

## پودمان ۳

### ساخت قطعات به روش فرز کاری



با نگاهی به دستگاه‌های جدید صنعتی، با قطعات متنوعی مواجه می‌شویم که در ساختشان فرایندهای مختلف کاربرد دارند. متناسب با طرح و جنس قطعات از روش‌های مختلفی در تولید آنها می‌توان استفاده نمود و برحسب شکل هندسی قطعات، ساخت آنها به وسیله ماشین خاصی اقتصادی‌تر است. در ساخت قطعاتی که نیازمند دقت بالا هستند و دارای سطوح ترکیبی، تقسیمات خاص هستند و سطوح فرم‌دار خاص و انواع چرخ‌دنده‌ها، ماشینی که برای تولید اقتصادی می‌تواند به کار گرفته شود، ماشین فرز است.

## واحد یادگیری ۳

### شایستگی ساخت قطعات به روش فرزکاری

آیا می‌دانید



- در کارگاه ماشین ابزار به جز دستگاه فرز چه دستگاه‌ها و وسایلی دیگری به کار می‌رود؟
- چرا فرزکاری از روش‌های مهم ساخت قطعات از طریق براده‌برداری است؟
- چگونه می‌توان از دستگاه فرز به جای دستگاه‌های دیگر نظیر ماشین تراش و ماشین مته استفاده نمود؟
- چگونه می‌توان دستگاه فرز را به دستگاهی ایمن تبدیل نمود؟

#### هدف از این شایستگی عبارتند از:

- ۱- شرح اجزای ماشین فرز مدل FP۴ ساخت تبریز؛
- ۱- توانایی کنترل سطوح روغن مخازن دستگاه و نحوه پر کردن و تخلیه روغن مخازن؛
- ۲- شرح وظیفه هر جزء از دستگاه فرز؛
- ۳- شرح انواع عملیات فرزکاری؛
- ۴- رعایت نکات ایمنی در انواع کارهای فرزکاری؛
- ۵- تعیین مراحل انجام کار برای فرزکاری قطعات.
- ۶- ساخت قطعات توسط دستگاه فرز بر اساس نقشه

### استاندارد عملکرد

پس از اتمام این واحد یادگیری هنرجویان قادر خواهند بود که قطعات فلزی و غیر فلزی را بر اساس نقشه فرزکاری کنند.

آیا می‌دانید



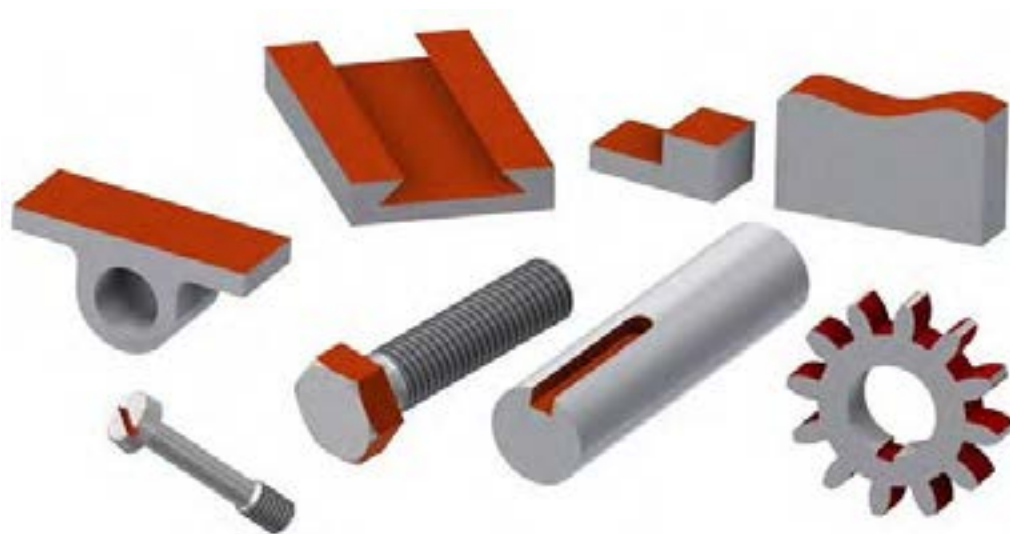
فرزکاری فرایندی است که بر مبنای شکل‌دهی قطعات به روش براده‌برداری به‌وسیلهٔ ابزار برشی چندلبه‌ای به نام تیغهٔ فرز کار می‌کند. برای ساخت آسان‌تر قطعات، انواع مختلفی از ماشین‌های فرز ابداع شده‌اند که قطعات خاصی را راحت‌تر تولید می‌کند، مثلاً برای کارگاه‌های کوچک و متوسط که در آن تک‌سازی یا تولید محدود مورد نظر است، ماشین‌های فرز اونیورسال به کار گرفته می‌شود. برای کارهای سری مثل ایجاد سطوح راهنما در ماشین‌های ابزار، از ماشین‌های فرز دروازه‌ای استفاده می‌شود. برای تولید سری انواع چرخ‌دنده‌ها، ماشین‌های دنده‌زنی غلطکی (هاب) یا کله‌زنی غلطکی کاربرد دارد.

بخش فیلم



## فرایند فرزکاری




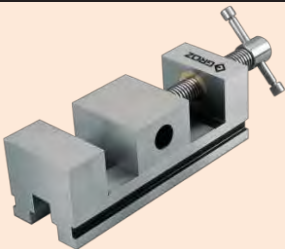
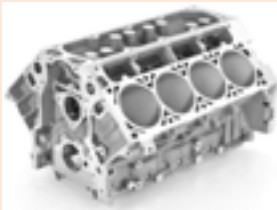

دستگاه فرز برای تولید قطعاتی با سطوح صاف، شیب‌دار، سطوح زاویه‌ای و انجام تقسیمات طولی و زاویه‌ای و ساخت انواع چرخ‌دنده‌ها به کار می‌رود. چند نمونه از قطعات فرزکاری در شکل زیر نمایش داده شده‌است.



شکل ۱-۳: نمونه کارهای فرزکاری



گفتگو کنید و جدول زیر را کامل کنید.  
تولید کدام یک از قطعات با فرز امکان پذیر است؟

		
.....	.....	.....
		
.....	.....	.....

Milling is performed with a cutting tool called the milling cutter. The cutting teeth may be located on both a cylindrical surface and on periphery. Each tooth of the cutter is a simplest tool, I, e. The milling cutter, as a rule, is a multi-tooth tool. Sometimes single-tooth cutters are used.

The cutting edges of the cutters are made of tool carbon steels, high-speed tool steels, carbide and ceramic alloys .



## انواع ماشین های فرز



الف: ماشین فرز عمودی



ب: ماشین فرز افقی



ج: ماشین فرز یونیورسال



د: ماشین فرز کپی تراش



ه: ماشین فرز دروازه‌ای

شکل ۳-۲: انواع ماشین فرز

Horizontal Milling Machines feature the horizontal position of the spindle and three relatively perpendicular motions-longitudinal, cross and vertical. Plain horizontal and universal horizontal machines are of this type of milling machines. In universal knee-type milling machines, the work table, in addition to the above motions, can be swiveled about its vertical axis through an angle up to  $45^\circ$  to each side. To set the table to a required angle, in respect to the spindle, use is made of the swivel plate positioned between the saddle and the work table. The plate is provided with divisions in degrees.

ترجمه کنید



## معرفی دستگاه فرز FP۴ (ساخت تبریز) و اجزای آن



شکل ۳-۳: دستگاه فرز FP۴

شماره مشخص شده در شکل توضیحات

شماره مشخص شده در شکل	توضیحات
۱	فلکه حرکت عرضی ابزارگیر
۲	مشتی تنظیم پیشروی
۳	کلیدهای کنترلی دستگاه
۴	کلید توقف اضطراری
۵	فلکه حرکت طولی میز
۶	فلکه تنظیم ارتفاع
۷	پایه دستگاه فرز
۸	محور فرزگیر
۹	کلگی فرز
۱۰	مشتی تنظیم تعداد دور



گفتگو کنید و جدول زیر را کامل کنید.

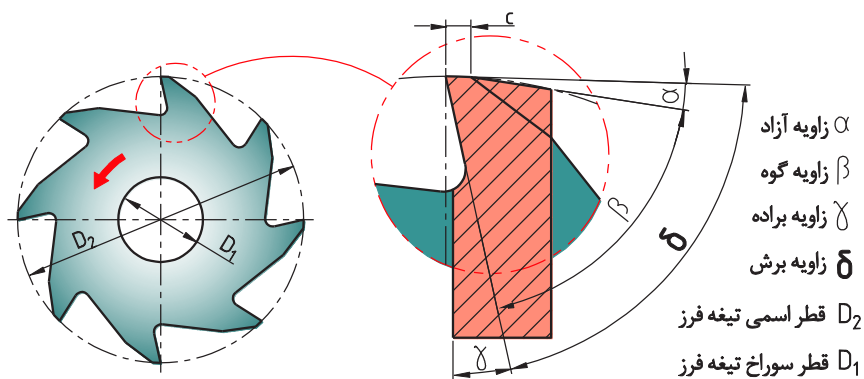
توضیحات	وظیفه و کاربرد
کلیدهای کنترلی دستگاه	.....
پایه دستگاه فرز	.....
مشتی تنظیم تعداد دور	تنظیم تعداد دور مورد نیاز
فلکه حرکت طولی میز	.....
مشتی تنظیم پیشروی	.....
فلکه حرکت عرضی ابزارگیر	.....
محور فرزگیر	.....



سیستم روغن کاری و خنک کاری ماشین فرز

## انتخاب تیغه فرز

برای براده برداری از قطعه کار در فرزکاری از ابزار چندلبه‌ای استفاده می‌شود که آن را تیغه فرز می‌نامند.



شکل ۳-۴: زوایای تیغه فرز

## انواع تیغه فرز

	<p>الف: غلطکی</p>
	<p>ب: پیشانی تراش</p>
	<p>ج: انگشتی (دنباله استوانه‌ای و دنباله مخروطی)</p>
	<p>د: شکاف تراش و اره‌ای</p>
	<p>ه: فرم</p>
	<p>و: زاویه‌ای (چتری)</p>
 <p>شکل ۳-۵: انواع تیغه فرز</p>	<p>ی: نمونه تیغه فرزهای تیغه‌دار (مجموعه‌ای)</p>








گفتگو کنید و جدول زیر را کامل کنید.

فعالیت



شکل تیغه	کاربرد
	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

Cutting fluids, or coolants, are utilized primarily for removal of heat from the cutting tool. They help reduce the temperature in the cutting zone and thus improve the tool durability and surface finish, and also protect the tool and workpiece against corrosion. The cutting fluids should meet the following requirements: high cooling and lubricating ability, anticorrosive properties, and they must be harmless for personnel.

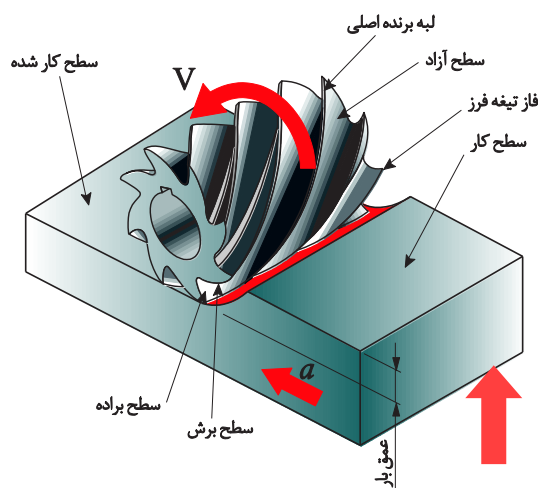
ترجمه کنید



پخش فیلم



تیز کردن تیغه فرز



شکل ۳-۶: حرکات لازم در فرزکاری

### حرکات لازم در فرزکاری

- ۱- حرکت اصلی یا برش که با تیغه فرز انجام می‌شود؛
- ۲- حرکت تنظیم عمق بار که با قطعه کار یا تیغه فرز انجام می‌شود؛
- ۳- حرکت پیشروی که با قطعه کار یا تیغه فرز انجام می‌شود.

### تنظیم حرکت پیشروی و عمده دوران بر روی ماشین فرز:

برای عملیات فرزکاری دو شاخص مهم باید محاسبه و بر روی دستگاه تنظیم گردد:

**الف) عمده دوران:** به تعداد چرخش ابزار در واحد زمان (برحسب دقیقه) عمده دوران گفته می‌شود و واحد آن دور بر دقیقه  $(RPM) \frac{u}{min}$  است و به سرعت برش بستگی دارد.  
**تعریف سرعت برش:** مقدار مسافتی را که لبه برنده تیغه فرز در یک دقیقه بر حسب متر طی می‌کند، سرعت برش می‌گویند.

سرعت برش به عوامل ذیل بستگی دارد:

الف) قطر ابزار؛

ب) جنس ابزار؛

ج) جنس قطعه کار؛

د) استحکام ماشین (توان ماشین)؛

ه) خنک کاری.

$$v = \frac{d \times \pi \times n}{1000}$$

در رابطه بالا:

v: سرعت برش بر حسب m/min

d: قطر تیغه فرز بر حسب mm

n: عدد دوران تیغه فرز بر حسب u/min

سرعت برش برای جنس‌های مختلف قطعه کارها و تیغه فرزها با جنس‌های متفاوت محاسبه و در جدول درج گردیده است.

$$n = \frac{1000 \times v}{d \times \pi}$$

مثال ۱:

در فرزکاری یک قطعه فولاد معمولی، با تیغه فرز انگشتی به قطر ۱۰ میلی‌متر، عدد دوران محاسباتی و تنظیمی را مشخص کنید. اگر بر روی دستگاه امکان تنظیم عدد دوران‌های زیر وجود داشته باشد، سرعت برشی ابزار  $v = 20 \text{ m/min}$  را در نظر بگیرید. عدد دوران‌های قابل تنظیم روی دستگاه بر حسب دور بر دقیقه به شرح زیر است:

(۵۰-۶۳-۸۰-۱۰۰-۱۲۵-۱۶۰-۲۰۰-۲۵۰-۳۱۵-۴۰۰-۵۰۰-۶۳۰-۸۰۰-۱۰۰۰-۱۲۵۰-۱۶۰۰)

$$n = \frac{1000 \times v}{d \times \pi} = \frac{1000 \times 20}{10 \times 3.14} = 636.94 \text{ u/min}$$

انتخابی  $n = 630 \text{ u/min}$

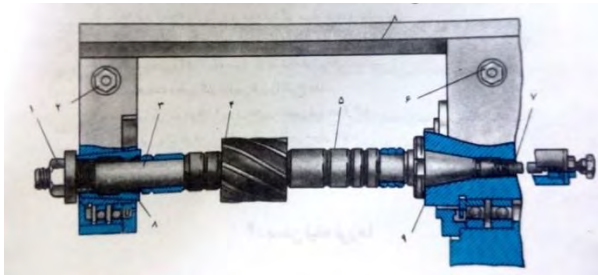
عدد دوران لازم برای تیغه فرز از جنس فولاد تندبر به قطر ۲۰ میلی‌متر برای براده‌برداری قطعه‌ای از جنس فولاد ساختمانی با سرعت برش  $20 \text{ m/min}$  را محاسبه کنید. اگر دورهای قابل تنظیم جهت دستگاه طبق مثال (۱) باشد؟

فعالیت



## پیشروی

سرعت حرکت خطی میز یا قطعه کار را سرعت پیشروی می گویند و مقدار آن با توجه به مشخصات تیغه فرز و قطعه کار از جدول تعیین می شود.  
بستن تیغه فررها:



الف: با میله های فرزگیر دو طرفه



ب: با میله های فرزگیر یک طرفه

شکل ۳-۷: انواع محور فرزگیر

بستن تیغه فررها

بخش فیلم



ترجمه کنید



Cylindrical(plain) cutters are applied in plane machining. The plain cutter teeth are positioned along a helix with a definite inclination angle(angle of flute helix), plain cutters are made solid of high-speed steel with fine or coarse teeth, and also with inserted blades of high-speed steel or carbide tips. Application of plain cutters with inserted blades(teeth) contributes to saving expensive tool materials. The principal dimensions of plain cutters are its length, diameter, hole diameter, and number of teeth.



در هنگام بستن تیغه فرز، بستن گیره و بستن قطعه کار حتماً دستگاه خاموش باشد و برق آن از تابلو قطع شود.

## وسایل بستن قطعه کار



الف: گیره رومیزی ساده



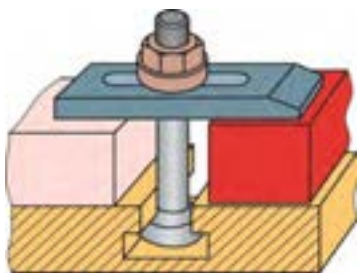
ب: گیره رومیزی گردان



ج: گیره رومیزی هیدرولیکی



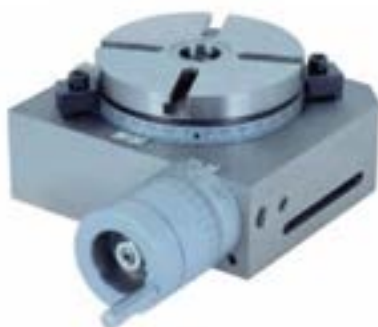
د: گیره رومیزی یونیورسال



ه: روپنده



و: میز صلیبی



ز: میز گردان



ی: دستگاه تقسیم

شکل ۳-۸: انواع وسایل بستن قطعه کار در فرزکاری



وسایل بستن قطعه کار



با توجه به فیلم بالا جدول را تکمیل کنید.

کاربرد	وسیله بستن
برای بستن قطعات کوچک و متوسط	گیره موازی
.....	روبنده
.....	میز صلیبی
.....	میز گردان
.....	دستگاه تقسیم



Face cutters are designed for machining the planes on vertical and horizontal milling machines. As distinct from the plain cutters the face cutters have teeth located on the cylindrical surface and on the end face. They may be shell-type face milling cutters with fine and coarse teeth and sheel-type inserted tooth milling cutters made of high-speed steel or with carbide tips.

The basic dimensions of the face cutters are diameter, cutter length, hole diameter and the number of teeth.

نحوه سوار کردن گیره روی میز ماشین فرز و تنظیم آن:

پس از انتخاب گیره مناسب آن را بر روی ماشین قرار داده، سپس با پیچ و مهره مخصوص که در شکاف T شکل میز ماشین فرز قرار می گیرد، گیره را بر روی میز ماشین می بندد. نحوه تنظیم گیره:

قرار گرفتن دقیق پله یا شیار ایجاد شده روی قطعه منطبق با فرم مورد نظر، نیازمند تنظیم فک های گیره به موازات محور فرز گیر یا عمود بر آن است و به کمک ساعت اندازه گیری یا گونیا قابل انجام است.



تنظیم گیره به کمک گیره گونیا



تنظیم گیره به کمک ساعت اندازه گیری

شکل ۳-۹: تنظیم گیره

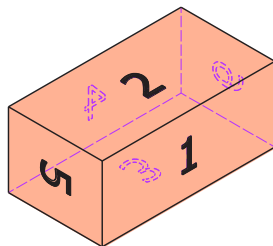




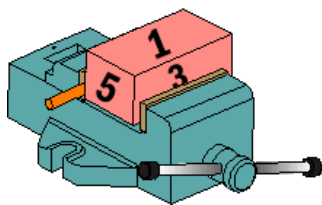
- مواردی که هنگام شروع به کار با دستگاه باید رعایت کرد:
- ۱- کنترل عادی بودن حرکات کشویی‌های دستگاه، اهرم‌های کنترل و پیچ‌های کلگی‌ها؛
  - ۲- تنظیم دور دستگاه روی عده دوران کم و کار آزمایشی دستگاه و کنترل عملکرد پمپ‌های روغن و اهرم‌ها؛
  - ۳- تیغه فرز به طور صحیح و محکم به فرزگیر بسته شود؛
  - ۴- جهت گردش ماشین فرز و جهت لبه برنده تیغه فرز باید با هم تطبیق داشته باشد؛
  - ۵- در باز و بسته کردن تیغه فرزها از آچارهای مخصوص استفاده گردد. هرگز از آچار فرانسه، آچار شلاقی و انبر قفلی در باز کردن پیچ دستگاه‌ها استفاده نکنید؛
  - ۶- وسایل حفاظتی را از روی دستگاه باز نکنید؛
  - ۷- برای جلوگیری از خطر زخمی شدن دست‌ها در تماس با دندان‌های لبه برنده لازم است که موقع قرار دادن تیغه در داخل میله یا محورهای ماشین از یک تکه پارچه یا چرم استفاده شود؛
  - ۸- هنگام پیاده کردن تیغه فرزهای سنگین لازم است که قطعه چوبی تخت را روی میز ماشین قرار داد و با حرکت دادن میز گونیایی تیغه را بر روی تخته بنشانید و بعداً پیچ میله فرزگیر را باز کنید و با پایین آمدن میز، میله فرزگیر و تیغه را پیاده کنید؛
  - ۹- در بستن قطعه کار یک زیرسری سنگ خورده زیر قطعه قرار بگیرد و ارتفاعی از قطعه که بالاتر از لبه گیره قرار می‌گیرد تا حد امکان زیاد نباشد و به کمک ضربات یک چکش پلاستیکی یا چوبی قطعه کاملاً به زیرسری تکیه کرده و محکم شود؛
  - ۷- در حال گردش از نزدیک کردن دست به تیغه فرز باید خودداری شود؛
  - ۸- موهای بلند را با کلاه بپوشانید و هیچ گاه با موی بلند سر خود را نزدیک تیغه فرز نیاورید؛
  - ۹- برای دور کردن براده‌ها از یک قلم مو و در حالت خاموش بودن دستگاه استفاده شود؛
  - ۱۰- اندازه گیری کار فقط در حالی انجام گیرد که ماشین حرکتی نداشته باشد؛
  - ۱۱- پیوسته مراقب کار تیغه فرز بوده، کار و عملکرد ماشین را کنترل کنید؛
  - ۱۲- در مقابل براده‌های جهنده از عینک و سپرهای حفاظتی استفاده شود؛
  - ۱۳- هنگامی که ماشین در حال کار است، آن را ترک نکنید؛
  - ۱۴- لباس کار مناسب و کفش ایمنی بپوشید؛
  - ۱۵- پس از اتمام کار تمام کلیدهای برق و کلید اصلی دستگاه را خاموش نموده، سپس تیغه فرز را باز کنید و دستگاه را تمیز نمایید؛
  - ۱۶- هنگام کار با ماشین فرز استفاده از شال گردن، دستکش، حلقه، ساعت مچی و لباس‌های گشاد ممنوع است.

## روش گونیا کاری یک بلوک

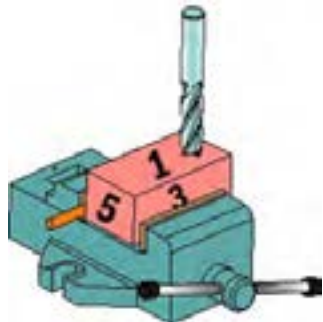
خط‌کشی دقیق معمولاً نیازمند یک قطعه کار و ایجاد شکل‌های خاص است. ابتدا چهار سطح قطعه نسبت به هم گونیا(متعامد) باشند. برای گونیاکاری چهار سطح قطعه کار ترتیب کف تراشی سطوح و نحوه قرار دادن آن بر روی گیره حائز اهمیت است.



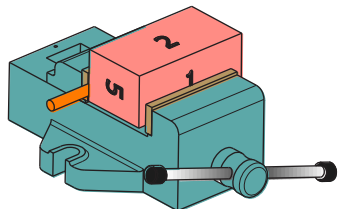
شکل ۳-۱۰: ترتیب فرزکاری سطوح یک مکعب مستطیل



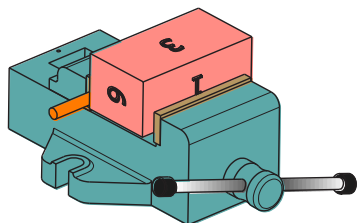
الف: قطعه را طبق اصول گفته شده در گیره مناسب می‌بندیم(استفاده از زیرسری و قطعه استوانه‌ای).



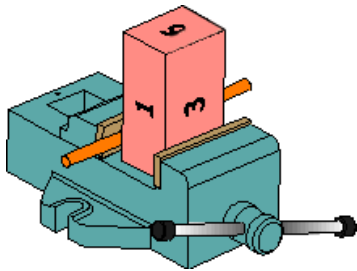
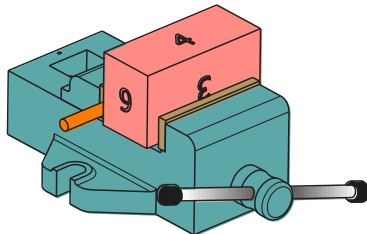
ب: اولین سطح را فرزکاری می‌کنیم و براده‌های روی آن را کاملاً تمیز می‌کنیم. سپس قطعه را طوری برمی‌گردانیم که سطح فرزکاری شده به کف ثابت گیره تکیه دهد. بین کف متحرک و قطعه کار، میله استوانه‌ای قرار می‌دهیم.



ج: سطح دوم را فرزکاری می‌کنیم.



د: سپس قطعه را طوری می‌چرخانیم که سطح دوم به کف ثابت تکیه داده شود و سطح اول به کف گیره بچسبد. برای براده‌برداری سطح سوم نیاز است، قبال



قطعه را اندازه‌گیری کنیم تا میزان بار برای براده‌برداری مشخص شود.

ز: قطعه را دوران داده و سطح چهارم را ماشین‌کاری می‌کنیم. اندازه‌گیری بین سطح چهارم و دوم مقدار بار را در این مرحله مشخص می‌کند.

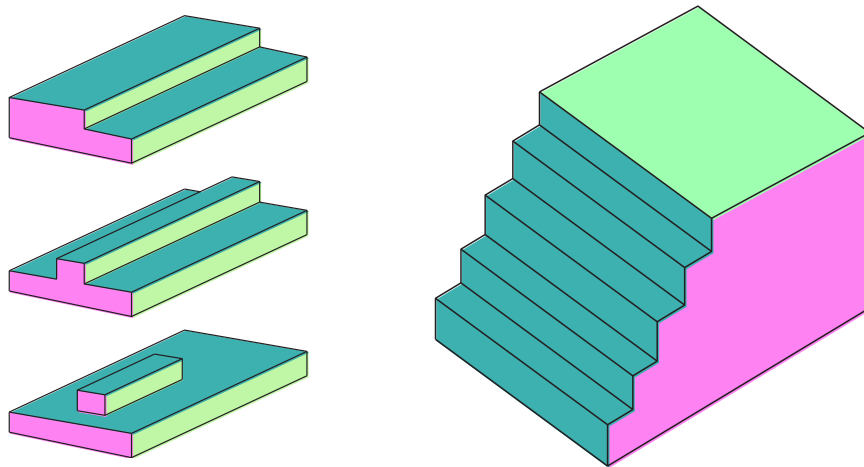
ر: برای ماشین‌کاری سطح پنجم و ششم قطعه می‌توان آن را به طور عمودی و با استفاده از گونیا بین گیره بست و ماشین‌کاری کرد. در صورت بلند بودن طول قطعه، می‌توان قطعه را از پهلو با استفاده از تیغه فرز بغل تراش (پولکی) فرزکاری کرد.

شکل ۳-۱۱: مراحل فرزکاری مکعب مستطیل

در صورت نیاز پس از ماشین‌کاری هر سطح به صورت خشن می‌توان مورد نظر را فرزکاری ظریف نیز انجام داد.

## پله‌تراشی

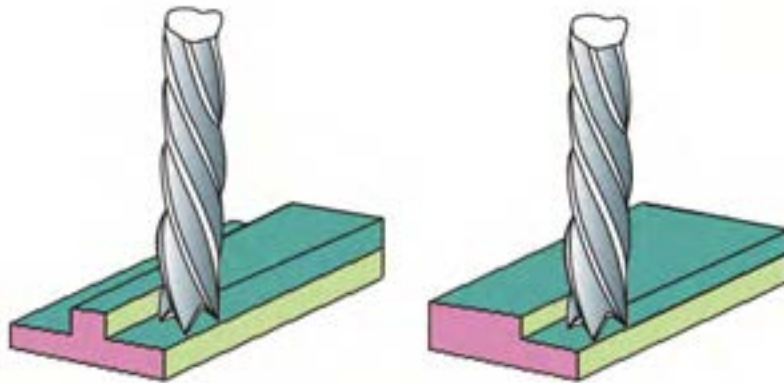
پله‌تراشی یکی از فرایندهای فرزکاری است که در آن با استفاده از تیغه فرز بر روی سطح اختلاف ارتفاع ایجاد می‌کنند. به بیان دیگر اختلاف ارتفاع دو سطح کنار هم را پله می‌گویند. پله‌تراشی را می‌توان با ماشین‌های فرز عمودی و افقی انجام داد.



شکل ۳-۱۲: نمونه کارهای پله‌تراشی در فرزکاری

## پله‌تراشی با ماشین فرز عمودی

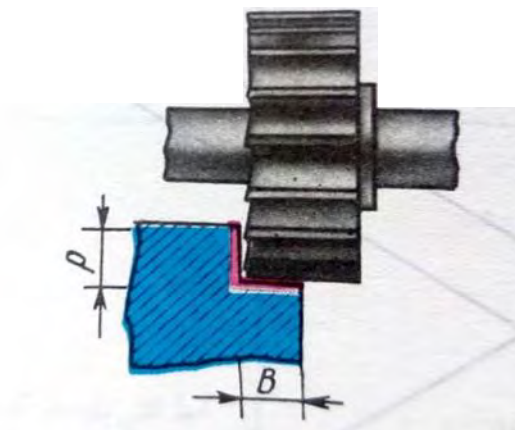
پله‌تراشی با استفاده از ماشین‌های فرز عمودی و به وسیله تیغه فرزهای پیشانی‌تراش یا انگشتی انجام می‌شود؛ به طوری که از لبه‌های برنده محیطی و لبه‌های برنده پیشانی تیغه فرز انگشتی در این عمل استفاده می‌گردد.



شکل ۳-۱۳: پله تراشی با تیغه فرز انگشتی

### پله تراشی با ماشین فرز افقی

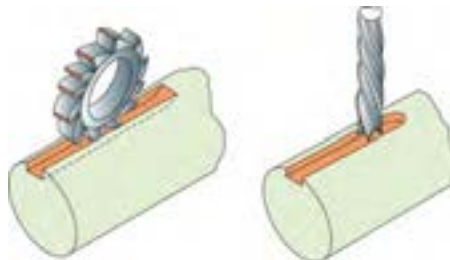
با استفاده از تیغه فرزهای غلطکی یا پولکی سوار شده بر روی ماشین فرز افقی، می توان عملیات پله تراشی را انجام داد. با ترکیب کردن چند تیغه فرز می توان چندین پله را همزمان با هم بر سطح کار ایجاد کرد.



شکل ۳-۱۴: پله تراشی با تیغه فرز شکاف تراش

### شیار تراشی

شیار، فرورفتگی فرم داری است که عمدتاً برای هدایت و اتصال قطعات بر روی هم ایجاد و استفاده می شود. شیارها به کمک تیغه فرز شکاف تراش، اره ای و انگشتی می تواند ایجاد شود.



الف: شیار تراشی با فرز انگشتی      ب: شیار تراشی با فرز اره ای یا شکاف تراش

شکل ۳-۱۵: شیار تراشی

سطوح زاویه‌ای: به کمک تیغه فرزهای زاویه‌ای و یا فرز انگشتی با انحراف کلگی یا کج بستن قطعات قابل ایجاد است. در تصاویر زیر نمونه‌هایی از سطوح زاویه‌ای و شیارهای متنوع نمایش داده شده است.



شکل ۳-۱۶: نمونه‌هایی از سطوح زاویه‌ای و شیارهای متنوع

The shoulder is a recess confined by two mutually perpendicular planes forming a step. A machine part may have one, two and more shoulders . The slot or groove is a recess in a part restricted by planes or contured surfaces. The slots are classed, according to the shape, into rectangular ,T-shaped, and contoured ones . The slots of any profile may be through,open or with an outlet , and closed .

ترجمه کنید



پخش فیلم

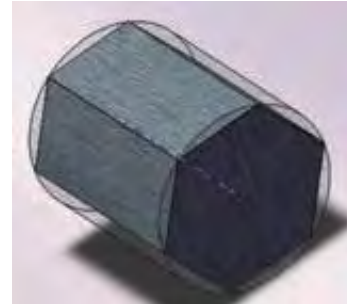


ساخت چندضلعی‌ها و چرخ‌دنده به کمک دستگاه تقسیم

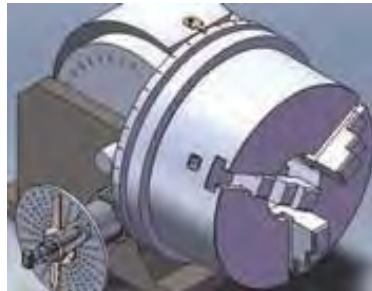
## فرزکاری چندضلعی‌ها



$$nl = \frac{nL}{T}$$



الف: تقسیم مستقیم



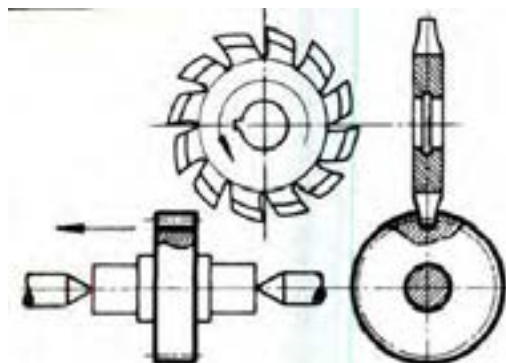
$$n_k = \frac{i}{z}$$

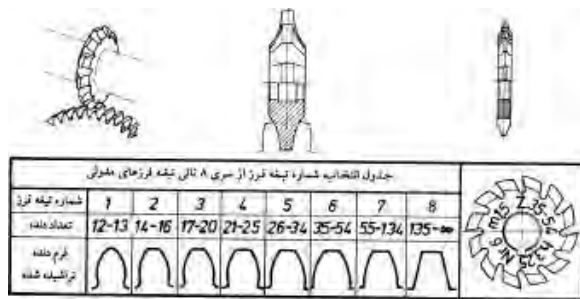
ب: تقسیم غیر مستقیم

شکل: ۱۶-۳: فرزکاری چندضلعی‌ها

## فرزکاری چرخ‌دنده ساده

به کمک تیغه فرز فرم چرخ‌دنده (مدولی) و دستگاه تقسیم، می‌توان روی ماشین فرز چرخ‌دنده ساده را تولید نمود و برای ساخت آن نیاز به محاسبات خاصی است که در کتاب همراه ذکر گردیده‌است. در ضمن مراحل انجام کار در فیلم شماره ۰۶ ارائه شده‌است.





شکل ۳-۱۷: فرزکاری چرخ‌دنده ساده

Dividing Heads for Direct Indexing. In many milling operations associated with indexing, the use of the heads for direct indexing proved to be more efficient. In the dividing head the angle of spindle rotation is read off the plate having ۱۲ divisions and hence permitting the division into ۲, ۳, ۴, ۶ and ۱۲ equal parts. The spindle with driver chuck at the end rotates in housing. Center is installed in the spindle, the left-hand end mounts disk which has ۱۲ slots. Nut serves to adjust the clearance in the spindle bearings, The spindle is rotated with hand lever and is clamped by disk which is set to the required position by locking lever /.

ترجمه کنید



با استفاده از موتور جست‌وجو <https://www.google.com> اطلاعاتی درباره انواع ماشین‌های فرز و توانایی‌های آن را پیدا کنید.

پژوهش کنید



راه اندازی دستگاه فرز

بخش فیلم



با توجه به فیلم، موارد خواسته شده را با رعایت نکات ایمنی و تحت نظر مربی محترم انجام دهید:

- ۱- سطح روغن مخازن را کنترل کنید و قسمت‌های مختلف دستگاه را روغن کاری نمایید؛
- ۲- هرکدام از کشویی‌های طولی، عرضی و ارتفاعی را با اندازه‌هایی که مربی تان مشخص می‌نماید، در دو جهت جابجا کنید؛
- ۳- جعبه‌دنده اصلی را روی کمترین دور تنظیم کنید؛
- ۴- الکتروموتور را روشن کرده و محور فرزگیر را در دو جهت موافق و مخالف عقربه‌های ساعت حرکت دهید.

فعالیت کارگاهی ۱





در صورت نیاز چگونه می‌توان از ماشین فرز به جای ماشین تراش استفاده نمود؟

بحث کنید



وقتی یک طرف تیغه فرز براده‌برداری می‌کند باید جهت پیشروی قطعه کار، خلاف جهت دوران تیغه فرز باشد (براده‌برداری مخالف-معکوس).

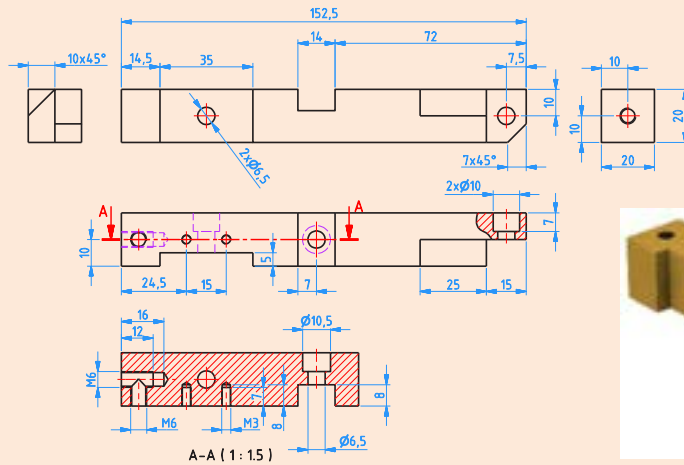
توجه کنید





## فرزکاری پدال چپ و راست

ضمن رعایت نکات فنی و اصول ایمنی و توصیه‌های بیان شده قطعه مقابل را فرزکاری کنید.



جنس: آلومینیوم یا برنج

ابعاد مواد اولیه: ۲۲ × ۱۶۰

تعداد: ۲ عدد.

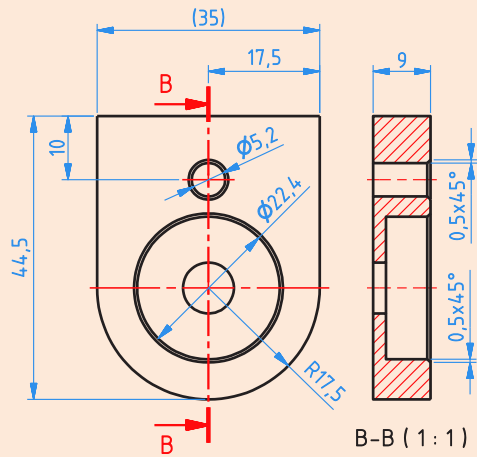
تولرانس:  $\pm 0.05$

ابزار:

- ۱- کولیس ورنیه ۰,۰۵
- ۲- سوهان متوسط
- ۳- وسایل روغن کاری
- ۴- وسایل تمیزکاری
- ۵- تیغه فرز انگشتی به قطر ۲۴ و ۱۲
- ۶- آچار ۱۷ یا آچار رینگ ۱۹,۲۲ و ۲۴
- ۷- گیره موازی رومیزی
- ۸- گونیا
- ۹- ساعت اندازه گیری
- ۱۰- چکش پلاستیکی

ساخت قطعه مطابق شکل:

فعالیت کارگاهی ۳



جنس: آلومینیوم یا برنج

ابعاد مواد اولیه:  $10 \times 40 \times 50$

تعداد: ۲ عدد

تلورانس:  $\pm 0.05$

ابزار:

- ۱- کولیس ورنیه
- ۲- آچار ۱۷-۱۹ یا آچار رینگی ۱۹
- ۳- عینک محافظ
- ۴- تیغه فرز انگشتی به قطر ۲۰ و ۲۲
- ۵- مته به قطر ۵/۲
- ۶- روغن دان دستی
- ۷- وسایل نظیف

آیا می‌دانید



استفاده از دستگاه فرز ساخت ایران اثرات مهم ملی دارد:

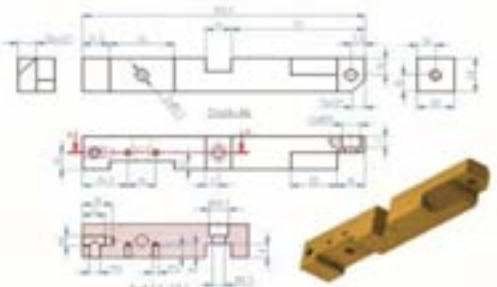
- ۱- تأمین قطعات مورد نیاز صنعت؛
- ۲- آسیب‌پذیری کمتر در شرایط تحریم با اتکالی به تولید داخل؛
- ۳- انعطاف‌پذیری در تغییرات طراحی و تولید؛
- ۴- بهره‌وری با به‌کارگیری اقتصادی ماشین‌های تولید قطعات فرز‌کاری شده؛
- ۵- کارآفرینی و اشتغال نیروی کار؛
- ۶- ارتقای سطح مهارتی عوامل تولید.

پژوهش کنید



با استفاده از موتور جست‌وجو <https://www.google.com>، اطلاعاتی را درباره‌ی انواع ماشین‌های تراش و توانایی‌های آنها پیدا کنید.

### ارزشیابی شایستگی فرزکاری

**شرح کار:**  
 ساخت قطعه مطابق با نقشه مقابل:  
 تلورانس =  $\pm 0,05$   


**استاندارد عملکرد:** ساخت قطعه مطابق نقشه  
 شاخص‌ها: اندازه‌ها بر اساس نقشه - کیفیت سطح بر اساس نقشه.

**شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:**  
 شرایط: ۱- در محیط کارگاه؛ ۲- نور یکنواخت با شدت ۴۰۰ لوکس؛ ۳- تهویه استاندارد و دمای  $20^{\circ}C \pm 3^{\circ}$   
 ۴- ابزارآلات و تجهیزات استاندارد و آماده به کار؛ ۵- وسایل ایمنی استاندارد؛ ۶- زمان ۲۴۰ دقیقه.  
 ابزار و تجهیزات: دستگاه فرز- گیره موازی - زیرسری - کولیس - نقشه کار - عینک محافظ - تیغه فرز بر اساس نقشه - سوهان تخت ۲۰۰ نرم و متوسط - وسایل نظیف - وسایل روغن کاری - آچار تخت ۱۷، ۱۹، ۲۲ و ۲۴ - گونیا - ساعت اندازه‌گیری.

**معیار شایستگی:**

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی	نمره هنرجو
از ۳			
۱	کنترل ابعاد مواد اولیه	۲	
۲	آماده‌سازی دستگاه	۱	
۳	آماده‌سازی تیغه فرز	۱	
۴	بستن قطعه کار	۲	
۵	انجام عملیات فرزکاری	۲	
	شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش:		
	۱- رعایت قواعد و اصول در مراحل کار؛ ۲- استفاده از لباس کار و کفش ایمنی؛ ۳- تمیز کردن گیره و محیط کار؛ ۴- رعایت دقت و نظم.	۲	
	<b>میانگین نمرات</b>		*

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است.



## پودمان ۴

### کار با چاپگر سه بعدی 3D Printer



امروزه مدل سازی سه بعدی در رشته های گوناگونی همچون قطعه سازی، معماری، طراحی صنعتی، رباتیک، صنایع هوافضا و ... رایج است. این مدل سازی ها تا پیش از این به شکل تصاویر دوبعدی روی صفحه های نمایشگر یا روی کاغذ ارائه می شدند تا افراد با دیدن آنها درکی از آنچه طراحان در ذهنشان دارند، به دست آورند. چاپگرهای سه بعدی توانایی تولید هر نوع قطعه ای را دارند؛ حال با هر شکل و زاویه ای، توپر باشد، یا توخالی، صاف باشد یا منحنی و به طور کلی هر قطعه ای با هر طراحی. این نیاز در همه جا قابل لمس است. در صنعت، پزشکی، مراکز آموزشی، خودرو سازی، صنایع نظامی و هر کاری که نیازمند شبیه سازی، تولید ماکت و ساخت طرح اولیه است، استفاده از چاپگر سه بعدی، هم می تواند فرایند زمان بر شبیه سازی و ساخت ماکت قطعات را سرعت بخشد و هم می تواند تنها با چاپ طرح سه بعدی در زمانی بسیار کم، به بررسی قطعه پرداخت.

## واحد یادگیری ۴

### شایستگی کار با چاپگر سه بعدی

آیا می‌دانید



- روش‌های تولید قطعات کدامند؟
- تولید سنتی قطعات به چه صورت انجام می‌گیرد؟
- چه روش تولید جدیدی را برای ساخت قطعات رایج می‌شناسید؟
- دیدگاه تولید در روش‌های تولید سنتی و جدید چگونه است؟

هدف از این شایستگی عبارتند از:

- ۱- توانایی تشخیص انتخاب روش تولید برای ساختن قطعه مورد نظر؛
- ۲- توانایی ایجاد نقشه قطعه قابل تولید با چاپگر سه بعدی؛
- ۳- توانایی کار با چاپگر سه بعدی.

### استاندارد عملکرد

پس از اتمام واحد یادگیری و کسب شایستگی، هنرجویان قادر به انتخاب روش تولید مناسب برای ساخت قطعات مورد نظر و همچنین ایجاد نقشه قابل تولید با چاپگر سه بعدی و کار با دستگاه چاپگر سه بعدی خواهند بود.



آیا می‌دانید



آیا روش‌های تولید مواد فلزی با پلیمری متفاوت است؟  
به‌طور کلی روش‌های تولید مواد فلزی را می‌توان بر مبنای تغییر جرم ماده خام دسته‌بندی نمود. بدین صورت می‌توان فرایندها را با کاهش جرم، افزایش جرم و ثبات جرم تقسیم‌بندی نمود.

در شکل زیر فهرستی از این فرایندها برای مواد فلزی آمده‌است:



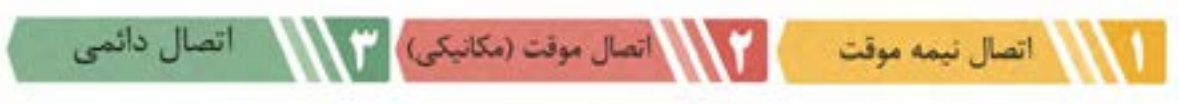
در اصلی‌ترین فرایندهای ساخت روش‌های کاهش جرم وجود دارد که به روش‌های کاهش یا ماشین‌کاری معروف هستند. روش‌های ماشین‌کاری به دو دسته کلی سنتی و غیر سنتی تقسیم می‌شوند:



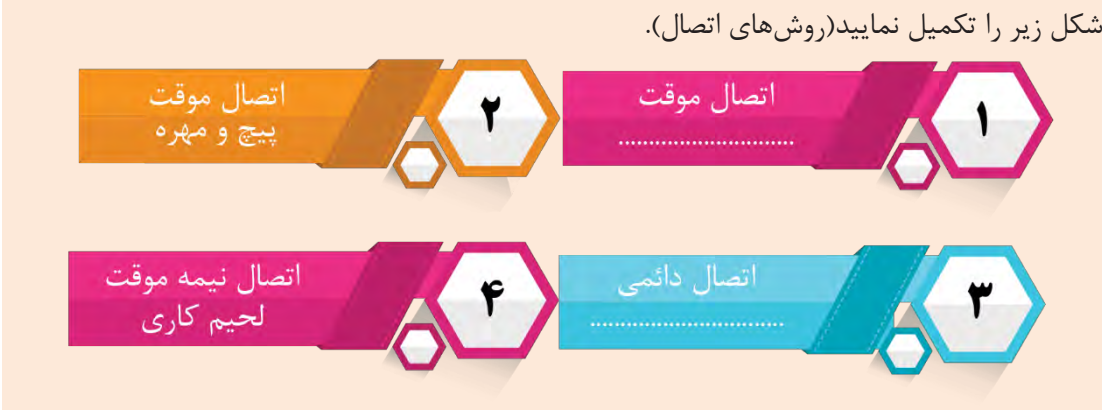
فعالیت کلاسی ۱



روش های افزایش جرم که به فرایندهای اتصال در مواد فلزی معروف هستند، به سه دسته تقسیم بندی می شوند:



فعالیت کلاسی ۲



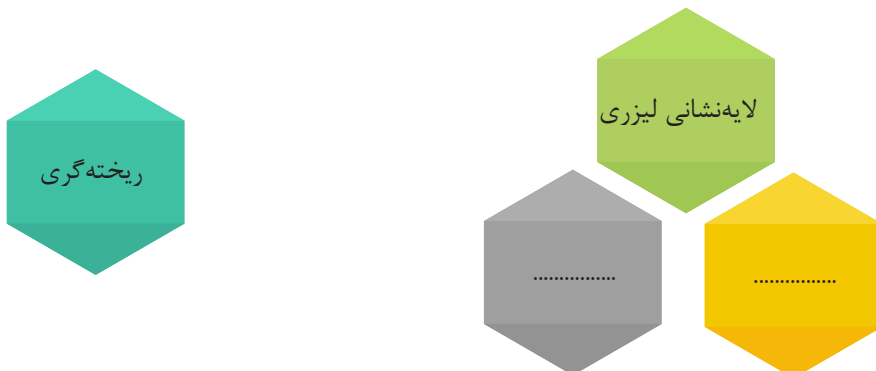
در روش‌های باثبات جرم، جرم مواد فلزی تغییر نمی‌کند که به چهار دسته کلی تقسیم‌بندی می‌شوند:



از روش‌های با ثبات جرم، فرایندهای شکل‌دهی به شکل‌دهی حجمی و شکل‌دهی ورق بخش‌بندی می‌شود.



شکل زیر را تکمیل کنید(فرایندهای تولید افزودنی و شکل‌گیری)



توجه کنید



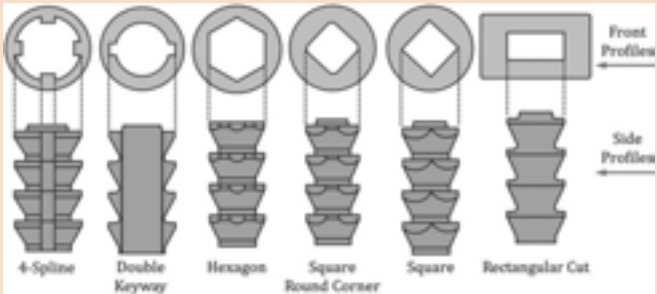

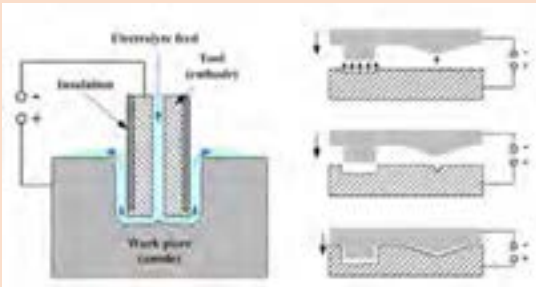
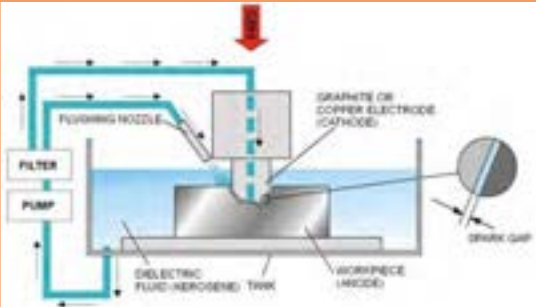
روش‌های تولید گفته‌شده تنها برای تولید مواد فلزی هستند.

فعالیت



در جدول زیر بر اساس تصویر، فرایند را تشخیص دهید و نام آن را به فارسی و انگلیسی بنویسید.

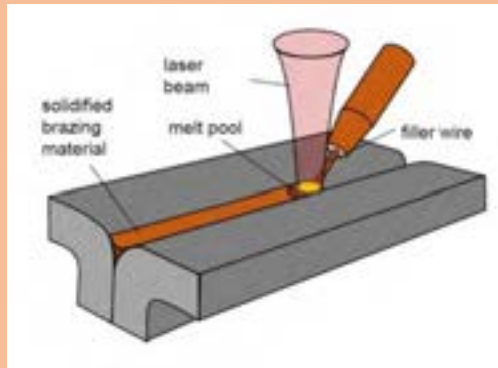
		..... .....
		فرزکاری .....
		سوراخ‌کاری .....
		اره‌کاری .....

	<p>خان کشی</p> <p>.....</p>
	<p>سنگ زنی</p> <p>.....</p>
	<p>ماشین کاری الکتروشیمیایی</p> <p>.....</p>
	<p>ماشین کاری به کمک تخلیه الکتریکی</p> <p>.....</p>



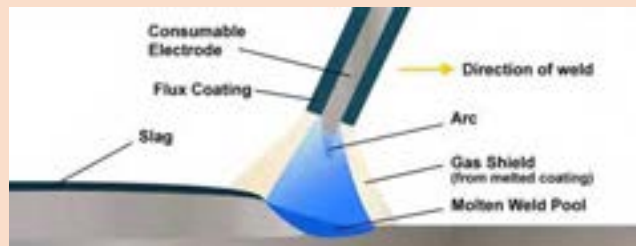
ماشین کاری الکتروسونیک

.....



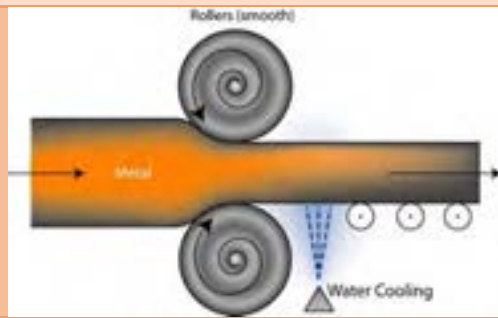
.....

.....



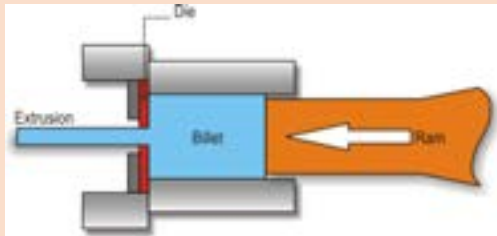

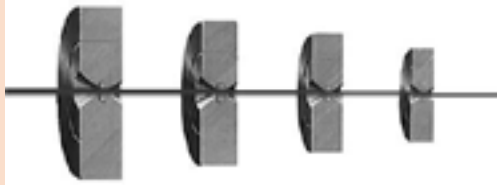
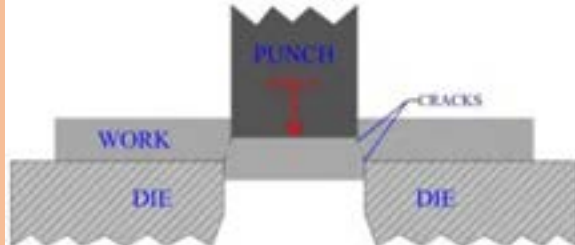
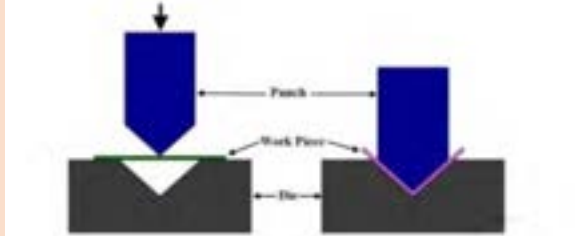
.....

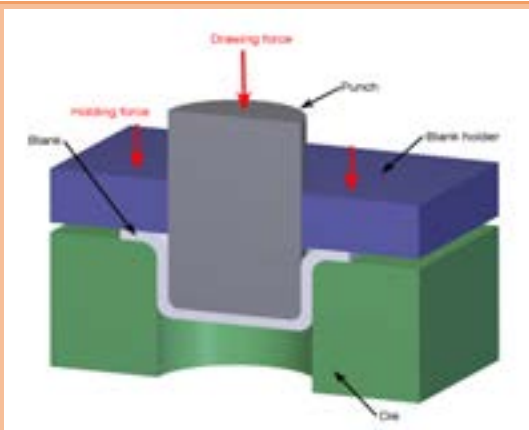
.....



تورد

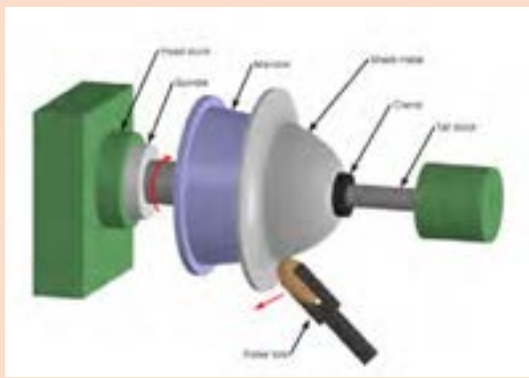
.....

		<p>روزن رانی</p> <p>.....</p>
		<p>.....</p> <p>.....</p>
		<p>کشش سیم</p> <p>.....</p>
		<p>برش</p> <p>.....</p>
		<p>.....</p> <p>.....</p>



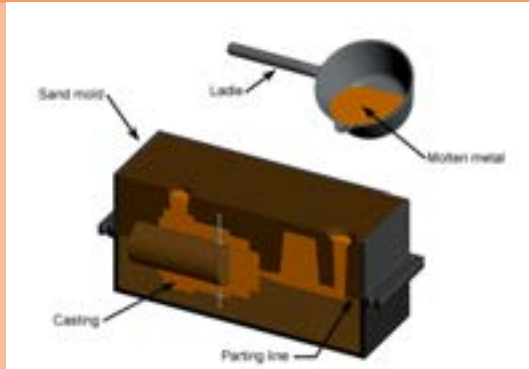
کشش عمیق

.....



شکل دهی دورانی

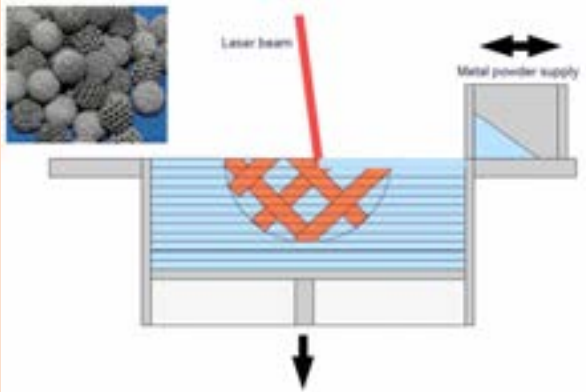

.....



.....

.....



	<p>تف جوشی انتخابی</p> <p>.....</p>
	<p>فناوری لایه‌نشانی لیزری</p> <p>.....</p>

پلاستیک‌ها یا مواد پلیمری ویژگی‌های منحصر به فردی مانند شکل‌پذیری ساده، استحکام مطلوب، عایق حرارتی و رطوبتی دارند. اکثر مواد پلیمری به صورت مصنوعی تولید شده و در طبیعت به طور طبیعی وجود ندارند. پلیمرها به دو گروه گرمانرم و گرماسخت تقسیم می‌شوند.

فعالیت

تفاوت مواد گرمانرم و گرماسخت در چیست؟

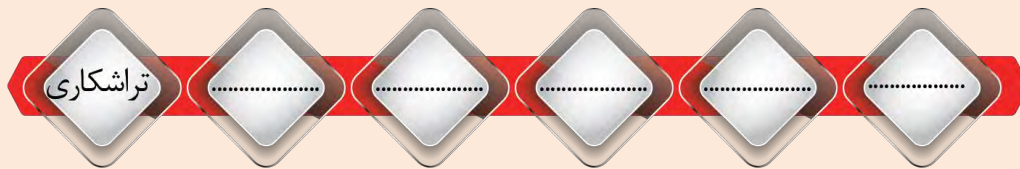


به طور کلی روش‌های تولید مواد پلیمری گرمانرم نیز همانند مواد فلزی به سه دسته کلی تقسیم می‌شوند:





شکل زیر را تکمیل نمایید(روش‌های ماشین‌کاری سنتی برای مواد پلیمری).



شکل زیر را تکمیل کنید(روش‌های فرایند اتصال جوشکاری برای مواد پلیمری).



شکل زیر را تکمیل نمایید(روش‌های باثبات جرم برای مواد پلیمری).

تزریق پلاستیک	.....	.....	.....	.....	تکمیل کنید
روزن رانی	.....	.....	.....	لایه نشانی مذاب	

در روش‌های تولید باثبات جرم برای مواد پلیمری، بر اساس هدف تولید، روش تولید انتخاب می‌گردد. برای مثال برای تولید قطعات سه‌بعدی از روش تزریق پلاستیک و قالب‌گیری فشاری استفاده می‌شود و برای تولید قطعات توخالی مانند بطری‌های پلاستیکی از شکل‌دهی بادی بهره گرفته می‌شود. برای تولید پروفیل و ورق از روش روزن‌رانی، برای تولید قطعات بزرگ از شکل‌دهی دورانی، برای تولید مقاطع بزرگ از فرم‌دهی خلا و برای تولید فیلم پلاستیکی از کلندرینگ استفاده می‌شود.



روش‌های تولید گفته‌شده تنها برای تولید مواد پلیمری کاربرد دارند.

در جدول زیر بر اساس تصویر، فرایند را تشخیص دهید و نام آن را به فارسی و انگلیسی بنویسید.

فعالیت



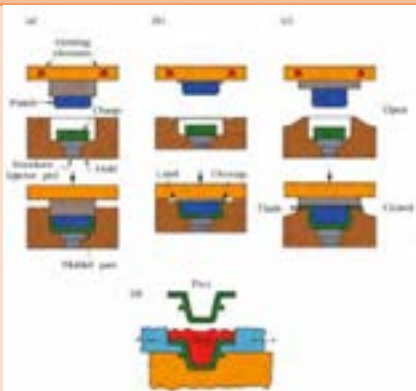
اکستروژن

.....



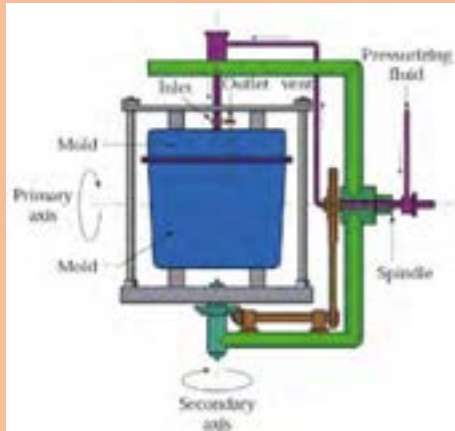
.....

.....



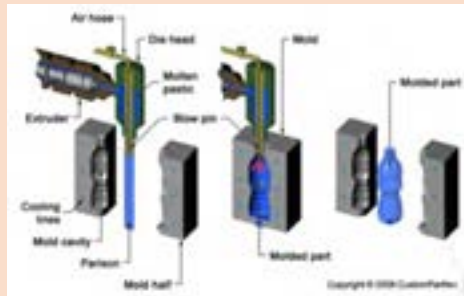
قالب‌گیری فشاری

.....



قالب گیری دورانی

.....



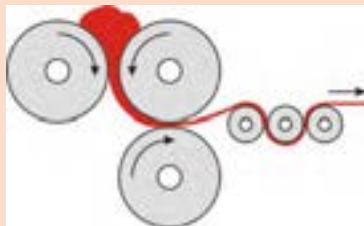
.....

.....



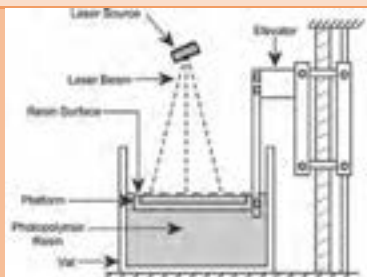
فرم دهی خلأ (ترموفرمینگ)

.....



کلندرینگ

.....



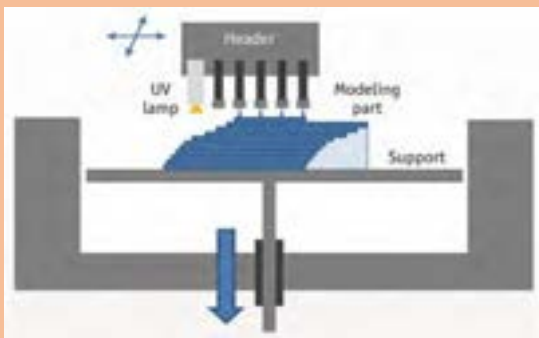
استریولیتوگرافی

.....



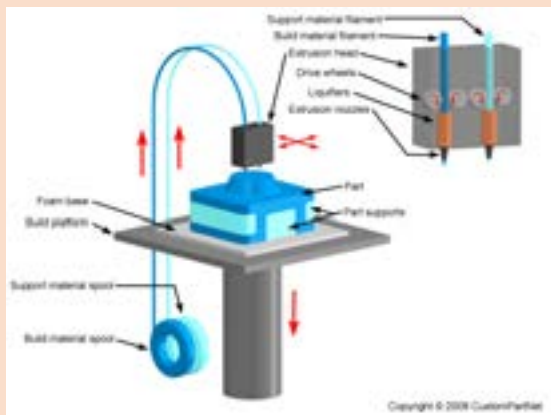
پردازش دیجیتالی نور

.....



پلیت

.....



لایه‌نشانی مذاب

.....

### فرایندهای تولید افزودنی (افزایشی)

در کلیه فرایندهای تولید افزودنی که به آن فرایندهای افزایشی نیز گفته می‌شود، محصول به صورت لایه‌لایه تولید می‌گردد. در ابتدا لایه اول شکل گرفته و سپس لایه دوم بر روی لایه اول شکل می‌گیرد و این روند تا تکمیل شدن کامل قطعه ادامه می‌یابد. به‌طور کلی دستگاه‌هایی که بر اساس این روش قطعه تولید می‌کنند، به چاپگر سه‌بعدی معروف هستند.

بخش فیلم

فرایندهای تولید افزودنی





روش‌های تولید افزودنی بر اساس حالت ماده اولیه که ممکن است به صورت مایع، رشته یا خمیر، پودر یا ورق باشد، تقسیم‌بندی می‌شوند. بر این اساس در جدول زیر فرایندهای تولید افزودنی مرتبط را فهرست کنید.

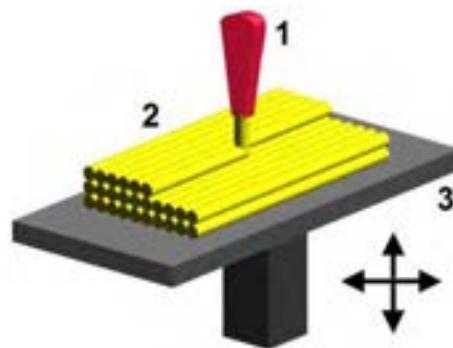
حالت ماده	فرایند
مایع	.....
رشته(خمیر)	.....
پودر	.....
ورق	.....

### بررسی روش لایه‌نشانی مذاب یا FDM

در این فرایند که در چاپگرهای سه‌بعدی معمول به کار می‌رود، ماده خام که یک پلیمر گرمانرم است به صورت تک‌رشته‌ای تولید می‌شود. سپس این رشته از ناحیه‌ی تغذیه عبور کرده و در این ناحیه گرم می‌شود. با گرم شدن پلیمر، پلیمر ذوب می‌شود و از طریق نازل روزن‌رانی می‌گردد. رشته روزن‌رانی شده با استفاده از یک سیستم کنترل عددی بر روی سطح قرار می‌گیرد تا لایه اول از قطعه تولید گردد. با تولید لایه اول، لایه دوم بر روی لایه اول شکل می‌گیرد و این روند به همین صورت ادامه می‌یابد تا محصول کامل گردد.



ب: قطعات ساخته‌شده به روش لایه‌نشانی مذاب

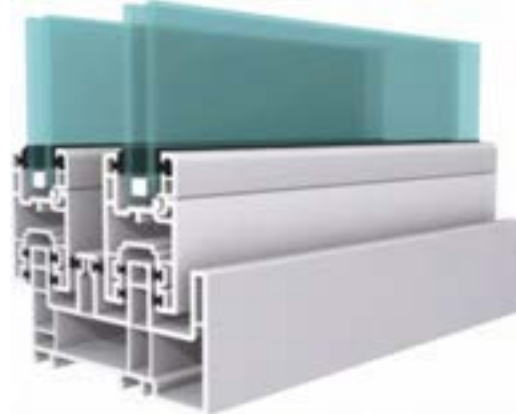


الف: نحوه کار لایه‌نشانی مذاب

شکل ۴-۱: لایه‌نشانی مذاب

در جدول زیر روش تولید هر یک را مشخص کنید. کدام یک از محصولات زیر به روش FDM تولید شده است.

فعالیت



.....

.....



.....

.....



.....

.....

## مواد موجود در روش لایه‌نشانی مذاب

با استفاده از این روش مواد مختلفی اعم از مواد پلیمری عمومی تا مواد پلیمری با استحکام و خواص بسیار بالا می‌توان مورد این فرایند قرار داد. به‌طور کلی مواد موجود در این حوزه عبارتند از: آکریلونیتریل بوتادین استایرن، پلی‌لاکتیک اسید، پلی‌کربنات، پلی‌آمید، پلی‌استایرن و پلی‌اتر اتر کتون. در میان این بسپارها، آکریلونیتریل بوتادین استایرن و پلی‌لاکتیک اسید کاربرد بیشتری دارند دلیل این امر هم دمای ذوب نسبتاً پایین این مواد است که این مواد را به‌راحتی از نازل دستگاه خارج می‌کند، شکل خود را حفظ نمایند. در بین آکریلونیتریل بوتادین استایرن و پلی‌لاکتیک اسید، پلی‌لاکتیک اسید پلیمری با طبیعت سازگاری بیشتری دارد که در اصطلاح زیست‌تخریب‌پذیر نامیده می‌شود. پلی‌لاکتیک اسید از راه استخراج نشاسته از گیاهانی مانند ذرت و استخراج قند از گیاهانی مانند چغندر قند آغاز می‌شود. نشاسته را می‌توان از برنج، گندم، گندم سیاه و سیب زمینی شیرین نیز استخراج کرد. قند نیز از چغندر قند، آب پنیر و شیر قند قابل استخراج است. از مهم‌ترین ویژگی‌های پلی‌لاکتیک اسید، قابلیت تبدیل آن به کود گیاهی در پایان عمر مفید است.

بخش فیلم



روش لایه‌نشانی مذاب (FDM)

## طراحی سه‌بعدی برای تولید قطعه با چاپگر سه‌بعدی

در فصل اول مشاهده شد که هر قطعه‌ای را می‌توان به‌صورت سه‌بعدی مدل‌سازی نمود. برای تولید آن به‌وسیله چاپگر سه‌بعدی می‌توان آن فایل محصول را با پسوند مناسب ذخیره نمود که فایل واسطه نام دارد سپس در نرم‌افزار مربوط، باید برنامه لازم برای تولید قطعه را ایجاد کرد.

### فایل واسطه

برای ایجاد برنامه لازم برای تولید قطعه از دو پسوند استفاده می‌شود:



توضیح	پسوند
در این صورت قطعه به‌صورت مجموعه‌ای از مثلث‌ها تولید می‌گردد. در حقیقت هر مثلث با مختصات سه رأس مثلث تعریف می‌گردد.	stl
در این صورت قطعه از هرم‌هایی با قاعده مثلثی ذخیره می‌گردد.	amf



بخش فیلم

نرم افزار مربوط



## مفهوم کنترل عددی کامپیوتری در چاپگرهای سه بعدی



کنترل عددی عبارت است از استفاده از کدهای رمزبندی شده اعداد، حروف و علائم که قابل فهم برای واحد کنترل است و پس از رمزگشایی به پالس‌های الکتریکی جریان تبدیل شده و از این پالس‌ها برای تولید یک قطعه استفاده می‌شود. یک سیستم کنترل عددی از سه جز تشکیل شده است که عبارتند از: ماشین، برنامه و واحد کنترل.

**ماشین (انجام دهنده عملیات):** کلیه فرایندهای تولید مواد را شامل می‌شود.

**برنامه:** برنامه شامل مجموعه‌ای از اعداد، حروف و نشانه‌هایی است که به ماشین می‌گوید که چه عملی را باید انجام دهد. مجموعه این اعداد، حروف و علائم به صورت کدهای رمزبندی شده هستند که واحد کنترل ماشین آنها را تفسیر می‌کند. برنامه یا توسط کاربر به صورت دستی نوشته می‌شود یا از طریق نرم افزارهای ارائه شده‌ای ایجاد می‌گردد که به نرم افزارهای ساخت به کمک رایانه معروف هستند.

**واحد کنترل:** تبدیل برنامه به حرکات لازم برای تولید یک قطعه

توجه کنید

در چاپگرهای سه بعدی نیز از مفهوم کنترل عددی برای تولید قطعه استفاده می‌شود.



بخش فیلم

توضیحات مربوط به نرم افزار و مفاهیم اصلی در تولید قطعه





شرح هر یک از مثال‌ها را در مقابل کدهای عملیاتی اصلی زیر بنویسید.

فعالیت



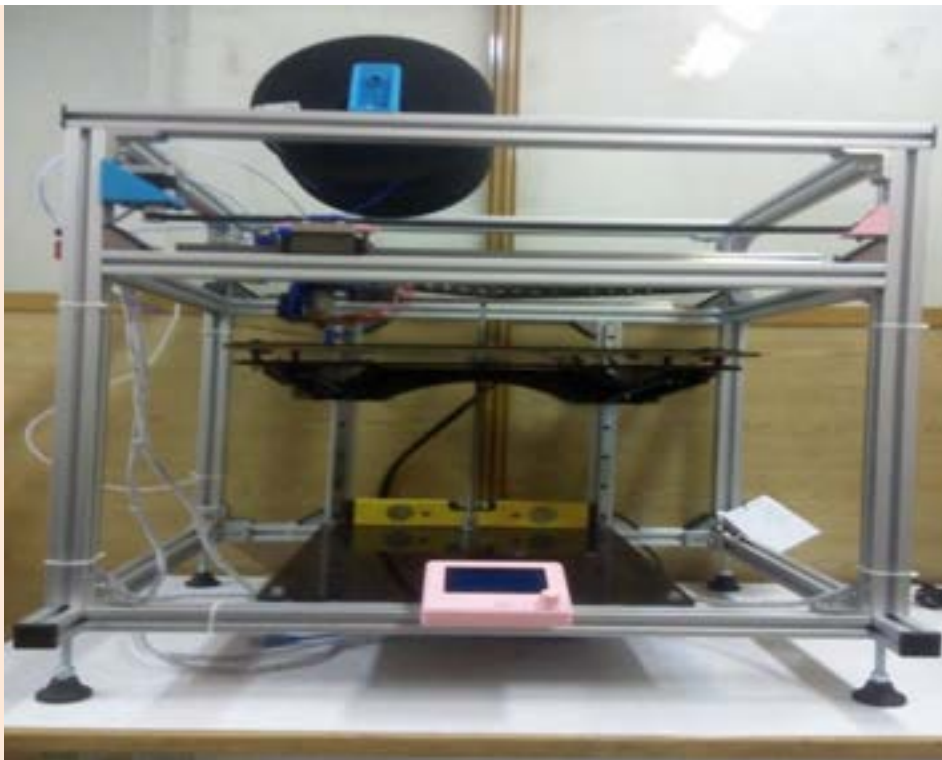
نام کد	مثال	شرح مثال
G <sub>0</sub>	G <sub>0</sub> X <sub>50</sub>	حرکت سریع به موقعیت ۵۰ در محور X دستگاه
G <sub>0</sub>	G <sub>0</sub> Y <sub>25</sub>	.....
G <sub>1</sub>	G <sub>1</sub> X <sub>10</sub> Y <sub>5</sub>	.....
G <sub>1</sub>	G <sub>1</sub> F <sub>150</sub> X <sub>10</sub>	حرکت کنترل شده با سرعت ۱۵۰ میلی متر بر دقیقه به موقعیت ۱۰ در محور X دستگاه
G <sub>4</sub>	G <sub>4</sub> P <sub>500</sub>	مکث زمانی به اندازه ۵۰۰ میلی ثانیه
G <sub>28</sub>	G <sub>28</sub> X Y	.....
G <sub>92</sub>	G <sub>92</sub> X <sub>5</sub> Y <sub>10</sub>	.....

شرح هر یک از کدهای عملیاتی اصلی زیر را بنویسید.

فعالیت



نام کد	شرح کد
G <sub>20</sub>	.....
G <sub>21</sub>	.....
G <sub>90</sub>	.....
G <sub>91</sub>	.....



استفاده از دستگاه چاپگر سه بعدی ساخت ایران:

۱. به روزآوری وسایل تولید با به کارگیری فرایندهای نوین؛
۲. ساخت قطعات پیچیده که تولید آنها با شیوه های سنتی امکان پذیر نیست؛
۳. بدون نیاز به قالب، تولید قطعات به زمان کمتری نیازمند است؛
۴. قطعات تولیدشده دقت ابعادی و هندسی بالایی دارد؛
۵. مواد اولیه مورد نیاز در داخل با قیمت مناسب به حجم کافی موجود است؛
۶. تجهیزات مورد نیاز در مهندسی پزشکی و ساخت پروتز میسر است.

## ارزشیابی شایستگی چاپگر سه بعدی

شرح کار:

چاپ با پرینتر سه بعدی:



استاندارد عملکرد:

مدل سازی قطعه در سالیدورکس و تبدیل به فایل سه بعدی STL

شاخص ها:

انطباق با ابعاد و شکل قطعه

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

شرایط: ۱- در کارگاه چاپگر سه بعدی؛ ۲- نور یکنواخت با شدت ۴۰۰ لوکس؛ ۳- تهویه استاندارد و دمای  $30^{\circ} \pm$ ؛ ۴- وسایل اندازه گیری؛ ۵- وسایل ایمنی استاندارد رایانه؛ ۶- زمان ۲۴۰ دقیقه. ابزار و تجهیزات: رایانه و متعلقات آن - چاپگر سه بعدی - کولیس.

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	اندازه گیری قطعه	۱	
۲	مدل سازی سه بعدی	۱	
۳	تبدیل به فایل STL	۲	
۴	چاپ قطعه با استفاده از پرینتر سه بعدی	۲	
	شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش:		
	۱- رعایت قواعد و اصول در مراحل کار؛		
	۲- رعایت دقت و نظم.		
	میانگین نمرات		*

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است.

# پودمان ۵

## ساخت ربات مسیریاب



ربات ماشین هوشمندی است که می‌تواند در شرایط خاصی که در آن قرار می‌گیرد، کار تعریف‌شده‌ای را انجام دهد، ممکن است همچنین قابلیت تصمیم‌گیری در شرایط مختلف را نیز داشته باشد. با این تعریف می‌توان گفت که ربات‌ها برای کارهای مختلفی می‌توانند تعریف و ساخته شوند، مانند کارهایی که انجام آن برای انسان دشوار یا خسته‌کننده باشد. امروزه معمولاً کلمهٔ ربات به معنی هر ماشین ساخت بشری است که بتواند کار یا عملی را انجام دهد که به‌طور طبیعی به‌دست انسان انجام می‌شود.

امروزه از ربات‌ها در کارخانه‌ها برای ساخت محصولاتی مانند اتومبیل، الکترونیک و همچنین برای اکتشافات زیرآب یا در سیارات دیگر استفاده می‌شود.

رُبات<sup>۱</sup> (ROBOT) وسیله‌ای مکانیکی برای انجام وظایف مختلف است، یک ماشین که می‌تواند برای عمل به دستورهای مختلف برنامه‌ریزی گردد یا یک‌سری اعمال ویژه انجام دهد. مخصوصاً آن دسته از کارها که فراتر از حد توانایی‌های طبیعی بشر باشند. این ماشین‌های مکانیکی برای بهتر به انجام رساندن اعمالی از قبیل احساس کردن، درک نمودن و جابه‌جایی اشیا یا اعمال تکراری شبیه جوشکاری تولید می‌شوند.

## واحد یادگیری ۵

### شایستگی ساخت ربات مسیریاب

آیا می‌دانید



- هدف از اجرای مسابقات رباتیک در جهان چیست؟
- معتبرترین لیگ‌های مسابقات رباتیک در ایران کدامند؟
- چه نرم‌افزارهایی در طراحی کامل یک ربات استفاده می‌شود؟
- یک ربات مسیریاب چه کاربرد واقعی در صنعت می‌تواند داشته باشد؟

#### هدف از این شایستگی عبارتند از:

- ۱- توانایی ترسیم دوبعدی و سه‌بعدی قطعات شاسی ربات؛
- ۲- توانایی ترسیم نقشه برد الکترونیکی و جانمایی روی شاسی؛
- ۳- توانایی انتخاب قطعات مکانیکی مناسب برای ساخت ربات مسیریاب؛
- ۴- توانایی ترسیم شماتیک و PCB ربات متناسب با وظایف تعریف‌شده برای ربات و پیاده‌سازی آن،
- ۵- توانایی نوشتن برنامه میکروکنترلر برای ربات مسیریاب با مسیرهای تعریف‌شده.

#### استاندارد عملکرد

در پایان این واحد یادگیری، انتظار می‌رود که هنرجویان با تعریف ربات و انواع آن آشنایی پیدا کرده و با اصول طراحی و ساخت بردهای الکترونیکی و ساز و کار ربات‌ها و همچنین برنامه‌نویسی آنها، آشنا شوند و یک ربات مسیریاب طراحی و اجرا نمایند.

## مقدمه

بدیهی است که در دنیای سرشار از فناوری و پیشرفت امروزی ابزار و وسایل هوشمند در همه زندگی انسان‌ها جایگاه ویژه‌ای دارند. با پیشرفت علم مکاترونیک، هوشمندسازی تجهیزات و اتوماسیون صنعتی با سرعت دوجندانی در حال پیشرفت است. یکی از مهم‌ترین و کارآمدترین تجهیزات مکاترونیکی پیشرفته ربات‌هاست. ربات دستگاهی است که می‌تواند به‌طور خودکار عمل کند، ربات‌ها مخصوصاً برای انجام کارهایی مناسب هستند که برای انسان خسته‌کننده، دشوار یا خطرناک است. یک ربات واقعی ماشینی است که می‌تواند فکر کند، مانند یک کامپیوتر برنامه‌ریزی شود و برای انجام وظایف حرکات گوناگونی را انجام دهد. یک ربات معمولاً یک سیستم الکترومکانیکی است که با حرکت یا ظاهرش مفهومی از خود یا از ارباب(سفارش‌دهنده یا سازنده) خود را انتقال می‌دهد. ریشه کلمه ربات از واژه Robotica به معنای برده یا کارگر گرفته شده است. وسیله‌ای با دقت عمل زیاد که قابل برنامه‌ریزی مجدد است و توانایی انجام چند کار را دارد و برای حمل مواد، قطعات، ابزارها یا سیستم‌های تخصصی طراحی شده و دارای حرکات مختلف برنامه‌ریزی شده‌ای است که هدف از ساخت آن انجام وظایف گوناگون است.

نمایش چند نمونه ربات

پخش فیلم



طراحان، تولیدکنندگان و اپراتورهای ربات‌ها به‌طور کلی باید از «قوانین رباتیک» آیزاک آسیموف پیروی کنند. آیزاک آسیموف، دکترای بیوشیمی و نویسنده آمریکایی روسی‌تبار گونه‌های علمی، علمی-تخیلی خیال‌پردازی و وحشت بود. قوانین آسیموف تصریح می‌کند که یک ربات هرگز نباید به یک انسان آسیب برساند یا او را بکشد. ربات همیشه باید از دستورهای سازنده خود تبعیت کند و ربات‌ها همواره باید از خود محافظت کنند، مگر اینکه این کار سبب آسیب به انسان شود.







آیا می‌دانید



جدول زیر (مربوط به تقسیم بندی ربات‌ها) را کامل کنید.

فعالیت



تصویر	کاربرد	نام
	<p>.....</p>	<p>.....</p>
	<p>.....</p>	<p>.....</p>
	<p>.....</p>	<p>.....</p>
	<p>.....</p>	<p>.....</p>
	<p>.....</p>	<p>.....</p>
	<p>.....</p>	<p>.....</p>



تصویر	کاربرد	نام
	<p>.....</p>	<p>.....</p>
	<p>.....</p>	<p>.....</p>
	<p>.....</p>	<p>.....</p>
	<p>.....</p>	<p>.....</p>

## ساختار کلی ربات

علم رباتیک از سه شاخه اصلی زیر تشکیل شده است:



### مکانیک

در مکانیک یک ربات چند بخش وجود دارد؟ مکانیک ربات مسیریاب جزء ساده ترین مکانیک هاست. این مکانیک شامل بخش زیر است که تمام اجزای روی آن قرار خواهند گرفت.



### الکترونیک

الکترونیک مدار ربات مسیریاب از بخش های زیر تشکیل شده است.



### برنامه نویسی

برنامه یک ربات مسیریاب می تواند شامل چند بخش باشد که آنها را توضیح می دهیم.



## الف. مکانیک ربات ها

هر رباتی برای موجودیت یافتن به بستری نیاز دارد که این بستر همان مکانیک است. مکانیک ربات شامل شاسی، نیروی محرکه، چرخ دنده، چرخ ها، بست ها و... است.  
بدنه (شاسی):

بدنه وظیفه نگهداری تمام اجزای ربات را به عهده دارد، طراحی و ساخت بدنه بستگی به وزن و حجم اجزا دارند. بدنه می تواند از جنس آلومینیم، چوب، پلکسی (پلکسی) و... باشد.  
در ربات های متحرک به بدنه یا اسکلتی که وظیفه نگهداری و اتصال اجزای ربات را بر عهده دارند، اصطلاحاً شاسی گفته می شود. عوامل مهم در طراحی شاسی، عبارتند از:

## الف- وزن ربات

وزن یک ربات بنا بر دلایل مختلفی مانند قوانین مسابقات، شتاب، پایداری عملکرد و... از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در بسیاری موارد، طراحان سعی بر کاهش وزن ربات‌ها دارند. این مسئله برای صرفه‌جویی در انرژی تولیدشده به وسیله اجزای محرک ربات و نهایتاً در حفظ انرژی باتری تأثیر قابل توجهی دارد. اصلی‌ترین شاخص مؤثر بر وزن شاسی ربات، نحوه طراحی و جنس مواد مورد استفاده در طراحی شاسی است.

## ب- میزان استحکام شاسی

تمامی اجزای ربات مانند باتری، موتور، جعبه‌دنده و... بر روی شاسی ربات سوار می‌شوند و در برخی موارد هم لازم است که بخشی از ربات به بخش دیگر یا به اشیای اطراف نیرو وارد نماید. از این رو، شاسی یا همان اسکلت باید توان نگهداری این قطعات را در تمامی حالات داشته باشد، همچنین جنس شاسی باید به گونه‌ای انتخاب شود که قابلیت برش کاری، خم کاری، سوراخ کاری را داشته و پس از مونتاژ نهایی، از انعطاف لازم برخوردار باشد.

## ج- پیش‌بینی جایگاه مناسب اجزای ربات

در طراحی اجزای مختلف یک ربات از جمله شاسی، باید موقعیت هر یک از قطعات و نحوه اتصال آن به شاسی مد نظر قرار گیرد. برای ساخت شاسی می‌توان از موادی مانند چوب، پولکسی گلاس، پلاستیک و فلزاتی مانند آلومینیوم و... استفاده نمود. به عنوان بهترین مواد برای ساخت شاسی می‌توان به پلاستیک و فیبر فشرده کربن و فیبر فشرده الیاف شیشه اشاره نمود، وزن کم و استحکام و قابلیت برش و خم و سوراخ کاری در این مواد از جمله مزایای آن به شمار می‌روند.

برای اتصال بخش‌های مختلف شاسی و همچنین سوار کردن سایر اجزای ربات، استفاده از انواع چسب، پیچ، پرچ و بست‌ها امکان‌پذیر است. شکل زیر چند نمونه شاسی ربات را نمایش می‌دهد. از این شاسی‌ها در ساخت بسیاری از ربات‌های متحرک می‌توان استفاده نمود. به‌طور مثال ربات تعقیب نور، ربات تعقیب خط، ربات حل ماز، ربات کنترلی بی‌سیم و...



جدول زیر (مربوط به جنس بدنه) را کامل کنید.

فعالیت



معایب	مزایا	جنس بدنه
.....	.....	چوب
.....	.....	پلاستیک
.....	.....	آلومینیوم
.....	.....	پلکسی
.....	.....	تفلون

طراحی مکانیک ربات در نرم افزارهای solid works , catia, autocad, corel draw انجام می شود. در این جا از نرم افزار solid works در طراحی بدنه استفاده می کنیم. یکی از مزیت های این نرم افزار داشتن سه محیط برای طراحی است. محیط اول برای رسم قطعه است، در محیط دوم قطعات یک سازوکار بر روی هم سوار شده و در محیط آخر از آنها نقشه مهندسی (معمولاً برای نسخه چاپ) تهیه می شود.

توجه کنید



## نیروی محرکه ربات

نیروی محرکه رباتها

بخش فیلم



یکی از مهم ترین بخش های یک ربات، بخش تأمین «نیروی محرک» ربات است. رباتها برای حرکت، نیازمند نیروی محرکه هستند. این نیروی محرکه بر حسب نوع ربات ممکن است با استفاده از فناوری پنوماتیک (فناوری به کارگیری گازهای فشرده یا سیالات، برای تولید نیروی مکانیکی) یا روش های الکترومغناطیسی تأمین گردد.

طراحان ربات های بزرگ مانند دستگاه های ساخت و تولید در کارخانه ها و خودروهای صنعتی عظیم، بیشتر به سراغ فناوری پنوماتیک رفته و بخش کوچکی از عملکرد این رباتها را بر اساس روش های الکتریکی طراحی می نمایند.

اما در ربات های کوچک و ریز رباتها، معمولاً وظیفه تولید نیروی محرکه مکانیکی بر عهده سلونویدها و موتورهای الکتریکی است. هر دوی این ابزار، نیروی الکتریکی را به نیروی مکانیکی تبدیل می نمایند. برای تولید نیروی محرکه در یک جهت با جابه جایی طولی کم، از سلونویدها استفاده می شود. سلونویدها در حقیقت، سیم پیچ هایی دارای هسته مغناطیسی متحرک است که از ترکیبات آهن و همچنین قدرت جذب (و دفع) مغناطیسی نسبتاً بالا ساخته شده است.



موتورهای الکتریکی، نیز نیروی الکتریسیته را به نیروی مکانیکی دورانی تبدیل می‌نمایند. این نیروی دورانی دو مشخصه اساسی دارد: یکی سرعت دوران (برحسب دور بر دقیقه) و دیگر قدرت دوران یا همان گشتاور نیرو (بر حسب نیوتن متر) است. از ضرب سرعت خطی (متر بر ثانیه) در نیروی موتور، می‌توانید توان نهایی خروجی آن را محاسبه کنید. ایده کلی این است که وقتی که یک ماده حامل جریان الکتریسیته تحت اثر یک میدان مغناطیسی قرار می‌گیرد، نیرویی بر روی آن ماده از سوی میدان اعمال می‌شود. با توجه به اینکه گفتیم موتور یک مبدل است، اگر موتور شما ایده‌آل باشد، توان خروجی به دست آمده با توان ورودی یعنی انرژی الکتریکی مصرف شده برابر خواهد بود. موتورهای الکتریکی مورد استفاده در ربات‌ها انواع مختلفی دارند که موتورهای DC، موتورهای AC، استپ‌موتورها و سرورموتورها از این جمله هستند. هر یک از موتورهای ذکر شده ویژگی خاصی دارد مثلاً استپ‌موتورها دارای دقت بالایی هستند و با توجه به نوع موتور می‌توان دقت گردش موتور را در حد چند درجه کنترل نمود. 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 جهت اتصال تغذیه به موتور (پلاریته) جهت دوران شافت تغییر خواهد نمود، همچنین موتورهای دیگر نیز خصوصیت‌های منحصر به فردی دارند. مشخصه‌های اصلی موفقیت یک ربات، انتخاب صحیح موتور محرک ربات است.

قبل از بررسی اصول و مبانی انتخاب هر یک از موتورهای باید، موتورها را با توجه به عملکرد، روش جابه جایی و امتیازاتشان به سه دسته موتورهای DC گیربکس دار، موتورهای پله‌ای و سروموتورها تقسیم‌بندی می‌کنیم. در جدول ذیل انواع مختلف موتورها با توجه به قدرتشان طبقه‌بندی شده‌اند.

نوع موتور	قدرت موتور	کلاس وزنی
موتور DC گیربکس دار	بیشترین قدرت	مناسب برای تمام وزن‌ها
سرو موتور	قدرت متوسط	مناسب برای ربات‌ها تا سقف ۲/۵ کیلوگرم
موتور پله‌ای	کمترین قدرت	برای ربات‌های سبک تا سقف ۱ کیلوگرم

توجه کنید



جدول زیر (مربوط به مقایسه موتورها) را کامل کنید.

فعالیت



نوع موتور	مزایا	معایب	کاربرد	تصویر
موتور DC	..... ..... .....	سریع و گران‌قیمت هستند، جریان زیادی مصرف می‌کنند، اتصال چرخ‌ها به آنها دشوار است، کنترل آنها پیچیده است (PWM)	..... ..... .....	
سرو موتور	گیربکس و سرعت مناسب دارند، متنوع، ارزان و برای ربات‌های کوچک مناسب هستند، به آسانی به چرخ‌ها متصل می‌شوند، اینترفیس آنها آسان است.	..... ..... .....	..... ..... .....	
موتور پله‌ای	..... ..... .....	..... ..... .....	ربات تعقیب خط، ربات حل ماز	

چند نمونه موتور استفاده شده در ربات‌ها:

تصویر	مزایا	نام موتور
	<p>جریان در زمان قفل ۰/۲۵ آمپر نسبت گیربکس آن ۱ به ۳۰ است. انکودر به ازای هر دور ۳۶۰ پالس ایجاد می‌کند.</p>	EMG۳۰
	<p>در موتورهای فال‌هابر سیم پیچی فال‌هابر (و یا شانه عسلی) به کار رفته است. معمولاً در این موتورها از آهن ربای آلنیکو استفاده شده است که شار زیادی تولید می‌کند. نوع انکودر: نوری تعداد پالس در هر دور موتور ۱۲ پالس خروجی‌ها: خروجی دوتایی AB این موتور برای مسابقات ربات موتور اسپیندل، برای استفاده در ربات‌های فوتبالیست نوع قدرتی ابتدایی و متوسط، ربات فوتبالیست مسابقات ربات‌کاپ جوانان مناسب است. تعداد دور نهایی آن ۱۲۰ دور در دقیقه است.</p>	فال‌هابر با ۱۲۰ RPM
	<p>AX۱۲ یک سرو موتور محصول شرکت Dynamixel است این سرو موتور شامل یک گیربکس کاهنده، یک موتور DC و یک مدار کنترل با قابلیت‌های شبکه در یک پکیج است جنس بدنه و چرخ‌دنده این موتور از پالستیک خاص اس. سرعت بی‌باری این موتور ۵۹ دور در دقیقه است. دیگر مشخصه‌های این سروموتور به شرح ذیل می‌باشد. دقت: ۲۹□ میزان حرکت: صفر تا ۳۰۰° یا به صورت Endless. سیگنال فرمان: packet های دیجیتال. پروتکل: ارتباط سریال به صورت Half duplex Asynchronous Lایه فیزیکی Level Multi Drop.TTL. کد شناسایی: ۴۵ کد از ۰ تا ۳۵. دو سرعت ارتباط: ۳۷۴۳ bps الی ۱ Mbps فیدبک: مکان، دما، بار، ولتاژ ورودی و مانند آن.</p>	موتور AX۱۲

گریپر یا نگه‌دارنده شامل دو فک متحرک است که از آن در گرفتن و جابه‌جایی اجسام استفاده می‌شود.

فعالیت

ساخت گریپر (Gripper) و کنترل آن با سرو موتور



ساخت گریپر با امکانات موجود در کارگاه و طراحی بُرد برای راه‌اندازی و کنترل یک موتور سرو نمونه‌ای از گریپرها:

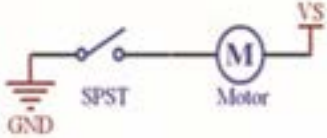
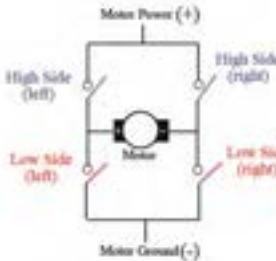
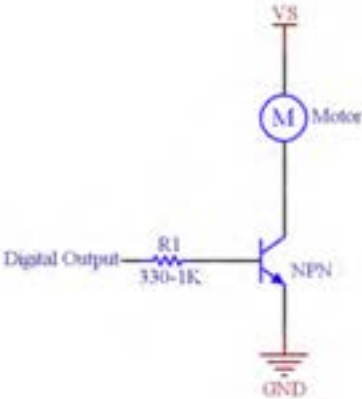


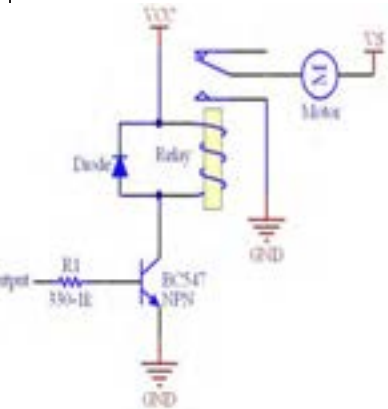
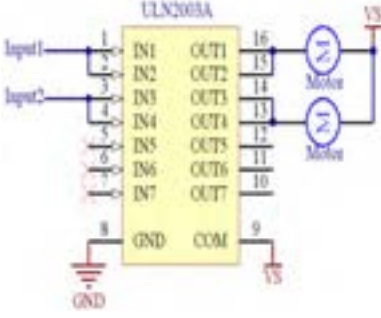
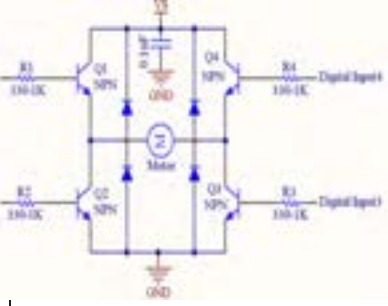
## درایور موتور

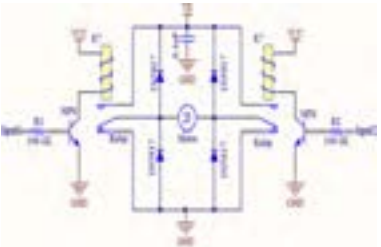
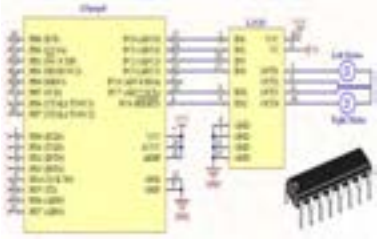
موتورها متناسب با وزن ربات، نوع و تعداد موتور می‌تواند بین ۵۰۰ میلی آمپر تا چندین آمپر جریان مصرف کنند. تقریباً هیچ آی‌سی دیجیتالی قابلیت تأمین مستقل چنین جریانی، برای موتورها ندارد؛ بنابراین نیازمند مدار واسطی بین‌بخش پردازنده و موتورهاست تا فرامین پردازنده را تقویت کرده و با ولتاژ و جریان کافی به موتورها بدهد. این وظیفه در ربات‌ها بر عهده مدارات درایور است. درایور در لغت به معنای راه‌اندازی است.

انواع درایورهای موتورهای DC عبارتند از:



مدار	توضیحات	نوع درایور
	<p>منظور از درایورهای یک طرفه موتور DC مداراتی هستند که قادرند موتور DC را تنها در یک جهت به حرکت درآورند و قادر به معکوس کردن جهت چرخش موتور نیستند. به عبارتی تنها می توانند فرمان STOP و (ORWARD یا BACKWARD) را به موتور بدهند.</p>	یک طرفه
	<p>برای اینکه یک موتور DC قابلیت چرخش دوطرفه داشته باشد، باید درایور به گونه‌ای باشد که بتواند خطوط تغذیه مثبت و منفی را بر روی دو پایه موتور سوئیچ کند. برای این منظور از مداراتی موسوم به پل H (H Bridge) استفاده می شود. دلیل این نام گذاری شباهت مدار درایور به حرف H است.</p>	دوطرفه
تصویر	تقسیم بندی	نوع درایور
	<p>الف. درایور یک طرفه موتور DC با ترانزیستور          ترانزیستور می تواند نقش یک کلید را در مدار ایفا کند. در مدار روبه‌رو زمانی که خروجی پردازنده یک شود، ترانزیستور وصل شده و موتور به حرکت در می آید.          نکته قابل توجه این است که بیشینه جریانی که ترانزیستور در این مدار می تواند عبور دهد، با حاصل ضرب جریان بیس در ضریب تقویت ترانزیستور برابر است.</p>	درایور یک طرفه

تصویر	تقسیم‌بندی	نوع درایور
	<p>ب. درایور یک‌طرفه موتور DC با رله</p>	
	<p>ج. درایور یک‌طرفه موتور DC با بافر روش دیگر کنترل یک‌طرفه موتور DC، استفاده از بافرهاست. بافرها به گروهی از گیت‌های منطقی گفته می‌شود که سطح منطقی ورودی و خروجی آنها یکسان است. تنها وظیفه بافرها تقویت جریان است. از معروف‌ترین آی‌سی‌های بافر می‌توان به ULN2803A و L6203 اشاره کرد. این دو آی‌سی به ترتیب ۸ و ۷ عدد بافر معکوس‌کننده دارد. این آی‌سی‌ها به ازای هر خروجی می‌توانند ۵۰۰mA جریان ورودی را تحمل کنند. در صورت احتیاج به جریان بیشتر می‌توان خطوط را با یکدیگر موازی کرد.</p>	
	<p>الف. پل H با استفاده از ترانزیستور</p>	<p>درایور دوطرفه</p>

تصویر	تقسیم‌بندی		نوع درایور
	ب. پل H با استفاده از رله		
	ج. آی‌سی‌های آی سی L293	پل H	

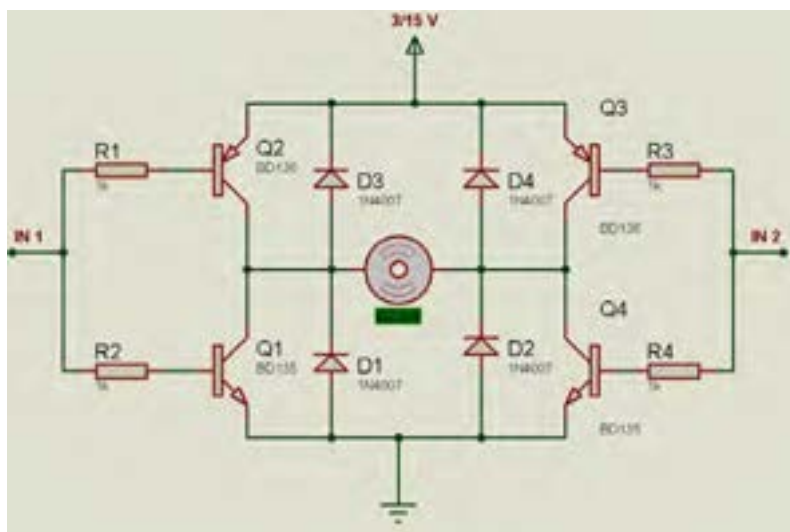
همان‌طور که می‌دانیم سرعت چرخش موتورهای DC با تغییر مقدار ولتاژ دو سر آنها کنترل می‌شود با تغییر ولاریته ولتاژ دو سر موتور، جهت چرخش آن عوض می‌شود. جریان مورد نیاز برای رسیدن به قدرت نامی موتور نیز مسئله مهمی در استفاده از موتورهای DC است. همه این موارد را می‌توان توسط مدارات درایو موتور DC که نمونه آنها در جدول آورده شده ایجاد کرد. اساس کار بیشتر ای سی های درایو موتور DC از جمله L293، L298، ULN2003 و L6203 مداری به نام پل H است.

طراحی یک درایور موتور DC (پل H)

فعالیت



مدار پل ارائه شده زیر را بر روی برد سوراخدار سرهم‌بندی و لحیم کنید و با آن دو، موتور را کنترل کنید.



برای موتور از سوکت مناسب استفاده کنید.

تکته ۱



در ربات‌ها معمولاً دو موتور استفاده می‌شود. شما نیز مدار فوق را برای درایور دو موتور طراحی کنید. پرسش: برای حرکت رو به جلو، ربات اتصال دو موتور نسبت به هم چه تغییری می‌کنند؟ توضیح دهید؟

تکته ۲



**چرخ دنده:** از این قطعه برای انتقال نیرو (کوپل مکانیکی)، تغییر جهت گردش و تغییر نسبت سرعت و قدرت گردش یک گردنده استفاده می‌شود. در لوازم مختلف مانند مخلوط‌کن مواد غذایی، چرخ گوشت و همچنین در وسایلی مانند دوچرخه و موتور سیکلت و اتومبیل‌ها با توجه به حالت‌های مورد نیاز، از تعدادی چرخ‌دنده با قطرهای مختلف استفاده می‌شود. شکل زیر برخی از نمونه‌های مختلف چرخ‌دنده را نمایش داده‌است.





در بسیاری از ربات‌ها، برای تأمین نیروی محرکه مورد نیاز ربات از موتورهای الکتریکی کوچک استفاده می‌شود. ولتاژکار نامی این موتورها معمولاً بین ۳ تا ۱۸ ولت است. توان مکانیکی تولیدشده برای به حرکت درآوردن ربات به صورت مستقیم کافی نیست، از سوی دیگر سرعت گردش این موتورها نسبتاً بالا (بین ۱۰۰۰ تا ۳۰۰۰۰ دور در دقیقه) است و این سرعت نیز برای گردش اجزای مکانیکی ربات از قبیل بازو و چرخ‌ها بسیار زیاد است. استفاده از تعدادی چرخ‌دنده با قطر و ترتیب مناسب می‌تواند سرعت گردش محور موتور را به میزان لازم کاهش داده و در عوض قدرت آن را افزایش دهد.

مجموعه این چرخ‌دنده‌ها در قسمتی به نام جعبه‌دنده (Gear box) قرار داده می‌شوند. **در یک جعبه‌دنده با کوچک و بزرگ شدن قطر چرخ‌دنده‌ها، نسبت بین سرعت و قدرت محور موتور به خروجی جعبه‌دنده تغییر می‌نماید.** در یک جعبه‌دنده با نسبت تغییر ثابت، میزان حداکثر نیروی مکانیکی قابل تحمل، نسبت دور ورودی به نسبت دور خروجی، قطر محور ورودی، قطر محور خروجی و طول این محورها جزء مشخصات مهم است که معمولاً بر روی بدنه یا برگه اطلاعات آن یادداشت می‌شود.

بر حسب مورد ممکن است برای انتقال قدرت در ربات‌ها به جای جعبه‌دنده از پولی و تسمه استفاده شود. در این حالت نیز نسبت سرعت ورودی به خروجی سیستم تسمه و پولی، به قطر پولی‌ها بستگی دارد؛ مثلاً اگر نیروی محرکه ورودی به یک گیربکس، به چرخ‌دنده کوچکی متصل شود و این چرخ‌دنده به چرخ‌دنده بزرگ‌تری متصل باشد، سرعت گردش چرخ‌دنده بزرگ کمتر خواهد شد و قدرت آن افزایش می‌یابد. در یک سیستم انتقال قدرت مبتنی بر جعبه‌دنده و یا تسمه و پولی، همیشه سرعت و قدرت در خروجی سیستم با یکدیگر نسبت عکس دارند.





## انواع چرخ ربات

همان طور که می‌دانید در ربات‌های متحرک، برای ایجاد تحرک از چرخ، زنجیر چرخ، پا یا سایر ابزار استفاده می‌شود. از ویژگی‌های مد نظر یک طراح و سازنده ربات در مورد چرخ‌ها، قطر چرخ، قابلیت هرزگرد بودن یا اتصال محور به نیروی پیش‌رانشی، امکان حرکت به جهات مختلف یا امکان گردش چرخ حول محور اتکادهنده و... است.

انواع چرخ‌های مورد استفاده در ربات‌ها به صورت زیر است:

چرخ	مزایا	تصویر
۵ سانتی‌متری	چرخ بسیار مناسب برای ساخت ربات‌های قدرتی و ربات‌های کوچک از جمله مسیریاب، ماز و... با روکش لاستیکی. قطر این چرخ ۵ سانتی‌متر و ضخامت آن ۲ سانتی‌متر می‌باشد. همچنین قابلیت اتصال محور از قطر ۴ تا قطر ۸ را دارد. با توجه به جنس مرغوب چرخ قابلیت تراش کاری بر روی آن نیز وجود دارد.	
۱۰ سانتی‌متری	چرخ بسیار مناسب برای ساخت ربات‌های قدرتی با روکش لاستیکی. قطر این چرخ ۱۰ سانتی‌متر و ضخامت آن ۴ سانتی‌متر می‌باشد. همچنین قابلیت اتصال محور از قطر ۴ تا قطر ۸ را دارد. بوش فلزی روی چرخ دور قسمت پلاستیکی تایر را محکم در بر گرفته و مانع از شکستن آن در مواقعی می‌شود که بار و فشار زیادی بر ربات وارد می‌شود. با استفاده از پیچ موجود بر بوش فلزی شما می‌توانید موتور و گیربکس‌هایی با شافت‌های مناسب را به راحتی به آن (تنها با پیچاندن پیچ روی قطعه) وصل کنید. جنس بوش از آلومینیوم یا فولاد بوده و افزایش وزن ربات چشم‌گیر نخواهد بود؛ همچنین این قطعه فلزی شافت موتور را به خوبی گرفته، مانع از خم شدن یا نهایتاً شکستن آن می‌شود. از مزایای دیگر می‌توان به این نکته اشاره کرد که اگر شافت موتوری کوتاه، باشد به علت موقعیت مناسب پیچ روی قطعه به راحتی می‌توان موتور را بر روی چرخ متصل کرد.	

تصویر	مزایا	چرخ
	<p>همان گونه که در تصویر می بینید این چرخ می تواند در دو جهت به طور همزمان حرکت کند، یعنی شما می توانید با استفاده از سه چرخ خورشیدی رباتی بسازید که بدون نیاز به دور زدن در تمام جهات حرکت کند. این قابلیت باعث افزایش سرعت ربات می شود چون ربات شما دیگر لازم نیست که سر پیچ ها زمانی را برای دور زدن تلف کند و می تواند همزمان با حرکت به جلو دور هم بزند.</p> <p>از ویژگی ها و مزایای این چرخ می توان به این نکته اشاره کرد که چون چرخ های کوچک روی چرخ اصلی دارای روکش و اورینگ لاستیکی است، بر روی زمین مسابقه اصطکاک زیادی دارد، همچنین از این چرخ به عنوان چرخ هرزگرد در جلوی ربات نیز می توان استفاده کرد. این چرخ بر سر پیچ ها به هیچ عنوان قفل نمی کند و جهت ربات شما را تغییر نمی دهد.</p>	خورشیدی
	<p>این چرخ به ربات شما قدرت حرکت در همه جهات را بدون نیاز به دور زدن می دهد یعنی ربات شما می تواند در حالی که به جلو حرکت می کند به سمت چپ یا راست نیز برود. این چرخ ساخت کشور آمریکا است.</p> <p>همچنین نسبت به مدل های دیگر از اصطکاک زیادتری برخوردار است. این چرخ در ربات های جونیور کاربرد فراوان دارد.</p>	امنی دایرکشنال ۴ سانتی متری:
	<p>دارای پیچ آلن بر روی شافت مرکزی و محور چرخ برای اتصال محکم شافت موتور به محور چرخ</p> <p>جنس: جنس چرخ از آلومینیوم محکم و مقاوم برای ساخت ربات های لایرننت مسیریاب ماز آتش نشان و مانند آن است، همچنین این چرخ دارای روکش لاستیکی با اصطکاک خوب است. از نظر زیبایی جلا و درخشش خاصی به ربات شما می دهد. می توان از سوراخ های موجود بر روی تایر به انکدر استفاده کرد، چون تایر آن قدر براق است که نور را بازتاب می کند.</p>	چرخ آلومینیومی با روکش لاستیکی:
	<p>انواع مختلفی از چرخ های هواپیماها را کمپانی های Dubro ساخته می سازد. این چرخ ها به راحتی سوراخ کاری، چسب کاری و پیچ و مهره می شوند. نمونه های Dubro با وجود نرم بودن، استحکام قابل توجهی دارند و بر روی سطوح صاف چسبندگی مناسبی را ایجاد می کنند. نمونه های Dave</p>	چرخ های هواپیمای ریموت کنترل



تصویر	مزایا	چرخ
	<p>Brown بسیار سبک است و بر روی سطوح ناهموار مانند فرش و آسفالت خیابان نیز اصطکاک قابل قبولی را ایجاد می‌کند. این چرخ‌ها به سیارگران قیمت هستند و همراه با هواپیماهای ریموت کنترل فروخته می‌شوند.</p>	
	<p>این چرخ برای تعادل ربات است و در تمام جهات می‌چرخد. بیشتر در ربات‌های سه چرخ استفاده می‌شود. شما می‌توانید با استفاده از یک یا دو عدد از این چرخ تعادل ربات خود را حفظ کرده از اصطکاک ربات با زمین جلوگیری کنید.</p>	چرخ هرزگرد
	<p>گاهی اوقات با وجود تلاشی که برای یافتن چرخ‌های مناسب صورت می‌گیرد، نتایج مناسبی به دست نمی‌آید. در این شرایط باید از خلاقیت خود برای حل مسئله استفاده کنید. برخی از انواع چرخ در فروشگاه‌های تجاری فروخته نمی‌شوند. قرقره‌ها، چرخ‌های اورینگ و چرخ‌هایی که در پرینترها به کار می‌روند، از این نوع هستند. تمام این چرخ‌ها بسیار محکم هستند و از لاستیک فشرده ساخته می‌شوند. این نمونه‌ها برای استفاده در طرح‌های رباتیک بسیار مناسب هستند و به‌سادگی در محل مورد نظر نصب می‌شوند. همان‌گونه که پیش‌بینی می‌شود این چرخ‌ها بسیار گران‌قیمت هستند، مگر آنکه از تعمیرگاه‌ها تهیه شوند.</p> <p>ربات‌های بزرگ‌تر به چرخ‌های بزرگ‌تری هم نیاز دارند. نمونه‌های مختلفی از چرخ‌های ماشین‌های چمن‌زنی، دوچرخه‌های کوچک و... وجود دارند که در ابزارفروشی‌ها فروخته می‌شوند.</p>	چرخ‌های دیگر

اندازه قطر یک چرخ باید به اندازه‌ای باشد که با دور موتور شما هماهنگی داشته باشد، چون هر چه قطر چرخ بیشتر باشد، با یک دور، موتور ربات مسیر بیشتری را طی می‌کند و هر چه قطر آن کمتر باشد، با یک دور چرخش موتور ربات مسیر کمتری را طی می‌کند، دور موتور و اندازه قطر چرخ سرعت ربات را تعیین می‌کند.

نکته



انواع سیستم‌های حرکت در رباتها به شرح جدول زیر می‌باشند:

نام سیستم	توضیحات	محاسن	معایب	تصویر
چهار چرخ معمولی	در این سیستم حرکت که متشکل از ۴ چرخ معمولی در ۲ طرف ربات است، یکی از پرکاربردترین و پراستفاده‌ترین نوع سیستم حرکت در رباتیک است.	ساده بودن	نچرخیدن از مرکز، احتمال برخورد لبه شیب با مرکز ربات	
دو چرخ و یک چرخ هرزگرد	این سیستم که بیشتر در ربات‌های مسیریاب کاربرد دارد، سیستم مناسبی برای ربات امدادگر است.	چرخیدن حول ۲ چرخ عقب، سادگی	نداشتن اصطکاک به علت داشتن ۲ چرخ	
زنجر و چرخ زنجر	این سیستم یک سیستم مناسب برای ربات‌های امدادگر است. فقط برای استفاده از این نوع سیستم حرکتی حتما باید یک جسمی با اصطکاک بالا بر روی آن چسبانده شود.	سادگی، پوشش زیری کل ربات	استفاده از جسمی با اصطکاک بالا	
پولی و تسمه	این سیستم یک سیستم مناسب برای ربات‌های امدادگر است، ولی به علت سختی ساخت قطعاتش کمتر کسی از آن استفاده می‌کند که البته تسمه باید همراه با جسمی پالستیکی با اصطکاک بالا باشد.	اصطکاک بالا، پوشش کامل زیری ربات، چرخش از مرکز	سختی اجرا	
سه چرخ خورشیدی	این سیستم که نیاز به ۳ موتور و ۳ چرخ خورشیدی دارد، بیشتر برای حرکت در تمام جهات استفاده می‌شود.	حرکت در تمامی جهات	استفاده از ۳ موتور، اصطکاک کم	
چهار چرخ خورشیدی	این سیستم یکی از مناسبترین سیستم فوتبالیست‌های قدرتی است و در ربات‌های امدادگر استفاده نمی‌شود.	حرکت در تمامی جهات	اصطکاک کم، استفاده از ۴ موتور	
دو چرخ و دو چرخ هرزگرد	این سیستم کاربرد در لیگ‌های حل ماز دارد، چون با سرعت بالا هم از مرکز می‌چرخد.	چرخ از مرکز، سادگی	توانایی عبور از سطح شیب‌دار را ندارد.	
چهار چرخ امنی (omni)	این سیستم که بیشتر در لیگ‌های امدادگر کاربرد دارد، می‌تواند در همه جهات حرکت کند.	حرکت در همه جهات، اصطکاک خوب	قیمت بالای چرخ	

## بررسی سیستم حرکت مناسب برای ربات

در بین سیستم‌های می‌توان موارد زیر را برای ربات استفاده کرد:



در هنگام انتخاب موتور و سیستم حرکت به تطابق سوراخ چرخ‌ها - پولی‌ها توجه نمایید.

نکته



در مورد شیوه عملکرد ربات‌های مبتنی بر دو چرخ (متصل به دو نیروی محرکه مستقل) و یک چرخک هرزگرد در ربات‌های خودرو بحث و گفت‌وگو کنید.

بحث و گفتگو



الف- در مورد دسته‌بندی انواع روش‌های حرکت و چرخ‌ها در ربات‌ها تحقیق و نتایج را در کلاس به‌صورت کنفرانس مطرح نمایید.

پژوهش کنید



### نکته مهم در مورد سیستم کنترل ربات:

همانند بسیاری از سیستم‌های الکترونیکی، برای بررسی وقایع در اطراف ربات و کنترل اجزای یک ربات و رسیدن به اهداف مورد نظر از ساخت ربات، نیاز به نوعی سیستم کنترل است. این سیستم کنترل با توجه به نیاز ربات و شیوه طراحی می‌تواند یک سیستم کنترل حلقه باز یا یک سیستم کنترل حلقه بسته یا ترکیبی از این دو نوع سیستم باشد.

یک راننده و سیستم بینایی او، یک خودرو، پدال گاز و ترمز و نمایشگر سرعت آن را به‌عنوان یک سیستم کنترلی در نظر بگیرید، اگر هدف این سیستم حرکت با سرعت ۶۰ کیلومتر بر ساعت باشد:  
الف- در مورد نوع این سیستم کنترلی (حلقه باز یا حلقه بسته) با ذکر علت بحث و گفت‌وگو کنید.  
ب- بخش‌های مختلف این سیستم را طی بحث و گفت‌وگو مشخص نمایید.

بحث و گفتگو



پس از طراحی مکانیک ربات برای هوشمندسازی و انجام فرمان‌های کنترلی خودکار، نیاز به طراحی مدار الکترونیکی داریم. به عبارت دیگر با الکترونیک، ربات را از حالت کنترل دستی به حالت اتوماتیک درمی‌آوریم. طراحی مدارات الکترونیک ربات‌ها معمولاً در دو نرم‌افزار زیر انجام می‌شود:

۱- پروتئوس (تحلیل و اجرای مدار) (proteus)؛

۲- آلتیوم دیزاینر (طراحی شماتیک و PCB) – Altium Designer.

Proteus نرم‌افزاری برای شبیه‌سازی ریزپردازنده‌ها، ایجاد شماتیک و طراحی PCB است. این نرم‌افزار از سری نرم‌افزارهای آزمایشگاه الکترونیک است که با داشتن محیط ساده، کارایی بالا، قدرت زیاد و پشتیبانی از میکروکنترلرها، طرفداران زیادی را به خود جذب نموده است.

به‌وسیله این نرم‌افزار می‌توان قطعات را چیده و نتیجه عملکرد آنها را در مدارهای مختلف مشاهده کرد.

نرم‌افزار Altium Designer، یکی از برترین نرم‌افزارهای طراحی مدارچاپی است. هدف از ارائه نرم‌افزار پیاده‌سازی شماتیک و طراحی قطعات PCB و مدارهای الکترونیکی است، همچنین گفتنی است که نرم‌افزار از طراحی مدارهای دیجیتالی هم پشتیبانی می‌کند.

**قطعات و تجهیزات الکترونیکی در طراحی ربات:**

در طراحی برد الکترونیک ربات‌ها قطعات الکترونیکی زیادی استفاده می‌شود که برخی از مهم‌ترین آنها عبارتند از:

مقاومت، خازن، سلف، دیود، ترانزیستور، رگولاتور، LED، باتری، میکروکنترلر، حسگر، نمایشگر LCD، بازو و ...

بخش عمده قطعات ذکر شده قبلاً در کتاب‌های سال دهم توضیح داده شده‌است و در اینجا فقط به شرح ساختمان و طرز کار باتری‌ها، میکروکنترلرهای AVR، حسگرها و ماژول‌های مورد استفاده در ربات‌ها می‌پردازیم.

**باتری یا پیل الکتریکی (ولتائیک)** منبعی از انرژی پتانسیل الکتریکی است که در درون آن با انجام واکنش‌های شیمیایی، انرژی شیمیایی به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود، این انرژی در قطب‌های باتری قابل دریافت است. انرژی قابل دریافت در قطب‌های باتری به ازای واحد بار الکتریکی را نیروی محرکه الکتریکی Electromotive force یا emf باتری می‌گویند و آن را با یکای ولت اندازه‌گیری می‌کنند. قطب مثبت باتری را آند و قطب منفی آن را کاتد می‌نامند (در فرهنگ عامیانه به قطب‌ها (پلارایته)، سر مثبت و سر منفی نیز گفته می‌شود).



به طور کلی باتری‌ها به دو دسته قابل شارژ و غیر قابل شارژ تقسیم‌بندی می‌شوند. یکی از مهم‌ترین مشخصه‌های باتری‌ها به غیر از ولتاژ میزان جریان‌دهی آن است. که معمولاً بر روی بدنه آن بر حسب میلی آمپرساعت (mah) نوشته می‌شود. به عنوان مثال اگر بر روی بدنه یک باتری ۱۲۰۰mAh نوشته شده باشد این باتری قابلیت جریان‌دهی به یک مصرف‌کننده به میزان ۱۲۰۰mA در مدت یک ساعت را دارد.

در مورد انواع باتری‌های قابل شارژ، مزایا و معایب، کاربرد و شکل آنها تحقیق کنید.

فعالیت



## میکروکنترلرهای AVR

میکروکنترلرهای AVR دارای انعطاف‌پذیری غیر قابل مقایسه و بی‌همتایی هستند. آنها قادر به ترکیب هر نوع کدی با یک معماری کارآمد از طریق زبان‌های C و Assembly هستند و می‌توانند از طریق این برنامه‌ها تمام شاخص‌های ممکن در یک سیکل یا چرخه ماشین را با دقت بسیار بالا هماهنگ کنند. معماری میکروکنترلرهای AVR به شکلی است که می‌تواند در تمام جهات مورد استفاده شما، عمل کند و برای شما کارایی ۱۶ بیتی ارائه دهد که البته قیمتش به اندازه یک ۸ بیتی تمام می‌شود. میکروکنترلر AVR به منظور اجرای دستورالعمل‌های قدرتمند در یک سیکل کلاک (ساعت) به اندازه کافی سریع است و می‌تواند برای شما آزادی عملی را که به منظور بهینه‌سازی توان مصرفی بدان نیاز دارید، فراهم کند.

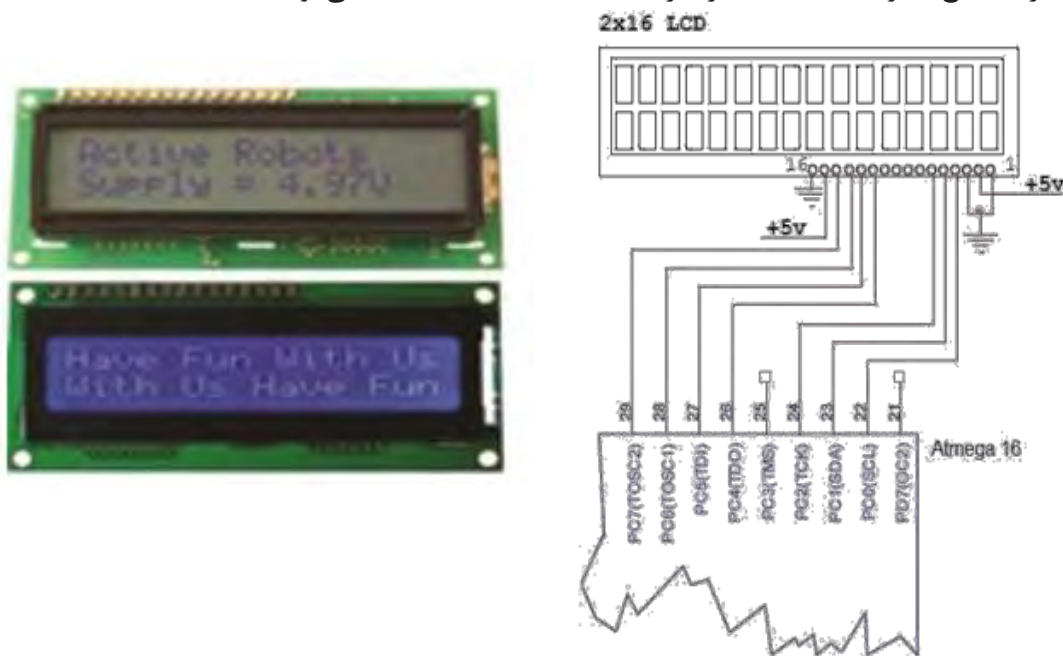
میکروکنترلر AVR بر مبنای معماری (RISC کاهش مجموعه دستورالعمل‌های کامپیوتر) پایه‌گذاری شده و مجموعه‌ای از دستورالعمل‌ها را که با ۳۲ ثبات کار می‌کنند ترکیب می‌کند. استفاده از حافظه از نوع Flash که AVRها به طور یکسان از آن بهره می‌برند، از جمله مزایای آنهاست.

یک میکروکنترلر AVR می‌تواند با استفاده از یک منبع تغذیه ۲/۷ تا ۵/۵ ولتی از طریق شش پین ساده در عرض چند ثانیه برنامه‌ریزی شود یا Program شود. میکروکنترلرهای AVR هر جا که باشند با ۱/۸ ولت تا ۵/۵ ولت تغذیه می‌شوند، البته با انواع توان پایین (Low Power) که موجودند. راه‌حلی که AVR پیش پای شما می‌گذارد، برای یافتن نیازهای شما مناسب است:

با داشتن تنوعی باورنکردنی و اختیارات فراوان در کارایی محصولات AVR، آنها به عنوان محصولات شناخته شدند که همیشه در رقابتها پیروز هستند. در همه محصولات AVR مجموعه دستورالعملها و معماری یکسان هستند، بنابراین با افزایش حجم کدهای دستورالعمل شما که قرار است میکروکنترلر دانلود شود یعنی بیشتر از گنجایش میکرووی شود که شما در نظر گرفته‌اید، می‌توانید از همان کدها استفاده کنید و در عوض آن را در یک میکرووی با گنجایش بالاتر دانلود کنید.

## LCD

نمایشگر، قطعه‌ای الکترونیکی است که با اتصال آن به میکروکنترلر می‌توان هرگونه تصویری را به نمایش درآورد. نمایشگرها در مدل‌های بسیار متنوع برای کاربردهای مختلف در بازار وجود دارند. از LCD های رنگی‌ای که در موبایل‌ها استفاده می‌شوند گرفته تا مدل‌های بسیار ابتدایی مانند 7 segment که قبلاً با آن آشنا شده‌ایم. به وسیله LCD می‌توان تمام نمادهایی که در سیستم کدگذاری ASCII وجود دارند، به نمایش درآورد که این نمادها شامل تمام حروف الفبای بزرگ و کوچک، اعداد لاتین و... هستند. این نوع LCD را در اصطلاح تجاری LCD های کاراکتری (Alphanumeric LCD) می‌گویند.



LCD های کاراکتری در اندازه‌های مختلفی وجود دارند. اندازه این نوع LCD را بر اساس تعداد کاراکترهایی که در هر سطر و ستون نمایش داده می‌شوند، تعیین می‌کنند. پرکاربردترین اندازه LCD های کاراکتری ۱۶\*۲ است، یعنی این LCD می‌تواند دو ردیف ۱۶ تایی کاراکتر را هم‌زمان روی صفحه نمایش دهد. LCD نیز مانند هر قطعه الکترونیکی دیگر نیاز به دو پایه تغذیه + و - دارد. در LCD های ۱۶\*۲ اختلاف پتانسیل مورد نیاز برای تغذیه باید ۵ ولت باشد. پایه شماره ۱ باید به GND و پایه شماره ۲ باید

به ۵ ولت متصل شود. پایه شماره ۳ نیز برای تنظیم نور زمینه در LCD تعبیه شده است. در حالت معمولی باید این پایه مستقیماً به GND متصل شود. پایه‌های ۱۵ و ۱۶ نیز برای تغذیه نور پشت‌زمینه هستند. پایه ۱۵ به (Vcc ۵ ولت) و پایه ۱۶ به GND متصل می‌شود.

## حسگرها

حسگر یک قطعه الکترونیکی است که کمیت‌های فیزیکی محیط اطراف را حس کرده، متناسب با آن ولتاژ یا جریان در خروجی می‌دهد.

اولین گام همیشه برای ساخت یک ربات (قبل از پیاده‌سازی مکانیک) انتخاب نوع و تعداد حسگر بر اساس طرح مسئله و وظیفه تعریف‌شده برای ربات است که متناسب با آن شاسی مکانیکی، موتورها و بقیه اجزای ربات طراحی می‌شوند. حسگرها معمولاً به صورت تکی یا ماژول‌های آماده ارائه می‌شوند.

## حسگرهای فاصله‌سنج

فاصله‌سنج‌ها یک حسگر یا یک ماژول، برای اندازه‌گیری فاصله هر جسم از جلوی حسگر است.

### انواع فاصله‌سنج:



در اینجا باید به چند نکته برای انتخاب حسگر دقت کرد:

۱. حسگر حداقل نویزپذیری را داشته باشد. ۲. قیمت حسگر مناسب باشد.
۳. اندازه‌ای مناسب داشته باشد. ۴. خرابی آن کم باشد.

### فاصله‌سنج مادون قرمز (IR)

این نوع فاصله‌سنج مانند هر نوع فاصله‌سنجی دیگری دارای دو بخش فرستنده و گیرنده است: عملکرد این نوع فاصله‌سنج به شکلی است که فرستنده امواج مادون قرمز را می‌فرستد و با توجه به مقدار نور برگشتی فاصله را اندازه می‌گیرد.

**محاسن: دقت بالا، زاویه دید کم.**

**معایب: نویزپذیری در برابر نور خورشید، مقدار اندازه‌گیری کم.**



محاسن و معایب حسگرهای مادون قرمز جدول زیر را تکمیل نمایید.

تصویر	معایب	محاسن	حسگر
	.....	.....	حسگرهای مادون قرمز ۵ میلی‌متر
	.....	.....	حسگرهای مادون قرمز ۳ میلی‌متر
	.....	.....	CNNY۷۰
	.....	.....	GP2S28

### بررسی برای انتخاب حسگر:

در ربات اولین نکته همیشه نوپزپذیری کم است، پس بنابراین دو حسگر اولی از فهرست انتخاب ما پاک می‌گردند و در این میان چون حسگر GP2S28 دارای قیمتی فوق‌العاده بالایی است و نسبت به کیفیت خود قیمت مناسبی هم ندارد، از حسگر CNNY۷۰ استفاده می‌شود.

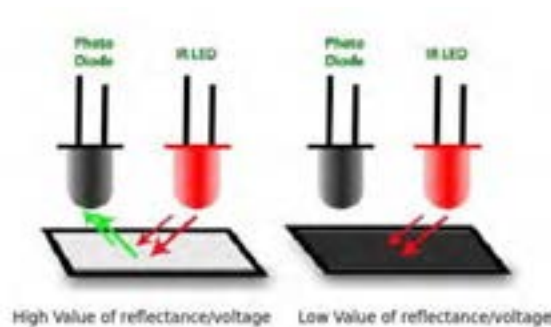


## مشخصات CNY70

این حسگر امواج مادون قرمز را به طرف بیرون ارسال می‌کند و در صورتی که در مقابل آن جسمی و مانعی قرار گیرد، امواج بازتاب داده می‌شود و با گیرنده که یک فتوترانزیستور است، دریافت می‌شود. این حسگر با حساسیت بالا مناسب برای تشخیص بدون تماس و نیز مناسب برای خواندن انواع انکودر است. همچنین دارای یک فیلتر مادون قرمز برای کم کردن اثر نور محیط است. بعد از انتخاب حسگر باید به نوع چیدمان آن بسیار دقت نمود.

### روش تشخیص خط سیاه از زمینه سفید

در این حسگر، قسمت فرستنده امواج مادون قرمز را به سطح زمین مسابقه تابش می‌کند، می‌دانیم که سطح سیاه رنگ، امواج کمتری را نسبت به سطح سفید رنگ بازتابش می‌نماید، این نکته اساس تشخیص سطح سیاه از سفید در این حسگرهاست.



در زمان روشن بودن فرستنده و تابش نور مادون قرمز به سطح سفید، میزان بازتابش نور برای تحریک گیرنده کافی است و آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد این حالت متناسب با به نوع طراحی می‌تواند صفر یا یک منطقی در خروجی حسگر ایجاد نماید. از سوی دیگر میزان بازتابش سطح سیاه رنگ برای تحریک مناسب قسمت گیرنده کافی نبوده و حالت منطقی خروجی، عکس حالت قبلی خواهد بود. مهم‌ترین کاربرد این ترکیب حسگر در ربات مسیریاب است که فعالیت پایانی این مبحث نیز خواهد بود. باید توجه داشت که متناسب با نوع مسیر چیدمان حسگرها کلیدی‌ترین نکته ساخت این نوع ربات است. شکل زیر نحوه تشخیص خط سیاه از سفید و نمونه‌ای از چیدمان حسگر IR برای این کار را نشان می‌دهد.

### انتخاب چیدمان حسگر:

برای این کار همیشه عناصر موجود در زمین تعقیب خط باید در نظر گرفته شود:

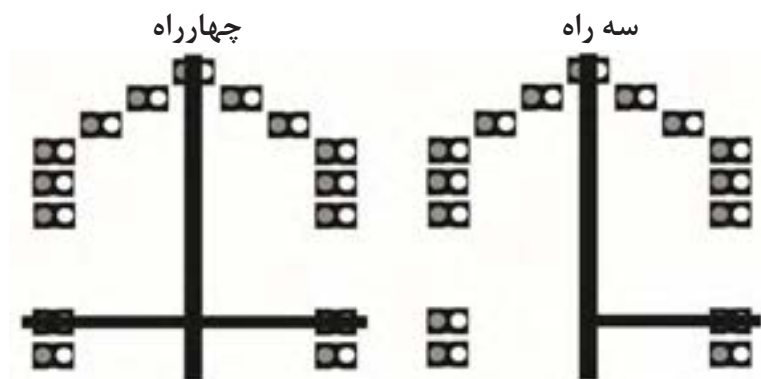
۱. خط‌هایی با انحنای کم؛
۲. خط‌های ۹۰ درجه؛
۳. خط‌های ۳۰ درجه؛
۴. خط چین‌ها ۲۰ سانتی‌متر و ۳۰ سانتی‌متر؛
۵. عبور از ۳ راه و ۴ راه.

جدول زیر را تکمیل کنید.

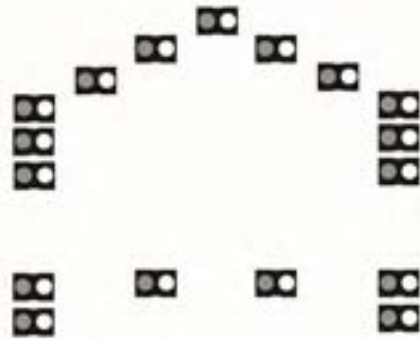
تصویر	توضیحات	چیدمان
	در این نوع چیدمان از چندین حسگر در یک خط استفاده می‌شود که برای سرعت‌های بالا و مسیرهای ساده انتخاب می‌شود ولی در این مسابقات برای وجود زوایای ۹۰ درجه و ۳۰ درجه نمی‌توان از آن استفاده کرد.	خطی
	این چیدمان، چیدمان بسیار خوبی است، اما به علت وجود زوایای ۳۰ درجه نمی‌توان از آن استفاده کرد.	نیمه‌مربعی
	این چیدمان یکی از معروف‌ترین و پراستفاده‌ترین چیدمان‌هاست ولی باز هم نمی‌تواند از ۳۰ درجه عبور کند.	هشتی (۸)
	این چیدمان هم تقریباً شبیه به همان هشتی است. پس باز نمی‌تواند از زاویه ۳۰ درجه عبور کند.	هلالی
	پس بنابراین متوجه شدیم که هیچ یک از این چیدمان‌های معروف بالا برای این کار مناسب نیست که بهترین چیدمان، چیدمان ریشی است. این چیدمان که ترکیبی از هشتی و نیمه‌مربعی است، بهترین گزینه برای این کار است که قابلیت عبور از زوایای ۹۰ درجه و ۳۰ درجه را دارد و به راحتی از آن عبور می‌کند.	ریشی

### عبور از سه‌راه و چهارراه:

در این بخش طبق چیدمانی که داریم، باید حالت یک‌چهارراه و سه‌راه را روی آن آزمایش کنیم.



بنا بر تصاویر صفحه قبل ما می‌توانیم به راحتی سه‌راه و چهارراه را تشخیص دهیم، ولی برای اشتباه نگرفتن با زاویه ۳۰ درجه دو حسگر دیگر هم اضافه می‌کنیم و برد حسگر ما تا به حال به این شکل درآمده‌است.



تشخیص فاصله با حسگر IR:

برای انجام فاصله‌سنجی، بهترین نمونه‌های حسگرهای مادون قرمز عبارتند از:

میزان فاصله	حسگر IR
۱۰ cm to ۸۰ cm	GP۲D۱۲
۴cm to ۳۰cm	GP۲D۱۲۰
۱۰ cm to ۸۰ cm	GP۲Y۰A۲۱

یکی از بهترین ماژول‌های فاصله‌سنج IR، **ماژول‌های شارپ** است در طول سال‌ها Sharp خانواده‌ای از حسگرهای مادون قرمز را معرفی کرده است. این حسگرها از بسته‌بندی کوچک، مصرف خیلی کم و خروجی‌های متنوع بهره‌مند هستند. با معرفی سری حسگرهای شارپ GP۲DXX، رویکرد تازه‌ای معرفی شده که نه تنها محدوده شناسایی اشیا را نسبت به روش قبلی افزایش می‌دهد، بلکه در مورد حسگرهای GP۲D۱۲، GP۲D۱۲۰ و GP۲DY۰A اطلاعات محدوده شناسایی را نیز در اختیار ما می‌گذارد. این فاصله‌سنج‌ها به علت ارائه روش‌های جدید اندازه‌گیری فاصله، آزادی بیشتری را نسبت به وضعیت نور محیطی ارائه می‌دهند.

## ۲. فاصله‌سنج آلتراسونیک:

### آلتراسونیک چیست؟

کلمه آلتراسونیک Ultrasonic به معنای **مافوق صوت** است. محدوده فرکانس شنوایی انسان ۲۰ هرتز تا ۲۰ هزار هرتز است. محدوده فرکانسی امواج مافوق صوت ۴۰ کیلوهرتز تا چندین مگاهرتز است. امواج مافوق، کاربردهای فراوانی از جمله در لیزر، تخلیه الکتریکی برای بهبود خواص سطحی و افزایش نرخ

باربرداری، سنجش فاصله، عمق مخزن، شست‌وشوی دقیق ظروف آزمایشگاهی، تعیین فشار خون بیمار، همگن کردن مواد مذاب، جوشکاری مواد غیر هم‌جنس، ریخته‌گری، تراش کاری، فرز کاری، سوراخ کاری و مانند آن دارد.

### حسگرهای آلتراسونیک

برای استفاده از امواج فراصوت از حسگرهایی استفاده می‌شود که بر اساس محدوده فرکانسی خود به دو دسته صنعتی و غیر صنعتی تقسیم‌بندی می‌شوند. حسگرهای فراصوت غیر صنعتی در محدوده فرکانسی ۴۰ کیلوهرتز و حسگرهای صنعتی در حد مگاهرتز هستند. حسگرهای آلتراسونیک معمولاً دارای یک فرستنده و یک گیرنده آلتراسونیک هستند. امواج فرستاده شده از حسگر پس از برخورد با یک مانع به حسگر برمی‌گردند و به وسیله گیرنده حسگر دریافت می‌شوند. از این طریق و با در نظر گرفتن زمان بازگشت موج و کیفیت امواج بازتابی می‌توان به اطلاعاتی راجع به عمق، نوع و سرعت مانع دست یافت. حسگرهای فراصوت مزیت‌های فراوانی که دارند نویزپذیری کم، استفاده در شرایط نوری مختلف از آن جمله است.



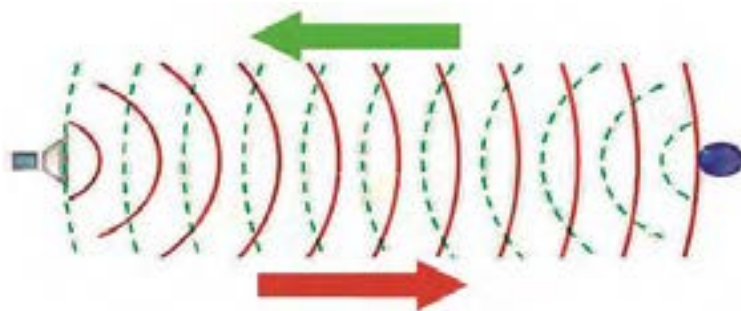
تصویر ماژول فاصله سنج SRF۰۵ آلتراسونیک.



تصویر یک حسگر فرستنده آلتراسونیک.

امواج فراصوت همانند امواج دیگر خواص شکست، پراش، بازتاب و عبور دارند. این امواج به سه روش مکانیکی، مغناطیسی و الکتریکی ایجاد می‌شوند.

این نوع فاصله‌سنج مانند هر نوع فاصله‌سنج دیگری دو بخش فرستنده و گیرنده دارد.



اندازه‌گیری این نوع فاصله‌سنج‌ها به این صورت است که امواج فراصوت توسط فرستنده فرستاده شده و صبر می‌کند تا زمان برگشت آن برسد و بعد مدت زمان آن را اندازه گرفته و با فرمول سرعت صوت در هوا فاصله را اندازه می‌گیرد.

**معایب: پهنای باند بزرگ.**

**محاسن: بازه اندازه‌گیری وسیع، نویزپذیری کم.**

میزان فاصله	حسگر آلتراسونیک
۳cm to ۶۰۰cm	SRF۰۸
۱cm to ۴۰۰cm	SRF۰۵

به دلیل نویزپذیری فاصله‌سنج‌های مادون قرمز و اینکه دیوارهای دور تا دور از پلکسی بی‌رنگ است، باید از ماژول‌های فاصله‌سنج آلتراسونیک استفاده کنیم. پروتکل ارتباطی ماژول SRF با میکروکنترلر I2C است و واحدهای خروجی این ماژول سانتی‌متر و اینچ است که می‌توان آن را با استفاده از دستورهایی تغییر داد. یکی از کاربردهای مهم آلتراسونیک در ربات‌ها استفاده در دور زدن مانع است که به ۳ ماژول آلتراسونیک نیاز داریم که مکان آنها به شرح زیر است:

### محل نصب حسگر آلتراسونیک

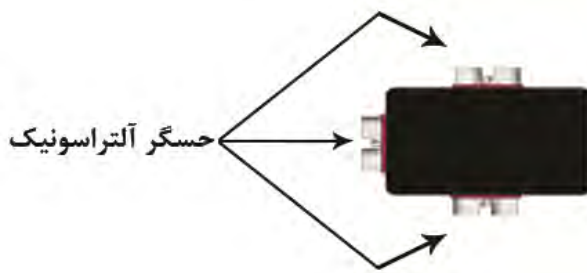
۱.

کاربرد این فاصله‌سنج به ترتیب:



### ۲. در سمت راست و چپ

یکی از الزامات دور زدن مانع تشخیص فواصل کناری است، برای این که ربات متوجه شود که کدام طرف مکان بیشتری برای دور زدن ربات است.



مکان قرارگیری مانع به‌طور کل دو حالت دارد:  
الف) قرارگیری مانع در میان یک خط مستقیم



ب) قرارگیری مانع در مرکز یک پیچ ۹۰ درجه



### حسگرهای شتاب‌سنج

برای تشخیص سطح شیب‌دار استفاده از حسگرهای شتاب‌سنج ضروری است. شتاب‌سنج دستگاهی است که مقدار شتاب صحیح (Proper Acceleration) را اندازه‌گیری می‌کند. شتاب صحیح شتاب نسبت به جسم در حال سقوط آزاد است. شتاب‌سنج دارای مدل‌های یک‌محوری و چندمحوری است که می‌توانند اندازه و جهت شتاب را به‌عنوان یک کمیت برداری اندازه‌گیری کنند؛ می‌توان از حسگرهای شتاب‌سنج در تعیین موقعیت و آشکارسازی لرزش و ضربه استفاده کرد. شتاب‌سنج‌های ریز ماشین‌کاری شده با روند رو به افزایشی در لوازم الکترونیکی قابل حمل و کنترلرهای بازی‌های کامپیوتری برای تعیین موقعیت و به‌عنوان ورودی بازی‌های کامپیوتری به کار می‌روند. یکی از معروفترین حسگرهای شتاب‌سنج مورد استفاده در ربات، MPU۶۰۵۰ است که البته هم شتاب‌سنج و همژیروسکوپ است. (ژیروسکوپ حسگر اندازه‌گیری زاویه است).

بخش فیلم



سرهم کردن قطعات الکترونیکی با استفاده از بازوی رباتیکی

### شیوه‌های اتصال قطعات بر روی برد مدار چاپی

دو شیوه اصلی اتصال قطعات بر روی بردها شامل: الف- سوراخ‌کاری برد و لحیم‌کاری پایه قطعات (Through hole) و ب- نصب سطحی قطعات یا SMT (Surface Mountage technology) با استفاده از لحیم‌کاری و بدون ایجاد سوراخ است. تفاوت بین این دو روش را در شکل زیر مشاهده می‌کنید.



برای ساخت برد مدار چاپی با فناوری نصب سطحی (SMT) از قطعات ویژه این کار، یعنی قطعات نصب سطحی (SMD) استفاده می‌شود. در بسیاری از موارد تفاوت بین این دو حروف اختصار، به اشتباه نادیده گرفته می‌شود و این دو به جای یکدیگر به کار برده می‌شوند.

نکته



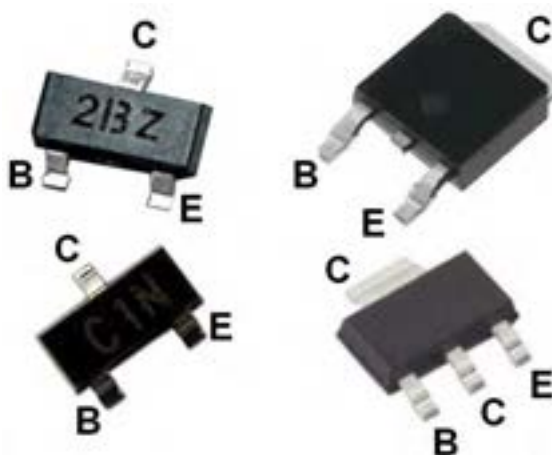
چند نمونه مقاومت نصب سطحی



چند نمونه خازن نصب سطحی



چند نمونه دیود نصب سطحی



چند نمونه ترانزیستور نصب سطحی

### ج. نرم افزار برنامه نویسی ربات

نرم افزارهای برنامه نویسی استفاده شده Code vision و Atmel Studio هستند.

میکروکنترلرهای ۸ و ۳۲ بیتی AVR دارای کاربران زیادی در سرتاسر جهان است، برای این میکروکنترلرها کامپایلرهای متعددی ارائه شده که کامپایلر و دیباگر AVR Studio یکی از معروفترین و پرقدرتترین آنهاست. کامپایلر و دیباگر AVR Studio از تمامی میکروکنترلرهای خانواده AVR پشتیبانی کرده و در آن می توان با زبان های C و C++ برنامه نویسی نمود.

هم اکنون شرکت اتمل، ورژن جدید این نرم افزار را با نام Atmel Studio منتشر نموده است. AVR Studio که هم اکنون با نام جدید **Atmel Studio** در دسترس کاربران قرار دارد، از تمامی میکروکنترلرهای خانواده AVR و برخی از میکروکنترلرهای خانواده ARM سری Cortex پشتیبانی می کند، این کامپایلر بهترین کامپایلر برای کار با میکروکنترلرهای AVR بوده و دارای ویژگی های به شرح زیر است:

- ویرایشگر کامل هوشمند با قابلیت شناسایی کلیه دستورها؛
- پشتیبانی از دستورهای استاندارد زبان C و کتابخانه های آن؛
- پشتیبانی از تمامی پروگرامرها و دیباگرهای ارائه شده از سوی شرکت اتمل؛
- منابع آموزشی متنوع و راهنمای قدرتمند.



## Code vision



**CodeVisionAVR** یک نرم‌افزار تخصصی برای رشته‌های برق و کامپیوتر (گرایش سخت افزار) است. در واقع این نرم‌افزار یک کامپایلر برای زبان برنامه نویسی C است که برای برنامه‌نویسی میکروکنترلرهای AVR از آن استفاده می‌شود. این برنامه محیط برنامه‌نویسی و کامپایل کردن برنامه نوشته شده برای برنامه‌ریزی میکروکنترلر را برای شما فراهم می‌کند. آخرین نسخه این برنامه قدرت بسیار بیشتری پیدا کرده است و از طرفی مشکلات قبلی آن برطرف شده است. این برنامه در تمامی نسخه‌های ویندوز قابل نصب است.

بخش فیلم

ربات مسیریاب



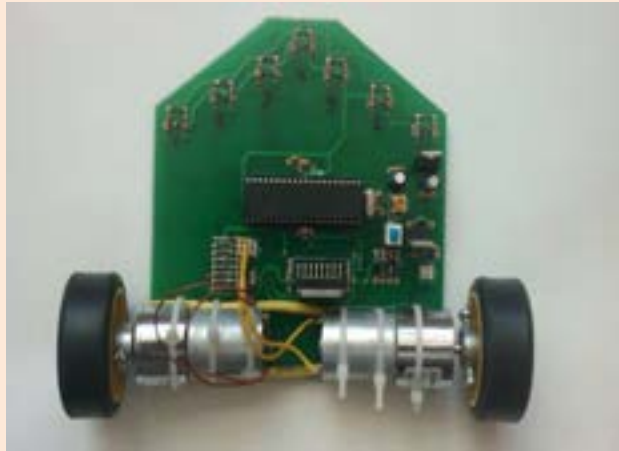
اطلاعات مورد نیاز برای شناخت پایه‌ها و مشخصات الکتریکی و مدار مناسب برای آزمایش هر حسگر در برگه اطلاعات آن ثبت شده است.

نکته





## ساخت ربات مسیریاب



## ربات مسیریاب یا تعقیب خط (Line Follower):

رباتی است که وظیفه اصلی آن تعقیب کردن مسیری به رنگ مثلاً سیاه در زمینه‌ای به رنگ متفاوت مشخصی مثلاً سفید است که با استفاده از حسگر مادون قرمز (IR) تشخیص داده می‌شود. یکی از کاربردهای عمده این ربات، حمل و نقل وسایل و کالاهای مختلف در کارخانجات، بیمارستان‌ها، فروشگاه‌ها، کتابخانه‌ها و... است. ربات تعقیب خط تا حدی قادر به انجام وظیفه کتابداری کتابخانه‌هاست؛ به این صورت که بعد از دادن کد کتاب، ربات با دنبال کردن مسیری که کد آن را تعیین می‌کند، به محلی که کتاب در آن قرار گرفته می‌رود و کتاب را برداشته، و به نزد ما می‌آورد. مثال دیگر کاربرد این نوع ربات در بیمارستان‌های پیشرفته است، کف بیمارستان‌های پیشرفته خط‌کشی‌هایی به رنگ‌های مختلف دارد که هدایتگر ربات‌ها به محل‌های مختلف است.

اولین و مهم‌ترین نکته در ساخت ربات مسیریاب انتخاب تعداد حسگر IR و چیدمان آن است که آن هم بستگی به نوع و پیچیدگی مسیر دارد.

در مورد انواع حسگرهای مادون قرمزی که در ربات مسیریاب استفاده می‌شود، درباره مزایا و معایب هر کدام تحقیق کرده و در مورد آن در کارگاه بحث و گفت‌وگو کنید.

پژوهش کنید








فعالیت کارگاهی



## چیدمان حسگرهای IR

با توجه به مسیرهای داده شده تعداد و نحوه چیدمان حسگرها را در جدول زیر تعیین کنید.

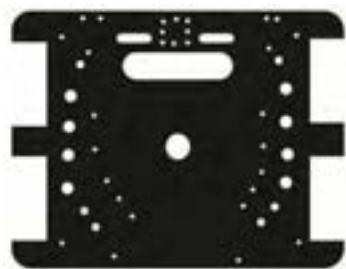
شکل مسیر	تعداد حسگر	چیدمان حسگر
	.....	.....
	.....	.....
	.....	.....
	.....	.....
	.....	.....



### نکات مهم:

- ۱- شاسی ربات مسیریاب حرفه‌ای یک شاسی سبک و مطابق با قوانین مسابقات است که حتی در بسیاری از موارد طراحان از خود PCB ربات به‌عنوان شاسی استفاده می‌کنند، ولی در اینجا می‌خواهیم تا ربات علاوه بر مسیریابی بتواند یک ربات امدادگر (برای شرکت در مسابقات دانش‌آموزی امدادگر الف - RESQUE A)، حل و همچنین یک ربات قدرتی مناسب برای آزمایش ماژول‌های مختلف باشد؛
- ۲- در این ربات از موتورهای ZGA28 با قطر شافت 4 mm استفاده شود؛
- ۳- یک LCD کاراکتری برای نمایش اطلاعات مختلف ماژول‌ها نصب شود؛
- ۴- برای داشتن یک ربات جامع و کامل در انجام تمرینات مختلف در اینجا از سیستم چهارچرخ استفاده شده، ولی در مسیریاب حرفه‌ای چهارچرخ ربات را کند می‌کند و معمولاً از دوچرخ و یک هرزگرد استفاده می‌کنند؛
- ۵- نقاط مشخصی برای نصب و راه‌اندازی ماژول‌های بلوتوث (HC05) و آلتراسونیک (SRF08) و همچنین یک گریپر برای جابه‌جا کردن مانع در نظر گرفته شده است؛ MM

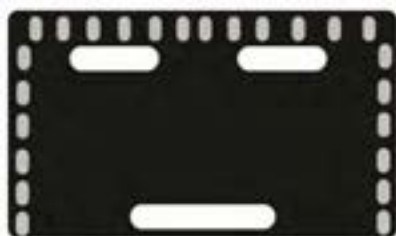
۶- چهار میکروسوئیچ نیز در جلو و عقب ربات برای مسیرهای دیواره‌مانند حل ماز در نظر گرفته شده‌است. با توجه به نکات فوق قطعات شاسی را به‌صورت زیر با استفاده از نرم‌افزار Solid Works طراحی کنید:



شاسی کف ربات



پوشش بالای ربات (محل نصب LCD و، کلید و LED



پوشش محافظ برد حسگر



محل نصب حسگر شارپ



یاتاقان نگه‌دارنده موتورها



یاتاقان نگه‌دارنده موتورها



چرخ آلومینیمی با پوشش پلاستیکی



یاتاقان نگه‌دارنده موتورها



چرخ آلومینیومی با پوشش پلاستیکی



میکروسوییچ برای تشخیص دیواره مسیر



بست L برای اتصال دیواره به شاسی کف و سقف



LCD کاراکتری برای نمایش اطلاعاتی مانند فاصله



موتور DC گیربکس دار ZGA28



حسگر شارپ GP2D120



نبدی برای اتصال یاتاقانها به شاسی کف ربات

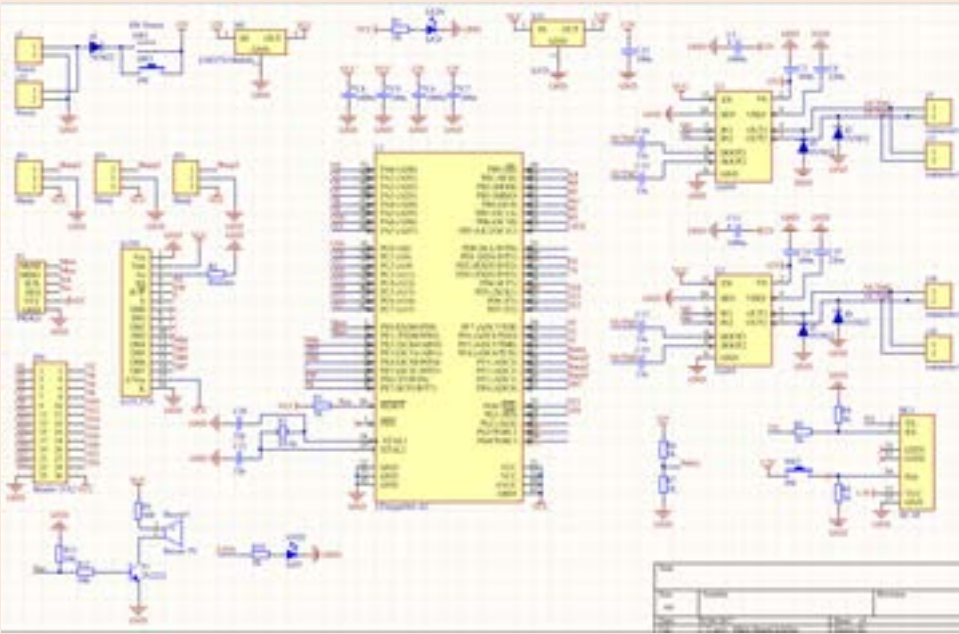


نمای کلی از برد اصلی ربات

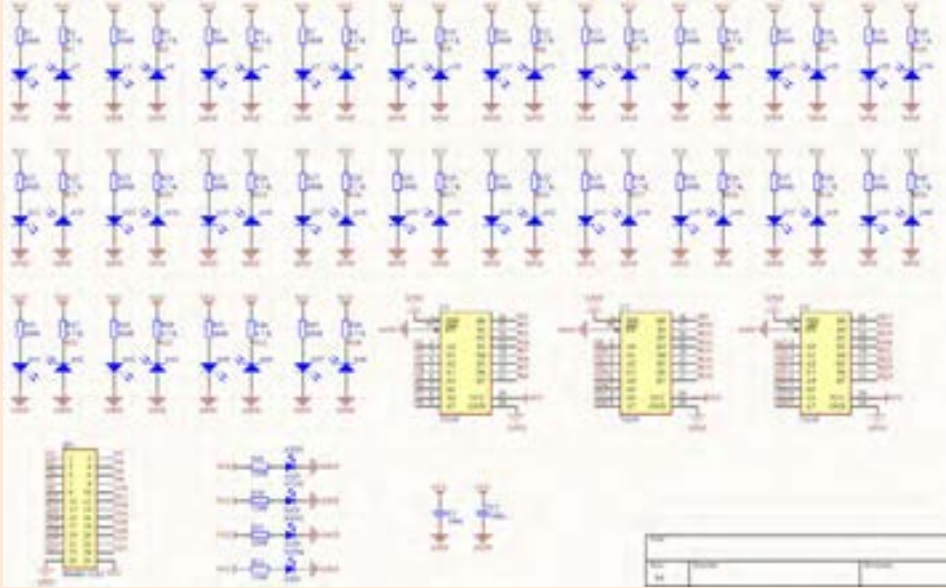


### طراحی برد الکترونیک ربات

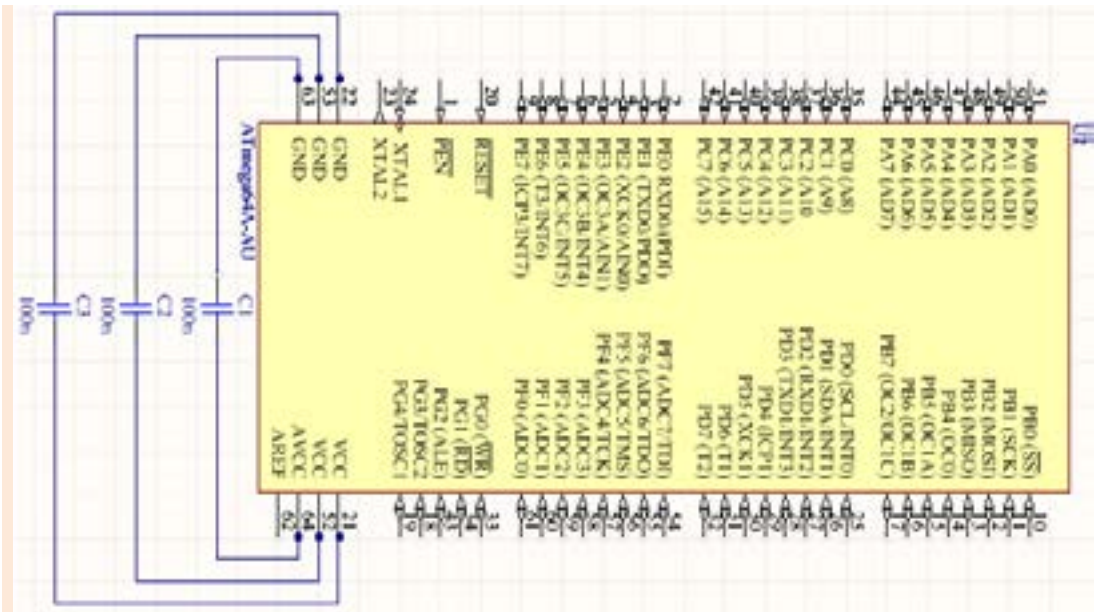
نمایی از برد مدار چاپی (PCB) حسگرها و برد اصلی ربات را با استفاده از نرم افزار Altium Disigner به صورت زیر رسم کنید.



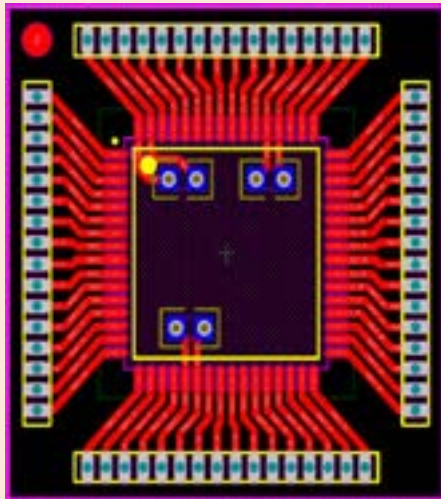
نمایی از برد اصلی شامل تغذیه مدار، کانکتورهای ارتباطی میکرو AVR، درایورهای موتور و مدار اعلان(بازر)



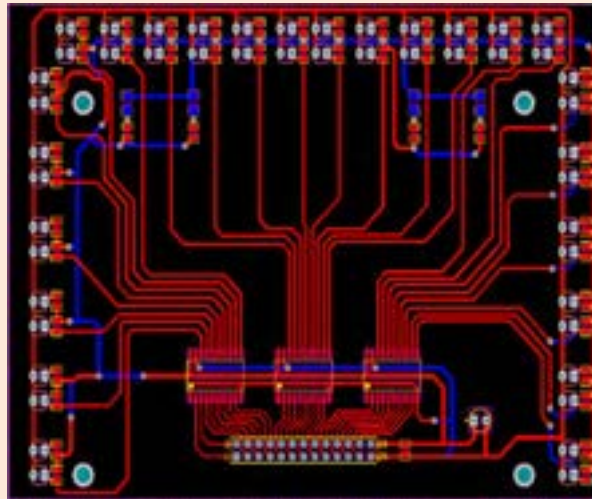
نمایی از برد حسگر شامل ۲۴ عدد حسگر IR دیودی ۳ میلی متری و سه عدد بافر ۷۴۲۴۵ برای خروجی منطقی حملت‌های مختلف حسگرها(برای سیاه و ۱ برای سفید)



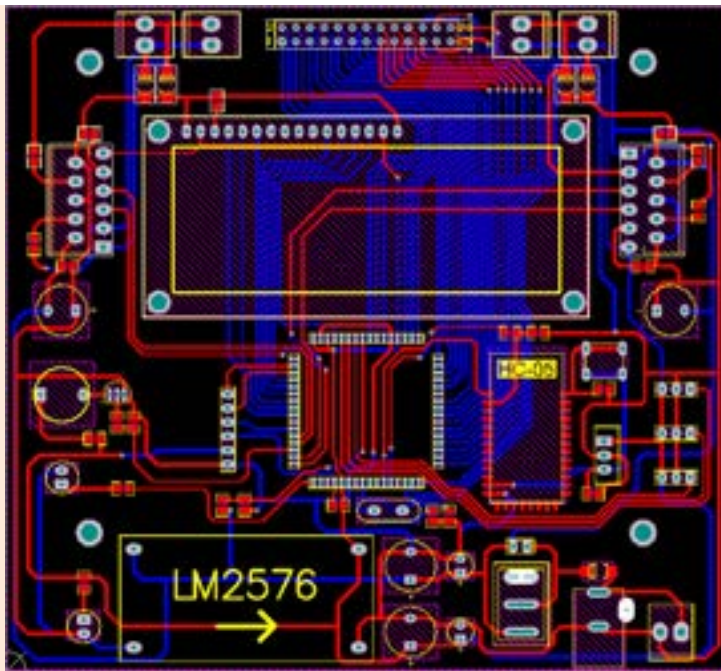
میکروکنترلر مورد استفاده در ربات ATMEGA۶۴



PCB برد میکروکنترلر ATMEGA۶۴



PCB(برد مدار چاپی) برد حسگر



PCB برد اصلی ربات مسیریاب

برنامه ربات مسیریاب

با استفاده از نرم افزار CodeVision برنامه‌ای بنویسید که ربات فوق مسیری شامل خطوط داده شده در فعالیت شماره ۱ را طی کند.

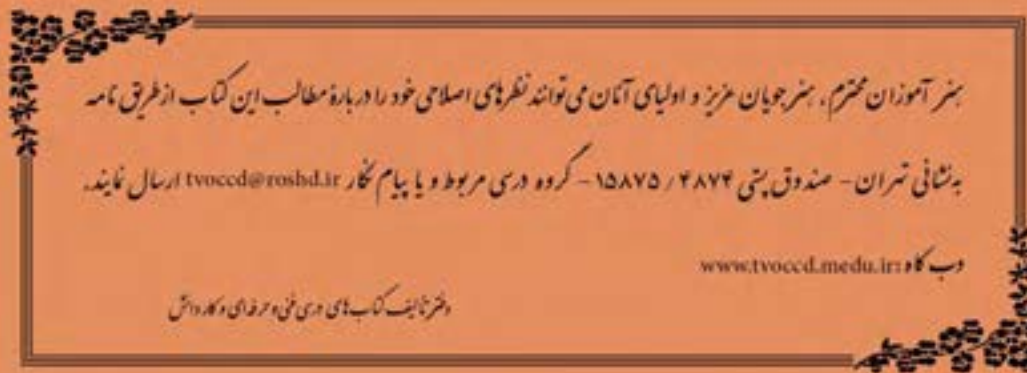
فعالیت کارگاهی





### ارزشیابی شایستگی ربات مسیریاب

<p><b>شرح کار:</b> ساخت ربات مسیریاب به صورت کاملاً عملی به این گونه است؛ ابتدا مکانیک ربات که شاسی و بدنه می‌باشد مدل‌سازی شده و سپس الکترونیک ربات که شامل سه برد مدار است طراحی می‌شود و قطعات الکترونیک بر روی آنها لحیم‌کاری می‌شوند. پس از پروگرام کردن برنامه بر روی میکرو آن را بر روی برد اصلی قرار داده و با لحیم‌کاری برد سنسور، آنها را بر روی شاسی که آماده شده است بسته و آزمایش می‌کنیم.</p>			
<p><b>استاندارد عملکرد:</b> انتظار می‌رود که هنرجویان با تعریف ربات و انواع آن آشنایی پیدا کرده و با اصول طراحی و ساخت بردهای الکترونیکی و مکانیزم ربات‌ها و همچنین برنامه‌نویسی آنها آشنا شوند و یک ربات مسیریاب طراحی و اجرا نمایند.</p> <p><b>شاخص‌ها:</b> طراحی مکانیک بر اساس نقشه، طراحی برد الکترونیک بر اساس نقشه، برنامه‌نویسی مناسب ربات</p>			
<p><b>شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:</b></p> <p>شرایط: ۱- در کارگاه الکترونیک؛ ۲- نور یکنواخت با شدت ۴۰۰ لوکس؛ ۳- تهویه استاندارد و دمای <math>20^{\circ}\text{C} \pm 30^{\circ}\text{C}</math>؛ ۴- ابزارآلات و تجهیزات استاندارد و آماده به کار؛ ۵- وسایل ایمنی استاندارد رایانه؛ ۶- زمان ۳۶۰ دقیقه. <b>ابزار و تجهیزات:</b> رایانه و متعلقات آن، نرم‌افزار سالدورکس، ابزار کار آزمایشگاه الکترونیک، قطعات الکترونیک، نرم‌افزار کدویژن و پروتئوس</p>			
<p><b>معیار شایستگی:</b></p>			
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	طراحی و مونتاژ شاسی	۱	
۲	طراحی مدارات الکترونیکی مربوط به سنسورها	۲	
۳	طراحی برد الکترونیکی اصلی (میکروکنترلری)	۳	
۴	مونتاژ و لحیم‌کاری قطعات برد سنسور و برد اصلی	۲	
۵	برنامه‌نویسی ربات	۱	
۶	تست و راه‌اندازی ربات	۳	
	شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش:	۲	
	۱- رعایت قواعد و اصول در مراحل کار؛		
	۲- رعایت دقت و نظم.		
	میانگین نمرات		*
<p>* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است.</p>			



سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی جهت ایفای نقش خطیر خود در اجرای سند تحول بنیادین در آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران، مشارکت معلمان را به‌عنوان یک سیاست اجرایی مهم دنبال می‌کند. برای تحقق این امر در اقدامی نوآورانه سامانه تعاملی بر خط اعتبارسنجی کتاب‌های درسی راه‌اندازی شد تا با دریافت نظرات معلمان درباره کتاب‌های درسی نونگاشت، کتاب‌های درسی را در اولین سال چاپ، با کمترین اشکال به دانش‌آموزان و معلمان ارجمند تقدیم نماید. در انجام مطلوب این فرایند، همکاران گروه تحلیل محتوای آموزشی و پرورشی استان‌ها، گروه‌های آموزشی و دبیرخانه راهبری دروس نقش سازنده‌ای را بر عهده داشتند. ضمن ارج نهادن به تلاش تمامی این همکاران، اسامی دبیران و هنرآموزانی که تلاش مضاعفی را در این زمینه داشته و با ارائه نظرات خود سازمان را در بهبود محتوای این کتاب یاری کرده‌اند به شرح زیر اعلام می‌شود.

**اصفهان:** آقایان: احسان رفعتی، علی ایمانیان نجف آبادی، رضا حیدرپور بارده، قاسمعلی ایزدپناه، عباس منظری، محمد مهدی علی بابا، فرزاد اعظم، مهدی کاظمی، سعید هادی، محمد ابراهیمی، محمدرضا پایا، بهزاد سید معلمی، سید اکبر زهرایی

**قزوین:** گل دوست لیاولی، مهدی ناصرلویی

**مرکزی:** حمید شفیع نیا، حمید جمشیدی نسب، علی پور شجاع، حامد کوچکی

**خوزستان:** آرش فنوتاتی، بهزاد بهزادی مقدم، امین نقاش، محسن یونسی

**البرز:** حمیدرضا آقاییاری کلور، مرتضی طهماسبی، مجتبی خسروی، امیر مهدیخانی

**تهران:** عبدالعلی رعنائی، بهزاد محسنی آهنگر، حسن حاجی، محمد مختاری، هوشنگ پارسا نژاد

**تبریز:** یونس غفارزاده خسروشاهی، عباس رسولی، محمد شعوری میلانی، اسماعیل مصطفی زاده

**شهرستان‌های تهران:** امیر حسین جعفری، میثم بحر کاظمی

**قم:** محمد قاسمی ورزنده، علی نیکو صحبت، امیرحسین والی، ناصر مظهرقراملکی، مسعود محمدی