

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# آموزش پودمان الکترونیک

کارو فناوری پایه هشتم

تهیه و تنظیم: حامد اسماعیلی

دبیر کاروفناوری

دبیرستان دوره اول متوسطه باقر العلوم

شهرستان اهر

مهر ماه ۱۳۹۹

# هدف کلی پودمان

- ساخت مدار های الکترونیکی و آشنایی با کاربرد آن ها

# اهداف جزئی

- فرق الکترونیک با الکتروتکنیک
- تعریف انرژی و شناخت انواع آن بخصوص انرژی الکتریکی
- آشنایی با الکتریسیته و علت نام گذاری آن
- آشنایی با بارهای الکتریکی
- آشنایی با مراحل تولید برق از تولید تا مصرف
- دسته بندی مواد از نظر رسانایی
- تعریف توان الکتریکی
- آشنایی با مفاهیم اساسی در الکتریسیته مانند شدت جریان-ولتاژ-مقاومت
- شناخت قانون اهم و کاربرد آن
- آشنایی با مدار الکترونیک و شناخت اجزای آن
- آشنایی با اتصال کوتاه در مدار
- آشنایی با خازن-دیود-ترانزیستور-مدار مجتمع
- شناخت اجزای مولتی متر و کار با آن(اندازه گیری کمیت های الکتریکی)
- لحیم کاری قطعات الکترونیک
- ساخت مدار جعبه آهنگین
- رعایت نکات ایمنی
- آموزش و کاربرد مهارت هایی مانند اجرای کارهای گروهی، تفکر انتقادی، پرسشگری، مسئولیت پذیری و توسعه پایدار در بخش محیط زیست
- آشنایی با شیوه دفع زباله های الکترونیک

# مدت زمان آموزش

۸ جلسه ۵۰ دقیقه ای (۴ هفته)

# فرق الکترونیکی با الکتروتکنیک

- **وسایل قدرتی یا الکتروتکنیکی**
- وسایلی که در صنعت و منازل مسکونی با ولتاژ بالا (۲۲۰-۲۸۰ ولت) کار می کنند و بدنه و قطعات به کار رفته در آن ها از ظرفیت چندانی برخوردار نیست.
- **وسایل الکترونیکی یا دیجیتالی**
- وسایلی که با ولتاژ پایین کار می کنند و حجمی کوچک یا متوسط و اجزایی ظریف دارند.

# تعریف انرژی

- کار ذخیره شده یا توانایی انجام کار را انرژی گویند. یعنی ما برای این که بتوانیم کارهای خود را انجام دهیم یا حتی حرکت کنیم به انرژی نیاز داریم.
- خاصیت کمیتهی یک جسم است که قابل اندازه گیری و انتقال به اشیای دیگر یا قابل تبدیل به حالت ها و شکل های مختلف است.
- کار و گرما هر دو روشی برای انتقال انرژی هستند.

## ❑ فرق انرژی و ماده:

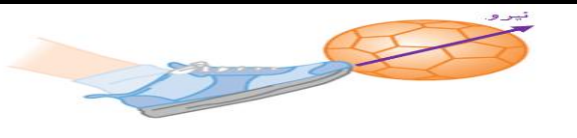
- عالم از ترکیب انرژی و ماده تشکیل شده است.
- ماده را می توان دید ، بویید و حس کرد. جرم دارد و فضا اشغال می کند.
- انرژی را نمی توان مانند ماده بویید و احساس کرد ولی در وضعیت ماده تغییر ایجاد می کند.

## ❑ فرقی نیرو و انرژی

- انرژی کمیتهی عددی است ولی نیرو کمیتهی برداری
- انرژی جزو خاصیت های یک جسم است ولی نیرو ذاتا در یک جسم وجود ندارد.

## ❑ چند مثال:

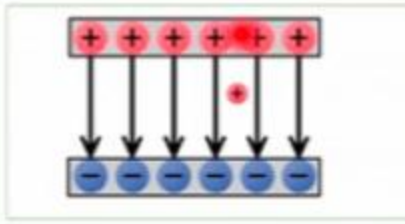
- ۱- وقتی توپ از حالت سکون در می آید در واقع انرژی باعث تغییر وضعیت آن می شود.
- ۲- وقتی آب به بخار تبدیل می شود. این وضعیت به دلیل گرماست، در واقع انرژی باعث تغییر وضعیت آب می شود.
- ۳- جاری شدن جریان برق: انرژی الکتریکی حاصل از اختلاف ولتاژ منبع، باعث جاری شدن جریان برق می شود.



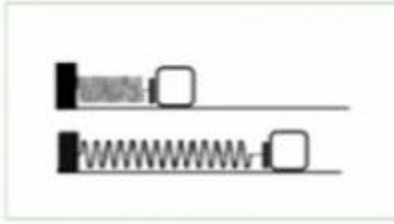
انرژی پتانسیل مغناطیسی



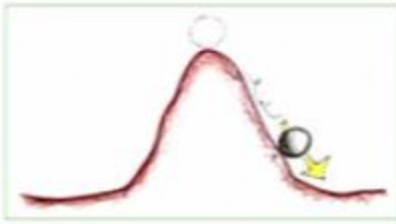
انرژی پتانسیل الکتریکی



انرژی پتانسیل کشسانی



انرژی پتانسیل گرانشی



انواع انرژی

پتانسیل

جنبشی

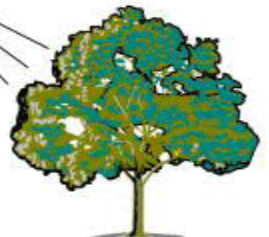
گرانشی

کشسانی

الکتریکی

شیمیایی

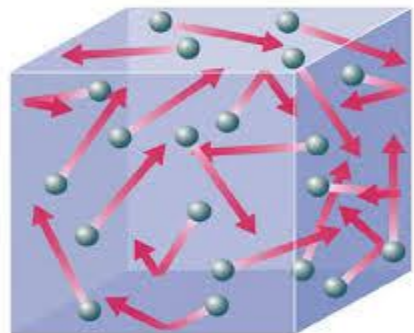
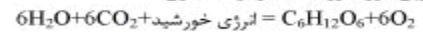
مغناطیسی



فتوسنتز

در فرایند فتوسنتز، گیاهان انرژی تابشی خورشید را به انرژی شیمیایی به فرم گلوکز یا شکر تبدیل می کنند.

آب+دی اکسید کربن+نور خورشید=گلوکز+اکسیژن



انرژی جنبشی ملکولها



## □ انرژی پتانسیل: انرژی ذخیره شده در اجسام

وقتی فنری کشیده و فشرده می شود و یا وزنه ای از سقف آویزان می شود دارای انرژی ذخیره شده است که این انرژی به صورت های مختلف در مواد ذخیره می شود بنابراین انرژی پتانسیل انواع گوناگونی دارد:

- **گرانشی- کشسانی- الکتریکی- شیمیایی- مغناطیسی**
- **پتانسیل گرانشی:** این نوع انرژی فقط به علت ارتفاع جسم از سطح زمین وجود دارد.  
سنگی که بالای کوه قرار دارد دارای انرژی ذخیره شده پتانسیل گرانشی هست.
- **پتانسیل کشسانی:** انرژی ذخیره شده در فنر را انرژی پتانسیل کشسانی گویند. وقتی فنری را فشرده یا کشیده کنیم مقداری انرژی در فنر ذخیره می شود.
- **پتانسیل الکتریکی:** انرژی ذخیره شده در بارهای الکتریکی را گویند.  
برای سادگی در گفتار انرژی پتانسیل الکتریکی را انرژی الکتریکی می گوئیم.
- **پتانسیل شیمیایی:** نوعی انرژی پتانسیل که در طی واکنش شیمیایی آزاد می شود یا به دست می آید.
- **انرژی مغناطیسی:** یکی از انواع مختلف انرژی که با حضور میدان مغناطیسی در یک محیط یا ماده به وجود می آید.

□ **انرژی جنبشی:** انرژی که جسم به علت حرکت خود دارد انرژی جنبشی گفته می شود. باد، آب جاری، پرنده ی در حال حرکت دارای انرژی جنبشی هستند.

- انرژی گرمایی، نورانی از نوع جنبشی هستند.
- انرژی مکانیکی هم به شکل انرژی جنبشی و هم به شکل انرژی پتانسیل می تواند باشد.

## نکته مهم

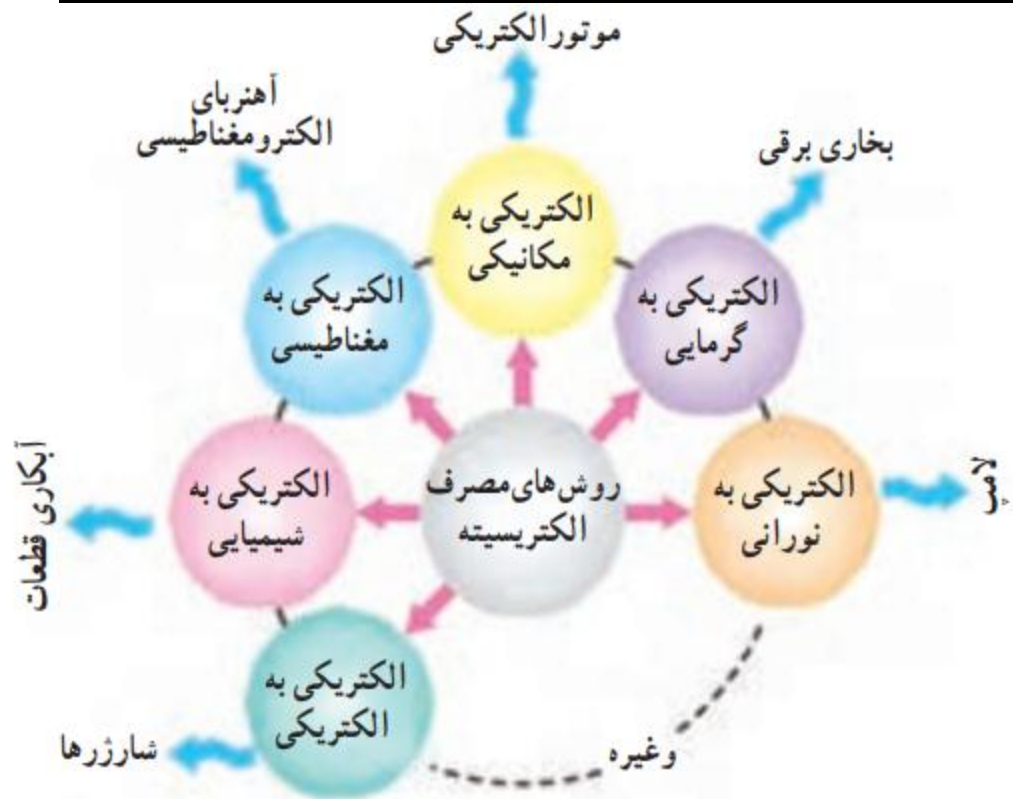
- منبع اصلی تمام صورت ها و انواع انرژی خورشید است.
- مثلا انرژی موجود در مواد غذایی انرژی شیمیایی است.
- گیاهان سبز با استفاده از انرژی نورانی خورشید عمل فتوسنتز را انجام می دهند. در این عمل انرژی نورانی خورشید به انرژی شیمیایی تبدیل می شود. این انرژی در گیاهان ذخیره می شود. با خوردن این گیاهان انرژی به بدن ما منتقل می شود و در هنگام فعالیت روزانه این انرژی آزاد شده و به صورت های مختلف به خصوص گرما و مکانیکی تبدیل می شود.

# انرژی الکتریکی

یکی از انواع انرژی و به انرژی حاصل از انرژی پتانسیل الکتریکی گویند.

تمام انرژی الکتریکی قبل از تحویل به مصرف نهایی انرژی پتانسیل هست و پس از تبدیل می توان انرژی الکتریکی را نوع دیگری مانند گرما، نور، حرکت و... نامید.

انرژی الکتریکی می تواند به انرژی نورانی (لامپ) - گرمایی (بخاری) - مکانیکی (موتور) - مغناطیسی (آهن ربا) - شیمیایی (آبکاری قطعات) یا حتی خودش (شارژرها) تبدیل شود.

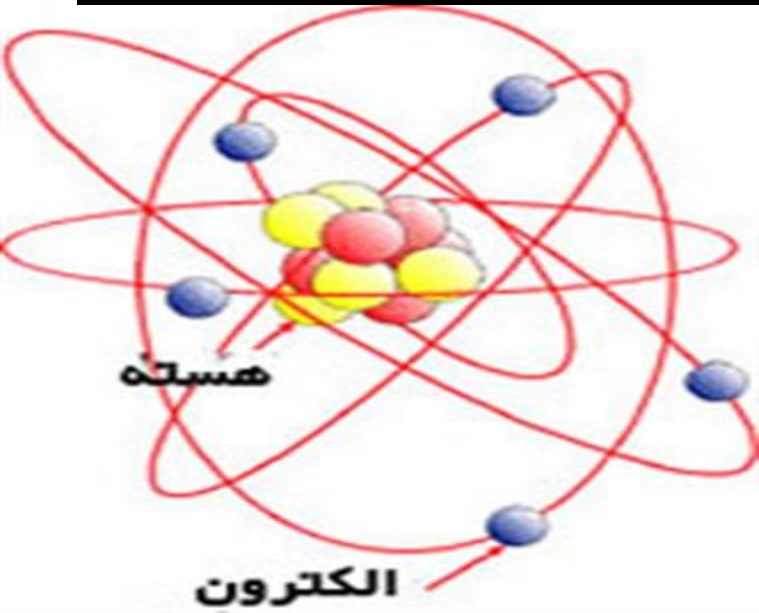
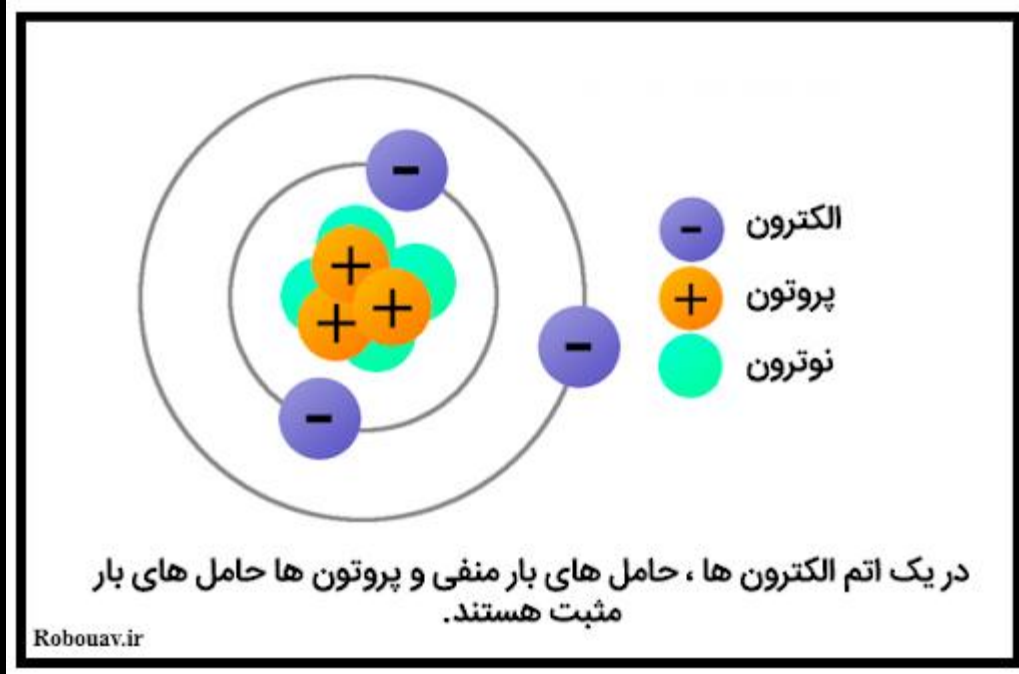
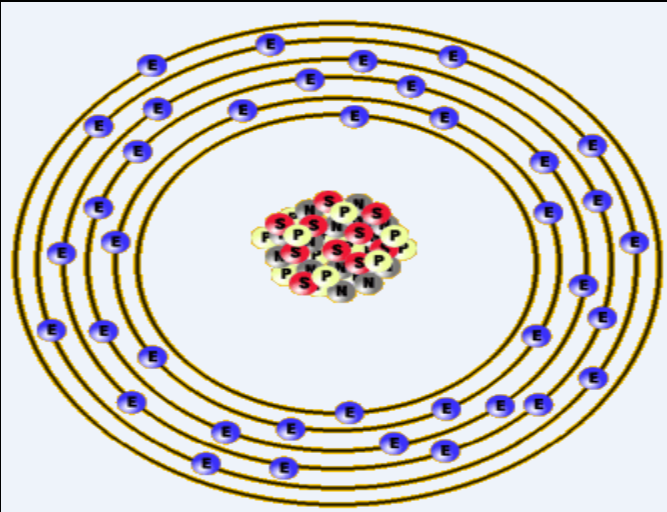


# الکتريسيته از کجا آمده است

در يونان electron برای کهربا استفاده می شود.  
يونانی های قدیم کشف کردند وقتی کهربا (سنگ قهوه ای  
طلایی بسیار زیبا) را به خز یا اشیا دیگر مالش می دهند رفتار  
عجیبی از خود نشان می دهد مانند جذب پر.  
آن ها نمی دانستند چه چیزی باعث این پدیده می شود.  
کلمه لاتین الکتريک به معنی تولید از کهربا به وسیله  
اصطکاک است.  
بنابراین ما کلمه انگلیسی الکتريسيته را از کلمات يونان و  
لاتین در مورد کهربا گرفته ایم.



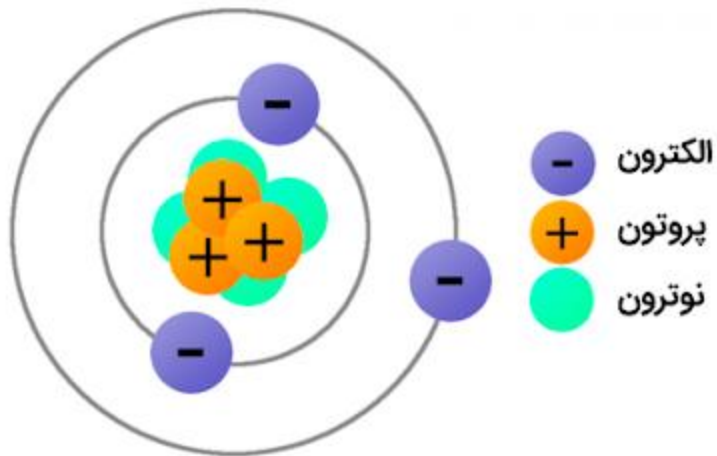
# الکتريسيته



- همه مواد از اتم ساخته شده است.
- سه ذره اصلی اتم پروتون، الکترون و نوترون است.
- الکترون به دور مرکز یا هسته اتم می چرخند و پروتون و نوترون در داخل هسته جای دارند.
- الکترون شامل یک بار منفی و پروتون ها یک بار مثبت دارند و نوترون ها خنثی هستند یعنی نه بار مثبت دارند و نه بار منفی.
- در یک اتم در حالت عادی و پایدار تعداد الکترون ها و پروتون ها با هم برابر است.
- می توان وادارا کرد تا الکترون ها از یک اتم به اتم دیگر حرکت کنند. وقتی الکترون ها بین اتم ها حرکت می کنند جریان الکتريسيته تشکیل می شود.

# تعریف بار الکتریکی

- یک خاصیت ماده است که باعث می شود هنگامی که ماده در مجاورت ماده ی دیگری قرار می گیرد به آن نیرو وارد شود.
- دو نوع است: بار مثبت-بار منفی
- واحد اندازه گیری: کولن



در یک اتم الکترون ها ، حامل های بار منفی و پروتون ها حامل های بار مثبت هستند.

نام ذره	بار (C)	جرم (kg)	شعاع ( $10^{-15} m$ )
الکترون	$-1.6 \times 10^{-19}$	$9.1 \times 10^{-31}$	غیر قابل اندازه گیری با وسایل موجود
پروتون	$+1.6 \times 10^{-19}$	$1.67 \times 10^{-27}$	1/2
نوترون	صفر	$1.68 \times 10^{-27}$	1/2

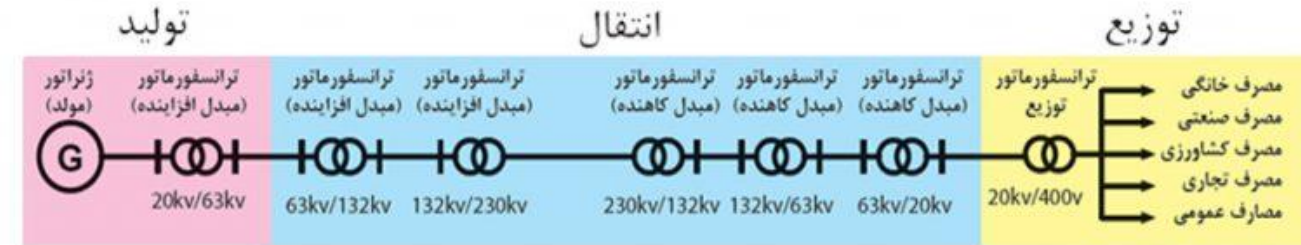


# ساختار شبکه های الکتریکی

فرایند جابه جایی توان الکتریکی را انتقال انرژی الکتریکی گویند.

این فرایند معمولا شامل انتقال انرژی الکتریکی از مولد یا نیروگاه به پست های توزیع نزدیک شهرها یا مراکز تجمع صنایع است.

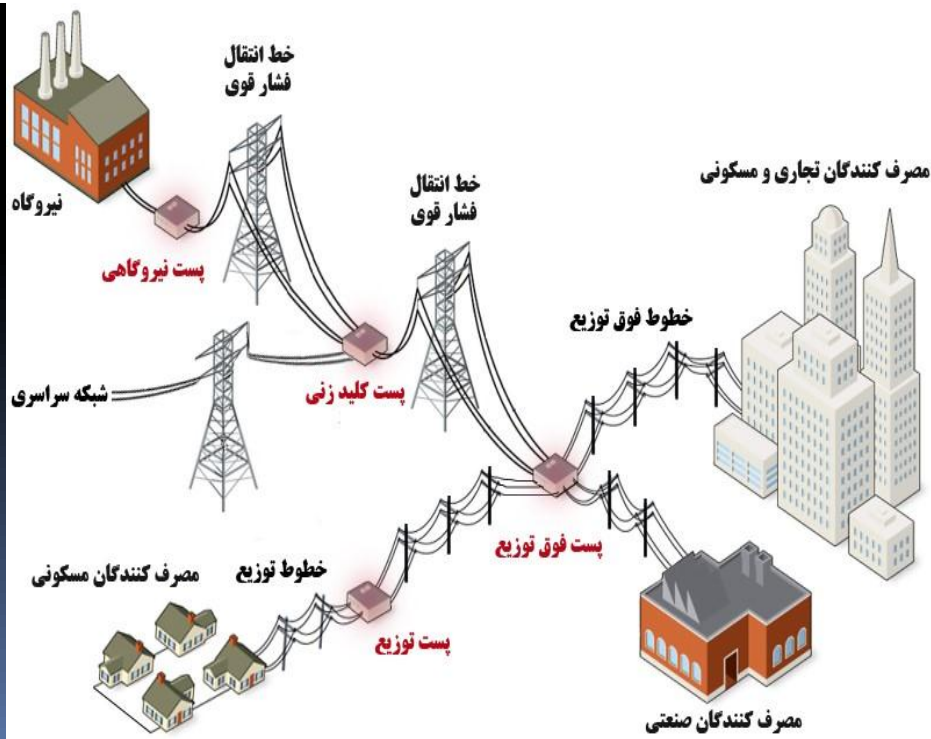
انرژی الکتریکی در فواصل دراز به وسیله خطوط هوایی انتقال می یابد. از خطوط زیر زمینی فقط در مناطق پرجمعیت شهری استفاده می شود.



WWW.KALENGI.IR

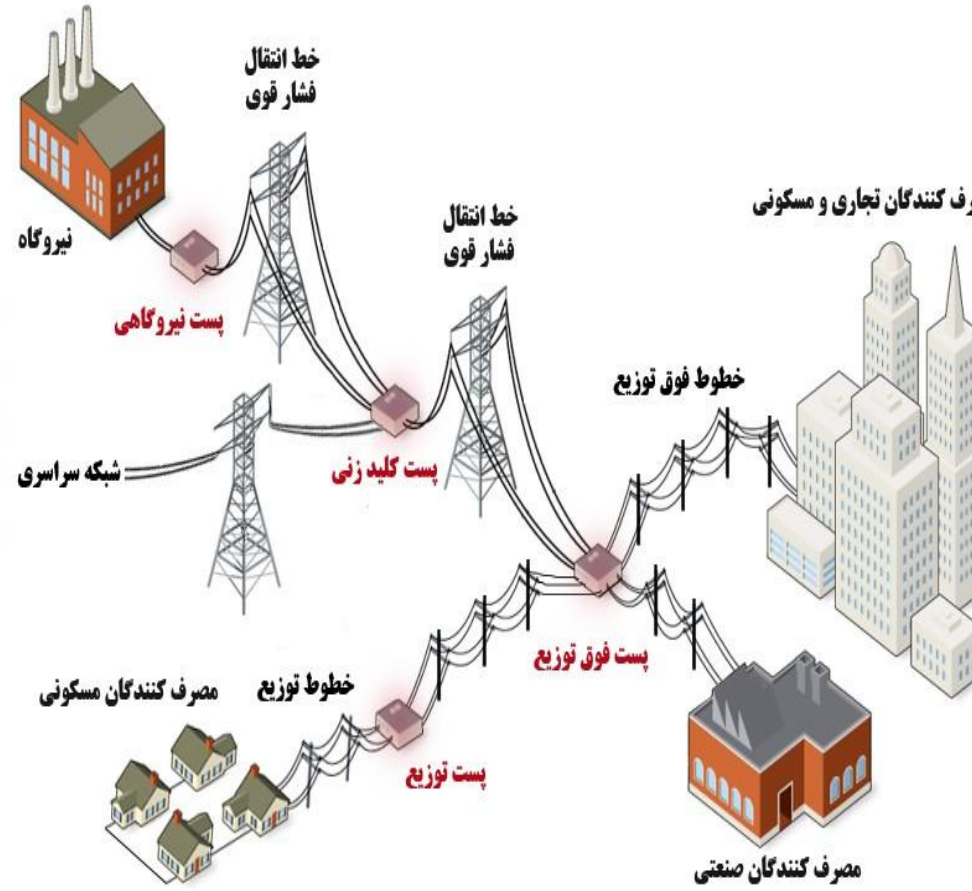
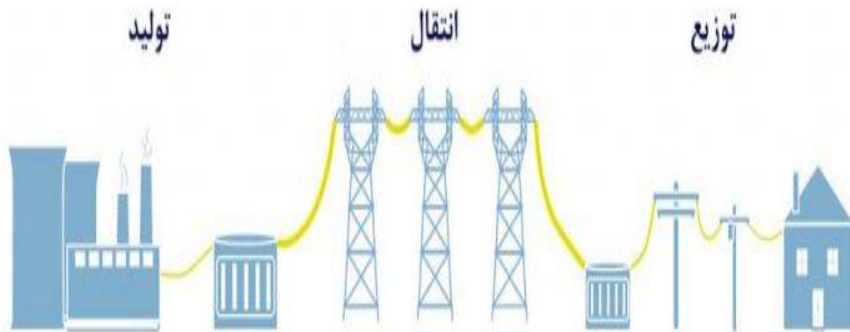


WWW.KALENGI.IR



# ۱- تولید برق در نیروگاه

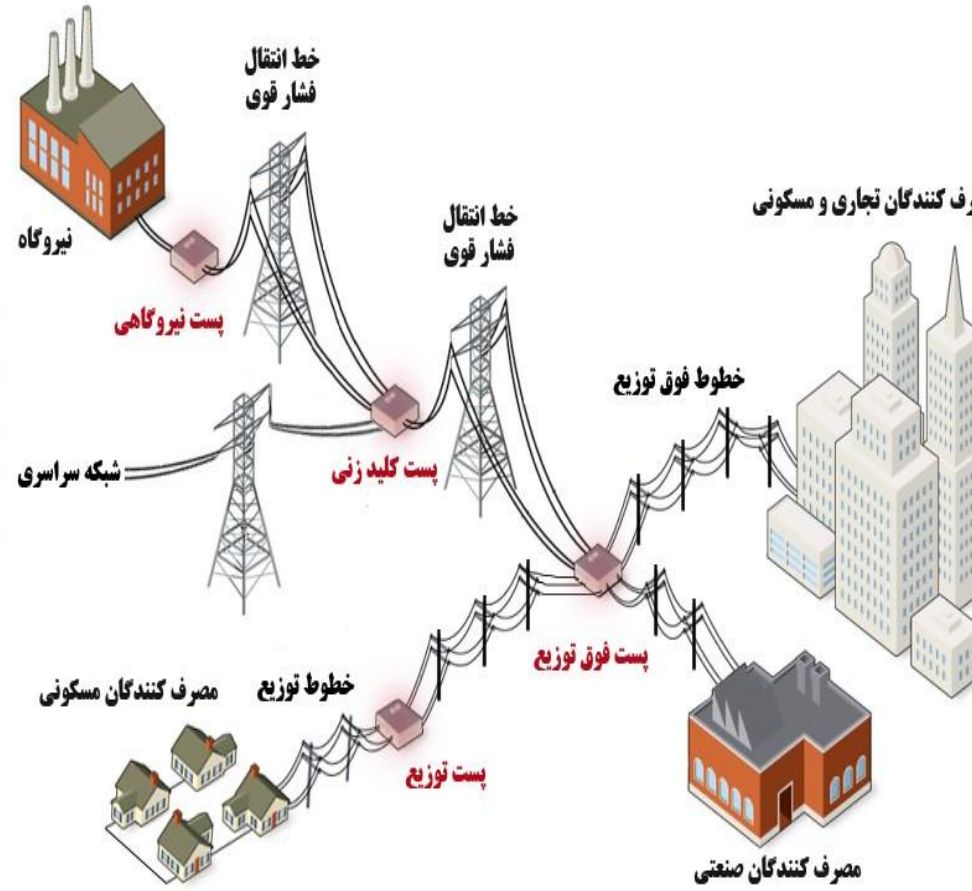
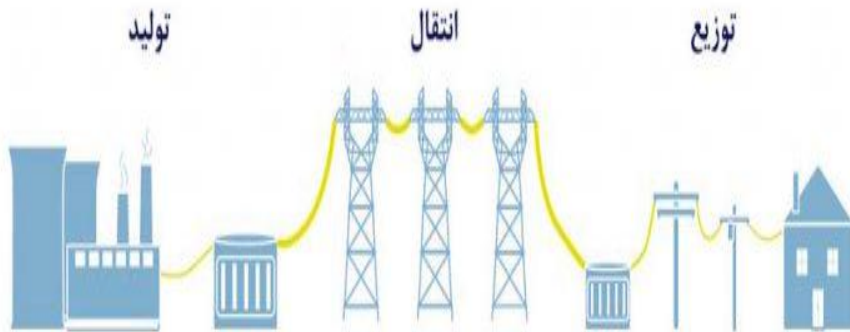
الکتریسیته در نیروگاه ها توسط ژنراتور تولید می شود. ژنراتور برای تولید الکتریسیته نیاز به یک محرک مکانیکی مانند توربین یا یک موتور دیزل دارد. محل نصب ژنراتور و تجهیزات مربوطه را نیروگاه گویند.



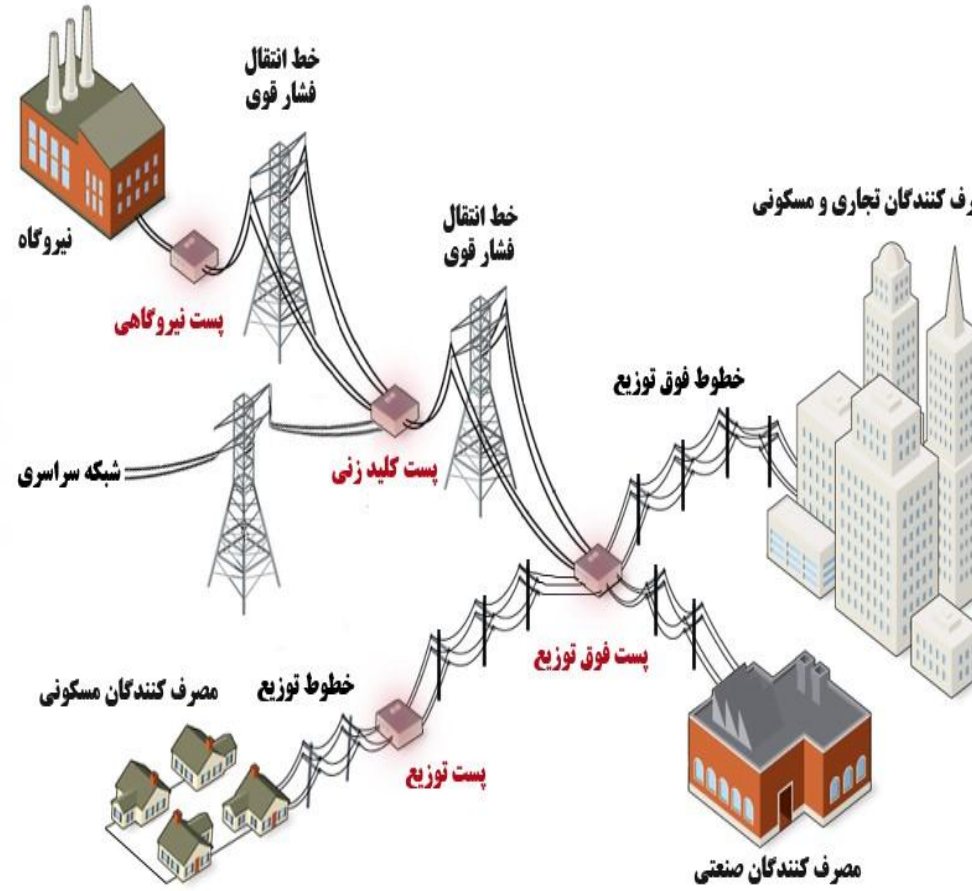
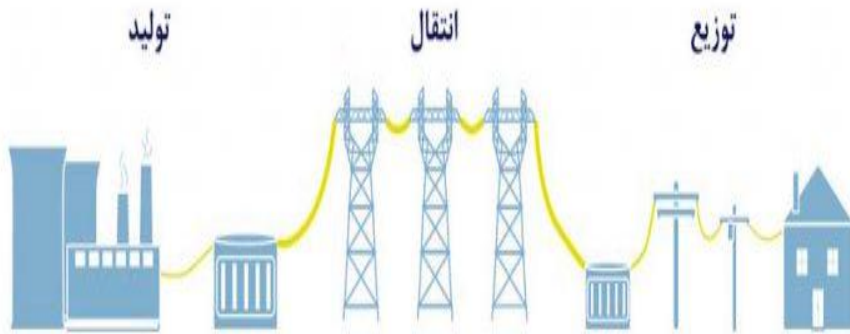


## ۲- انتقال انرژی الکتریکی

- در شبکه برق رسانی برای انتقال انرژی الکتریکی در فاصله بین نیروگاه ها تا شهرها (محل مصرف) از خطوطی استفاده می شود که دارای سطح ولتاژ بالایی هستند و معمولا از پایه های فلزی و تیرهای بتونی بزرگ استفاده می شود چرا که توان انتقالی زیاد است.
- سطح ولتاژ در خطوط انتقال انرژی
- ۴۰۰ کیلو وات - ۲۳۰ کیلو وات - ۱۳۲ کیلو وات - ۶۳ کیلو وات



۳- توزیع انرژی الکتریکی از سیستم انتقال به مصرف کنندگان می  
 رسد.  
 پست های توزیعی که به سیستم انتقال متصل هستند ولتاژ انتقال را  
 به ولتاژ های متوسط (بین ۲ کیلو وات و ۳۵ کیلو وات) با استفاده از  
 ترانسورماتورها کاهش می دهند.



# مواد از نظر هدایت الکتریکی

- **رسانا-هادی:** به راحتی جریان برق را از خود عبور می دهد چون مقدار زیادی الکترون آزاد دارند. مانند نقره-مس-طلا-آلمینیوم و...

- **نارسانا-عایق:** جریان برق را از خود عبور نمی دهد -اتم های داخل این مواد حاوی الکترون های اضافی برای عبور بار الکتریکی نیستند. مانند کاغذ، شیشه، پلاستیک، چوب

- **نیمه رسانا-نیمه هادی:** در شرایط خاصی مانند هادی ها عمل می کنند و در حالت عادی برق را به مقدار ناچیز از خود عبور می دهند. مانند سیلیسیم، ژرمانیم و...



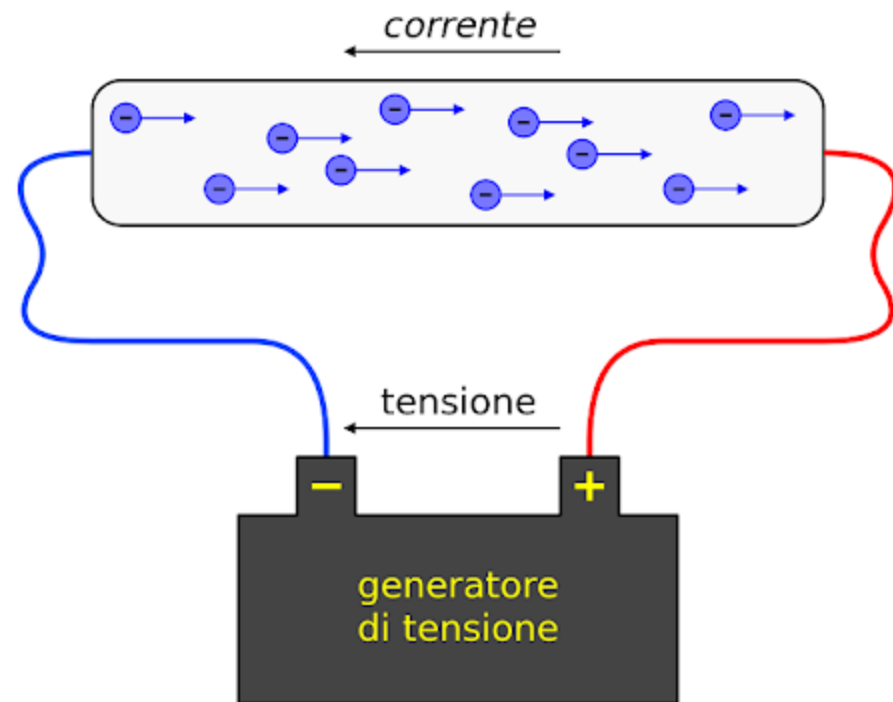
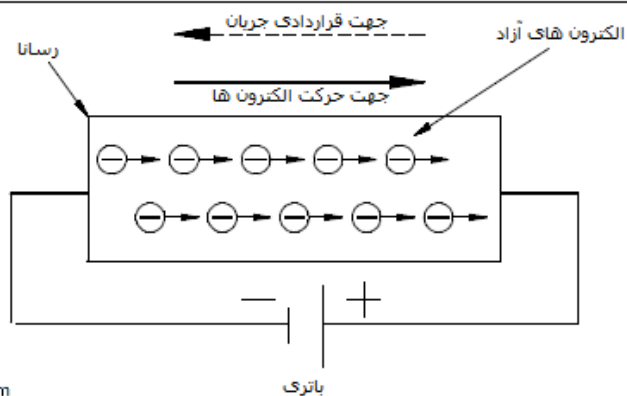
# توان الکتریکی - W



- مقدار انرژی الکتریکی مصرف شده در واحد زمان است.
- سرعت تبدیل انرژی یا آهنگ مصرف انرژی را نیز گویند.
- یکا یا واحد اندازه گیری: وات به افتخار جیمز وات مخترع ماشین بخار
- دستگاه اندازه گیری: وات متر
- توان = ولتاژ \* جریان
- یک وات چیست؟
- اگر یک آمپر جریان درون یک ولت اختلاف پتانسیل الکتریکی به گردش در آید آهنگ کار انجام شده ۱ وات است. (یک ژول انرژی در هر ثانیه یک وات نامیده می شود.)

# شدت جریان الکتریکی

## I-الکتریکی



اعمال اختلاف پتانسیل به دو سر یک رسانا باعث شارش بار الکتریکی، در نتیجه برقراری جریان الکتریکی در آن میشود

هرگاه حامل های الکتریسیته در یک رسانا به حرکت در آیند جریان الکتریکی ایجاد می شود.  
ولی هر حرکتی جریان الکتریکی ایجاد نمی کند بلکه باید در یک مسیر مشخص باشد.  
هرچه تعداد الکترون ها بیشتر باشد مقدار جریان زیاد است.

پس

عبور جهت دار الکترون ها از یک رسانا شدت جریان الکتریکی نام دارد و با حرف  $I$  نمایش می دهند و واحد اندازه گیری آن آمپر است.

شدت جریان مقدار بار الکتریکی عبوری از یک نقطه در واحد زمان است.

یک آمپر چیست؟

اگر یک کولن بار در مدت یک ثانیه از سطح مقطع جسم رسانا بگذرد جریان یک آمپر از آن عبور کرده است.

# اختلاف پتانسیل الکتریکی | ولتاژ-فشار الکتریکی |

$E$  یا  $V$

## □ پتانسیل

- همان گونه که گفته شد صورتی از انرژی است که در یک سامانه به صورت نهفته وجود دارد و قابل تبدیل به انرژی جنبشی است.

## □ اختلاف پتانسیل الکتریکی

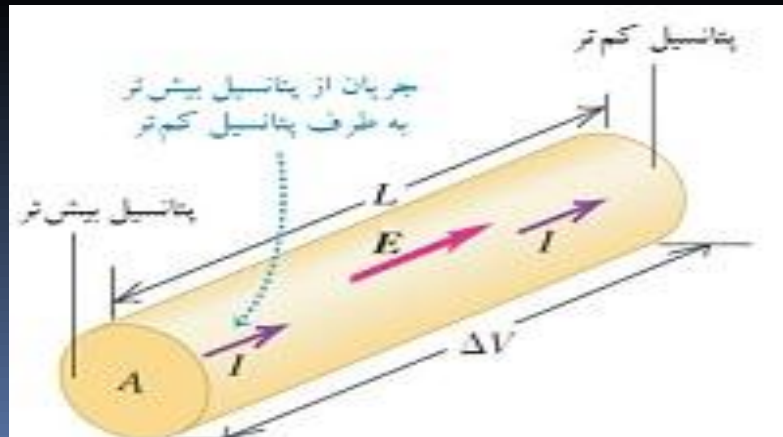
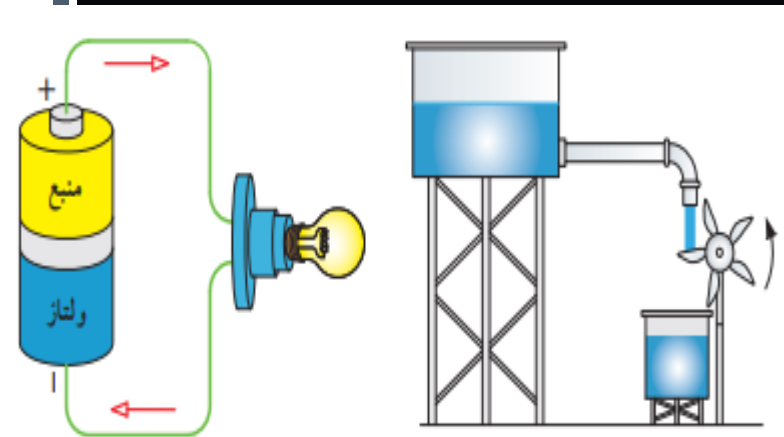
- عاملی برای حرکت الکترون ها بین دو نقطه از مدار الکتریکی است.
- نیروی لازم را جهت ایجاد جریان تامین می کند.
- واحد اندازه گیری: ولت ( $V$ )

## □ مولد الکتریکی

- وسیله ای که اختلاف پتانسیل الکتریکی ایجاد می کند.
- مثلا باتری قلمی  $1.5$  ولتی نیروی محرکه  $1.5$  ولت دارد.
- برق شهر  $220$  ولت نیروی محرکه دارد.

# ولتاژ یا اختلاف پتانسیل الکتریکی به زبانی ساده

- اگر ما دو مخزن داشته باشیم مخزن اول رو الف و مخزن دوم ب نام گذاری شود و این دو مخزن را توسط یک شیلنگ به هم وصل کنیم و سطح آب این دو مخزن با هم اختلاف ارتفاع داشته باشند.
- در این شرایط آب از مخزن الف به داخل مخزن ب سرازیر می شود
- اگر این مثال را به یک مدار تشبیه کنیم اختلاف ارتفاع آب ما ولتاژ یا اختلاف پتانسیل ماست. آب بار الکتریکی و جریان آب معادل شدت جریان الکتریکی است.
- هر چه قطر شیلنگ بیشتر باشد آب بیشتری عبور می کند پس می توان قطر شیلنگ را به جریان ربط داد.





# منابع ولتاژ الکتریکی

یک نمونه منبع ولتاژ مستقیم



چند نمونه باتری و پیل



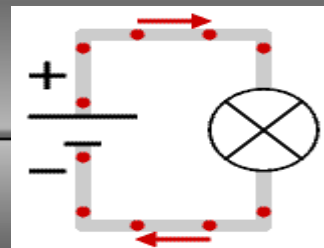
مستقیم-DC

منبع  
ولتاژ

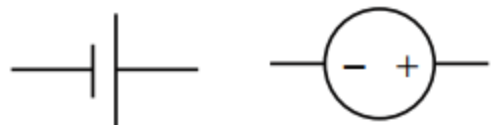
متناوب-AC

اگر جریانی که از منبع الکتریکی به وجود می آید همیشه در یک جهت ثابت حرکت کند، این جریان را مستقیم و منبع ولتاژ را منبع ولتاژ مستقیم گویند. مانند حرکت اتومبیل در خیابان یک طرفه

منابع ولتاژ مستقیم دارای دو قطب مثبت و منفی هستند. مانند باتری ها، پیل ها جهت قرار دادی جریان از قطب مثبت به قطب منفی است.



منابع ولتاژی که قطب مثبت و منفی به ترتیب جابه جا می شوند و با این جابه جایی جهت جریان الکتریکی نیز تغییر می کند. برق شهر یک مولد متناوب است که فرکانس (تغییرات جهت جریان در واحد زمان) آن ۵۰ هرتز است.



نماد مداری منبع DC



نماد مداری منبع AC



# مقاومت الکتریکی - R



- مقاومت یک ماده میزان مخالفتی است که آن ماده در مقابل عبور جریان الکتریکی از خود نشان می دهد.
- واحد اندازه گیری مقاومت اهم ( $\Omega$ ) است.
- **کاربرد مقاومت**
- محدود کردن جریان-تقسیم جریان و ایجاد ولتاژهای مختلف در مدارها(اگر در یک قسمت مدار به ولتاژ کمتری نیاز است با تعبیه ی مقاومت میتوان آن ولتاژ را به دست آورد)
- **یک اهم چیست؟**
- مقاومت هادی است که تحت اختلاف پتانسیل یک ولت، شدت جریانی معادل یک آمپر از آن عبور کند.
- **توان مجاز مقاومت**
- بیشترین توانی است که یک مقاومت می تواند تحمل نماید و بیشتر از آن می سوزد.

مشخصه یک مقاومت

۱-مقدار

۲-تلورانس

۳-توان

برای توان های پایین

۱- مقاومت های ثابت

برای توان های بالا

انواع مقاومت ها

۲- مقاومت های متغیر

- ۱- کربنی
- ۲- لایه ای
- ۳- سیمی

- ۱- قابل تنظیم
- الف - پتانسیومتر
- ب - رئوستا

- ۱- وابسته (تابع)
- الف - تابع حرارت TDR
  - ۱- PTC
  - ۲- NTC
- ب - تابع نور LDR
- ج - تابع ولتاژ VDR
- د - تابع میدان MDR

مقدار مقاومت ثابت با تغییر عوامل محیطی مانند نور و گرما و هم چنین از طریق حرکات مکانیکی قابل تغییر نیست

با چرخاندن دسته مقاومت های متغیر می توان مقدارشان را از صفر تا حدی تغییر داد. مانند ولوم وسایل برقی

مقاومت های وابسته دارای مقدار متغیری هستند با این تفاوت که تغییر مقدار مقاومت در آن ها به نور، گرما و... وابسته است.



LDR      PTC      NTC      MDR      VDR



کربنی (معمولی)

smd (کوچک)



آجری (توان بالا)

www.tablokaran.ir

رئوستا

جهت کنترل جریان



جهت تقسیم ولتاژ

پتانسیومتر



# مقدار مقاومت کربنی

- سه باند اول نشان دهنده ی مقدار مقاومت است.
- باند چهارم (با کمی فاصله) نشان دهنده ی درصد تلورانس است که در جدول مقابل مقدار درصد معادل هر رنگ نوشته شده است.
- نکته: عدم وجود باند چهارم بر روی مقاومت نشان دهنده ی ضریب خطای ۲۰ درصد است.
- روش محاسبه مقدار مقاومت**
- معادل عددی رنگ اول و دوم را می نویسیم و به تعداد معادل عددی رنگ سوم صفر جلوی دو رقم اول می گذاریم.

رنگ	عدد معادل
سیاه	0
قهوه ای	1
قرمز	2
نارنجی	3
زرد	4
سبز	5
آبی	6
بنفش	7
خاکستری	8
سفید	9

رنگ	درصد معادل
قهوه ای	±1%
قرمز	±2%
طلایی	±5%
نقره ای	±10%
بی رنگ	±20%

# مثال

رنگ	عدد معادل
سیاه	0
قهوه ای	1
قرمز	2
نارنجی	3
زرد	4
سبز	5
آبی	6
بنفش	7
خاکستری	8
سفید	9

1 0 2

1 0 00

**1000 اهم**

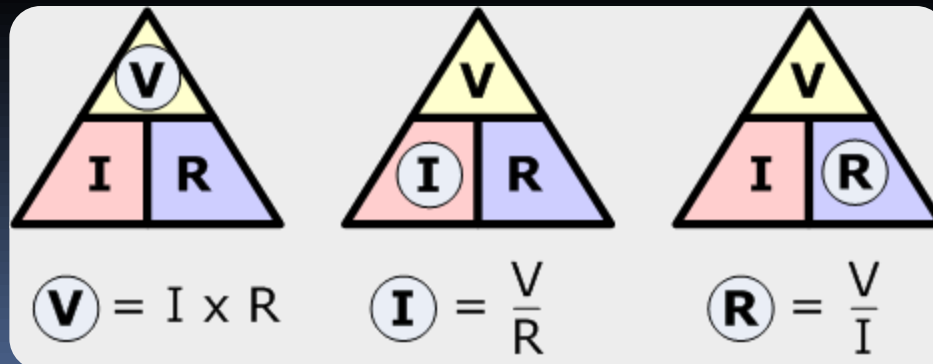
$1000 \times \frac{5}{100} = 50$

رنگ	درصد معادل
قهوه ای	±1%
قرمز	±2%
طلایی	±5%
نقره ای	±10%
بی رنگ	±20%

**950 < مقدار واقعی مقاومت < 1050**

# قانون اهم

- در یک مدار بسته بین ولتاژ، جریان و مقاومت رابطه وجود دارد که نخستین بار توسط گئورگ سیمون اهم کشف شد.
- در یک مدار DC شدت جریان با ولتاژ نسبت مستقیم و با مقاومت نسبت عکس دارد.



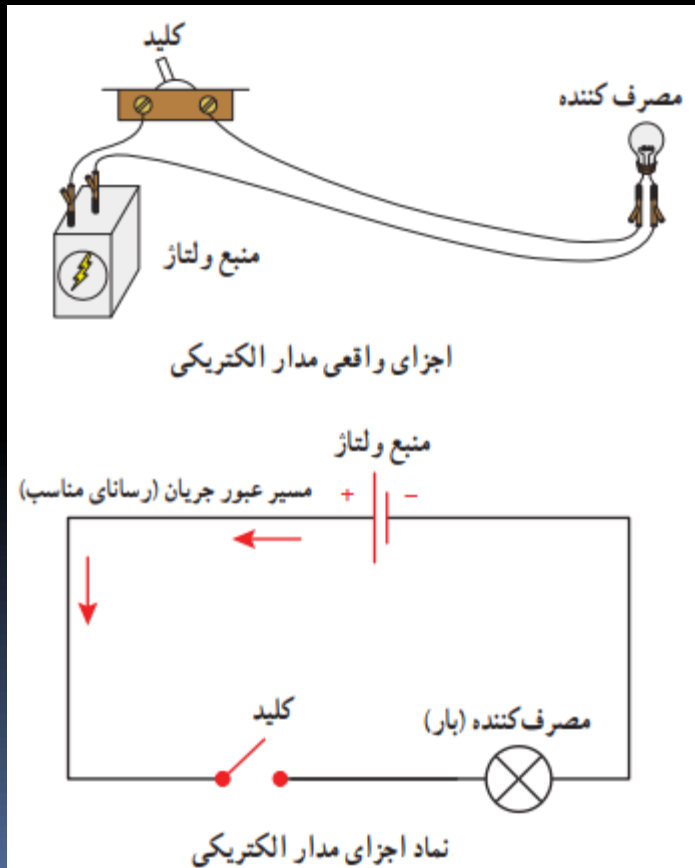
# مدار الکتریکی

## تعریف مدار الکتریکی

مسیر کاملی را که برای عبور جریان وجود دارد مدار الکتریکی گویند.

## نکته مهم (ضرورت مدار الکتریکی)

هر وسیله ی الکتریکی برای این که کار کند ضروری است تا جریان الکتریکی از یک قطب تولید کننده فرستاده شود و پس از عبور از وسیله مورد نظر و انجام کار به قطب دیگر مولد باز گردد.



## اجزای مدار

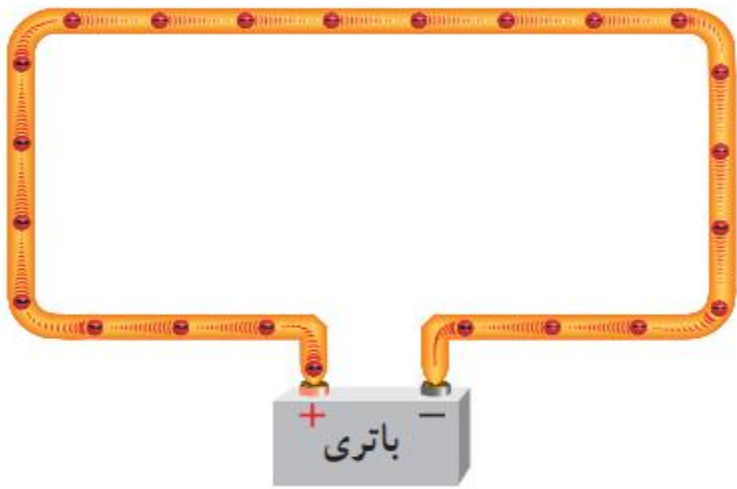
منبع ولتاژ (باتری-ژنراتور)

مسیر عبور جریان (سیم رابط)

مصرف کننده (بار): وسیله تبدیل انرژی الکتریکی به انرژی های دیگر مانند لامپ، موتور الکتریکی

کلید قطع و وصل جریان

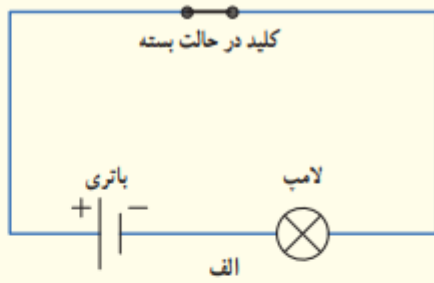
# مدار الکتریکی باز و بسته



مدار کامل (بسته)



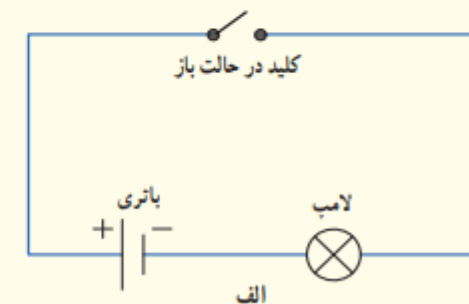
مدار بسته



الف



مدار باز



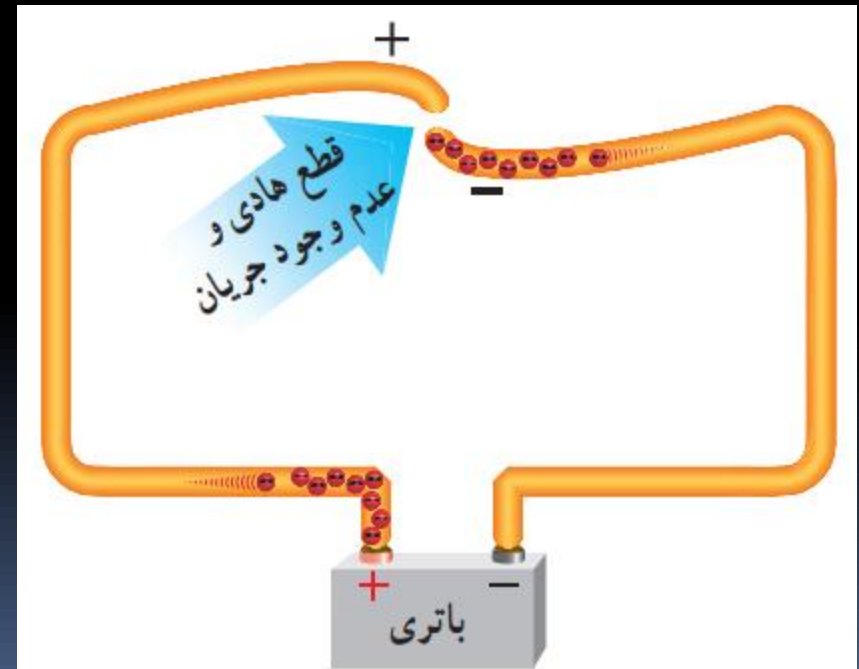
الف

## مدار الکتریکی باز

- ارتباط بین تولید کننده و مصرف کننده در نقطه یا نقاطی قطع می باشد و در نتیجه جریان در مدار وجود ندارد.

## مدار الکتریکی بسته

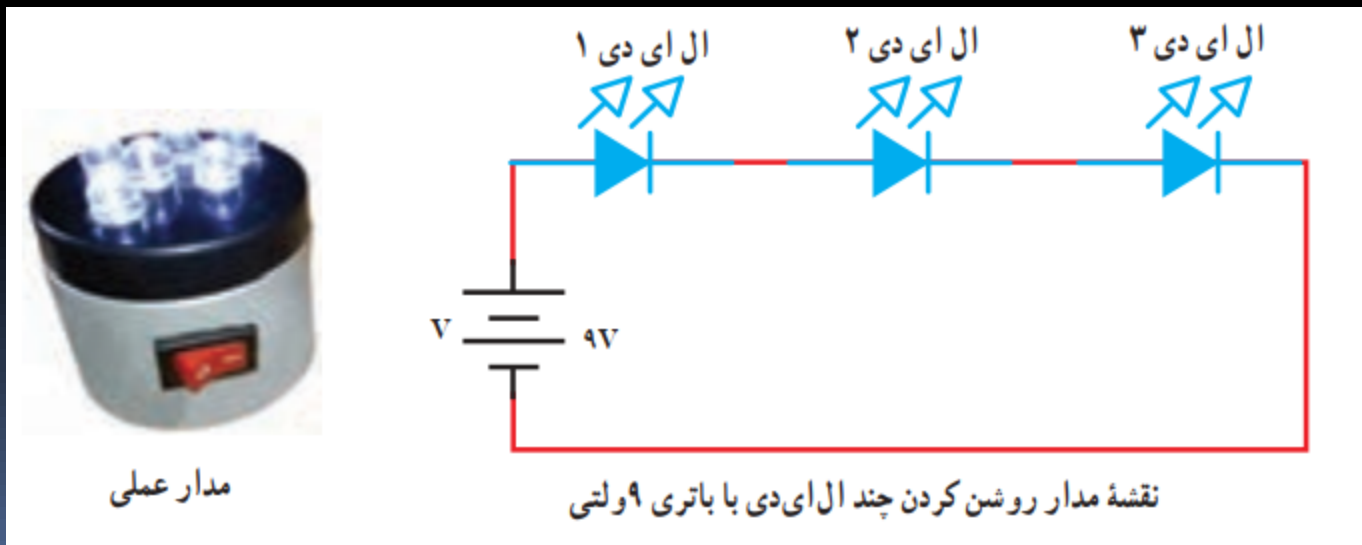
- مسیر عبور جریان کامل هست و مصرف کننده از تولید کننده انرژی دریافت می کند و به صورت های دیگر تبدیل می کند.



مدار باز

# کار کلاسی

- با استفاده از دیود نور دهنده ی معمولی ۳ ولتی، مقاومت مناسب، کلید و باتری می توانید چراغ های متنوع بسازید.





# اتصال کوتاه در مدارها

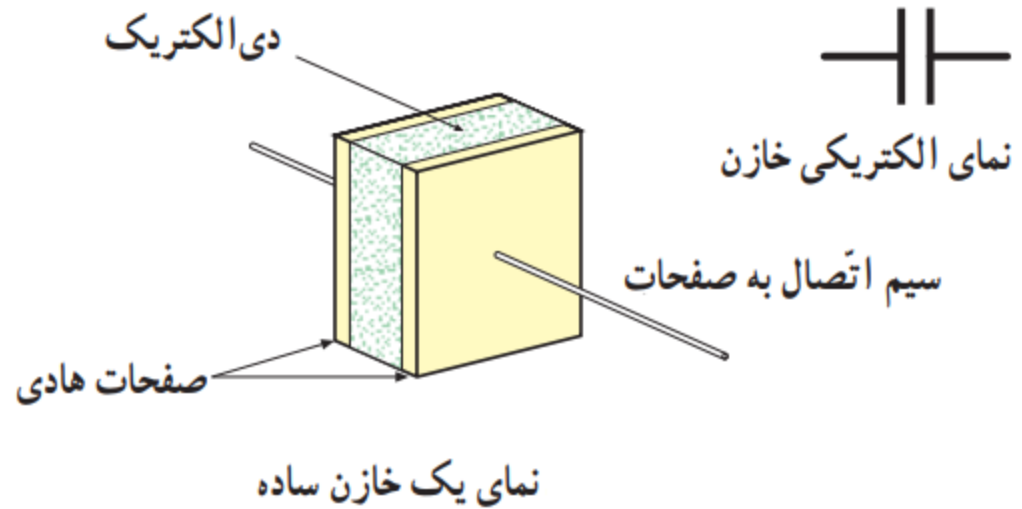
- اتصال کوتاه یک مسیر ارتباطی ناخواسته بین دو قسمت از یک مدار الکتریکی است.
- جریانی که در اثر اتصال کوتاه به وجود می آید جریان اتصال کوتاه گویند.
- اتصال کوتاه می تواند منجر به آسیب مدار، گرمای بیش از اندازه، آتش یا انفجار سیم یا قطعات گردد.
- آسیب های ناشی از اتصال کوتاه را می توان با استفاده از تجهیزاتی مانند فیوزها، قطع کننده های مدار کاهش داد.

## عوامل ایجاد اتصال کوتاه در خانه:



- عایق معیوب
- اتصالات سست
- جویده شدن سیم ها توسط حیوانات مانند موش
- لوازم الکتریکی خانگی قدیمی و معیوب
- انواع اتصالات کوتاه
- ۱- اتصال کوتاه سه فاز به هم (یا سه فاز به نول و زمین)
- ۲- اتصال کوتاه فاز به فاز (دو فاز به هم)
- ۳- اتصال کوتاه فاز به زمین: متداول ترین نوع اتصال کوتاه
- ۴- اتصال کوتاه دو فاز به هم و زمین

# خازن



- همان گونه که یک مخزن آب برای ذخیره کردن مقداری آب به کار می رود خازن وسیله ای است که می تواند بار الکتریکی را در خود ذخیره کند. ذخیره ولتاژ انجام دهد و بعد آزاد نماید.

- خازن ها انواع مختلفی دارند اما همه آنها شامل حداقل دو هادی هستند که توسط یک عایق از یکدیگر جدا می شوند. نام این هادی ها صفحات خازن از جنس فلز و عایق میان آن ها از جنس شیشه، آب، سرامیک و... است.

# کاربرد خازن

- در مدارهای صوتی بسیار به چشم می خورد.
- برای حذف ولتاژDC از سیگنال صوتی کاربرد دارند.
- در برخی مدارهای نوسان ساز(چشمک زن) کاربرد دارد.
- برای ذخیره کردن انرژی در کمپرسور استفاده می شود.
- در جاهایی که نیاز به ایجاد تاخیر است مانند تایمر چراغ راه پله استفاده می شود.
- در بردهای الکترونیکی برای حذف نویز به وجود آمده در مسیرهای مسی استفاده می شود.
- دریک منبع تغذیه می تواند وظیفه تبدیل ولتاژ متناوب به ولتاژ مستقیم را بر عهده گیرد.

# ظرفیت خازن

- میزان توانایی خازن در ذخیره انرژی الکتریکی
- واحد اندازه گیری: فاراد
- انرژی اندوخته در خازن با مقدار کار برای باردار کردن آن برابر است.
- **یک فاراد چیست؟**
- خازنی با ظرفیت یک فاراد می تواند به ازای یک ولت ولتاژ ورودی، یک کولن بار الکتریکی ذخیره کند.

# انواع خازن

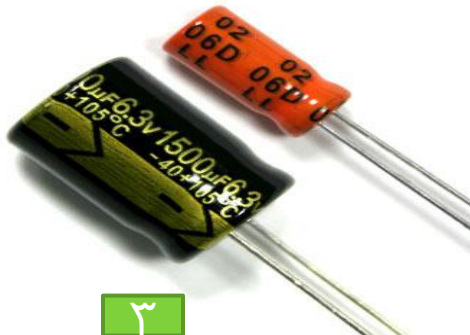
- ۱- عدسی
- ۲- سرامیکی
- ۳- الکتrolیتی
- ۴- ورقه ای
- ۵- میکا
- ۶- روغنی و گازی
- ۷- متغیر



۱



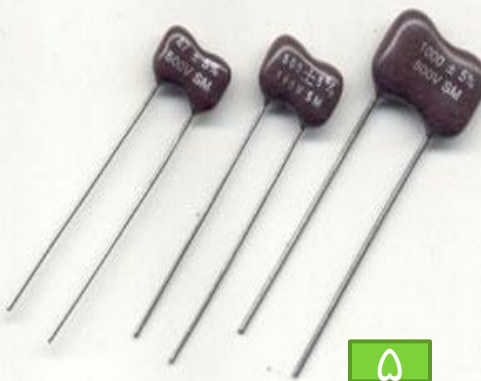
۲



۳



۴



۵



۶



۷

# دیود نور دهنده-LED

قطعه ای الکترونیکی که دو سر دارد و جریان الکتریکی را در یک جهت از خود عبور می دهد و در جهت دیگر در مقابل گذر جریان مقاومت بسیار بالایی از خود نشان می دهد. دیود ها از عبور جریان در مسیر های ناخواسته یا غیر منتظره در مدار جلوگیری می کنند.

دو پایه دارد: کاتد (پایه ی منفی)-آند (پایه ی مثبت)  
همواره جریان از قطب مثبت به قطب منفی هدایت می شود.

## نحوه ی شناسایی قطب ها در دیود ها

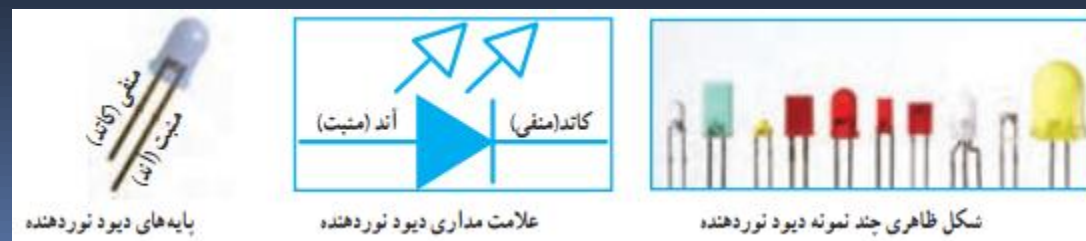
۱- سمت کاتد یا منفی یک نوار سفید رنگ اطرافش کشیده شده است.

۲- پایه ی آند از کاتد بلندتر است.

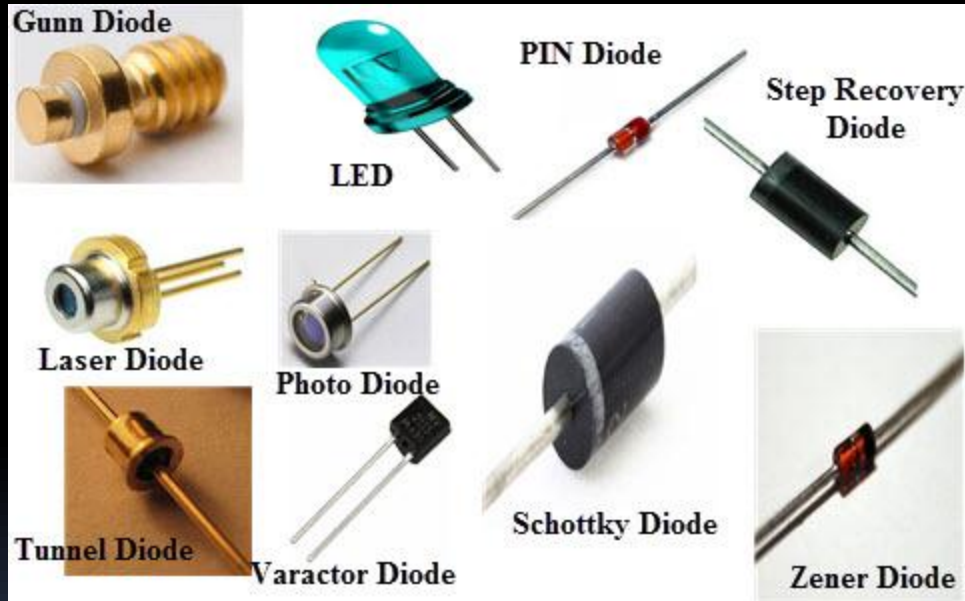
۳- اگر داخل ال ای دی نگاه کنید فلز متصل به آند بسیار کوچکتر از فلز کاتد است.

نکته مهم:

چون دیود نور دهنده در مدار هیچ مقاومتی ندارد به طور معمول نیازمند یک مقاومت محدود کننده جریان هستند که با ال ای دی به صورت سری در مدار قرار گیرند و عدم استفاده از آن باعث سوختن ال ای دی می شود. مقاومت ۴۷۰ اهمی برای این کار کافی است.



# انواع دیگر دیود

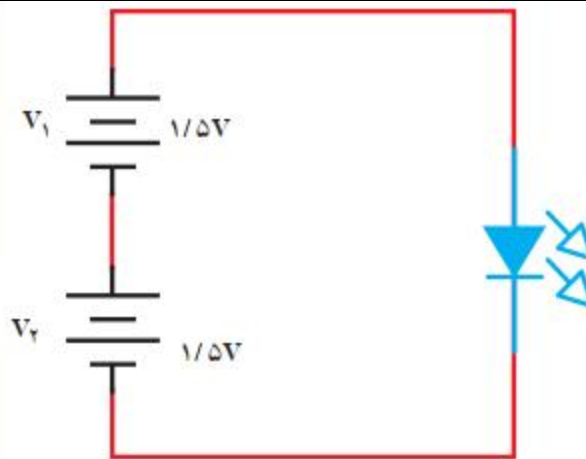


# کار کلاسی

- به کمک یک دیود نور دهنده ی ۳ ولتی، جا باتری، دو عدد پیل قلمی ۱.۵ ولتی، یک چراغ قوه کوچک دست ساز درست کنید.
- نکته: هنگام اتصال قطب های مثبت و منفی باتری به دیود نور دهنده، باید اتصال صحیح پایه های دیود رعایت شود.



چراغ قوه ساخته شده



نقشه مدار چراغ قوه ساده



# بارش فکری

- اگر از یک باتری کتابی ۹ ولتی استفاده کنید، دیود می سوزد، چرا؟
- شدت جریانی که یک باتری ۹ ولتی به علت اختلاف پتانسیل بالا ایجاد می کند زیاد است و دیود را می سوزاند

# ترازیستور-قلب تپنده ی مدار های الکترونیکی

## تعریف

قطعه ای الکترونیکی که معمولا برای قطع و وصل جریان و تقویت ولتاژ و جریان استفاده می شود. در حقیقت کلیدی الکترونیکی است که می تواند جریان را در بخشی از مدار قطع نماید. جنس آن از نیمه رسانای سیلیسیم یا ژرمانیم است. در ترانزیستور برخلاف مقاومت، دیود، سلف و... که جریان از یک طرف وارد و از طرف دیگر خارج می شود فرایند پیچیده تری انجام می گیرد.

## ترانزیستور دارای سه پایه است

امیتر: پخش کننده

کلکتور: جمع کننده (جمع کردن الکترون ها از لایه ی بیس)

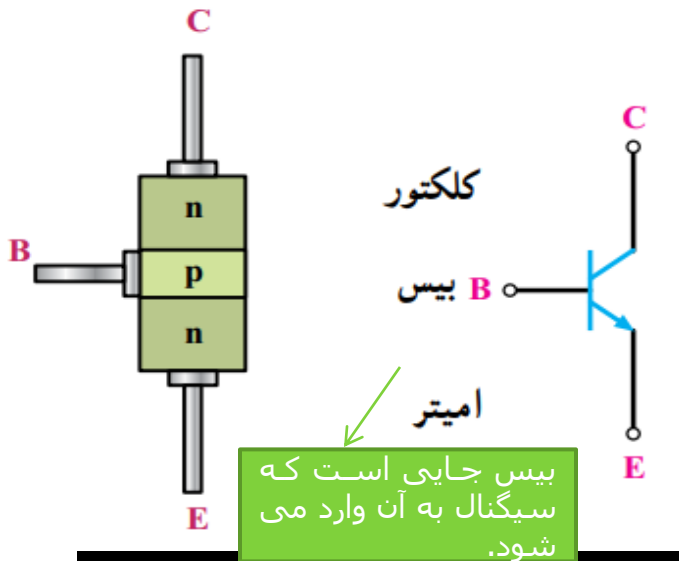
بیس: پایه

## مکانیزم ترانزیستور

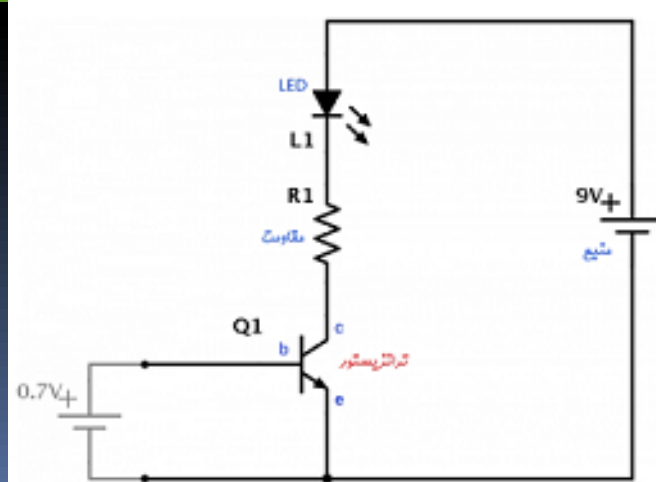
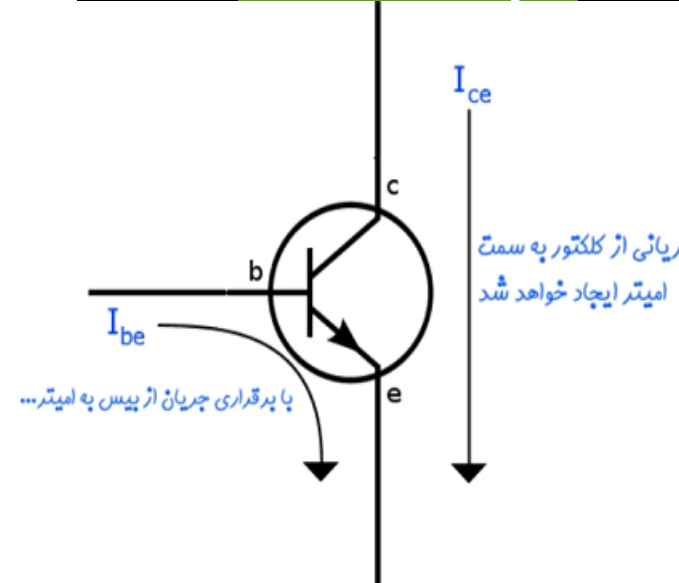
با اتصال برق به یکی از پایه های آن می توان جریان عبوری از دو پایه ی دیگر را کنترل کرد. بدین معنی که اگر به پایه ی مذکور جریانی متصل نگردد دو پایه ی دیگر مانند مدار باز و اگر جریان کافی متصل شود مانند اتصال کوتاه عمل خواهند نمود. با تغییر این جریان می توان میزان جریان عبوری از دو پایه ی دیگر را از صفر تا حداکثر مجاز برای ترانزیستور تغییر داد.

# انواع ترانزیستور

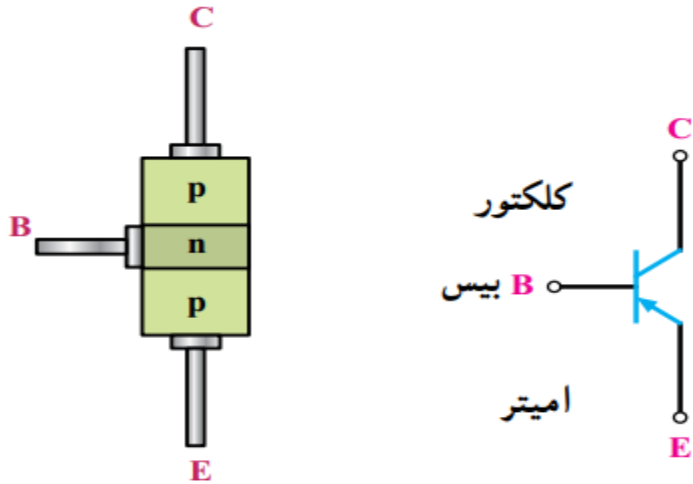
NPN



ساختمان آن مشابه دو دیود است که از سمت قطب مشابه به هم وصل هستند. (البته فقط یک فرض هست) و در عمل این گونه ساخته نمی شوند. جریان عبوری از امیتر به کلکتور را توسط بیس کنترل می کند. هنگامی که یک جریان به پایه ی بیس وارد می شود. آن را تقویت کرده و جریان زیادی بین کلکتور و امیتر عبور می کند. با برقراری جریان از پایه ی بیس به سمت امیتر، جریانی از کلکتور به سمت امیتر ایجاد می شود.

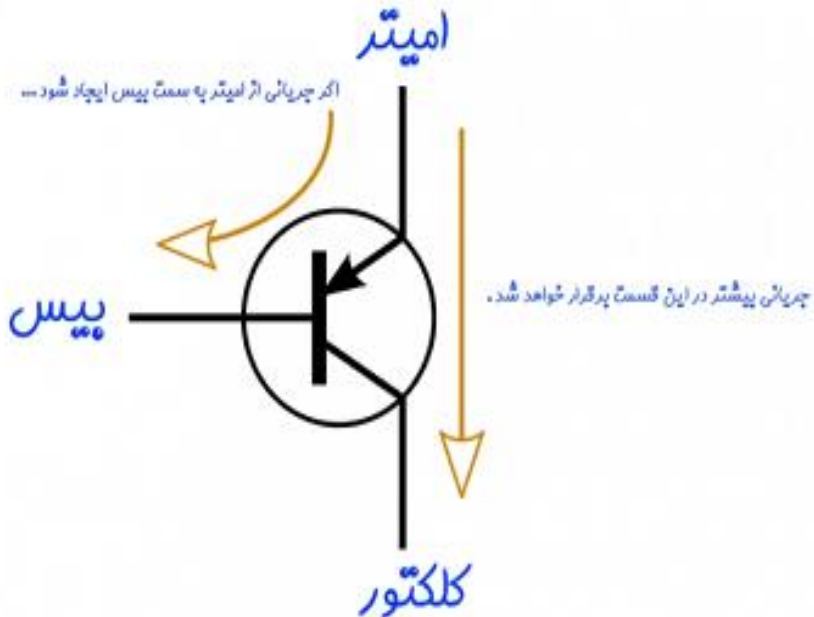


در این مدار جهت روشن کردن ترانزیستور باید ولتاژ ۰.۷ ولت بین پایه های بیس و امیتر برقرار شود و در حقیقت ترانزیستور نقش یک کلید را ایفا می کند.



دقیقا مخالف با ترانزیستور NPN است. در حقیقت به منظور روشن کردن ترانزیستور PNP باید جریان الکتریکی از پایه امیتر به سمت بیس ایجاد شود.

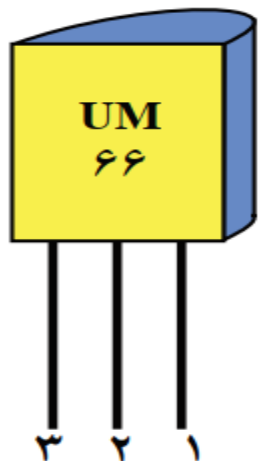
PNP



تفاوت ظاهری امیتر و کلکتور: ضخامت و بزرگی لایه ی کلکتور به مراتب از امیتر بیشتر است

# مدار مجتمع

- مجموعه ای از قطعات الکترونیکی شامل ترانزیستور، مقاومت، خازن و سلف است که با استفاده از مواد نیمه رسانا در ابعادی کوچک ساخته می شوند.
- می توانند از ۳ تا بیش از ۱۰۰ پایه داشته باشند.
- برای ساخت آی سی ها تعدادی ریز تراشه روی لایه ای نازک از یک نیمه هادی (غالباً سیلیکون) به صورت لایه لایه قرار داده می شود.
- طراحان سعی می کنند در ساخت آی سی ها تا حد امکان از ترانزیستور استفاده کنند. مثلاً در حجمی که مقاومت قرار می گیرد می توان چند ترانزیستور کوچک جای داد.



- آی سی ها
- ۱- آنالوگ
- ۲- دیجیتال
- ۳- آنالوگ-دیجیتال

# مولتی متر

دستگاهی است که برای اندازه گیری چند کمیت الکتریکی مانند ولتاژ، جریان، مقاومت الکتریکی، ظرفیت خازنی و... استفاده می شود. (ولت متر: اندازه گیری اختلاف پتانسیل - آمپر متر: اندازه گیری شدت جریان - اهم متر: اندازه گیری مقاومت مدار)

دو نوع مولتی متر داریم

۱- عقربه ای (آنالوگ)

۲- دیجیتالی



# تست سالم بودن مولتی متر بازر یا بیزر

- سلکتور (کلید چرخان) را در حالت بیزر (که علامت انتشار صدا دارد) قرار می دهیم و پراب های مثبت و منفی را به هم وصل می کنیم. باید صدای بیزر شنیده شود که نشان دهنده ی سالم بودن مولتی متر است.



# اجزای مولتی متر



صفحه نمایش

خاموش (AC) محدوده ولتاژ متناوب

محدوده ولتاژ ثابت (DC)

محدوده جریان ثابت (DC)

کلید سلکتور

محدوده اندازه گیری مقاومت ها

محدوده تست ترانزیستور

رنج بیزر

ترمینال های ورودی پراب ها  
COM: به معنی پایه ی اشتراک منفی-متصل به پراب مشکی  
VΩmA: پایه اشتراک مثبت-اندازه گیری ولتاژ، مقاومت و جریان های کوچک در حد میلی آمپر-متصل به پراب قرمز  
10A: اندازه گیری جریان های نسبتا بزرگ در حد ۵۰۰ میلی آمپر تا ۱۰ آمپر-متصل به پراب قرمز رنگ



# اندازه گیری ولتاژ ثابت با مولتی متر



- ۱- کلید سلکتور را روی محدوده ی ولتاژ ثابت قرار می دهیم.
- ۲- چون ولتاژ یک باتری را اندازه می گیریم سلکتور را روی عدد ۲۰ قرار می دهیم.
- ۳- پراب قرمز رنگ را به ترمینال  $V\Omega mA$  و مشکی را به ترمینال COM وصل می کنیم.
- ۴- پراب قرمز را به قطب مثبت و مشکی را به قطب منفی وصل می کنیم.
- ۵- عدد ۱.۵ روی نمایشگر ظاهر میگردد (اگر جای پراب ها برعکس باشد عدد ۱.۵- نمایش داده می شود).
- نکته: در اندازه گیری ولتاژ، مولتی متر به صورت موازی با منبع بسته می شود.
- وقتی ولتاژ یک عنصر الکترونیکی را اندازه می گیرید، بایستی برق آن مدار وصل باشد.

# اندازه گیری جریان ثابت با مولتی متر

۱- کلید سلکتوری را در محدوده ی جریان ثابت قرار می دهیم. (فرض می کنیم نمی دانیم این مدار چه جریانی می کشد پس کلید را روی بالاترین مقدار یعنی عدد ۱۰ قرار می دهیم.)

۲- پراب قرمز رنگ را به ترمینال 10A و پراب مشکی را به ترمینال COM وصل می کنیم.

در صورتی که اعداد نامفهومی مثل ۱ یا ۰ در صفحه نمایش ظاهر شود یعنی رنج جریان را بیش از حد بالا در نظر گرفته ایم آن گاه باید کلید سلکتوری را روی گزینه های دیگریمانند ۲۰ میلی آمپر یا ۲۰ میلی آمپر قرار داده و پراب قرمز رنگ را به ترمینال ۷۰mA وصل کنید.

۳- سیم مثبت ورودی به مصرف کننده را قطع کرده و مولتی متر را سری می کنیم.

نکته: در اندازه گیری شدت جریان مولتی متر به صورت سری با مدار بسته می شود.



# اندازه گیری مقاومت با مولتی متر



- ۱- کلید سلکتوری را در محدوده ی مقاومت قرار می دهیم. (چون نمی دانیم مقاومت مورد نظر چند اهم است از بالاترین عدد شروع می کنیم و در صورت رویت اعداد نامفهوم در صفحه نمایش کلید سلکتوری را روی مقادیر کمتر قرار می دهیم.)
- ۲- پراب مشکی را به ترمینال COM و پراب قرمز را به ترمینال  $V\Omega mA$  وصل می کنیم.
- ۳- هنگام خواندن مقاومت یکی از سه حروف اختصاری  $M, m, k$  نشان داده می شود.
- $m$ : میلی: عدد نشان داده شده باید در  $0.001$  ضرب شود.
- $K$ : کیلو: عدد نشان داده شده باید در  $1000$  ضرب شود.
- $M$ : مگا: عدد نشان داده شده باید در  $1000000$  ضرب شود.
- نکته: هنگام اندازه گیری مقاومت یک عنصر مولتی متر را به صورت موازی با آن می بندیم.
- قبل از اندازه گیری مقاومت یک عنصر باید برق مدار را قطع کنید تا نتیجه ی به دست آمده صحیح باشد.

# کار کلاسی

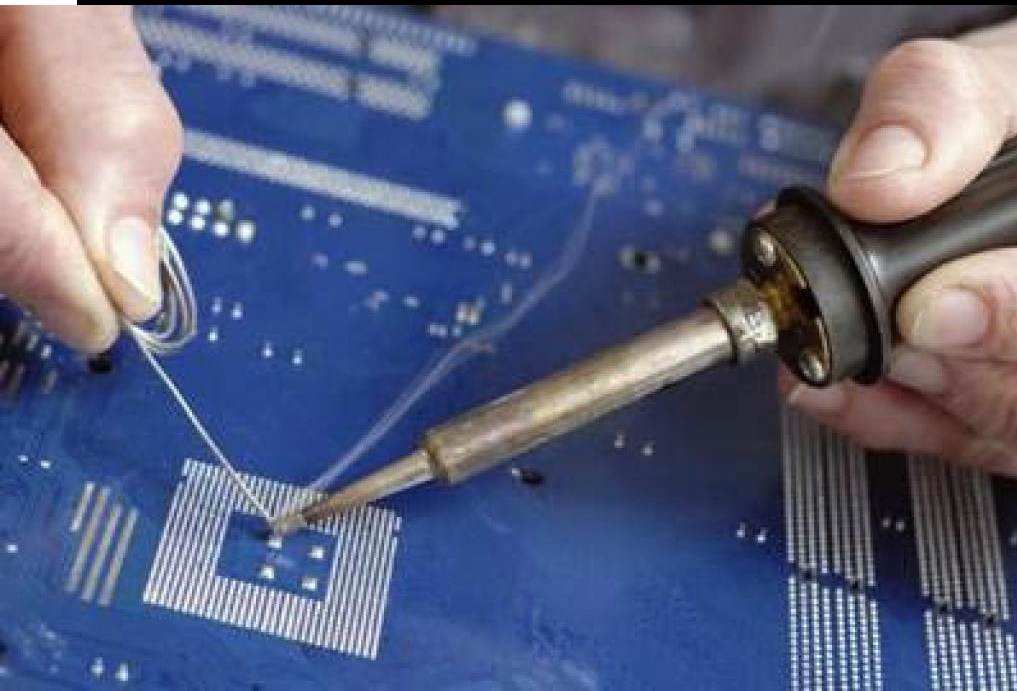
- ولتاژ دو پیل نو و کارکرده را با مولتی متر اندازه گیری کنید و در جدول بنویسید.

پیل کار کرده	پیل نو	نوع باتری (پیل)
۱.۳۵	۱.۵۱	ولتاژ (v)

علت اختلاف ولتاژ دو پیل نو کارکرده به علت تخلیه انرژی الکتریکی پیل کارکرده است

# لحیم کاری

- فرایند اتصال دو قطعه به یکدیگر از طریق ذوب و انجماد یک آلیاژ زود ذوب را لحیم کاری گویند.
- در لحیم کاری برخلاف جوشکاری فلز پایه ذوب نمی شود و فقط فلز لحیم یا پر کننده ذوب می شود.



# اجزاهای لحیم کاری

## ۱-سیم لحیم

- آلیاژی از چند فلز مختلف که در اتصال ثابت فلزات به ویژه سیم ها و کابل ها به یکدیگر کاربرد دارد.
- ترکیب اصلی آن قلع و سرب است.
- آزمایش نشان داده است که اگر نسبت قلع و سرب در حدود ۶۳ به ۳۷ باشد نقطه ی ذوب در کم ترین حد خود حدود ۱۹۰ درجه سلسیوس خواهد بود.
- معمول ترین سیم لحیم ۶۰ به ۴۰ است. یعنی ۶۰ درصد قلع و ۴۰ درصد سرب
- ضخامت سیم لحیم ۰.۶ تا ۱ میلی متر برای مدارها مناسب است.



# ابزارهای لحیم کاری

## ۲- هویه

- وسیله ای است که برای ذوب لحیم و اتصال قطعات فلزی به یکدیگر به کار می رود.
- هویه ها هرچه توان بالاتری داشته باشند گرمای بیشتری تولید می کنند.
- برای لحیم کاری قطعات الکترونیکی مناسب ترین توان ۲۰-۴۰ وات است.

هویه

گازی-  
چکشی

برقی

قلمی

هفت تیری

با چراغ پریموس  
داغ می شوند-برای  
اتصالات سنگین  
استفاده  
می شوند-  
۳قسمت  
دارند:دسته فلزی-  
دسته چوبی-سر  
مسی



از یک سیم پیچ  
نیکل-کروم که  
دارای مقاومت  
زیادی است و به  
دور عنصر حرارتی  
پیچیده شده  
ساخته شده  
است.توانی بین ۲۰  
تا ۵۰۰ وات دارند.



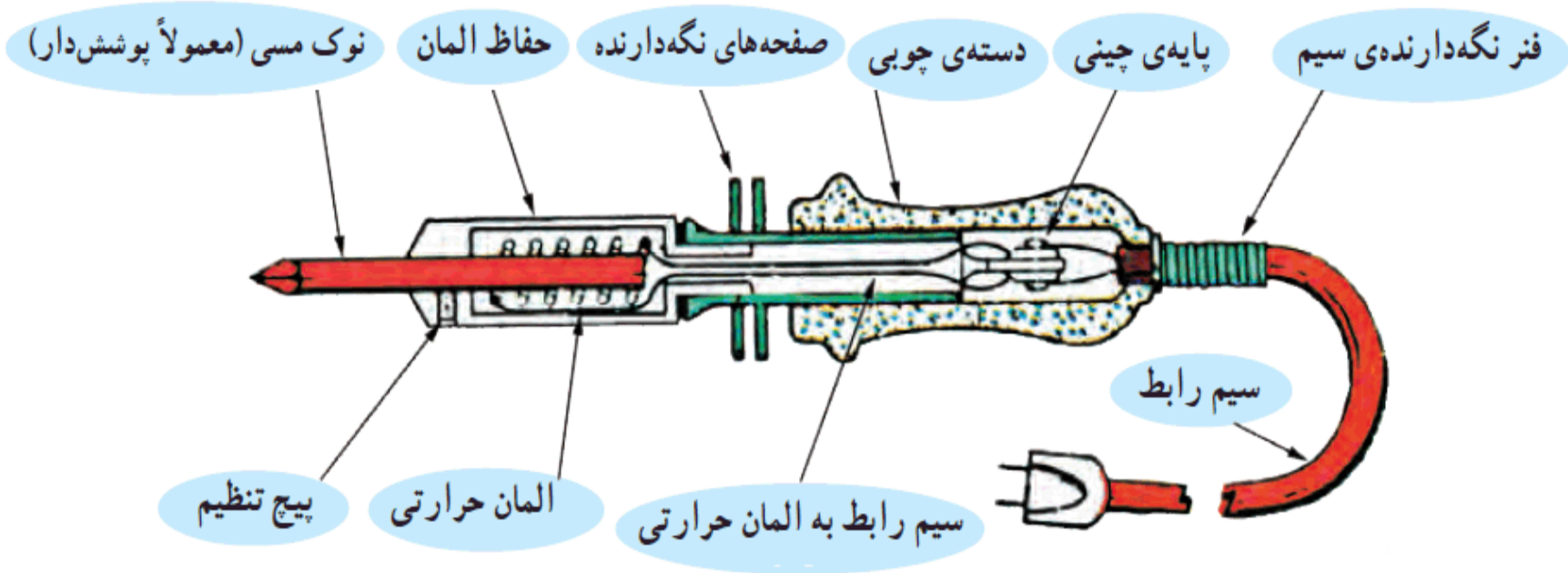
سرعت بالا رفتن  
دما در آن ها زیاد  
است-از  
ترانسفورماتور برای  
کاهش ولتاژ و  
افزایش جریان در  
نوک هویه استفاده  
می کنند تا بر اثر  
عبور جریان زیاد از  
نوک هویه گرمای  
لازم برای بالا بردن  
دما ایجاد شود-برای  
توان های ۱۰۰ وات  
به بالا ساخته می  
شوند





# ساختمان هویه

اساس کار هویه اين است كه بر اثر عبور عبور جريان الكترسيته از يك المنت حرارت توليد شده و به نوک هویه منتقل می شود.



قسمت های مختلف یک هویه ی قلمی



# سایر ابزارهای لحیم کاری



روغن لحیم: حاوی ماده ای به نام کلوفون که حلال اکسید و مواد زاید است.

هولدر هویه

اسفنج تمیز کاری یا سیم برنجی

قلع کش: ابزاری برای برداشتن قلع های اضافی از روی برده های الکترونیکی-پس از آب شدن قلع می توان با این وسیله آن را برداشت.

سمباده

# مراحل انجام لحیم کاری



تمیز کردن محل اتصال

۱- نوک هویه را با اسفنج نسوز تمیز نمایید و هرگز سمباده نزنید. (زود خراب می شود).

اگر نوک هویه پس از تمیز کردن با اسفنج هنوز سیاه است سر آن را با قلع آب بندی کنید. (هویه را گرم نموده به سر هویه روغن بمالید-سیم لحیم را روی سطح تخت سر هویه بگیرید تا ذوب لحیم شروع شود-با اسفنج مرطوب لحیم را از روی سر هویه پاک کنید-مشاهده می کنید سطح تخت سر هویه به صورت یکنواخت با لایه ای از لحیم پوشانده شده است.)

۲- سطوحی را که می خواهید به هم لحیم کنید با سنباده نرم از چربی و غبار تمیز کنید.

۳- قطعات مورد اتصال را به روغن لحیم آغشته کنید.

۴- قطعات را قلع اندود کنید.

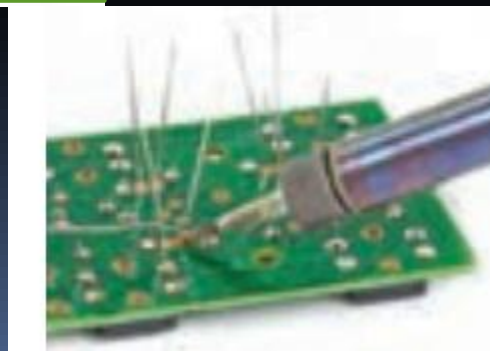
۵- دو قطعه را با استفاده از هویه ی داغ و در صورت نیاز با سیم لحیم اضافه اتصال دهید.



آغشته کردن پایه ها به روغن لحیم



قلع اندود کردن پایه ها



اتصال قطعات

# نکات ایمنی در لحیم کاری

- ۱- در هنگام لحیم کاری در محل مورد نظر تهویه مناسب وجود داشته باشد.
- از ماسک مخصوص استفاده نمایید.
- از پایه هویه استفاده نمایید.
- از لباس کار استفاده کنید.
- مراقب باشید نوک هویه داغ با اعضای بدن و لباس شما تماس پیدا نکند.
- پس از اتمام لحیم کاری دست های خود را با آب و صابون بشوید.
- در هنگام لحیم کاری مصرف درست انرژی برق را مدیریت کنید.
- از هویه های فرسوده با سیم های آسیب دیده استفاده نکنید.

# بلندگو

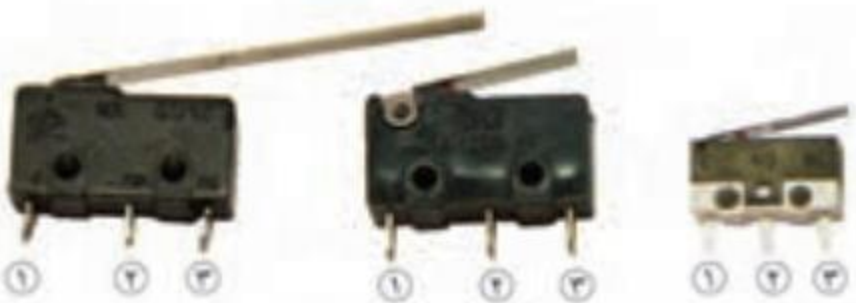
- وسیله ای که انرژی الکتریکی را به انرژی مکانیکی (صوت) تبدیل می کند.
- قسمت اصلی بلندگو سیم پیچ آن است.
- آهن ربا وظیفه ایجاد میدان مغناطیسی را به عهده دارد.
- دیافراگم: بلندگو برای تولید صدا به یک صفحه برای ارتعاش نیاز دارد این صفحه مخروطی معمولاً از جنس پلاستیک، فوم، کاغذ (بیشترین کاربرد) و آلومینیوم ساخته می شود.



# میکرو سوئیچ



- یک کلید قطع و وصل جریان برق در مدارهای الکترونیکی
- فرق آن با کلید های قطع و وصل عادی این است که شاسی آن به صورت فنری می باشد. یعنی تا زمانی که روی آن فشار اعمال می شود جریان برق را قطع یا وصل نگه می دارد و در لحظه ی رها شدن شاسی، وضعیت به حالت اولیه خود برخواهد گشت.
- میکرو سوئیچ ها در ربات ها، شیشه بالابر خودرو ها، دزدگیر خودرو و... کاربرد دارند.



یک نمونه میکرو سوئیچ

# ساخت مدار آهنگ برای یک جعبه

۱- هویه و سایل جانبی

۲- جعبه در دار

۳- آی سی UM66

۴- ترانزیستور C945

۵- بلندگو ۸ اهمی

۶- ۲ عدد باتری ۱.۵ ولتی

۷- جا باتری دو تایی

۸- میکروسوئیچ

ابزار و  
قطعات  
مورد نیاز

# مرحله اول: مدار الکتریکی اولیه

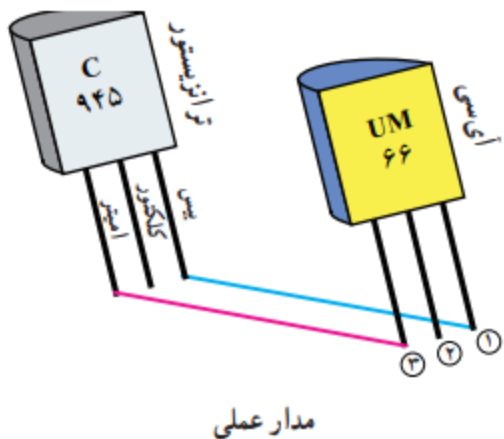
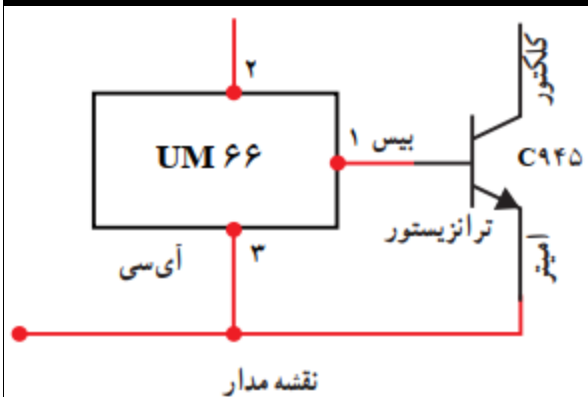
اتصال پایه ی شماره ۱ آی سی به پایه ی بیس ترانزیستور و پایه ی شماره ۳ آی سی به پایه ی امیتر ترانزیستور

**روش های اتصال پایه ها:**

۱- اتصال مستقیم به وسیله لحیم (عیب های این روش احتمال اتصال ناخواسته به پایه های دیگر و آسیب دیدن قطعات است)

۲- استفاده از برد برد (عیب این روش موقتی بودن اتصالات است.)

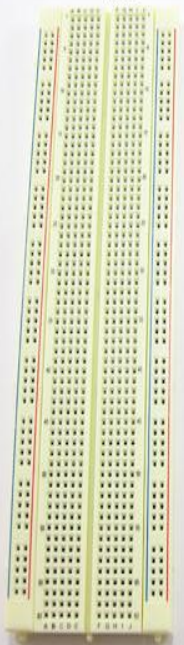
۳- استفاده از فیبر سوراخ دار و سپس لحیم کاری



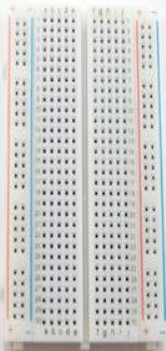


# برد برد فیبر آزمایش یا جورد آزمایش

بزرگ



متوسط



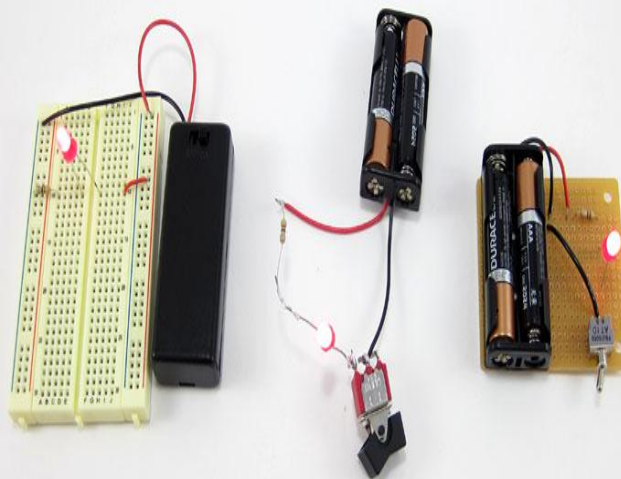
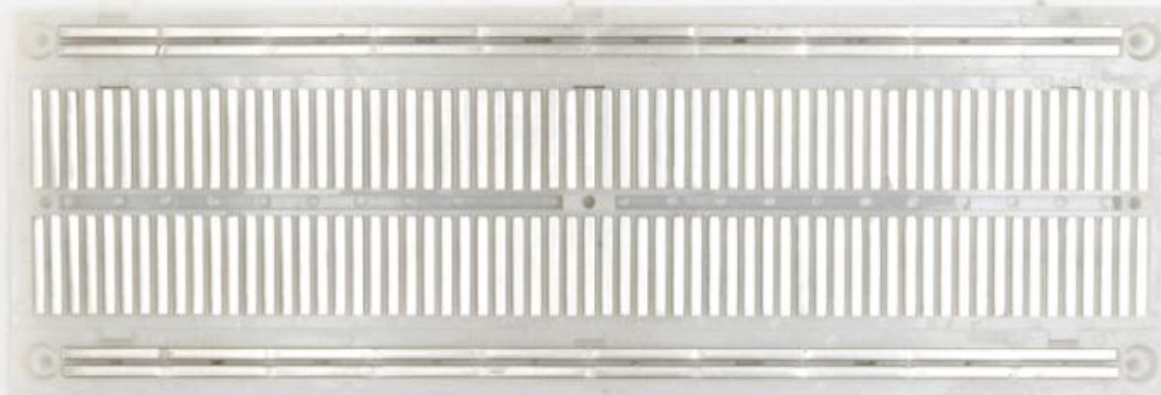
کوچک



- یک تخته ی معمولاً پلاستیکی است که سوراخ های کوچکی دارد و به راحتی می توان قطعات الکترونیکی را در آن قرار داد. با استفاده از آن می توان بدون لحیم کاری نمونه های اولیه مدارها را پیاده سازی کرد.

- خطوط طویل قرمز و رنگی به ترتیب با علامت های مثبت و منفی شین نامیده می شوند و برای اتصال باتری یا منبع تغذیه به مدار مورد استفاده قرار می گیرند.

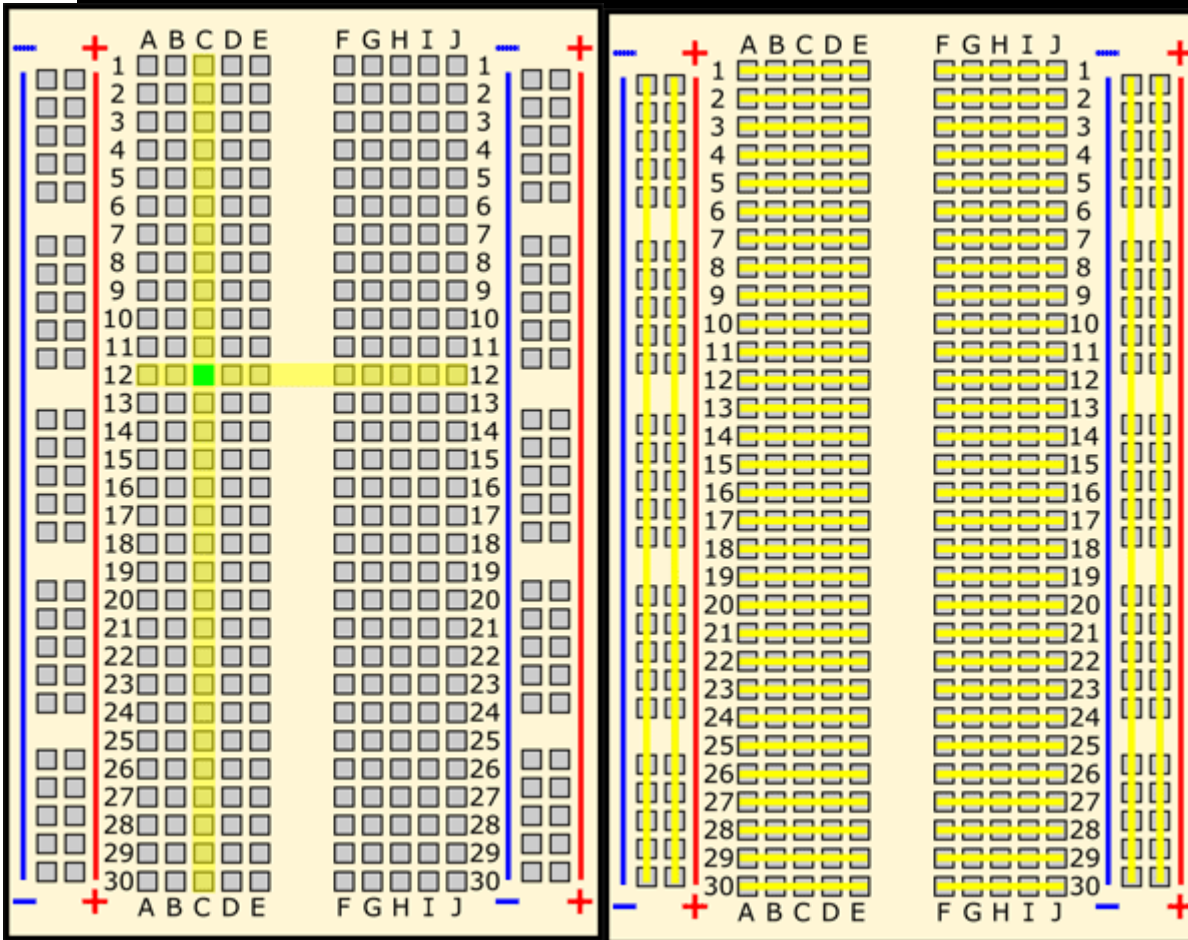
## ساختار درونی برد جورد



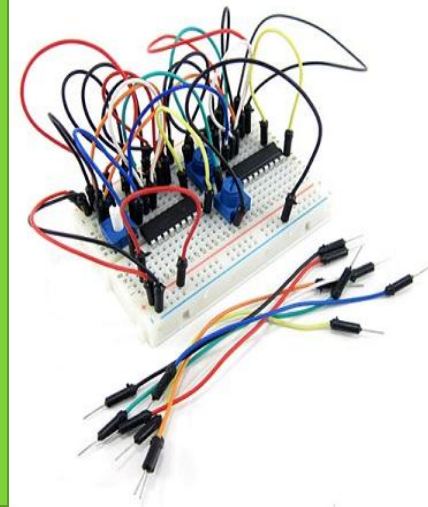


# علائم روی برد بوردها

اغلب برد بوردها تعدادی عدد، حروف و علامت مثبت و منفی دارند. این نوشته ها کمک می کنند سوراخ های معینی را روی برد پیدا کنیم و هنگام ساخت مدار آن ها را ردیابی کنیم. مثلاً سوراخ 12 تقاطع ستون C و ردیف 12 هست.

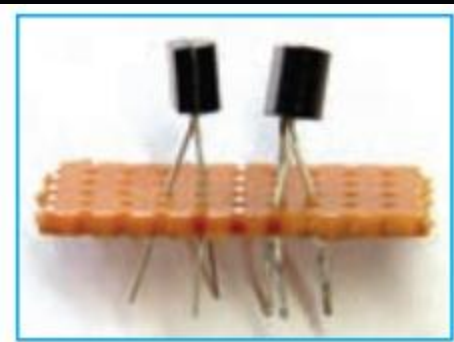
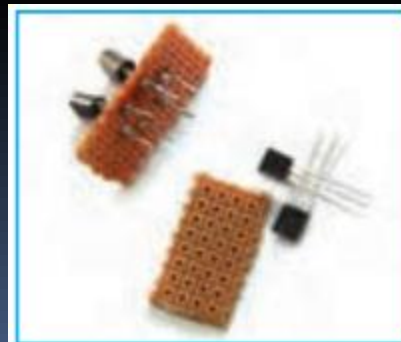
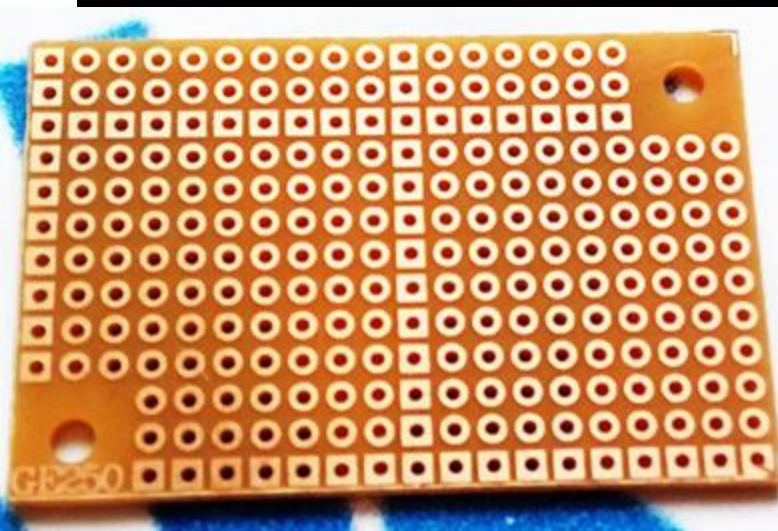


جامپر  
سیم های  
جامپر برای  
برقراری  
اتصالات در  
برد بوردها  
استفاده  
می شود.



# فیبر سوراخ دار

- در این فیبر سوراخ هایی جهت ورود پایه های قطعات در نظر گرفته شده است.
- رویه ی فیبر عایق است و از اتصال جلوگیری می کند.
- جهت لحیم کردن هر قطعه در پشت آن، اطراف هر سوراخ لایه ی مسی وجود دارد.
- پس از انتخاب محل مناسب برای هر قطعه و عبور دادن آن از درون فیبر، با لحیم کاری، پایه ها را به لایه ی مسی پشت آن لحیم می کنیم.
- در نهایت پایه های مربوطه را به هم دیگر لحیم می کنیم.



لحیم کاری پایه ها

# بازش فکری

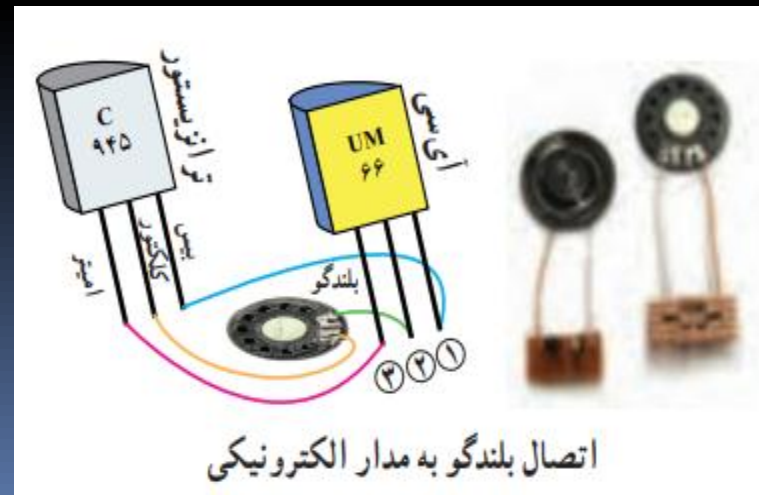
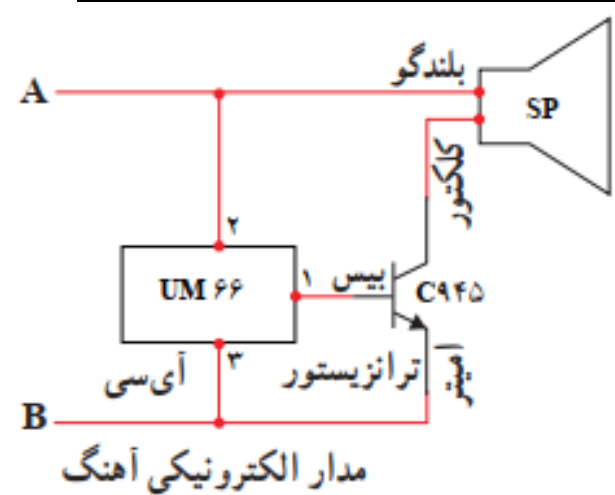
- به جای فیبر سوراخ دار از چه ترکیب ساده ی جایگزین می توان استفاده کرد؟
- می توان از وسایلی مانند اسفنج، یونولیت، مقوا و... استفاده نمود.
- نباید بدنه این وسایل رسانای جریان الکتریکی باشد

# مرحله دوم: اتصال بلندگو

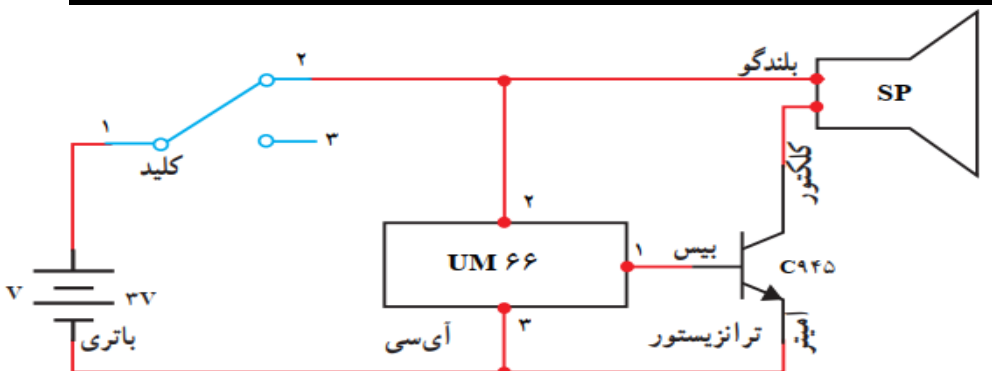
در این مرحله یکی از پایه های بلندگو را به پایه ی کلکتور ترانزیستور و دیگری را به پایه ی شماره ۲ آی سی وصل می کنیم.

برای این کار

- ابتدا دو سیم مفتولی نازک را به پایه های بلندگو لحیم می کنیم.
- سر دیگر سیم ها را، یکی نزدیک پایه ی کلکتور ترانزیستور و سیم دیگری را نزدیک پایه ی شماره ۲ آی سی از داخل فیبر عبور دهید.
- و لحیم کاری می کنیم

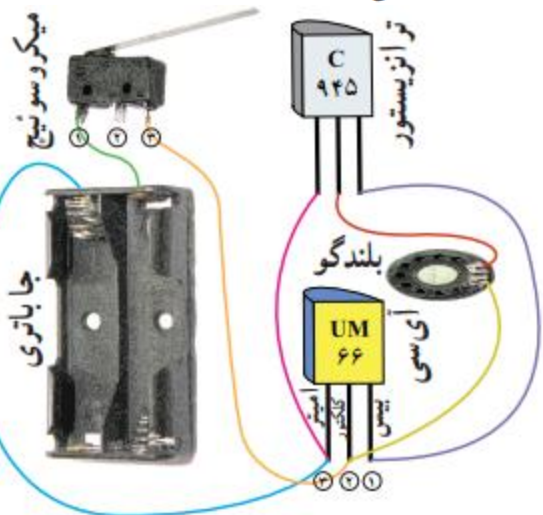


# مرحله سوم: اتصال کلید و باتری به مدار الکترونیکی



مدار الکترونیکی اتصال کلید و باتری

- یک سر کلید را به قطب مثبت باتری وصل می کنیم.
- پایه ی شماره ۲ کلید را توسط یک سیم مفتولی نازک به پایه ی مشترک بلندگو و پایه ی ۲ آی سی وصل می کنیم و عمل لحیم کاری را انجام می دهیم.
- قطب منفی باتری را به پایه ی مشترک امپتر و پایه ی ۳ آی سی متصل می کنیم.



شمای مدار کامل شده



مدار کامل شده

در الکترونیک مثبت را با رنگ قرمز و منفی را با رنگ مشکی نشان می دهند.

# بارش فکری

- چگونه می توان اندازه مدار را کوچک تر کرد؟
  - استفاده از کیت پیش ساخته-استفاده از باتری سکه ای
- از چه وسایل معیوب و دور ریختنی می توانید قطعات پروژه را به دست آورید؟
  - برای به دست آوردن قطعات الکترونیکی می توان از رادیوها، اسباب بازی ها و... استفاده کرد و برای قوطی از جعبه های خالی و دور ریختنی می توان استفاده نمود.
- به جای میکروسوئیچ از چه طرح ابتکاری ساده می توانید استفاده کنید؟
  - می توان با اتصال دو قطعه فلزی به مدار و قرار دادن فنر در زیر نقطه اتصال کاری کرد که هنگام بستن درب جعبه ، صدای موزیک قطع و با باز کردن آن صدای موزیک برقرار شود.



# زباله های الکترونیکی و لزوم بازیافت

پیل ها حاوی مواد سمی مانند سرب، نیکل، کادمیوم و جیوه هستند.

مثلا سرب مشکل کم خونی ایجاد می کند.

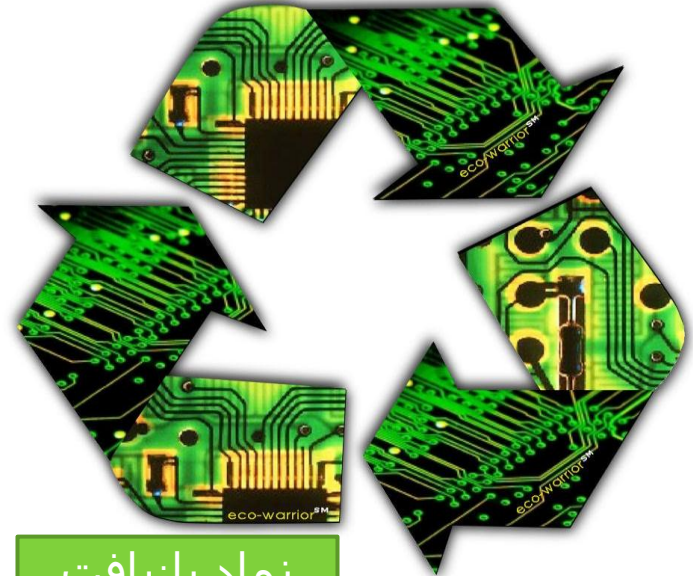
باتری ها در رده پس مانده های خطرناک محسوب می شوند.

یک عدد پیل برای سمی کردن حدود یک تن زباله کافی است. برای کاهش مصرف پیل ها بهتر است از پیل های قابل شارژ استفاده شود.



وسیله مربوطه نباید با زباله های خانگی دفع شود.

## زباله های الکترونیکی



نماد بازیافت