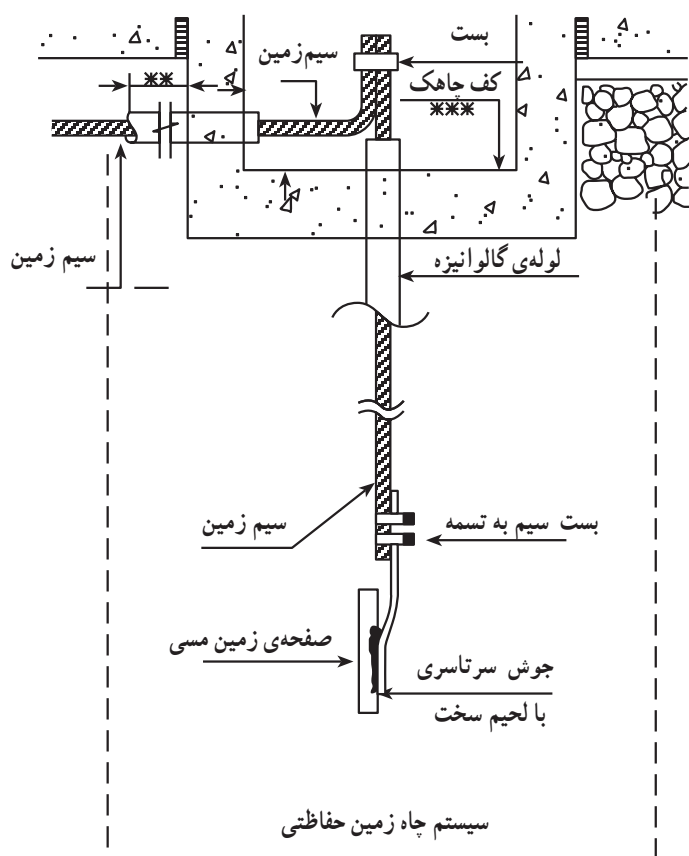
۲- قسمت پهن کابلشو

۳- سوکت (محل قرار گرفتن سیم)

۴- عایق سیم

— برای اتصال کابل های افشان از مقطع یک میلی متر مربع

به بالا و کابل های مفتولی از ۱۰ میلی متر مربع به بالا، باید از

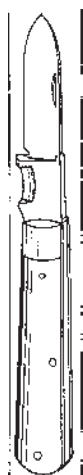
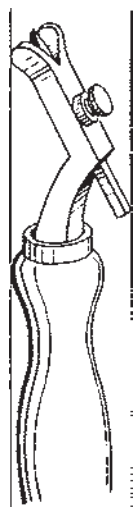


شکل ۲۱-۵- لحیم کاری سخت در اتصال سیم مسی به صفحه ی مسی چاه زمین حفاظتی

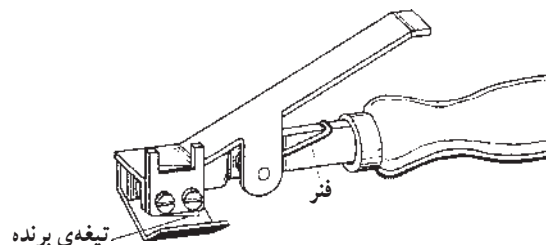
کابل شو استفاده شود.  
کابل های مفتولی به مقطع ۶ میلی متر مربع و کم تر را می توان مستقیماً با ایجاد سؤالی به دستگاه مربوطه متصل نمود.  
- در مواردی برای اتصال هادی ها به یکدیگر از لحیم سخت استفاده می شود.

لحیم کاری سخت نوعی اتصال جدا نشدنی می باشد. این نوع لحیم کاری با لحیم کاری نرم تفاوت دارد، به طوری که به جای قلع از الکتروود برنجی، به جای روغن از روان ساز پودری و به عنوان وسیله ی حرارتی از سربیک های جوش کاری استفاده می شود. گاهی به این نوع لحیم کاری به غلط جوش برنج گفته می شود. شکل (۲۱-۵) اتصال سیم زمین<sup>۱</sup> به صفحه ی مسی را که به وسیله ی لحیم کاری سخت انجام می گیرد، نشان می دهد.

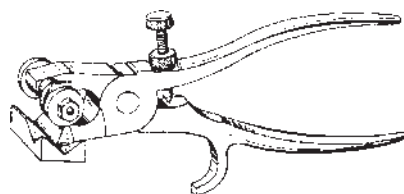
- ابزارهای روکش برداری کابل : برای بریدن سیم های نازک از سیم چین و برای بریدن کابل ها برحسب قطر آن، از قیچی کابل بری استفاده می شود.  
برای لخت کردن کابل از چاقوی کابل بری و ابزارهای مخصوص لخت کردن استفاده می شود. شکل های ۲۲-۵ تا ۲۵-۵ و این ابزارها را نشان می دهند.



شکل ۲۲-۵- شیر درآر پوشش سربی شکل ۲۳-۵- چاقوی کابل بری



شکل ۲۴-۵- شیر درآر طولی کابل



شکل ۲۵-۵- شیر درآر کابل در جهت طولی و محیطی

۱- سیم زمین قسمتی از یک سیستم حفاظتی است که در درسهای دیگر با آن به طور کامل آشنا می شوید.



شکل ۵-۲۶ - برش کابل



شکل ۵-۲۷ - عایق برداری

### ۵-۱-۵- روش روکش برداری کابل : برای در آوردن

عایق روی کابل ابتدا در محیط کابل و در محل مورد نظر به وسیله ی چاقو و یا شیار درآر محیطی شیار دایره ای ایجاد می کنیم (شکل ۵-۲۶). سپس در امتداد طول کابل با چاقو و یا ابزار مخصوص برش کابل، خط برش ایجاد کرده و عایق را جدا می کنیم (شکل ۵-۲۷).

**تذکر مهم:** فراگیران در هنگام روکش برداری کابل نباید چاقو را به سمت خود بگیرند زیرا هنگام بریدن روکش کابل ممکن است چاقو از سطح کابل جدا شده و سبب مجروح شدن سینه یا دست آن ها شود. ضمناً مواظب باشید که افراد دیگر در مسیر نوک چاقوی شما قرار نگیرند. عدم رعایت دو نکته ی فوق ممکن است موجب بروز خطرات جبران ناپذیری شود. برای بریدن کابل از ارّه نیز می توانید استفاده کنید.

### ۵-۱-۶- اتصال کابل شو به کابل: برای اتصال کابل

به دیگر تجهیزات الکتریکی از کابل شو یا کفشک کابل استفاده می شود. کابل شوها ممکن است پرسی یا قابل لحیم کاری باشند. در مقاطع بزرگ، اتصال کابل شو به کابل به وسیله ی لحیم کاری و اغلب با شعله انجام می شود. در صورت استفاده از شعله برای لحیم کاری باید توجه نمود که عایق و روکش بیرونی کابل در اثر حرارت آسیب نبیند.

#### - مراحل اتصال کابل شو به وسیله ی لحیم کاری:

● عایق سر کابل را به اندازه ی لازم (به اندازه ی طول حلقه ی کابل شو + حدود پنج میلی متر) جدا کنید و سر کابل را تمیز کنید (شکل ۵-۲۸ الف).

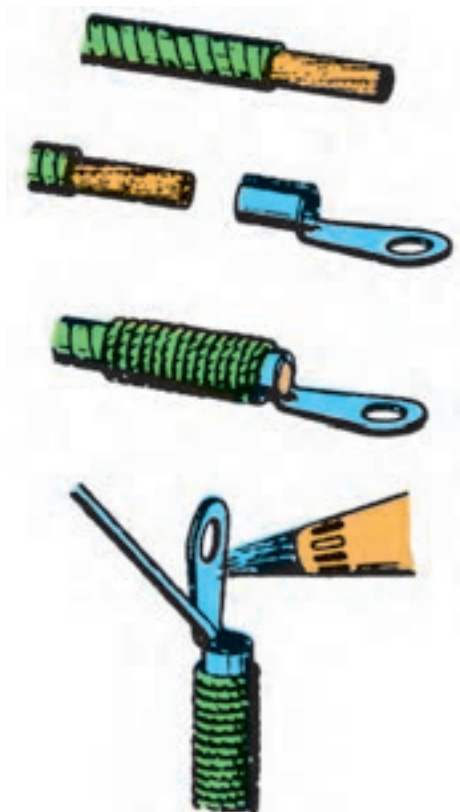
● سر کابل را که عایق آن برداشته شده است داخل کابل شو نمایید (شکل ۵-۲۸ ب).

● دنباله ی عایق سر کابل را با پیچاندن نخ نسوز از خطر سوختن محافظت کنید (شکل ۵-۲۸ ج).

● کابل را با کابل شوی مربوطه به طور عمودی نگهدارید.

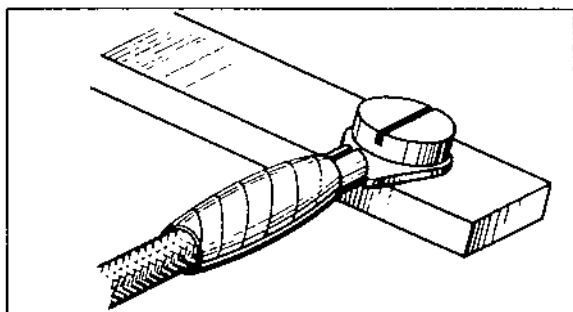
محل لحیم کاری را روغن لحیم بزنید. برای لحیم کاری، دنباله ی کابل شو را که بالای محل لحیم کاری قرار دارد به وسیله ی چراغ کوره ای و یا سربیک گازی گرم کنید. با گذاشتن لحیم بر روی آن سعی کنید که لحیم به داخل کابل شو نفوذ کند (شکل ۵-۲۸ د).

نخ نسوز را باز کنید و روی محل لحیم کاری را با نوار عایق



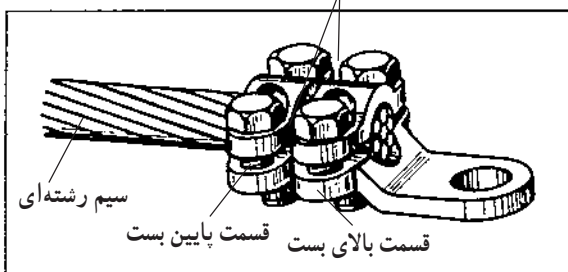
شکل ۵-۲۸ - مراحل لحیم کاری کابل شو





شکل ۵-۲۹- عایق کاری و قرار دادن کابل شو زیر پیچ

فاصله ی یکسان در دو طرف بست ها



شکل ۵-۳۰

زمان: ۶ ساعت

پوشانده و کابل شو را با سرتخت آن و بدون هیچ واسطه ای روی محل اتصال زیر پیچ محکم کنید (شکل ۵-۲۹).

— **طریقه ی اتصال کابل شوی پیچی به کابل:**

کابل شوهای پیچی برای مقاطع بزرگ یک لا تا ۱۲۰ میلی متر مربع، و سیم های چند لا تا ۱۵۰ میلی متر مربع مورد استفاده دارند و نحوه ی اتصال آن ها به کابل به ترتیب زیر است:

● کابل شوی انتخابی باید با قطر سیم هادی متناسب بوده و صحیح انتخاب شود.

● پیچ ها یکنواخت محکم شوند و سیم نباید در این حال تغییر شکل دهد. فاصله ی بین بست های بالا و پایین باید در هر دو طرف یکسان باشد، به علاوه پس از اتصال، باید یک فشار اتصال کافی (حداقل یک کیلوگرم بر سانتی متر مربع) بین دو قسمت بست به وجود آید (شکل ۵-۳۰).

## ۵-۲- کار عملی (۱۰) قسمت اول

۵-۲-۱- هدف: بریدن، لخت کردن و اتصال کابل شو

به کابل های فشار ضعیف توسط لحیم کاری

۵-۲-۲- وسایل و مواد مورد نیاز:

- قیچی کابل بُر یا کمان ارّه و تیغ ارّه ۱ عدد
- سوهان تخت ۱ عدد
- سوهان نیم گرد ۱ عدد
- انبردست ۱ عدد
- سیم لخت کن ۱ عدد
- چاقوی کابل بری ۱ عدد
- لحیم و روغن لحیم به مقدار کافی
- چراغ کوره ای یا سربیک گازی ۱ عدد
- کابل شوی لحیمی ۴ عدد
- کابل NYCWY ۶۰ سانتی متر
- نخ نسوز به مقدار کافی
- متر تاشوی ۲ متری ۱ عدد
- وسایل حفاظت شخصی ۱ دست
- کابل شو نمره ۱۶ ۱ عدد
- کابل تک رشته با سطح مقطع  $16\text{ mm}^2$  ۲۰ سانتی متر
- پرس دستی کابل شو ۱ دستگاه

شکل ۵-۳۱ چند نمونه از ابزارهای کار این فصل را نشان می‌دهد.



الف - دو نوع کمان اژه با تیغه



ب - انواع سوهان



ج - چراغ کوره‌ای

شکل ۵-۳۱ - چند نمونه از ابزارهای کار

### ۵-۲-۳ - نکات ایمنی:

- در هنگام روکش‌برداری کابل به وسیله چاقوی کابل‌بری نباید چاقو را به سمت خود بگیریم چون احتمال جدا شدن آن از سطح کابل و برخورد به بدن ما وجود دارد (شکل ۵-۳۲).

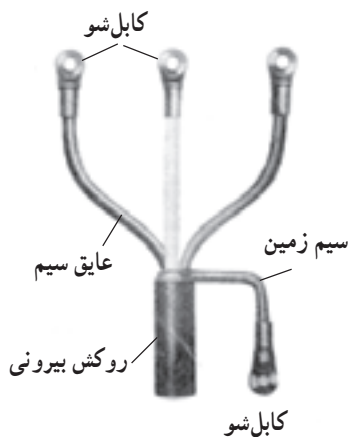


شکل ۵-۳۲ - روکش‌برداری غلط



شکل ۵-۳۳- طریقه‌ی صحیح روکش برداری کابل

در انجام عملیات هر مرحله، به نکات گفته شده در زیر مجموعه‌های بند ۱-۵ کاملاً عمل کنید.



شکل ۵-۳۴- اتصال کابل شو به کابل

– مواظب باشید که افراد دیگر در مسیر نوک چاقوی شما قرار نگیرند (شکل ۵-۳۳).

– در صورت استفاده از شعله برای لحیم کاری مواظب باشید تا افراد و تجهیزات از آسیب مصون باشند.

۴-۲-۵- مراحل کار اتصال کابل شو به کابل، به روش لحیم کاری:

۱- یک کابل پروتودور  $6/6/1kVNYCWY$  به طول لازم (حدود ۶۰ سانتی متر) انتخاب کنید.

۲- روکش اصلی کابل را به طول لازم حدود ۲۵ سانتی متر با چاقوی کابل بری بردارید. مواظب باشید که روکش سیم‌ها زخمی نشود.

۳- عایق سرسیم‌ها را به طول لازم جدا کنید (طول سوراخ کابل شو + حدود پنج میلی متر).

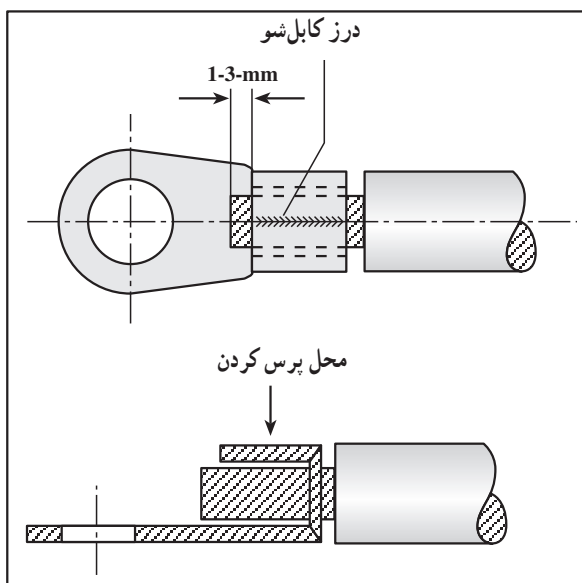
۴- سرسیم‌هایی که عایق در آن‌ها برداشته شده داخل کابل شو نمایید. به طوری که حدود ۲ میلی متر از قسمت انتهایی سوراخ کابل شو پایین تر قرار گیرد.

۵- دنباله‌ی عایق سرسیم‌ها را با پیچاندن نخ نسوز از خطر سوختن روکش سیم محافظت کنید.

۶- کابل را همراه با کابل شوهای مربوط به طور عمودی نگهدارید.

۷- بالای محل لحیم کاری کابل شو را با چراغ کوره‌ای یا سربیک گازی گرم کنید و لحیم را جلوی سوراخ کابل شو قرار دهید تا لحیم به داخل کابل شو نفوذ کند.

۸- سیم زمین را نیز از داخل کابل بیرون آورده و مطابق شکل ۵-۳۴ کابل شو را به آن لحیم کنید.



شکل ۵-۳۵ اتصال کابل شو پرسی به کابل

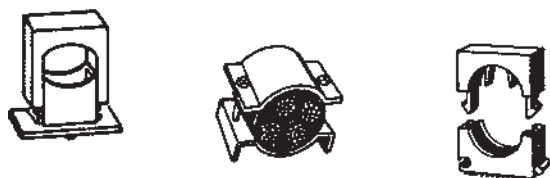
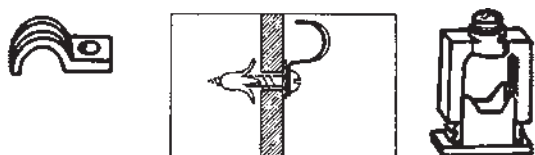
## ۵-۲-۵- مراحل کار اتصال کابل شو پرسی به

سرسیم (قسمت دوم):

۱- سرسیم روکش دار نمره ۱۶ را با چاقوی کابل پری و یا سیم لخت کن لخت کنید، به طوری که قسمت لخت شده به اندازه‌ی سوراخ کابل شو به اضافه‌ی ۵ میلی متر باشد.

۲- سرسیم لخت شده را داخل سوراخ کابل شو نمایید، به طوری که سرسیم یک تا ۳ میلی متر از سوراخ کابل شو بیرون آمده و حدود سه میلی متر نیز از انتهای کابل شو با عایق سیم فاصله باشد.

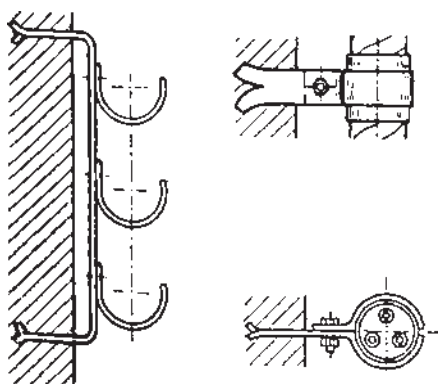
۳- پرس دستی، کابل شو را به سیم پرس کنید (شکل ۵-۳۵).



الف - بست هایی که به سطح کار پیچ می شوند.



ب - بست هایی که روی پیچ کار گذاشته شده داخل دیوار سوار می شوند.



ج - بست هایی که پایه آن ها در داخل دیوار نصب شده است.

شکل ۵-۳۶ انواع بست کابل

## ۵-۳- عملیات کابل کشی کابل های پروتودور در فشار

ضعیف (تا ۴۰۰ ولت)

### ۵-۳-۱- انواع بست کابل: در کابل کشی های روی

دیوار از بست کابل استفاده می شود. جهت انتخاب بست های مختلف نکات زیر بایستی رعایت شود:

- اندازه‌ی قطر خارجی کابل

- نوع کابل کشی با توجه به عوامل مکانیکی، حرارتی و

شیمیایی اثرگذار روی کابل

- نوع کابل کشی از نظر قابل دید بودن (روی دیوار) و یا

غیرقابل دید (زیر سقف کاذب)

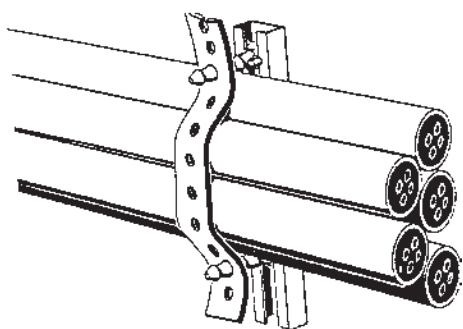
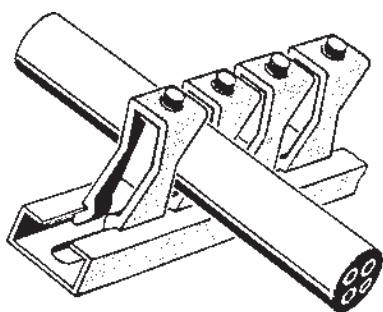
- امکان بستن ساده کابل

- قیمت مناسب نصب

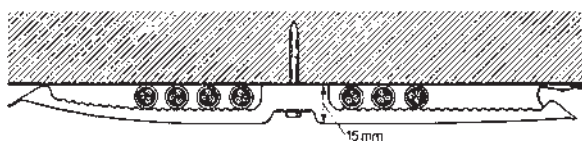
بست ها توسط میخ های فولادی یا پیچ به روی دیوار محکم

شده و سپس کابل روی آن ها بسته می شود. انواع بست ها در

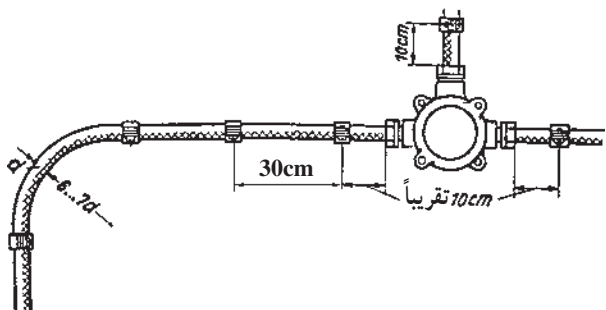
شکل های ۵-۳۶ نشان داده شده است.



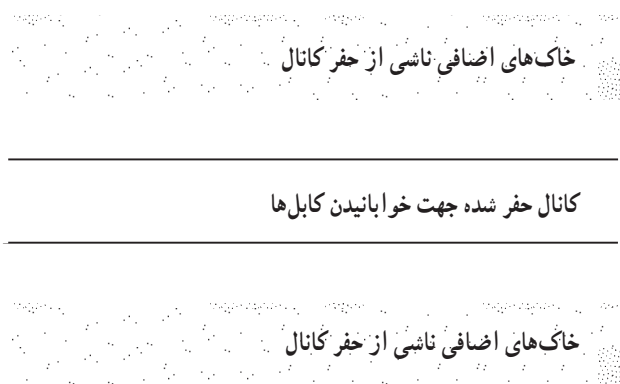
شکل ۳۷-۵ کابل کشی روی دیوار



شکل ۳۸-۵ بست رکابی برای کابل کشی در زیر سقف



شکل ۳۹-۵ ایجاد خم در کابل



شکل ۴۰-۵

در کابل کشی های روی دیوار که قابل رؤیت می باشند بهتر است بیش تر از ۵ کابل کنار یکدیگر قرار نگیرند (شکل ۳۷-۵).  
در کابل کشی روی دیوار فاصله ی کابل ها بایستی حتی الامکان به اندازه ی قطر کابل باشد.

فاصله ی بست ها از یکدیگر بستگی به قطر خارجی، طول و نحوه ی قرار گرفتن کابل روی دیوار (عمودی - افقی) دارد. این فاصله به طور متوسط ۵۰ سانتی متر می باشد که برای کابل های با مقاطع کوچک و مسیرهای کوتاه تا ۳۰ سانتی متر کاهش یافته و در مسیرهای طویل و کابل های با مقاطع بزرگ به ۸۰ سانتی متر نیز می رسد.

باید توجه نمود که فاصله ی بست ها در حالتی که به صورت عمودی روی دیوار نصب شده اند می تواند بیش تر از حالت افقی باشد.

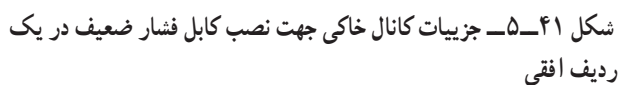
در کابل کشی روی دیوار باید دقت نمود که کابل حتی الامکان صاف باشد.

در مواردی که امکانات محل اجازه بدهد می توان کابل ها را بر روی پایه هایی که در داخل دیوار محکم شده اند قرار داد. در صورتی که کابل ها در زیر سقف قرار گرفته باشند می توان مانند شکل ۳۸-۵ عمل نمود.

در جاهایی که کابل ها خم شده و یا تغییر جهت می دهند، شعاع قوس آن ها نباید کم تر از ۵ برابر قطر خارجی کابل باشد زیرا در صورت کم تر شدن شعاع قوس، امکان قطع شدن هادی های کابل وجود دارد (شکل ۳۹-۵).

## ۵-۳-۲- کانال های خاکی کابل: جهت نصب و

استقرار کابل های مختلف در داخل خاک (روش دفنی)، کانال های خاکی را به مقطع دوزنقه می سازند. دلیل این کار جلوگیری از ریزش کردن دیواره ی کانال و هم چنین استحکام دیوارهای کانال می باشد. خاک های برداشته باید به فاصله ی ۳۰ سانتی متر دورتر از لبه ی کانال ریخته شود تا هرگونه فعالیت آزاد برای خواباندن کابل امکان پذیر باشد (شکل ۴۰-۵).



نوع کابل	فشار ضعیف	تا ۲۰ کیلو ولت
l	۳۰ cm	۶۰ cm

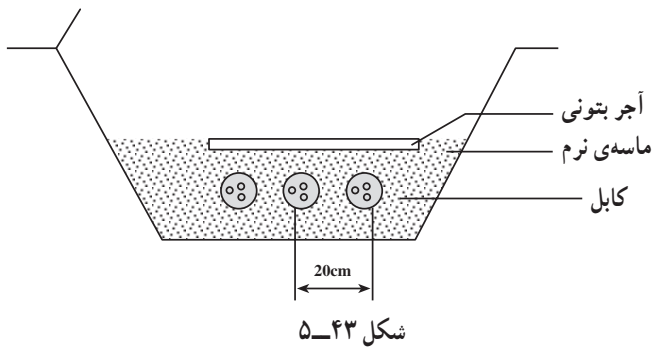
عمق کانال بر حسب سانتی متر (h)	ولتاژ بر حسب کیلو ولت	ردیف
۸۰	۱	۱
۱۰۰	۱۰	۲
۱۲۰	۲۰	۳



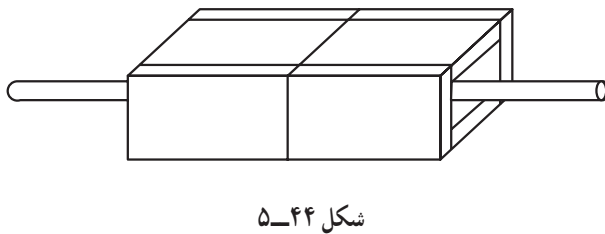
برای نصب کابل‌ها در داخل کانال خاکی ابتدا باستی کف کانال کاملاً صاف، تمیز و کوبیده شده باشد سپس حداقل ۱۰ سانتی متر ماسه‌ی نرم در گودال ریخته شود و کابل روی آن خوابانده شود. مجدداً روی کابل حداقل ۱۰ سانتی متر ماسه نرم ریخته و سپس به منظور حفاظت از کابل یک ردیف آجر به عرض ۲۲ سانتی متر یا یک ردیف بلوک سیمانی بر روی این لایه چیده شود و سپس یک نوار پلاستیکی هشدار دهنده که روی آن عبارت: **توجه! مسیر کابل، نوشته شده است کشیده شود،** روی مجموعه تا ارتفاع ۲۰ سانتی متر سنگ ریزه و سپس روی آن خاک معمولی ریخته و کوبیده شود (شکل ۴۲-۵).

### ۵-۳-۳- روش‌های محافظت از کابل در کانال‌های

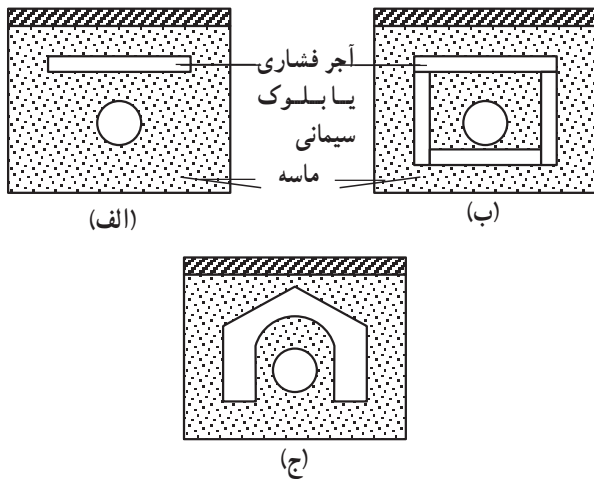
خاکی: در صورتی که تعداد کابل‌ها زیاد باشد بهتر است به جای قرار دادن کابل‌ها بر روی یکدیگر، آن‌ها را پهلوی هم قرار دهند. ضمناً پس از دفن کابل در داخل زمین معمولاً روی آن‌ها را با آجر یا سنگ‌های مخصوص و یا بلوک بتونی مخصوص مطابق شکل ۵-۴۳ می‌پوشانند.



در صورتی که چندین کابل پهلوی هم کشیده شوند و فاصله کم‌تر از ۲۰ سانتی‌متر باشد باید کابل‌ها توسط آجر فشاری، مطابق شکل ۵-۴۴، از یکدیگر مجزا و محافظت شوند.

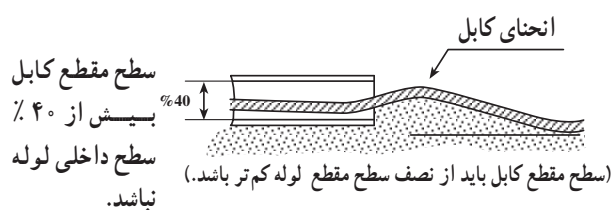
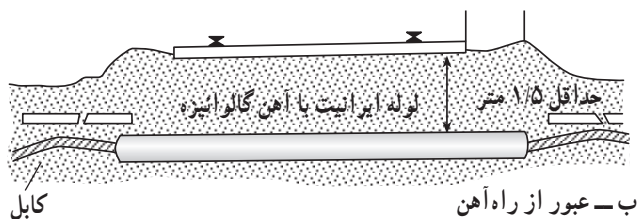
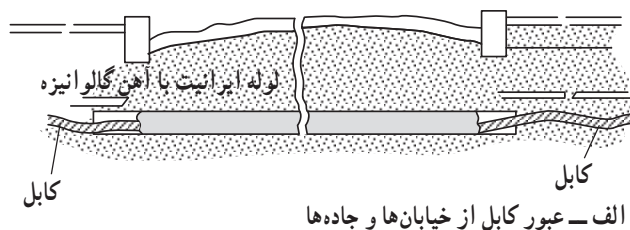


محافظت‌های مخصوص روی کابل (آجر یا بلوک بتونی) را مطابق شکل ۵-۴۵ باید کاملاً بالای کابل خواباند. شکل ۵-۴۵ چند روش حفاظت کابل را در زمین نشان می‌دهد.

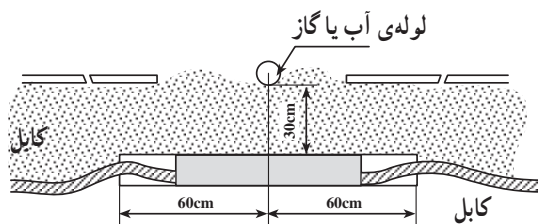


استعداد باردهی کابل در صورتی که مستقیماً در خاک دفن شود. شکل ۵-۴۵ الف از دو نوع دیگر بیش‌تر است، زیرا حرارت کابل بهتر به محیط خارج منتقل می‌شود.



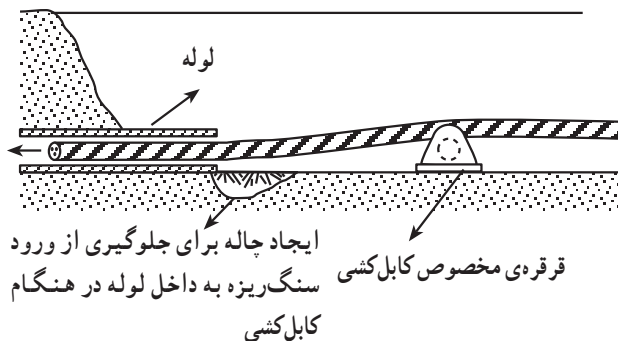


ج - طرز قرار دادن کابل موقع بیرون آمدن از لوله



د - تقاطع کابل زیرزمینی و لوله آب یا گاز

شکل ۴۶-۵ - روش های محافظت از کابل در برابر عبور از موانع



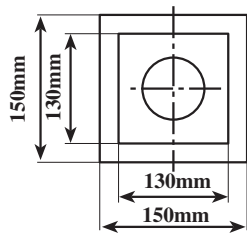
شکل ۴۷-۵ - نحوه ی ورود کابل به لوله

در صورتی که کابل از روی پُل عبور کند یا کابل دیگری را قطع نماید و یا از روی لوله ی آب، گاز و بالاخره هر لوله ی فولادی دیگری بگذرد، باید در همان نقطه و محل به وسیله ی لوله ی محافظی، مطابق شکل ۴۶-۵، محافظت شود. فاصله ی بین کابل و لوله ی آب یا گاز که به موازات هم هستند نباید کم تر از ۳۰ سانتی متر باشد.

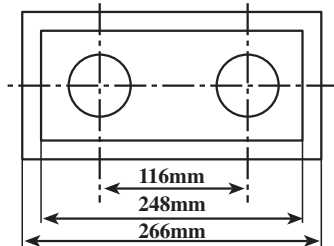
در موقع عبور کابل از چهارراه ها بهتر است کابل را از داخل لوله عبور داد به طوری که طول لوله به قدری باشد که تا اواسط پیاده رو کشیده شود. این لوله ها باید طوری به یکدیگر وصل شوند و در داخل یکدیگر قرار گیرند که در موقع کابل کشی و عبور کابل از داخل لوله، کابل به محل های اتصال لوله، گیر نکند.

در مواقعی که کابل کشی از داخل لوله انجام می شود باید کابل را در محل ورود و خروج از لوله، محافظت کرد تا در اثر لبه های لوله زخمی نشود. برای این منظور بهتر است از قرقه های مخصوص در جلوی ورودی کابل به لوله استفاده نمود. هم چنین برای جلوگیری از ورود سنگ ریزه به داخل لوله لازم است چاله ای در قسمت ورودی کابل به لوله ایجاد شود (شکل ۴۷-۵). این چاله پس از عملیات کابل کشی با ماسه نرم پر می شود. برای عبور کابل از یک طرف به طرف دیگر خیابان و یا عبور کابل از میدان ها

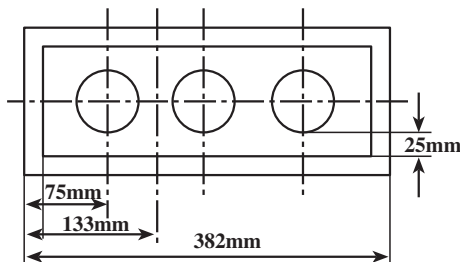
و چهارراه‌ها از لوله‌های سیمانی مخصوص یا لوله گالوانیزه استفاده می‌گردد. قطر سوراخ لوله‌ها باید حداقل  $1/5$  برابر قطر خارجی کابل باشد (شکل ۵-۴۸).



الف - کانال بتونی یک سوراخه

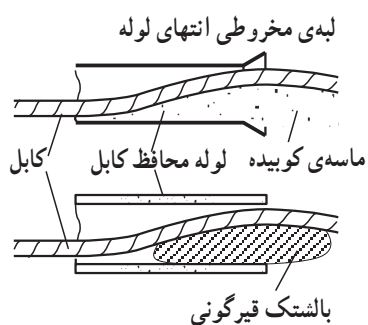


ب - کانال بتونی دو سوراخه



ج - کانال بتونی سه سوراخه

شکل ۵-۴۸ - محافظت کابل در تقاطع یا خیابان‌ها



شکل ۵-۴۹

برای جلوگیری از زخمی شدن پوشش کابل، بهتر است سر لوله را به شکل قیف خم کنیم. در مقابل مدخل لوله‌هایی که در امتداد سطح چاله‌ی کابل قرار دارند و به خاطر جلوگیری از ورود سنگ‌ریزه به داخل لوله در موقع کابل کشی قبل از ابتدای لوله، خاک برداری شده، پس از خاتمه‌ی کابل کشی دو طرف لوله را با قرار دادن بالشتک‌هایی از ماسه‌ی کوبیده و یا قیرگونی یا پشم شیشه و امثال آن، باید طوری حفاظت کرد که کابل فقط با لبه‌ی بالایی لوله در تماس باشد (شکل ۵-۴۹).

#### ۴-۳-۵- ابزار و تجهیزات نصب کابل:

— جک بالابر و دستگاه کلاف بازکنی: جهت بالا بردن

قرقره‌ی کابل از جک بالابر استفاده می‌شود. شکل ۵-۵-الف  
قرقره‌ی کابل را که بر روی جک پیچی قرار گرفته است نشان  
می‌دهد. در این شکل اجزای تشکیل دهنده عبارت‌اند از:

۱- تکیه‌گاه گردان

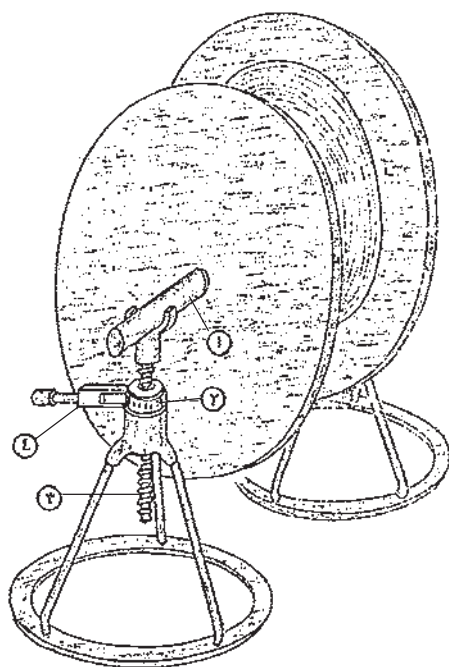
۲- چرخ دنده

۳- پیچ بالابر

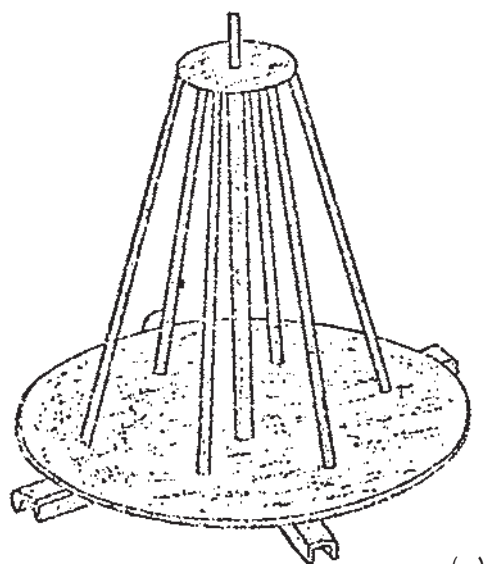
۴- اهرم فرمان جفجغه

شکل ۵-۵- ب نیز یک کلاف بازکن دستی را نشان

می‌دهد.



الف — قرقره‌ی کابل بر روی جک بالابر



شکل ۵-۵- (ب)



شکل ۵-۵۱- دستگاه کشش کابل

— دستگاه کشش کابل: این دستگاه دارای دو غلتک

عمودی و یک غلتک افقی است. یک موتور الکتریکی غلتک  
پیش برنده را می‌چرخاند. با قرار دادن کابل بین دو غلتک و  
اتصال الکتروموتور به برق کابل روی غلتک افقی به طرف جلو  
رانده خواهد شد. فاصله‌ی بین غلتک‌ها متغیر می‌باشد. در  
کانال‌هایی که دارای پیچ و خم زیاد باشد در طول مسیر از این  
دستگاه در فواصل معین و در ابتدا و انتهای قوس‌ها استفاده  
می‌شود.

نکته‌ی مهم در استفاده از این وسیله آن است که بایستی  
در تمام طول مسیر، کشش‌ها یکسان باشد. مزیت این روش این  
است که نیروی کشش کابل در تمام طول آن تقسیم می‌شود (شکل  
۵-۵۱).

### — قرقره‌ها و غلتک‌های کابل‌کشی: قرقره‌ها و غلتک‌ها

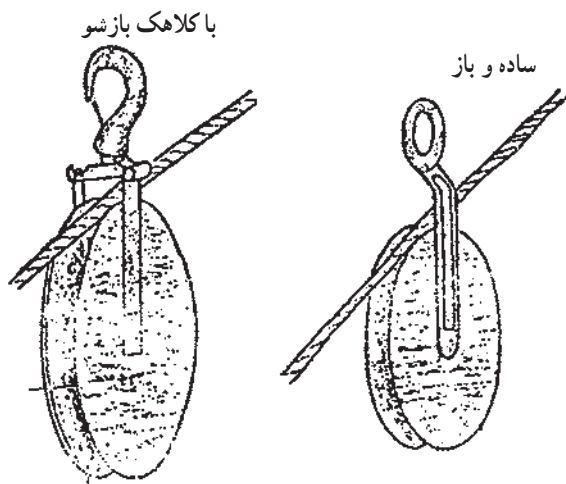
از تماس کابل با زمین و صدمات ناشی از آن جلوگیری می‌کند. این تجهیزات در فواصل معینی از یکدیگر در کانال قرار می‌گیرند. برای مسیرهای منحنی باید از غلتک شکل ۵۲-۵- ب استفاده کرد.



الف — قرقره‌ی کابل‌کشی  
برای مسیرهای مستقیم

ب — قرقره‌ی کابل‌کشی برای  
مسیرهای منحنی

شکل ۵۲-۵- قرقره‌های کابل‌کشی



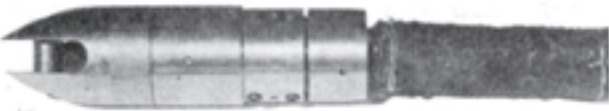
شکل ۵۳-۵- قرقره‌های نگهدارنده‌ی کابل

### شکل ۵۳-۵ دو نمونه قرقره نگهدارنده کابل از نوع

آویزان را نشان می‌دهد.



شکل ۵۴-۵- گیره‌ی کابل



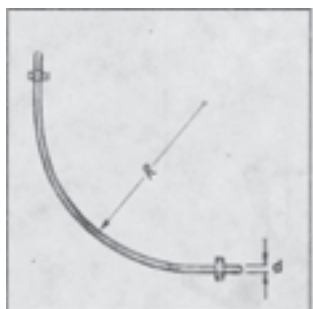
شکل ۵۵-۵- گیره‌ی کشش چشمی کابل

### — گیره‌های کابل: شکل ۵۴-۵ گیره‌ی کابل (جوراب

کابل) را نشان می‌دهد. کابلی که باید در مسیر کانال کشیده شود در درون این وسیله قرار می‌گیرد. با کشیده شدن انتهای جوراب قطر داخلی آن کم می‌شود و کابل را محکم دربر می‌گیرد.

### شکل ۵۵-۵ گیره کشش چشمی کابل را نشان می‌دهد.

این گیره به حلقه انتهای جوراب کابل متصل شده و نیروی کشش را به کابل اعمال می‌کند.



شکل ۵۶-۵- زاویه‌ی خمش کابل

### ۵-۳-۵- زاویه‌ی خمش کابل: در موقع کشیدن کابل

در داخل کانال باید دقت شود که کابل پیچانده نشود، تا نخورد و جمع نشود، در ضمن خیلی تحت فشار کششی قرار نگیرد. اگر بخواهیم کابل در مقابل خم شدن و فشار محافظت شود، باید شعاع خمش کابل‌های مختلف حداقل مطابق جدول ۵-۶ باشد. شکل ۵۶-۵ زاویه‌ی خمش کابل را نشان می‌دهد.

جدول ۵-۶- حداقل شعاع خمش کابل‌ها

کابل‌ها	کابل‌های عایق کاغذی با غلاف آلومینیومی صاف	کابل‌های عایق کاغذی با غلاف سربی یا غلاف آلومینیومی موج	کابل‌های عایق پلاستیک
کابل‌های چند سیمه  $U_0 / U \leq 0,6 / 1kV$ $U_0 / U > 0,6 / 1kV$	$R = 25 \times d$ $R = 25 \times d$	$R = 15 \times d$ $R = 15 \times d$	$R = 12 \times d$ $R = 15 \times d$
همه‌ی کابل‌های یک سیمه	$R = 30 \times d$	$R = 25 \times d$	$R = 15 \times d$

در این جدول  $R$  شعاع خمش،  $d$  قطر خارجی کابل  $U_0$  ولتاژ فازی و  $U$  ولتاژ خط می‌باشد. شعاع خمش با توجه به تعداد رشته‌های کابل و نوع غلاف و عایق، تعیین می‌شود.

### ۵-۳-۶- نصب کابل روی دیوار: در کارخانجات

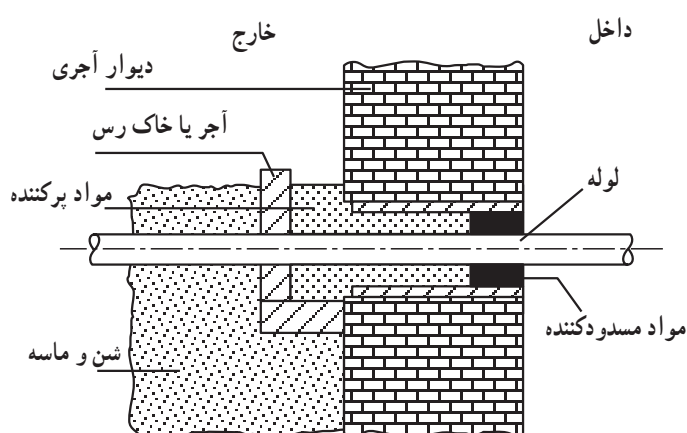
صنعتی ممکن است کابل‌ها بر روی دیوار نصب شوند. در این صورت بایستی عمل نصب با ایمنی و زیبایی تمام انجام گرفته و کابل‌ها با بست به دیوار محکم شوند. ضمن این که کلیه اصول در مورد زوایای خمش رعایت شود و فاصله‌ی بست‌ها طوری باشد که کابل کاملاً صاف بوده و شکم ندهد (شکل ۵-۵۷). فاصله‌ی کابل‌های نصب شده روی دیوار از یکدیگر حداقل بایستی به اندازه‌ی قطر کابل باشد.



شکل ۵-۵۷- کابل‌کشی روی دیوار

هنگام عبور کابل از دیوار باید کابل از داخل لوله‌ای که قطر داخلی آن حداقل  $1/5$  برابر قطر خارجی کابل باشد عبور داده شود و بعد از عبور کابل بایستی فاصله بین کابل و لوله کاملاً مسدود گردد. برای این کار می‌توان از پارچه‌ی کنفی که فشرده و با صمغ اپوکسی آغشته شده است (یا مواد مشابه دیگر) استفاده نمود. سپس با صمغ مخصوص اطراف لوله را کاملاً مسدود نمود. در این حالت بایستی دقت کرد تا دمای صمغ از  $100^\circ$  درجه‌ی سانتی‌گراد بیش‌تر نشود.

کابل‌های با غلاف PVC بایستی با لایه‌ای از نوار پلی‌اتیلن پوشیده شود (شکل ۵-۵۸).



شکل ۵-۵۸- عبور کابل از میان دیوار از داخل لوله

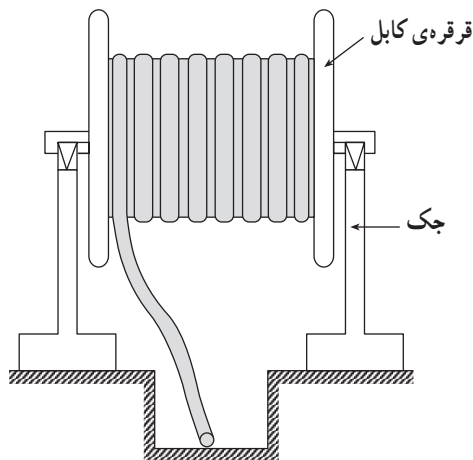
### ۷-۳-۵- نصب کابل در کانال خاکی: برای نصب

کابل‌ها در داخل کانال خاکی ابتدا باید کانال موردنظر را با ابعاد مشخص شده در نقشه‌ی مربوط حفر و کف آن را به ضخامت ۱۰ سانتی‌متر ماسه‌ریزی نمود، سپس کابل‌ها را مطابق شرایط گفته شده در کانال خواباند.

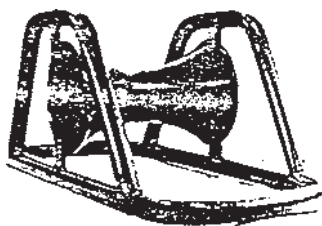
برای خواباندن کابل‌ها باید از میزان درجه حرارتی که کابل می‌بایست تحت آن کشیده شود اطمینان حاصل نمود. میزان حداقل درجه حرارت بایستی برحسب جدول ۷-۵ باشد. در صورتی که درجه حرارت کم‌تر از میزان داده شده باشد بایستی قبل از کابل‌کشی، کابل را در اتاق‌های مخصوص به اندازه‌ی لازم گرم کرد. در زمین‌های شوره‌زار و مکان‌هایی که حیوانات موذی وجود دارند استفاده از کابل‌های NYY مجاز نبوده و بایستی از کابل‌های زره‌دار استفاده کرد.

جدول ۷-۵- حداقل درجه حرارت کابل‌کشی بدون گرم کردن کابل

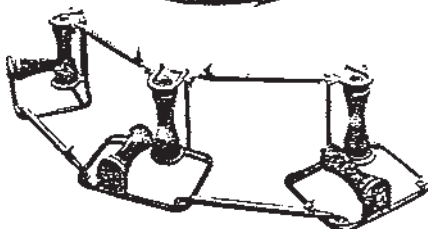
درجه‌ی سانتی‌گراد (°C)	نوع کابل
+۵	کاغذی با غلاف فلزی تا ۳۵ کیلوولت با کاغذ آغشته معمولی یا بدون پوشش حفاظتی
۰	با پوشش پلاستیکی با غلاف PVC از یک کیلوولت تا ۳۵kV با پوشش حفاظتی
-۱۰	با عایق پلاستیکی و غلاف پلاستیکی تا ۵۰۰ ولت
-۷	الف - با پوشش حفاظتی و بدون پوشش ب - با عایق پلاستیکی - غلاف سربی یا PVC با پوشش حفاظتی
-۱۵	با عایق لاستیکی - غلاف سربی یا PVC بدون غلاف حفاظتی
-۲۰	با عایق لاستیکی - غلاف سربی یا PVC با غلاف فلزی حفاظتی



شکل ۵-۵۹- نحوه‌ی قرار گرفتن قرقره‌ی کابل روی جک مخصوص



الف - غلتک کابل ساده



ب - غلتک زاویه

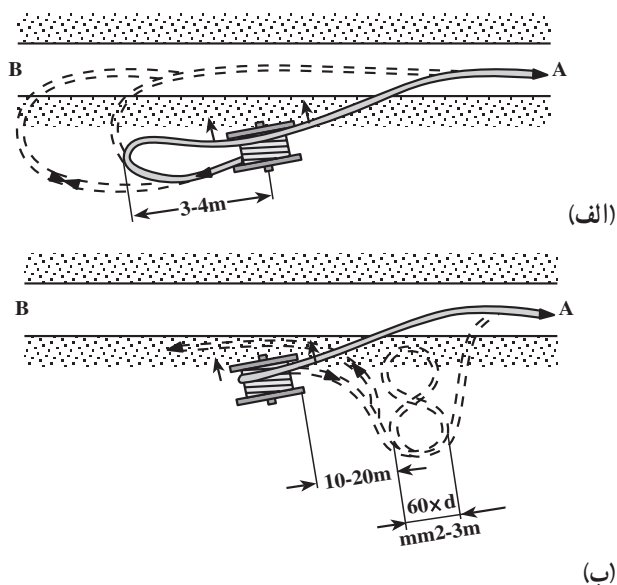
شکل ۵-۶۰- غلتک‌های کابل‌کشی

برای خواباندن کابل در کانال خاکی، قرقره‌ی کابل را با احتیاط و به وسیله‌ی جرثقیل به آرامی از روی تریلر پایین آورده و روی جک مخصوص قرار می‌دهند (شکل ۵-۵۹). جهت باز کردن کابل از روی قرقره‌ی کابل باید به جهت فلش که روی قرقره‌ی کابل نشان داده شده توجه شود و کابل در جهت فلش کشیده شود.

در موقع کابل‌کشی بایستی به هر نحو ممکن از تماس کابل با زمین جلوگیری کرد. برای این منظور از قرقره‌های مخصوص کابل‌کشی استفاده می‌شود.

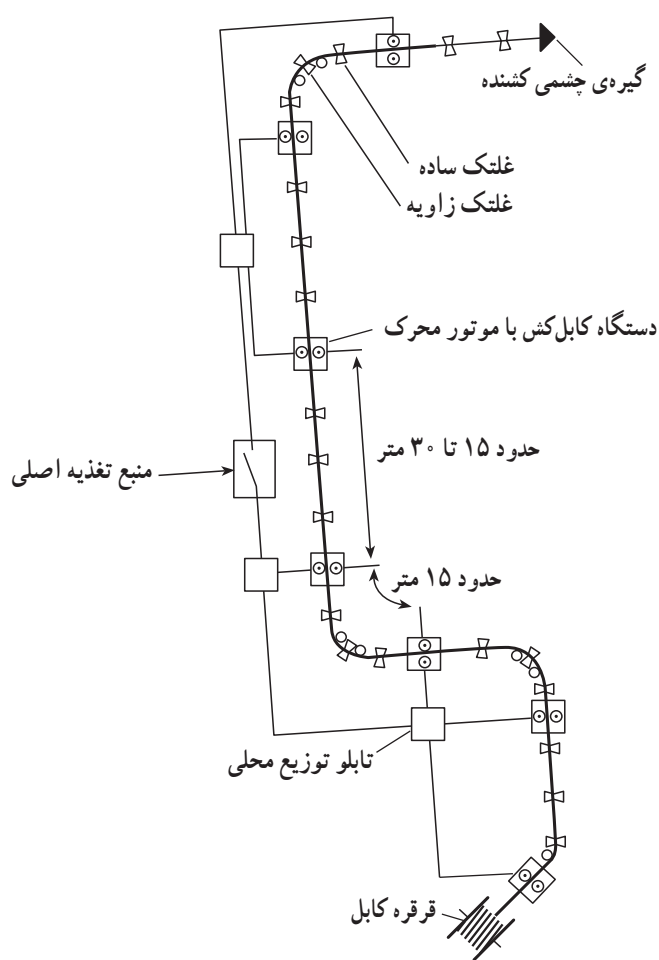
برای کابل‌کشی سریع و آسان، کابل را باید از روی غلتک کابل عبور داد. غلتک کابل دو نوع است؛ ساده و زاویه. غلتک کابل ساده معمولاً در مسیرهای مستقیم مورد استفاده قرار می‌گیرد و غلتک زاویه جهت عبور کابل در مسیر قوس‌ها، زوایا و پیچ‌ها کاربرد دارد. شکل ۵-۶۰ دو نوع غلتک کابل‌کشی را نشان می‌دهد.





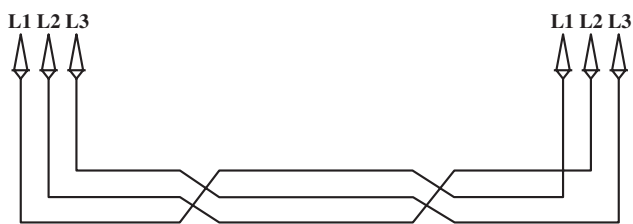
شکل ۵-۶۱

در صورتی که کارگر کافی برای کشیدن کابل در یک مرحله وجود نداشته باشد می توان قرقه ی کابل را در وسط مسیر کابل قرار داد و طول مورد نیاز را از بالای قرقه در جهت (A) باز کرد (شکل ۵-۶۱ الف)، سپس قرقه را بیش تر چرخانده و یک حلقه به طول ۳ تا ۴ متر در جهت (B) به وجود آورد و بعد کابل را از روی قرقه و از پهلو بلند کرد به طوری که کابل از زیر قرقه کشیده شود. بعد خم کابل را در طول ۴ تا ۶ متر پهن کرد و آن را مستقیماً در کانال خوابانید. در صورتی که به علت وجود مانع از خواباندن قسمت دوم کابل از بالا جلوگیری شود، کابل بایستی مانند شکل «8» در سمت جلوی قرقه قرار گرفته و سپس کابل کشی صورت گیرد (شکل ۵-۶۱ ب).



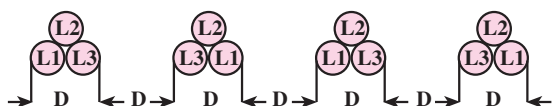
شکل ۵-۶۲

در صورتی که تعداد خم های مسیر کم باشد و نیز موانع زیادی در مسیر وجود نداشته باشد از دستگاه کابل کش (وینچ) استفاده می شود. در این حالت، قرقه ی کابل را در ابتدای کانال و وینچ را در فواصل مناسب و انتهای کانال قرار می دهند و کابل را با سرعتی قابل قبول و آرام می کشند. قبل از کابل کشی با وینچ لازم است مسیر کابل کشی بازرسی شده و اطمینان لازم جهت مناسب بودن مسیر از هر لحاظ به دست آید. شکل ۵-۶۲ به صورت دیاگرام خطی روش کابل کشی با وینچ را نشان می دهد.



در صورتی که قرار است سه کابل در یک مسیر طولانی به طول چندین کیلومتر کشیده شود ضرورت دارد کابل‌ها را در طول مسیر مطابق شکل ۵-۶۳ جابه‌جا کرد.

شکل ۵-۶۳ - جابه‌جایی کابل‌ها در طول مسیر طولانی




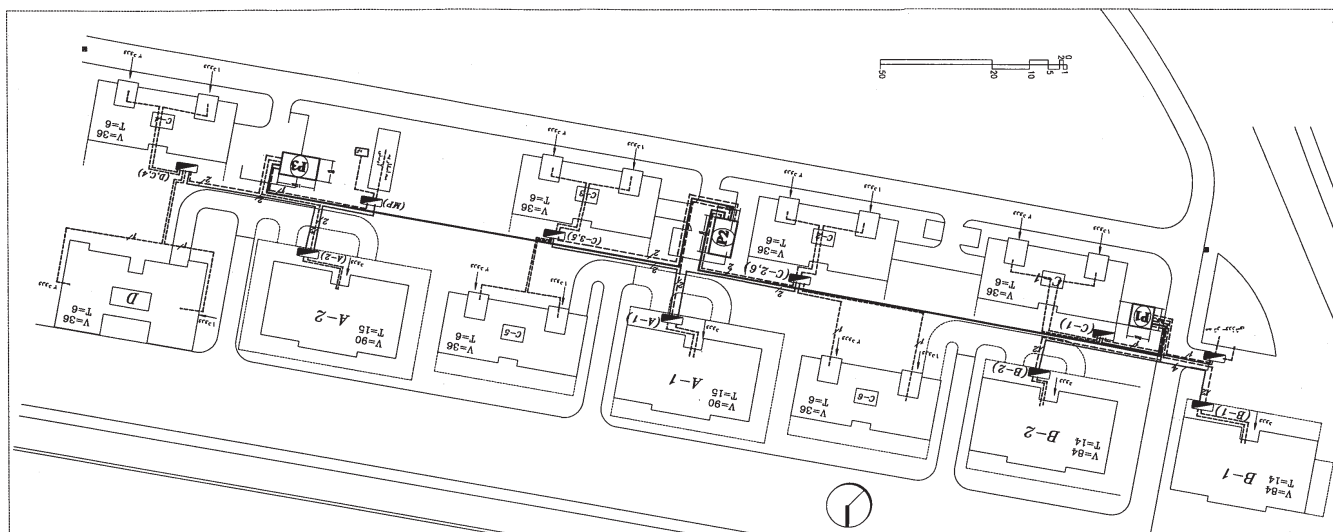
اگر چندین کابل تک رشته در کانال مشترکی کشیده می‌شوند، لازم است مطابق شکل ۵-۶۴ فاصله‌ی آن‌ها نسبت به هم تنظیم شود.



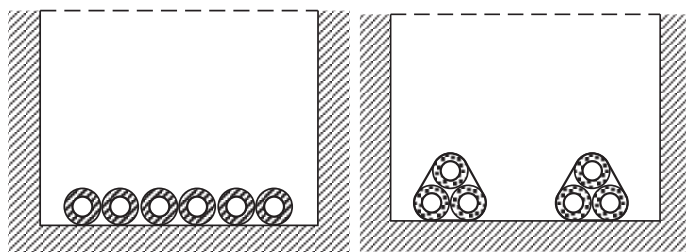
شکل ۵-۶۴ - فاصله‌ی کابل‌ها نسبت به هم در داخل کانال خاکی

شکل ۵-۶۵ مسیر کابل کشی را در کانال خاکی در داخل یک شهرک مسکونی نشان می‌دهد.

- در این نقشه  $P_1$  و  $P_2$  و  $P_3$  پست‌های ترانسفورماتور می‌باشند و علائم  تابلوهای توزیع انرژی الکتریکی را نشان می‌دهند. خطوط ارتباطی بین تابلوها و پست‌ها نشان‌دهنده‌ی کابل‌های ارتباطی هستند.

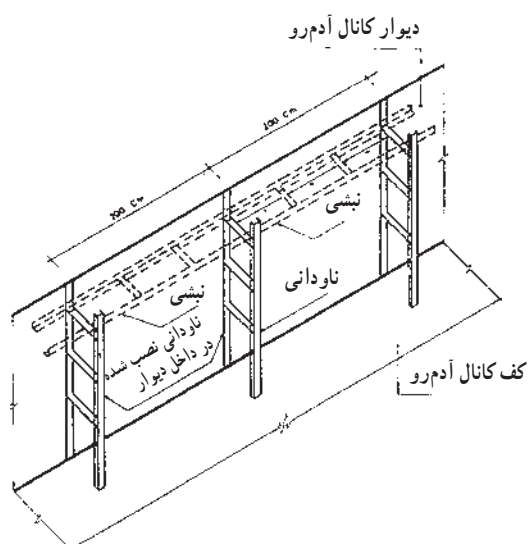


شکل ۵-۶۵ - مسیر کابل کشی در داخل یک شهرک مسکونی

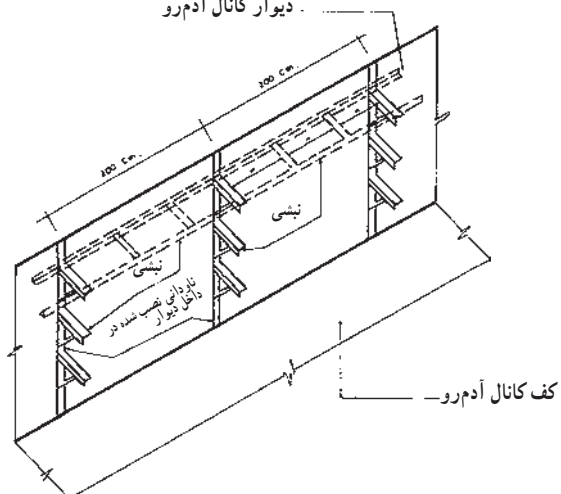


ب - آرایش مثلثی کابل‌ها در کانال      الف - آرایش ردیفی کابل‌ها در کانال  
پیش ساخته      پیش ساخته

شکل ۵-۶۶



الف - جزییات تیپ اسکله‌بندی نصب کابل در داخل کانال‌های آدمرو  
دیوار کانال آدمرو



ب - جزییات تیپ بازوبندی نصب کابل در داخل کانال‌های آدمرو

شکل ۵-۶۷

### ۸-۳-۵- نصب کابل در داخل کانال : کانال‌های

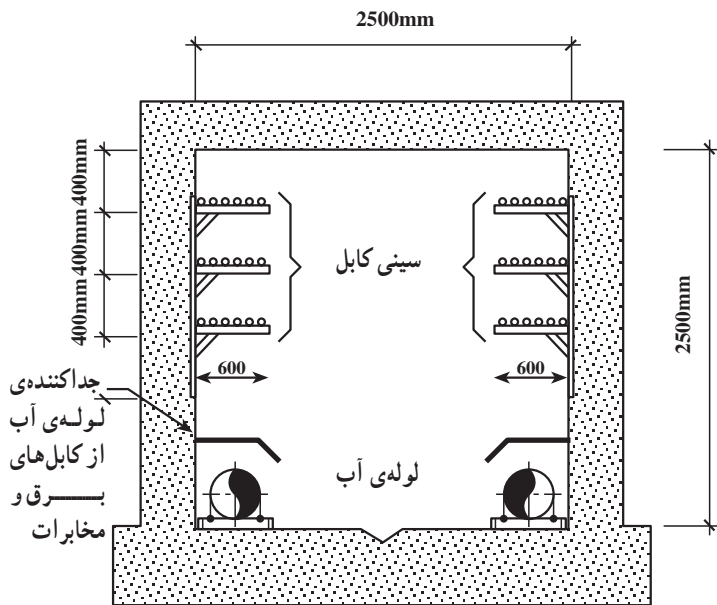
کابل کشی معمولاً به دو صورت کانال‌های کوچک<sup>۱</sup> و کانال‌های آدمرو ساخته می‌شود. کانال‌های کابل کوچک معمولاً در موتورخانه‌ها، پست‌های برق، اتاق و یا سالن‌های مولد برق کاربرد دارد و باید دارای درپوش‌های قابل برداشت از آهن آجدار و با دستگیره‌ی مناسب در تمام طول کانال باشد. شکل ۵-۶۶ آرایش ردیفی و آرایش مثلثی کابل‌ها در کانال را نشان می‌دهند.

کانال‌های آدمرو از بتون پیش‌ساخته یا بتون درجا و با استحکام مناسب ساخته می‌شود و معمولاً برای هدایت آب احتمالی کف آن دارای شیبی برابر نیم الی یک درصد بوده و برای آن‌ها کف‌شورهایی نیز در نظر گرفته می‌شود.

برای نصب کابل در کانال‌های فوق معمولاً از پایه‌های پیش‌ساخته‌ی گالوانیزه که در روی دیواره‌ی کانال و در تمام طول آن نصب می‌شود، استفاده می‌گردد که روی آن‌ها سینی کابل نصب می‌شود. کابل‌ها با فواصل معین و ترتیب خاصی روی سینی‌ها چیده می‌شوند. فاصله‌ی دو سینی موازی با هم باید طوری باشد که بتوان به راحتی در موقع لزوم بین آن‌ها کار انجام داد. این نوع کانال‌ها در تیپ‌های مختلف ساخته می‌شود که در شکل ۵-۶۶ دو تیپ اسکله‌بندی و بازوبندی نشان داده شده است.

کابل‌هایی که در هر کانال نصب می‌شوند باید به تعدادی باشند که نصب آن‌ها به آسانی میسر بوده و تعمیر و تعویض آن‌ها نیز به سهولت انجام گیرد در مواردی که مجاری کابل در انتهایی خود در معرض تغییر زیاد درجه حرارت قرار می‌گیرند (مانند سردخانه‌ها یا منابع حرارتی) باید قسمت مناسبی از مجاری به نقطه تبدیل اختصاص داده شده و از گردش هوا بین قسمت‌های سرد و گرم جلوگیری شود.

۱- به کانال‌های کوچک اصطلاحاً گریه‌رو گفته می‌شود.



شکل ۵-۶۸



شکل ۵-۶۹



شکل ۵-۷۰

### ۹-۳-۵- نصب کابل روی سینی کابل: ابعاد

سینی‌های کابل باید از نظر مکانیکی با توجه به وزن کابل‌ها و هم‌چنین در صورت لزوم با در نظر گرفتن شرایط نصب، تعمیرات و رسیدگی انتخاب شود. ولی به‌طور کلی باید سینی‌های کابل از ورق گالوانیزه‌ی مشبک به ضخامت حداقل ۱/۵ میلی‌متر ساخته شود.

— سینی‌های کابل چند طبقه، باید با توجه به عرض آن به‌نحوی انتخاب شود که دسترسی به کابل‌ها حداقل از یک طرف امکان‌پذیر باشد و فاصله‌ی موازی آن‌ها مطابق شکل ۵-۶۸ تا ۴۰ سانتی‌متر باشد. کابل‌ها بر روی سینی کابل باید در نزدیکی هر محل تغییر جهت، سه راه یا چهارراه یا انتهای هر مسیر افقی یا قائم و هم‌چنین به فاصله‌ی ۱۰ متر در مسیرهای افقی و ۱/۵ متر در مسیرهای قائم به سینی‌ها محکم شوند. شکل ۵-۶۹ یک نوع کانال اجرا شده برای تأسیسات برق را نشان می‌دهد.

کلیه‌ی کانال‌های آدم‌رو باید دارای سیستم روشنایی مناسب و پریزهای برق در فواصل حداکثر ۶ متر بوده و هم‌چنین در صورت امکان برای تماس با خارج از کانال، در صورت لزوم پریزهای تلفن در فواصل معینی (از ۲۰ متر تا ۵۰ متر) نصب شود. شکل ۵-۷۰ در کانال‌های آدم‌رو در صورتی که علاوه بر تأسیسات برقی از تأسیسات مکانیکی نیز استفاده می‌شود باید حتی‌الامکان تأسیسات مکانیکی در پایین‌ترین سطح با جداکننده از کابل‌های برق قرار گیرند، یا در یک دیواره تأسیسات برقی و در دیواره‌ی مقابل تأسیسات مکانیکی نصب گردد (شکل ۵-۷۰).

#### ۴-۵- کار عملی (۱۱)

زمان: ۶ ساعت



شکل ۵-۷۱- چند نمونه ابزار کار

۱-۴-۵- هدف: کابل کشی روی دیوار و سقف

۲-۴-۵- وسایل و مواد مورد نیاز:

- ۱- کابل  $4 \times 4 \text{ mm}^2$  به مقدار لازم
- ۲- نبشی به مقدار لازم
- ۳- بست آویز به مقدار لازم
- ۴- رول پلاک به مقدار لازم
- ۵- دریل دستی ۱ دستگاه
- ۶- پیچ چوب به مقدار لازم
- ۷- خط کش ۱ عدد
- ۸- کولیس ۱ عدد
- ۹- مداد ۱ عدد
- ۱۰- قیچی کابل بر ۱ دستگاه
- ۱۱- چکش فلزی ۱ عدد
- ۱۲- پیچ گوهی ۱ عدد
- ۱۳- کاغذ ۱۴- نردبان دو طرفه

چند نمونه ابزار کار در شکل ۵-۷۱ نشان داده شده است.

۳-۴-۵- نکات ایمنی:

- هرگز به جای نردبان دو طرفه از وسایل غیرمجاز استفاده نکنید.

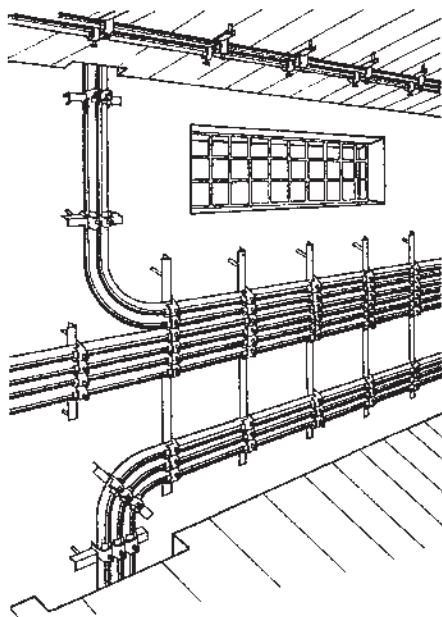
- برای سوراخ کاری روی دیوار، مته الماسه‌ی مناسب انتخاب کنید و با استفاده از آچار سه نظام کاملاً مته را روی دریل سفت کنید.

- موقع روشن کردن و کار با دریل، کاملاً عمود بر سطح قرار گیرد و فشار مناسب به آن وارد کنید.

۴-۴-۵- مراحل کار:

۱- کابل  $4 \times 4 \text{ mm}^2$  انتخاب کنید و با در نظر گرفتن فاصله‌ی بست‌های آویز از هم دیگر به اندازه‌ی  $300 \text{ mm}$  و محاسبه‌ی شعاع‌های انحنای کابل‌ها مقدار طول کابل‌ها را محاسبه کنید.

۲- مطابق شکل ۵-۷۲ کابل‌ها را به دیوار و سقف نصب کنید.



شکل ۵-۷۲- کابل کشی روی دیوار و سقف

زمان: ۶ ساعت

## ۵-۵- کار عملی (۱۲)

۱-۵-۵- هدف: کابل کشی در کانال خاکی

۲-۵-۵- وسایل و مواد مورد نیاز:

۱- کانال خاکی به طول تقریبی ۱۰ متر

۲- کابل پروتودور NYY  $16 \times 5$  mm<sup>2</sup> به طول تقریبی

۲۵ متر (برای دو مدار مجزا)

۳- قیچی کابل بر یک دستگاه

۴- وسایل کار بنایی به اندازه‌ی مورد نیاز

۵- آجر یا بلوک سیمانی به تعداد مورد نیاز

۶- نوار حفاظتی (نوار هشدار دهنده) به طول تقریبی کانال

خاکی

۷- ماسه‌ی نرم به مقدار مورد نیاز

در شکل ۵-۷۳ قیچی کابل بری نشان داده شده است.

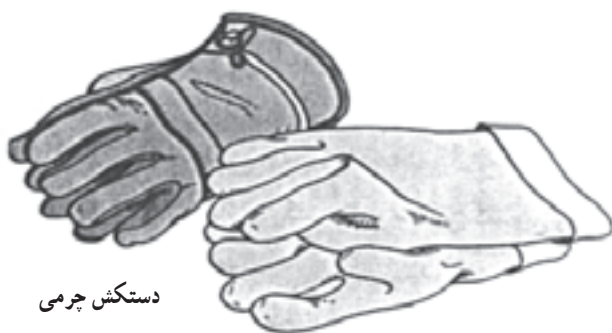
۳-۵-۵- نکات ایمنی:

قبل از شروع به کار از سالم بودن وسایل کار مطمئن

شوید.



شکل ۵-۷۳- قیچی کابل بری



دستکش چرمی

دستکش لاستیکی

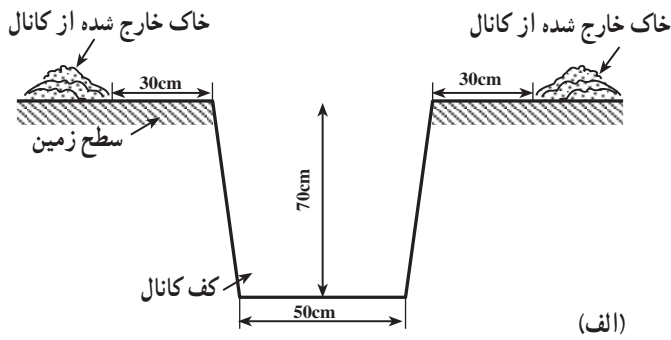
شکل ۵-۷۴- دستکش‌های حفاظتی

از دست کش چرمی جهت حفاظت دست‌های خود استفاده نمایید.

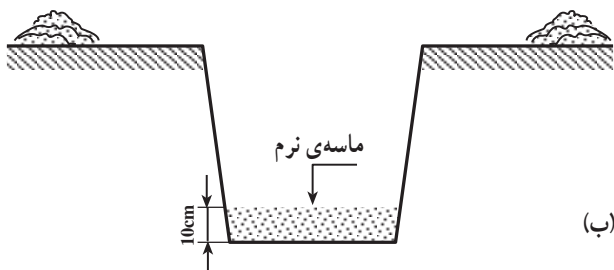


#### ۴-۵-۵- مراحل کار:

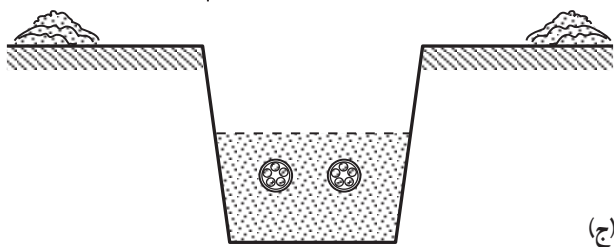
۱- یک کانال خاکی به عمق ۷۰ سانتی متر و به عرض ۵۰ سانتی متر مطابق شکل ۵-۷۵-الف آماده کنید، به طوری که خاک خارج شده از کانال با فاصله‌ی حدود ۳۰ cm از کانال ریخته شود.



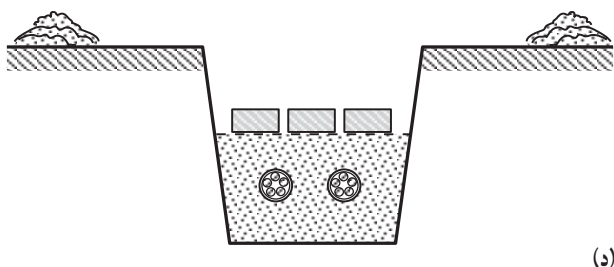
۲- کف کانال را به ارتفاع ۱۰ cm با ماسه‌ی نرم بیوشانید (شکل ۵-۷۵-ب).



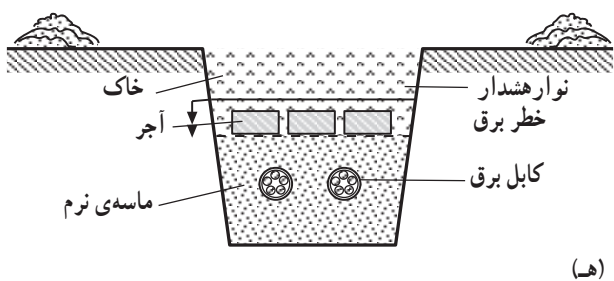
۳- دو رشته کابل  $5 \times 16 \text{ mm}^2$  را روی بستر آماده شده قرار دهید و سپس روی آن را به ارتفاع ۱۰ cm ماسه‌ی نرم بریزید (شکل ۵-۷۵-ج).



۴- سپس روی ماسه را آجرچینی کنید (شکل ۵-۷۵-د).



۵- پس از آجرچینی نوار هشداردهنده‌ی خطر برق را روی آجرها بکشید و سپس کانال را با خاک پر کنید (شکل ۵-۷۵-ه).




شکل ۵-۷۵- مراحل نصب کابل در کانال خاکی



## آزمون پایانی (۵)

- ۱- کابل را تعریف کنید.
- ۲- کابل ها براساس نوع و موارد مصرف به چند دسته تقسیم می شوند؟
- ۳- قسمت های اساسی کابل عبارت اند از ..... و ..... و .....
- ۴- با افزایش فشار الکتریکی ضخامت کدام یک از اجزای کابل تغییر می کند؟  
الف - عایق      ب - هادی      ج - غلاف      د - حفاظ فولادی
- ۵- در شناسایی رشته های مختلف کابل ها هر گاه کابل سه رشته باشد کدام گزینه در مورد رنگ سیم های آن صحیح است.  
الف - مشکی، آبی، قهوه ای      ب - مشکی، آبی و مشکی  
ج - مشکی، مشکی، مشکی      د - مشکی، آبی، سبز
- ۶- هدف از کاربرد غلاف در کابل ها چیست و معمولاً از چه نوع موادی به عنوان غلاف استفاده می شود؟
- ۷- برحسب استاندارد کابل مسلح با نوار فلزی (زره فولادی) را با چه حرفی نشان می دهند؟  
الف - B      ب - Y      ج - Z      د - H
- ۸- روی کابلی حروف NYCY نوشته شده است. مفهوم آن چیست؟  
الف - کابل با هادی مسی، عایق و غلاف PVC با زره ی مسی است.  
ب - کابل با هادی آلومینیومی و زره ی فولادی  
ج - کابل با هادی مسی و غلاف و عایق PVC و زره ی فولادی  
د - کابل روغنی
- ۹- کدام یک از حروف و علائم زیرمربوط به کابل مسی نرم شده VDE آلمان با غلاف سربی عایق ترموپلاست و بانداژ زرهی با تسمه ی فولادی است؟  
الف - NKBA      ب - NKaFA      ج - NKRGb      د - NEKEBA
- ۱۰- برای روشنایی خیابان ها از کابل های ..... و ..... استفاده می شود.
- ۱۱- اصول و مراحل اتصال کابل شو به وسیله ی لحیم کاری را شرح دهید.
- ۱۲- طریقه ی اتصال کابل شوی پیچی به کابل را توضیح دهید.
- ۱۳- عوامل مؤثر در انتخاب بست برای نصب کابل در روی دیوار را بیان کنید.
- ۱۴- در کابل کشی روی دیوار فاصله ی کابل ها بایستی حداقل به اندازه ی ..... باشد.
- ۱۵- عمق کانال خاکی برای ولتاژ تا ۲۰ کیلوولت چند سانتی متر است؟  
الف - ۱۰۰      ب - ۸۰      ج - ۱۲۰      د - هیچ کدام



۱۶- عمق کانال (کابل‌های فشار ضعیف) از سطح زمین به تعداد کابل‌هایی که روی یکدیگر قرار می‌گیرند بستگی دارد. کابل فوقانی باید حداقل ..... زیر خاک پیاده‌رو و ..... زیر سطح خیابان باشد.

۱۷- تجهیزات کابل‌کشی زیر چه وظیفه‌ای بر عهده دارند؟ شرح دهید.

الف - دستگاه کششی کابل                      ب - جک بالابر                      ج - غلتک کابل

۱۸- حداقل شعاع خمش برای کابل‌های چند سیمه چند برابر قطر کابل است؟

الف -  $15^\circ$                       ب -  $3^\circ$                       ج -  $25^\circ$                       د -  $12^\circ$

۱۹- کدام کابل‌ها را می‌توان در دمای حدود  $2^\circ\text{C}$  - نصب کرد؟

الف - با عایق لاستیکی و غلاف سربی                      ب - با عایق پلیاستیکی و غلاف پلیاستیکی

ج - با عایق پلیاستیکی و غلاف سربی                      د - با عایق کاغذی و غلاف فلزی

۲۰- در صورتی که محل خواباندن کابل زمینی شوره‌زار بوده و یا امکان وجود حیوانات موذی باشد از چه نوع کابل‌هایی باید استفاده کرد.

۲۱- به هنگام کابل‌کشی چرا کابل را در داخل کانال (یا کنار کانال) به شکل ۸ درمی‌آورند.

۲۲- در انتخاب سینی برای نصب کابل چه اصولی باید رعایت گردد؟

## واحد کار ششم

### اتصال سر کابل و مفصل

#### هدف کلی:

آشنایی با سر کابل، مفصل و اتصالات آن

هدف‌های رفتاری: در پایان این واحد کار از فراگیر انتظار می‌رود که بتواند:

- ۱- انواع مختلف سرکابل را نام ببرد.
- ۲- سر کابل روغنی را توضیح دهد و موارد کاربرد آن را ذکر کند.
- ۳- سر کابل قیری و اپوکسیدی را شرح دهد و اصول کاربرد آن را بیان کند.
- ۴- انواع مفصل و موارد استفاده از آن‌ها را ذکر کند.
- ۵- خصوصیات و کاربردهای مفصل چدنی دو راهی و سه راهی را نام ببرد.
- ۶- خصوصیات و کاربردهای مفصل سربی چدنی دو راهی و سه راهی را نام ببرد.
- ۷- مفصل پریکس دو راهی و سه راهی را معرفی کرده و تفاوت آن را با انواع دیگر مفصل بیان کند.
- ۸- انواع لوازم مفصل‌بندی (نوار زرد - قیر - قیرگونی - اپواکسید، چسب پروتولین) را نام ببرد.
- ۹- کاربردهای روغن عایق، سیم مفتولی نرم، نخ ابرایشم، سیم افشان و بافته‌های مسی را در سر کابل‌بندی و مفصل‌بندی بیان کند.
- ۱۰- اصول مفصل‌بندی را بیان کند.
- ۱۱- اتصال سرکابل را با رعایت اصول ایمنی به صورت عملی انجام دهد.
- ۱۲- با رعایت اصول ایمنی مفصل‌بندی را در کارگاه اجرا کند.



ساعات آموزش

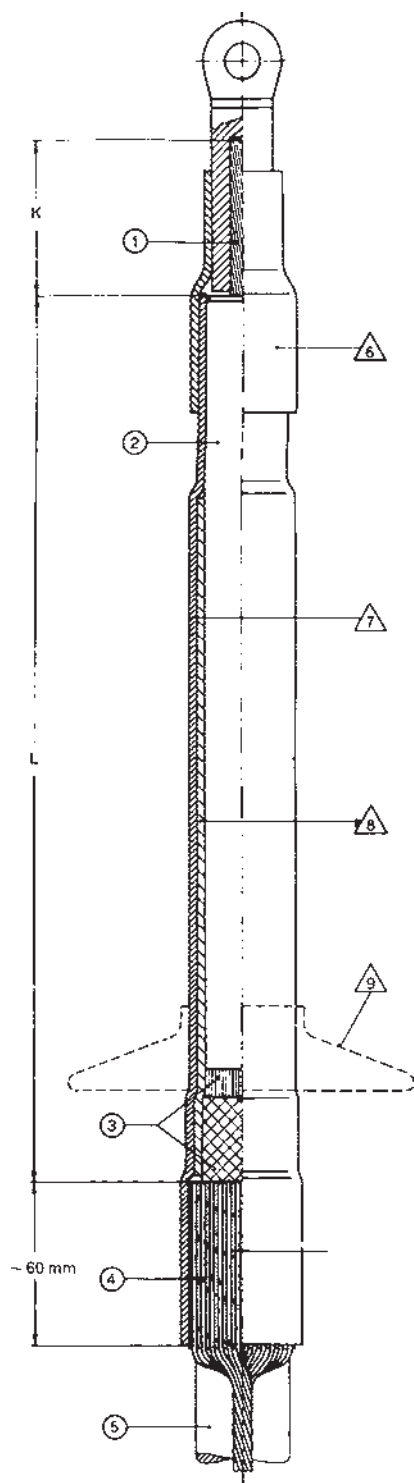
نظری	عملی	جمع
۴	۱۸	۲۲

## پیش آزمون (۶)

- ۱- برای اتصال دو سر کابل به یکدیگر در جهت طولی از چه وسیله‌ای استفاده می‌شود؟  
الف - سرکابل      ب - مفصل      ج - کابل شو      د - غلاف کابل
- ۲- در اتصال کابل خشک و کابل روغنی به یکدیگر از کدام نوع مفصل استفاده می‌شود؟  
الف - مفصل روغنی      ب - مفصل خشک      ج - مفصل دو راهه      د - مفصل انتقال
- ۳- برای بستن سر کابل داخلی تک سیمه‌ی پروتولین از کدام وسیله استفاده نمی‌شود؟  
الف - پرس کابل شو      ب - ابزار تراش      ج - نوار PVC      د - هویه‌ی برقی
- ۴- در مفصل‌بندی، طول قسمتی از هادی که باید لخت شود و داخل مفصل قرار گیرد چه نسبتی با قطر هادی دارد؟  
الف - ارتباطی ندارد و طول هادی ثابت است.  
ب - با افزایش قطر، طول هادی باید کاهش یابد.  
ج - طول قسمت لخت شده دو برابر قطر هادی باید باشد.  
د - طول قسمت لخت شده ۴ برابر قطر هادی می‌باشد.
- ۵- کدام وسیله در مفصل‌بندی لازم است؟  
الف - چاقوی کابل‌بری      ب - اره‌ی کماتی      ج - بوشن و پرس مربوطه      د - هر سه مورد

## ۱-۶- انواع سر کابل

سر کابل وسیله‌ای است که در مواقع تغییر نوع سیم‌های حامل جریان الکتریکی به کار می‌رود. مثلاً وقتی که بخواهند کابل زمینی را به سیم هوایی وصل کنند و یا کابل زمینی را به تجهیزات داخلی پست‌های برق مانند شین (باس بار)، کلیدهای قدرت و غیره اتصال دهند از سرکابل استفاده می‌کنند. سرکابل باید طوری بسته شود که رطوبت هوا و باران به هیچ‌وجه در آن نفوذ نکند و چنان‌چه کابل روغنی باشد، روغن داخل کابل بیرون نریزد، ساختمان و نوع سرکابل‌ها متفاوت بوده و بستگی به نوع کابل و مکان نصب آن دارد. سر کابل‌ها در اندازه‌های مختلفی ساخته می‌شوند. اندازه‌ی سر کابل بستگی به ولتاژ آن و اندازه‌ی کابل دارد. هر چه مقدار ولتاژ بیش‌تر شود ابعاد و طول سر کابل افزایش می‌یابد. شکل ۱-۶ یک نوع سر کابل را به همراه اجزای آن نشان می‌دهد. اجزای نشان داده شده در شکل عبارتند از:



شکل ۱-۶

- ۱- هادی
- ۲- عایق
- ۳- نیمه‌هادی محافظ هادی
- ۴- پوشش فلزی
- ۵- لایه‌ی بیرونی
- ۶- لایه‌ی آب‌بندی
- ۷- لایه‌ی مقاوم در برابر آب
- ۸- کنترل‌کننده‌ی فشار خارجی
- ۹- کلاهک



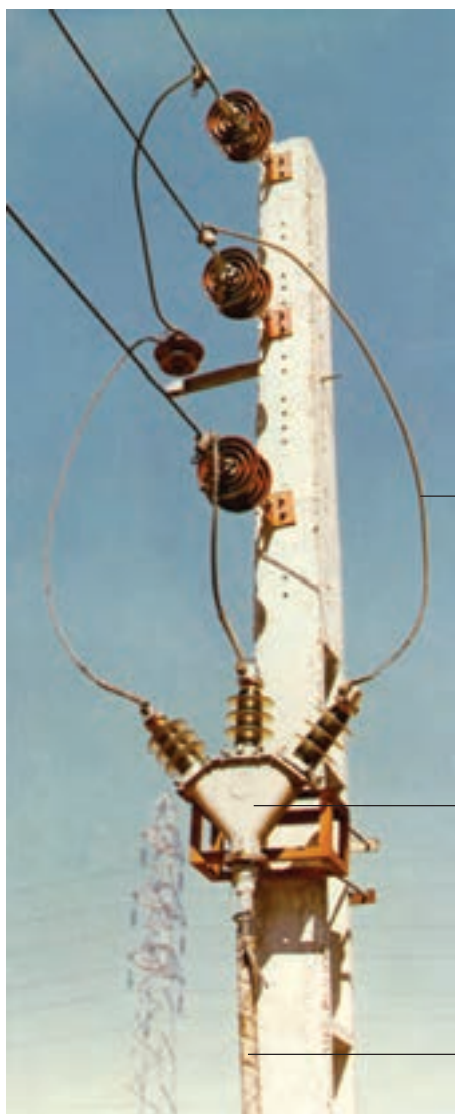


الف - نوع بیرونی

ب - نوع داخلی

شکل ۶-۲ - سر کابل‌های روغنی

براساس نوع کابل، سر کابل‌ها به دو دسته، سر کابل‌های روغنی و سر کابل‌های خشک، تقسیم می‌شوند. هم‌چنین براساس مکان مورد استفاده نیز سر کابل‌ها به دو دسته تقسیم می‌شوند: سر کابل‌های داخلی (قابل استفاده در فضاهاى سربسته) و سر کابل‌های بیرونی (قابل استفاده در هوای آزاد). شکل ۶-۲ سر کابل روغنی خارجی (شکل الف) و سر کابل روغنی داخلی (شکل ب) را نشان می‌دهد.



سیم هوایی

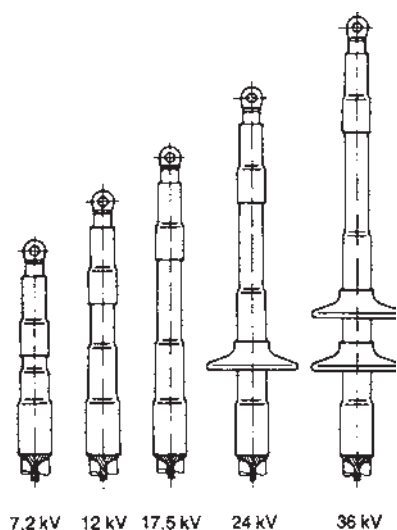
سر کابل روغنی

کابل زمینی

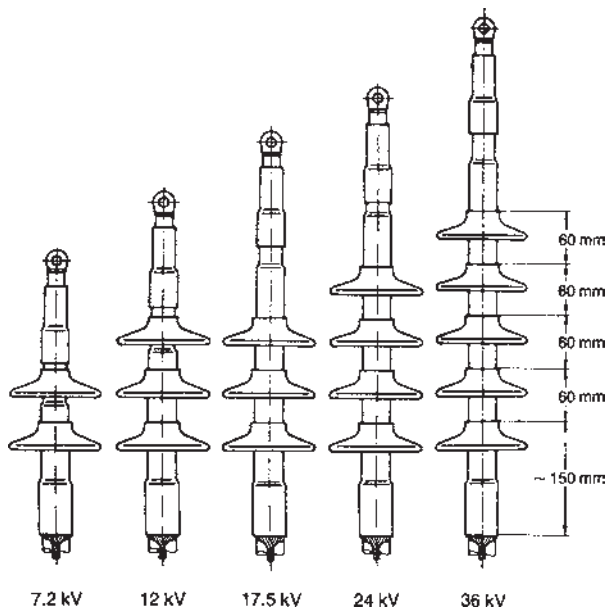
شکل ۶-۳ نحوه‌ی اتصال سر کابل روغنی بیرونی (خارجی) را به خط هوایی نشان می‌دهد.

شکل ۶-۳ - اتصال سر کابل روغنی بیرونی به شبکه‌ی هوایی





الف - انواع سر کابل خشک داخلی



ب - انواع سر کابل خشک بیرونی

شکل ۴-۶ - انواع سر کابل خشک

امروزه با توجه به رشد زیاد و چشمگیر تولید و کاربرد کابل های خشک در شبکه های توزیع انرژی الکتریکی و مراکز صنعتی، کاربرد سر کابل های خشک نیز افزایش یافته است و کابل ها و سر کابل های روغنی کم تر مورد استفاده قرار می گیرند. سر کابل های خشک دارای انواع مختلفی، از نظر کاربرد در فضای سر بسته و یا هوای آزاد، می باشند. این نوع سر کابل ها را می توان سریع نصب کرد و معمولاً نصب آن ها به کمک حرارت انجام می گیرد که در این حالت آن را سر کابل حرارتی می گویند. در شکل ۴-۶ الف انواع سر کابل خشک حرارتی داخلی نشان داده شده است. همان طوری که از شکل پیداست با افزایش مقدار ولتاژ اندازه ی سر کابل نیز افزایش می یابد.

شکل ۴-۶ ب سر کابل های خشک بیرونی را برای ولتاژ های مختلف نشان می دهد.



شکل ۵-۶ - سر کابل های خشک حرارتی داخلی

شکل ۵-۶ چند نوع سر کابل داخلی از نوع حرارتی را که آماده ی نصب در فضا های سر بسته بر روی تجهیزات الکتریکی می باشد نشان می دهد.



شکل ۶-۶- سر کابل خشک حرارتی هوایی

زمان: ۶ ساعت

شکل ۶-۶ اتصال سر کابل حرارتی هوایی (خارجی) را به یک خط هوایی توزیع انرژی الکتریکی نشان می‌دهد.

## ۶-۲- کار عملی (۱۳)

۶-۲-۱- هدف: اتصال سر کابل‌های داخلی (داخل

تابلو) برای کابل‌های تک سیمه‌ی پروتولین

۶-۲-۲- وسایل و مواد مورد نیاز:

۱- کابل با هادی مسی و عایق پروتولین و غلاف پروتولین

با هادی متحدالمرکز مسی به مقدار لازم

۲- کابل شوی پرسی ۱ عدد

۳- خط کش ۱ عدد

۴- چاقوی کابل‌بری ۱ عدد

۵- ابزار تراش (کاردک تیغ) ۱ دستگاه

۶- ابزار تراش دایره‌ای ۱ عدد

۷- نوار PVC به پهنای ۲۰ mm ۱ بسته

۸- قالب پلاستیکی ۱ عدد

۹- ماده‌ی تمیزکننده‌ی کابل به مقدار لازم

۱۰- بند کابل به مقدار لازم

۱۱- چسب روغنی ۱ بسته

۱۲- کابل شوی پرسی برای سیم زمین ۱ عدد

۱۳- قاب ثابت‌کننده‌ی کابل روی آن ۱ عدد

۱۴- پرس کابل شوی دستی ۱ دستگاه



توضیح: این نوع سر کابل ها (داخلی) برحسب مکان مورد استفاده و شرایط محیطی و آب و هوای منطقه در انواع مختلف در بازار وجود دارد به طوری که سر کابل های استاندارد شده JAES20 (شکل ۶-۷-الف) در محل های بسیار آلوده و مرطوب مورد استفاده قرار می گیرد.

سر کابل های نام برده برای سطح مقطع نامی ۲۵ میلی مترمربع تا ۵۰۰ میلی مترمربع ساخته شده اند.

الف - سر کابل برای محیط های بسیار آلوده

قالب  
پلاستیکی



تمیزکننده ی  
کابل



کابل شوی  
پرسی



بند کابل



در شکل ۶-۷-ب اجزای سر کابل JAES20 و لوازم

سر کابل بندی را نشان می دهد.

کابل شوی  
سیم زمین



چسب  
روغنی



نوار PVC



ب - اجزا و تجهیزات مورد نیاز یک سر کابل



شکل ۶-۷-ج سر کابل JAES20 مخصوص اتصال

کابل های خشک در محیط آب و هوایی عادی را نشان می دهد.

ج - سر کابل برای محیط های عادی

شکل ۶-۷

### ۳-۲-۶- نکات ایمنی:

- برای بریدن، لخت کردن و آماده کردن کابل جهت نصب سر کابل از وسیله و ابزار مناسب استفاده کنید.
- دستورهای ایمنی لخت کردن کابل مطرح شده در بند ۳-۲-۵ را در هنگام کار دقیقاً رعایت کنید.



الف - نحوه ی غلط لخت کردن کابل



ب - نحوه ی صحیح لخت کردن کابل

شکل ۸-۶

### ۴-۲-۶- مراحل کار:

- ۱- کابل را به گیره بسته و یا آن را با بست ثابت کنید (شکل ۹-۶-الف).
- ۲- غلاف خارجی را به طول  $220 \text{ mm} +$  طول کابل شو لخت کنید. سیم های مسی محافظ را قطع نکنید (شکل ۹-۶-ب).
- ۳- سیم های مسی محافظ را به اندازه ی  $50 \text{ mm}$  روی غلاف خارجی کابل برگردانید و سپس سیم ها را به هم بیچید و بیرون آورید (شکل ۹-۶-ج).



الف- کابل ثابت شده



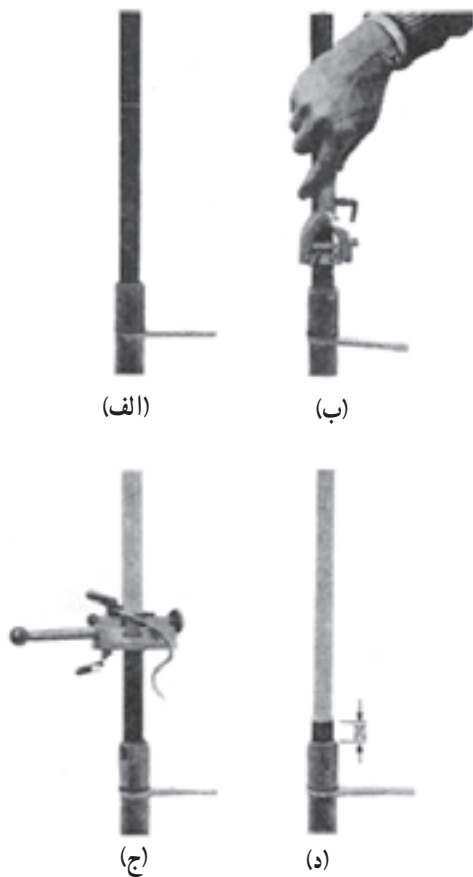
ب- غلاف خارجی برداشته شده



ج- سیم محافظ بیرون آورده شده

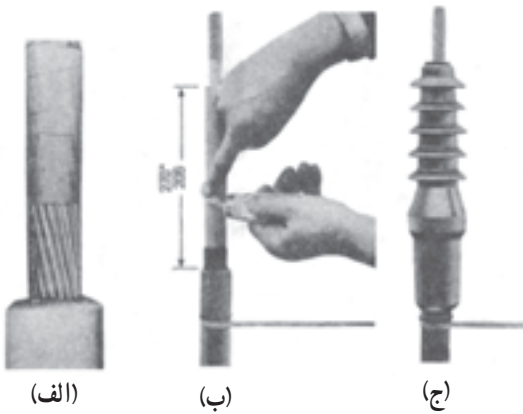
شکل ۹-۶

۴- نوار هادی دور لایه‌ی هادی و پشت سیم‌های مسی توری را بردارید و به وسیله‌ی کاردک تیغ، با بالا کشیدن به وسیله‌ی ابزار لخت کن دایره‌ای با چرخاندن، لایه‌ی هادی را تا ۲۴ mm مانده به غلاف خارجی بتراشید (شکل ۶-۱۰).



شکل ۶-۱۰

۵- قسمت سر عایق PE را به اندازه‌ی ۲۰۵ mm تا انتهای غلاف خارجی لخت کنید (شکل ۶-۱۱ الف) و روی عایق PE چسب روغنی بزنید و سرسیم را با نوار PVC ببندید (شکل ۶-۱۱ ب). سپس قالب پلاستیکی را وارد کابل کنید و چسب روی سیم را باز کنید (شکل ۶-۱۱ ج).

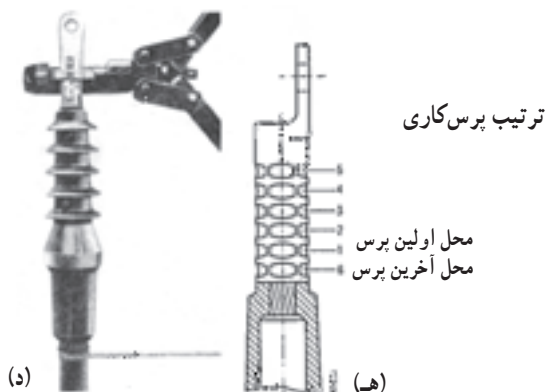


(الف)

(ب)

(ج)

۶- کابل شو را وارد سرسیم کرده و با پرس دستی پرس کنید (شکل ۶-۱۱ د) به طوری که ترتیب پرس کاری مطابق شماره‌های شکل ۶-۱۱ هـ بوده و آخرین محل پرس در ابتدای کابل شو قرار گیرد.



ترتیب پرس کاری

محل اولین پرس  
محل آخرین پرس

(د)

(هـ)

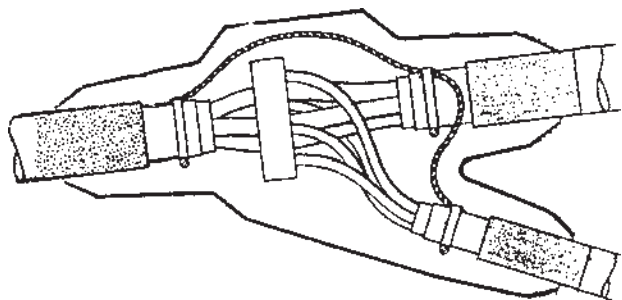
شکل ۶-۱۱

### ۳-۶- انواع مفصل

در هنگام کابل کشی در مسیرهای طولانی ضرورت دارد ابتدا و انتهای دو قرقه‌ی کابل را با رعایت کامل اصول عایق‌بندی از نظر ولتاژ، به هم اتصال داده (شکل ۱۲-۶- الف) و در داخل کانال خاکی و یا کانال بتونی نصب نمود، هم‌چنین در مواقع گرفتن انشعاب، باید کابل اصلی را در نقطه انشعاب قطع کرد و به کمک مفصل، کابل فرعی را به کابل اصلی متصل نمود (شکل ۱۲-۶- ب). علاوه بر این به هنگام بروز عیب در یک کابل زمینی پس از پیدا کردن محل عیب در کابل، آن نقطه از کابل را قطع کرده و پس از جدا کردن قسمت معیوب از قسمت سالم، دو قطعه‌ی کابل را توسط مفصل به هم متصل می‌نمایند. مفصل باید کابل را در محل اتصال در مقابل رطوبت و انواع نیروهای مکانیکی محافظت نماید.



الف- مفصل دوراهی



ب- مفصل سه راهه نوع Y

شکل ۱۲-۶- دو نمونه مفصل از نظر شکل



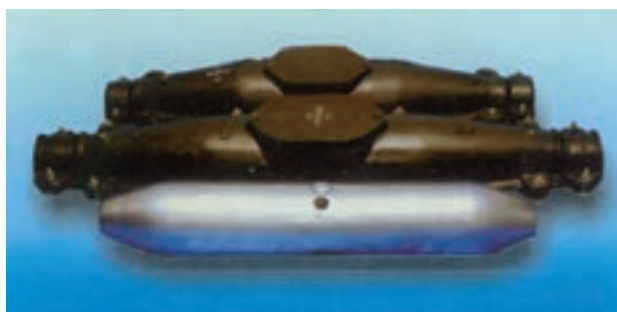
الف- نوع فولادی



ب- نوع PVC

مفصل‌ها معمولاً از جنس چدن، فولاد یا مواد عایقی مانند PVC ساخته می‌شوند و در اندازه‌های مختلف موجودند (شکل ۱۳-۶).

مفصل‌ها از نظر شکلی دارای انواع دیگری از قبیل چهارراه و سه راهی نوع T نیز می‌باشند.



ج- نوع سربی چدنی

شکل ۱۳-۶- انواع مفصل از نظر نوع جنس



#### ۶-۴- مواد مورد استفاده در مفصل‌بندی

##### ۶-۴-۱- پروتولین یا رزین ریختگی: پس از اتمام

مفصل‌بندی، داخل مفصل را با ماده‌ی پروتولین پر می‌کنند که پس از سفت شدن، کابل‌ها را داخل مفصل کاملاً محکم نگه‌داشته و آن‌ها را نسبت به یکدیگر عایق می‌سازد. ماده‌ی پروتولین براساس ولتاژهای مختلف کاربردی دارای انواع مختلف می‌باشد. مانند پروتولین ۵۱H و ۵۱ که برای مفصل‌های تا ۳۰ کیلوولت مورد استفاده می‌باشد. هم‌چنین پروتولین ۸۰ که برای مفصل‌های تا ۱ کیلوولت کاربرد دارد (شکل ۶-۱۴).



شکل ۶-۱۴

##### ۶-۴-۲- نوارهای عایق: برای عایق‌بندی سرکابل‌ها،

مفصل‌ها، شینه‌ها و کابل‌شوها پس از انجام اتصالات از نوارهای عایق که در انواع مختلف موجود است استفاده می‌گردد. از جمله نوارهای عایق می‌توان به نوار زرد و هم‌چنین نوار چسب عایق اشاره کرد (شکل ۶-۱۵).



شکل ۶-۱۵

##### ۶-۴-۳- روکش‌های حرارتی: روکش‌های حرارتی

تیوب‌هایی هستند که قطر داخلی آن‌ها در اثر حرارت بالاتر از  $125^{\circ}\text{C}$  تا اندازه‌ی موردنیاز کاهش می‌یابد. این تیوب‌ها که عایق الکتریکی هستند در مقابل عوامل جوّی مقاوم و دارای مشخصات مکانیکی خوبی هستند. این عایق‌های حرارتی معمولاً سیاه رنگ می‌باشند و پس از پوشاندن آن‌ها بر روی قسمت موردنظر، با کمی حرارت دادن کاملاً به هادی چسبیده و آن را دربر می‌گیرد. این روکش‌ها دارای مصرف عمومی هستند و جهت پوشش خارجی کابل، ممانعت از خوردگی هادی کابل و یا پوشش دادن قسمت‌های بدون پوشش به عنوان عایق و یا محافظ به کار می‌روند. شکل ۶-۱۶



ب- طریقه‌ی حرارت دادن روکش      الف- انواع روکش حرارتی



ج- وضعیت روکش پس از عملیات

شکل ۶-۱۶- استفاده از روکش حرارتی

## ۵-۶- طریقه‌ی قرار دادن مفصل در کانال

جهت قرار دادن مفصل در کانال کابل باید زیر آن را آجر گذاشته و سعی کرد که مفصل به‌طور مستقیم در جهت خواباندن کابل قرار بگیرد. روی مفصل را ماسه‌ی نرم ریخته و جهت حفاظت بیش‌تر آجر چیده و سپس آن‌را با خاک می‌پوشانند، در شکل ۱۷-۶ دو روش قرار دادن مفصل در کانال نشان داده شده است. شماره‌های روی شکل عبارت‌اند از:

۱- آجر جهت حفاظت

۲- چاله‌ی زیر مفصل

۳- ستون نگهدارنده، از آجر

۴- مفصل

۵- ماسه‌ی نرم کوبیده شده

۶- کف کانال

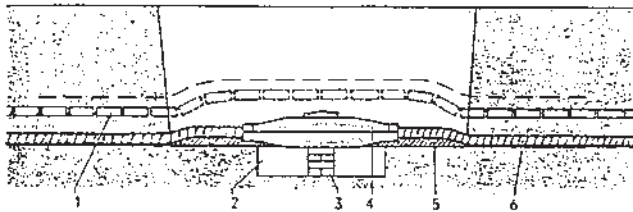
۷- طول اضافی (انحنای) کابل

۸- کانال کابل

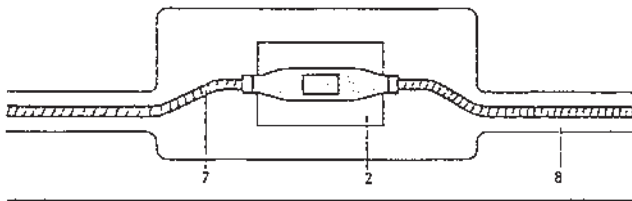
۹- انحنای کابل در جهت پایین

۱۰- کانال کابل

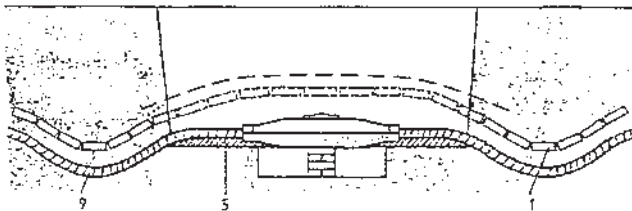
۱۱- نوار پلاستیکی زرد رنگ هشدار خطر برق



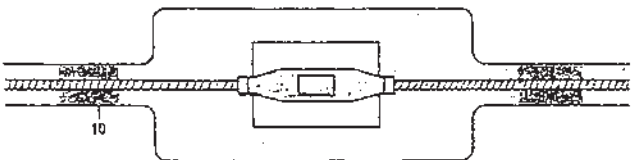
الف- نما از پهلو ی روش اول



ب- نما از بالای روش اول



ج- نما پهلو ی روش دوم



د- نما از بالای روش دوم

شکل ۱۷-۶- طریقه‌ی قرار دادن مفصل در کانال

زمان: ۶ ساعت

## ۶-۶- کار عملی (۱۴)

۱-۶-۶- هدف: مفصل بندی کابل های خشک با عایق

PVC

۲-۶-۶- وسایل و مواد مورد نیاز:

۱- کابل خشک با عایق PVC (NYYY) به مقدار لازم

۲- قالب مفصل ۱ دستگاه

۳- کولیس ۱ عدد

۴- خط کش ۱ عدد

۵- چاقوی کابل بری ۱ عدد

۶- قیچی کابل بری ۱ عدد

۷- نوار PVC ۱ بسته

۸- کاغذ سمباده ۱ ورق

۹- مواد داخل مفصل به مقدار لازم

۱۰- بوشن ۴ عدد

۱۱- پرس بوشن ۱ دستگاه



شکل ۱۸-۶- چند نمونه ابزار و مواد مورد نیاز

شکل ۱۸-۶- چند نمونه ابزارهای مورد نیاز کار را نشان

می دهد.

۳-۶-۶- نکات ایمنی:

- نکات ایمنی مطرح شده در قسمت سر کابل بندی

(بند ۲-۳-۶) و لخت کردن کابل (بند ۳-۲-۵) را به طور کامل رعایت کنید.

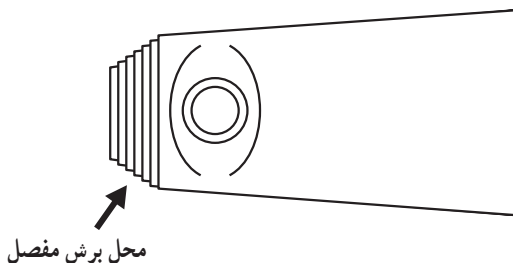
- قبل از انجام هر کاری به موقع نصب مفصل، از

بی برق بودن کابل مطمئن شوید.

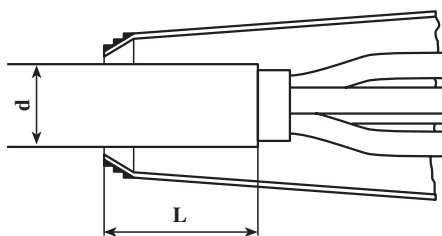
۴-۶-۶- مراحل کار مفصل بندی:

- قسمت انتهایی قالب مفصل را با ارّه ببرید به طوری که ۱

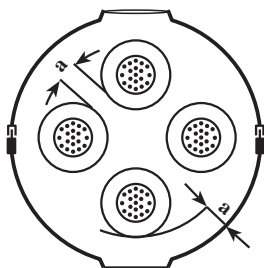
تا ۲ میلی متر نسبت به کابل بازی داشته باشد (شکل ۱۹-۶).



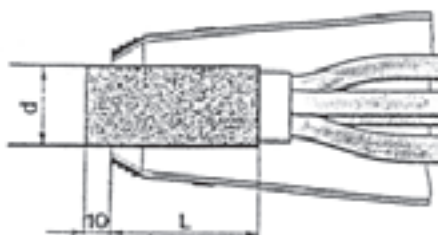
شکل ۱۹-۶



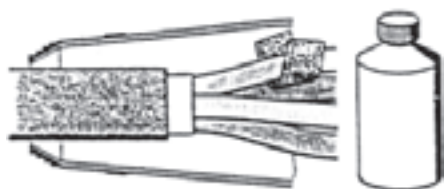
شکل ۶-۲۰- نحوه‌ی قرار گرفتن کابل در داخل مفصل



شکل ۶-۲۱- فاصله‌ی هادی‌ها از هم در داخل مفصل

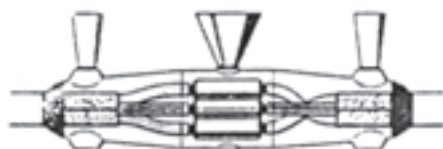


الف - خشن‌کاری سطح عایق کابل



ب - خشن‌کاری سطح عایق هادی‌ها

شکل ۶-۲۲- خشن‌کاری سطح عایق



شکل ۶-۲۳- مفصل آماده برای ریختن مواد

– طول قسمتی از کابل را که در داخل مفصل قرار می‌گیرد اندازه بگیرید و آن را لخت کنید. کابل را به اندازه‌ی  $L$  با روکش وارد سر کابل کنید. مقدار  $L$  برای کابل با قطر بیش‌تر از ۲۵ میلی‌متر برابر است با  $L = 2 \times d$  و برای کابل با قطر کم‌تر از ۲۵ میلی‌متر حداقل  $L = 50 \text{ mm}$  است (شکل ۶-۲۰).

– فاصله‌ی سیم‌های کابل از هم دیگر و از دیواره قالب مفصل را مشخص کنید.

$a =$  حداقل ۵ mm، برای ولتاژ بیش‌تر از ۱ kV به‌ازای هر کیلوولت یک میلی‌متر به اندازه‌ی فوق اضافه می‌شود (شکل ۶-۲۱).

برای مثال برای ۱۰ kV :

$$a = 5 \text{ mm} + 9 \times 1 \text{ mm} = 14 \text{ mm}$$

– کابل را تمیز و روکش خارجی آن را با سمباده خشن‌کاری کنید تا مواد داخل مفصل به خوبی به آن بچسبند (شکل ۶-۲۲ الف).

– برای چسبیدن مواد به همه‌ی قسمت‌های مفصل بهتر است عایق سیم‌ها را نیز تمیزکاری و با سمباده خشن‌کاری کرد (شکل ۶-۲۲ ب).

– پس از قرار دادن کابل در قالب مفصل بوش‌ها را روی هادی‌ها پوشانده و پرس نمایید، سپس روی آن‌ها را با نوار عایق PVC یا نوار زرد نوار پیچی کنید. قیف‌ها را در محل مربوط قرار دهید (شکل ۶-۲۳).

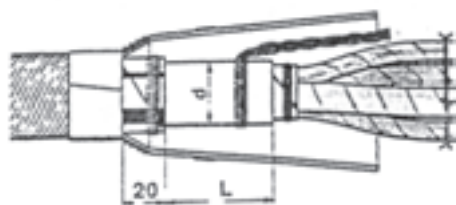


شکل ۶-۲۴- ماده‌ی رزین تا  $\frac{1}{4}$  ارتفاع قیف ریخته می‌شود.

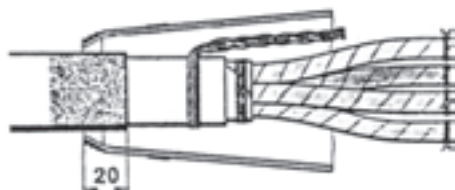


شکل ۶-۲۵- پس از سفت شدن رزین قیف‌ها بریده شوند.

زمان: ۶ ساعت



(الف)



(ب)

شکل ۶-۲۶- مراحل تکمیلی مفصل‌بندی برای کابل فشار ضعیف با غلاف سربی

– تا  $\frac{1}{4}$  فضای قیف، مفصل را با مواد پر کنید (شکل ۶-۲۴).

– پس از ریختن مواد می‌توان مفصل را به ولتاژ تا ۱kV اتصال داد. برای ولتاژهای بیش‌تر از ۱kV حدود ۶۰ دقیقه، صبر کنید تا مواد سخت شود، سپس برق را وصل کنید.

پس از سفت شدن مواد داخل مفصل قیف‌ها را با ارّه برید (شکل ۶-۲۵).

۵-۶-۶- مراحل کار مفصل‌بندی با مفصل چدنی برای کابل‌های زره‌دار:

– برای مفصل‌بندی کابل‌ها با مفصل چدنی و غلاف سربی عملیات مفصل‌بندی را به شرح ذیل انجام دهید:  
– کابل با غلاف سربی را حداقل ۲۰mm داخل مفصل کنید.

– برای کابل با غلاف سربی و با قطر بیش‌تر از  $L = 2 \times d \ 25 \text{ mm}$

– برای کابل با غلاف سربی و با قطر کم‌تر از ۲۵mm  $L = 50 \text{ mm}$  باشد.

– عایق روی سیم‌ها را تمیز کنید.  
– عایق روی کابل را به اندازه‌ی ۲۰mm داخل مفصل کنید و خشن‌کاری نمایید.

– غلاف‌های فلزی و سربی را تمیزکاری و خشن‌کاری کنید و سپس مراحل کار مفصل‌بندی قسمت (۴-۶-۷) را تکرار کنید و درپایان سیم اتصال زمین را وصل کنید. شکل ۶-۲۶- الف و ب دو مرحله از کارهای اضافی نسبت به مفصل PVC را که برای مفصل‌بندی کابل‌های فشار ضعیف با غلاف سربی انجام می‌گیرد نشان می‌دهد.



## آزمون پایانی (۶)

- ۱- از سر کابل برای چه منظوری استفاده می‌شود؟
- ۲- سر کابل‌ها را از نظر مکان کاربرد و با توجه به آن تقسیم‌بندی نمایید.
- ۳- انواع مفصل‌ها را از نظر نوع جنس نام ببرید.
- ۴- انواع مفصل‌ها را از نظر انشعاب نام ببرید.
- ۵- به هنگام قرار دادن مفصل در کانال خاکی رعایت چه نکاتی ضرورت دارد؟
- ۶- چند مورد از مواد مورد استفاده در سرکابل‌بندی و مفصل‌بندی را نام ببرید.
- ۷- دستورالعمل اصول سرکابل‌بندی سرکابل‌های خشک را بنویسید.
- ۸- دستورالعمل مفصل‌بندی کابل PVC را شرح دهید.



جواب درست سوالات پیش آزمون و آزمون های پایانی

## جواب پیش‌آزمون (۱)

۱- ج	۷- الف
۲- د	۸- ج
۳- ب	۹- د
۴- الف	۱۰- الف
۵- ج	۱۱- ب
۶- ب	۱۲- د

## جواب آزمون پایانی (۱)

۱- به هم بستن هادی‌ها، با استفاده از روش‌های مختلف را اتصال گویند و از مسائل اساسی هر مدار الکتریکی است.

۲- نرم سیم‌های استاندارد شده تا نمره‌ی  $10 \text{ mm}^2$  عبارت‌اند از :

$$(1, 1/5, 2/5, 4, 6, 10) \text{ mm}^2$$

۳- هرگاه روی سیمی حروف NYFA باشد در سیم‌کشی لوستر و چراغ‌ها، و با حروف NYM در مکان‌های مرطوب استفاده می‌گردد.

۴- NSYA به مفهوم سیم مخصوص با روکش پلاستیک و Y به مفهوم سیم مکالمه و خبر و T به مفهوم سیم کواکسیال می‌باشد.

۵- پیچیدن نوار باید با نرمی و کشش توأم باشد تا هیچ هوایی بین لایه‌ها باقی نماند و نوار پیچی را بهتر است به جای این که از اوّل اتصال شروع کنیم از وسط آن شروع کنیم.

۶- الف - انبردست دم پهن دسته عایق

۷- چاقوی کابل‌بری را همیشه باید طوری در دست گرفت که در هنگام کار جهت آن به طرف جلو باشد نه به طرف بدن. شست دست باید پشت چاقو قرار گیرد تا جهت و مقدار حرکت آن روی سیم یا کابل تحت کنترل باشد.

۸- ج - اتصال طولی

۹- اتصال انشعابی میانی در جایی کاربرد دارد که بخواهند یک هادی به وسط یک سیم متصل باشد.

۱۰- پس از لخت کردن سیم‌ها با سیم لخت‌کن که حدود  $60^\circ$  برابر قطر هادی سیم خواهد بود سرسیم‌های لخت شده را تمیز کنید، سپس اتصالات را انجام داده و روی آن‌ها را عایق کاری کنید. عایق کاری را از یک طرف شروع کرده و تا انتها بیچید و دوباره برگردید و این عمل را آن قدر انجام دهید که قسمتی از عایق سیم را نیز بپوشاند و در وسط اتصال به اتمام برسد.

۱۱- ۶۳ درصد قلع و ۳۷ درصد سرب

۱۲- جهت بالا بردن خاصیت چسبندگی لحیم به سطح کار و از بین بردن کثیفی و چربی و اکسید سطح کار و روان‌سازی لحیم از روغن لحیم استفاده می‌گردد.

۱۳- خواص روغن لحیم عبارت است از :

الف - پاک کنندگی      ب - جلوگیری از اکسید شدن محل اتصال در حین لحیم کاری

ج - بالا بردن خاصیت چسبندگی لحیم      د - براق شدن سطح لحیم کاری

۱۴- اجزای تشکیل دهنده ی هویه ی قلمی عبارت اند از : نوک هویه، اِلِمان گرم کننده، حفاظ دسته چوبی، سیم رابط

۱۵- هویه ی هفت تیری براساس اصول کار ترانسفورماتوری که سیم پیچ ثانویه ی آن اتصال کوتاه شده کار می کند.

۱۶- اگر سطح لحیم کاری کاملاً تمیز نباشد، لحیم به سطح کار نمی چسبد.

۱۷- این عمل از اکسید شدن نوک هویه جلوگیری می کند.

۱۸- برای لحیم کاری صحیح مطابق شکل ها و دستورالعمل صفحات ۱۶ تا ۱۸ عمل نمایید.

## جواب پیش آزمون (۲)

- |     |      |
|-----|------|
| الف | ۱- ج |
| الف | ۲- د |
| ب   | ۳- ج |
|     | ۴- د |

## جواب آزمون پایانی (۲)

۱- جهت اتصال سیم مفتولی به پیچ با واشر ساده بایستی سرسیم سؤالی شود و جهت اتصال سیم مفتولی به پیچ با واشر لبه دار بایستی سرسیم را لخت کرده و در زیر واشر در طرفی قرار داد که با پیچش پیچ سیم نیز به جهت پیچش پیچ کشیده شده و محکم شود.

۲- ترمینال های روشنایی، ترمینال های انشعاب اصلی، ترمینال های مدار کنترل، ترمینال های شینه، ترمینال های تابلوهای توزیع

۳- جواب در صفحه ی ۲۹ (بند ۱-۲)

۴- جهت شناسایی سیم ها در داخل تابلوها و جعبه های تقسیم و ترمینال ماشین های صنعتی بر ابتدا و انتهای هر سیم شماره و حروف خاصی زده می شود و این شماره ها و حروف در نقشه های تأسیسات الکتریکی عیناً آورده می شود و به این وسیله نصب و سیم کشی تجهیزات برقی و هم چنین تعمیر و نگهداری آن ها سهل تر می گردد.

۵- کابل شوی حلقه ای، کابل شوی زبانه ای سوراخ دار، کابل شوی زبانه ای باز، کابل شوی میله ای

۶- برای لحیم کاری کابل شوهای لحیمی از لحیم ۳۰٪ سرب و ۷۰٪ قلع استفاده می شود.

۷- جهت قرار دادن مستقیم سرسیم افشان زیر پیچ آن را لحیم کرده و زیر پیچ قرار می دهند و یا قسمت لخت شده سیم را داخل سرسیم قرار داده و پرس می کنند.

۸- برای انتخاب و نصب کابل شو باید مقطع کابل (برحسب جریانی که کابل تحمل می کند)، ساختمان، جنس

سیم و هم چنین وضعیت مکانیکی کابل (ساکن و متحرک بودن کابل) را در نظر گرفت.

۹- سیم‌ها را به اندازه‌ی لازم لخت می‌کنیم. انتهای لخت شده‌ی سیم را روی عایق سیم خم کرده و در داخل شکاف بست قرار می‌دهیم. شکاف کابل شو را با انبر مخصوص و یا انبر مسطح به یکدیگر فشرده و انتهای سیم اضافی را می‌گیریم.

۱۰- سیم را به اندازه‌ی لازم از عایق جدا و تمیز کنید. سیم لخت شده را در سوراخ کابل شو داخل کنید. انتهای سیم را در داخل سوراخ کابل شو لحیم کنید.

### جواب پیش‌آزمون (۳)

۳- د

۲- الف

۱- د

### جواب آزمون پایانی (۳)

- ۱- برای کنترل و بررسی دقیق و آسان شدن عیب‌یابی تابلوی برق و جلوگیری از خطرات احتمالی در اثر به هم ریختگی سیم‌ها
- ۲- بست‌های مخصوص فرم کاری، تابلو و علامت مشخصه، گیره‌ی کمکی، نخ ابریشمی و بست‌های کمربندی پلاستیکی، شابلون فرم
- ۳- ب - شابلون فرم
- ۴- علت انتخاب رنگ‌های مختلف برای سیم‌ها، تشخیص مسیر جریان برق و مجزا کردن مدارهای قدرت و فرمان و ساده شدن عیب‌یابی است.
- ۵- فرم دادن سیم‌ها و هادی‌های الکتریکی برای دستگاه‌های برقی می‌تواند فقط در داخل دستگاه، قسمتی در داخل و قسمتی در خارج دستگاه و کاملاً بیرون دستگاه انجام شود و مراحل آن به صورت زیر است :
  - سیم‌ها را به اندازه‌ی لازم ببرید.
  - از جایی که سیم‌ها پهلوی هم قرار می‌گیرند فرم دادن را شروع کنید.
  - سیم‌ها را در دستگاه‌ها طبق وضع نقطه‌ی اتصالی آن‌ها منظم کنید. سیم‌هایی را که در یک جهت حرکت می‌کنند با یکدیگر جمع کرده و دسته کنید و به طرف محل‌های اتصالی هدایت نمایید. دسته سیم‌ها را هنگام نصب به وسیله‌ی گیره مونتاژ در وضع خودشان محافظت کنید.
  - به منظور ساده کردن کار در سیم‌های زیاد و طویل علامات مشخصه برابر سیم‌ها نصب کنید.
  - سیم‌ها را به اندازه‌ی لازم لخت کرده و در محل‌های اتصال با بست ببندید.
  - دسته‌ها را با بست تسمه‌ای محکم کرده و گیره‌های مونتاژ را بردارید.
  - سر سیم‌های لخت شده را داخل ترمینال قرار دهید.

## جواب پیش‌آزمون (۴)

الف	۱- الف	۶- د	۱۰- الف
الف	۲- الف	۷- ب	۱۱- زانویی، سهراهی و بوشن
الف	۳- الف	۸- الف	۱۲- د
ب	۴- ب	۹- د	۱۳- د
الف	۵- الف		

## جواب آزمون پایانی (۴)

- ۱- لوله‌ی سیاه را در جاهای خشک و لوله‌ی گالوانیزه را در جاهای مرطوب به کار می‌برند.
- ۲- لوله‌های فولادی در سه مقیاس متفاوت ساخته می‌شوند :  
 - لوله‌های Pg که در اندازه‌های ۹ و ۱۱ و ۱۳/۵ و ۱۶ و ۲۱ و ۲۶ و ۳۶ و ۴۲ و ۴۸ ساخته می‌شوند.  
 - لوله‌های اینچی که در اندازه‌های  $\frac{5}{8}$  و  $\frac{3}{4}$  و ۱ و  $1\frac{1}{4}$  اینچ ساخته می‌شوند :
- ۳- لوله‌های میلی‌متری که در اندازه‌های ۱۶ و ۲۰ و ۲۵ و ۳۲ میلی‌متر ساخته می‌شود.  
 ۳- د- برقو
- ۴- برای ایجاد اصطکاک بین آچار و لوله فک‌ها را به صورت آج‌دار می‌سازند.
- ۵- الف - لوله‌بر : وسیله‌ای برای بریدن لوله است. ب - لوله خم کن : برای خم کردن لوله‌های فولادی از لوله خم کن استفاده می‌شود. ج - گیره‌ی لوله‌ی صحرایی : لوله‌ی فولادی را درون این گیره محکم بسته و عملیات برش، سوهان کاری، حدیده کاری و برق‌زنی را روی آن انجام می‌دهند.
- ۶- برای محافظت سیم‌ها از خطرات احتمالی در سیم‌کشی روکار از لوله استفاده می‌گردد.  
 برای این که سیم‌ها را در سیم‌کشی داخلی (توکار) بتوانند در مواقع لازم بازبینی و یا تعویض نمایند و هم‌چنین گرمای ایجاد شده در سیم‌ها به بیرون منتقل شود سیم‌ها را از لوله عبور می‌دهند.
- ۷- الف - برای مکان‌هایی که بخواهند موقعیت حرکت لوله را تغییر دهند از زانو استفاده می‌شود.  
 ب - اگر بخواهند از یک جعبه تقسیم سه یا چهارراهه که تمام سوراخ‌های آن یک اندازه است لوله‌ای با قطر کم‌تر انشعاب بگیرند از تبدیل استفاده می‌کنند.  
 ج - برای ارتباط بین دو لوله و اتصال آن‌ها از بوشن استفاده می‌شود.  
 د - در مسیرهایی که طول لوله کاری زیاد بوده و یا بیش از دو خم در مسیر باشد و یا گرفتن انشعاب لوله، از دوراهی، سهراهی و زانویی دردار استفاده می‌شود.
- ۸- برای استفاده از جدول لازم است مقطع سیم‌هایی را که باید از لوله عبور نمایند مشخص کرده و طبق جدول، لوله‌ی مربوط را انتخاب نماییم به عنوان مثال : از لوله‌ی شماره ۱۱ Pg می‌توان سه رشته سیم ۶ میلی‌متر مربع عبور داد ؛ و یا از لوله‌ی شماره ۱۶ می‌توان پنج رشته سیم نمره ۶ میلی‌متر مربع عبور داد.
- ۹- برای اتصال انواع بسته‌ها، جهت نگهداری لوله روی دیوار و سقف و کف ساختمان، از رول‌پلاک و رول‌بالت استفاده شود.

۱۰- لوله‌های فولادی برق را با استفاده از کمان اره می‌برند و پس از پایان کار برش، با استفاده از برقو پلیسه‌های داخلی و با استفاده از سوهان پلیسه‌های بیرونی لوله را می‌گیرند.

۱۱- برای رزوه کردن لوله‌ها، ابتدا لوله را طوری به گیره لوله می‌بندیم که سر لوله حدود ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر از گیره فاصله داشته باشد و پس از پاک کردن پلیسه‌ها، دستگاه حدیده را بر لوله سوار کرده و با فشار و چرخش دسته‌ی حدیده در جهت عقربه‌های ساعت، شروع به حدیده کاری می‌کنیم. درحین کار توسط روغن‌دان بر روی لوله (محل دندان‌سازی) روغن می‌ریزیم. پس از این که دستگاه حدیده یک یا دو دور چرخید، نیم دور برعکس می‌چرخانیم تا براده‌های حاصل جدا و خارج شود این عمل را تا زمانی که ۳ تا ۴ دندان لوله از حدیده بیرون شود ادامه می‌دهیم. پس از اتمام دندان‌سازی، حدیده را در جهت عکس حرکت عقربه‌های ساعت چرخانده و دستگاه را خارج می‌کنیم حال با دسته‌ی حدیده ضربه‌ای به لوله می‌زنیم تا براده‌ها خارج شوند.

۱۲- برای کاهش گرمای تولید در حین حدیده کاری باید مرتباً روغن کاری انجام گیرد. در غیر این صورت بین حدیده و لوله اصطکاک شدیدی ایجاد شده و حدیده می‌شکند و یا عمل رزوه کردن لوله به‌درستی انجام نمی‌شود.

۱۳- در موارد زیر می‌توان از لوله‌ی PVC برای ولتاژ ۶۰۰ ولت و کم‌تر استفاده نمود.

الف - نصب روی دیوار، کف و سقف ساختمان‌های بتونی. ب - کاربرد در زمین، در صورتی که در عمق ۶۰ سانتی‌متر بخواهیم لوله نصب کنیم و یا در زیر بتون به ضخامت حداقل دو سانتی‌متر لوله را قرار دهیم. ج - در محل‌هایی که در معرض عوامل خوردگی شدید قرار داشته و یا در مکان‌هایی که در معرض مواد شیمیایی باشد. د - در مکان‌های مرطوب و تر، که غالباً شست‌وشو می‌شوند. ه - در بخش عمل و زایمان و مراقبت‌های شدید (ccu و Icu) بیمارستان‌ها.

۱۴- الف - در ساختمان‌های قابل اشتعال ب - نصب در ارتفاع کم‌تر از سطح زمین در فضای آزاد به استثنای مواردی که در برابر صدمات فیزیکی حفاظت شود. ج - برای ولتاژهای بیش از ۶۰۰ ولت د - استفاده به‌عنوان پایه‌ی نگه‌دار چراغ‌ها و وسایل برقی. ه - کاربرد در جایی که در معرض صدمات فیزیکی قرار گیرد. و - نصب در محلی که در معرض نور مستقیم خورشید قرار گیرد. به جز در مواردی که برای همین منظور ساخته شده باشد. ز - نصب در محلی که در معرض حرارت زیاد قرار گیرد.

۱۵- حداقل قطر داخلی لوله‌های PVC ۱۶ mm است.

۱۶- برای اتصال لوله‌ی PVC تا قطر ۵۰ mm از چسب مخصوص با غلظت کم و برای لوله‌های با قطر بیش‌تر، از چسب با غلظت زیاد استفاده می‌کنند.

۱۷- زیرا در تماس با لوله ایجاد حرارت می‌کند و در اطراف محل قطع شده ترک به‌وجود می‌آورد.

۱۸- در محل‌های سردسیر عمق کانال پایین‌تر از عمق یخبندان باشد. حداقل پوشش روی لوله در زیر جاده ۱۲۰ سانتی‌متر باشد و در پیاده‌روها ۹۰ سانتی‌متر. در زیر لوله، حداقل ۱۰ سانتی‌متر ماسه‌ی نرم ریخته باشد. بستر لوله مسطح و کوبیده شود. عرض کف کانال حداقل سه برابر قطر لوله باشد. روی لوله حداقل ۳۰ سانتی‌متر ماسه ریخته شود.



## جواب پیش‌آزمون (۵)

۱- د	۲- ب	۳- د	۴- الف	۵- الف
۶- ج	۷- ج	۸- ب	۹- ب	۱۰- الف

## جواب آزمون پایانی (۵)

۱- هر نوع هادی که بتواند جریان برق را از خود عبور داده و توسط موادی نسبت به محیط اطراف خود عایق شده باشد به‌طوری که ولتاژ روی سطح عایق نسبت به زمین برابر صفر و در روی سطح سیم یا هادی نسبت به زمین دارای ولتاژ فازی باشد کابل نامیده می‌شود.

- ۲- به چهار دسته الف - کابل‌های هوایی  
ج - کابل‌های زیرآبی  
ب - کابل‌های زمینی  
د - کابل‌های مخصوص
- ۳- قسمت‌های اساسی کابل عبارت‌اند از: عایق کابل، هادی کابل و غلاف کابل

۴- الف - عایق کابل

۵- الف - مشکی، آبی، قهوه‌ای

۶- برای جلوگیری از نفوذ رطوبت به داخل کابل، سیم عایق شده با یک غلاف فلزی پوشانده می‌شود، به همین جهت دو انتهای کابل نیز با سر کابل مخصوصی بسته می‌شود و برای ساخت غلاف از سرب و آلومینیوم استفاده می‌گردد.

۷- الف - B

۸- الف - کابل با هادی مسی و عایق و غلاف PVC و زرهی مسی

۹- د - NEKEBA

۱۰- برای روشنایی خیابان‌ها از کابل‌های NYCY و NYY و برای کارخانجات شیمیایی از کابل‌های NYCY و NYX و NYCWY استفاده می‌شود.

۱۱- مطابق صفحه ی ۱۰۲

۱۲- مطابق صفحه ی ۱۰۳

۱۳- الف - اندازه‌ی قطر خارجی کابل

ب - نوع کابل کشی از نظر موقعیت مکانیکی، و حرارتی یا شیمیایی مکان

ج - نوع کابل کشی از نظر قابل دید (روی دیوار) و غیر قابل (بین سقف‌ها) بودن

د - امکان بستن ساده‌ی کابل

ه - قیمت مناسب مونتاژ

۱۴- در کابل کشی روی دیوار فاصله‌ی کابل‌ها بایستی حداقل به اندازه‌ی قطر کابل باشد.

۱۵- ج - ۱۲۰ سانتی‌متر

۱۶- عمق کانال از سطح زمین بستگی به تعداد کابل‌هایی دارد که روی یکدیگر قرار دارند. کابل طبقه‌ی

فوقانی باید حداقل ۶۰ سانتی‌متر زیر خاک پیاده‌رو و یک متر زیر سطح خیابان باشد.

۱۷- الف - از این دستگاه برای راندن کابل در داخل کانال استفاده می‌شود.

ب - جهت بالا بردن قرقره‌ی کابل از جک بالا بر استفاده می‌شود.

ج- موقع کابل کشی جهت تسريع در کشیدن کابل و کاهش نیروی کشش روی کابل از انواع غتلك کابل در مسيرهای مستقيم و سر زوايا استفاده می گردد.

$$R = 12 \times d - 18 - d$$

۱۹- الف - کابل با عایق لاستیکی و غلاف سربی

۲۰- بایستی از کابل NYCY یا NYCWY استفاده نمود و استفاده از کابل NYCY به هیچ وجه مجاز نمی باشد.

۲۱- برای این که باز کردن کابل از قرقره آسان شود و مقدار کابل مورد نیاز جهت اتصال به پست برق، مفصل، تابلو و غیره به صورت ذخیره وجود داشته باشد.

۲۲- مطابق اصول ذکر شده در صفحه ی ۱۱۱ عمل شود.

### جواب پیش آزمون (۶)

۱- ب

۲- د

۳- د

۴- ج

۵- د

### جواب آزمون پایانی (۶)

۱- برای اتصال کابل به کلیدها، فیوزها و شینه ها در داخل تابلوها و هم چنین در مواردی که انتهای کابل زمینی در هوای آزاد قرار می گیرد (مانند اتصال کابل های زمینی به سیم های هوایی)، جهت حفاظت کابل در مقابل عوامل جوی و مکانیکی از سر کابل استفاده می گردد.

۲- سر کابل ها را از نظر مکان مورد استفاده به دو دسته تقسیم می کنند :

الف - سر کابل های داخلی (در داخل تابلو و تأسیسات)، ب - سر کابل های خارجی (در هوای آزاد)، هم چنین سر کابل ها با توجه به نوع آن به دو دسته تقسیم می گردند :

الف - سر کابل های خشک (برای کابل های خشک) ب - سر کابل های روغنی (برای کابل های روغنی)

۳- فولادی - PVC - سربی چدنی

۴- دوراهی - سه راهی - چهارراه

۵- جهت قرار دادن مفصل در کانال باید زیر مفصل را آجر گذاشته و سعی کرد که مفصل به طور مستقیم در جهت خواباندن کابل قرار بگیرد. روی مفصل را شن یا ماسه ی نرم ریخته و روی آن جهت حفاظت بیش تر آجر چیده و روی آن را با خاک می پوشانیم.

۶- پروتولین ۸۰ و ۷۲ رزین ریختگی، چسب HD، حلال (میتلن کلراید)، نوار کاغذی، نوار عایق

۷- مطابق دستورالعمل صفحات ۱۲۴ و ۱۲۵

۸- مطابق دستورالعمل صفحات ۱۲۹ تا ۱۳۱

## منابع

- ۱- نشریه‌ی شماره ۱- ۱۱۰ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور (مشخصات فنی عمومی و اجرایی تأسیسات برقی - جلد اول)
- ۲- کاتالوگ‌های فنی شرکت‌های کابل‌سازی
- ۳- کاتالوگ‌های فنی شرکت‌های تولیدکننده‌ی سرکابل و مفصل و تجهیزات جانبی آن‌ها
- ۴- کاتالوگ‌های فنی شرکت‌های تولیدکننده‌ی ابزارهای کار
- ۵- راهنمای کابل‌کشی - استاندارد وزارت نیرو ۱۳۷۴
- ۶- کتاب‌های کارگاه سیم‌کشی (۱ و ۲) فنی و حرفه‌ای سال ۱۳۸۰ (مرحوم علی رحیمیان‌پرور، غلامعلی ورشوساز)
- ۷- راهنمای تأسیسات الکتریکی (هندبوک) شرکت زیمنس
- ۸- برق صنعتی جلد‌های (۱ و ۲) غلامعلی سرابی
- ۹- کارگاه الکترونیک مقدماتی - سید محمود صموتی ۱۳۷۹
- ۱۰- مبانی تکنولوژی برق صنعتی - (فنی و حرفه‌ای - گروه مکانیک) فتح‌اله نظریان ۱۳۷۷
- ۱۱- کار کارگاهی سال سوم کد ۶۳۴/۱ - فریدون علومی - حسین رحمتی‌زاده و مسلم نیکزاد ۱۳۷۳
- ۱۲- Electrical In Stallations Handbook Third Edition.
- ۱۳- Electric cables Handbook (BICC Cables) Third Edltion.

فهرست رشته‌های مهارتی که می‌توانند از کتاب لوله‌کاری و اتصالات سیم و کابل استفاده نمایند.

ردیف	نام رشته‌ی مهارتی	شماره‌ی رشته‌ی مهارتی	کد رایانه‌ای رشته‌ی مهارتی	نام استاندارد مهارتی مبنا	کد استاندارد مهارتی متولی
۱	برق صنعتی	۱-۱۰-۱۰۱-۳۰۳	۹۳۷۳	برق صنعتی درجه (۲)	۷۵ و ۸-۵۵/۱۴
۲	برق صنعتی درجه (۱)	۱-۱۰-۱۰۱-۳۰۲	۹۳۷۲		
۳	-	-			

