

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيمِ

اللّٰهُمَّ صَلِّ عَلٰى مُحَمَّدٍ وَآلِ مُحَمَّدٍ وَعَجِّلْ فَرَجُهُ



## دانش فني تخصصي

رشته صنایع فلزی

گروه مکانیک

شاخه فني و حرفه اي

پايه دوازدهم دوره دوم متوسطه



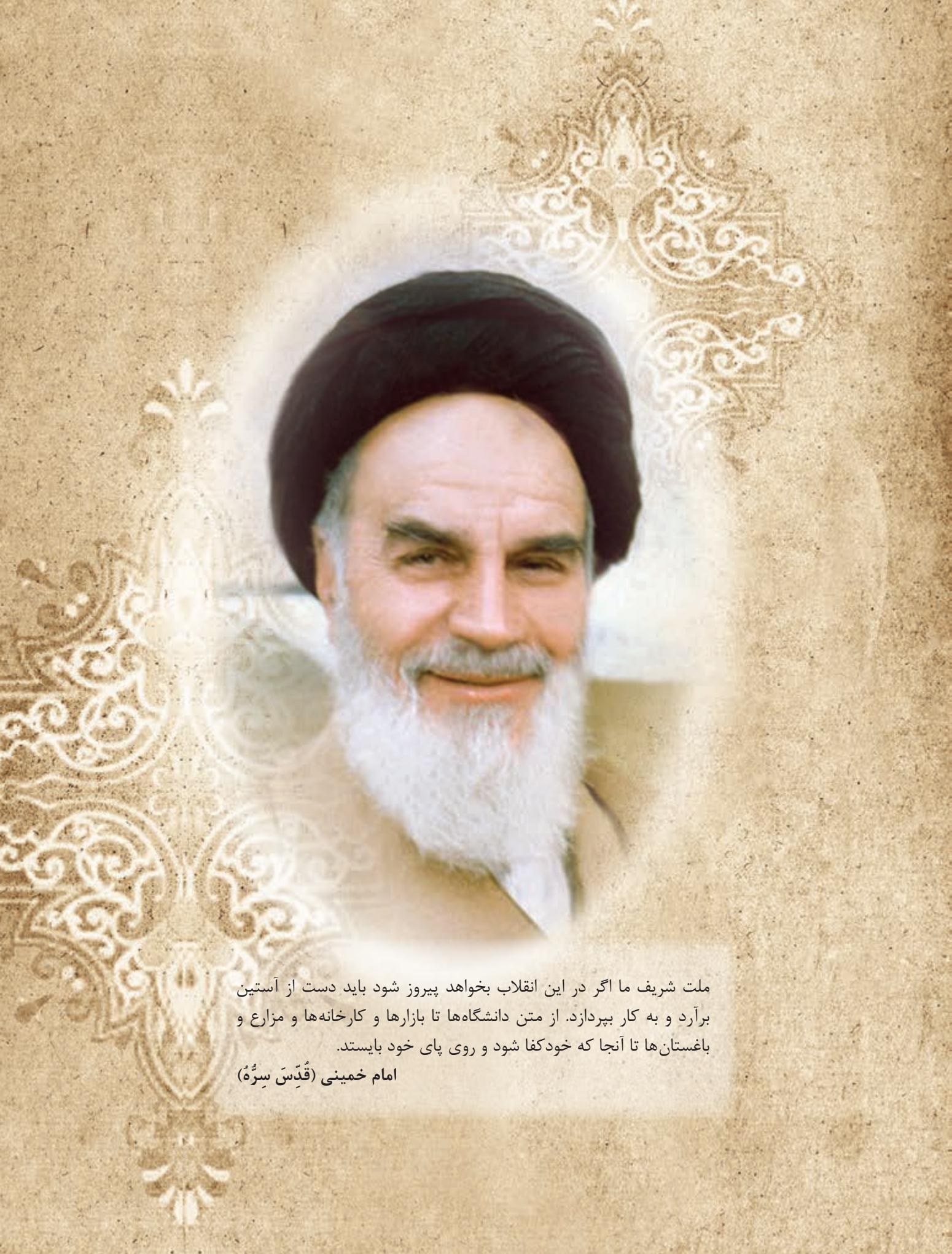


**وزارت آموزش و پرورش**  
**سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی**



دانش فنی تخصصی (رشته صنایع فلزی) - ۲۱۲۴۰۷	نام کتاب:
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی	پدیدآورنده:
دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کارданش	مدبیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف:
نصرالله بنی‌مصطفی عرب، بهرام زارعی، حمید تقی‌پور ارمکی، محسن آزموده، محمدرضا سلطان محمدی، حسن ضیغمی، محمدرضا شادی و علی رجایی (اعضای شورای برنامه‌ریزی)	شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف:
حمید تقی‌پور ارمکی، محمدرضا زارعی‌سنآبادی، محمدرضا سلطان محمدی، علی رجایی، مجتبی بدیع	مدیریت آماده‌سازی هنری:
صنایع و المیرا نورانوار (اعضای گروه تألیف). آیدا فویدل (ویراستار)	شناسه افزوده آماده‌سازی:
اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی	نشانی سازمان:
مجید ذاکری یونسی (مدیر هنری)-مرجان اندرودی (صفحه آرا)- صبا کاظمی (طرح جلد)- سید مرتضی	
میرمجدی (رسم فنی)	
تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)	
تلفن: ۰۹۱۱۶۱-۸۸۳۳۱۱۶۱، دورنگار: ۰۹۱۵۷۴۷۳۵۹، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹	
وب سایت: <a href="http://www.irtextbook.ir">www.irtextbook.ir</a> و <a href="http://www.chap.sch.ir">www.chap.sch.ir</a>	
شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران-کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج- خیابان ۶۱ (داروپخش)	ناشر:
تلفن: ۰۹۱۶۱-۴۴۹۸۵۱۶۰، دورنگار: ۰۹۱۵-۳۷۵۱۵	چاپخانه:
شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»	سال انتشار و نوبت چاپ:
چاپ پنجم ۱۴۰۱	

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هر گونه استفاده از کتاب و اجزای آن به صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس‌برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز از این سازمان ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.



ملت شریف ما اگر در این انقلاب بخواهد پیروز شود باید دست از آستین  
برآرد و به کار بپردازد. از متن دانشگاه‌ها تا بازارها و کارخانه‌ها و مزارع و  
باغستان‌ها تا آنجا که خودکفا شود و روی پای خود بایستد.  
**امام خمینی (قُدِسَ سِرُّهُ)**

## فهرست

۱	پودمان ۱: کسب اطلاعات فنی
۲۵	پودمان ۲: طراحی با نرم افزار
۱۰۱	پودمان ۳: انتخاب مواد مهندسی
۱۳۹	پودمان ۴: محاسبات در تولید
۱۷۳	پودمان ۵: فناوری در تولید

## سخنی با هنرآموزان گرامی

در راستای تحقق اهداف سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران و تغییرات سریع عصر فناوری و نیازهای متغیر جامعه بشری و دنیای کار و مشاغل، برنامه درسی رشته صنایع فلزی بازطراحی و بر اساس آن محتوای آموزشی نیز تألیف شد. این کتاب و درس از خوش دروس شایستگی های فنی است که برای سال دوازدهم تدوین و تألیف شده است. و مانند سایر دروس شایستگی و کارگاهی دارای ۵ پودمان می باشد. کتاب دانش فنی تخصصی مباحث نظری و تفکیک شده دروس کارگاهی و سایر شایستگی های رشته را تشکیل نمی دهد بلکه پیش نیازی برای شایستگی های لازم در سطوح بالاتر صلاحیت حرفه ای - تحصیلی است. هدف کلی کتاب دانش فنی تخصصی آماده سازی هنرجویان برای ورود به مقاطع تحصیلی بالاتر و تأمین نیازهای آنان در راستای محتوای دانش نظری است. یکی از پودمان های این کتاب با عنوان «کسب اطلاعات فنی» با هدف یادگیری مادام العمر و توسعه شایستگی های هنرجویان بعد از دنیای آموزش و ورود به بازار کار، سازماندهی محتوایی شده است. این امر با آموزش چگونگی استخراج اطلاعات فنی مورد نیاز از متون فنی غیر فارسی و جداول، راهنمای ماشین آلات و تجهیزات صنعتی، دستگاه های اداری، خانگی و تجاری و درک مطلب آنها در راستای توسعه شایستگی های حرفه ای محقق خواهد شد. تدریس کتاب در کلاس درس به صورت تعاملی و با محوریت هنرآموز و هنرجوی فعل صورت می گیرد.

به مانند سایر دروس هنرآموزان گرامی باید برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات برای هر هنرجو ثبت کنند. نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می باشد و نمره هر پودمان از دو بخش ارزشیابی پایانی و مستمر تشکیل می شود. این کتاب مانند سایر کتاب ها جزوی از بسته آموزشی تدارک دیده شده برای هنرجویان است. شما می توانید برای آشنایی بیشتر با اجزای بسته، روش های تدریس کتاب، شیوه ارزشیابی مبتنی بر شایستگی، مشکلات رایج در یادگیری محتوای کتاب، بودجه بندی زمانی، نکات آموزشی شایستگی های غیر فنی، آموزش ایمنی و بهداشت و دریافت راهنمای و پاسخ برخی از فعالیت های یادگیری و تمرین ها به کتاب راهنمای هنرآموز این درس مراجعه کنید. در هنگام ارزشیابی استاندارد عملکرد از ملزومات کسب شایستگی می باشد.

کتاب دانش فنی تخصصی شامل پودمان هایی به شرح زیر است:

**پودمان اول: کسب اطلاعات فنی (زبان فنی)**

**پودمان دوم: طراحی با نرم افزار**

**پودمان سوم: انتخاب مواد مهندسی**

**پودمان چهارم: محاسبات در تولید**

**پودمان پنجم: فناوری در تولید**

هنرآموزان گرامی در هنگام یادگیری و ارزشیابی، هنرجویان بایستی کتاب همراه هنرجو را با خود داشته باشند.

**دفتر تألیف کتاب های درسی فنی و حرفه ای و کاردانش**

## سخنی با هنرجویان عزیز

شرايط در حال تغيير دنياى کار در مشاغل گوناگون، توسعه فناوريها و تحقق توسعه پايدار، ما را بر آن داشت تا برنامه‌های درسي و محتواي کتاب‌های درسي را در ادامه تغييرات پايه‌های قبلی براساس نياز کشور و مطابق با رویکرد سند تحول بنیادين آموزش و پرورش و برنامه درسي ملي جمهوری اسلامی ايران در نظام جديد آموزشی بازطراحی و تأليف کنيم. مهم‌ترین تغيير در کتاب‌های درسي تغيير رویکرد آموزشی، آموزش و ارزشیابی مبتنی بر شايستگی است. شايستگی، توانايي انجام کار در محيط واقعی بر اساس استاندارد عملکردتعريف شده است. توانايي شامل دانش، مهارت و نگرش می‌شود. در رشته تحصيلي - حرفه‌ای شما، چهار دسته شايستگی در نظر گرفته شده است:

۱. شايستگی‌های فني برای جذب در بازار کار مانند جوشکار آرگون
۲. شايستگی‌های غير فني برای پيشروت و موقفيت در آينده مانند مسئولييت‌پذيري، مديرiyت منابع و زمان، به کارگيري فناوري
۳. شايستگی‌های فناوري اطلاعات و ارتباطات مانند کار با نرم‌افزارها و انواع شبие سازها
۴. شايستگی‌های مربوط به يادگيري مادام‌العمر مانند كسب اطلاعات از منابع ديگر

بر اين اساس دفتر تأليف کتاب‌های درسي فني و حرفه‌اي و کاردانش مبتنی بر اسناد بالادستی و با مشارکت متخصصان برنامه‌ريزی درسي فني و حرفه‌اي و خبرگان دنياى کار مجموعه اسناد برنامه درسي رشته‌های شاخه فني و حرفه‌اي را تدوين نموده‌اند که مرجع اصلی و راهنمای تأليف برای هر يك از کتاب‌های درسي در هر رشته است.

درس دانش فني تخصصي، از خوش دروس شايستگی‌های فني می‌باشد که ويژه رشته صنایع فلزی برای پايه ۱۲ تأليف شده است. كسب شايستگی‌های فني و غير فني اين کتاب برای موقفيت آينده شغلی و توسعه آن بر اساس جدول توسعه حرفه‌اي بسیار ضروري است. هنرجویان عزیز سعی کنید تمام شايستگی‌های آموزش داده شده در اين کتاب را كسب و در فرایند ارزشیابی به اثبات رسانيد.

این کتاب نيز شامل پنج پومند است. هنرجویان عزیز پس از طی فرایند ياددهی - يادگيري هر پومند می‌توانند شايستگی‌های مربوط به آن را كسب کنند. در پومند «كسب اطلاعات فني» هدف توسعه شايستگی‌های حرفه‌اي شما بعد از اتمام دوره تحصيلي در مقطع کنونی است تا بتوانيد با درک مطالب از منابع غير فارسي در راستاي يادگيري در تمام طول عمر گام برداريد. و در دنياى متغير و متتحول کار و فناوري اطلاعات خود را به روزرسانی کنيد. هنرآموز محترم شما مانند ساير دروس اين خوش برای هر پومند يك نمره در سامانه ثبت نمرات منظور می‌نماید. نمره قبولی در هر پومند حداقل ۱۲ می‌باشد. در صورت احراز نشدن شايستگی پس از ارزشیابي اول، فرصت جبران و ارزشیابي

مجدد تا آخر سال تحصیلی وجود دارد. در کارنامه شما این درس شامل ۵ پودمان درج شده که هر پودمان از دو بخش نمره مستمر و نمره شایستگی تشکیل می‌شود و چنانچه در یکی از پودمان‌ها نمره قبولی را کسب نکردید، لازم است در همان پودمان مورد ارزشیابی مجدد قرار گیرید. همچنین این درس دارای ضریب ۴ بوده و در معدل کل شما تأثیر می‌گذارد.

همچنین در کتاب همراه هنرجو واژگان پرکاربرد تخصصی در رشته تحصیلی - حرفه‌ای شما آورده شده است. کتاب همراه هنرجوی خود را هنگام یادگیری، آزمون و ارزشیابی حتماً همراه داشته باشید. در این درس نیز مانندسایر دروس اجزایی از بسته آموزشی در نظر گرفته شده است و شما می‌توانید با مراجعه به وبگاه رشته خود با نشانی [www.tvoccd.oerp.ir](http://www.tvoccd.oerp.ir) از عنوانین آنها مطلع شوید.

فعالیت‌های یادگیری در ارتباط با شایستگی‌های غیرفنی مانند مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای، حفاظت از محیط زیست و شایستگی‌های یادگیری مدام‌العمر و فناوری اطلاعات و ارتباطات همراه با شایستگی‌های فنی، طراحی و در کتاب درسی و بسته آموزشی ارائه شده است. شما هنرجویان عزیز کوشش نمایید این شایستگی‌ها را در کنار شایستگی‌های فنی آموزش ببینید، تجربه کنید و آنها را در انجام فعالیت‌های یادگیری به کار گیرید.

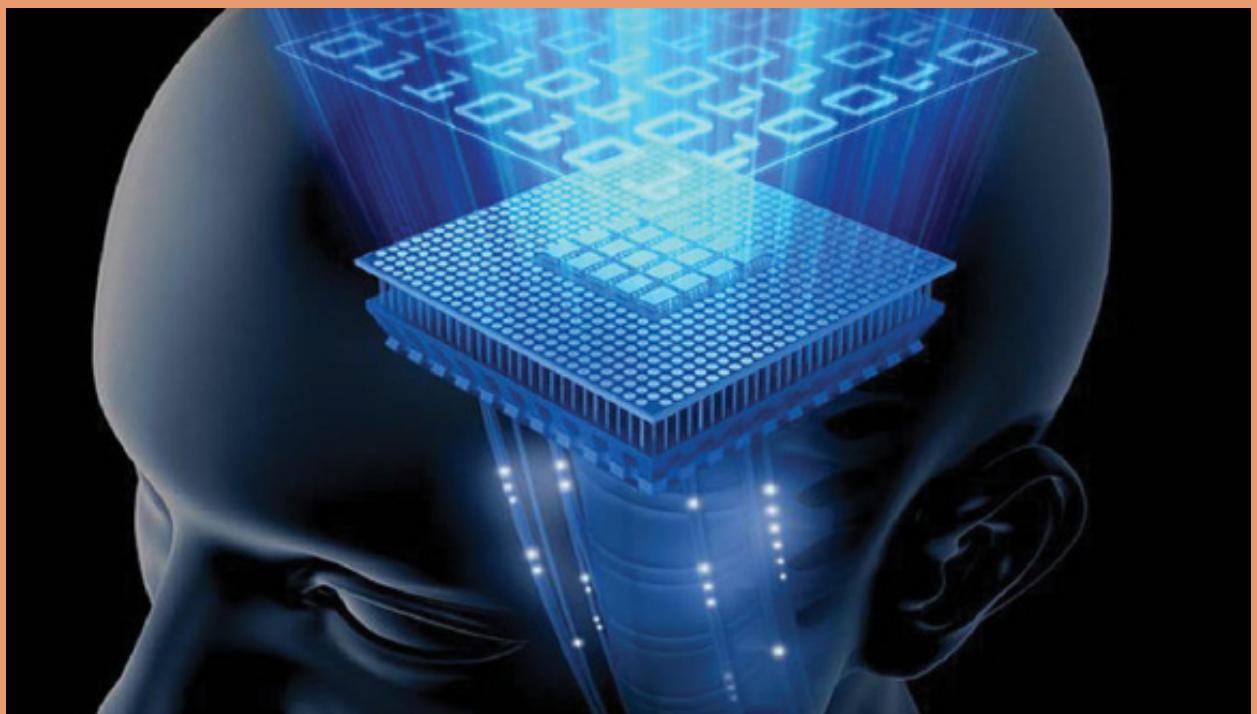
امیدواریم با تلاش و کوشش شما هنرجویان عزیز و هدایت هنرآموزان گرامی، گام‌های مؤثری در جهت سربلندی و استقلال کشور و پیشرفت اجتماعی و اقتصادی و تربیت مؤثر و شایسته جوانان برومند میهن اسلامی برداشته شود.

## دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کارداش



# پوڈمان ۱

## کسب اطلاعات فنی



# واحد یادگیری ۱

## کسب اطلاعات فنی

### مقدمه

هدف از تدوین این پومن، کسب اطلاعات فنی هنرجویان است، با توجه به اینکه اکثر کتاب‌های مرجع، راهنمایی‌ها نصب و تعمیر دستگاه‌ها، استانداردها و مقالات تخصصی به زبان اصلی است، در این راستا، آشنایی هنرجویان عزیز با واژه‌های زبان تخصصی ضروری به نظر می‌رسد. شایان ذکر است هدف حفظ واژه‌ها نیست، بلکه به کارگیری آن‌ها می‌باشد.

در بسیاری از صنایع از جمله نفت و گاز از استانداردهای بین‌المللی مانند استاندارد AWS استفاده می‌کنند که به زبان انگلیسی ارائه شده است، لذا ضروری است که هنرجویان رشته صنایع فلزی دانش لازم را برای استفاده از این استانداردها کسب کنند.

### آیا تا به حال پی بوده اید؟

- استانداردهای بین‌المللی به چه زبانی نوشته شده‌اند؟
- به چه موادی مواد مهندسی گفته می‌شود؟
- چه روش‌هایی برای اتصال فلزات وجود دارد؟
- کاربرد کتابچه‌ها و کاتالوگ‌های دستگاه‌ها چیست؟

این واحد یادگیری شامل درس؛ مواد مهندسی، انواع اتصال، تست جوش، جوشکاری قوسی با الکترود دستی، کتابچه جوشکاری و تعمیر ترک است. موضوعاتی برای این واحد یادگیری انتخاب شده است که بیشترین کاربرد را در رشته صنایع فلزی دارند. در هر درس به موضوع به خصوصی پرداخته شده است تا شما با واژه‌های فنی بیشتری آشنا شوید و همچنین اطلاعات فنی مورد نیاز را کسب کنید. در یک نگاه کلی ساختار هر درس به این شکل است:

- آشنایی با واژه‌های اصلی هر درس و پیدا کردن معانی آنها از فرهنگ لغت
- خواندن متن انگلیسی و آشنایی با محتوای ارائه شده
- تمرین درک مطلب که بر اساس متن و موضوع هر درس طراحی شده است
- اطلاعات فنی مرتبط با موضوع درس

## به طور کلی برای مطالعه به صورت زیر عمل کنید:

در قسمت A (Labeling) را انجام دهید تا با موضوع درس آشنا شوید، برای مثال در درس اول: کاربرد هر ماده مهندسی با تصویر آمده است و شما باید مشخص کنید هر ماده به کدام تصویر مربوط می شود. به نظر شما بدنه هواپیما از ماده مهندسی ساخته شده است؟ یا کدام ماده مهندسی است که قابلیت بازیافت ندارد و موجب آلودگی های زیست محیطی می شود؟

در قسمت B (Vocabulary) واژه های مربوط به هر درس در جدول اول داده شده است، و در جدول دوم معنای هر واژه آمده است، شما باید با کمک فرهنگ لغت معنای هر لغت را پیدا و یادداشت کنید. برای مثال معنی Metal می شود فلن.

در قسمت C (Reading Comprehension) تمرین هایی ارائه شده است که شما باید بر اساس متن به این تمرین ها پاسخ دهید. توجه داشته باشید، ابتدا متن را کامل مطالعه کنید و سپس تمرین ها را انجام دهید.

در قسمت D (Technical Information) اطلاعات فنی مربوط به رشته در قالب تمرین، ترجمه، و نکته فنی ارائه شده است. این چهار قسمت به شما کمک می کند تا تسلط نسبی و گاهی تسلط کامل به واژگان فنی هر موضوع پیدا کنید.

برای کسب اطلاعات فنی ضروری در رشته صنایع فلزی منابع متعددی نظیر اسناد و مدارک فنی و استانداردهای ملی و بین المللی به زبان های مختلف وجود دارد که هنرجویان می توانند در هر زمانی برسی نیاز به آنها مراجعه کنند و اطلاعات لازم در زمینه خرید محصول، حمل و نقل آن، نصب و راه اندازی محصول و نگهداری و تعمیر آن را استخراج کنند.

در این راستا پویمان حاضر با عنوان «کسب اطلاعات فنی» با هدف یادگیری مادام العمر و توسعه شایستگی های هنرجویان بعد از آموزش و ورود به بازار کار، سازماندهی محتوا شده است. این امر با آموزش چگونگی استخراج اطلاعات فنی مورد نیاز از متون فارسی و غیر فارسی، جداول، راهنمای ماشین های صنعتی، دستگاه های اداری، خانگی و تجاری و درک مطلب آنها محقق خواهد شد.

هنرجویان عزیز می توانند علاوه بر کتاب همراه هنرجو، واژه نامه های فنی را در فرایند یادگیری و ارزشیابی به همراه داشته باشید.

### اطلاعات فنی چیست؟

اطلاعاتی است مرتبط با روش های طراحی، تولید، بهره برداری، استفاده، نگهداری، مهندسی، تحقیق و توسعه که برای انجام اقدام درست در هنگام قرار گیری در موقعیت های از پیش تعیین شده به آنها مراجعه می کنیم.

### انواع منابع فنی

منابع اطلاعات فنی ممکن است در قالب های زیر باشد:

استاندارد، مقررات، آیین نامه، شیوه نامه و دستورالعمل

راهنمایها (Manual&Guide)

کتاب های مرجع

نرم افزار های معتبر

نقشه، جدول، پلاک مشخصات دستگاه

پرسش‌های متدالو، مقالات نشر یافته انجمن‌ها، نظر خبرگان، پایان‌نامه‌های دانشگاهی  
جست‌وجو در فضای مجازی  
و ...

### استاندارد

به مدرک یا منبع اطلاعاتی گفته می‌شود که حاصل مفاهیم علمی و تجارب مهندسی است و به منظور ارتقای بهره‌وری در یک موضوع توسط خبرگان آن موضوع تدوین شده است سپس توسط یک مرجع دارای صلاحیت انتشار یافته است.

هر استاندارد دارای ویژگی‌هایی است که در جدول زیر به برخی از آنها اشاره شده است.

عنوان	موضوع	مرجع انتشار	شماره استاندارد
	مواد مصرفی جوش A5	AWS (انجمن جوشکاری آمریکا)	AWS A5.1
	ساخت سازه‌ها D1	AWS (انجمن جوشکاری آمریکا)	AWS D1.1
	فولاد A	ASTM (انجمن آزمون و مواد آمریکا)	ASTM A 370
	فولاد	(استاندارد اروپا) EN	EN 10025

با جست‌وجو در فضای مجازی و منابع درسی جدول همانند جدول قبل برای استانداردهای زیر تنظیم کنید.

تمرین



عنوان	موضوع	مرجع انتشار	شماره استاندارد
			ASME SEC VII Div1
			AWS A5.18
			AWS A5.39
			API 1104
			EN 1090



با مراجعه به استاندارد ۲-EN10025 خواص مکانیکی فولاد S235JR را استخراج و جدول زیر را تکمیل کنید.

واحد	مقدار	خواص مکانیکی
		استحکام کششی Ultimate Tensile Strength
		استحکام تسلیم Yield Strength
		ازدیاد طول نقطه شکست Elongation
		انرژی ضربه و دمای آن Notch Impact Energy

### آیین نامه (Code)

آیین نامه همانند استاندارد است با این تفاوت که بایدها و نبایدهای مطرح شده در آن جنبه قانونی دارد. مثلاً در کد ASME VII ضمیمه R برای جوشکاری فولادهای ساده کربنی (PNo.1)

# Engineering Materials

Before you read:

## A. Labeling.

**Practice 1.** Look at the pictures. Use the following words to label the pictures: Metals, Instructures, Glass Aquarium, Plastic in Nature, Ceramic Cups, Wire and Insulators



a



b



c



d



e



f

Figure 1: Engineering Materials

## B. Vocabulary

**Practice 2.** Match the words (1-20) with their meanings. Put (1-20) in front of related meanings.

- |          |                   |               |               |                |                |              |          |
|----------|-------------------|---------------|---------------|----------------|----------------|--------------|----------|
| 1. Alloy | 2. Bolt           | 3. Brittle    | 4. Casting    | 5. iron        | 6. Composition | 7. Conductor | 8. Crane |
| 9. Hook  | 10. Ferrous metal | 11. cast iron | 12. Grain     | 13. Property   | 14. Release    | 15. Scratch  |          |
| 16. Tool | 17. Steel         | 18. Tough     | 19. Toughness | 20. Elasticity |                |              |          |

15	خش		خاصیت		چدن		فولاد		دانه(ساختار فلز)
	ابزار		ترکیب		پیچ		ریختگی		کشسانی
	چفرمه		رسانا		ترد		آهن		.....
	چقرمگی		.....		رهاکردن		آلیاژ		فلزات آهنی

## Reading



An eraser is made of rubber. Rubber is an engineering material. If you bend it between your fingers it changes shape. When you release it, it regains its original shape .Rubber is very elastic. Elasticity is a property of some engineering materials.

If you hit a piece of glass it breaks .Glass is very brittle. Brittleness is a property of glass. You cannot scratch glass easily .However, if you scratch an aluminum dish with a nail it leaves a mark. Glass is a hard material but aluminum is soft.

Electrical wires are covered with plastic .Plastic is a Poor conductor of electricity .If you touch plastic you don't receive an electric shock. Wires can be made of copper since copper is a good conductor of electricity.

Nails are made of a tough material .If you hit one with a hammer it doesn't break. Toughness is a Property of Metals.

An alloy is a metal that is made by mixing two or more types of metal together. For example Bronze is an alloy of copper and tin.All metals may be classified as «ferrous» and «nonferrous». A ferrous metal is any metal that has iron as its main element. Cast iron and steel are examples of ferrous metal. Nonferrous metals include a great many metals that are mainly for alloying elements. Tin, zinc, silver, and gold are nonferrous metals. Remember that ferrous metal attract a magnet, but nonferrous metal do not.

Chemical composition refers to the elements, and the exact percentage of each element, in the metal .It is often referred to as chemical analysis. The chemical composition and the grain structure of a metal determine the properties that can be developed in the metal.

### C. Reading Comprehension



#### Practice 3. Answer the questions.

- |   |     |    |
|---|-----|----|
| 1 What is the passage mainly about?       |     |    |
| 2 Are the wires covered with plastic?     | Yes | No |
| 3 Are the nails made of a tough material? | Yes | No |

#### Practice 4. Are these statements True (T) or False (F)?

- |   |   |   |
|---|---|---|
| 1 An elastic material breaks easily.                      | T | F |
| 2 Copper is a good conductor of electricity.              | T | F |
| 3 When you hit a tough material with a hammer, it breaks. | T | F |
| 4 Ferrous metals attract a magnet                         | T | F |
| 5 Bronze is a pure metal.                                 | T | F |

### Practice 5. Complete the sentences using a word from the box.

Regain, Property, Brittleness, Conductor, Alloy

- 1 Toughness is a .....of some engineering material.
- 2 .....is a property of glass.
- 3 Copper is a .....of electricity.
- 4 Metal may be in the form of pure metal or an .....

### Practice 6. Complete the sentences based on information given in Table 1.

Table 1

	HEAVY	TOUGH	HARD	A GOOD CONDUCTOR
	Copper	Copper	Glass	Copper
	Cast iron	Aluminum	Cast iron	Aluminum
	Aluminum	Cast iron	Aluminum	Glass
	Rubber	Glass	Rubber	Rubber
	LIGHT	WEAK	SOFT	A POOR CONDUCTOR

**Example:** Copper is a tough material. It is ..... than rubber.

Copper is a tough material. It is **tougher** than rubber.

- 1 Aluminum is a light Material. It is.....than glass.
- 2 Copper is a good.....of electricity .It is a better conductor than aluminum.
- 3 Cast iron is a ..... material .It is heavier than aluminum.
- 4 Rubber is a bad conductor of electricity. It is Less.....than cast iron.
- 5 Rubber is lighter than .....

### Practice 7. Read the below sentences and find where it's been mentioned in holy Quran

And we also sent down iron in which there lies great force and which has many users for mankind

#### D. Technical Information: Translate the following Paragraph in to Persian.

##### What is Spark Test?

High carbon steel is hard. It can be recognized in the spark test by a shower of sparks produced by the high carbon content .It is used for engineering tools such as chisel and drills. Spark testing is a method of determining the general classification of ferrous materials. It normally is done by applying a piece of metal to a grinding wheel in order to observe the sparks.

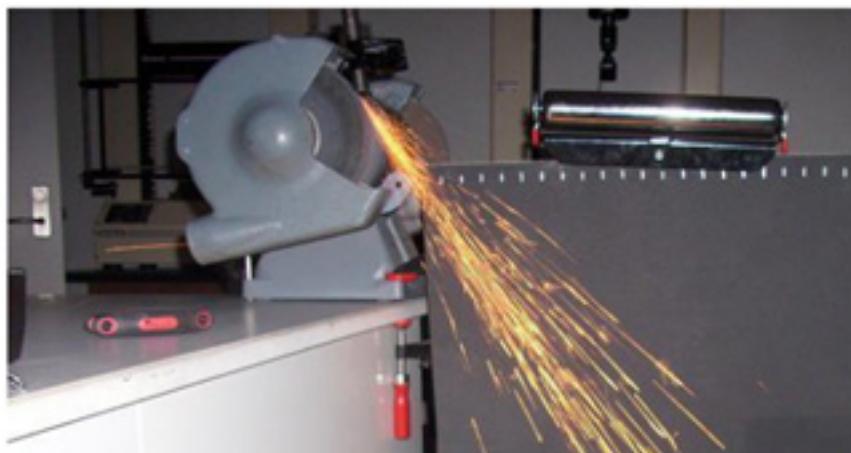


Figure 2: Spark test of a high carbon steel

##### Practice 8. Complete the sentences using a word from the box.

70kph= Seventy kilometers per hour

50 psi = Fifty pounds per square inch

1mm= One millimeter

9m= Nine meters

17cm= Seventeen centimeters

0.1g= Zero point One gram

5" = Five inches

1 ----- = Two point five gram.

2 ----- = Twenty pounds Per square inch.

3 ----- = Fifty centimeters.

4 ----- =Ten inches.

## Methods of Joining

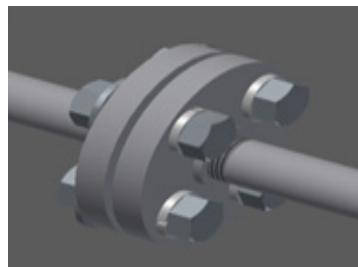
Before you read:

### A. Labeling.

**Practice 1.** Look at the pictures. Use the following words to label the pictures:  
**Brazing, Riveting, Soldering, Welding, Bolt & nut connection, Seam connection**



a



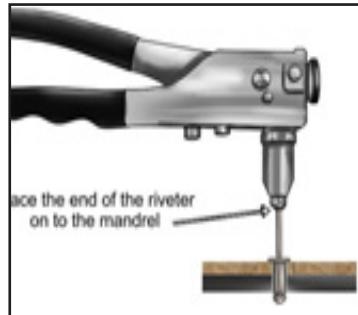
b



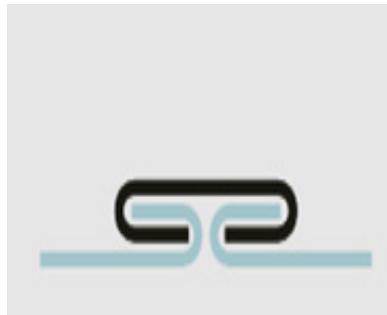
c



d



e



f

Figure 3: Methods of Joining

**Practice2.** Classify the above joining methods according to the following statements:

**Thermal Methods:** 1 ----- 2 ----- 3 -----

**Non thermal Methods:** 1 ----- 2 ----- 3 -----

### B.Vocabulary

**Practice 3.** Match the words (1~18) with their meanings.

Put 1~18 in front of word.

- |               |              |                |                    |          |          |          |
|---------------|--------------|----------------|--------------------|----------|----------|----------|
| 1.adjustment  | 2.assembly   | 3.brazing      | 4.circuit          | 5.common | 6.copper | 7.fusion |
| 8.maintenance | 9.nut        | 10.permanent   | 11.riveting        | 12.rod   | 13.zinc  | 14.join  |
| 15.shielded   | 16.soldering | 17.temperature | 18.Seam Connection |          |          |          |

5	مشترک	میله	لحیم کاری نرم	مس
	نگهداری	فرنگی پیچ	اتصال دادن	روی
	مهره	لحیم کاری سخت	دما	مدار
	دایم	محافظت شده	امتزاج - نفوذ	---
	تنظیم	مونتاژ	پرج کاری	---

## Reading

Welding is the most common way to join metals together. A good welded part will be a permanent and strong product. The main purpose of the welding process is to create a joint that is strong and stand for a long time. There are different welding methods as follow:

- SMAW (Shielded Metal Arc Welding)
- GMAW (Gas Metal Arc Welding)
- GTAW (Gas Tungsten Arc Welding)
- Oxy Acetylene

Brazing is a process that uses a heated brazing rod, to join materials like steel and copper. The rod is an alloy of copper and zinc. The rod acts as a filler to join the metals together.

It is usually heated to a high temperature, often between 870 and 880 degrees Fahrenheit.

Soldering is nearly the same as brazing, but the heating temperature is below 800 degrees.

It is mainly used to make electrical connections, such as in electronics and circuit boards.

In mechanical joining, bolts, screws, nuts, and rivets are used to attach parts. Rivets are permanent fasteners, but bolts and nuts can easily be removed. Rivets may give us a permanent and strong part as a weld. (Figure4)

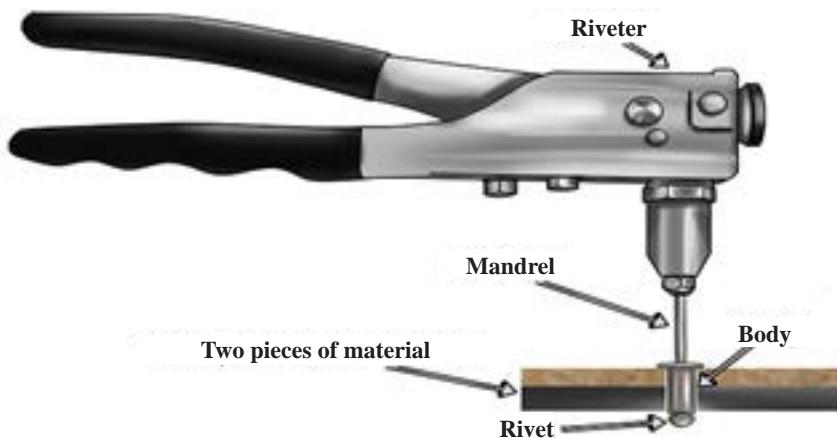


Figure4: Riveting

### C. Reading Comprehension

#### Practice 4. Are these statements True (T) or False (F)?

- 1 Soldering is the most common way to join metals together. ( ) true ( ) false
- 2 Welding makes a type of permanent joint. ( ) true ( ) false
- 3 Steel and copper are best joined by soldering. ( ) true ( ) false
- 4 The riveting is a mechanical method of joining ( ) true ( ) false

#### Practice 5. Complete the sentences below. Use the words from the box.

brazing , assemble, adjustment , permanent ,fuse

- 1 This factory will ----- Opel engine parts.
- 2 This clock doesn't work properly, it needs -----
- 3 A ----- magnet works for all the time.
- 4 ----- is a process that uses a heated rod, to join materials like steel and copper.
- 5 The electricity is off. Please check the -----

#### D. Technical information: Translate the following Paragraph into Persian

The difference between a welded part and a fabrication is that a welded part is an assembly whose parts are all welded together, but a fabrication is an assembly whose parts may be joined by a combination of methods including welds, bolts, screws, and so on.

#### Practic 6: Study the statements of the box.

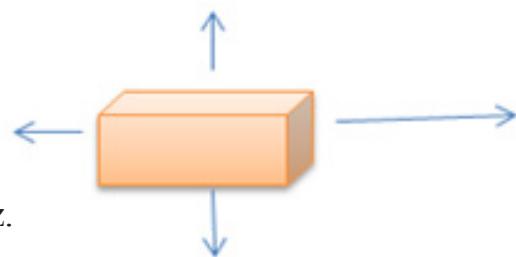
1Hz = 1 hertz

K = Kilo=1000

M = Mega=1000,000

kHz = Kilo hertz

MHz= Mega hertz



Fill in the blanks. Use k/M/kHz,or mHz.

1- ----- Hz = 3 kHz

2- 2----- Hz = 2000, 000 Hz.

## Weld Testing

**Before you read:**

### A. Labeling.

**Practice 1.** Look at the pictures. Use the following words to label the pictures:

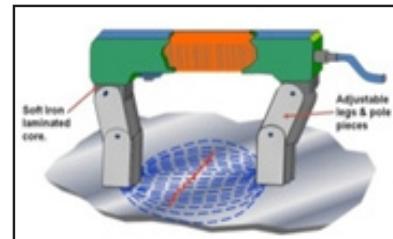
weld inspection , penetrant testing , magnetic testing , welding gauge , bending test



a



b



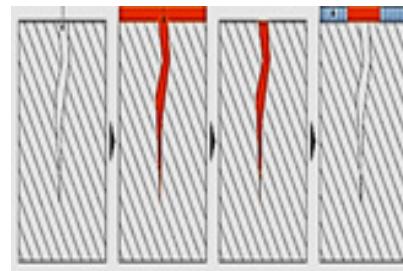
c



d



e



f

Figure 5: Weld Testing

### B. Vocabulary

**Practice2.** Match the words (1-16) with their meanings .Put 1~16 in front of words.

1-Quality	2- Step	3- Visual	4- Equipment	5- Surface	6 - Apply	7- Penetrant	8- Developer	9- Magnetic
10- Detect	11 - Destructive	12-Defect	13-Crack	14- Porosity	15- Ferromagnetic	16- Bending test		

14	حفره (تخلخل)		مخرب		ناخذ (مایع)		شناسایی
	کیفیت		ترک		تست خمث		مغناطیسی
	چشمی - مرئی		آشکارساز		دستگاه		مرحله
	سطح - سطحی		به کار گرفتن - اعمال		فلز آهنی آهنربا شونده		نقص

## Reading

Weld testing is classified as Destructive Testing (DT) and Nondestructive Testing (N.D.T).

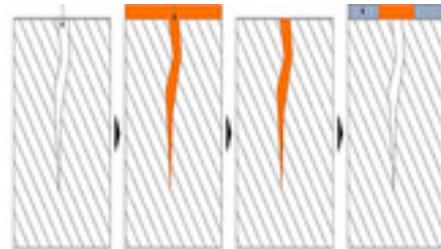
With Nondestructive Testing, welded part is inspected without any damages, and it can be used again, while destructive testing destroy the welded part; Bend and hardness testing are examples of destructive testing.

Visual Testing (V.T) is one of the most common methods of nondestructive testing. In Visual Testing, we need enough light and a tester with good ability to see. In visual testing we may use a range of equipment and tools. A welding gauge is needed in weld inspections. This method is only used for surface defects.

Penetrant Testing (PT) is a method for detecting very small discontinuities in welds. Penetrant testing is used for finding open to the surface defects.

### The penetrant testing steps:

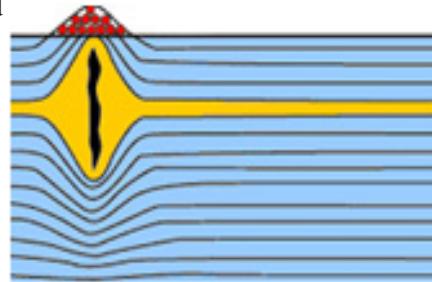
- Penetrant liquid is applied over the clean surface of the weld.
- Penetrant enters the defect.
- After a short period of time, the Penetrant is removed from the surface.
- Developer is applied to the surface and allowed to dry.
- The penetrant rises to the surface, making the discontinuity easy to see.



(MT) Magnetic Testing is a method of detecting surface and subsurface defects such as cracks, or lack of fusion. This method is used only on ferromagnetic material.

The Magnetic Testing steps:

- The welded part is magnetized.
- The iron particles are applied to the surface of the part.
- The particles are collected by defect on the surface.
- The surface is inspected by inspector.



## C. Reading Comprehension

### Practice 3. Read the texts above, then answer the following questions

- |  |            |             |
|--|------------|-------------|
| 1 In NDT the part is damaged.                                | (   ) true | (   ) false |
| 2 Sub surface defects can be detected by visual testing.     | (   ) true | (   ) false |
| 3 Penetrant testing is used for open to the surface defects. | (   ) true | (   ) false |
| 4 Magnetic testing can test an aluminum                      | (   ) true | (   ) false |

#### Practice 4. Fill in the blanks. Use the following words:

Surface, defect, step, again

- 1 There is a step by ..... procedure for Penetrant Testing.
- 2 The iron particles are applied to the ..... of the part.
- 3 Porosity is a type of ..... in a welded part.
- 4 After N. D. T, the part can be used .....

#### Practice 5. Complete the sentences below. Use the words from the box.

caliper, welding gauge, meter, magnifier ,inspection mirror, penetrant can

Table1



1



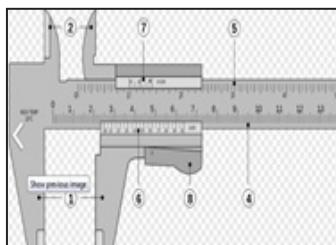
2



3



4



5



6

#### D.Techical information

The ability of V.T, P.T and M.T to check the defects are given in the following table

Discontinuities	Methods			Note
-----	V.T.	P.T	M.T	(1) Surface (2) Surface and slightly subsurface A: Applicable method O: low/ minimal use U: Usually not used
Porosity	A(1)	A(1)	O(2)	
Undercut	A	A	O	
Incomplete fusion	O(1)	U	O(2)	
Cracks	A(1)	A(1)	A(2)	

## Manuals and guides

**Before you read:**

### A. Labeling.

**Practice 1.** Look at the Pictures. Use the following words to label the Pictures.

Training manual, Operation manual, Service manual, Owner's manual



**Operation manual**



a



b



c



d

**Figure 6: Manuals**

### B. Vocabulary

**Practice 2.** Match the words (1~19) with their meanings. Put 1~19 in front of words

- 1-Ventilation 2 - Manual 3- Firefighting 4- Owner 5 - Proper 6- Fume 7-Protection  
 8- Duty cycle 9- Installation 10- Contactor 11- Features12 - Input 13- Troubleshooting  
 14- Sample 15- Accessories 16- Earth 17- Warranty 18- Terminal leads 19-Safety

5	مناسب	كتاب راهنمای		تهویه		صاحب و دارنده
	دود	دوره کاری		ضمانت		نصب
	زمنی	بر جستگی - ویژگی		کلید خودکار		عیب یابی
	اطفاییه	ورودی		نمونه		حفظ و مراقبت
	متعلقات	ایمنی	18	محل اتصال کابل جوشکاری		.....

## Reading

A book or booklet that gives instructions about how to do something, especially how to use a machine is a manual. A welding machine manual generally includes the following content.

- SAFETY
- INSTALLATION
- OPERATION
- MAINTENANCE
- TROUBLESHOOTING

## SAFETY

Arc welding and cutting equipment are designed and built with safety in mind. However, your overall safety can be increased by proper installation and operation.

In the table below you can see some of the safety warnings that are selected from a welding machine manual.

### Practice 3. Write warning statements under related picture:

<ul style="list-style-type: none"><li>• Always have firefighting equipment ready for use .</li><li>• Use enough ventilation.</li><li>• Electric shock can kill.</li><li>• Wear correct body protection.</li><li>• Arc rays can burn.</li><li>• Fumes and gases can be dangerous.</li></ul>			
			

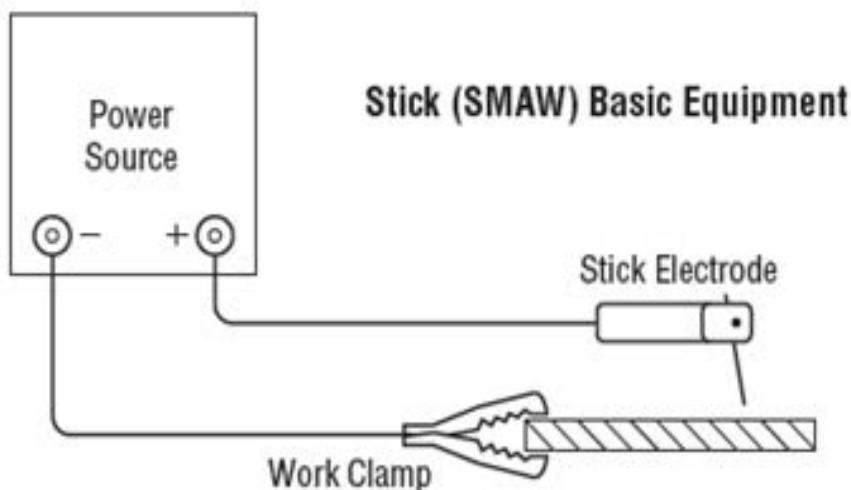
## Installation

The machine should be located in a clean, dry place with free circulation of clean air.

Installation steps:

- Turn the power switch off.
- Remove the rear access panel.
- Connect the input power to the terminals.
- Connect the earth ground lead to the ground section.
- Connect output leads to output terminals marked “-” and “+”.

## Typical Installation (DCEP)



## Operation

The On - Off switch on the control panel is used to start the welding process. The “current control” on the front of the machine indicates the output current. A switch on the control panel allows selection of the current. The output control can be adjusted while welding. Excessive spatter may result if the control setting is too high. You can see a sample welder machine specification, and a panel below. (Table1 & Figure 1)

**Table 1-** A sample welding machine specification

Model	Process	Output		Input		Features				
		Polarity	Current	Duty cycle	Phase	Frequency	Portable	Volt	Netweight	
X-500	SMAW	DC/ DC	20~210 A	60%	1	50-60 HZ	✓	115/ 220 (V)	50 Kg	450×350 ×670 (mm)

Note: H=high W=wide D= diameter/ Warranty 3 years

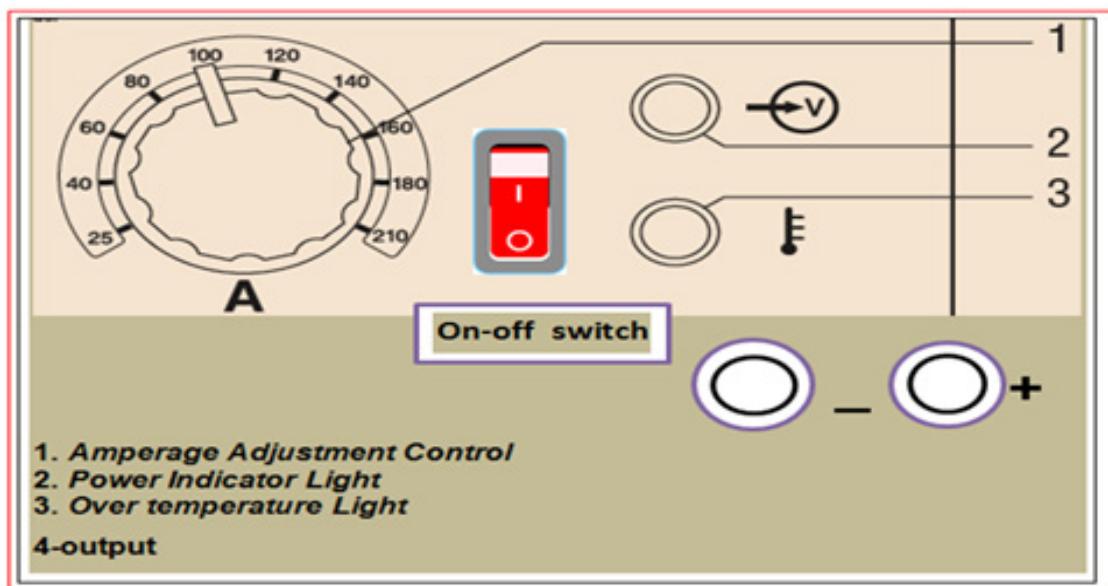


Figure 7: A sample welder machine panel

## Maintenance & Trouble shooting

Check the welder machine for problems when necessary. For fixing a problem, study the trouble shooting section of the manual. Remember an electrician shall install and service the equipment. Turn the input power off before working on equipment. Here you can see a part of trouble shooting section of the manual. (table 2)

**Table2- Sample trouble shooting section**

PROBLEMS	POSSIBLE CAUSE	RECOMMENDED ACTION
welder will not start	blown fuses	Replace
	broken power lead	Repair
Fuse blows	fuse too small	change to a higher rate
too much spatters	current setting too high	check current rate with ammeter

### C. Reading Comprehension

#### Practice 4. Are these statements true or false?

1 A book that gives instructions about how to use a machine is called manual.

( ) true      ( ) false

2 Safety is not important in a welder machine.

( ) true      ( ) false

3 We shall connect the input power to the terminals.

( ) true      ( ) false

#### Practice 5: According the table 1 and complete the sentences

1 According to specification table 1 abve, the maximum current output is: (-----)

2 The welder x-500 warranty is (-----).

#### Practice 6. Fill in the blanks. Use the words below:

maintenance, owner manual, warranty, duty cycle , accessories

1- Before you try to use the camera, read the ----- carefully.

2- They sell software and other ----- of computers.

3- The ----- of my car is 2 years.

4- The ----- of this welder machine is 40 percent (40%).

#### D.Techical information: Translate the following Paragraph into Persian

#### DUTY CYCLE

Duty cycle is the number of minutes that a machine shall work within 10 minutes. For example, in a welder machine with a 40% duty cycle, the machine must be rested for 6 minutes after 4 minutes of welding.

#### Practice 7.Complete the table 3. Use the following items:

60% , 500\*350\*700, Net weight , Current (Amps), Phase

model	process	OUTPUT		input		features		
				Duty cycle	hertz	portable		volt
Welder	SMAW	۵۰۰*۳۵۰*۷۰۰	DC/DC	۴۰%	۱۰	۵۰	✓	۲۲۰
WARRANTY 5 YEARS								

table3 - Practice

#### Practice 8.Now complete the sentences .use the words:

is, heat , rusts , rains

- 1 If it ----- the grass gets wet.
- 2 If you ----- the ice, it melts.
- 3 Wood doesn't burn if there ----- no air.
- 4 Iron ----- if it gets wet.

## Safety at work



What do these Warning labels on chemical mean?

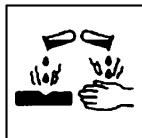
Match each label to the correct warning

- a. Highly flammable
- b. Harmful
- c. Explosive
- d. Corrosive
- e. Oxidising
- f. Toxic

**MAKE SURE YOU LEARN THE LABELS!  
THEY ARE FOR YOUR PROTECTION.**



1



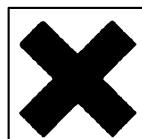
2



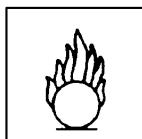
3



4



5



6

## ارزشیابی نهایی

شاخص	نمره شایستگی	استاندارد عملکرد	شایستگی
<ul style="list-style-type: none"> <li>- روایی مطلب در خواندن متن</li> <li>- درک واژه‌های کلیدی متن</li> <li>- استخراج اطلاعات فنی</li> <li>- تحلیل اطلاعات فنی متن</li> </ul>	۳		<p>خواندن و درک کردن متون انگلیسی (کاتالوگ‌ها، دستورالعمل‌ها و استانداردهای رشته صنایع فلزی و جوشکاری)</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- درک واژه‌های کلیدی متن</li> <li>- استخراج اطلاعات فنی</li> <li>- توانایی و سرعت عمل در استفاده از فرهنگ لغت</li> </ul>	۲	<p>خواندن، درک کردن و استخراج اطلاعات فنی از روی متون انگلیسی با به کارگیری فرهنگ لغت عمومی و فنی</p>	<p>استخراج اطلاعات فنی از روی متون انگلیسی (کاتالوگ‌ها، دستورالعمل‌ها و استانداردهای رشته صنایع فلزی و جوشکاری)</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- درک واژه‌های کلیدی متن</li> <li>- توانایی و سرعت عمل در استفاده از فرهنگ لغت</li> </ul>	۱		
<p><b>توضیحات:</b> در طول فرایند ارزشیابی هنجویان می‌توانند از کتاب همراه هنجو و فرهنگ لغت استفاده کنند.</p>			



## پودمان ۲

### طراحی با نرم افزار



## مقدمه

امروزه با پیشرفت علم و فناوری، سرعت طراحی، راندمان تولید و کیفیت محصول بهبود یافته است. یکی از این فناوری‌ها نرم‌افزارهای پیشرفته طراحی هستند که جایگزین طراحی و نقشه‌کشی با دست شده‌اند.

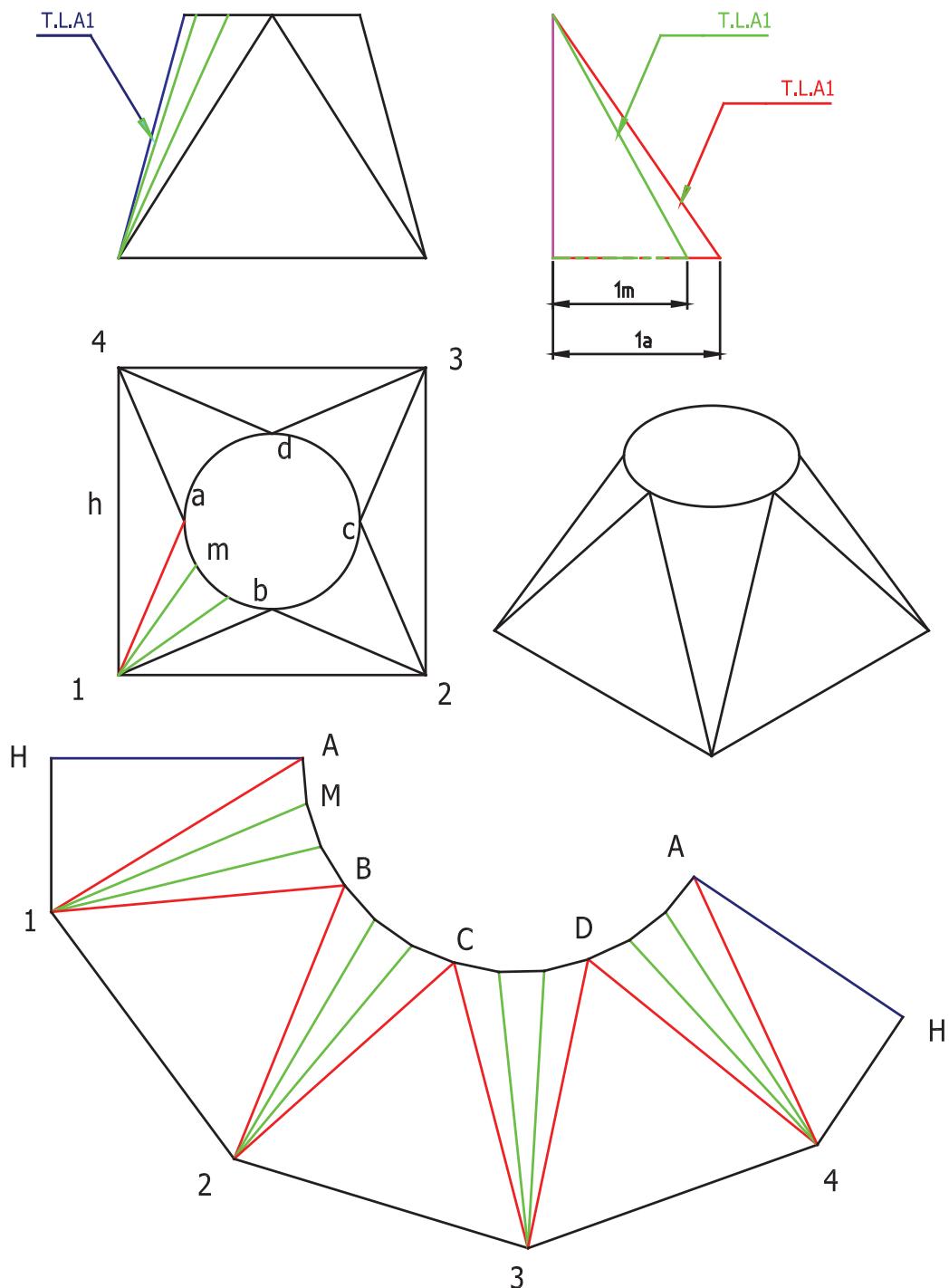
بر حسب کاربرد نرم‌افزارهای متعددی به بازار عرضه شده است. نرم‌افزار Inventor یکی از این نرم‌افزارهای پرقدرت است که در رشتہ صنایع فلزی کاربرد فراوانی دارد. یکی از کاربردهای حائز اهمیت، طراحی گسترش ورق با دقت بسیار بالا است که در گذشته با دست انجام می‌شد. در این پومنان با انواع نرم‌افزارهایی که در رشتہ صنایع فلزی کاربرد دارد، آشنا خواهید شد. همچنین به طور ویژه کار با نرم‌افزار Inventor را فراخواهید گرفت.

## آیا تا به حال پی بوده اید؟

- علاوه بر نرم‌افزار اتوکد نرم‌افزارهایی دیگر در رشتہ صنایع فلزی کاربرد دارد.
- سرعت تولید یک نقشه با نرم‌افزار چند برابر با دست است.
- با کدام نرم‌افزار می‌توان گستردگی ورق را تعیین نمود.
- با کدام نرم‌افزار می‌توان ترتیب خمکاری یک محصول را مشخص کرد.

## چرا باید از رایانه کمک بگیریم؟

امروزه رایانه‌ها در صنعت نقش بزرگی را در تولید قطعات صنعتی دارند. بسیاری از قطعات برای تولید می‌باشند تحت آزمایشات زیادی قرار بگیرند که اگر بخواهیم این آزمایش‌ها را در فضای واقعی انجام دهیم نیاز به صرف زمان و هزینه‌های زیادی خواهد داشت. استفاده از رایانه کمک زیادی به کاهش این هزینه‌ها دارد. نرم‌افزارهای طراحی به کمک رایانه به طراحان کمک می‌کند تا ابتدا طرح مورد نظر خود را ترسیم، و سپس شرایط مختلف را برای آن شبیه‌سازی نمایند و نتایج به دست آمده را بررسی و طرح خود را بهینه‌سازی نمایند. این کمک‌ها به حدی رسیده که امروزه در بعضی موارد امکان طراحی دستی غیر ممکن به نظر می‌رسد. برای مثال طراحی یک خودرو را در نظر بگیرید که از حدود سی هزار قطعه تشکیل شده است. آیا امکان مونتاژ این قطعات در نقشه کشی دستی وجود دارد؟ اگر به هر دلیل نیاز به تغییر در یک قطعه باشد تغییر در نقشه‌های وابسته به آن به چه زمانی نیاز دارد؟ و یا یک کانال هواکش را در نظر بگیرید. که در شکل ۱ مراحل ترسیم گسترش آن به صورت دستی آورده شده است. برای گسترش این کانال به کمک رایانه به راحتی می‌توان آن را مدل‌سازی نمود.



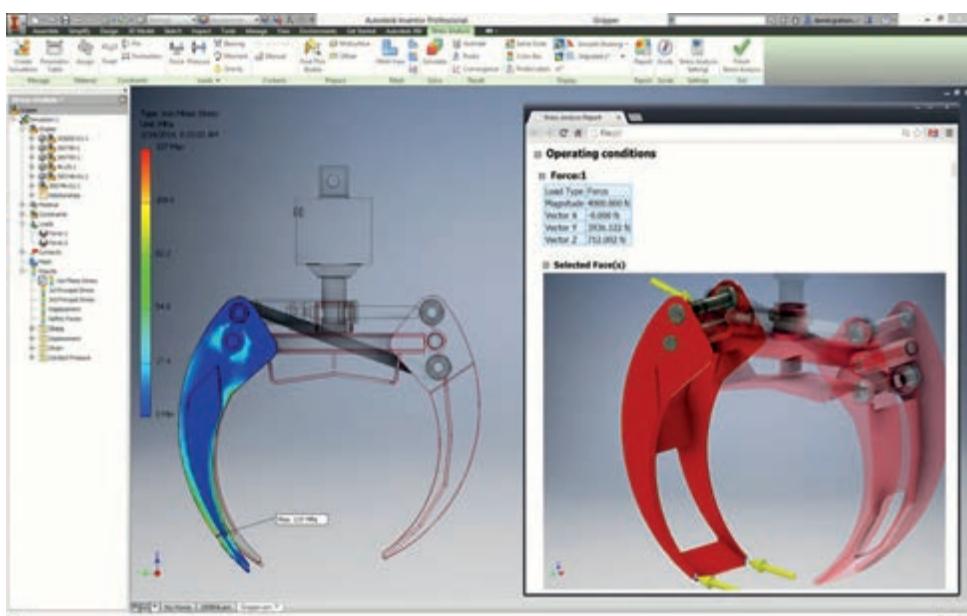
شکل ۱: روش ترسیم دستی گسترنش کانال تبدیل مربع به دایره

فکر کنید



■ روش انجام هر یک از کارهای زیر را به صورت دستی و رایانه‌ای با هم مقایسه کنید؟

رایانه‌ای	دستی	عملکرد
		ترسیم نقشه بدن خودرو ایروودینامیک
		مونتاژ کامل قطعات یک خودرو
		تخمین قیمت کانال‌های هوا در یک بیمارستان قبل از ساخت
		محاسبه وزن بدن هواپیما قبل از ساخت
		محاسبه نیروی وارد برجوش در پره توربین در دمای بالا
		ترسیم گسترش ورق یک مخزن کروی در پالایشگاه



شکل ۲: تحلیل یک مکانیسم در نرم‌افزار

نکته



بررسی نتایج این تحلیل ها نیاز به دانش کارشناسانه دارد و نمی‌توان یک قطعه صنعتی را بدون داشتن دانش فنی و فقط به کمک نرم افزار تولید کرد. همان طور که بدون اطلاعات پژوهشکی نمی‌توان نتیجه یک آزمایش خون یا نوار مغزی را بررسی نمود. و در واقع نرم افزارهای طراحی به کمک رایانه ابزارهایی در دست طراحان است تا بتوانند طرح خود را قبل از تولید بهینه سازی کنند.

تحقیق کنید



کاربرد نرم افزارهای طراحی در رشته صنایع فلزی در هر یک از گروههای زیر چگونه است؟

صنعت ساختمان
دریک پالایشگاه
خودرو سازی
قالب های فلزی
صنایع کشتی سازی
صنایع نظامی

## از کدام نرم افزار استفاده کنیم؟

نرم افزارهای طراحی به کمک رایانه به طور کلی<sup>۱</sup> CAD نامیده می‌شوند. این نرم افزارها توانایی ترسیم و ویرایش نقشه های دو بعدی و سه بعدی قطعات، موئناژ، تحلیل نیرویی، تحلیل تنش، تحلیل گرما، نما گیری، گسترش و ... را دارند.

امروزه شرکت های نرم افزاری زیادی در سراسر دنیا به تولید یک یا چند محصول در این زمینه پرداخته اند. نرم افزارهایی مانند

NX، SOLIDWORKS، CATIA، Inventor، Autodesk Mechanical Desktop، AutoCAD، Pro/ENGINEER هر کدام توانایی ها و کاربردهای خاصی را دارند. همچنین قیمت هر کدام از این محصولات در دنیا تفاوت های زیادی با هم دارند. و دلیل اصلی اینکه یک شرکت نرم افزارهای متفاوتی را با نام ها و توانایی متفاوتی ارائه می نماید قیمت این نرم افزارها است.

حال این سؤالات مطرح می شود که، کدام یک از این نرم افزارها رشته صنایع فلزی کاربرد

دارد؟ تفاوت بین این نرم افزارها چیست؟ کدامیک در ایران پر کاربرد تر هستند؟ آیا نیاز است با همه این نرم افزارها کار کنیم؟ برای پاسخ به این سؤال می بایست ابتدا توانمندی نرم افزارهای مختلف در این زمینه را با هم مقایسه کنیم. تا بدانیم کدام نرم افزار می تواند بیشترین کمک را در طراحی به ما داشته باشد. (در جدول صفحه بعد برخی از توانایی های این نرم افزارها با هم مقایسه شده اند). سپس نیاز خود را بررسی کنیم. برای مثال آیا برای ساخت یک کانال هواکش نیاز به تحلیل ارگونومی داریم؟ در طراحی یک میز رایانه چطور؟ نکته دیگری که باید به آن توجه کرد همه گیر بودن استفاده از نرم افزار در صنعت است. چون استفاده کردن از یک نرم افزار خاص مشکلاتی را پیش خواهد آورد. مثلاً عدم امکان تبادل اطلاعات با شرکت های همکار و یا جایگزین کردن یک طراح جدید که نیاز به آموزش های خاص خواهد داشت.

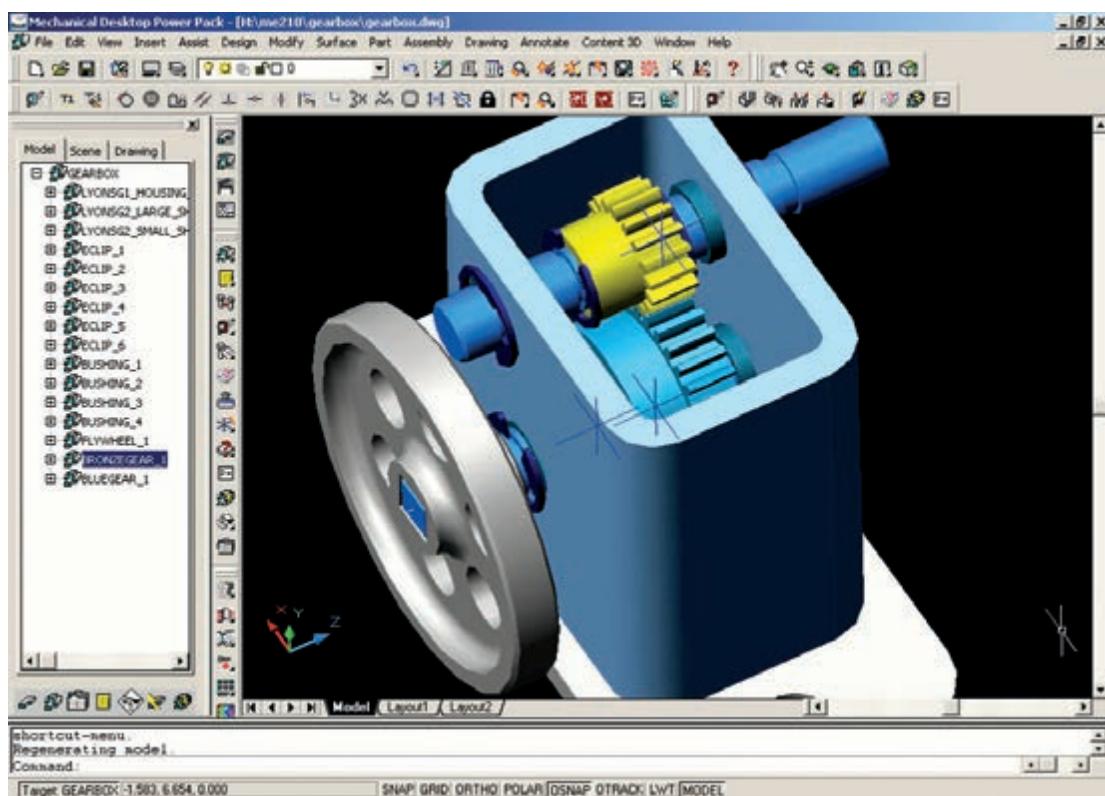


شکل ۳: نرم افزارهای طراحی به کمک رایانه

پودهمان ۲: طراحی با نرم افزار

NX	SOLIDWORKS	CATIA	Inventor	Mechanical Desktop	AutoCad	نرم افزار
						شرکت سازنده
✓	✓	✓	✓	✓	✓	مدل سازی ۲D, ۳D
✓	✓	✓	✓	✓	✗	امکان وبرایش پارامتری
✓	✓	✓	✓	محدود	✗	محیط ورق کاری
✓	✓	✓	✓	✗	✗	محیط قالب سازی
✓	✓	✓	✓	✗	✗	محیط جوشکاری
✓	✓	✓	✓	محدود	✗	تحلیل شکست
✓	✓	✓	✗	✗	✗	ساخت به کمک رایانه (CAM)
قابلیت ساخت به کمک رایانه قوی	محیط کاربری ساده و روان و توانایی بالا	محیط کاری متنوع پیشرفته و فرمول پذیری	سازگاری کامل با نقشه های AutoCad Mechanical Desktop	محیط مشابه AutoCad	نرم افزار پایه در کلیه رشته ها	ویژگی خاص
خودرو سازی و هواپیما سازی	طراحی نقشه کشی ساخت	شرکتهای خودرو سازی بزرگ دنیا	ماشین سازی قالب سازی عمومی	مدل سازی و نقشه کشی صنعتی	صنعت معماری ساختمان برق	کاربردها

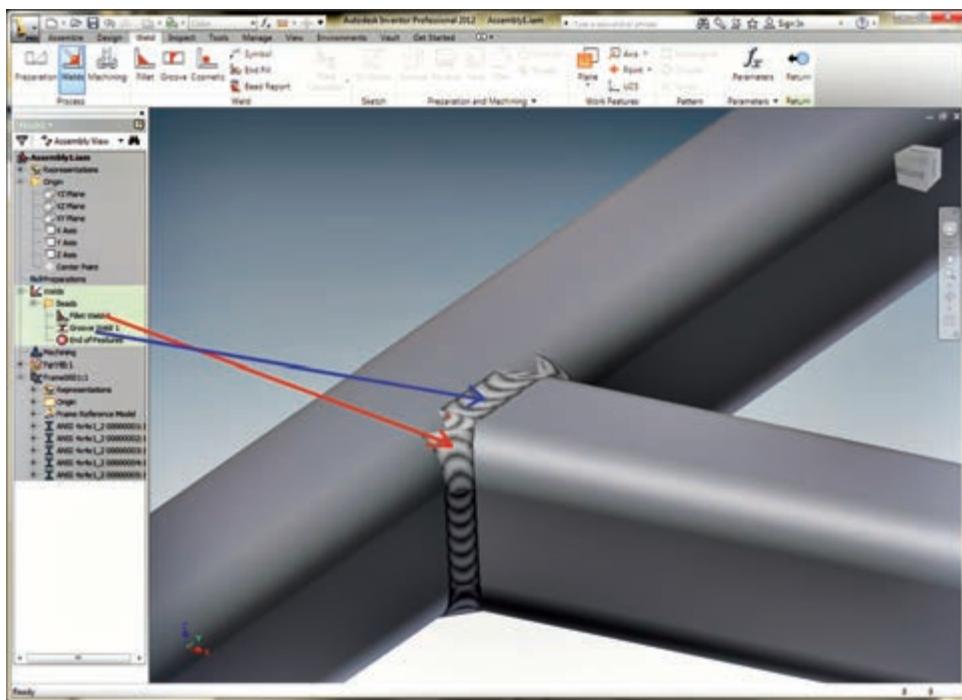
در یک گروه بندی بزرگتر نرم افزارها به سه گروه CAD (ترسیم به کمک رایانه)، CAM (تولید به کمک رایانه) و CAE (مهندسی به کمک رایانه) تقسیم بندی می شوند. ساخت به کمک رایانه قابلیتی است که با آن امکان اتصال به دستگاه های CNC وجود دارد. و می توان قطعات پیچیده را تولید کرد. شرکت Autodesk این قابلیت را به صورت کامل و پر کاربرد در نرم افزار PowerMill ارائه کرد و در ورزش HSM Inventor نیز این قابلیت اضافه شده است. امروزه در سراسر دنیا سه نرم افزار INVENTOR و CATIA، SOLID WORK قیمت این نرم افزارها در دنیا نیز توجه ویژه ای داشت.



شکل ۴ : نرم افزار Mechanical Desktop

آخرین ورژن این نرم افزار مربوط به سال ۲۰۰۹ است ولی همچنان در صنعت کاربرد دارد.

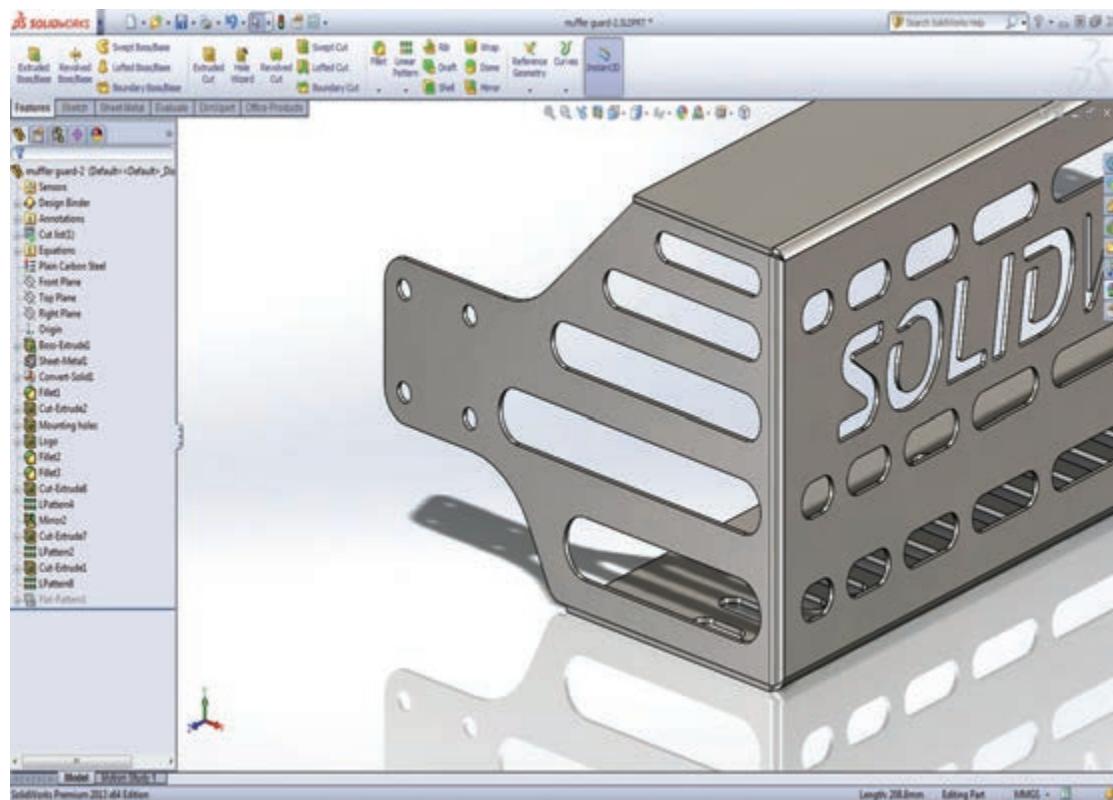
پودمان ۲: طراحی با نرم افزار



شکل ۵: نرم افزار Inventor



شکل ۶: نرم CATIA



شکل ۷: نرم افزار SOLID WORKS

بسیاری از کارخانه‌ها و صنایع از سال‌های دور از نرم افزار AutoCAD برای ترسیم نقشه‌های خود استفاده کرده‌اند. و برای به روز کردن این نقشه‌ها که با فرمت DWG ذخیره‌سازی شده‌اند. یکی از بهترین انتخاب‌ها نرم افزار هم خانواده آن، Inventor می‌باشد. همچنین این نرم افزار با محیط‌های ورق کاری و جوشکاری خود انتخاب مناسبی برای رشته صنایع فلزی می‌باشد. لازم به ذکر است که اصول کلی در اکثر نرم افزارها یکسان است و با یادگیری یکی از آنها می‌توان اصول کار با سایر نرم افزارها را نیز آموخت.

## تاریخچه نرم افزار Inventor

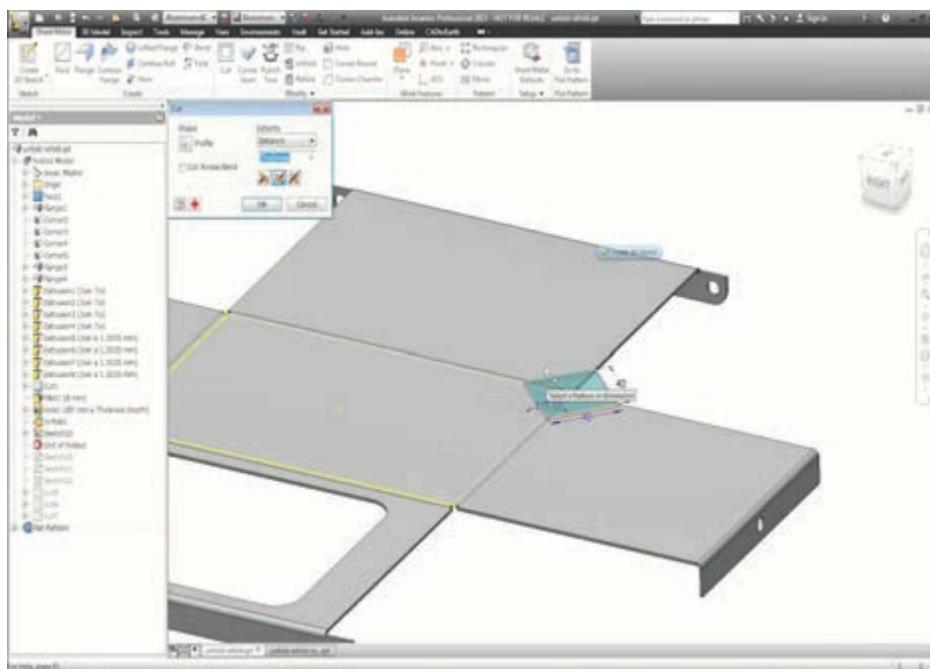
شرکت Autodesk در سال ۱۹۸۲ تأسیس و در سال ۱۹۹۹ نرم افزار inventor را ارائه کرد و یکی از اولین نرم افزارهای طراحی و مهندسی به کمک رایانه شکل گرفت و این شرکت هر ساله در حال توسعه دادن به آن می‌باشد. در آن زمان به صورت موازی نرم افزار Mechanical Desktop از این شرکت یکی از قدرتمند ترین نرم افزارهای طراحی به شمار می‌رفت. شرکت در سال ۲۰۰۹ آخرین ورژن نرم افزار Mechanical Desktop را ارائه نمود و بعد از آن inventor (به معنای مختار) رسماً به عنوان نرم افزار طراحی این شرکت معرفی شد. هر ساله مهندسین سراسر دنیا از این نرم افزار به دلیل سازگاری با سایر محصولات این شرکت که مجموعه‌ای کامل و پرکاربرد در صنعت، معماری و گرافیک می‌باشد استفاده می‌کنند.

## قابلیت‌های نرم افزار Inventor

این نرم افزار قابلیت‌های مختلف خود را در محیط‌های متفاوت ارائه نموده که با انتخاب هر یک از این محیط‌ها می‌توان از امکانات آن استفاده نمود. در جدول زیر با محیط‌های مختلف آن آشنا خواهیم شد.

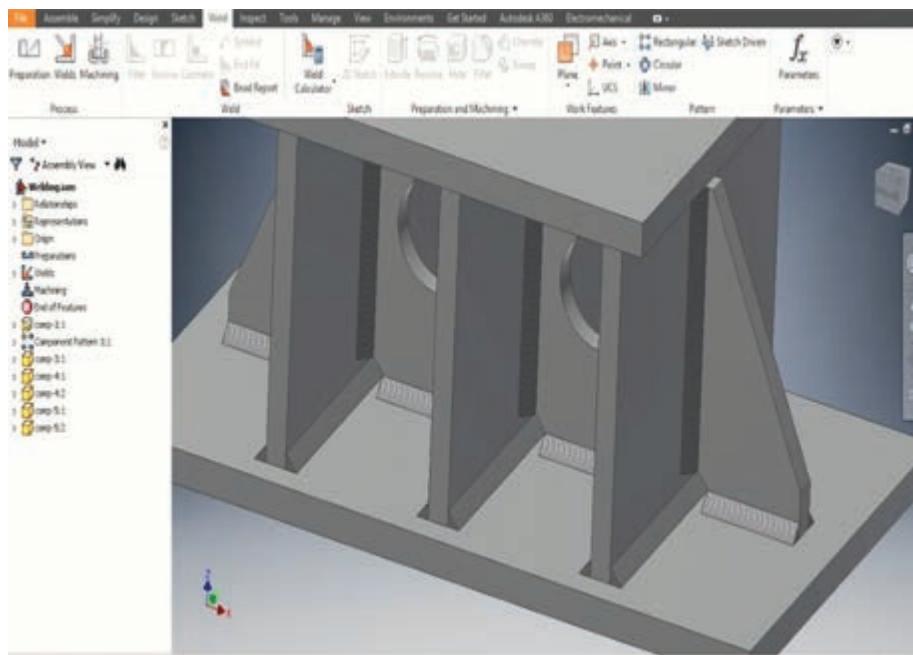
محیط	کاربرد	توضیحات
Sketch	ترسیم طرح پایه (ترسیمه)	در این محیط طرح اولیه با خطوط دو بعدی یا سه بعدی ترسیم و خطوط نسبت به هم قیدبندی و اندازه‌گذاری می‌شوند.
Part Modeling	ایجاد قطعه سه بعدی	از این محیط برای تبدیل طرح Sketch به مدل سه بعدی استفاده می‌شود.
Assembly	مونتاژ قطعات	از این محیط برای مونتاژ قطعات سه بعدی بر روی یکدیگر استفاده می‌شود. همچنین کتابخانه کاملی از کلیه قطعات استاندارد در این قسمت وجود دارد.
Sheet Metal	محیط ورقکاری	در این محیط ورق را می‌توان خمکاری، پانچ و سوراخکاری کرده و یا به صورت سه بعدی طراحی کرده و گسترش آن را بدست آورد (شکل ۸).
Weldment	محیط جوشکاری	<p>این محیط دارای سه قسمت :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● آماده‌سازی (شیارها و پیچ‌های قبل از جوشکاری)</li> <li>● جوشکاری شامل انواع جوش گوش و شیاری</li> <li>● ماشین کاری بعد جوشکاری</li> </ul> <p>همچنین استحکام جوش و میزان الکترود مصرفی را هم محاسبه می‌کنید (شکل ۹).</p>
Design Accelerator	محیط شتاب دهنده طراحی	محاسبات مربوط به طراحی انواع چرخدنده، بلبرینگ، بادامک، پیچ و مهره، فنر شافت‌ها، خارها، قاب‌ها و... در این قسمت انجام می‌شود. در قسمت طراحی قاب (Frame) می‌توان یک اسکلت فلزی را با توجه به انواع پروفیل طراحی کرد. برای مثال بدنه یک میز یا نیمکت (شکل ۱۰).
Mold Design	طراحی قالب	طراحی انواع قالب تزریق پلاستیک

به بررسی رفتار یک قطعه تحت نیروهای مختلف می‌پردازد.	محیط آنالیز تنش	Stress Analysis
در این محیط حرکت یک مکانیسم را بررسی و نیروها و تنشهای وارد به قطعات محاسبه می‌شود.	محیط شبیه‌سازی دینامیکی	Dynamic Simulation
در این محیط انواع لوله‌کشی‌ها با استانداردهای مختلف انجام می‌شود. برای مثال لوله‌های هیدرولیک یک بیل مکانیکی و یا سیستم خنک کننده یک نیروگاه	محیط لوله‌کشی	Piping
با حرکت دوربین و نورپردازی از یک مکانیسم می‌توان یک فیلم ساخت	محیط فیلم‌برداری	inventor studio
در این قسمت می‌توان انیمیشنی از مونتاژ و دمونتاژ کردن یک مکانیسم ساخت	محیط ارائه (نمایش)	Presentation
در این محیط انواع نماگیری، برش زدن، اندازه‌گذاری، ترانس هندسی، کیفیت سطح و علامت‌های جوشکاری انجام می‌شود. و در نهایت نقشه اجرایی خارج می‌گردد.	محیط نقشه	Drawing

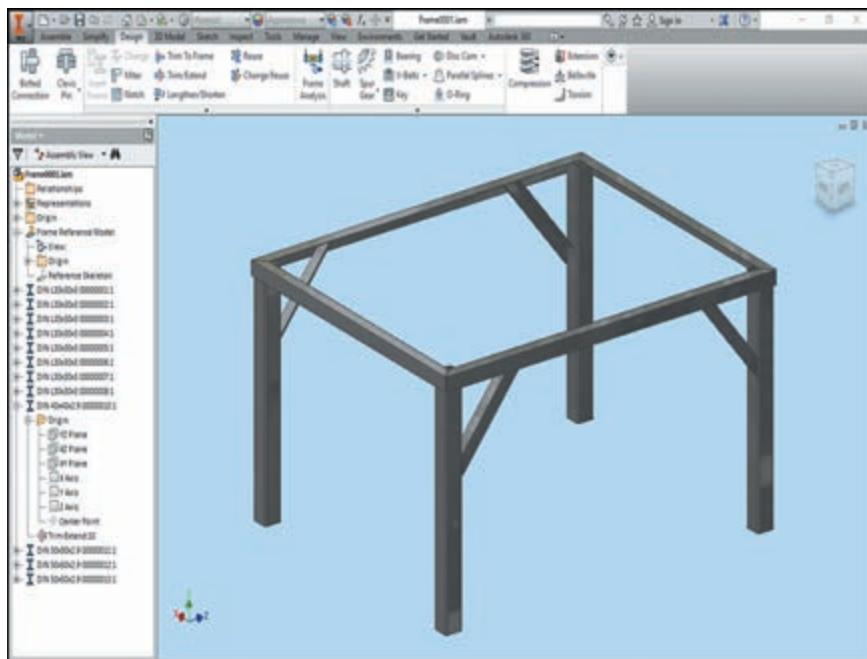


شکل ۸ : محیط ورقکاری (Sheet Metal)

## پودمان ۲: طراحی با نرم افزار



شکل ۹ : محیط جوشکاری (Weldment)



شکل ۱۰ : قسمت طراحی قاب (Frame)

## آشنایی کلی با نرم افزار Autodesk Inventor Professional

شرکت اتودسک معمولاً در هر سال میلادی نسخه ای جدید از نرم افزار اینونتور را با نام همان سال منتشر می کند.



پژوهش  
کنید



تفاوت نسخه های مختلف نرم افزار در اینونتور در چیست؟

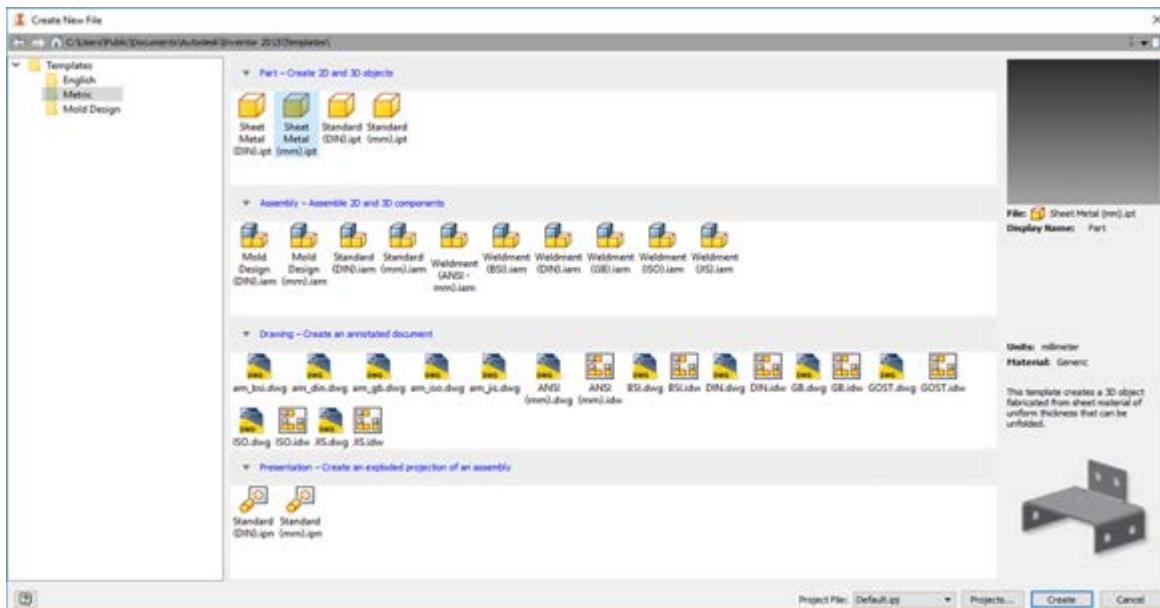
آیا این اختلاف ها در کاربردهای معمولی نرم افزار است؟

با یادگیری یک نسخه از نرم افزار آیا می توان با نسخه های دیگر نیز کار کرد؟

نرم افزار را می توان از مسیر زیر اجرا کرد:

Start >> All Programs >> Autodesk >> Autodesk Inventor 2015 >> Autodesk Inventor Professional 2015

بعد از اجرای برنامه مانند سایر برنامه ها گزینه New را انتخاب می کنیم. همانطور که در شکل ۱۱ مشاهده می کنید. در قسمت الگوها می توان استانداردهای English و Metric را انتخاب نمود. با انتخاب گزینه متریک صفحه برای انتخاب نوع فایل مورد نظر باز می شود که در واقع قسمتی از محیط های مختلف نرم افزار می باشد. و هر کدام را می توان از استانداردهای متفاوت انتخاب نمود.



شکل ۱۱ : پنجره New

تعریف پروژه یکی از خصوصیات این نرم افزار است. کلیه فایل هایی که در یک پروژه تعریف می شوند با یکدیگر ارتباط دارند برای مثال در پروژه یک دستگاه فایل های قطعات، فایل های مونتاژ، قطعات استاندارد و فایل های نقشه توسط پروژه به هم مرتبط می شوند.

نکته

به تقسیم بندی فایل ها در شکل ۱۱ دقต نمایید. فایل ها به سه گروه اصلی طبقه بندی شده اند. این طبقه بندی در سایر نرم افزارهای طراحی نیز به همین ترتیب می باشد.



نقشه	مونتاژ	قطعه
------	--------	------

در جدول زیر هر یک از محیط ها را با خط به کاربرد آن وصل کنید.

تحقیق کنید



کاربرد	نوع فایل و پسوند	نمایه
برای ترسیم قطعات ورق کاری و صفحات گسترده	Standard. ipt	Standard (mm).ipt
اتصال قطعات ترسیمی به کمک انواع جوش و همچنین محاسبات جوش	Sheet Metal. ipt	Sheet Metal (mm).ipt
ترسیم قطعات حجم دار	Standard. iam	Standard (mm).iam
نمایگیری از قطعات و مونتاژ های انجام شده و اندازه گذاری.	Weldment. iam	Weldment (ISO).iam
مونتاژ قطعات ترسیمی و قطعات استاندارد مانند پیچ و مهره	Mold Design. iam	Mold Design (mm).iam
محیط ساخت اینیمیشن مونتاژ و دمونتاژ دستگاه ها	ISO.idw	ISO.idw
محیط طراحی قالب تزریق پلاستیک	Standard.ipn	Standard (mm).ipn

## بررسی قسمت های صفحه اصلی نرم افزار

### ریبون<sup>۱</sup>

نواری است که کلیه ابزارهای مورد نیاز روی آن قرار دارد. این ابزارها در پانل های مختلف تقسیم بندی می شوند. ریبون ها در محیط های مختلف نرم افزار متفاوت هستند و ابزارهای زیادی را در اختیار کاربر قرار می دهد. قابلیت اضافه کردن، کم کردن، کمینه کردن، مخفی کردن ریبون ها مانند سایر نرم افزارهای تحت ویندوز انجام می گردد.

### صفحه نمایش

کلیه ترسیمات دو بعدی یا سه بعدی در این محل انجام می شود. و به کمک ابزار های پیمایشی می توان در این فضا جابجایی، چرخش و بزرگ نمایی را انجام داد.

### مرورگر<sup>۲</sup>

مرورگر یکی از قسمت های بسیار مهم در نرم افزارهای طراحی است. که کلیه مراحل انجام کار در آن به صورت پارامتری و درختی ذخیره می گردد. و این قابلیت را به کاربر می دهد تا به مراحل قبلی رجوع کرده و تغییراتی را در آن به وجود آورد. و این قابلیت در برخی از نرم افزارهای ترسیمی مانند اتوکد وجود ندارد.

### نوار وضعیت<sup>۳</sup>

نواری است در پایین صفحه نمایش که در زمان اجرای دستورات به کاربر اعلام می کند که در ادامه اجرای این فرمان چه اقدامی را می باشد انجام دهد. توجه به این پیام ها کمک بسیار در یادگیری نرم افزار خواهد داشت. و همچنین توضیحاتی در مورد مختصات و یا درجات آزادی شکل را نمایش می دهد.

### جعبه دید<sup>۴</sup>

مکعبی است که به کمک آن می توان مدل ساخته شده را از جهت روبرو، بالا چپ و سایر جهت ها حتی در جهات ترکیبی مشاهده نمود. و یا آن را چرخش داد. این ابزار بسیار سود مندی در زمان کار با قطعات پیچیده است.

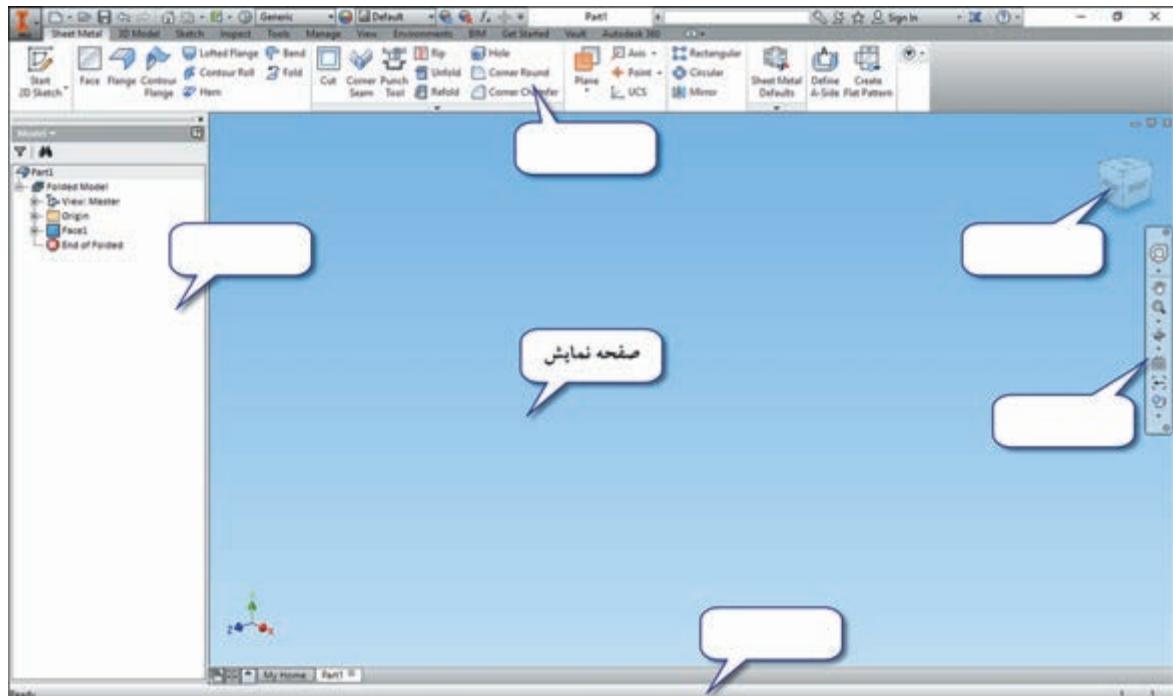
### نوار پیمایش<sup>۵</sup>

ابزارهایی مانند بزرگ نمایی، جابجایی تصویر، چرخش تصویر و نوع نمایش برای دسترسی سریع در آن قرار گرفته است. در زمان اجرای تمام دستورات در کنار دست کاربر قرار دارد.

تحقیق کنید



با توجه به مطالب صفحه قبل جاهای خالی را در شکل زیر پر کنید.



شکل ۱۲: صفحه اصلی نرم افزار

## ابزارهای پیمایش

برای جابجایی، چرخش، بزرگ نمایی، تغییر جهت دید و سبک دید می‌توان از نوار پیمایش کمک گرفت و یا به کمک موس برخی از اعمال پر کاربرد آن را انجام داد.

	درگ کردن با اسکرول (پایین نگه داشتن کلید چرخشی موس و جابجایی)	Jabjahi صفحه نمایش	Pan	
	چرخش اسکرول موس	اندازه نمایی	Zoom	
	دابل کلیک با اسکرول	نمایش همه موضوعات ترسیم شده	Zoom All	
+	فشردن کلید Shift همراه با درگ اسکرول موس	چرخش فضای دید	Free Orbit	

کوشش  
کنید



با توجه به سبک دید های مختلف در نوار پیمایش جدول زیر را کامل کنید.

**راهنمایی:** ابتدا هر یک از حالت ها در نوار پیمایش انتخاب کنید. سپس موس را بر روی آیکون آن نگه دارید تا به کمک تصویر شما را راهنمایی کند.

	<b>Realistic</b>	
	<b>Shaded</b>	
	<b>Shaded with Edges</b>	
	<b>Wireframe with visible Edges Only</b>	
	<b>Wireframe</b>	



**Zoom**

**Free Orbit**

**Look At**

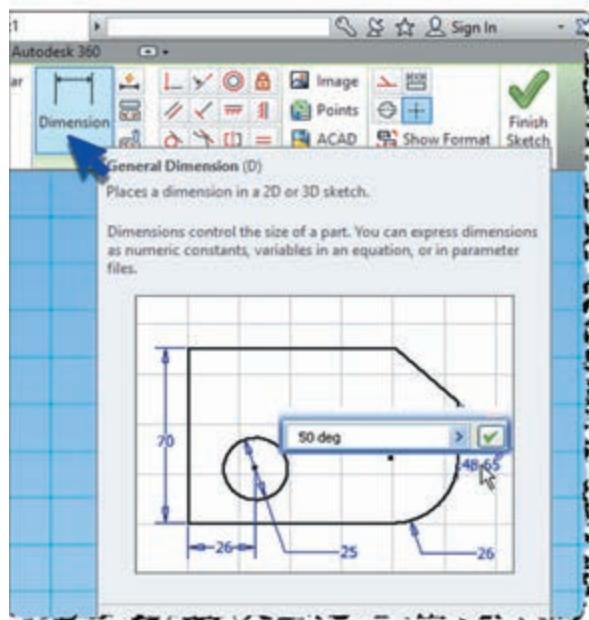
**Visual Styles**

نوار پیمایش

نکته



نکته‌ای که به یادگیری نرم افزار بسیار کمک می‌کند این است که اگر موس را بر روی ابزارهایی که در ریبون قرار دارد نگه داریم پنجره‌ای باز می‌شود که شامل **Help** تصویری و یا در بعضی موارد یک فیلم کمک آموزشی کوتاه خواهد بود.



## محیط ترسیم

برای ترسیم یک مدل سه بعدی ابتدا نیاز است طرحی دو بعدی از سطح اولیه قطعه ترسیم کنیم سپس به آن حجم دهیم. یا آن را تبدیل به یک سطح ورق کنیم. حتی برای پروژه‌های اسکلت فلزی، ابتدا طرح اولیه دو بعدی یا سه بعدی یا ترسیم می‌کنیم و سپس بجای خطوط، پروفیل‌ها را جایگزین می‌نماییم. در این محیط خطوط می‌باشند که محدود می‌کنند. این محیط یکی از مهمترین قسمت‌های ترسیم می‌باشد. زیرا راهبرد ترسیم از این نقطه شروع می‌شود.

این محیط شامل قسمت‌های زیر است:

ترسیم

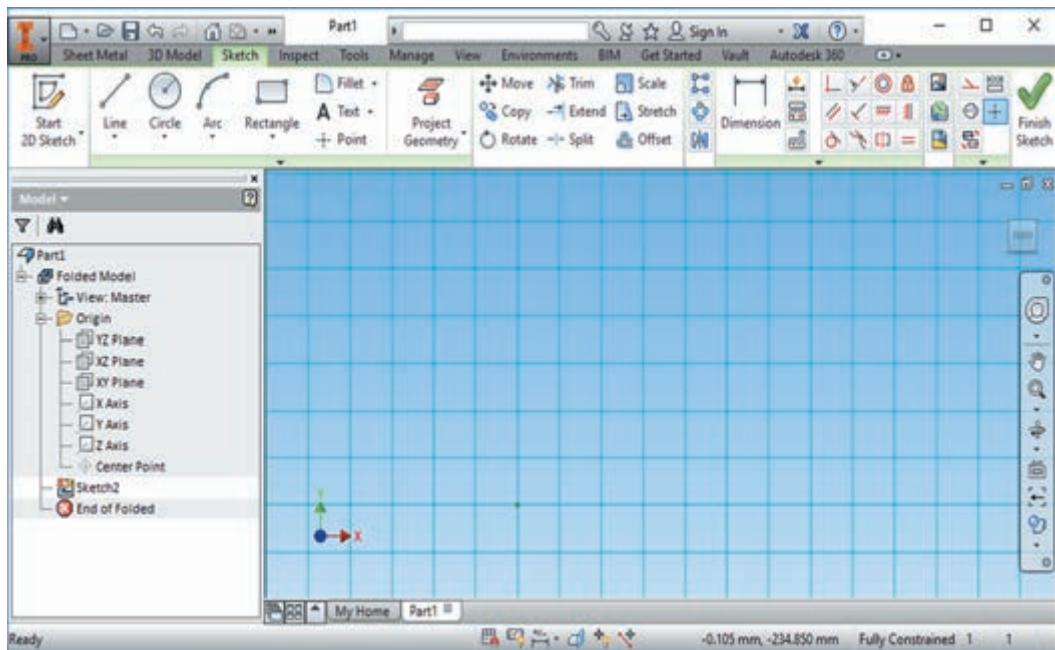
تصویر سازی هندسی

ویرایش

اندازه گذاری

مقید کردن

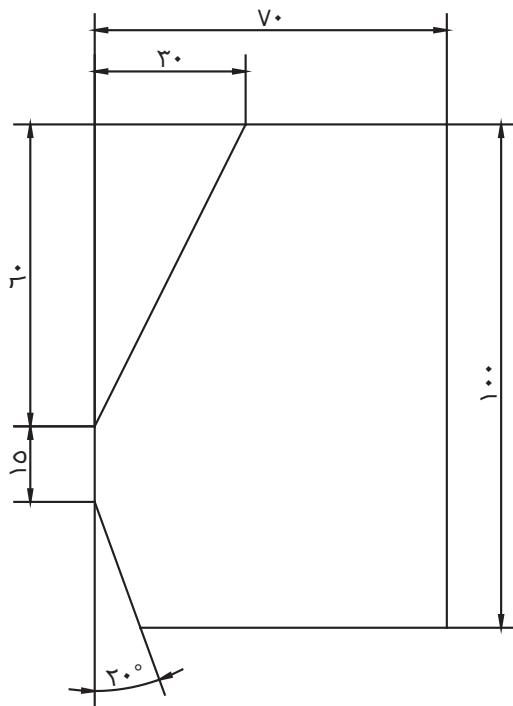
قالب بندی.



کار کلاسی

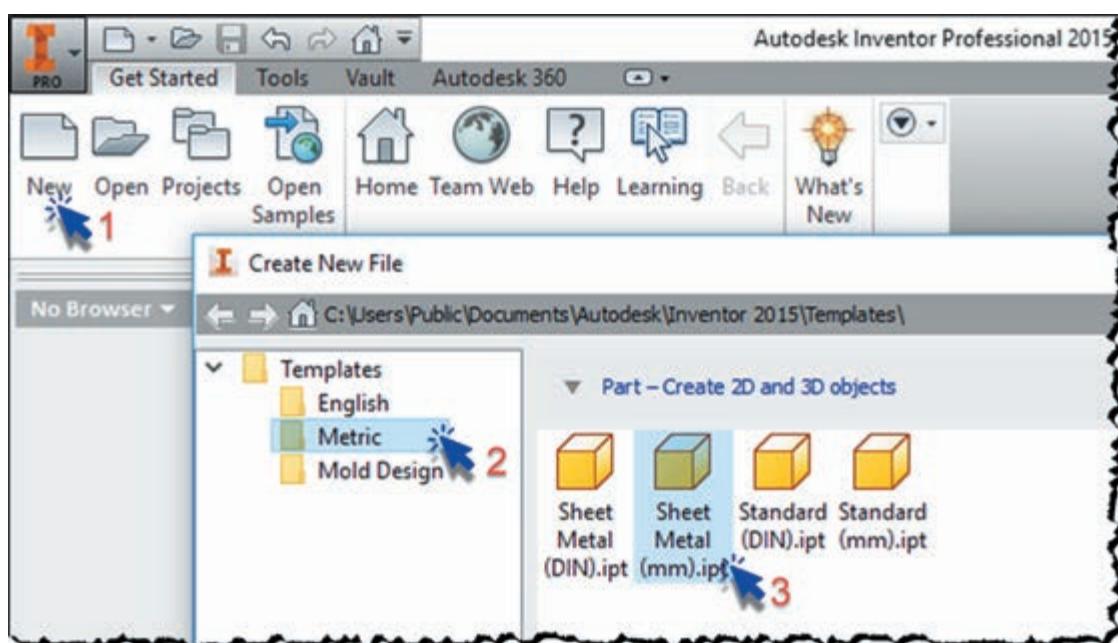


ترسیم کاملاً مقیدی مانند شکل زیر ترسیم کنید.



### دستور کار

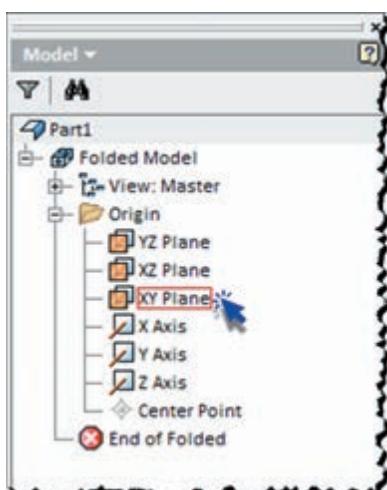
۱- یک فایل New از نوع Sheet metal(mm).ipt باز کنید.



کلیک کنید.

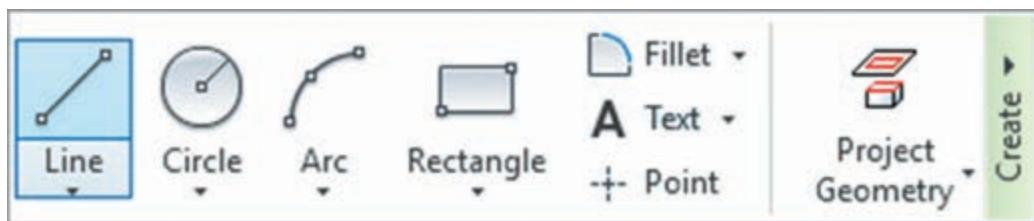


۲- برای ورود به محیط ترسیم ( Sketch ) روی آیکون

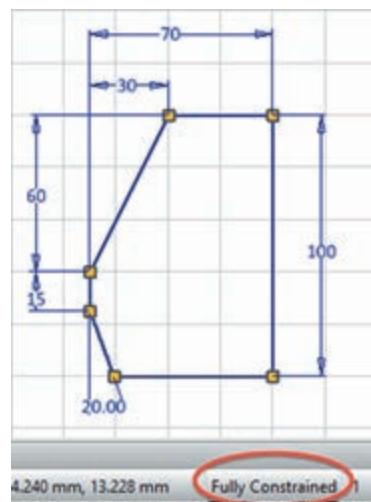
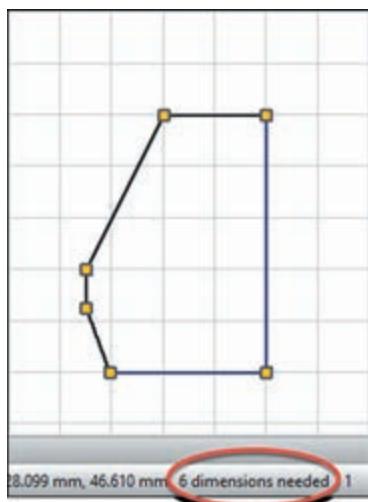
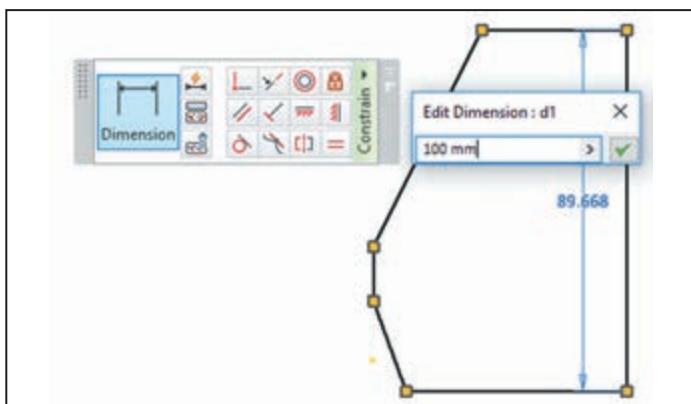


۳- از مرورگر صفحه XY را برای ترسیم  
انتخاب کنید. یا در صفحه نمایش روی  
صفحه XY کلیک کنید.

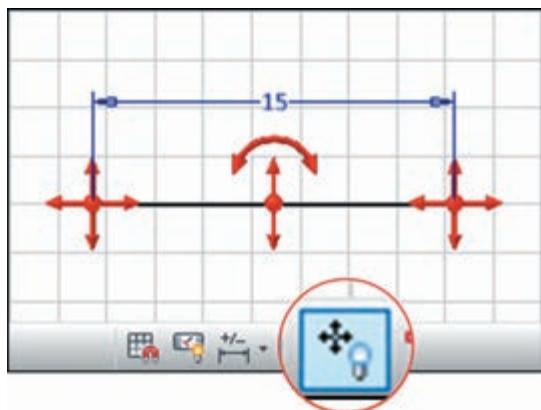
۴- به کمک دستور خط (Line) از نوار ابزار Create شکل را با ابعاد تقریبی ترسیم کنید. بهتر است شکل را از نقطه مرکز شروع به ترسیم کنید و در زمان ترسیم خطوط افقی و عمودی به مقید شدن آن دقت کنید. در زمان ترسیم و در کنار خط ظاهر می‌شوند که نشان‌دهنده قید افقی و عمودی برای خط می‌باشد. در صورتی که در زمان ترسیم خطوط افقی و عمودی را مقید نکردید با انتخاب این قیدها از نوار ابزار Constrain آنها را مقید کنید.



۵- به کمک قید اندازه (Dimension) شروع به اندازه گذاری شکل کنید در هر مرحله به نوار وضعیت توجه کنید. در این نوار تعداد قید های مورد نیاز جهت کامل مقید شدن شکل نوشته شده است. در صورت مقييد بودن كامل شکل پيام Fully Constrained در نوار وضعیت ظاهر می‌شود.



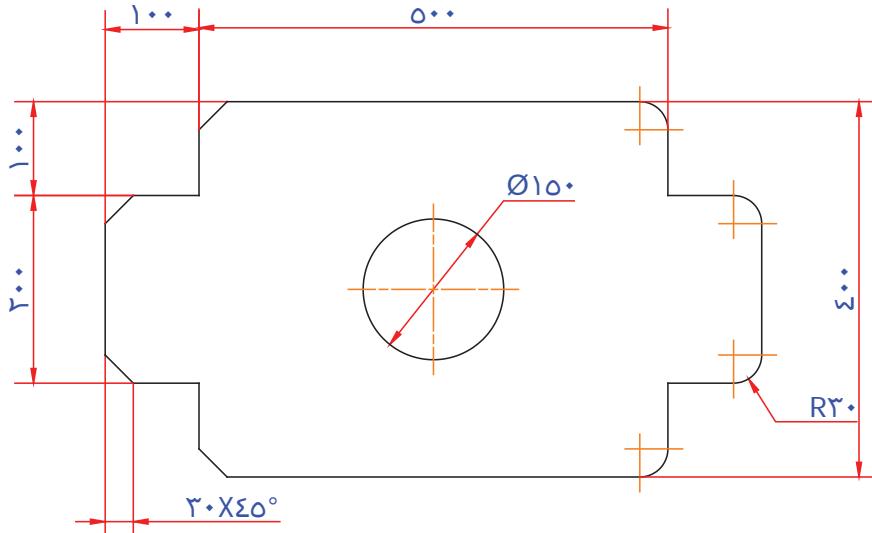
در صورت مقید نبودن کامل یک ترسیم، شکل قابلیت جابه جایی، چرخش و یا تغییر اندازه را دارد و با کشیدن و رها کردن موس می‌توان آن را تغییر داد. و این به این معناست که ممکن است در سایر مراحل ترسیم شکل بدون آگاهی طراح تغییر کند. برای مشاهده جهت این تغییرات می‌توان از ابزار درجه آزادی استفاده نمود. به منظور نمایش و یا عدم نمایش درجات آزادی<sup>۱</sup> می‌توان روی آیکون‌های یا در نوار وضعیت کلیک کرد. در این حالت با فلش‌هایی جهت‌های قابل جابجایی برای هر نقطه یا خط نمایش داده می‌شود.



روش دوم ترسیم به این صورت می‌باشد که در هنگام ترسیم خط، در کادر شناور کنار خط مقدار طول خط را وارد کنید.

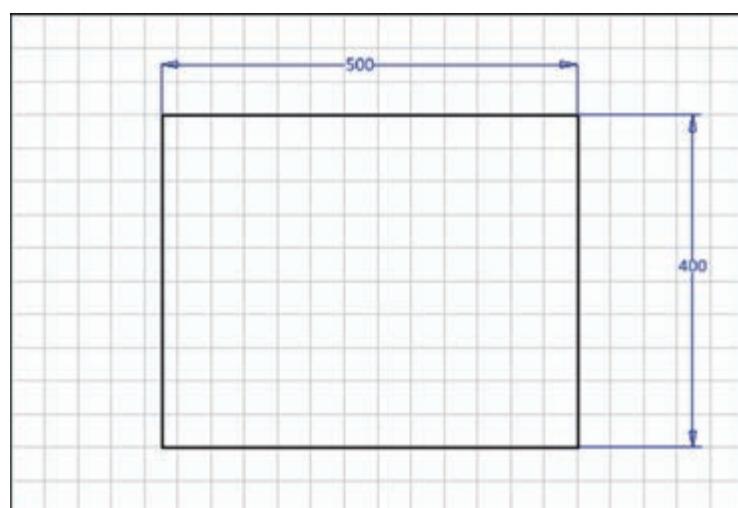


ترسیم کاملاً مقیدی مانند شکل زیر ترسیم نمایید.

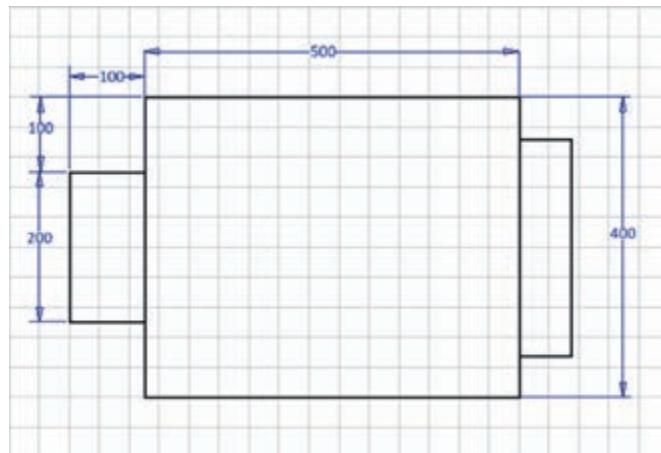


دستور کار

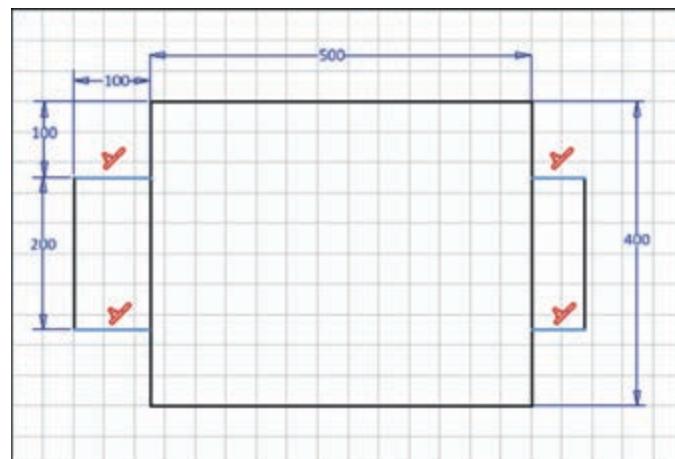
- ۱- یک فایل New از نوع Sheet metal(mm).ipt باز کنید.
- ۲- وارد محیط ترسیم (Sketch) شوید و صفحه XY را برای ترسیم انتخاب کنید.
- ۳- به کمک فرمان Rectangle (Tow Point ) یک مستطیل رسم کنید.
- ۴- مستطیل را با قید اندازه (Dimension) اندازه گذاری کنید.



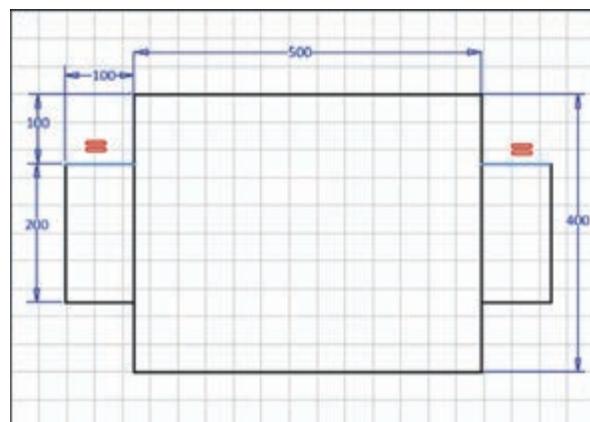
۵- به کمک دستور خط (Line) خطوط زیر را اضافه کرده و یک طرف را مانند شکل اندازه گذاری کنید.



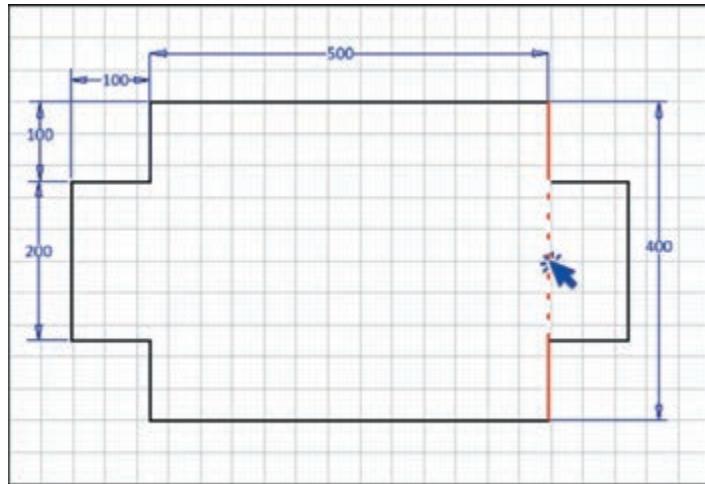
۶- به کمک قيد هم راستایی (Collinear) خطوط را رو به روی هم مقید کنید.



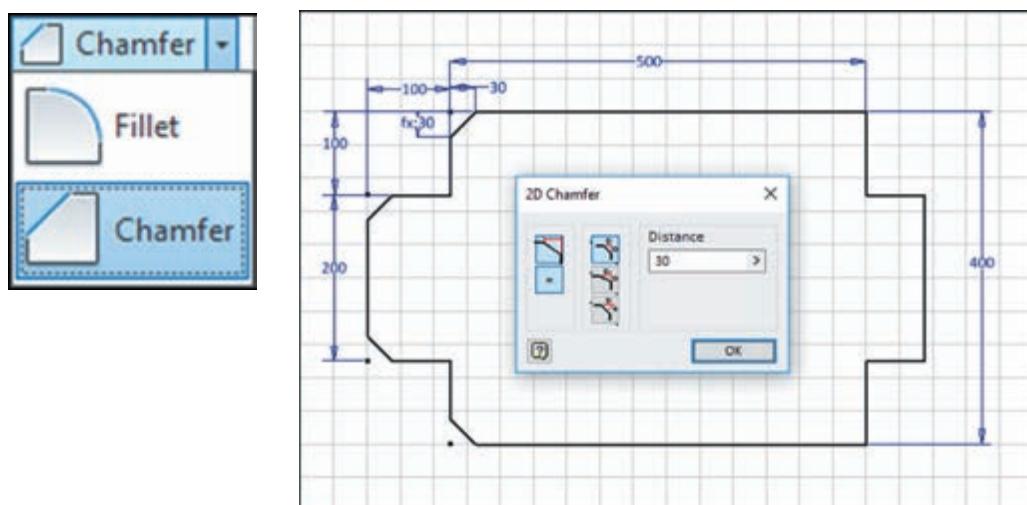
۷- خطوط را با استفاده از قید تساوی (Equal) هم اندازه کنید.



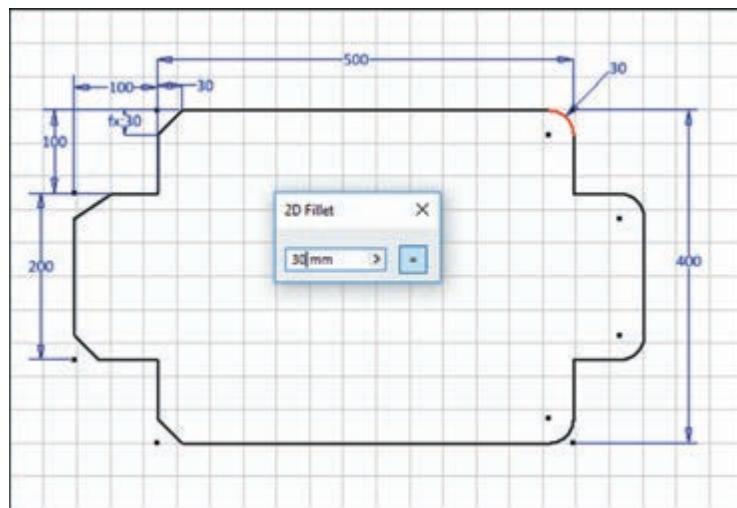
۸- قسمت های اضافی را با استفاده از دستور برش (Trim)  برش بزنید.



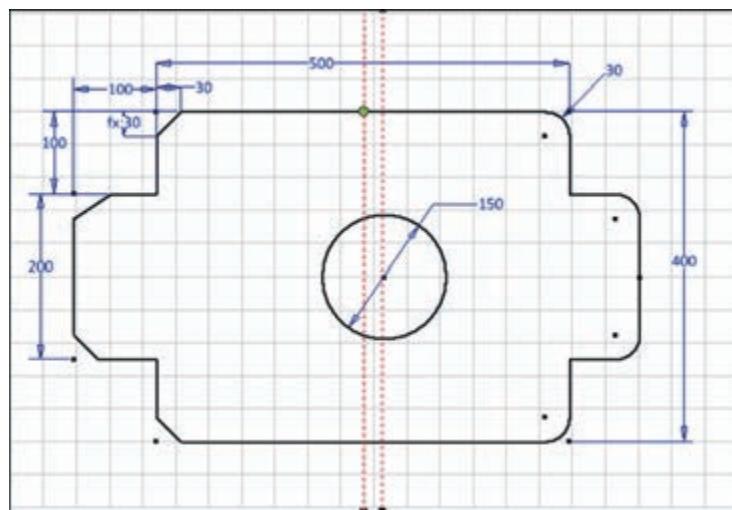
۹- پخ های  $30 \times 30$  را با استفاده از ابزار پخ (Chamfer)  به شکل اضافه کنید.  
برای باز کردن برخی از ابزارها می بایست بر روی فلش کوچک کنار کلیک کنید.



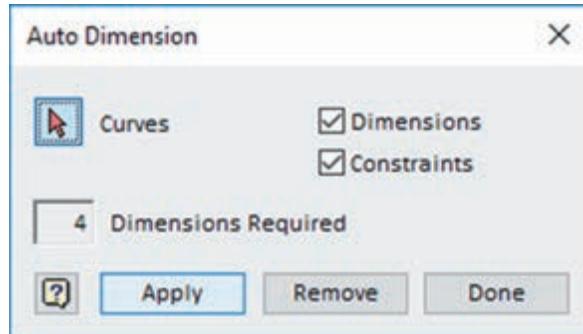
۱۰- به وسیله ابزار گرد کردن گوشها (Fillet)، گوشها را با شعاع ۳۰ گرد کنید.



۱۱- به کمک ابزار دایره (Circle Center Point) دایره ای تقریباً در وسط شکل ترسیم کرده و قطر آن را ۱۵۰ تعیین کنید. سپس به کمک قید عمودی نقطه وسط خط را با مرکز دایره در یک راستای عمودی قرار دهید. این کار را برای راستای افقی نیز انجام دهید. این عمل باعث می‌شود دایره حتی با تغییر ابعاد، همیشه در مرکز شکل باشد.



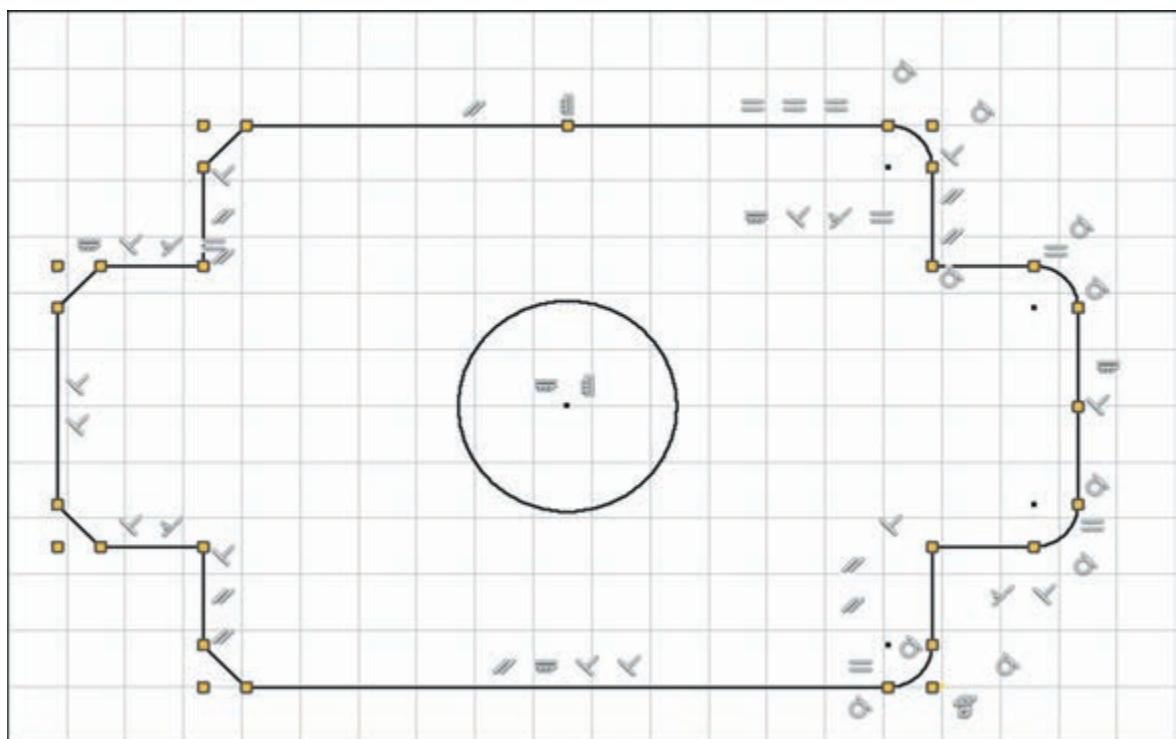
۱۲- با توجه به نوار وضعیت متوجه می‌شویم که شکل کاملاً مقید نیست. و چند درجه آزادی دارد. برای مقید کردن کامل شکل از ابزار اندازه گذاری و قیدگذاری خودکار  استفاده کنید.



۱۳- در پایان با فرمان Finish Sketch از محیط ترسیم خارج شوید و فایل را ذخیره کنید.

نکته

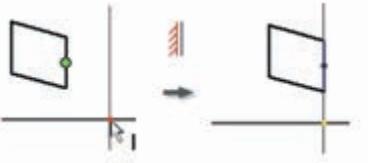
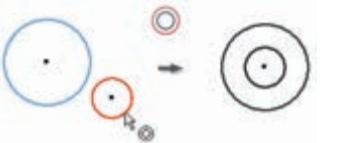
برای نمایش یا عدم نمایش تمام قیدهای فعل در یک ترسیم می‌توان بر روی آیکون  در نوار وضعیت کلیک کرد. یا از کلیدهای F8 و F9 استفاده کرد. برای ویرایش یا حذف قیدها نیاز است. آنها در حالت نمایش باشند.



فکر کنید



■ کاربرد هریک از قیدهای زیر را با توجه به شکل‌ها بنویسید.

شرح	شماتیک	نمایه
<b>قید افقی:</b> افقی کردن خطوط هم راستا کردن نقاط به صورت افقی		
		
		
		
		
		
		

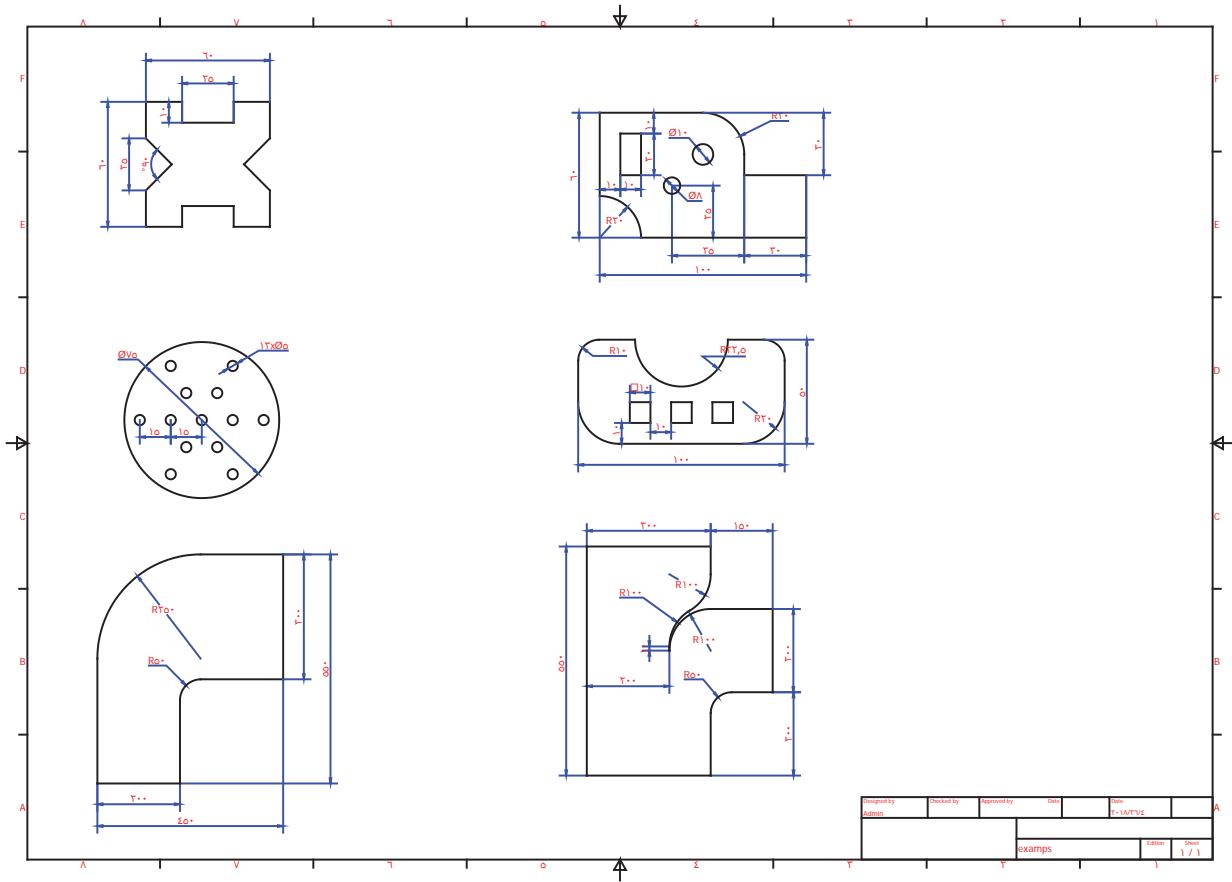
			✓
			↙
			[z]
			=



پودهمان ۲: طراحی با نرم افزار

تمرین

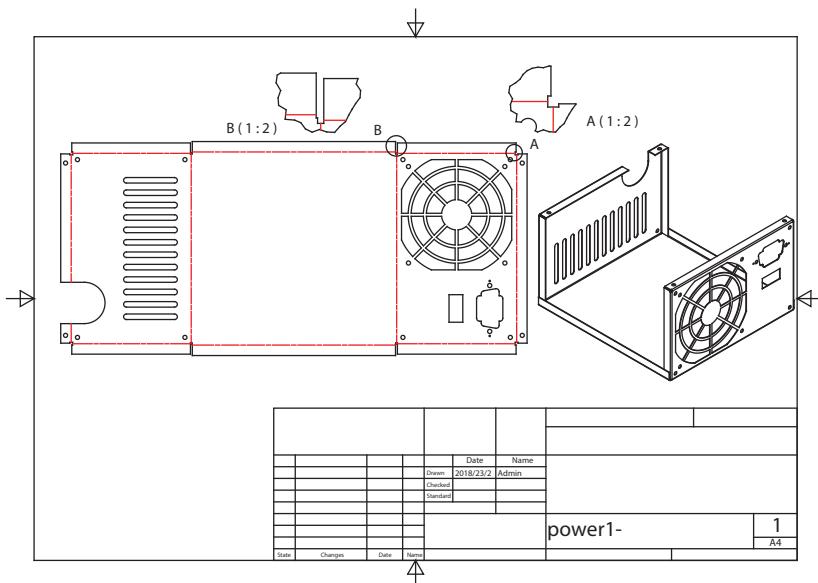
ترسیم های زیر را در محیط Sketch رسم کنید.



### محیط ورق کاری<sup>۱</sup> :



برای ساخت یک جعبه نیاز است که ابتدا گسترش آن را ترسیم کرده و سپس از محل های مشخص ورق را خم کنیم. در گوشها باید برش هایی درنظر گرفته شود که در زمان خم کردن ورق مشکلی پیش نماید (شکل زیر). همچنین شعاع خمها را نیز باید در محاسبه ابعاد نهایی قطعه و برای آسیب نمیدان در زمان خم کردن محاسبه کرد. اضافه ای در ابعاد برای اتصال نیز باید در نظر گرفته شود.



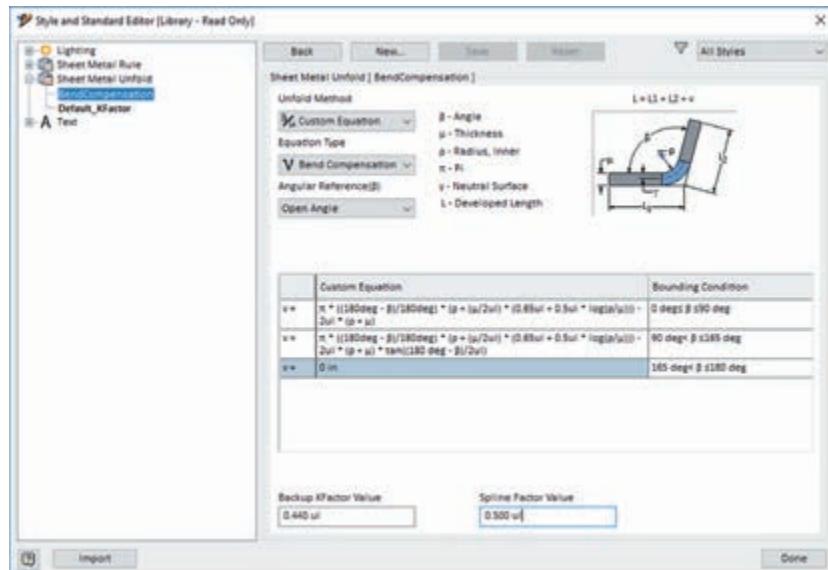
این محاسبات بر اساس جنس و ضریب  $k$  انجام می شود. که در نرم افزار به صورت خودکار انجام می گیرد. اصول کلی کار در این محیط به این صورت می باشد که ابتدا جنس و ضخامت ورق را مشخص می کنیم و یک سطح اولیه برای ورق در نظر می گیریم. و سپس لبه ها و دیواره های بعدی را به آن اضافه می کنیم. تا یک مدل سه بعدی داشته باشیم. بعد از آن در صورت نیاز، ترسیمه هایی برای پانچ و یا سوراخ کاری روی آن انجام می دهیم و در نهایت با اجرای یک دستور مدل سه بعدی را به یک سطح گسترده تبدیل می کنیم. خروجی نرم افزار را می توان به صورت دستی اجرا کرده و یا به کمک دستگاه های CNC برش بزنیم و خم کاری کنیم و یا برای تولید انبوه قطعات قالب سازی کرد.

نکته

ضریب  $k$  عددی است که با آن طول گسترده ورق به دست می آید. و به ضخامت ورق و شعاع خم بستگی دارد. که نرم افزار به صورت پیش فرض اعدادی را در نظر می گیرد و یا می توان روش های محاسبه مختلف را برای آن نرم افزار مشخص کرد.



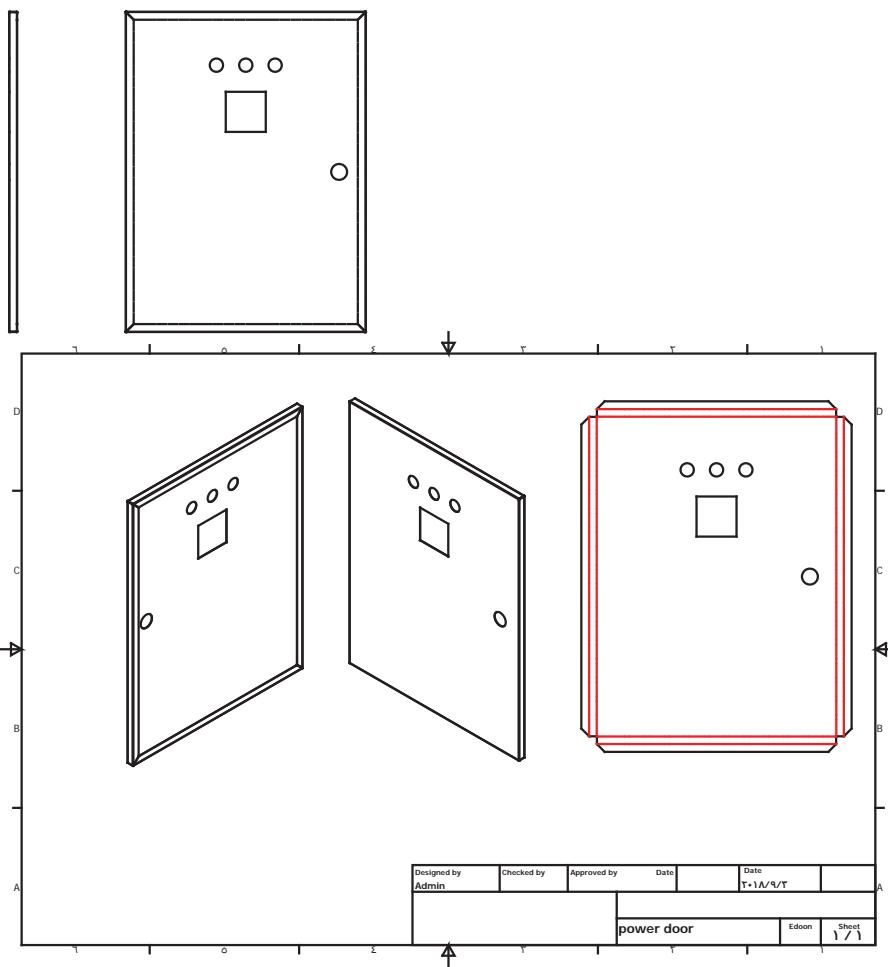
## پودهمان ۲: طراحی با نرم افزار



کار کلاسی

تابلو برق زیر را مدل سازی کنید.

جنس : ورق گالوانیزه ۰/۵

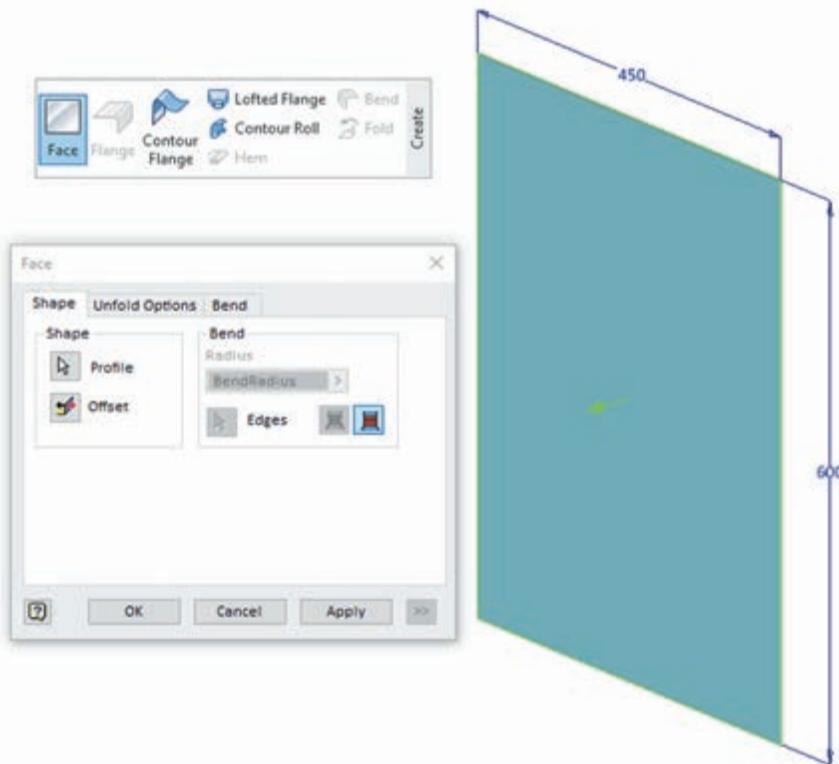




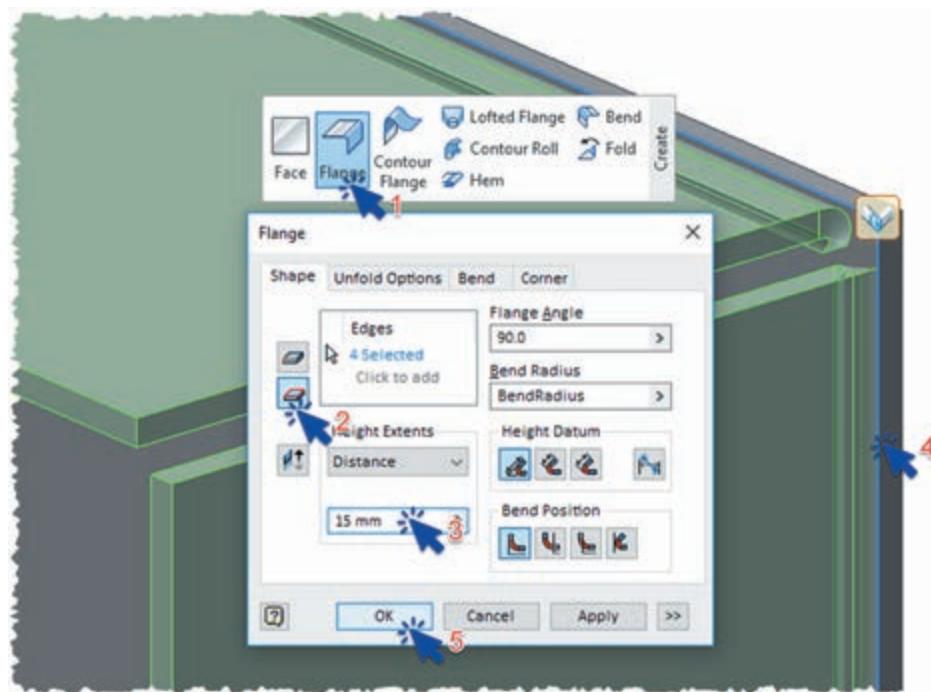
- ۱- یک فایل New از نوع Sheet metal(mm).ipt باز کنید.
- ۲- برای تعریف ضخامت و جنس ورق، وارد قسمت Sheet Metal Defaults شوید.

ضخامت به صورت پیش فرض ۵/۰ است آن را تغییر ندهید. و از لیست جنس Material Steel , Galvanized را انتخاب کنید.

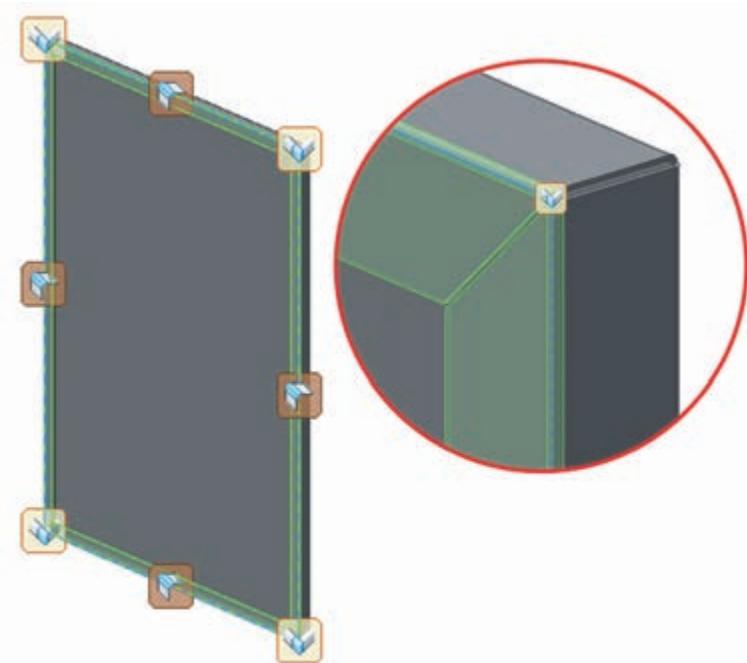
- ۳- وارد محیط ترسیمه (Sketch) شده و صفحه XY را برای ترسیم انتخاب کنید.
- ۴- به کمک فرمان Rectangle (Tow Point) یک مستطیل با ابعاد  $۶۰۰ \times ۴۵۰$  رسم کنید.
- ۵- با خارج شدن از محیط ترسیم دوباره وارد محیط Sheet metal شوید.
- ۶- با استفاده از ابزار سطح Face و انتخاب مستطیل ترسیم شده آن را به یک سطح ورق تبدیل کنید.



- ۷- به کمک ابزار لبه دار کردن Flange لبه ای به ارتفاع ۱۵ میلیمتر به دور تا دور ورق اضافه کنید. زاویه خم ۹۰ درجه و شعاع خم به صورت پیش فرض برابر ضخامت ورق است.



- با استفاده از ابزار و انتخاب همه لبه های داخلی، لبه ای دیگر به ارتفاع ۱۵ میلیمتر به لبه قبلی اضافه کنید.

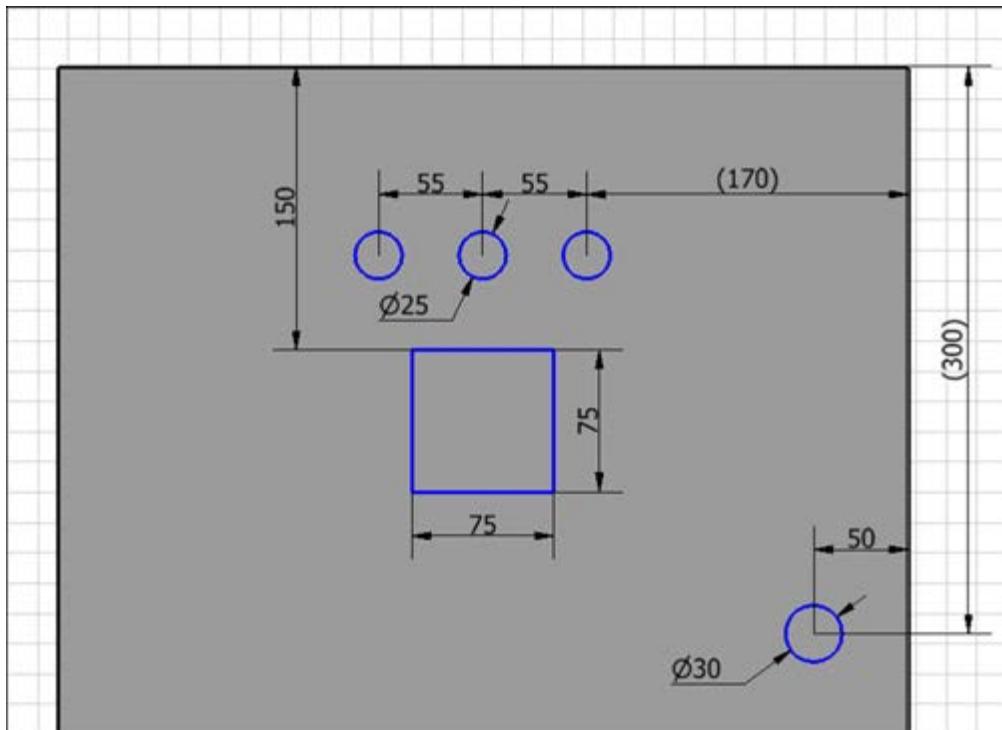


۹- به کمک ابزار



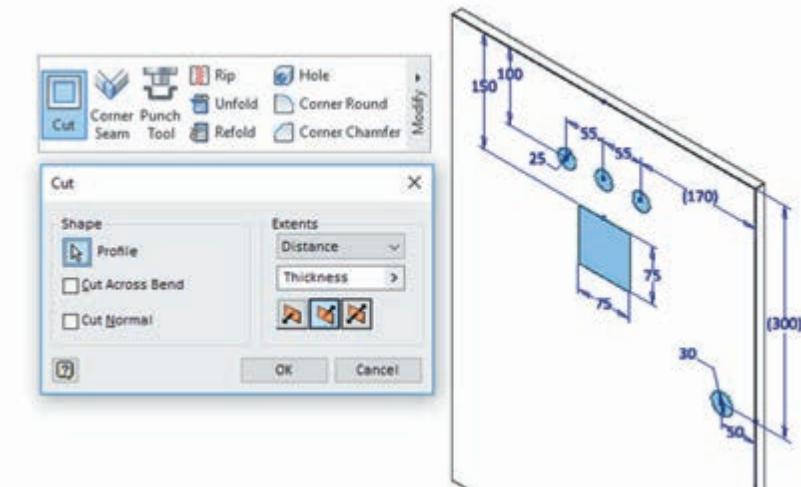
یک ترسیمه جدید روی درب تابلو ایجاد کنید.

۱۰- به کمک دستور دایره و مستطیل پروفیلی مانند شکل زیر ترسیم و اندازه‌گذاری کنید.

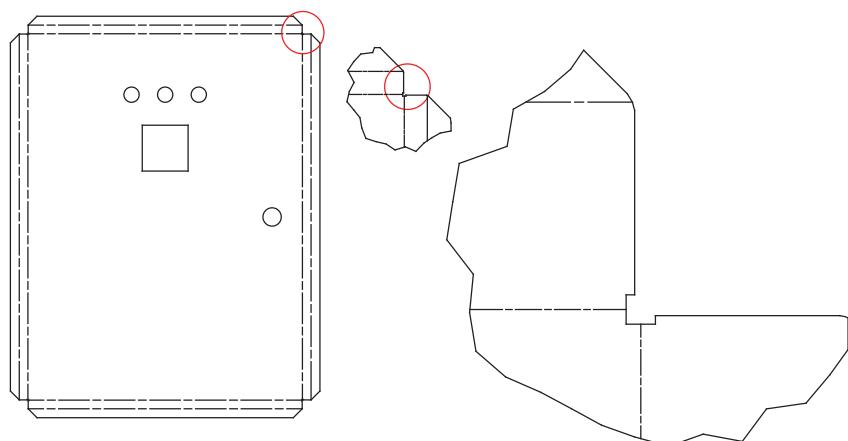


۱۱- با فرمان Finish Sketch ✓ از محیط ترسیمه خارج شوید و به محیط ورق کاری برگردید.

۱۲- برای برش دادن پروفیل ترسیم شده از ورق از ابزار Cut □ استفاده کنید. به این صورت که ابتدا پروفیل‌های مورد نظر را انتخاب و سپس عمق سوراخ کردن را تعیین کنید. در این ابزار عمق به صورت پیش‌فرض برابر ضخامت ورق می‌باشد.



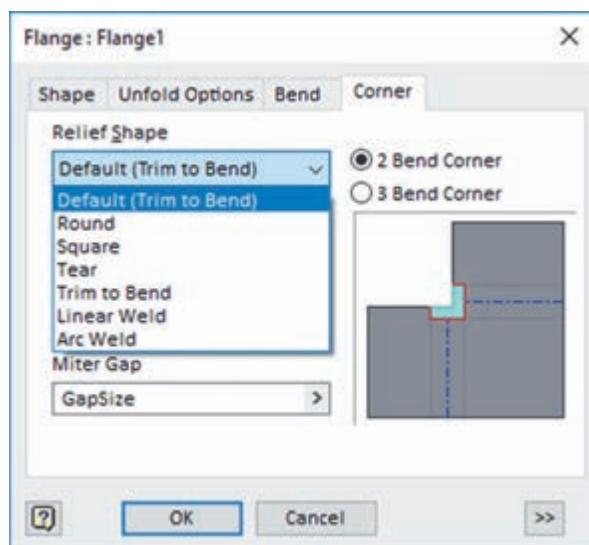
- ۱۳- پس از ترسیم کامل مدل برای دیدن سطح گسترده آن از ابزار ساخت سطح گسترده استفاده کمک بگیرید.
-  **Create Flat Pattern**
-  **Go to Folded Part**



- ۱۴- فایل را با پسوند .ipt ذخیره کنید.



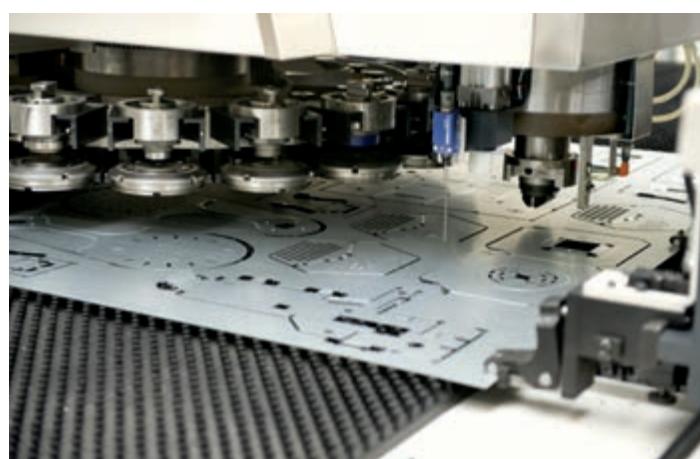
در نوار پیمایش روی ۱ دوبار کلیک کرده و برگه گوشه (Corner) را باز کنید. سپس هریک از گزینه های زبانه Relief Shape (شکل ترمیم) را انتخاب کنید و تغییر شکل را در مدل و گسترش شکل نمایش دهید. و کاربرد هر یک را شرح دهید.



امروزه می توان به کمک فناوری پس از طراحی رایانه ای فایل خروجی نرم افزار را به دستگاه های CNC داد. تا عملیات پانچکاری، برش زنی و خمکاری با دقیق زیاد انجام شود که در ادامه برخی از این دستگاه ها را معرفی می کنیم.

### ۱- دستگاه پانچ CNC

نحوه عملکرد این دستگاه به این صورت است که ورق فلزی در زیر رام دستگاه در راستای طول و عرض با دقیق زیاد حرکت می کند و پس از قرار گیری در محل دقیق دستگاه با ضربات ابزار ورق را شکل داده و یا برش می زنند.

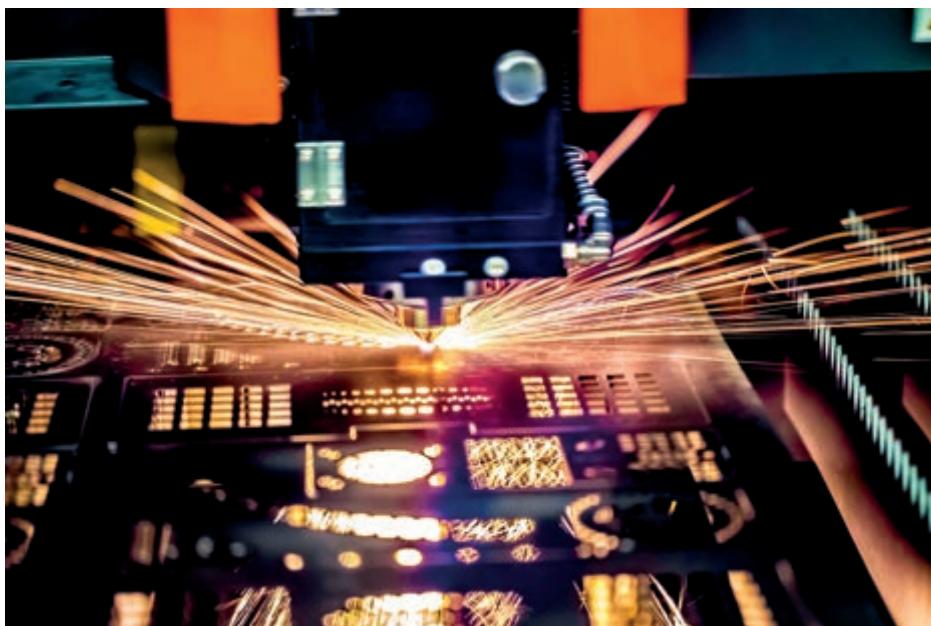


این دستگاه ها قابلیت ایجاد سوراخ های دایره ای، ایجاد شیار مستطیل شکل، مسیرهای پیچیده، برش لبه ها و تقریباً هر شکل ترسیم شده در رایانه را دارند. برخی از این دستگاه ها حتی قابلیت خم کردن لبه های برش زده خود را نیز دارند. این دستگاه ها برای ایجاد شکل های پیچیده از ابزارهای خاص و یا همپوشانی ابزارها استفاده می کنند. در شکل می توانید برخی از ابزار های پانج را مشاهده کنید.



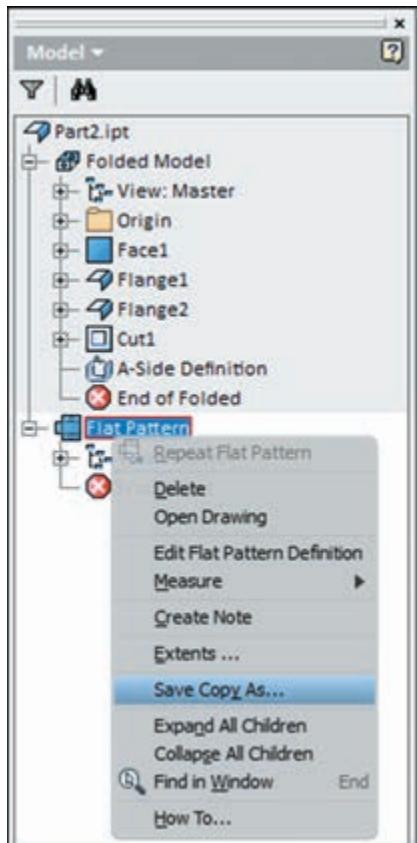
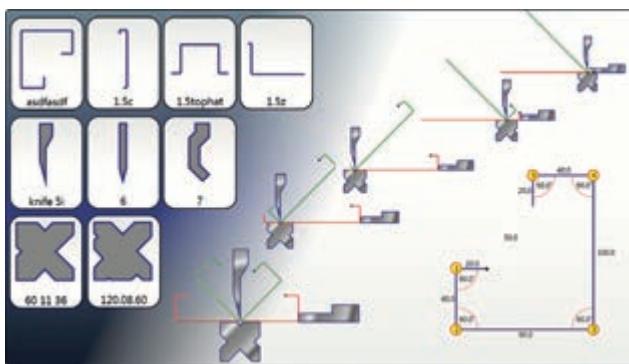
### برش لیزر

روش دیگری که برای برش فلزات کاربرد دارد استفاده از پرتو لیزر است. که در آن نیز می باشد طرح موردنظر در رایانه ترسیم و به دستگاه منتقل گردد. سپس دستگاه به کمک پرتو لیزر شکل ها را در ورق ایجاد می کند. مزایای اصلی برش لیزر نسبت به پانج عدم ایجاد تنفس و تغییر شکل در ورق و نداشتن پلیسه های برش است.



## دستگاه برق پرس<sup>۱</sup>

دستگاهی است که به کمک نیروی هیدرولیکی و مکانیکی ورق را خم می‌کند. این دستگاه به کمک سمبه و ماتریس‌های مختلف خود، انواع خمکاری با زاویه‌ها و شعاع گوشه‌های مختلف را در مراحل چندگانه انجام می‌دهد.

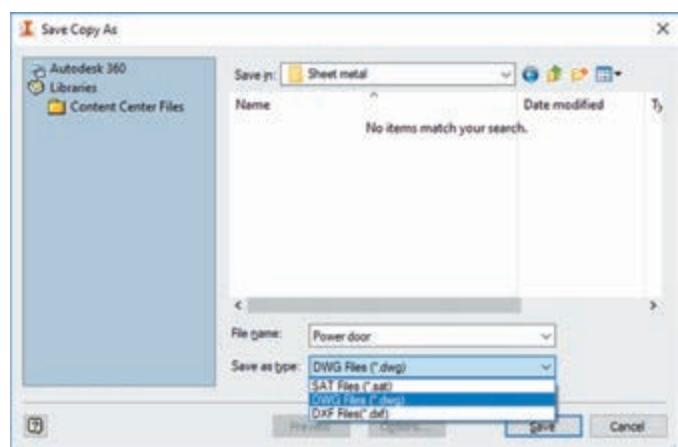


برای درب تابلو برق طراحی شده یک فایل خروجی برای دستگاه‌های پانچ CNC و برق پرس CNC با پسوند dwg با نسخه ۲۰۰۴ بگیرید.

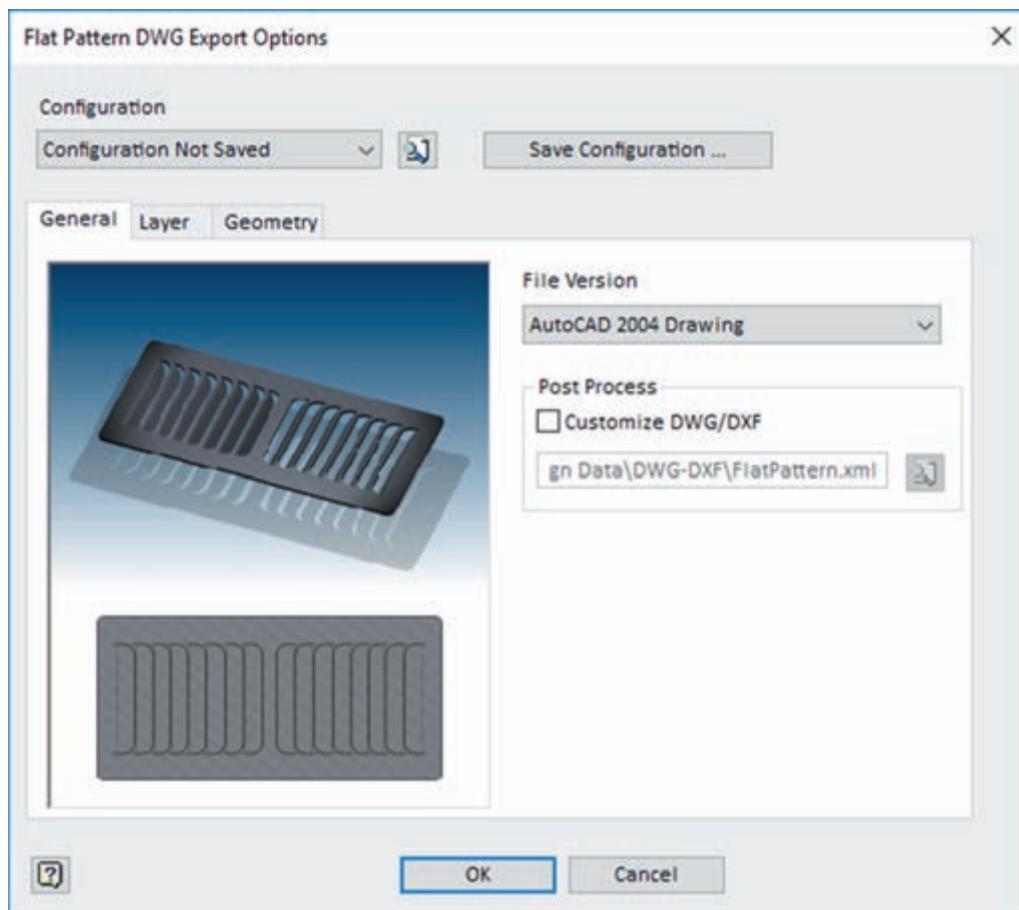
فعالیت



- برای این کار در مرورگر روی Flat Pattern کلیک راست کرده و گزینه Save Copy As را انتخاب کنید.
- سپس مسیر دلخواه را انتخاب نموده و در نهایت پس از انتخاب نام فایل با فرمت dwg، فایل را ذخیره کنید.



در پنجره تنظیمات فایل خروجی اتوکد ۲۰۰۴ را به عنوان نسخه فایل انتخاب و سپس تأیید کنید. فایل ذخیره شده در دستگاههای CNC قابل استفاده است.



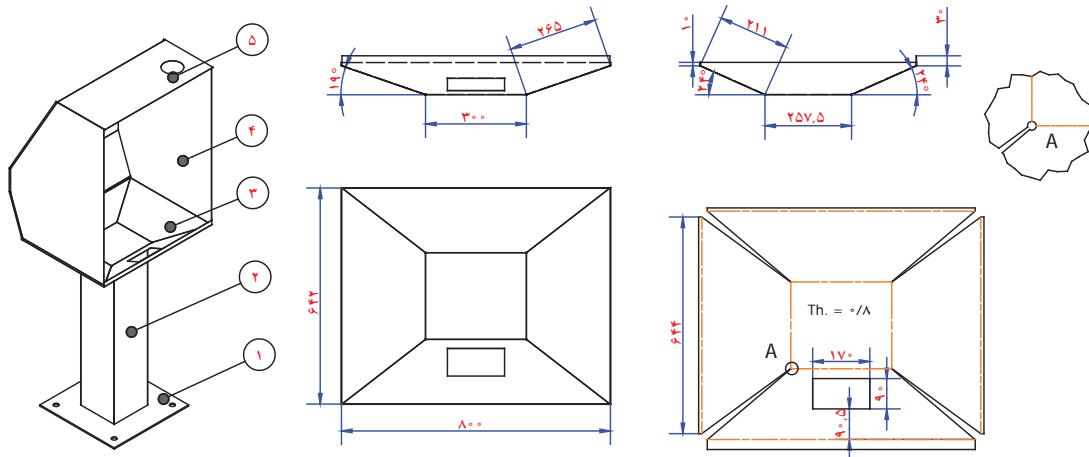
دستگاههای برش لیزر، پانچ CNC و برک پرس CNC معمولاً از فایل‌های اتوکد با پسوند dwg و یا dxf استفاده می‌کنند. که با توجه به سال تولید دستگاه، فایل‌هایی با نسخه‌های قدیمی‌تر را پشتیبانی می‌کنند.

نکته



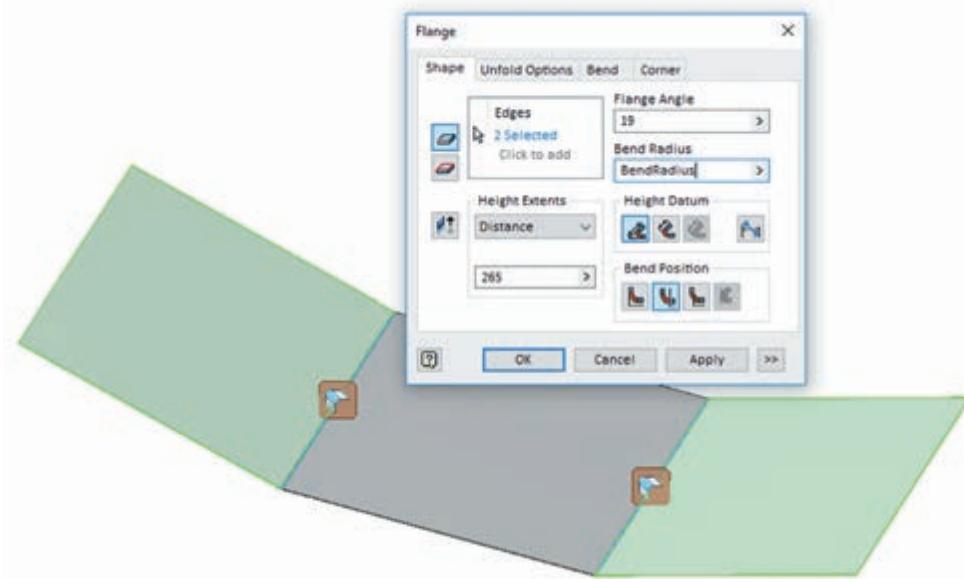


گسترش قسمت زیرین کابین جوشکاری قطعه شماره ۱۳ را از جنس ورق فولاد غیرآلیاژی با ضخامت  $8/0$  میلیمتر ترسیم کنید.

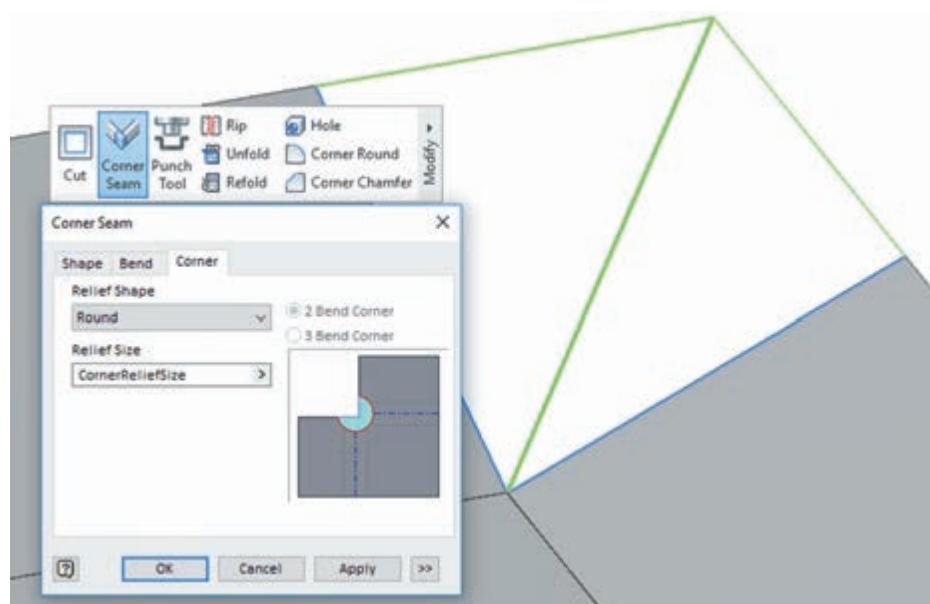


## دستور کار

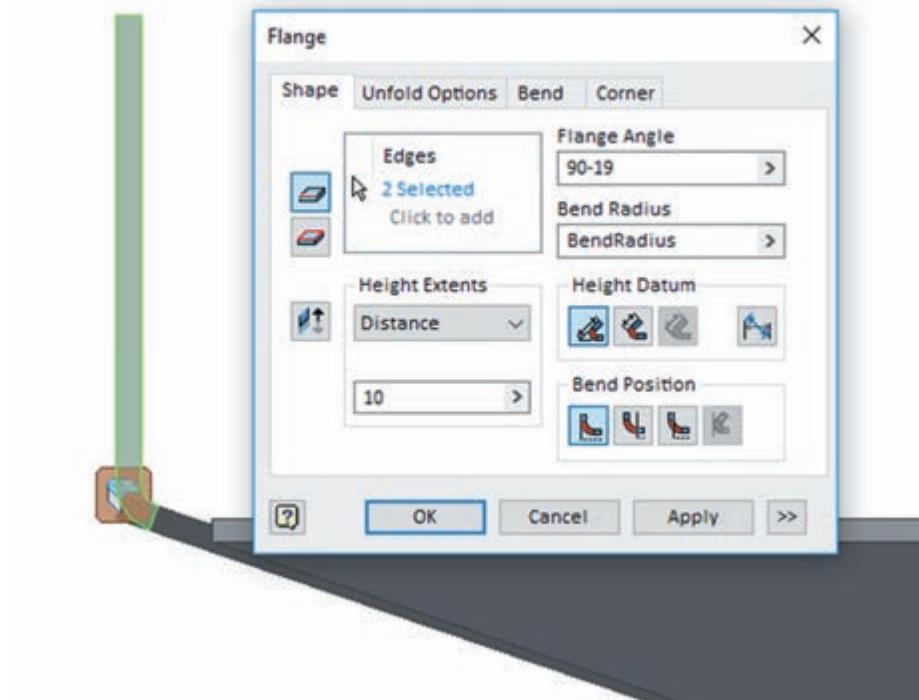
- ۱- یک فایل New از نوع Sheet metal(mm).ipt باز کنید.
- ۲- در پنجره Sheet Metal Defaults تعريف کنید (Steel , Non Alloy)
- ۳- صفحه XY را برای ترسیمه (Sketch) انتخاب کنید.
- ۴- به کمک فرمان Rectangle (Tow Point) یک مستطیل با ابعاد  $300 \times 257.5$  رسم کنید.
- ۵- به محیط Sheet metal برگردید.
- ۶- با استفاده از ابزار سطح Face و ترسیمه را به یک سطح ورق تبدیل کنید.
- ۷- به کمک ابزار لبه دار کردن Flange و انتخاب دو لبه از شکل لبه هایی به طول ۲۶۵ میلیمتر و زاویه ۱۹ درجه اضافه کنید. شعاع خم را به صورت پیش فرض برابر ضخامت ورق در نظر بگیرید. به سایر تنظیمات در شکل دقت کنید.



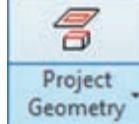
- ۸- در دو سمت دیگر نیز لبه‌ای با زاویه ۲۴ درجه و طول ۲۱۱ میلیمتر مانند مرحله قبل اضافه کنید.
- ۹- برای به هم رساندن دو لبه از ابزار اتصال گوشه (Corner Seam) استفاده کرده و لبه‌های شکل را انتخاب کنید. همچنین برای گرد شدن گوشه در برگه گوشه (Corner) گزینه Round را استفاده کنید. این کار را برای سه گوشه دیگر هم انجام دهید.

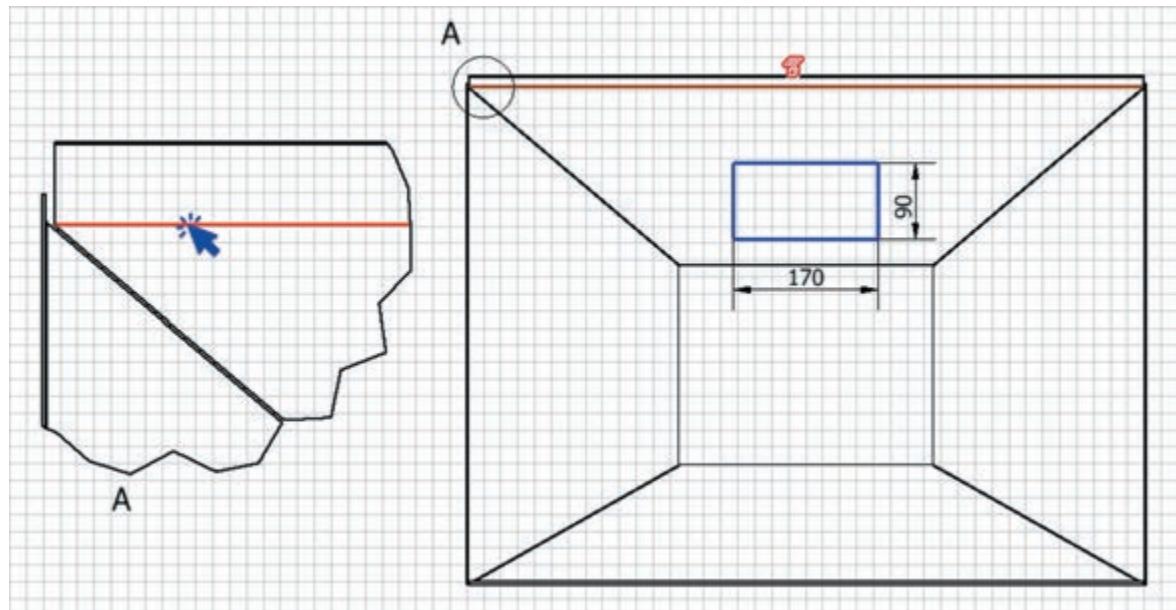


- ۱۰- برای اضافه کردن لبه های مستقیم به مدل با استفاده از دستور Flange دو لبه روی سطوح ۱۹ درجه را انتخاب کرده، لبه ای به ارتفاع ۱۰ میلیمتر و زاویه (۹۰-۱۹) اضافه کنید.

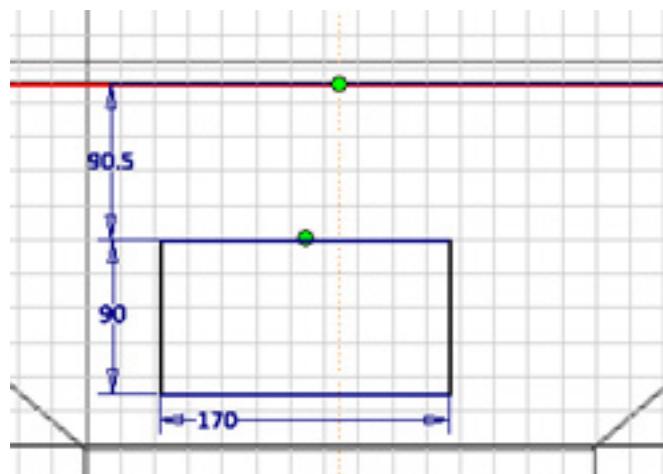


- ۱۱- مانند مرحله قبل لبه ای به ارتفاع ۱۰ و زاویه (۹۰-۲۴) در سمت ۳۰ درجه و لبه دیگری به ارتفاع ۳۰ و زاویه (۹۰-۲۴) در سمت مقابل اضافه کنید.
- ۱۲- با استفاده از ابزار Sketch و انتخاب سطح ۲۴ درجه‌ای یک سطح ترسیمه ایجاد و یک مستطیل با ابعاد  $۱۷۰ \times ۹۰$  ترسیم کنید.

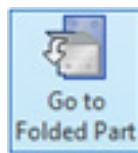
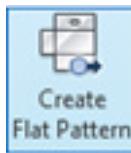
- ۱۳- برای استفاده از لبه های مدل در یک ترسیم می‌توان ابزار  تصویرگیری (Project) کمک گرفت. به این منظور فرمان را اجرا و سپس خط را مانند شکل صفحه بعد انتخاب کنید. تصویرگیری هندسی یکی از پرکاربردترین ابزارها برای ترسیم، اندازه‌گذاری و مقید کردن شکل‌ها نسبت به لبه‌های مدل است.



۱۴- فاصله ضلع مستطیل را از خط  $90/5$  اندازه‌گذاری کنید و برای وسط بودن شکل با استفاده از قید عمودی وسط خط و خط تصویر شده را هم راستا کنید.

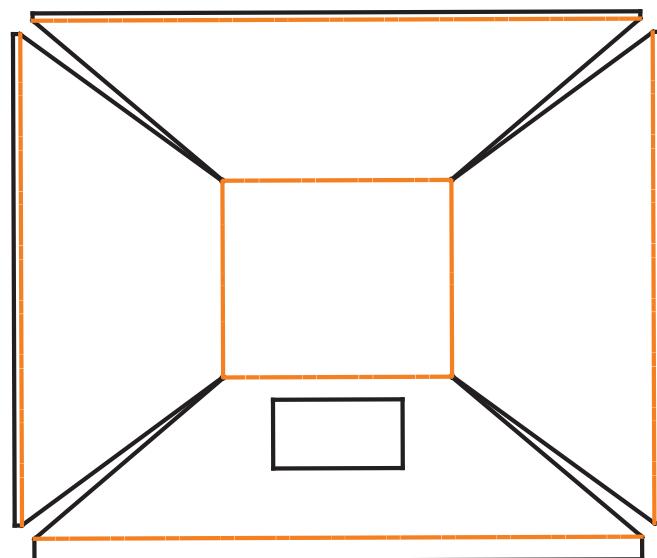
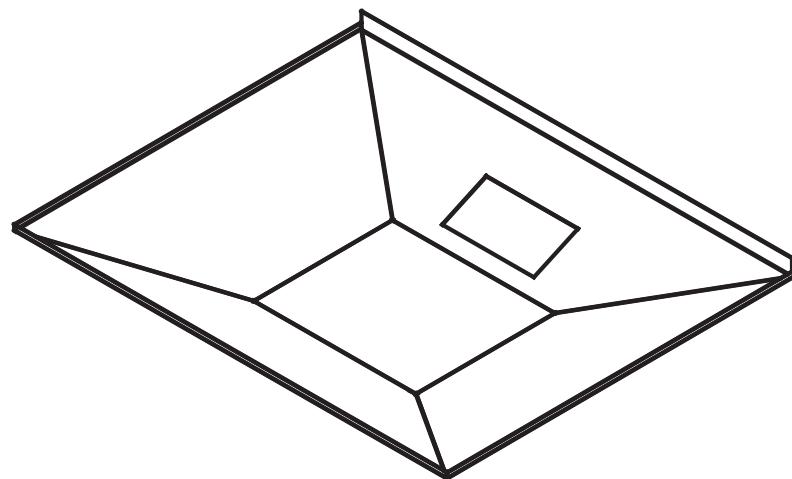


استفاده



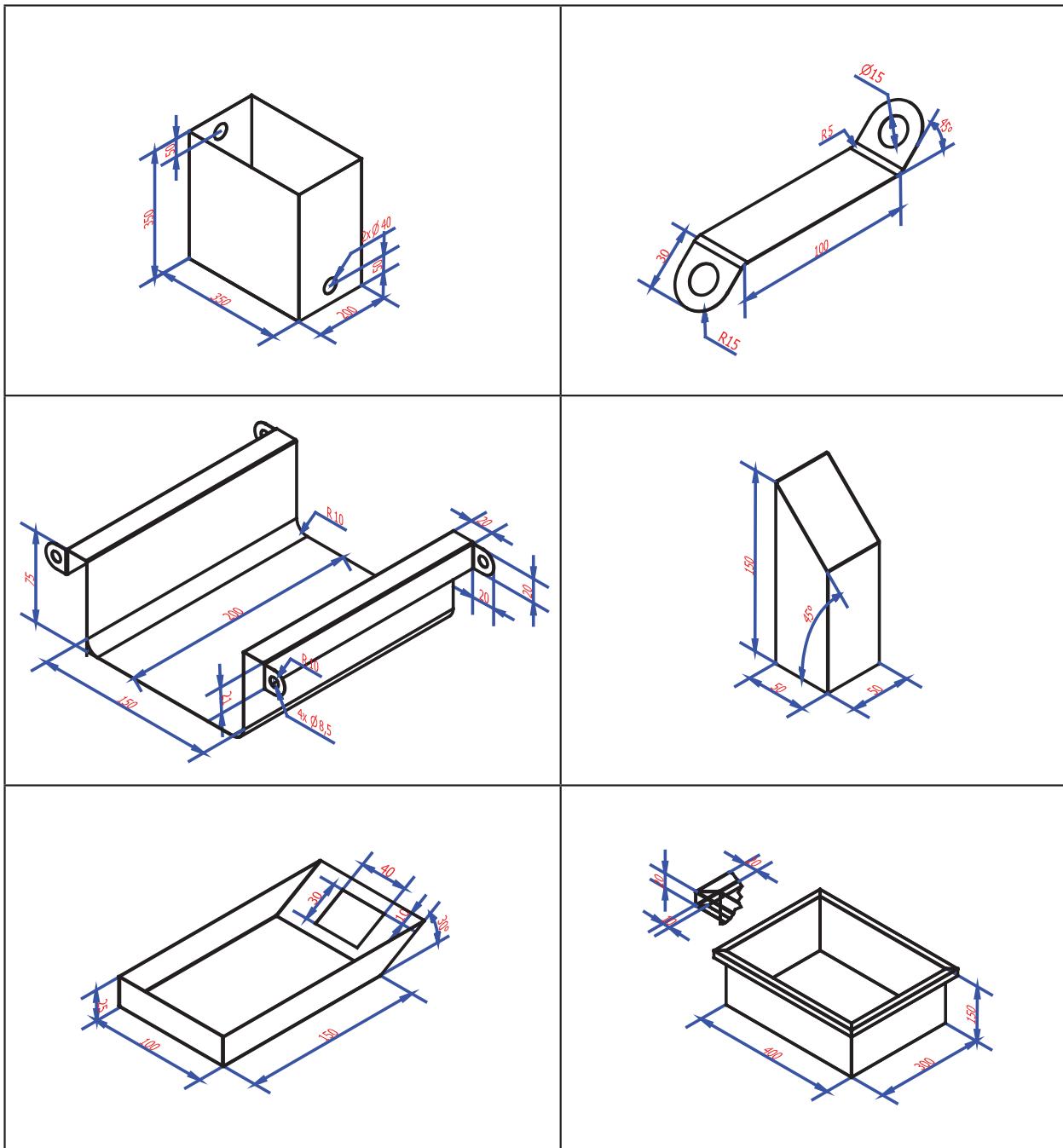
۱۵- به کمک ابزار برش قسمت مستطیلی را از ورق برش بزنید.

۱۶- فایل را با پسوند .ipt ذخیره کنید.





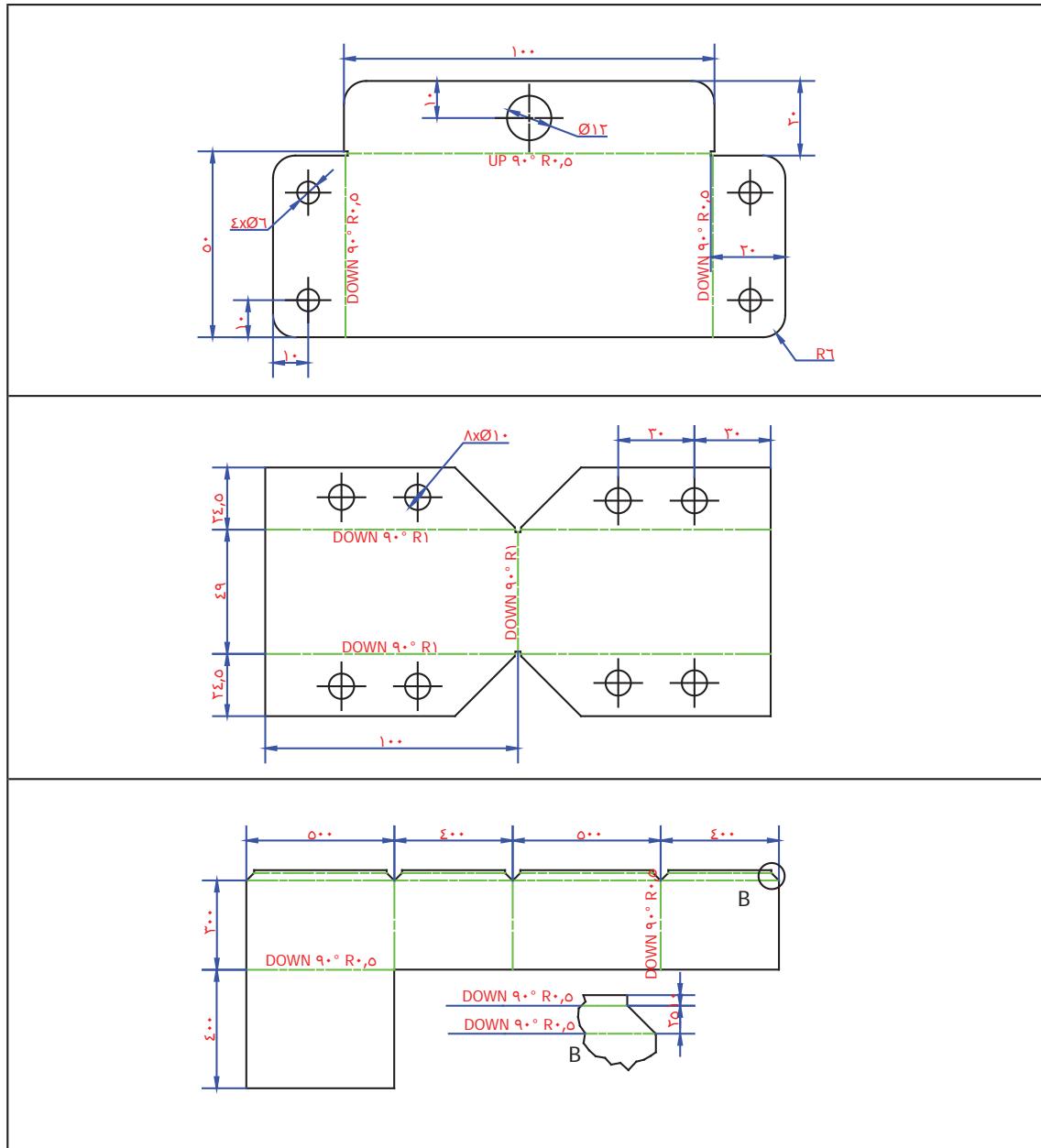
- قطعات زیر را مدل کنید و گسترش آن را بدست آورید.
- ضخامت ورق برای کلیه قطعات  $0.5$  میلیمتر
  - قطعات را به صورتی مدل کنید که کمترین دورریز را در ورق داشته باشد.



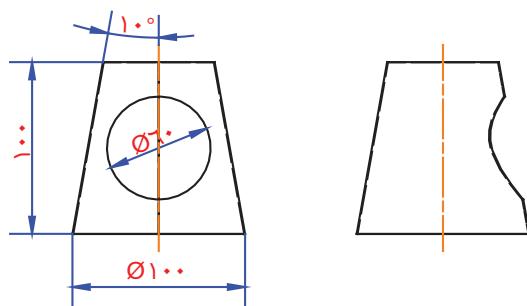
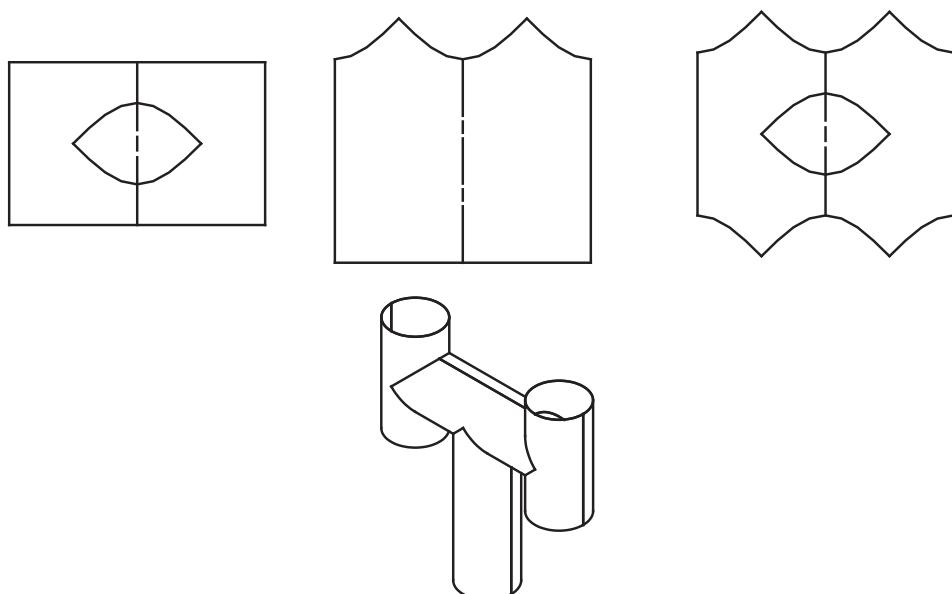
تمرین



ورق های گسترش یافته زیر را مدل سازی کنید.

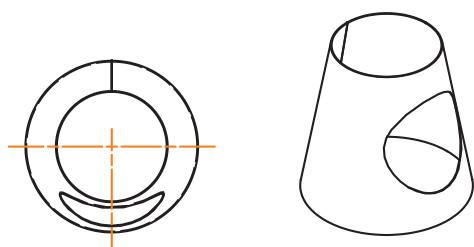


یکی از پرکاربردترین قسمت های محیط ورق کاری ایجاد گسترش سطوح مدور و برخورد این سطوح میباشد. در محیط ورق کاری میتوان گسترش برخورد این سطوح را نیز بدست آورد. سطوحی مانند کanal های هوا، کanal تبدیل مربع دایره که در هود ها کاربرد دارد و یا گسترش برخورد استوانه ها مانند لوله H، ترسیم برخورد این سطوح بصورت دستی بسیار زمان گیر بوده و نیازمند تجربه، دانش بالا است. در ابتدای فصل مراحل ترسیم کanal تبدیل به صورت دستی در شکل زیر نمایش داده شده است.

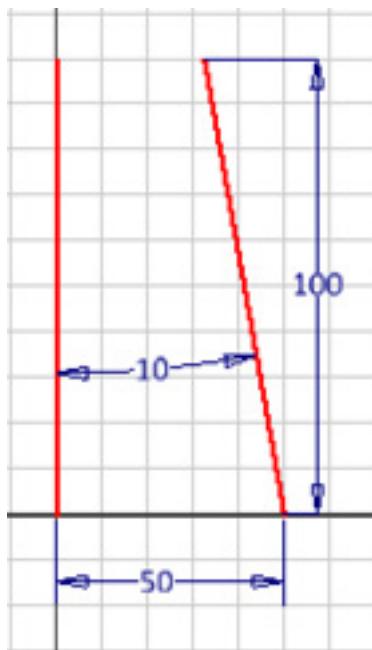


گسترش مخروط ناقص زیر را  
از جنس ورق فولاد زنگ نزن به  
ضخامت ۵/۰ ترسیم کنید.

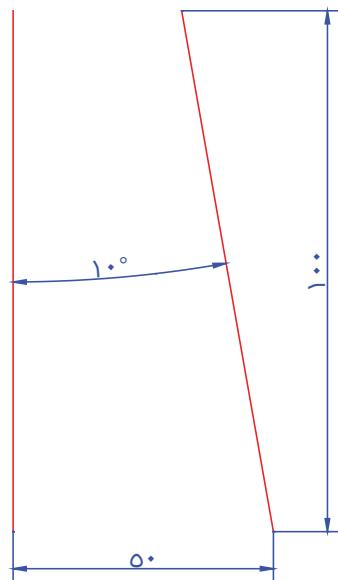
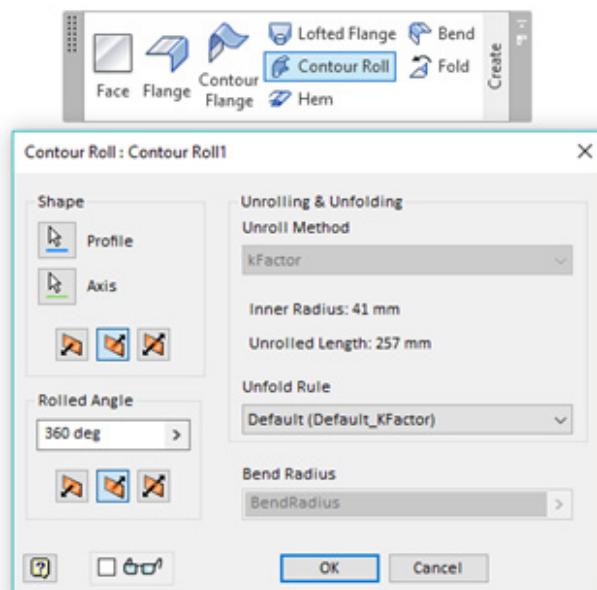
کار کلاسی



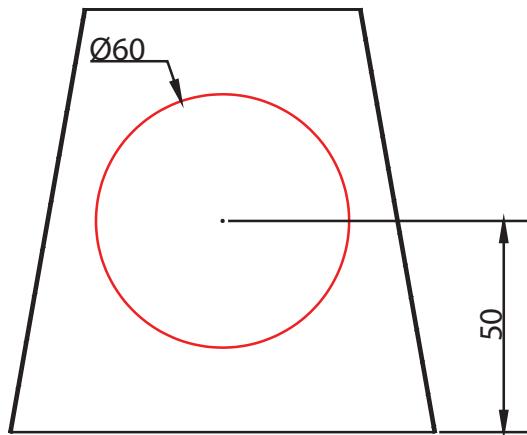
## دستور کار



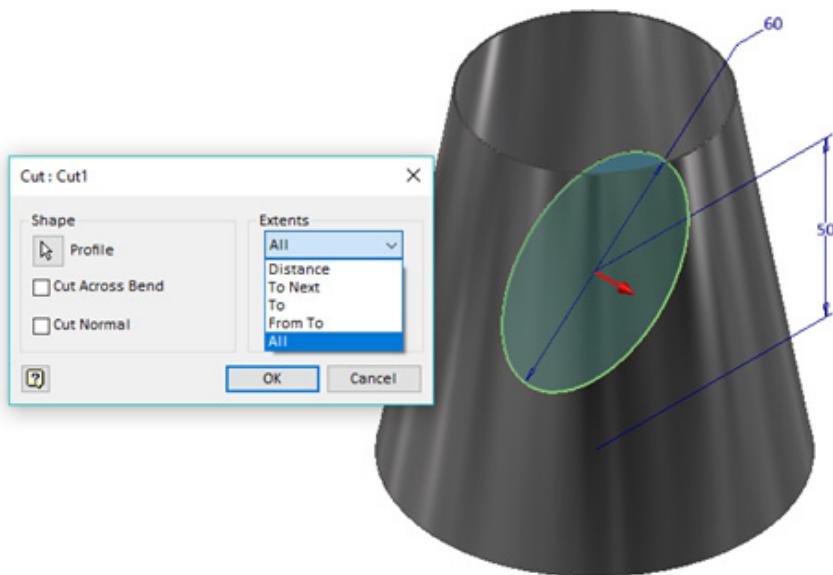
- ۱- یک فایل New از نوع Sheet metal(mm).ipt باز کنید.
- ۲- در پنجره Sheet Metal Defaults جنس را از فولاد زنگنزن (Stainless Steel) ضخامت ورق را ۰/۵mm درنظر بگیرید.
- ۳- صفحه XY را برای ترسیمه (Sketch) انتخاب کنید و شکل مقابل را در مرکز صفحه ترسیم کنید. (محور مخروط منطبق بر محور Y باشد).
- ۴- ابزار Contour Roll برای چرخش یک پروفیل حول یک محور کاربرد دارد. به وسیله این ابزار خط را با زاویه ۳۶۰ درجه حول محور چرخش دهید. تا سطح مخروط تشکیل شود.



۵- ترسیمه (Sketch) دیگری روی صفحه XY ایجاد کنید. برای انتخاب می‌توانید از مرورگر کمک بگیرید. با زدن کلید F7 یک برش گرافیکی بزنید و محل ترسیمه را از داخل شکل ببینید. سپس مانند شکل، یک دایره ترسیم کنید.



۶- دایره را به صورت سرتاسر به کمک ابزار برش ببرید.

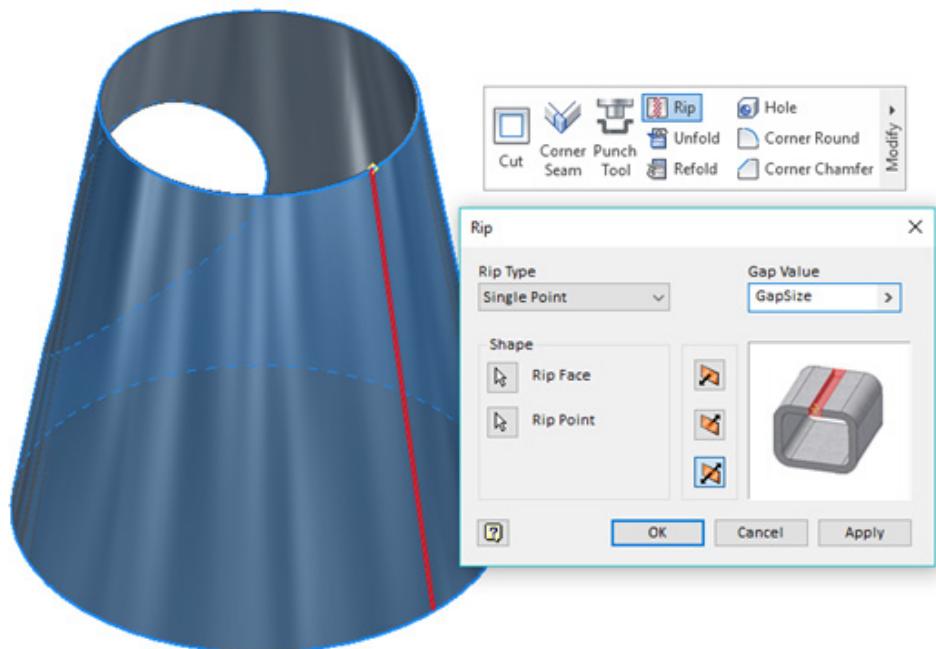


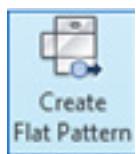
۷- مدل سازی تقریباً تمام شده ولی به علت یک پارچه بودن شکل برای گسترش نیاز به یک خط برش داریم. برای این کار ابتدا یک نقطه کاری روی سطح شکل ایجاد کنید.

نکته

۸- با استفاده از ابزار خط برش (Rip) یک شکاف در ورق ایجاد کنید. برای انجام این کار ابتدا سطح مخروط و پس از آن نقطه کاری را انتخاب کنید. عرض شکاف Gap size به صورت پیش فرض برابر با ضخامت ورق می باشد که در صورت نیاز می توان آن را تغییر داد.

می توان بهجای خط برش در زمان ایجاد مخروط با ابزار Contour Roll زاویه ای کمتر از ۳۶۰ درجه را وارد کرد.

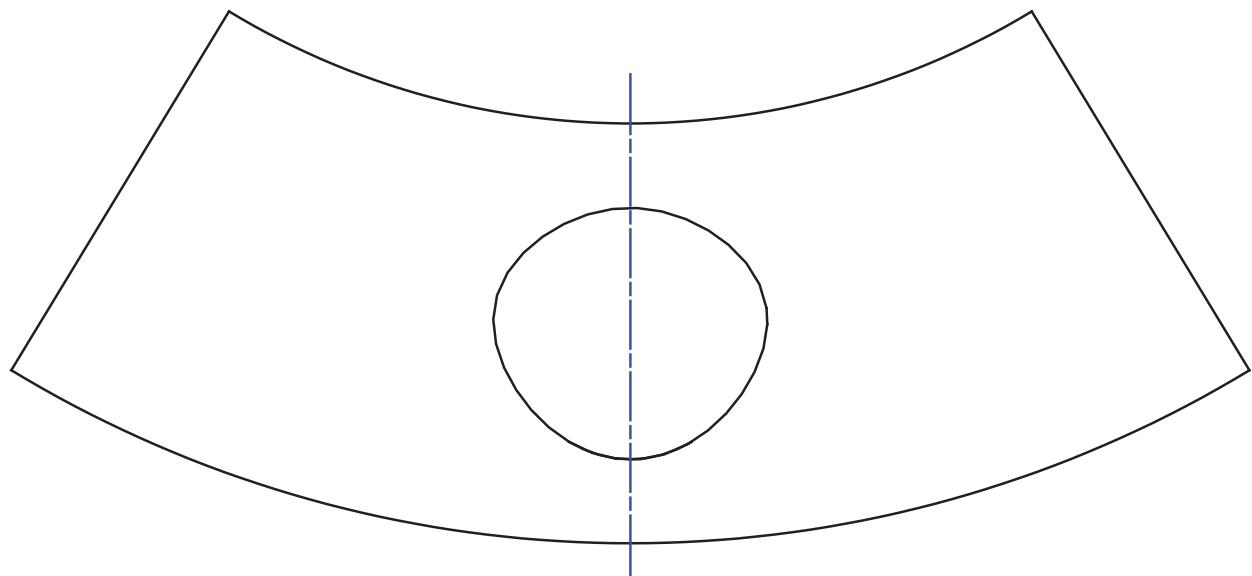




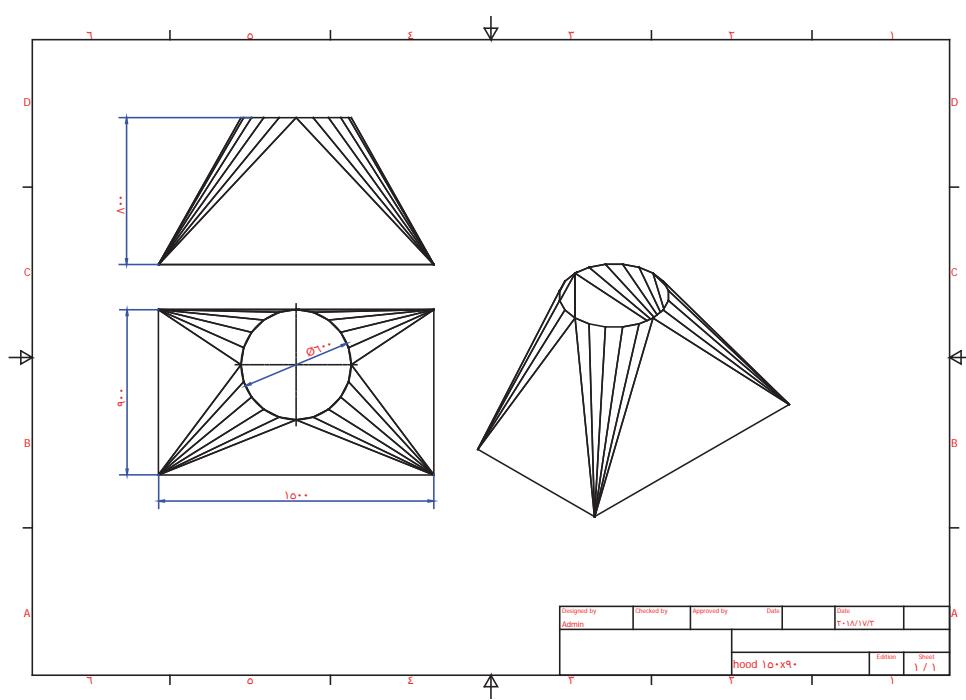
مدل را گسترش دهید.

۹- به کمک ابزار

۱۰- فایل را با پسوند .ipt ذخیره کنید.



گسترش یک هود تبدیل مربع به دایره با ابعاد زیر را ترسیم کنید.

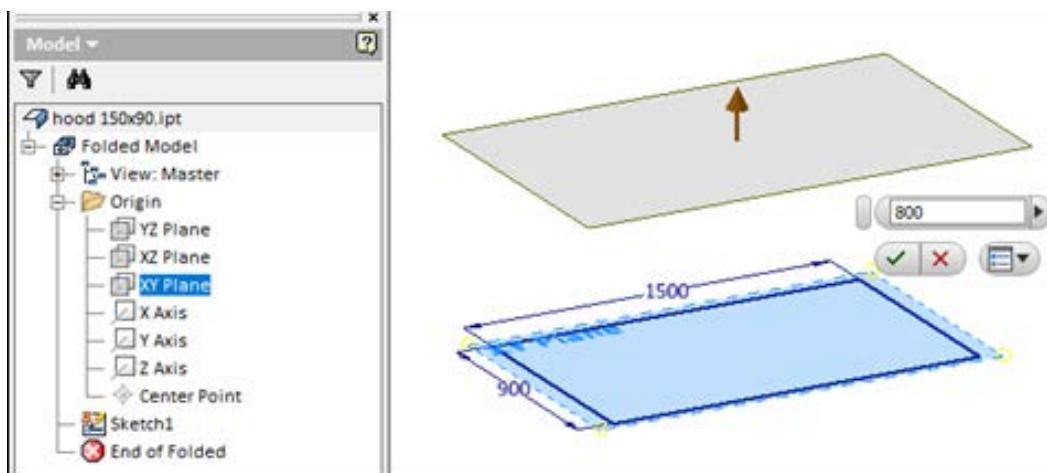


## دستور کار

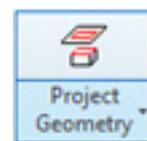
- ۱- یک فایل New از نوع Sheet metal(mm).ipt باز کنید.
- ۲- برای تعریف ضخامت و جنس ورق وارد قسمت Sheet Metal Defaults شوید. ضخامت ۷ میلیمتر و از لیست Material جنس Galvanized , Steel را انتخاب کنید.
- ۳- وارد محیط ترسیمه Sketch (Sketch) شوید و صفحه XY را برای ترسیم انتخاب کنید.
- ۴- به کمک فرمان Rectangle (Tow Point) یک مستطیل با ابعاد  $1500 \times 900$  رسم کنید.
- ۵- در این مرحله می بایست صفحه کاری به موازات صفحه XY ایجاد کرده و دایره ای درون آن ترسیم کنید.

به این منظور روی فلش کوچک زیر ابزار صفحه کاری کلیک کرده Work Plane (Work Plane) و گزینه

Offset from Plane (Offset from Plane) را انتخاب کنید. سپس صفحه XY را از مرورگر انتخاب و صفحه ای با فاصله ۸۰۰ میلیمتر نسبت به آن ایجاد کنید.

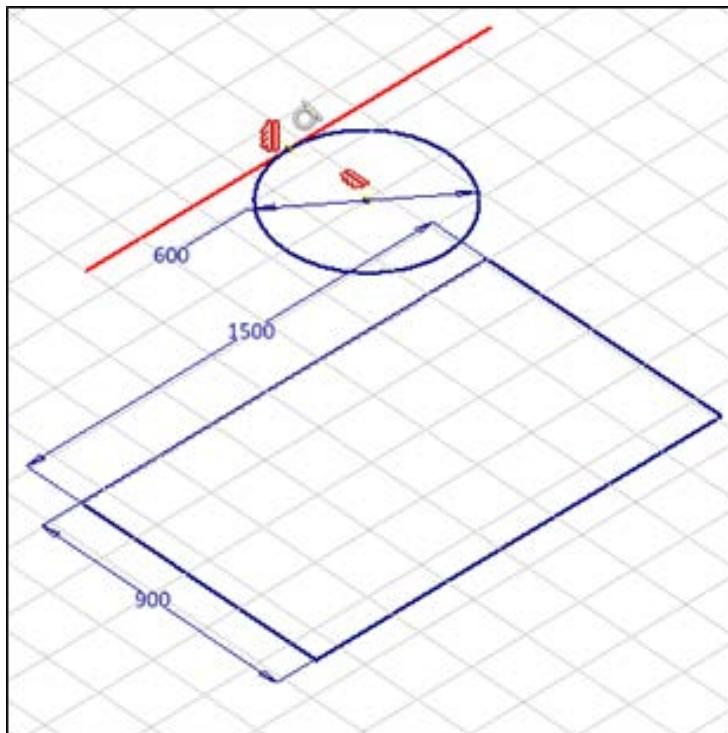


۶- برای ترسیم در صفحه کاری جدید صفحه ترسیم (Sketch) را روی آن قرار دهید. و دایره‌ای به قطر ۶۰۰ میلیمتر در آن ترسیم کنید.

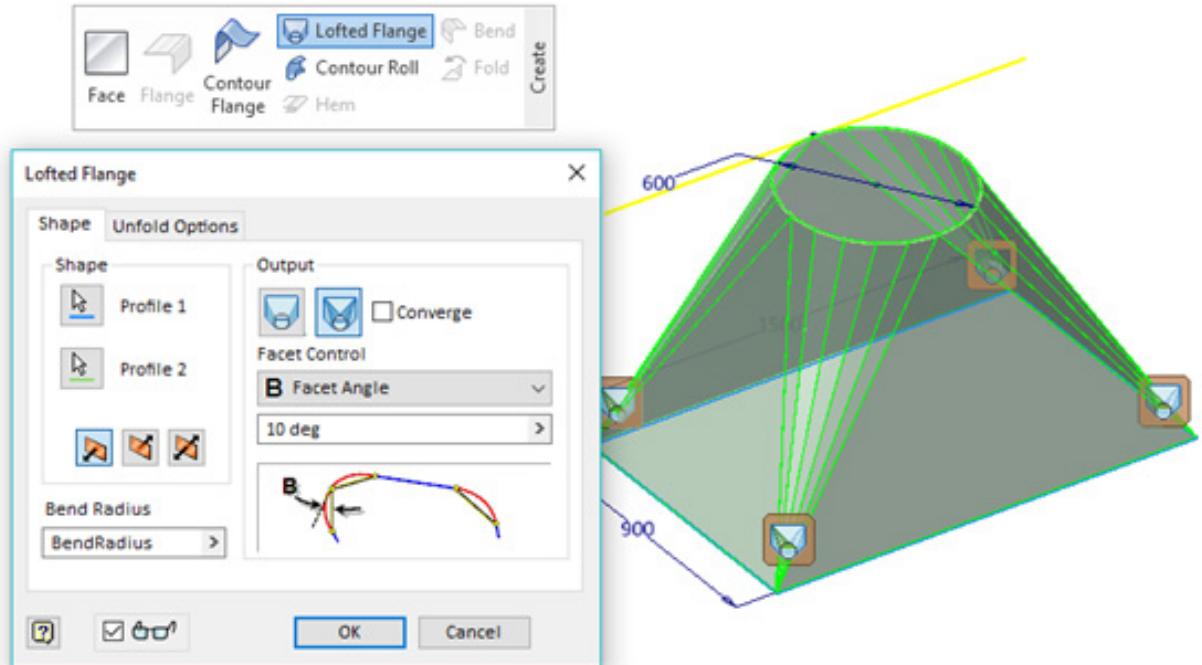


۷- با استفاده از ابزار تصویرگیری (Project), تصویری از خط بالای مستطیل در صفحه جدید ایجاد نمایید.

۸- مرکز دایره را با استفاده از قید عمودی با وسط خط تصویر شده هم راستا کنید. و آن را با استفاده از قید به خط مماس کنید.

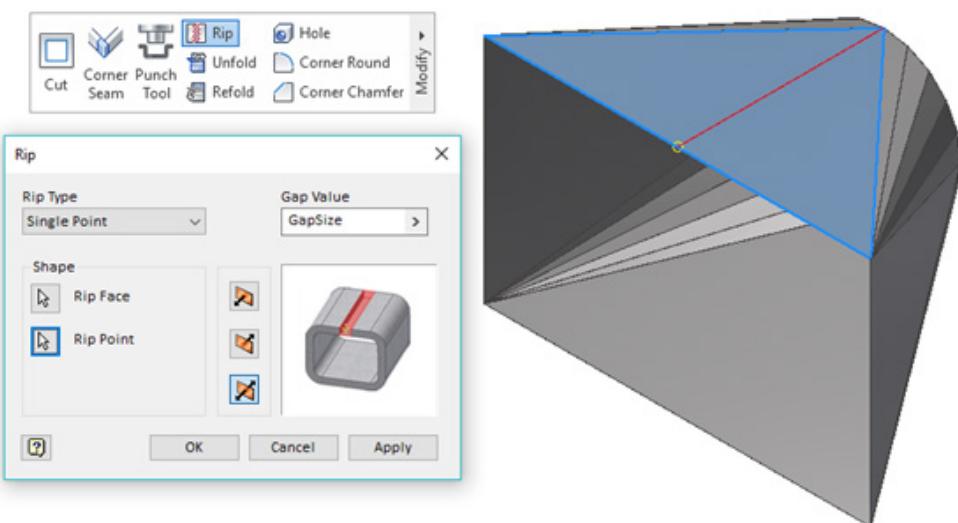


۹- ابزار Lofted Flange برای تولید یک سطح هموار بین دو مقطع غیر یکسان کاربرد دارد. دو مقطع دایره و مستطیل را به روش خمکاری به هم متصل کنید. و زاویه هر سطح را هم ۱۰ درجه در نظر بگیرید.

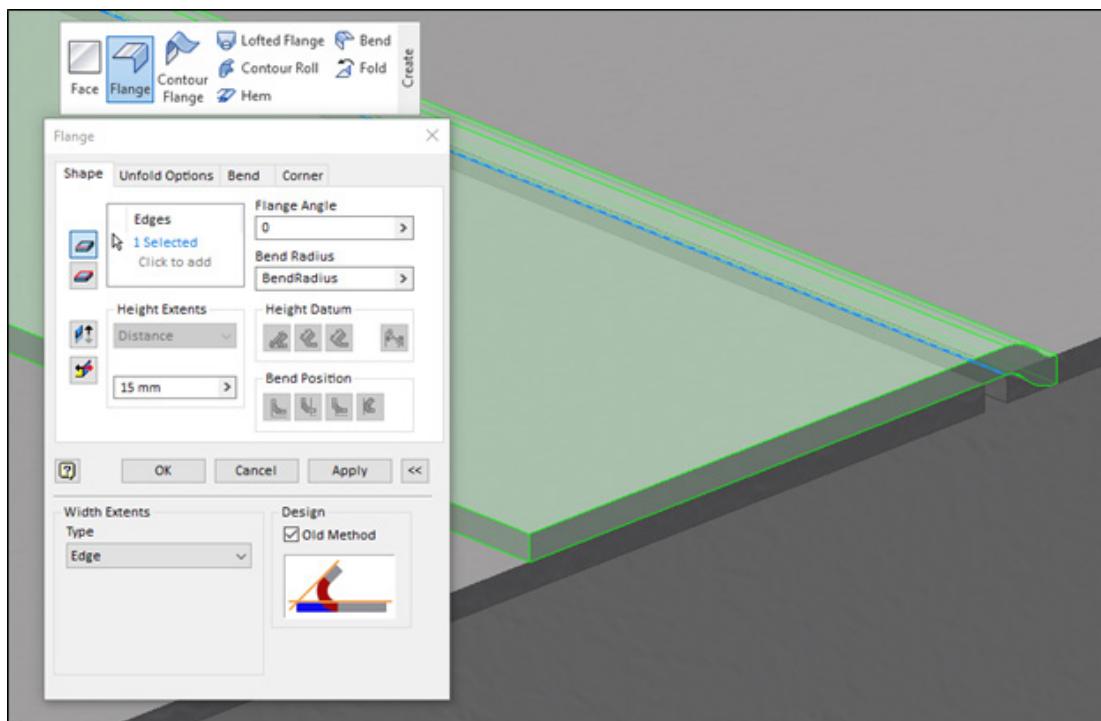


مقطع ها در ابزار Loft می توانند هم شکل با اندازه متفاوت و یا حتی غیر هم شکل و اندازه باشد. خروجی این ابزار نیز می تواند به دو صورت خمکاری با خطوط خم و یا فرمینگ باشد که برای تولید نیاز به قالب فرم دارد.

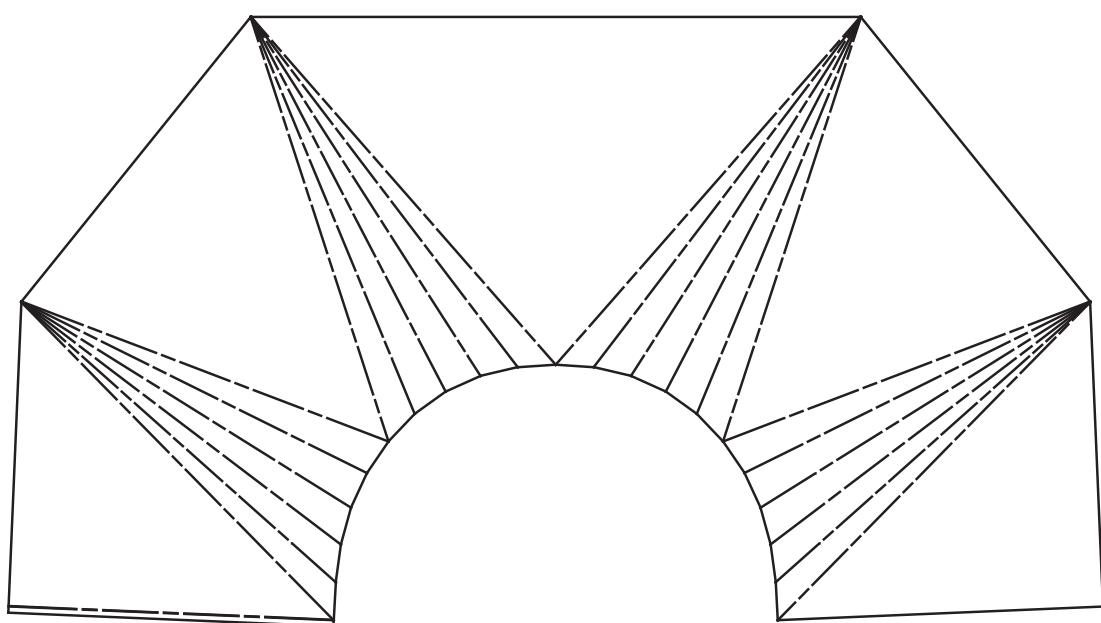
۱۰- شکل ساخته شده یک پارچه است و برای گسترش نیاز به یک خط برش (Rip) دارد. این خط برش را از نقطه وسط خط عبور دهد.



۱۱- برای اضافه کردن لبه‌ای جهت اتصال فرنگی پیچ از ابزار لبه‌دار کردن Flange و روش قدیمی نرم افزار استفاده کرده و لبه‌ای به طول ۱۵ میلی‌متر و زاویه صفر درجه با آن اضافه کنید.



۱۲- مدل را گسترش داده و ذخیره کنید.



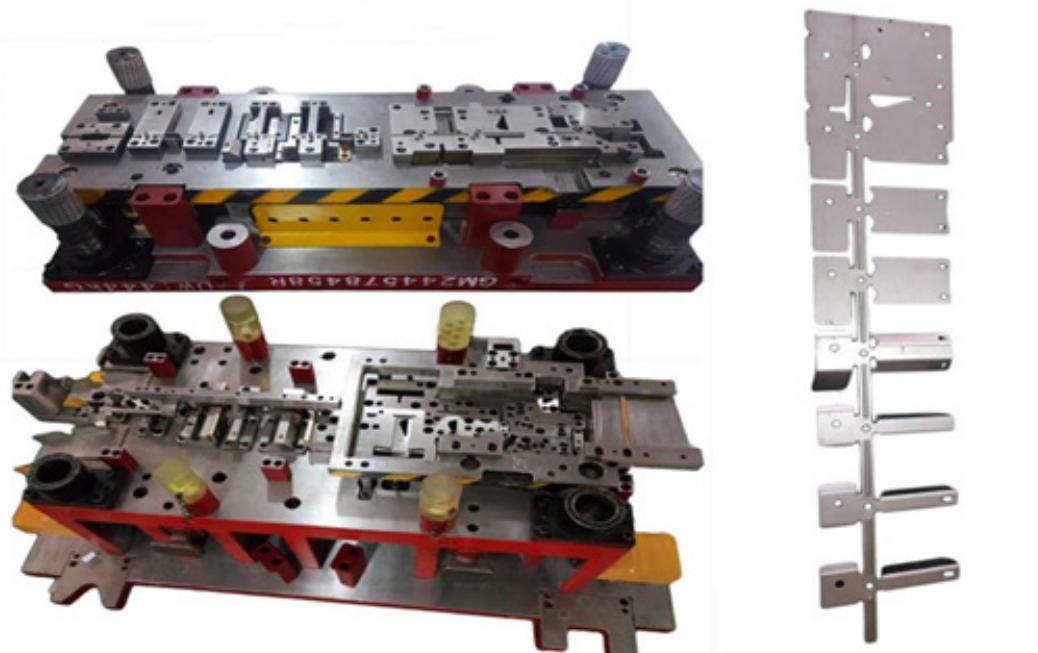
تحقیق کنید



یک بار شکل را به صورت قالب فرم نیز ترسیم کنید.  
روش تولید خم کاری و قالب فرم چه تفاوت هایی با هم دارند.  
هزینه کدام یک بیشتر است.  
در تولید انبوه استفاده از کدام روش به صرفه تر است.

### قالب های چند مرحله ای<sup>۱</sup>

برای قطعاتی که نیاز به تولید انبوه دارند و مراحل تولید آن شامل تعداد زیادی عملیات خمکاری و پانچکاری است. از قالب های چند مرحله ای استفاده می شود این قالب ها در هر ضرب پرس به کمک سمبه و ماتریس های خود عملیاتی را روی قطعه انجام می دهند و قطعه را مرحله به مرحله تکمیل می کنند.





گسترش اشکال زیر را بدست آورید.(ضخامت ورق برای کلیه قطعات را  $1/3$  میلیمتر در نظر بگیرید).

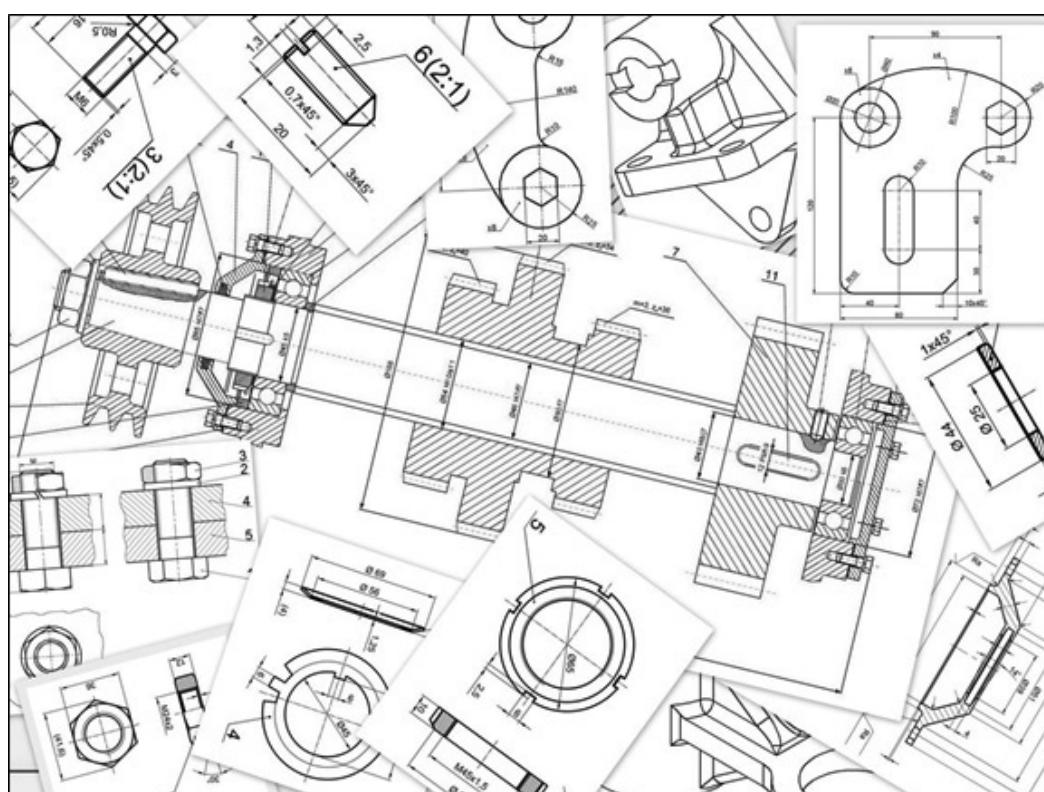

## راهنمایی

برای ترسیم منشور ۶ ضلعی می‌توان از ابزار loft استفاده کرد.

## ترسیم نقشه

پس از طراحی یک مدل در نرم‌افزار توسط طراح برای ساخت دقیق قطعه در کارگاه‌های نیاز است. ابعاد و اندازه‌ها، ترانس‌ها ابعادی، شعاع و زاویه خم‌ها، علائم جوش، علائم کیفیت سطح و ترانس‌های هندسی برای ساخت مشخص گردد. این کار در محیط نقشه‌کشی نرم‌افزار انجام می‌گردد. امروزه معمولاً هر قطعه و عملیاتی روی آن در کارگاه‌های تخصصی به صورت جداگانه اجرا می‌گردد و برای مونتاژ آماده می‌شود. در صورتی که همه قطعات با کیفیت و استانداردهای نقشه اجرا نگردد در مرحله مونتاژ با مشکل رو به رو خواهد شد. پس آشنایی با اصول ترسیم و علائم نقشه یا نقشه‌خوانی و استاندارد برای هر صنعتگری لازم و ضروری است.

زبان مشترک تمام صنعتگران در سراسر دنیا نقشه است.



تحقیق کنید

انواع نقشه های زیر چیست و چه کاربردی دارد؟

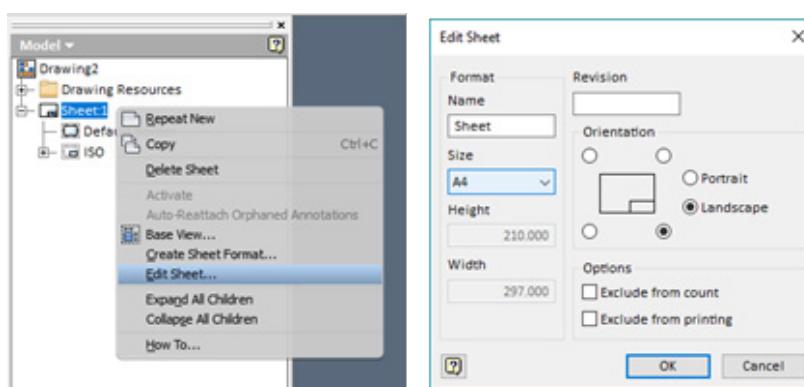
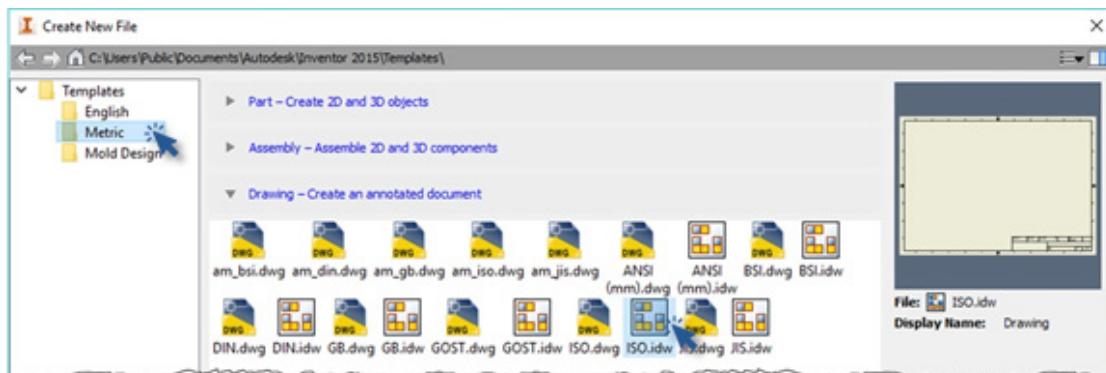


نوع نقشه	کاربرد
کروکی	
اجرایی	
انفجاری	
مرکب (مونتاژی)	

نقشه درب تابلو را به همراه گسترش آن ترسیم کنید.

دستور کار

۱- یک فایل New از نوع ISO.idw باز

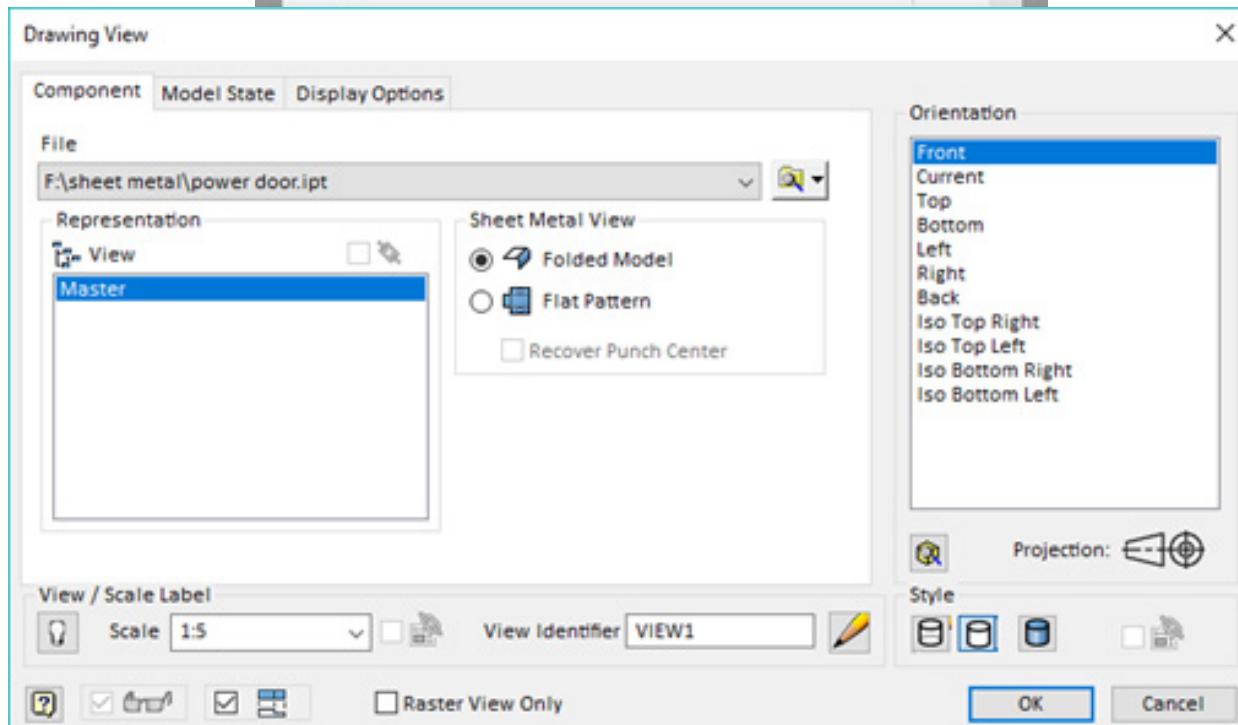


۲- در مرورگر بر روی Sheet کلیک راست کرده و گزینه Edit Sheet را انتخاب کنید. در پنجره باز شده اندازه کاغذ را A4 در نظر بگیرید

۳- از ابزار  برای ترسیم نمایه پایه استفاده کرده و قسمت زیر را تکمیل کنید.

File : مسیر فایل مدل شده 

Orientation : جهت نمایه پایه 

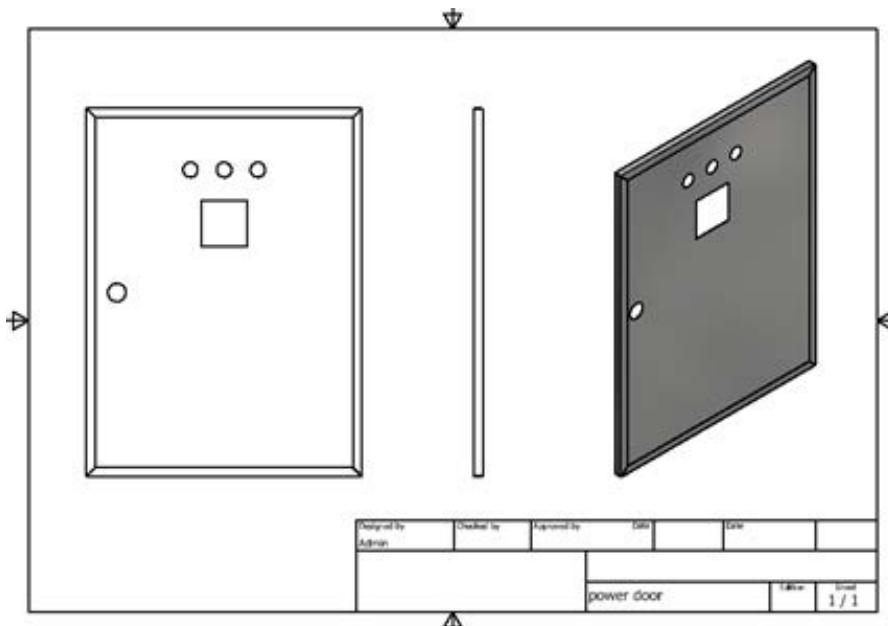


۴- بدون زدن کلید Esc برای مشخص کردن محل نما روی صفحه کلیک کنید. و با زدن کلید Esc از دستور خارج شوید.

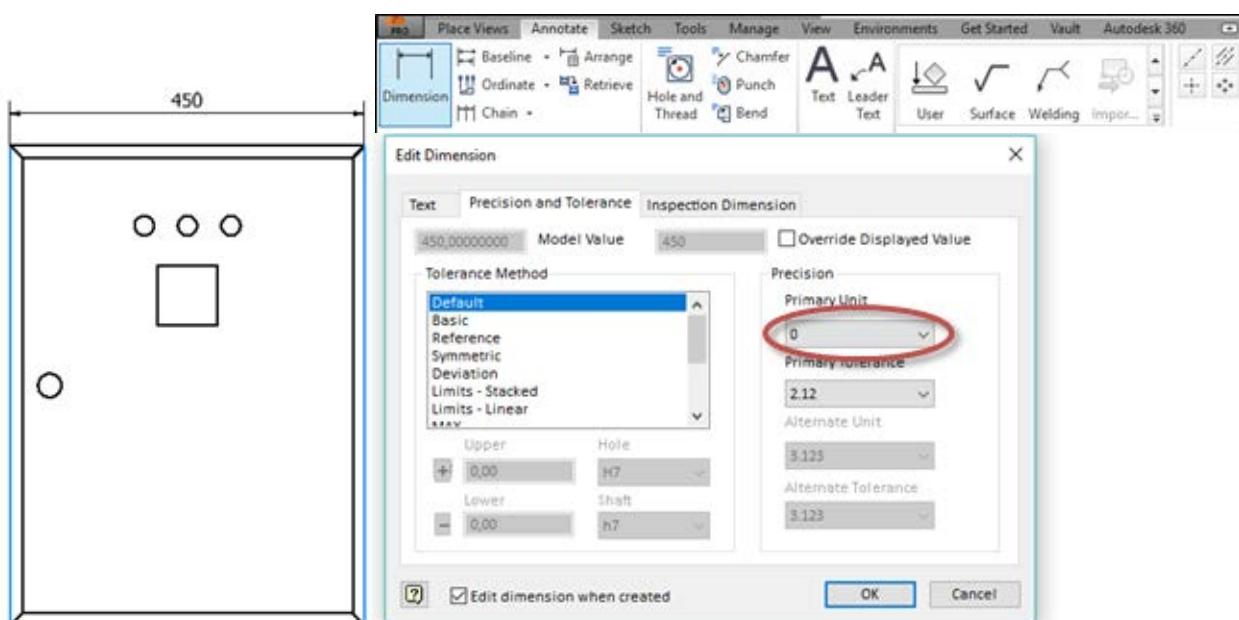
برای جابجایی محل نما، موس را به سمت اطراف شکل حرکت دهید تا آیکون موس به شکل  تبدیل گردد و با درگ کردن آن را جابجا کنید.

۵- برای ترسیم نمایهای دیگر وابسته به نمای پایه از ابزار  استفاده کرده و با حرکت موس در جهت مورد نظر نماگیری را مانند شکل تکمیل کنید.(برای ترسیم نمای ایزومتریک موس را در راستای ۴۵ درجه حرکت دهید). پس از تکمیل نماها با کلیک راست روی صفحه Create را انتخاب کنید.

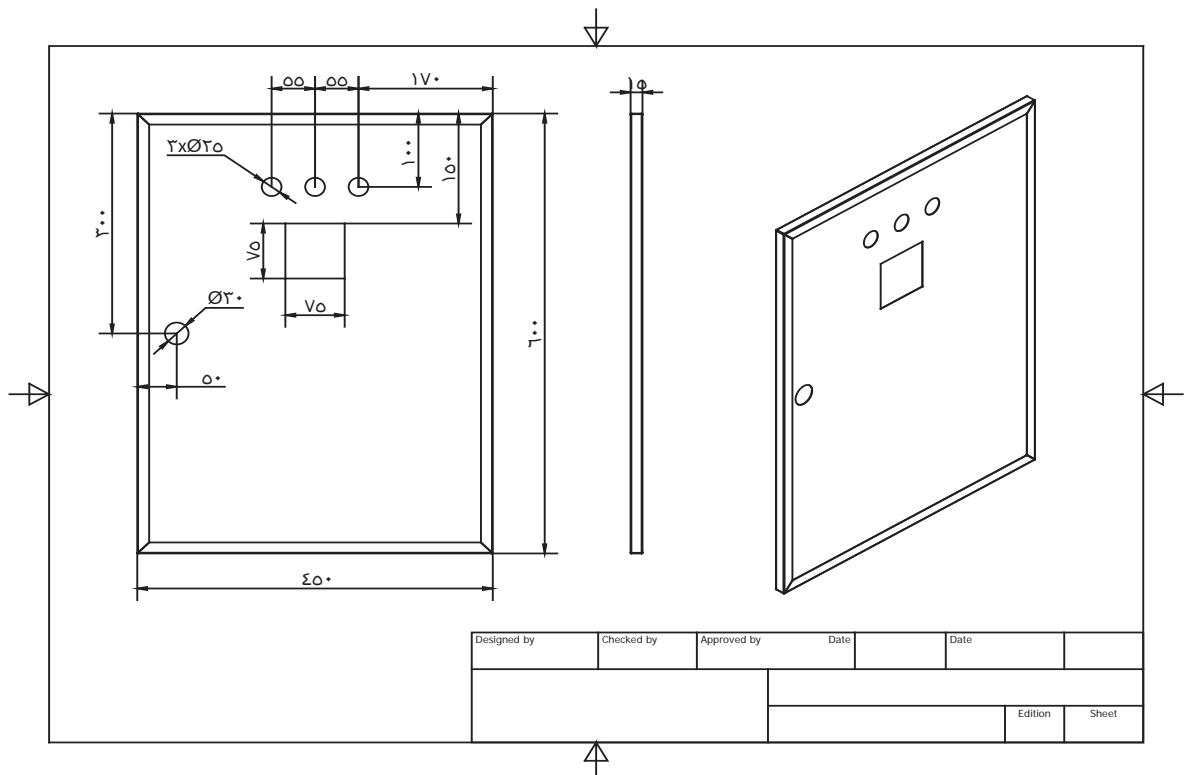
برای نمایش نمای ایزومتریک به صورت سایه دار دوبار روی آن کلیک کنید و در قسمت Shaded Style گزینه را انتخاب کنید.



۶- برای اندازه‌گذاری نوار ریبون Annotate (Dimension) را باز کنید. و ابزار اندازه‌گذاری (Dimension) را انتخاب کنید. سپس و روی خطوط مورد نظر کلیک کرده و شکل را اندازه‌گذاری کنید. برای مشخص کردن دقت ابعاد در قسمت تعداد اعشار بعد از صفر انتخاب کنید.

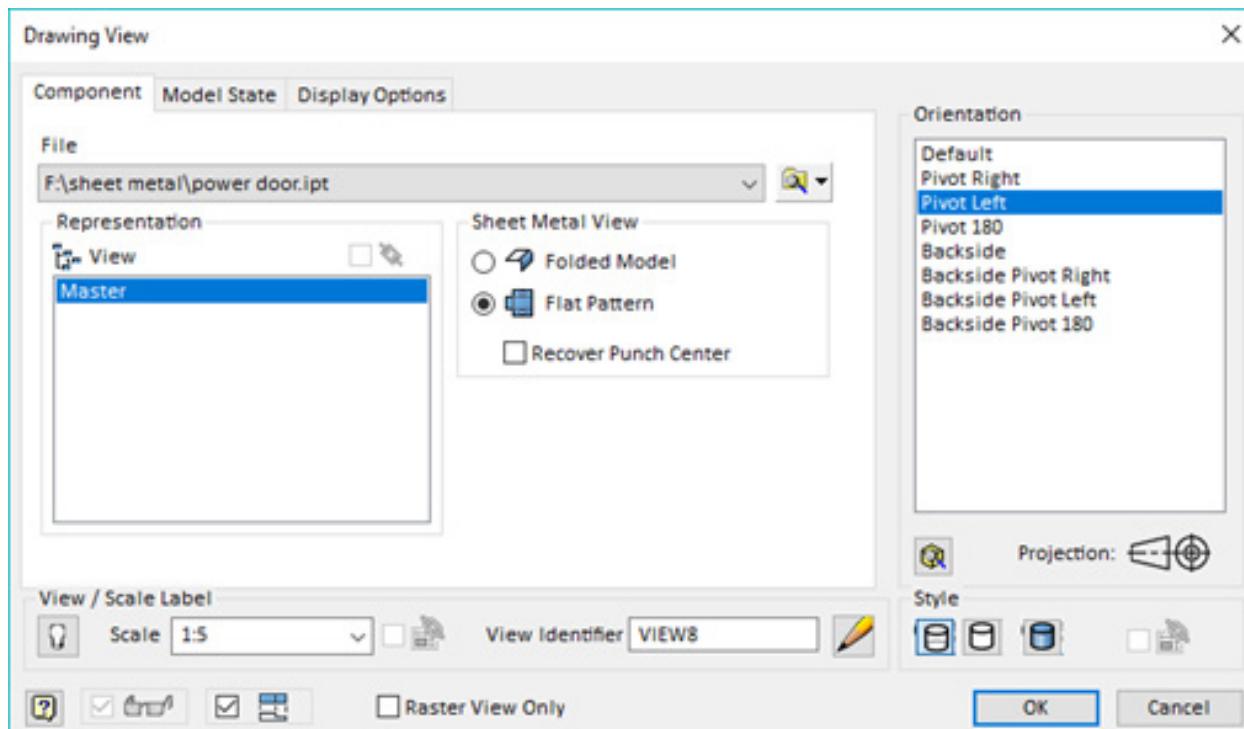


۷- سایر قسمت ها را نیز مانند نقشه زیر اندازه گذاری کنید. برای اندازه گذاری دایره ها کافی است پس از انتخاب ابزار اندازه گذاری روی دایره مورد نظر کلیک کنید. برای نوشتن متن  $3 \times \text{Ø}25$  در اندازه در سربرگ Text متن را به این صورت تغییر دهید.  $<> <>$

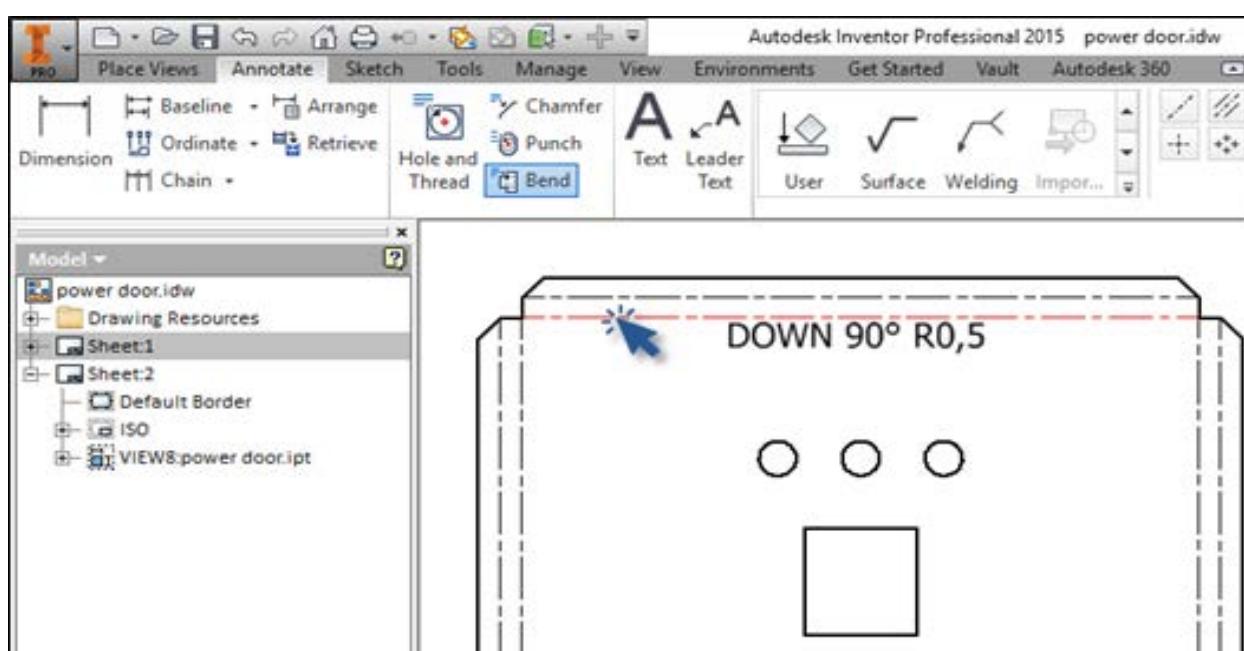


۸- با استفاده از ابزار (New Sheet)  و یا کلیک راست در مرورگر و انتخاب New Sheet یک صفحه جدید باز کنید.

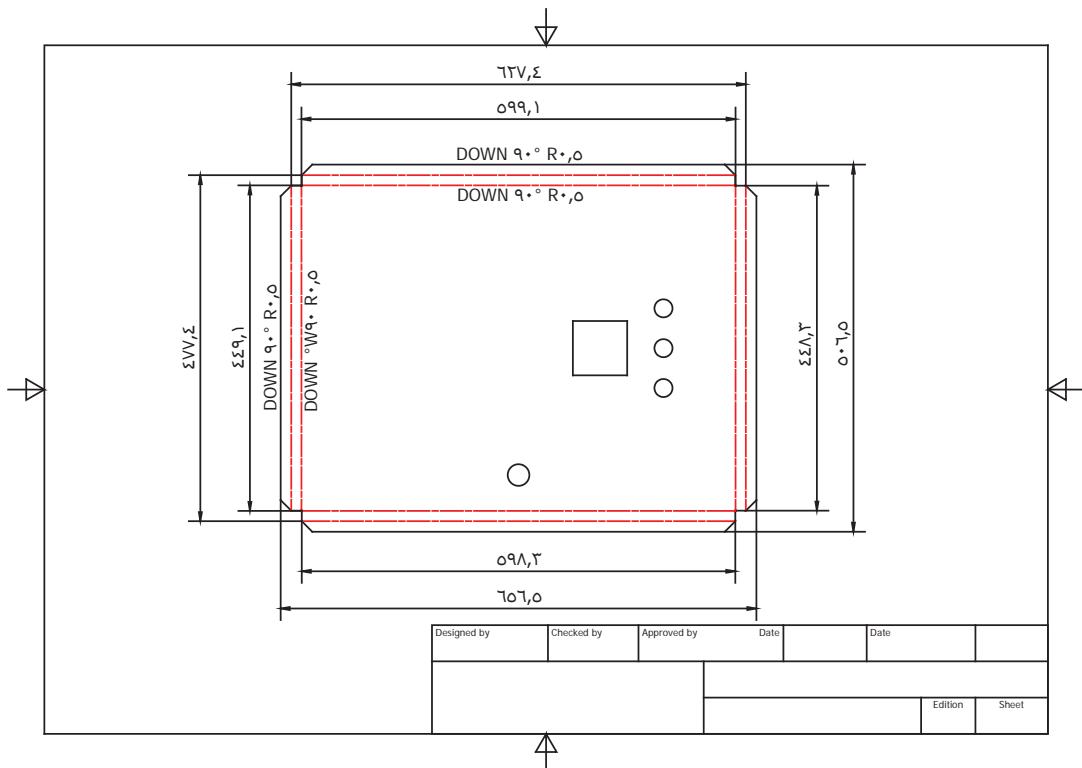
۹- برای ایجاد نمای سطح گسترش یافته از ابزار Base  کمک گرفته و گزینه Flat Pattern را انتخاب کنید. برای چرخش نما از قسمت Orientation و برای مقدار مقیاس از Scale استفاده کنید. سپس با کلیک روی صفحه محل نما را انتخاب کنید و با استفاده از کلید Esc از فرمان خارج شوید.



۱۰- برای اندازه گذاری زاویه، شعاع و جهت خم ها از ابزار یادداشت خم (Bend Note) استفاده کنید به این صورت که پس از انتخاب ابزار روی خم مورد نظر کلیک کنید. (این ابزار در منو Annotate قرار گرفته است).



۱۱- یادداشت خم را برای سایر خطوط نیز اجرا کرده و به کمک ابزار اندازه گذاری ابعاد را اندازه گذاری نمایید.



۱۲- فایل را با فرمت idw ذخیره کنید.

در صورت نیاز به باز کردن فایل در اتوکد، از منو فایل روی Export to DWG را انتخاب کنید. در پنجره باز شده نوع فایل را AutoCAD DWG Files (\*.dwg) انتخاب کرده و در ادامه ورژن اتوکد مورد نظر را وارد کنید.

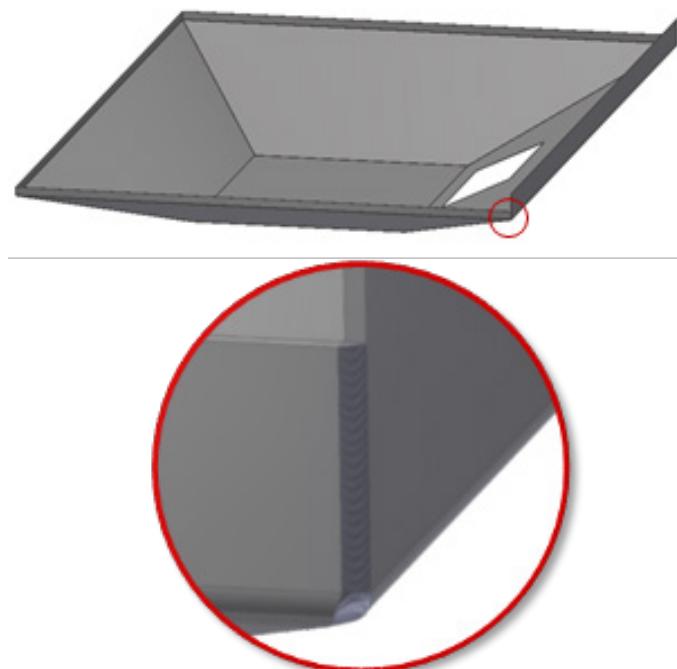
کار کلاسی



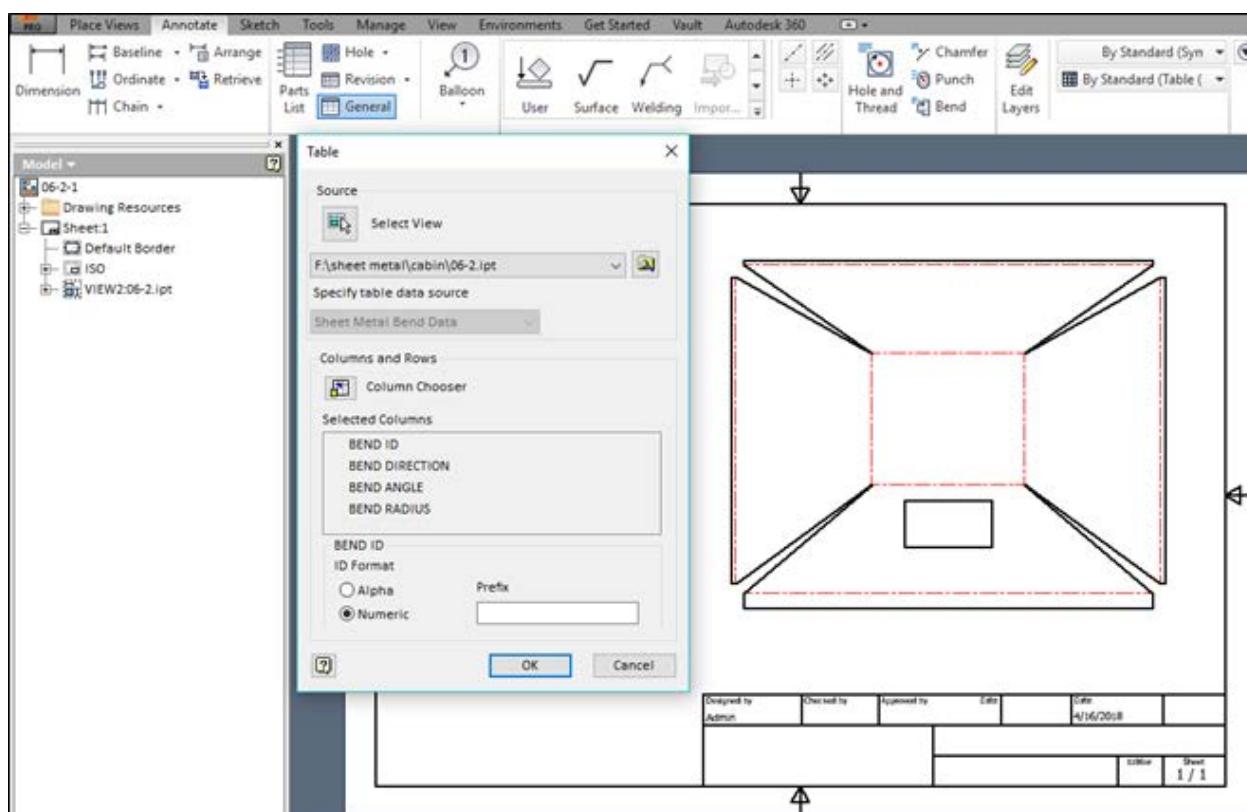
نقشه گسترش و جوش قسمت زیرین کابین جوشکاری را ترسیم کنید.

دستور کار

- ۱- یک فایل New از نوع ISO.idw باز کنید.
- ۲- اندازه کاغذ را A4 تعیین کنید.
- ۳- از ابزار Base برای ترسیم نمایه گسترش استفاده کنید.

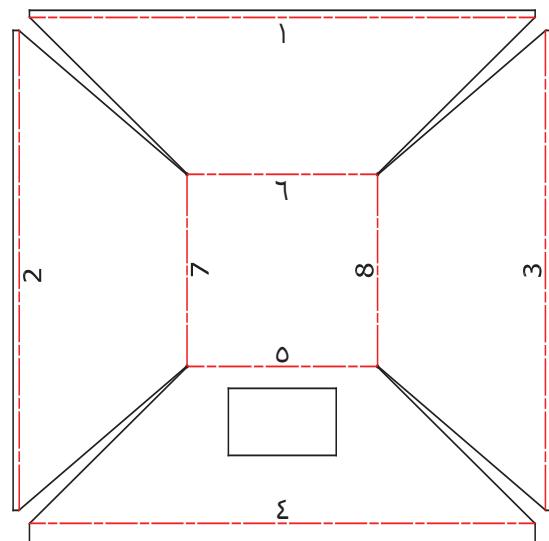


۴- در بعضی از نقشه‌ها برای نمایش بهتر خم‌ها از جدول خمکاری استفاده می‌شود. برای ترسیم جدول خمکاری از منو General Table گرینه Annotate انتخاب کرده و با استفاده از کلید Select View انتخاب کنید و با زدن کلید Ok محل جدول خمکاری را مشخص کنید.



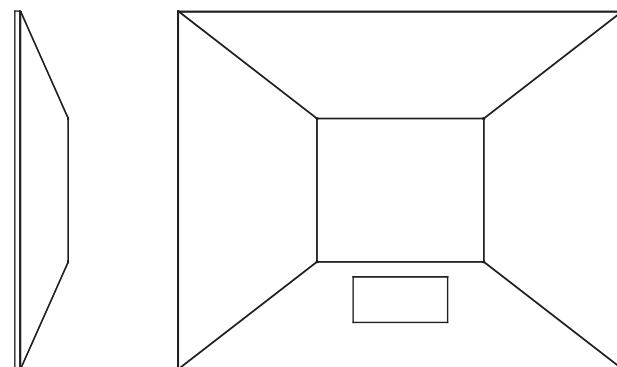
۵- در این جدول هر خم با یک شماره مشخص شده و هر ردیف شامل اطلاعات جهت خم، زاویه خم و شعاع خم می‌باشد.

TABLE			
BEND ID	BEND DIRECTION	BEND ANGLE	BEND RADIUS
۱	DOWN	۶۶	۰,۸ mm
۲	DOWN	۷۱	۰,۸ mm
۳	DOWN	۷۱	۰,۸ mm
۴	DOWN	۶۶	۰,۸ mm
۵	DOWN	۲۴	۰,۸ mm
۶	DOWN	۲۴	۰,۸ mm
۷	DOWN	۱۹	۰,۸ mm
۸	DOWN	۱۹	۰,۸ mm



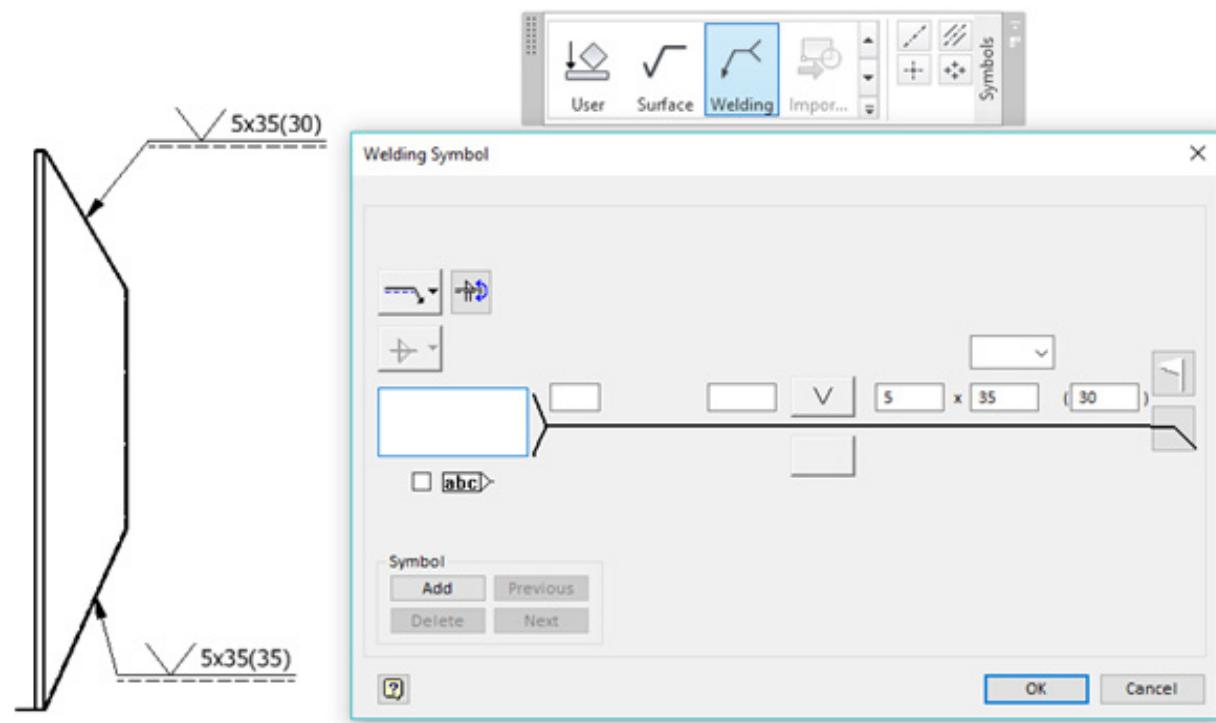
۶- یک صفحه جدید با استفاده از ابزار New Sheet (New Sheet) و یا کلیک راست در مرورگر و انتخاب Sheet را باز کنید.

۷- مانند نقشه زیر از قطعه خمکاری شده (بدون گسترش) نماگیری کنید.

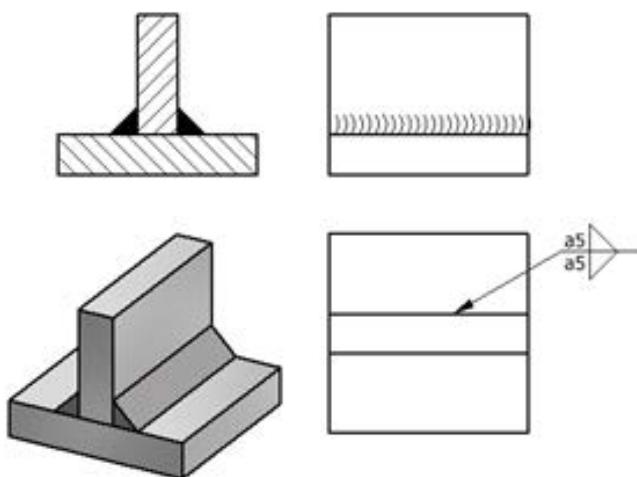


۸- از منو Annotate نشان اندازه گذاری جوش (Welding) را انتخاب کرده و با دو کلیک محل قرارگیری فلش و متن را مشخص کنید. سپس مشخصات جوش را در پنجره باز شده وارد کنید.

۹- فایل را با فرمت idw ذخیره کنید (این فایل شامل دو برگ نقشه است).



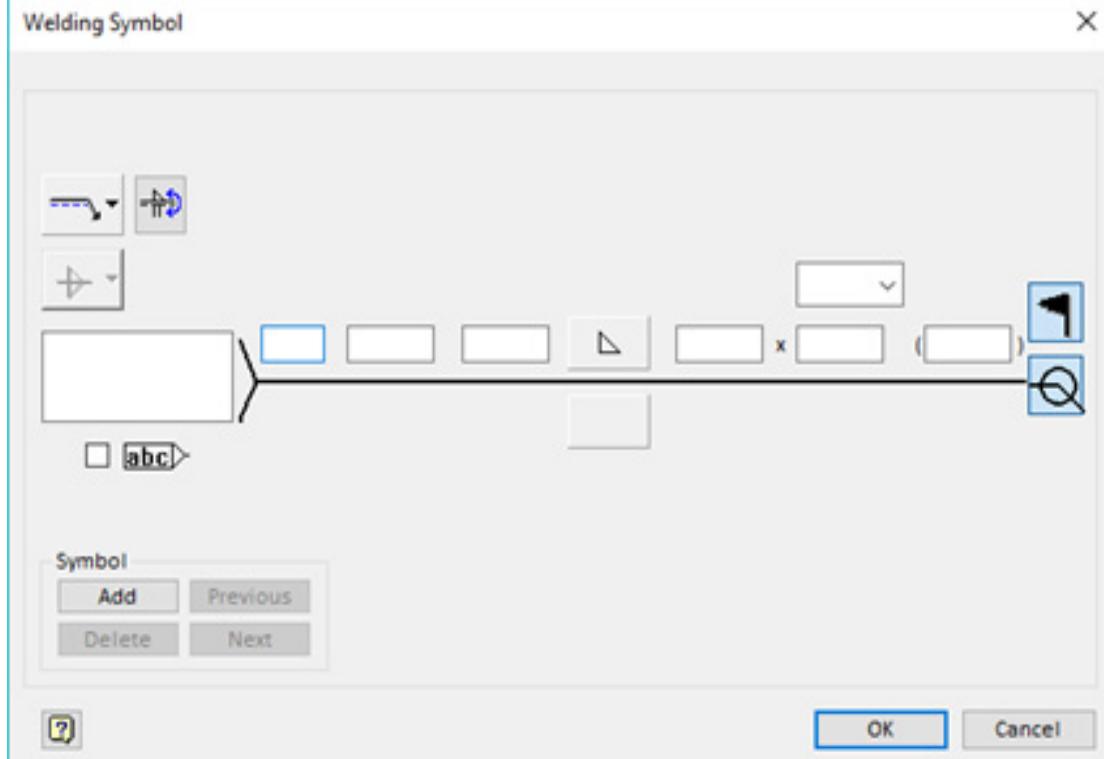
در جوشکاری علاوه بر علامت‌های استاندارد می‌توان از علائم شماتیک نیز استفاده نمود. برای دسترسی به این علائم روی فلش پایین پنل Symbols از منو Annotate کلیک کنید.



تحقیق کنید



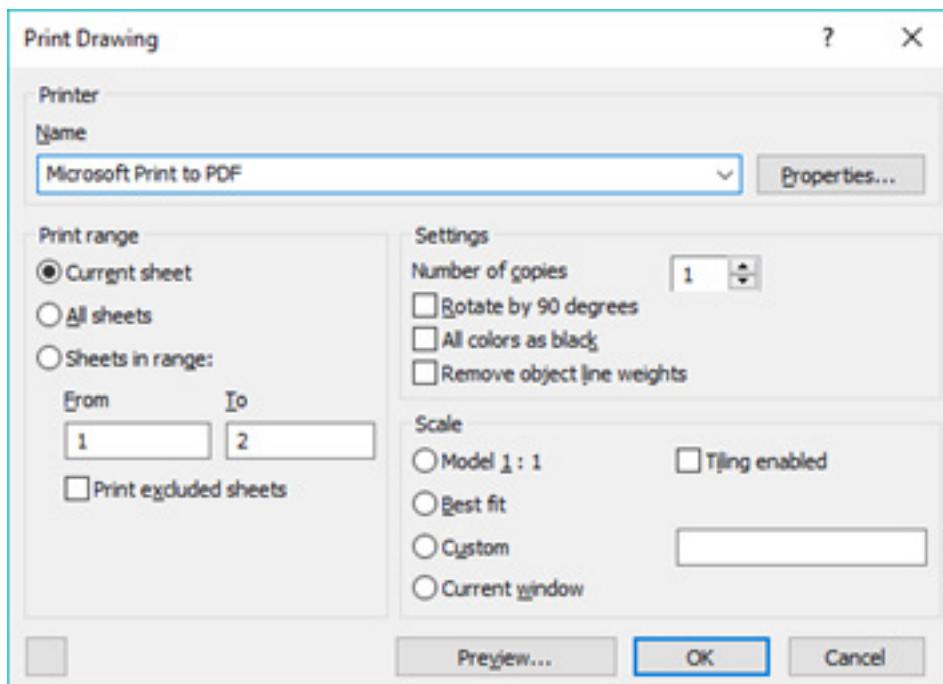
کاربرد قسمت های زیر را در علامت جوش شرح دهید.



ردیف	شرح
۱	
۲	علامت a ساق جوش، z ارتفاع جوش، s ارتفاع جوش لب به لب
۳	
۴	
۵	
۶	
۷	
۸	
۹	
۱۰	

## چاپ نقشه

برای چاپ نقشه از منوی فایل ابتدا گزینه Print سپس دستگاه پرینتر را انتخاب و فایل را چاپ می کنیم.



در گسترش شکل ها در بعضی موارد نیاز به چاپ نقشه با اندازه واقعی داریم تا بتوانیم آن را روی ورق اجرا کنیم. یک راه برای این کار استفاده از دستگاه پلات برای چاپ در ابعاد بزرگ است. راه دیگر چاپ نقشه به صورت ورق به ورق است. برای این کار به ترتیب زیر عمل می کنیم.

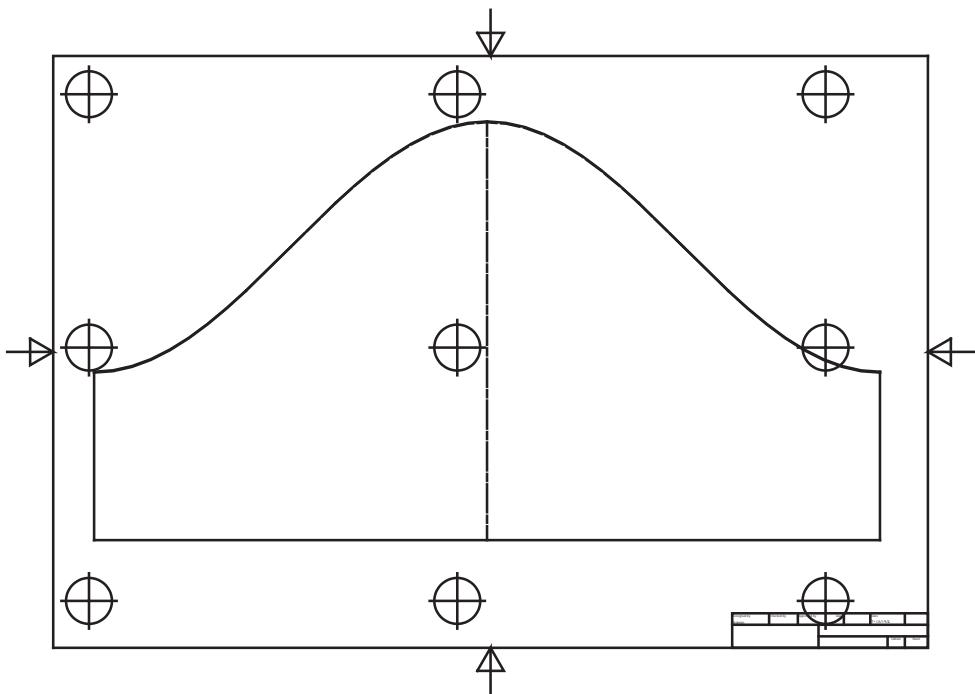
- ۱- در زمان نماگیری مقیاس را ۱:۱ تعریف کنید.

۲- اندازه کادر جدول را به اندازه ای بزرگ در نظر می گیریم که نما به صورت کامل در آن قرار گیرد.

۳- دستور پرینت را اجرا کرده و در قسمت Scale مقیاس را ۱:۱ انتخاب کنید.

۴- برای چاپ به صورت ورق به ورق (کاشی فرش کردن) Tiling enabled را انتخاب کنید.

در این حالت علائمی روی برگه ها اضافه می شود که این علائم در زمان چیدمان برگه ها روی هم دیگر قرار می گیرند.



در زمانی که دستگاه چاپگر به رایانه متصل نباشد برای چاپ می‌توان از پرینترهای مجازی با خروجی PDF استفاده کرد و یا از منوی فایل روی Export کلیک کرده و گزینه PDF را انتخاب نمود.

### پروژه ۱

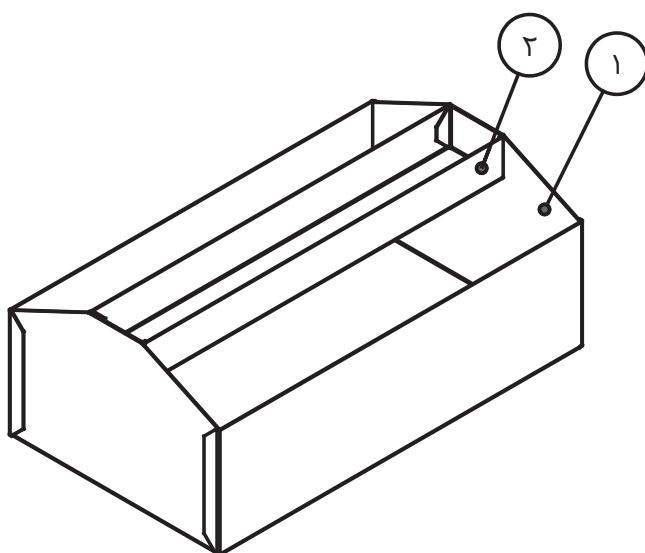
جعبه ابزار زیر از جنس ورق گالوانیزه به ضخامت  $0.5$  میلی‌متر را در نظر بگیرید. مطلوب است.

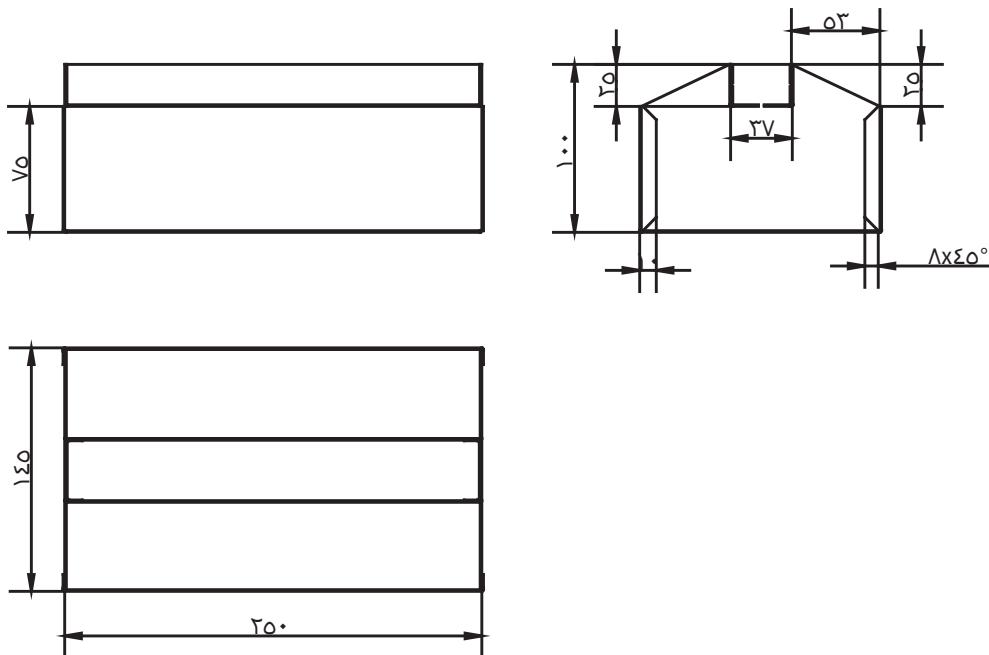
۱. ترسیم گسترش قطعات شماره ۱ و ۲.

۲. اندازه گذاری اجرایی برای ساخت.

۳. ابعاد ورق مورد نیاز برای ساخت.

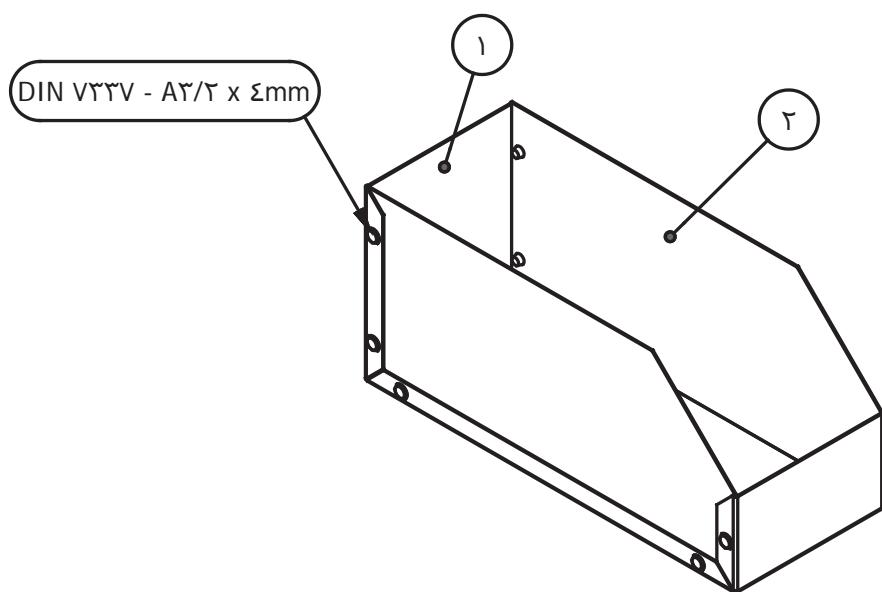
۴. چاپ نقشه‌ها روی کاغذ A4

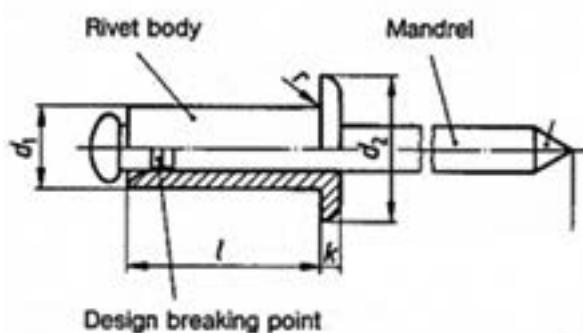
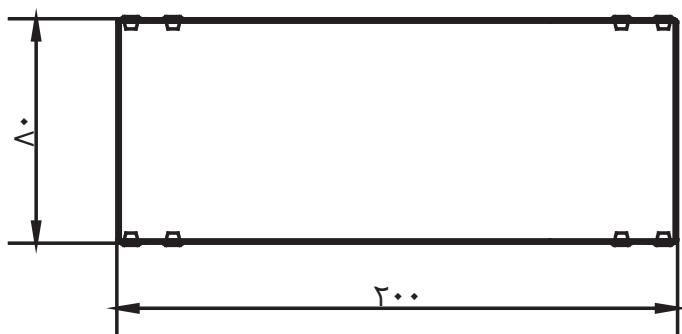
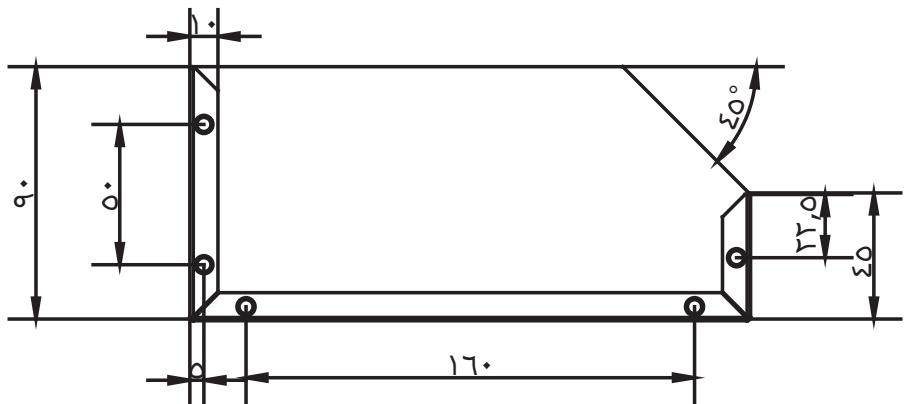




## پروژه ۲

گسترش قطعات شماره ۱ و ۲ را در کاغذ A4 ترسیم کنید.  
جنس: ورق گالوانیزه ضخامت ۰/۶

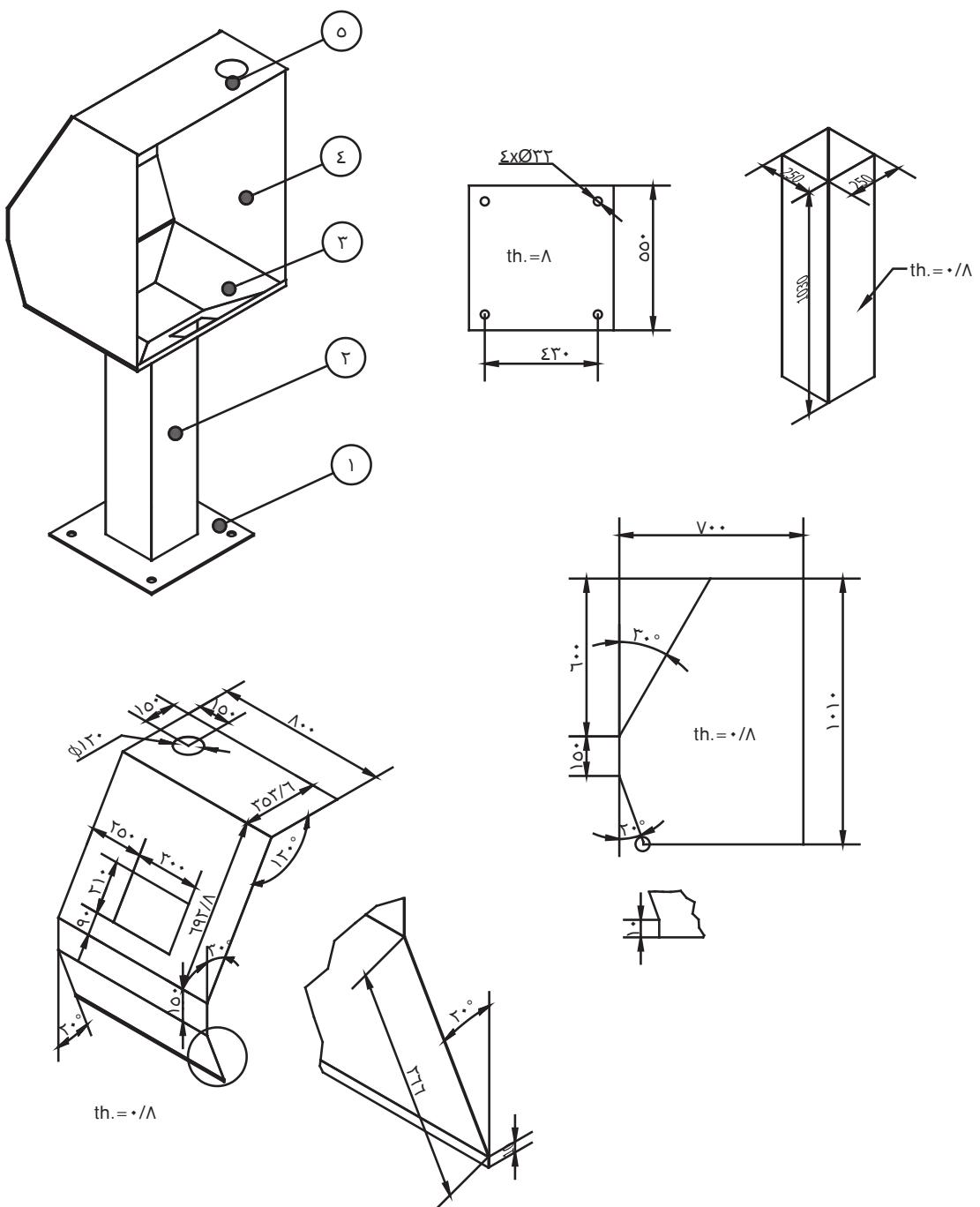




$d_1$	$d_2$	$k$	$L_{\min}$	$L_{\max}$
2.4	5	0.65	4	8
3	6.5	1	4	30
3.2	6.5	1	4	35
4	8	1.2	5	40

### پروژه ۳

گسترش هر یک از قطعات کابین جوشکاری زیر را در کاغذ A4 ترسیم و اندازه گذاری کنید.  
بعاد قطعه شماره ۳ در متن درس آمده است.



## ارزشیابی نهایی

شاخص	نمره شایستگی	استاندارد عملکرد	شايستگی
ترسیم مدل‌های جوشکاری شده برابر نقشه ترسیم سوراخ داخل مقاطع مخروطی برابر نقشه ترسیم فرنگی پیچ برابر نقشه ترسیم گسترش برابر نقشه	۳		
ترسیم گسترش مدل برابر نقشه ترسیم Sketch برابر نقشه ترسیم دو بعدی با fillet ترسیم دو بعدی برابر نقشه	۲	ترسیم و گسترش یک مدل فلزی با نرم‌افزار اینونتور (Inventor)	طراحی با نرم‌افزار
ترسیم دو بعدی برابر نقشه	۱		
توضیحات:			

## پودمان ۳

### انتخاب مواد مهندسی



## مقدمه

دنیای اطراف ما مملو است از اشیایی که هر کدام از ماده‌ای خاص ساخته شده‌اند. هر ماده به سبب ویژگی‌هاییش کاربردهای خاصی نیز دارد. در این پودمان پس از معرفی مفهوم مواد مهندسی و انواع مواد فلزی، خصوصیات و کاربردهای آنها را بررسی می‌کنیم.

## آیا تا به حال پی برده اید؟

- فلزات دارای رسانایی الکتریکی مطلوبی هستند و از آنها در ساخت هادی‌های جریان الکتریسیته استفاده می‌شود؟
- فلزات دارای شکل پذیری مطلوبی هستند و از آنها اشکال متنوع و پیچیده‌ای ساخته می‌شود؟
- فلزات دارای دامنه گسترده‌ای از خواص هستند مثلاً برخی از آن‌ها بسیار نرم و برخی بسیار سخت هستند؟ برخی بسیار سبک و برخی سنگین هستند؟

## مواد مهندسی

ماده‌ی مهندسی دارای دو ویژگی است. جامد و غیرجاندار

به تصاویر نگاه کنید و بگویید هر کدام از محصولات زیر از چه موادی ساخته شده است؟



پ



ب



الف



ج



ث



ت

شکل ۱: مصنوعات مختلف

به نظر شما ماده اولیه کدام یک از محصولات فوق جاندار و کدام یک غیر جاندار بوده است؟

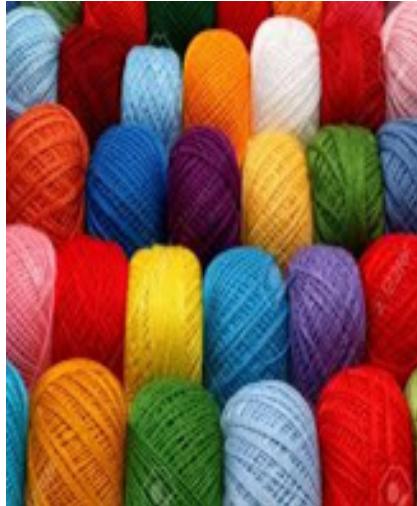




با کدام یک از موارد زیر می‌توانید یک شیء بسازید؟



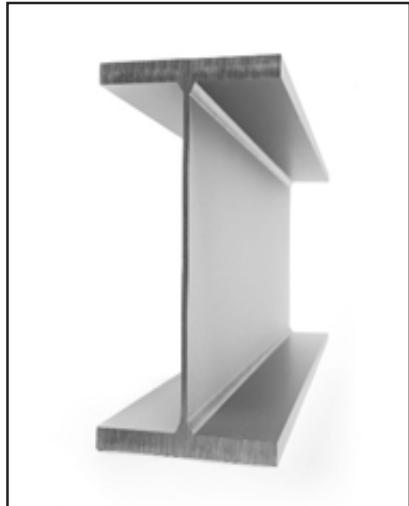
پ



ب



الف



ج



ث



ت

شکل ۲ : مواد

دلیل انتخاب یا عدم انتخاب خود را بگویید.

اطراف ما مملو از اشیای گوناگون است که هر یک شکل و کاربردهای متفاوتی دارند. هر کدام از این اشیا از مواد مختلفی ساخته شده‌اند که دلیل آن ویژگی‌های متفاوت مواد با یکدیگر است.

برای ساخت اشیای زیر کدام جنسی را پیشنهاد می‌کنید؟ علت آن را شرح دهید.

الف- تیر دروازه فوتbal

ب- تور دروازه فوتbal

پ- توپ فوتbal

آیا مواد پیشنهادی برای هرگزینه را می‌توان برای گزینه‌های دیگر به کار برد؟

تمرین



نکته



تمرین



به هر ماده‌ای که با کمک آن بتوانید یک شیء بسازید ماده مهندسی گفته می‌شود.

با توجه به فعالیت‌های قبل آیا می‌توانید ویژگی‌هایی برای مواد مهندسی نام ببرید؟

## خواص مواد مهندسی

هر ماده‌ای به دلیل ویژگی‌هایی که دارد انتخاب می‌شود و مورد استفاده قرار می‌گیرد. مواد دارای سه ویژگی هستند که عبارت است از:

الف) **خواص فیزیکی**: به خصوصیات ذاتی از ماده مانند هدایت حرارتی، چگالی، رنگ و خواص فیزیکی گویند.

ب) **خواص مکانیکی**: به ویژگی‌هایی از ماده گفته می‌شود که نشان‌دهنده رفتار مواد حین اعمال نیرو می‌باشد. مانند استحکام و انعطاف پذیری.

ج) **خواص شیمیایی**: به رفتار مواد حین قرارگیری در واکنش‌های شیمیایی گویند. مانند زنگزدن آهن در مجاورت هوا که عدد اکسایش آن با آلومینیم متفاوت است. در جداول صفحات بعد برخی از خصوصیات مواد به همراه تعاریف آنها آمده است.

جدول ۱: خصوصیات مواد

جنس	مثال	تعريف	چندمثال	خاصیت
			نام	
فولاد زنگ نزن		نسبت انعکاس نور به نور جذب شده	براقیت نوری	
آلومینیم		شدت گرمای منتقل شده از واحد سطح ماده در واحد زمان	هدایت گرمایی	
فولاد زنگ نزن				
مس فولاد		افزایش واحد طول، سطح یا حجم ماده نسبت به واحد دما	انبساط گرمایی	فیزیکی
آلومینیم		انرژی مورد نیاز واحد جرم ماده به واحد دما	ظرفیت گرمایی ویژه	
مس خالص (مغز سیم)		میزان شدت جریان الکتریکی عبوری از واحد سطح ماده	هدایت الکتریکی	
پلیمر (پوسته سیم)				

فولاد		مقاومت در برابر تغییر شکل هنگام اعمال نیرو	استحکام	
فولاد	 	۱- مقاومت ماده در برابر ساییده شدن  ۲- مقاومت ماده در برابر فرو رفتن عامل خارجی	سختی	
فولاد آلیاژی		مقاومت ماده در برابر شکست هنگام اعمال ضربه	چقرمگی	مکانیکی
فولاد زنگ نزن		سهولت ایجاد تغییر شکل در ماده	شكل پذیری	
آلومینیم				
برنج		مقاومت ماده در واکنش با محیط خورنده	مقاومت در برابر خوردگی	شیمیایی

## آلیاژهای مهندسی

در میان مواد مهندسی فلزات در زندگی انسان جایگاه ویژه‌ای دارند. فلزات به صورت خالص و آلیاژی مصرف می‌شوند.



همانگونه که در سال دهم در مبحث لحیم کاری آموخته‌اید، آلیاژ عبارت است از:

مخلوطی از چند عنصر که دارای سه ویژگی باشد:

۱- حداقل یکی از آنها فلز باشد.

۲- عنصر اصلی که زمینه را تشکیل می‌دهد فلز باشد.

۳- خواص نهایی مخلوط، فلزی باشد مثل هدایت گرمایی و الکتریکی خوب، استحکام مناسب،

شكل‌پذیری بالا و ...

در تصویر زیر برخی از فلزات و آلیاژهایشان نشان داده شده است.

جدول ۲: برخی از فلزات و آلیاژهای آنها

		فولاد	
			آهن
		چدن	
		مس خالص	
		برنج	مس
		برنز	

	خالص	آلومینیم
	آلیاژی	
	آلیاژی	سرب و قلع
	آلیاژی	تیتانیوم

## آهن و آلیاژهای آن

«وَإِنَّ لِنَا الْحَدِيدَ فِيهِ بَاسًا شَدِيدًا وَمُنَافِعًا لِلنَّاسِ»<sup>۱</sup>

«وَآهَنَ رَا نازلَ كَرْدِيمَ وَآنَ رَا مَقْوُمَ سَاخْتِيَمَ تَا مَرْدَمَانَ ازْ وَبِرْگَى آنَ بَهْرَهَ مَنَدَ گَرْدَنَدَ.»  
آهن و آلیاژهای آن (فولاد و چدن) در زندگی انسان بسیار پر مصرف می‌باشند تاریخچه استفاده از آهن به بیش از ۳۰۰۰ سال قبل باز می‌گردد.

از آن زمان تا به امروز آهن پایه پیشرفت و تمدن بشری بوده است. در تصاویر زیر نمونه‌هایی از دست سازه‌های آهنی اولیه بشر را مشاهده می‌کنید.



شکل ۳: دست سازه های آهنی اولیه بشر



شکل ۴: نمونه کاربردهای فولاد

## فولاد

فولاد آلیاژی است که از آهن و کربن که حداقل تا ۲٪ کربن به آن اضافه می‌شود. سازه‌های فولادی از مهم‌ترین کاربردهای فولاد است. در شکل زیر تصویر یکی از مشهورترین سازه‌های فولادی را مشاهده می‌کنید که در زمان ساخت بلندترین سازه جهان به حساب می‌آید.



شکل ۵: برج ایفل چهارمین برج بلند فرانسه

مهم‌ترین اثر کربن افزایش مقاومت مکانیکی و سختی فولاد و کاهش نرمی آن است. با تغییر درصد کربن در فولاد خصوصیات فولاد تغییر می‌کند بنابراین کاربرد آن نیز متفاوت می‌شود. در جدول صفحه بعد انواع فولاد از نظر کربن و کاربردهای آن آمده است.

بحث کلاسی



در ستون آخر، با توجه به جدول، خصوصیات مرتبط را مشخص کنید.

جدول ۳: دسته‌بندی فولاد بر اساس درصد کربن

ویژگی کاربرد			کاربرد	محدوده کربن (درصد وزنی)	نام فولاد
سختی	استحکام	انعطاف پذیری			
—	—	✓	ورق بدنه خودرو قطی کنسرو	$C < 0.1\%$	کم کربن
			اسکلت ساختمان بدنه کشتی مخزن تحت فشار	$0.1\% \leq C < 0.25\%$	ساختمانی(سازه‌ای)
			شفت انتقال قدرت چرخ دنده زنجیر	$0.25\% \leq C < 0.6\%$	کربن متوسط (ماشین سازی)
			متله تیغه بلبرینگ	$0.6\% \leq C < 2\%$	پر کربن ( مقاوم به سایش)

با دقت به اطراف خود (محیط سکونت و تحصیل) نگاه کنید برای هر یک از انواع فولاد جدول ۳ مثال‌های دیگری بباید و جدولی همانند آن تهیه کنید.

پژوهش



### تفاوت فولادهای ساده با فولاد آلیاژی چیست؟

فولاد ساده (معمولی) به فولادی گفته می‌شود که غیر از آهن مقداری کربن داشته باشد. البته به همین دلیل گاهی اوقات به آن فولاد ساده کربنی (Carbon steel) هم می‌گویند. انواع این فولاد در جدول ۳ آورده شده است.

البته ممکن است در این فولاد مقدار جزئی از عناصر فسفر(P)، گوگرد(S)، سیلیسیم(Si)، منگنز(Mn) و ... نیز وجود داشته باشد که به آنها عنصرهای<sup>۱</sup> گفته می‌شود. این عناصر به صورت اتفاقی از سنگ معدن یا فرایند تولید به فولاد اضافه می‌شوند. وجود برخی از این عناصر مفید است؛ مانند سیلیسیم و منگنز ولی برخی عناصر دیگر می‌توانند مضر باشد و سبب افت خواص فولاد می‌شوند، مانند فسفر و گوگرد.

تحقیق کنید که مضرات فسفر و گوگرد و مزایای سیلیسیم و منگنز در خواص فولاد چیست؟

پژوهش



نکته



به فولاد ساده کربنی گاهی اوقات به اشتباه آهن گفته می‌شود. مثلاً زمانی که می‌گویند تیر آهن، قوطی آهنی، آهن آلات و ... منظور قطعاتی است که از جنس فولاد ساده کربنی ساخته شده اند.

### استانداردهای دسته‌بندی و نام‌گذاری فولادهای ساده کربنی

فولادهای مورد استفاده در صنایع گوناگون دارای استانداردهای مشخصی می‌باشند. در ایران معمولاً از استاندارد آلمانی (DIN) و آمریکایی (ASTM) برای کنترل، ساخت، نام‌گذاری و خرید فولاد استفاده می‌شود. در ادامه نام‌گذاری و دسته‌بندی فولادهای ساده کربنی براساس استاندارد DIN آمده است.

#### ۱- فولادهای کم کربن

این فولادها بر اساس استاندارد DIN1614 دسته‌بندی و نام‌گذاری می‌شوند. این فولادها معمولاً به شکل ورق تولید می‌شوند. در جدول ۴ سه نوع از معروف‌ترین این فولادها به همراه کاربرد آن آورده شده است.

جدول ۴- فولادهای کم کربن و کاربرد آنها

نام فولاد	ویژگی	مثال	تصویر	حداقل استحکام کششی (MPa)
ST12	مناسب برای خمکاری	رینگ خودرو		۲۷۰
ST13	مناسب برای کشش	لوازم خانگی		۲۲۰
ST14	مناسب برای کشش عمیق	بدنه خودرو		۲۷۰

## ۲- فولادهای ساختمانی (سازه‌ای)



این فولادها بر اساس استاندارد DIN17100 دسته بندي می‌شوند. در جدول زیر خصوصيات برخی از پرکاربردترین این فولادها را می‌بینید.

جدول ۵- خصوصيات فولادهای ساختمانی

نام فولاد	حداقل ازدیاد طول بعد از شکست (%)	حداقل استحکام تسلیم (MPa)	حداقل استحکام کششی (MPa)	گروه
	۲۶	۲۲۵	۳۶۰	۱
	۲۴	۲۷۵	۴۳۲	۲
	۲۰	۳۵۵	۵۱۰	۳

نام‌گذاری این فولادها به صورت زیر می‌باشد:

**ST XX**

دو حرف اول کلمه STHAL به معنی فولاد در زبان آلمانی ← → حداقل استحکام کششی  $(\frac{\text{kg}}{\text{mm}^2})$

$$1 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} = 9.8 \text{ MPa} \approx 10 \text{ MPa}$$

ثبت کنید رابطه مقابل صحیح است.

تمرین



با توجه به رابطه بالا نام هر کدام از فولادهای جدول قبل را در ستون آخر بنویسید.

**تذکرمهم:** اعداد نوشته شده جلوی کد ST در فولادهای کم کربن (۱۲، ۱۳ و ۱۴) ارتباطی با استحکام کششی فولاد ندارد.

## فولادهای ماشین‌سازی و مقاوم به سایش

قانون نام‌گذاری این فولادها به شرح زیر است:

**C XX**

نماد شیمیایی عنصر کربن ← →  $100 \times \text{میانگین کربن}$

مثلاً اگر فولادی دارای ۰/۴۵٪ کربن باشد به آن C45 گفته می‌شود.  
نکته: در صورتی که فولاد به خوبی تصفیه شود و ناخالصی فسفر و گوگرد آن کمتر از ۰/۰۳۵٪ باشد  
بعد از حرف C از حرف K (ابتدا کلمه Klar به معنای تمیز در زبان آلمانی) استفاده می‌شود.  
مثلاً CK45

بحث کلاسی



فولاد CK75 برای ساخت چه قطعاتی استفاده می‌شود و چه خصوصیاتی دارد؟  
(راهنمایی: می‌توانید از جدول زیر استفاده کنید.)

در جدول زیر برخی از پرصرف‌ترین فولادهای مورد استفاده صنعت به همراه کاربردشان نشان داده شده است.

جدول ۶- برخی از فولادهای پرکاربرد

کد فولاد	کاربرد	تصویر	ویژگی
ST12	کانال کولر، رینگ اتومبیل	 	قابلیت خمکاری
ST13	بدنه لوازم خانگی (یخچال، فریزر، ماشین لباسشویی و...)		قابلیت کشش

شکل پذیری عمیق		بدنه خودرو	ST14
استحکام و جوش پذیری مناسب		تیر آهن، تیر ورق، صندلی و نیمکت، میخ، پیچ و پرچهای سایز کوچک و متوسط، اتصالات لوله‌ای شکل پلهای، مخازن ذخیره آب، لوله‌های انتقال آب، قاب ماشین‌آلات متوسط و کوچک	ST37
ST37 مشابه		ST37 مشابه	ST44

<p>استحکام و چرمه‌گی بالا و جوش پذیری مطلوب</p>    	<p>تیرآهن‌های بزرگ، پیچ و پرچهای سایز بزرگ، اجزای پلهای عبور خودرو، سکوی نفتی، بدنه کشتیهای باری، میل فرمان خودرو، شاسی لکوموتیو و واگن‌های قطار، قاب ماشین‌آلات سنگین (نورد، پرس) مخازن تحت فشار، مخازن ذخیره نفت و گاز و لوله‌های انتقال نفت</p>	<p><b>ST52</b> ماشین</p>
<p>استحکام بالا و جوش پذیری متوسط</p> 	<p>قطعات انتقال قدرت (میل لنگ، شاتون و ...) در موتورسیکلت و خودروهای کوچک، زنجیر چرخ موتورسیکلت، چرخ دنده‌های کوچک</p>	<p><b>CK35</b></p>

<p>استحکام خیلی بالا  مقاومت به سایش مناسب  جوش پذیری کم</p>	  	<p>قطعات انتقال قدرت  بزرگ (میل لنگ،  شاتون محورهای  انتقال قدرت و ...)،  زنجیرهای سنگین، پیچ  و مهره‌های مورد نیاز در  بارگذاری‌های سنگین،  قالب کشش، غلتک  خمکاری ورق</p>	<p>CK45</p>
<p>استحکام بالا  مقاومت به سایش خوب  تافنس کم  عدم جوش پذیری</p>	  	<p>فنرهای تخت و مارپیچ،  قالب کشش، الماس  شیشه بری، متله، قیچی  و تیغه در صنایع چوب  و کاغذ</p>	<p>CK60  ۹  CK75</p>



برای ساخت قسمت‌های فلزی وسایل زیر چه فولادی مناسب است؟ (از جدول قبل استفاده کنید).

فولاد پیشنهادی	ویژگی	تصویر
ST37	استحکام و جوش پذیری	 بدنه دوچرخه
		 پایه نیمکت
		 چرخ دندہ بزرگ
		 پایه تابلو
		 ورق آج دار

پودهمان ۳: انتخاب مواد مهندسی

		 پدال دوچرخه
		 غلتک خم کاری
		 واشر
		 کیس کامپیووتر
		 درب



(خطوط لوله)



چکش



قیچی

## فولاد آلیاژی

اگر به ترکیب فولاد ساده کربنی مقداری عناصر دیگر را برای بهبود خواص فولاد اضافه کنیم، فولاد آلیاژی تولید می‌شود.

در جدول ۷ برخی عناصر آلیاژی و تأثیر آن در فولاد نشان داده شده است.



جدول ۷- تأثیر عناصر آلیاژی مختلف در فولادها

عنصر	نماد شیمیایی	تأثیر بر خواص فولاد	کاربرد
Mn	منگنز	افزایش استحکام و چقرمگی	
Si	سیلیسیم	افزایش مقاومت به اکسید شدن در دمای بالا	
Cr	کروم	افزایش مقاومت به خوردگی افزایش استحکام و سختی	
Ni	نیکل	افزایش مقاومت به خوردگی افزایش استحکام و چقرمگی	

	<p>افزایش چشمگیر چرمه‌گی افزایش استحکام در دمای بالا</p>	Mo	مولیبدن
			
	<p>افزایش چشمگیر چرمه‌گی و استحکام افزایش استحکام در دمای بالا</p>	V	وانادیم
	<p>افزایش مقاومت به خوردگی در هوا</p>	Cu	مس
	<p>تأمین سختی در دمای بالا</p>	W	تنگستن

	بهبود قابلیت ماشین کاری	S	گوگرد
---	-------------------------	---	-------

نکته



برای تشخیص فولاد ساده کربنی از فولاد آلیاژی می‌باشد جدول آنالیز شیمیایی هر فولاد را مشاهده کنید. سپس به غیر از آهن و کربن مقدار سایر عناصر را با جدول زیر مقایسه کنید. اگر مقدار هر عنصر از اعداد جدول کمتر بود آن عنصر، عنصر آلیاژی محسوب نمی‌شود. اگر در پایان هیچ عنصر آلیاژی نیافتید، فولاد ساده کربنی است.

جدول -۸- محدوده عناصر آلیاژی در فولاد

V	Ti	Si	S	P	Mo	Cu	W	Mn	Ni	Cr	عنصر
۰/۱	۰/۰۶	۰/۶	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۸	۰/۴	۰/۴	۱/۶۵	۰/۳	۰/۳	حداقل مقدار به عنوان عنصر آلیاژی (درصد وزنی)

### مثال

در جدول زیر نمونه‌ای از آنالیز یک تیر آهن که از جنس فولاد ساده کربنی و آنالیز ظروف آشیزخانه از جنس فولاد آلیاژی آمده است. (همه اعداد بر اساس درصد وزنی هستند).

نوع فولاد	C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Mo	Tn	Cu	Fe
ساده کربنی	۰/۱۶	۰/۳۲	۰/۶۳	۰/۰۰۸	۰/۰۲۱	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۵	۰/۰۰۷	الباقی
آلیاژی	۰/۰۳	۰/۸۳	۱/۷۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۱۸/۹۱	۸/۷۳	۰/۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	الباقی

پرسش  
کلاسی

عناصر همراه در فولاد ساده کربنی و عناصر آلیاژی در فولاد آلیاژی را همراه با مقدار آنها مشخص کنید.



## فولادهای آلیاژی

فولادهای آلیاژی بسیار متنوع هستند. یکی از مهم ترین گروه های فولاد های آلیاژی فولادهای زنگ نزن (Stainless Steel) می باشد. این فولاد ها که در زبان محاوره ای در ایران به غلط به استیل معروف شده اند دارای مقاومت به خوردگی در آب و هوا و برخی از محیط های شیمیایی می باشند. این فولادها به دلیل وجود عنصر کروم (Cr) در برابر اکسیداسیون، از خود مقاومت نشان می دهند. غیر از کروم عناصر دیگری مانند نیکل، مولیبدن، سیلیسیم و منگنز به عنوان عنصر آلیاژی محسوب می شوند.

نکته

در تعداد محدودی از کتب و یا منابع نام این فولاد را فولاد ضد زنگ می نامند. ضد زنگ ماده شیمیایی است که برای جلوگیری از اکسید شدن فولاد بر روی سطح محصولات فولادی اعمال می شود. بنابراین استفاده از عبارت «ضد زنگ» اشتباه است.



مصارف فولادهای زنگ نزن بسیار متنوع است. فولادهای زنگ نزن به دو گروه اصلی تقسیم می شوند:

۱- فولادهای زنگ نزن کروم دار

۲- فولادهای زنگ نزن کروم - نیکل دار

گروه اول علاوه بر مقاومت به خوردگی مطلوب، بسیار سخت و مستحکم می باشند و از آنها برای ساخت چاقو، تیغ جراحی، ساطور و ... استفاده می شود.

گروه دوم دارای مقاومت به خوردگی عالی هستند و بسیار نرم و شکل پذیرند بنابراین برای ساخت بشقاب، لیوان، مخازن نگهداری مواد غذایی و ... استفاده می شوند.

## نام گذاری فولادهای زنگ نزن

مشهورترین روش نام گذاری فولادهای زنگ نزن روش AISI (انجمن آهن و فولاد آمریکا) می باشد. در این

روش فولادهای کروم دار با کد 4XX و فولادهای کروم - نیکل دار با کد 3XX نام گذاری می شوند. مانند:

(الف) فولادهای زنگ نزن کروم دار ۴۱۰، ۴۲۰ و ۴۳۰

(ب) فولادهای زنگ نزن کروم - نیکل دار ۳۰۴L، ۳۰۴L، ۳۱۶L، ۳۱۶L

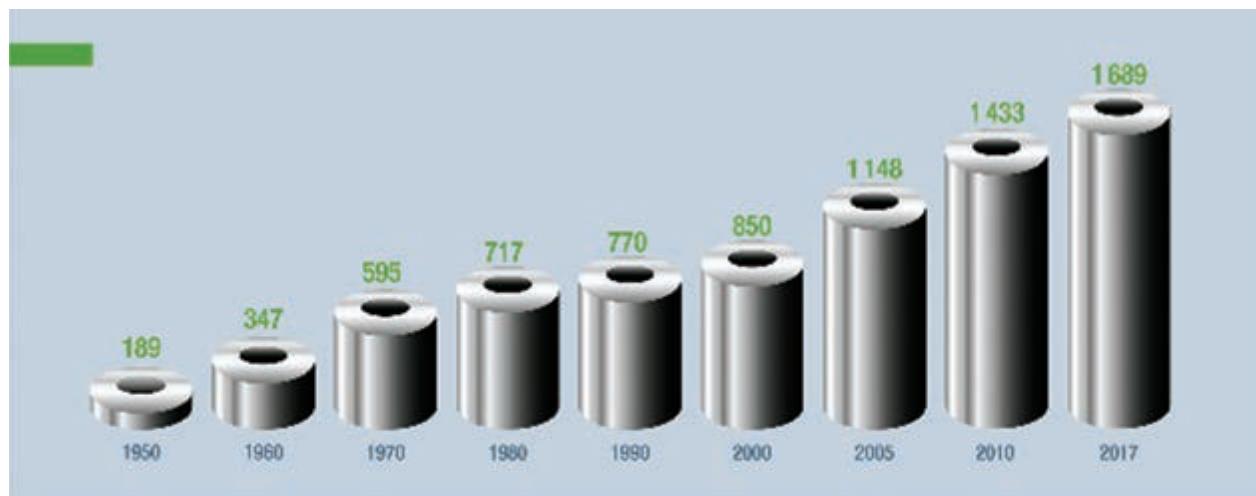
در جدول صفحه بعد برخی از کاربردهای فولادهای زنگ نزن ذکر شده است به نظر شما علت انتخاب در هر کاربرد چیست؟

### جدول ۹ - کاربردهای فولادهای زنگ نزن

کاربرد	ترکیب شیمیایی (درصد)	کد فولاد زنگ نزن
 	$\text{Cr} = 18 - 20$ $\text{Ni} = 8 - 10$	۳۰۴-۳۰۴L
 	$\text{Cr} = 16 - 18$ $\text{Ni} = 11 - 13$ $\text{Mo} = 2 - 3$	۳۱۶-۳۱۶L
 	$\text{Cr} = 12$	۴۱۰

## دستاوردهای اسلامی

پس از پیروزی انقلاب اسلامی توجه به بخش صنعت به عنوان یکی از بخش‌های اصلی مورد توجه مسئولان قرار گرفت. اکنون با همت مهندسان و تکنسین‌های ایرانی، کشور عزیز ما، به عنوان سیزدهمین تولیدکننده فولاد شناخته می‌شود.



جدول تولید فولاد

## آلومینیم

آلومینیم پس از آلیاژهای فولاد و چدن بیشترین مصرف را در میان آلیاژهای صنعتی دارا می‌باشد. این فلز دارای خواص ویژه‌ای است که باعث شده با وجود قیمت نسبتاً بالای آن بسیار مورد استفاده قرار گیرد. این ویژگی عبارت‌اند از:

- ۱- چگالی پایین ( $2/7 \text{ gr/Cm}^3$ ) (تقریباً یک سوم چگالی آهن)
- ۲- مقاومت به خوردگی خوب
- ۳- شکل پذیری بالا
- ۴- انتقال گرما و الکتریسیته بالا
- ۵- اکسید آن خوراکی است (شربت معده)
- ۶- استحکام متوسط (البته در آلومینیم های آلیاژی)

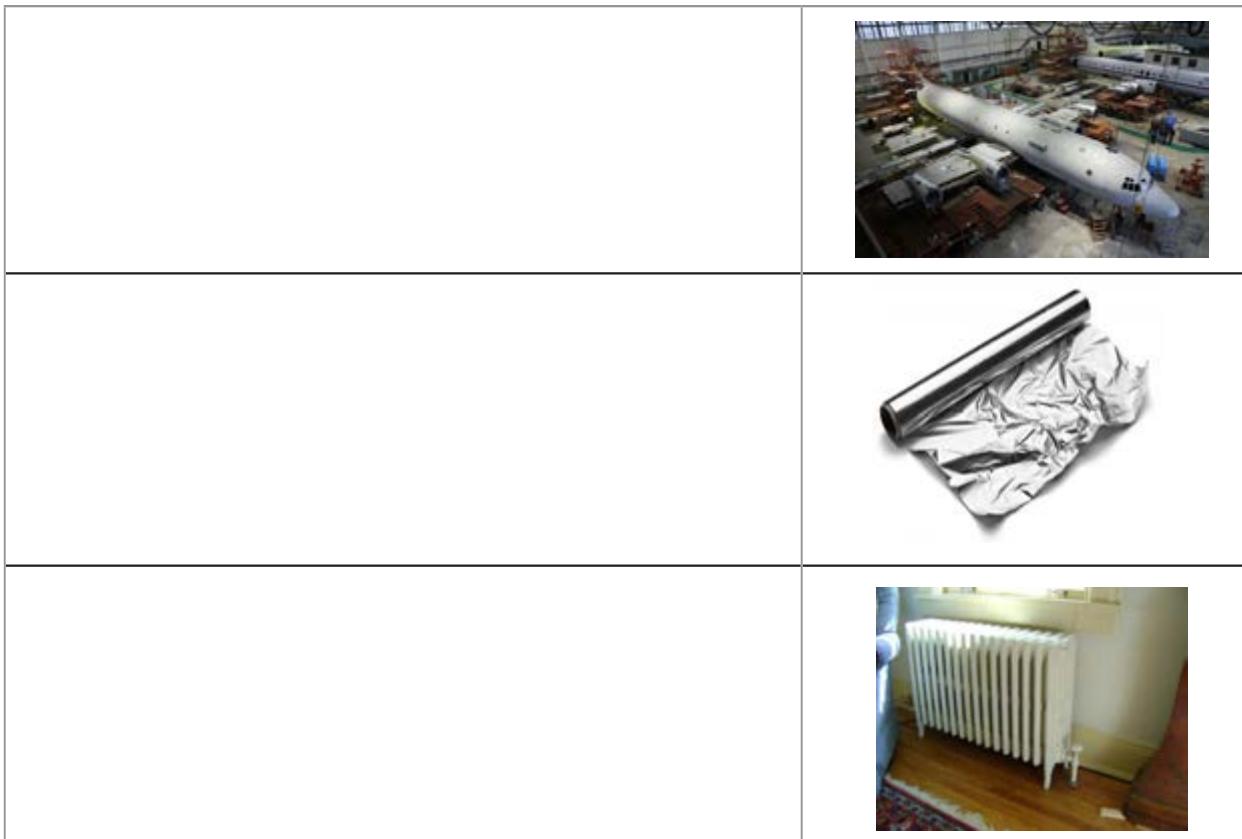
تمرین

در جدول زیر برخی از کاربردهای آلومینیم آمده است. بنویسید در هر کاربرد چه ویژگی‌هایی باعث انتخاب آلومینیم شده است؟



جدول ۱۰- کاربردهای آلیاژ آلومینیم

ویژگی	محصول



## نام گذاری آلیاژهای آلمینیم

آلیاژهای آلمینیم به هفت گروه تقسیم می‌شوند. در جدول زیر آنالیز شیمیایی و کاربرد هر گروه نوشته شده است.

جدول ۱۱- آلیاژهای آلمینیم



کاربرد	ویژگی	ترکیب شیمیایی	شماره گروه
کابل انتقال برق فشار قوی، فویل آشپزخانه	انعطاف پذیری-رسانایی - استحکام بسیار کم	آلومینیم خالص	۱۰۰۰
بدنه هواپیما	استحکام بالا - شکل پذیری کم	آلومینیم + مس	۲۰۰۰
لوازم آشپزخانه - قوطی نوشابه	انعطاف پذیری - استحکام متوسط	آلومینیم + منگنز	۳۰۰۰
فیلر جوشکاری	مقاومت به خوردگی خوب - سیالیت بالا	آلومینیم + سیلیسیم	۴۰۰۰
بدنه واگن مترو	استحکام بالا - شکل پذیری مناسب	آلومینیم + منیزیم	۵۰۰۰
درب و پنجره	استحکام بالا	آلومینیم + منیزیم + سیلیسیم	۶۰۰۰
بدنه تانک	استحکام بسیار بالا	آلومینیم + روی	۷۰۰۰

## مس و آلیاژهای آن

مس قدیمی‌ترین فلز صنعتی است که بشر از آن برای ساخت مصنوعات مورد نیاز خود استفاده نمود. اهمیت این فلز به قدری است که بخشی از تمدن بشری با نام یکی از آلیاژهای آن پیوند خورده است.

پژوهش

نام آلیاژ مورد نظر و حدود زمانی تمدن بشر که همنام با این آلیاژ بوده است را بیابید.



مس دارای ویژگی‌های منحصر به فردی است که برخی از آنها عبارت است از:

- ۱- رسانایی الکتریکی بسیار زیاد
- ۲- رسانایی گرمایی خوب
- ۳- جذابیت و تنوع رنگ آلیاژهای مختلف آن
- ۴- شکل پذیری عالی
- ۵- مقاومت به خوردگی بالا

تمرین

با دقت در محیط اطراف خود برای هر کدام از خواص فوق قطعه‌ای نام ببرید. (مثالاً شکل پذیری عالی: شیپور)



مس دارای آلیاژهای گوناگونی است که در جدول صفحه بعد برخی از آلیاژهای مشهور آن را می‌بینند.

## جدول ۱۲- آلیاژهای مس

آلیاژ	نام تجاری	خصوصیات	کاربرد
مس الکترولیتی		هدایت الکتریکی بسیار بالا	
مس خالص	خالص تجاري	هدایت گرمایی و شکل پذیری عالی	
مس + روی	برنج	جذابیت ظاهری - مقاومت به خوردگی	
مس + قلع	برنز قلع	مقاومت به خوردگی - استحکام مناسب	
مس + نیکل	برنز نیکل	جذابیت ظاهری - مقاومت به خوردگی عالی	
مس + آلومینیم	برنز آلومینیم	مقاومت به خوردگی عالی - استحکام بسیار بالا	

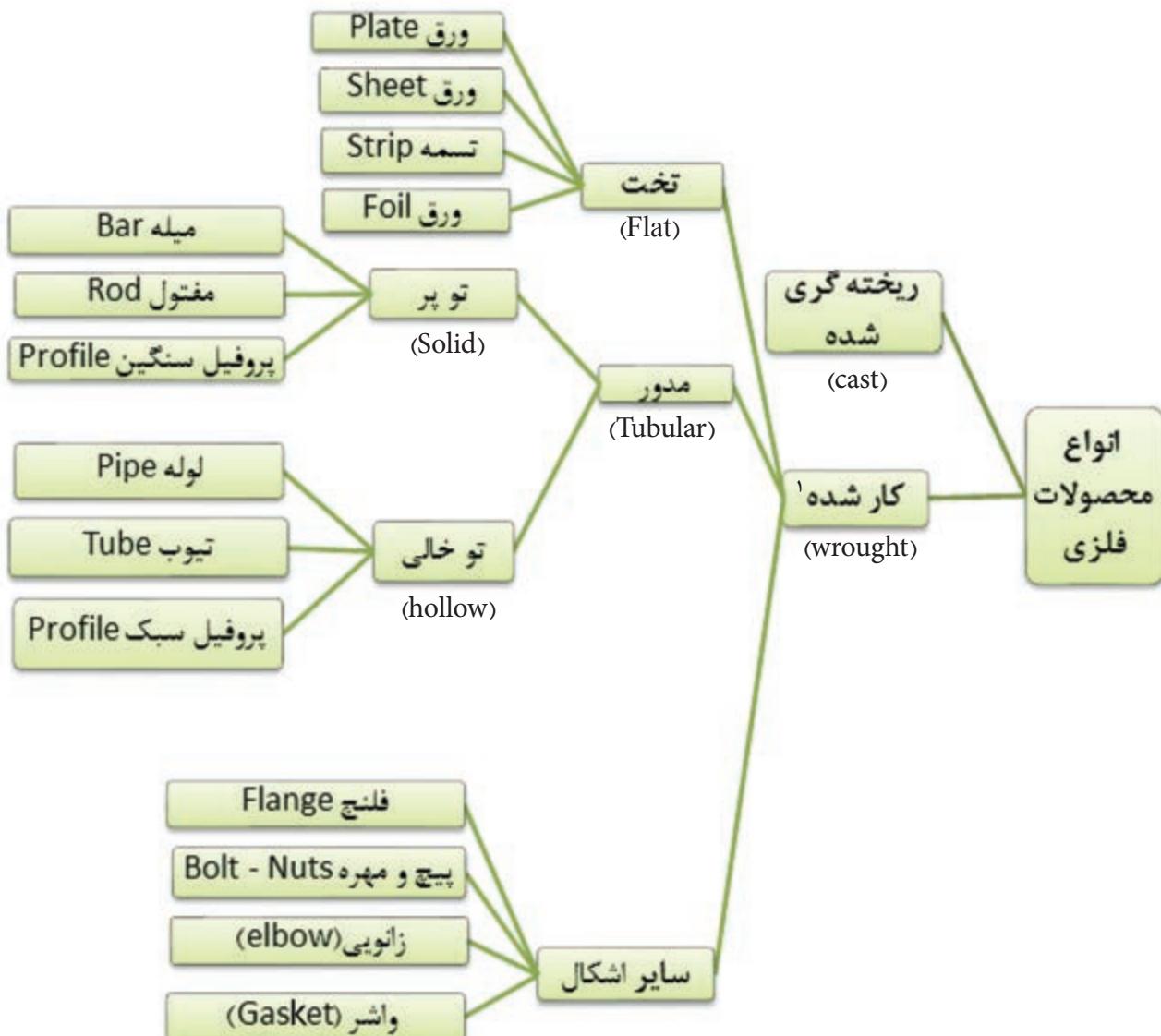
به کلیه آلیاژهای مس به غیر از آلیاژ مس با روی برنز گفته می‌شود.

نکته



### دسته‌بندی محصولات فلزی

محصولات فلزی به شکل‌های گوناگونی تولید می‌شوند. هر کدام از این شکل‌ها دارای مشخصات و کاربردهای گوناگونی هستند. در تصویر زیر انواع محصولات فلزی نشان داده شده است.



شکل ۶: شکل‌های گوناگون محصولات فلزی

۱- محصول کار شده به محصولی گفته می‌شود که شمش فلزی با یکی از فرایندهای شکل دهنده مانند نورد، آهنگری، کشش و ... تبدیل به محصول با شکل مشخصی می‌شود.

## ورق

محصولات تخت (ورق‌ها) دارای انواع گوناگونی هستند. در جدول زیر به انواع آنها و مشخصاتشان اشاره شده است.

نام	ضخامت (میلی‌متر)	عرض (میلی‌متر)	کاربرد
ورق (Plate)	$\geq 15$	$> 250$	ساخت سازه‌هایی مانند تیر ورق، بدنه جرثقیل، بدنه کشتی و ...
ورق (Sheet)	$< 5$ $\geq 0/2$	$> 600$	ساخت محصولات شکل پذیر مانند بدنه خودرو
تسمه (Strip)	$< 5$ $\geq 0/2$	$< 600$	بسته‌بندی محصولات
ورق (Foil)	$< 0/2$	$< 300$	بسته‌بندی

## نحوه سفارش گذاری و خرید ورق

در هنگام خرید ورق فلزی باید ویژگی‌های زیر در نظر گرفته شود:

- ۱- طول، عرض و ضخامت (معمولًا بر حسب میلی‌متر)
- ۲- جنس ورق (سیاه، رنگی، گالوانیزه، عاج‌دار، روغنی، قلع‌اندود، آلومینیم، استنلس استیل و ...)
- ۳- کیفیت سطحی (معمولی، بدون خش، براق)
- ۴- وزن ورق
- ۵- تعداد برگ‌ها

۱- این محدوده بر اساس استاندارد ASTM آمریکا است. در استاندارد اروپا محدوده ضخامت بیش از ۳ میلی‌متر است.

مثال ۱: در جدول زیر نمونه فرم خرید ورق نشان داده شده است.

ردیف	ورق	کد ورق	ابعاد (mm)	تعداد
۱	سیاه <sup>۱</sup>	ST37	۱۲۰۰×۱۵۰۰×۱۵	۵
۲	سیاه	ST37	۶۰۰۰×۱۲×۱۰۰۰	۴
۳	سیاه	ST52	۱۲۰۰۰×۲۰×۲۰۰۰	۳
۴	گالوانیزه		۲۰۰۰×۱۰۰۰×۳	۱۰
۵	استیل	304L	۱۰۰۰×۵۰۰×۲	۳
۶	روغنی <sup>۲</sup>	ST12	۲۰۰۰×۱۰۰۰×۰/۸	۱۰

مثال ۲: نمونه فاکتور فروش ورق به شکل زیر ارائه می‌شود: دقت کنید.

ردیف	شرح کالا	آرم و علامت فروشنده	فاکتور فروش	شماره:
				فروشنده:
				خریدار:
ردیف	شرح کالا	آرم و علامت فروشنده	فاکتور فروش	شماره:
تعداد	ضخامت (mm)	بعاد ورق (mm) (عرض × طول)	جرم تئوری <sup>۳</sup> (Kg)	جرم باسکول <sup>۴</sup> (Kg)
۱	۶	عرض ۱۵۰۰	۱۵۰۰	۱۹/۲۰۰
۲	۲۵	۱۲۰۰۰×۲۰۰۰	۶۰۰	۳۰۸۳
۳	۱	۲۰۰۰×۱۰۰۰	۲	۲۰۰۸
۴	۱/۵	۶۰۰۰×۱۰۰۰	۹	۴۶/۲۵

- ۱- به ورق سیاه ورق نورد گرم نیز گفته می‌شود.
- ۲- به ورق روغنی ورق سفید یا ورق نورد سرد نیز گفته می‌شود.
- ۳- جرم تئوری جرمی است که حاصل ضرب چگالی در حجم سفارش می‌باشد.
- ۴- جرم کل محموله که توسط باسکول توزین می‌شود.
- ۵- معمولاً در کنار مشخصات ورق نام کارخانه سازنده نوشته می‌شود.



- ۱- چرا وزن تئوری با وزن باسکول متفاوت است؟
- ۲- با جستجو در اینترنت نام چند شرکت ورق سازی ایرانی را بنویسید. همچنین لیست محصولات آنها را استخراج کرده و مشخصات ورق‌های تولیدی این شرکت‌ها را در یک جدول با هم مقایسه کنید.
- ۳- در بازار در مورد ورق‌ها معمولاً از واژه‌ی وزن به جای جرم استفاده می‌شود (غلط رایج)، به کمک هنرآموز خود تفاوت جرم و وزن را بیابید.

## ارزشیابی نهایی

شاخص	نمره شایستگی	استاندارد عملکرد	شايستگی
۱- انتخاب ماده بر اساس هزینه تمام شده و اقتصاد تولید ۲- جایگزین مناسب بر اساس موجودی بازار و سهولت دسترسی	۳		تشخیص علل استفاده از مواد مهندسی در ساخت مصنوعات فلزی
۱- تعیین خصوصیات اصلی ماده مورد نیاز در ساخت یک مصنوع ۲- تعیین خصوصیات فرعی ماده مورد نیاز در ساخت یک مصنوع ۳- انتخاب ماده مهندسی مناسب ۴- دسته بندی مواد مهندسی از نظر خاصیت های اصلی مشخص شده	۲	مشخص کردن خواص مورد نیاز انتخاب شده برای ساخت مصنوعات فلزی	انتخاب ماده مهندسی برای ساخت مصنوعات فلزی
عدم رعایت شاخص های ۲ و ۴ از دسته شاخص های نمره ۲	۱		
توضیحات:			



## پودمان ۲

### محاسبات در تولید



## مقدمه

دانستن هزینه‌ای که برای تولید یک محصول صرف می‌شود بسیار مهم است زیرا این محاسبات هستند که قیمت محصول نهایی و سود شما را مشخص می‌کنند و ضامن بقای مجموعه تولیدی در بازار رقابتی است.

هزینه‌های تولید شامل هزینه‌های متنوعی مانند نیروی کار، مواد خام، مواد مصرفی، منابع تولیدی و هزینه سربار است. علاوه بر این، موارد دیگری مانند مالیات یا حق امتیاز نیز در هزینه‌های تولید در نظر گرفته می‌شود.

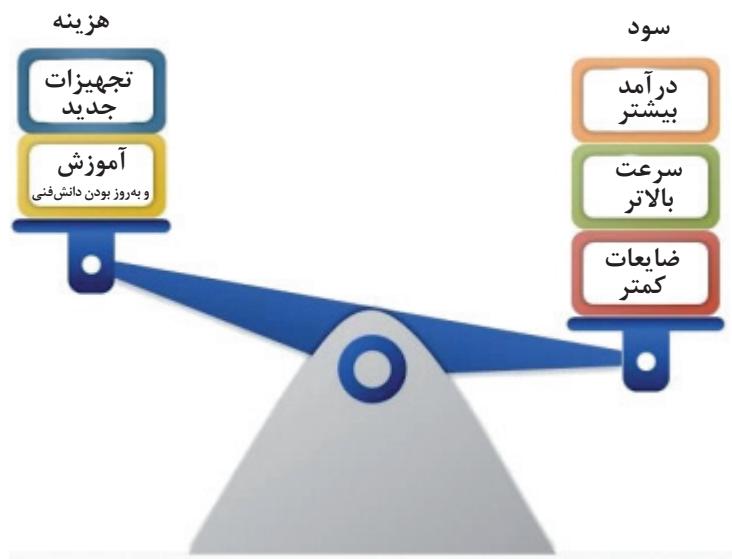
## آیا تا به حال پی بردید؟

- قیمت محصولات صنایع فلزی چگونه تعیین می‌شود؟
- چه عواملی روی قیمت محصول تأثیر دارند؟
- هزینه تمام شده یک محصول چه میزان می‌باشد؟
- دانستن علم محاسبات چه کمکی در هزینه تمام شده محصول می‌کند؟
- سود تولیدکننده چه میزان می‌باشد؟

هدف از این شایستگی آشنایی هنرجو با محاسبات در تولید، عوامل مؤثر بر هزینه ساخت محصول شامل نیروی انسانی، مواد اولیه، مواد مصرفی، تولید، تجهیزات، حمل و نقل و تشخیص گردش کار ساخت محصولات می‌باشد. به کمک محاسبات تولید قیمت تمام شده محصول تعیین می‌شود و با توجه به این قیمت، می‌توان میزان سود را تعیین کرد و یا از ضرر و زیان احتمالی آگاه شد.

## اهمیت محاسبات هزینه در تولید

میزان سود یک مجموعه تولیدی چه نقشی در رشد آن مجموعه دارد؟  
چه روش‌هایی برای بررسی میزان سود تولید یک محصول وجود دارد؟  
داشتن اطلاعات فنی در مورد تولید یک محصول به چه میزان می‌تواند در سوددهی آن تأثیرگذار باشد؟



شكل ۱

### مقایسه کارگاه‌های تولیدی کوچک و بزرگ

#### ویژگی کارگاه‌های تولیدی کوچک

- کوچک بودن کارگاه‌های تولیدی
- تولید اغلب به روش دستی
- حجم پایین تولید
- تضمین سفارش
- عدم رقابتی بودن بازار
- تنوع کم محصولات

شرایط تولید یک محصول و تعیین میزان سود،  
بیشتر تحت کنترل اشخاص تولید کننده بود.

## ویژگی کارگاههای تولیدی بزرگ

کاهش هزینه و افزایش کیفیت و ایجاد قابلیت‌های اضافه می‌تواند در بازار رقابتی، برای تولیدکننده، امتیاز ایجاد کند.

- پیشرفت فناوری
- بزرگ‌تر شدن مجموعه‌های تولیدی
- رقابت زیاد در بازار
- تنوع در کیفیت و قیمت محصولات

در کارگاههای کوچک تولیدکننده می‌تواند محصولات خود را ساده‌تر عرضه کند، ولی در کارگاهها و شرکت‌های بزرگ صنعتی فروش محصول تابع شرایط زیادی از جمله رقابت، زیبایی، عرضه، تقاضا و کیفیت است.

- کیفیت و قیمت بسیار وابسته به یکدیگر هستند.  
برای رسیدن به کیفیت مطلوب همراه با قیمت مناسب، باید الزامات زیر را رعایت نمود:
- ۱- افزایش دانش فنی
  - ۲- استفاده از فناوری‌های پیشرفته
  - ۳- انتخاب بهینه مواد
  - ۴- انتخاب روش‌های تولید مناسب

حتماً باید قبل از شروع یک فعالیت تولیدی به این موضوع توجه شود که میزان سرمایه لازم برای راه اندازی یک کارگاه صنعتی کوچک یا یک مجموعه تولیدی بزرگ و هزینه‌های لازم برای تولید یک محصول، محاسبه و ارزیابی شود تا بتوان تصمیم درستی گرفت.

به طور مثال ممکن است پس از محاسبات انجام شده در تولید یک محصول به این نتیجه برسیم که از لحاظ اقتصادی توجیه نخواهد داشت، پس یا باید از تولید آن صرف نظر کرد یا اینکه بتوان با استفاده از روش‌های مشخص، هزینه تمام شده محصول را کاهش داد، یا قابلیتی به محصول اضافه کرد که جذابیت آن را برای مشتری بیشتر کند تا بتوان محصول را به قیمت بالاتری عرضه نمود.

برای محاسبه هزینه تولید یک محصول، ابتدا باید عوامل تعیین‌کننده در ساخت آن را معین نمود، که شامل موارد زیر می‌باشد:

هزینه مواد اولیه

هزینه مواد مصرفی

هزینه نیروی انسانی

هزینه‌های مربوط به حمل و نقل

هزینه محل تولید و تجهیزات

به طور کلی محاسبه برخی هزینه‌ها مانند مواد اولیه به سادگی و با تفکیک نقشه‌ها و یک بررسی ساده در بازار قابل محاسبه است ولی برخی دیگر مانند هزینه‌های جوشکاری به محاسبه دقیق‌تری نیاز دارند.



■ با توجه به جدول ۱ بحث کنید که برای محاسبه هزینه تولید مصنوعات فلزی نیاز به چه اطلاعاتی می‌باشد؟

جدول ۱

روش‌های محاسبه هزینه تولید	
آشنایی با روش‌های مونتاژ و جوشکاری	
شناخت تجهیزات و فناوری‌های نوین	
شناخت روش‌های تولید	
شناخت مواد، خواص و کاربرد آنها	

مثال:

به نظر شما یک خط جوش گوشه به طول ۱۵۰ متر و بعد ۶ میلی‌متر چقدر هزینه دارد؟

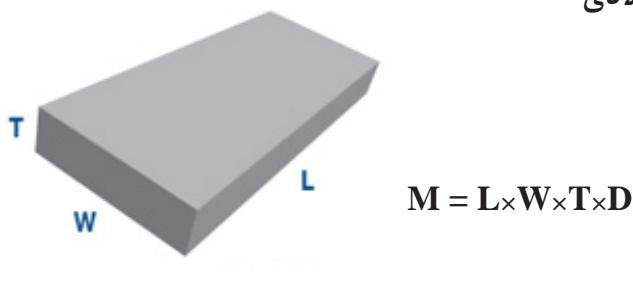
## جدول ۲

جوشکار سوم	جوشکار دوم	جوشکار اول
از WPS پیروی نکرده و با شدت جریان ۱۸۰ آمپر جوشکاری کرده است.	از WPS پیروی نکرده و با شدت جریان ۲۲۵ آمپر جوشکاری کرده است.	مطابق WPS و با شدت جریان ۲۵۰ آمپر جوشکاری کرده است.
یک جوش گوشه با $2\text{ mm}$ بیشتر از نیاز (بعد کل جوش $8\text{ mm}$ است) و $10\text{ mm}$ است) و $12\text{ kg}$ مصرف بیشتر فلز پایه.	یک جوش گوشه با $4\text{ mm}$ بیشتر از نیاز (بعد کل جوش $8\text{ mm}$ است) و $8\text{ kg}$ مصرف بیشتر فلز پایه.	یک جوش گوشه با بعد $6\text{ mm}$ و رسوب $22\text{ kg}$ از فلز پر کننده ایجاد کرده است.
هزینه تمام شده: $1/۲۰۰/۰۰۰$ تومان	هزینه تمام شده: $1/۷۰۰/۰۰۰$ تومان	هزینه تمام شده: $750/۰۰۰$ تومان

## برآورد مواد اولیه

در اکثر مصنوعات فلزی سنگین برای بدست آوردن هزینه مواد اولیه می‌توان با محاسبه جرم و استعلام قیمت برآورد مواد اولیه را انجام داد، به طور مثال برای محاسبه جرم نمونه صفحه بعد، ابتدا محصول را به شکل‌های استاندارد تفکیک کرده و سپس با محاسبه حجم و داشتن چگالی ماده اولیه، جرم آن را محاسبه می‌کنیم.

## فرمول محاسبه وزن ورق‌های فولادی



شکل ۲

M = جرم  
L = طول ورق  
W = عرض  
T = ضخامت  
D = چگالی

نکته



چگالی آهن در شرایط استاندارد عدد ۷/۸۶ گرم بر سانتی متر مکعب تعريف شده است.

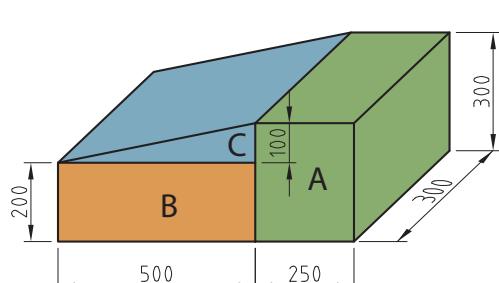


مثال: جرم قطعه زیر را که از جنس فولاد ساخته شده است محاسبه کنید؟

نکته

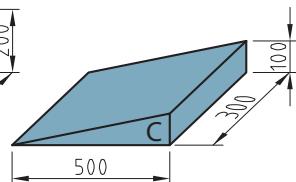
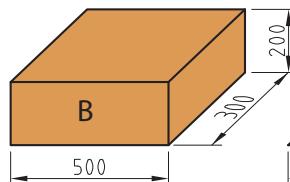
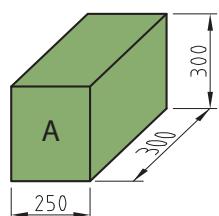


با توجه به اینکه چگالی برحسب  $\text{cm}^3$  است، ابعاد را به  $\text{cm}$  تبدیل می کنیم.



راه حل:

ابتدا قطعات را به سه بخش A و B و C تقسیم می کنیم.



عرض × طول → مساحت سطح

عرض × طول

$\frac{\text{عرض} \times \text{طول}}{2}$

$$30 \times 25 = 750 \text{ cm}^2$$

$$50 \times 20 = 1000 \text{ cm}^2$$

$$\frac{50 \times 10}{2} = 250 \text{ cm}^2$$

ضخامت × مساحت سطح → حجم

ضخامت × مساحت سطح

ضخامت × مساحت سطح

$$750 \times 30 = 22500$$

$$100 \times 30 = 3000$$

$$250 \times 30 = 7500$$

$$\text{حجم A} + \text{حجم B} + \text{حجم C} \rightarrow 22500 + 30000 + 7500 = 60000 \text{ cm}^3$$

$$\text{حجم} \times \text{چگالی} = \text{حجم}$$

بحث کلاسی



■ به نظر شما برای محاسبه مواد اولیه قطعه صفحه قبل محاسبه جرم خام محصول کافی است؟

پژوهش‌کنید



■ آیا تعیین جرم مواد اولیه معیار مناسبی برای ارزیابی می‌باشد؟

## محاسبه جرم نیم‌ساخته‌های فلزی نورد شده

برای محاسبه جرم نیم‌ساخته فلزی نورد شده (تیرآهن، نبشی، قوطی، سپری) می‌توان با مراجعه به جداول رایج (اشتال) به سادگی جرم را محاسبه نمود.

جدول ۳

جرم		ابعاد و رواداری‌ها بر حسب میلی‌متر										نمره تیرآهن I-2	
رواداری %		جرم یک متر Kg	شعاع انحنای گوشه‌ها r	ضخامت بال		ضخامت جان		عرض بال		ارتفاع			
بسته‌یا محموله	شاخه			رواداری	مقدار اسمی	رواداری	مقدار اسمی	رواداری	مقدار اسمی	رواداری	مقدار اسمی		
±4	±6	10/4	7	±1	6/3	±0/5	4/4	±2	64	±2	120	12	
		12/9	7		6/9		4/7		73		140	14	
		15/8	9		7/4		5/	+3	82	+3	160	16	
		18/8	9		8/		5/3	-2	91	-2	180	18	
		22/4	12	±1/5	8/5	±0/75	5/6		100		200	20	
		26/2	12		9/2		5/9		110		220	22	
		30/7	15		9/8		6/2		120	±3	240	24	
		36/1	15		10/2		6/6	±3	135		270	27	
		42/2	15	±2	10/7	±1	7/1		150		300	30	

## مثال

برای ساخت یک سازه فلزی، به ۵ شاخه تیرآهن ۱۶ و ۳ شاخه تیرآهن ۱۴ نیاز می‌باشد.

جرم مورد نیاز را محاسبه نمایید.

جرم یک متر تیرآهن ۱۶ برابر است با ۱۵/۸ Kg

جرم یک شاخه تیرآهن ۱۶:

جرم ۵ شاخه ۱۶:

جرم یک متر تیرآهن ۱۴ برابر است با ۱۲/۹ Kg

جرم یک شاخه تیرآهن ۱۴:

جرم ۳ شاخه ۱۴:

جرم کل تیرآهن مورد نیاز:

$$12 \times 15/8 = 189/8 \text{ kg}$$

$$5 \times 189/8 = 948 \text{ kg}$$

$$12/9 \times 12 = 154/8 \text{ kg}$$

$$154/8 \times 3 = 464/4 \text{ kg}$$

$$464/4 + 948 = 1412/4 \text{ kg}$$

نکته

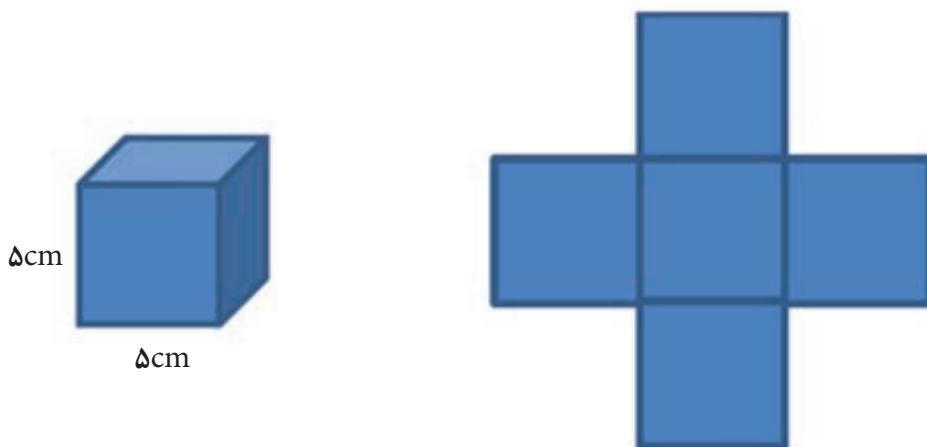


به طور معمول تیرآهن و میلگرد، در طول‌های استاندارد ۱۲ متری، و پروفیل‌هایی مانند قوطی، ناودانی، نبشی و سپری در طول‌های ۶ متری تولید می‌شوند.

برآورد مواد اولیه در یک محصول ساخته شده از ورق:

۱- نقشه گسترده ورق ترسیم شود.

ضخامت قطعه ۲ میلی متر و فرایند ساخت جوشکاری در نظر گرفته شود.



شکل ۴

فعالیت  
کلاسی



مساحت ورق مورد نیاز برای سفارش ساخت قطعه بالا را محاسبه کنید.

در این نوع محاسبات باید فرایندهای ساخت در نظر گرفته شود، مثلاً اگر در ساخت محصول از پیچک استفاده می‌شود باید در محاسبات لحاظ شود.

نکته



برای سفارش و ساخت جرم یا واحد مورد نیاز تعیین و محاسبه شود. (کیلوگرم، متر مربع، عدد)

نکته



اشتباه رایجی که معمولاً در محاسبه مواد اولیه رخ می‌دهد این است که محاسبه بر اساس میزان مواد اولیه مورد نیاز برای ساخت محصول انجام می‌شود، در صورتی که ابتدا باید ابعاد استاندارد مواد خام موجود در بازار بررسی شود، سپس این ابعاد با نقشه محصول مطابقت داده شود و میزان دور ریز مواد نیز از همان ابتدا در محاسبات در نظر گرفته شود. چه بسا در تولید انبوه یک محصول میزان دور ریز و ابعاد استاندارد ورق‌های موجود در بازار، عامل تعیین‌کننده‌ای در ابعاد نهایی محصول می‌باشد.

به طور معمول ضایعات فلزی پس از جمع‌آوری به کارخانه‌های بازیافت ضایعات فروخته می‌شوند و قیمت آن‌ها بر اساس نوع، جنس، ضخامت، ابعاد و سایر پارامترها از ۱۰ تا حدود ۸۰ درصد قیمت مواد اولیه تعیین می‌شوند.

تحقیق



■ در مورد دلیل دامنه زیاد قیمت بازیافت مواد اولیه در بازار تحقیق کنید.

استفاده از جدول‌ها یکی دیگر از راههای بدست آوردن جرم مواد اولیه است.

جدول ۴

ردیف	طول (میلی‌متر)	عرض(میلی‌متر)	ضخامت (میلی‌متر)	جرم (کیلوگرم)
۱	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۰/۳۰	۵
۲	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۰/۴۰	۶
۳	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۰/۵۰	۸
۴	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۱	۱۶
۵	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۲	۳۲
۶	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۳	۴۸

جدول ۵: برخی ابعاد استاندارد و جرم ورق سیاه رایج در ایران

ردیف	طول(میلی متر)	عرض(میلی متر)	ضخامت(میلی متر)	جرم(کیلوگرم)
۱	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۲	۳۲
۲	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۳	۴۸
۳	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۴	۶۴
۴	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۵	۸۰
۵	۲۰۰۰	۱۰۰۰	۶	۹۶
۶	۶۰۰۰	۱۵۰۰	۸	۵۷۶
۷	۶۰۰۰	۱۵۰۰	۱۰	۷۲۰
۸	۶۰۰۰	۱۵۰۰	۱۲	۸۶۴
۹	۶۰۰۰	۱۵۰۰	۱۵	۱۰۸۰
۱۰	۶۰۰۰	۱۵۰۰	۲۰	۱۴۴۰

برای شناخت و اطلاع از جنس ورق به پودهمان انتخاب مواد مراجعه شود.  
قیمت مواد اولیه را بدست آورید.

معمولًاً با مراجعه به بازارهای مختلف و همچنین شرکت‌های سازنده مواد اولیه و سایت‌های اینترنتی این شرکت‌ها می‌توان برآورد قیمت مواد اولیه را انجام داد.

با استفاده از روش‌های ذکر شده در کتاب مدیریت تولید، از چندین مرجع مختلف، قیمت واحد آلومینیم و فولاد را بدست آورید.

تمرین



جدول ۶

ردیف	جنس ماده خام	مرجع ۱	مرجع ۲	مرجع ۳
۱	قیمت آلومینیم (کیلوگرم)			
۲	قیمت فولاد (کیلوگرم)			

جرم ورق مورد نیاز برای سفارش ساخت قطعه صفحه ۱۶۲ را یک بار با فرض اینکه از ورق سیاه برای ساخت استفاده شده و یک بار با فرض اینکه از آلومینیم در ساخت استفاده شده است، محاسبه نموده و جدول زیر را تکمیل کنید.



جدول ۷

ردیف	موضوع	برای فولاد	برای آلومینیم
۱	مساحت ورق مورد نیاز برای سفارش		
۲	جرم ورق مورد نیاز برای سفارش		
۳	مساحت ورق مورد نیاز برای ساخت		
۴	جرم ورق مورد نیاز برای ساخت		
۵	میزان ضایعات		
۶	هزینه مورد نیاز برای خرید مواد اولیه		
۷	هزینه ضایعات		

## برآورده مواد مصرفی جوش

در این مورد ابتدا میزان مواد مصرف شده و سپس قیمت واحد آن را بدست آورید، مثلاً برای الکترود، سیم جوش باید میزان جرم مصرف شده و قیمت واحد آن را بدست آورید.

برای محاسبه هزینه الکترود و سیم جوش باید به پارامترهای زیر توجه نمود:

میزان ذوب الکترود

نرخ رسوب

بازده رسوب

(SMAW – GMAW – GTAW – FCAW) فرایندهای جوشکاری

طرح اتصال

## نرخ یا میزان ذوب الکترود

جرم الکترود ذوب شده در واحد زمان است که با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$MR = \frac{(l_1 - l_2)d}{t}$$

- ۱: طول اولیه الکترود
- ۲: طول الکترود باقیمانده پس از جوشکاری
- d: جرم واحد طول هسته الکترود
- t: زمان روشن بودن قوس
- M: نرخ ذوب الکترود

## نرخ رسوب

مقدار فلز رسوب داده شده از فلز پرکننده به فلز پایه در واحد زمان را نرخ رسوب گویند.  
واحد آن پوند یا کیلوگرم بر ساعت می‌باشد. (lbs/hr or kg/hr)

$$DR = \frac{M_2 - M_1}{t}$$

- M<sub>1</sub>: جرم قطعه قبل از جوشکاری
- M<sub>2</sub>: جرم قطعه بعد از جوشکاری
- DR: نرخ رسوب

- ۱: این زمان مربوط به مدت زمان روشن بودن قوس است. یعنی زمان تعویض الکترود یا تمیز کاری در این زمان لحاظ نمی‌شود.
- ۲: نرخ رسوب به طور مستقیم با شدت جریان جوشکاری ارتباط دارد.
- ۳: در مولدات جریان ثابت مانند SMAW با افزایش جریان، نرخ رسوب افزایش می‌یابد و در مولدات ولتاژ ثابت مانند GMAW با افزایش سرعت سیم، نرخ رسوب افزایش می‌یابد.

نکته



SMAW



SAW

شكل ۶

شكل ۵

تأثیر نوع فرایند در نرخ رسوب

## راندمان رسوب

رابطه بین جرم فلز جوش رسوب داده شده با میزان فلز پرکننده مصرف شده است که معمولاً با درصد بیان می‌شود.

راندمان رسوب، درصدی از فلز پرکننده است که به رسوب جوش تبدیل می‌شود این پارامتر برای فرایندهای مختلف متفاوت است مثلاً در SMAW حدود ۵۵-۷۵ درصد و در GMAW حدود ۹۰-۹۷ درصد است. این پارامتر وابسته به عواملی مانند دوریز انتهای الکترود، تبخیر الکترود در قوس، تشکیل سرباره و پاشش است.

$$\eta = \frac{DR}{MR} \times 100$$

وقتی با الکترود روکش دار جوشکاری می‌کنید، بخشی از آن به عنوان سرباره، پاشش، گاز، دود و ته الکترود هدر می‌رود.

نکته

مقدار الکترودی که در روش جوشکاری با الکترود دستی به عنوان دور ریز در نظر گرفته می‌شود را Stub loss (ته الکترود) می‌گویند.



کلاس الکترود	میانگین بازده	Stub Loss **		
		طول ته الکترود	5/32" 6010 % Deposit	% Loss 14" Electrode
E6010	63.8%			
E6011	68.5%			
E6012	66.9%	2"	63.8%	36.2%
E6013	66.8%			
E7014	64.6%	3"	58.5%	41.5%
E7016	62.8%	4"	53.2%	46.8%
E7018	69.5%			
E6020	65.2%	5"	47.9%	52.1%
E7024	66.8%	6"	42.6%	57.4%
E7027	68.6%			

\* Includes 2" Stub Loss

اقلاف فلز پرکننده به دلیل سرباره، پاشش و بخار

$$\text{راندمان رسوب} = \frac{\text{جرم فلز جوش رسوب داده شده}}{\text{میزان فلز پرکننده مصرف شده}}$$



بازده الکترود و ته الکترود

شكل ۷

**جدول ۸: راندمان رسوب براساس میزان باقیمانده الکترود**

طول الکترود (cm)	بازده رسوب	۵cm ته الکترود	۷cm ته الکترود	۱۰cm ته الکترود	۱۲cm ته الکترود
30	60%	50%	45%	40%	35%
	65%	54.2%	48.7%	43.3%	37.9%
	70%	58.3%	52.5%	46.6%	40.8%
35	60%	51.4%	47.1%	42.8%	38.5%
	65%	55.7%	51.1%	46.4%	41.8%
	70%	60%	55%	50%	45%
45	60%	53.3%	50%	46.6%	43.3%
	65%	57.7%	54.2%	50.5%	46.9%
	70%	62.2%	58.3%	54.4%	50.5%

تمرین



راندمان رسوب یک الکترود ۳۵ سانتی‌متری با stub loss ۵ سانتی‌متر، چند درصد است؟

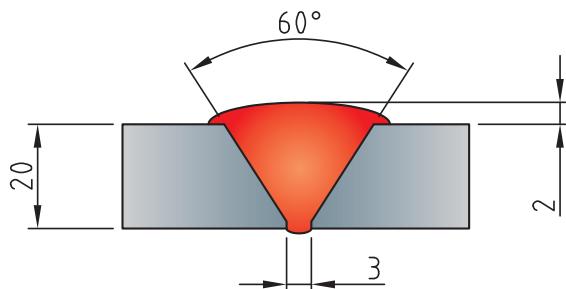
استفاده از جداول مرتبط با هر فرایند یکی دیگر از روش‌های محاسبه میزان نرخ رسوب است.

**جدول ۹: نرخ رسوب فرایند الکترود دستی با متغیرات آن**

قطر الکترود (mm)	جريان (آمپر)	ولتاژ (ولت)	نرخ رسوب (kg/h)
2/5	70-110	20-30	0.612-0.793
3/25	110-140	20-30	1.04-1.22
4	140-200	20-30	1.2-1.95
5	200-300	20-30	2.17-2.54

## حجم و جرم جوش

برای تعیین مقدار جرم جوش می‌توان ابتدا مساحت سطح مقطع جوش را محاسبه نمود و سپس آن را در طول جوش و چگالی فلز پرکننده ضرب کرد.  
مثال: حجم و جرم جوش را برای نمونه زیر محاسبه کنید.



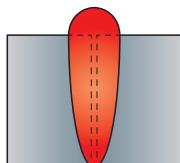
شکل ۸

تحقیق

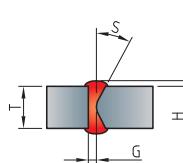
■ بررسی کنید آمده سازی طرح‌های اتصالی که در زیر آمده است، چه تأثیری در مقدار فلز جوش دارد؟



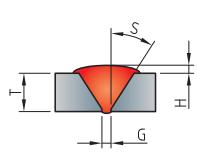
Square Bevel



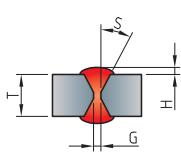
K Bevel



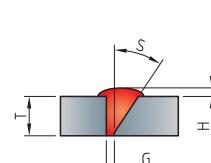
Single V



Double V



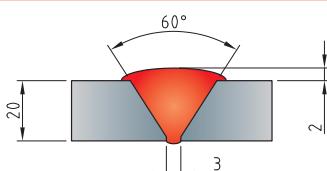
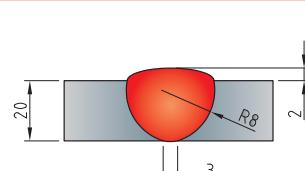
Single Bevel



شکل ۹

کار کلاسی

برای اتصالات داده شده میزان فلز جوش مورد نیاز را محاسبه نموده و با هم مقایسه کنید.  
برای کدام طرح اتصال فلز جوش بیشتری مورد نیاز است؟



شکل ۱۰

کار کلاسی

به نظر شما برای محاسبه میزان الکترود مورد نیاز برای جوشکاری یک اتصال، صرفاً محاسبه مقدار جوش مطابق مثال بالا کافی است؟ چرا؟



## هزینه جوش

علاوه بر مواد مصرفی، هزینه نیروی انسانی نیز در تعیین قیمت تمام شده جوشکاری مهم است. برای تعیین هزینه جوش باید به سه بخش توجه داشت که هر کدام از آنها دارای پارامترهای خاص خود هستند.

- ۱- زمان روشن بودن قوس
- ۲- زمان تلف شده بدون قوس
- ۳- فلز پرکننده

**هزینه زمان روشن بودن قوس + هزینه زمان خاموش بودن قوس + هزینه فلز پرکننده = هزینه جوش**

### زمان روشن بودن قوس

برای زمان روشن بودن قوس باید به نکات زیر توجه داشت:  
مقدار فلز جوش  
میزان نرخ رسوب جوش  
محاسبه زمان مورد نیاز برای جوشکاری

### زمان خاموش بودن قوس

این عامل به پارامترهای مختلفی مانند تمیز کاری بین پاسی، زمان مورد نیاز برای تعویض الکترود، زمان تغییر موقعیت جوشکار، زمان آماده سازی اتصال، زمان مونتاژ و خال زدن قطعه کار، بستگی دارد.

کار کلاسی

با توجه به فاکتورهای ذکر شده زیر و جدول مربوط به راندمان فرایندها جدول پایانی را تکمیل کنید.



جدول ۱۰

زمان آماده سازی اتصال	زمان جوشکاری	زمان تعییرات مورد نیاز
زمان تعویض الکترود(در صورت نیاز)	زمان بازرگانی	زمان تغییر متغیرات دستگاه
زمان خالبندی و مونتاژ	زمان پرت کارگر	
زمان پیش گرما (در صورت نیاز)	زمان تغییر موقعیت	
زمان برداشتن سرباره و جرقه پاشش (در صورت نیاز)	زمان آماده سازی مواد اولیه (تمیزکاری، سندبلاست)	

جدول ۱۱

فرایندهای جوشکاری قوسی	راندمان فرایند
MMA (SMAW)	۱۵-۳۰
TIG (GTAW)	۲۵-۴۰
Mechanized TIG	۸۰-۹۰
MIG/MAG (GMAW)	۳۰-۴۵
Mechanized MIG/MAG	۸۰-۹۰
Sub Arc (SAW)	۸۰-۹۵
FCAW	۲۵-۴۵
Mechanized FCAW	۷۰-۸۵
MCAW	۳۰-۴۵

جدول را تکمیل کنید.

نام فرایند	دلایل بالا بودن راندمان	دلایل پایین بودن راندمان
SMAW		
GTAW		
Mechanized TIG		
Mechanized MIG/MAG		
FCAW		
Sub Arc (SAW)		

## نحوه محاسبه گاز مصرفی در فرایندهای جوشکاری

در فرایندهای قوسی که محافظت به وسیله گاز انجام می‌شود، علاوه بر میزان سیم جوش مصرفی، حجم گاز و قیمت آن نیز در هزینه جوشکاری باید لحاظ شود. برای این کار می‌توان با توجه به قطر سیم جوش، ولتاژ، سرعت سیم و سایر پارامترهای هر فرایند، حجم گاز مصرفی مورد نیاز را محاسبه نموده و با توجه به حجم کپسول‌های استاندارد موجود در بازار و استعلام قیمت گاز، هزینه را بدست آورده.

نکته



به طور مثال می‌توان زمان روشن بودن قوس را اندازه گرفت و میزان دبی گاز را که بر حسب لیتر بر دقیقه می‌باشد تعیین نمود و براساس حجم کپسول‌های گاز (۶۰۰۰ لیتر) قیمت گاز مصرفی را محاسبه نمود.

## پارامترهای مؤثر در محاسبه هزینه تمام‌شده محصول

### ۱- شناسایی مراحل و فرایندهای مورد نیاز برای تولید محصول

پس از شناسایی این فرایندها می‌توانید هزینه‌های مرتبط با ساخت آن را نیز بدست آورید. برای مثال می‌توان در مورد محصولات ساخته شده از ورق، زمان و هزینه مورد نیاز برای برشکاری، فرمدهی، جوشکاری و سایر پارامترها را محاسبه نمود. معمولی‌ترین بخش در محاسبات هزینه تولید یک محصول می‌باشد که بتوان مراحل ساخت و فرایندهای مورد نیاز برای تولید یک محصول را شناسایی کرد.

نکته



پس از تفکیک این مراحل می‌توان تصمیم‌گیری کرد که تمام آن مراحل را خودمان انجام دهیم یا بخشی از آن را از خدمات دیگران استفاده کنیم، مثلاً طراحی را توسط تیم دیگری انجام داد و ساخت را خودمان انجام دهیم.

### ۲- هزینه نیروی انسانی

با بدست آوردن زمان مورد نیاز برای انجام هر مرحله و میزان دستمزد، می‌توان هزینه این بخش را محاسبه نمود.

نکته



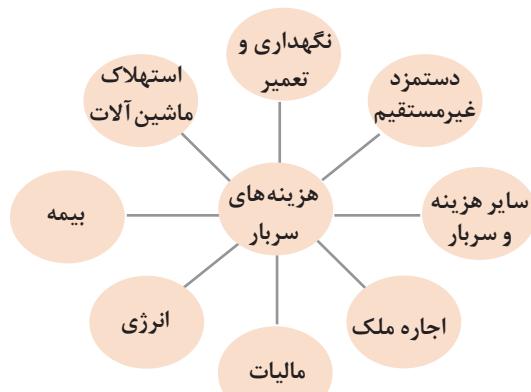
اشتباه رایجی که به طور معمول در محاسبه این بخش اتفاق می‌افتد این است که صرفاً میزان نفر ساعتی که در ساخت محصول استفاده می‌شود در محاسبات لحاظ می‌شود در صورتی که معمولاً بر اساس نوع قرارداد می‌تواند عوامل دیگری مانند بیمه، عیدی، سال‌ها، هزینه ایاب و ذهب، هزینه اسکان و بسیاری هزینه‌های قانونی دیگر به آن اضافه شود.

سؤال



آیا می‌توانید موارد دیگری علاوه بر موارد فوق، به عنوان هزینه تأثیرگذار در بهای تمام شده محصول اضافه کنید؟

### ۳- هزینه‌های قانونی و سربار و محاسبه سود



علاوه بر این هزینه‌ها، ممکن است مواردی به عنوان بیمه، مالیات، بر ارزش افزوده یا سایر موارد که در قرارداد ذکر شده باشد، یا حتی بدون ذکر آن در قرارداد، مطابق قانون، پرداخت آن به عهده تولیدکننده باشد نیز، در محاسبه قیمت تمام شده تأثیرگذار باشد. پس از محاسبه یا پیش‌بینی بهای تمام شده یک محصول می‌توان با توجه به شرایط و نیاز بازار و همچنین قیمت رقابتی محصول، درصدی از هزینه تمام شده محصول را به عنوان سود به قیمت تمام شده اضافه نمود. (مثلاً ۲۰ درصد)

بحث کلاسی



■ به نظر شما موارد ذکر شده در جدول ذیل چه تأثیری می‌تواند در فروش و سود بیشتر ما نسبت به رقبا داشته باشد.

جدول ۱۲

۱	هزینه تمام شده بالاتر نسبت به رقبا
۲	کیفیت بالاتر محصول
۳	ایجاد گزینه بیشتر محصول نسبت به محصولات مشابه
۴	تمرکز روی تولید یک محصول
۵	برون سپاری بخشی از فعالیت‌هایی که تجهیزات مناسب تولید آن در مجموعه نمی‌باشد

### روش‌های محاسبه هزینه تولید

این کار می‌تواند به دو روش انجام شود:

- ۱- به تفکیک فرایندهای اجرایی (برشکاری، جوشکاری، رنگ‌کاری).

هزینه برشکاری

هزینه ماشین‌کاری

هزینه مونتاژ‌کاری

هزینه خم‌کاری

هزینه جوشکاری

هزینه رنگ‌کاری

یعنی هزینه هر فرایند جداگانه محاسبه شده، در نهایت با هم جمع می‌شوند و هزینه‌های سربار و

نیروی انسانی هر بخش در همان بخش آورده می‌شود.

۲- به تفکیک هزینه مواد اولیه، مصرفی، دستمزد نیروی انسانی و سربار

مواد اولیه

مواد مصرفی

هزینه نیروی انسانی

هزینه سربار و بیمه و...

سود

بحث کلاسی



■ به نظر شما برای محاسبه هزینه تمام شده یک محصول ثابت با تیراژ بالا، کدام روش مناسب‌تر و اجرایی‌تر می‌باشد چرا؟

نکته

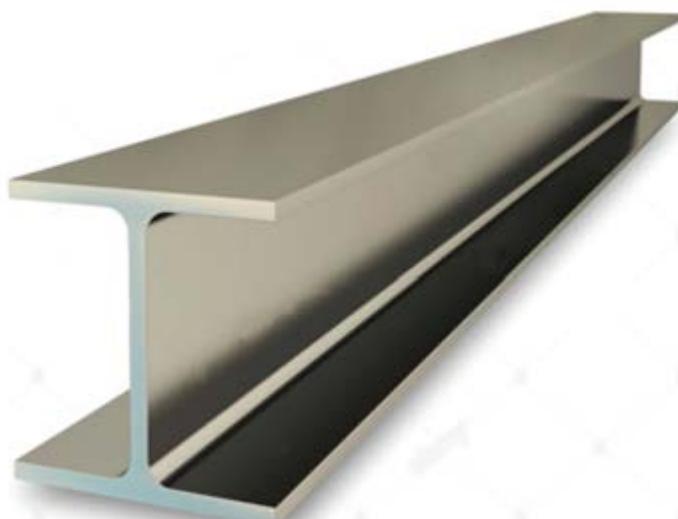


هر چقدر بتوانیم تفکیک فرایندهای مورد نیاز برای تولید یک محصول را بیشتر کنیم، دقیق‌تر می‌باشد

## محاسبه هزینه تولید

مثال:

هزینه مورد نیاز برای تولید یک تیر ورق ۶ متری مطابق تصویر زیر را محاسبه کنید.



شکل ۱۱

ابتدا گردش کار ساخت محصول صفحه قبل را به شکل زیر آماده می‌کنیم:

- ۱ طراحی و نقشه‌کشی
- ۲ انجام محاسبات اولیه و خرید مواد
- ۳ پیاده سازی نقشه روی ورق یا پروفیل
- ۴ برشکاری مطابق نقشه
- ۵ فرمدهی خمکاری
- ۶ جوشکاری
- ۷ سنگ زنی و تمیز کاری
- ۸ رنگ کاری
- ۹ بسته‌بندی و حمل

پس از آماده شدن این نمودار گردش کار می‌توان با توجه به یکی از دو روش ذکر شده به هر ردیف، زمان و هزینه اختصاص داد.  
برای مثال:

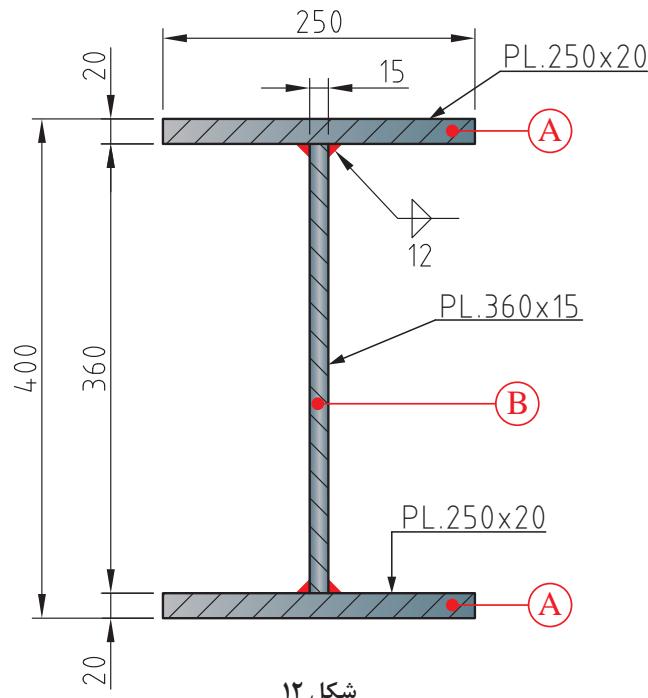
### طراحی و نقشه‌کشی

طراحی و نقشه کشی این محصول با نرم افزارهای رایج مانند Autocad و Tekla struture حدود یک ساعت زمان نیاز دارد.  
فرض می‌کنیم میزان حقوق متخصص این نرم افزار ۱۲۰۰۰۰ تومان در یک روز (۸ ساعت) کاری می‌باشد.  
در نتیجه ۱۵/۰۰۰ تومان، هزینه این بخش می‌شود.

نکته



باید توجه داشت ممکن است در برخی فرایندها محاسبه دستمزد براساس روش صفحه قابل محاسبه نباشد، مثلاً در همین بخش برخی متخصصان این طور درخواست می‌کنند که حتی اگر طراحی این محصول یک ساعت زمان نیاز داشته باشد، برای دستمزد حداقل یک روز کاری را باید پرداخت کنید.  
(این گونه موارد حتماً در برآوردهای قبل از تولید باید بررسی و مشخص شود)



شکل ۱۲

### انجام محاسبات اولیه و خرید مواد

#### محاسبه مقدار مواد اولیه مورد نیاز:

برای محاسبه مقدار مواد مورد نیاز محصول فوق را به سه بخش مجزا تقسیم می‌کنیم و جرم هر کدام را مجزا محاسبه می‌کنیم. (طول را تبدیل به سانتی متر می‌کنیم).

600×25×2

A

600×36×1/5

B

600×25×2

A

$$\text{حجم} \times \text{چگالی} = \text{جرم}$$

$$600 \times 25 \times 2 = 30000 \text{ cm}^3$$

$$(30000) \times (7/86) = 235800 = 235/8 \text{ kg}$$

جرم قطعه A

چون دو قطعه است

$$600 \times 36 \times 1/5 = 32400 \text{ cm}^3$$

$$(32400) \times (7/86) = 254000 = 254 \text{ kg}$$

جرم قطعه B

$$235/8 + 254 + 235/8 = 725/6 \text{ kg}$$

$$\simeq 726$$

جرم کل قطعه:

### خرید مواد اولیه

برای خرید مواد اولیه می‌توان با دانستن پارامترهای مورد نیاز برای سفارش گذاری مانند جنس، جرم، ابعاد، تعداد و استعلام از بازارهای مرتبط، تصمیم‌گیری کرد.

جدول ۱۳

۳۲۰۰ تومان	قیمت هر کیلو ورق سیاه (استعلام از بازار آهن)
۷۲۶ کیلوگرم	مقدار مورد نیاز
۲/۳۲۳/۰۰۰ تومان	قیمت کل

علاوه بر قیمت مواد خام به موارد ذیل نیز باید توجه شود.

جدول ۱۴

ردیف	فعالیت	قیمت
۱	هزینه خرید مواد	۲/۳۲۳/۰۰۰
۲	هزینه حمل	۵۰/۰۰۰
۳	دستمزد یا کارمزد نیروی انسانی برای خرید	تلفنی یا اینترنتی خرید شده است
	جمع کل	۲/۳۷۳/۰۰۰

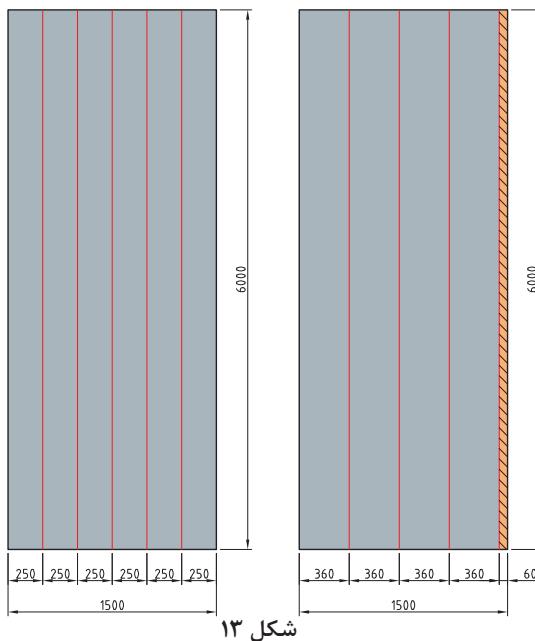
باید توجه داشت تا حد امکان کلیه مواد مورد نیاز یک محصول ابتدا ارزیابی شده و مراکز خرید آنها شناسایی شده و همان طور که در کتاب کار و فناوری گفته شده است، استعلاماتات مورد نیاز و تصمیم‌گیری در مورد خرید آن انجام شود و حتی امکان به نوعی خرید شود که هزینه حمل کمتری به آن‌ها تعلق بگیرد.

نکته



## پیاده‌سازی نقشه روی ورق

پس از تهیه مواد اولیه و اطمینان از کیفیت آن، باید نقشه قطعه (مثل مشخص کردن خطوط یا خم) روی ورق نشانه‌گذاری گردد.



شکل ۱۳

جدول ۱۵

برای انجام این فعالیت

تجهیزات مورد نیاز	سوزن، خط کش، گونیا، مارکر یا گچ
زمان مورد نیاز	۱ ساعت
هزینه نیروی انسانی در هر ساعت	۱۰۰۰۰ تومان
هزینه تجهیزات	۱۰۰۰ تومان
جمع کل	۱۱۰۰۰ تومان

## فرمدهی خمکاری

در پروژه ساخت تیر ورق نیازی به این بخش نمی‌باشد. ممکن است برخی مواقع براساس حجم تولید این مقاطع با فرایندهای دیگری تولید شوند (مانند کارخانه ذوب آهن که تیرآهن تولید می‌کند) در این صورت گردش کار متفاوت می‌باشد.

هزینه‌های مربوط به این بخش در صورتی که نیاز باشد:

ردیف	نام مرکز هزینه	واحد مورد نیاز	قیمت
۱	هزینه اپراتور خمکاری		
۲	هزینه اجاره دستگاه خمکاری		
۳	هزینه استهلاک دستگاه خمکاری		
۴	هزینه نگهداری دستگاه		
۵	هزینه برق مصرفی دستگاه		
قیمت کل			

### برشکاری مطابق نقشه



شکل ۱۴

محاسبه هزینه بخش برشکاری به شدت وابسته به نوع برش (مکانیکی، حرارتی)، تجهیزات برش (قیچی، گیوتین، هوابرشن، لیزر، واتر جت و ...) و همچنین حجم برشکاری است. برای محاسبه هزینه برش باید نوع دستگاه، ظرفیت دستگاه برش، حجم برشکاری، ابعاد قطعات، مواد مصرفی برش (برق، گاز، اکسیژن)، میزان استهلاک و هزینه‌های مربوط به دستگاه و همچنین دستمزد نیروی انسانی و سایر پارامترهای مربوط به فرایند برشکاری را مد نظر قرار دهیم.

نکته

برای برشکاری‌های با جرم و تعداد زیاد می‌توان قیمت برشکاری را از کارگاه‌ها یا مجموعه‌هایی که به صورت تخصصی این کار را انجام می‌دهند، استعلام نمود.



**به صورت تجربی مبلغ ۴۰/۰۰۰ تومان برای برشکاری این بخش در نظر گرفته شود (هر کیلوگرم تقریباً ۵۵ تومان)**

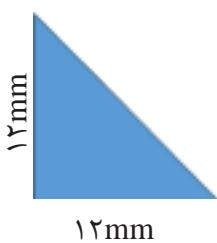
نکته

مطابق استاندارد AWS ورق‌های تا ضخامت ۱۲ میلیمتر را به روش مکانیکی و بالاتر از آن را به روش برشکاری حرارتی، برشکاری می‌کنند.



## جوشکاری

برای محاسبه هزینه جوشکاری هم می‌توانید با توجه به نوع فرایند، از موارد و جداول آورده شده در این پودهمان استفاده نمایید و هم می‌توانید از روش محاسبه حجم و جرم برش مطابق زیر استفاده کنید.



طول جوش = ۶۰۰ cm  
خط = تعداد خط جوش  
ساق جوش = ۱۲ mm  
چگالی فولاد = ۷/۸۵ gr/cm<sup>۳</sup>

مساحت مثلث قائم الزاویه:

$$\frac{\text{ارتفاع} \times \text{قاعده}}{2}$$

$$\frac{۱/۲ \times ۱/۲}{2} = ۰/۷۲ \text{ cm}^۲$$

$$\text{حجم فلز جوش} = ۰/۷۲ \times ۶۰۰ \times ۷/۸۵ = ۱۳/۵۶۴ \text{ gr}$$

$$13/564 \text{ kg}$$

### مقدار الکترود مورد نیاز:

میزان الکترود مورد نیاز (با فرض اینکه از فرایند SMAW برای جوشکاری استفاده شود):  
با توجه به اینکه راندمان رسوب فرایند SMAW بین ۵۵ تا ۷۵ درصد است به حدود ۲۱ کیلوگرم الکترود برای جوشکاری این محصول نیاز داریم.

$$13/5 + 55\% = 20/925 \text{ kg} = 21 \text{ kg}$$

جدول ۱۶

مقدار الکترود مورد نیاز	
قیمت واحد الکترود (کیلوگرم)	۴۵۰۰ تومان
هزینه مواد مصرفی	$21 \times 4500 = 94500$
زمان مورد نیاز	۸ ساعت
قیمت نیروی انسانی (هر ساعت)	۱۲۰۰۰ تومان
هزینه نیروی انسانی استفاده شده	$8 \times 12000 = 96000$ تومان
هزینه انرژی و استهلاک (حدود ۵٪ کل هزینه‌ها)	۹/۵۰۰ تومان
کل هزینه	۲۰۰/۰۰۰ تومان

نکته



برای محاسبه میزان الکترود مورد نیاز در سازه‌های فولادی به صورت تجربی حدود ۳/۵ - ۳ درصد جرم سازه را به عنوان میزان جرم الکترود حدود نیاز در نظر می‌گیرند ولی در سایه مصنوعات مانند مصنوعات ساخته شده از پروفیل مانند در، پنجه، صندلی و... و یا مواردی مانند مخازن نگهدارنده یا قسمت فشار ممکن است این میزان تغییر کند و باید دقیقاً محاسبه شود.

### سنگ زنی و تمیزکاری

برای محاسبه هزینه این بخش باید به نوع تمیزکاری (شستشو، سنگ زنی، سند بلاست، اسیدشویی)، مواد و مصالح مورد نیاز و هزینه نیروی انسانی توجه داشت.  
الزاماً تمام محصولات تولیدی نیاز به این مرحله ندارند.  
برای تمیزکاری محصول فوق می‌توان با استفاده از واير برس عملیات تمیزکاری را انجام داد.



شکل ۱۵

جدول ۱۷

هزینه مواد اولیه	
زمان مورد نیاز	۲ ساعت
قیمت نیروی انسانی (هر روز)	۶۰۰۰۰ تومان در روز (۸ ساعت کاری)
هزینه نیروی انسانی استفاده شده	۱۵۰۰۰ تومان
هزینه انرژی و استهلاک (حدود ۵٪ کل هزینه‌ها)	۸۰۰ تومان
کل هزینه	۱۶۰۰۰ تومان

■ هزینه خرید وایر برس حدود ۱۰۰۰۰ تومان است، ولی در محاسبات فوق ۲۰۰ تومان در نظر گرفته شده است، به نظر شما دلیل آن چیست؟

بحث کلاسی



### رنگ کاری

برای محاسبه تصوری این بخش ابتدا باید مساحت سطح زیر رنگ را محاسبه کرد، سپس با توجه به ضخامت رنگ خواسته شده و کاتالوگ شرکت‌های سازنده رنگ، جرم رنگ مورد نیاز را محاسبه نموده و با توجه به نوع فرایند رنگ کاری (دستی، پیستوله، ایرلنس)، هزینه مربوط به این بخش را محاسبه کنید.

به صورت تجربی می‌توان در سازه‌های فولادی حدود ۱ درصد جرمی قطعه را به عنوان مقدار رنگ مورد نیاز در نظر گرفت.

نکته



## جدول ۱۸

حدود ۷ کیلو گرم	جرم رنگ مورد نیاز (۱ درصد جرم کل)
۵۰۰۰ تومان	قیمت واحد رنگ (ساده روغنی)
۳۵۰۰۰ تومان	هزینه مواد اولیه
۲ ساعت	زمان مورد نیاز (رنگ کاری با پیستوله)
۸۰۰۰۰ تومان در روز	قیمت نیروی انسانی (در روز)
۲۰۰۰۰ تومان	هزینه نیروی انسانی استفاده شده
۲۵۰۰ تومان	هزینه انرژی و استهلاک (حدود ۵٪ کل هزینه‌ها)
۵۷۵۰۰ تومان	کل هزینه

## بسته‌بندی و حمل

الزماء تمام محصولات نیاز به بسته‌بندی ندارند ولی می‌توان با توجه به قیمت مواد اولیه مورد استفاده و زمان و نیروی انسانی مورد نیاز، هزینه بسته‌بندی را محاسبه نمود. مسافت، جرم، ابعاد و حساسیت بسته‌بندی قطعه از پارامترهای مهم در هزینه حمل می‌باشد زیرا در انتخاب نوع وسایل حمل (وانت، کامیون، تریلی) تعیین کننده می‌باشد.

## جدول ۱۹

۸۰۰۰۰ تومان	کرایه حمل (خاور)
۱۰۰۰۰ تومان	هزینه بارگیری و تخلیه
۹۰۰۰۰ تومان	کل هزینه

## قیمت تمام شده محصول

برای محاسبه قیمت تمام شده محصول می‌توان هزینه تمام بخش‌ها را با هم جمع نموده و پس از اضافه کردن هزینه‌های قانونی، سربار و سود، قیمت تمام شده را اعلام نمود. توجه داشته باشید که قیمت خام به دست آمده به هیچ عنوان نباید به عنوان قیمت فروش محصول ملاک قرار داده شود.

جدول صفحه بعد می‌تواند نمونه‌ای برای هزینه تمام شده این محصول باشد.

## جدول ۲۰

ردیف	نام مرحله	قیمت تمام شده (ریال)
۱	طراحی و نقشه کشی	۱۵/۰۰۰ تومان
۲	خرید مواد	۲/۳۱۸/۰۰۰ تومان
۳	پیاده سازی نقشه روی ورق	۱۱/۰۰۰ تومان
۴	برشکاری مطابق نقشه	۴۰/۰۰۰ تومان
۵	فرم دهی (خمکاری)	.
۶	جوشکاری	۲۰۰/۰۰۰ تومان
۷	سنگ زنی و تمیز کاری	۱۶/۰۰۰ تومان
۸	رنگ کاری	۵۷/۵۰۰ تومان
۹	بسته بندی و حمل	۹۰/۰۰۰ تومان
۱۰	قیمت خام تمام شده محصول	۲/۷۴۷/۵۰۰ تومان
۱۱	هزینه های قانونی، سربار و بالاسری (۳٪)	۸۲/۴۲۵ تومان
۱۲	(۱۵٪) سود	۴۱۲/۱۲۵ تومان
جمع کل		۳/۲۴۲/۰۵۰ تومان

نکته



هزینه های قانونی سربار، بالاسری که در این مثال به عنوان نمونه ۳٪ درنظر گرفته شده، با توجه به نوع قرارداد باید دقیق محاسبه شود.

برای محاسبه درصد بیمه، مالیات، مالیات بر ارزش افزوده، می توانید به مراجع قانونی مرتبط با این حوزه ها رجوع کنید.

پژوهش

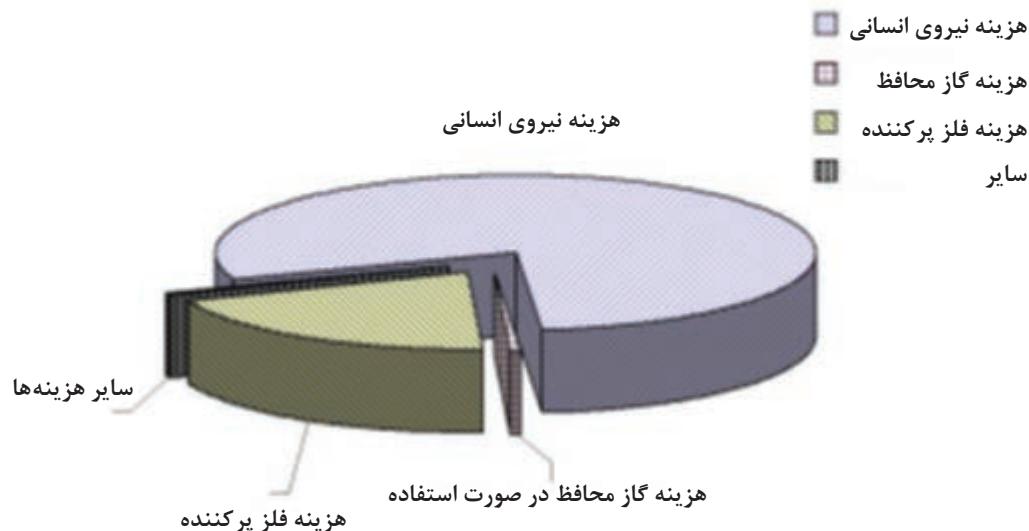


■ در مورد پارامترهای تعیین سود در یک محصول چه عواملی می‌توانند تأثیر داشته باشند؟

بحث کلاسی



■ با توجه به نمودار زیر بحث کنید هر کدام از پارامترهای قید شده تاکنون تا چه حد در میزان هزینه ساخت یک محصول تأثیر دارد.



شکل ۱۶

بحث کلاسی



■ به نظر شما اگر به جای یک عدد از این محصول ۱۰۰ عدد ساخته می‌شد، چه تغییراتی در هزینه‌های انجام شده اتفاق می‌افتد؟ چرا؟ تحلیل کنید.

## ارزشیابی نهایی

شاخص	نمره شایستگی	استاندارد عملکرد	شايستگی
۱- رعایت شاخص‌های نمره ۲ ۲- تشخیص درست از تأثیر تعداد و حجم تولید در قیمت تمام‌شده	۳		
۱- محاسبه مواد اولیه و مواد مصرفی مورد نیاز برای ساخت محصول ۲- تفکیک مراحل و فرایندهای مورد نیاز برای ساخت محصول ۳- محاسبه هزینه خام مواد اولیه و هزینه‌های قانونی سربار، بالاسری و محاسبه سود برای تعیین بهای تمام‌شده محصول	۲	برآورد ماده مورد نیاز برای ساخت محصول براساس نوع محصول برآورد مقدار مواد مورد نیاز و محاسبه هزینه ساخت آن	
برآورده نکردن یکی از شاخص‌های سطح ۲	۱		محاسبه هزینه محصول
توضیحات:			

## پودمان ۵

فناوری در تولید



## مقدمه

در ساده‌ترین حالت می‌توان گفت فناوری در تولید شامل هر دستگاهی است که به کارگیری آن موجب تولید یک محصول ملموس برای یک کسب و کار شود. فناوری می‌تواند شامل دستگاهها و تجهیزات موجود در کارگاه‌های کوچک تا خطوط تولید و مونتاژ مکانیزه در کارخانجات بزرگ شود. تولید مدرن به صورت فرایندی خودکار و تحت تأثیر فناوری‌های جدید است. این سیستم‌ها و فناوری‌های جدید شامل اتماسیون، نانوتکنولوژی، محاسبات ابری، اینترنت اشیا و ... می‌شود. این فناوری‌ها چهره تولید را به گونه‌ای تغییر می‌دهند که تنها چند دهه پیش قابل تصور بود.

## آیا تا به حال پی برده اید؟

■ چرا تولید در گذشته بسیار مشکل‌تر بوده است؟

■ قطعات پیچیده و حساس در صنایع مختلف چگونه ساخته می‌شوند؟

■ خط تولید محصولات با تیراز بالا چگونه است؟

■ تولید در آینده به چه شکل خواهد بود؟

هدف از این واحد یادگیری آشنایی هنرجو با مسیر فناوری در فرایند تولید از گذشته تا امروز و چشم انداز آینده آن است. در این واحد یادگیری هنرجو با انواع فناوری‌های امروزی و نوین مواد، تجهیزات و ماشین آلات، زمینه‌های کاربرد این فناوری‌ها در تولید و اهمیت به کارگیری آنها در کارخانه‌ها و کارگاه‌ها به منظور تولید سریع‌تر، باکیفیت بالاتر و کارآمدتر آشنا می‌شود.

## فناوری چیست؟



همه ما روزانه فعالیت هایی را انجام می دهیم که فناوری در آن نقش اساسی دارد؛ اینترنت و تلفن همراه هوشمند برخی از این فناوری ها هستند. اما فناوری چیست؟ تعاریف متعددی از فناوری شده است که در ادامه به برخی از آنها اشاره خواهد شد؛

«فناوری، به کارگیری عملی دانش کسب شده است که از طریق تحقیق های تئوری در رابطه با یک مشکل تولیدی خاص صورت می گیرد.

«فناوری زاده فرایند تحقیق و توسعه است.»

فناوری در معنای لغوی، عبارت است از «کاربرد روش و ابزار» شکل ۱ کاربردی از فناوری نوین را نشان می دهد.



شکل ۱: استفاده از رایانه در فناوری های تولید

### کار کلاسی

در مورد فعالیت هایی که روزانه انجام می دهید فکر کنید، سپس به سؤالات زیر پاسخ دهید.

۱- پیشرفت علم و فناوری چه کمکی در ساده تر شدن فعالیت های روزانه کرده است؟

۲- چه ابزارهایی در این فعالیت ها به شما کمک می کنند؟

۳- این فعالیت ها در گذشته چگونه انجام می شده است؟



فناوری از گذشته تا به امروز همواره با ما بوده و این روند در آینده نیز ادامه خواهد داشت. شکل ۲ مسیر توسعه فناوری را از گذشته تا به امروز و همچنین چشم اندازی از آینده آن را نشان می‌دهد.



شکل ۲: روند پیشرفت فناوری از گذشته تا به امروز و چشم اندازی از آینده

پژوهش



با توجه به شکل ۲، در هر مرحله از توسعه چه فناوری به ماشین‌ها و ابزارهای ساخت اضافه شد؟ و آن فناوری چه تأثیری در فرایند ساخت داشته است؟

## نقش فناوری

امروزه فناوری نقش بسیار مهمی در زندگی ما ایفا می‌کند و زندگی را آسانتر کرده است. برای پی بردن به اهمیت فناوری کافی است لحظه‌ای خودتان را بدون فناوری‌هایی که به طور روزانه از آنها استفاده می‌کنید تصور کنید. به عنوان مثال، زندگی بدون تلویزیون و اینترنت. به کارگیری فناوری در فرایند تولید را اصطلاحاً **تولید پیشرفته** می‌نامیم و هدف از آن دستیابی به تولید سریعتر، ساده‌تر و کل‌آمدتر می‌باشد.

**تولید پیشرفته:** به کارگیری تجهیزات فناوری اطلاعات و ارتباطات (رایانه، نرم افزار، شبیه‌سازی، مدل سازی و ...) برای انجام محاسبات، طراحی، برنامه‌ریزی، اجرا، بازرگانی، ارجاع متقابل اطلاعات و شبکه می‌باشد.

امروزه در کارگاه‌های صنعتی ساده بسیاری از ابزارهای دستی با ابزارهای الکترونیکی پیشرفته تری جایگزین شده‌اند. این جایگزینی امکان تولید محصولات با کیفیت بالاتر در زمان کوتاه‌تری را فراهم می‌کند.

در صنایع بزرگ، مثل کارخانه‌های خودروسازی، برای پیشرفته‌تر شدن فرایند تولید، از رایانه‌ها

استفاده می شود. در این کارخانه ها بسیاری از ماشین آلات و مراحل تولید تحت کنترل رایانه ها هستند این مسئله سبب می شود محصولات پیچیده به صورت یکنواخت و با کیفیت و سرعت بالا تولید شوند.

فهرستی از ابزار جایگزین شده با رایانه در رشته صنایع فلزی تهیه کنید.

تمرین



## أنواع فناوري در توليد

فناوري را می توان در دو دسته تقسيم كرد؛

الف) فناوري نوين؛ به فناوري هايى گفته می شود كه در مرحله سعى و خطأ هستند و ممکن است در آينده از آنها بتوان در توليد بهره برد.

ب) فناوري روز؛ به فناوري هايى گفته می شود كه امروزه در توليد از آن استفاده می کنيم. برای مثال می توان از به کارگيری فناوري ربات در جوشکاري مقاومتی نام برد.

### فناوري هاي نوين در توليد

چاپگرهاي سه بعدی<sup>۱</sup>، اينترنت اشيا<sup>۲</sup>، نانوتكنولوجى<sup>۳</sup>، رايانيش ابری<sup>۴</sup> و اقعيت افزوده<sup>۵</sup> فناوري هايى هستند که در آينده می توانند نقش بسزيايی در زندگى بشر و توليدات صنعتى ايفا كنند.

#### فناوري چاپگر سه بعدی (3D Printing)

چاپگر سه بعدی یا توليد افزايشي (AM)<sup>۶</sup> به مجموعه اي از محصولات گفته می شود که توسط فناوري چاپگرها یا پرينترهاي سه بعدی توليد شده باشنند.

معنى واژه AM در واقع ساخت يك شيء به وسیله افزودن ماده به آن به صورت لایه به لایه است.

مثال ساده از فناوري AM را در غارهای ماقبل تاریخ، جایی که قطرات آب حاوی مواد معدنی بعد از هزاران سال بر روی هم چکیده و تاقدیس ها را به وجود آورده، می توان نام برد. با این تفاوت که پرينترهاي سه بعدی بر خلاف تاقدیس هاي هزاران ساله در عرض مدت کوتاهی و

۱\_ 3D Printing

۲\_ IOT: Internet of Things

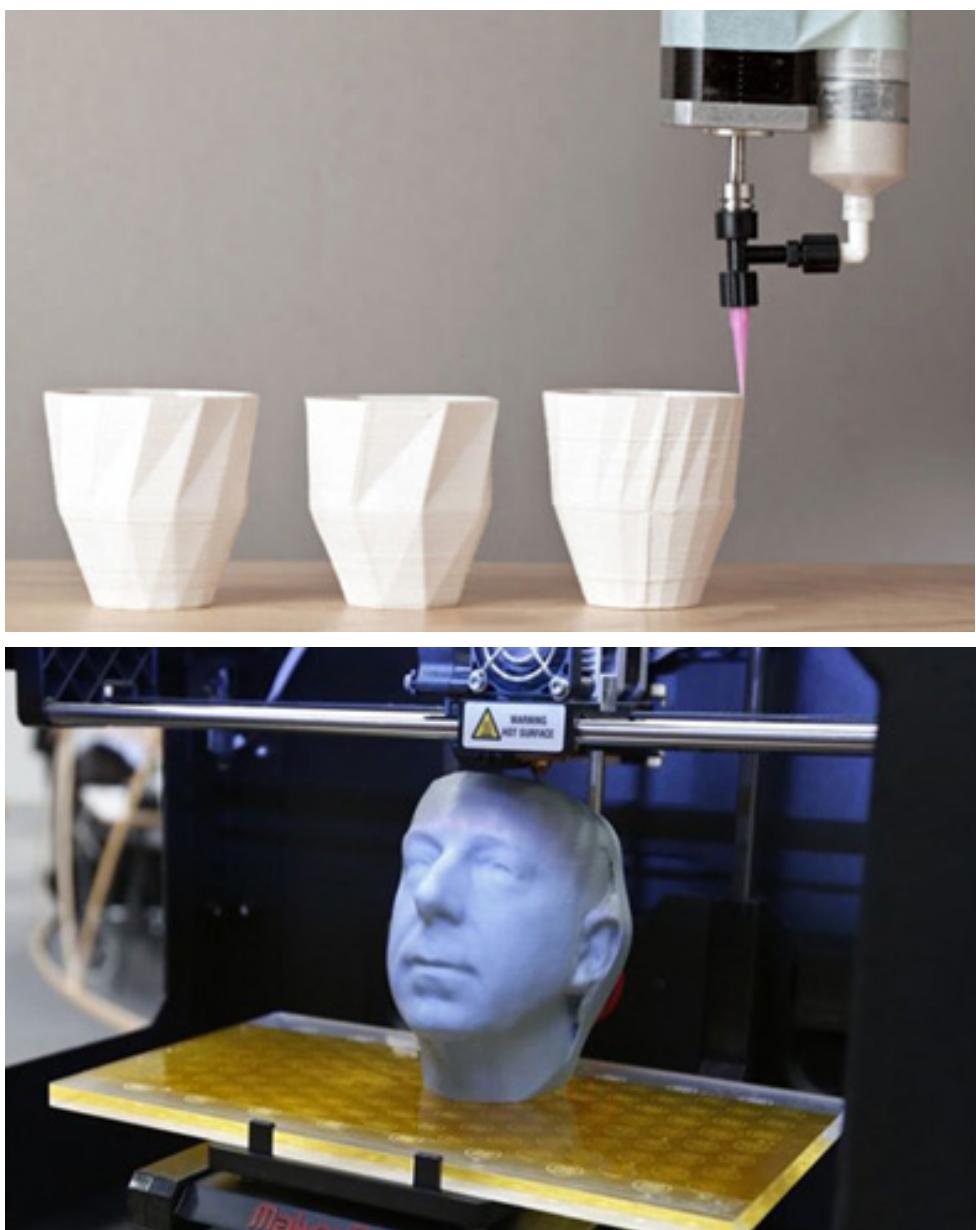
۳\_ Nano Technology

۴\_ Cloud Computing

۵\_ Augmented Reality

۶\_ Additive Manufacturing

با طرح و برنامه قبلی از رایانه، اشیاء مورد نظر ما را به وجود می‌آورند. در واقع رایانه، به وسیله نرم افزار ویژه به طور دقیق جای هر لایه را مشخص می‌کند تا در نهایت به طرح مورد نظر ختم شود. ساخت افزایشی و چاپ سه بعدی به طور چشمگیری در حال رشد است. فناوری جدیدی که به عنوان آغازی برای ساخت سریع نمونه‌های اولیه از محصولات پزشکی، دندان‌پزشکی، هواشناسی و یا صنایع خودرو به کار می‌رود.



شکل ۳: نمونه محصول چاپگر سه بعدی

نخستین بار در اوخر دهه ۱۹۸۰ و اویل دهه ۱۹۹۰ از فناوری چاپگر سه بعدی در نمونهسازی سریع استفاده شد. نمونههای اولیه به سازندگان اجازه می‌دهند پیش از تولید عمده و عرضه محصول خود با دقت بیشتری طراحی آن را بررسی و حتی کارایی آن را آزمایش کنند. به کمک این فناوری، ساخت نمونههای اولیه از چند ماه به چند روز یا چند ساعت کاهش یافت.

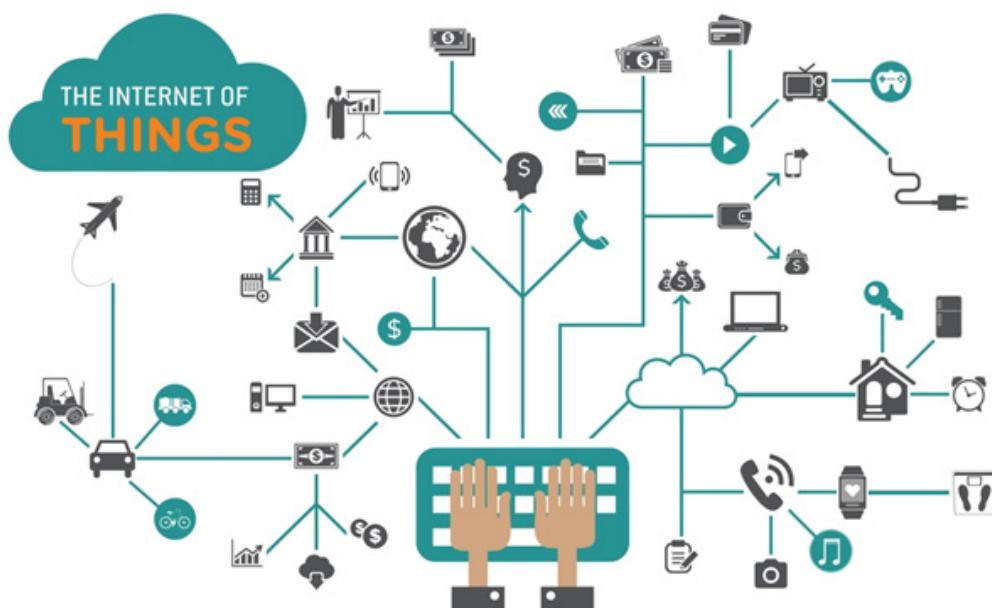
طراحان در نمونهسازی سریع با استفاده از نرمافزارهای CAD، طرح اولیه را به رایانه می‌دهند و سپس دستگاه با دریافت دستورات، آن را اجرا می‌کند. این فرایند که بر پایه ایجاد اشیا با پرینت و بر پایه طرح لایه به لایه به وجود آمد و به عنوان چاپ سه بعدی شناخته می‌شود.

## فناوری اینترنت اشیا (Internet Of Things)

اینترنت اشیا (IOT به اختصار) به طور کلی اشاره دارد به بسیاری از اشیا و وسائل محیط پیرامون مان که به شبکه اینترنت متصل شده‌اند و می‌توان توسط کاربردهای موجود در تلفن‌های هوشمند و تبلت آنها را کنترل و مدیریت کرد (شکل ۴).

اینترنت اشیا برای نخستین بار در سال ۱۹۹۹ توسط کوین اشتون مورد استفاده قرار گرفت و جهانی را توصیف کرد که در آن هر چیزی، از جمله اشیای بی‌جان، برای خود هویت دیجیتال داشته باشند و به رایانه‌ها اجازه دهنده آنها را سازماندهی و مدیریت کنند.

اینترنت در حال حاضر همه مردم را به هم متصل می‌کند ولی با اینترنت اشیا تمام اشیا به هم متصل می‌شوند. اینترنت اشیا مفهومی جدید در دنیای فناوری و ارتباطات بوده و به طور خلاصه فناوری مدرنی است که در آن برای هر موجودی (انسان، حیوان و یا اشیا) قابلیت ارسال داده از طریق شبکه‌های ارتباطی، اعم از اینترنت یا اینترانet، فراهم می‌شود.



شکل ۴: نمای کلی از IoT

بستر اینترنت اشیا بر امواج رادیویی بی‌سیمی قرارداده شده که به دستگاه‌های مختلف این امکان را می‌دهند تا از طریق اینترنت به یکدیگر متصل شوند. این بستر شامل استانداردهایی مانند وای‌فای، بلوتوث کم‌صرف، NFC، RFID وغیره است که شاید تاکنون اسم آنها را هم نشنیده باشید. قفل‌های هوشمند، ترمومترها و خودروهای هوشمند، مطمئناً اینها واژه‌هایی هستند که در سال‌های آتی بیشتر خواهد شدند.

همه دستگاه‌های یادشده در دسته‌ای به نام اینترنت اشیا قرار می‌گیرند. در سطح پایه‌ای، اینترنت اشیا درواقع به ارتباط اشیای مختلف از طریق اینترنت و برقراری ارتباط با یکدیگر می‌پردازد تا هدف آن یعنی فراهم کردن تجربه کاراتر و هوشمندتر محقق شود. همانند دیگر تکنولوژی‌های جدید، IoT نیز می‌تواند در ابتدا مفهومی سردرگم کننده به نظر برسد. همچنین این واژه بهویژه هنگامی که صحبت از استانداردهای مختلف و همچنین ایمنی و امنیت آن می‌شود می‌تواند مفاهیم جدید و ویژه‌ای پیدا کند. به عبارت دیگر ایده طراحی دستگاه‌های مختلف با امکان برقراری ارتباط بی‌سیم به منظور رهگیری و کنترل از طریق اینترنت و یا حتی یک برنامه ساده مخصوص گوشی‌های هوشمند، اصطلاح اینترنت اشیا را توصیف می‌کند.

## فناوری نانو

بدون شک محصولات، مواد و کاربردهای فناوری نانو انقلابی در چشم انداز آینده تولید است. امروزه تحقیقات در زمینه فناوری نانو در آزمایشگاه‌های سراسر جهان جهت توسعه آن در حال انجام است. برخی از انواع نانو مواد شامل نانولوله‌های کربن، ساختارهای نانوکامپوزیت یا نانوذرات یک ماده خاص می‌شوند. فناوری نانو، پتانسیل ایجاد مواد و دستگاه‌های جدید را در طیف گسترده‌ای از برنامه‌های کاربردی مانند پیزشکی، الکترونیک، تولید و انرژی دارد.

### فناوری نانو چیست؟

طبق تعریف اتحادیه نانو فناوری ایالات متحده آمریکا، نانو فناوری در ک و کنترل ماده در ابعاد بین ۱ تا ۱۰۰ نانومتر است که در این ابعاد در مواد پدیده‌های منحصر به فردی رخ می‌دهد. برخی خواص آن تغییر می‌کند لذا زمینه‌های کاربرد فناوری نانو را به وجود می‌آورد.

### ضخامت ورق کاغذ حدود ۱۰۰۰۰ نانومتر است.

در مقیاس نانو، خواص فیزیکی، شیمیایی و حتی بیولوژیکی مواد با حالت معمولی آنها متفاوت است مانند: تغییر رنگ، شفافیت، واکنش‌پذیری، استحکام، خواص مغناطیسی، رسانایی و ... این را هم باید در نظر گرفت که تغییر همیشه به معنای بهتر شدن نیست.



پودهمان ۵: فناوری در تولید

به شکل زیر نگاه کنید و محصولات نانوتکنولوژی را با سایر پدیده‌های موجود در شکل، مقایسه کنید.  
برداشت خود را بیان کنید.



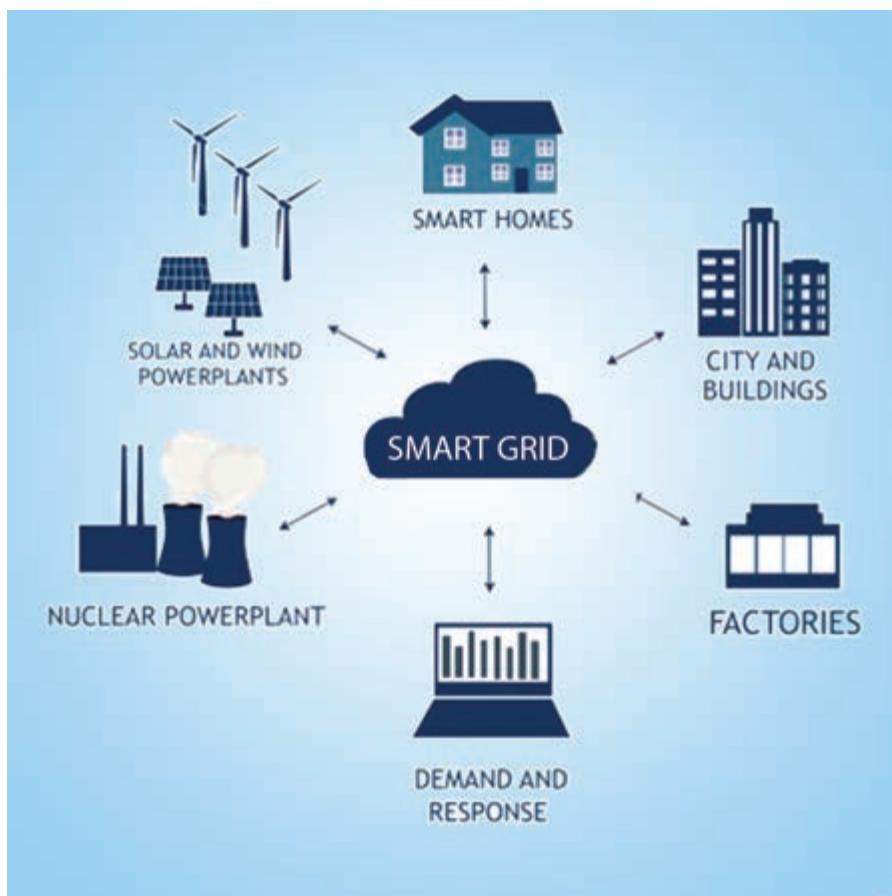
شکل ۵: مقایسه ابعاد نانو با سایر پدیده‌های محیط اطراف

## فناوری رایانش ابری (Cloud Computing)

رایانش ابری عبارت است از نگهداری و دسترسی به داده‌ها و برنامه‌ها بدون محدودیت، به عبارت دیگر اطلاعات تان دیگر محدود به رایانه شما نیست و در سراسر اینترنت در دسترس است.

ابر را می‌توان استعاره‌ای برای اینترنت دانست. ابر در واقع هارد درایو فیزیکی رایانه‌ی نیست. هنگامی که داده‌ها را روی هارددیسک خود ذخیره می‌کنید یا برنامه‌ای را از روی هارد اجرا می‌کنید، در واقع با فضای ذخیره‌سازی و پردازش محلی کار کرده‌اید. در این شرایط هر آنچه نیاز دارید از نظر فیزیکی به شما نزدیک است و این یعنی می‌توانید به آسانی و با سرعت بالا به داده‌های خود دسترسی داشته باشید.

رایانش ابری را این گونه در نظر بگیرید که امکان دسترسی به داده‌ها یا برنامه‌های شما از سراسر اینترنت فراهم باشد یا حداقل یک سری داده را با سایر اطلاعات موجود در وب همگام‌سازی کرده باشد. در کسب و کارهای بزرگ، شاید نیاز باشد که اطلاعاتی در مورد آنسوی اتصال داشته باشد (شکل ۶).

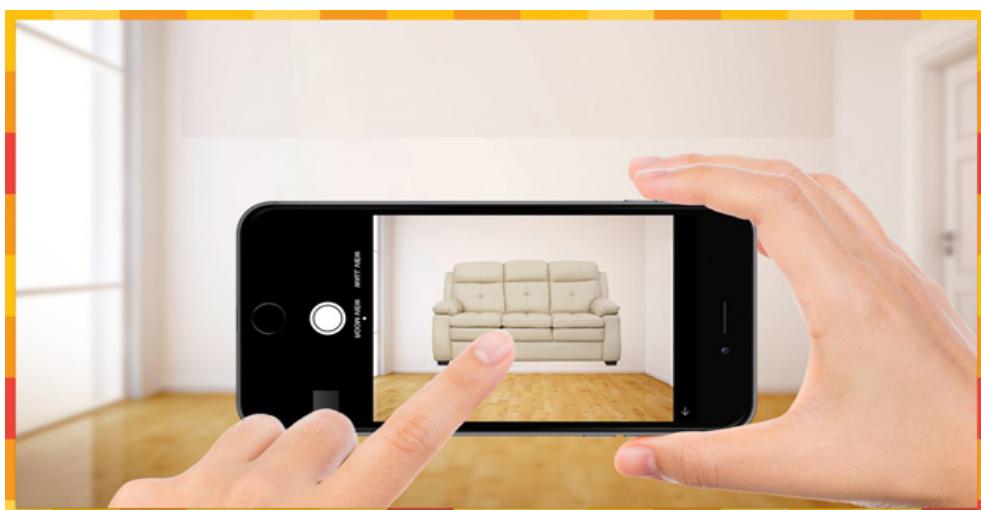


شکل ۶: فناوری رایانش ابری

روند پیشرفت و توسعه ابر به شکلی است که انتظار می‌رود در سال‌های آینده باعث تحول عظیم در تولید شود.

## فناوری واقعیت افزوده

واقعیت افزوده<sup>۱</sup> به فناوری اطلاق می‌شود که به صحنه‌های واقعی، ویژگی‌ها و عناصر مجازی اضافه می‌کند. در واقعیت افزوده بخشی از اطلاعاتی که کاربر درک می‌کند، در دنیای واقعی وجود دارد و بخشی توسط کامپیوتر ساخته شده‌اند. واقعیت افزوده که به اختصار AR نامیده می‌شود، در عمل چیزی نیست جز تماسای یک پدیده در دنیای واقعی که به آن اطلاعات دیداری، شنیداری و مکانی، اطلاعات برخاسته از GPS، افزوده شده است.



شکل ۷: کاربرد واقعیت افزوده در چیدمان فضای اتاق



شکل ۸: کاربرد واقعیت افزوده در تحلیل سازه‌های ساختمانی

این فناوری در فرایند تولید پتانسیل بالایی ایجاد کرد که برخی از آنها عبارت‌اند از:

- ارائه دستورالعمل در زمان واقعی
- اعلان‌ها در زمان واقعی
- نظارت بر کارهای کارگران در زمان واقعی
- بهبود اعلان خطرها
- آموزش بسیار مؤثر
- کاهش ضرورت برای تعمیر و نگهداری در سایت

## فناوری‌های روز در تولید

به طور کلی برای تولید یک مصنوع فلزی چه در یک کارخانه بزرگ تولیدی از فرایندهای برشکاری، خمکاری، پرسکاری، جوشکاری، مونتاژ و عملیات تکمیلی استفاده می‌شود. عموماً در کارگاه‌های کوچک از روش دستی این فرایندها استفاده می‌شود؛ برای مثال، برشکاری ورق با قیچی دستی، اهرمی و خمکاری ورق با خمکن‌های دستی.

از سوی دیگر، در کارخانه‌های تولیدی که به صورت سری تولید می‌کنند اکثر این فرایندها به صورت ماشینی و با فناوری‌های پیشرفته صورت می‌گیرد. در حقیقت فناوری نقش اساسی در افزایش سرعت تولید، کیفیت و راندمان محصولات تولیدی ایفا می‌کند (شکل ۹).



شکل ۹: فناوری روز در صنعت خودرو سازی

از گذشته تا به امروز فناوری‌های متعددی در تولید نقش داشتند که از جمله پیشرفته‌ترین آنها می‌توان به فناوری کنترل عددی رایانه‌ای و ربات اشاره کرد که در توسعه فرایندهای برشکاری، خمکاری، پرسکاری، جوشکاری، مونتاژ و عملیات تکمیلی نقش بسزایی داشته‌اند.

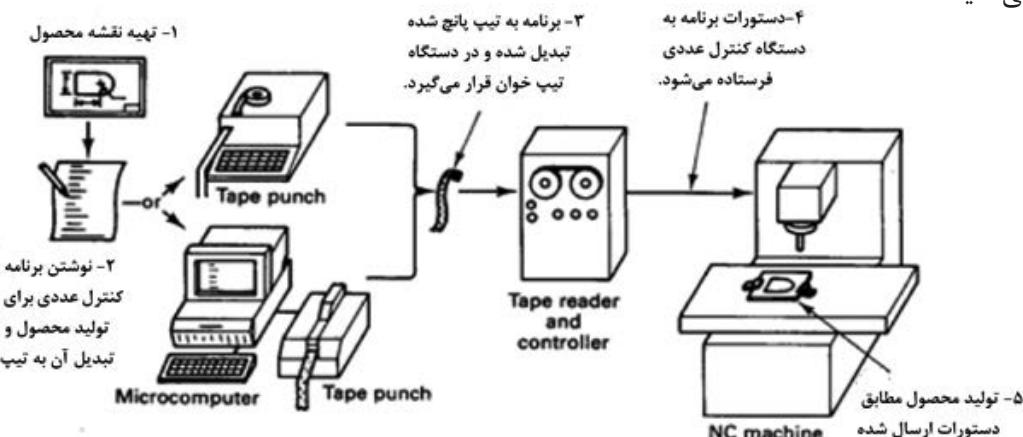
## فناوری کنترل عددی رایانه‌ای ماشین آلات<sup>۱</sup> (CNC)

با پیشرفت فناوری، از رایانه‌ها برای کنترل ماشین آلات تولیدی استفاده شده است. در حین به کارگیری دستگاه‌ها و تجهیزات مختلف به صورت دستی معمولاً اپراتور دستگاه عملکردهای ماشین مثل تعذیه، سرعت پیشروی، نرخ عملکرد و غیره را با توجه به شرایط و متغیرهای فرایند تنظیم و کنترل می‌کند. اما با به کارگیری فناوری کنترل عددی رایانه‌ای ماشین آلات تولید، عملکرد و سرعت حرکت آنها توسط موتورهایی تحت فرمان برنامه‌های رایانه‌ای تنظیم و کنترل می‌شود.

**CNC** به معنی کنترل منطقی یک ماشین به واسطه اعداد با اعمال پردازش رایانه‌ای است.

گام‌های اولیه در این زمینه در سال‌های ۱۹۶۰ تا ۱۹۷۰ توسط شرکت‌های سازنده قطعات مورد استفاده در صنایع هوایی و موشک‌سازی در ایالت متحده آمریکا برداشته شد. در واقع در این سال‌ها این شرکت‌ها برای پیشرفت صنایع نیاز به تولید قطعات پیچیده‌تر با عملکرد بهتر و سرعت بیشتر داشتند، به علاوه برای رسیدن به این هدف طراحی‌ها و نقشه‌ها به طور پیوسته تغییر می‌کردند و بر پیچیدگی آنها افزوده می‌شد، بنابراین شرکت‌ها به دنبال راهی برای کنترل اتوماتیک دستگاه‌های ماشین‌کاری، روش کنترل عددی (NC) را ابداع کردند.

در این زمان با توجه به عدم وجود رایانه‌های پیشرفته به شکل امروزی و ریزپردازنده<sup>۲</sup> در مدارهای الکتریکی فرایند کنترل دستگاه از طریق نوارهای سوراخ شده<sup>۳</sup> انجام می‌شد. در واقع دستورات لازم در قالب این نوارها به سیستم کنترل کننده دستگاه معرفی می‌شد. در شکل زیر اجزای یک سیستم کنترل عددی را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۰: اجزای یک سیستم کنترل عددی قدیمی (نوار سوراخ شده)

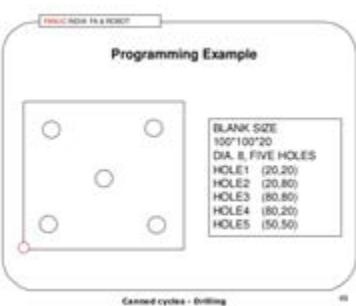
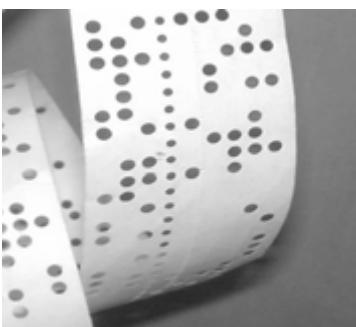
۱- Computer Numerical Control

۲- Micro Processor

۳- Punched film

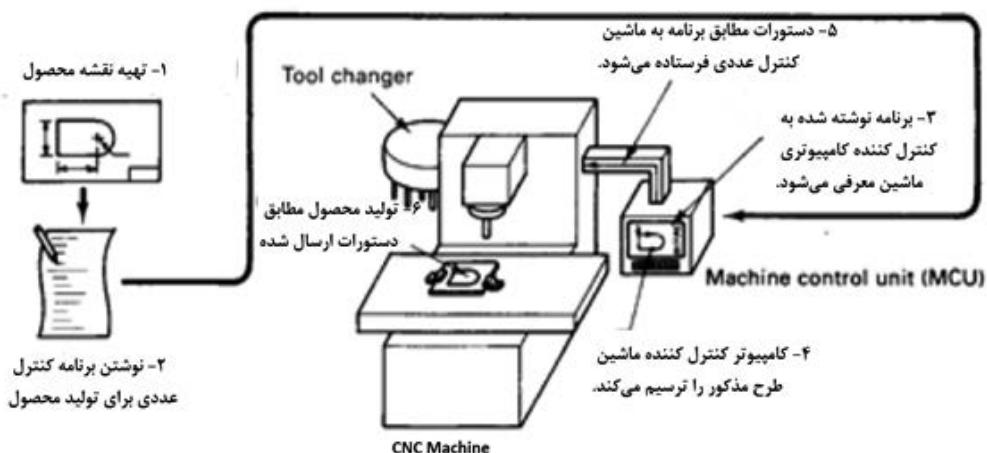
در جدول ۱ مراحل کار با سیستم کنترل عددی نشان داده شده است، با توجه به شکل ۱۰ نام هر مرحله و دیگر اطلاعات خواسته شده را تکمیل کنید.

جدول ۱: مراحل کار با سیستم کنترل عددی

نام مرحله	عملکرد و توضیحات	شكل
		 <p>FRANUC M02T &amp; ROBOT Programming Example BLANK SIZE 100*100*20 DIA. 8, FIVE HOLES HOLE1 (20,20) HOLE2 (20,80) HOLE3 (80,80) HOLE4 (80,20) HOLE5 (50,50) Canned cycles - Drilling</p>
		 
		



با پیشرفت علم و ورود به عصر رایانه‌ها و همچنین جایگزینی مدارهای IC با ریزپردازنده‌ها امکان تنظیم و کنترل ماشین‌آلات به کمک رایانه‌ها فراهم شد که همان CNC نام دارد. در این فرایند ماشین توسط فرمان‌های صادر شده توسط پردازنده که در حافظه دستگاه ذخیره شده‌اند کنترل می‌شود. شکل زیر اجزای یک دستگاه CNC را نشان می‌دهد.



شکل ۱۱: اجزای سیستم کنترل عددی رایانه‌ای (CNC)

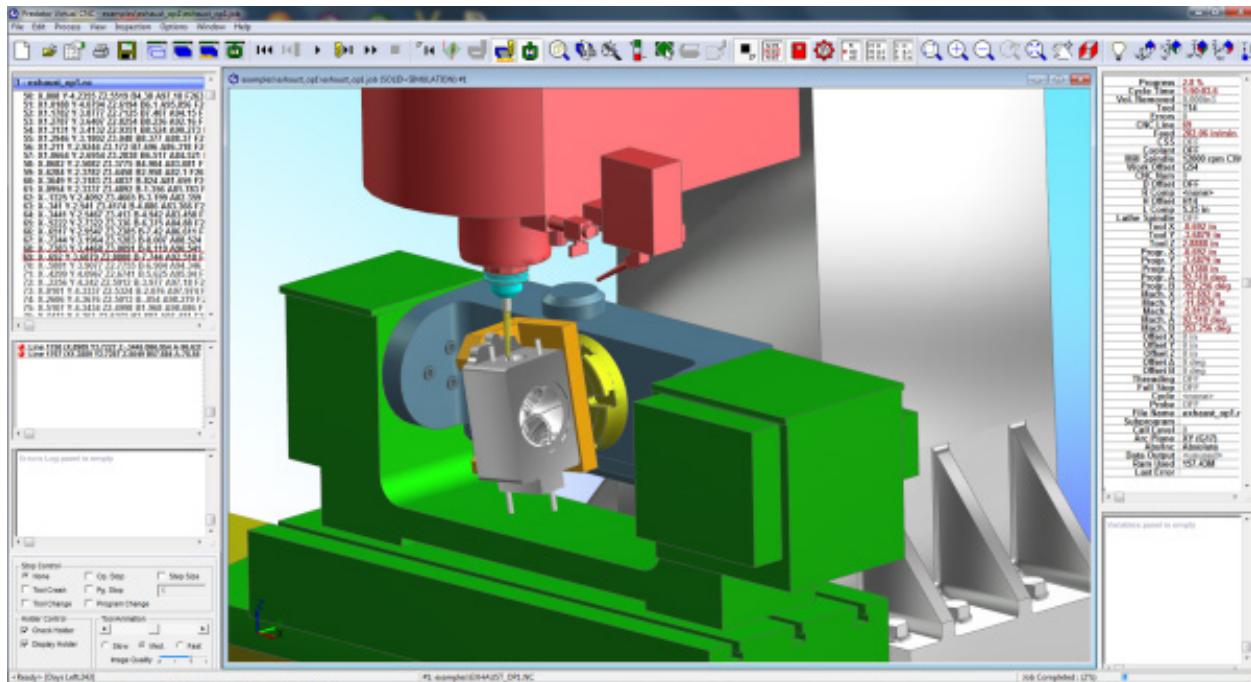


بر اساس آنچه آموخته‌اید به سؤالات زیر پاسخ دهید:

- الف) واحد کنترل کننده دستگاه در CNC با NC چه تفاوتی دارد؟  
 ب) کنترل کننده رایانه‌ای در دستگاه‌های CNC چگونه کار می‌کند؟ (سیستم دودویی)

## مزایای سیستم‌های (CNC)

- ۱- سیستم‌های CNC می‌توانند به طور پیوسته استفاده شوند و فقط برای انجام برنامه‌های نگهداری دوره‌ای و تعمیرات خاموش شوند.
- ۲- این ماشین‌ها به افراد با مهارت کمتری نیاز دارند.
- ۳- این سیستم‌ها به راحتی با به روز رسانی نرم‌افزار کنترل کننده ماشین قابلیت پیشرفت دارند.
- ۴- آموزش افراد برای به کارگیری دستگاه‌ها می‌تواند توسط نرم‌افزار و به صورت مجازی انجام شود.
- ۵- فرایند تولید می‌تواند توسط نرم‌افزار به طور مجازی شبیه‌سازی شود لذا نیاز به تولید مدل و نمونه اولیه نیست که خود به صرفه‌جویی در زمان و هزینه منجر می‌شود. شکل ۱۲ نمونه‌ای از شبیه‌سازی فرایند تولید را نشان می‌دهد.



شکل ۱۲: شبیه‌سازی فرایند ماشین‌کاری توسط نرم‌افزار

## معایب سیستم های (CNC)

- ۱- قیمت ماشین آلات CNC بسیار بالاتر از دستگاه های دستی است.
- ۲- اپراتورهای دستگاه های CNC فقط به آموزش مهارت های پایه نیاز دارند و با همان آموزش پایه قادر به کنترل چندین نوع دستگاه هستند لذا نیاز به نیروی انسانی کم می شود.
- ۳- با به کار گیری این دستگاه ها مصرف برق و نیاز به تعمیرات سیستم های قدرت افزایش می یابد که در تیراژ های کم تولید به بالا رفتن هزینه منجر می شود.

## کاربردهای دستگاه های (CNC)

دستگاه های CNC انواع بسیار گسترده و متفاوتی دارند.

درباره انواع دستگاه های CNC تحقیق و جدول ۲ را کامل کنید.

تمرین



جدول ۲

نوع دستگاه	انواع	شكل



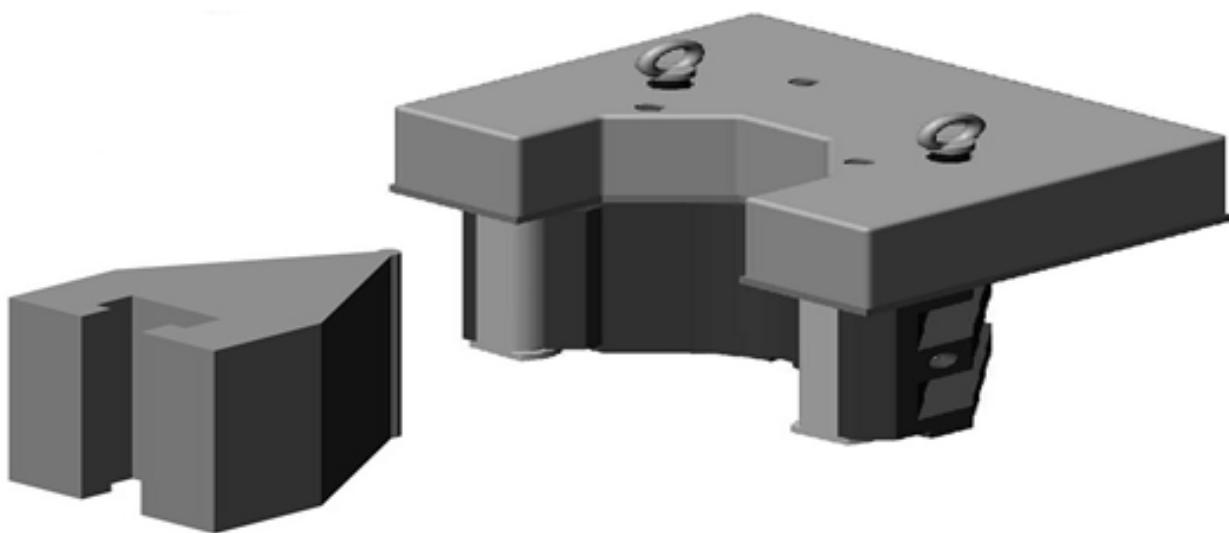
## أنواع دستگاه‌های (CNC) جوشکاری و برشکاری

### دستگاه برق پرس:

این دستگاه برای خم کردن ورق‌های فلزی استفاده می‌شود. در این دستگاه عمل خم کردن توسط یک قالب سنبه و ماتریس انجام می‌شود. شکل ۱۳ نمونه‌ای از این دستگاه است.



شکل ۱۳: دستگاه برق پرس



شکل ۱۴: سنبه و ماتریس دستگاه برق پرس

انتخاب این دستگاهها معمولاً بر اساس توان (تناژ) و طول ورق انجام می‌شود.

مرحله	تصویر
۱	
۲	
۳	
۴	

شکل ۱۵: مراحل خم کردن یک ورق فلزی با برک پرس

پودمان ۵: فناوری در تولید



۵



۶



۷

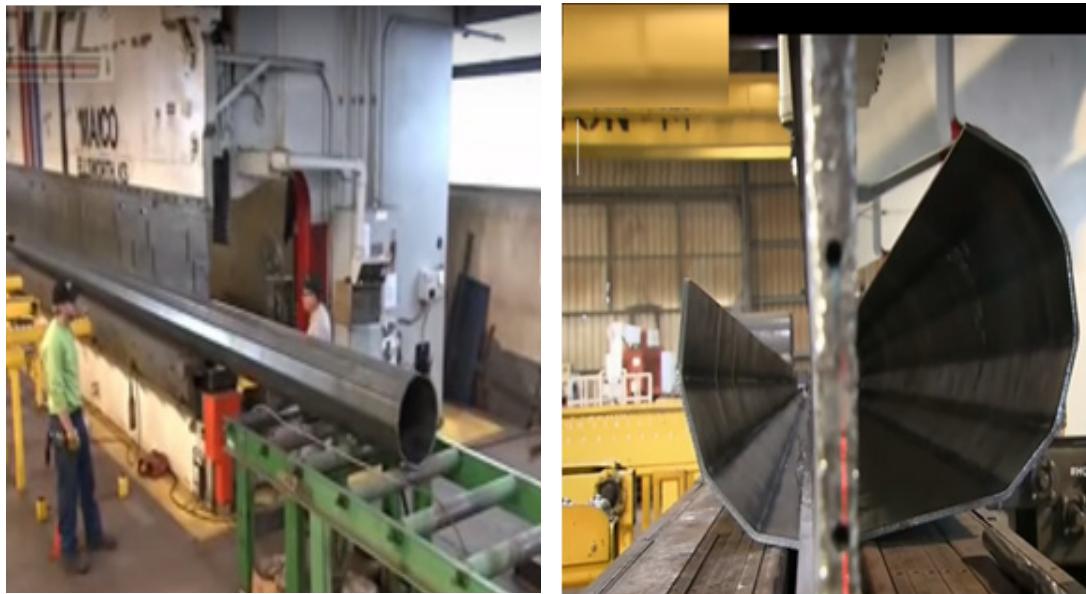


۸

با توجه به تصاویر فوق مراحل و مکانیسم انجام این فرایند را شرح دهید و آن را با فرایند دستی مقایسه کنید.  
شکل ۱۶ دستگاه برک پرس مجهر به سیستم جایه جایی هوشمند قطعات را نشان می‌دهد.

تمرین



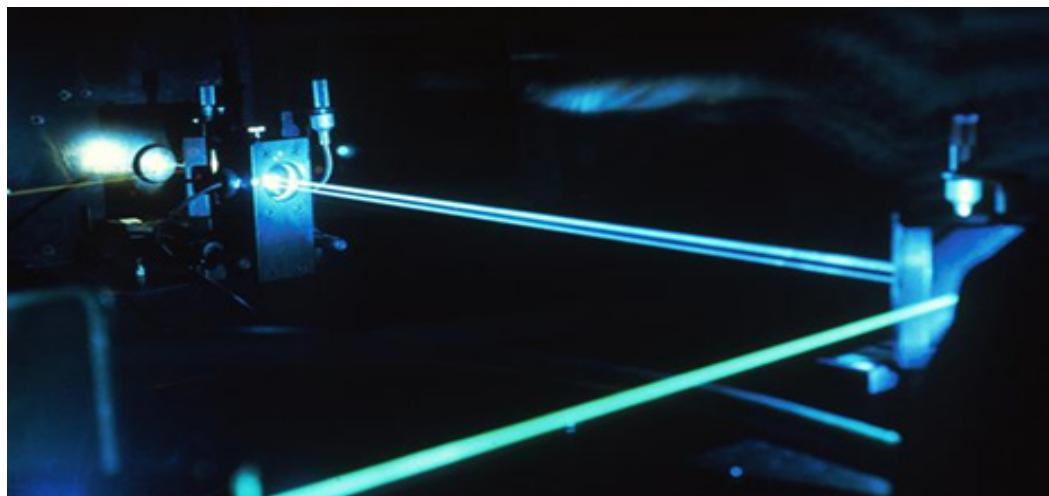


شکل ۱۶: دستگاه برک پرس با جایه جایی هوشمند قطعات برای ساخت تیر چراغ برق

این دستگاه کاربردهای متعددی در صنعت دارد که برخی از آنها عبارت اند از:  
تابلو سازی، آسانسورسازی، کابینت سازی، یخچال سازی، دکل سازی، نیروگاه‌ها، شرکت‌های نفتی و گازی

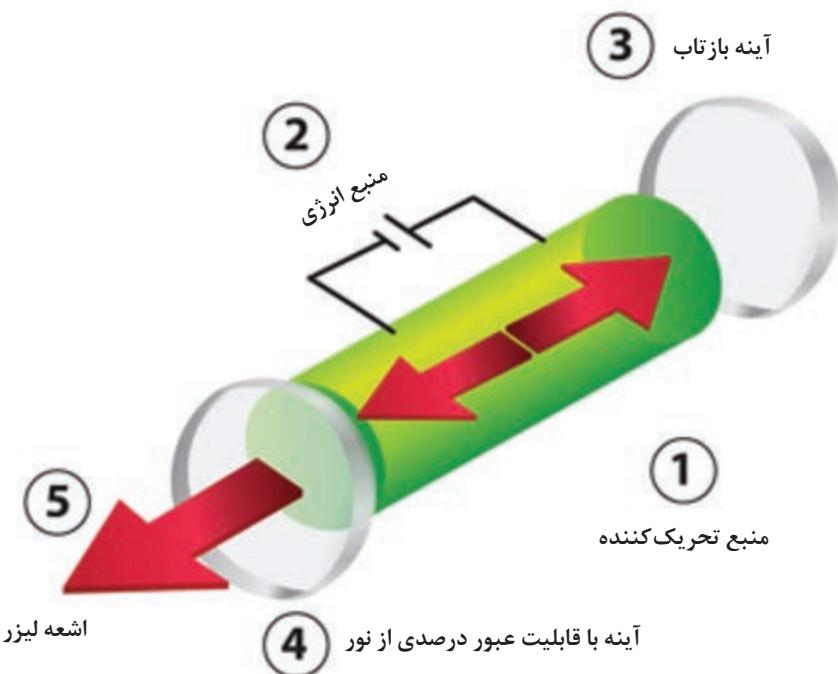
### فناوری لیزر<sup>۱</sup>

دستگاه لیزر نور را به صورت پرتوهای موازی و بسیار باریک که انرژی بالایی دارند ساطع می‌کند (شکل ۱۷). انواع مختلفی از لیزر وجود دارد که شامل لیزر گازی، لیزر فیبری، لیزر جامد و لیزر خشک می‌باشد. همان‌طور که در شکل ۱۸ نشان داده شده است، این لیزرهای دارای اجزای مشابهی هستند.



شکل ۱۷: پرتو لیزر

۱- Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation = LASER (تقویت نور به روش گسیل القایی تابش)



شکل ۱۸: اجزای منابع ساطع کننده پرتو لیزر

لیزر جزء اصلی بسیاری از محصولات هستند که ما روزانه از آنها استفاده می‌کنیم، DVD Player یکی از کاربردهای لیزر هست که برای خواندن اطلاعات از روی درایو به کار می‌رود. کاربردهای متنوعی برای فناوری لیزر وجود دارد که برخی از آنها شامل:

- پردازش اطلاعات از روی درایو
- خواندن بارکد روی محصول
- جراحی با لیزر
- آنالیز لیزری
- برشکاری و جوشکاری لیزر
- ماشین کاری با لیزر
- حک کاری با لیزر

در جدول صفحه بعد کاربردهای اشعه لیزر در زمینه‌های مختلف را بیان کنید و همین نوع کاربرد را بر اساس سه ویژگی پرتو لیزر مشخص کنید.

تمرین



نوع کاربرد	کاربرد	زمینه کاربرد
پرتوهای موازی و باریک	در اسلحه برای سهولت در هدف‌گیری	صنایع نظامی

## فناوری لیزر در برشکاری

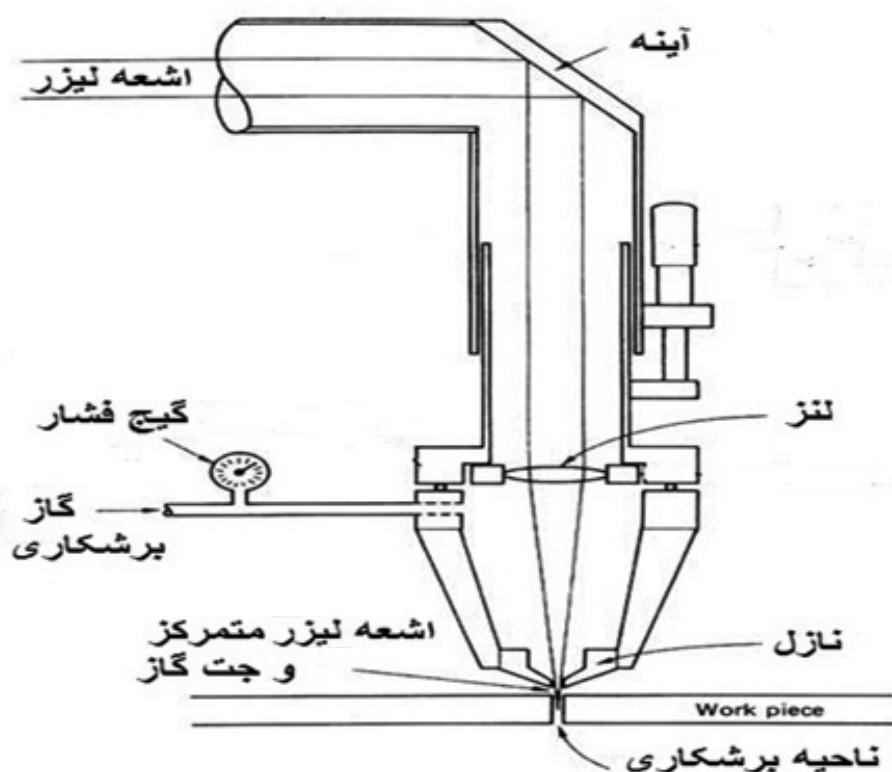
در این فرایند از پرتو پر انرژی لیزر برای بریدن و جدا کردن مواد فلزی استفاده می‌شود. این فرایند با یک سیستم رایانه‌ای کنترل می‌شود. به این شکل که ابتدا طرح مورد نظر در نرم‌افزار موجود در رایانه کنترل کننده دستگاه ایجاد می‌شود سپس با آغاز کار دستگاه ضمن تولید پرتو توسعه منبع لیزر برشکاری مطابق مراحل زیر انجام می‌شود:



شکل ۱۹: برشکاری با پرتو لیزر

- ۱- پرتو پر انرژی لیزر توسط منبع تولید کننده تابیده می‌شود.
- ۲- پرتو تولید شده بر روی ناحیه مورد نظر متمرکز می‌شود. آیا می‌دانید چگونه؟ (تجربه متمرکز کردن نور خورشید با استفاده از ذره بین)
- ۳- پرتو متمرکز شده باعث گرم شدن ماده تا دمای ذوب می‌شود و یک ناحیه ذوب موضعی در امتداد ضخامت ماده ایجاد می‌شود.
- ۴- مذاب تولید شده به وسیله دمیدن یک گاز با فشار زیاد (جت گاز) از ناحیه مورد نظر خارج می‌شود.
- ۵- این ناحیه ذوب موضعی در سطح ماده با حرکت پرتو لیزر حرکت می‌کند و برشكاری در امتداد مسیر مذکور انجام می‌شود.

شکل ۲۰ مکانیسم انجام برشكاری به وسیله پرتو لیزر را نشان می‌دهد.

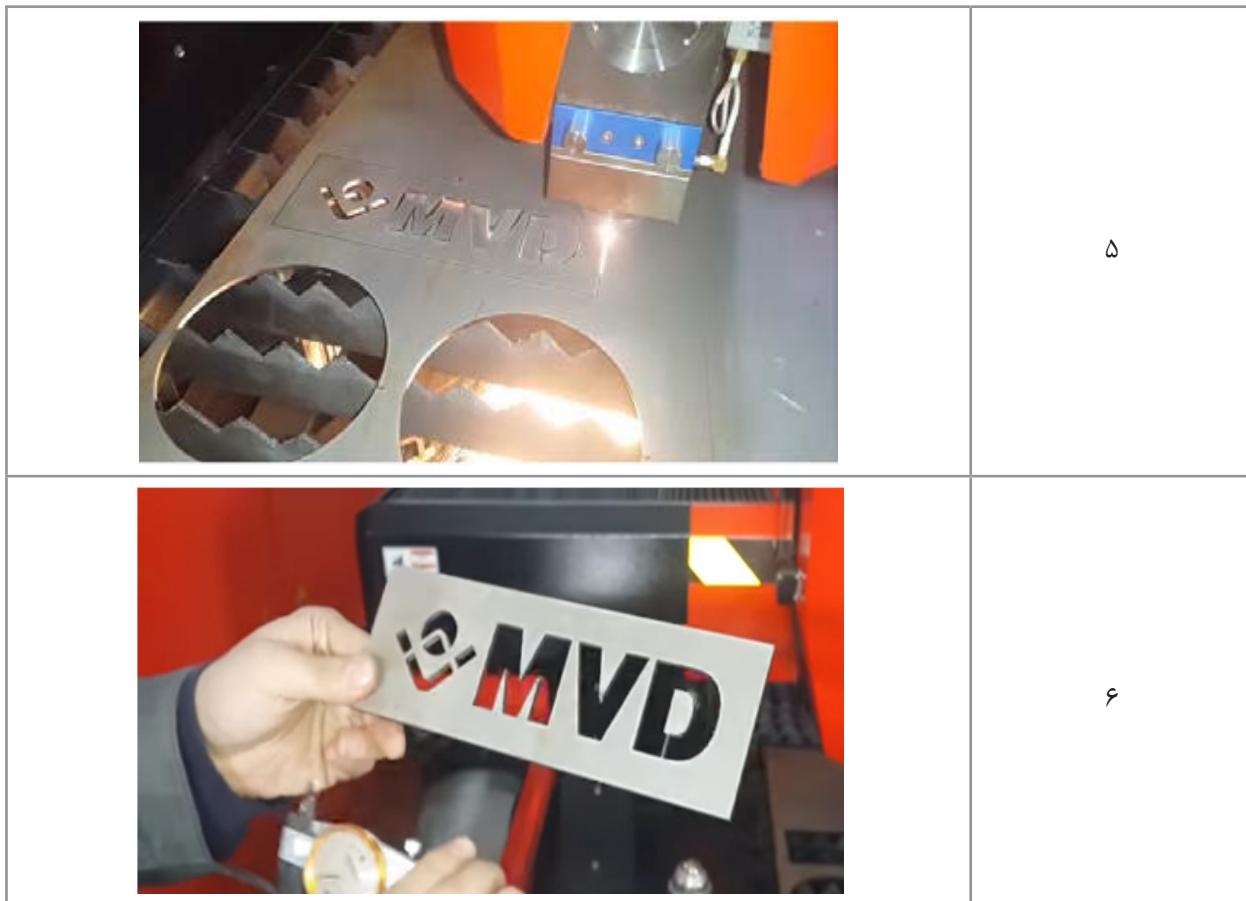


شکل ۲۰: مکانیسم انجام برشكاری توسط پرتو لیزر

در شکل فوق و مراحل ذکر شده دقت کنید و بگویید هر کدام از اجزای نشان داده به کدام یک از مراحل فوق مربوط است.

شکل ۲۱ مراحل انجام برشكاری لیزر را نشان می‌دهد.

تصوير	مرحلة
	١
	٢
	٣
	٤



شکل ۲۱: مراحل انجام برشکاری لیزر

## مزایای برشکاری لیزر

- ۱- سرعت بالا
- ۲- عدم نیاز به تمیز کاری بعد از انجام فرایند
- ۳- دقت بالا
- ۴- قابلیت کنترل فرایند توسط سیستم‌های کامپیوترا
- ۵- با اینکه فرایند به وسیله اعمال گرما انجام می‌شود، اما ناحیه‌ای که از گرما متأثر می‌شود بسیار باریک است. می‌دانید چرا؟
- ۶- این فرایند تماسی نیست و فقط کافی است قطعه کار در مسیر پرتو پر انرژی لیزر قرار بگیرد. به نظر شما این ویژگی چه حسنی دارد؟
- ۷- فرایند بسیار کم سر و صدادست.
- ۸- با اینکه هزینه‌های اولیه راهاندازی سیستم برشکاری لیزر گران است اما هزینه‌های فرایند حین استفاده پایین است.
- ۹- امنیت استفاده از آن بسیار بالا است.

## فناوری لیزر در جوشکاری

جوشکاری لیزر از جمله روش‌های نوین جوشکاری ذوبی است که با تابش پرتو پر انرژی لیزر به سطح مورد نظر، گرمای مورد نیاز برای ایجاد حوضچه مذاب و انجام فرایند اتصال فراهم می‌گردد. در جوشکاری لیزر جوشی نازک و عمیق به دست می‌آید و انرژی ورودی به قطعه در مقایسه با روش‌های رایج بسیار اندک است.



شکل ۲۲: جوشکاری لیزر

این ویژگی اجازه می‌دهد که جوشکاری لیزری در کاربردهای خاصی که در آنها عمق نفوذ به عرض جوش بالا مورد نیاز است به کار رود. عرض کم جوش، عمق نفوذ بالا، استحکام مناسب و پیچش کم جوش‌های لیزر با توجه به نیاز به سبک بودن و مقاومت نسبت به خوردگی، زیبایی ظاهری، حذف مصرف الکترود و در نتیجه حذف مراحل ماشین‌کاری، و همچنین امکان جوشکاری اتصالات غیرقابل دسترسی، صنایع مختلف را به سمت استفاده بیشتر از این روش سوق داده است.

در فرایند جوشکاری با لیزر، به دنبال تابش پرتو لیزر روی سطح قطعه مورد نظر و جذب آن، گرمای لازم برای ایجاد منطقه مذاب تأمین شده و یک به هم آمیختگی از مواد ایجاد می‌شود که پس از انجاماد، یک اتصال بین مواد ایجاد می‌کند. هنگامی که اشعه لیزر روی نقطه مورد نظر متمرکز می‌شود، فلز را ذوب کرده و به سرعت یک منطقه جوش کوچک و باریک با راندمان اتصال بسیار بالا ایجاد می‌کند در حالی که کمترین خسارت را نیز بر قطعه وارد می‌کند.

شکل ۲۳ گویای این موضوع است:



شکل ۲۳: مقایسه ابعاد منطقه متأثر از گرما (HAZ) در جوش لیزر و TIG

با کمک هنرآموز خود در مورد جوشکاری لیزر فیلمی تهیه کنید و آن را در کلاس نمایش دهید و با توجه به فیلم مراحل انجام جوشکاری را مطابق فوق شرح دهید.

تمرین



## مزایای جوشکاری لیزر

- قابلیت جوشکاری یا برشکاری بیشتر فلزات.
- نیاز به استفاده از گاز محافظت نیست.
- امکان جوشکاری نواحی با دسترسی کم یا بدون دسترسی
- مصرف انرژی پایینی دارد.
- منطقه متأثر از گرما کم است.
- تمرکز حرارتی بالا
- امکان اتصال فلزات غیر همجنسب
- عدم نیاز به فلز پرکننده
- نیازی به انجام فرایندهای ثانویه نیست.
- بسیار دقیق است.
- توانایی تولید جوش‌های عمیق و باریک را دارد.
- اعوجاج در جوش بسیار کم است.
- جوش‌هایی با کیفیت بالا ایجاد می‌کند.
- امکان جوشکاری قطعات کوچک و نازک وجود دارد.

## محدودیت‌ها

- هزینه اولیه تهیه تجهیزات آن بالا است.
- قابلیت جوشکاری لیزر در سطوح حساس به نور وجود ندارد.
- هزینه‌های نگهداری آن بالا است.
- محدودیت ضخامت دارد.

## جوشکاری و برشکاری پلاسما

پلاسما یک حالت فیزیکی از ماده است. در حالت معمول می‌توان گفت اگر جامد را گرم کرد دهیم به مایع تبدیل می‌شود و اگر به گرم کردن ادامه دهیم مایع به گاز تبدیل می‌شود. حال چنانچه گرم کردن را باز هم ادامه دهیم گاز یونیزه می‌شود که به آن پلاسما می‌گویند. به گاز یونیزه شده پلاسمای داغ گویند که کاربردهای زیادی دارد.



شکل ۲۴: برشکاری پلاسما

جدولی از کاربردهای پلاسما در زمینه‌های مختلف به صورت صفحه بعد تهیه کنید.

تمرین



### جدول ۳: کاربردهای پلاسما

کاربرد	زمینه کاربرد

مطابق جدول فوق یکی از کاربردهای پلاسما در برشکاری و جوشکاری فلزات است، که به آن برشکاری و جوشکاری قوس پلاسما گفته می‌شود.

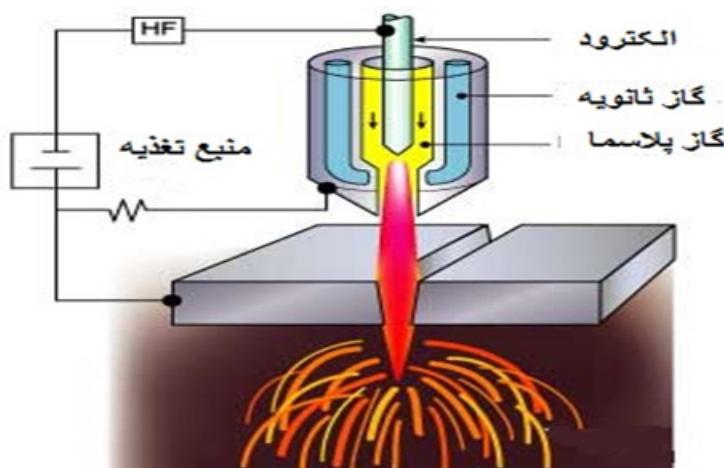
در قوس پلاسما همان طور که مشخص است از قوس الکتریکی برای افزایش انرژی ذرات سازنده گاز و تولید پلاسما استفاده می‌شود. فرایند به این شکل است که گاز پلاسما به مجاورت قوس الکتریکی رانده می‌شود، در این نقطه گاز توسط قوس الکتریکی گرم شده و به پلاسما تبدیل می‌شود، دمای مرکز قوس پلاسما به ۳۰۰۰۰ درجه سلسیوس می‌رسد، سپس برای انجام برشکاری یا جوشکاری به سمت قطعه کار فلزی هدایت می‌شود در آنجا گاز ثانویه به تمرکز بیشتر قوس روی قطعه کار کمک می‌کند.

پژوهش کنید



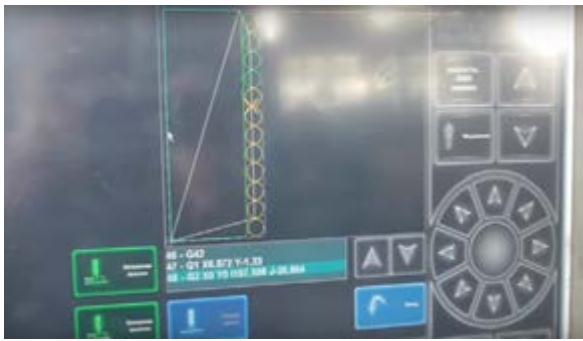
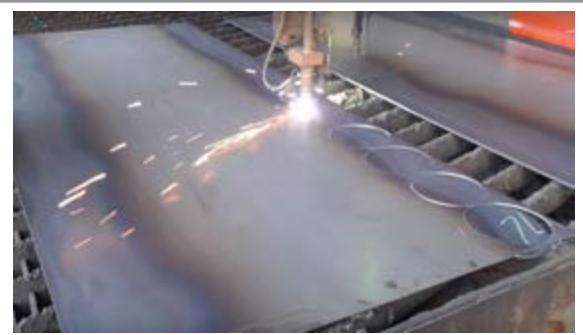
چرا فقط برای برشکاری فلزات از قوس پلاسما استفاده می‌شود؟

شکل ۲۵ مکانیزم تشکیل قوس پلاسما و برشکاری را مطابق تعریف فوق در تورج پلاسما نشان می‌دهد. تورج پلاسما هم به صورت دستی و هم اتوماتیک برای برشکاری و جوشکاری به کار می‌رود. مکانیسم تولید قوس پلاسما و انجام فرایند در هر دو شبیه هم است فقط در حالت اتوماتیک پارامترهای جوشکاری توسط کامپیوتر کنترل می‌شود.



شکل ۲۵: مکانیسم تشکیل قوس پلاسما در تورج پلاسما

با هدایت قوس به قطعه کار برشکاری و جوشکاری به ترتیب زیر انجام می‌شوند:  
شکل ۲۶ مراحل انجام برشکاری قوس پلاسمما را نشان می‌دهد.

مرحله	تصویر
۱	
۲	
۳	
۴	



۵

شکل ۲۶

## مزایا و معایب برش پلاسما

### مزایا

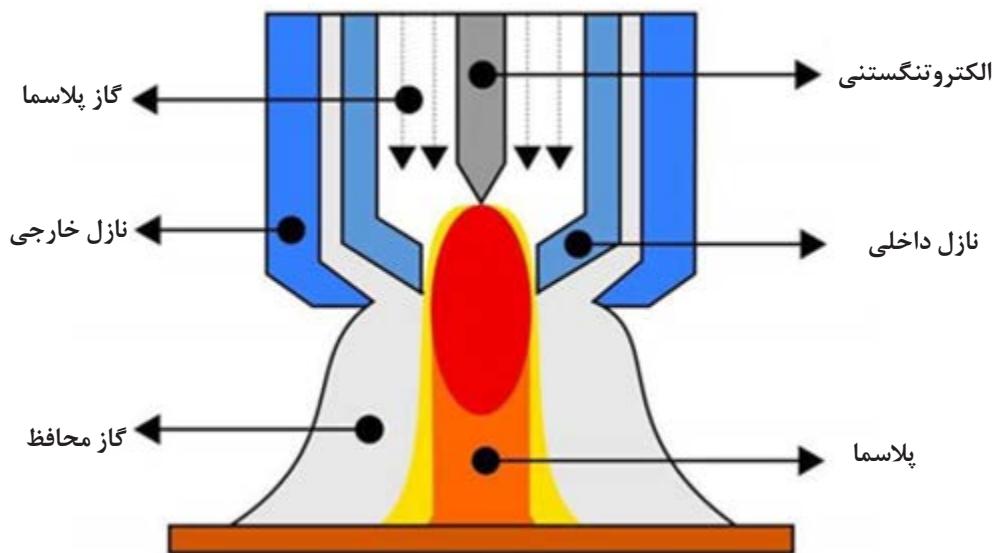
- ۱- احتمال ایجاد تغییر شکل در فلز پایه پایین است.
- ۲- دقت فرایند بالاست.
- ۳- در برشکاری فولاد کربنی، زنگ نزن و آلومینیم ناحیه برشکاری عاری از سرباره است.
- ۴- در تمام وضعیت‌ها قابلیت به کارگیری دارد.
- ۵- برای برشکاری بسیاری از فلزات مثل آلومینیم، فولاد کربنی، فولاد زنگ نزن، مس و آلیاژ‌های آن، چدن، نیکل و آلیاژ‌های آن و برنج کاربرد دارد.

### معایب

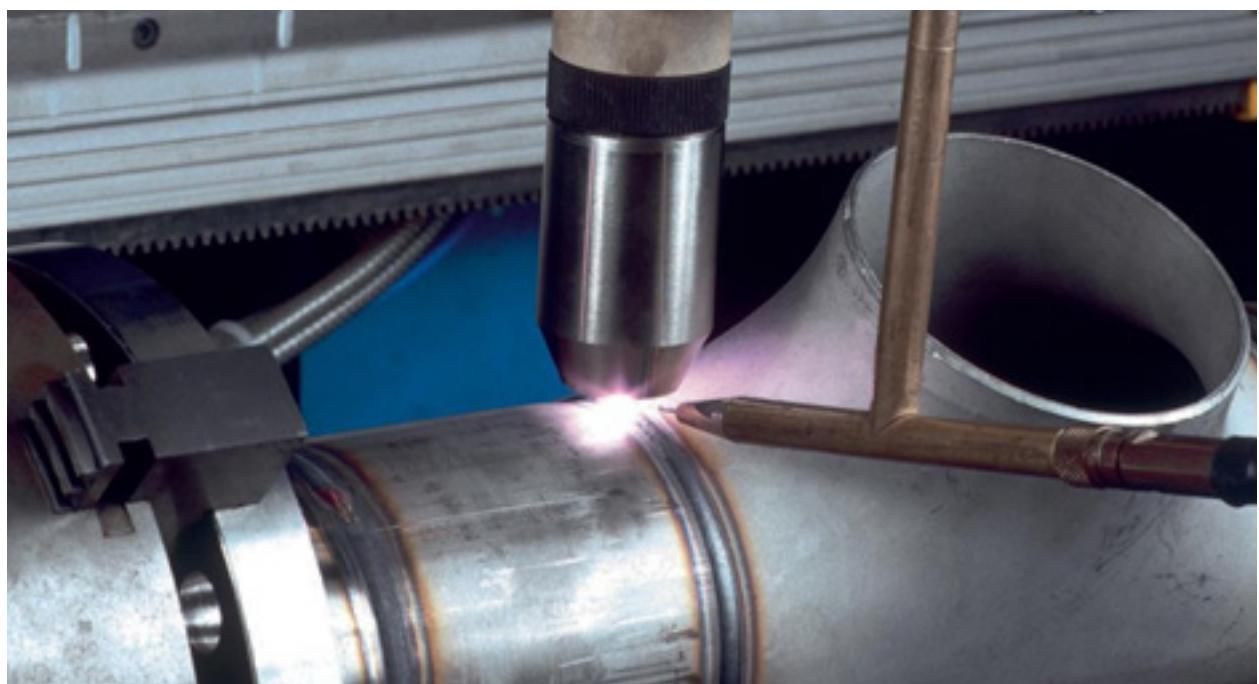
- ۱- درز برشکاری ایجاد شده بسیار باریک است.
- ۲- نیاز به منابع هوای تمیز است.
- ۳- خطر برق گرفتگی وجود دارد.
- ۴- به منبع قدرت و جریان الکتریسیته نیاز دارد لذا قابلیت حمل و نقل آن کم است.
- ۵- برای ضخامت‌های بالا مقرن به صرفه نیست.

## جوشکاری قوس پلاسما

جوشکاری قوس پلاسما به فرایندی گفته می‌شود که از پلاسما تولید شده و توسط قوس الکتریکی به عنوان منبع حرارتی جوشکاری استفاده می‌شود.



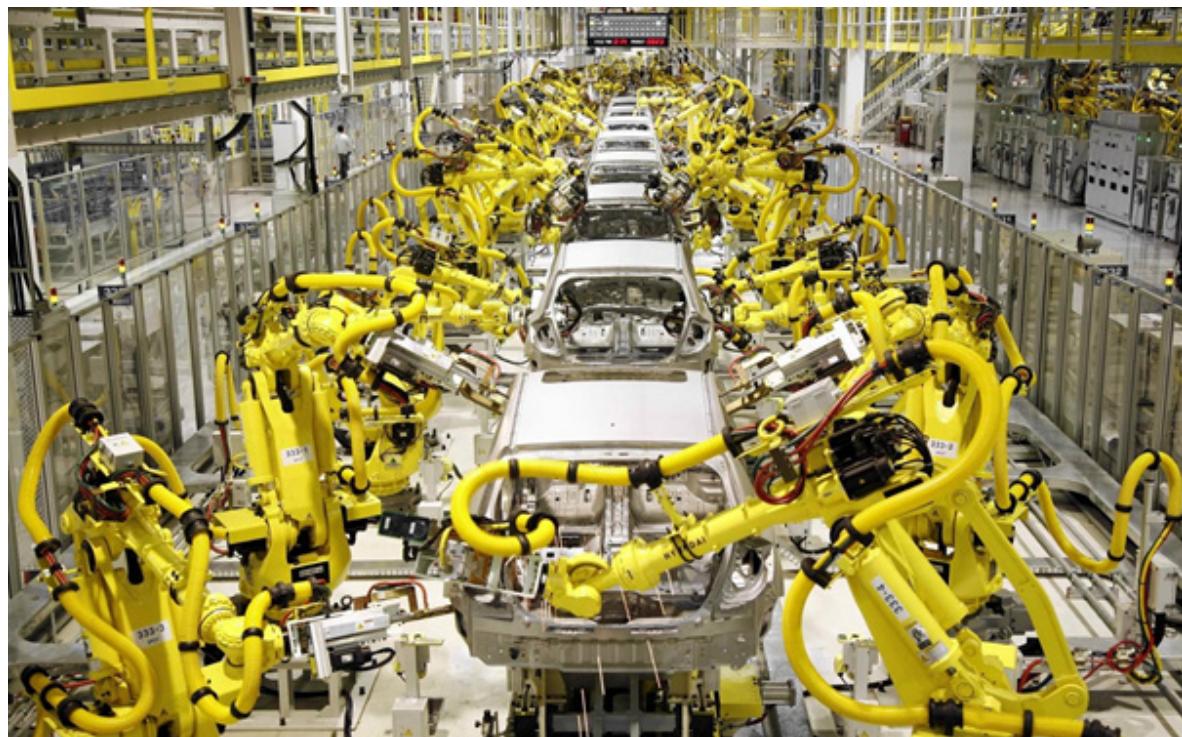
شکل ۲۷: مکانیزم جوشکاری قوس پلاسما



شکل ۲۸: جوشکاری قوس پلاسما

## فناوری ربات در تولید

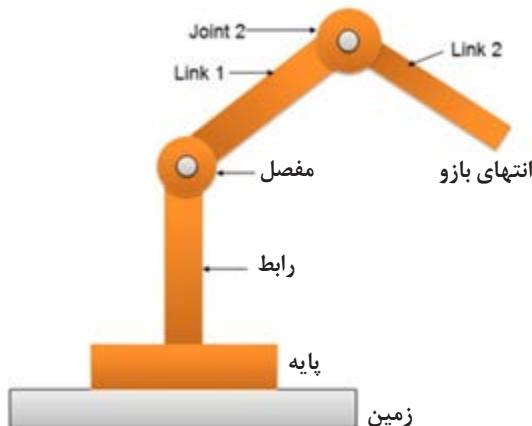
ربات‌های مدرن صنعتی از شگفتی‌های واقعی مهندسی هستند. یک ربات اندازه یک فرد می‌تواند به راحتی بار بیش از ۴۵kg را بسیار سریع حرکت دهد. علاوه بر این، این ربات‌ها می‌توانند این کار را به صورت ۲۴ ساعته و بدون هیچ‌گونه خرابی انجام دهند. اگر چه آنها قابل برنامه‌ریزی هستند، در بسیاری از برنامه‌های کاربردی (به ویژه در صنعت خودرو) آنها یک بار برنامه‌ریزی شده و سپس آن کار را برای سال‌ها تکرار می‌کنند. ربات یک ماشین قابل برنامه‌ریزی و کنترل توسط کامپیوتر است که قادر به انجام مجموعه‌ای پیچیده از اقدامات به صورت خودکار است.



شکل ۲۹: خط تولید در یک کارخانه خودروسازی مججهز به ربات‌های صنعتی

ربات‌های صنعتی انواع پیچیده‌تر از دستگاه‌های CNC هستند که به منظور انجام فعالیت‌های مختلف تولید و ساخت برنامه‌ریزی شده‌اند. این ربات‌ها قابلیت برنامه‌ریزی مجدد و حرکت در چندین جهت را دارند و از آنها عموماً در جوشکاری، نقاشی، مونتاژ، بسته‌بندی، بر چسب زدن، بازرگانی محصول و آزمایش استفاده می‌شود.

## آناتومی رباتها



شکل ۳۰: آناتومی ربات

ربات‌ها معمولاً از اجزای زیر ساخته شده‌اند:

- ۱- مفصل: مفاصل نقاطی هستند که امکان حرکت ربات در جهت‌های مختلف را فراهم می‌کند.
- ۲- رابط: اعضای صلبی هستند که بین مفاصل قرار می‌گیرند.
- ۳- پایه ثابت: مجموعه مفاصل و رابط‌ها بر روی این پایه ثابت قرار گرفته‌اند.
- ۴- بازو ربات: مجموعه‌ای از مفاصل و رابط‌ها که بخش مکانیکی ربات را می‌سازد بازو نام دارد.

### سیستم حرکت مفاصل در ربات‌های صنعتی

جدول ۴: انواع سیستم‌های حرکتی در ربات‌های صنعتی

معایب	مزایا	توضیحات	نوع سیستم حرکتی
به اندازه سیستم‌های هیدرولیکی قوی و سریع نیست. برای ربات‌های بزرگ و قوی گران است و امکان آتش سوزی وجود دارد.	دقت و تکرارپذیری بیشتر فضای کمتری اشغال می‌شود.	ربات‌های کوچک و متوسط معمولاً توسط نیروهای الکتریکی کنترل می‌شوند.	نیروی الکتریکی
فضای زیادی اشغال می‌کند. امکان نشت روغن وجود دارد.	نسبت قدرت به وزن بالاتری دارد. می‌تواند با سرعت بالاتری کار کند.	برای ربات‌های بزرگ و قوی مناسب است.	هیدرولیکی
-	-	برای ربات‌های کوچکی که به درجه آزادی کمی نیاز دارند مناسب است.	پنوماتیک

امروزه استفاده از ربات‌های صنعتی به طور چشمگیری افزایش یافته و این ربات‌ها را در تمام شاخه‌های صنعت می‌توانیم مشاهده کنیم. یکی از مهم‌ترین صنایعی که از ربات‌ها استفاده می‌کنند صنایع فلزی است. امروزه انواع بسیار متنوع و گوناگونی از ربات‌های صنعتی در این صنعت به کار می‌رود که دلیل آن:

- ۱- نیاز به تولید محصولاتی با کیفیت بالا
- ۲- کاهش ضایعات تولید و به دنبال آن هزینه‌ها
- ۳- افزایش درجه یکنواختی (تکرارپذیری)
- ۴- افزایش درجه ایمنی عملیات
- ۵- کاهش نیاز به نیروی انسانی
- ۶- بهبود استانداردهای کیفی

## فناوری ربات در جوشکاری

جوشکاری رباتیک یکی از رایج‌ترین برنامه‌های کاربردی رباتیک در بخش صنعتی است که عمدتاً توسط صنعت خودرو سازی برای چند دهه گذشته استفاده می‌شود. جوشکاری رباتیک در هنگام تکمیل کارهای جوشکاری با حجم بالا و تکرارپذیری، مؤثرer است. انواع مختلفی از فرایندهای جوشکاری رباتیک وجود دارد که هر کدام دارای مزایای خاص و انواع برنامه‌های کاربردی می‌باشند مانند:

### فناوری ربات در جوشکاری قوس الکتریکی:

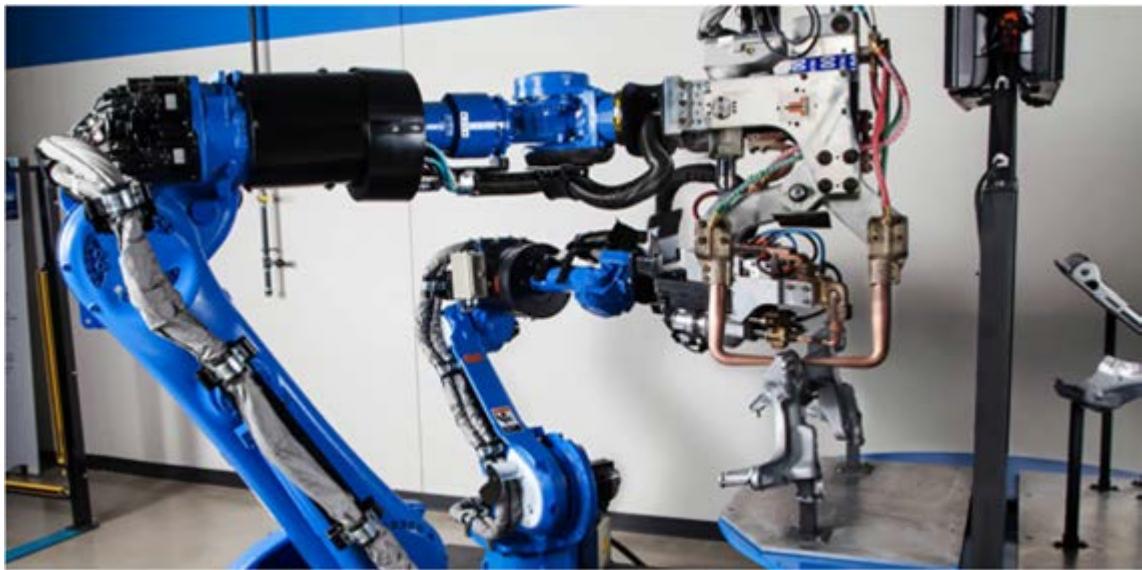
جوشکاری قوس الکتریکی برای برنامه‌های کاربردی که خواستار دقت بالا و تکرارپذیری هستند استفاده می‌شود. جوش TIG: هنگامی که دقت فرایند مورد اهمیت است، جوشکاری TIG استفاده می‌شود. جوش MIG: برای کاربردهایی که سادگی سیستم و سرعت مورد نظر است مطلوب است. جوش پلاسمما: جوشکاری پلاسما زمانی مورد نیاز است که انعطاف‌پذیری مورد نیاز باشد، زیرا سرعت و درجه حرارت را می‌توان به راحتی تنظیم کرد. در شکل ۳۱ تصویر ربات جوشکاری پلاسما را مشاهده می‌کنید.



شکل ۳۱: ربات جوشکاری پلاسما

## فناوری ربات در جوشکاری مقاومتی

جوشکاری مقاومتی اقتصادی‌ترین نوع جوشکاری رباتیک است و برای پروژه‌های گرمایشی بهتر است. جوش مقاومتی نقطه‌ای به‌طور معمول در صنعت خودرو برای اتصال ورق‌های فلزی به هم استفاده می‌شود. (شکل ۳۲)



شکل ۳۲: ربات جوشکاری مقاومتی

## فناوری ربات در جوشکاری لیزری

غلب در برنامه‌های با حجم بالا که دقت بالا دارند، مانند بخش خودرو یا صنایع پزشکی یا جواهرات استفاده می‌شود. (شکل ۳۳)



شکل ۳۳: ربات جوشکاری لیزر

## فناوری ربات در نقاشی

محیط کاری کارگرانی که در بخش رنگ کاری صنعتی کار می‌کنند بسیار برای سلامتی مضر است و به شدت حاوی ذرات و بخارات سمی است. به دلیل این مضرات است که در صنایعی مثل خودروسازی از ربات‌های نقاشی استفاده می‌شود. (شکل ۳۴)



شکل ۳۴: ربات نقاشی در صنایع خودروسازی

### مزایای به کارگیری ربات نقاشی

#### ۱- کیفیت

بهبود ظاهر رنگ

کاهش عیوب

فاصله از سطح همواره ثابت است.

#### ۲- هزینه تمام شده

ابزار رنگ کاری بسیار دقیق است.

فاصله از سطح همواره ثابت است.

نرخ انتقال مواد بیشتر است.

میزان دوباره کاری هم کم می‌شود.

#### ۳- هزینه ضمانت نامه‌های پس از فروش

برای هر نوع رنگی می‌توان برنامه خاصی تنظیم کرد که مانع از ایجاد عیوب در اثر تنوع محصول می‌شود.

کاهش دوباره کاری و ضایعات

#### ۴- هزینه کارگر

- آسیب‌های ناشی از انجام عملیات تکراری را کم می‌کند.
- ادعای جبران خسارت کارگران کم می‌شود.
- کاهش گردش کار اپراتورهای ماهر با افزایش بهره‌وری
- صرفه‌جویی در شیفت‌های کاری
- سرعت بالاتر در انجام عملیات

#### ۵- ایمنی

- کارگران را از محیط خطرناک خارج می‌کند.
- هزینه حفاظت کارگران را کاهش می‌دهد.

## فناوری ربات در مونتاژ کاری

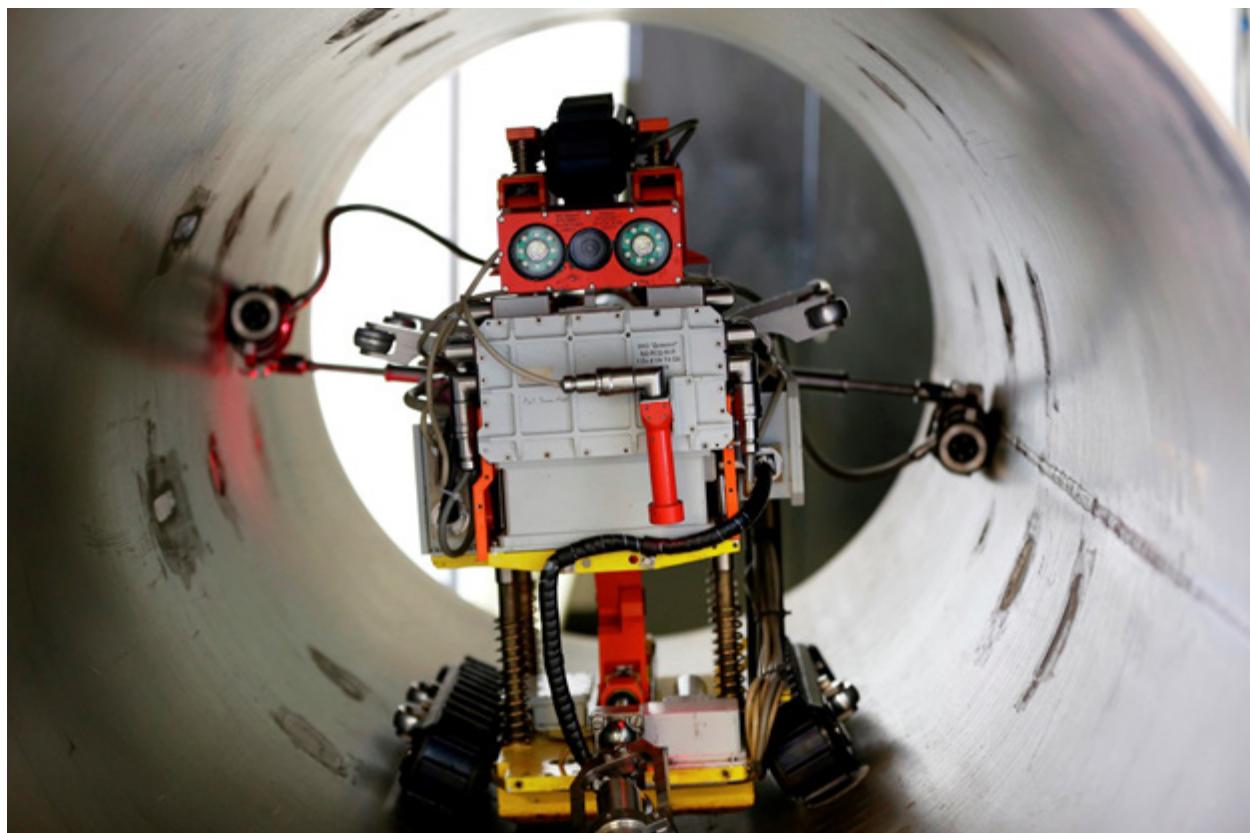
برای اتصال یک یا چند جز به یکدیگر به منظور ایجاد یک محصول یکپارچه با استفاده از پیچ، پرج و مهره یا فرایندهای جوشکاری و لحیم کاری از ربات‌های سبک و کوچکی استفاده می‌شود که به شدت سرعت و تکرارپذیری را بالا می‌برد.  
(شکل ۳۵)



شکل ۳۵: خط مونتاژ مجهز به ربات صنعتی

## فناوری ربات در بازرسی

ربات‌های بازرسی نقش مهمی در بازرسی، ثبت و نظارت در صنایع پیچیده مختلف مثل نفت و گاز را دارد. استفاده از ربات‌های بازرسی باعث جلوگیری از وقوع حوادثی می‌شوند که ممکن است برای انسان رخ دهد. استفاده از این ربات‌ها در کاهش مداخلات انسان کمک می‌کند، بهره‌وری عملیاتی را کاهش می‌دهد، هزینه را کاهش می‌دهد و ایمنی را بهبود می‌بخشد. (شکل ۳۶)



شکل ۳۶: ربات بازرسی داخل لوله‌ها

## ارزشیابی نهایی

شایستگی	استاندارد عملکرد	نمره شایستگی	شاخص
فناوری در تولید	تشخیص و مقایسه فناوری‌های نوین با روش‌های دستی در تولید مصنوعات فلزی	۳	مقایسه کار با روش لیزر در صنایع فلزی با سایر روش‌ها شرح جوشکاری و برشکاری پلاسما تشریح فناوری لیزر در صنایع فلزی تشریح کاربرد دستگاه‌های CNC در جوشکاری و برشکاری بیان فناوری ربات‌ها در صنایع فلزی
		۲	تشریح کاربرد دستگاه‌های CNC در جوشکاری و برشکاری مقایسه روش کار با CNC و روش دستی بیان عملکرد دستگاه CNC و NC براساس نوع دستگاه
		۱	بیان انواع فناوری‌ها براساس روش تولید

توضیحات:

## منابع

- ۱- راهنمای برنامه درسی رشته صنایع فلزی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای، کاردانش، ۱۳۹۴.
- ۲- William Callister Material Science and Engineering, An Introduction, Wile, 2018
- ۳- David Grewell Plastics and composites Welding Handbook, Haser, 2003



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 و مدیریت محترم پژوهه آقای محسن باهو 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.

#### اسامی دبیران و هنرآموزان شرکت کننده در اعتبارسنجی کتاب دانش فنی تخصصی رشته صنایع فلزی کد ۲۱۲۴۰۷

ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت	ردیف	نام و نام خانوادگی	استان محل خدمت
۱	حمدید بختیاری	مرکزی	۹	ابوالفضل سرابندی	سیستان و بلوچستان
۲	محسن شفیعی‌زاده	البرز	۱۰	محمد رضا محمدیان	آذربایجان شرقی
۳	روح الامین حسینی پور کرمانی	کرمان	۱۱	محسن آزموده	قزوین
۴	محمد رضا خسروی	چهارمحال و بختیاری	۱۲	هادی شفیعی	اصفهان
۵	سیروس هدایتی	اردبیل	۱۳	سید صادق میری	یاسوج
۶	حجت‌الله لسانی	مازندران	۱۴	پویا بصیر	کهگیلویه و بویراحمد
۷	احمد مرادی	خوزستان	۱۵	قاسم شکوهی راد	شهرستان‌های تهران
۸	محمد رضا افراصیابی	فارس			