

به نام خدا

دستور کار مدار ۱

(بخش دوم)

دکتر فلاح

آشنایی با وسایل آزمایشگاه مدار

بردبورد:

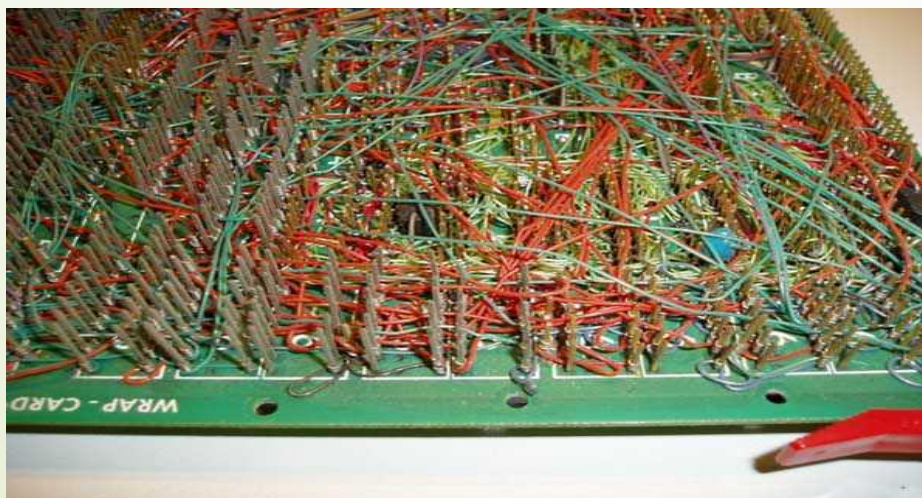
بردبورد (Breadboard) که معمولاً ما ایرانی‌ها آن را بردبُورد تلفظ می‌کنیم یکی از اساسی‌ترین ابزارهایی است که در یادگیری و طراحی مدارهای الکترونیکی مورد استفاده قرار می‌گیرد. بردبورد اساساً چیست، چرا آن را (Breadboard تخته‌ی نان)! نامیده‌اند و چگونه باید از آن استفاده کنیم. این سؤالاتی است که در ادامه به آن‌ها پاسخ خواهیم داد.



شکل (1-2)

آشنایی با وسایل آزمایشگاه مدار

تا پیش از سال ۱۹۶۰ میلادی اگر شما می‌خواستید یک مدار ایجاد کنید به احتمال زیاد باید از روشی به نام Wire-Wrap (سیم‌پیچ کردن) استفاده می‌کردید. در این روش شما صفحه‌ای به نام Perfboard یا Protoboard داشتید که روی آن تعدادی میله‌ی رسانای عمود بر صفحه قرار داشت؛ شما می‌بایست برای اتصال دو میله‌ی مورد نظرتان دور آن دو سیم می‌پیچیدید. همان طور که در شکل (۲-۲) می‌بینید مدارهایی که به این روش ساخته می‌شدند بسیار پیچیده و غیر قابل فهم بودند. با وجود اینکه هنوز هم در برخی موارد از این روش استفاده می‌شود اما امروز ابزاری در اختیار داریم که تست و طراحی مدارها را برای ما بسیار آسان کرده است؛ بله منظورم همان بردبورد است!



شکل (2-2)

آشنایی با وسایل آزمایشگاه مدار

شاید وقتی نام بردبورد (Breadboard) را در ذهن خود مجسم می‌کنید، یک تخته‌ی بزرگ چوبی که یک قرص بزرگ نان تازه روی آن قرار دارد به نظرتان خواهد رسید. خُب، راستش را بخواهید زیاد هم تصور اشتباهی نداشته‌اید! پس چرا ما به ابزاری که با آن مدارهای الکترونیکی را ایجاد می‌کنیم، Breadboard (تخته‌ی نان) می‌گوییم؟ سال‌ها پیش، وقتی که قطعات و ادوات الکترونیکی بسیار بزرگ و زمخت بودند، مردم برای اینکه مدارهای مورد نظرشان را بسازند می‌بایست تخته‌های نان مادرانشان را جمع می‌کردند و به همراه تعدادی سوزن و پونز و مقداری سیم، اتصالات مورد نظرشان را ایجاد می‌کردند.



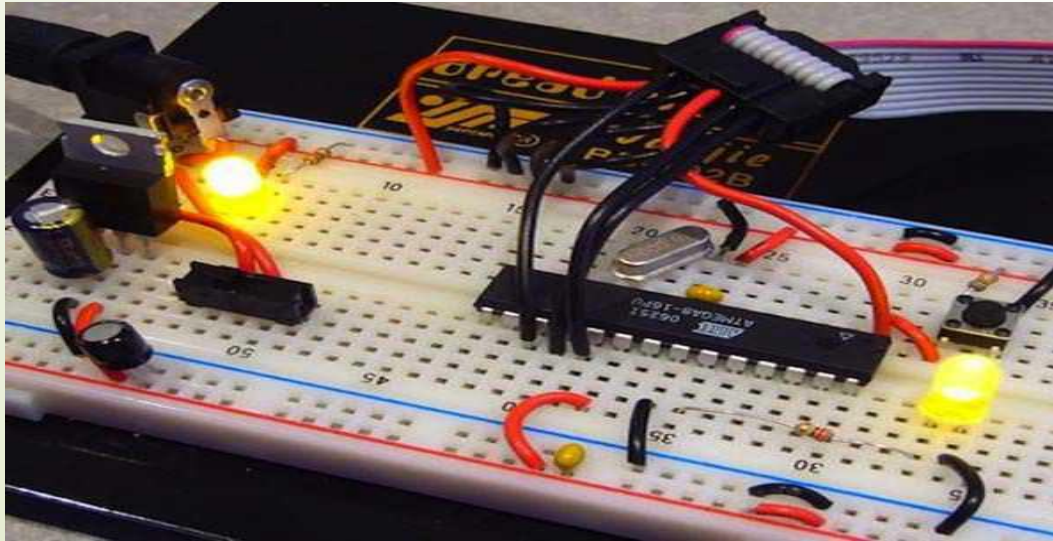
شکل (2-3)

آشنایی با وسایل آزمایشگاه مدار

وقتی از یک بردبورد الکترونیکی صحبت می‌کنیم در حقیقت منظورمان بردبورد بدون لحیم است. این وسیله ابزاری برای ایجاد مدارهای آزمایشی است که نیاز به هیچ گونه لحیم کاری ندارد. پیش‌نمونه‌سازی (**Prototyping**) فرایندی است با هدف آزمایش یک ایده، که طی آن یک نمونه‌ی اولیه از چیزی که قرار است در نهایت ساخته شود ایجاد می‌گردد. بردبورد یکی از ابزارهایی است که در این فرایند مورد استفاده قرار می‌گیرد. اگر شما درباره عملکرد یک مدار تحت یک شرایط خاص مطمئن نیستید، بهتر است یک پیش‌نمونه (**Prototype**) از آن ایجاد کنید و روی آن آزمایش انجام دهید. برای آن‌هایی که به تازگی با الکترونیک و طراحی مدار آشنا شده‌اند، بردبورد بهترین ابزار برای شروع است. جذابیت واقعی بردبورد در این است که شما می‌توانید ساده‌ترین مدارها تا پیچیده‌ترین مدارها را روی آن پیاده کنید.

آشنایی با وسایل آزمایشگاه مدار

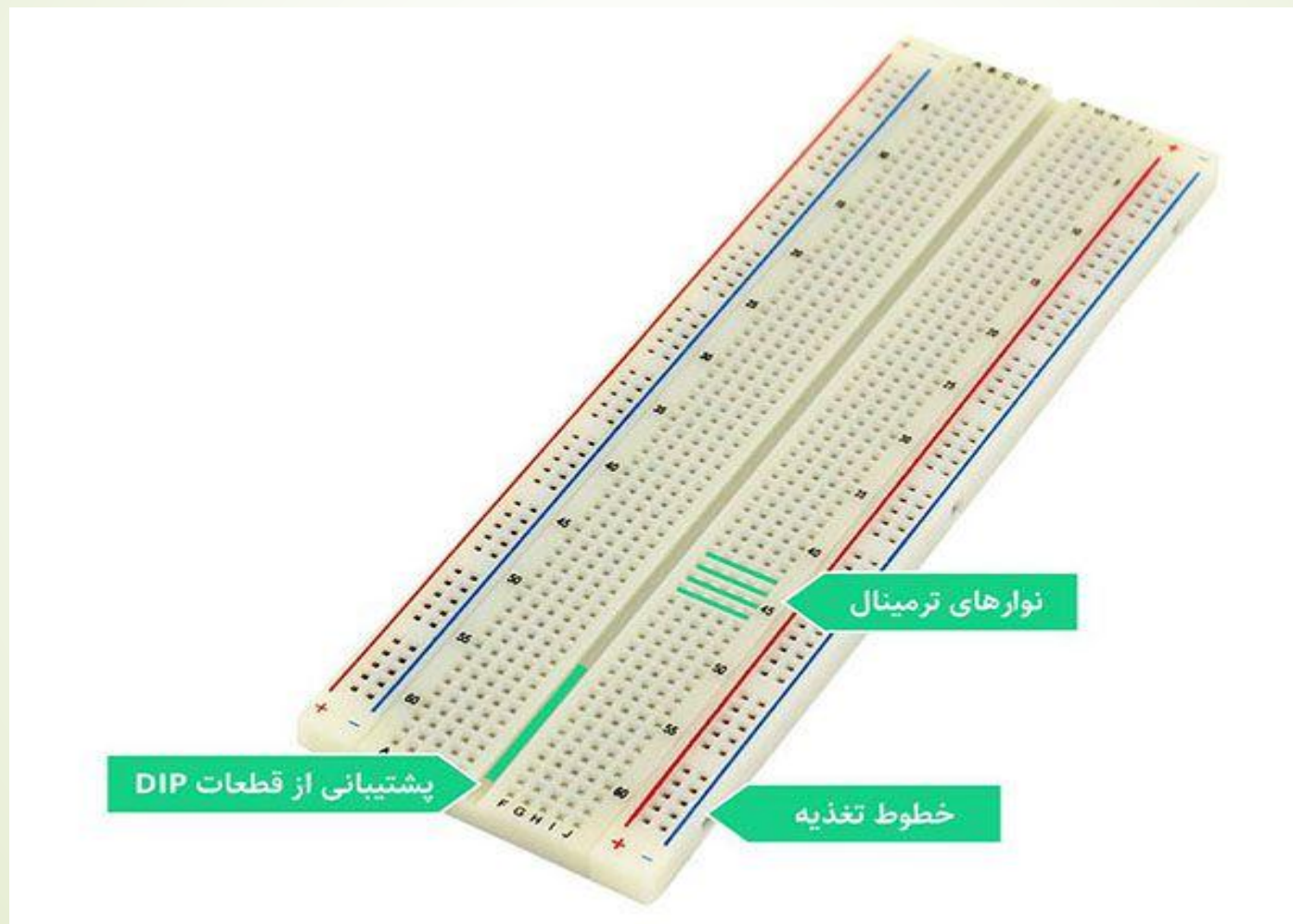
اگر مدار مورد نظر شما از یک حدی بزرگ‌تر شود و قابل پیاده‌سازی روی یک بردبرد نباشد، می‌توانید چندین بردبرد را به هم وصل کنید و مدار خود را هر چقدر هم که بزرگ و پیچیده باشد روی آن پیاده‌سازی کنید. کاربرد دیگر بردبرد این است که شما می‌توانید قطعات جدید مثل آی‌سی‌های مختلف را روی آن تست کنید. وقتی شما می‌خواهید نحوه‌ی عملکرد یک قطعه را بررسی کنید، مجبورید مدام نحوه‌ی اتصالات آن را تغییر دهید، در این شرایط طبیعتاً علاقه‌ای نخواهید داشت که در هر مرتبه اتصالات مورد نظرتان را لحیم کنید. همان‌طور که اشاره شد، شما همیشه نمی‌خواهید مدارتان دائمی و تغییرناپذیر باشد.



شکل (2-4)

آشنایی با وسایل آزمایشگاه مدار

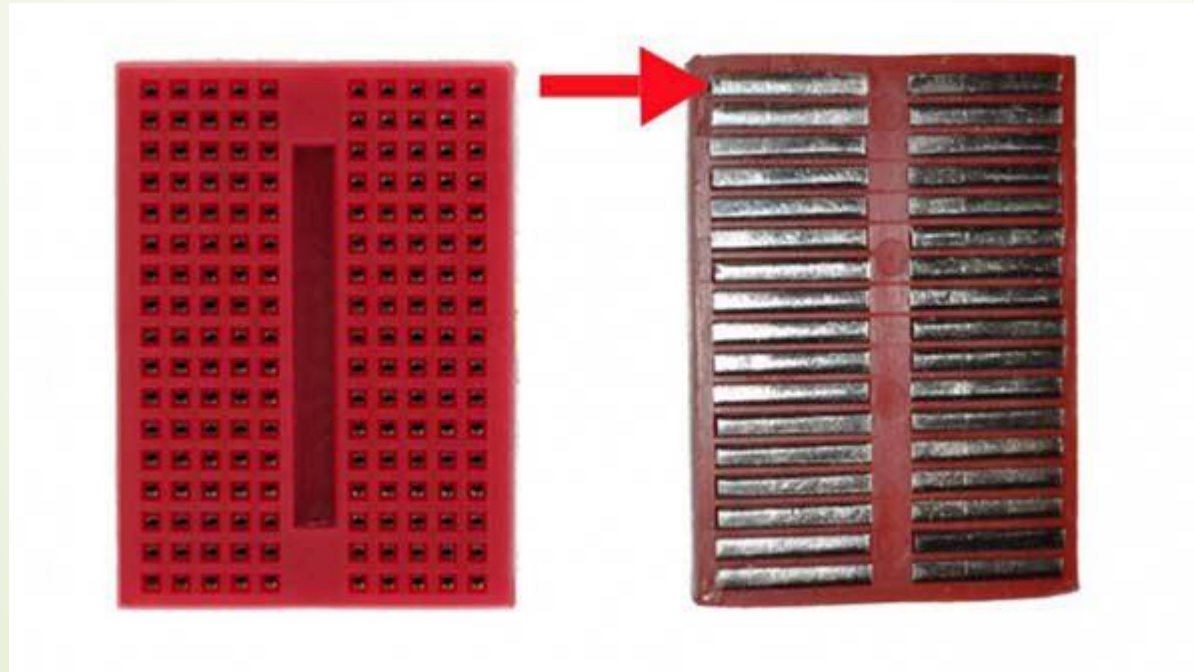
ساختار یک برپورد:



آشنایی با وسایل آزمایشگاه مدار

نوارهای ترمینال:

اگر یک بردبورد را بردارید و لایه‌ی پشت آن را جدا کنید ردیف‌های زیادی نوار فلزی موازی مطابق شکل زیر خواهید دید.



شکل (6-2)

آشنایی با وسایل آزمایشگاه مدار

سر نوارهای فلزی حالتی شبیه به گیره دارد که در زیر سوراخ‌های پلاستیکی قرار گرفته است. این گیره‌ها باعث می‌شوند تا سر سیم یا پایه‌ی یک قطعه‌ی الکترونیکی در داخل سوراخ محکم سر جای خود بماند.



شکل (7-2)

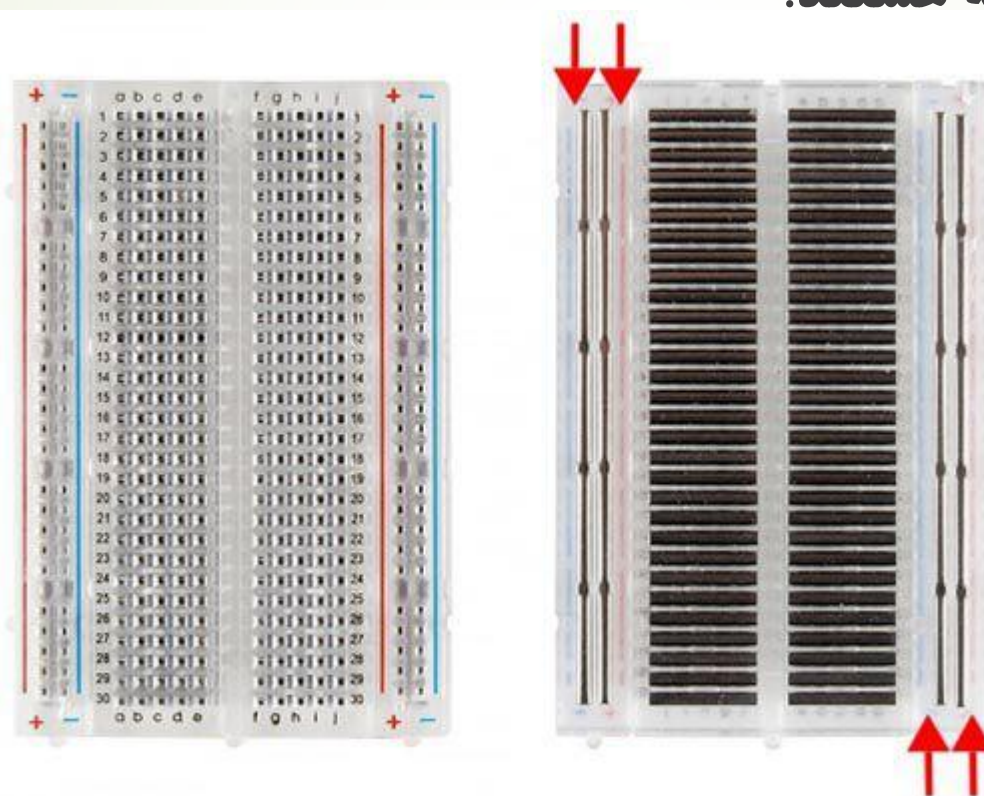
آشنایی با وسایل آزمایشگاه مدار

اگر شما پایه‌ی یک قطعه‌ی الکترونیکی را در یکی از سوراخ‌های یک ردیف وارد کنید، آن پایه، به تمام سوراخ‌های موجود در آن ردیف از لحاظ الکتریکی وصل خواهد شد. توجه داشته باشید که فقط ۵ گیره (سوراخ متصل به هم) در یک نوار وجود دارد. این تعداد تقریباً در تمام بردبوردها ثابت است. بنابراین شما حداکثر می‌توانید ۵ پایه را در یک ردیف به هم وصل کنید. بدون توجه به شیار که در وسط بردبورد وجود دارد، هر ردیف دارای ۱۰ سوراخ است؛ پس چرا ما فقط می‌توانیم ۵ پایه را به هم وصل کنیم؟ دلیل این است که شیار که در وسط بردبورد وجود دارد که یک نیمه از بردبورد را از نیمه‌ی دیگر از لحاظ الکتریکی ایزوله می‌کند. درباره‌ی علت وجود این شیار و کاربرد آن در ادامه بحث خواهیم کرد.

آشنایی با وسایل آزمایشگاه مدار

خطوط تغذیه:

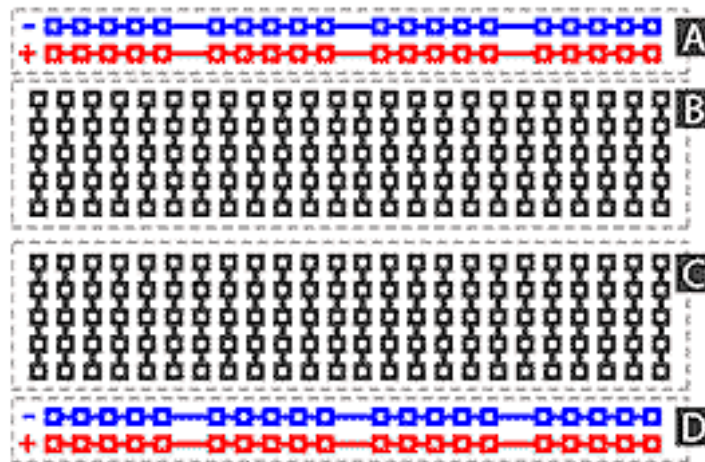
تا اینجا دیدیم اتصالات روی بردبرد چگونه شکل گرفته‌اند، حالا نگاهی به یک بردبرد بزرگ‌تر و رایج‌تر می‌اندازیم. در کنار ردیف‌های افقی، بردبوردها معمولاً دارای خطوط عمودی به نام خطوط تغذیه هستند.



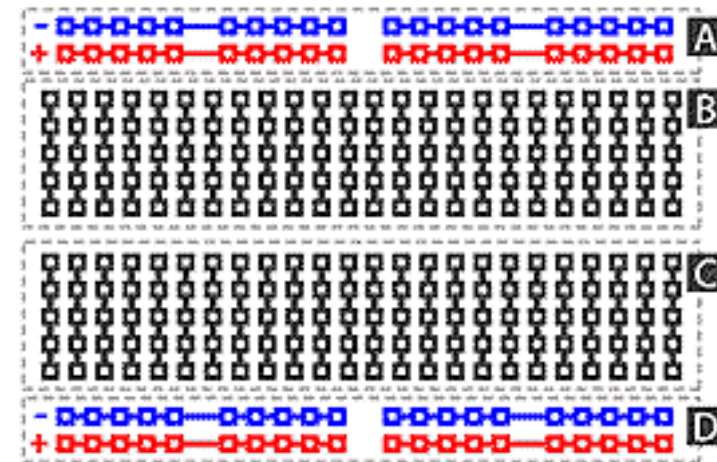
شکل (8-2)

آشنایی با وسایل آزمایشگاه مدار

ساختار خطوط تغذیه نیز مشابه نوارهای ترمینال افقی است با این تفاوت که تمام سوراخ‌های هر خط تغذیه همگی به هم وصل هستند. البته در برخی از بردبوردها هر خط تغذیه به دو بخش جدا از هم تقسیم شده است.



بردبوردی که خطوط تغذیه آن یکپارچه هستند

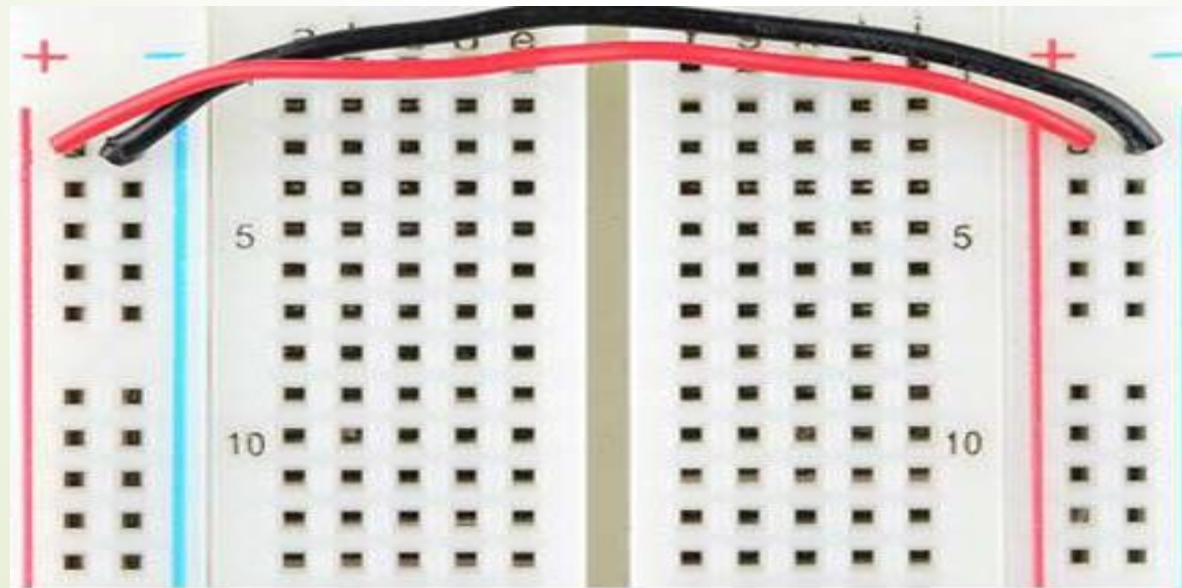


بردبوردی که خطوط تغذیه آن دو تکه هستند

شکل (9-2)

آشنایی با وسایل آزمایشگاه مدار

توجه داشته باشید که خطوط تغذیه‌ی بالای بردبرد با خطوط تغذیه‌ی پایین بردبرد اتصال ندارند و در صورت نیاز باید آن‌ها را با سیم به همدیگر وصل کنید. همچنین گاهی اوقات شما نیاز دارید تا از دو سطح ولتاژ مختلف مثلاً ۵ ولت و ۳.۳ ولت برای تغذیه‌ی بخش‌های مختلف مدارتان استفاده کنید. در این شرایط می‌توانید خطوط تغذیه یک سمت از بردبرد را به ولتاژ ۵ ولت و سمت دیگر را به ۳.۳ ولت وصل کنید.



شکل (2-10)

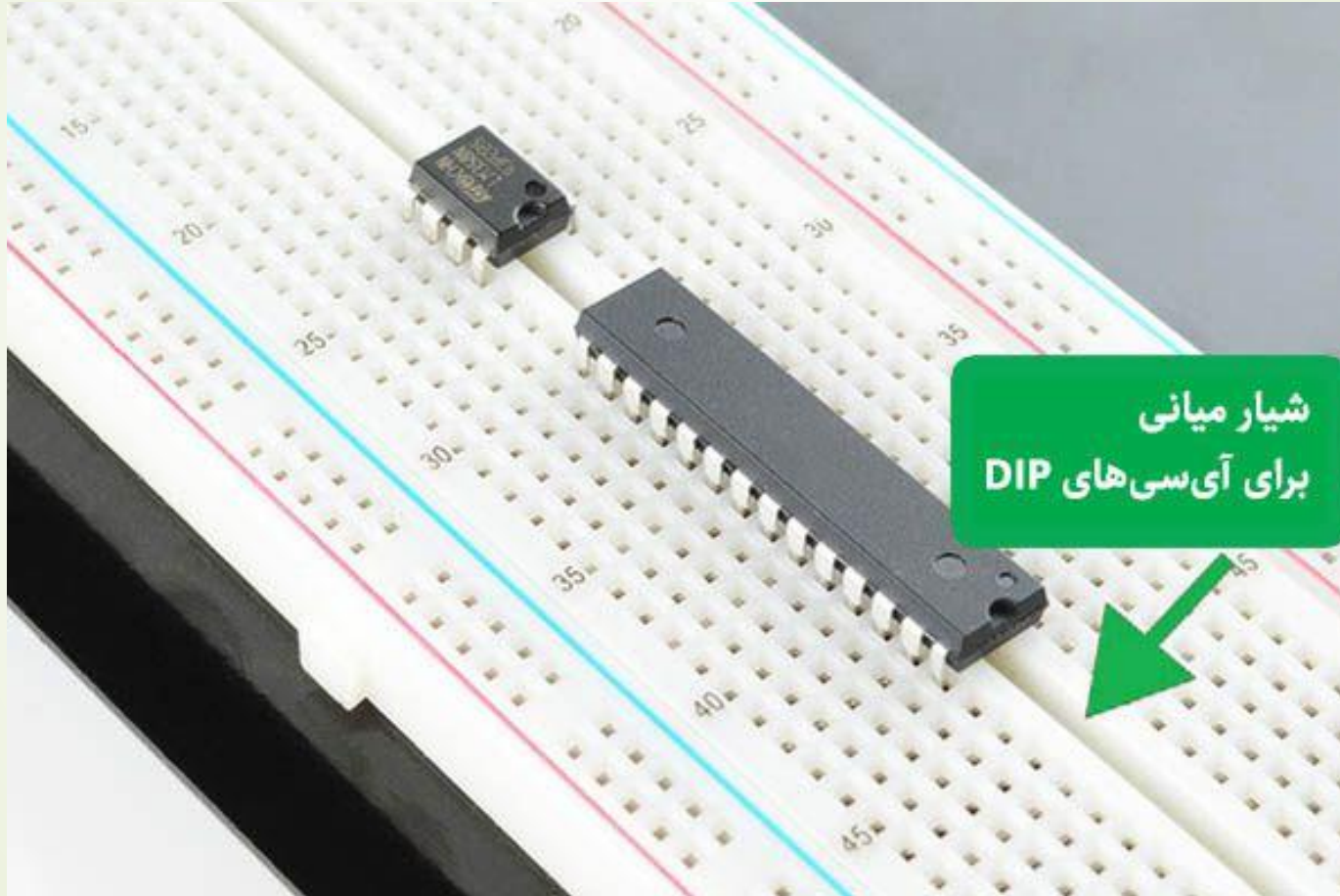
آشنایی با وسایل آزمایشگاه مدار

پشتیبانی از قطعات DIP :

پیش از این گفتیم که در وسط بردبورد شیاری وجود دارد که دو نیمه‌ی بردبورد را از یکدیگر ایزوله می‌کند. این شیار نقش بسیار مهمی را ایفا می‌کند. بسیاری از آی‌سی‌ها طوری ساخته می‌شوند که قابل نصب بر روی بردبورد باشند. برای اینکه این آی‌سی‌ها کمترین فضا را در بردبورد اشغال کنند در قالب ساختاری به نام **Dual in-line package** یا همان **DIP** تولید می‌شوند.

پایه‌های آی‌سی‌های **DIP** از دو طرف بیرون آمده‌اند و فواصل آن‌ها به گونه‌ای است که دقیقاً بر سوراخ‌های بردبورد در دو طرف شیار میانی منطبق می‌شوند. پایه‌های دو طرف آی‌سی عملکردهای متفاوتی دارند و نباید به هم وصل باشند؛ این دقیقاً همان کاری است که شیار میانی بردبورد انجام می‌دهد و مانع از اتصال پایه‌های دو طرف آی‌سی می‌شود.

آشنایی با وسایل آزمایشگاه مدار



شیار میانی
برای آی سی های DIP

شکل (11-2)

آشنایی با وسایل آزمایشگاه مدار

گاهی اوقات مدار شما به قدری بزرگ است که یک بردبورد برای پیاده‌سازی آن کفایت نمی‌کند. بردبوردها در اطراف خود تعدادی خار و شیار دارند که شما می‌توانید به کمک آن‌ها هر تعداد بردبورد که نیاز دارید به هم وصل کنید و مدار خود را گسترش دهید.

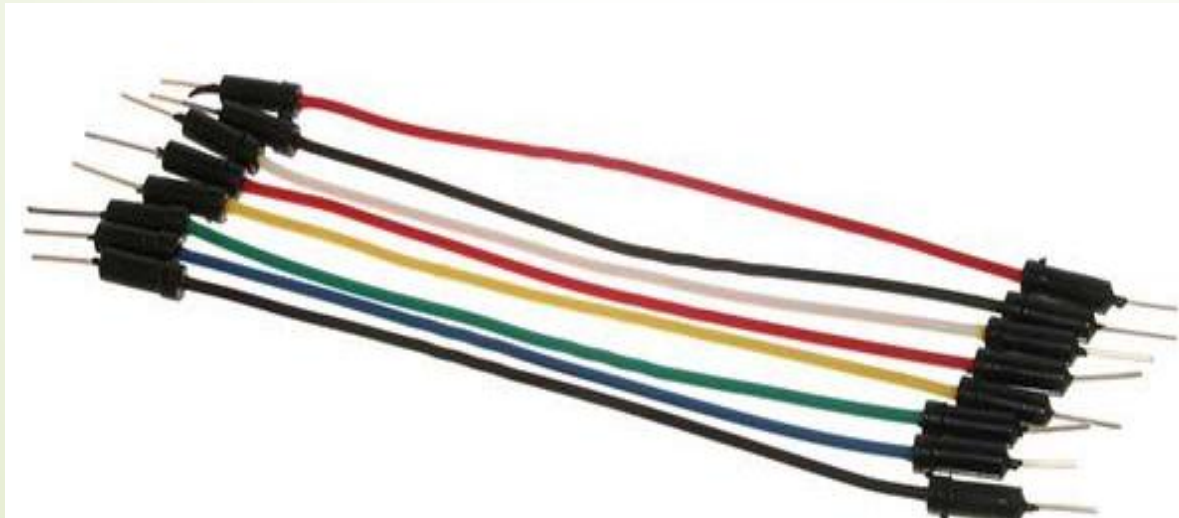


شکل (2-12)

آشنایی با وسایل آزمایشگاه مدار

سیم جامپر

برای اتصال نقاط مختلف مدار روی بردبورد باید از قطعات کوچک سیم استفاده کنیم که دو سر آن لخت شده باشد. به این قطعات کوچک، سیم جامپر (**Jumper Wire**) گفته می‌شود. سیم جامپر باید دو ویژگی داشته باشد؛ یکی اینکه روکش داشته باشد تا با سایر سیم‌ها اتصال پیدا نکند و دیگر آنکه شکل مفتولی (تک رشته‌ای) داشته باشد.



شکل (2-13)

آشنایی با وسایل آزمایشگاه مدار

مولتی‌متر:

مولتی‌متر دستگاهی است برای مشاهده چندین کمیت الکتریکی از قبیل ولتاژ یا اختلاف پتانسیل و امپراژ یا جریان و مقاومت الکتریکی که می‌توان با آن سلامت قطعات یا مشخصات یک قطعه را ارزیابی کرد. مولتی‌مترها در دو نوع آنالوگ و دیجیتال وجود دارند نوع دیجیتال آن برای مصارف گوناگونی طراحی می‌شوند. که به وسیله یک سلکتر مدور بین کمیت‌های الکتریکی می‌تواند بر حسب نیاز گردش نماید برای استفاده از آن لازم است شما با هر کدام از آن کمیت‌ها آشنا باشید که برای هریک یک واحد مشخص اندازه‌گیری تعیین می‌شود.

آشنایی با وسایل آزمایشگاه مدار

مولتی متر دیجیتال : مولتی متر دیجیتال کمیت های اندازه گیری شده را به صورت رقم و یا ارقامی بر روی صفحه نمایش نشان می دهد و معمولاً واحد کمیت اندازه گیری شده را نیز به طریق مناسبی نمایش می دهد . در شکل زیر یک نمونه مولتی متر دیجیتالی معمولی قابل حمل نمایش داده شده است .



شکل (2-14)

آشنایی با وسایل آزمایشگاه مدار

مولتی متر انبری: نوع دیگری مولتی متر دیجیتالی نیز وجود دارد که در آن علاوه بر امکانات بیان شده، امبری نیز وجود دارد. توسط این امبر می توان بدون نیاز به سری کردن مولتی متر با المان مورد نظر در مدار، جریان گذرنده از آن المان را اندازه گرفت. اگر سیم حامل جریان متصل به المان مورد نظر را بین امبرهای این مولتی متر قرار دهیم، مولتی متر مقدار جریان گذرنده از سیم و در نتیجه مقدار جریان گذرنده از المان مورد نظر را نمایش می دهد. بنابراین توسط این مولتی متر به راحتی و خیلی سریع می توان مقدار جریان را اندازه گرفت. در شکل زیر تصویری از یک مولتی متر دیجیتالی امبری نمایش داده شده است.



شکل (2-15)

آشنایی با وسایل آزمایشگاه مدار

مولتی متر آنالوگ : در ظاهر مولتی متر آنالوگ یا عقربه ای معمولاً از یک صفحه با تعدادی خطوط مدرج ، یک عقربه که می تواند روی خطوط مدرج حرکت کند ، یک سلکتور ، تعدادی ترمینال ، یک پتانسیومتر تنظیم صفر و دو سیم رابط تشکیل می شود . (در اینجا کاری به ساختمان داخلی مولتی متر عقربه ای نداریم و هدف فقط آشنایی با این نوع مولتی متر و نحوه استفاده از آن است) . نمونه ای از این نوع مولتی متر در شکل زیر نمایش داده شده است .



شکل (2-16)

آشنایی با وسایل آزمایشگاه مدار

در مولتی متر مورد نظر روی صفحه، برای کمیت های مختلف در چهار ردیف قوس های مدرج تعیین شده است که هر ردیف به درجات مختلف تقسیم شده است روی صفحه علائم V برای اختلاف پتانسیل، A برای شدت جریان، Ω برای مقاومت الکتریکی، AC برای جریان متناوب و DC برای جریان مستقیم به کار رفته است. معمولاً درجه بندی مربوط به مقاومت الکتریکی از راست به چپ و سایر درجه بندی ها از چپ به راست می باشد.



شکل (2-17)

آشنایی با وسایل آزمایشگاه مدار

سلکتور کلیدی است که می تواند روی صفحه دایره شکل حول خود حرکت کند. در محیط دایره درجاتی است که حوزه کار دستگاه را نشان می دهد. اعدادی که کلید سلکتور مقابل آنها قرار داده می شود ممکن است کوچکتر یا بزرگتر از درجات قوس های مدرج باشند. در عمل حوزه کار انتخاب شده را بر آخرین عدد قوس مدرج تقسیم نموده، حاصل تقسیم را که ضریب قرائت نامیده می شود در عدد متقابل به عقربه ضرب می نماییم. به این ترتیب مقدار کمیت به دست می آید.

طرز کار مولتی متر دیجیتالی

الف) اندازه گیری مقاومت: کلید سلکتور را روی بیشترین پله (Range) مقاومت قرار می دهیم، فیش سیاه رنگ را درون ترمینال (-) یا (com) مشترک و فیش قرمز به درون ترمینالی که مربوط به مقاومت یا (+) است قرار می دهیم. سر دیگر آنها را به طرز مناسبی به طرفین مقاومت مورد نظر وصل می کنیم و مقاومت را می خوانیم.

آشنایی با وسایل آزمایشگاه مدار

ب) طرز اندازه گیری ولتاژ مستقیم: سلکتور را بر روی **DC** آورده و فیش سیاه رنگ را درون ترمینال (**com** و فیش قرمز را درون ترمینال (+) یا ترمینالی که مربوط به ولت است قرار می دهیم. سر دیگر آنها را به طور مناسب به قطبین مولد یا دو نقطه از مدار وصل می کنیم و ولتاژ را اندازه گیری می کنیم.

ج) طرز اندازه گیری شدت جریان مستقیم: **DCm** یکی از فیشها را به **COM** و دیگری را به **mA** وصل و دو سر فیش را هم به قطبین مولد یا دو نقطه از مدار متصل می کنیم و شدت جریان را اندازه گیری می کنیم. برای اندازه گیری شدت جریان های بیش از **300 mA** تا **10 A** فیش قرمز رنگ را درون ترمینال **10 A** قرار می دهیم.

د) طرز اندازه گیری ولتاژ متناوب: **ACV** کلید سلکتور را روی **ACV** و یکی از فیشها را درون ترمینال **COM** و دیگری را به ترمینال مربوط به ولت وصل می کنیم.

هـ) طرز اندازه گیری شدت جریان متناوب: **ACA** فیش سیاه رنگ را درون ترمینال (**COM**) و فیش قرمز را درون ترمینال مربوط به **Ma** وصل می کنیم. یا در صورت لزوم به ترمینال **10 A** وصل می کنیم.

آشنایی با وسایل آزمایشگاه مدار

مولتی متر: مولتی مترها امروزه در انواع مختلف دیجیتالی با قابلیت های متفاوت در بازار یافت می شود. برای شروع بد نیست با ساده ترین آن "مولتی متر selector" ی "کار خود را آغاز کنیم. در شمایل کلی این دستگاه یک صفحه مدرج به همراه یک selector وجود دارد. همانطور که از اسم آن مشهود است این دستگاه برای اندازه گیری کمیت هایی مانند اختلاف پتانسیل، مقاومت و جریان طراحی گردیده و برای استفاده از selector دستگاه به ترتیب بر روی واژه های **volt- ohm - ampere** کمک گرفته می شود.

لازم به تذکر است روی دسته سلکتور نشانگری موجود است که تعیین کننده دامنه کاری در اندازه گیری های شما می باشد. این دستگاه نیز مانند هر سیستم دیگری دارای دو ترمینال آند و کاتد می باشد. برای استفاده صحیح از دستگاه بایستی سیم مشکی را به ترمینال منفی و سیم قرمز را به ترمینال مثبت متصل کنید. حال دکمه **power** دستگاه را زده و هر نوع اندازه گیری را می توانید شروع کنید.

آشنایی با وسایل آزمایشگاه مدار

حال فرض می کنیم که مقاوتی را که می خواهیم آزمایش کنیم ۱۰۰ اهم باشد. با توجه به اینکه سلکتور روی ۱ * R ایستاده عقربه عدد ۱۰۰ را نشان می دهد و چنانچه رنگهای روی مقاوت پاک شده باشند در خواهیم یافت که مقاوت ما ۱۰۰ اهمی است ولی اگر مقاوت ما از ۵ کیلو اهم بیشتر باشد عقربه تقریباً روی علامت بی نهایت می ایستد و ما در این مبنا نمی توانیم مقدار مقاوت را بخوانیم. از این رو سلکتور را روی $10 * R$ قرار می دهیم. $10 * R$ به این معنی است که اگر عقربه هر عددی را نشان دهد آن عدد باید ضربدر ۱۰ شود تا مقدار اصلی مقاوت را بتوانیم بخوانیم.

به عنوان مثال اگر مقاوت ما ۱۰ کیلو اهم باشد عقربه روی یک کیلو اهم می ایستد و اگر یک کیلو را ضربدر ۱۰ کنیم مقدار اصلی مقاوت که همان ۱۰ کیلو اهم است به دست می آید. در این ردیف **Range** یا مبنا نیز بیشتر از ۵۰ کیلو اهم را نمی توان خواند. پس اگر مقاوت ما از این مقدار بیشتر باشد باید سلکتور را روی $100 * R$ قرار دهیم و همانطور مانند قبل هر چه عقربه نشان داد باید این دفعه ضربدر ۱۰۰ کنیم. هر وقت ما مبنا و یا رنج را در قسمت آزمایش مقاومتها عوض کنیم باید عقربه را "میزان" یا **Adjust** کنیم.

آشنایی با وسایل آزمایشگاه مدار

قسمت ولتاژها

ابتدا از ولتاژ مستقیم **DC.V** شروع می کنیم. همانطور که میبینید این قسمت دارای شش مبنای اندازگیری است که از ۰.۲۵ ولت تا ۱۰۰۰ ولت مستقیم را می تواند اندازه بگیرد. طرز کار این قسمت نیز تقریبا مانند اهم است یعنی اگر سلکتور را روی ۱۰ ولت قرار دهیم دستگاه ما حداکثر تا ۱۰ ولت را می تواند نشان دهد. این طبقه بندی اعداد را روی صفحه قسمتی که سه طبقه عدد قرار دارد می توانید ببینید. سمت چپ مدار نیز با **DC.V** و میلی آمپر مشخص شده. حال اگر شما خواسته باشید که یک باتری و یا منبع تغذیه جریان مستقیم را آزمایش کنید باید سیم مثبت دستگاه را به مثبت منبع تغذیه و سیم منفی دستگاه را به منفی منبع تغذیه وصل نمایید. اگر چنانچه باتری شما به عنوان مثال شش ولت است باید سلکتور را روی عدد ۱۰ قرار دهید. در این صورت عقربه عدد ۶ را نشان می دهد ولی اگر باتری شما از ۱۰ ولت بیشتر و از ۵۰ ولت کمتر بود باید سلکتور را روی عدد ۵۰ قرار داد و چنانچه بیشتر بود روی ۱۰۰۰ ولت.

آشنایی با وسایل آزمایشگاه مدار

برای اندازه‌گیری جریان مستقیم نیز مانند ولتاژ عمل میکنیم. یعنی اگر سلکتور را روی عدد ۰.۵ قرار دهیم دستگاه حداکثر تا ۰.۵ میلی آمپر میتواند اندازه بگیرد و اگر روی ۱۰ باشد حداکثر ۱۰ میلی آمپر و چنانچه روی ۲۵۰ باشد تا ۲۵۰ میلی آمپر.

اطمینان از اتصال و عدم اتصال سیم:

قابلیت دیگر در مولتی متر **Beeper** است این قابلیت بما این امکان را میدهد که به اتصال به نقاط مختلف مدار و یا سیم از اتصال و یا عدم اتصال به یکدیگر اطلاع یابیم، برای مثال یک سیم در طول مسیر که در هر طرف دو رشته دارد ابتدا دو رشته سیم را بدون اتصال در هر دو طرف تست میکنم در صورتی که مولتی متر صدا پخش نکند این دو سیم در طول مسیر بهم اتصال نکرده اند و در صورت پخش صدا سیم معیوب شده و در قسمتی بیکدیگر برخورد کرده اند، در مواقعی که میخواهیم از ارتباط صحیح آگاه شویم یکطرف سیم را به هم ارتباط میدهیم در این صورت در طرف دیگر با اتصال به دو سیم باید صدا از مولتی متر پخش شود، این تست برای اطمینان از سیم و معیوب نبودن در انواع سیم برق و دیتا و یا سیم دوربین، آنتن استفاده میگردد.