☑ بخش۳: عوامل مؤثر بر مقاومت الکتریکی

هرچند که مقاومت رسانای اهمی با تغییر ولتاژ ثابت می‌ماند اما عواملی وجود دارند که می‌توانند مقاومت یک رسانای اهمی را نیز تغییر بدهند.

عوامل مؤثر بر مقاومت الکتریکی: مقاومت یک رسانا به جنس، ابعاد هندسی و دمای آن بستگی دارد. (✍ حفظ کنید!)

ابتدا تأثیر جنس و ابعاد هندسی (که مربوط به ساختار رسانا هستند) را مورد بررسی قرار می‌دهیم و سپس به‌طور جداگانه به تأثیر دما می‌پردازیم.

❋ اثر جنس و ابعاد هندسی بر مقاومت رسانا

آزمایش‌ها نشان می‌دهند که در **دمای ثابت**، مقاومت رسانا به طول، مساحت مقطع و جنس رسانا بستگی دارد.لذا از رابطهٔ زیر که همهٔ این موارد را در خود دارد برای محاسبهٔ مقاومت یک رسانا در دمای ثابت استفاده می‌شود:

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

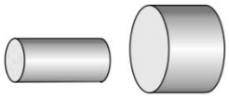
- R ← مقاومت الکتریکی برحسب اهم (Ω)
- ρ ← مقاومت ویژه برحسب اهم متر (Ωm)
- L ← طول رسانا برحسب متر (m)
- A ← مساحت مقطع رسانا برحسب مترمربع (m^2)

← در این رابطه، مقاومت ویژه(ρ) مربوط به جنس رسانا، و طول(L) و سطح مقطع(A) مربوط به ابعاد هندسی رسانا است.

طول رسانا (L) : طول رسانا با مقاومت نسبت مستقیم دارد.

❖**دلیل:** هرچه طول جسم بیشتر شود الکترون‌ها هنگام عبور از آن، برخوردهای بیشتری با اتم‌ها پیدا می‌کنند؛ پس مقاومت جسم بیشتر می‌شود.

سطح مقطع رسانا (A) : بزرگی سطح مقطع رسانا با مقاومت نسبت عکس دارد.



❖**دلیل:** (همانند یک لولهٔ آب:) کوچک شدن سطح مقطع، سبب کاهش عبور جریان الکتریکی می‌شود که به معنای افزایش مقاومت است.

مقاومت ویژه (ρ) : مقاومت ویژه، خصوصیتی مربوط به **جنس ماده** است و با مقاومت نسبت مستقیم دارد.

معنای مقاومت ویژه: هر ماده‌ای بسته به ساختار اتمی ویژه‌ای که دارد، مقاومت ویژهٔ خود را در برابر جریان الکتریکی دارا است. مثلاً مقاومت مس در برابر جریان الکتریکی، کمتر از مقاومت آهن است (پس مس رسانای بهتری است)؛ از طرفی شیشه مقاومت بسیار بالایی در برابر جریان دارد (لذا عایق است)؛ لذا برای هر ماده‌ای، مقاومت ویژه‌ای لحاظ شده است که نشان دهندهٔ میزان مقاومت آن ماده در برابر جریان الکتریکی می‌باشد.

❖ مقاومت ویژهٔ یک ماده به: **ساختار اتمی** و **دمای آن** بستگی دارد. (✍ حفظ کنید!) ← البته چون این رابطه برای دمای ثابت است، ρ نیز ثابت می‌باشد.

دسته‌بندی مواد بر اساس مقاومت ویژه

- رساناهای الکتریکی خوب ← مقاومت ویژهٔ **بسیار کم**
- عایق‌های خوب ← مقاومت ویژهٔ **بسیار زیاد**
- نیم رساناها ← مقاومت ویژهٔ میان رساناها و نارساناها (❖**مثال:** ژرمانیم و سیلیسیم)

(✍ حفظ کنید!)

** جهت مشاوره تحصیلی رایگان و پرسیدن سوالات خود با مشاوران سایت ارتباط بگیرید **

رابطهٔ مقایسه‌ای:

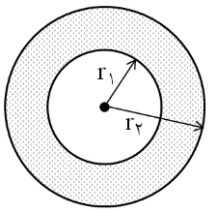
$$R = \rho\frac{L}{A} \longrightarrow \frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \times \frac{L_2}{L_1} \times \frac{A_1}{A_2}$$

توجه کنید که سطح مقطع(A) نسبت عکس با مقاومت(R) دارد.

نکته: اگر در سوال امتحانی به جای سطح مقطع، از شعاع(r) یا قطر(D) سیم استفاده شده باشد می‌توان به جای عبارت $\frac{A_1}{A_2}$ از مربع نسبت‌های شعاع یا قطر استفاده کرد:

$$\frac{A_1}{A_2} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2 = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2$$

نکته: اگر رسانا توخالی باشد برای محاسبهٔ سطح مقطع(A) کافی است که مساحت بیرونی را منهای مساحت درونی کنید.



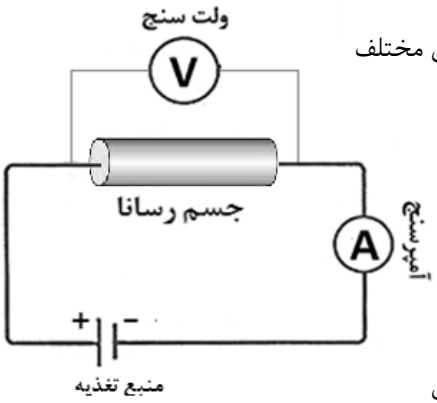
$$A = \pi r_2^2 - \pi r_1^2 = \pi(r_2 - r_1)^2$$

کتاب درسی ○ مثال ۲-۵

مثال ۶ (مسائل پایانی فصل ـ مسئلهٔ ۷): دو رسانای فلزی از یک ماده ساخته شده‌اند و طول یکسانی دارند. رسانای A سیم توپری به قطر ۱ mm است. رسانای B لوله‌ای توخالی به شعاع خارجی ۲ mm و شعاع داخلی ۱ mm است. مقاومت رسانای A چند برابر مقاومت رسانای B است؟

آزمایش ـ (فعالیت ۲-۲) کتاب درسی **آزمایشی برای سنجش ارتباط میان طول، سطح مقطع و جنس رسانا با مقاومت الکتریکی آن طراحی کنید.** (تصاویر فعالیت ۲-۲ در صفحهٔ ۵۱ کتاب درسی را نیز ببینید)

لوازم مورد نیاز: آمپرسنج – ولت‌سنج – منبع تغذیه (یا باتری) – سیم‌های رابط – چند قطعه رسانای مختلف



مداری مانند شکل مقابل آماده می‌کنیم و با استفاده از رابطهٔ R=V/I و عددی که آمپرسنج و ولت‌سنج نشان می‌دهند، مقاومت قطعات رسانا را در ۳ حالت زیر محاسبه می‌کنیم:

نتیجهٔ آزمایش

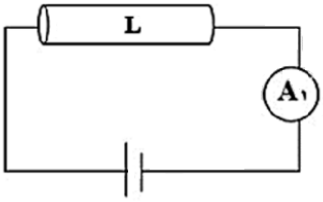
۱- دو رسانا از جنس یکسان – قطر برابر – **طول متفاوت** ← رابطهٔ بین مقاومت رسانا و طول آن

۲- دو رسانا از جنس یکسان – **قطر متفاوت** – طول برابر ← رابطهٔ بین مقاومت رسانا و قطر آن

۳- دو رسانا از **جنس متفاوت** – قطر برابر – طول برابر ← رابطهٔ بین مقاومت رسانا و جنس آن

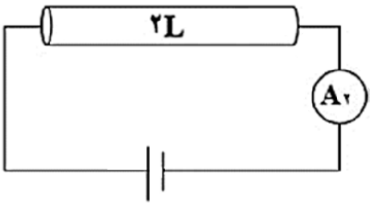
← پس از یادداشت نتایج و مقایسهٔ آن‌ها به این نتیجه می‌رسیم: مقاومت رسانا به طول، قطر(مساحت مقطع) و جنس ماده بستگی دارد و نسبت آن با طول و جنس (مقاومت ویژه) به‌صورت مستقیم و با سطح مقطع به صورت عکس می‌باشد.

** جهت مشاوره تحصیلی رایگان و پرسیدن سوالات خود با مشاوران سایت ارتباط بگیرید **



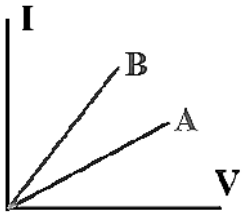
مثال ۷ (نهایی ریاضی ـ خرداد ۱۴۰۳): مطابق شکل، دو قطعه سیم هم‌جنس و هم‌دما با طول‌های متفاوت و سطح مقطع یکسان را به دو باتری مشابه وصل کرده‌ایم.

الف) کدام آمپرسنج عدد بیشتری را نشان می‌دهد؟ چرا؟



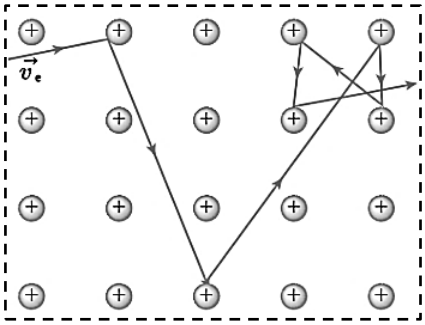
ب) این آزمایش برای بررسی چه موضوعی طراحی شده است؟

مثال ۸ (نهایی ریاضی ـ خرداد ۱۴۰۴): نمودار $I-V$ برای دو سیم مسی A و B با طول‌های یکسان، مطابق شکل روبه‌رو است. مساحت مقطع کدامیک بزرگتر است؟



❋ اثر دما بر مقاومت رسانا

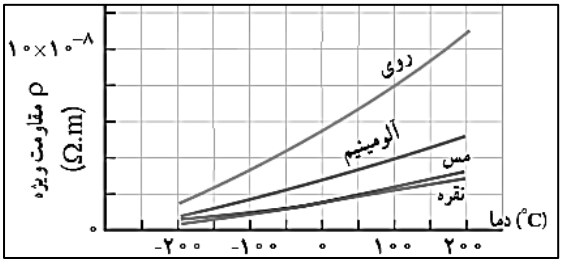
با افزایش دما، مقاومت الکتریکی رسانا نیز افزایش می‌یابد. (حفظ کنید!)



❖ **دلیل:** با افزایش دمای یک رسانای فلزی، تعدادِ حامل‌های بار (یعنی الکترون‌های آزاد) تقریباً ثابت می‌ماند، ولی ارتعاشات کاتوره‌ای اتم‌ها و یون‌های آن افزایش می‌یابد. در نتیجه، برخورد حامل‌های بار با شبکهٔ اتمی رسانای فلزی نیز افزایش یافته و در اثر آن، مقاومت رسانا در برابر عبور جریان زیاد می‌شود. (مهم!)

❖ **مثال:** مقاومت لامپ رشته‌ای حبابی (رشتهٔ تنگستنی) با افزایش دمای آن به شدت افزایش می‌یابد و درخشان می‌شود.

اثر دما بر مقاومت ویژهٔ رسانا(ρ)



آزمایش‌ها نشان می‌دهد که **مقاومت ویژهٔ فلزات** در یک گسترهٔ دمایی نسبتاً بزرگ، با دما تقریباً به صورت خطی تغییر می‌کند.

❖ **اَبَر رسانایی:** در برخی مواد، مانند جیوه و قلع با **کاهش دما**، مقاومت ویژه در دمای خاصی به صورت ناگهانی به صفر افت می‌کند و در دماهای پایین‌تر، همچنان صفر می‌ماند. این پدیده را **ابر رسانایی** می‌گویند. (حفظ کنید!)

@fizikyabimi
** جهت مشاوره تحصیلی رایگان و پرسیدن سوالات خود با مشاوران سایت ارتباط بگیرید **

*** محاسبهٔ تغییر مقاومت، بر اثر تغییر دما:** مقاومت ویژه یک مادهٔ رسانا به دما بستگی دارد. یعنی هرچه دما افزایش یابد، مقاومت ویژهٔ رسانا (ρ)، و به تبع آن مقاومت قطعهٔ رسانا (R) نیز بیشتر می‌شود. برای محاسبهٔ این تغییرات، از روابط زیر استفاده می‌کنیم:

اگر دمای یک رسانا از T_0 به T برسد، مقاومت ویژهٔ آن از ρ_0 به ρ می‌رسد و می‌توان نوشت: (مرتبط به هم)

$$\rho = \rho_0[1+\alpha(T-T_0)]$$

$$R = R_0[1+\alpha(T-T_0)]$$

- ρ_0 : مقاومت ویژه دمای T_0 $(\Omega.m)$ — ρ : مقاومت ویژه در دمای T $(\Omega.m)$
- T_0: دمای اولیه یا مرجع (K) — T: دمای ثانویه (K)
- R_0: مقاومت در دمای T_0 (Ω) — R: مقاومت در دمای T (Ω)
- α: ضریب دمایی مقاومت ویژه (K^{-1} یا $^{\circ}C^{-1}$) (این کمیت به جنس رسانا بستگی دارد)

توجه داشته باشید که T_0 دمای مرجع است که معمولاً دمای اطاق (۲۵ °C) در نظر گرفته می‌شود و ρ_0 مقاومت ویژه در آن دما، و R_0 نیز مقاومت قطعهٔ رسانا در آن دماست. همچنین T نیز دمایی است که می‌خواهیم مقاومت (ρ یا R) را در آن دما به دست آوریم.

α ثابتی موسوم به **ضریب دمای مقاومت ویژه** است که برای هر جنس ماده متفاوت بوده و در مسئله به شما داده می‌شود. همچنین یکای آن بسته اینکه دما بر اساس کلوین یا سانتی‌گراد باشد، K^{-1} یا $^{\circ}C^{-1}$ است که به صورت $\frac{1}{K}$ و $\frac{1}{^{\circ}C}$ نیز نوشته می‌شود.

نکته: تغییرات دما بر حسب کلوین (ΔK) و تغییرات دما بر حسب سانتیگراد ($\Delta\theta$) با هم برابرند. لذا می‌توان از هر دو دما در این روابط استفاده کرد و نتیجه هیچ فرقی نمی‌کند.

نکته: ضریب دمایی مقاومت ویژه (α) برای رساناها **مثبت** است که یعنی با افزایش دما مقاومت ویژهٔ این موارد افزایش می‌یابد.

نکتهٔ مهم محاسباتی: در مسائلی که یکی از دماها مجهول است، عبارت $(T-T_0)$ در این رابطه، کار محاسبه را سخت می‌کند، لذا برای راحت شدن محاسبات بهتر است $(T-T_0)$ را ΔT بنویسید تا رابطه را به صورت $\rho = \rho_0(1+\alpha\Delta T)$ در آید، سپس ابتدا ΔT را به دست آورید و آنگاه از رابطهٔ $\Delta T = T-T_0$ دمای مجهول را محاسبه کنید.

اثر دما بر مقاومت الکتریکی نیم‌رساناها

با افزایش دما، مقاومت الکتریکی نیم‌رسانا کاهش می‌یابد. (حفظ کنید!) (بسیار مهم!)

دلیل: در یک نیم‌رسانا در دماهای پایین، تعداد حامل‌های بار ناچیز است و نیم‌رسانا مانند یک نارسانا رفتار می‌کند. با افزایش دما بر تعداد این حامل‌های بار افزوده می‌شود و هرچند که تعداد برخوردهای کاتوره‌ایِ حامل‌های بار با شبکهٔ اتمی نیز در این حالت افزایش می‌یابد اما **تأثیر افزایش تعداد حامل‌های بار بیشتر است** و درنتیجه مقاومت‌ویژهٔ نیم‌رساناها با افزایش دما کاهش می‌یابد. (برخلاف رساناها)

نکته: ضریب دمایی مقاومت ویژه (α) برای نیم‌رساناها **منفی** است که یعنی با افزایش دما مقاومت ویژهٔ این موارد کاهش می‌یابد.

به یاد داشته باشید که در این فصل، با ۳ رابطه برای مقاومت الکتریکی رسانا آشنا شدید:

$$R=\frac{V}{I} \qquad R=\rho\frac{L}{A} \qquad R=R_0[1+\alpha(T-T_0)]$$

در برخی مسائل نیاز می‌شود که از ۲ (و یا حتی ۳) رابطه با هم استفاده کنید.

** جهت مشاوره تحصیلی رایگان و پرسیدن سوالات خود با مشاوران سایت ارتباط بگیرید **

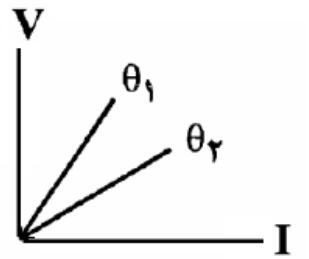
کتاب درسی ○ مثال ۲-۳ ○ مثال ۲-۴

مثال ۹ (مسائل پایانی فصل ـ مسئلهٔ ۹): مقاومت رشتهٔ درونی یک برشته‌کن که از جنس نیکروم است، در حالت روشن (دمای $1200\,^{\circ}C$) برابر $44\,\Omega$ است. مقاومت این رشته در دمای $20\,^{\circ}C$ چقدر است؟ (از تغییر طول و قطر رشته در اثر تغییر دما چشم‌پوشی کنید.)

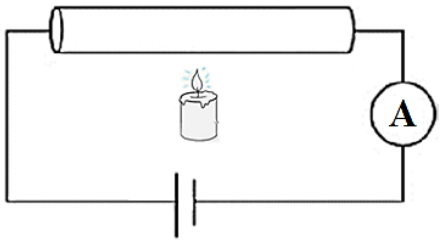
مثال ۱۰ (نهایی تجربی ـ شهریور ۹۴): مقاومت الکتریکی یک سیم در دمای $593\,K$ برابر $22\,\Omega$ است. اگر سطح مقطع سیم $3/4\times10^{-6}\,m^2$ و طول آن $1/1\,m$ باشد: **الف)** مقاومت ویژهٔ سیم را در این دما حساب کنید.

ب) در چه دمایی مقاومت سیم برابر $44\,\Omega$ می‌شود؟ ($\alpha=2\times10^{-3}\,K^{-1}$)

مثال ۱۱ (نهایی ریاضی ـ شهریور ۹۰): شکل روبه‌رو نمودار V- I را برای یک رسانا در دو دمای θ_1 و θ_2 نشان می‌دهد. با ذکر دلیل تعیین کنید کدام‌یک از دماها بیشتر است؟



مثال ۱۲ (نهایی ریاضی ـ خرداد ۱۴۰۳): در مدار روبه‌رو توسط شمع به میله حرارت می‌دهیم؛ در نتیجه عدد آمپرسنج افزایش می‌یابد. با ذکر دلیل، رسانا یا نیم‌رسانا بودن میله را تعیین کنید.



** جهت مشاوره تحصیلی رایگان و پرسیدن سوالات خود با مشاوران سایت ارتباط بگیرید **

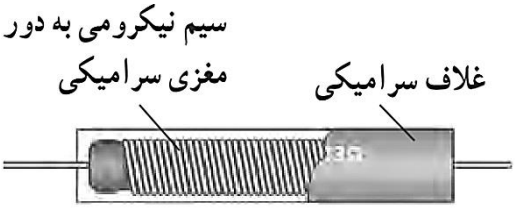
❋ انواع مقاومت

تغییر مقاومتِ مدار، باعث تغییر جریان مدار و در نتیجه تغییر ولتاژِ اجزاء مختلف مدار می‌گردد. بر این اساس، در مدارها و وسایل الکترونیکی از مقاومت برای **کنترل جریان و ولتاژ** استفاده می‌شود. لذا لازم است با خصوصیات برخی مقاومت‌ها و شرایط تغییر آن‌ها آشنا باشید تا هنگام تحلیل مدار به کار ببرید.

❖ **انواع اصلی مقاومت‌ها بر دو نوعند:** ۱- مقاومت‌های پیچه‌ای ۲- مقاومت‌های ترکیبی

❋ ۱- مقاومت‌های پیچه‌ای

مقاومت‌های پیچه‌ای شامل پیچه‌ای از یک سیم نازک‌اند که معمولاً جنس آن‌ها از آلیاژهایی مانند نیکُروم یا مَنگانین است.



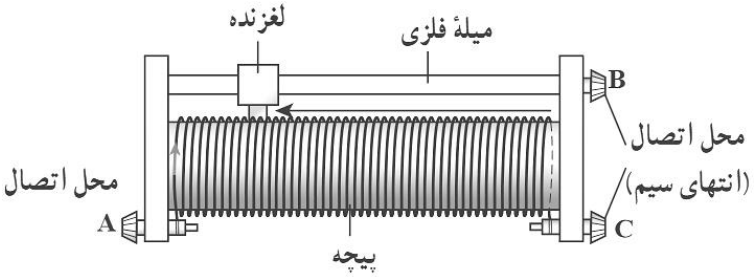
نمونه‌ای از ساختار یک مقاومت پیچه‌ای

کاربرد: ۱- ایجاد مقاومت‌های پایین و خیلی دقیق ۲- داشتن توان بالا

⬅ بیشینهٔ توان الکتریکی که این مقاومت‌ها می‌توانند تحمل کنند، بی آن‌که بسوزند روی آن‌ها نوشته شده است.

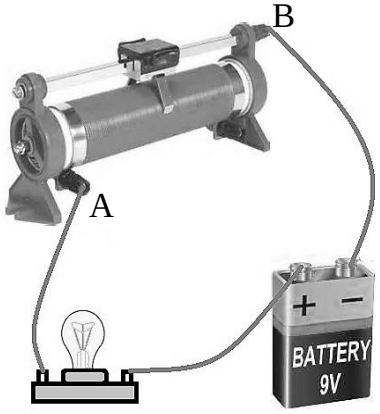
❖ **رِئوستا:** یکی از مشهورترین مقاومت‌های پیچه‌ای، رئوستا نام دارد که یک نوع **مقاومت متغیر** است.

⬅ رئوستا از سیمی با مقاومت ویژهٔ نسبتاً زیاد ساخته شده است.



نحوهٔ کار رئوستای خطی: سیم این نوع رئوستا بر روی استوانه‌ای نارسانا پیچیده شده است. یک میلهٔ فلزی با مقاومت کم در بالای رئوستا وجود دارد که مانند ریل عمل می‌کند و یک لغزنده که با سیم‌های مقاومت در تماس است روی آن حرکت می‌کند.

دقت کنید که محل اتصال A و C به ابتدا و انتهای سیم(پیچه) وصل‌اند اما محل اتصال B به انتهای میلهٔ فلزی وصل است.

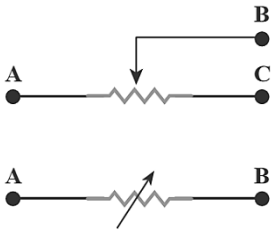


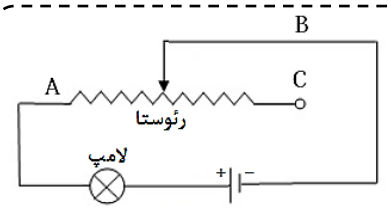
حالا فرض کنید که از محل اتصال A و B رئوستا را وارد جریان یک مدار کنیم به‌طوری که جریان از A وارد و از B. خارج گردد (محل اتصال C به هیچ سیمی وصل نشده است). در این حالت جریان الکتریکی از A وارد پیچه می‌شود و طول پیچه را طی می‌کند، اما وقتی به لغزنده می‌رسد، چون لغزنده به میلهٔ فلزی‌ای که مقاومت کمی دارد وصل است، جریان الکتریکی ترجیح می‌دهد که ادامهٔ راه را از مسیر پر مقاومت پیچه نرود! لذا از طریق لغزنده وارد میلهٔ فلزی می‌شود و از محل اتصال B خارج می‌شود. پس فقط بخشی از پیچه به عنوان مقاومت در این مدار درگیر شد، و همهٔ مقاومتِ رئوستا وارد مدار نشد. حال اگر لغزنده به سمت راست کشیده شود، جریان الکتریکی باید طول بیشتری از پیچه را طی کند تا به لغزنده برسد و مقاومت رئوستا در مدار بیشتر می‌شود. به این طریق یک مقاومت متغیر ساخته می‌شود که می‌تواند جریان و ولتاژ مدار را کنترل کند. مثلاً در مدار شکل بالا، نور لامپ با استفاده از رئوستا تنظیم می‌شود.

ⓘ **توجه:** اگر نقاط A و C رئوستا به مدار وصل شوند، جریان نمی‌تواند از لغزنده عبور کند و باید از تمام پیچه عبور کند. در این حالت مقاومت رئوستا دیگر متغیر نیست و با همهٔ مقاومت خود وارد مدار می‌شود.

** جهت مشاوره تحصیلی رایگان و پرسیدن سوالات خود با مشاوران سایت ارتباط بگیرید **

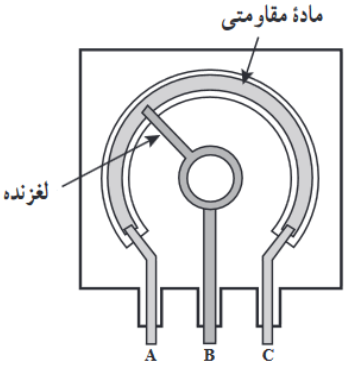
نماد رئوستا در مدار به دو شکل روبه‌رو می‌باشد:

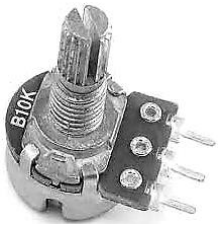




مدار شکل صفحهٔ قبل

❖ **پُتانسیومتر:** در مدارهای الکترونیکی دیگر نمی‌توان از وسیلهٔ بزرگی مثل رئوستا استفاده کرد و به جای آن از وسیله‌ای به نام **پتانسیومتر** استفاده می‌کنند که همان کار رئوستا را انجام می‌دهد.





← ما پتانسیومتر را به نام ولوم نیز می‌شناسیم. (شکل مقابل)

← نماد پتانسیومتر، همان نماد رئوستا می‌باشد.

← پتانسیومتر نیز مانند رئوستا یک **مقاومت متغیر** است.

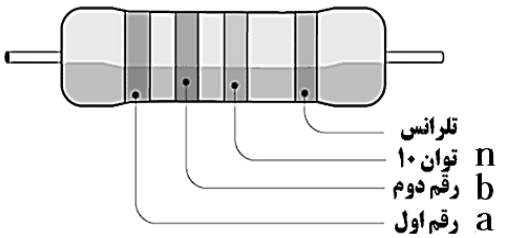
* ۲- مقاومت‌های ترکیبی

مقاومت‌های ترکیبی معمولاً از کربن، برخی نیم‌رساناها، و یا لایه‌های نازک فلزی ساخته شده‌اند.

← مقدار این مقاومت‌ها که در اندازه‌های خاص و استانداردی تولید می‌شوند، به دو صورت نمایش داده می‌شود:

۱- یا عدد آن روی بدنهٔ آن‌ها نوشته می‌شود؛ ۲- یا به صورت کدهای رنگی روی بدنهٔ آن‌ها مشخص می‌شود.

محاسبهٔ مقاومت از روی کدهای رنگی: بر روی برخی مقاومت‌های ترکیبی، نوارهای رنگی‌ای وجود دارد که اندازهٔ مقاومت را بر حسب اهم نشان می‌دهد. برای این منظور کافی است که از جدول رنگ مربوط به مقاومت‌ها، کد هر رنگ را بخوانید و در رابطهٔ زیر قرار دهید:



$$ab \times 10^{n} \pm \text{(تلرانس)}$$

قهوه‌ای	قرمز	نارنجی	زرد	سبز	آبی
۱	۲	۳	۴	۵	۶

توضیح: ❶ حلقهٔ رنگیِ اول از سمت چپ، مشخص کنندهٔ رقم اولِ مقدار مقاومت است. پس هر رنگی که داشت، کد آن را از جدول بخوانید و به جای رقم اول(a) قرار دهید. ❷ حلقهٔ دوم نیز، رقم دوم مقاومت است. کد آن را بعد از رقم اول قرار دهید تا یک عدد دو رقمی پدید آید. ❸ این عدد دو رقمی را در 10^{n} ضرب کنید که n، کد حلقهٔ سوم است. به این صورت مقدار مقاومت بر حسب اهم به‌دست می‌آید.

تُلـرانس: همان درصد خطا است و به ۳ حالت از روی رنگ نوار چهارم به دست می‌آید: ← بی‌رنگ: ٪۲۰ ← نقره‌ای: ٪۱۰ ← طلایی: ٪۵

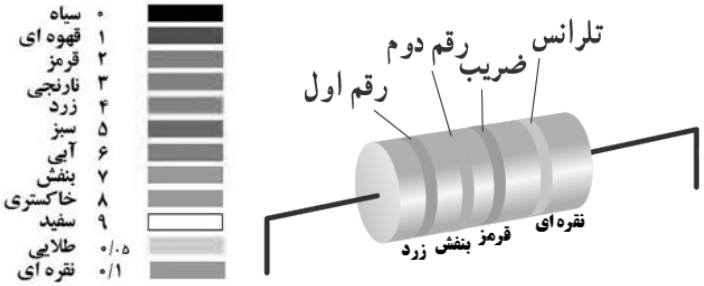
← ابتدا عبارت $\overline{ab} \times 10^{n}$ را که اندازهٔ مقاومت است به دست آورید و سپس آن را در درصد تلرانس ضرب کنید تا مقدار تلرانس به دست آید.

نکته: سوالات این قسمت به دو صورت طرح می‌شود:
← یا رنگ نوارها را می‌دهند و اندازهٔ مقاومت را می‌خواهند.
← یا اندازهٔ مقاومت را می‌دهند و ترتیب رنگ نوارها را می‌خواهند.

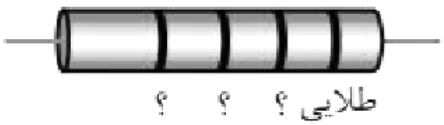
نیازی به حفظ کردن کدهای رنگی نیست

** جهت مشاوره تحصیلی رایگان و پرسیدن سوالات خود با مشاوران سایت ارتباط بگیرید **

تمرین ۲-۲ کتاب درسی مقدار مقاومت نشان داده شده در شکل، و مقدار مجاز انحراف از مقدار دقیق مقاومت، برحسب اُهم چقدر است؟



مثال ۱۳ (سوال چند دورهٔ نهایی): توجه به شکل روبه‌رو:



الف) نوع مقاومت را بنویسید.

ب) اگر اندازهٔ این مقاومت $۴۶۰۰\,\Omega$ باشد با توجه به جدول، رنگ حلقه‌های آن را به ترتیب از چپ به راست مشخص کنید.

رنگ حلقه	قهوه‌ای	قرمز	نارنجی	زرد	سبز	آبی
عدد	۱	۲	۳	۴	۵	۶

پ) حلقهٔ چهارم که طلایی رنگ است چه نامیده می‌شود؟

* مقاومت‌های خاص

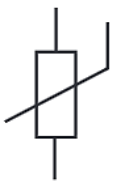
از میان مقاومت‌های متغیر، دو مقاومت هستند که کاربرد وسیعی در دستگاه‌های الکترونیک دارند، از جمله این‌که می‌توان از آن‌ها به عنوان حسگر (سنسور) دما و نور استفاده کرد. در ادامه به بررسی آن‌ها می‌پردازیم.

❖ **ترمیستور:** نوعی مقاومت است که وابسته به دما است. یعنی با تغییر دما، مقاومت آن نیز تغییر می‌کند.

- ترمیستوردو نوع دارد:
  - NTC ← با افزایش دما مقاومت آن کم می‌شود.
  - PTC ← با افزایش دما مقاومت آن زیاد می‌شود.

(فعالیت ۲-۳)

- رایج‌ترین ترمیستورها، دیسکی، مهره‌ای و میله‌ای هستند.

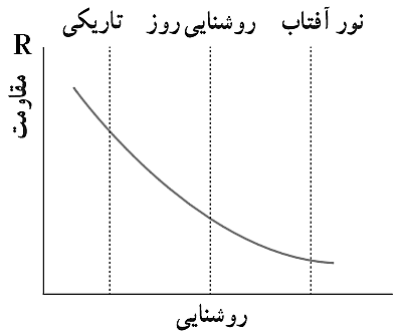


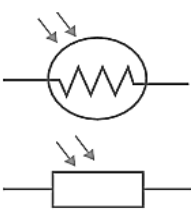
نماد ترمیستور در مدار

❖ **مقاومت‌های نوری(LDR):** نوعی مقاومت که وابسته به نور است. هرچه نور بیشتر شود مقاومت آن کاهش می‌یابد.

نحوهٔ عملکرد: نوعی از مقاومت‌های نوری، از جنس نیم‌رسانای خالص، مانند سیلیسیم هستند که با افزایش شدت نور تابیده شده، بر تعداد حامل‌های بار الکتریکی (الکترون‌های آزاد) آن‌ها افزوده می‌شود و در نتیجه، از مقاومت آن‌ها کاسته می‌شود. (چون جریان بیشتری از آن‌ها می‌گذرد)

- یکای روشنایی LUX است.

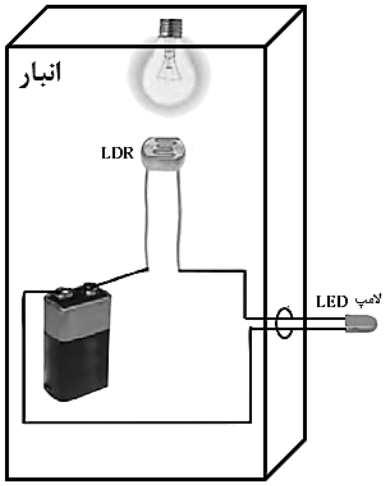




نماد LDR در دو استاندارد

@fizikrahimi

کاربردهای LDR: مقاومت نوری، نوعی حسگر نوری است لذا در تجهیزات گوناگونی از جمله: چشم‌های الکترونیکی، دزدگیرها، کنترل‌کننده‌های خودکار، و چراغ‌های روشنایی خیابان‌ها استفاده می‌شود.



یک مثال کاربردی: می‌خواهیم مداری طراحی کنیم که بدون وارد شدن به انباری منزل، بدانیم که لامپ آن روشن مانده است یا نه. برای این منظور می‌توانیم مداری مانند شکل مقابل آماده کنیم که شامل باتری، لامپ LED (دیود نورگسیل) و یک مقاومت LDR باشد، به‌طوری که این مقاومت نوری در زیر لامپ انبار قرار بگیرد و لامپ LED در بیرون انباری نصب شود.

وقتی که لامپ انباری خاموش است، مقدار مقاومت LDR بسیار زیاد است، بنابراین جریان مدار به صفر می‌رسد و لامپ LED خاموش می‌ماند. اما اگر لامپ انباری روشن باشد، مقاومت LDR کاهش می‌یابد و جریان در مدار برقرار می‌شود و لامپ LED در بیرون انبار روشن می‌شود.

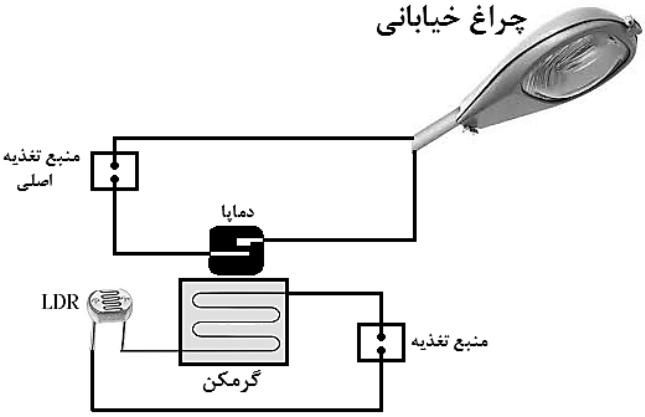
به این صورت هر کسی در منزل می‌تواند متوجه روشن ماندن لامپ انبار شود.

یک سوال: آنچه ما معمولاً می‌بینیم، مثل آنچه در مدار روشنایی چراغ‌های خیابانی وجود دارد، حسگرهای نوری برعکس این مثال عمل می‌کنند. یعنی **مدار آن‌ها وقتی که هوا تاریک می‌شود، لامپ‌ها را روشن می‌کند.** این چطور امکان‌پذیر است؟

پاسخ: هرچند می‌توان از روش‌های مختلفی برای این کار بهره گرفت اما با استفاده از همین مقاومت‌های LDR نیز می‌توان این کار را انجام داد. یک روش آن در **فناوری و کاربرد** کتاب درسی گفته شده است که به آن می‌پردازیم.

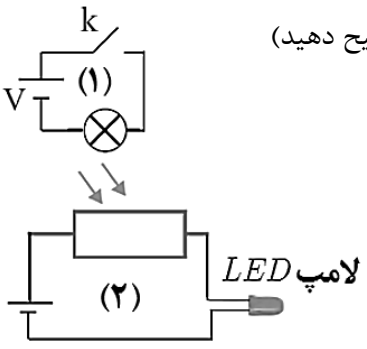
فناوری و کاربرد ــ صفحهٔ ۶۰ کتاب درسی در یک نوع از چراغ‌های روشنایی که در خیابان‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد، مدار کنترل‌کنندهٔ نوری شامل مقاومت LDR وجود دارد که باعث می‌شود با تاریکی هوا، لامپ روشن شود. اساس کار به این ترتیب است:

دو مدار در این چراغ‌ها وجود دارد: ۱- مدار شامل LDR و گرمکن الکتریکی ۲- مدار شامل لامپ و دماپا (ترموستات)



❶ هنگام **روز** که نور به LDR می‌تابد، مقاومت آن کم شده و جریان در مدار آن برقرار می‌شود. ❷ این جریان، یک گرمکن الکتریکی را که در مدار آن قرار دارد فعال می‌کند. در کنار این گرمکن، یک دماپا (ترموستات) قرار گرفته که هر وقت گرم شود، به طور اتوماتیک اتصال لامپ به منبع اصلی برق را قطع می‌کند و لامپ خاموش می‌ماند. ❸ در هنگام **شب** که نوری به LDR نمی‌تابد، مقاومت بالا می‌رود و جریان گرمکن قطع می‌شود. در این حالت، دیگر ترموستات برق لامپ را قطع نمی‌کند و لامپ روشن می‌ماند.

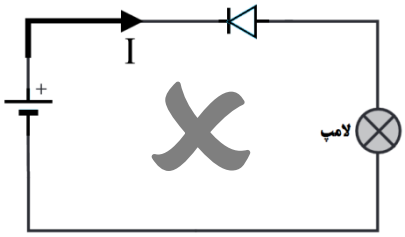
مثال ۱۴: با بستن کلید K در مدار (۱) نور لامپ LED درمدار(۲) چه تغییری می‌کند؟ (توضیح دهید)



* دیــودها

دیود قطعه‌ای است که فقط از یک سو جریان را از خود عبور می‌دهد.

● نماد دیود شبیه یک پیکان است و این پیکان، جهتی را نشان می‌دهد که جریان می‌تواند از دیود عبور کند.



توضیح: جریان مدار از قطب مثبت باتری به سمت قطب منفی آن است. لذا اگر دیود هم در این جهت باشد، جریان می‌تواند از آن عبور کند، اما اگر مانند شکل مقابل در خلاف این جهت در مدار قرار بگیرد، مقاومت بالایی در برابر جریان خواهد داشت و اجازهٔ عبور آن را نمی‌دهد.

کاربرد: دیود اغلب به عنوان یک‌سو کنندهٔ جریان در نظر گرفته می‌شود به همین علت در مدارهای یک‌سو کننده برای **تبدیل جریان‌های متناوب به جریان‌های مستقیم** استفاده می‌شود. (با این موضوع در فصل ۴ آشنا خواهید شد).

LED (دیود نورگسیل)

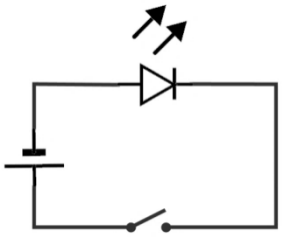
یکی از معروف‌ترین دیودها دیود نورگسیل یا LED است که دیود نورانی نیز نامیده می‌شود.

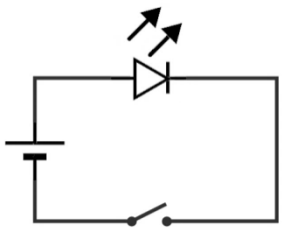
نحوهٔ عملکرد: در این دیودها از نیم‌رساناهایی استفاده می‌شود که با عبور جریان از آن‌ها، مقداری از انرژی الکتریکی به نور تبدیل می‌شود و در نتیجه LED از خود نور گسیل می‌کند.

رنگ LED: بسته به نوع نیم‌رسانای به کار رفته، رنگ نور گسیل شده از LED می‌تواند از فروسرخ تا فرابنفش باشد. نخستین LED های ساخته شده قرمز و زرد بودند، اما فناوری آن با تولید LED هایی که قابلیت تولید نورهای آبی و سفید داشتند دستخوش تحولات بزرگی شد.

مقایسهٔ LED با لامپ‌های معمولی: ۱- توان الکتریکی کم‌تری مصرف می‌کنند اما نور بیشتری تولید می‌کنند. ۲- عمر طولانی‌تری از لامپ‌های رشته‌ای دارند. ۳- به دلیل نداشتن رشته به هنگام تولید نور، انرژی گرمایی زیادی تولید نمی‌کنند.

پرسش ۲-۱ کتاب درسی در کدام شکل با بستن کلید، LED روشن می‌شود؟





تمرین: نمادهای زیر مربوط به کدام ابزار الکترونیکی هستند؟