

## سیم‌ها و اتصالات آن‌ها

هدف‌های رفتاری: از هرنجوا انتظار می‌رود که بعد از پایان این فصل:

- ۱- انواع سیم‌ها را از نظر جنس و کاربرد نام ببرد.
- ۲- کاربرد هر یک از سیم‌ها را با توجه به جدول بیان کند.
- ۳- با استفاده از جداول سیم‌ها، سیم مورد نیاز را انتخاب کند.
- ۴- بریدن، لخت کردن، سوآلی کردن و فرم دادن به سیم‌ها را انجام دهد.
- ۵- انواع اتصالات سر سیم‌ها را انجام دهد.

اگر سیمی دارای قطری برابر  $1/382$  میلی‌متر باشد سطح

مقطع آن  $1/5$  میلی‌متر مربع است.

### ۴-۱ ساختمان سیم‌ها

سیم‌ها از دو قسمت هادی و عایق تشکیل شده‌اند. هادی سیم‌ها عموماً مسی یا آلومینیومی است. ولی از مس، به دلیل داشتن حجم کم و هدایت بهتر (نسبت به دیگر فلزات) بیش‌تر استفاده می‌شود. عایق سیم‌ها از موادی پلاستیکی است که آن را به صورت لایه‌ای روی هادی روکش می‌کنند.

### ۴-۲ انواع سیم‌ها

معمولاً جنس هادی و عایق و نوع کاربرد کابل‌ها و سیم‌ها را با حروف مشخصی، که روی روکش خارجی آن‌ها نوشته می‌شوند، نشان می‌دهند. به طوری که هر حرف معنی خاص خود را دارد. در جدول ۴-۱ جهت اطلاع تعدادی از این حروف آمده است.

هادی‌های مورد استفاده در سیم‌کشی

چون در مدارهای الکتریکی از انواع مختلف هادی‌ها استفاده می‌شود لازم است که اشکال و مشخصات الکتریکی متداول‌ترین آن‌ها را بشناسید و فراگیرید.

برای مقایسه‌ی مقدار مقاومت و اندازه‌ی فیزیکی یک هادی با هادی دیگر باید واحد استاندارد در دست باشد. برای اندازه‌گیری قطر یک سیم، میلی‌متر و برای طول آن، متر، واحد مناسبی است.

استاندارد سطح مقطع سیم‌ها به میلی‌متر مربع است و از آن برای شماره‌گذاری سیم‌های روکش‌دار استفاده می‌شود. مثلاً سیم شماره‌ی یک و نیم به معنی آن است که سطح مقطع سیم  $1/5$  میلی‌متر مربع است.

سطح مقطع سیم‌های دایره‌ای، بر حسب میلی‌متر مربع از رابطه‌ی  $A = \frac{\pi D^2}{4}$  به دست می‌آید که در فرمول فوق،  $A$  سطح مقطع و  $D$  قطر هادی آن است.

## جدول ۱-۴

حروف مشخصه	موارد مصرف
NYA	سیم تک لا با روش پلاستیک برای سیم‌کشی ساختمان
NYAF	سیم افشان با روکش پلاستیک برای سیم‌کشی ساختمان
NSYA	سیم مخصوص با روکش پلاستیک برای سیم‌کشی ساختمان
NYM	سیم مقاوم در مقابل رطوبت
NYZ	سیم با روکش پلاستیک مخصوص برای روشنایی و لوازم خانگی
NYFA	سیم برای مصرف لوستر و چراغ‌ها
NYFAZ	سیم دو رشته‌ای برای مصرف روشنایی (دولا)
Y	سیم مکالمه و خبری
T	سیم کواکسیال

### سه - سیم<sup>۱</sup> (NYM)

مورد مصرف: نصب ثابت در محل‌های خشک یا مرطوب یا زیر گچ بدون لوله یا با لوله یا روی مقره. (مثلاً کولر)  
 ساختمان: سیم‌های مسی یک لا با عایق پی وی سی، که چند نمونه‌ی آن با هم یک کلاف روکش پی وی سی شده است. رنگ کلاف سیاه یا خاکستری یا سفید و رنگ روکش سیم‌های داخل سیاه، قهوه‌ای و آبی است.

### چهار - سیم (NYFA)

مورد مصرف: نصب ثابت در داخل لوله‌ی پی وی سی و فولادی (برای اشیای قابل حمل استفاده نمی‌شود).

ساختمان: سیم‌های نازک مسی به هم تابیده با مواد پی وی سی عایق شده است و به رنگ‌های سبز و زرد، سیاه، آبی، قهوه‌ای، زرد، سبز، بنفش و سفید وجود دارد.

### پنج - سیم (NYFAZ)

مورد مصرف: نصب ثابت برای مصرف روشنایی (برای وسایل قابل حمل مجاز نیست).

ساختمان: سیم نازک مسی، پس از این که به هم تابیده شد، به طور موازی با هم عایق‌بندی می‌شوند. این سیم به رنگ‌های سیاه، سفید و قهوه‌ای است.

### شش - سیم (Y)

مورد مصرف: نصب ثابت در داخل لوله‌ی پی وی سی و فولادی برای مصرف زنگ اخبار، تلفن و سایر دستگاه‌های علامت‌دهنده.

در جدول ۱-۴ هر یک از حروف مفهوم به خصوصی دارد. مثلاً N علامت سیم مسی است که طبق استاندارد VDE آلمان ساخته شده باشد. Y به معنی عایق پرتودور (P.V.C) هر رشته است. S و Z علامت سیم‌های مخصوص، F علامت سیم‌های نرم، A برای سیم‌کشی داخل لوله‌ها و M به مفهوم سیم‌های مقاوم در مقابل رطوبت است.

در ادامه، چند نوع از سیم‌ها که در سیم‌کشی مورد استفاده‌ی بیش‌تری دارند، به همراه موارد استفاده و جداول مشخصات آن‌ها، معرفی می‌شوند.

### یک - سیم (NYA)

مورد مصرف: نصب بدون حرکت در محل‌های خشک و در داخل لوله‌ی پی وی سی و فولادی.

تذکر: استفاده‌ی این نوع سیم در زیر گچ مجاز نیست.  
 ساختمان: سیم مسی نرم با روکش پلاستیک به رنگ‌های سبز، زرد، سیاه، آبی و قهوه‌ای است.

### دو - سیم (NYAF)

مورد مصرف: نصب بدون حرکت در محل‌های خشک داخل لوله‌ی پی وی سی یا فولادی.

تذکر: استفاده‌ی این نوع سیم در زیر گچ مجاز نیست.  
 ساختمان: رشته‌های نازک سیم مسی به هم تابیده شده با روکش پلاستیک به رنگ‌های سبز، زرد، سیاه، آبی، سبز و بنفش است.

۱- اگر این مجموعه سیم، محافظ سبز و زرد داشته باشد با حروف NYM-J و اگر فاقد سیم محافظ باشد با علامت NYM-O مشخص می‌شود.



شکل ۱-۴ شمای ظاهری نمونه‌هایی از کابل کواکسیال

ساختمان: سیم‌های روکش شده با مواد پی‌وی سی و دو یا سه و یا چهار رشته‌ی به هم تابیده و تک رشته. اغلب تک رشته‌ها در رنگ‌های استاندارد و در کلاف‌های صدمتری، در بازار موجود است.

### هفت - کابل کواکسیال

مورد مصرف: برای سیم‌های آنتن تلویزیون و رابط دستگاه‌های صوتی و تصویری.

ساختمان: یک کابل دو سیمه است که از یک رشته سیم داخلی (در مرکز کابل) با عایق مخصوص (معمولاً پی‌وی سی) و یک سیم خارجی (بافته شده بر روی عایق سیم مرکزی) درست شده است. بدین ترتیب سیم داخل در مقابل پارازیت‌های خارجی محافظت می‌شود. سیم داخلی به عنوان سیم اصلی و سیم خارجی معمولاً به بدنه‌ی دستگاه مورد نظر وصل می‌شود (شکل ۱-۴).

نظر گرفت و برای تعیین سطح مقطع سیم با توجه به محل عبور سیم و مقدار جریان، سیم را انتخاب کرد. جدول ۲-۴ حداکثر جریان مجاز سیم‌های مسی را نشان می‌دهد.

### ۳-۴ انتخاب سیم

برای انتخاب سیم باید مقدار جریان عبوری از سیم را در

جدول ۲-۴ حداکثر جریان مجاز سیم‌های استاندارد شده مسی

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

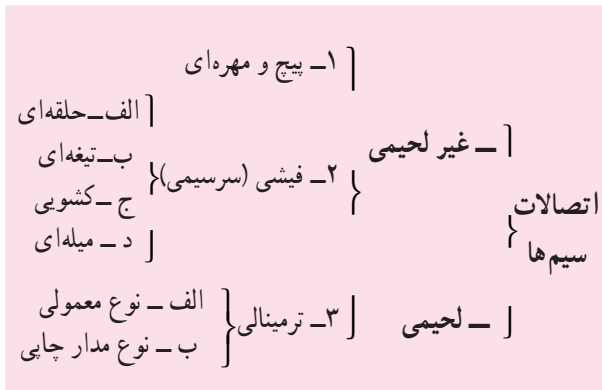
## ۴-۴ اتصالات سیم‌ها

منظور از اتصالات سیم‌ها به هم بستن هادی‌ها می‌باشد. صحت اتصالات بسیار حائز اهمیت است. زیرا یک مدار الکتریکی وقتی خوب کار می‌کند که اتصالات معیوب نداشته باشد. اتصال باید از نظر مکانیکی محکم و از نظر الکتریکی هادی خوب باشد.

نمونه‌ای از تقسیم‌بندی این اتصالات به صورت روبه‌رو می‌باشد.

### ۱-۴-۴ اتصالات غیر لچیمی: اتصالات غیر لچیمی

خود به سه صورت کلی زیر به کار می‌رود.



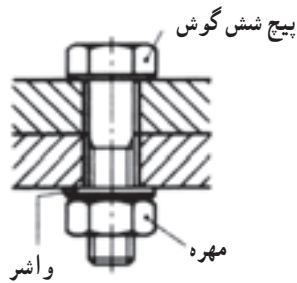
## اتصالات پیچ و مهره‌ای

● انواع اتصالات پیچی: انواع این اتصالات عبارتند

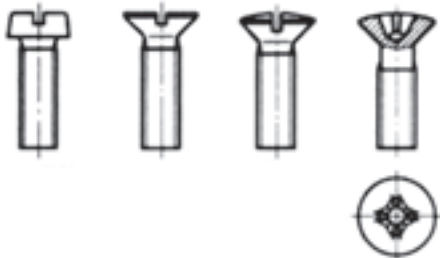
از: اتصالات پیچی با پیچ و مهره و اتصالات پیچی با رزوه‌های داخلی. در اتصالات پیچی با پیچ و مهره بخش‌هایی مانند ریل‌ها (شین‌ها) با سوراخ سرتاسری به یکدیگر متصل می‌شوند (شکل ۴-۲) پیچ و مهره دو بخش را به یکدیگر متصل می‌کند. واشرها از آسیب رساندن مهره با سر پیچ به قطعه در هنگام کشش جلوگیری می‌کند.

● پیچ‌ها، مهره‌ها و نگهدارنده‌های پیچ: در برق

اغلب از پیچ‌های دوسو (شکل ۴-۳) چهارسو، شش‌گوش (شکل ۴-۲) و پیچ‌های سرآلن (شکل ۴-۴) استفاده می‌شود.



شکل ۴-۲ اتصالات پیچی



شکل ۴-۳ پیچ‌های شیاردار



شکل ۴-۴ پیچ سرآلن

۱- شین - تسمه‌های مسی با ضخامت‌های متفاوت برای عبور جریان اصلی در تابلوهای برق را نامند.

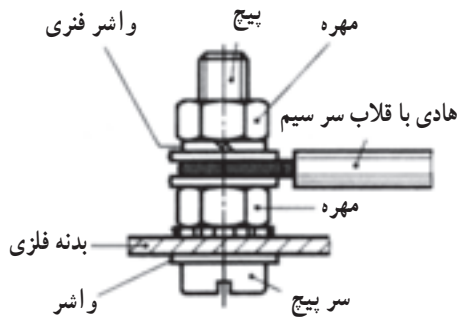


پیچ برش - فلاویز

پیچ خودرو

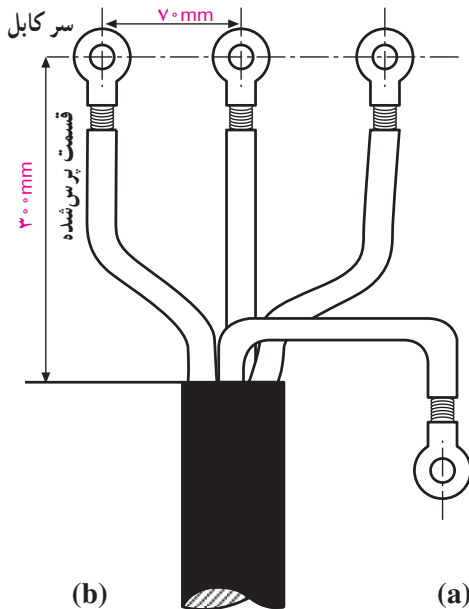
برای محکم کردن بست‌های پیچی و فاصله اندازها بر روی صفحه یا قطعات فلز ترجیحاً از پیچ برش فلاویز، پیچ خودرو (شکل ۴-۵) استفاده می‌شود.

شکل ۴-۵ انواع پیچ‌های خودرو



شکل ۴-۶ اتصال هادی محافظ به بدنه

اتصال پیچی هادی محافظ (شکل ۴-۶) باید با دقت خاصی صورت گیرد.



شکل ۴-۷ سیم در کابلشو

برای اتصال سیم‌های با قطر زیاد (مانند کابل) به شین‌ها از سر کابل (کابلشو) استفاده می‌شود (شکل ۴-۷). نحوه عملکرد بدین صورت است که ابتدا باید کابل یا سیم با قطر زیاد را لخت کرده و سپس به اندازه مناسب در داخل سر کابل (کابلشو) قرار داد و در نهایت با دستگاه مخصوص انتهای کابلشو را پرس کرد.



## اتصالات فیشی (سرسیم)

است. این فیش‌ها (سرسیم‌ها) دارای انواع مختلف حلقه‌ای، تیغه‌ای، کشویی و میله‌ای هستند که هر یک از آن‌ها در زمینه‌های خاصی کاربرد دارند.

برای قرار دادن سیم‌های رشته‌ای در زیر پیچ باید از سرسیم‌های فیشی استفاده کرد. همانطوری که در شکل ۸-۴ مشاهده می‌شود تعدادی از اتصالات سرسیمی نشان داده شده



شکل ۸-۴ انواع سرسیم



شکل ۹-۴

اتصال‌ها و بست‌های انتهایی که در آن‌ها لحیم به کار برده نمی‌شوند ولی با فشار، محکم به هادی متصل می‌گردند تماس الکتریکی کافی برقرار می‌کنند. استحکام مکانیکی این اتصالات نیز مناسب و در حد مطلوب است. به علاوه اتصالات دهنده‌های بدون لحیم از لحاظ نصب ساده‌ترند زیرا در آن‌ها مسایل مربوط به لحیم کاری مانند سرد شدن لحیم، سوختن عایق و غیره در آن مطرح نیست.

وسيله‌ای که برای پرس کردن سرسیم‌ها استفاده می‌شود یک نوع انبر خاصی است که تصویر یک نمونه از آن را در شکل ۹-۴ مشاهده می‌کنید.

شکل ۱۰-۴ تصویر چند نمونه سرسیم‌های فیشی که به سیم‌ها متصل شده‌اند را نشان می‌دهد.

نحوه ایجاد اتصالات سرسیم‌ها مطابق توضیحات داده شده مربوط به قسمت اتصال کابلشو در اتصالات پیچ و مهره‌ای است.



شکل ۱۰-۴



## بست کمربندی سیم‌ها

برای دسته‌بندی سیم‌هایی که مربوط به یک مسیر یا قسمت خاص هستند در تابلوهای برق و دستگاه‌های الکترونیکی از کمربندهای پلاستیکی مطابق شکل ۱۱-۴ جهت بستن و محکم کردن سیم‌ها استفاده می‌شود.



شکل ۱۱-۴

### تجهیزات و مواد لازم کارهای عملی

- ۱- سیم افشان نمره ۱ یا ۱/۵ یک متر
- ۲- سیم مفتولی ۰/۷۵ یا ۱ یک متر
- ۳- سرسیم‌های مختلف
- ۴- ترمینال پلاستیکی ۴خانه ۲ یک متر
- ۵- تسمه مسی با ضخامت ۵ mm حداکثر ۱۰ تا ۱۵

سانتی‌متر

- ۶- سیم چین
- ۷- سیم لخت کن
- ۸- دم باریک
- ۹- دم گرد
- ۱۰- انبردست
- ۱۱- انبر پرس
- ۱۲- دم پهن
- ۱۳- فازمتر یا پیچ گوشتی



شکل ۱۲-۴

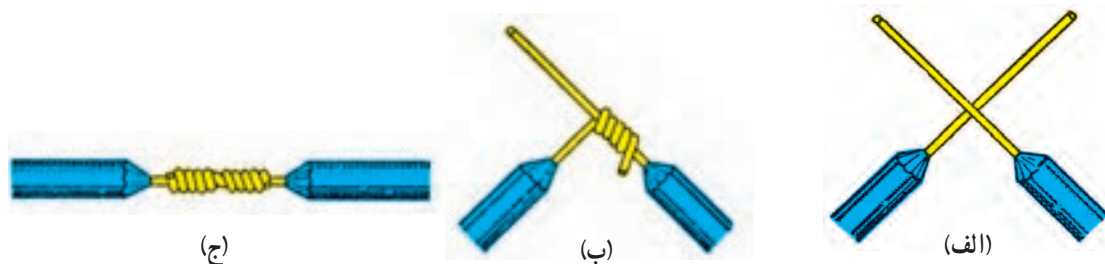
تهیه دفتر گزارش کار و تنظیم آن برای هر کار عملی، مهارت بازیابی فعالیت‌های انجام شده، در نظر گرفتن هدف و نتیجه، پیدا کردن اشکالات و رفع آن را در شما تقویت می‌کند.

## کار با ابزار و مواد

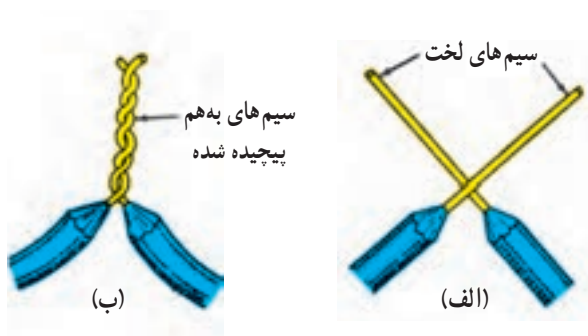
الف) هدف: کار با ابزار و سیم

مراحل انجام کار:

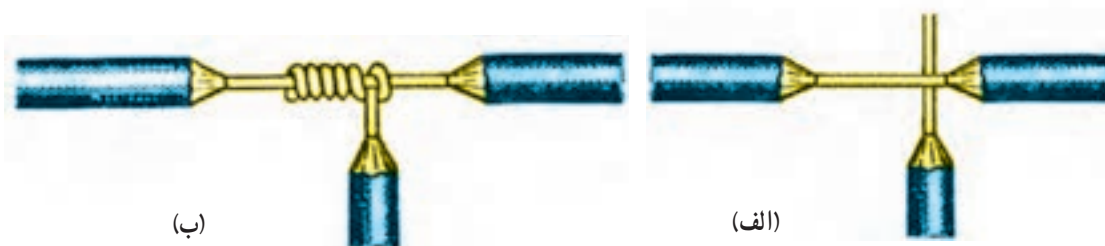
- ۱- یک طرف سیم مفتولی را که در اختیار دارید به گیره بسته و طرف دیگر آن را با انبردست گرفته و بکشید تا سیم صاف شود.
  - ۲- از سیم صاف شده شش قسمت  $10^{\circ}$  سانتی متری برش دهید.
  - ۳- حدود ۳ سانتی متر از هر سیم را لخت کنید.
  - ۴- سیم ها را به صورت دوه دو مطابق اشکال داده شده به یکدیگر وصل کنید.
  - ۵- از هر مدل شکل ها یک نمونه انجام دهید.
- تذکر: برای ایجاد اتصالات نشان داده شده از انبردست و دم باریک و دم پهن استفاده کنید به طوری که سیم ها زخمی نشوند.



شکل ۴-۱۳



شکل ۴-۱۴



شکل ۴-۱۵





شکل ۴-۱۶



شکل ۴-۱۷

وارنیش حرارتی: برای عایق کردن یک اتصال الکتریکی می‌توان از وارنیش حرارتی استفاده کرد. این نوع وارنیش دارای قطرهای متفاوتی است. برای عایق کاری محل اتصال ابتدا وارنیش را با توجه به طول اتصال برش دهید. از هر دو طرف وارنیش باید حدود  $1/5\text{cm}$  بلندتر انتخاب شود تا روی اتصال را بپوشاند. سپس وارنیش را روی اتصال قرار دهید.

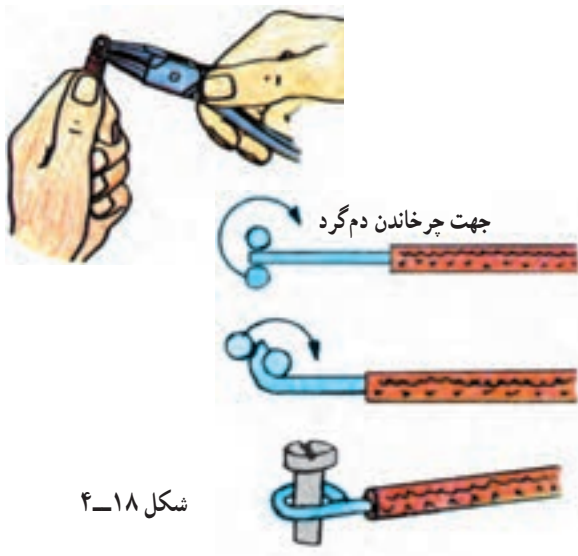
توسط سشوار صنعتی روی آن را حرارت دهید. وارنیش در اثر حرارت کاملاً جمع شده و روی اتصال را می‌پوشاند (شکل ۴-۱۷).

(ب) هدف: کار با ابزار و سیم  
مراحل انجام کار

۱- یک قسمت  $10^\circ$  سانتی متری از سیم صاف شده را برش دهید.

۲- حدود ۲ سانتی متر از سیم را لخت کنید.

۳- با استفاده از دم‌گرد مطابق (شکل ۴-۱۸) سیم را گرفته و با چرخاندن سیم به دور یک دم‌گرد یک دایره کامل را ایجاد کنید.

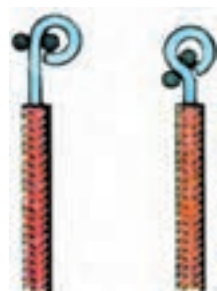


شکل ۴-۱۸

۴- در انتها قسمت انتهایی دایره را با دم‌گرد یا دم‌باریک کمی خم کنید تا شکل سیم به صورت علامت سؤال (?) درآید (شکل ۴-۱۹).

جهت چرخش سؤالی باید به گونه‌ای باشد که با چرخش پیچ، سؤالی محکم شود. در غیراین صورت سؤالی باز شده و از زیر پیچ خارج می‌شود.

۵- گزارش کار عملی را در دفتر گزارش کار ثبت کنید.

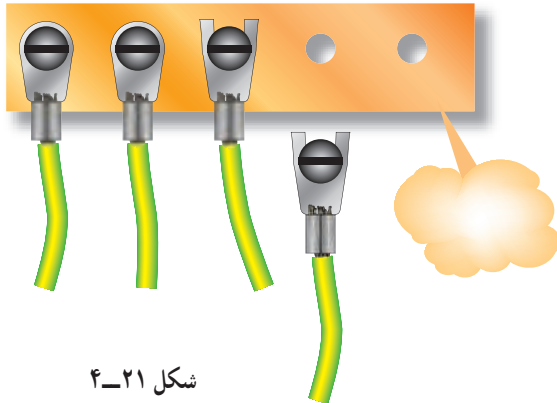


شکل ۴-۱۹

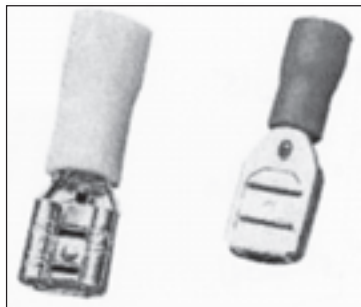
## اتصالات سر سیمی



شکل ۴-۲۰



شکل ۴-۲۱



شکل ۴-۲۲



شکل ۴-۲۳

هدف) انجام اتصالات سر سیمی (فیش‌های سر سیمی)

الف - اتصال سیم به سرسیم‌های حلقه‌ای، تیغه‌ای و میله‌ای  
مراحل انجام کار:

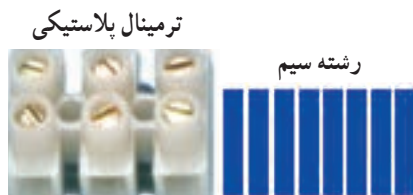
- ۱- سه رشته سیم مفتولی صاف شده نمره ۱ یا ۱/۵ را در اندازه‌های ۱۵ سانتی‌متر در اختیار بگیرید.
- ۲- هر رشته سیم را از طرفین به اندازه ۱ تا ۱/۵ سانتی‌متر لخت کنید.
- ۳- از هر دو طرف یک رشته سیم یک نمونه از سرسیم‌های حلقه‌ای، تیغه‌ای و میله‌ای را قرار دهید.
- ۴- به کمک انبر پرس دو طرف سرسیم‌ها را پرس کنید.
- ۵- سرسیم‌های فیشی پرس شده را مطابق شکل ۴-۲۱ زیر پیچ‌های موجود روی یک تسمه مسی قرار داده و پیچ‌ها را محکم کنید.

ب - اتصال سیم به سرسیم‌های کشویی  
مراحل انجام کار:

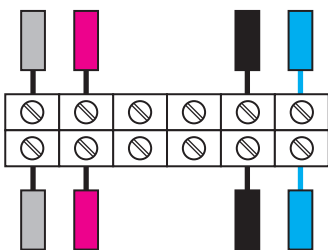
- ۱- چهار رشته سیم مفتولی (یا افشان) مناسب را در اختیار بگیرید.
- ۲- سرفیش‌های کشویی مختلف مطابق شکل ۴-۲۲ را پس از لخت کردن طرفین سیم‌ها در دو طرف آن‌ها قرار دهید.
- ۳- به کمک انبر پرس دو طرف سرسیم‌های کشویی را پرس کنید.
- ۴- به خاطر آشنایی با یک نمونه زمینه کاربردی این سرسیم‌ها قوطی کلید کولری را به همراه کلید مربوطه روی تابلو نصب کنید و سپس با عبور دادن سیم‌ها از یک طرف قوطی سرسیم‌های پرس شده را به فیش‌های پشت کلید وصل کنید (شکل ۴-۲۳).
- گزارش کار عملی را در دفتر گزارش کار ثبت کنید.



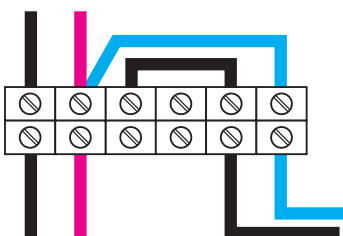
## اتصالات ترمینالی



شکل ۴-۲۴



شکل ۴-۲۵



شکل ۴-۲۶



شکل ۴-۲۷ انواع ترمینال‌های ریلی

هدف: انجام اتصالات ترمینالی

مراحل انجام کار:

۱- هشت رشته سیم مفتولی به طول ۱۰ سانتی‌متر را در اختیار

بگیرید.

۲- یک طرف سیم‌ها را حدود ۱ سانتی‌متر لخت کنید.

۳- یک ترمینال پلاستیکی حداقل ۶ خانه را در اختیار بگیرید

(شکل ۴-۲۴).

۴- سیم‌های مفتولی لخت شده را مطابق شکل ۴-۲۵ زیر پیچ‌های

ترمینال قرار داده و محکم کنید. دقت کنید تا قسمت لخت شده زیر پیچ

ترمینال قرار گیرد، و قسمت لخت بیرون ترمینال مشاهده نشود.

۵- سیم‌های زیر پیچ قرار گرفته را با استفاده از دم‌باریک مطابق

شکل ۴-۲۶ مرتب کرده و حالت دهید.

گزارش کار عملی را در دفتر گزارش کار ثبت کنید.



ترمینال ریلی: نوع دیگری از ترمینال، ترمینال ریلی است، این

نوع ترمینال که بیشتر در تابلوهای برق استفاده می‌شود، روی ریل‌های

تابلویی نصب می‌گردد و سیم‌های رابط را از طریق پیچ‌های موجود روی

ترمینال، اتصال می‌دهد (شکل ۴-۲۷).

مقررات ملی ساختمان (مبحث سیزدهم ۱۳-۶-۲-۱۶)

اتصالات و انشعابات باید با استفاده از ترمینال‌های پیچی انجام شود.

یادآوری - استفاده از ترمینال‌های نوع دیگر، که ضمن انجام اتصال و تضمین تداوم الکتریکی، عایق‌بندی لازم را نیز تأمین کنند مجاز است.

یادآوری - پیچیدن سیم‌ها به دور هم برای ایجاد اتصال الکتریکی و عایق‌بندی محل اتصال با نوار چسب الکتریکی ممنوع است.

## ۲-۴-۴ اتصالات لحیمی:

است. لحیم‌ها را با درصد ترکیب‌های مختلف قلع و سرب نیز می‌سازند و به بازار عرضه می‌کنند.



شکل ۲۸-۴ قرقه‌های مختلف لحیم

مقدمه: لحیم کاری عبارت از اتصال دو یا چند فلز به وسیله یک فلز یا آلیاژ ثالث است. در این فرآیند آلیاژ یا فلز لحیم کننده به نقطه ذوب خود می‌رسد ولی فلزات مورد اتصال ذوب نمی‌شوند و باعث متصل شدن فلزات لحیم شونده به یکدیگر می‌شود.

لحیم کاری در دو نوع لحیم کاری سخت (Brazing) و لحیم کاری نرم (Soldering) انجام می‌شود.

**لحیم کاری سخت:** عمل لحیم کاری در درجه حرارت‌های بالای  $450^{\circ}$  درجه سانتی‌گراد انجام می‌شود. عموماً به این نوع لحیم کاری، «جوشکاری» می‌گویند. از انواع جوشکاری‌ها می‌توان، قوس الکتریکی و جوش گاز را نام برد.

**لحیم کاری نرم:** درجه حرارت لحیم کاری بسیار پایین‌تر از نقطه ذوب عناصر مورد لحیم کاری است و عمل لحیم کاری در درجه حرارت پایین‌تر از  $450^{\circ}$  درجه سانتی‌گراد انجام می‌شود.

## لحیم

«آلیاژ لحیم» که به‌طور اختصار به آن «لحیم» گفته می‌شود معمولاً آلیاژی مرکب از سرب و قلع است. لحیم بدون سرب هم موجود است.

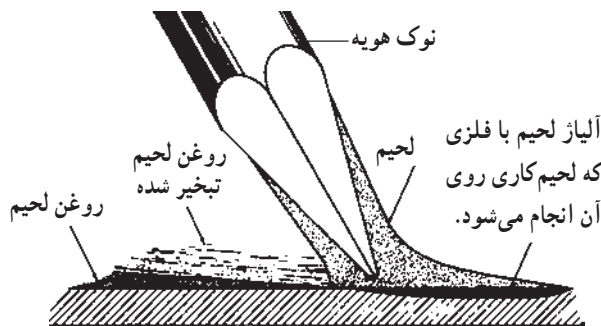
قلع با آب و هوا ترکیب نمی‌شود. به همین جهت پوشش بسیار خوبی برای فلزاتی نظیر مس است و از اکسید شدن آن جلوگیری می‌کند. امروزه برای جلوگیری از اکسید شدن قطعات الکترونیکی تقریباً تمام پایه‌های قطعات را قلع‌اندود می‌کنند.

افزایش قلع، باعث گران شدن لحیم و کاهش قلع باعث افزایش درجه حرارت ذوب آن می‌شود. با توجه به این دو ویژگی متضاد می‌توان بهترین حالت امتزاج را برای لحیم در نظر گرفت. برای اتصال سیم‌های معمولی و لحیم کاری مدارهای الکترونیکی از نسبت ۶۳ درصد قلع و ۳۷ درصد سرب (که به اختصار لحیم ۶۰ به ۴۰ نیز گفته می‌شود) استفاده می‌شود.

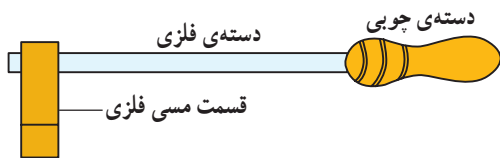
لحیم به صورت مفتول نازک در قرقه‌های حدود  $25^{\circ}$  گرمی،  $500$  گرمی یا یک کیلوگرمی تولید می‌شود. قطر مفتول‌های لحیم، مختلف و در حدود کسری از یک تا چندین میلی‌متر

— روغن لحیم کاری (روان‌ساز): برای لحیم کردن دو فلز به یکدیگر لازم است قبلاً سطوح اتصال را کاملاً پاک کنید طوری که اکسید فلز روی آن‌ها وجود نداشته باشد. از آن‌جا که اکثر فلزات در درجه حرارت‌های عادی اکسید می‌شوند همواره لایه‌ی بسیار نازکی از اکسید بر سطح آن‌ها وجود دارد از این رو قبل از لحیم کاری سطوح اتصال را توسط مواد پاک‌کننده تمیز کنید. ماده‌ی پاک‌کننده‌ای که برای پاک کردن این سطوح‌ها به کار می‌رود «روغن لحیم کاری» نام دارد.

شکل ۲۹-۴ نحوه‌ی پاک کردن لایه‌ی اکسید شده توسط روغن لحیم از سطح کار را نشان می‌دهد. هنگامی که حرارت هویه به روغن منتقل می‌شود روغن لحیم به سرعت داغ شده و تبخیر می‌شود.



شکل ۲۹-۴ عملکرد روغن لحیم در پاک کردن اکسیدها از سطح کار



هنگام تبخیر روغن لحیم ذرات اکسیدروی فلز نیز تبخیر شده و فلز از اکسید پاک می‌شود.

— بررسی عملی اتصال در لحیم کاری: برای این که لحیم دو قطعه فلز را به یکدیگر ارتباط دهد باید با هر دو فلز ممزوج شود و در محل امتزاج تولید آلیاژ نماید. این عمل بدین صورت انجام می‌گیرد که در اثر گرما فاصله بین مولکول‌های دو قطعه فلز در محل اتصال زیاد شده و تعدادی از مولکول‌های آلیاژ لحیم در داخل آن‌ها نفوذ می‌کند و ایجاد آلیاژ جدیدی مرکب از آلیاژ لحیم و فلز لحیم شده می‌نماید.

— وسایل لحیم کاری: برای لحیم کاری چند قطعه به یکدیگر ابتدا باید آن‌ها را گرم نموده و سپس لحیم کرد. برای تأمین حرارت لازم از وسیله‌ای به نام هویه استفاده می‌شود. نوک هویه که حرارت را به اتصال می‌رساند معمولاً از جنس مس است. زیرا مس حرارت را بهتر از فلزات دیگر منتقل می‌کند. برای کارهای مختلف از هویه‌های گوناگون استفاده می‌شود و معمولاً هویه‌ها را از نظر نحوه‌ی گرم شدن به دو دسته تقسیم می‌کنند:

الف) هویه‌هایی که با چراغ یرموس یا مشعل‌های گازی گرم می‌شوند (شکل ۳-۴).

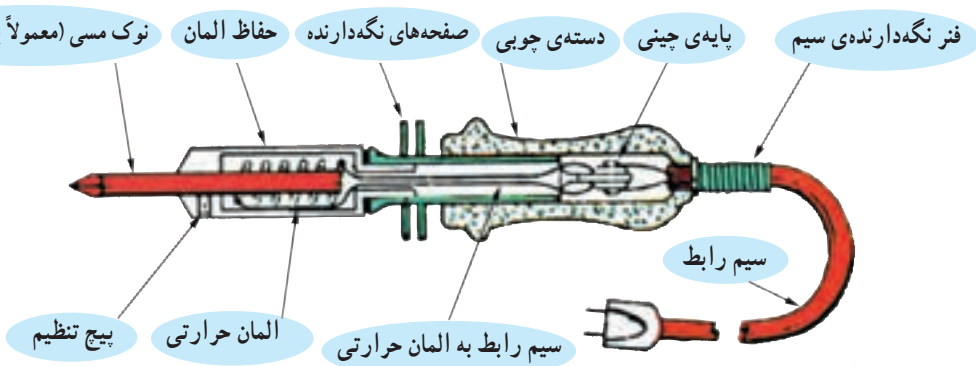
ب) هویه‌هایی که به وسیله جریان الکتریکی گرم می‌شوند. این هویه‌ها در دو نوع مقاومتی و ترانسفورماتوری ساخته می‌شود.



مشعل و کپسول گاز

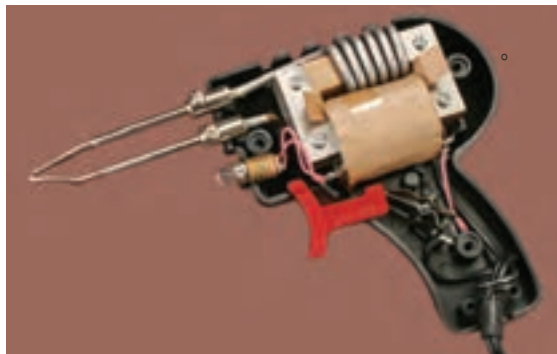
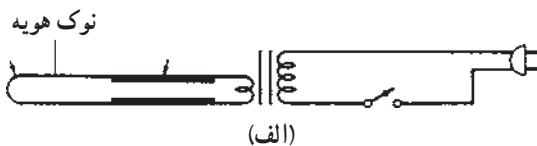
شکل ۳-۴ هویه‌ی ساده و دستگاه گرم‌کننده‌ی آن

نوع مقاومتی: یک سیم مقاومت‌دار که در داخل پوششی از عایق قرار گرفته است در اطراف میله‌ی مسی پیچیده می‌شود. با اتصال هویه به برق و عبور جریان الکتریکی، هویه مانند اتو گرم می‌شود. در شکل ۳-۳۱ ساختمان داخلی این نوع هویه نشان داده شده است.



شکل ۳-۳۱ قسمت‌های مختلف یک هویه‌ی قلمی





(ب)

شکل ۴-۳۲ اجزای داخلی و مدارهای الکتریکی هویه‌ی ترانسفورماتوری



شکل ۴-۳۳ شمای ظاهری هویه‌ی هفت تیری



شکل ۴-۳۴

نوع ترانسفورماتوری: در این نوع از اصول مغناطیسی، (القا متقابل) استفاده می‌شود. هویه‌ی ترانسفورماتوری دارای سیم پیچ اولیه با دور زیاد و تعداد حلقه‌های ثانویه کم و بیش تر موارد تنها یک حلقه و در مواردی هم دو یا ۳ حلقه است. چون ترانسفورماتور کاهنده است شدت جریان در ثانویه زیاد می‌شود و حرارت قابل ملاحظه‌ای تولید می‌کند. این نوع هویه برای رسیدن به درجه حرارت نهایی احتیاج به زمان زیاد ندارد و فوراً گرم و برای کار آماده می‌شود. شکل ۴-۳۲ اجزای داخلی و مدار الکتریکی هویه از نوع ترانسفورماتوری را نشان می‌دهد. چون شکل ظاهری این نوع هویه‌ها شبیه به هفت تیر است از این رو به آن‌ها «هویه‌ی هفت تیری» می‌گویند. ولتاژ کار این هویه‌ها ۲۲۰ ولت و دارای قدرتی برابر ۸۰ تا ۱۲۰ وات است. در شکل ۴-۳۳ یک نمونه هویه‌ی هفت تیری با سرهای مختلف و یک آچار برای تعویض نوک آن که به صورت یک کیت کامل در بازار فروخته می‌شود نشان داده شده است.

چون قدرت حرارتی هویه‌های هفت تیری زیاد است و از طرفی نوک آن‌ها برای کارهای خیلی دقیق مناسب نیست اکثراً برای کارهای ظریف‌تر و دقیق‌تر (خصوصاً در لحیم‌کاری مدارهای چاپی) از هویه‌های قلمی استفاده می‌شود. هویه‌های قلمی معمولاً از نوع مقاومتی است. شکل ۴-۳۴ سه نمونه هویه‌ی قلمی را نشان می‌دهد.



هویه‌های قلمی با توان بالا نیز در عمل ساخته می‌شوند که در توان این هویه‌ها از ۱۰۰ تا ۵۵۰ وات است. در شکل ۴-۳۵ نمونه‌هایی از این هویه‌ها را مشاهده می‌کنید.



شکل ۴-۳۵ نمونه‌های هویه قلمی توان بالا

جدول ۴-۳ ارتباط توان یک هویه با حرارت تولیدی در نوک آن را نشان می‌دهد.

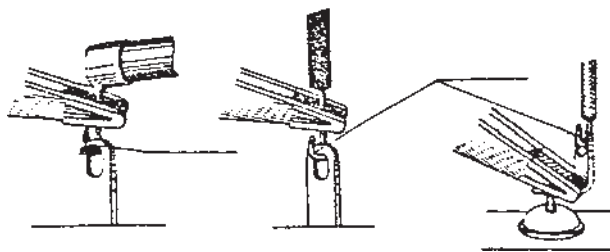
جدول ۴-۳ ارتباط توان یک هویه با حرارت تولیدی در نوک آن

توان هویه بر حسب وات	درجه حرارت ایجاد شده بر حسب سانتی‌گراد
۲۵	۳۷۱ تا ۳۴۳
۴۰	۴۲۷ تا ۴۰۰
۵۰	۵۳۸ تا ۴۵۵

- نوک هویه را کاملاً تمیز کنید.
- در موقع لحیم کردن ابتدا محل اتصال را حرارت دهید و سپس سیم لحیم را روی آن بگذارید تا ذوب شود.
- در صورتی که دو قطعه را قبلاً به لحیم آغشته کنید (قلع اندود) و سپس آن‌ها را با حرارت دادن به هم وصل کنید لحیم کاری خیلی بهتر انجام می‌گیرد.
- از لحیم به اندازه‌ای که لازم است استفاده کنید. به کار بردن لحیم زیادی دلیل بر اتصال کامل و مستحکم نیست.
- لحیم کاری زمانی خوب است که پس از لحیم کاری، محل اتصال درخشان به نظر آید.

• سعی کنید در موقع لحیم کاری اجزای الکترونیکی (مان‌ها)، نوک هویه را زیاد در محل اتصال قرار ندهید زیرا حرارت اضافی منجر به سوختن مان‌های الکترونیکی می‌شود.

• برای احتیاط به خصوص در مواردی که شخص تبرک کافی جهت لحیم کاری مان‌های حساس الکترونیکی (مانند دیودها، ترانزیستورها و) را ندارد لازم است پایه‌ای از مان را که می‌خواهیم لحیم کنیم با دم‌باریک یا گیره فلزی بگیریم تا قسمتی از حرارت از طریق دم‌باریک یا گیره منتقل شده و حرارت کمتری به عنصر حساس برسد (شکل ۴-۳۶).



شکل ۴-۳۶ نحوه‌ی دفع حرارت با گیره یا دم‌باریک

• برای لحیم کاری پایه‌های مان‌های بسیار حساس مانند IC ها که به علت کوتاه بودن پایه نمی‌توان از دم‌باریک و یا گیره جهت انتقال حرارت استفاده کرد می‌توانیم نخست لحیم را در نقطه‌ای نزدیک به پایه ذوب کنیم و سپس در یک لحظه لحیم مذاب را به طرف پایه IC هدایت کنیم تا پایه لحیم شود.

### نحوه‌ی لحیم کاری

برای آن که لحیم کاری به خوبی انجام گیرد باید نکات زیر را در نظر بگیرید:

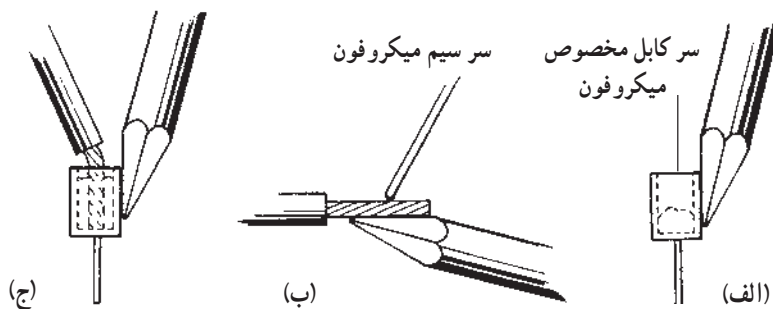
- نقاطی را که می‌خواهید لحیم کاری کنید کاملاً تمیز و پاک کنید.



● برای قلع اندود کردن سرسیم از نوع سیم افشان یا مفتولی، ابتدا سرسیم را توسط هویه گرم کنید. سپس سیم لحیم را روی سیم قرار دهید نه روی نوک هویه تا لحیم با گرمای سرسیم ذوب شود (شکل ۳۷-۴).

● برای اتصال یک سیم افشان به سر کابل‌های کوچک مانند سرکابل مخصوص میکروفون، ابتدا سرکابل را گرم کنید و سپس لحیم را داخل آن بریزید. توجه داشته باشید که لحیم باید با گرمای سرکابل ذوب شود و نباید با حرارت مستقیم هویه به نقطه‌ی ذوب برسد. سپس سرسیم میکروفون را قلع اندود کنید. در نهایت با حرارت دادن مجدد سرکابل، سیم قلع اندود شده‌ی میکروفون را داخل سرکابل قرار دهید تا عمل لحیم با دقت انجام شود. شکل ۳۸-۴ این عمل را نشان می‌دهد در این شکل:

الف) ذوب کردن قلع داخل سرکابل  
 ب) قلع اندود کردن سرسیم میکروفون  
 ج) قرار دادن سیم لحیم شده در داخل سرکابل مخصوص میکروفون



شکل ۳۸-۴ مراحل لحیم کردن یک سرسیم میکروفون به یک سر کابل کوچک

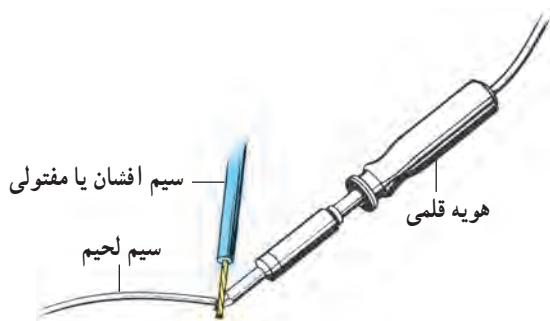
## لحیم کاری

تجهیزات و قطعات مورد نیاز

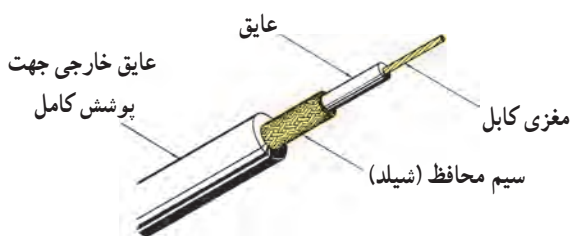
تعداد/ مقدار	نام و مشخصات
یک عدد	۱- هویه ۴۰ وات از نوع قلمی
یک رشته	۲- سیم افشان نمره ۱/۵ به طول ۷۵ سانتی متر
یک رشته	۳- سیم مفتولی نمره ۱/۵ به طول ۱۸۰ سانتی متر
یک عدد	۴- سیم چین
یک عدد	۵- سیم لخت کن
به اندازه کافی	۶- قلع ۶۳٪
۳۰ سانتی متر	۷- سیم آنتن تلویزیون از نوع مغزی دار
۱ عدد	۸- خط کش ۲۰ cm فلزی
۲۰ سانتی متر	۹- سیم افشان نمره ۱
۱ عدد	۱۰- دم گرد یا دم باریک



شکل ۳۹-۴ ابزار مورد نیاز



شکل ۴۰-۴ اصول صحیح قلع اندود کردن سرسیم



شکل ۴۱-۴ روپوش برداری از کابل آنتن

هدف های کار عملی:

الف: قلع اندود کردن سرسیم های مفتولی و

افشان

ب: لحیم کاری سیم ها

ج: لحیم کاری (ساخت یک مکعب سیمی به ابعاد

$7/5 \times 7/5 \times 7/5$  سانتی متر)

الف: قلع اندود کردن سرسیم های مفتولی و

افشان

مراحل انجام کار:

۱- وسایل مورد نیاز را تحویل بگیرید.

۲- از سیم افشان نمره ۱/۵ پنج قطعه ۱۵

سانتی متر و از سیم مفتولی ۵ قطعه ۱۵ سانتی متری جدا

کنید (جمعاً ده قطعه سیم ۱۵ سانتی متری)

۳- به کمک سیم لخت کن از هر طرف هریک از

قطعات یک سانتی متر روپوش برداری کنید. سپس

مطابق شکل ۴۰-۴ تمامی سرسیم ها را قلع اندود کنید.

۴- یک سانتی متر از روپوش دوسر کابل آنتن

تلویزیون را مطابق شکل ۴۱-۴ بردارید و مغزی هر دو

سر را قلع اندود کنید.

سؤال ۱- چرا سرسیم ها را قلع اندود می کنند؟

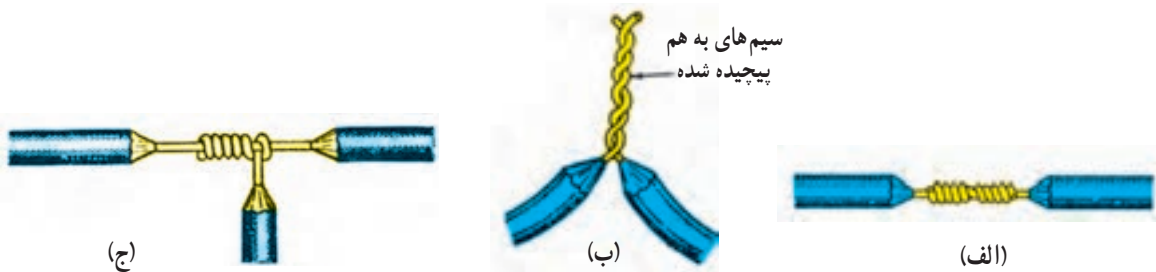
کاربرد آن ها در کجاست؟ توضیح دهید.

## لحیم کاری

ب: لحیم کاری

مراحل انجام کار:

- ۱- چند تکه سیم افشان و مفتولی نمره ۱/۵ به طول های ۱۲/۵ سانتی متر درست کنید.
- ۲- دو طرف هریک از سیم های ۱۲/۵ سانتی متر را حدود ۱/۵ سانتی متر روپوش برداری کنید.
- ۳- سیم ها را مطابق شکل ۴-۴۲ به یکدیگر بتابانید و یا از سیم های کار عملی شماره ۲ استفاده کنید سپس محل تابانده شده را لحیم کاری کنید.

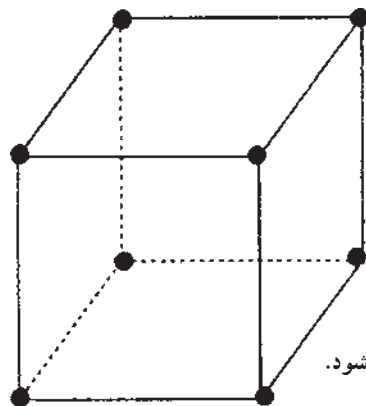


شکل ۴-۴۲

ج: لحیم کاری (ساخت یک مکعب سیمی به ابعاد  $7/5 \times 7/5 \times 7/5$  سانتی متر)

مراحل انجام کار:

- ۱- از سیم مفتولی باقی مانده ۱۲ رشته سیم ۷/۵ سانتی متری را به کمک سیم چین ببرید.
- ۲- دو طرف هر دوازده قطعه را به اندازه یک سانتی متر روپوش برداری کنید.
- ۳- هر دو طرف هر قطعه را قلع اندود کنید.
- ۴- دوازده قطعه سیم آماده شده مطابق شکل ۴-۴۳ یک مکعب بسازید. رئوس مکعب باید لحیم کاری شود.



شکل ۴-۴۳ شکل قطعه کاری که باید ساخته شود.

گزارش کار عملی را در دفتر گزارش کار ثبت کنید.





### به سؤالات زیر پاسخ دهید

- ۱- هر یک از حروف N و Y و F و A بر روی سیم‌ها چه مفهومی دارند؟
- ۲- سیم نمره‌ی ۲/۵ تک‌لا دارای چه قطری است؟
- ۳- برای حفاظت هادی از چه وسیله‌ای استفاده می‌شود؟
- ۴- انواع اتصالات را نام ببرید.
- ۵- برای قراردادن سیم‌های رشته‌ای در زیر پیچ چه نکاتی را باید در نظر گرفت؟
- ۶- مراحل لحیم‌کاری دو سیم وصل شده به هم را توضیح دهید.