

پودمان ۳

ساخت قطعات به روش فرزکاری



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 فرم دار خاص و انواع چرخ‌دنده‌ها، ماشینی که برای تولید اقتصادی می‌تواند به کار گرفته شود، ماشین فرز است.

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 برآورده برداری است؟
- چگونه می‌توان از دستگاه فرز به جای دستگاه‌های دیگر نظیر ماشین تراش و ماشین متله استفاده نمود؟
- چگونه می‌توان دستگاه فرز را به دستگاهی ایمن تبدیل نمود؟

هدف از این شایستگی عبارتند از:

- ۱- شرح اجزای ماشین فرز مدل FP4 ساخت تبریز؛
- ۲- توانایی کنترل سطوح روغن مخازن دستگاه و نحوه پر کردن و تخلیه روغن مخازن؛
- ۳- شرح وظیفه هر جزء از دستگاه فرز؛
- 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 می دانید



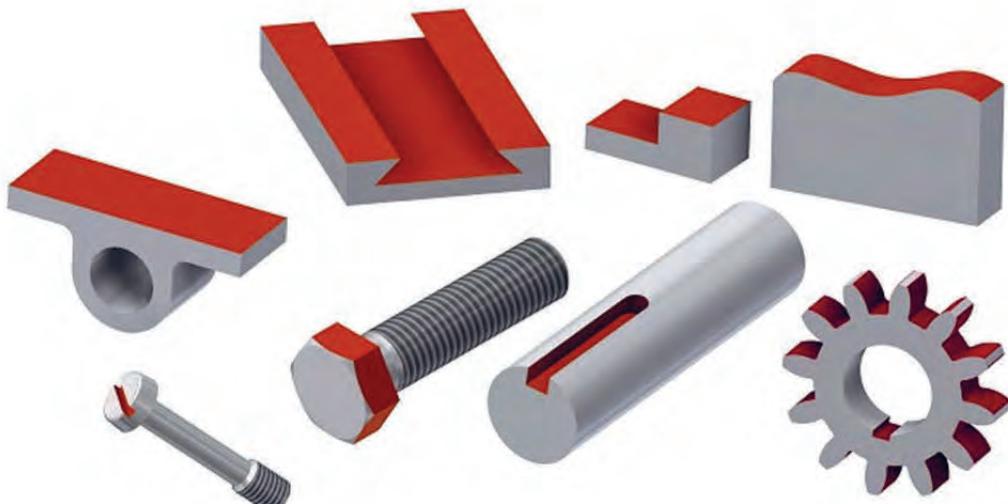
فرزکاری فرایندی است که بر مبنای شکل دهی قطعات به روش براده برداری به وسیله ابزار برشی چندلبهای به نام تیغه فرز انجام می شود. برای ساخت آسان تر قطعات، انواع مختلفی از ماشین های فرز ابداع شده اند، مثلاً برای کارگاه های کوچک و متوسط که در آن تک سازی یا تولید محدود مورد نظر است، ماشین های فرز اونیورسال به کار گرفته می شود. برای کارهای مثل ایجاد سطوح راهنمای ماشین های ابزار، از ماشین های فرز دروازه ای استفاده می شود. برای تولید سری انواع چرخدنده ها، ماشین های دندوزنی غلطکی (هاب) یا کله زنی غلطکی کاربرد دارد.

پخش فیلم



فرایند فرزکاری

دستگاه فرز برای تولید قطعاتی با سطوح صاف، شیبدار، قوس دار، سطوح زاویه ای و انجام تقسیمات طولی و زاویه ای و ساخت انواع چرخدنده ها به کار می رود. چند نمونه از قطعات فرزکاری در شکل زیر نمایش داده شده است.



شکل ۳-۱: نمونه کارهای فرزکاری

فعالیت



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 .

ترجمه کنید



أنواع ماشين های فرز



الف: ماشین فرز عمودی



ب: ماشین فرز افقی



ج: ماشین فرز یونیورسال



د: ماشین فرز کپی تراش



ه: ماشین فرز دروازه‌ای

شکل ۲-۳: 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 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 FP4 (ساخت تبریز) و اجزای آن



شکل ۳-۳: دستگاه فرز FP4

توضیحات

شماره مشخص شده در شکل

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

گفتگو کنید و جدول زیر را کامل کنید.

فعالیت



وظیفه و کاربرد

توضیحات

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

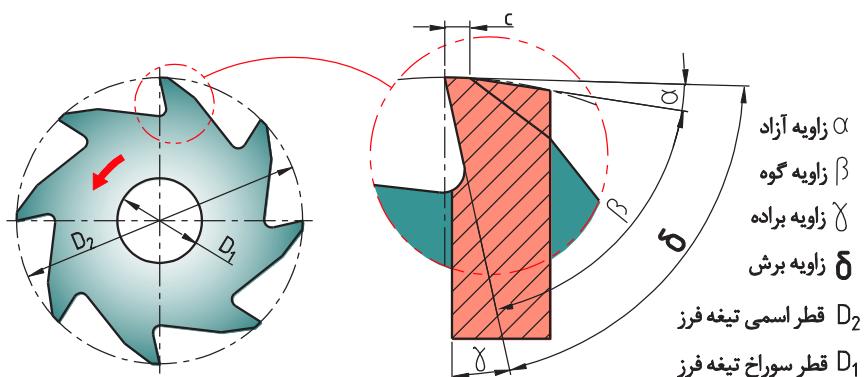
پخش فیلم



سیستم روغن کاری و خنک کاری ماشین فرز

انتخاب تیغه فرز

برای برآهه برداری از قطعه کار در فرزکاری از ابزار چندلبهای استفاده می شود که آن را تیغه فرز می نامند.



شکل ۴-۳: زوایای تیغه فرز

انواع تیغه فرز

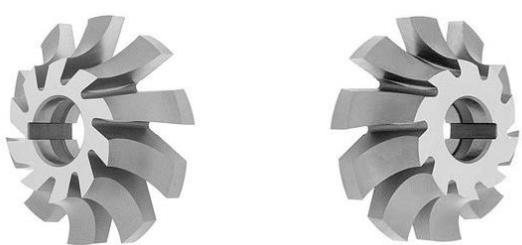
	الف: غلطکی
	ب: پیشانی تراش
	ج: انگشتی(دبالت استوانه‌ای و دبالت مخروطی)
	د: شکاف تراش و اره‌ای
	ه: فرم
	و: زاویه‌ای(چتری)
	ی: نمونه تیغه فرزهای تیغچه‌دار(مجموعه‌ای)
<p>شکل ۳-۵: انواع تیغه فرز</p>	



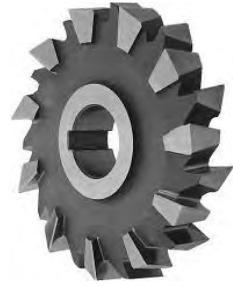
گفتگو کنید و جدول زیر را کامل کنید.

شکل تیغه	کاربرد









ترجمه کنید

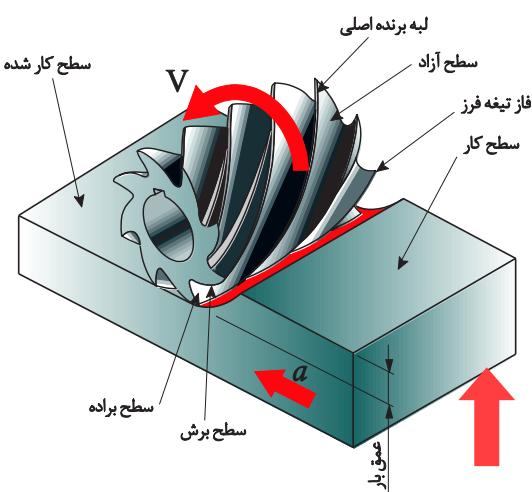


Cutting fluids, or coolants, are utilized primarily for removal of heat from the cutting tool. They help reduce the temperature in the cutting zone and thus improve the tool durability and surface finish, and also protect the tool and workpiece against corrosion. The cutting fluids should meet the following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

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 پیش روی که با قطعه کار یا تیغه فرز انجام می‌شود.

تنظیم حرکت پیش روی و عده دوران بر روی ماشین فرز:
برای عملیات فرزکاری دو شاخص مهم باید محاسبه و بر روی دستگاه تنظیم گردد:
(الف) عده دوران: به تعداد چرخش ابزار در واحد زمان(بر حسب دقیقه) عده دوران گفته می‌شود و واحد آن دور بر دقیقه $\frac{u}{min}$ (RPM) است و به سرعت برش بستگی دارد.
تعریف سرعت برش: مقدار مسافتی را که لبه برندۀ 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 جداول 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 $m/min = v = ۲۰$ را در نظر بگیرید. عدد دوران‌های قابل تنظیم روی دستگاه بر حسب دور برقیقه به شرح زیر است:

$$(50 - 63 - 80 - 100 - 125 - 160 - 200 - 250 - 315 - 400 - 500 - 630 - 800 - 1000 - 1250 - 1600)$$

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

$$n = 630 \text{ u/min}$$

عدد دوران لازم برای تیغه فرز از جنس فولاد تندری به قطر ۲۰ میلی‌متر برای برآورده برداری قطعه‌ای از جنس فولاد ساختمانی با سرعت برش 20 m/min را محاسبه کنید. اگر دورهای قابل تنظیم جهت دستگاه طبق مثال (۱) باشد؟

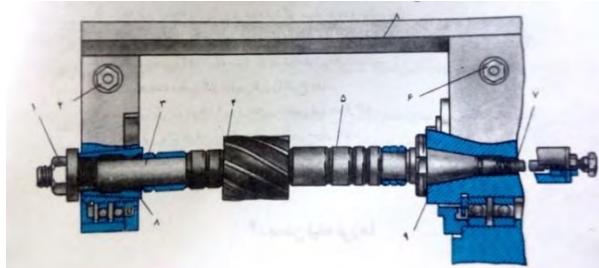
فعالیت



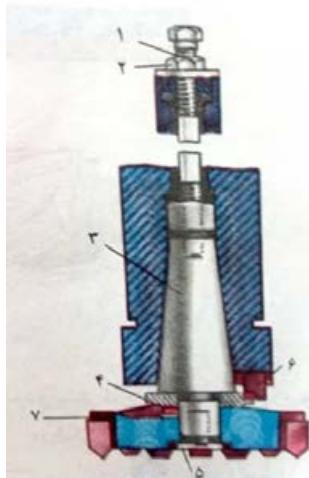
پیش روی

سرعت حرکت خطی میز یا قطعه کار را سرعت پیش روی می‌گویند و مقدار آن با توجه به مشخصات تیغه فرز و قطعه کار از جدول تعیین می‌شود.

بستن تیغه فرزها:



الف: با میله‌های فرزگیر دو طرفه



ب: با میله‌های فرزگیر یک طرفه

شکل ۳-۷: انواع محور فرزگیر

پخش فیلم

بستن تیغه فرزها



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.

نکات ایمنی



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



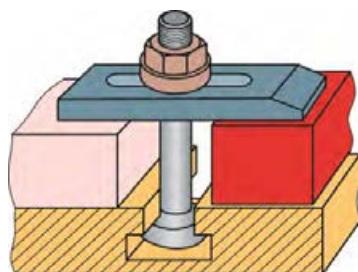
ب: گیره رومیزی گردان



ج: گیره رومیزی هیدرولیکی



د: گیره رومیزی یونیورسال



ه: روبنده



و: میز صلیبی



ر: میز گردان



ی: دستگاه تقسیم

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

پخش فیلم

وسایل بستن قطعه کار



فعالیت



با توجه به فیلم بالا جدول را تکمیل کنید.

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

ترجمه کنید



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 می‌گیرد، گیره را بر روی میز ماشین می‌بندد.

نحوه تنظیم گیره:

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



تنظیم گیره به کمک گیره گونیا



تنظیم گیره به کمک ساعت اندازه‌گیری

شکل ۹-۳: تنظیم گیره

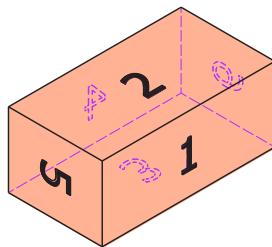


مواردی که هنگام شروع به کار با دستگاه باید رعایت کرد:

- ۱- کنترل عادی بودن حرکات کشوبی‌های 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 لبۀ 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- وسائل حفاظتی را از روی دستگاه باز نکنید؛
- ۷- برای جلوگیری از خطر زخمی شدن دست‌ها در تماس با دندانهای لبۀ 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 میله ماشین قرار داد و با حرکت دادن میز گونیایی تیغه را بر روی تخته بشانید و بعداً پیچ میله فرزگیر را باز کنید و با پایین آمدن میز، میله فرزگیر و تیغه را پیاده نکنید؛
- ۹- در بستن قطعه کار یک زیرسروی سنگ خورده زیر قطعه قرار بگیرد و ارتفاعی از قطعه که بالاتر از لبۀ گیره قرار می‌گیرد تا حد امکان زیاد نباشد و به کمک ضربات یک چکش پلاستیکی یا چوبی قطعه کاملاً به زیرسروی تکیه کرده و محکم شود؛
- ۱۰- در حال گردش از نزدیک کردن دست به تیغه فرز باید خودداری شود؛
- ۱۱- موهای بلند را با کلاه بپوشانید و هیچ گاه با موی بلند سر خود را نزدیک تیغه فرز نیاورید؛
- ۱۲- برای دور کردن براده‌ها از یک قلم مو و در حالت خاموش بودن دستگاه استفاده شود؛
- ۱۳- انداره گیری کار فقط در حالی انجام گیرد که ماشین حرکتی نداشته باشد؛
- ۱۴- پیوسته مراقب کار تیغه فرز بوده، کار و عملکرد ماشین را کنترل کنید؛
- ۱۵- در مقابل براده‌های جهنه‌ای از عینک و سپرهای حفاظتی استفاده شود؛
- ۱۶- هنگامی که ماشین در حال کار است، آن را ترک نکنید؛
- ۱۷- لباس کار مناسب و کفش ایمنی بپوشید؛
- ۱۸- 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؛
- ۱۹- هنگام کار با ماشین فرز استفاده از شال‌گردن، دستکش، حلقه، ساعت مچی و لباس‌های گشاد ممنوع است.

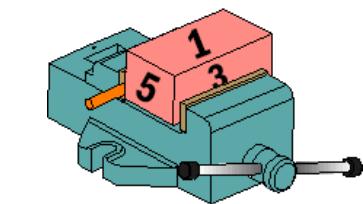
روش گونیا کاری یک بلوک

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

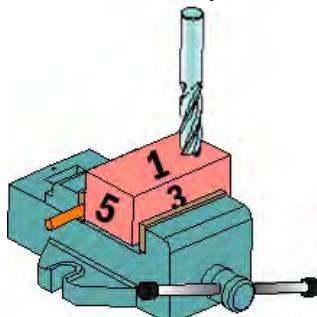


شکل ۱۰-۳: ترتیب فرز کاری سطوح یک مکعب مستطیل

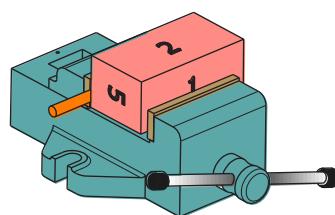
الف: قطعه را طبق اصول گفته شده در گیره مناسب می بیندیم (استفاده از زیرسری و قطعه استوانه ای).



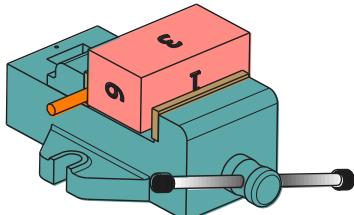
ب: اولین سطح را فرز کاری می کنیم و براده های روی آن را کاملا تمیز می کنیم. سپس قطعه را طوری برمی گردانیم که سطح فرز کاری شده به کف ثابت گیره تکیه دهد. بین کف متحرک و قطعه کار، میله استوانه ای قرار می دهیم.



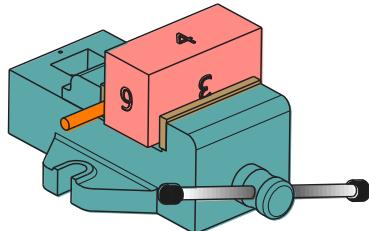
ج: سطح دوم را فرز کاری می کنیم.



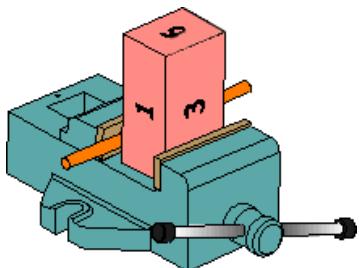
د: سپس قطعه را طوری می چرخانیم که سطح دوم به کف ثابت تکیه داده شود و سطح اول به کف گیره بچسبد. برای برآمدگاری سطح سوم نیاز است، قبل



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



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



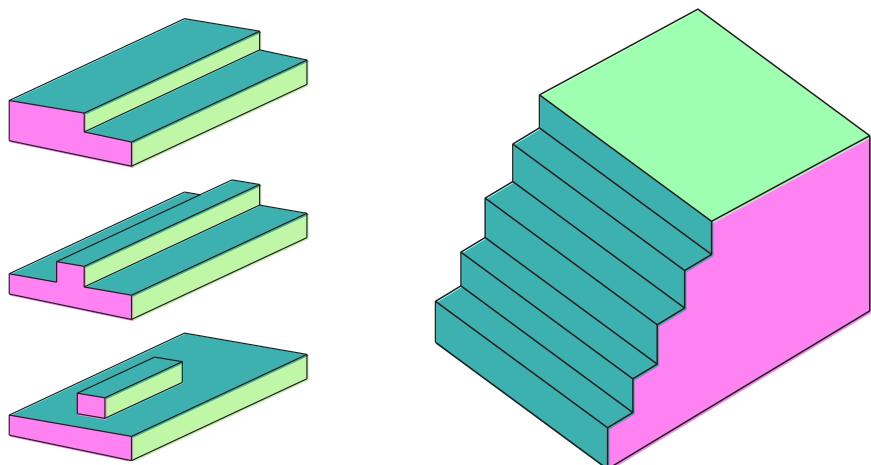
ر: برای ماشین کاری سطح پنجم و ششم قطعه می‌توان آن را به طور عمودی و با استفاده از گونیا بین گیره بست و ماشین کاری کرد. در صورت بلند بودن طول قطعه، می‌توان قطعه را از پهلو با استفاده از تیغه فرز بغل تراش (پولکی) فرز کاری کرد.

شكل ۱۱-۳: مراحل فرزکاری مکعب مستطیل

در صورت نیاز پس از ماشین کاری هر سطح به صورت خشن می‌توان سطح مورد نظر را فرز کاری ظرفی نیز انجام داد.

پله تراشی

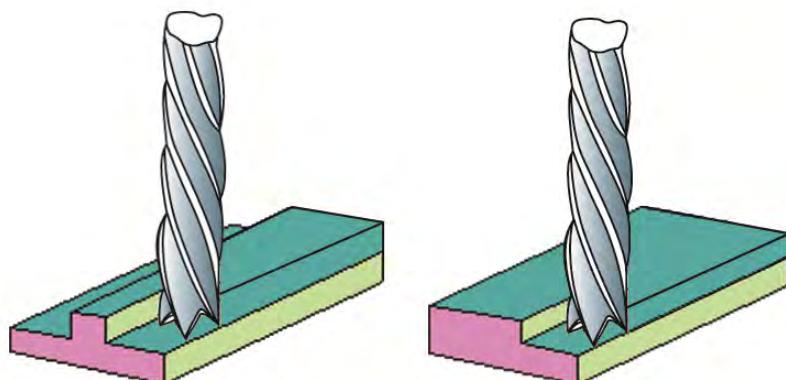
پله تراشی یکی از فرایندهای فرز کاری است که در آن با استفاده از تیغه فرز بر روی سطح اختلاف ارتفاع ایجاد می‌کنند. به بیان دیگر اختلاف ارتفاع دو سطح کنار هم را پله می‌گویند. پله تراشی را می‌توان با ماشین‌های فرز عمودی و افقی انجام داد.



شکل ۱۲-۳: نمونه کارهای پله تراشی در فرز کاری

پله تراشی با ماشین فرز عمودی

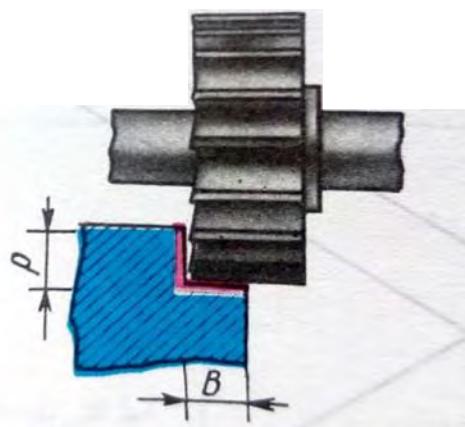
پله تراشی با استفاده ماشین فرزهای عمودی و به وسیله تیغه فرزهای پیشانی تراش یا انگشتی انجام می‌شود؛ به طوری که از لبه‌های برنده محیطی و لبه‌های برنده پیشانی تیغه فرز انگشتی در این عمل استفاده می‌گردد.



شکل ۱۳-۳: پله تراشی با تیغه فرز انگشتی

پله تراشی با ماشین فرز افقی

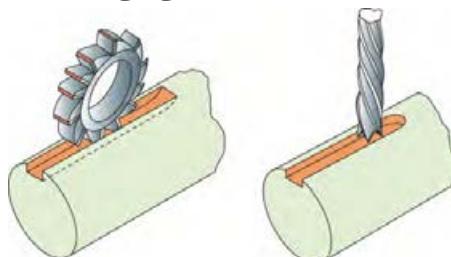
با استفاده از تیغه فرزهای غلطکی یا پولکی سوارشده بر روی ماشین فرز افقی، می‌توان عملیات پله تراشی را انجام داد. با ترکیب کردن چند تیغه فرز می‌توان چندین پله را همزمان با هم بر سطح کار ایجاد کرد.



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

شیار تراشی

شیار، فرورفتگی فرمداری است که عمدتاً برای هدایت و اتصال قطعات بر روی هم ایجاد و استفاده می‌شود. شیارها به کمک تیغه فرز شکاف تراش، ارهای و انگشتی می‌تواند ایجاد شود.



الف: شیار تراشی با فرز انگشتی

ب: شیار تراشی با فرز ارهای یا شکاف تراش

شکل ۱۵-۳: شیار تراشی

سطح 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 contoured 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

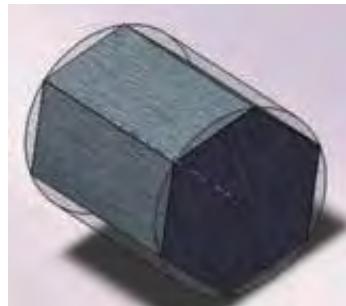


ساخت چندضلعی‌ها و چرخدنده به کمک دستگاه تقسیم

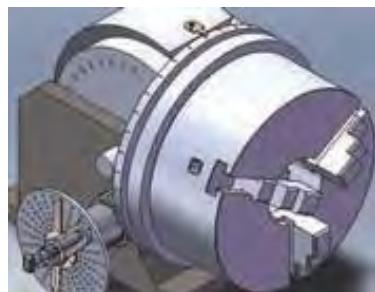
فرزکاری چندضلعی‌ها



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



الف: تقسیم مستقیم



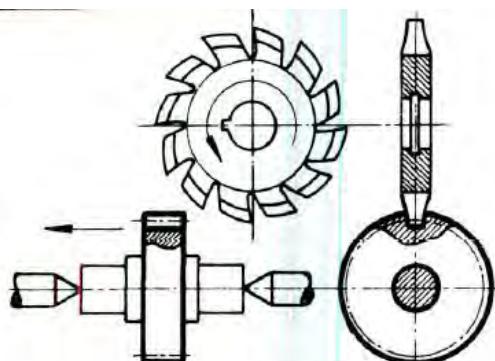
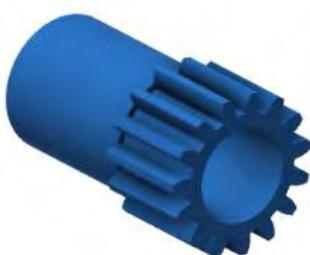
$$n_k = \frac{i}{z}$$

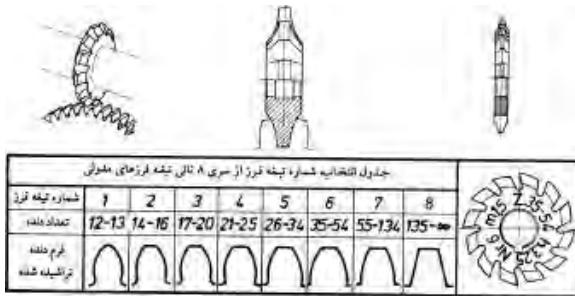
ب: تقسیم غیر مستقیم

شکل: ۱۶-۳: فرزکاری چندضلعی‌ها

فرزکاری چرخدنده ساده

به کمک تیغه فرم 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 گردیده است. در ضمن مراحل انجام کار در فیلم شماره ۰۶ ارائه شده است.





شکل ۱۷-۳: 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 12 divisions and hence permitting the division into 2, 3, 4, 6 and 12 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 12 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 جستجو <https://www.google.com> اطلاعاتی درباره انواع ماشین‌های فرز و توانایی‌های آن را پیدا کنید.

پژوهش کنید



راه اندازی دستگاه فرز

پخش 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 - هر کدام 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



بحث کنید



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

توجه کنید

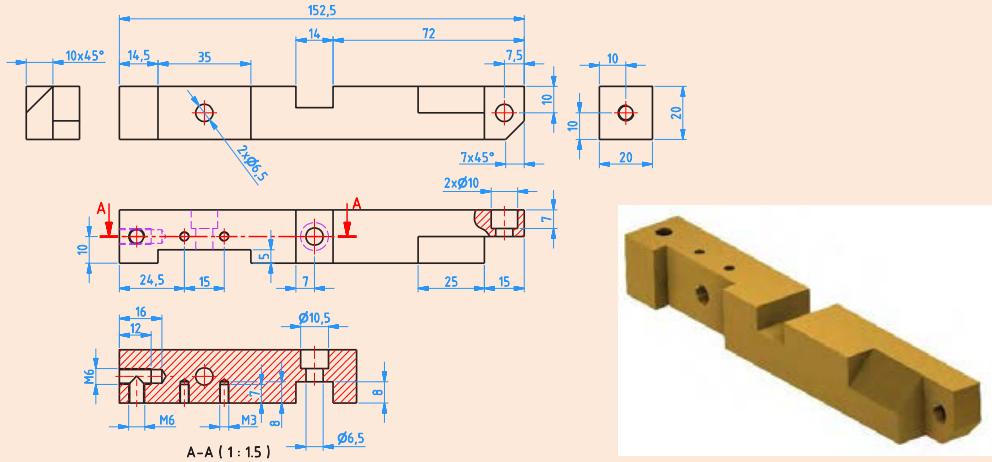


وقتی یک طرف تیغه فرز برادهبرداری می‌کند باید جهت پیشروی قطعه کار، خلاف جهت دوران تیغه فرز باشد(برادهبرداری مخالف-معکوس).



فرزکاری پدال چپ و راست

ضمون رعایت نکات فنی و اصول ایمنی و توصیه‌های بیان شده قطعه مقابله را فرزکاری کنید.



جنس: آلومینیوم یا برنج

ابعاد مواد اولیه: 160×22

تعداد: ۲ عدد.

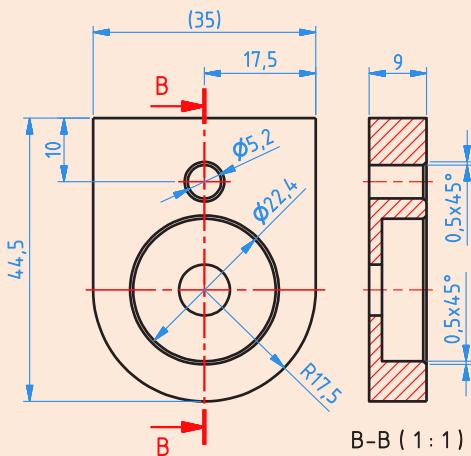
تلرانس: ± 0.05

ابزار:

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



ساخت قطعه مطابق شکل:



جنس: آلومینیوم یا برنج

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

تعداد: ۲ عدد

تلورانس: ± 0.5

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- متله به قطر $5/2$

۶- روغن دان دستی

۷- وسایل تنظیف

آبا می دانید



استفاده از دستگاه فرز ساخت ایران اثرات مهم ملی دارد:

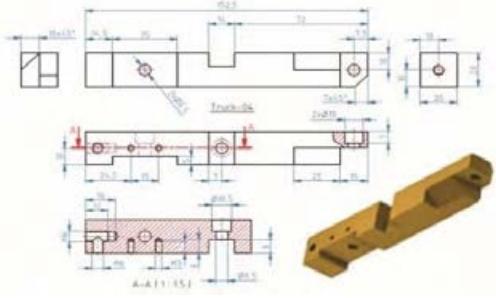
- ۱- تأمین قطعات مورد نیاز صنعت؛
- ۲- آسیب‌پذیری کمتر در شرایط تحریم با اتکای به تولید داخل؛
- ۳- انعطاف‌پذیری در تغییرات طراحی و تولید؛
- ۴- بهره‌وری با به‌کارگیری اقتصادی ماشین‌های تولید قطعات فرزکاری شده؛
- ۵- کارآفرینی و اشتغال نیروی کار؛
- ۶- ارتقای سطح مهارتی عوامل تولید.

پژوهش کنید



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

ارزشیابی شایستگی فرزکاری

	شرح کار: ساخت قطعه مطابق با نقشه مقابل: $\pm 0,05$ $\sqrt{Ra} 3.2$											
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 $30^{\circ}\pm 20^{\circ}C$ ؛ ۴- ابزارآلات و تجهیزات استاندارد و آماده به کار؛ ۵- وسایل ایمنی استاندارد؛ ۶- زمان ۲۴۰ دقیقه. ابزار و تجهیزات: دستگاه فرز- گیره موازی - زیرسروی - کولیس - نقشه کار - عینک محافظ - تیغه فرز بر اساس نقشه - سوهان تخت ۲۰۰ نرم و متوسط - وسایل تنظیف - وسایل روغن کاری - آچار تخت ۱۷، ۱۹، ۲۲ و ۲۴ - گونیا - ساعت اندازه‌گیری.												
معیار شایستگی:												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">ردیف</th> <th style="text-align: center;">مرحله کار</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">۱</td> <td style="text-align: center;">کنترل ابعاد مواد اولیه</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۲</td> <td style="text-align: center;">آماده‌سازی دستگاه</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۳</td> <td style="text-align: center;">آماده‌سازی تیغه فرز</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۴</td> <td style="text-align: center;">بستن قطعه کار</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">۵</td> <td style="text-align: center;">انجام عملیات فرزکاری</td> </tr> </tbody> </table>	ردیف	مرحله کار	۱	کنترل ابعاد مواد اولیه	۲	آماده‌سازی دستگاه	۳	آماده‌سازی تیغه فرز	۴	بستن قطعه کار	۵	انجام عملیات فرزکاری
ردیف	مرحله کار											
۱	کنترل ابعاد مواد اولیه											
۲	آماده‌سازی دستگاه											
۳	آماده‌سازی تیغه فرز											
۴	بستن قطعه کار											
۵	انجام عملیات فرزکاری											
۲	شایستگی‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیستمحیطی و نگرش:											
۲	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.											
*	میانگین نمرات											
* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است.												

پودمان ۴

کار با چاپگر سه بعدی



امروزه مدل‌سازی سه بعدی در رشته‌های گوناگونی همچون قطعه‌سازی، معماری، طراحی صنعتی، رباتیک، صنایع هواپضا و ... رایج است. این مدل‌سازی‌ها تا پیش از این به شکل تصاویر دو بعدی روی صفحه‌های نمایشگر یا روی کاغذ ارائه می‌شدند تا افراد با دیدن آنها درکی از آنچه طراحان در ذهنشان دارند، به دست آورند.

چاپگرهای سه بعدی توانایی تولید هر نوع قطعه‌ای را دارند؛ حال با هر شکل و زاویه‌ای، توپر باشد، یا توخالی، صاف باشد یا منحنی و بهطور کلی هر قطعه‌ای با هر طراحی. این نیاز در همه‌جا قابل لمس است. در صنعت، پزشکی، مراکز آموزشی، خودرو سازی، صنایع نظامی و هر کاری که نیازمند شبیه‌سازی، تولید ماکت و ساخت طرح اولیه است، استفاده از چاپگر سه بعدی، هم می‌تواند فرایند زمان بر شبیه‌سازی و ساخت ماکت قطعات را سرعت بخشد و هم می‌تواند تنها با چاپ طرح سه بعدی در زمانی بسیار کم، به بررسی قطعه پرداخت.

مقدمه

پیشرفت فناوری‌های نوین در دهه‌های اخیر موجب شده است که بشر به منظور رفع نیازهای صنعتی، ماشین‌های جدیدی را به خدمت گیرند. استفاده از سیستم‌های هوشمند و حذف دخالت دست در تولید صنعتی سال‌های اخیر با عنوان انقلاب صنعتی چهارم شناخته می‌شود. ایده انقلاب صنعتی چهارم در سال ۲۰۱۱ در نمایشگاه صنعتی هانوفر آلمان معرفی شد. این ایده همانطور که ارتباطات و بازار مصرف را دگرگون کرد، تولید را نیز تحت تأثیر خویش قرار داد. ایده اصلی انقلاب صنعتی چهارم این است که تولید صنعتی باید همگام با فناوری اطلاعات و ارتباطات پیشرفته رشد کند. در این میان نمونه سازی سریع (RP) با طراحی و ساخت دستگاه‌های «چاپگر سه بعدی» نقش پر رنگی در فرایند ساخت و تولید را مطرح نمود.

استاندارد عملکرد

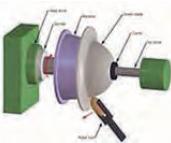
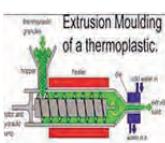
تهیه و تولید برنامه برای ساخت نمونه فیزیکی به کمک دستگاه چاپگر سه بعدی.

پیش نیاز و یادآوری

برای یادگیری این واحد هنرجو باید علاوه بر آشنایی کار با رایانه با یکی از نرم‌افزارهای مدل سازی مانند Inventor و Solidworks و.... هم آشنا باشد.

روش‌های متداول ساخت قطعات

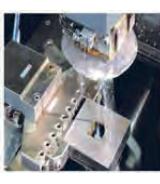
روش‌های تولید معمول و رایج قطعات که امروزه در صنعت بیشتر دیده می‌شود عبارتند از :
ریخته گری، فورج، نورد، اکستروژن، کشش، شکل دهی ورق، انواع روش‌های ماشین کاری و ...

	شكل دهی ورق		اکستروژن		ریخته گری
	نورد		کشش		فورج

فعالیت کلاسی ۱



به کمک هنر آموز خود نام فرآیندهای ساخت زیر را بنویسید.

توضیح	نام	شكل	توضیح	نام	شكل
					
					

چاپگر سه بعدی (3D printer)

چاپ سه بعدی یکی از روش‌های نمونه‌سازی سریع به شمار می‌آید که در مقایسه با «روش‌های نمونه‌سازی معمول» از سرعت بیشتر، دقت بالاتر و هزینه کمتر در نمونه‌سازی قطعات برخوردار است از جمله محسن آن می‌توان به کاهش زمان، کاهش هزینه، افزایش سرعت طراحی محصول جدید، اعمال سریع اصلاحات و عرضه سریع محصولات جدید به بازار اشاره نمود.

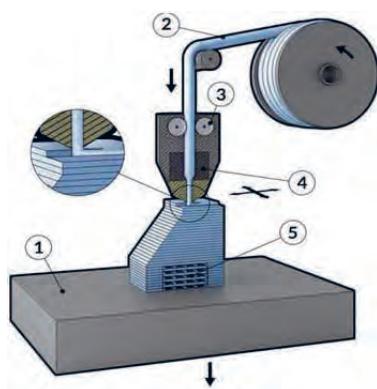
محدودیت‌های عمدۀ نمونه‌سازی سریع از قبیل خواص مکانیکی نسبتاً ضعیف قطعات تولیدی، هزینه بالای نگهداری دستگاه و کاهش کیفیت سطح را می‌توان بر شمرد.

کاربردهای چاپگر سه بعدی: امروزه مدل‌سازی سه بعدی در رشته‌های گوناگونی همچون قطعه‌سازی، معماری، طراحی صنعتی، روباتیک، صنایع هواپضا و... رایج شده است. این مدل‌سازی‌ها تا پیش از این به شکل تصاویر دو بعدی روی نمایشگر یا روی کاغذ ارائه می‌شوند و یا به روش‌های سنتی به کمک مهارت دست ساخته می‌شوند تا افراد با دیدن آنها درکی از آنچه طراحان در ذهنشان دارند را بدست آورند. اما چاپگرهای سه بعدی ایده‌های طراحان را در زمان بسیار کوتاهی به واقعیت تبدیل می‌کنند.

	انیمیشن		صنایع نظامی
	خودرو		صنایع فضایی
	پزشکی		طلا و جواهر

تکنولوژی چاپگرهای سه بعدی

تکنولوژی‌های استفاده شده در چاپگرهای سه بعدی به شرح زیر است.



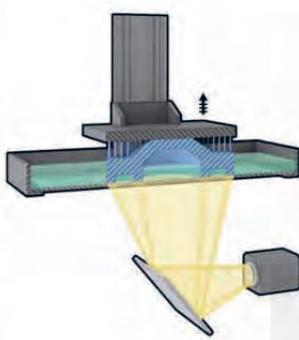
۱- تکنولوژی FDM

(Fused Deposition Modeling)

چاپگرهایی که با این فرآیند کار می‌کنند از یک فیلامنت (Filament) «سیم پلاستیکی توپر»، از جنس ترمومپلاستیک تغذیه می‌کنند که با ذوب کردن این فیلامنت و سپس اکسترود (Extrude) کردن آن جسم سه بعدی را به صورت لایه به لایه تشکیل می‌دهد.

نحوه کار FDM: در این روش، نازل اکسترودزن حرکتی افقی و عمودی را برای رسم مقطع نمونه مورد نظر بر روی صفحه (platform) طی می‌کند. این لایه نازک که از پلاستیکی سخت می‌باشد، بلافاصله به لایه زیر چسبیده و هنگامی که لایه کامل می‌شود. لایه بعدی روی آن از مواد ذوب شده تشکیل می‌شود و این عمل لایه به لایه تا جایی ادامه پیدا می‌کند که هندسه قطعه کار کامل شود. در این تکنولوژی چاپگر سه بعدی کیفیت سطح نسبتاً متوسط و سرعت نسبتاً پایین دارد. اما یکی از متداول‌ترین روش‌های امروزه می‌باشد.

۲- تکنولوژی DLP (Digital Light Processing): پردازش دیجیتال نور با استفاده از منبع نور معمولی، از این روش برای ساخت نمونه‌های با دقت بالا در صنعت طلاسازی، دندانپزشکی و ساخت مدل‌های ریخته‌گری دقیق استفاده می‌شود. در این روش رزین‌های پلیمری در یک مخزن قرار دارد و با تابش نور به این رزین‌های پلیمری داخل مخزن مواد تغییر حالت داده و قطعه مورد نظر تولید می‌شود تابش نور به صورت لایه لایه بوده و هر لایه از قطعه یکجا شکل می‌گیرد. قطعات تولیدی توسط این روش از دقت بالایی برخوردار هستند.



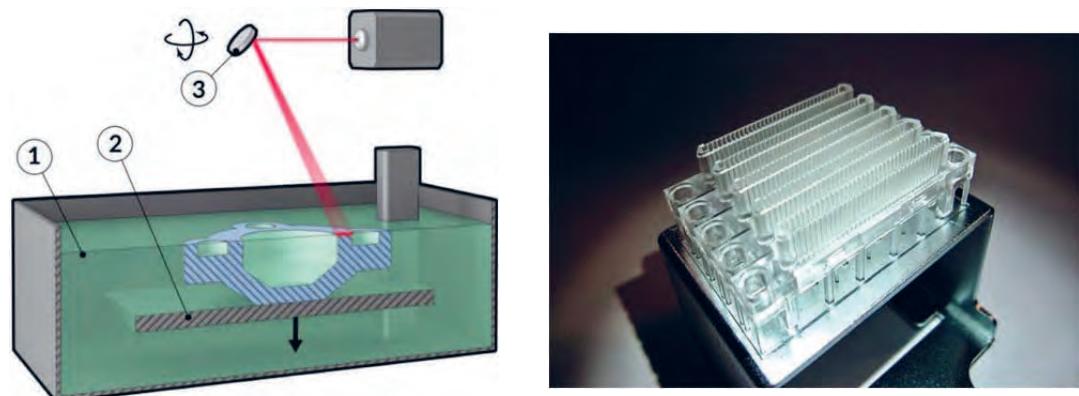
شکل ۱-۴

پژوهش کنید

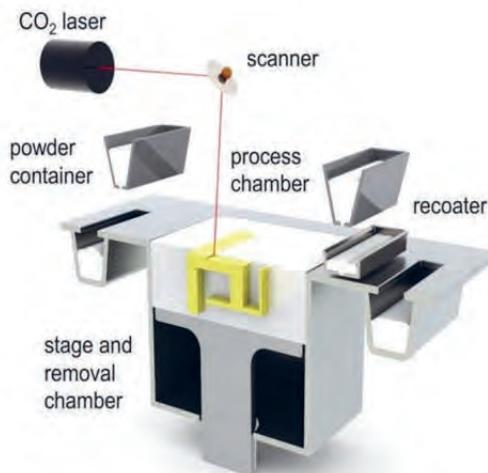


با استفاده از منابع معتبر تفاوت تکنولوژی DLP با تکنولوژی SLA را بیان کنید.

تکنولوژی SLA: تبدیل مواد اولیه از جنس پلیمر مایع به جامد، در این تکنولوژی برخلاف تکنولوژی‌های دیگر، از یک مایع رزین و تابیدن اشعه بروی این مایع و در نهایت جامد شدن آن و ساختن نمونه استفاده می‌شود.



شکل ۲-۴



تکنولوژی SLS:(Selective Laser Sintering)

تکنولوژی لیزری و رسوب مواد اولیه معمولاً فلزی، در این روش در مقایسه با دیگر روش‌های چاپ سه‌بعدی می‌توان از مواد اولیه مختلفی برای ساخت قطعات استفاده نمود. موادی از جنس پلیمرها مانند نایلون (خالص و شفاف)، پلی‌استر، فلزات (از جمله فولاد، تیتانیوم) آلیاژهای مخلوط، کامپوزیت‌ها و شن می‌توانند به عنوان مواد اولیه چاپ به وسیله این تکنولوژی به کار بروند.

شکل ۳-۴

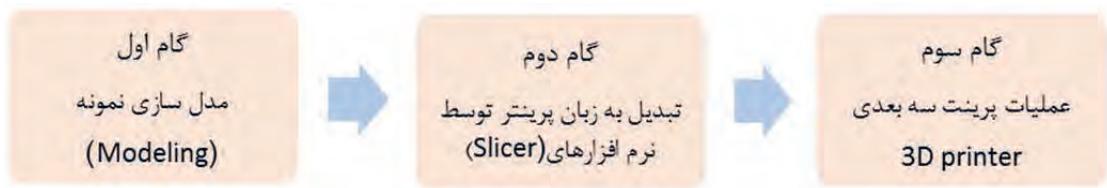
رايج ترين نوع چاپ سه بعدی روش FDM می باشد که با توجه به گستره کاربردی فراوان، قيمت مناسب و ساير مزاياي شرح داده شده به فraigir ترين روش چاپ سه بعدی تبديل شده است.

توجه کنید



مراحل کار چاپگر سه بعدی

برای انجام عملیات پرینت سه بعدی سه گام زیر باید طی شود.



گام اول: با استفاده از نرمافزارهای مدلسازی مانند سالیدورکز مدل سه بعدی قطعه در فضای نرمافزار ایجاد می شود.

گام دوم: استفاده از نرمافزارهای برش دهنده (Slicer) می باشد. وظيفه اين نرمافزارها تبديل مدل سه بعدی به برش های عرضی که با قرار دادن اين برش ها بر روی هم هندسه قطعه کار كامل می شود. هر کدام از اين برش ها جهت عملیات به دستگاه چاپگر سه بعدی فرمان حرکت ترکيبی طولي و عرضي مناسب نازل را می دهد.

گام سوم: فرآيند ريزش پلاستيك خميری شده به صورت صفحه به صفحه روی هم که در دستگاه چاپگر سه بعدی انجام می شود.

توجه کنید

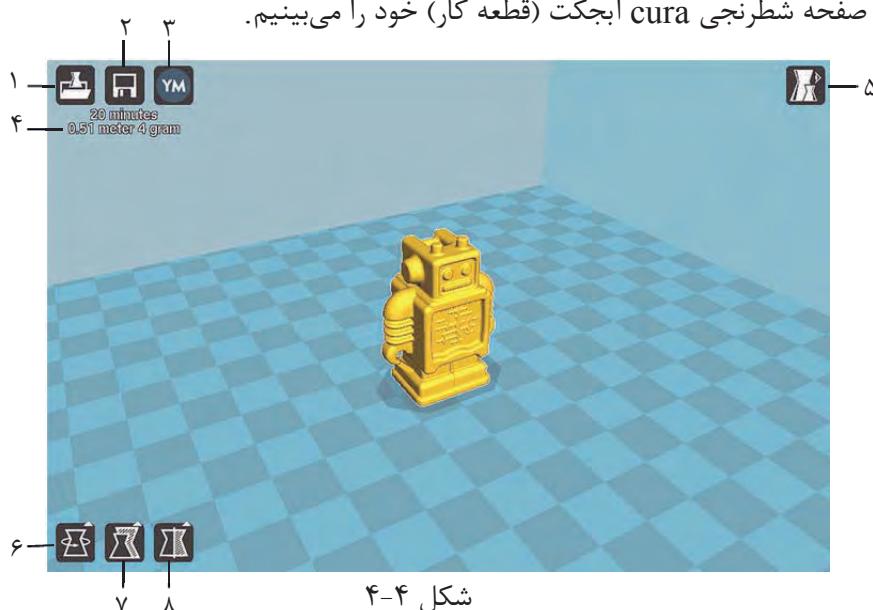


أصول کار همه نرمافزارهای برش دهنده بسیار مشابه می باشد.

نرمافزارهای برش دهنده فرضی مدل اهمیت خاصی در کیفیت پرینت خواهد داشت که نرمافزار Cura به عنوان نرمافزار استفاده شده در این کتاب توضیح داده خواهد شد.

آموزش کار با نرم افزار (Cura)

در ابتدا از مدلی که در نرم افزار سه بعدی طراحی کرده‌ایم خروجی با پسوند **.stl** و با **.obj** می‌گیریم، برای اینکه cura این فرمت را می‌خواند. زمانی که در برنامه cura یک طرح سه بعدی با فرمت **.stl** را باز می‌کنیم در صفحه شطرنجی cura آبجکت (قطعه کار) خود را می‌بینیم.



شکل ۴-۴

تحلیل و نمایش پروسه پرینت در حالات مختلف		۵	بارگذاری مدل سه بعدی طراحی شده با پسوندهای .stl/.obj/.dae/.amf		۱
چرخش مدل و یا برگرداندن به حالت اولیه		۶	ذخیره مدل به زبان ماشین (Gcode)		۲
تغییر اندازه مدل و یا برگرداندن به ابعاد اولیه		۷	اشتراک‌گذاری مدل		۳
قرینه‌سازی یا مدل آینه‌ای در راستای محورها		۸	زمان پرینت، طول و وزن فیلامنت	20 minutes 0.51 meter 4 gram	۴

نوار ابزارهای مهم Cura

علاوه بر زبانه‌های تصویری (۱ تا ۸) با کلیک راست کردن روی صفحه نمایش گزینه‌های صفحه بعد نمایان می‌شود.



- ۱- قرار دادن مدل در وسط صفحه ساخت
- ۲- پاک کردن مدل از صفحه ساخت
- ۳- ایجاد کپی از مدل
- ۴- جدا کردن مدل به اجزای تشکیل دهنده
- ۵- پاک کردن کلیه مدل
- ۶- بارگذاری همه مدل‌ها
- ۷- برگرداندن مدل (موضوع) پرینت به موقعیت اولیه
- ۸- بروزرسانی مدل (موضوع) پرینت به موقعیت اولیه

شکل ۵-۴

تنظیمات اصلی نرم افزار

تنظیمات اصلی نرم افزار برای انجام عملیات پرینت به قرار زیر می‌باشد.

Basic setting - ۱

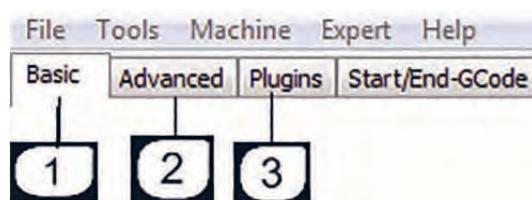
Quality (کیفیت پرینت)

: جهت تعیین ضخامت لایه‌های پرینت.

: ضخامت دیواره‌های خارجی مدل در راستای افق. حالت متعارف برای این گزینه برابر

است با ضرایب قطر نازل دستگاه. (در حالت نرمال باید حداقل دو برابر سایز نازل باشد).

: تو و پس کشیدن نازل. Enable retraction



شکل ۶-۴

Quality

Layer height (mm)	0.2
Shell thickness (mm)	1.0
Enable retraction	<input checked="" type="checkbox"/>

شکل ۷-۴

(پر کردن) Fill

: جهت تعیین نمودن ضخامت کف مدل و ضخامت بالای مدل که معمولاً ضرایبی از ضخامت لایه ها می باشد که در قسمت قبل اشاره گردید.

Fill

Bottom/Top thickness (mm)	0.6
Fill Density (%)	20

شکل ۸-۴

: جهت تعیین نمودن درصد تراکم شبکه های داخل مدل.

(سرعت و دما) Speed And Temperature

: جهت تعیین سرعت حرکت اکسترودر به کار می رود. سرعت حرکت اکسترودر تعیین کننده کیفیت چاپگر می باشد.

Speed and Temperature

Print speed (mm/s)	50
Printing temperature (C)	240
Bed temperature (C)	70

شکل ۹-۴

: جهت تنظیم دمای اکسترودر اصلی (اکسترودر سمت چپ) به کار می رود و قابل ذکر است که می بایست بر اساس نوع مواد مورد استفاده تنظیم گردد.

Bed Temperature: جهت تنظیم دمای صفحه ساخت به کار می رود و قابل ذکر است که می بایست بر اساس نوع مواد مورد استفاده تنظیم گردد. (مقدار صفر این گزینه را غیرفعال می نماید).

(نگه دارنده) Support

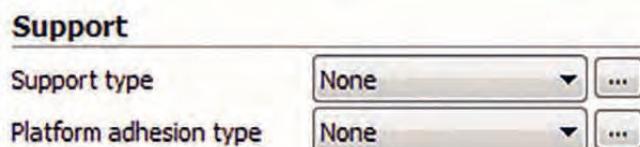
Support Type: جهت مدل هایی که نیازمند ساپورت گذاری می باشند، فعال نمودن این گزینه مهم می باشد. اصولاً قطعاتی که دارای زاویه ۴۵ درجه به بالا می باشند، ساپورت گذاری الزامی است. عدم

ساپورت گذاری باعث ریزش مواد از روی مدل در حال پرینت و در نتیجه خراب شدن پرینت می شود.

Platform Adhesion Type گزینه های متفاوتی جهت جلوگیری از بلند شدن لبه های قطعه در حال پرینت از صفحه ساخت در این گزینه موجود می باشد.

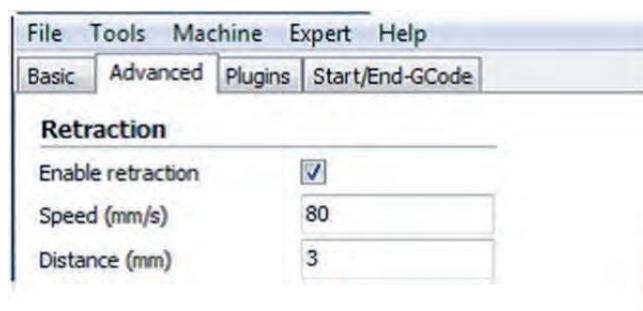
Filament: برای تنظیم ابعاد فیلمان و جریان ذوب به کار می رود.

Machin: برای تنظیم ابعاد نازل به کار می رود.



شکل ۱۰-۴

Advance Setting -۲



شکل ۱۱-۴

(تنظیمات تو و پس کشیدن) Retraction

Speed: جهت تعیین سرعت پس کشیدن مواد می باشد و سرعت مناسب باعث پرینت باکیفیت می شود که معمولاً سرعت ۸۰ میلی متر بر ثانیه مورد استفاده قرار می گیرد. انتخاب سرعت بالا ممکن است باعث افت کیفیت پرینت شود.

Distance: جهت تعیین اندازه پس کشیدن مواد به کار می رود. تعیین مقدار صفر به منزله خاموش نمودن عمل پس کشیدن می باشد. تعیین مقدار ۵ برای این گزینه باعث پرینت با کیفیت می شود.

Retraction	
Speed (mm/s)	40.0
Distance (mm)	4.5

شکل ۱۲-۴

(کیفیت) Quality

Quality	
Initial layer thickness (mm)	0.3
Initial layer line width (%)	100
Cut off object bottom (mm)	0.0
Dual extrusion overlap (mm)	0.15

شکل ۱۳-۴

جهت تعیین ضخامت پایین ترین لایه از بستر به کار می رود. Initial layer thickness

جهت تعیین ظرفیت اکسترودر در هنگام پرینت لایه اول به کار می رود. Initial layer line width

جهت فرو بردن مدل در صفحه کار می باشد. این گزینه در موقعی مورد استفاده قرار می گیرد که مدل دارای کف صاف نمی باشند و همچنین جهت بریدن قطعه و پرینت نمودن قسمتی از آن کاربرد دارد. Cut off object bottom

هم پوشانی نازل ثانویه بر روی نازل اصلی (در پرینت های دو نازله) Dual Extrusion overlap

(سرعت کار): Speed

Speed	
Travel speed (mm/s)	150
Bottom layer speed (mm/s)	20
Infill speed (mm/s)	0.0
Top/bottom speed (mm/s)	0.0
Outer shell speed (mm/s)	0.0
Inner shell speed (mm/s)	0.0

شکل ۱۴-۴

Travel speed: جهت تعیین سرعت حرکت نازل در حالتی که پرینت انجام نمی شود بکار می رود. معمولاً تعیین سرعت ۸۰ بهترین سرعت است و افزایش مقدار آن احتمال ایجاد خطا نیز دارد.

Bottom layer speed: جهت تعیین سرعت پرینت در هنگام پرینت لایه اول به کار می رود. مقدار ۲۰ برای این گزینه مقدار خوبی است و تعیین مقدار صفر به معنی انتخاب سرعت پرینت لایه اول همانند سرعت پرینت لایه های دیگر می باشد. کاهش سرعت باعث افزایش چسبندگی لایه اول به صفحه ساخت می شود.

Infill speed: جهت تعیین سرعت پرینت شبکه داخلی مدل می باشد. تعیین مقدار صفر به معنی انتخاب سرعت پرینت شبکه داخل همانند سرعت پرینت لایه های دیگر می باشد.

Top / bottom speed: تعیین سرعت لایه اول و لایه آخر Outer shell speed: جهت تعیین سرعت پرینت در هنگام پرینت دیواره های خارجی می باشد. تعیین مقدار صفر به معنی انتخاب سرعت پرینت دیواره های خارجی همانند سرعت پرینت لایه های دیگر می باشد. کاهش سرعت پرینت دیواره های خارجی باعث افزایش کیفیت دیواره های خارجی می شود.

Inner shell speed: جهت تعیین سرعت پرینت در هنگام پرینت دیواره های داخلی می باشد. تعیین مقدار صفر به معنی انتخاب سرعت پرینت دیواره های داخلی همانند سرعت پرینت لایه های دیگر می باشد. افزایش سرعت پرینت لایه های داخلی باعث کاهش زمان پرینت می شود.

COLL: خنک کردن مواد ریخته شده از نازل



تنظیمات اولیه لازم برای نمونه دلخواه را روی دستگاه پرینتر سه بعدی موجود در هنرستان انجام داده و در فرایند شبیه سازی صحت حرکات را کنترل نمایید.



مرحله اول

اگر تنظیمات دستگاه به درستی انجام شده باشد. باید دستگاه در اولین لایه شروع به سایه زدن کند.



مرحله دوم

لایه اول مربوط به (Base) قطعه کار پرینت می شود.



مرحله سوم

حجم مورد نظر قطعه کار در حال تکمیل شدن



مرحله چهارم

قطعه کار کامل شده و آماده جدا کردن از Bed می باشد.

کاریاچاپگر سه بعدی ۳D printer

فعالیت کارگاهی ۲



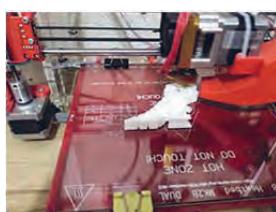
قطعه شماره ۲ را مطابق مراحل زیر پرینت سه بعدی گرفته و شرح عملیات هر مرحله را در مقابل شکل بنویسید.



مرحله اول



مرحله دوم

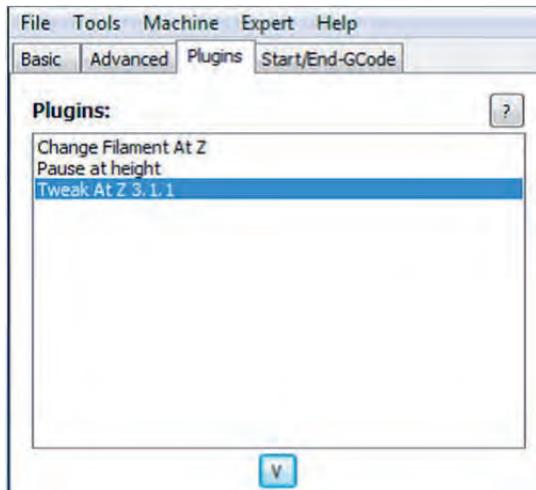


مرحله سوم



مرحله چهارم

Plugins-۳



شکل ۱۵-۴

Puling: چندین افزودگی در این نرمافزار جهت افزایش کنترل پارامترها در این نرمافزار تعییه شده است. با اعمال تنظیمات در این گزینه‌ها جهت پرینت مدل‌ها باارتفاعاتی مختلف می‌توانید دقت پرینت خود را افزایش دهید. جهت استفاده از هر یک از این افزونه‌ها می‌توانید بر روی آنها دبل کلیک نمایید. همچنانین جهت بستن این افزونه‌ها می‌توانید بر روی آیکون V کلیک نمایید.

فعالیت کارگاهی ۳



یک قطعه به انتخاب خودتان مدل‌سازی نموده و سپس با استفاده از پرینتر سه‌بعدی قطعه مورد نظر را بسازید.

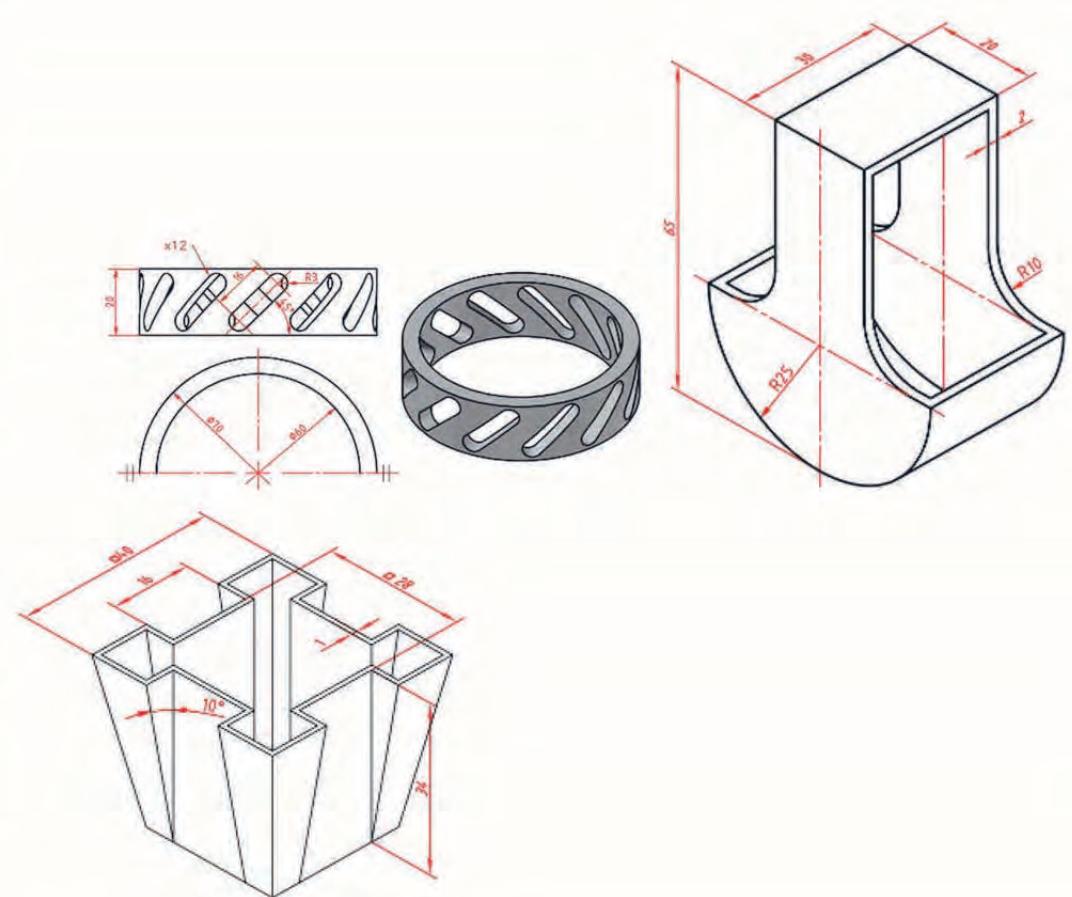
Expert setting

تنظیمات جزئی و دقیق‌تر که در زبانه‌های Basic و Advance توسط کاربر که نیاز به نمایش و تنظیم یکجا داشته باشد از گزینه Expert در زبانه Open Expert setting از نوار ابزار اصلی قابل دسترسی می‌باشد.

- ۱- Retraction: تنظیمات برگشت مواد به داخل نازل
- ۲- Skirt: محدوده پرینت را مشخص می‌کند (در هنگام شروع)
- ۳- Cool: تنظیمات دمنده و خنک کننده مذاب از خروجی نازل
- ۴- In fill: تنظیمات تراکم لایه‌های داخلی
- ۵- Support: تنظیمات نگهدارنده قطعه اصلی
- ۶- Black Magic: تنظیمات کیفیت گوشه‌ها در هنگام حرکت محور Z
- ۷- Brim: اجزای کمکی در ساخت صفحه اول برای جلوگیری از انقباض
- ۸- Raft: تنظیمات محدوده بستر محافظ قطعه کار



قطعات زیر را مدل سازی کرده و با استفاده از پرینتر سه بعدی تولید کنید.



شکل ۱۶-۴

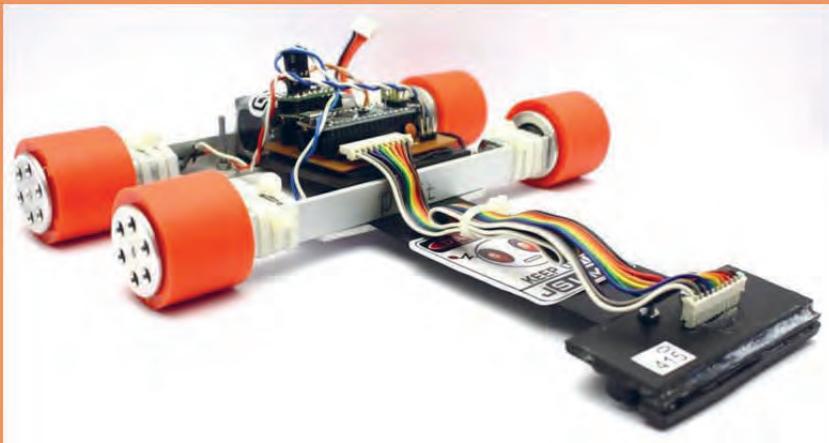


قطعه دلخواه (زینتی یا دکوری) را مدل سازی کرده با استفاده از پرینتر سه بعدی تولید کنید.

نمره	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نتایج	استاندارد عملکردی	تکالیف عملکردی (شاخص‌گذاری)
۳	ساخت قطعات پیچیده با استفاده از چاپگر سه‌بعدی	بالاتر از حد انتظار		
۲	ساخت قطعات ساده با استفاده از چاپگر سه‌بعدی	در حد انتظار (کسب شایستگی)	ساخت قطعات ساده با استفاده از چاپگر سه‌بعدی	تولید قطعات با استفاده از چاپگر سه‌بعدی
۱	عدم توانایی راه اندازی چاپگر سه‌بعدی و تولید قطعه با آن	پایین‌تر از انتظار (عدم احراز شایستگی)		
نمره مستمر از ۵				
	نمره شایستگی پودمان از ۳			
	نمره پودمان از ۲۰			

پودمان ۵

ساخت ربات مسیریاب



ربات ماشین هوشمندی است که می‌تواند در شرایط خاصی که در آن قرار می‌گیرد، کار تعریف شده‌ای 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 کلمه 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.

ربات^۱ (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 دو بعدی و سه بعدی 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 تعریف شده برای ربات و پیاده‌سازی آن،
- ۵- توانایی نوشتمن برنامه میکروکنترلر برای ربات مسیریاب با مسیرهای تعریف شده.

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 بردۀای 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 دوچندانی در حال پیشرفت است. یکی از مهمترین و کارآمدترین تجهیزات مکاترونیکی پیشرفتنه ربات‌هاست.

ربات دستگاهی است که می‌تواند به طور 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 وظایفش حرکات گوناگونی را انجام دهد. یک ربات معمولاً یک سیستم الکترومکانیکی است که با حرکت یا ظاهرش مفهومی از خود یا از اریاب (سفارش‌دهنده یا سازنده) خود را انتقال می‌دهد. ریشه کلمه ربات از واژه Robota 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.

پخش فیلم

نمایش چند نمونه ربات



آیا می‌دانید



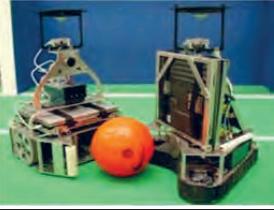
طراحان، تولیدکنندگان و اپراتورهای ربات‌ها به طور کلی باید از «قوانين رباتیک» آیزاک آسیموف پیروی کنند. آیزاک آسیموف، دکترای بیوشیمی و نویسنده آمریکایی روسی‌تبار گونه‌های علمی، علمی- تخیلی خیال‌پردازی و وحشت بود. قوانین آسیموف تصريح می‌کند که یک ربات هرگز نباید به یک انسان آسیب برساند یا او را بکشد. ربات 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.

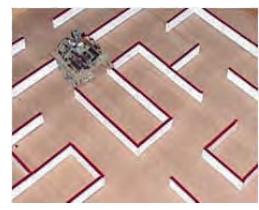
فعالیت



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

تصویر	کاربرد	نام

تصویر	کاربرد	نام


ساختار کلی ربات

علم رباتیک از سه شاخه اصلی زیر تشکیل شده است:



mekanik

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



elktronik

الکترونیک مدار ربات مسیریاب از بخش‌های زیر تشکیل شده است.



برنامه‌نویسی

برنامه یک ربات مسیریاب می‌تواند شامل چند بخش باشد که آنها را توضیح می‌دهیم.



الف. مکانیک ربات‌ها

هر رباتی برای موجودیت یافتن به بستری نیاز دارد که این بستر همان مکانیک است. مکانیک ربات شامل شاسی، نیروی محرکه، چرخ‌دنده، چرخ‌ها، بسته‌ها و... است. بدن (شاسی):

بدنه وظیفه نگهداری تمام اجزای ربات را به عهده دارد، طراحی و ساخت بدن بستگی به وزن و حجم اجزا دارند. بدن می‌تواند از جنس آلومینیم، چوب، طلق (پلکسی) و... باشد. در ربات‌های متحرک به بدن یا اسکلتی که وظیفه نگهداری و اتصال اجزای ربات را بر عهده دارند، اصطلاحاً شاسی گفته می‌شود. 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 این‌رو، 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 برش‌کاری، خم‌کاری، سوراخ‌کاری 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 سوراخ‌کاری در این مواد از جمله مزایای آن به شمار می‌رond.

برای اتصال بخش‌های مختلف شاسی و همچنین سوار کردن سایر اجزای ربات، استفاده از انواع چسب، پیچ، پرج 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....



فعالیت

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

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

توجه کنید

طراحی مکانیک ربات در نرم افزارهای solid works , catia, autocad,corel draw انجام می شود. در اینجا 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 سازو کار بر روی هم سوار شده و در محیط آخر از آنها نقشه مهندسی(عموماً برای نسخه چاپ) تهیه می شود.

نیروی محرکه ربات**پخش فیلم**

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

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

اما در ربات های کوچک و ریز ربات ها، عموماً وظیفه تولید نیروی محرکه مکانیکی بر عهده سلوونو بیدها 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 جایه جایی طولی کم، از سلوونو بیدها استفاده می شود. سلوونو بیدها 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 (بر حسب دور بر دقیقه) و دیگر قدرت دوران یا همان گشتاور نیرو (بر حسب نیوتون 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 گفته شده 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، استپ‌مоторها و سروروموتورها 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.

مقایسه انواع موتورها

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

نوع موتور	قدرت موتور	کلاس وزنی	توجه کنید
موتور DC گیربکس‌دار	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	!

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

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

چند نمونه موتور استفاده شده در ربات‌ها:

نام موتور	مزایا	تصویر
EMG۳۰	جریان در زمان قفل $0/25$ آمپر نسبت گیربکس آن $1/30$ است. انکودر به ازای هر دور 360 پالس ایجاد می‌کند.	
فال‌هابر با 120 RPM	در موتورهای فال‌هابر سیم پیچی فال‌هابر (و یا شانه عسلی) به کار رفته است. معمولاً در این موتورها از آهن‌ربای آلنیکو استفاده شده است که شار زیادی تولید می‌کند. نوع انکودر: نوری تعداد پالس در هر دور موتور 12 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 روبوکاپ جوانان مناسب است. تعداد دور نهایی آن 120 دور در دقیقه است.	
موتور AX12	Dynamixel AX ۱۲ 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 است. سرعت بی‌باری این موتور 59 دور در دقیقه است. دیگر مشخصه‌های این سروموتور به شرح ذیل می‌باشد. دقت: 29° میزان حرکت: صفر تا 300° یا به صورت Endless. سیگنال فرمان: packet دیجیتال. پروتکل: ارتباط سریال به صورت Half duplex Asynchronous Level Multi Drop.TTL لایه فیزیکی. کد شناسایی: ۲۴۵ کد از 0 تا 35 . دو سرعت ارتباط: bps 3743 الى 1 Mbps فیدبک: مکان، دما، بار، ولتاژ و رودی و مانند آن.	

فعالیت



ساخت گریپر (Gripper) و کنترل آن با سرو موتور

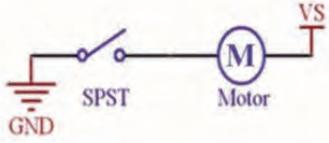
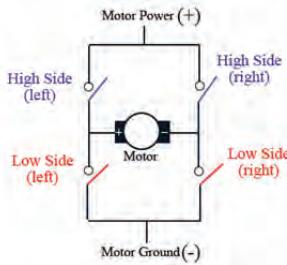
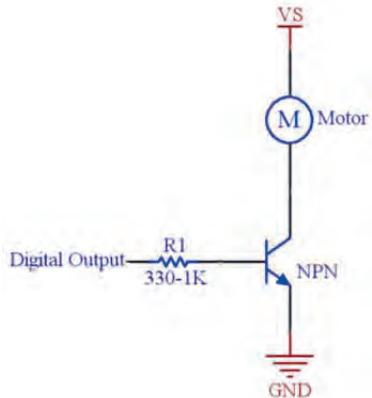
گریپر یا نگهدارنده شامل دو فک متحرک است که از آن در گرفتن و جابه‌جایی اجسام استفاده می‌شود.

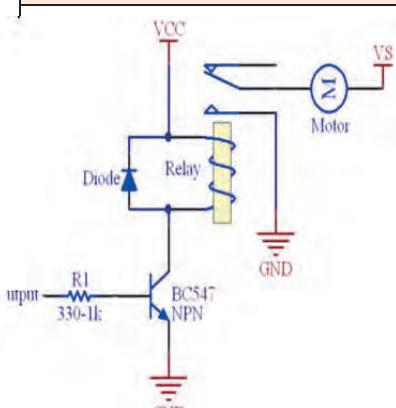
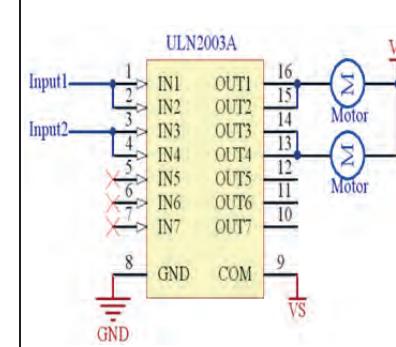
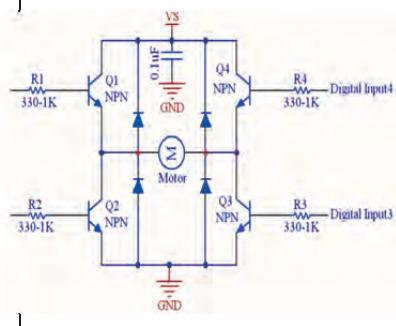


درایور موتور

مоторها 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 واسطه بین بخش 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
	منظور از درایورهای یک‌طرفه 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 می‌توانند فرمان STOP و (BACKWARD) یا (FORWARD) را به موتور بدهند.	یک‌طرفه
	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 (BridgeH) استفاده می‌شود. دلیل این نام‌گذاری شباهت مدار درایور به حرف H است.	دوطرفه
تصویر	تقسیم‌بندی	نوع درایور
	الف. درایور یک‌طرفه موتور DC با ترانزیستور ترانزیستور می‌توانند 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 می‌آید. نکته قابل توجه این است که بیشینه جریانی که ترانزیستور در این مدار می‌تواند عبور دهد، با حاصل ضرب جریان بیس در ضریب تقویت ترانزیستور برابر است.	درایور یک‌طرفه

تصویر	تقسیم‌بندی	نوع دراایور
	ب. دراایور یک‌طرفه موتور DC با رله	
	ج. دراایور یک‌طرفه موتور DC با بافر روش دیگر کنترل یک‌طرفه موتور DC. استفاده از بافرها است. 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 ULN2003A و L6203 و ULN2803 اشاره کرد. این دو آی‌سی به ترتیب ۸ و ۷ عدد بافر معکوس‌کننده دارد. این آی‌سی‌ها به ازای هر خروجی می‌توانند ۵۰ mA جریان ورودی را تحمل کنند. در صورت احتیاج به جریان بیشتر می‌توان خطوط را با یکدیگر موازی کرد.	
	الف. پل H با استفاده از ترانزیستور	دراایور دوطرفه

تصویر	تقسیم‌بندی	نوع دراایور
	ب. پل H با استفاده از رله	
	ج. آی‌سی‌های H پل	L293

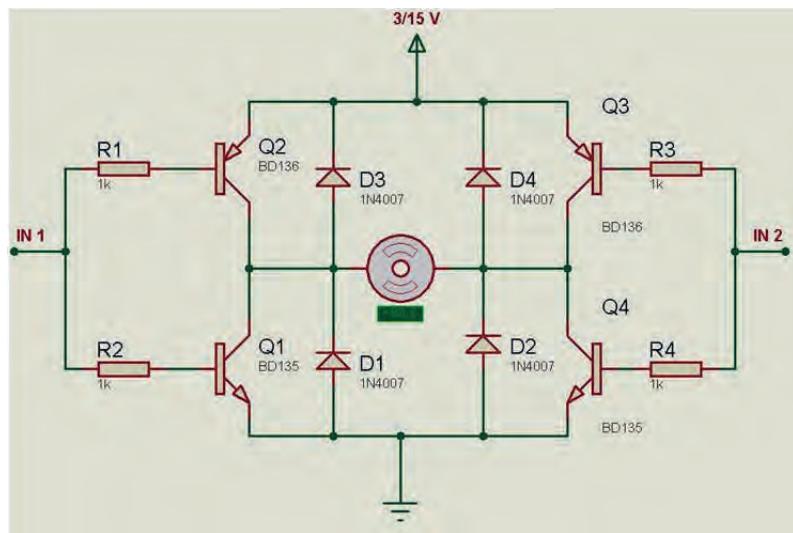
همان‌طور که می‌دانیم سرعت چرخش موتورهای DC با تغییر مقدار ولتاژ دو سر آنها کنترل می‌شود با تغییر پلاریتۀ ولتاژ دو سر موتور، جهت چرخش آن عوض می‌شود. جریان مورد نیاز برای رسیدن به قدرت نامی موتور نیز مسئله مهمی در استفاده از موتورهای DC است. همه این موارد را می‌توان توسط مدارات دراایور DC موتور DC که نمونه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

فعالیت

طراحی یک دراایور موتور DC (پل H)



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



نکته ۱



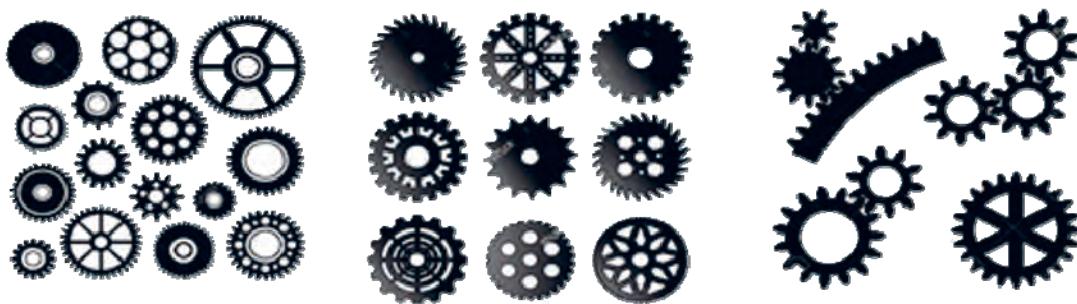
برای موتور از سوکت مناسب استفاده کنید.

نکته ۲



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؟

چرخ‌دنده: از این قطعه برای انتقال نیرو(کوپل مکانیکی)، **تغییر جهت گردش** و **تغییر نسبت سرعت و قدرت گردش** یک گردنه استفاده می‌شود. در لوازم مختلف مانند مخلوط کن 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 داده است.



جعبه‌دنده (Gear box)

پخش فیلم

جعبه‌دنده



در بسیاری از ربات‌ها، برای تأمین نیروی محرکه مورد نیاز ربات از موتورهای الکتریکی کوچک استفاده می‌شود. ولتاژ کار نامی این موتورها معمولاً بین ۳ تا ۱۸ ولت است. توان مکانیکی تولید شده برای به حرکت درآوردن ربات به صورت مستقیم کافی نیست، از سوی دیگر سرعت گردش این موتورها نسبتاً بالا (بین ۱۰۰۰ تا ۳۰۰۰ 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.

مجموعه‌این 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.

نکته



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.



پخش فیلم

ربات



أنواع چرخ ربات

همان‌طور 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.

أنواع 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، مازو... 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 تراش‌کاری 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 تاییر را محکم در بر گرفته و مانع از شکستن آن در موقعی می‌شود که بار و فشار زیادی بر ربات وارد می‌شود. با استفاده از پیج موجود بر بوش فلزی شما می‌توانید موتور و گیربکس‌هایی با شافت‌های مناسب را به راحتی به آن (تنها با پیچاندن پیج 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 پیج روی قطعه به راحتی می‌توان موتور را بر روی چرخ متصل کرد.	

تصویر	مزایا	چرخ
 	<p>همان گونه که در تصویر می‌بینید این چرخ می‌تواند در دو جهت به طور همزمان حرکت کند، یعنی شما می‌توانید با استفاده از سه چرخ خورشیدی رباتی بسازید که بدون نیاز به دور زدن در تمام چهات حرکت کند. این قابلیت باعث افزایش سرعت ربات می‌شود چون ربات شما دیگر لازم نیست که سر پیچ‌ها زمانی را برای دور زدن تلف کند و می‌تواند همزمان با حرکت به جلو دور هم بزند.</p> <p>از ویژگی‌ها و مزایای این چرخ می‌توان به این نکته اشاره کرد که چون چرخ‌های 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 روبات نیز می‌توان استفاده کرد. این چرخ بر سر پیچ‌ها به هیچ عنوان قفل نمی‌کند و جهت ربات شما را تغییر نمی‌دهد.</p>	خورشیدی
	<p>این چرخ به ربات شما قدرت حرکت در همه جهات را بدون نیاز به دور زدن می‌دهد یعنی ربات شما می‌تواند در حالی که به جلو حرکت می‌کند به سمت چپ یا راست نیز برود. این چرخ ساخت کشور آمریکا است.</p> <p>همچنین نسبت به مدل‌های دیگر از اصطکاک زیادتری برخوردار است. این چرخ در ربات‌های جونیور کاربرد فراوان دارد.</p>	امنی دایرکشنال ۴ سانتی‌متری:
	<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 ربات‌های لایبرنت مسیریاب ماز آتش‌نشان و مانند آن است، همچنین این چرخ دارای روکش لاستیکی با اصطکاک خوب است. از نظر زیبایی جلا و درخشش خاصی به ربات شما می‌دهد. می‌توان از سوراخ‌های موجود بر روی تایر به انکدر استفاده کرد، چون تایر آن قدر براق است که نور را بازتاب می‌کند.</p>	چرخ آلومینیومی با روکش لاستیکی:
	<p>انواع مختلفی از چرخ‌های هوایی‌ها را کمپانی‌های Dubro، ساخته می‌سازد. این چرخ‌ها به راحتی سوراخ‌کاری، چسب‌کاری و پیچ و مهره می‌شوند. نمونه‌های Dubro با وجود نرم بودن، استحکام قابل توجهی دارند و بر روی سطوح صاف</p>	چرخ‌های هوایی ریموت کنترل

تصویر	مزایا	چرخ
	چسبندگی مناسبی را ایجاد می‌کنند. نمونه‌های Dave Brown بسیار سبک است و بر روی سطوح ناهموار مانند فرش و آسفالت خیابان نیز اصطکاک قابل قبولی را ایجاد می‌کنند. این چرخ‌ها بسیار گران قیمت هستند و همراه با هواپیماهای ریموت کنترل فروخته می‌شوند.	
	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 اصطحکاک ربات با زمین جلوگیری کنید.	چرخ هرزگرد
	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 به سادگی در محل مورد نظر نصب می‌شوند. همان‌گونه که پیش بینی می‌شود این چرخ‌ها بسیار گران قیمت هستند، مگر انکه از تعمیرگاه‌ها تهیه شوند. ربات‌های بزرگ‌تر به چرخ‌های بزرگتری هم نیاز دارند. نمونه‌های مختلفی از چرخ‌های ماشین‌های چمن‌زنی، دوچرخه‌های کوچک و... وجود دارند که در ابزارفروشی‌ها فروخته می‌شوند.	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.	چرخ عقب، سادگی	نداشتن اصطکاک به علت داشتن ۲ چرخ	
زنجیر و چرخ زنجیر	این سیستم یک سیستم مناسب برای ربات‌های امدادگر است. فقط برای استفاده از این نوع سیستم حرکتی حتماً باید یک جسمی با اصطکاک بالا بر روی آن چسبانده شود.	سادگی، پوشش زیری کل ربات	استفاده از جسمی با اصطکاک بالا	
بولی 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 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 (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:



نکته

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



بحث و گفتگو



پژوهش کنید



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

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

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.

بحث و گفتگو



یک راننده و سیستم بینایی او، یک خودرو، پدال گاز و ترمز و نمایشگر سرعت آن را به عنوان 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.

ب) الکترونیک ربات

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 شبیه سازی ریزپردازنده‌ها، ایجاد شماتیک و طراحی PCB است. این نرمافزار از سری نرمافزارهای ازمایشگاه الکترونیک است که با داشتن محیط ساده، کارایی بالا، قدرت زیاد و پشتیبانی از میکروکنترلرهای طرفداران زیادی را به خود جذب نموده است.

به وسیله این نرمافزار می‌توان قطعات را چیده و نتیجه عملکرد آنها را در مدارهای مختلف مشاهده کرد. نرم افزار Altium Designer، یکی از برترین نرمافزارهای طراحی مدار چاپی است. هدف از ارائه نرمافزار پیاده‌سازی شماتیک و طراحی قطعات PCB و مدارهای الکترونیکی است، همچنین گفتگویی 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، LCD، باتری، میکروکنترلر، حسگر، نمایشگر LCD، بازار و

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

باتری یا پیل الکتریکی (ولتاویک) 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 emf یا 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 (پلاریته)، 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 میلی‌آمپرساعت(mah) نوشته می‌شود. به عنوان مثال اگر بر روی بدنه یک باتری 1200 mAh نوشته شده باشد این باتری قابلیت جریان‌دهی به یک مصرف‌کننده به میزان 1200 mA 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 کارامد 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 ب اندازه یک ۸ بیتی تمام می‌شود.

میکروکنترل 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.

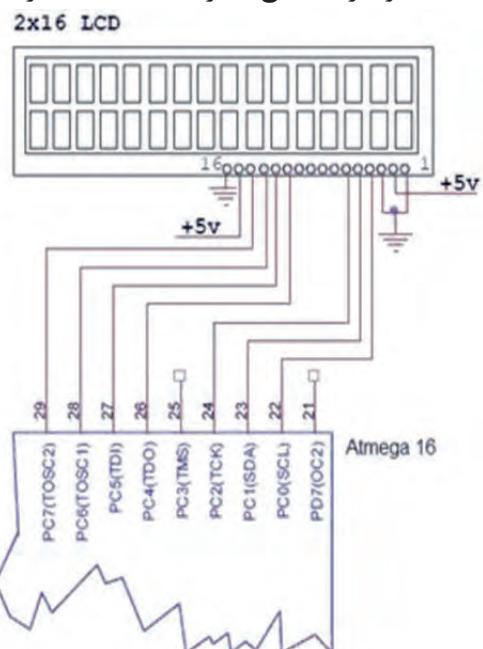
میکروکنترل AVR بر مبنای معماری RISC کاهش مجموعه دستورالعمل‌های کامپیوتر) پایه‌گذاری شده و مجموعه‌ای از دستورالعمل‌ها را که با ۳۲ ثبات کار می‌کنند ترکیب می‌کند. استفاده از حافظه از نوع Flash که AVRها به طور یکسان از آن بهره می‌برند، از جمله مزایای آنهاست.

یک میکروکنترل AVR می‌تواند با استفاده از یک منبع تغذیه $2/7$ تا $5/5$ ولتی از طریق شش پین ساده در عرض چند ثانیه برنامه‌ریزی شود یا Program شود. میکروکنترلرهای AVR هر جا که باشند با $1/8$ ولت تا $5/5$ ولت تغذیه می‌شوند، البته با انواع توان پایین(Low Power) که موجودند. راه حل‌هایی که AVR پیش پای شما می‌گذارند، برای یافتن نیازهای شما مناسب است:

با داشتن تنوعی باورنکردنی و اختیارات فراوان در کلایی محصولات AVR، آنها به عنوان محصولاتی شناخته شدند که همیشه در رقبات‌ها 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 میکرویی شود که شما در نظر گرفته‌اید، می‌توانید از همان کدها استفاده کنید و در عوض آن را در یک میکروی 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 LCD‌های 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 LCD‌های کاراکتری (Alphanumeric LCD) می‌گویند.



LCD‌های 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 LCD‌های کاراکتری 16×2 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 برای تغذیه + و - دارد. در LCD های ۲*۱۶ 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 تعییه شده است. در حالت معمولی باید این پایه مستقیماً به GND متصل شود. پایه های ۱۵ و ۱۶ نیز برای تغذیه نور پشت زمینه هستند. پایه ۱۵ به (Vcc ۵ ولت) و پایه ۱۶ به GND متصل می شود.

حسگرها

حسگر یک قطعه الکترونیکی است که کمیت های فیزیکی محیط اطراف را حس کرده، متناسب با آن ولتاژ یا جریان در خروجی می دهد.

اولین گام همیشه برای ساخت یک ربات (قبل از پیاده سازی مکانیک) انتخاب نوع و تعداد حسگر بر اساس طرح مسئله و وظیفه تعریف شده برای ربات است که متناسب با آن شاسی مکانیکی، موتورها و بقیه اجزای ربات طراحی می شوند. حسگرها معمولاً به صورت تکی یا مازول های آماده آرائه می شوند.

حسگر های فاصله سنج

فاصله سنج ها یک حسگر یا یک مازول، برای اندازه گیری فاصله هر جسم از جلوی حسگر است.

أنواع فاصله سنج:

فاصله سنج لیزری

۳

فاصله سنج صوتی (آلتراسوئیک)

۲

فاصله سنج مادون قرمز (IR)

۱

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

۱. حسگر حداقل نویز پذیری را داشته باشد.
۲. قیمت حسگر مناسب باشد.
۳. اندازه ای مناسب داشته باشد.
۴. خرابی آن کم باشد.

فاصله سنج مادون قرمز (IR)

این نوع فاصله سنج مانند هر نوع فاصله سنجی دیگری دارای دو بخش فرستنده و گیرنده است: عملکرد این نوع فاصله سنج به شکلی است که فرستنده امواج مادون قرمز را می فرستد و با توجه به مقدار نور برگشته فاصله را اندازه می گیرد.

محاسن: دقت بالا، زاویه دید کم.

معایب: نویز پذیری در برابر نور خورشید، مقدار اندازه گیری 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
	CNY70
	GP2S28

بررسی برای انتخاب حسگر:

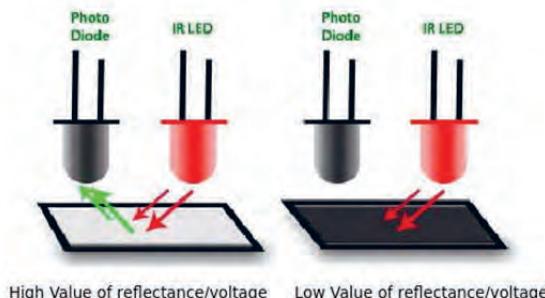
در ربات اولین نکته همیشه نویزپذیری کم است، پس بنابراین دو حسگر اولی از فهرست انتخاب ما پاک می‌گردند و در این میان چون حسگر GP2S28 دارای قیمتی فوق العاده بالایی است و نسبت به کیفیت خود قیمت مناسبی هم ندارد، از حسگر CNY70 استفاده می‌شود.

CNY70 مشخصات

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 انکوادر است. همچنین دارایی 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 سفیدرنگ 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 یمک منطقی در خروجی حسگر ایجاد نماید. از سوی دیگر میزان بازتابش سطح سیاهرنگ 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 حسگرهای 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:

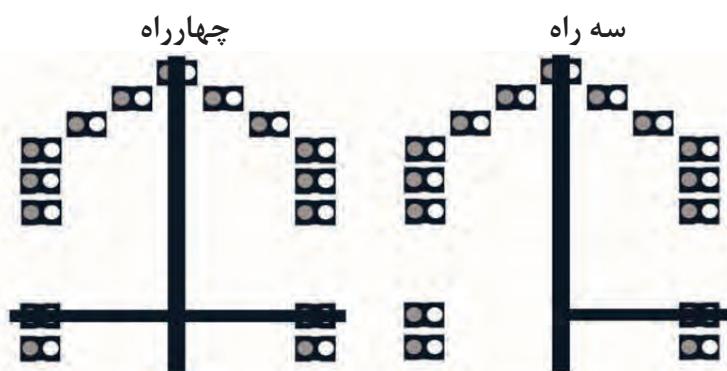
۱. خطهایی با انحنای کم؛
۲. خطهای 90° درجه؛
۳. خطهای 30° درجه؛
۴. خط چین‌ها 20 سانتی‌متر و 30 سانتی‌متر؛
۵. عبور از 3 راه و 4 راه.

جدول زیر را تکمیل کنید.

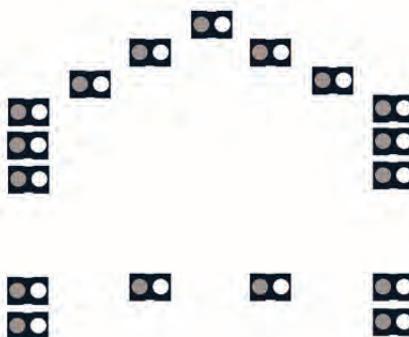
چیدمان	توضیحات	تصویر
خطی	در این نوع چیدمان از چندین حسگر در یک خط استفاده می‌شود که برای سرعت‌های بالا و مسیرهای ساده انتخاب می‌شود ولی در این مسابقات برای وجود زوایای 90° درجه و 30° درجه نمی‌توان از آن استفاده کرد.	
نیمه‌مربعی	این چیدمان، چیدمان بسیار خوبی است، اما به علت وجود زوایای 30° درجه نمی‌توان از آن استفاده کرد.	
هشتی (۸)	این چیدمان یکی از معروف‌ترین و پراستفاده‌ترین چیدمان هاست ولی باز هم نمی‌تواند از 30° درجه عبور کند.	
هلالی	این چیدمان هم تقریباً شبیه به همان هشتی است. پس باز نمی‌تواند از زاویه 30° درجه عبور کند.	
ریشی	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 90° درجه و 30° درجه را دارد و به راحتی از آن عبور می‌کند.	

عبور از سه راه و چهار راه:

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 درآمده است.



تشخیص فاصله با حسگر IR:

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

میزان فاصله	حسگر IR
۱۰ cm to ۸۰ cm	GP2D12
۴ cm to ۳۰ cm	GP2D120
۱۰ cm to ۸۰ cm	GP2Y0A21

یکی از بهترین مازول‌های فاصله‌سنج IR، **مازول‌های 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 GP2DX_X، رویکرد تازه‌ای معرفی شده که نه تنها محدوده شناسایی اشیا را نسبت به روش قبلی افزایش می‌دهد، بلکه در مورد حسگرهایی از جمله GP2DY₀A، GP2D120، GP2D12 و GP2Y0A21 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، شستشوی دقیق ظروف آزمایشگاهی، تعیین فشار خون بیمار، همگن کردن مواد مذاب، جوشکاری مواد غیر هم جنس، ریخته گری، تراش کاری، فرزکاری، سوراخ کاری و مانند آن دارد.

حسگرهای آلتراسونیک

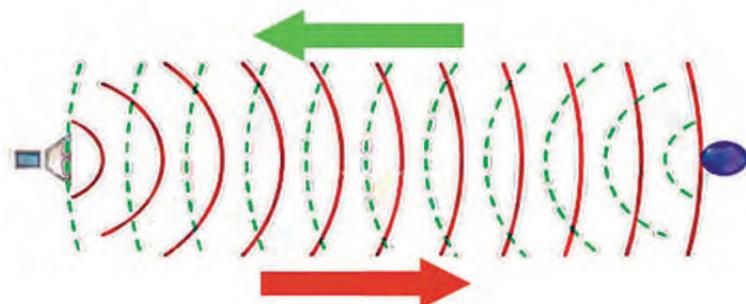
برای استفاده از امواج فراصوت از حسگرهایی استفاده می‌شود که بر اساس محدوده فرکانسی خود به دو دستهٔ صنعتی و غیر صنعتی تقسیم‌بندی می‌شوند. حسگرهای فراصوت غیر صنعتی در محدوده فرکانسی ۴۰ کیلوهرتز و حسگرهای صنعتی در حد مگاهرتز هستند. حسگرهای آلتراسونیک معمولاً دارای یک فرستنده و یک گیرنده آلتراسونیک هستند. 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 یک حسگر فرستندهٔ التراسونیک.

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 فرستندهٔ 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 اندازه گیری وسیع، نویزپذیری کم.

میزان فاصله	حسگر آلتراسونیک
۳cm to ۶۰cm	SRF°۸
۱cm to ۴۰cm	SRF°۵

به دلیل نویز پذیری فاصله سنج های مادون قرمز و اینکه دیوارهای دور تا دور از پلکسی بی رنگ است، باید از مازول های فاصله سنج آلتراسونیک استفاده کنیم. پروتکل ارتباطی مازول SRF با میکرو کنترلر I2C است و واحدهای خروجی این مازول سانتی متر و اینچ است که می توان آن را با استفاده از دستورهایی تغییر داد. یکی از کاربردهای مهم آلتراسونیک در ربات ها استفاده در دور زدن مانع است که به ۳ مازول آلتراسونیک نیاز داریم که مکان آنها به شرح زیر است:

محل نصب حسگر آلتراسونیک

.۱

کاربرد این فاصله سنج به ترتیب:

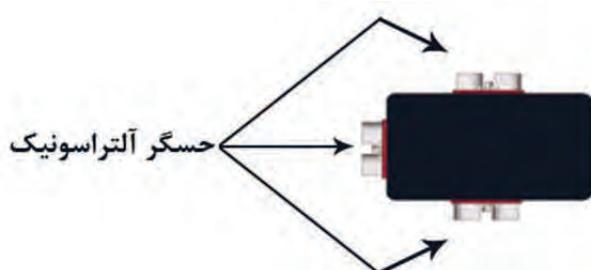
ب**الف**

تنظیم فاصله خود با مانع رو به روی خود
یکی از کارهای لازم بعد از
تشخیص مانع تنظیم فاصله
صحیح ربات با مانع که اغلب در
صورت انجام ندادن این کار
همراه با برخورد ربات با مانع و از
بین رفتن امتیاز مانع است.

تشخیص مانع در رو به روی خود
اولین کار برای عملیات دور زدن
مانع تشخیص موجودیت مانع در
رو به روی خود است تا بتواند کار
های دیگر را برای انجام این
عملیات انجام دهد.

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 به طور کل دو حالت دارد:

الف) قرارگیری مانع در میان یک خط مستقیم



ب) قرارگیری مانع در مرکز یک پیج ۹۰ درجه



حسگرهای شتابسنج

برای تشخیص سطح شیبدار استفاده از حسگرهای شتابسنج ضروری است.

شتاپسنج 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 به عنوان یک کمیت برداری اندازه‌گیری کنند؛ می‌توان از حسگرهای شتابسنج در تعیین موقعیت و آشکارسازی لرزش و ضربه استفاده کرد. شتابسنج‌های ریز ماشین کاری شده با روند رو به افزایشی در لوازم الکترونیکی قابل حمل و کنترلرهای بازی‌های کامپیوتری برای تعیین موقعیت و به عنوان ورودی بازی‌های کامپیوتری به کار می‌روند. یکی از معروفترین حسگرهای شتابسنج مورد استفاده در ربات، MPU6050 است که البته هم شتابسنج و هم ژیروسکوپ است.(ژیروسکوپ حسگر اندازه‌گیری زاویه است).

پخش فیلم



سر هم کردن قطعات الکترونیکی با استفاده از بازوی رباتیکی

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



نکته



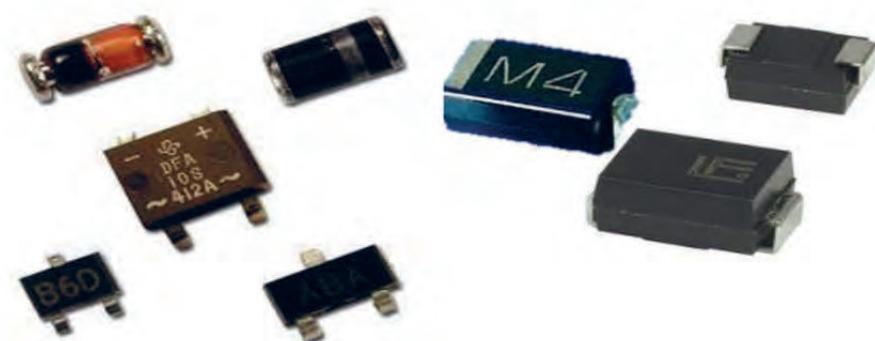
برای ساخت برد مدار چاپی با فناوری نصب سطحی(SMT) از قطعات ویژه این کار، یعنی قطعات نصب سطحی(SMD) استفاده می‌شود. در بسیاری از موارد تفاوت بین این دو حروف اختصار، به اشتباه نادیده گرفته می‌شود و این دو به جای یکدیگر به کار برده می‌شوند.



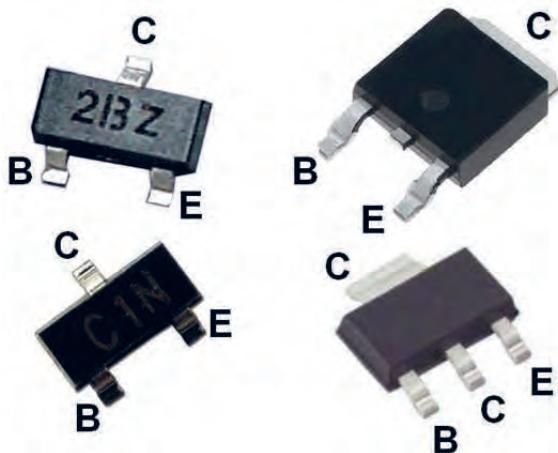
چند نمونه مقاومت نصب سطحی



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 Atmel Studio و Code vison هستند.

میکرو کنترلرهای ۸ و ۳۲ بیتی AVR دارای کاربران زیادی در سرتاسر جهان است، برای این میکرو کنترلرها کامپایلرها متعددی ارائه شده که کامپایلر و دیباگر AVR Studio یکی از معروف ترین و پرقدرت ترین آنهاست. کامپایلر و دیباگر AVR Studio از تمامی میکرو کنترلرهای 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 میکرو کنترلرهای خانواده avr و برخی از میکرو کنترلرهای خانواده ARM سری Cortex پشتیبانی می کند، این کامپایلر بهترین کامپایلر برای کار با میکرو کنترلرهای 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



یک نرم افزار تخصصی برای رشته های برق و کامپیوتر (گرایش سخت افزار) است. در واقع این نرم افزار یک کامپایلر برای زبان برنامه نویسی C است که برای برنامه نویسی میکرو کنترلرهای AVR از آن استفاده می شود. این برنامه محیط برنامه نویسی و کامپایل کردن برنامه نوشته شده برای برنامه ریزی میکرو کنترلر را برای شما فراهم می کند. آخرین نسخه این برنامه قدرت بسیار بیشتری پیدا کرده است و از طرفی مشکلات قبلی آن برطرف شده است. این برنامه در تمامی نسخه های ویندوز قابل نصب است.

بخش فیلم



ربات مسیریاب

نکته



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



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 عمدۀ 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.

پژوهش کید



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.

فعالیت کارگاهی

چیدمان حسگرهای IR



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

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

فعالیت کارگاهی



طراحی شاسی مکانیکی ربات

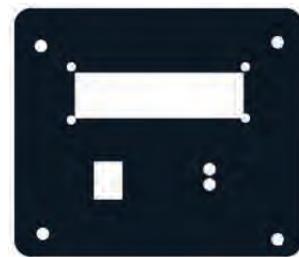
نکات مهم:

- 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 به عنوان شاسی استفاده می‌کنند، ولی در اینجا می‌خواهیم تا ربات علاوه بر مسیریابی بتواند یک ربات امدادگر (برای شرکت در مسابقات دانش آموزی امدادگر الف - RESQUE A)، حل و همچنین یک ربات قدرتی مناسب برای آزمایش مژوپول‌های مختلف باشد؛
- ۲- در این ربات از موتورهای ZGA۲۸ با قطر شافت ۴ mm استفاده شود؛
- ۳- یک LCD کاراکتری برای نمایش اطلاعات مختلف مژوپول‌ها 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 راه اندازی مژوپول‌های بلوتوث (HC05) و آلتراسونیک (SRF08) و همچنین یک گریپر برای جایه‌جا کردن مانع در نظر گرفته شده است؛ MM

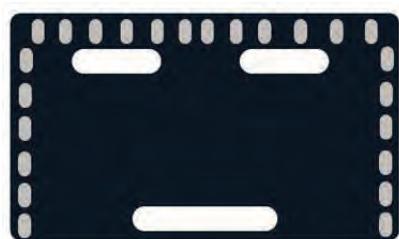
۶- چهار میکروسوئیج نیز در جلو و عقب ربات برای مسیرهای دیواره‌مانند حل ماز در نظر گرفته شده است.
با توجه به نکات فوق قطعات شاسی را به صورت زیر با استفاده از نرم‌افزار Solid Works طراحی کنید:



شاسی کف ربات



پوشش بالای ربات (محل نصب LCD، 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



ساخت ربات مسیریاب



چرخ آلومینیمی با پوشش پلاستیکی



میکروسوئیج برای تشخیص دیواره مسیر



بست L برای اتصال دیواره به شاسی کف و سقف



LCD کاراکتری برای نمایش اطلاعاتی مانند فاصله



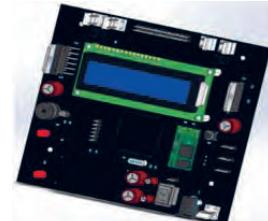
موتور DC گیربکس دار ZGA28



حسگر شارپ GP2D120



نبشی برای اتصال یاتاقان‌ها به شاسی کف ربات



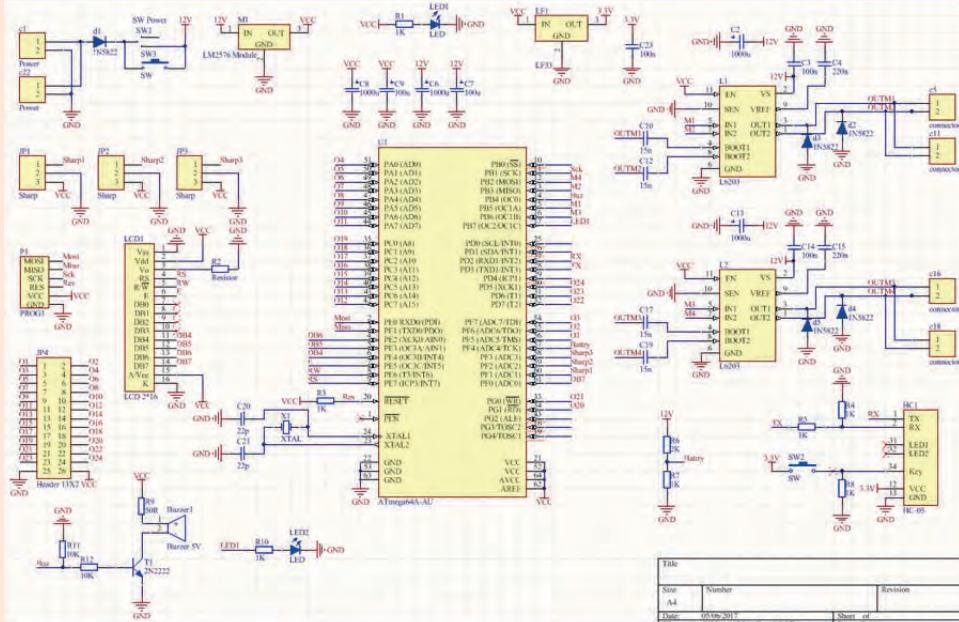
نمای کلی از برد اصلی ربات



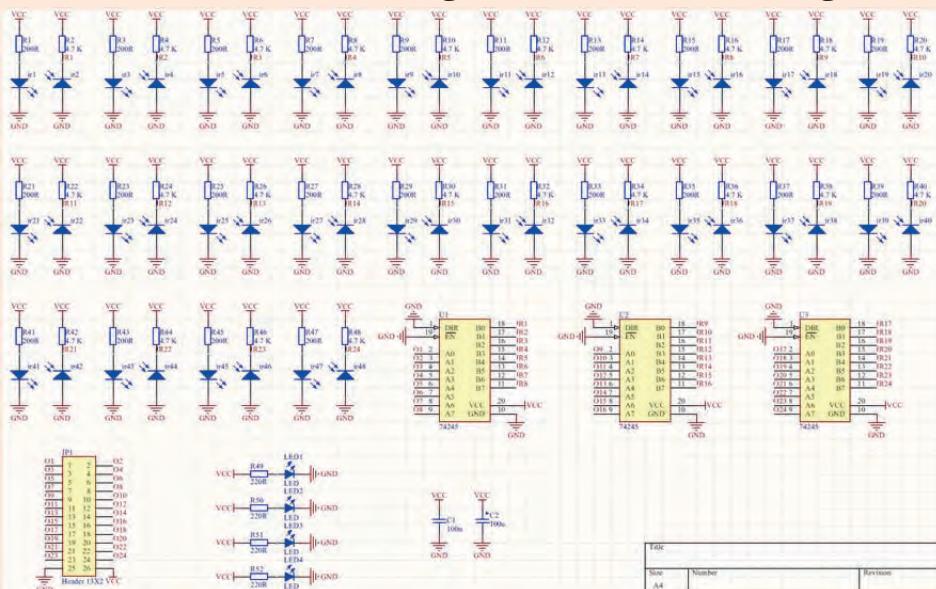
طراحی برد الکترونیک ربات

نمایی از برد مدار چاپی (PCB) حسگرها و برد اصلی ربات را با استفاده از نرم افزار Altium Designer

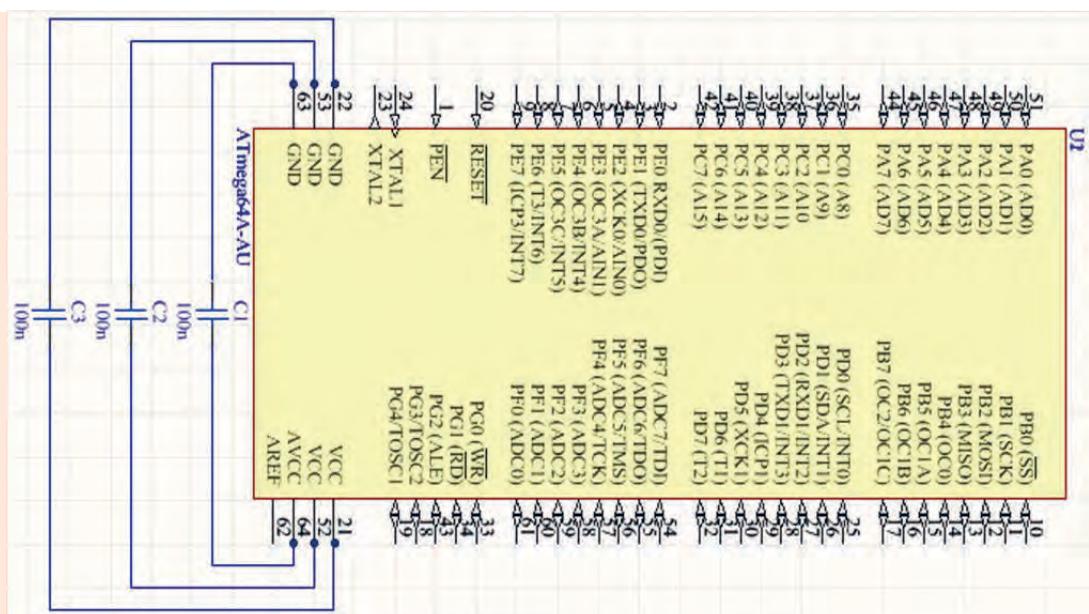
به صورت زیر رسم کنید.



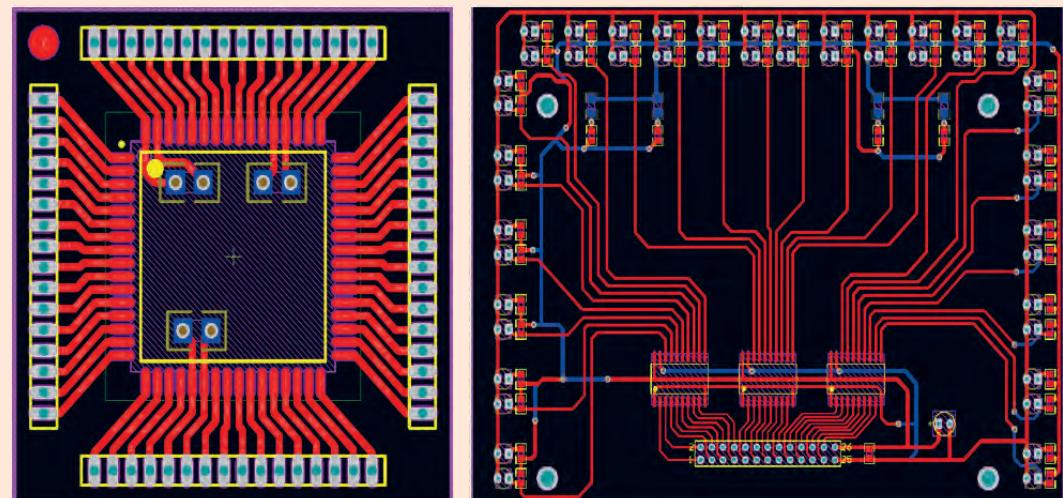
نمایی از برد اصلی شامل تغذیه مدار، کانکتورهای ارتباطی میکرو AVR، درایورهای موتور و مدار اعلان(بازر)

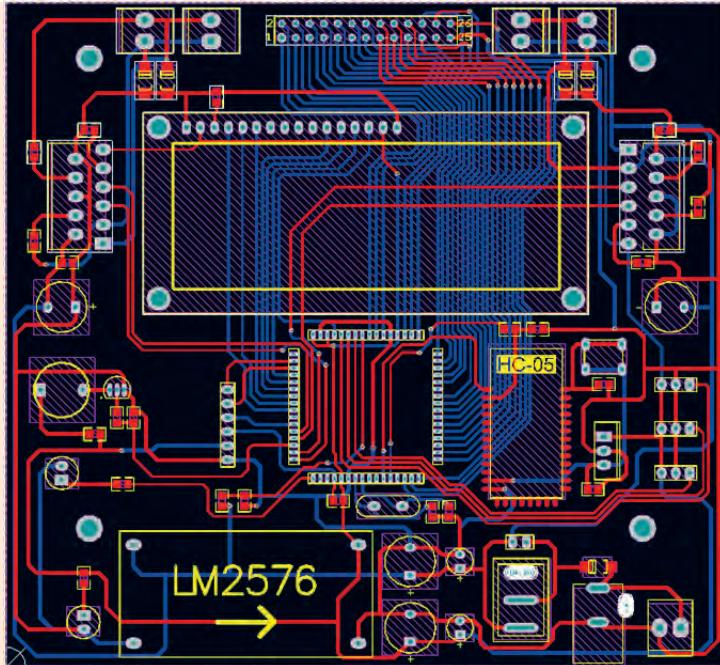


نمایی از برد حسگر شامل ۲۴ عدد حسگر IR دیودی ۳ میلیمتری و سه عدد بافر ۷۴۲۴۵ برای خروجی منطقی
حملهای مختلف حسگرها(برای سیاه و ۱ برای سفید)



میکروکنترلر مورد استفاده در ربات ATMega64





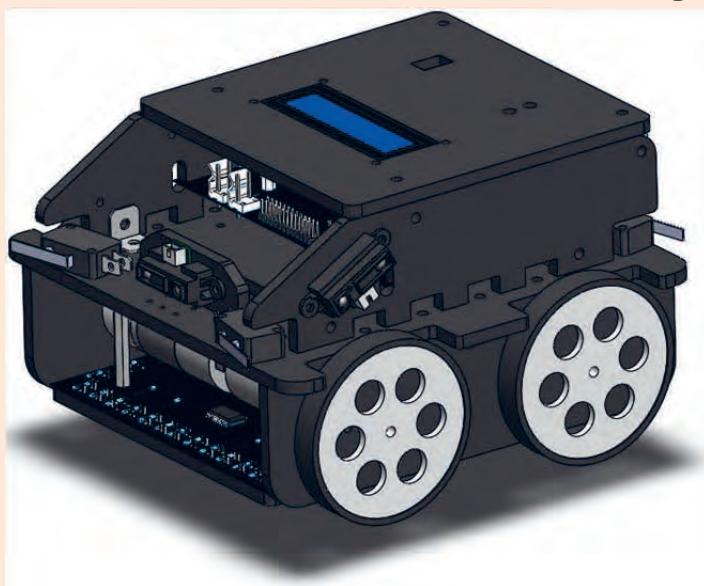
برد اصلی ربات مسیریاب PCB

فعالیت کارگاهی



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.



ارزشیابی شایستگی ربات مسیریاب

شرح کار: 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 لحیم کاری می‌شوند. پس از پروگرام کردن برنامه بر روی میکرو آن را بر روی برد اصلی قرار داده و با لحیم کاری برد سنسور، آنها را بر روی شاسی که آماده شده است بسته و آزمایش می‌کنیم.

استاندارد عملکرد: انتظار می‌رود که هنرجویان با تعریف ربات و انواع آن آشنایی پیدا کرده و با اصول طراحی و ساخت بردّهای الکترونیکی و مکانیزم ربات‌ها و همچنین برنامه‌نویسی آنها آشنا شوند و یک ربات مسیریاب طراحی و اجرا نمایند.

شاخص‌ها: طراحی مکانیک بر اساس نقشه، طراحی برد الکترونیک بر اساس نقشه، برنامه‌نویسی مناسب ربات

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:

شرایط: ۱- در کارگاه الکترونیک؛ ۲- نور یکنواخت با شدت 400~Lokus ؛ ۳- تهویه استاندارد و دمای $20^{\circ}\text{C} \pm 30^{\circ}\text{C}$ ؛ ۴- ابزارآلات و تجهیزات استاندارد و آماده به کار؛ ۵- وسایل ایمنی استاندارد رایانه؛ ۶- زمان ۳۶۰ دقیقه. **ابزار و تجهیزات:** رایانه و متعلقات آن، نرمافزار سالیدورکس، ابزار کار آزمایشگاه الکترونیک، قطعات الکترونیک، نرمافزار کدویژن و پروتئوس

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	طبقه شناسی	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 لحیم کاری قطعات برد سنسور و برد اصلی	۲		
۵	برنامه‌نویسی ربات	۱		
۶	تست و راهاندازی ربات	۳		
شاخص‌های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیستمحیطی 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.

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 به عنوان 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 زهراei

قزوین: گل دوست لیاولی، مهدی ناصرلویی

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

خوزستان: آرش قنواتی، بهزاد بهزادی مقدم، امین نقاش، محسن یونسی

البرز: حمیدرضا آقایاری کلور، مرتضی طهماسبی، مجتبی خسروی، امیر مهدیخانی

تهران: عبدالعلی رعنایی، بهزاد محسنی آهنگر، حسن خاجی، 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 ورزنه، علی نیکو صحبت، امیرحسین والی، ناصر مظہر قراملکی، مسعود محمدی

بهر آموزان محترم، بسیاریان عزیز و اولیای آنان می‌آواند نظرهای اصلاحی خود را درباره مطالعه این کتاب از طریق نامه
بنویسند تهران - صندوق پستی ۴۸۷۴ / ۱۵۸۷۵ - گروه درسی مربوط و یا پیام نگار tvoccd@roshd.ir ارسال نمایند.

وبگاه: www.tvoccd.oerp.ir

و منتشر نمایند

