

بسم الله الرحمن الرحيم

# آموزش ساخت ربات

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
3	مقدمه
	بخش اول-مکانیک
4	مقدمه
5	شاسی یا بدنه
6	موتورها
10	چرخها
12	فصل اول: موتورها
14	موتور پله‌ای
15	اصول کار موتور پله‌ای
15	موتور پله کامل و نیم پله
15	راه انداز موتور پله‌ای
16	نحوه تست سالم بودن موتور پله‌ای
16	یافتن ترتیب صحیح سیمها
17	نحوه کار موتور پله‌ای
	بخش دوم-الکترونیک
19	مقدمه
20	مدار تغذیه
20	مدار درایو موتور
22	فصل اول: میکروکنترلر
23	فصل دوم: راه اندازی موتورها

23	.....	تئوري H-Bridge
25	.....	INPUT 5 و 7 و 10 و 12
25	.....	OUTPUT 2 و 3 و 13 و 14
25	.....	ENABLE A,B (6 و 11)
26	.....	(8) GND
26	.....	(9) logic supply voltage $V_{ss}$
26	.....	(4) supply voltage $V_s$
26	.....	Current sensing A,B (1 و 15)
29	.....	فصل سوم: IC بافر
29	.....	فصل چهارم: منبع تغذيه و باطري
30	.....	فصل پنجم: کيت و مدار چاپي و بردبورد
33	.....	فصل ششم: نمايش اطلاعات
34	.....	فصل هفتم: ديودهاي هرزگرد
35	.....	تقديره و منابع

## مقدمه

بعضی‌ها فکر می‌کنند که ربات يك آدم آهني است که کارهای انسان را انجام می‌دهد. بعضی‌ها آنرا يك موجود دور از ذهن و بزرگ می‌بینند و بعضی آنرا يك موجود عظیم عجیب و غریب می‌بینند. اما نه يك ربات فقط يك می‌تواند يك وسیله متحرك باشد که قابل برنامه‌ریزی و انجام کارهای خاص (هر چند كوچك) باشد. حتی در دانشگاه نیز تا وارد کنیم ساخت ربات نشویی فکر می‌کنی کار بسیار شاقی است و نیاز به تخصص بالایی دارد. اما اینها نیست. بسیار از آنچه فکر می‌کنند راحت‌تر است، اگر يك تیم تشکیل دهیم و هرکس در رشته خاص خود تخصص داشته باشد با مقداری مطالعه و تحقیق به آسانی می‌توان ربات ساخت.

برای ترغیب ساختن ربات مسابقات مختلفی برگزار می‌شود مثل ربوکاپ، ربوکان، و مسابقات اختصاصی‌تر مثل رباتیک مشهد، حلی کاپ که مربوط به دانشگاه‌های خاص است. چند ماه قبل، قوانین مسابقه در بخشنامه‌ای به اطلاع عموم می‌رسد. سپس باید ربات را برای آن مسابقه و آن قوانین ساخت. مثلاً اعلام می‌شود که قرار است در تاریخ فلان مسابقه ربات‌های باربردار برگزار شود. تعداد بارها، حداکثر وزن رباتها، شکل پیست مسابقه، قوانین حین مسابقه و ... نیز اعلام می‌شود. اینجا است که تیم مشغول به کار می‌رود و ربات را برای آن مسابقه بصورت خاص می‌سازد. اما اساس کار رباتها مثل هم است. (برعکس شکل و جزئیاتشان) همه از قطعات نسبتاً مشترکی از قبیل میکروکنترلر، سنسور، شاسی، موتورها، راه‌اندازها، بازوها و ... تشکیل شده‌اند.

در سطح بالاتر، رباتها از هوش مصنوعی استفاده می‌کنند. اصطلاحات پایگاه دانش، شبکه عصبی و ... مربوط به این سطح است. در حقیقت در این سطح، ربات بیشتر به «انسان» شبیه می‌شود. برنامه‌های کارا تر و پیچیده‌تری به آن می‌دهند. حتی خود ربات می‌تواند اطلاعات را جمع‌آوری

کند و آنرا در پایگاه دانش و (شبکه عصبی) بریزد و در موارد بعدی از آن استفاده کند. زیاد تند نرویم. هدف ما پیچاندن مطالب نیست. هدف ما معرفی ساده‌ترین رباتهاست که دانشجویان علاقمند بتوانند از آن استفاده کنند و خودباوری در آنها ایجاد شود که می‌توانند از چیزهای ابتدایی که مربوط به رشته الکترونیک و کامپیوتر است شروع کرده‌ایم. نشان داده‌ایم که با اطلاعات نه خیلی بالا می‌توان ربات ساخت اما در جاهایی باید تخصص نیز داشت. چون خود ما نیز از صفر شروع کرده‌ایم اما با کمی تحقیق مطالعه و با توجه به اینترنت و حتی سایتهای فارسی متعدد در مورد ربات و مسابقات و قطعات و مقالات و ... جایی برای نرسیدن به پاسخ نمی‌ماند. امید است انشاءا... جوانان و دانشجویان ذهن خلاق خود را با استارت کوچکی به کار بیندازند و آنرا توسعه و پرورش دهند.

بحث ما پس از مقدمه به بخشهایی تقسیم می‌شود. ما باید آشنایی مقدماتی با سه رشته الکترونیک، کامپیوتر (برنامه نویسی) و مکانیک (نه خیلی به صورت حرفه‌ای) داشته باشیم. بخشهای ما شامل 3 بخش مکانیک الکترونیک و کامپیوتر خواهد شد. این بخشها نیز ممکن است به فصلهایی تقسیم‌بندی شده باشند که در جای خود توضیح داده شده‌اند. ما در جاهایی بصورت ابتدایی سخن گفته‌ایم و در بعضی جاها نیاز به پرسش و تحقیق بیشتر وجود دارد. سایتهایی نیز معرفی می‌شوند که می‌توانند برای تفحص بیشتر مورد استفاده قرار گیرند.

## بخش اول مکانیک

در مکانیک یک ربات چند بخش وجود دارد. مکانیک ربات جزء ساده‌ترین مکانیک‌ها محسوب می‌شود. این مکانیک شامل بخشهای زیر است.

1- شاسی (یا بدنه) که تمام اجزاء روی آن قرار خواهند گرفت.

2- موتورها

3- چرخها

## الف) شاسي يا بدنه (سازه مكانيكي)

اين بخش در ساده‌ترين حالت مي‌تواند يك طلق پلاستيكي يا چوب (تخته سه لا) باشد كه نسبتاً سبك بوده و استحكام خوبي دارد. برد الكترونيكي شما روي آن وصل مي‌شود و موتورها و چرخ‌ها به آن وصل مي‌شود.

سازه مكانيكي معمولاً به گونه اي ساخته مي‌شود كه همه حالاتي كه ربات در آن قرار خواهد گرفت را پشتيباني نمايد. مثلاً اگر ربات شما قرار است يك وزنه 100 گرمي را جابجا نمايد سازه مكانيكي ربات اولين قسمتي است كه بايد سازگاري كامل با اين وزنه داشته باشد. وقتي مي‌گويم سازگاري كامل يعني اولاً مقاومت كافي در برابر اين وزن و ثانياً شكل آن به گونه اي باشد كه بتواند وزنه را به راحتي جابجا كند ممكن است در محيط محدوديتي براي روبات شما وجود داشته باشد ، مثلاً ارتفاع ربات يا وزن آن به دليلي محدود باشد كه اين موارد نيز از جمله موارد است كه سازه ربات بايد با آنها همخواني داشته باشد. با توجه به نكات ذكر شده ، بهترين جنس را براي ساختن ربات انتخاب مي‌كنند براي انتخاب مواد اوليه نكاتي مانند وزن ، مقاومت كششي و خمشي ، جنس ، قيمت ، قابليت انعطاف پذيري و ... مورد توجه قرار مي‌گيرد. در صورتي كه مي‌خواهيد رباتي جهت پروژه هاي دانشجويي يا دانش آموزي خود بسازيد، چوب - آلومينيوم - پلاستيك فشرده - تفلون و ... جزو گزينه هاي اساسي شما هستند كه بايد با توجه به شرايط خود يكي از آنها را انتخاب نماييد.

براي طراحي و ساخت ربات دقت كنيد كه روبات شما بايد بيشتريين پايداري ممكن را داشته باشد كه رابطه مستقيم به شكل روبات و مركز ثقل آن دارد، مثلاً رباتهاي كوچك كه ارتفاع زيادي دارند از پايداري خوبي برخوردار نخواهد بود و با كمترين نيرويي امكان واژگوني آنها وجود دارد.

## ب) موتورها

یکی از مهمترین اجزای یک ربات نیروی محرکه آن است. برای حرکت دادن سازه‌ای که ساخته‌اید نیاز به انرژی مکانیکی دارید. این انرژی معمولاً توسط یک موتور الکتریکی تامین می‌شود. موتور الکتریکی یا اصطلاحاً آرمیچرها در واقع مبدل‌های انرژی هستند. موتورهای الکتریکی می‌توانند انرژی الکتریکی که از ترمینال‌های آن وارد می‌شود را به انرژی مکانیکی تبدیل کنند. انرژی مکانیکی معمولاً به صورت دوران در شفت (محور) موتور ظاهر می‌شود. دوران این محور (شفت) دو مشخصه اساسی دارد: یکی سرعت دوارن آن و دیگری قدرت آن. از ضرب سرعت خطی (متر بر ثانیه) در نیروی موتور می‌توانید توان نهایی خروجی آن را محاسبه کنید. با توجه به اینکه گفتیم موتور یک مبدل است، اگر موتور شما ایده‌آل باشد توان خروجی که بدست می‌آورید با توان ورودی یعنی انرژی الکتریکی مصرف شده برابر خواهد بود. موتورهای الکتریکی انواع مختلفی دارند از جمله استپ موتورها، سرور موتورها، موتورهای دی سی DC، موتورهای AC و

...

هر یک از موتورهای نام برده شده ویژگی خاصی دارد مثلاً استپ موتورها دارای دقت بالایی هستند و با توجه به نوع موتور می‌توان دقت گردش موتور در حد چند درجه کنترل نمود. به دلیل گستردگی مطلب، انواع موتور در مقوله‌ای جداگانه مورد بحث قرار خواهد گرفت. در حال حاضر موتور مورد استفاده ما در ربات‌های کوچک و ساده موتور DC می‌باشد. از ویژگی‌های اساسی موتورهای DC این است که جهت حرکت و سرعت حرکت آنها به راحتی قابل کنترل است. با تغییر متوسط ولتاژ ورودی می‌توانید سرعت موتور را تغییر دهید و با تغییر پلاریته (جهت اتصال تغذیه به موتور) جهت دوران شفت تغییر خواهد نمود.

توان خروجی از ضرب سرعت در قدرت و با استفاده از فرمول  $W=f.d$  بدست می‌آید.

موتورهاي الكتريكي معمولاً به گونه‌اي ساخته مي‌شوند كه سرعت چرخش شفت آنها بسيار زياد است (بر خلاف قدرت خروجي كه معمولاً كم است) اين سرعت به طور طبيعي بين 3 تا 10 هزار دور در دقيقه ( RPM ) است. شما مي‌توانيد با استفاده از مكانيزمهايي (مانند چرخ دنده‌ها و يا تسمه‌ها) اين سرعت را پايين بياوريد و در عوض به قدرت بيافزايد. در ادامه قصد داريم در مورد انواع مكانيزمهاي تغيير نسبت سرعت و قدرت صحبت كنيم.



#### نمونه اي از چرخ و زنجير

رايچ‌ترين روش اين كار استفاده از تعدادي چرخ دنده است كه به مجموع آنها گريبكس گفته مي‌شود. با استفاده از همين روش است كه نسبت بين قدرت و سرعت در اتومبيل مشخص مي‌شود. در اين روش با كوچك و بزرگ كردن چرخ دنده‌ها نسبت ورودي به خروجي گريبكس تغيير مي‌نمايد. بحث گريبكس و طرز كار بحث گسترده‌اي است فقط اين نكته را ذكر مي‌كنم كه اگر نيروي محرکه شما به يك چرخ دنده كوچك متصل باشد، و اين چرخ دنده، چرخ دنده بزرگ‌تري را به گردش درآورد به دليل تفاوتي كه در محيط اين چرخ دنده‌ها وجود دارد، چرخ دنده بزرگ‌تر چرخش كم‌تري خواهد داشت و در نتيجه سرعت آن کاهش يافته و با توجه به اينكه سرعت و قدرت با يكديگر رابطه عكس دارند، قدرت افزايش خواهد يافت. اگر كمی فكر كنيد و چند گريبكس را از نزديك ببينيد به خوبي طرز كار آن براي شما روشن خواهد شد. از انواع ديگر گريبكس‌ها مي‌توان به گريبكس‌هاي حلزوني و گريبكس‌هاي مركب اشاره نمود.

علاوه بر گیربکس روش‌های دیگری مانند استفاده از چرخ و زنجیر (مانند دوچرخه) و استفاده از تسمه (مانند کولر آبی) برای انتقال و تغییر نسبت انرژی مکانیکی متداول است.

برای تهیه گیربکس می‌توانید به وسایلی رجوع کنید که موتور و گیربکس به نحوی در آن وجود دارد و قیمت تهیه آنها نیز مناسب است. مثلاً در اسباب بازی‌های مختلف می‌توانید موتور و گیربکس در ابعاد گوناگون بیابید. البته اگر در بسیاری از موارد باید از موتور و گیربکس‌های مرغوب و با توان زیاد استفاده نمایید که می‌توانید آنها در بازار جستجو کنید. در زیر تصویر چند نمونه از چرخ دنده و گیربکس را مشاهده می‌نمایید.



موتور و گیربکس سر هم



موتور و گیربکس حلزونی

گفتیم که موتور و گیربکس وظیفه تامین انرژی مکانیکی مورد نیاز جهت حرکت بخش‌های مختلف ربات را بر عهده دارند. بنابراین اگر از موتور و گیربکس در قسمت محرکه ربات استفاده می‌نمایید، باید خروجی گیربکس که با سرعت مناسب و قدرت نسبتاً زیاد دروان می‌کند را به گونه‌ای به چرخ



متصل نمایید در اینصورت چرخ ربات نیز به گردش درآمده و ربات شما حرکت خواهد کرد. معمولاً برای ساخت ربات‌هایی از قبیل مسیریاب، پرتابگر، امدادگر، بولینگر، دریل زن و ... باید مکانیزیمی ایجاد نمایید که بتوان جهت حرکت ربات را به دقت کنترل نمود یکی از مکانیزم‌های متداول استفاده از دو موتور و گیربکس در دو طرف است. در صورتی که ربات شما قسمت‌های متحرک دیگری به غیر از چرخ دارد (مثلاً بازو) می‌توانید جهت اتصال آنها به ربات از لولا و بلبرینگ استفاده نمایید. و برای حرکت دادن هر قسمت یک موتور و گیربکس نیاز دارید. نحوه اتصال موتور و گیربکس در قسمت‌های دیگر ممکن است با اتصال چرخ‌ها کمی متفاوت باشد که با کمی هوش و ابتکار می‌توانید بهترین روش اتصال را بیابید.

برای کارهای ساده‌تر می‌توانید از موارد زیر استفاده کنید:

#### 1- موتورهای اسباب بازی‌ها و گیربکس آنها

در ساده‌ترین حالت می‌توانید گیربکس اسباب بازی‌ها را باز کرده و از آنها استفاده کنید. دقت کنید گیربکس‌ها روان باشند. اگر موتورهای جریان کشی بالایی دارند بهتر است از یک موتور دیگر استفاده شود.

#### 2- موتورهای گیربکس دار

در این موتورهای موتور و گیربکس داخل یک مجموعه قرار دارند و در دوره‌های مختلف با توان‌های مختلف عرضه شده‌اند. بهترین گزینه استفاده از این نوع موتورهای می‌باشد. چرا که یک مجموعه مطمئن است. بی‌صدا و حجم کمی را اشغال می‌کنند و معمولاً جریان کشی مناسبی دارند و تنها مشکل آنها قیمت بالای آنها است.

نکته: دقت کنید موتورهای معمولی را مستقیماً به چرخ وصل نکنید زیرا آنها دارای سرعت بالایی هستند (2000 تا 3000 دور در دقیقه) ولی قدرت لازم برای حرکت را ندارند.

نکته 2: بهتر است موتورهای و چرخ‌ها در عقب ربات نصب شوند و چرخ هرزگرد در جلوی ربات نصب شود.

موتورها در يك فصل جداگانه مفصل‌تر بررسي شده‌اند. (فصل اول)

### ج) چرخها

جنس و اندازه چرخ يکي از اساسي‌ترين مسائلي است که مي‌تواند ميزان توانايي ربات را مشخص کند.

نکات حائز اهميت در مورد چرخها از اين قرار است.

#### 1- اندازه قطر چرخها

بهتر است چرخ طوري تعيين شود که با موتورها هماهنگي کالمي داشته باشد چون هر چه قطر چرخها بيشتر باشد با يك دور چرخش موتور، ربات به مقدار بيشتري حرکت مي‌کند. سپس اندازه چرخها با سرعت ربات نسبت مستقيم دارد.

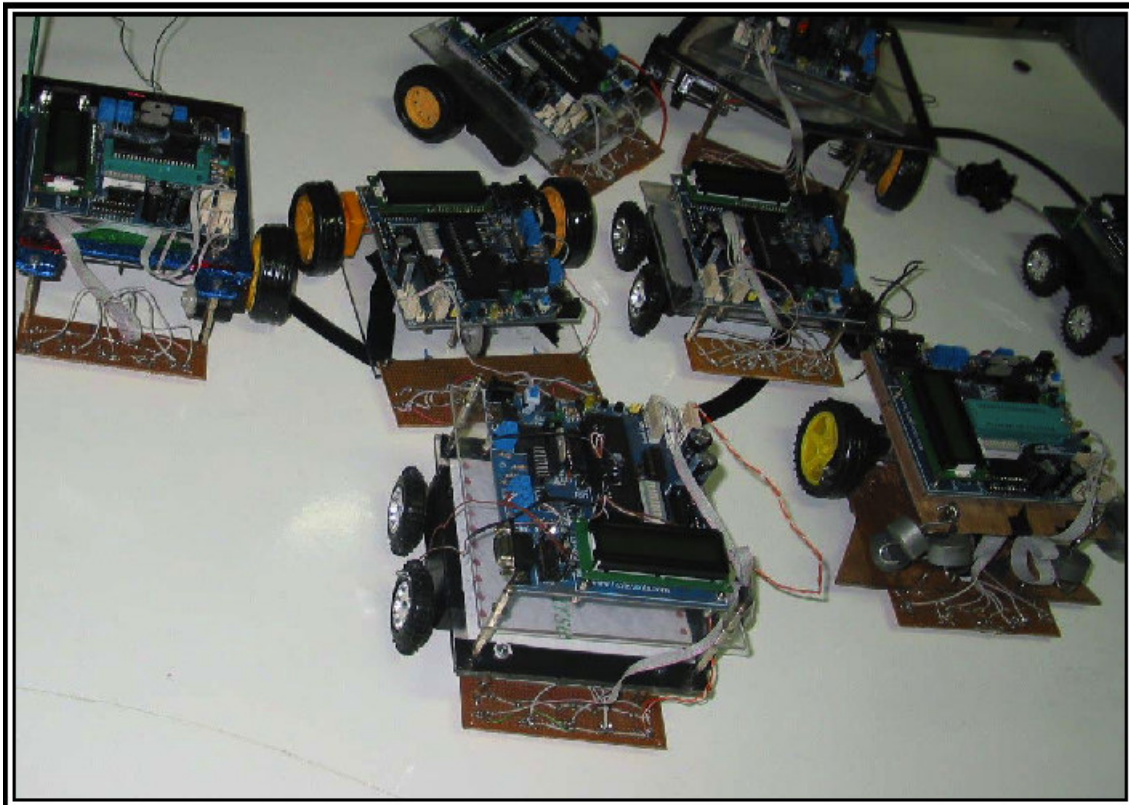
#### 2- عرض چرخها

عرض چرخها بهتر است بين 1 تا 2 سانتيمتر باشد چون هر چه قدر عرض چرخها بيشتر باشد هم وزن چرخ بيشتر مي‌شود و هم سطح اصطکاک بيشتري با زمين پيدا مي‌کند.

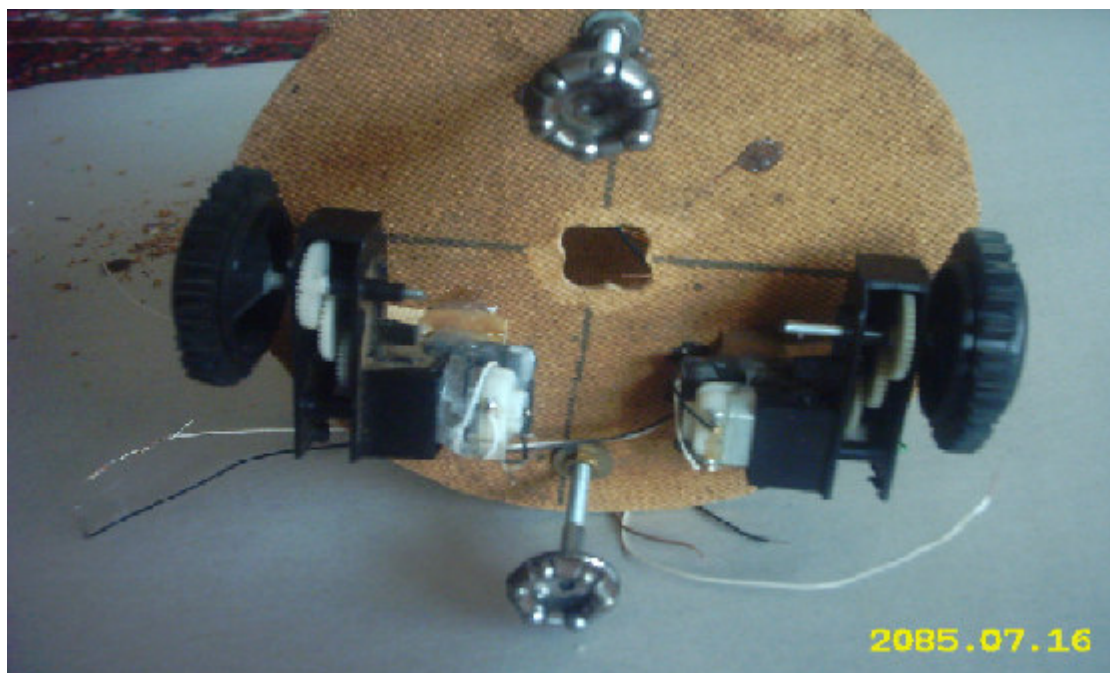
#### 3- ميزان اصطکاک چرخها با زمين

چرخ ربات را با توجه به جنس مکاني که ربات بايد در آن حرکت کند به گونه‌اي انتخاب کنيد که بيشترين ضريب اصطکاک را داشته باشد. در واقع عامل انتقال انرژي چرخها به زمين و در نتيجه حرکت ربات، اصطکاک چرخها با زمين است. اگر شما نيروي محرکه بسيار قوي در اختيار داشته باشد ولي چرخهاي ماشين دست سازتان بر روي زمين سر بخورد قطعاً نتيجه مناسبتي نخواهيد گرفت. اصولاً چرخ را مي‌توانيد از ماشينهاي اسباب بازي خراب جدا کرده و استفاده کنيد يا از تفلون و يا چوب خراطي شده جهت ساخت چرخ استفاده کنيد. با کمي جستجو ممکن است چرخهاي مناسبتي در بازار پيدا کنيد. در صورتي که چرخ شما روکش مناسبتي ندارد و ضريب اصطکاک آن کم است بايد به گونه‌اي اين مشکل را حل کنيد. اگر ربات بر سطح صاف و محکمي مانند چوب حرکت مي‌کند، لاستيکهاي

ژله‌اي بهترين گزينه هستند در صورتي كه هيچ امكاناتي در اختيار نداريد مي‌توانيد از دستكشهاي آشپزخانه استفاده كنيد! چند لايه دستكش يا چيزي شبیه به آن (مانند بادكنك) بر روي چرخ‌هاي ربات خود بکشيد و محكم چسب بزنيد خواهيد ديد كه چسبندگي ربات شما بر روي زمين چقدر افزايش خواهد يافت.



چرخ هرزگرد: اين نوع چرخ، چرخي است كه فقط وظيفه حفظ تعادل ربات را به عهده دارد و بايد كمترين اصطكاك را با زمين داشته باشد و موتور به آن وصل نمي‌شود. يكي از نمونه‌هاي چرخ هرزگرد ساچمه يا بلبرينگ است همچنين مي‌توان از حلقه‌هاي ساچمه‌اي استفاده كرد كه يكي از جديدترين مدل‌هاي چرخ هرزگرد است.



## فصل اول: موتورها

یکی از مهمترین اجزای یک ربات بخش مکانیکی و سیستم تولید کننده نیروی محرکه آن می باشد.

از موتور برای تبدیل انرژی الکتریکی به انرژی مکانیکی استفاده می شود. بسته به کارکرد ربات، توان مصرفی، دقت لازم و پارامترهایی از این قبیل نوع موتور ربات انتخاب می شود. بی شک یکی از مشخصه های اصلی موفقیت یک ربات انتخاب صحیح موتور محرک ربات می باشد. در یک دسته بندی کلی سه نوع موتور الکتریکی وجود دارد:

• موتور AC

• موتور DC

• موتور پله ای (Stepper motor)

الف) موتور AC

معمولاً در مدارهایی با مصرف انرژی زیاد و دستگاه های الکتریکی خانگی مورد استفاده قرار می گیرد.

این موتورها با جریان متناوب برق کار می‌کنند لذا به آنها موتور AC گفته می‌شود. یخچال، جاروبرقی و آبمیوه‌گیری موتور AC دارند. مکانیسم کنترلی موتورهای AC تقریباً پیچیده است. برای کنترل میزان چرخش موتور از وسیله‌ای به نام شیفت انکودر استفاده می‌شود.

(ب) موتور DC

توان مکانیکی آنها عموماً کمتر از موتورهای AC است. موتورهای DC ساختار ساده‌ای دارند. بسیاری از اسباب بازیهای برقی با موتور DC کار می‌کنند. آرمیچر بارزترین نوع موتور DC است. اغلب برای استفاده از موتور DC به مدار راه‌انداز نیاز داریم. برای چرخش یکنواخت موتور DC فقط کفایت تغذیه موتور با یک ولتاژ DC صاف رگوله مثل باتری تأمین شود. ایراد موتور DC عدم امکان کنترل دقیق سرعت و چرخش موتور است. برای امتحان این موضوع کفایت تغذیه یک آرمیچر در حال چرخش را قطع کنید و مشاهده کنید که مدتی طول می‌کشد تا آرمیچر بطور کامل از حرکت باز ایستد.

قیمت پایین، تنوع قدرت و سرعت، از جمله مزایای استفاده از موتورهای DC می‌باشد.

شاید خیلی‌ها با استپر موتور کار کرده‌اید و یا حداقل با ویژگی‌هایش آشنایی دارید بگوئید امکان ندارد با موتور DC ربات بسازیم! حداقل به این فکر می‌کنید که موتور DC نمی‌تواند به سرعت توقف کند، یا کنترل سرعتش مشکل است و... (این ضعفها به روشهایی حل می‌شوند) اما حقیقت این است که استپرها با وجود دقت و شاید کنترل آسان، مشکلات زیادی از جمله وزن زیاد، قیمت بالا و قدرت بسیار کم دارند و در مواقعی حتی وزن خودشان را هم نمی‌توانند تحمل کنند و کلاً استفاده از آنها به

عنوان نیروی محرکه صحیح نیست. در عوض موتورهای DC حداقل در بازار ایران قیمت بسیار مناسب، اندازه و طرحهای گوناگون، سرعت مناسب وجود دارند.

نکته دیگری که باید راجع به موتورهای DC بگوییم این هست که این موتورها در ولتاژ کاری خودشان سرعت بسیار بالایی دارند و برای حل این مشکل چاره ای نیست جز استفاده از گیربکس. در بازار موتورهای مختلفی به همراه گیربکس عرضه میشود اما قیمت‌های سرسام آوری دارند. چیزی که توصیه می‌شود این هست که ماشین‌های اسباب بازی که در آنها از آرمیچر (همان موتور DC) استفاده شده تهیه کنید و از گیربکس‌های پلاستیکی که برای کاهش سرعت در آنها تعبیه شده استفاده کنید. می‌توانید از چرخها و یا بدنه ماشین هم در ساخت رباتان استفاده کنید.

این نوع موتورها دو سیم دارند. یکی به قطب مثبت و دیگری به قطب منفی متصل می‌شوند. جهت گردش این نوع موتورها نیز به همان جهت وصل برق بستگی دارد یعنی ساعتگرد و پادساعتگرد.

### ج ( موتور پله‌ای (Stepper motor)

استپ موتور نوعی موتور مثل موتورهای DC است که حرکت دورانی تولید می‌کند. با این تفاوت که استپ موتورها دارای حرکت دقیق و حساب شده‌تری هستند.

این موتورها به صورت درجه‌ای دوران می‌کنند و با درجه‌های مختلف در بازار موجود هستند.

موتور دیسک سخت یک نمونه موتور پله‌ای است.

کاربرد اصلی این موتورها در کنترل موقعیت است.

ویژگی اصلی این نوع موتورها امکان کنترل سرعت آنهاست.

این موتورها ساختار کنترلی ساده‌ای دارند. لذا در ساخت ربات کاربرد زیادی دارند. بطوریکه به تعداد پالس‌هایی که به یکی از پایه‌های راه انداز آن ارسال می‌شود موتور به چپ یا راست می‌چرخد. توان خروجی این موتورها کمتر از دو نوع قبلی است. استفاده از موتور پله‌ای مشکلاتی از جمله وزن زیاد، قیمت بالا و قدرت بسیار کم را بدنبال دارد.

### **اصول کار موتور پله‌ای**

واژه پله به معنی چرخش به اندازه درجه تعریف شده موتور است. مثلاً موتور پله‌ای با درجه 1.8 باید 200 پله حرکت کند تا 360 درجه یا یک دور کامل بچرخد:  $1.8 \times 200 = 360$  با درجه 15 فقط باید 24 پله برای یک دور کامل انجام دهد:  $15 \times 24 = 360$  مکانیسم کنترلی موتور پله‌ای طوریست که امکان کنترل سرعت به سادگی میسر می‌شود.

### **موتور پله کامل و نیم پله**

در حالت عادی میزان چرخش موتور به تعداد پالس‌های اعمالی و گام موتور بستگی دارد. هر پالس یک پله موتور را می‌چرخاند. با تحریک دو فاز مجاور در موتور می‌توان موتور را به اندازه نیم پله حرکت داد. به این ترتیب تعداد پله‌های موتور دو برابر می‌شود و در نتیجه دقت چرخش موتور هم دوبرابر می‌گردد.

### **راه اندازی موتور پله‌ای**

تراشه L297 یک راه انداز مناسب برای موتور پله‌ای است. مدارهای راه‌انداز متنوعی برای استفاده از موتورهای پله‌ای وجود دارد. در اینجا از مدار مجتمع L297 و L298 برای راه‌اندازی موتور پله‌ای استفاده می‌شود. که طریقه بستن آن در شکل زیر نشان داده شده است. جهت کنترل موتور به قابلیت‌هایی همچون حرکت به عقب و جلو، کنترل سرعت، کنترل جریان و توقف آنی موتور احتیاج داریم و این نیازها را درایور

مورد نظر ما یعنی L298 براحتی تامین می‌نماید L298 یک آیسی پل H-دوتایی (DUAL H-Bridge) دارای ۱۵ پایه می‌باشد که قادر است وظایفی چون چرخش موتور به عقب و جلو، کنترل سرعت، کنترل جریان و توقف آنی موتور را انجام دهد. کنترل موتور به این شرح است که پس از محاسبه میزان چرخش موتور برای جابجایی مورد نظر با استفاده از میکرو کنترلر به تعداد مورد نظر پالس به پایه راه انداز ارسال می‌کنیم. موتورهایی پله‌ای موجود در بازار معمولاً در دو نوع ۵ یا ۶ سیم یافت می‌شود.

در مدل ۵ تایی فقط یک سیم مشترک (COM) وجود دارد ولی در مدل ۶ تایی ۲ سیم مشترک وجود دارد که باید به ولتاژ وصل بشوند.

### **نحوه تست سالم بودن موتور پله‌ای**

برای اینکار در مرحله اول باید مطمئن شویم هیچکدام از سیم‌ها به هم اتصال ندارند (به هم نچسبیده اند) حالا با دست شفت را بچرخانید، می‌بینید که راحت و روان می‌چرخد حالا تمام سیم‌ها را به هم اتصال بدهید و سعی کنید دوباره شفت را با دست بچرخانید، اگر یک مقاومت یا سفتی نسبت به حالت قبل احساس کردید بدانید حتماً استپ موتور سالم است (بدون نیاز به هیچ منبع تغذیه)

### **یافتن ترتیب صحیح سیم‌ها**

پیدا کردن این ترتیب خیلی مهم است و اگر رعایت نشود موتور ما درست نخواهد چرخید و مارا به اشتباه می‌اندازد. برای اینکار ابتدا سیم (یا سیم‌های) مشترک را به ولتاژ مورد نیاز موتور (روی بدنه موتور می‌نویسند ولی معمولاً ۱۲ ولت) وصل می‌کنیم. بعد از میان ۴ تا سیم باقیمانده یکی را انتخاب می‌کنیم و سر منفی یا زمین منبع را به آن اتصال می‌دهیم. اینکار باعث یک چرخش کوچک می‌شود. یک کاغذ گرد یا یه تکه چوب به شفت ببندید تا چرخش‌های ریز معلوم بشود. این چرخش کوچک در واقع همان یک پله موتور به اندازه زاویه موتور هست. حالا سر منفی (از این به



بعد میگویم GND، با گراند کردن) را به یکی از ۳ تا سیم دیگر اتصال بدهید. اگر از این ۳ تا سیم، سیم صحیح را انتخاب کرده باشید یک گردش کوچک (به اندازه قبلی) در ادامه حرکت قبلی می بینید ولی اگر خطا باشد گردش معکوس یا بیش از حد (۲ یا ۳ پله) خواهید داشت. اگر سیم خطا بود دوباره زمین را به سیم اول اتصال بدهید و همان کار را با ۲ سیم دیگر تکرار کنید تا زمانی که سیم صحیح پیدا بشود. وقتی سیم صحیح پیدا شد سیم اول را کنار می گذارید و مراحل را از اول برای سه سیم باقیمانده انجام می دهید تا ترتیب ۴ تا سیم را پشت سر هم پیدا کنید.

### **نحوه کنترل موتور پله ای**

حالا اگر این چهارتا سیم را به ترتیب صحیح کنار هم قرار بدهیم و سر منفی منبع را به ترتیب هی روی آنها بکشیم، می بینیم که موتور -هرچند دست و پا شکسته- شروع به چرخش می کند! (البته باید ترتیب سیمها کاملا صحیح باشد)

حالا فرض کنید چهار تا سیم را به صورت چهار بیت -بیت فقط میتواند ۰ یا ۱ باشد- در نظر بگیریم و ۱ شدن هر کدام به معنی اتصال آن به GND باشد (البته اینجا شما فقط برای درک بهتر این را فرض کنید چون در واقعیت برعکس است یعنی ۰ به معنی گراند شدن است). مثلا ۰۰۰۱ یعنی سیم اول گراند شده و ۰۱۰۰ یعنی سیم سوم گراند شده.

اگر چهار پله a, b, c, d را که هر کدام به صورت چهار بیت در جدول نشان داده شده اند را به صورت مداوم به یک استپ موتور القا کنیم (شبيه کیشدن GND به سرعت روی چهار سیم موتور) باعث حرکت منظم موتور در یک جهت خواهیم شد. این نوع القا بیتها، حرکت **یک ستی** نام دارد. یعنی در هر پله فقط ۱ بیت روشن یا ۱ هست. در ضمن القا بیتها طبق این جدول و جداول بعدی مرحله جدایی است که باید با توسط میکرو کنترلر انجام بگیرد.

شماره پله	سیم ۴	سیم ۳	سیم ۲	سیم ۱
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1

نوع دیگری از القا پله به موتور وجود دارد که حرکت **دوبیتی** نام دارد. همانطور که در جدول می بینید در این نوع حرکت در یک پله همزمان دوبیت ۱ هستند (انگار همزمان دو سیم را به زمین اتصال بدهیم). اگر این مدل را مثل بالایی به صورت مداوم تکرار کنیم باز هم باعث چرخش موتور خواهیم شد اما در این حالت گشتاور و جریان مصرفی موتور نزدیک ۲ برابر خواهد شد. افزایش گشتاور به معنی افزایش قدرت چرخاندگی (نه سرعت چرخش) است.

شماره پله	سیم ۴	سیم ۳	سیم ۲	سیم ۱
1	1	0	0	1
2	1	1	0	0
3	0	1	1	0
4	0	0	1	1

نوع دیگری از القا پله به استپ موتور وجود دارد بنام حرکت **نیم پله**. همانطور که از اسمش پیداست این مدل باعث چرخش موتور به اندازه نیم پله خواهد شد. مثلاً اگر زاویه موتوری 1.8 درجه هست هر پله از این مدل

باعث چرخش موتور به اندازه ۰,۹ درجه خواهد شد. از ویژگی های این روش افزایش حساسیت استپر موتور است. لازم به ذکر است که اگر بیت های این سه جدول را از بالا به پایین القا کنیم موتور در جهت ساعتگرد و اگر از پایین به بالا اجرا کنیم در جهت پادساعتگرد خواهد چرخید.

شماره پله	سیم ۴	سیم ۳	سیم ۲	سیم ۱
1	1	0	0	0
2	1	1	0	0
3	0	1	0	0
4	0	1	1	0
5	0	0	1	0
6	0	0	1	1
7	0	0	0	1
8	1	0	0	1

## بخش دوم: الکترونیک

الکترونیک ربات در نوع ساده از قسمتهای زیر تشکیل شده است.

- 1- مدار تغذیه
- 2- موارد درایور (راه انداز) موتور
- 3- میکروکنترلر
- 4- کیتها و اتصالات
- 5- آی سیهای بافر
- 6- قسمت های نمایش دهنده (خروجی ها)

در اینجا به اختصار به معرفی برخی قسمت‌ها می‌پردازیم و سپس بطور مفصل در فصل‌های جداگانه هر یک از قسمت‌ها توضیح داده می‌شوند.

## **الف) مدار تغذیه**

این بخش از مدار وظیفه تبدیل ولتاژ ورودی به 5 ولت و نیز ساپورت کردن ولتاژ مدارها و موتورها را به عهده دارد. باتری‌ها و رگولاتورهای ولتاژ مربوط به این قسمت می‌شوند.

رگولاتورهای ولتاژ: با گرفتن ولتاژ ورودی آنرا به ولتاژ دلخواهی تبدیل می‌کنند. مثلاً با گرفتن ورودی‌های 6v ، 20v ، 35v ، 40v یا ... آنرا به خروجی 5v تبدیل می‌کنند.

باتری‌ها: چندین نوع باتری وجود دارد. برای موتورها پیشنهاد می‌شود که از منبع تغذیه جداگانه استفاده شود. دلیل آن را در فصل 5 خواهیم دید ان شاء الله...

باتری‌ها به دو دسته قابل شارژ و غیرقابل شارژ تقسیم می‌شوند. باید برای مدار از باتری مناسبی استفاده کرد. ولتاژ و آمپراژ (جریان) باتری باید معلوم باشد. آمپراژ کم باعث کار نکردن مدار و موتورها می‌شود آمپراژ زیاد نیز احتمالاً باعث آسیب به مدار می‌شود. نکته دیگر در مورد باتری وزن آن است. باتری‌هایی وجود دارند که حدود 1 کیلوگرم وزن دارند. اینگونه باتری‌ها باید با شاسی ربات هماهنگی داشته باشند وگرنه ربات نمی‌تواند حرکت کند (به علت وزن زیاد). البته اگر منبع تغذیه‌ای وجود داشته باشد که با برق شهر کار کند می‌توان به جای باتری از آن استفاده کرد. البته قابلیت حمل (portability) ربات کاهش می‌یابد.

## **ب) مدار درایور موتور**

یکی دیگر از مهمترین بخش‌های یک ربات بخش درایور موتور است. وظیفه این بخش تأمین ولتاژ و جریان مورد نیاز موتورها است و تسوط میکروکنترلر کنترل می‌شود.

میکروکنترلر مستقیماً نمی‌تواند برق موتورها را تأمین کند. برای راه‌اندازی موتورها از 2 روش استفاده می‌شود.

### 1- رله

رله‌ها قطعات الکترومکانیکی هستند که با وصل کردن برق رله اتصال دو سیم رله متصل می‌شود و برق به موتورهای ما وصل می‌شود.

استفاده از رله چندین عیب دارد. سرعت قطع و وصل شدن رله کم است، موتورها را نمی‌توانیم به صورت دو جهته کنترل کنیم یعنی هم بصورت راستگرد و هم بصورت چپگرد. تنها حسن رله مدار ساده آن و قدرت بالا در جریان دادن و ولتاژ آن است.

### 2- ترانزیستورها یا ICهای درایور موتور

با ترانزیستورها یا ICهای درایور موتور می‌توان موتورها را کنترل کرد. بهترین گزینه برای کنترل این موتورها آی سی L293 (1 آمپر) و آی سی L298 (3 آمپر) می‌باشد که می‌توان موتورها را بصورت دو جهته (Bi-directional) کنترل کرد.

چرا باید از موتورها به صورت دوجته استفاده کنیم؟

چنانچه بخواهیم ربات ما مستقیماً به جلو حرکت کند کافی است دو موتور را روشن کنیم.

چنانچه بخواهیم ربات به سمت راست بچرخد می‌توانیم موتور سمت راست را خاموش کنیم و موتور سمت چپ روشن باشد تا ربات به سمت راست گردش داشته باشد.

چنانچه بخواهیم ربات به سمت چپ بچرخد می‌توانیم موتور سمت چپ را خاموش کنیم و موتور سمت راست روشن باشد تا ربات به سمت چپ بچرخد.

پس چرا موتورها باید بصورت دوطرفه کنترل شوند؟

دلیل آن کاملاً واضح است. چنانچه بخواهیم ربات را با سرعت بالایی کنترل کنیم باید در پیچ‌های 90 درجه یا بیشتر از معکوس استفاده کنیم.

یعنی مثلاً وقتی بخواهیم ربات به سمت چپ بچرخد به جای خاموش کردن موتور سمت چپ آنرا به صورت معکوس روشن می‌کنیم یعنی موتور سمت چپ به سمت عقب می‌چرخد و موتور سمت راست به سمت جلو. پس ما گردش با سرعت بالاتر و حول محور ربات را خواهیم داشت. همین مسأله در گردش به سمت راست نیز صدق می‌کند.

## فصل اول: میکروکنترلر

میکرو کنترلر در حقیقت مغز ربات ما می باشد. باید آنرا برنامه ریزی کرد تا دستورات را اجرا کند. چون تاکید ما در اینجا بر روی میکرو کنترلر خاصی نیست لذا از تمرکز بر روی میکرو کنترلر خاص خودداری نموده و تحقیق و برنامه نویسی را به عهده خود خواننده می گذاریم.

چهار نوع میکروکنترلر 8 بیت مهم وجود دارد. که عبارتند از 6811 از موتورولا، 8051 از اینتل، Z8 از زایلوگ و PIC 16X از شرکت میکروچیپ تکنولوژی. هر يك از میکروکنترلرهای فوق مجموعه دستورات و مجموعه ثبات‌های خاص خود را دارد؛ بنابراین با یکدیگر سازگار نیستند. برنامه‌ای که بر روی یکی از آنها نوشته شود بر روی دیگری قابل اجرا نیست. میکروکنترلرهای 16 و 32 بیتی هم وجود دارند که بوسیله سازندگان مختلف ساخته شده‌اند. با این تنوع در میکروکنترلرها، طراح باید کدام يك را انتخاب کند؟ سه روش برای این انتخاب در زیر تشریح شده است: (1) برآورد کردن نیازهای محاسبات کار بطور مؤثر و مقرون به صرفه. (2) در دسترس داشتن نرم افزارهای کمکی مانند کامپایلرها، اسمبلرها و عیب یاب‌ها و (3) منابع گسترده و قابل اعتماد برای میکروکنترلرها.



## فصل دوم:

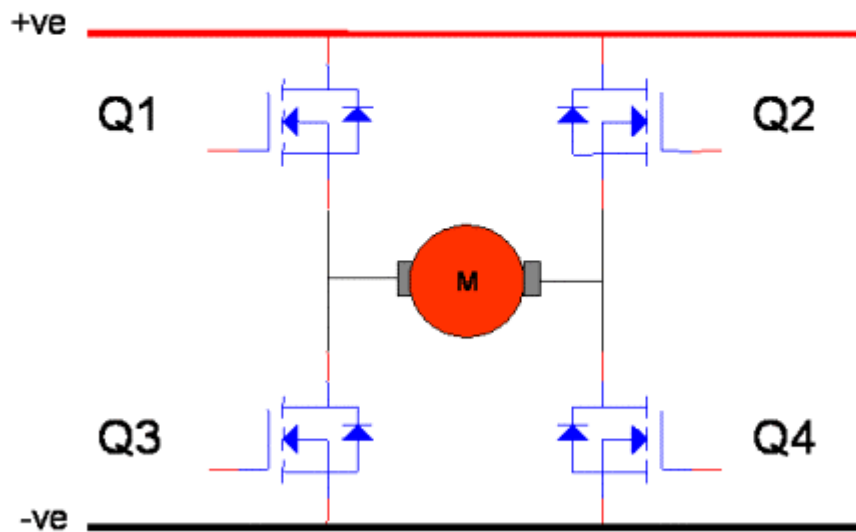
### راه اندازی موتورها

چون میکروکنترلر به تنهایی نمی‌تواند موتور را راه‌اندازی کند (در صورت گرفتن جریان زیاد از آن، میکروکنترلر reset خواهد شد) و نیز برای تنظیم بهتر جریان و ولتاژ موتورهای از راه‌انداز موتور استفاده می‌کنیم. یکی از بهترین درایورها موتورها، IC 15 پایه‌ای بنام L298 است. L298 یک آیسی پل H دوتایی (DUAL H-Bridge) است که قادر است وظایفی چون چرخش موتور به عقب و جلو، کنترل سرعت، کنترل جریان و توقف آنی موتور را برای ما انجام دهد. ولی قبل از معرفی بیشتر این آیسی در مورد واژه ای که برای معرفی این آی سی استفاده کردم یعنی H-Bridge توضیح می‌دهم:

#### تئوری H-Bridge:

شکل زیر شماتیک ساده‌ای از مدار پل-اچ را نمایش می‌دهد. برای راه انداختن یک موتور ما باید به آن ولتاژ بدهیم، در این مدار ما این کار را با استفاده از چند ترانزیستور NPN به شرح زیر انجام می‌دهیم. برای چرخش یک موتور به سمت جلو (توجه کنید که جهت چرخش جلو و عقب موتور در اینجا فقط نمادهایی برای توضیح هستند. وگرنه این جهت‌ها بستگی به نحوه قرارگیری و... موتور شما دارد) بایستی Q1 و Q4 روشن شوند. این کار سر مثبت باتری را به سمت چپ موتور (از طریق Q1) و سر منفی باطری را به طرف دیگر موتور (از طریق Q4) اتصال می‌دهد. برای چرخش موتور در جهت مخالف باید ترانزیستورهای قبلی را خاموش کرده و Q2 و Q3 را روشن کنیم. حالا سر مثبت باتری به سمت راست موتور (از طریق Q2) و سمت چپ موتور به سر منفی باطری (از طریق Q3) اتصال داده می‌شود. در این حالت ما قطبیت باطری را معکوس کرده و باعث چرخش موتور در سمت مخالف خواهیم شد.

## Full H-bridge configuration



می‌بینید هر بار که موتور روشن می‌شود دو تا از ترانزیستورها هم در حال گذردهی جریان هستند. هر ترانزیستور در حدود 0.7 ولت افت ولتاژ دارد. پس ولتاژی که از طریق دو ترانزیستور به موتور می‌رسد 1,4 ولت کمتر از ولتاژ منبع می‌باشد. بدین معنی که اگر شما یک موتور ۱۲ ولت دارید برای اینکه از حداکثر توان آن (در ۱۲ ولت) استفاده کنید باید از یک منبع 13,4 ولتی استفاده کنید.

همچنین توجه کنید که اگر دو ترانزیستور Q1 و Q3 (یا Q2 و Q4) همزمان روشن باشند شما باعث ایجاد اتصال کوتاه در دو سر باتری می‌شوید اما آیسی L298 دارای منطق داخلی هست که از وقوع این اتفاق جلوگیری می‌کند.

خوب حالا فهمیدیم کلمات "DUAL H-Bridge" که برای معرفی L298 بکار می‌رود بدین معنا هست که این آی سی حاوی دو عدد پل-اچ برای کنترل ۲ موتور می‌باشد. تصویر این آی سی را در شکل زیر مشاهده می‌کنید.



این آی سی در حال حاضر در میان ربات سازان محبوبیت زیادی دارد و در بازار ایران با قیمتی در حدود ۱۸۰۰ تا ۲۸۰۰ تومان عرضه می‌شود. فهمیدیم که برای کنترل چپگرد و راستگرد یه موتور DC به مدار پل-اچ احتیاج داریم که این مدار دارای دو ورودی و دو خروجی است که به موتورها وصل می‌شوند. و از آنجایی که آی سی L298 یک DUAL H-BRIDGE است، یعنی دارای دو مدار پل-اچ در کنار هم برای کنترل ۲ موتور است، دست کم باید ۸ پایه داشته باشد ( $۸ = ۴ + ۴$ ). اما این آی سی همانطور که گفتیم دارای ۱۵ پایه هست که پایه‌های اضافی قابلیت‌های جالبی را برای ما فراهم می‌کند که حالا به توضیح پایه‌ها می‌پردازیم.



پایه‌ها از چپ به راست:

**INPUT 5 و 7 و 10 و 12:**

این چهار پایه دقیقا همان چهار ورودی پل-اچ‌هایی هستند که در بالا به آنها اشاره کردیم. در واقع INPUT 7,5 مربوط به پل-اچ اول و INPUT 12,10 مربوط به پل-اچ دوم هستند.

**OUTPUT 2 و 3 و 13 و 14:**

این چهار پایه هم توضیحی مثل بالا دارند با این تفاوت که اینها خروجی‌های پل-اچ هستند و در واقع به موتورها وصل می‌شوند.

**ENABLE A,B: (6 و 11)**

این دو پایه که هرکدام مربوط به یک موتور هستند برای فعال یا غیر فعال کردن مدار مربوط به خودش بکار می‌روند. با ارسال صفر منطقی به این پایه‌ها مدار پل-اچ داخلی آی سی مربوط به هرکدام از موتورها به وضعیت

کم مصرف می‌رود و در واقع تحریک INPUT های آن پل بی‌اثر خواهد بود. البته از این پایه‌ها برای کنترل سرعت موتورها هم استفاده می‌شود.

### **( 8 ) GND:**

این پایه از اسمش پیداست باید به سرمنفی یا زمین منبع تغذیه وصل شود.

### **(9) Logic Supply Voltage $V_{SS}$**

این پایه هم در واقع مربوط به تغذیه منطقی آی سی هست که باید به سر مثبت منبعی در رنج ۳,۵ تا ماکسیمم ۷ ولت وصل بشود (البته مقدار پیشنهادی خروجی ۵ ولت یک رگولاتور هست)

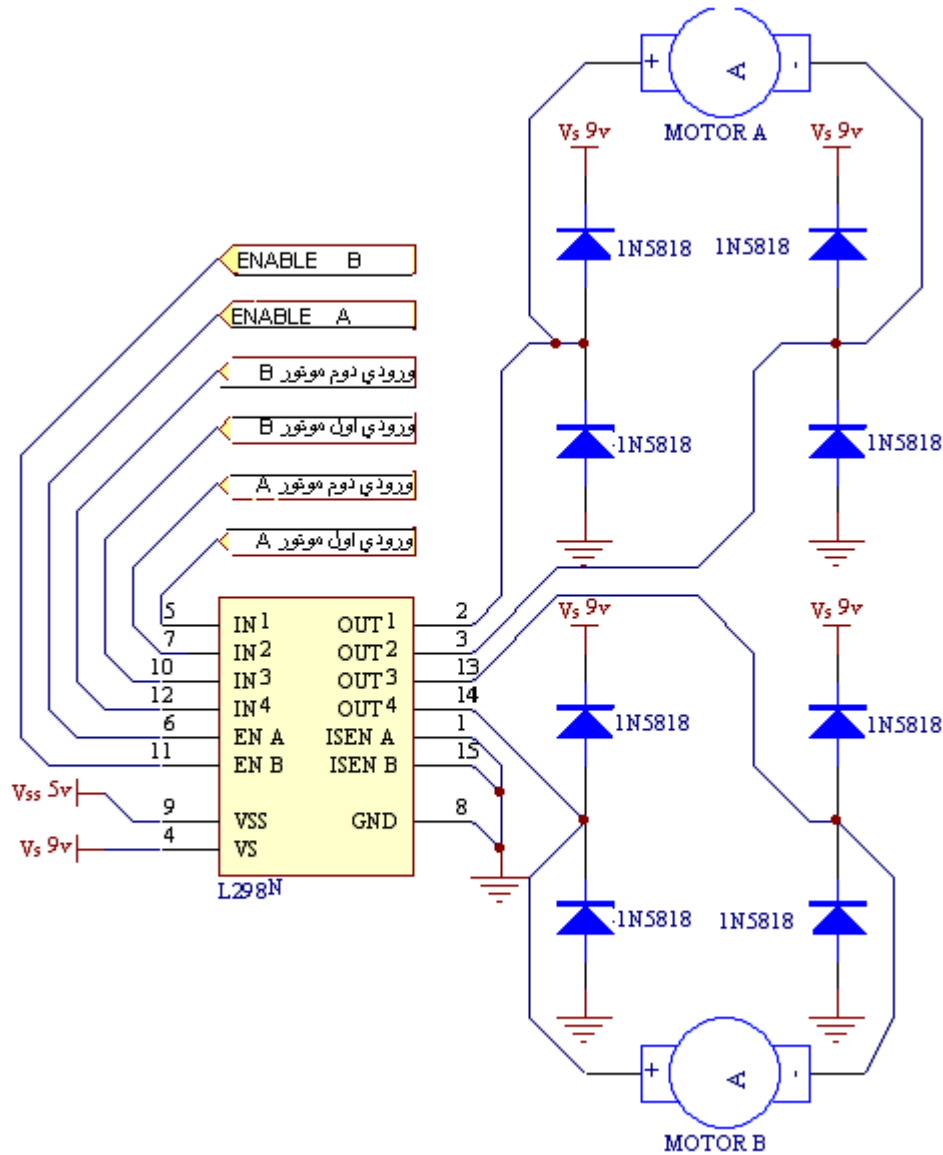
### **(4) Supply Voltage $V_s$**

این پایه هم باید به سر مثبت از منبع تغذیه جداگانه‌ای که برای تغذیه موتورها در نظر گرفتید وصل بشود. این ولتاژ می‌تواند در رنج ۲,۵+ تا ماکسیمم ۴۶ ولت قرار داشته باشد که بسته به نوع موتور آن ولتاژ تعیین می‌شود، فقط به مقدار ماکسیمم یعنی ۴۶ ولت توجه کنید.

### **(15و1) : Current Sensing $A,B$**

با قرار دادن یک مقاومت میان این پایه‌ها و سر زمین منبع تغذیه‌تان می‌توانید آمپراژ مورد استفاده هر موتور را تنظیم کنید. این مقدار با استفاده از فرمول  $V_s/R$  که R مقدار مقاومت است، بدست می‌آید. حداکثر آمپراژ مصرفی توسط هر موتور، هنگام استفاده از این آی سی در حالت عادی نباید بیشتر از ۲ آمپر باشد. پس با استفاده از این قابلیت می‌توانید در صورت نیاز این آمپراژ را تغییر دهید. البته اگر موتوری دارید که کمتر از ۲ آمپر مصرف دارد می‌توانید این پایه را مستقیم به سر منفی وصل کنید.

## يك مدار عملي از آی سي L298:



زمانی که تغذیه موتور ناگهان قطع می‌شود، سیم‌های داخلی آن برای مدت کوتاهی ولتاژی در جهت معکوس ایجاد می‌کنند و یا حتی چرخاندن شفت موتور باعث ایجاد ولتاژ در دو سر آن می‌شود (به علت وجود گیربکس این ولتاژ محسوس است) که این ولتاژها می‌توانند باعث تخریب آی‌سی‌های منطقی شوند. به همین خاطر در این مدارها توصیه می‌شود ۲ تا دیود 1N5818 به اصطلاح Shottkey، در دو سر هر موتور به منظور جلوگیری از این آسیب احتمالی، استفاده شود. به این دیودها اصطلاحاً دیودهای

هرز گرد مي طويند که در فصل جداگانه‌اي بررسي مي‌شوند. (ديودها فقط از يك سمت جريان عبور مي‌دهند)

نکته بعدي اينکه در اينجا بخاطر اينکه به کم کردن جريان احتياجي نداشتيم پايه‌هاي یک و ۱۵ را مستقيماً به سر منفي وصل کرديم اما اگر شما خواستيد جريان را محدود کنيد با توجه به دستورات قبل مي‌توانيد اينکار را بکنيد.

نکته سوم اينکه در اين مدار ولتاژ Vs را ۹ ولت انتخاب کرديم که شما مي‌توانيد هر مقدار ديگري را در رنج ۲,۵ تا ۴۶ ولت استفاده کنيد! فقط توجه کنيد که اين آي سي از آنجايي که سيستم پل-اچ دروني دارد درست مانند يك پل-اچ معمولي باعث افت ولتاژ ۱,۴ ولتي خواهد شد. يعني اگر شما موتوري داريد که حداکثر بهره آن در ولتاژ ۱۲ هست و مي‌خواهيد به اين بهره برسيد بايد از منبع ۱۳,۴ ولتي استفاده کنيد.

Enable	InputA	InputB	جهت
H	H	H	ترمز
H	L	L	ترمز
H	H	L	جلو
H	L	H	عقب
L	X	X	غيرفعال

ميتوانيد دو پايه **Enable** (6 و 11) را مستقي به سر مثبت ۵ ولت تغذيه وصل کنيد (به معني ۱ منطقي) يا اينکه آنها را به پايه‌هاي ميكروکنترلر وصل کنيد و از آنجا بهشان ۱ بدهيد. و نکته آخر اينکه با ورودي‌هاي ۱ و ۲ هر موتور هم بايد طبق جدول صحت بالا رفتار کنيد تا باعث حرکت چپگرد و راستگرد موتورتان شود.

براي اطلاعات بيشتري در مورد اين IC به فايل زير مراجعه کنيد:

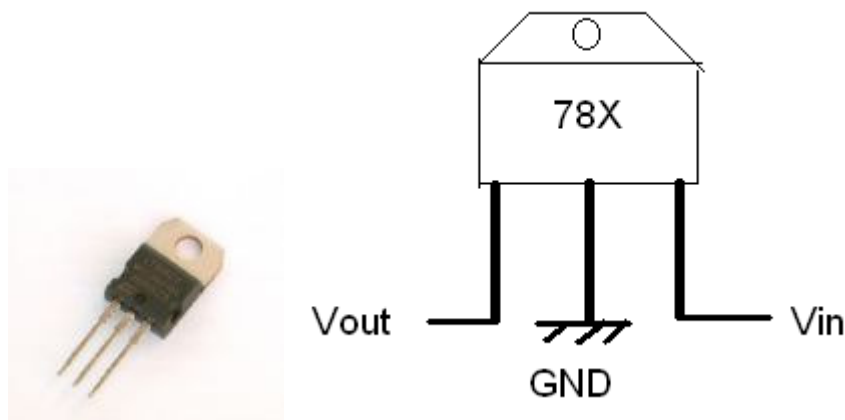
<http://www.ortodoxism.ro/datasheets2/2/052daje928cw7pc0uqs1ipyryppy.pdf>

## فصل سوم: IC بافر

چون ولتاژ خروجی از میکروکنترلر مقداری افت دارد و کمتر از 5 ولت می‌شود از یک IC به نام IC بافر استفاده می‌کنیم. IC بافر انواع مختلفی دارد مثل 74hc245 و 74LS244. این IC ورودی را گرفته و آنرا تقویت می‌کند و دقیقاً مقدار TTL را بیرون می‌دهد. آی سی‌های مذکور 20 پایه داشته و دو بین آن  $V_{cc}$  و gnd است و چندین بین I/O (بسته به نوع IC) دارد.

## فصل چهارم: منبع تغذیه و باتری

استفاده از منبع تغذیه امری لازم به شمار می‌رود. مقدار مصرفی میکروکنترلر 5v است. برای این منظور می‌توان از باتری یا منبع تغذیه متصل به برق استفاده کرد. برای دقیق شدن ولتاژ خروجی از IC‌های رگولاتور (تنظیم کننده) ولتاژ استفاده می‌کنیم. این IC‌ها از شماره 78x که  $x=5,6,8,\dots$  مقداردهی می‌شود. مثلاً اگر از IC 7805 استفاده کنیم تا مقدار حدوداً 40 ولت که به آن بدهیم، خروجی در رنج 4.8 تا 5.5 ولت است که دقت کافی را دارا می‌باشد. پایه‌های IC‌های مذکور به شکل زیر است.



(نما از روبرو می‌باشد)

همچنین برای رباتهای متحرک باید از باتری با جریان مناسب (بسته به مدارها و موتورها) استفاده کرد. اگر جریان باتری کمتر از جریان مصرفی مدار باشد مدار کار نخواهد بود. اگر کمی بیتر باشد مدار کار خواهد کرد و زمان درست کار کردن مدار به جریان باتری بستگی دارد. مثلاً اگر مدار در جمع 900mA مصرف داشته باشد و مایک باتری 1A برابر آن استفاده کنیم، قدرت موتورها پس از چند ثانیه کم شده و متوقف می‌شود. لذا بای داز باتری‌هایی با جریان مناسب استفاده کنیم. ولتاژ نیز بستگی به ولتاژ موتورها و ولتاژ مدار دارد. می‌توان از باتری‌های قابل شارژ و نیز باتری موبایل استفاده کرد. توصیه می‌شود که باتری (منبع تغذیه) موتورها از منبع تغذیه میکروکنترلر جدا باشد. زیرا افت ولتاژ و مسائل ناگهانی که روی می‌دهد ممکن است موجب خرابی میکروکنترلر یا reset شدن آن شود و مدار جواب دقیقی به ما ندهد.



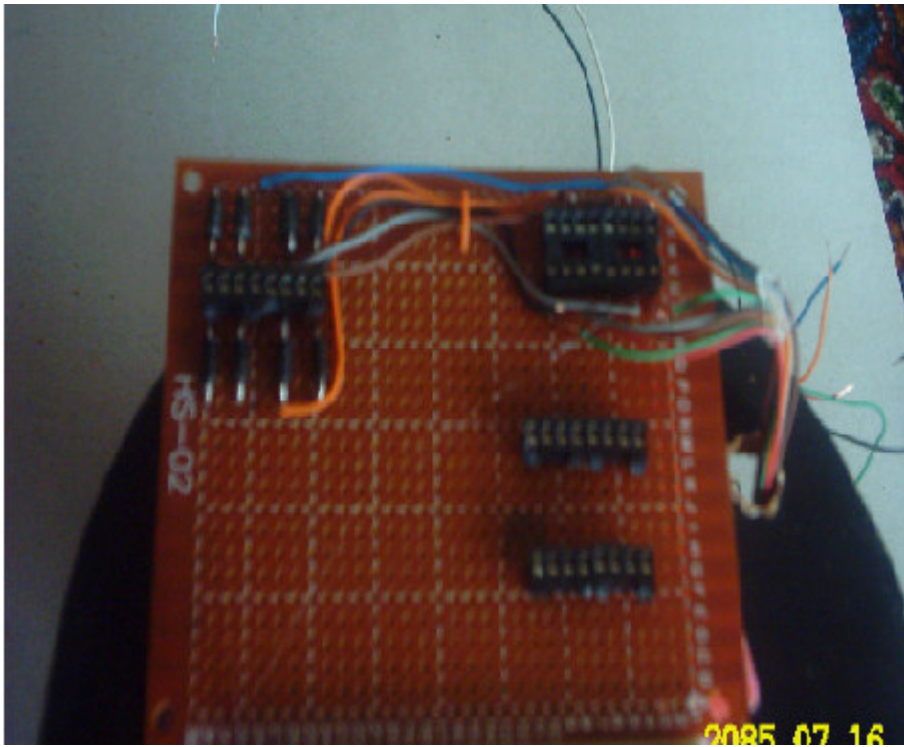
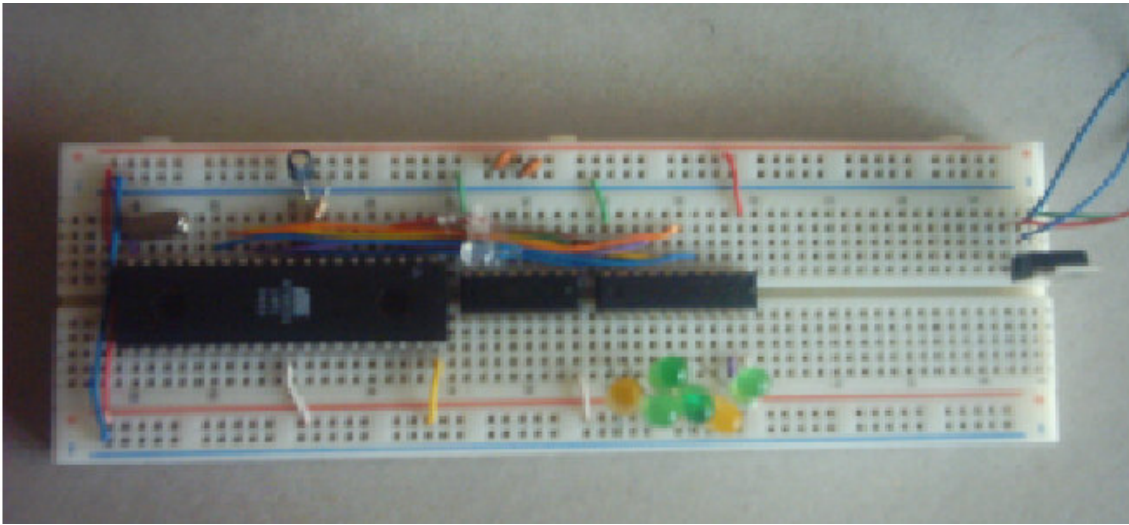
## فصل پنجم : کیت و مدار چاپی و بردبورد

برای سوار کردن قطعات و المانهای الکتریکی باید از کیت یا فیبر مداری یا بردبورد استفاده کرد. بردبورد برای کارهای آزمایشگاهی بکار می‌رود زیرا

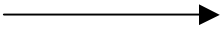
قابلیت جدا کردن قطعات و دوباره بستن را دارد. مشکل بردبورها غیراستاندارد بودن بعضی از آنها و عدم اتصال درست پایه‌ها می‌باشد. همچنین با وارد شدن ضربه یا حمل و نقل احتمال جدا شدن قطعات وجود دارد. قیمت بردبورها حدود 3000 تومان است، نوع دیگر از اتصال، بستن مدار بر روی بردهای هزار سوراخ می‌باشد. بردهای مخصوصی با چندین سوراخ که اطراف آنها را شعاع مسی قرار گرفته و با لحیم کاری و یا بستن سیم به آن می‌توان اتصال را برقرار کرد. این کار بصورت دستی می‌تواند انجام بگیرد باز هم برای کارهای آزمایشی خوب است. همچنین قیمت آن مناسب است.

اما بهترین و زیباترین نوع بستن مدار، استفاده از برد مدار چاپی می‌باشد. در این نوع مدار، مدار کشیده می‌شود و سپس با نرم افزارهایی مانند Pspice یا Proteus شبیه سازی می‌شود و سپس بصورت کامپیوتری بر روی فیبر چاپ می‌شود. حجم کم و اتصال ماشینی و دائمی از خصوصیات این نوع مدار می‌باشد. قیمت آن هم بدون قطعات حدود 5000 تومان برای اندازه 10 سانتیمتر در 10 سانتیمتر می‌باشد. نوع دیگر اتصال استفاده از فیبر مسی و ماژیک ضد اسید می‌باشد. به این صورت که مدار بر روی فیبر با استفاده از ماژیک ضد اسید کشیده می‌شود و سپس با ریختن اسید روی فیبر، قسمت‌های ماژیکی شده باقی می‌ماند و بقیه اتصالات از بین می‌رود. سپس با مته آنرا سوراخ می‌کنند و قطعات را لحیم می‌کنند.

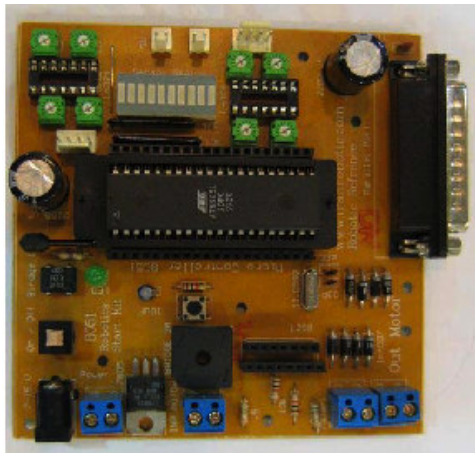
نمونه ای از برد مورد



نمونه ای از برد  
هزار سوراخ



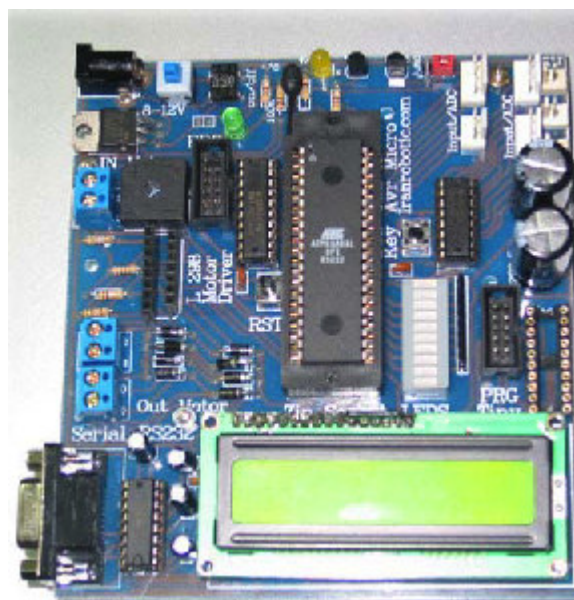
نمونه ای از فیبر  
مدار چاپی



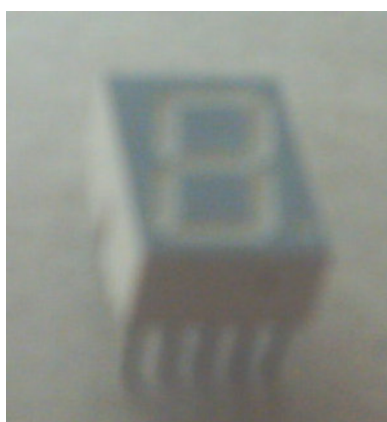
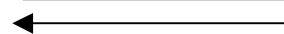


## فصل ششم: نمایش اطلاعات

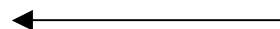
برای زیباتر شدن مدار و اطلاع از روند جریان مدار از نمایش دهنده‌ها استفاده می‌شود. دو نوع رایج نمایش دهنده‌ها استفاده از LCD (liquid crystal display) و نیز برای نمایش اعداد استفاده از لامپهای 7.seg می‌باشد. LCD نوع پیشرفته لامپهای 7.seg می‌باشد که علاوه بر اعداد می‌تواند حروف و کاراکترها را نیز نشان دهد. اما برنامه نویسی و ارسال داده بر آن مقداری مشکل است. از LCD در نمایشگرهای رادیو ضبطها و وسایل الکترونیکی استفاده می‌شود. پورت ورودی (خروجی) LCD 8 بیتی است و برای ارسال فرمان و داده (کاراکتر) استفاده می‌شود. نوع دیگر نمایش بر روی لامپهای 7 قسمتی (7.segment) است. پس از ارسال داده از میکروکنترلر، یک درایور بنام 7447 برای تبدیل عدد دودویی به عدد 7 قسمتی بر سر راه مدار قرار می‌گیرد و سپس لامپ استفاده می‌شود. کار کردن با این نوع نمایشگر راحت‌تر از کار کردن با LCD است. در بستن پایه‌های هم LCD و هم 7.seg باید دقت کرد. IC 7447 یک آی سی 16 پایه است که یک عدد 4 بیتی (حداکثر 9 حداقل عدد صفر) را گرفته و به 7 لامپ a و b و c و d و e و f و g تبدیل می‌کند. لامپهای 7 قسمتی نیز دو نوع آند مشترک و کاتد مشترک دارند که در این نوع‌ها پین مشترک (پین 3 از بالا و پین 3 از پایین) به آند یا کاتد وصل می‌شوند. در این نوع لامپها از LED های مخصوص استفاده می‌شود که از حدود 2 ولت به بالا روشن می‌شوند.



نمونه ای از LCD



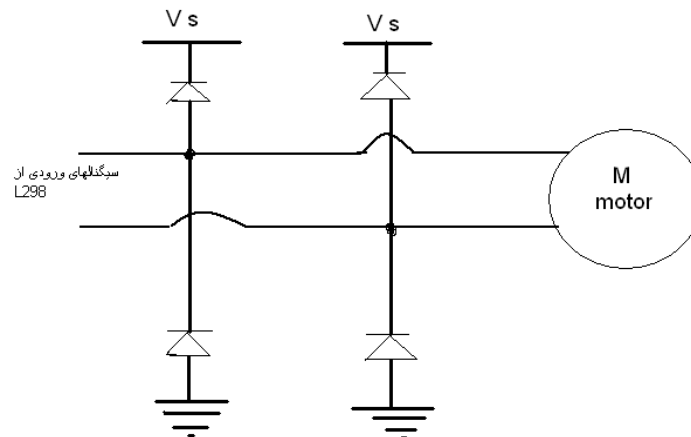
نمونه ای از لامپ 7-SEG



## فصل هفتم: دیودهای هرزگرد

سؤالی که اینجا مطرح می‌شود این است که آیا می‌توان جریان ارسالی از درایور موتور (L298) را مستقیماً به موتورهای DC وصل کرد یا نه؟ آیا اشکالی پیش نمی‌آید؟ جواب منفی است. زیرا موقع قطع جریان، جریان برگشتی از موتورها تا لحظه متوقف شدن یک جریان معکوس تولید می‌کند که این جریان به عقب برمی‌گردد و باعث سوختن L298 (یا احیاناً میکروکنترلر) می‌شود. برای رفع این مشکل از 4 دیود برای هر موتور

استفاده می‌کنند که اصطلاحاً به آنها دیودهای هرزگرد می‌گویند. طریقه بستن این دیودها به طرز زیر است.



این آرایش باعث می‌شود که جریان برگشتی متوقف شود. در اینجا  $V_s$  همان ولتاژ محرکه موتور است که سبب چرخیدن موتور می‌شود و نیز به پین 4 آی سی L298 متصل است.

باتشکر از:

استاد محترم آقای باغبانی

آقای شهریار شریفی

آقای داود محمد حسینی

آقای علی معیری

**منابع و مآخذ:**

کتاب میکرو کنترلر 8051 مزیدی

وب سایتهای زیر:

[HTTP://WWW.IRANROBOTIC.COM](http://WWW.IRANROBOTIC.COM)

<http://eleboys.blogfa.com>

<http://roboedukia.blogspot.com>

<http://robotic.farsitools.com>

[WWW.ROBOEQ.COM](http://WWW.ROBOEQ.COM)

<http://www.iranmedar.com>

<http://robotics.persianblog.com>

[WWW.DATASHEETS.COM](http://WWW.DATASHEETS.COM)

By: AHMAD ROSTAMI

1385,autumn

[hmdrostami@yahoo.com](mailto:hmdrostami@yahoo.com)

[www.iranrobotic.com](http://www.iranrobotic.com)