

## فصل سوم

### تجزیه و تحلیل و بستن مدارهای سری و موازی

**هدف کلی:** آشنایی با مدارهای سری، موازی و سری-موازی. اصول بستن پل و تستون و اصول کار با هویه

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از فراگیرنده انتظار می‌رود که:



- ۱- خرابی در مدارهای سری را شرح دهد.
- ۲- عامل غیر مشترک در یک مدار موازی را توضیح دهد.
- ۳- ساختمان پل و تستون را شرح دهد.
- ۴- رابطه‌ی بین مقاومت‌ها را در پل و تستون، وقتی در کند.
- ۵- خصوصیات روغن لحیم را به اختصار شرح دهد.
- ۶- کاربرد لحیم‌های نوع A، B و C را توضیح دهد.
- ۷- چگونگی تشخیص لحیم کاری خوب را از بد شرح
- ۸- مدار پل و تستون را به طور عملی بررسی کند.
- ۹- اصول کار با هویه و قلع کش را به طور عملی تجربه
- ۱۰- کلیه‌ی اهداف رفتاری در حیطه‌ی عاطفی که در

ساعت آموزش			توانایی شماره
جمع	عملی	نظری	
۱۶	۸	۸	

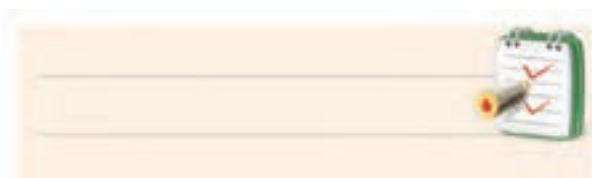


## پیش آزمون فصل (۳)

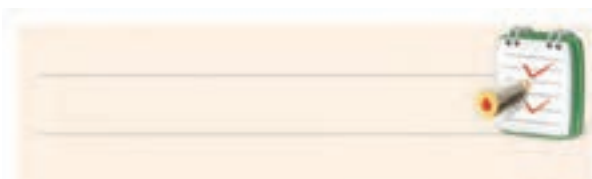
ج) مساوی بودن ولتاژ در مدار موازی به عنوان عامل غیر مشترک در نظر گرفته می شود.

د) آمپر متر به صورت سری با مصرف کننده ها قرار می گیرد.

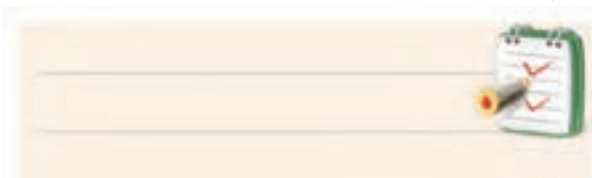
۸- اساس کار پل وتستون را شرح دهید.



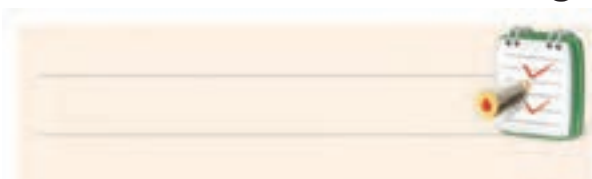
۹- روغن لحیم چه خصوصیتی دارد؟



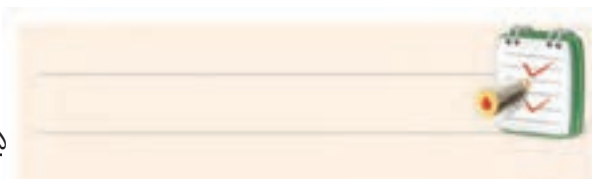
۱۰- چگونه می توان یک لحیم کاری خوب را از لحیم کاری بد تشخیص داد؟ شرح دهید.



۱۱- دو مورد مهم در تعمیر و نگهداری هویه ی قلمی را شرح دهید.



۱۲- انواع هویه های قلمی را نام ببرید.



۱- در یک مدار سری، عامل مشترک کدام است؟

الف) ولتاژ      ب) جریان

ج) مقاومت      د) هیچکدام

۲- ولتاژ منبع در یک مدار سری به نسبت ..... مقدار

مقاومت های آن مدار تقسیم می شود.

۳- در یک مدار سری با افزایش تعداد مقاومت ها، توان

مصرفی مدار چه تغییری می کند؟

الف) افزایش می یابد.      ب) کاهش می یابد.

ج) تغییر نمی کند.      د) نصف می شود.

۴- در مدار سری، جریان صفر خواهد شد اگر.....

الف) منبع تغذیه قطع شود.

ب) سیم های رابط قطع شود.

ج) مقاومت مصرف کننده قطع شود.

د) هر سه مورد.

۵- قانون تقسیم جریان در چه مداری استفاده می شود؟

الف) سری      ب) موازی

۶- کدام یک از روابط زیر صحیح نیست؟

الف)  $I = \frac{R}{V}$       ب)  $R = \frac{V}{I}$

ج)  $V = R \cdot I$       د)  $I = \frac{V}{R}$

۷- کدامیک از جملات زیر در یک مدار موازی صحیح نیست؟

الف) جریان در هر شاخه به نسبت عکس مقاومت های هر

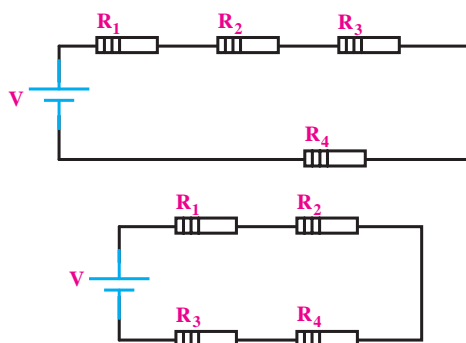
شاخه تقسیم می شود.

ب) توان تولید شده ی منبع، با مجموع توان های مصرفی

هر شاخه برابر است.

### ۳-۱ یادآوری مدار سری

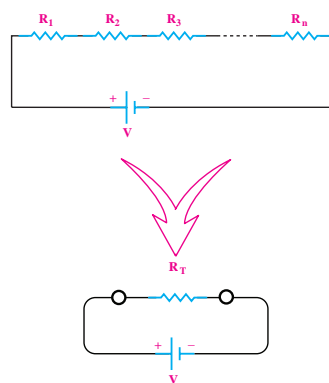
همان گونه که قبلاً گفته شد، اگر چند مقاومت پشت سر هم طوری به یکدیگر متصل شوند که فقط یک مسیر برای عبور جریان داشته باشند، یک مدار سری را تشکیل می‌دهند. ترتیب قرار گرفتن مقاومت ها در مدار سری، در مقدار مقاومت معادل مدار تاثیری ندارد. چون دو طرف مقاومت از نظر قرار گرفتن در مدار با یکدیگر تفاوتی ندارد، برای آن‌ها ابتدا یا انتهایی فرضی در نظر می‌گیرند، شکل ۳-۱.



شکل ۳-۱ ترتیب قرار گرفتن مقاومت‌ها در دو نمونه مدار سری

#### ۳-۱-۱ مقاومت معادل در مدار سری

مقاومت کل یا «مقاومت معادل» به مقاومتی گفته می‌شود که بتواند به تنهایی جایگزین همه‌ی مقاومت‌های موجود در مدار شود. در شکل ۳-۲ مقاومت معادل  $R_T$  می‌تواند جایگزین تمام مقاومت‌های موجود در مدار باشد.



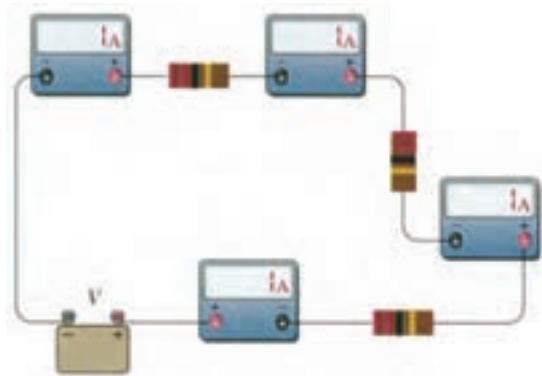
شکل ۳-۲ مقاومت معادل در مدار سری

با توجه به خصوصیت‌های ذکر شده در مورد مدارهای سری، رابطه‌ی نهایی مقاومت معادل  $R_T$  از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

#### ۳-۱-۲ عامل مشترک در مدار سری

چنان چه مداری را مطابق شکل ۳-۳ اتصال دهید، مشاهده می‌کنید که هر یک از آمپرمترها جریان‌های مساوی (یک آمپر) را نشان می‌دهند.



شکل ۳-۳ جریان در یک مدار سری

در مدار سری فقط یک مسیر برای عبور جریان الکتریکی وجود دارد. به عبارت دیگر در مدار سری، شدت جریان در همه‌ی نقاط مدار یکسان است. به همین دلیل در مدارهای سری، جریان به عنوان یک عامل مشترک برای تمام عناصر موجود در مدار فرض می‌شود.

برای جریان در مدار سری رابطه‌ی زیر صدق می‌کند:

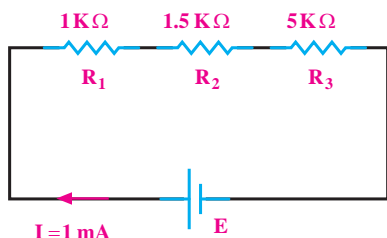
$$I_{R_1} = I_{R_2} = I_{R_3} = I_{R_n} = I_T$$

#### ۳-۱-۳ عامل غیر مشترک در مدار سری

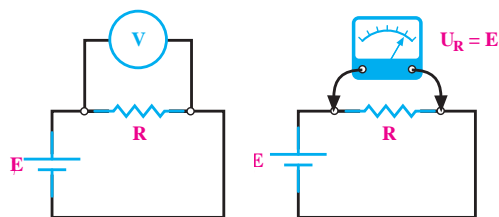
اگر به دو سر یک مقاومت ولتاژ مشخصی داده شود، تمام آن ولتاژ در دو سر مقاومت افت می‌کند، شکل ۳-۴.

### تمرین کلاسی ۱: در مدار شکل ۳-۶،

ولتاژ منبع تغذیه و افت ولتاژ دو سر مقاومت ها را به دست آورید.



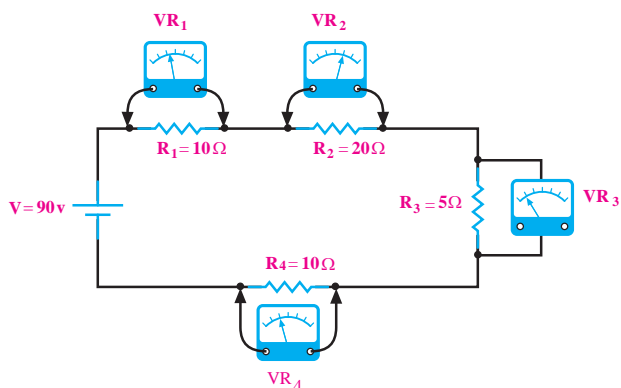
شکل ۳-۶



شکل ۳-۴ ولتاژ در دو سر مقاومت

مقدار ولتاژ دو سر مقاومت را به کمک ولت متر می توان اندازه گرفت. در واقع ولتاژ منبع با ولتاژ دو سر مقاومت برابر است.

چنانچه در یک مدار سری، چندین مقاومت با هم سری شده باشند، ولتاژ به نسبت مقدار مقاومت ها تقسیم می شود. به طوری که اگر با ولت متر، افت ولتاژهای دو سر هر یک از مقاومت ها را اندازه بگیریم و با هم جمع کنیم، ولتاژ منبع به دست می آید، شکل ۳-۵.

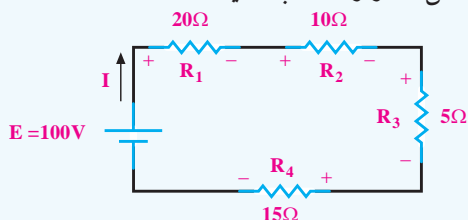


شکل ۳-۵ ولتاژ در مدار سری

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4$$

### تمرین کلاسی ۲: در مدار شکل ۳-۷،

جریان کل مدار را حساب کنید.



شکل ۳-۷

نکته: ولتاژ منبع در یک مدار سری به نسبت

مستقیم مقدار مقاومت های آن مدار تقسیم می شود، یعنی مقاومت بیش تر ولتاژ بیش تر و مقاومت کم تر دارای ولتاژ کم تر است.

### ۳-۱-۵ مفهوم توان در مدار سری

توان کل در یک مدار سری، از مجموع توان‌های مصرف شده در هر یک از مقاومت‌ها به دست می‌آید. اگر مداری شامل  $n$  مقاومت سری باشد، توان کل برابر است با:

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n$$

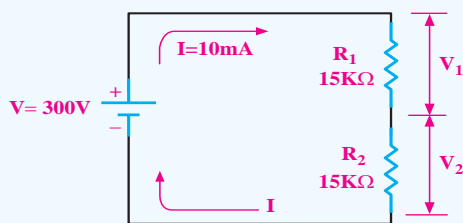
برای محاسبه‌ی توان هر یک از مقاومت‌ها و یا توان کل مدار، باید یکی از روابط توان را به کار ببریم که این روابط عبارتند از:

$$P = RI^2 \quad \text{و} \quad P = \frac{V^2}{R} \quad \text{و} \quad P = V \cdot I$$

### تمرین کلاسی ۴: در مدار شکل ۳-۹

مطلوب است:

- الف) افت ولتاژ مقاومت‌ها  
ب) توان مصرفی هر یک از مقاومت‌ها  
ج) توان کل مدار



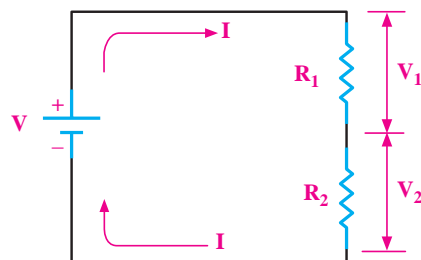
شکل ۳-۹

در یک مدار سری، جریان به عنوان یک عامل مشترک برای تمام عناصر موجود در مدار فرض می‌شود.

### ۳-۱-۴ تقسیم ولتاژ در مدار سری

دو مقاومت طبق شکل ۳-۸ به صورت سری بسته

شده‌اند.



شکل ۳-۸ افت ولتاژ در یک مدار سری

مقدار ولتاژ دو سر هر یک از مقاومت‌ها را از روابط زیر می‌توان محاسبه کرد:

$$V_1 = V \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

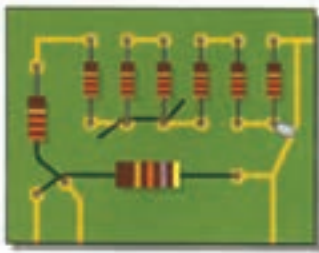
بر همین اساس برای محاسبه‌ی ولتاژ  $V_2$  نیز می‌توانیم بنویسیم:

$$V_2 = V \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

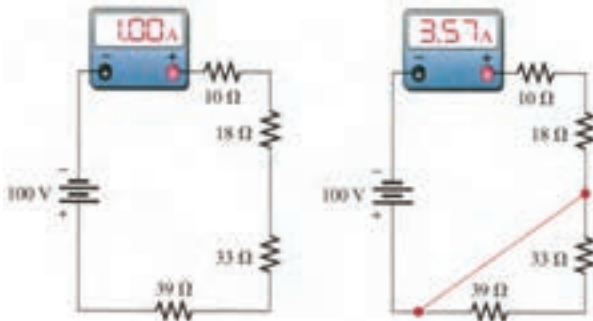
### تمرین کلاسی ۳: در صورتی که دو لامپ

با مقاومت  $4\Omega$  به صورت سری به باتری  $1/5$  ولت اتصال یابند، افت ولتاژ در سر هر لامپ چند ولت است؟

این حالت را نشان می‌دهد.



الف - حالت‌های مختلف اتصال کوتاه روی برد مدار چاپی



ج - جریان مدار در حالت عادی

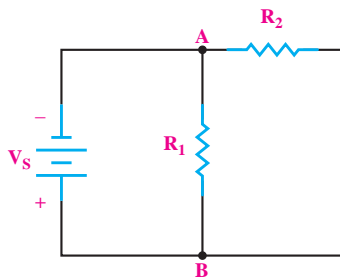
ب - جریان مدار در حالتی که دو مقاومت اتصال کوتاه شده‌اند.

شکل ۳-۱۱ - وضعیت مدار در حالت عادی و اتصال کوتاه

خوب گوش دادن یک هنر است، سعی کنید خوب گوش دهید تا مطالب درسی را به آسانی یاد بگیرید.

## ۳-۲ یادآوری مدار موازی

اگر دو یا  $n$  مقاومت به صورت شکل ۳-۱۲ به هم وصل شوند، اتصال موازی شکل می‌گیرد.



شکل ۳-۱۲ نمونه‌ای از مدار موازی



**نکته:** توان تولید شده توسط منبع، برابر مجموع

توان‌های مصرف شده در اجزای مدار است.

## ۳-۱-۶ خرابی در مدارهای سری

■ **قطع شدن مسیر عبور جریان:** در صورتی که در مدار

سری به خاطر هر یک از دلایل زیر، مسیر جریان قطع شود، جریان مدار صفر می‌شود.

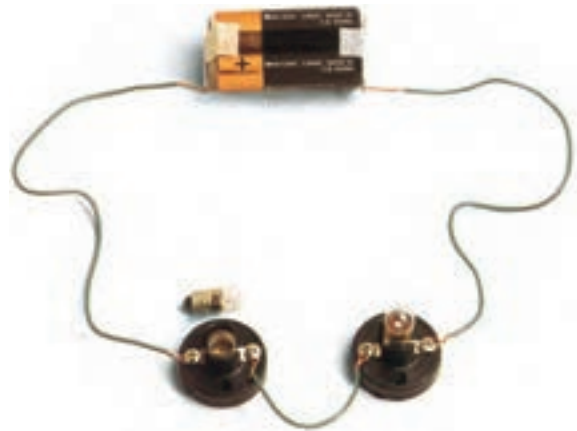
۱- قطع منبع تغذیه (خالی شدن باتری یا پیل)

۲- قطع شدن سیم‌های رابط (پارگی سیم)

۳- قطع شدن مقاومت مصرف کننده.

شکل ۳-۱۰ یک نمونه از حالات بالا را نشان می‌دهد.

در این مدار، لامپ قطع شده است.



شکل ۳-۱۰ قطع سیم یا لامپ موجب قطع شدن مدار سری می‌شود.

## ■ اتصال کوتاه در مدار سری

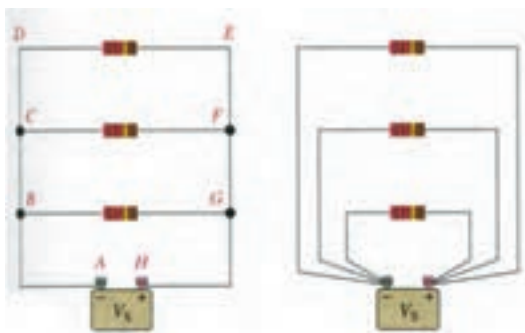
در صورتی که در یک مدار سری، اتصال کوتاه رخ دهد،

جریان مدار در مقایسه با مقدار اولیه، متناسب با تعداد (مقدار)

مقاومت‌های اتصال کوتاه شده، افزایش می‌یابد. شکل ۳-۱۱

### ۳-۲-۲ عامل مشترک در مدار موازی

در مدارهای موازی چون دو سر هر مقاومت مستقیماً به دو سر باتری متصل است، بنابراین ولتاژ دو سر همه‌ی مقاومت‌ها با هم مساوی است. **مساوی بودن ولتاژ** در مدار موازی به عنوان **عامل مشترک** مدار در نظر گرفته می‌شود. در شکل ۳-۱۵، تساوی ولتاژها در مدار موازی دیده می‌شود.



شکل ۳-۱۵ در مدار موازی، ولتاژ ثابت است.

برای مدارهای موازی، رابطه‌ی زیر صدق می‌کند:

$$V_1 = V_2 = V_3 = \dots = V_S$$

به بیانی دیگر:

$$V_{R1} = V_{R2} = V_{R3} = \dots = V_S$$

### ۳-۲-۳ عامل غیر مشترک در مدار موازی

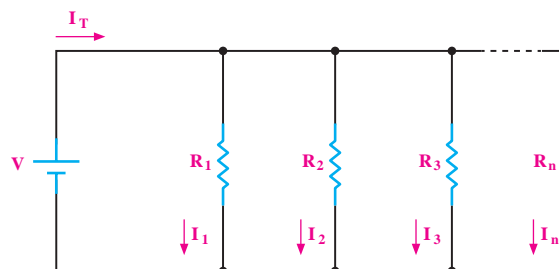
عاملی که در مدارهای موازی دارای مقدار ثابتی برای تمام عناصر مدار نیست را «**عامل غیر مشترک**» می‌نامیم. **جریان در هر شاخه‌ی یک مدار موازی** به نسبت عکس مقدار مقاومت‌های هر شاخه تقسیم می‌شود زیرا طبق قانون اهم  $I = \frac{V}{R}$  است. مطابق شکل ۳-۱۶ در هر شاخه از مدار یک آمپر متر قرار داده شده است:

در مدار شکل ۳-۱۲ یک طرف مقاومت‌ها در نقطه‌ی A و طرف دیگر مقاومت‌ها در نقطه‌ی B به هم وصل شده‌اند.

### ۳-۲-۱ مقاومت معادل در مدار موازی

برای محاسبه‌ی مقاومت معادل در مدار موازی شکل ۳-۱۳ می‌توان از رابطه‌ی نهایی  $R_T$  که در زیر آمده است استفاده کرد:

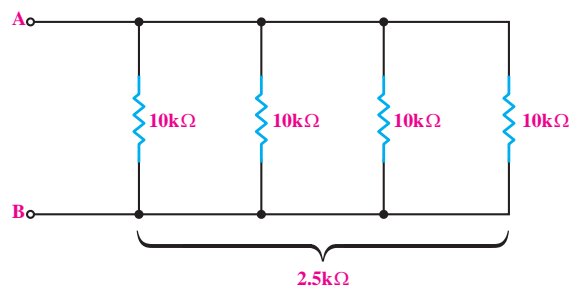
$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$



شکل ۳-۱۳ مقاومت معادل در مدار موازی

اگر چند مقاومت مساوی مطابق شکل ۳-۱۴ به طور موازی به یکدیگر اتصال داده شوند، مقدار مقاومت معادل از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$R_T = \frac{R}{n}$$



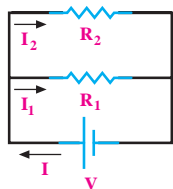
شکل ۳-۱۴ چند مقاومت مساوی به صورت موازی

در رابطه‌ی بالا، مقدار یکی از مقاومت‌ها، و n تعداد مقاومت‌ها می‌باشد.

$$R_T = \frac{R}{n} = \frac{10}{4} = 2.5 \text{ K}\Omega$$

### ۴-۲-۳ تقسیم جریان در مدار موازی

با توجه به شکل ۳-۱۸ و استفاده از قانون اهم برای هر شاخه از مدار موازی و مقاومت معادل در مدار موازی می توان روابط زیر را به دست آورد:



شکل ۳-۱۸

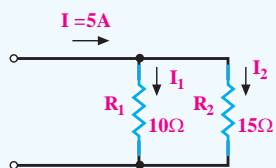
$$I_1 = I \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I_2 = I \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

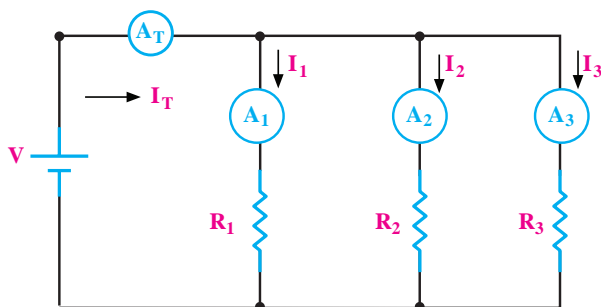
طبق قانون تقسیم جریان، جریان کل در شاخه های موازی به نسبت عکس مقاومت های شاخه ها تقسیم می شود.

### تمرین کلاسی ۶: شدت جریان هر شاخه

از مدار شکل ۳-۱۹ را به دست آورید.



شکل ۳-۱۹



شکل ۳-۱۶ بررسی جریان ها در مدار موازی

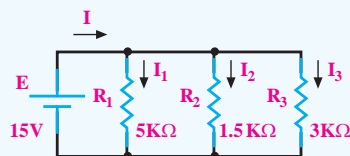
جریان کل  $I_T$  که به وسیله ی آمپر متر  $A_T$  نشان داده می شود. از قانون KCL پیروی می کند و مقدار آن از رابطه ی زیر محاسبه می شود:

$$I_{A_T} = I_{A_1} + I_{A_2} + I_{A_3}$$

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3$$

### تمرین کلاسی ۵: در مدار شکل ۳-۱۷،

شدت جریان هر شاخه و شدت جریان کل را به دست آورید.



شکل ۳-۱۷

در این رابطه، جریان‌هایی را که به گره وارد می‌شوند، مثبت و جریان‌هایی را که از گره خارج می‌شوند، منفی در نظر می‌گیریم:

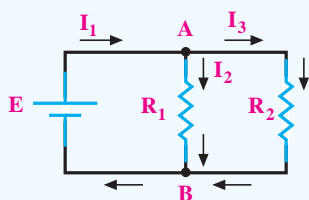


**تمرین کلاسی ۷:** در مدار شکل ۳-۲۱

تعیین کنید:

الف- تعیین تعداد نقطه‌ی گره

ب- رابطه‌ی جریان در گره‌های A و B را بنویسید.



شکل ۳-۲۱

**ویژدهی هنجریان علاقه‌مند:** نحوه‌ی

$$I_1 = I \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

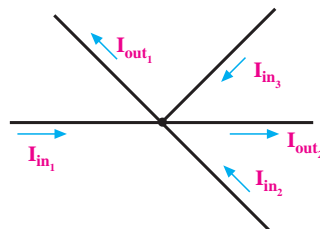
را در شکل ۳-۱۸ تحقیق کنید.

### ۳-۲-۵ جهت جریان در شاخه‌های موازی

در هر شبکه، انشعاب‌هایی وجود دارد. محل اتصال بیش از دو شاخه یا بیشتر را نقطه‌ی گره یا نقطه‌ی انشعاب می‌گویند.

طبق قانون جریان کریشهف: مجموع جریان‌های وارد شده به هر نقطه‌ی گره با مجموع جریان‌های خارج شده از آن نقطه برابر است.

طبق قانون جریان کریشهف برای شکل ۳-۲۰ می‌توانیم رابطه‌ی زیر را بنویسیم:



شکل ۳-۲۰

$$I_{in1} + I_{in2} + I_{in3} = I_{out1} + I_{out2}$$

رابطه‌ی بالا را می‌توانید به صورت رابطه‌ی زیر بنویسید:

$$I_{in1} + I_{in2} + I_{in3} - I_{out1} - I_{out2} = 0$$

براساس رابطه‌ی بالا، جمع جبری جریان‌ها در یک گره،

برابر صفر است.

### ۳-۲-۶ توان مصرفی در مدار موازی

با استفاده از روابط محاسبه‌ی توان که قبلاً گفته شده

است، می‌توانیم مقدار توان را در مدارهای موازی به دست

آوریم این روابط عبارتند از:

## ۳-۲-۷ خرابی در مدارهای موازی

در مدارهای موازی نیز دو نوع خرابی متداول است:

الف- خرابی در اثر قطع شدن.

ب- خرابی در اثر اتصال کوتاه.

**الف-** در مدار موازی عناصری مانند منبع تغذیه، مقاومت

و سیم‌های ارتباطی می‌توانند قطع شوند.

• در صورتی که منبع تغذیه قطع شود، جریان در سرتاسر مدار قطع می‌شود.

• چنانچه سیم رابط یا مقاومت یکی از شاخه‌ها قطع شود، جریان آن شاخه قطع خواهد شد ولی سایر قسمت‌های مدار به کار خود ادامه می‌دهند.

همان‌طور که می‌دانید، در سیم‌کشی منازل و اماکن تجاری، مصرف‌کننده‌ها به صورت موازی متصل می‌شوند. فرض کنید در داخل منزل مشغول تماشای تلویزیون هستید و سیم رابط تلویزیون قطع می‌شود. در این حالت فقط تلویزیون از کار می‌افتد و سایر سامانه‌های برقی منزل به کار خود ادامه می‌دهند.

**ب-** خرابی در اثر اتصال کوتاه

در مدارهای موازی در صورتی که اتصال کوتاهی برای منبع تغذیه یا یکی از عناصر موازی رخ دهد، مدار به طور کامل از کار می‌افتد.

برای مثال فرض کنید در داخل خانه، یکی از پریزها اتصال کوتاه شود، بلافاصله فیوز کنتور اصلی یا تابلوی برق قطع می‌شود و کل سیستم مرتبط با آن مجموعه را از کار می‌اندازد، شکل ۳-۲۳.

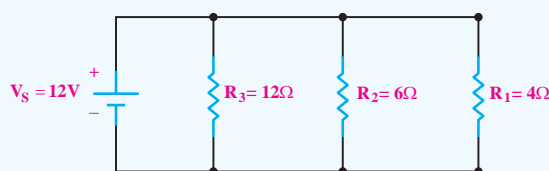
$$P = V \cdot I \quad \text{و} \quad P = R \cdot I^2 \quad \text{و} \quad P = \frac{V^2}{R}$$

نکته: توان تولید شده توسط منبع با مجموع توان‌های مصرفی شاخه‌های موازی برابر است.



**تمرین کلاسی ۸:** توان مصرفی هر یک از

مقاومت‌ها و توان کل مدار شکل ۳-۲۲ را به دست آورید.



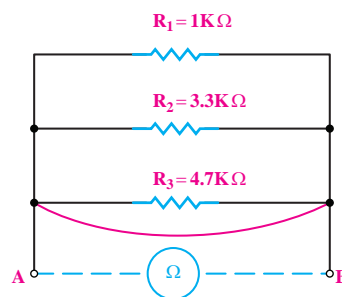
شکل ۳-۲۲



## تحقیق کنید:

حالت‌های اتصال کوتاه و قطع را در مدار موازی بررسی کنید و مثال‌های دیگری را در این زمینه بیان کنید.

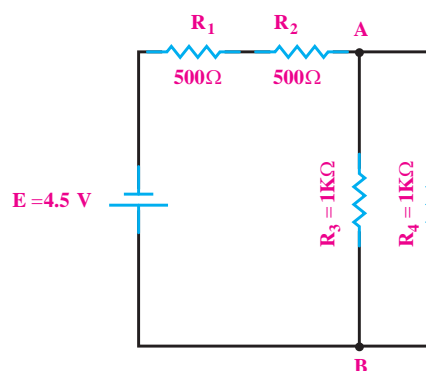




شکل ۳-۲۳ اتصال کوتاه در مدار موازی

### ۳-۳ مدارهای سری-موازی

مدار سری-موازی به مداری گفته می‌شود که در آن ترکیبی از مقاومت‌های سری و موازی وجود داشته باشد. در شکل ۳-۲۴ یک نمونه‌ی مدار سری-موازی را مشاهده می‌کنید.



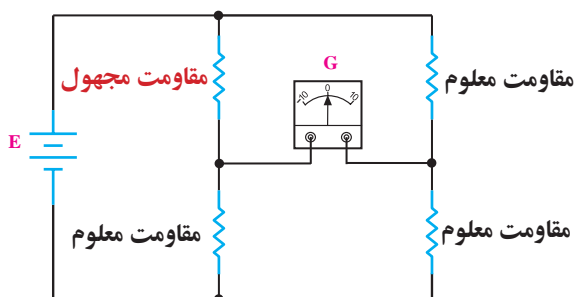
شکل ۳-۲۴

مدارهای سری-موازی از قوانین مربوطه‌ی مدار سری و مدار موازی تبعیت می‌کند. مثلاً در شکل ۳-۲۴ مقاومت‌های  $R_1$  و  $R_2$  سری هستند و مقاومت‌های  $R_3$  و  $R_4$  موازی هستند.

### ۳-۴ پل مقاومت و تستون

#### ۳-۴-۱ ساختمان پل مقاومتی و تستون

یکی دیگر از روش‌های اندازه‌گیری مقاومت اهمی، روش مقایسه است. در این روش مقاومت مجهول را با یک سری از مقاومت‌های معلوم و استاندارد مقایسه می‌کنند. اساس کار پل و تستون که برای اندازه‌گیری مقاومت اهمی به کار می‌رود، بر مبنای مقایسه‌ی مقاومت مجهول با مقاومت‌های معلوم و استاندارد است. در شکل ۳-۲۵ مدار الکتریکی پل مقاومتی و تستون نشان داده شده است.



شکل ۳-۲۵ مدار الکتریکی پل و تستون

در شکل ۳-۲۵،  $G$  علامت قراردادی یک گالوانومتر صفر وسط است که نمونه‌ای از آن در شکل ۳-۲۶ نشان داده شده است.

### تمرین کلاسی ۹: در مدار شکل ۳-۲۴

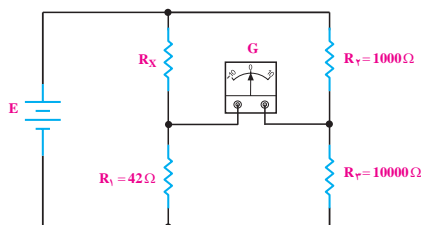


مطلوب است:

الف- مقاومت معادل مدار.

ب- جریان کل مدار.

بودن  $R_1$  و  $R_2$  و  $R_3$  می توان مقدار  $R_X$  را محاسبه کرد.  
**مثال ۱۰:** در شکل ۲۸-۳ از گالوانومتر جریانی عبور نمی کند.  $R_X$  چند اهم است؟



شکل ۲۸-۳ پل وتستون در حالت تعادل

**حل:**

اگر از گالوانومتر جریانی عبور نکند می گوییم پل در حالت تعادل قرار دارد. اگر پل در حالت تعادل باشد. رابطه زیر در آن صادق است:

$$R_X \cdot R_3 = R_1 \cdot R_2$$

$$R_X = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_3}$$

مقادیر را در رابطه قرار می دهیم و  $R_X$  را محاسبه می کنیم:

$$R_X = \frac{42 \times 1000}{10000} = 4.2 \Omega$$



آندره ماری آمپر (۱۸۳۶-۱۷۷۵)  
 فیزیکدان و ریاضیدان  
 فرانسوی که واحد شدت  
 جریان به نام او ثبت شده است.

گالوانومتر دستگاه  
 گران قیمت  
 آزمایشگاهی است.  
 برای اجرای آزمایش  
 پل وتستون از  
 مولتی متر دیجیتالی  
 استفاده کنید.

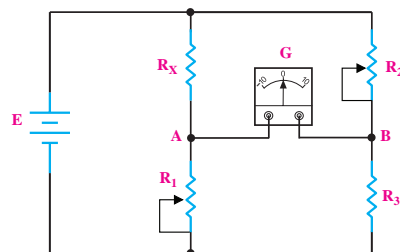


شکل ۲۶-۳ یک نمونه گالوانومتر صفر وسط

با توجه به جهت جریان اعمالی به گالوانومتر (صفر وسط)، عقربه ای از وسط به سمت چپ یا راست منحرف می شود.  
 در شکل ۲۷-۳، اگر پتانسیل نقطه A با پتانسیل نقطه B برابر باشد جریانی از گالوانومتر عبور نمی کند. در این حالت پل در حال تعادل بوده و رابطه زیر برقرار است:

$$R_X \cdot R_3 = R_1 \cdot R_2$$

$$R_X = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_3}$$



شکل ۲۷-۳ مدار الکتریکی پل وتستون

در عمل مقاومت های  $R_1$  و  $R_2$  را متغیر انتخاب می کنند و این مقاومت را به قدری تغییر می دهند تا از گالوانومتر جریانی عبور نکند (عقربه گالوانومتر دقیقاً روی عدد صفر باشد) در ضمن مقادیر مقاومت های  $R_1$  و  $R_2$  به وسیله صفحه مدرج و یا وسایل مشابه در هر لحظه مشخص می شود. بنابراین با معلوم

### ۵-۳- آزمایش شماره ۱

زمان اجرا: ۳ ساعت آموزشی

#### پل مقاومتی و تستون

#### ۱-۵-۳ هدف آزمایش:

بررسی طرز کار پل مقاومتی و تستون

#### ۲-۵-۳ تجهیزات، ابزار، قطعات و مواد مورد نیاز:

ردیف	نام و مشخصات	تعداد/ مقدار
۱	منبع تغذیه ۱۵V - ۰	یک دستگاه
۲	گالوانومتر صفر وسط	یک دستگاه
۳	مقاومت های $10\Omega$ ، $22\Omega$ ، $100\Omega$ ، از هر کدام یک عدد	
۴	سیم های دو سر گیره سوسماری	شش رشته
۵	سیم های یک سر گیره سوسماری	شش رشته
۶	ابزار عمومی کارگاه الکترونیک	یک سری

#### ۳-۵-۳ مراحل اجرای آزمایش:

■ مقاومت  $10\Omega$  را  $R_X$  و مقاومت  $100\Omega$  را  $R_1$ ، مقاومت

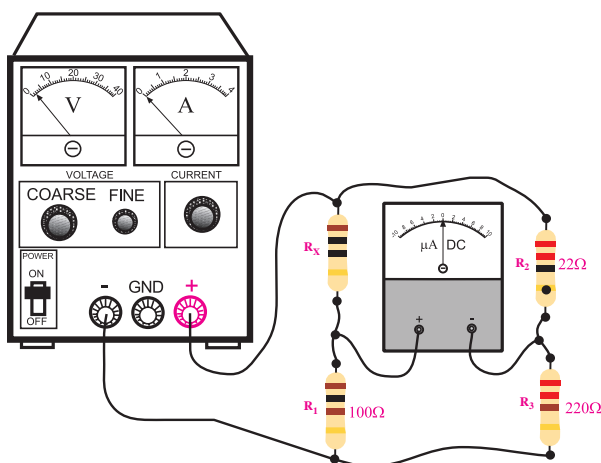
$22\Omega$  اهم را  $R_2$  و  $220\Omega$  را  $R_3$  نام گذاری کنید.

■ مدار شکل ۳-۲۹ را ببندید.

■ در صورت عدم دسترسی به گالوانومتر صفر وسط،

از مولتی متر دیجیتالی استفاده کنید و آن را روی رنج

میکروآمپر متر قرار دهید.



(ب) مدار عملی

شکل ۳-۲۹

■ منبع تغذیه را روی ۱/۵ ولت تنظیم کنید.

■ در پل و تستون شکل ۳-۲۹ رابطه  $R_X \cdot R_3 = R_1 \cdot R_2$

برقرار است. لذا مولتی متر دیجیتالی باید صفر را نشان دهد.

■ منبع تغذیه را قطع کنید.

■ مقدار  $R_X$  را از مقدار  $10\Omega$  به  $15\Omega$  تغییر دهید.

■ ولتاژ منبع تغذیه را روی ۱ ولت تنظیم کنید و به مدار

اتصال دهید.

■ در این حالت نیز، مولتی متر دیجیتالی که روی رنج

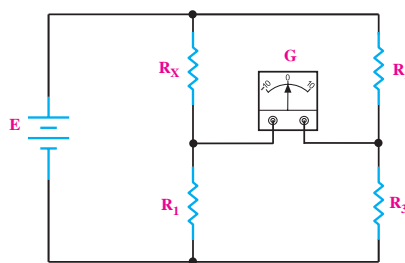
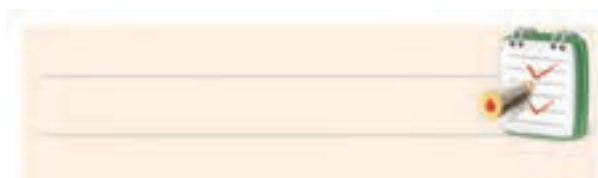
میکروآمپر متر قرار دارد، عدد معینی را نشان می دهد.

■ منبع تغذیه را قطع کنید.

**سوال ۱:** چرا وقتی به جای  $R_X = 10\Omega$  مقاومت  $R_X$  را

$15\Omega$  قرار می دهیم، مولتی متر مقداری را نشان می دهد؟

توضیح دهید.



(الف) نقشه فنی مدار

## ۳-۶ اطلاعات مقدماتی لحیم کاری

منظور از لحیم کاری اتصال دو یا چند قطعه‌ی فلز به یکدیگر است. این عمل به وسیله‌ی آلیاژی از قلع و سرب گاهی همراه با سایر فلزات که آن‌ها را لحیم می‌نامند انجام می‌شود. برای انجام لحیم کاری، ابتدا محل اتصال دو فلز را با وسیله‌ای در حدی گرم می‌کنیم که دمای آن محل به نقطه‌ی ذوب لحیم برسد و لحیم در محل اتصال ذوب شود. در نتیجه، پس از سرد شدن محل اتصال دو قطعه به هم متصل می‌شوند.

### ۳-۶-۱ انواع لحیم کاری

برای ایجاد یک اتصال معمولاً از دو نوع لحیم کاری سخت و لحیم کاری نرم استفاده می‌شود. در لحیم کاری سخت (خشن) درجه حرارت کار بالا است و در لحیم کاری نرم (سست) درجه حرارت کار نسبتاً پایین است.

### ۳-۶-۲ روغن لحیم

یکی از مهم‌ترین موادی که در عملیات لحیم کاری از آن استفاده می‌شود روغن لحیم است.

تمام فلزاتی که می‌خواهند به یکدیگر متصل شوند ممکن است در اثر عوامل جوی اکسید شوند و یا سطوح خارجی آن‌ها کثیف و آلوده باشد. برای از بین بردن این عوامل از مواد پاک‌کننده (روغن لحیم) استفاده می‌شود. این مواد علاوه بر آن که آلودگی سطوح قطعات را پاک می‌کنند مانع از اکسید شدن محل اتصال در خلال عمل لحیم کاری نیز می‌شوند، لذا تمام مواد پاک‌کننده‌ای را که می‌توانند ترکیباتی نظیر اکسیدها را در خود حل کنند، در ردیف روغن‌های لحیم به شمار می‌آورند. به این روغن‌ها، روغن‌های کروسیو (corrosive) یا ساینده می‌گویند. از روغن‌های کروسیو

■ به جای مقاومت  $R_X = 15\Omega$ ، مقاومت  $5/6\Omega$  را قرار

دهید.

■ منبع تغذیه را روی ۱ ولت تنظیم کنید و به مدار اتصال

دهید.

■ در این حالت نیز مولتی‌متر دیجیتالی که روی رنج

میکروآمپر متر قرار دارد، باز هم عدد معینی را نشان می‌دهد.

**سوال ۲:** چرا وقتی به جای مقاومت  $R_X = 15\Omega$ ، مقاومت

$5/6\Omega$  را قرار می‌دهیم، مولتی‌متر دیجیتالی به جای صفر عدد

معینی را روی صفحه نشان می‌دهد؟ توضیح دهید.



### ۳-۵-۴ نتایج آزمایش:

آنچه را که در این آزمایش فرا گرفته‌اید به اختصار شرح

دهید.



عموماً برای لحیم کاری خشن و قطعات بزرگ و حجیم استفاده می‌شود. معمولاً در لحیم کاری عناصر الکترونیکی این نوع روغن‌ها را به کار نمی‌برند، ضمن این که با استفاده از این نوع روغن لحیم عمل لحیم کاری راحت تر انجام می‌شود. دلیل استفاده نکردن از این روغن‌ها در لحیم کاری الکترونیک، درجه حرارت پایین لحیم کاری در صنایع الکترونیک است. در این درجه حرارت روغن لحیم تجزیه و تبخیر نمی‌شود و در محل اتصال باقی می‌ماند و در نهایت سبب خورده شدن محل اتصال می‌شود.

در کارهای الکترونیکی (لحیم کاری نرم) از روغن‌های نان کروسو یا غیرساینده استفاده می‌کنند که از نوع مواد آلی (کربنی) هستند.

این مواد در خلال عمل لحیم کاری تجزیه و تبخیر می‌شوند و در نتیجه مواد زاید و اکسیدها را در محل اتصال از بین می‌برند.

### ویژگی‌های هنرجویان علاقمند:

در صورتی که تمایل دارید، ترکیب روغن لحیم نان کروسو را پیدا کنید و درباره‌ی آن توضیح دهید.

### ۳-۶-۳ خواص روغن لحیم

روغن لحیم باید دارای خصوصیتی به شرح زیر باشد:

۱- نقطه‌ی ذوب روغن لحیم باید کم‌تر و پایین‌تر از نقطه‌ی ذوب لحیم باشد تا زودتر ذوب شود و سطح فلز را پاک کند.

۲- روغن لحیم ذوب شده باید قدرت نفوذ و گسترش در سطح فلز را داشته باشد ولی نباید روی سطح فلز پخش شود.

۳- روغن لحیم نباید با فلزات به صورت ترکیب درآید.

۴- روغن لحیم باید اکسیدها را به آسانی در خود حل کند.

۵- اثر روغن لحیم باید تا پایان عمل لحیم کاری باقی‌ماند و در ضمن عمل لحیم کاری از اکسید شدن سطح اتصال جلوگیری کند.

### ۴-۶-۳ لحیم

لحیم آلیاژی است از سرب و قلع که نقطه‌ی ذوب آن پایین است. آلیاژ لحیم را به صورت سیم‌های مفتولی با قطرهای محدود ۰/۵ تا ۴ میلی‌متر می‌سازند. در داخل اغلب این سیم‌ها معمولاً سوراخی سرتاسری وجود دارد که روغن لحیم در داخل آن قرار می‌گیرد. (سیم لحیم با مغزی روغن). نسبت قلع و سرب در آلیاژ لحیم بین ۴۰ تا ۶۰ درصد تغییر می‌کند.

در عمل، سیم‌های لحیم را معمولاً با آلیاژهای ۶۰/۴۰، ۵۰/۵۰ و ۴۰/۶۰ می‌سازند. لحیم ۶۰/۴۰ آلیاژی است که در آن به نسبت ۶۰ درصد قلع و ۴۰ درصد سرب وجود دارد. هرچه درصد قلع بیش‌تر باشد لحیم در درجه حرارت کم‌تری ذوب می‌شود. مثلاً لحیم ۶۰/۴۰ در درجه حرارت حدود  $190^{\circ}\text{C}$  ذوب می‌شود. در صورتی که لحیم ۴۰/۶۰ برای ذوب شدن به حداقل  $235^{\circ}\text{C}$  حرارت نیاز دارد. چون حرارت زیاد سبب معیوب شدن وسایل نیمه‌هادی نظیر دیود، ترانزیستور و آی‌سی و خرابی مدارهای چاپی می‌شود لذا برای انجام لحیم کاری قطعات الکترونیکی لحیم با درصد قلع بیش‌تر (حداکثر ۶۰ درصد) مناسب‌تر است که البته گران‌تر

آلیاژ لحیم ممکن است دارای ۶۰ درصد قلع و ۳۸ درصد سرب و ۲ درصد مس باشد. قطر سیم لحیم ممکن است ۰/۶mm، ۰/۸mm، ۱mm، ۱/۵mm یا ۲mm و بیش تر باشد.



نکته‌ی مهم:

با توجه به پیشرفت تکنولوژی در صنایع الکترونیک و گستردگی قطعات الکترونیکی، امروزه تنوع روغن لحیم و لحیم نیز بسیار زیاد شده است. برای کسب اطلاعات بیش تر می‌توانید با استفاده از کلمات Soldering، Desoldering، Rework، یا Soldering paste در یکی از موتورهای جست‌وجو در اینترنت به اطلاعات بیش تری دسترسی پیدا کنید.

## ۳-۷ وسایل لحیم کاری

برای لحیم کاری دو یا چند قطعه‌ی فلزی به یکدیگر باید ابتدا نقاط مورد نظر آن‌ها را گرم کنید و سپس عمل لحیم کاری را انجام دهید. وسیله‌ای که حرارت مورد نیاز را برای لحیم کاری تامین می‌کند **هویه** نام دارد. هویه بر دو نوع است. هویه‌ی ساده و هویه‌ی برقی.

### ۳-۷-۱ هویه‌ی ساده:

هویه‌ی ساده از سه قسمت تشکیل شده است.  
الف- سر هویه، که شبیه چکش و از جنس مس است.  
ب- دسته‌ی هویه که مفتولی از آهن است.  
ج- دسته‌ی چوبی هویه که در انتهای دسته‌ی فلزی قرار دارد.  
در شکل ۳-۳۳ یک نمونه هویه‌ی ساده نشان داده شده است.

است. بهترین لحیم برای عمل لحیم کاری در الکترونیک آلیاژ ۶۳/۳۷ (۶۳ درصد قلع و ۳۷ درصد سرب) است. در شکل ۳-۳۰ قرقره‌های مختلف لحیم با درصد قلع و سرب و قطر سیم مختلف نشان داده شده است.



شکل ۳-۳۰ قرقره‌های مختلف لحیم

شکل ۳-۳۱ میله‌ی لحیم را نشان می‌دهد. اگر میله‌ی لحیم دارای ۶۰ درصد قلع و ۴۰ درصد سرب باشد نقطه‌ی ذوب آن حدود ۱۸۳ تا ۱۹۰°C است.



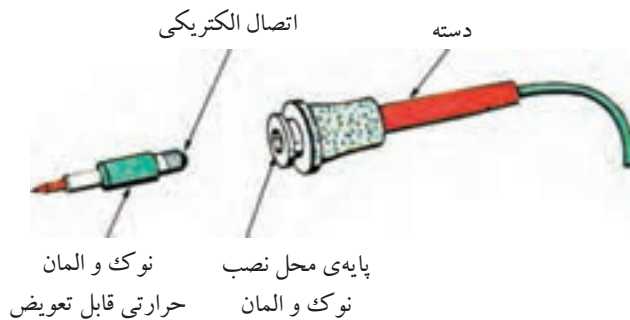
شکل ۳-۳۱ میله لحیم

شکل ۳-۳۲ قرقره‌ی لحیم را روی پایه‌ی نگه‌دارنده‌ی آن برای میز کار نشان می‌دهد.



شکل ۳-۳۲ قرقره‌ی لحیم و پایه‌ی نگه‌دارنده‌ی آن

در بعضی از انواع هویه‌های قلمی نوک و المان حرارتی آن قابل تعویض است. شکل ۳-۳۵ این نوع هویه را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۳۵ هویه قلمی با نوک و المان حرارتی قابل تعویض

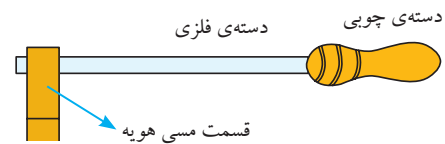
### ۳-۷-۳ انواع هویه‌های قلمی

هویه‌های قلمی در اندازه‌های کوچک با توان ۱۰ وات تا اندازه‌های بزرگ با توان ۵۰۰ وات ساخته می‌شوند. شکل ۳-۳۶ چند نمونه از این هویه‌ها را در توان‌ها و اندازه‌های مختلف نشان می‌دهد.



شکل ۳-۳۶ چند نمونه هویه

■ **هویه قلمی کوچک:** برای لحیم کاری بسیار ظریف و دقیق در مدارهای الکترونیکی بسیار کوچک، مثلاً



شکل ۳-۳۳ یک نمونه هویه‌ی ساده

برای تمیز کردن نوک هویه، از دستورالعمل داده شده توسط کارخانه‌ی سازنده استفاده کنید و هرگز با سمباده اقدام به تمیز کردن نوک هویه نکنید.

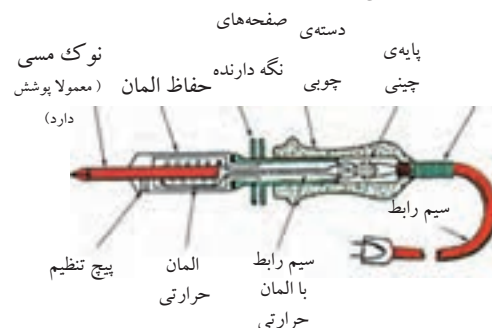
### ۲-۷-۲ هویه‌ی برقی

هویه‌ی برقی بر دو نوع است، هویه‌ی قلمی (مقاومتی) و هویه‌ی هفت تیری.

■ **هویه قلمی:** در ساختمان این نوع هویه‌ها معمولاً از سیم‌های حرارتی مانند کرم نیکل یا کرم آلومینیوم استفاده می‌شود.

در این نوع هویه سیم گرم کننده را روی عایقی از آجرنسوز که وسط آن خالی است می‌پیچند. یک میله‌ی مسی که همان نوک هویه است در داخل محفظه‌ی خالی قرار می‌گیرد. در اثر عبور جریان از سیم گرم کننده حرارت ایجاد می‌شود. حرارت به میله‌ی مسی انتقال می‌یابد.

شکل ۳-۳۴ قسمت‌های مختلف یک هویه‌ی قلمی را که از نوک هویه، المان گرم کننده، حفاظ، دسته‌ی چوبی و سیم رابط و غیره تشکیل شده است نشان می‌دهد.



شکل ۳-۳۴ قسمت‌های مختلف یک هویه‌ی قلمی

در تولید و تعمیر ساعت الکترونیکی یا مهندسی پزشکی و دندانپزشکی، از هویه‌ی قلمی کوچک استفاده می‌کنند. شکل ۳-۳۷ چند نمونه از این هویه‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۳۷ هویه‌های قلمی کوچک

این هویه‌ها در توان ۵W ساخته می‌شوند و با ولتاژ کم مانند باتری ۶ ولتی یا ترانسفورماتور ۶ ولتی کار می‌کنند.

**۳-۷-۴- هویه‌ی سرعت بالا:** این هویه معمولاً برای تعمیر به کار می‌رود. با اتصال هویه به برق بلافاصله حرارت نوک آن بالا می‌رود. به علت اینکه مقاومت حرارتی این نوع هویه‌ها دارای ضریب حرارتی مثبت (PTC) است، با گرم شدن مقاومت حرارتی، اهم آن افزایش می‌یابد که سبب می‌شود جریان عبوری کم شود و در نتیجه حرارت نوک هویه کاهش یابد. در شکل ۳-۳۸ نوعی از این هویه‌ی سرعت بالا نشان داده شده است. این نوع هویه در حالت سرد دارای توان ۱۵۰W و در حالت گرم دارای توان ۶۰ وات است.



شکل ۳-۳۸ دو نمونه هویه‌ی سرعت بالا

**۳-۷-۵- هویه با کنترل الکترونیکی درجه حرارت:** در بعضی از هویه‌ها درجه حرارت هویه در ضمن کار قابل کنترل است. شکل ۳-۳۹ این نوع هویه را نشان می‌دهد. المنت (عنصر حرارتی) به کار رفته در این هویه مانند یک پروب حرارتی عمل می‌کند. درجه حرارت کار هویه‌ی نشان داده شده در این شکل از ۲۰۰ تا ۴۴۰ درجه سانتی‌گراد قابل تغییر است.



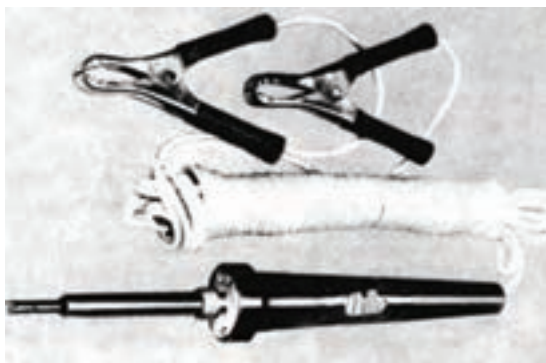
شکل ۳-۳۹ هویه با کنترل الکترونیکی

### ۳-۷-۶- هویه‌ی گازی

برای انجام عمل لحیم کاری در مواردی که برق وجود ندارد می‌توان از هویه‌ی گازی استفاده کرد. جرقه‌زن‌های پیزوالکتریک، گاز را مشتعل کرده و حرارت آن نوک هویه را گرم می‌کند. شکل ۳-۴۰ یک نوع هویه‌ی گازی را نشان می‌دهد. این هویه دارای توان ۸۰ تا ۱۵۰ وات است و مخزن گاز آن با گاز بوتان پر می‌شود. یک مخزن گاز می‌تواند تا ۱۸۰ دقیقه کار کند.



شکل ۳-۴۰ یک نمونه هویه‌ی گازی

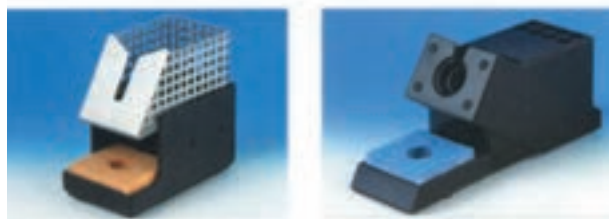


شکل ۳-۴۲ هویه قلمی باتری دار

### ۳-۷-۸ پایه‌ی نگه‌دارنده‌ی هویه

چون حرارت هویه ممکن است ناخواسته به محیط کار آسیب برساند، هنگام کار با هویه گرمی که از آن استفاده نمی‌کنیم باید آن را روی پایه‌ی نگه‌دارنده‌ی مناسب قرار دهیم. برخی از پایه‌های نگه‌دارنده دارای اسفنج نرم نسوز نیز می‌باشند که می‌توان با آن‌ها کردن اسفنج، نوک هویه را تمیز کرد.

در شکل ۳-۴۳ چند نوع پایه‌ی نگه‌دارنده‌ی هویه قلمی نشان داده شده است.



شکل ۳-۴۳ چند نمونه پایه‌ی نگه‌دارنده‌ی هویه قلمی

نوع دیگری از هویه‌ی گازی وجود دارد که نوک آن قابل تعویض است. از این جهت با تعویض نوک آن می‌توان استفاده‌های مختلفی از آن به عمل آورد. شکل ۳-۴۱ این نوع هویه کار نوک‌های مختلف آن را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۴۱ هویه‌ی گازی با نوک قابل تعویض

توان این نوع هویه‌ها معمولاً از ۲۵ تا ۱۲۵ وات است و با گاز بوتان کار می‌کند. یک مخزن گاز می‌تواند حداکثر ۱۲۰ دقیقه سرویس دهد.

### ۳-۷-۷ هویه قلمی باتری دار

برای آن که بتوان عمل لحیم کاری را در موقعیت‌هایی که برق شهری وجود ندارد نیز انجام داد، از هویه‌ی قلمی باتری دار استفاده می‌کنند. این هویه طوری طراحی شده است که می‌تواند با باتری اتومبیل نیز کار کند. شکل ۳-۴۲ نمونه‌ای از این نوع هویه را نشان می‌دهد.

### ۹-۷-۳ نکات مهم در تعمیر و نگهداری هویه‌های قلمی

اگر یک هویه‌ی قلمی به طریق صحیح و فنی نگهداری شود می‌تواند سال‌های متوالی کار کند. برای این منظور باید نکات زیر را رعایت کنید.

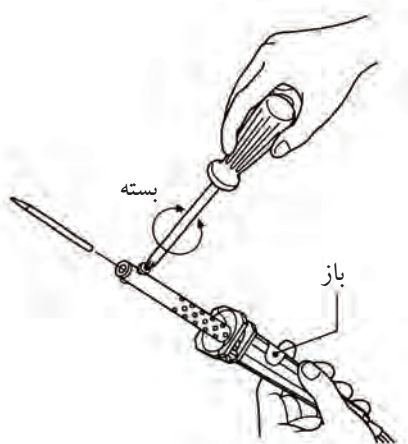
■ همیشه نوک هویه را قلع اندود کنید. اگر نوک هویه خیلی کثیف است ابتدا به وسیله‌ی یک سوهان یا سمباده‌ی نرم آن را تمیز کنید، سپس آن را به گونه‌ای قلع اندود کنید که نوک هویه کاملاً براق و درخشان شود. پس از اتمام کار کمی قلع روی نوک هویه قرار دهید و پس از ذوب شدن، آن را به وسیله‌ی اسفنج نرم یا پارچه‌ی نرم‌دار تمیز کنید. بعضی از نوک‌ها دارای پوشش فلزی ضد اکسید هستند. برای تمیز کردن این قبیل نوک‌ها نباید سطح نوک را سوهان زد.

■ هنگامی که از هویه استفاده نمی‌کنید دو شاخه‌ی آن را از برق بکشید زیرا اتصال مداوم هویه به برق سبب ایجاد حرارت بیش از اندازه در نوک آن می‌شود و آن را اکسید می‌کند. اکسید شدن نوک هویه سبب از بین رفتن آن می‌شود. بعضی از هویه‌های قلمی دارای ترموستات هستند. ترموستات حرارت نوک هویه را به‌طور خودکار تنظیم می‌کند.

■ اگر دیدید هویه داغ نمی‌شود، ابتدا پریز را با استفاده از لامپ یا به وسیله‌ی ولت‌متر AC آزمایش کنید. پس از اطمینان از وجود برق در پریز، سیم رابط و اتصال آن را به دو شاخه، کنترل کنید. اگر سیم‌های رابط سالم بود به وسیله‌ی اهم‌متری مقاومت سیم حرارتی را اندازه بگیرید. در صورت قطع بودن رشته‌ی حرارتی، اهم‌متر مقاومت بی‌نهایت را نشان می‌دهد. یک هویه‌ی سالم دارای مقاومت کمی در حدود چند کیلو اهم است.

اگر سیم حرارتی (المنت) هویه سوخته باشد می‌توانید با

تعویض آن با یک قطعه گرم‌کننده‌ی سالم، هویه را تعمیر کنید. شکل ۴۴-۳ نحوه‌ی بیرون آوردن و تعویض قطعه‌ی گرم‌کننده را نشان می‌دهد.



شکل ۴۴-۳ نحوه‌ی بیرون آوردن و تعویض قطعه‌ی گرم‌کننده در هویه‌ی قلمی

### ۱۰-۷-۳ هویه‌ی هفت‌تیری (ترانسفورماتوری)

هویه‌ی هفت‌تیری بر اساس اصول کار ترانسفورماتور کار می‌کند. ترانسفورماتور یا ترانس دارای دو سیم‌پیچ به نام اولیه و ثانویه است. سیم‌پیچ‌های اولیه و ثانویه بر روی هسته‌ی آهنی به شکل U یا E پیچیده شده‌اند. با توجه به رابطه‌ی  $\frac{N_1}{N_2} = \frac{E_1}{E_2} = \frac{I_1}{I_2}$  چنانچه دور سیم‌پیچ ثانویه کم‌تر باشد ترانسفورماتور از نوع کاهنده است و جریان در سیم‌پیچ ثانویه بیش‌تر می‌شود.

هویه‌ی هفت‌تیری بر اساس ترانسفورماتوری که سیم‌پیچ ثانویه‌ی آن اتصال کوتاه شده است کار می‌کند. اولیه‌ی ترانسفورماتور از چندین حلقه‌ی سیم نازک تشکیل شده است. ثانویه‌ی ترانسفورماتور از یک میله‌ی فلزی ساخته شده که دو انتهای آن به وسیله‌ی یک سیم مفتولی (نوک هویه) به هم مربوط می‌شوند.

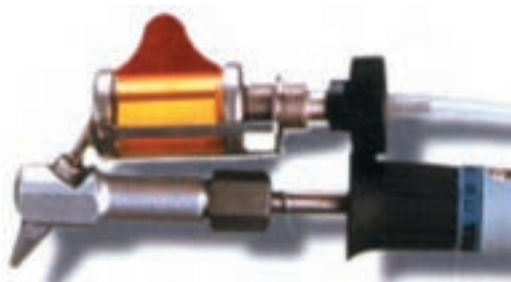
را به داخل سیلندر می‌مکد. شکل ۳-۴۶ چند نوع از این قلع کش‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۴۶ چند نمونه از قلع کش پیستونی

## ۳-۸-۲ قلع کش حرارتی

این قلع کش در واقع نوعی هویه است، که خود، لحیم محل اتصال را ذوب می‌کند. سپس آن را با پمپ دستی یا دستگاه مکنده‌اش می‌مکد. شکل ۳-۴۷ نوک این قلع کش را نشان می‌دهد.

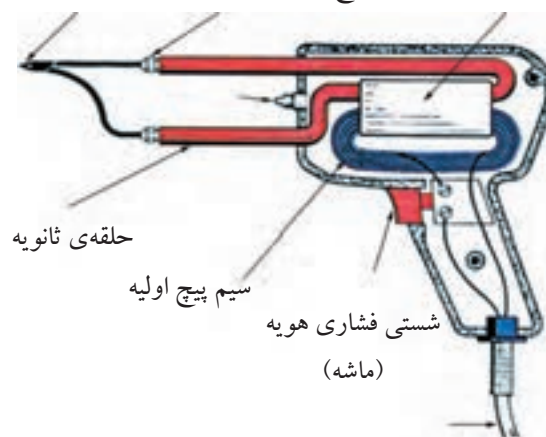


شکل ۳-۴۷ نوک قلع کش حرارتی

نوک در محل لحیم مانند شکل ۳-۴۸ قرار می‌گیرد، سپس دستگاه مکنده، قلع ذوب شده را مکش می‌کند. شکل ۳-۴۹ قلع کش با دستگاه مکنده را نشان می‌دهد.

با فشار دادن شستی ماشه‌ای، جریان برقی که در سیم پیچ اولیه جاری می‌شود، در سیم پیچ ثانویه جریان زیادی را برقرار می‌کند. این جریان باعث گرم شدن نوک هویه می‌شود. شکل ۳-۴۵ ساختمان داخلی یک هویه‌ی هفت تیری را نشان می‌دهد. فرق هویه‌ی هفت تیری با هویه‌ی قلمی در این است که هویه‌ی هفت تیری در مدت زمان کوتاه‌تری گرم می‌شود. این هویه‌ها برای تولید توان‌های بالا ساخته می‌شوند.

هسته‌ی ترانسفورماتور پیچ نگه‌دارنده‌ی سر هویه نوک هویه



شکل ۳-۴۵ ساختمان داخلی یک هویه‌ی هفت تیری

## ۳-۸ قلع کش

قلع کش وسیله‌ای است که با آن می‌توان لحیم را از محل اتصال جدا کرد. قلع کش‌ها در انواع مختلفی ساخته می‌شوند.

### ۳-۸-۱ قلع کش پیستونی

این قلع کش دارای سیلندر و پیستون است. با فشار دادن روی دسته‌ی قلع کش، پیستون به داخل سیلندر وارد شده و در نقطه‌ی انتهایی قفل می‌شود. برای برداشتن قلع، ابتدا با هویه لحیم (قلع) محل اتصال را ذوب کرده و نوک قلع کش پیستونی را به آن نزدیک می‌کنند. سپس با فشار دادن روی دکمه، فنر آزاد شده و پیستون به عقب کشیده می‌شود و لحیم

### ۹-۳. طریقه‌ی لحیم‌کاری

برای انجام لحیم کاری ابتدا نوک هویه را که در اثر کار کردن کثیف شده است با برس سیمی یا سمباده‌ی نرم تمیز کنید. سپس 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 می‌کند. برای انجام عمل لحیم کاری نکات زیر را رعایت کند.

۱- از هوویه با وات مناسب استفاده کنید. در الکترونیک

هوويه‌های ۱۰ وات تا ۴۰ وات برای لحیم کاری مناسب‌اند.

۲- نقاطی را که می‌خواهید لحیم کاری کنید با سمباده‌ی

نرم یا پارچه‌ی زبر تمیز کنید، زیرا عمل لحیم کاری روی سیم‌های کثیف و اکسید شده انجام نمی‌گیرد.

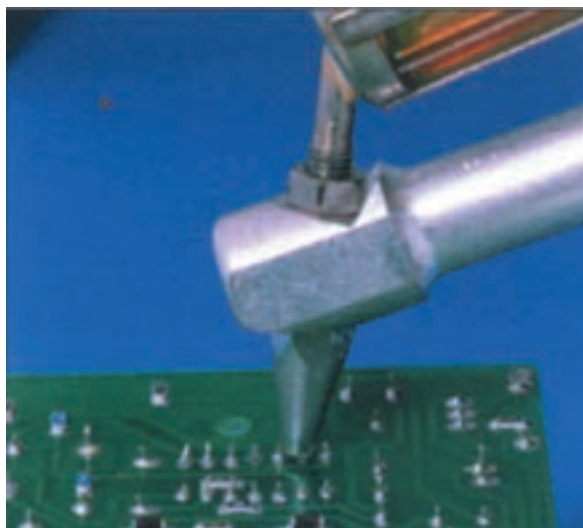
۳- نوک هویه را کاملاً تمیز کنید.

۴- سیم‌ها و عناصری را که می‌خواهید به یکدیگر متصل

کنید به‌طور جداگانه حرارت دهید و صبر کنید تا درجه حرارت محل اتصال افزایش یابد، سپس سیم لحیم را روی اتصال گرم‌شده قرار دهید تا ذوب شود و بتواند محل تقاطع دو سیم یا محل اتصال عناصر را کاملاً پیوشاند.

۵- هویه را به طور پی در پی از سطح کار جدا نکنید، زیرا

این عمل علاوه بر صرف وقت زیاد موجب لحیم بد در محل اتصال می شود، یعنی در این حالت لحیم در محل اتصال به طور کامل پخش نمی شود و یک اتصال با لحیم کاری سرد به وجود می آید. شکل ۵۰-۳ لحیم کاری صحیح و لحیم کاری سرد را نشان می دهد.



شکل ۴۸-۳ نحوه‌ی قرارگیری قلم کش حرارتی

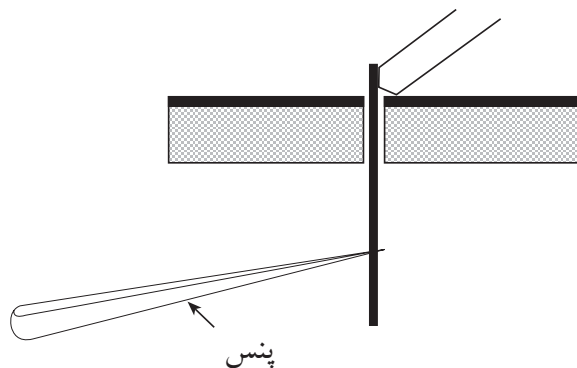


شکل ۴۹-۳ قلع کش با دستگاه مکنده

در صورتیکه برای پاک کردن نوک هویه از قلع‌های اضافه، مجبور شدید از قلع کش استفاده کنید، مراقب باشید که ذرات قلع روی لباس و بدن شما یا اطرافیان پرتاب نشود.

بینند. برای لحیم کاری این عناصر، باید زمان اعمال حرارت در خلال لحیم کاری دقیقاً تنظیم شود. در هنگام لحیم کاری پایه‌ی این قطعات را با پنس یا دم‌باریک، یا هر وسیله‌ی فلزی دیگر که سبب انتشار حرارت می‌شود نگه‌دارید.

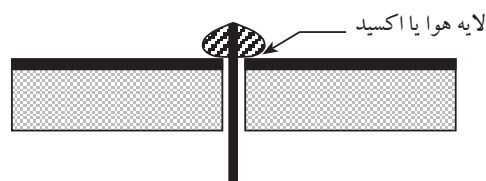
در شکل ۵۱-۳، پنس پایه‌ی قطعه را گرفته است. در این حالت حرارت پایه به پنس منتقل می‌شود و آسیبی به قطعه‌ی الکترونیکی نمی‌رسد.



شکل ۵۱-۳ نحوه‌ی لحیم کاری قطعات الکترونیکی

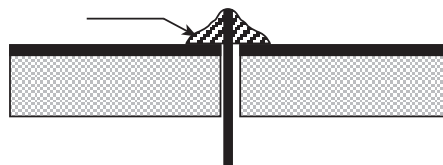
نوک هویه را هنگامی عوض کنید که هویه کاملاً سرد باشد.

قبل از لحیم کاری، اطمینان حاصل کنید که قطعات مورد لحیم کاری کاملاً تمیز باشد.



(الف) لحیم کاری سرد (غلط)

لحیم به صورت یک نواخت درآمده است.



(ب) لحیم کاری صحیح

شکل ۵۰-۳ لحیم کاری غلط و صحیح

در اتصال با لحیم سرد اگرچه مقدار قلع ظاهراً کافی به نظر می‌رسد ولی در زیر لحیم قشری از هوا به وجود می‌آید که مانع برقراری اتصال الکتریکی می‌شود. لحیم سرد ممکن است در اثر عوامل دیگری نیز به وجود آید. مثلاً حرکت دادن اتصال قبل از سرد شدن و نیز کثیف بودن محل اتصال سبب ایجاد لحیم سرد می‌شود. همچنین بیش از حد گرم شدن، محل اتصال سطح دو فلز را اکسید می‌کند و سبب تولید یک لایه اکسید بین دو فلز می‌شود. بروز این حالت در لحیم کاری را نیز لحیم سرد گویند. اگر هویه به طور 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 و در هنگام لحیم کاری است.

۶- اکثر قطعات الکترونیکی نظیر دیودها، ترانزیستورها و آی‌سی‌ها در مقابل افزایش حرارت مقاوم نیستند و این قطعات در اثر حرارت ناشی از لحیم کاری ممکن است آسیب

### ۳-۱۰ نکات ایمنی این آزمایش



۳-۱۰-۳ دوشاخه‌ی متصل شده به سیم‌های رابط دستگاه‌ها را بررسی کنید تا شکستگی نداشته باشد. شکل ۳-۵۴ چند نمونه دوشاخه‌ی سالم را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۵۴ چند نمونه دوشاخه سالم

۳-۱۰-۴ هنگام جازدن و یا کشیدن دوشاخه از برق از سیم‌های متصل به آن استفاده نکنید و دوشاخه را مانند شکل ۳-۵۵ به‌طور صحیح در دست بگیرید و مراقب باشید دست شما با قسمت‌های فلزی دوشاخه تماس پیدا نکند.



شکل ۳-۵۵ در دست گرفتن صحیح دوشاخه

۳-۱۰-۵ برای برداشتن قسمت عایق سیم‌ها به منظور لحیم‌کاری از سیم‌لخت‌کن استفاده کنید. شکل ۳-۵۶ الف و ب دو نوع سیم‌لخت‌کن ساده و اتوماتیک را نشان می‌دهد.

■ لازم است برای اجرای کارهای عملی به دستورات حفاظتی و ایمنی کاملاً توجه کنید تا از خطرات احتمالی برق‌گرفتگی یا آسیب رساندن به قطعات و تجهیزات جلوگیری به‌عمل آید.

۳-۱۰-۱ همیشه از ابزار کار استاندارد استفاده کنید. ابزار استاندارد نظیر پیچ‌گوشتی، دم‌باریک و سیم‌چین باید دارای دسته‌ی عایق باشند، شکل ۳-۵۲.



شکل ۳-۵۲ تعدادی ابزار کار استاندارد

۳-۱۰-۲ سیم‌رابط هر دستگاهی را که به برق ۲۲۰ ولت وصل می‌کنید کاملاً بررسی کنید تا قسمتی از سیم‌لخت نباشد. شکل ۳-۵۳ سیم‌رابط سالم را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۵۳ دو نمونه سیم‌رابط سالم

۳-۱۰-۷ هنگام لحیم کاری مراقب باشید هویه ی گرم با لباس یا بدن شما تماس پیدا نکند.

۳-۱۰-۸ هنگام لحیم کاری مانند سایر موارد، نظم و انضباط مقرر را به طور دقیق رعایت کنید.

۳-۱۰-۹ کارگاه باید مجهز به وسایل اطفاء حریق باشد و

این وسایل باید به راحتی در دسترس قرار گیرد. شکل ۳-۵۸  
وسایل اطفاء حریق را نشان می دهد.



شکل ۳-۵۸ وسایل اطفاء حریق

نکته ی مهم:



برای انجام کارهای عملی لحیم کاری، توصیه می کنیم از سیم های دورریز موجود در آزمایشگاه استفاده نمایید.



(الف)



(ب)

شکل ۳-۵۶ سیم لخت کن ساده و اتوماتیک

۳-۱۰-۶ هویه ی گرم را روی پایه ی مخصوص هویه قرار

دهید تا مانع آتش سوزی یا سوانح دیگر شود. شکل ۳-۵۷

یک نمونه پایه ی هویه ی مناسب را نشان می دهد.



شکل ۳-۵۷

## ۱۱-۳ آزمایش شماره ۲):

اصول کار با هویه و قلع کش

زمان اجرا: ۳ ساعت آموزشی

### ۱۱-۳-۱ هدف آزمایش:

مونتاژ (سوار کردن) و دیمونتاژ (پیاپیاده کردن) قطعات از

روی برد مدار چاپی و لحیم کاری صحیح.

### ۱۱-۳-۲ تجهیزات، ابزار، قطعات و مواد مورد نیاز:

ردیف	نام و مشخصات دستگاهها و قطعات	تعداد / مقدار
۱	هویه قلمی	یک عدد
۲	انبردست	یک عدد
۳	سیم چین	یک عدد
۴	دم باریک	یک عدد
۵	سیم لخت کن	یک عدد
۶	سیم لحیم	به مقدار لازم
۷	پایه هویه	یک عدد
۸	سیم مفتولی	به مقدار لازم
۹	قلع کش پیستونی	یک عدد
۱۰	مدار چاپی	یک فیبر

### ۱۱-۳-۳ مراحل اجرای آزمایش:

#### الف- لحیم کاری صحیح

چند قطعه سیم مفتولی با سطح مقطع ۱/۵ میلی متر مربع

روپوش دار انتخاب کنید.

دو سر سیمها را، با استفاده از سیم لخت کن، به اندازه‌ی

یک سانتی متر لخت کنید.

دو سر سیمها را سمباده‌ی نرم بکشید و آنها را قلع

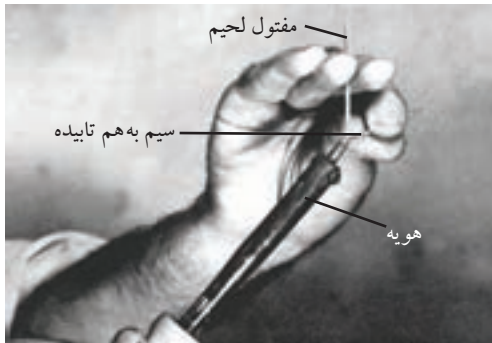
اندود کنید.

هر دو سیم را با زاویه‌ی  $30^\circ$  نسبت به هم در دست

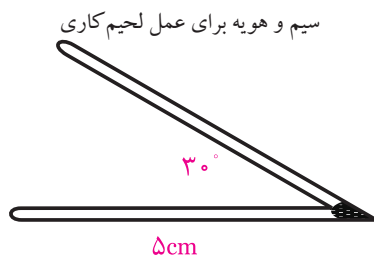
بگیرید و نوک هویه را در زیر تقاطع آنها قرار دهید. سیمها

باید به هم متصل شوند، شکل ۵۹-۳. یک لحیم کاری خوب

باید مطابق شکل ۶۰-۳ باشد.



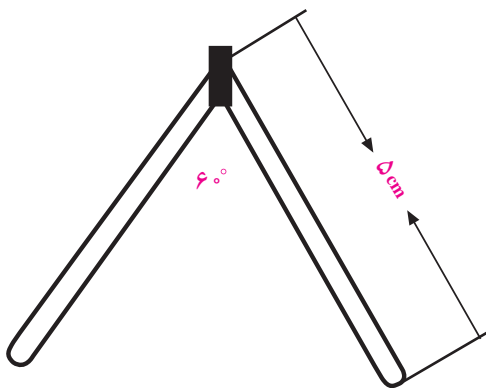
شکل ۵۹-۳ نحوه‌ی صحیح در دست گرفتن



شکل ۶۰-۳ نمونه‌ی صحیح ساختن زاویه‌ی  $30^\circ$

مراحل قبلی آزمایش را برای ساختن زاویه‌ی  $60^\circ$

تکرار کنید. کار در این تمرین باید مطابق شکل ۶۱-۳ باشد.



شکل ۶۱-۳ نمونه‌ی صحیح ساختن زاویه‌ی  $60^\circ$

## ب- پیاده کردن قطعات از روی فیبر مدار چاپی

■ فیبر مدار چاپی را مورد بازبینی قرار دهید و تا حد امکان قطعات روی آن را شناسایی کنید.

■ دستگاه هوویه قلمی را بررسی کنید و از سالم بودن آن مطمئن شوید.

■ قلع کش را آزمایش کنید و از سالم بودن آن مطمئن شوید.

■ هوویه را به برق بزنید تا گرم شود.

■ قطعه‌ی تعیین شده توسط مربی یا استادکار را با استفاده از هوویه و قلع کش از روی برد بیرون بکشید و آن را به مربی نشان دهید.

■ مرحله‌ی قبل را تکرار کنید تا مهارت لازم را در بیرون آوردن قطعات به دست آورید.

■ هنگامی که مهارت لازم را به دست آوردید از مربی یا استادکار بخواهید کار شما را مورد ارزیابی قرار دهد.

## ج- سوار کردن قطعات روی فیبر مدار چاپی

■ نوک هوویه را بررسی و در صورت نیاز آن را کاملاً تمیز کنید.

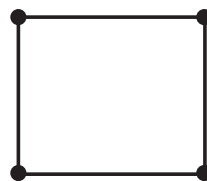
■ قطعاتی را که مربی یا استادکار برای شما تعیین می‌کند روی یک فیبر اوراقی سوار کنید.

■ مرحله‌ی قبل را آنقدر تکرار کنید تا مهارت لازم را به دست آورید.

■ پس از اطمینان از کسب مهارت کافی از استادکار بخواهید کار شما را مورد ارزیابی قرار دهد.

## ساختن مربع

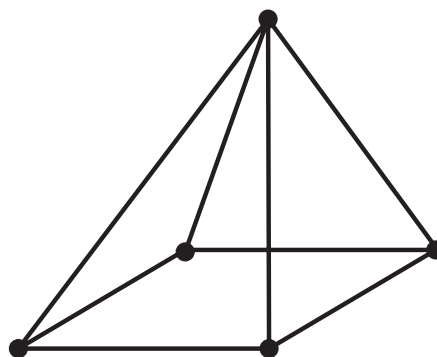
■ با استفاده از ۴ قطعه سیم طبق شکل ۳-۶۲ یک مربع بسازید.



شکل ۳-۶۲ نمونه‌ی صحیح ساختن مربع

## ساختن هرم

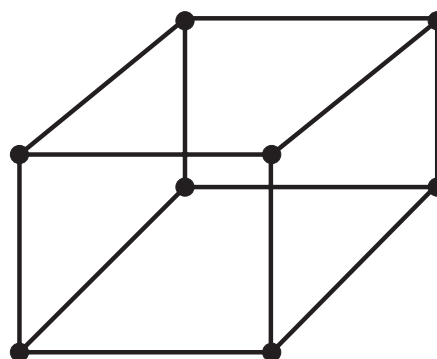
■ با استفاده از چند قطعه سیم، شکل ۳-۶۳ را بسازید.



شکل ۳-۶۳ نمونه‌ی صحیح ساختن هرم

## ساختن مکعب با استفاده از چند قطعه سیم

■ شکل ۳-۶۴ را بسازید.



شکل ۳-۶۴ نمونه‌ی صحیح ساختن مکعب

#### ۴-۱۱-۳ نتایج آزمایش:

آنچه را که در این آزمایش فرا گرفته‌اید به اختصار شرح

دهید.

الف:

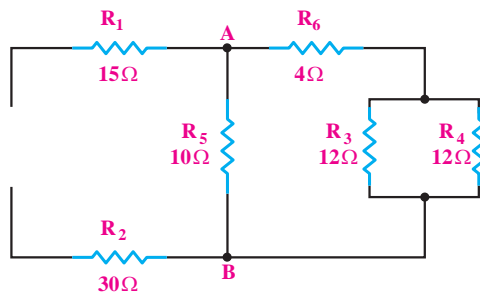
ب :

ج:

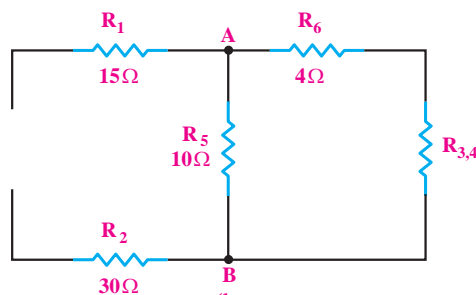


### آزمون پایانی فصل (۳)

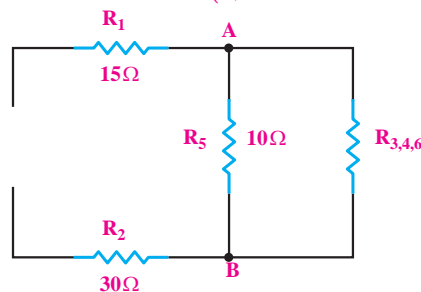
۱- در شکل ۳-۶۵ مدار (a) داده شده است. مدارهای (b) تا (e) ساده شده‌ی مدار (a) هستند. در روی این شکل‌ها، مقادیر مقاومت معادل‌هایی که مقدار آن‌ها نوشته نشده است را به ترتیب در هر شکل با توجه به شکل قبلی محاسبه کنید و بنویسید.



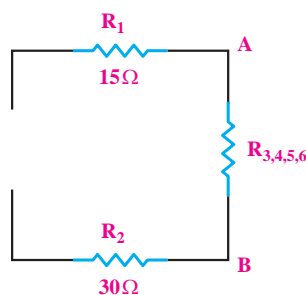
(a)



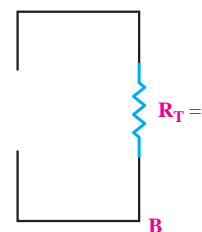
(b)



(c)



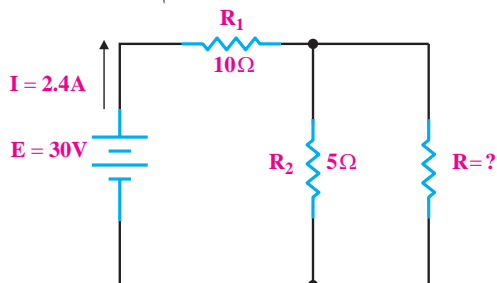
(d)



(e)

شکل ۳-۶۵

۲- در شکل ۳-۶۶ مقدار R چند اهم باید باشد؟



شکل ۳-۶۶

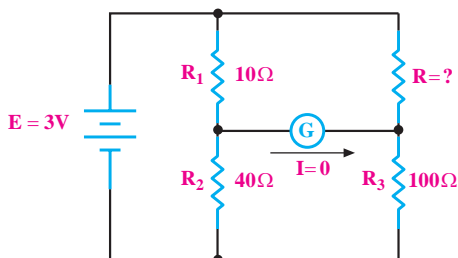
ب) ۳/۳۳۰

الف) ۵

د) ۱۰

ج) ۱۵

۳- در شکل ۳-۶۷ مقدار R چند اهم است؟



شکل ۳-۶۷

ب) ۲۶

الف) ۲۵

د) ۲۹

ج) ۲۸

۴- یک هویه‌ی ساده از چه قسمت‌هایی تشکیل شده

است؟ نام ببرید.



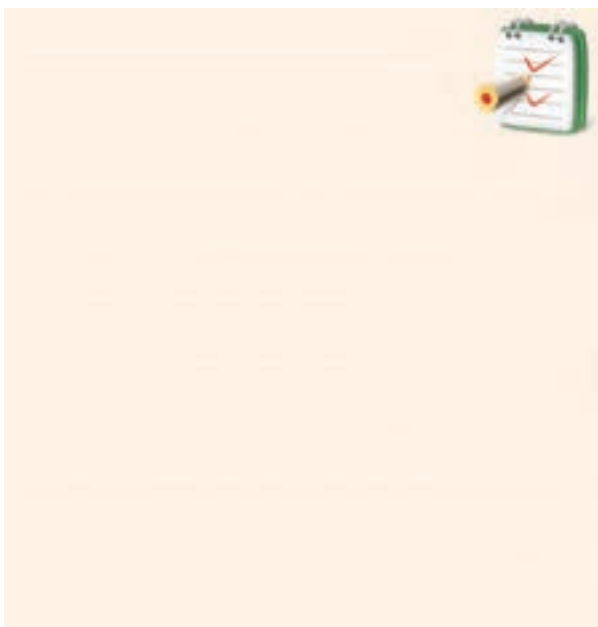
۵- روش صحیح نگه‌داری هویه‌ی قلمی را شرح دهید.



ج) قطع شدن سیم‌های رابط باعث صفر شدن جریان در مدار سری است.

د) توان مصرفی در مدار سری برابر با توان هر یک از مصرف‌کننده‌ها است.

۹- مدار سری- موازی را با رسم شکل شرح دهید.



۶- بهترین لحیم برای عمل لحیم‌کاری در الکترونیک، آلیاژ ۶۳/۳۷ است.

☐ غلط

☐ صحیح

۷- اساس کار پل وتستون را شرح دهید.



۱۰- خواص روغن لحیم را شرح دهید.



۸- کدامیک از جملات زیر صحیح نیست؟

الف) توان مصرفی در مدارهای موازی با مجموع توان‌های مصرف‌کننده‌ها برابر است.

ب) جریان در شاخه‌های موازی مدار، به نسبت عکس مقاومت‌های شاخه‌ها تقسیم می‌شود.