

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

اَللّٰهُمَّ صَلِّ عَلٰى مُحَمَّدٍ وَّ اٰلِ مُحَمَّدٍ وَّ عَجِّلْ فَرَجَهُمْ



دانش فنی پایه

رشته صنایع فلزی

گروه مکانیک

شاخه فنی و حرفه‌ای

پایه دهم دوره دوم متوسطه





وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



نام کتاب:

دانش فنی پایه (رشته صنایع فلزی) - ۲۱۰۴۰۷

پدیدآورنده:

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف:

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف:

احمد مرادی، روح‌اله عشیری، بهرام زارعی، محمدرضا سلطان‌محمدی، حسن ضیغمی، بهمن

طیب‌نژاد، رقیه متحیرپسند (اعضای شورای برنامه‌ریزی)

مدیریت آماده‌سازی هنری:

اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

شناسه افزوده آماده‌سازی:

جواد صفری (مدیر هنری) - طاهره حسن‌زاده (طراح جلد) - مریم وثوقی انباردان (صفحه‌آرا)

نشانی سازمان:

تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)

تلفن: ۹-۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کدپستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

وب‌گاه: www.irtextbook.ir و www.chap.sch.ir

ناشر:

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱

(داروپخش) تلفن: ۵ - ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰

صندوق پستی: ۱۳۹ - ۳۷۵۱۵

چاپخانه:

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»

سال انتشار و نوبت چاپ:

چاپ یازدهم ۱۴۰۵

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه 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.



ما باید زحمت بکشیم تا در همهٔ جناح‌ها خودکفا باشیم. امکان ندارد که استقلال به دست بیاید، قبل از اینکه استقلال اقتصادی داشته باشیم. اگر ما بنا باشد که در اقتصاد احتیاج داشته باشیم، در چیزهای دیگر هم وابسته خواهیم شد و همین‌طور اگر در فرهنگ، ما وابستگی داشته باشیم، در اساس مسائل وابستگی پیدا می‌کنیم.

امام خمینی «قَدَسَ سِرُّهُ»

۱	پودمان اول: معرفی رشته، آینده شغلی و الزامات ایمنی
۳۱	پودمان دوم: مواد و ویژگی آن
۵۳	پودمان سوم: محاسبات فنی
۷۵	پودمان چهارم: گسترش و برآورد مواد
۱۰۱	پودمان پنجم: مقاومت مواد
۱۳۰	فهرست منابع

سخنی با هنرآموزان گرامی

با توجه به آموزه‌های اسلامی، کار و اشتغال از ارزش تربیتی برخوردار است و انسان از طریق کار، نفس سرکش را رام کرده و شخصیت وجودی خویش را صیقل داده، هویت خویش را تثبیت کرده و زمینه ارتقای وجودی خویش را مهیا و امکان کسب روزی حلال و پاسخگویی به نیازهای جامعه را فراهم می‌آورد. آموزش فناوری، کار و مهارت‌آموزی، باعث پیشرفت فردی، افزایش بهره‌وری، مشارکت در زندگی اجتماعی و اقتصادی، کاهش فقر، افزایش درآمد و توسعه‌یافتگی خواهد شد. برای رسیدن به این مهم، برنامه‌ریزی درسی حوزه دنیای کار و دنیای آموزش بر مبنای نیازسنجی شغلی صورت گرفته است. درس‌های رشته‌های تحصیلی شاخه فنی و حرفه‌ای شامل دروس آموزش عمومی، دروس شایستگی‌های غیرفنی و شایستگی‌های فنی مورد نیاز بازار کار است. دروس دانش فنی از دروس شایستگی‌های فنی است که برای هر رشته در دو مرحله طراحی شده است. درس دانش فنی پایه با هدف شناخت مفاهیم و کسب دانش فنی پایه در گروه و رشته تحصیلی است که هنرجویان در پایه دهم و در آغاز ورود به رشته تحصیلی خود می‌بایست آن را آموزش ببینند و شایستگی‌های لازم را در ارتباط با دروس عملی و ادامه تحصیل در رشته خود کسب نمایند. درس دانش فنی تخصصی که در پایه دوازدهم طراحی شده است، شایستگی‌هایی را شامل می‌شود که موجب ارتقای دانش تخصصی حرفه‌ای شده و زمینه را برای ادامه تحصیل و توسعه حرفه‌ای هنرجویان در مقطع کاردانی پیوسته نیز فراهم می‌کند.

لازم به یادآوری است که کتاب دانش فنی پایه تئوری تفکیک شده دروس عملی کارگاه‌های ۸ ساعته نیست بلکه در راستای شایستگی‌ها و مشاغل تعریف شده برای هر رشته تدوین شده است. در ضمن، آموزش این کتاب نیاز به پیش‌نیاز خاصی ندارد و براساس آموزش‌های قبلی تا پایه نهم به تحریر درآمده است. محتوای آموزشی کتاب دانش فنی پایه، آموزش‌های کارگاهی را عمق می‌بخشد و نیازهای هنرجویان را در راستای محتوای دانش‌نظری تأمین می‌کند.

تدریس کتاب در کلاس درس به صورت تعاملی و با محوریت هنرآموز و هنرجوی فعال صورت می‌گیرد.

دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش



نظرسنجی کتاب درسی

درس دانش فنی پایه با هدف شناخت مفاهیم، کسب دانش فنی پایه در گروه مکانیک و رشته تحصیلی صنایع فلزی برای شما هنرجویان عزیز طراحی و کتاب آن تألیف شده است.

در تدوین درس دانش فنی پایه، موضوعاتی مانند تاریخچه رشته، محتوا جهت ایجاد انگیزش، مشاغل و هدف رشته تحصیلی، نقش رشته شما در توسعه کشور، مثال هایی از نوآوری، خلاقیت و الهام از طبیعت، اصول، مفاهیم، قوانین، نظریه، فناوری، علائم، تعاریف کمیت ها، واحدها و یکاها، فرمول های فنی، تعریف دستگاه ها و وسایل کار، مصادیقی از ارتباط مؤثر فنی و ایمنی و بهداشت فردی و جمعی، پیشگیری از حوادث احتمالی شغلی و نمونه هایی از مهارت حل مسئله در بستر گروه تحصیلی برای این رشته تحصیلی در نظر گرفته شده است.

می توانید در هنگام ارزشیابی این درس، از کتاب همراه هنرجوی خود استفاده نمایید.

توصیه می شود در یادگیری این درس به دلیل کاربرد زیاد آن در درس های دیگر رشته، کوشش لازم را داشته باشید.

دفتر برنامه ریزی و تألیف کتاب های درسی فنی و حرفه ای و کاردانش



پودمان اول

معرفی رشته، آینده شغلی و الزامات ایمنی



یکی از دلایل مهم موفقیت شغلی، انتخاب صحیح آن براساس توانایی‌های فردی و علاقه‌مندی و آینده شغل و شیوه رشد در شغل مربوطه است. در این پودمان با مشاغل اصلی و مرتبط با صنایع فلزی و نکات ضروری برای پیشرفت در این حوزه آشنا خواهید شد.

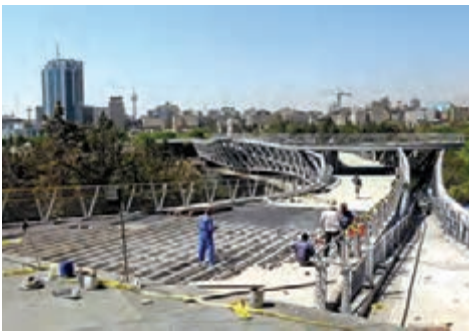
معرفی رشته صنایع فلزی و آینده شغلی

رشته صنایع فلزی یکی از رشته‌های بنیادی مورد نیاز کشور است. افراد توانمند و متخصص در این رشته در بخش‌های صنعتی مانند صنایع خودروسازی، فولادسازی، پالایشگاه‌های نفت و گاز، ماشین‌سازی و صنایع کوچک صنعتی مانند کارگاه‌های تولید و ارائه خدمات صنایع فلزی مانند انواع خدمات برش‌کاری، خدمات فرم‌دهی، شکل‌دهی ورق و پروفیل و ساخت مصنوعات فلزی (درب و پنجره‌سازی، ساخت ادوات کشاورزی، کارگاه‌های ساخت سازه‌های فلزی، ساخت پل‌ها و مخزن‌سازی‌ها و کانتینر و کانکس‌سازی) در شهرک‌های صنعتی گام مؤثری را در توسعه اقتصاد پایدار کشور بردارند. دانش‌آموختگان این رشته با این توانمندی کار می‌توانند در تمامی پروژه‌های عمرانی و تأسیساتی و پروژه‌های خطوط انتقال نفت و گاز و همچنین بازار کار علاوه بر انجام وظایف شهروندی با استفاده از آموخته‌های خویش در مشاغل مرتبط با این رشته در سطوح میانی (کارگر ماهر- کمک تکنسین) به کار اشتغال ورزند. دانش‌آموختگان با توجه به نیاز بومی، منطقه‌ای و کشوری می‌توانند در ادامه تحصیلات به رشته‌های مهندسی فناوری جوش، مهندسی بازرسی جوش و مهندسی ساخت و تولید راه یابند (شکل ۱).

کار کلاسی



هنرجوی عزیز کاربرد رشته صنایع فلزی در جدول زیر را بنویسید.

	
نقش رشته صنایع فلزی در	نقش رشته صنایع فلزی در
	
نقش رشته صنایع فلزی در	نقش رشته صنایع فلزی در

شکل ۱

دورنمای توسعه رشته صنایع فلزی

با توجه به پیشرفت سریع فناوری در چند دهه اخیر و توجه ویژه کشور به بحث امنیت سازه‌های فلزی در برابر زلزله، احداث پالایشگاه‌های متعدد نفت و گاز و پتروشیمی، توسعه خطوط لوله در داخل و خارج از کشور، توسعه صنعت خودروسازی و ماشین‌سازی، و توجه به صنایع کوچک و رشد چشمگیر این صنایع و ضرورت توجه جدی به آموزش‌های رشته، کاربری این رشته روزبه‌روز در سطوح مختلف تحصیلی بیشتر از گذشته توسعه یافته است. همچنین زمینه اشتغال برای دانش‌آموختگان فراهم و مهیا است (شکل ۲).



شکل ۲

آینده شغلی در زمینه رشته صنایع فلزی

رشد و پیشرفت صنعت در جوامع کنونی و صنعتی شدن کشورها باعث شده است که کمبود نیروی متخصص و تکنسین برای راه‌اندازی و نوآوری، بیشتر احساس گردد. به همین دلیل اکثر جوامع بشری سرمایه‌گذاری خود را برای آموزش و تربیت این نیروها متمرکز ساخته‌اند. رشته صنایع فلزی و شغل‌های مرتبط با آن از جمله رشته‌ها و مشاغل هستند که روزبه‌روز نیاز به آنها افزایش می‌یابد و تقریباً می‌توان گفت بدون وجود تکنسین‌ها و متخصصین این گروه بسیاری از مراکز صنعتی راه‌اندازی نخواهد شد. اگر کمی به اطراف خود بیشتر توجه نمایید اثر یا آثاری از رشته و شغل‌های مرتبط به آن را می‌بینید، مانند کمد، کابینت، میز تحریر، درب و پنجره و بدنه انواع اتومبیل و... که تنها قسمت کوچکی از فعالیت‌های این رشته است. بنابراین جامعه کنونی هیچ‌گاه از مشاغل مرتبط با صنایع فلزی مانند جوشکاری قوس الکتریکی، جوشکاری مقاومتی، جوشکاری آرگون و فرایندهای جوشکاری ویژه در صنایع مختلف بی‌نیاز نخواهد بود. مشاغل مرتبط با رشته صنایع فلزی در صنایع خودروسازی، نفت و گاز و پتروشیمی، عمرانی و هوافضا از اهمیت بالایی برخوردار است. تکنسین‌ها و مهندسی جوشکاری، تکنسین جوش آرگون، تکنسین نقطه‌جوش، تکنسین جوش لیزر، تکنسین جوش پلاسما، تکنسین جوش میگ و مگ، بازرس جوش، تکنسین آزمون التراسونیک، تکنسین کنترل کیفی جوش، تکنسین آزمون مایع نافذ و ذرات مغناطیسی برخی از مشاغل رشته صنایع فلزی است که هنرجویان پس از کسب شایستگی‌های لازم در آن رشته می‌توانند در هریک از این شغل‌ها در صنایع نام‌برده مشغول به کار شوند.



ساخت مخزن ذخیره



مخزن ذخیره



جوشکاری لوله‌های پلی اتیلن



برش کاری پلاستما



فرم دهی و رول کردن با دستگاه نورد



جوشکاری سازه فولادی

شکل ۳

سطوح بالاتر تحصیلی و مشاغل مرتبط با صنایع فلزی را جست‌وجو کنید.

پژوهش





با مراجعه به سایت شرکت‌های مرتبط با صنایع فلزی الگوی سازمانی ارتباط بین مشاغل در آن را رسم کنید.

آشنایی با مهارت‌های رشته صنایع فلزی: کارگر ماهر صنایع فلزی، کمک تکنسین صنایع فلزی

نام مهارت‌های رشته صنایع فلزی	نام مهارت‌های رشته صنایع فلزی
جوشکار سازه‌های فولادی با فرایند SMAW	برش کار فلز با قیچی دستی و اهرمی
جوشکار خطوط لوله	خم کاری ورق دستی و ماشینی
ساخت تزیینات فلزی	برش کاری انواع پروفیل
جوشکار توپودری	فرم دهی انواع پروفیل
بازرسی چشمی (VT)	سوراخ کاری و پرچ کاری
بازرسی NDT (آزمون مایع نافذ)	کانال ساز
بازرسی NDT (آزمون ذرات مغناطیس)	جوشکاری اکسی گاز
نصب کار اسکلت فلزی	لحیم کاری نرم و سخت
جوشکار ساختمانی	جوشکاری مقاومتی
جوشکار گل میخ	برش کاری مکانیکی
جوشکار پلاستیک	برش کاری حرارتی (هوا برش)
جوشکار ترمیمی	برش کاری پلاسما
جوشکار با گاز محافظ MAG	صاف کاری
جوشکار با گاز محافظ TIG	فرم دهی و شکل دهی ورق (نورد)
جوشکاری خطوط لوله TIG	زرد جوشکار

با توجه به روند پیشرفت صنعت، آینده مشاغل مرتبط با صنایع فلزی چگونه خواهد بود؟

فکر کنید



کدام یک از مهارت‌های حرفه صنایع فلزی می‌تواند در بخش‌های ساخت، تعمیر و مراکز خدماتی در صنعت به کار گرفته شود.

کار کلاسی



نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات در رشته و چگونگی بهره‌برداری از آن

نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات (IT) در تمامی زمینه‌ها از جمله صنعت بر هیچ فردی پوشیده نیست و برنامه‌ریزان در عصر حاضر و آینده جز تن دادن به این فناوری نوین در تمامی زمینه‌های اطلاع‌رسانی راه‌گیزی ندارند. هنرجویان می‌توانند به‌طور مستمر با کسب اطلاعات در ارتباط با فناوری‌های نوین دانش خود را به‌روز کنند و در زمینه‌های طراحی، اتوماسیون صنعتی و بازرسی جوش پیشرفت چشمگیری داشته باشند.

■ میزان خلاقیت ابتکار و نوآوری مورد نیاز

امروزه در محیط‌های صنعتی، خلاقیت، نوآوری، کار گروهی و امکان استفاده از فناوری‌های جدید، از مهم‌ترین ابزاری است که یک فرد صنعتی می‌تواند در محیط کار برای رشد و پیشرفت علمی خود از آن استفاده کند. در محیط‌های آموزشی و صنعتی به‌دلیل تغییرات و پیشرفت سریع صنعت، با فراهم بودن زمینه‌های مختلف یادگیری، افرادی که دارای ذهنی خلاق، پویا و روحیه‌ای مبتکرانه هستند، قادر خواهند بود به بهترین وجه ممکن، شایستگی لازم را به‌دست آورند.

الزامات موفقیت در مشاغل مرتبط با صنایع فلزی (فلزکاری، جوشکاری، مونتاژکاری و برشکاری)

■ الزامات موفقیت شغل

وجود دانش تا زمانی که از آن استفاده نشود، ارزش چندانی ندارد. کسب دانش و ایجاد مهارت به‌تنهایی کافی نیست؛ بلکه این موضوع زمانی کامل می‌شود که به محل کاربرد در دنیای کار نه فقط در کارگاه‌های آموزشی برسد. در آنجاست که در کنار دانش و مهارت فنی کسب‌شده، نیاز به مهارت‌های دیگری نیز احساس می‌شود تا از ترکیب تمامی این موارد، موفقیت حاصل شود.

■ دانش و مهارت فنی

برای موفقیت در انجام هر کار فنی اولین الزام، داشتن دانش فنی و مهارت است و برای تداوم موفقیت در کار، بالا بردن مهارت‌های فنی همراه با دانش‌افزایی هست. برای بالا بردن مهارت و دانش‌افزایی در کارخانه‌های صنعتی بزرگ این آموزش‌ها در واحد آموزش انجام می‌شود و در کارگاه‌های کوچک دانش‌افزایی پرسنل خود را در مراکز آموزش سازمان فنی و حرفه‌ای و یا آموزشگاه‌های دیگر انجام می‌دهند.

با پژوهش و جست‌وجو در اینترنت قیمت دوره‌های تخصصی آموزشگاه‌های خصوصی را به‌دست آورده و نظر خود را درباره علل تفاوت قیمت‌های دوره‌ها با یکدیگر بیان کنید.

پژوهش



■ مستندسازی

یکی از مهم‌ترین موارد ضروری برای یک صنعتگر موفق آشنایی با برگه‌ها و چک‌لیست‌های موردنیاز و ثبت گزارش‌ها و فعالیت‌های کارگاهی است. در شرکت‌ها و کارخانه‌ها معمولاً یک واحد وظیفه این کار را بر عهده دارد. ولی در کارگاه‌های کوچک مستندسازی، فاکتور خرید، صدور فاکتور فروش، ساخت و یا تعمیر و... این کار را خود صنعتگر انجام می‌دهد.

■ اخلاق حرفه‌ای

همواره یکی از مهم‌ترین نکات در ایجاد کسب‌وکار موفق برای افراد و یا سازمان‌ها رعایت اخلاق حرفه‌ای است. بسیاری از شرکت‌های موفق برای تدوین اصول اخلاقی به این باور رسیده‌اند که باید در سازمان‌ها فرهنگ اخلاقی شکل بگیرد و کارکنان آن را رعایت کنند. اخلاق کاری یک ویژگی ارزشمند است. نمایش ارزش‌های مرتبط با اخلاق حرفه‌ای می‌تواند به شما کمک کند تا بتوانید برای موقعیت‌های شغلی بهتری اقدام کنید و با گروه‌های بزرگ‌تر و ارزشمندتری همکاری کنید. کارکنان با اخلاق حرفه‌ای عالی معمولاً برای پروژه‌های بزرگ‌تر و مهم‌تر انتخاب می‌شوند چراکه آنها اعتماد به نفس، نظم، ارتباط و درنهایت مدیریت بیشتری در ارتباط با پروژه و سایر اعضای گروه دارند و درنهایت قابل اعتمادترند.

■ قوانین کار

برای موفقیت در کار لازم است هر شخص صنعتگری مانند افرادی که سازنده مصنوعات فلزی، جوشکار، برش‌کار و بازرس جوش از قوانین بیمه، مالیات کار و بازنشستگی، حقوق و دستمزد، مرخصی و ساعت کار اطلاعات کافی داشته باشند و در موارد ضروری از این قوانین استفاده کنند. دسترسی به این قوانین معمولاً به صورت مدون در یک کتاب برای عموم امکان‌پذیر است.

■ نگاه اقتصادی

یکی دیگر از ضروریات نیروی فنی و صنعتگر موفق نگاه اقتصادی به کسب‌وکار است. برای راه‌اندازی یک کسب‌وکار کوچک اما موفق، بهتر است نکات زیر را مدنظر داشت: از افراد موفق‌تری که در زمینه ساخت مصنوعات فلزی، جوشکاری و برش‌کاری می‌شناسید پرس‌وجو کنید و رازهای موفقیت آنها را بررسی کنید. (به جغرافیای محلی که برای کار مدنظر قرار داده‌اید توجه کنید، برخی مناطق استعداد ایجاد کارگاه ساخت و خدمات صنایع فلزی را ندارند. مثلاً نیازهای خدماتی به کارگاه‌های موجود در شهرک صنعتی از لحاظ بعد مسافت در نظر گرفته شود، با توجه به اینکه ارائه خدمات صنایع فلزی همواره با چند شغل دیگر در ارتباط نزدیک است). مانند ارائه خدمات برش‌کاری و فرم‌دهی فلزات و خدمات جوشکاری، برای موفقیت نیاز است در این رشته‌ها ارتباط مناسبی با دیگر مشاغل برقرار کرد. یکی از مهم‌ترین مسائل، ایجاد خلاقیت در کار است. شاید پرسیدن اینکه «چگونه می‌توان در کاری مانند صنایع فلزی خلاقیت به خرج داد» سؤال خوبی برای اندیشیدن باشد.



یک صنعتگر در زمینه ساخت مصنوعات فلزی و یا یک جوشکار و یا شخصی که در زمینه برش کاری فلزات فعال است، چگونه می‌تواند با استفاده از روش‌های ابتکاری و خلاقانه، درآمد خود را با در نظر گرفتن اخلاق حرفه‌ای افزایش دهد؟

الهام از خلقت

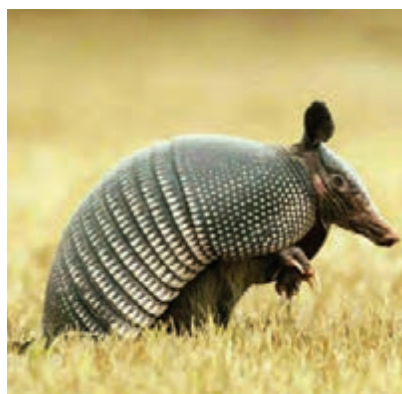
الهام گرفتن از آفریده‌های خداوند برای حل مشکلات انسان ایده‌ای محسوب می‌شود که با گذشت زمان روند تکامل به پیشرفت‌های باورنکردنی منجر شده که از فتوسنتز در گیاهان تا چشم انسان را دربر می‌گیرد. در همین راستا دانشمندان فناوری‌هایی را توسعه داده‌اند که با الهام و تقلید از برخی نوآوری‌های منحصربه‌فرد در خلقت شکل گرفته است.

الگوبرداری انسان از خلقت در ساخت زره



زره یک لباس نسبتاً محکم از جنس فلزاتی مانند آهن بود که در زمان‌های قدیم سربازان برای محافظت از خود به تن می‌کردند و امروز نیز از این فناوری در ساخت لباس‌های نظامی استفاده می‌شود. دو تصویر روبه‌رو یک سرباز از ایران باستان و یک سامورایی متعلق به کشور ژاپن است.

شکل ۴- الگوبرداری از خلقت در ساخت زره



سابقه تمدن و شهرنشینی برای بشر شاید به ۲۰۰۰۰ سال نرسد و وسایل جنگی نیز بعدها پدید آمدند اما یک پستاندار کوچک به نام آرمادیلو دارای یک پوست سخت دقیقاً شبیه به لباس سامورایی یا زره است که بعدها توسط انسان‌ها مورد استفاده قرار گرفت. این پوسته یا زره به خوبی از آرمادیلو در برابر دشمنان خارجی حفاظت می‌کند. به احتمال زیاد اولین مخترعین زره برای ساختن زره از الگوهایمانند لاک‌پشت یا آرمادیلو استفاده کرده‌اند و با مشاهده پوسته سخت خارجی آنها لباس‌هایی مشابه از روی آن برای حفاظت از خود ساختند (شکل ۵).

شکل ۵

« وَ فِي الْأَرْضِ آيَاتٌ لِلْمُوقِنِينَ (۲۰) وَ فِي أَنْفُسِكُمْ أَفَلَا تُبْصِرُونَ (۲۱) »

و روی زمین برای اهل یقین نشانه‌هایی است* و در وجود خود شما (نیز آیاتی است)، آیا نمی‌بینید؟
ذاریات / ۲۰ و ۲۱

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَاطِلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ (۱۹۱)

کسانی که خداوند را ایستاده و نشسته و بر پهلو آرمیده، یاد می‌کنند و در آفرینش آسمان‌ها و زمین می‌اندیشند که
پروردگارا این را بیهوده نیافریده‌ای، پاکی که تویی، ما را از عذاب آتش دوزخ در امان بدار.

آل عمران / ۱۹۱

دانستنی‌ها

یکی از بزرگ‌ترین و مهم‌ترین پروژه‌های نظامی دریایی ایران که با همکاری دانشگاه‌های کشور و مراکز صنعتی و نظامی ایران با مدیریت نیروی دریایی ارتش جمهوری اسلامی ایران انجام شد ایده‌پردازی، طراحی، اجرا و ساخت ناوشکن جماران بوده است. این ناوشکن توانایی حمل بالگرد و سایر فعل و انفعال نظامی موردنیاز در دریا و در تعامل با هوا و زمین را دارد. همچنین سامانه‌های تسلیحاتی، بدنه، روسازه، سامانه‌های مخابراتی، جنگ الکترونیک و رادار این ناوشکن توسط جوانان توانمند ایرانی طراحی و تولید شده است. اهمیت اجرای این پروژه و ساخت ناوشکن تمام ایرانی جماران به گونه‌ای بود که در مراسم الحاق این ناوشکن به ناوگان نیروی دریایی ارتش جمهوری اسلامی ایران در سال ۱۳۸۸ که با حضور مقام معظم رهبری برگزار شد قریب به اتفاق خبرگزاری‌های جهان با پوشش خبری کم‌نظیر اقدام به انعکاس خبر و متعاقب آن تحلیل‌های مرتبط نمودند (شکل ۶).



شکل ۶- الحاق ناوشکن بالگرد بر جماران با حضور فرماندهی معظم کل قوا به نیروی دریایی ارتش جمهوری اسلامی ایران

آشنایی با محیط کارگاه صنایع فلزی

کارگاه صنایع فلزی محیطی است که در آنجا با استفاده از فرایندهای برش کاری، شکل دهی، مونتاژکاری و جوشکاری اقدام به ساخت یا تعمیر مصنوعات فلزی می نمایند. در کارگاه های صنایع فلزی متناسب با نوع کار جوشکاری از ابزار و تجهیزات مختلفی استفاده می شود و براساس اندازه و تعداد سازه ها و ابعاد مصنوعات فلزی ابعاد کارگاه ها تغییر می کند.



شکل ۷- بخشی از فضای کارگاه های ساخت تجهیزات صنعتی با استفاده از فرایندهای مختلف در کارگاه های صنایع فلزی را نشان می دهد.

فضای کارگاه صنایع فلزی به طور معمول سرپوشیده است ولی گاهی به دلیل شرایط اجرایی مثل مشکل حمل و نقل سازه های بزرگ صنعتی بخشی از فعالیت های ساخت و یا اتمام آن در محل نصب (سایت) صورت می پذیرد. در هر صورت کارگاه صنایع فلزی چه در فضای باز استقرار یابد و چه در محل سرپوشیده باشد لازم است تمهیدات لازم جهت انجام مطلوب و ایمن عملیات مختلف برش کاری، شکل دهی و جوشکاری صورت گیرد. شکل ۷ نمونه ای از کارگاه های صنایع فلزی تجهیز شده در محل ساخت سازه های صنعتی را نشان می دهد. همان طور که در کارگاه ساخت خط لوله دیده می شود، گاهی به منظور جلوگیری از تأثیر منفی وزش باد و یا برف و باران روی کیفیت جوش، عملیات جوشکاری در زیر ناحیه چادر کشیده شده صورت می گیرد.

پودمان اول: معرفی رشته، آینده شغلی و الزامات ایمنی



تصویر شماره ۲



تصویر شماره ۱



تصویر شماره ۴



تصویر شماره ۳

شکل ۸

هنرجویان عزیز با توجه به تصاویر بالا و راهنمایی گرفتن از هنرآموز محترم جدول زیر را تکمیل نمایید:

شماره تصویر	نوع مهارت‌های به کار گرفته شده و موردنیاز مرتبط با رشته صنایع فلزی
۱	
۲	
۳	
۴	

کار کلاسی



دستگاه‌های موجود در کارگاه صنایع فلزی

متناسب با فعالیت‌هایی که در کارگاه‌های صنایع فلزی صورت می‌گیرد و نوع سازه‌ها و مصنوعات فلزی صنعتی که ساخته می‌شوند و یا مورد تعمیر و بازسازی قرار می‌گیرند، نوع و تعداد دستگاه‌ها و نیز ابزارهای جانبی متعلق به آنها متفاوت است.

فعالیت‌های متداول در کارگاه‌های صنایع فلزی عبارت‌اند از: عملیات برش کاری (مکانیکی، حرارتی)، سنگ‌زنی، شکل‌دهی و جوشکاری که برخی از ابزار و تجهیزات مربوط به این فعالیت‌ها در شکل ۹ نشان داده شده است.



الف) برخی از دستگاه‌های برش کاری: برش کاری مکانیکی و حرارتی



ب) برخی از دستگاه‌های سوراخ کاری و سنگ‌زنی و پخ‌زنی و عملیات پرداخت



ج) برخی از دستگاه‌های جوشکاری SMAW- GMAW - TIG

شکل ۹

هنرجویان عزیز به کمک هنرآموز محترم خود برخی از تجهیزات و ابزارهای موردنیاز در کارگاه صنایع فلزی را از شکل ۹ (الف، ب و ج) در قالب یک جدول به صورت زیر لیست نمایید و قیمت هرکدام از آنها را با مراجعه به بازار ابزارآلات و تجهیزات کارگاهی (به صورت حضوری و یا اینترنتی) استخراج کنید.

کار کلاسی



نام ابزار و تجهیزات	قیمت (ریال)	نام ابزار و تجهیزات	قیمت (ریال)
گیوتین مکانیکی ۲ متری		دریل ستونی	.....
پروفیل بر رومیزی		رکتی فایر جوش SMAW	.....
اره نواری تیرکس		دستگاه جوش TIG	.....
دریل دستی		سنگ فرز مینی	.....

انبار در کارگاه‌های صنایع فلزی

در کارگاه‌های جوشکاری به طور معمول فضاهایی را برای نگهداری ابزار، مواد و محصولات جوشکاری اختصاص می‌دهند که انبار نامیده می‌شوند. در ادامه به معرفی انبارهای اصلی هم‌جوار با کارگاه صنایع فلزی پرداخته می‌شود.

۱ انبار نیم‌ساخته‌های فلزی

این انبارها محل نگهداری انواع نیم‌ساخته‌های فلزی مثل ورق، میلگرد، نبشی، پروفیل و غیره می‌باشند که برحسب نوع پروفیل، جنس و مشخصات دیگر از هم تفکیک شده و چیده می‌شوند. به‌طورمعمول باید ورق‌ها، میلگردها، نبشی‌ها، تسمه‌ها و پروفیل‌ها هرکدام به شکل جداگانه و براساس قطر یا ضخامت و نیز از نظر نوع جنس (فولاد، آلومینیوم و غیره) تفکیک شوند.

به‌طور مثال نیم‌ساخته‌های فولاد زنگ‌نزن (ورق، لوله، میل و...) باید جدا از فولادهای معمولی (کربنی) انبار شوند. شکل ۱۰ فضای داخل انبار نیم‌ساخته‌های فلزی را نشان می‌دهد.



شکل ۱۰- انبار نیم‌ساخته‌های فلزی (پروفیل‌ها و ورق‌ها)

۲ انبار مواد مصرفی جوشکاری

این انبارها محل نگهداری انواع مختلف مواد مصرفی مثل الکترودها، سیم‌جوش‌ها و پودرهای جوشکاری می‌باشند که باید در شرایط مناسب نگهداری شوند و برچسب شناسایی مواد، حاوی اطلاعات لازم روی جعبه یا قفسه‌های مربوطه نصب گردد و نیز دستورالعمل شرایط حمل‌ونقل، ورود و خروج و نگهداری آنها از نظر دما و رطوبت در انبار مشخص باشد.

شکل ۱۱ نمونه‌ای از قفسه‌های نگهداری مواد مصرفی جوشکاری را در انبار نشان می‌دهد.



شکل ۱۱- انبار مواد مصرفی جوشکاری

۳ انبار کپسول‌های گازها

این انبارها محل نگهداری انواع کپسول‌های گاز مصرفی مانند اکسیژن، استیلن، آرگون، دی‌اکسید کربن و غیره است. کپسول‌های مذکور باید جدا از هم انبار شوند، حتی کپسول‌های پر و خالی نیز لازم است جدا از هم باشند. همچنین رعایت نکات ایمنی در انبار کردن کپسول گازهای قابل اشتعال مثل استیلن و یا اکسیژن بسیار مهم است و باید به دقت رعایت شود. نکته دیگر اینکه کپسول‌ها در شرایط ایستاده و دارای کلاهک انبار شوند. شکل ۱۲ قفسه‌های مخصوص نگهداری کپسول‌های گاز را نشان می‌دهد.



شکل ۱۲- نحوه نگهداری کپسول‌های گاز مورد استفاده در جوشکاری و برش کاری

۴ انبار مرکزی ابزار و لوازم

در این انبار به طور معمول تعداد زیادی از اقلام مرتبط با دستگاه‌ها و تجهیزات جوشکاری، برش کاری، ماشین کاری و متعلقات جانبی آنها نگهداری می‌شود. بنابراین لازم است برچسب شناسایی اقلام مذکور حاوی اطلاعات لازم روی جعبه یا قفسه‌های مربوطه نصب گردد. همچنین با توجه به اینکه اجزا و ابزارهای موجود در این انبارها از نظر آسیب‌پذیری و حساسیت نسبت به شرایط محیطی متفاوت می‌باشند، بنابراین لازم است نحوه چیدمان و نوع سیستم تهویه به منظور کنترل دما و رطوبت متناسب با جنس و حساسیت آنها در نظر گرفته شود.

شکل ۱۳ فضای داخل انبار و نحوه چیدمان ابزار و لوازم را نشان می‌دهد.



شکل ۱۳- فضای داخل انبار مرکزی

سلسله مراتب در حرفه صنایع فلزی

برای ساخت یک سازه فلزی واحدهای تخصصی مختلفی با یکدیگر همکاری می‌کنند مانند:

طراحی و مهندسی	برش کاری و فرم دهی	ماشین کاری
بازرسی و کنترل کیفی	مونتاژ کاری و جوشکاری	پشتیبانی و تدارکات

در شرایطی کار به نحو مطلوب انجام می‌شود که هر واحد مطابق شرح وظایف تعریف شده امور محوله را در زمان مقتضی و به نحو مطلوب انجام دهند، نتایج زیر حاصل می‌گردد:

۱	میزان تولید در کارگاه افزایش می‌یابد.
۲	ایمنی کارکنان کارگاه بالا می‌رود.
۳	کیفیت سازه فلزی ساخته شده افزایش پیدا می‌کند.
۴	ضایعات و دوباره کاری‌ها کاهش می‌یابد.

بنابراین در فعالیت صنعتی که به صورت کار گروهی و با مشارکت تخصص‌های مختلف انجام می‌شود لازم است وظایف و مسئولیت‌های اشخاص و بخش‌های مختلف درگیر با کار و نیز چگونگی ارتباط واحدهای کاری با یکدیگر مشخص و تعریف شده باشد.

انضباط شغلی

انضباط شغلی عبارت است از رعایت مقررات و معیارهای تعریف شده متناسب با حرفه صنایع فلزی که به منظور جلوگیری از حوادث ناگوار و انجام صحیح فعالیت‌های برش کاری، فرم دهی، مونتاژ کاری، جوشکاری وضع می‌شود و می‌بایست توسط کلیه افراد رعایت شود. موارد مهم انضباط شغلی به شرح ذیل است:

۱ مسئولیت پذیر بودن

یعنی نسبت به وظیفه‌ای که برای فرد تعریف شده است و یا نسبت به ابزار و امکاناتی که در اختیار فرد قرار گرفته است احساس مسئولیت نماید و نهایت سعی و تلاش خود را برای انجام به موقع و صحیح امور محوله و نیز نگهداری از تجهیزات که در اختیارش قرار گرفته است به کار گیرد.

حفظ اموال عمومی به عنوان سرمایه‌های ملی و بین نسلی از نظر اخلاق حرفه‌ای و همچنین از طرف ادیان مختلف به ویژه دین مبین اسلام مورد تأیید و سفارش قرار گرفته است.

۲ رعایت سلسله مراتب شغلی و احترام به همکاران

همان طور که گفته شد در فعالیتهای صنعتی کار به صورت گروهی انجام می شود و برای هر شخص وظیفه‌ای برحسب تخصص یا جایگاه سازمانی او تعریف می شود که فرد نسبت به انجام صحیح آن مسئولیت دارد. لذا همه اشخاص وظیفه دارند نسبت به حوزه مسئولیت دیگران احترام بگذارند و از دخالت در حوزه کار دیگران پرهیز نمایند.

۳ رعایت مسائل ایمنی فردی و گروهی

عوامل زیادی در محیط‌های صنعتی و کارگاه‌های صنایع فلزی وجود دارند که خطرات آفرین هستند. چنانچه فرد نسبت به آنها آگاهی لازم را نداشته باشد و مسائل ایمنی فردی یا گروهی را رعایت نکند ممکن است باعث ایجاد خطر برای خود و دیگران شود. بنابراین ضروری است فرد ابتدا نسبت به عوامل خطر ساز اطلاعات و آگاهی لازم را کسب نماید و راه‌های جلوگیری از ایجاد خطر را بشناسد و نسبت به رعایت موارد ایمنی اقدام کند. همچنین از پرداختن به کارهای خطرناک و ماجراجویانه به شدت پرهیز کند (شکل ۱۴).



شکل ۱۴- رعایت مسائل

ایمنی فردی و گروهی

۴ رعایت نظم و مقررات

یکی دیگر از مواردی که لازم است افراد در محیط کارگاهی آن را رعایت کنند مسئله حفظ نظم و انضباط و نیز توجه ویژه به مقرراتی است که متناسب با نوع فعالیت در محیط‌های کارگاهی به منظور جلوگیری از حوادث ناگوار و انجام صحیح کارها در نظر گرفته می شود (شکل ۱۵).



شکل ۱۵- رعایت نظم و مقررات در یک کارگاه صنایع فلزی

ضوابط ایمنی در کارگاه صنایع فلزی

ایمنی و حفاظت فنی رشته وسیع و گسترده‌ای است که تحت عنوان حفاظت صنعتی به مجموعه تدابیر، اصول و مقرراتی گفته می‌شود، با به کار گرفتن آنها توان نیروی انسانی و سرمایه در مقابل خطرات مختلف و محتمل در محیط‌های صنعتی به نحو مؤثری حفظ می‌گردد، و یک محیط کاری بی خطر و سالم جهت افزایش کارایی کارکنان به وجود می‌آید.

در محیط‌های صنعتی با وجود ماشین‌آلات و ابزار فراوان، به طور معمول کارگران در معرض مخاطرات مختلف قرار دارند. با توسعه فناوری و افزایش کاربرد ماشین در امر تولید احتمال مخاطرات و حوادث در این گونه محیط‌ها زیاده‌تر می‌شود. سوانح در کارخانه‌ها ممکن است باعث نقص عضو یا فوت افراد شود که به سهولت و سرعت قابل جبران نیست و برای سازمان فقدان یک متخصص که سال‌ها برای تربیت او سرمایه و وقت مصرف شده است، زیان سنگینی به شمار می‌آید. در کارگاه‌هایی که اصول ایمنی و حفاظت فنی مراعات نمی‌شود، روحیه کارکنان ضعیف و متزلزل است و کمتر امکان دارد کارگران تراز اول به خدمت در چنین سازمان‌هایی راضی شوند. بنابراین اجرای تدابیر و برنامه‌هایی به منظور ایمنی و حفاظت فنی کارکنان در راستای تأمین و نگهداری نیروی انسانی، در درجه اول اهمیت قرار دارد. در عین حال،



صرف هزینه و تخصیص اعتبار در برنامه‌های سازمان، به منظور ابداع تدابیر و استقرار وسایل ایمنی جهت جلوگیری از حوادث در مقابل منافع حاصل از آن اندک و ناچیز است. در این بخش سعی شده است به صورت خلاصه عوامل اصلی مخاطره‌آمیز در محیط کارگاه صنایع فلزی معرفی شود. همچنین در مورد نکات ایمنی و راه‌های مقابله یا جلوگیری از پیشامدهای ناگوار توصیه‌های مهم ارائه گردد.



ایمنی و حفاظت فردی در کارگاه صنایع فلزی

حرفه برش کاری، شکل‌دهی فلزات، مونتاژکاری و جوشکاری مانند سایر مشاغل صنعتی دارای خطرات بالقوه‌ای است. در صورت شناخت عوامل خطر ساز و آگاهی در خصوص نکات ایمنی و حفاظت فنی محیط کار و نیز رعایت آنها توسط همه افراد شاغل در کارگاه صنایع فلزی می‌توان از وقوع حوادث ناگوار جلوگیری کرد که در ادامه به معرفی عوامل خطر ساز و راهکارهای مقابله با آنها پرداخته می‌شود.

عوامل مخاطره آمیز در کارگاه‌های صنایع فلزی

به‌طور کلی خطرات بالقوه‌ای که کارکنان شاغل در کارگاه‌های صنایع فلزی را تهدید می‌کند به دو دسته تقسیم می‌شوند.

الف) خطرات عمومی

شکستگی اعضای بدن در اثر سقوط یا برخورد اجسام، برق‌گرفتگی، جراحت و خونریزی، کوفتگی اعضای بدن، سوختگی، مسمومیت‌های عمومی و تنگی نفس. هرگونه از فعالیت‌های کارگاهی (برش کاری، شکل‌دهی فلزات، مونتاژ کاری و جوشکاری) مخاطرات ویژه خاص خود را دارد که فرد با رعایت نکردن نکات ایمنی ویژه آن کار، ممکن است دچار حادثه شود.

کار کلاسی



هنرجویان عزیز مهم‌ترین عوامل باز دارنده حادثه در کارگاه صنایع فلزی در جدول زیر خلاصه شده است، موارد بیشتر را با راهنمایی هنرآموز محترمتان تکمیل نمایید.

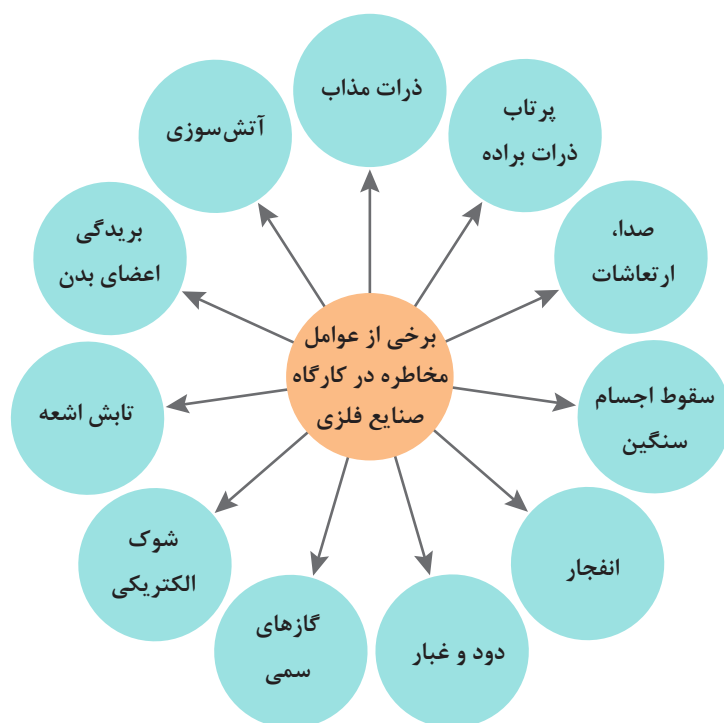
هنرجویان جهت ایمنی فردی و گروهی ملزم به رعایت این نکات در کارگاه می‌باشند	
منشور اخلاقی و ایمنی در کارگاه صنایع فلزی	
۱	هرگونه کار در کارگاه به‌ویژه کار با دستگاه‌هایی مانند گیوتین، اره آتشی، نورد، خم‌کن برقی، دستگاه فرز، دریل ستونی، دستگاه هوا برش و پروفیل‌بر را حتماً با اجازه، حضور و هماهنگی هنرآموز یا مربی (سرپرست کارگاه) انجام دهید.
۲	از لباس کار استاندارد کارگاهی استفاده شود.
۳	حتماً قبل از شروع کار از تجهیزات ایمنی فردی استفاده گردد.
۴	از دویدن در کارگاه جداً خودداری گردد.
۵	در کار دیگران دخالت نکنید.
۶	از هرگونه شوخی کردن در کارگاه جداً خودداری گردد.
۷	در حین کار مواظب سلامتی خود و دیگران باشید.
۸	حتماً دستگاهی مانند فرز، اره آتشی و پروفیل‌بر مجهز به قاب محافظ باشند.
۹	در حفظ و نگهداری ابزار و تجهیزات کار مسئولیت دارید.
۱۰	.....
۱۱	.....
۱۲	.....
۱۳	.....
۱۴	.....
۱۵	.....



هنرجوی عزیز با راهنمایی هنرآموز محترم خود آیین‌نامه ایمنی جوشکاری و برش کاری در کتاب همراه هنرجو را بررسی و جدول زیر را تکمیل نمایید.

آشنایی با قوانین و مقررات و آیین‌نامه حفاظت فنی در عملیات جوشکاری و برش کاری	
آیین‌نامه ایمنی جوشکاری و برش کاری گرم مشتمل بر ۹۱ ماده به استناد مواد ۸۵ و ۹۱ کار جمهوری اسلامی ایران در جلسه مورخ ۱۳۸۷/۰۵/۱۶ شورای عالی حفاظت فنی تهیه و در تاریخ ۱۳۸۷/۱۱/۲۴ به تصویب وزیر کار و امور اجتماعی رسیده است. در این آیین‌نامه باید‌ها و نبایدهای جوشکاری و برش کاری ذکر شده است. مقررات این آیین‌نامه به استناد ماده ۸۵ قانون کار جمهوری اسلامی ایران تدوین گردیده است.	
ماده ۲	کلیه دستگاه‌ها و تجهیزاتی که برای جوشکاری و برش کاری به کار برده می‌شوند، باید به‌طور مرتب و براساس دستورالعمل‌های کارخانه سازنده مورد بازدید، آزمایش و دقت‌سنجی قرار گرفته و در صورت وجود نقص و یا فرسودگی، تعمیر و یا از فرایند کار خارج گردند.
ماده ۱۹	جوشکاری و برش کاری در مکان‌هایی که مواد یا گازهای قابل اشتعال یا انفجار وجود دارد، ممنوع است.
ماده ۳۰	تماس روغن، گریس و مواد قابل اشتعال و انفجار با کلیه دستگاه‌ها و تجهیزات جوشکاری و برش کاری گازی ممنوع است.
ماده ۳۹	سیلندرهای اکسیژن و انواع گازها باید به‌صورت ادواری و براساس آیین‌نامه‌های حفاظتی و استانداردهای ملی توسط کارفرما مورد بازدید و آزمایش قرار گیرد.
ماده ۴۳	سیلندرهای گاز باید به‌طور قائم و مطمئن در جای خود قرار گیرند تا از افتادن احتمالی آنها جلوگیری شود.
ماده ۴۹	.....
ماده ۵۴	رنگ شیلنگ‌ها باید مطابق با استاندارد شماره ۳۷۹۲ و رنگ بدنه سیلندرهای گاز باید براساس استاندارد شماره ۷۱۲ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران باشد.
ماده ۶۱	.....
ماده ۷۱	.....
ماده ۷۲	قبل از آغاز جوشکاری و برش کاری باید از ایمن بودن کلیه اتصالات و تجهیزات اطمینان حاصل نمود.
ماده ۸۱	.....
ماده ۸۷	.....
ماده ۸۸	.....
ماده ۸۹	.....
ماده ۹۱	مسئولیت رعایت مقررات این آیین‌نامه بر عهده کارفرمای کارگاه بوده و در صورت وقوع هرگونه حادثه به‌دلیل عدم توجه کارفرما به الزامات قانونی مکلف به جبران کلیه خسارات وارده به زیان دیدگان است.

در نمودار ۱ مهم‌ترین عوامل مخاطره‌آمیز در کارگاه صنایع فلزی اشاره شده است.



نمودار ۱

هنرجویان عزیز با کمک هنرآموز محترم، با توجه به نمودار بالا عوامل دیگری که می‌توانند در کارگاه صنایع فلزی مخاطره‌آمیز باشند را در این جدول بنویسید:

کار کلاسی



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



هنرجویان عزیز با راهنمایی هنرآموز محترم خود بازدید از کارگاه صنایع فلزی هنرستان خود داشته باشید. با توجه به نمودار ۱ در حین بازدید از قسمت‌های مختلف کارگاه (بخش ورق کاری، برش کاری و جوشکاری) و نوع فرایند یا فعالیت کارگاهی که با عدم توجه به نکات ایمنی می‌تواند برای شما و دیگر افراد کارگاه باعث ایجاد حادثه شود، جدول زیر را تکمیل نمایید.

ردیف	نوع مخاطره	نوع فعالیت	دلیل ایجاد	اقدامات لازم جهت جلوگیری از مخاطره
۱	انفجار	جوشکاری و برش کاری اکسی سوخت	عدم استفاده از شیر یک طرفه	حتماً بین دسته مشعل و شیلنگ گاز از شیر یک طرفه استفاده شود.
۲	انفجار	جوشکاری و برش کاری اکسی سوخت	وجود روغن و چربی	شیر و کپسول اکسیژن هرگز با روغن و چربی تماس و آلودگی پیدا نکنند.
۳	انفجار	.....	.....	.....
۴	گازهای سمی	.....	.....	.....
۵	گازهای سمی	.....	.....	.....
۶	بریدگی اعضای بدن	.....	.....	.....
۷	بریدگی اعضای بدن	.....	.....	.....
۸	پرتاب ذرات براده	.....	.....	.....
۹	پرتاب ذرات براده	.....	.....	.....
۱۰	شوک الکتریکی	.....	.....	.....
۱۱	تابش اشعه	.....	.....	.....
۱۲	صدا	.....	.....	.....
۱۳	ذرات مذاب	.....	.....	.....
۱۴	.....	.....	.....	.....
۱۵	.....	.....	.....	.....
۱۶	.....	.....	.....	.....
۱۷	.....	.....	.....	.....
۱۸	.....	.....	.....	.....
۱۹	.....	.....	.....	.....
۲۰	.....	.....	.....	.....

مهم‌ترین عوامل جلوگیری از حوادث در کارگاه

الزام هنرجویان و کارکنان کارگاه به استفاده از وسایل ایمنی فردی به منظور حفاظت افراد شاغل در کارگاه‌های صنعتی لازم است همه کارکنان متناسب با شرایط کار از وسایل ایمنی فردی استفاده نمایند که در جدول ۱ به مهم‌ترین وسایل ایمنی فردی در کارگاه صنایع فلزی اشاره شده است.

جدول ۱- معرفی وسایل ایمنی فردی برای حرفه جوشکاری

ردیف	نوع وسایل ایمنی	ویژگی و مشخصات	تصویر
۱	لباس کار EN ISO 11611	لباس کار عمومی برای کارهای جوشکاری بهتر است از پارچه‌های ضخیم نخی و کتانی تهیه شوند.	
۲	پوشش حفاظتی چرمی	با توجه به شرایط جوشکاری و برش کاری بهترین جنس برای پوشش تکمیلی، پوشش چرمی است، نظیر کلاه، پیش‌بند، آستین بند و پابند.	
۳	کفش ایمنی EN ISO 20345	کفش ایمنی استاندارد باید پنجه فولادی داشته باشد چون خطر سقوط اجسام سنگین و تیز وجود دارد. همچنین به دلیل خطر برق‌گرفتگی باید دارای کف لاستیکی و ضخیم باشد تا احتمال برق‌گرفتگی و صدمه دیدن کاهش یابد. برای کارهای جوشکاری باید از کفش ایمنی از نوع بدون بند استفاده کرد.	

ردیف	نوع وسایل ایمنی	ویژگی و مشخصات	تصویر
۴	ماسک و عینک محافظ در برابر ذرات و پلیسه و براده ANSI/ISEA Z87.1	چشم حساس ترین عضو بدن انسان است لذا باید از هرگونه صدمه و آسیب مصون بماند. از طرفی در صورت بروز خراش و جراحت چشم به سستی معالجه می شود. بنابراین ضروری است متناسب با شرایط فرایند، برش کاری یا سنگ زدن و تمیزکاری نسبت به انتخاب حفاظت فیزیکی چشم جهت جلوگیری از ورود ذرات و براده های تیز از رسیدن به چشم جلوگیری شود.	
۵	ماسک جوشکاری ANSI/ISEA Z87.1	عینک ها و ماسک های جوشکاری در انواع و مدل های مختلفی ساخته می شوند. شیشه عینک ها و ماسک ها ممکن است یک جداره و یا دوجداره باشد یعنی یک شیشه سفید معمولی برای برش کاری با سنگ فرز که هدف حفاظت فیزیکی چشم است به اضافه جداره دوم که شیشه سیاه رنگ با درجه تاریکی متناسب با نوع فرایند جوشکاری و اشعه های مضر آن که در موقع جوشکاری و هم زمان با برقراری قوس جوش چشم قرار می گیرد. حتی در موقع تک خال زدن باید از ماسک سالم با شیشه مناسب استفاده کرد. ماسک های اتومات که بیشتر در فرایند جوشکاری تیگ مورد استفاده قرار می گیرد.	
۶	گوشی محافظ DIN EN 352	در کارگاه هایی که عملیات آهنگری، برش کاری، سنگ زنی و جوشکاری انجام می شود و صداهای بالاتر از حد مجاز (85db) وجود دارد، باید از حفاظ مخصوص گوش استفاده کرد. این کار همچنین جلوی ورود گردوغبار را به بخش های میانی و داخل گوش می گیرد.	

ردیف	نوع وسایل ایمنی	ویژگی و مشخصات	تصویر
۷	دستکش EN 12477	دستکش‌ها وسایل حفاظت فردی هستند که برحسب انواع آن، می‌تواند انگشتان دست تا بالای مچ دست را در مقابل عوامل زیان‌آور محیط کار محافظت نماید. نوع دستکش براساس نوع فرایند کارگاهی و متناسب با آن الزاماً مورد استفاده قرار می‌گیرد.	
۸	ماسک تنفسی	هرکدام از این ماسک‌ها برای شرایط و محیط‌های خاصی طراحی شده‌اند و انتخاب نوع مناسب آن براساس نوع آلودگی و شرایط محیطی بسیار حائز اهمیت است.	

کار کلاسی



هنرجویان عزیز با استفاده از راهنمایی هنرآموز محترم خود فعالیت خواسته شده زیر را کامل نمایید:
کاربرد وسیله هارنس یا کمربند ایمنی برای چه افرادی و در کدام شرایط کاری استفاده از آن الزام‌آور است:

نوع وسایل ایمنی	کاربرد و شرایط الزام استفاده از آن	تصویر
کمربند ایمنی و هارنس EN 361		

سیستم تهویه در کارگاه صنایع فلزی

در کارگاه‌های صنایع فلزی با توجه به اینکه فرایندهای مختلف صنعتی مانند عملیات برش کاری (هوا برش - پلاسما) جوشکاری (SMAW-TIG-GMAW-FCAW) و لحیم کاری (سخت - نرم) عملیات پرداخت کاری (سنگ زنی) و دیگر عملیات مکانیکی در این کارگاه صورت می‌گیرد و این نوع فعالیت‌ها منجر به تولید دود و گازهای سمی (بخارات فلزی) می‌شوند و خطرات شیمیایی و زیان‌آوری برای سلامتی کارکنان و افراد شاغل در کارگاه ایجاد می‌نماید. برای خارج کردن گازهای مضر، دود و غبار از محیط کارگاه استفاده از سیستم تهویه استاندارد الزامی است.

سیستم‌های تهویه به کار گرفته شده در کارگاه‌های صنایع فلزی به دو گروه دسته‌بندی می‌شوند.

۱ تهویه عمومی کارگاه

معمولاً در کارگاه‌های صنعتی تهویه عمومی توسط هواکش‌های صنعتی در دو مدل ثابت و متحرک به کار گرفته می‌شود که وظیفه جابه‌جایی هوای داخل کارگاه به بیرون از کارگاه بدون تصفیه را انجام می‌دهند.



شکل ۱۶- سیستم‌های متنوع تهویه عمومی کارگاه صنایع فلزی

هنرجویان عزیز در مورد تب بخارات فلزی از طریق راهنمایی گرفتن از هنرآموز محترم، و همچنین جست‌وجو در اینترنت دلیل به‌وجود آمدن و خطرات ناشی از ایجاد آن را بررسی و در قالب یک گزارش به هنرآموز خود ارائه نمایید.

پژوهش



۲ تهویه موضعی کارگاه

در بیشتر کارگاه‌هایی که کار صنعتی، همراه با تولید دود و بخارات فلزی و غبار همراه است، برای جلوگیری از گسترش و پراکنده شدن آنها در کارگاه، تجهیزات تهویه موضعی به کار می‌رود. این تجهیزات بخارات فلزی یا دودهای ناشی از فرایندها را از همان منبع تولیدکننده با دستگاه تهویه موضعی مکیده و پس از تصفیه به فضای بیرون کارگاه انتقال می‌دهند.



شکل ۱۷- سیستم تهویه موضعی در کارگاه صنایع فلزی که دودهای متصاعد شده را مکش کرده و مانع از رسیدن آن به سیستم تنفسی کارکنان کارگاه می‌شود.

علائم ایمنی

برای یکسان‌سازی شیوه‌نامه‌های ایمنی و بهداشت در محیط‌های کاری از نمادهایی استفاده می‌شود که هر یک بیانگر مفهوم ایمنی و بهداشتی ویژه‌ای هستند. این نمادها معمولاً در بخش‌های مختلف کارگاه و روی دستگاه‌ها و تجهیزات مختلف نصب می‌شوند.

هنرجویان عزیز با راهنمایی هنرآموز محترم خود مفهوم نمادهای زیر را تکمیل نمایید:

				نماد
.....	.....	.....	.....	مفهوم نماد

توصیه‌های مهم امدادی

با توجه به ماهیت رشته صنایع فلزی که با فرایندهای مختلف و تجهیزات و دستگاه‌های مختلفی که می‌توانند در صورت رعایت نکردن الزامات ایمنی استاندارد، خطراتی نظیر: سوختگی، آتش‌سوزی، برق‌گرفتگی، شکستگی و بریدگی اعضای بدن به‌وجود آورند. لذا در این قسمت به چند توصیه مهم در خصوص موارد فوق توجه فرمایید.

الف) به هنگام بروز حادثه

پیشگیری از بروز حادثه‌ای جدید در محل از کارهای مهم هست.
به هنگام بروز حادثه ورود افراد متفرقه باید محدود شود.
اگر حادثه برق‌گرفتگی باشد بلافاصله برق باید قطع شود.
حادثه را به هنرآموز خود یا سرپرست کارگاه اطلاع دهید.

ب) امداد و کمک‌های اولیه

در صورت بروز خونریزی فرد را به حالت خوابیده نگاه داشته و با قدرت هر چه تمام‌تر با کف دست به روی محل خونریزی تا رسیدن کمک فشار دهید. فراموش نکنید برای این کار از دستکش پلاستیکی یا کیسه پلاستیکی استفاده کنید. این کار برای پیشگیری از سرایت احتمالی بعضی بیماری‌ها توسط خون به بدن مصدوم لازم است. دراز کردن فرد برای جلوگیری از بیهوشی و اغما به‌دلیل از دست دادن زیاد خون هست.

در مورد فردی که دچار خونریزی شده است سه چیز را همیشه به خاطر داشته باشد که نباید انجام دهید:
هرگز مصدوم را ایستاده نگاه ندارید.
هرگز سعی نکنید تا جسم خارجی را که در داخل عضو مجروح هست خارج کنید.
هرگز حتی اگر مصدوم از شما تقاضا کرد به او آب ندهید.

نظام آراستگی 5S



نظام آراستگی که نخستین بار توسط ژاپنی‌ها انجام شد، در محیط کار منجر به پیشگیری از حوادث و افزایش بهره‌وری می‌گردد. اجرای 5S برای رسیدن به چندین هدف مانند ایمنی و بهداشت، بهره‌وری، صرفه‌جویی در هزینه‌ها، افزایش کیفیت، پیشگیری از خرابی‌ها و افزایش عمر وسایل و تجهیزات است.

کار کلاسی



هنرجویان عزیز به کمک هنرآموز محترم خود جدول نظام آراستگی زیر را تکمیل نمایید:

ردیف	نام تکنیک آراستگی	هدف از آراستگی	نمونه‌ای از تکنیک آراستگی در کارگاه صنایع فلزی
S1	ساماندهی	تفکیک ضروری از غیرضروری	.....
S2	نظم و ترتیب	مرتب کردن و مشخص کردن مکان هر وسیله‌ای	.....
S3	پاکیزه‌سازی	تمیزکاری و نگهداری محیط به صورت همواره تمیز	.....
S4	استانداردسازی	تدوین دستورالعمل‌ها و استانداردها برای حفظ و تداوم آراستگی	.....
S5	انضباط	فرهنگ‌سازی برای انجام عادت افراد برای انجام کار صحیح	.....

پژوهش

با مطالعه مقاله‌های اینترنتی و کتاب‌های مستند آموزشی محیط کار، درباره 5S آراستگی محیط کار پژوهش کنید.



معرفی رشته، آینده شغلی و الزامات ایمنی

عنوان پودمان	تکالیف عملکردی (واحدهای یادگیری)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج مورد انتظار	شاخص تحقق	نمره
معرفی رشته، آینده شغلی و الزامات ایمنی	به دست آوردن آگاهی درباره رشته صنایع فلزی و مشاغل مرتبط با آن و به دست آوردن توانایی در به کارگیری موارد ایمنی در کارگاه	آگاهی از شغل های مرتبط با انتخاب مسیر شغلی و آگاهی از نکات ایمنی در کارگاه صنایع فلزی	بالا تر از حد انتظار	پیشنهاد مسیر شغلی و راهکارهای موفقیت با توجه به یافتن اطلاعات نیاز منطقه همراه با شناخت و توانایی به کارگیری ایمنی دستگاه های کارگاه صنایع فلزی	۳
			در حد انتظار	پیشنهاد مسیر شغلی و توانایی به کارگیری ایمنی دستگاه های کارگاه صنایع فلزی	۲
			پایین تر از حد انتظار	پیشنهاد مسیر شغلی	۱
	نمره مستمر از ۵				
	نمره شایستگی پودمان از ۳				
	نمره واحد یادگیری از ۲۰				
	☐ نمره شایستگی پودمان فقط شامل نمرات ۲، ۱ یا ۳ است. ☐ هنرجو هنگامی به شایستگی می رسد که در ارزشیابی پودمان، کمترین نمره شایستگی ۲ را دریافت کند. ☐ کمترین نمره قبولی پودمان ۱۲ از ۲۰ است. ☐ نمره کلی درس هنگامی داده می شود که هنرجو در همه پودمان ها نمره شایستگی را دریافت کند.				

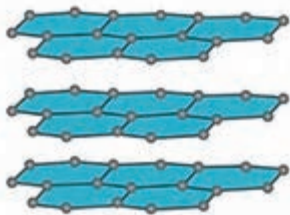


پودمان دوم

مواد و ویژگی آن



الماس



گرافیت



واحد یادگیری ۱

شناخت مواد صنعتی

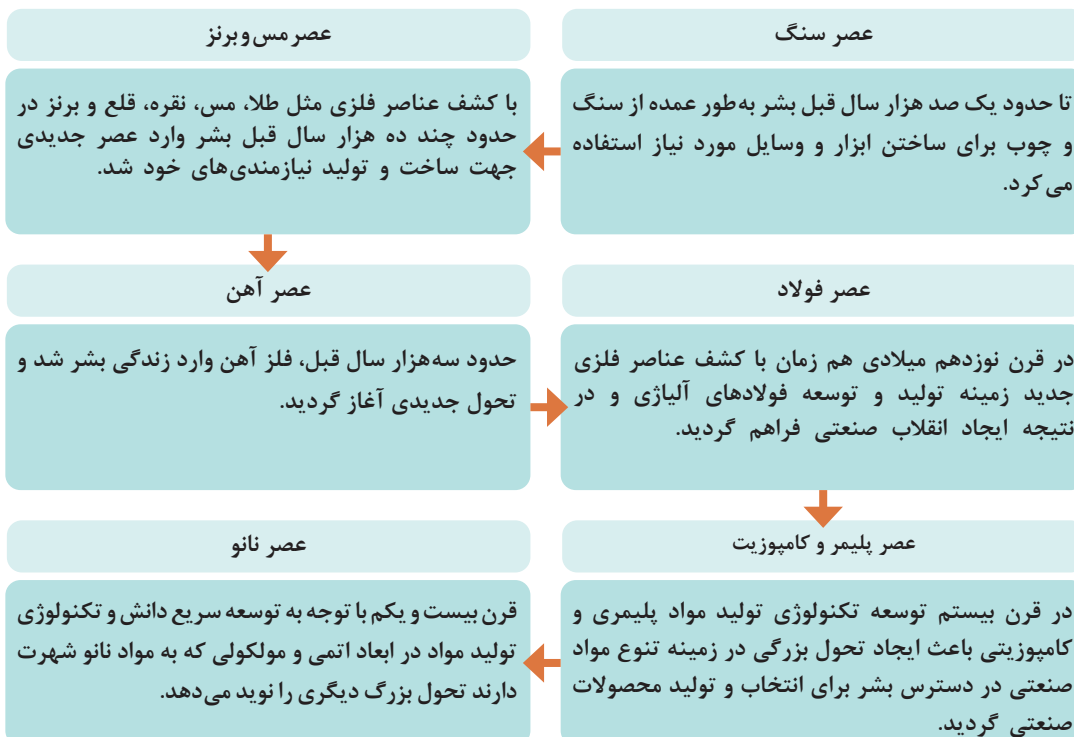
شناخت مواد صنعتی

شناخت مواد و ویژگی‌های آن به طراحان این امکان را می‌دهد که در راستای طراحی یک محصول صنعتی نه تنها بهترین انتخاب مواد را با توجه به کاربرد آن، داشته باشند، بلکه محدودیت‌های موجود در مسیر طراحی را شناسایی کنند. از این رو در این پودمان ابتدا دسته‌بندی انواع مواد صنعتی ارائه شده و سپس ویژگی‌ها و مشخصات کلی آنها بیان می‌شود.

بدانیم



شناخت مواد چه اهمیتی دارد؟ و این شناخت برای چه کسانی ضروری است؟ تکنولوژی مواد، علم و فناوری است که درباره فرایندهای تولید، استخراج، تصفیه، آلیاژ کردن، شکل دادن و نیز خواص فیزیکی، مکانیکی، تکنولوژیکی، شیمیایی و عملیات حرارتی بحث می‌کند و به بررسی ساختمان داخلی مواد از نظر ترکیب، ساختار و ریز ساختار آنها می‌پردازد. از زمانی که بشر به روش‌هایی برای تغییر مواد طبیعی و تولید مواد جدید دست یافت، تنوع مواد جدید به سرعت گسترش پیدا کرد و بحث انتخاب ماده مناسب از میان چند ماده مختلف براساس ویژگی‌های مورد انتظار مطرح بوده است. نمودار دوره‌های مهم ایجاد تحول اساسی در مواد را در طول تاریخ بشر نشان می‌دهد.



نمودار ۱- دوره‌های ایجاد تحول بزرگ صنعتی در طول تاریخ بشر

مواد صنعتی به پنج گروه کلی تقسیم می‌شوند

مواد صنعتی موادی هستند که در ساخت و تولید قطعات و تجهیزات و سازه‌های صنعتی به کار می‌روند. روش‌های متفاوتی برای دسته‌بندی مواد وجود دارد که در جدول ۱ یکی از این روش‌ها در پنج گروه شرح داده شده است.

جدول ۱- دسته‌بندی مواد همراه با ویژگی و کاربرد هر گروه

گروه	نوع مواد	مثالی از کاربرد	ویژگی	تصویر
اول	فلزات آلیاژهای فولادی چدن آلومینیوم مس	سیم برق موتور اتومبیل بدنه و شاسی خودرو	هدایت الکتریکی و شکل پذیری خوب قابلیت ریخته‌گری و ماشین کاری استحکام بالا	
دوم	سرامیک و شیشه SiO_2 , Na_2O , CaO Al_2O_3 , MgO تیتانات باریم	شیشه پنجره آجرهای نسوز خازن‌ها	شفافیت نوری، عایق حرارتی، مقاوم در دمای بالا ذخیره‌سازی جریان الکتریکی	
سوم	پلیمر پلی اورتان اپکسی	مواد بسته‌بندی غذا کیسوله کردن مدارها	شکل پذیری بالا، لایه مقاوم هوا، عایق الکتریکی و مقاوم به رطوبت	
چهارم	نیمه‌هادی سیلیکون	ترانزیستور و مدار مجموع	رفتار الکتریکی بی‌نظیر	
پنجم	کامپوزیت (مواد مرکب) گرافیت - اپکسی فولاد- روکش تیتانیوم	اجزای هواپیما مخزن راکتور	نسبت استحکام به وزن بالا مقاومت خوردگی بالا تیتانیوم	

با توجه به جدول ۱ برای هریک از گروه‌ها کاربرد دیگری را ارائه دهید.

تحقیق کنید





شکل ۱- پل طبیعت در شهر تهران

گروه اول: فلزات و آلیاژها

آهن، فولاد، چدن، آلومینیوم، کروم، نیکل، تیتانیوم، مثالی از فلزات و آلیاژهای فلزی می‌باشند. با آلیاژسازی خواص هدایت حرارتی، الکتریکی، شکل‌پذیری، چکش‌خواری، استحکام و مقاومت به خوردگی فلزات را می‌توان افزایش داد.

تحقیق کنید



با جست‌وجو در اینترنت در مورد چدن و انواع آن تحقیق کنید و در جلسه آینده برای هم‌کلاسی‌های خود ارائه نمایید.

■ گروه دوم: سرامیک و شیشه

سرامیک‌ها را می‌توان به عنوان مواد کریستالی غیرمعدنی تعریف کرد. ماسه‌ها و سنگ‌های ساحلی مثالی از سرامیک‌هایی هستند که به‌طور طبیعی پدید می‌آیند.

بعضی از سرامیک‌ها به عنوان پوشش‌های دما بالا برای محافظت از زیرلایه‌های فلزی در موتور توربین‌ها استفاده می‌شوند. بر خلاف فلزات، سرامیک‌ها هدایت حرارتی و الکتریکی پایینی دارند. از لحاظ خواص مکانیکی، سرامیک‌ها سخت و محکم هستند، اما بسیار ترد و شکننده می‌باشند و در مقابل ضربه مقاومت پایینی دارند. سرامیک‌ها استحکام فشاری بسیار خوبی دارند.



شکل ۲- دیسک ترمز سرامیکی

■ گروه سوم: پلیمرها

پلیمرها به‌طور متداول جزء مواد آلی می‌باشند. مواد پلیمری پلاستیک‌ها و بسیاری از انواع چسب‌ها را شامل می‌شوند. آنها عایق الکتریکی و حرارتی بسیار خوبی هستند، اگرچه استثناء هم وجود دارد. به‌عنوان مثال پلیمرهای نیمه هادی. به‌طور کلی خواص پلیمرها به‌صورت زیر می‌باشند:

۱ عایق الکتریکی

۲ عایق حرارتی

۳ اگرچه استحکام پایینی دارند، اما نسبت استحکام به وزن بالا است.

۴ مقاوم خوردگی

۵ عدم مقاومت در دمای بالا

کاربرد مواد پلیمری بسیار وسیع می‌باشد، از دیسک‌های فشرده گرفته تا لباس و ظروف یک‌بار مصرف کاربردهای این گروه از مواد می‌باشند.

■ گروه چهارم: نیمه‌هادی‌ها

سیلیکون، ژرمانیوم و گالیوم آرسنید که در قطعات الکتریکی رایانه‌ها به کار می‌روند، از جمله مواد نیمه‌هادی به شمار می‌روند. هدایت الکتریکی نیمه‌هادی تقریباً بین عایق‌های سرامیکی و هادی‌های فلزی می‌باشد.

■ گروه پنجم: کامپوزیت‌ها

ایده اصلی در تولید و توسعه مواد کامپوزیتی، از ترکیب خواص مواد مختلف شکل گرفته است، این مواد از دو یا چند ماده تشکیل می‌شوند و یک خواص جدیدی را تولید می‌کنند که به تنهایی در مواد یافت نمی‌شود. کاه و گل و بتن مثال‌های معمولی از مواد کامپوزیتی می‌باشند. کاه را به صورت رشته‌ای در زمینه گل توزیع می‌کنند تا کامپوزیت کاه و گل را تولید کنند.



با استفاده از مواد کامپوزیتی می‌توان قطعات با وزن کم، مستحکم، مقاوم در برابر حرارت، مقاوم در برابر شوک حرارتی و الکتریکی ساخت. هواپیماهای پیشرفته و وسایل و قطعات در عرضه هوافضا را از جنس مواد کامپوزیتی می‌سازند.

شکل ۳- کاربرد مواد کامپوزیتی

دسته‌بندی مواد بر اساس ساختار

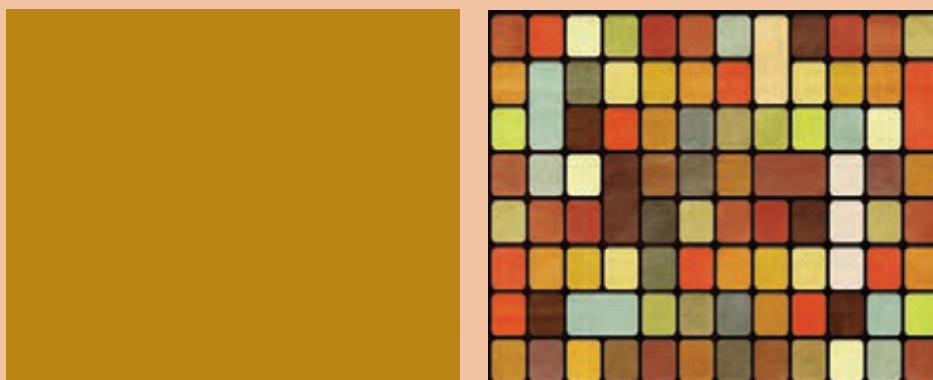
ساختار به معنی آرایش اتم‌های یک ماده در موقعیت‌های مشخص می‌باشد. ساختار در مقیاس میکروسکوپی به عنوان ریز ساختار بیان می‌شود. این آرایش‌ها در مقیاس‌های مختلف از کوچک‌ترین واحد در حد آنگسترم (A) تا مقیاس‌های بزرگ‌تر در حد میلی‌متر (mm) قابل مشاهده هستند که در ادامه همین پودمان ارائه خواهد شد. مواد به صورت کریستالی و آمورف وجود دارند؛

کریستالی: اگر آرایش اتم‌ها در مواد به صورت منظم از نوع بلند برد باشد، به این مواد کریستالی گویند. همانند بسیاری از فلزات.



آمورف: اگر آرایش اتم‌ها به صورت منظم اما از نوع کوتاه برد باشد، به این مواد **آمورف** می‌گویند. همانند شیشه برخی از مواد کریستالی ممکن است به صورت چند کریستالی (پلی کریستال) یا تک کریستالی باشند.

تفاوت بین مواد پلی کریستال و تک کریستال در چیست؟
به شکل‌های زیر نگاه کنید چه تفاوتی بین آنها وجود دارد؟



(ب)

(الف)

شکل ۴- (الف) پلی کریستال (ب) تک کریستال

شکل راست از مربع و مستطیل‌های کوچک در اندازه‌های مختلف تشکیل شده است که هریک از آنها به واسطه یک مرز از هم جدا شده‌اند. درحالی که شکل چپ یکی از آن مستطیل‌هاست که بدون مرز کل فضاهای مربوط را پوشانده است.

کریستال و دانه: به هر یک از مربع‌ها و مستطیل‌های شکل سمت راست دانه یا کریستال می‌گویند.

مرز دانه: خطوطی که مربع و مستطیل‌ها را از هم جدا کرده است اصطلاحاً مرز دانه می‌گویند.

ریز ساختار: به مجموعه دانه و مرز دانه ریز ساختار که با چشم غیرمسلح قابل رؤیت نیست می‌گویند. با استفاده از میکروسکوپ می‌توان ریز ساختار مواد را مشاهده کرد.

توجه داشته باشید از واژه‌های کریستال، آمورف، پلی کریستال، تک کریستال، مرز دانه و دانه به‌طور مکرر در ادامه برای بررسی ساختار و ریز ساختار مواد مختلف استفاده می‌شود.

آرایش اتمی و یونی مواد

شاید تا به حال از خود پرسیده باشید که چرا مواد مختلف با هم متفاوت‌اند؟ چرا برخی از آنها محکم‌تر از سایرین هستند؟ چرا برخی از مواد رسانا و برخی نارسانا می‌باشند؟ چرا نور می‌تواند از بعضی از مواد عبور کند و از بعضی دیگر نه؟ سؤال‌هایی از این دست ذهن را متوجه تفاوت‌های مواد از نظر خواص می‌کند و ما را در رابطه با علت این تفاوت‌ها، به تفکر بیشتر وادار می‌کند. با اطلاعاتی که ما از ساختمان عناصر و تفاوت‌های موجود در آنها داریم شاید گمان کنیم که تفاوت‌های موجود در مواد مختلف حاصل تفاوت‌های عناصر تشکیل دهنده آنها است. با این تفکر خواص مواد تنها متأثر از تنوع عناصر تشکیل دهنده آنها خواهد بود و تمامی ویژگی‌های رفتاری مواد باید با شناخت عناصر تشکیل دهنده آنها روشن شده و همه اسرار مربوط به خصوصیات مواد آشکار گردد. **آیا با دانستن ترکیب شیمیایی، خواص مواد معلوم می‌شود؟**

با کمی دقت و توجه به ترکیبات شیمیایی مواد پیرامون خود در می‌یابیم که بسیاری از آنها با وجود اینکه در رفتار و ویژگی با یکدیگر تفاوت دارند ولی دارای عناصر تشکیل دهنده و ترکیب شیمیایی یکسان می‌باشند و برخی دیگر از مواد با داشتن عناصر تشکیل دهنده متفاوت، دارای ویژگی و رفتار مشابهی هستند. **پس چه چیزی به جز ترکیب شیمیایی موجب تفاوت در رفتار و خواص مواد می‌شود؟** برای جواب این سؤال لازم است کمی بیشتر با ساختار مواد آشنا شویم.

ساختار ماده چگونگی ارتباط بین اتم‌ها، یون‌ها و مولکول‌های تشکیل دهنده آن ماده را مشخص می‌کند. با پیوندهای شیمیایی که نحوه اتصال میان اتم‌ها و یون‌ها را مشخص می‌کنند، در درس‌های گذشته آشنا شده‌اید. در اینجا برای روشن شدن تأثیر ساختار روی خواص مواد مثال معروفی را ارائه می‌کنیم. همان‌طور که می‌دانید گرافیت و الماس هر دو از اتم‌های کربن تشکیل شده‌اند. **اما چرا خواص گرافیت و الماس خیلی با یکدیگر متفاوت است؟** الماس به عنوان سخت‌ترین ماده طبیعی معرفی می‌گردد و گرافیت به دلیل نرمی بسیار، به عنوان ماده روانساز به کار گرفته می‌شود. تفاوت خواص گرافیت و الماس مربوط به نحوه اتصال و آرایش فضایی اتم‌های کربن در ساختار آنها بستگی دارد.



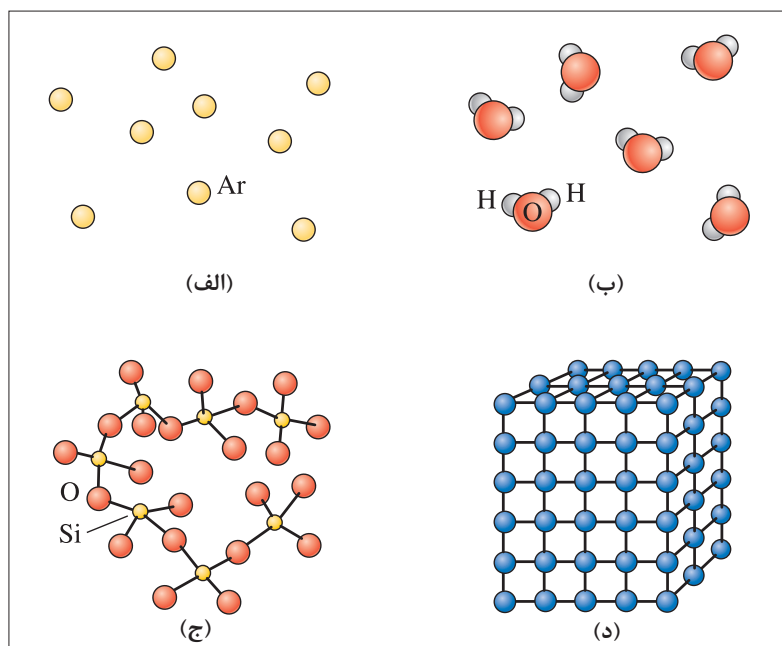
شکل ۵- (آلوتروپی) چندشکلی بودن کربن

منظور از نظم بلند برد در مقابل نظم کوتاه برد

در حالت‌های مختلف ماده، چهار نوع آرایش اتمی و یونی را می‌توان یافت.

بی نظم

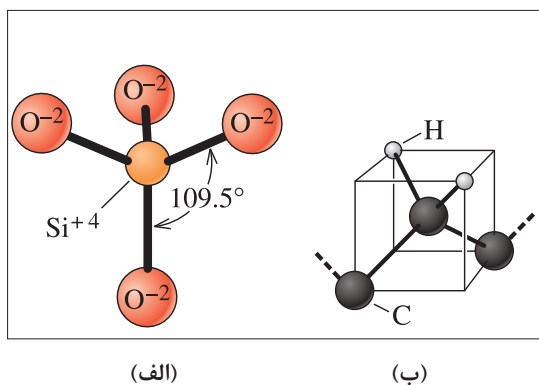
در گازهای تک اتمی همانند آرگون و پلاسما ایجاد شده در لامپ فلورسنت، اتم‌ها یا یون‌ها آرایش منظمی ندارند.



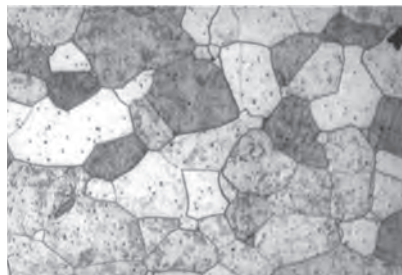
شکل ۶- (الف) بی نظم، (ب) نظم کوتاه برد، (ج) نظم کوتاه برد، (د) نظم بلند برد.

نظم کوتاه برد

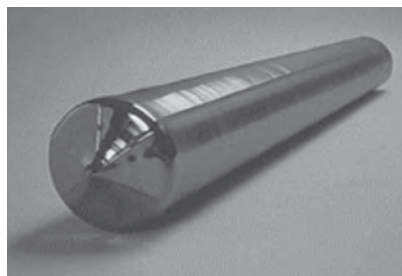
وقتی یک ماده نظم کوتاه برد نشان می‌دهد که آرایش اتمی آن تنها به نزدیک‌ترین همسایگی آن ختم شود. هر مولکول بخار آب دارای یک نظم کوتاه برد است که به دلیل پیوند کوالانت بین اتم‌های هیدروژن و اکسیژن است. هر اتم اکسیژن به دو اتم هیدروژن متصل می‌شود. در بین موادی که در جدول ۱ بیان شد، شیشه‌ها و بسیاری از پلیمرهایی که ساختاری شبیه شیشه دارند، دارای نظم کوتاه برد هستند.



شکل ۷- ساختار شیشه (SiO_2)



(الف)



(ب)

شکل ۸- (الف) ریز ساختار یک فولاد زنگ نزن

(ب) یک میله از جنس فولاد زنگ نزن

نظم بلند برد

اکثر فلزات و آلیاژهای فلزی، نیمه‌هادی‌ها، سرامیک‌ها و برخی از پلیمرها که ساختار کریستالی دارند، نظم بلند برد در ساختارشان دارند. وسعت این نظم در بین اتم‌ها یا یون‌ها بیشتر از ۱۰۰ نانومتر باشد. اتم‌ها یا یون‌ها در سه بعد به‌طور منظم تکرار می‌شوند. مواد با نظم بلند برد را مواد کریستالی می‌نامند. اگر موادی دارای یک کریستال بزرگ باشد، به آنها مواد تک کریستال می‌گویند. مواد تک کریستال در بسیار زیاد از کاربردهای الکترونیکی و نوری مناسب می‌باشند، به‌طور مثال تراشه‌های رایانه از سیلیکون تک کریستال ساخته می‌شود. مواد پلی کریستال از کریستال‌های کوچک بسیار زیاد در سه بعد تشکیل می‌شود. شکل ۸ ریز ساختار فولاد زنگ نزن پلی کریستال را نشان می‌دهد.

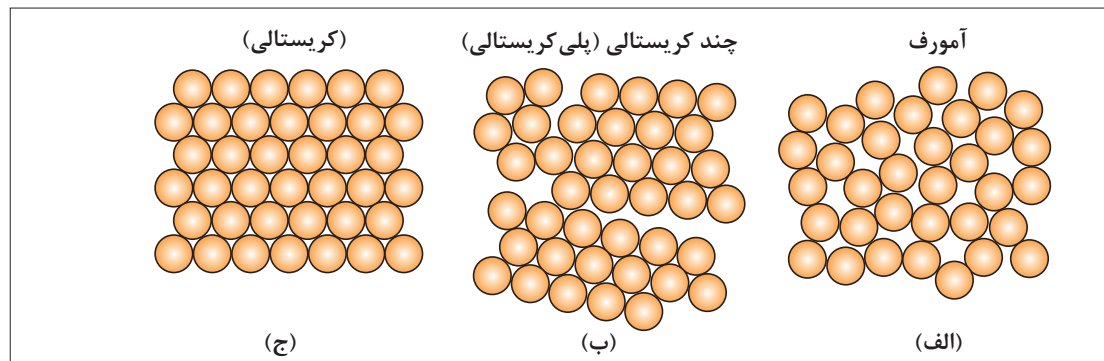
تحقیق کنید



به نظر شما با چه ابزارهایی می‌توان ریز ساختار میله فوق را مشاهده کرد؟

مواد آمورف

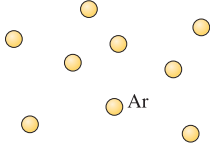
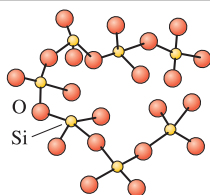
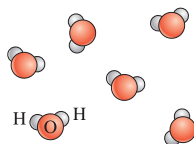
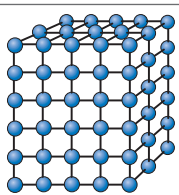
هر ماده‌ای که تنها یک نظم کوتاه برد از اتم‌ها و یون‌ها از خود نمایش دهد، مواد آمورف می‌نامند. مواد آمورف غیر کریستالی هستند. به‌طور کلی اکثر مواد تمایل دارند یک آرایش منظم و تکراری تشکیل دهند، به‌خاطر این حالت آرایش پایداری بالایی از لحاظ ترمودینامیکی دارند. شیشه یک مثال شناخته شده از مواد آمورف می‌باشد. به شکل ۹ نگاه کنید، اگر دایره‌ها را اتم فرض کنیم، تفاوت بین مواد آمورف، کریستالی و تک کریستال قابل درک است.



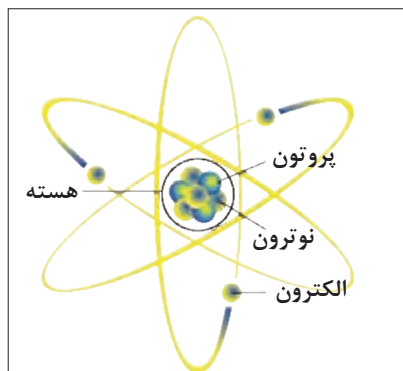
شکل ۹- (الف) آمورف، (ب) پلی کریستال، (ج) تک کریستال

از جمله دسته‌بندی‌های دیگر که می‌توان برای مواد در نظر گرفت، دسته‌بندی جدول زیر این نوع دسته‌بندی از مواد را نشان می‌دهد.

جدول ۲

نوع مواد	نوع نظم	مثال	شکل نظم ساختاری
گازهای تک اتمی	بی نظم	گاز آرگون	
آمورف	نظم کوتاه برد	شیشه آمورف، پلاستیک	
کریستال مایع	نظم کوتاه برد	پلیمر LCD	
کریستال جامد	نظم بلند برد	فلز، آلیاژ فلزی، سرامیک	

شبکه، سلول واحد و ساختارهای کریستالی



شکل ۱۰- آرایش اتمی

یک جامد کریستالی به طور معمول دارای 10^{23} اتم در هر سانتی‌متر مکعب (Cm^3) می‌باشد. به منظور بررسی آرایش فضایی اتم‌ها نیاز نیست به طور واضح موقعیت هر اتم را مشخص کنیم. همانطور که قبلاً در درس علوم آموخته‌اید، اتم از یک هسته تشکیل شده است که داخل هسته پروتون و نوترون و اطراف هسته الکترون در حال چرخش می‌باشد.

شبکه چیست؟ شبکه یک مجموعه از نقاط خالی است که به نقاط شبکه معروف می‌باشند. آرایش نقاط شبکه از یک الگوی تکراری پیروی می‌کند. به عبارت دیگر این نقاط در شبکه به طور مکرر تکرار می‌شوند. هر نقطه‌ای در همسایگی خود چندین نقطه شبیه به خود دارد. اگر از لحاظ ریاضی بخواهیم به شبکه نگاه کنیم، شبکه ثابت است و از لحاظ وسعت، بی‌نهایت می‌باشد. شبکه ممکن است یک بعدی، دو بعدی و سه بعدی باشند.

در حالت یک بعدی تنها یک شبکه وجود دارد که به صورت یک خطی است که یک سری نقاط جدا از هم بر روی آن قرار دارد. این نقاط با یک فاصله برابر از یکدیگر جدا شده‌اند.

در شکل ۱۱-الف، یک گروهی از یک یا چند اتم که در یک جهت مشخص نسبت به یکدیگر قرار دارند که وابسته به هر نقطه شبکه می‌باشند، مبنا شبکه نام دارند. مبنا باید حداقل محتوی یک اتم باشد اما ممکن است تعداد زیادی از یک یا چند نوع اتم باشد.

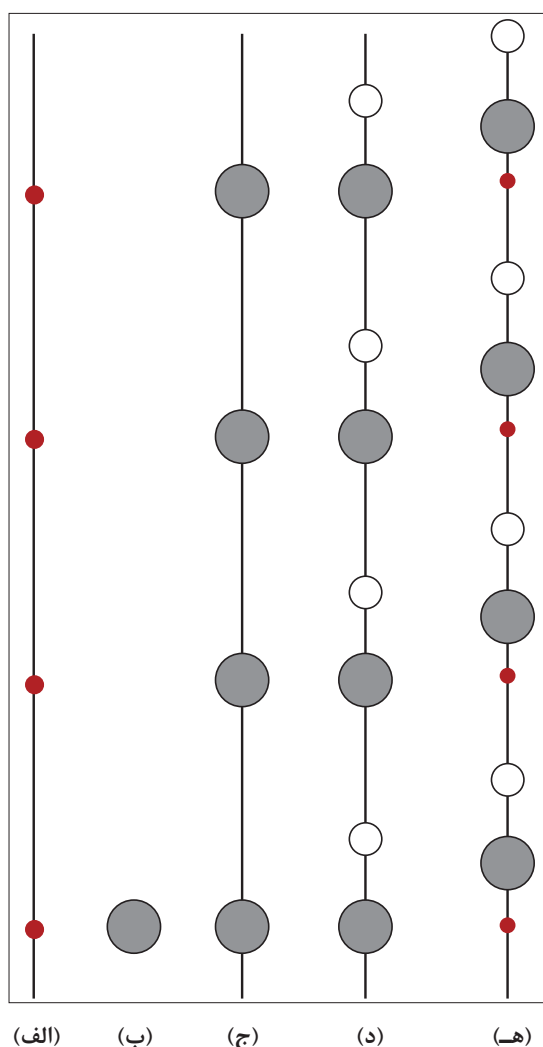
شکل ۱۱-ب، یک اتم مبنا را نشان می‌دهد.

در شکل ۱۱-ج، ساختار کریستالی با قرار دادن اتم مبنا در هر نقطه شبکه ایجاد می‌شود. یا به عبارت دیگر، ساختار کریستالی به مجموعه شبکه و مبنا گفته می‌شود.

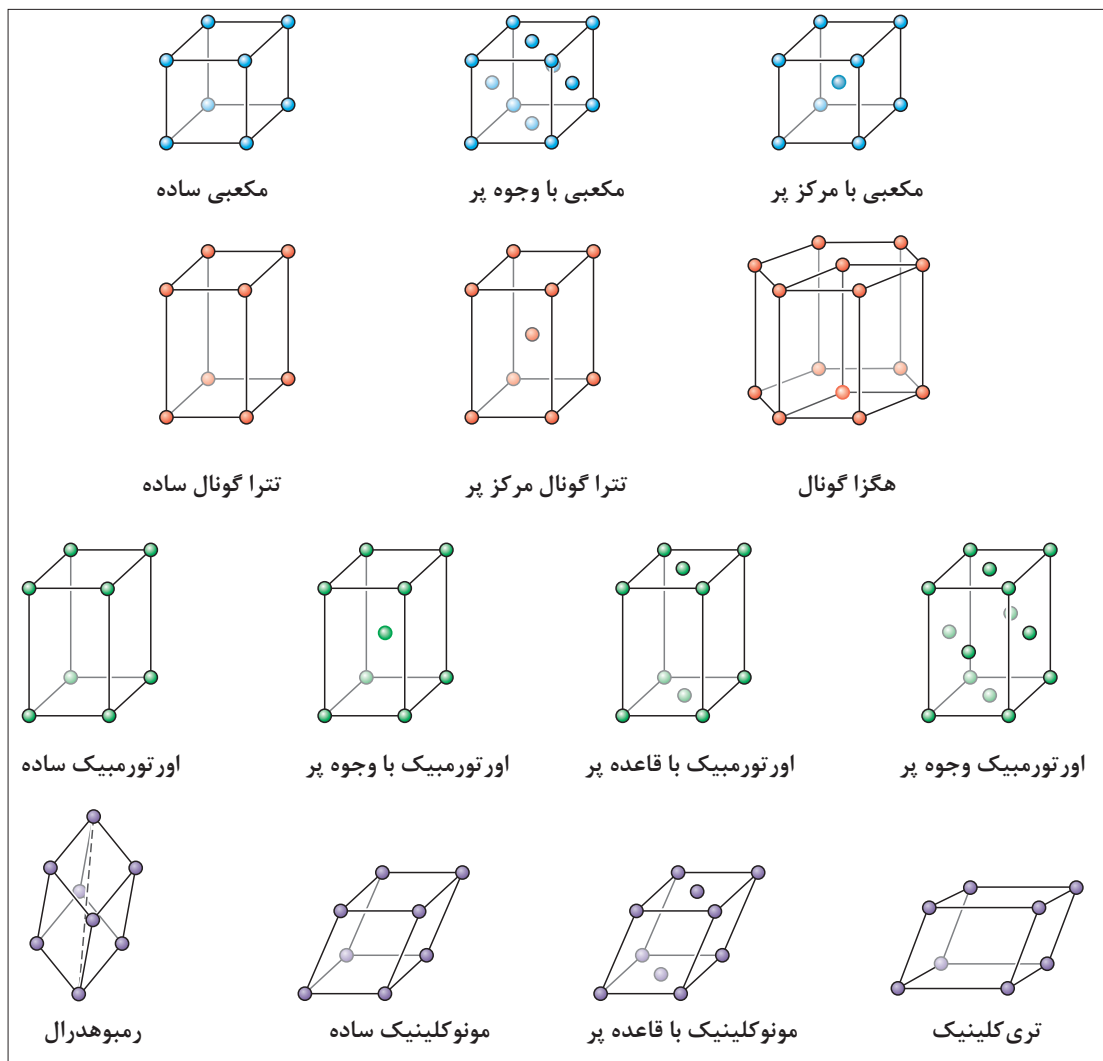
در شکل ۱۱-د، کریستال فرضی یک بعدی که از دو نوع اتم تشکیل شده است را نشان می‌دهد. اتم‌های بزرگ در نقاط شبکه و اتم‌های کوچک در یک فاصله مشخص در بالای هر نقطه شبکه قرار دارند.

در شکل ۱۱-ه، نشان می‌دهد که اتم‌های مبنا که در نقاط شبکه قرار دارند، به طور نسبی جابه‌جا می‌شوند، اما این جابه‌جایی هیچ تأثیری روی آرایش اتمی ندارد. در حالت یک بعدی، تنها یک روش برای آرایش نقاط شبکه وجود دارد، به طوری که هر نقطه با نقاط اطراف و همسایگی خود یکسان است. در حالت دو بعدی، پنج روش متفاوت برای آرایش نقاط شبکه (نقاط یکسان هستند) وجود دارد. بنابراین می‌توان گفت که پنج شبکه دویعدی در این حالت وجود دارد.

در حالت سه بعدی شبکه کریستالی، چهارده روش جهت آرایش نقاط شبکه در سه بعد وجود دارد. این آرایش بی نظیر نقاط شبکه در سه بعد به عنوان شبکه‌های براوه معروف است که شبکه‌های چهارده گانه براوه در شکل ۱۲ نشان داده شده است.



شکل ۱۱



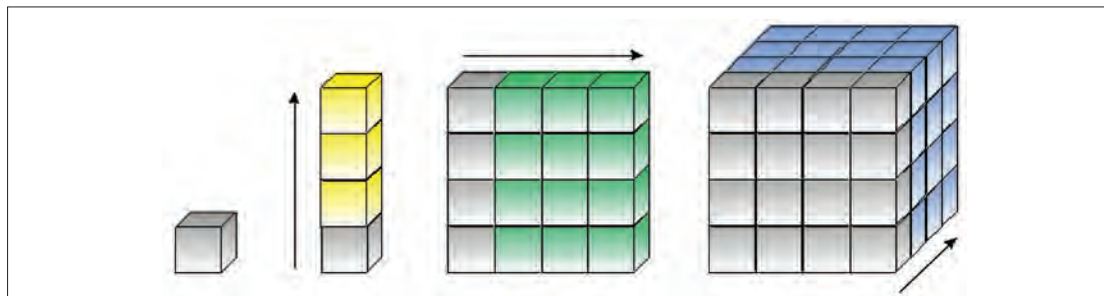
شکل ۱۲- شبکه های کریستالی



شکل ۱۳- جورچین

همان طور که قبلاً بیان شد، شبکه از لحاظ گستردگی بی نهایت می باشد، بنابراین برای بررسی هر شبکه کریستالی یک سلول واحد را در نظر می گیریم. سلول واحد یک زیر مجموعه ای از یک شبکه کریستالی است که مشخصه ای کلی از یک کریستال را داراست. به عبارت دیگر یک کریستال ممکن است از میلیون ها سلول واحد تشکیل شده باشد. به شکل ۱۳ نگاه کنید، یک جورچین می باشد که در آن از کنار هم قرار دادن مکعب های کوچک در سه بعد یک مکعب بسیار بزرگ ایجاد شده است، اگر بخواهیم از جورچین برای تشریح یک کریستال استفاده کنیم، به هر یک از این مکعب های کوچک سلول واحد می گویند و به کل جورچین کریستال می گویند.

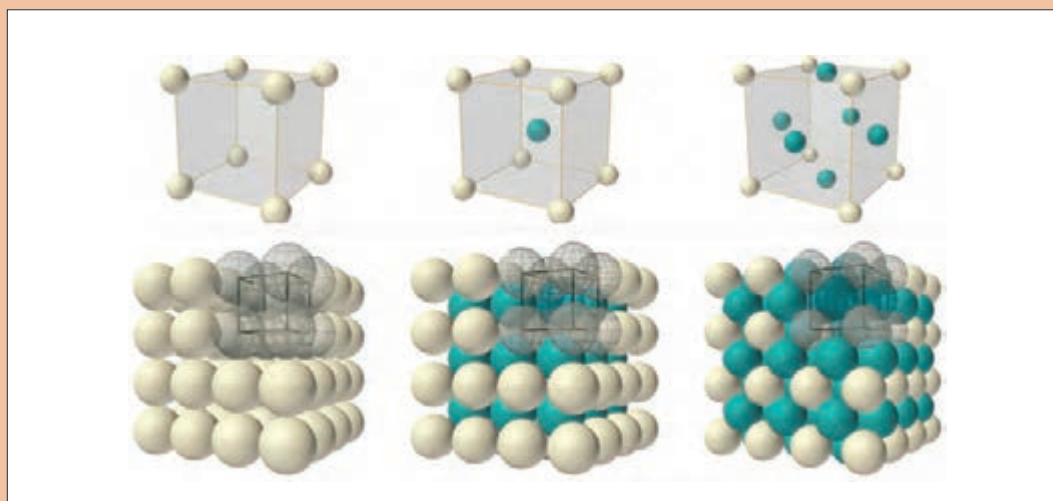
شکل ۱۴ نحوه تشکیل شدن یک کریستال را توسط یک سلول واحد نشان می‌دهد.



شکل ۱۴- تشکیل یک کریستال

به شکل‌های زیر نگاه کنید و بگویید نقاط شبکه (نقاط مربوط به اتم یا یون) در کدام قسمت از سلول‌های واحد قرار می‌گیرند؟

فعالیت



(ج)

(ب)

(الف)

شکل ۱۵- سلول واحدهای مکعبی

تفاوت بین سلول واحد (الف)، (ب) و (ج) در چیست؟
پاسخ:

فعالیت



ویژگی‌های مواد

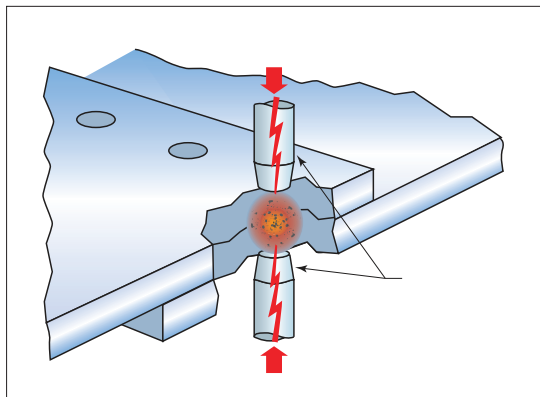
به ندرت ماده‌ای پیدا می‌شود که مجموعه ایده‌آلی از خواص مورد نظر را توأم با هم داشته باشد. به طور مثال کمتر ماده‌ای را می‌توان یافت که هم استحکام بالا و هم انعطاف‌پذیری خوبی داشته باشد. به طور معمول مواد مستحکم، انعطاف‌پذیری کمی دارند و برعکس. بنابراین شناخت خواص مواد و تغییر آنها در شرایط مختلف کاری، نکته مهمی است که می‌بایست به آن توجه شود. از این رو آشنایی با خواص فیزیکی، مکانیکی و قابلیت‌های ساخت نقش مهمی در شناسایی و انتخاب مواد به خصوص فلزات و آلیاژها که بیشترین کاربرد را در ساخت قطعه و انواع سازه‌های صنعتی دارند ایفا می‌کند.

ویژگی‌های فیزیکی مواد

منظور از ویژگی فیزیکی، ویژگی‌هایی هستند که باعث تغییر در ترکیب شیمیایی ماده نمی‌شوند.

هدایت الکتریکی

این ویژگی عبارت است از قدرت هدایت واحد طول جسم بر واحد سطح مقطع آن که نشان‌دهنده توانمندی ماده در انتقال بار الکتریکی از یک محل به محل دیگر می‌باشد. از جمله مواد رسانای بسیار معروف فلزات هستند. ویژگی عمده فلزات از نظر خصوصیت الکتریکی این است که این مواد دارای الکترون‌های آزاد هستند، این الکترون‌ها



شکل ۱۶- شماتیک فرایند نقطه جوش

را اصطلاحاً حاملین بار الکتریکی می‌گویند. زمانی که در جسمی جابه‌جایی بار صورت می‌گیرد، می‌گویند از جسم جریان الکتریکی می‌گذرد. بنابراین اگر فلزی را در مسیر جریان الکتریکی قرار دهیم، این جریان توسط الکترون‌های آزاد منتقل می‌شود و از این رو خاصیت رسانایی بیشتر به سرعت و تعداد الکترون‌های آزاد بستگی دارد. البته غیر از فلزات رساناهای دیگری نیز وجود دارند. از این جمله می‌توان به محلول‌های آبی، نمک‌ها و اسیدها اشاره کرد البته در این مواد بار الکتریکی توسط یون‌ها حمل می‌شود.

سؤال

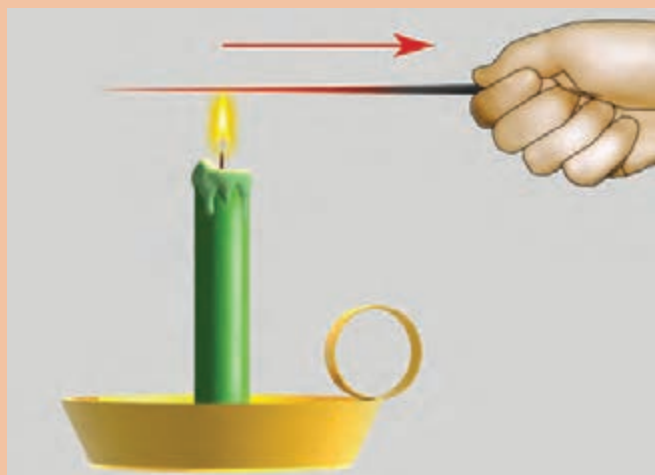
نقش این ویژگی در فرایندهای جوشکاری چیست؟ به عنوان مثال فرایند نقطه جوش.



هدایت گرمایی

با توجه به شکل صفحه بعد، یک میله فلزی را به روی شعله شمع نگه‌دارید، پس از گذشت زمان می‌بینید دست‌هایتان گرم می‌شود. به این ویژگی هدایت گرمایی می‌گویند. اما آیا هدایت گرمایی همه مواد یکسان است؟

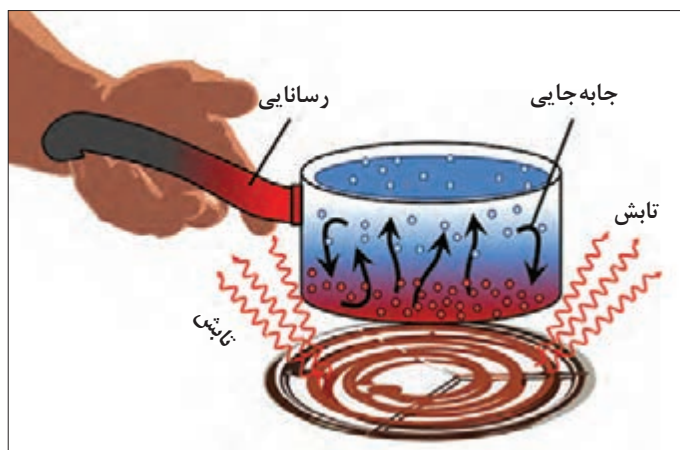
سؤال



به نظر شما بین چوب، شیشه و فلز کدام یک هدایت گرمایی بیشتری دارند؟ و چرا؟

شکل ۱۷- آزمایش هدایت گرمایی با میله فلزی و شعله شمع

روش های انتقال گرما به سه روش رسانایی، جابه جایی و تابش می باشند که در شکل روبه رو این سه روش مشخص شده است.



شکل ۱۸- روش های انتقال گرما

سؤال



به نظر شما در جوشکاری و لحیم کاری کدام یک از روش های رسانایی، جابه جایی و تابش در انتقال گرما به قطعه کار نقش دارند؟

نقطه ذوب

دمایی است که ماده جامد در آن درجه حرارت به حالت مایع تبدیل می شود. برای مثال این دما در فشار یک اتمسفر برای یخ، صفر درجه سانتی گراد است. مواد و عناصر به صورت خالص دمای ذوب ثابتی دارند.

سؤال



چرا مواد نقطه ذوب متفاوتی دارند؟

انبساط حرارتی

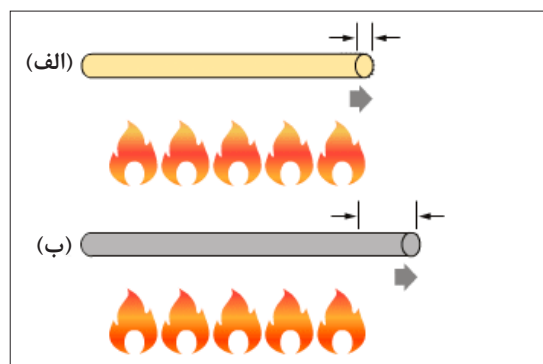
وقتی به یک جسم گرما می‌دهیم افزایش انرژی جنبشی ذرات سازنده باعث افزایش فاصله تعادلی اتم‌های پیوندی و در نتیجه افزایش طول پیوندهای شیمیایی می‌شود. افزایش طول این پیوندها موجب افزایش طول جامدات و افزایش حجم آنها می‌شود.

سؤال



در شکل روبه‌رو بین دو قسمت یک پل فاصله قرار داده شده است، دلیل این فاصله چیست؟

شکل ۱۹- فاصله دندان‌های شکل بین دو قسمت پل



شکل ۲۰

به جز تعداد محدودی از مواد، بیشتر مواد جامد با افزایش درجه حرارت، افزایش ابعاد (طول، عرض و ارتفاع) می‌دهند و با کاهش درجه حرارت (سرد شدن) ابعاد آنها کاهش می‌یابد. به عبارت دیگر مقدار ضریب انبساط حرارتی مواد متفاوت است، به عنوان مثال شکل روبه‌رو تغییرات دو میله در اثر حرارت، (الف) از جنس سرامیک و (ب) از جنس فلز را نشان می‌دهد.

سؤال



چرا تغییرات ناشی از حرارت در فلز (شکل ب) بیشتر بوده است؟

ویژگی مکانیکی مواد

ویژگی مکانیکی مانند ویژگی فیزیکی کمک می کنند تا بتوانیم انواع مواد را بشناسیم و آنها را دسته بندی کنیم. برخی از این ویژگی شامل: استحکام، سختی، شکل پذیری، تردی، چقرمگی.

استحکام

استحکام میزان مقاومت یک جسم در برابر تغییر شکل دائمی، در اثر اعمال نیروی خارجی است. در این رابطه استحکام فشاری و کششی از مهم ترین مفاهیمی هستند که مورد بررسی قرار می گیرند. استحکام کششی: مقدار مقاومت یا توانایی جسم در تحمل نیروهای کششی، بدون آنکه گسستگی یا شکست در آن رخ دهد، گفته می شود.

استحکام فشاری: مقدار توانایی یک جسم در تحمل نیروهای فشاری، بدون آن که گسستگی یا شکست در آن رخ دهد، گفته می شود. استحکام مواد در مقابل نیروی فشاری و کششی متفاوت می باشد، به عنوان مثال سرامیک ها استحکام فشاری خوبی دارند، اما استحکام کششی آنها پایین است.



سختی

مقدار مقاومت یک ماده در برابر نفوذ اجسام خارجی را سختی آن می نامند، هرچقدر سختی یک ماده بیشتر باشد، مقاومت به نفوذ آن نیز بیشتر خواهد بود. به شکل روبه رو نگاه کنید، کدام یک از دو ماده سختی بیشتری دارند؟ جسمی که روی آن خط ایجاد شده است یا جسمی که این خط را ایجاد کرده است؟

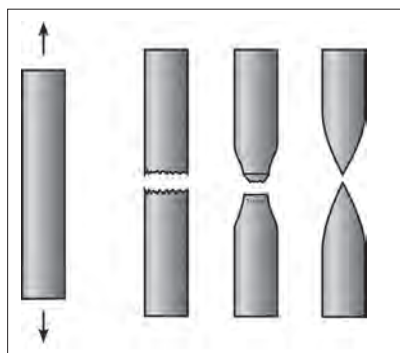
شکل ۲۱

به نظر شما سخت ترین و نرم ترین مواد در طبیعت کدام اند؟

سؤال



شکل پذیری عکس تردی است



(الف) (ب) (ج)

شکل ۲۲

به شکل روبه رو نگاه کنید، سه میله فلزی در ابعاد یکسان از جنس های مختلف تحت نیروی کشش قرار می دهیم، تفاوت بین این سه میله پس از اعمال نیرو چیست؟ کدام یک از سه میله (الف)، (ب) و (ج) شکل پذیری بیشتری دارد؟ و کدام یک تردی بیشتری دارد؟

شیشه یک ماده ترد است یا شکل پذیر؟

سؤال





شکل ۲۳- ماده چقرمه

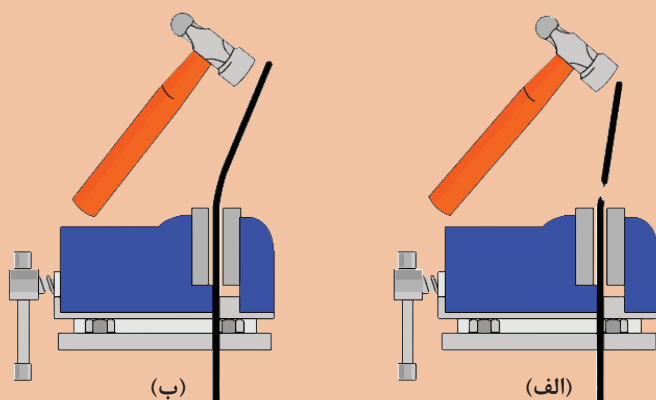
چقرمگی

به قابلیت جذب انرژی و تغییر شکل پلاستیک بدون شکست، چقرمگی گفته می‌شود، به عبارت دیگر ماده را تحت کشش قرار می‌دهیم بدون آنکه شکست در آن رخ دهد، تا جایی که امکان دارد تغییر شکل پلاستیک می‌دهد.

سؤال



به شکل ۲۴ نگاه کنید و بگویید کدامیک از آنها یک ماده چقرمه را نشان می‌دهد؟



شکل ۲۴- (الف) ماده‌ای که تحت ضربه می‌شکند. (ب) ماده‌ای که تحت ضربه تغییر شکل می‌دهد.

قابلیت‌های ساخت

قابلیت شکل دهی ورق



شکل ۲۵- ظروف مسی ساخته شده از فلز مس

قابلیت تغییر شکل دائم ورق‌های فلزی به کمک نیروی فشار و ضربه را قابلیت شکل دهی ورق می‌نامند. شکل دهی حالت دیگری از قابلیت تغییر شکل پلاستیک بدون گسیختگی است. به دلیل همین خاصیت می‌توان فلزات را به صورت ورق‌های نازک چکش کاری و نورد نمود. طلا، نقره، مس، قلع و سرب از جمله فلزاتی هستند که قابلیت شکل پذیری بالایی دارند ولی چدن قابلیت شکل پذیری خوبی ندارد. شکل ۲۵ ظروف ساخته شده از فلز مس را به روش فرم دهی نشان می‌دهد.

قابلیت ریخته‌گری

ریخته‌گری فلزی یکی از روش‌های تولید قطعات فلزی است که در آن مواد فلزی در قالب‌های مختلف با استفاده از قالب‌های چدنی یا فلزی، با استفاده از فرایند ذوب و ریخته‌گری به شکل قطعات تبدیل می‌شوند. این روش برای تولید قطعات با شکل‌ها و اندازه‌های مختلف استفاده می‌شود (شکل ۲۶).



شکل ۲۶- ذوب ریزی درون قالب ریخته‌گری

قابلیت جوشکاری

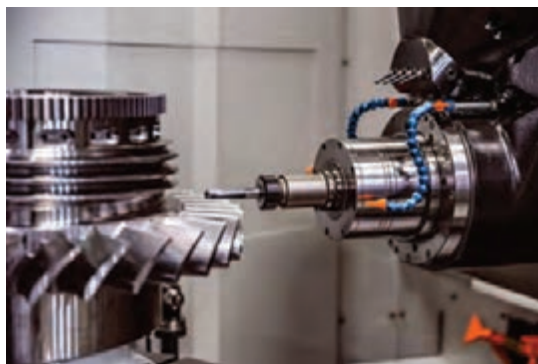
موادی قابلیت جوشکاری دارند که بتوان آنها را به کمک حرارت و یا حرارت توأم با فشار در حالت مذاب یا جامد به یکدیگر متصل کرد. اکثر فولادها دارای قابلیت جوشکاری خوبی هستند. (شکل ۲۷)



شکل ۲۷- جوشکاری محفظه خلأ

قابلیت براده‌برداری یا ماشین‌کاری

جسمی دارای قابلیت براده‌برداری خوبی است که بتوان آن را با سرعت زیاد و نیروی کم براده‌برداری کرد و سطح آن نیز پس از ماشین‌کاری کاملاً صاف و پرداخت باشد. (شکل ۲۸) فرایند ماشین‌کاری یک قطعه صنعتی را نشان می‌دهد.



شکل ۲۸- فرایند براده‌برداری قطعه فولادی

قابلیت آهن‌گری یا فورجینگ

به فرایند ساخت قطعات فلزی با شکل دادن آن از طریق نیروهای فشاری موضعی، آهن‌گری یا فورج می‌گویند. این نیروهای فشاری معمولاً از طریق چکش یا قالب به قطعه وارد می‌شوند. با تغییر شکل فلز اولیه به شکل هندسی دیگر، مقاومت خستگی و استحکام قطعه تا حدود زیادی افزایش می‌یابد. فرایند آهن‌گری می‌تواند در دمای سرد (محیط) یا گرم انجام شود. (شکل ۲۹)

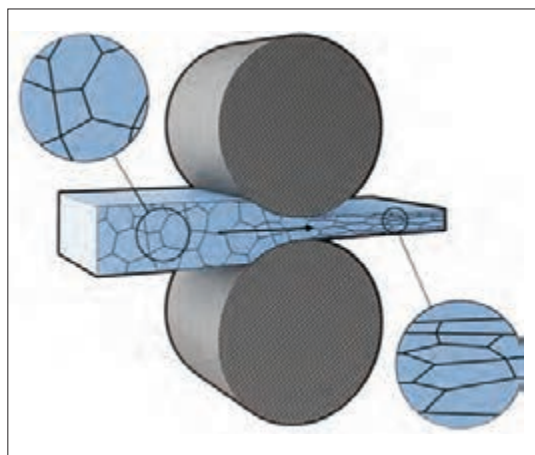


شکل ۲۹- فرایند فورجینگ قطعه فولادی

نوردکاری

نوردکاری فرایندی است که آن فلزات با عبور از بین غلتک‌های یک دستگاه نورد، به شکل و ضخامت دلخواه درمی‌آیند. این فرایند براساس اصطکاک و فشار غلتک‌ها بر روی فلز انجام می‌شود و می‌تواند به صورت گرم یا سرد انجام شود.

در فرایند نوردکاری، فلزات جهت کاهش و یکنواخت شدن ضخامت از یک یا چند جفت رول عبور داده می‌شوند تا ویژگی مکانیکی موردنظر حاصل گردد.



شکل ۳۰- فرایند نوردکاری، ورق فولادی

اکستروژن: اکستروژن یک روش تولیدی است که طی آن مواد خام از داخل یک قالب عبور داده می‌شوند تا به یک مقطع خاص و پیوسته تبدیل شوند. این فرایند شامل عبور دادن مواد در حالت نیمه جامد یا مذاب از یک قالب طراحی شده است که با خروج از آن به شکل و اندازه دلخواه تولید می‌شوند. فرایند اکستروژن برای مواد مختلف از جمله فلزات، پلاستیک‌ها، سرامیک و حتی محصولات غذایی قابل استفاده است و به تولید محصولات متنوعی نظیر لوله‌ها، پروفیل‌ها و مقاطع صنعتی پیچیده کمک می‌کند.



شکل ۳۱- اکستروژن پروفیل‌های آلومینیومی

مواد و ویژگی آن

عنوان پودمان	تکالیف عملکردی (واحدهای یادگیری)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج مورد انتظار	شاخص تحقق	نمره
مواد و ویژگی آن	به دست آوردن توانایی شناخت مواد و ویژگی های مواد	به کارگیری اطلاعات شناخت مواد و کاربرد آن	بالا تر از حد انتظار	شناخت مواد صنعتی، گروه بندی و کاربرد مواد، شناخت ویژگی فیزیکی، مکانیکی و قابلیت های ساخت.	۳
			در حد انتظار	شناخت مواد صنعتی، گروه بندی و کاربرد مواد	۲
			پایین تر از حد انتظار	شناخت مواد صنعتی وعدم توانایی در شناخت کاربرد مواد.	۱
	نمره مستمر از ۵				
	نمره شایستگی پودمان از ۳				
	نمره واحد یادگیری از ۲۰				
	☐ نمره شایستگی پودمان فقط شامل نمرات ۲، ۱ یا ۳ است. ☐ هنرجو هنگامی به شایستگی می رسد که در ارزشیابی پودمان، کمترین نمره شایستگی ۲ را دریافت کند. ☐ کمترین نمره قبولی پودمان ۱۲ از ۲۰ است. ☐ نمره کلی درس هنگامی داده می شود که هنرجو در همه پودمان ها نمره شایستگی را دریافت کند.				



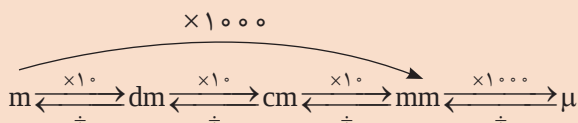
پودمان سوم

محاسبات فنی



یکای طول: یکای طول در سیستم بین‌المللی SI برابر متر است.
 یک متر طول مسیری است که نور در خلأ در زمان کوتاه $\frac{1}{299792458}$ ثانیه طی می‌کند.

تبدیل یکای طول



مثال نمونه



$$82.4 / 6 \text{ mm} = ? \text{ m}$$

(ب)

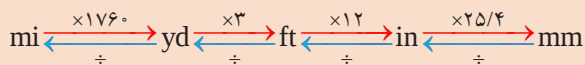
$$2 / 6 \text{ cm} = ? \mu\text{m}$$

(الف)

$$82.4 / 6 \text{ mm} \xrightarrow{\div 10^3} 8.24 \text{ m}$$

$$2 / 6 \text{ cm} \xrightarrow{\times 10^4} 2.6 \times 10^4 \mu\text{m}$$

در یکاهای انگلیسی اینچ (inch) را با in، فوت (foot) را با ft، یارد (yard) را با yd و مایل (mile) را با mi نشان می‌دهند.



مثال نمونه



(الف) $2 \frac{1}{8} \text{ in} = ? \text{ mm}$

$$2 \frac{1}{8} \text{ in} = \frac{2 \times 8 + 1}{8} \text{ in} = \frac{17}{8} \text{ in} \xrightarrow{\times 25.4 / 4} 53.975 \text{ mm}$$

(ب) $2 / 8 \text{ mi} = ? \text{ m}$

$$2 / 8 \text{ mi} \xrightarrow{\times 1609 / 328} 450.6 / 1632 \text{ m}$$

(ج) $28 \frac{5}{8} \text{ in} = \dots \text{ ft}$

$$\frac{28 \times 8 + 5}{8} = \frac{229}{8} = 28.625 \text{ in} \xrightarrow{\div 12} 2.38 \text{ ft}$$

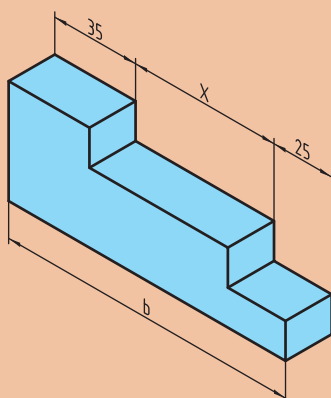


۳ اندازه‌های زیر را به یکاهای انگلیسی مورد نظر تبدیل کنید.

یکای مورد نظر	ضریب تبدیل	اندازه	یکای مورد نظر	ضریب تبدیل	اندازه
.... yd		۱۲۰ m	 in	....	۱۲/۵ cm
.... mi		۲۱۵۰ m	 in	....	۲۱۰ mm
.... ft		۲/۳ m	 in	....	۵۴/۳ m

۴ اندازه‌های زیر را برحسب یکای خواسته‌شده به دست آورید.

یکای مورد نظر	ضریب تبدیل	اندازه	یکای مورد نظر	ضریب تبدیل	اندازه
.... in		۵/۴۲ ft	 ft	....	$8\frac{1}{2}$ in
.... ft		۲/۸۶ mi	 in	....	۳/۷ mi
.... yd		۲۱/۶ ft	 in	....	۲/۲۵ yd



۵ در شکل زیر مقدار $b = ۱۲۰ \text{ mm}$ است مقدار X را برحسب متر، سانتی‌متر، میلی‌متر و اینچ به دست آورید.

مقیاس

$$\text{مقیاس (SC)} = \frac{\text{اندازه ترسیمی}}{\text{اندازه حقیقی}}$$

مقیاس ارتباط بین اندازه‌های ترسیمی با اندازه‌های حقیقی، در دنیای واقعی را مشخص می‌کند. انتخاب مقیاس از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. مقیاس در حقیقت توصیف یک نسبت است. به عبارتی نسبت اندازه ترسیمی به اندازه حقیقی را مقیاس می‌نامند.

در نقشه‌کشی قطعات صنعتی همیشه نمی‌توان آنها را با ابعاد حقیقی روی کاغذ ترسیم کرد. برای ابعاد بزرگ‌تر از اندازه کاغذ، آنها را با مقیاس کاهنده ترسیم می‌کنند (کوچک‌تر از مقیاس ۱:۱) و برای ابعاد خیلی کوچک آنها را با مقیاس افزایشنده (بزرگ‌تر از ۱:۱) ترسیم می‌کنند (جدول ۱).

جدول ۱

مقیاس $1 >$	مقیاس $1:1$	مقیاس $1 <$
طول ترسیمی کوچک‌تر از طول حقیقی	طول ترسیمی برابر با طول حقیقی	طول ترسیمی بزرگ‌تر از طول حقیقی

نکته



نقشه قطعه کار با هر مقیاسی که ترسیم شود اندازه‌گذاری آن برحسب ابعاد حقیقی قطعه انجام می‌شود. در صنعت مکانیک معمولاً نقشه به اندازه واقعی یا مقیاس $1:1$ ترسیم می‌شود و در صنعت الکترونیک نقشه معمولاً بزرگ‌تر از اندازه واقعی ترسیم می‌شود (مثلاً $10:1$ برابر بزرگ‌تر) که در این صورت مقیاس نقشه $10:1$ خواهد بود. در نقشه‌های ساختمانی نقشه کوچک‌تر از اندازه واقعی است که اکثراً مقیاس نقشه، عددی کسری است که صورت آن یک و مخرج آن عددی صحیح است و نشان می‌دهد که نقشه به همان نسبت کوچک شده است. به طور مثال مقیاس $1:100$ نشان می‌دهد هر یک سانتی‌متر از نقشه معادل 100 سانتی‌متر در اندازه واقعی است. مقیاس‌های افزایشنده و کاهشنده استاندارد شده برابر نمودار زیر است:



مثال



شکل ۱

تابلو راهنما به طول $4/2$ متر با مقیاس $1:20$ ترسیم شده است. اندازه ترسیمی آن در نقشه چند میلی‌متر خواهد بود؟ (شکل ۱)

$$\text{اندازه ترسیمی} = \frac{\text{اندازه حقیقی}}{\text{مقیاس (SC.)}}$$

مقیاس $\times$ اندازه حقیقی = اندازه ترسیمی

$$\text{اندازه ترسیمی} = 4200 \text{ mm} \times \frac{1}{20} = 210 \text{ mm}$$

تمرین



مقدار ترسیمی اندازه‌های حقیقی جدول ۲ را به دست آورید.

جدول ۲

اندازه‌های حقیقی	مقیاس	مقیاس $\times$ اندازه حقیقی = اندازه ترسیمی
۳۴۵	۱:۵	
۲۲/۴	۲:۱	
۱۸۵	۱:۲/۵	
۶۶/۷۵	۱:۵	
۳	۱۰:۱	
۸۴	۱:۱۰	

تمرین

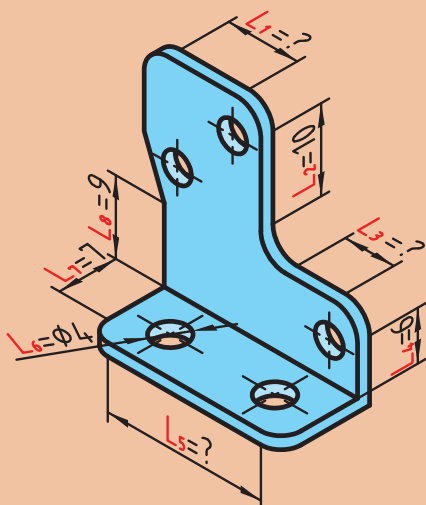


شکل ۲

برای طراحی اجزای سازنده یک ساعت مچی، از یک نقشه با مقیاس $1:50$ استفاده شده است. اگر در اندازه حقیقی، قطر بیرونی یک چرخ دنده که با فناوری مدرن ساخته می‌شود 4 میلی‌متر باشد برای ترسیم آن از چه اندازه‌هایی باید استفاده کرد؟ (شکل ۲)



۱ در شکل زیر مقادیر مورد نظر را با مقیاس ۳:۱ به دست آورید.



اندازه ترسیمی	اندازه واقعی	
L_1	۲۵/۵	؟
L_2	؟	۱۰
L_3	۱۶/۵	؟
L_4	؟	۶
L_5	۶۳	؟
L_6	؟	۴
L_7	؟	۷
L_8	؟	۹

اندازه ترسیمی	اندازه واقعی
.....	۱۲/۶cm
.....	۰/۰۴۵m
.....	۸/۵mm
.....	۲۴/۳mm

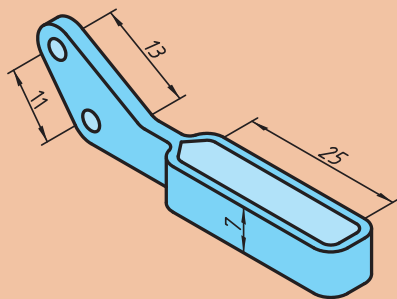
۲ اندازه ترسیمی، برای اندازه‌های واقعی روبه‌رو را با مقیاس ۱:۴ به دست آورید.

اندازه ترسیمی	اندازه واقعی
۱۱/۲cm	.....
.....	۲۳۲cm
۰/۱۳۶cm	.....
.....	۱۱۵mm

۳ جدول روبه‌رو را با توجه به مقیاس ۱:۲/۵ کامل کنید.

۴ جدول زیر را کامل کنید.

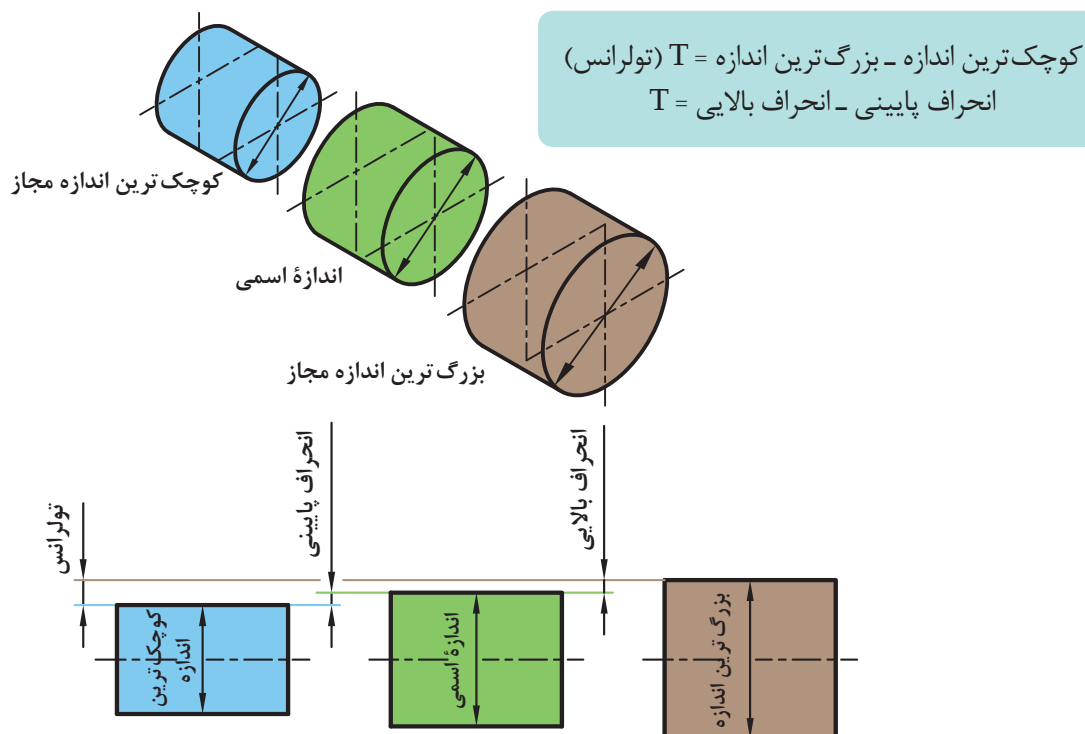
مقیاس	اندازه واقعی	اندازه ترسیمی
۱:۸	؟	۱۴/۵mm
؟	۲/۵cm	۱۰cm
۳:۱	۶/۳mm	؟



۵ اندازه‌های داده شده برای شکل روبه‌رو مقادیر واقعی آنهاست. در صورتی که بخواهیم این نقشه را با مقیاس ۵:۱ ترسیم کنیم، مقادیر اندازه‌های ترسیمی را به دست آورید.

تولرانس (رواداری)

در تولید قطعات صنعتی به دست آوردن اندازه دقیق (اسمی) به دلیل وجود خطا در ابزارهای تولید، امری محال است. بنابراین تولیدکنندگان سعی می‌کنند که اندازه‌های تولیدی به اندازه‌های اسمی نزدیک باشد، از این رو طراح مقدار خطای مجاز اندازه را در نقشه ذکر می‌کند که به آن تولرانس می‌گویند (شکل ۳). این خطاها را در نقشه به صورت عدد کنار اندازه اسمی می‌نویسند، طوری که انحراف بالایی را بدون نماد با علامت + یا منفی در بالا و انحراف پایینی را بدون نماد با علامت - یا منفی در پایین اندازه اسمی می‌نویسند. مقدار تولرانس تفاوت میان انحراف بالایی و انحراف پایینی است و با نماد T نمایش داده می‌شود.



شکل ۳



اندازه اسمی: اندازه‌هایی است که مورد نظر طراح است مانند $\varnothing 22$ یا $\varnothing 16/5$

انحراف بالایی + اندازه اسمی = بزرگ‌ترین اندازه

انحراف پایینی - اندازه اسمی = کوچک‌ترین اندازه

به طور نمونه در $25^{+0/3}_{-0/2}$ مقدار $0/3$ را انحراف بالایی، $0/2$ - را انحراف پایینی می‌گویند و مقدار تolerانس از روابط زیر به دست می‌آید:

$$T = 25/3 - 24/8 = 0/5$$

$$T = 25/3 - (-0/2) = 0/5$$



در یک کارخانه تعدادی پایه میز ساخته شده است. برای این پایه‌ها باید لوله مونتاژی به منظور تنظیم ارتفاع میز ساخته شود تا با جابه‌جایی آن در پایه مقدار ارتفاع میز تغییر کند. اگر طراح قطر لوله تغییر ارتفاع را $18^{+0/5}_{-0/2}$ در نظر بگیرد مقادیر بزرگ‌ترین اندازه، کوچک‌ترین اندازه و تolerانس را به دست آورید (شکل ۴).

انحراف بالایی $18^{+0/5}$ اندازه اسمی
انحراف پایینی $18^{-0/2}$

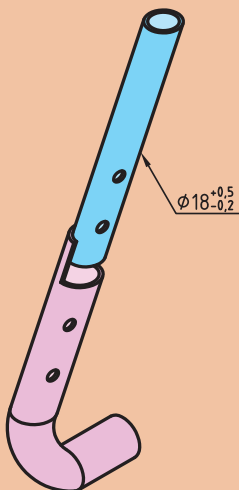
$$\text{بزرگ‌ترین اندازه} = 18\text{mm} + (+0/5\text{mm}) = 18/5\text{mm}$$

$$\text{کوچک‌ترین اندازه} = 18\text{mm} + (-0/2\text{mm}) = 17/8\text{mm}$$

$$\text{تولرانس} = \text{کوچک‌ترین اندازه} - \text{بزرگ‌ترین اندازه} = 18/5 - 17/8 = 0/7$$

راه حل دیگر:

$$\text{تولرانس} = \text{انحراف بالایی} - \text{انحراف پایینی} = +0/5 - (-0/2) = 0/7$$



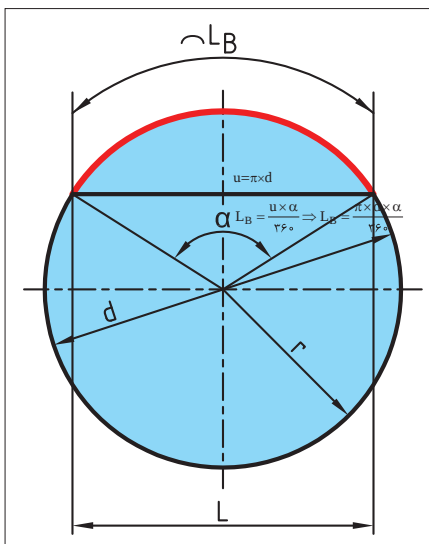
شکل ۴

محاسبه محیط

تمامی شکل‌های هندسی دارای محیط‌اند که دانستن آن برای انجام طراحی و تولید دقیق ضروری است. به طول پیرامون اشکال هندسی محیط گفته می‌شود. هر قطعه صنعتی می‌تواند از یک یا چند شکل هندسی تشکیل شده باشد. برای محاسبه محیط قطعه ابتدا باید آن را به اجزای ساده‌تر که دارای روش‌های محاسبه ساده‌تری هستند تقسیم کرد. در پایان با جمع کردن محیط اجزای تقسیم شده می‌توان محیط کل قطعه را به دست آورد. در محاسبه اندازه محیط شکل‌های دوبعدی، کافی است طول بیرونی پیرامون شکل را به دست آورد.

نکته

در شکل‌های چندضلعی مجموع طول اضلاع مقدار محیط است.



شکل ۵

محاسبه محیط دایره، طول قوس دایره (شکل ۵)

L_B = طول قوس قطاع یا قطعه دایره

α = زاویه مرکزی مقابل به کمان (درجه)

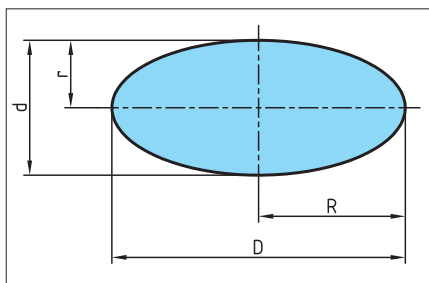
d = قطر دایره

L = طول وتر دایره

u = محیط دایره

$$u = \pi \times d$$

$$L_B = \frac{u \times \alpha}{360} \Rightarrow L_B = \frac{\pi \times d \times \alpha}{360}$$



شکل ۶

محاسبه محیط بیضی (شکل ۶)

U = محیط

D = قطر بزرگ بیضی

R = شعاع بزرگ بیضی

d = قطر کوچک بیضی

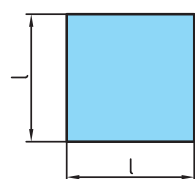
r = شعاع کوچک بیضی

$$U = \pi \times \frac{D+d}{2}$$

$$U = \pi \times \sqrt{2 \times (R^2 + r^2)}$$

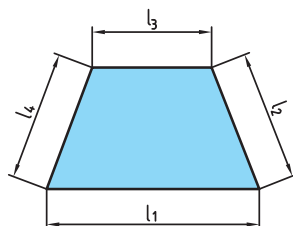
محیط اشکال هندسی

U = محیط l = طول ضلع b = عرض n = تعداد اضلاع



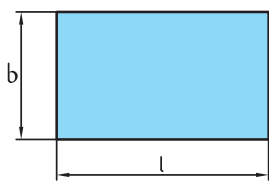
$$U = 4 \times l$$

مربع



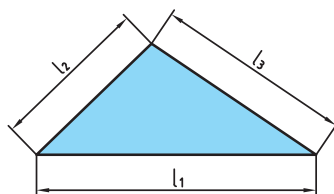
$$U = l_1 + l_2 + l_3 + l_4$$

ذوزنقه



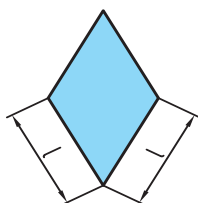
$$U = 2 \times (l + b)$$

مستطیل



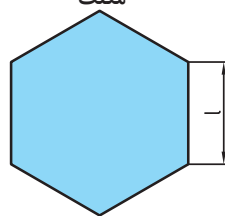
$$U = l_1 + l_2 + l_3$$

مثلث



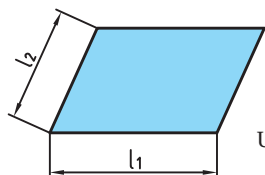
$$U = 4 \times l$$

لوزی



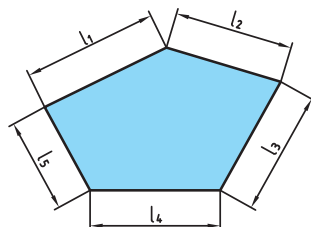
$$U = n \times l$$

چند ضلعی منتظم



$$U = 2 \times (l_1 + l_2)$$

متوازی الاضلاع



$$U = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5$$

چند ضلعی غیر منتظم

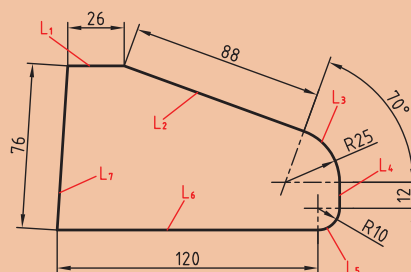
به طور کلی در اشکال هندسی محیط برابر مجموع اندازه ضلع‌های پیرامون آن شکل است.

نکته





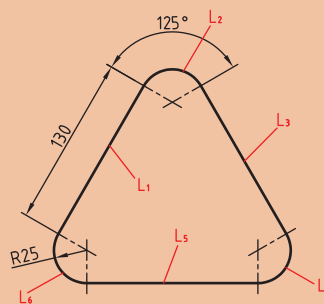
برای ساخت باله‌های هواپیمای شکل ۷ از ورقه آلومینیومی استفاده شده است. طول محیط باله‌های افقی انتهایی هواپیما توسط یک ربات با لیزر بریده می‌شود، طول مسیر برش‌کاری را به دست آورید. (اندازه‌های نقشه برحسب سانتی‌متر است)



شکل ۷

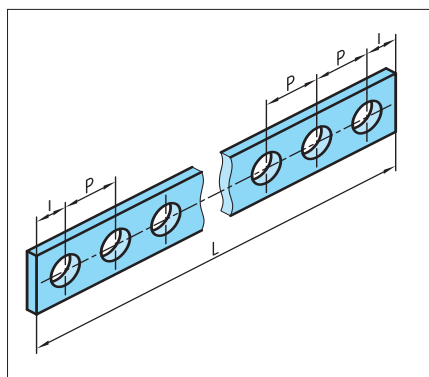


برای ساختن میز شکل ۸، از شیشه برش داده شده زیر استفاده شده است. طول مسیر برش (محیط) را به دست آورید. (اندازه‌های نقشه برحسب سانتی‌متر است)



شکل ۸

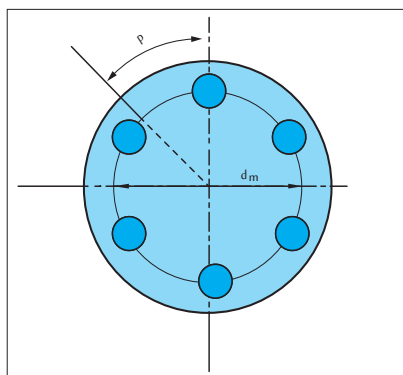
تقسیمات طولی



شکل ۹

در تولید قطعات صنعتی فاصله‌های بین اجزای یک قطعه از اهمیت بالایی برخوردار است و دقت تولید قطعات را در هنگام ساخت بالا می‌برد. از این جهت محاسبه طول مساوی بین اجزای مشابه و یا تقسیم یک قطعه به اجزای مساوی برای انجام عملیات خاص مورد توجه است. برای محاسبه طول تقسیمات مساوی از رابطه زیر استفاده می‌شود (شکل ۹).

$$P = \frac{L - 2l}{n - 1}$$



تقسیم محیط دایره

dm = قطر دایره تقسیم

L = طول قطعه کار

l = طول لبه قطعه کار تا مرکز اولین سوراخ

$$P = \frac{dm \times \pi}{n}$$

P = فاصله بین مرکز دو سوراخ متوالی (گام)

n = تعداد سوراخ

n = تعداد تقسیمات (سوراخ)

نکته

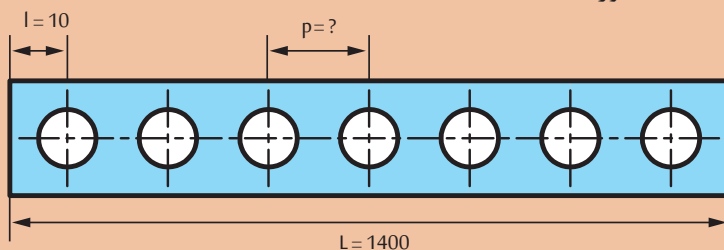
۱ همان طور که مشاهده می شود تعداد سوراخ ها از تعداد فاصله بین سوراخ ها، یکی بیشتر است.

۲ در تولید قطعه بالا حتماً باید $r < \frac{P}{2}$ (شعاع سوراخ) باشد.



تمرین

در روی تسمه ای مطابق شکل ۱۰ در صورتی که ۷ سوراخ ایجاد شود و $L = 1400$ و $l = 10$ میلی متر باشد فاصله بین مرکز سوراخ ها را به دست آورید.



شکل ۱۰

تذکر

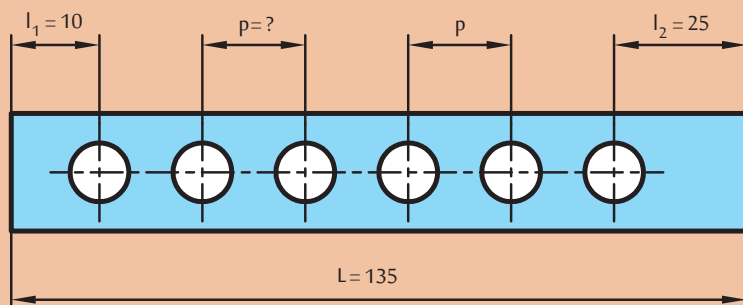
در صورتی که فاصله مرکز سوراخ های ابتدایی و انتهایی از لبه قطعه کار با هم مساوی نباشند رابطه ذکر شده به صورت زیر تغییر می یابد:

$$P = \frac{L - (l_1 + l_2)}{n - 1}$$

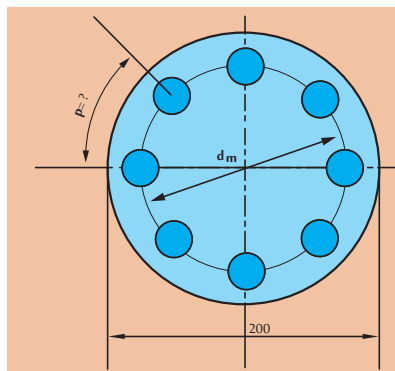


تمرین

در شکل ۱۱ فاصله برابر بین سوراخ ها چقدر خواهد بود؟

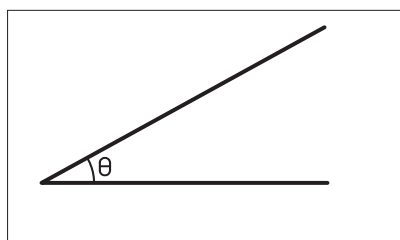


شکل ۱۱



در روی درپوشی به قطر 20 mm باید ۸ عدد سوراخ به قطر 10 mm ایجاد شوند. اگر فاصله لبه سوراخ‌ها تا محیط قطعه کار 20 mm باشد، فاصله مراکز سوراخ‌ها روی دایره تقسیم (گام: P) را محاسبه کنید:

یکای اندازه‌گیری زاویه



شکل ۱۲

زاویه یا گوشه یکی از مفاهیم هندسی است و به ناحیه‌ای از صفحه گفته می‌شود که بین دو نیم خط که سر مشترک دارند محصور شده است. به سر مشترک این دو نیم خط رأس زاویه یا گوشه می‌گویند (شکل ۱۲).

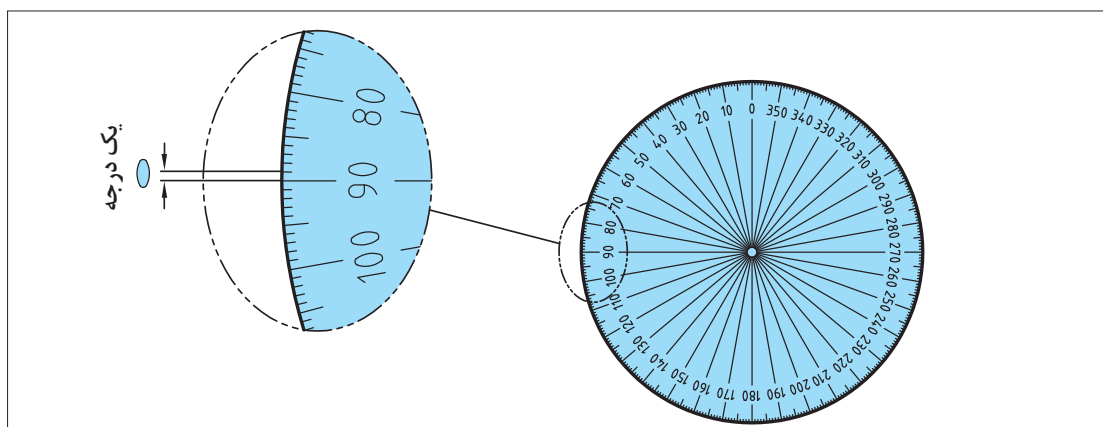
یکاهای اصلی برای اندازه‌گیری زاویه: درجه، رادیان و گراد است.



برای نمایش درجه از علامت (°) استفاده می‌شود.

یک درجه = زاویه مقابل به $\frac{\text{محیط دایره}}{360}$

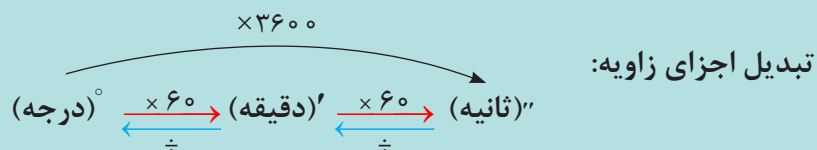
درجه: اگر محیط یک دایره دلخواه را به ۳۶۰ قسمت مساوی تقسیم کنیم و هر قسمت را به مرکز دایره وصل کنیم، اندازه زاویه حاصل را یک درجه می‌نامند (شکل ۱۳).



شکل ۱۳

همان گونه که می دانید معمولاً هر یکا دارای اجزایی است. درجه نیز به عنوان یکای اندازه گیری دارای اجزایی مانند (دقیقه و ثانیه ") است.

$$\begin{aligned} \text{هر دقیقه برابر } \frac{1}{60} \text{ درجه است.} \quad 1^\circ &= 60' = 1 \text{ دقیقه} \\ \text{هر ثانیه برابر } \frac{1}{60} \text{ دقیقه یا } \frac{1}{3600} \text{ درجه است.} \quad 1' &= 60'' = \frac{1}{3600} \times 1^\circ \\ \text{به عبارتی: } 1^\circ &= 60' = 3600'' \end{aligned}$$



هر یک از زوایای $35''$ ، $42'$ و 2° را به ترتیب برحسب الف) درجه، ب) دقیقه و ج) ثانیه حساب نمایید.

تمرین

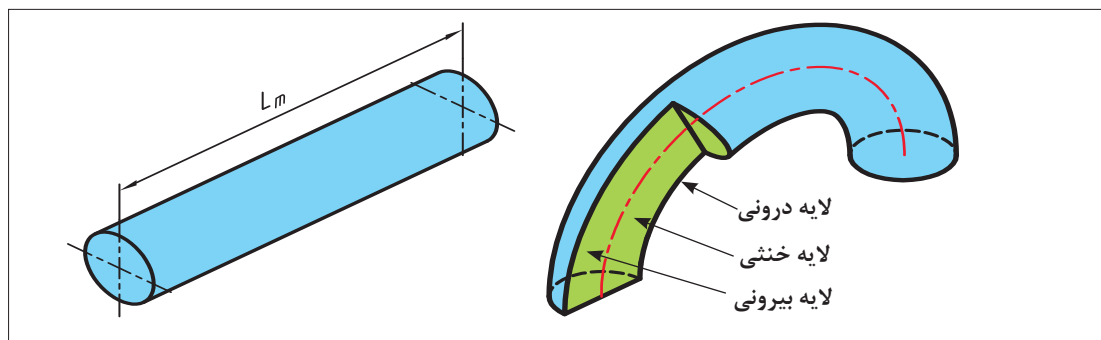


محاسبه طول گسترده

در تولید اکثر قطعات صنعتی استفاده از خم و قوس امری اجتناب ناپذیر است. در صورتی که از خم کردن قطعه برای تولید استفاده شود دانستن طول اولیه آن ضروری است. پیش از خم کاری طول قطعه در تمام لایه های جسم برابر است. در صورتی که قطعه ای خم کاری شود لایه بیرونی قطعه کشیده شده و طول آن افزایش می یابد و لایه های درونی قطعه فشرده شده و طول آن کاهش می یابد. بین لایه های بیرونی و درونی قطعه، لایه ای وجود دارد که در آن کشیدگی و فشردگی اتفاق نمی افتد و طول قطعه بدون تغییر می ماند. این طول را طول گسترده یا طول لایه خنثی (L_m) می نامند.

طول لایه خنثی = طول گسترده

تهیه قطعه اولیه نیاز به دانستن طول گسترده قطعه است. اگر طول قطعه اولیه از لایه بیرونی محاسبه شود قطعه پس از تولید اضافه اندازه خواهد داشت. برعکس اگر طول قطعه اولیه از لایه درونی فشرده شده، تهیه شود طول قطعه پس از خم کاری کاهش اندازه خواهد داشت. به همین منظور محاسبه طول گسترده از روی لایه خنثی ضروری است تا تولید نهایی درست و بی خطا باشد (شکل ۱۴).



شکل ۱۴

در قطعاتی که سطح مقطع آنها متقارن است این لایه خنثی بر روی محور تقارن است.

نکته



همان طور که در شکل دیده می شود سطح بیرونی قطعه پس از خم شدن دارای شعاع بیشتری نسبت به مرکز قطعه است و در نتیجه طولش بزرگ تر از سایر لایه ها و سطح درونی قطعه دارای شعاع کوچک تر و در نتیجه طولش کوچک تر از سایر لایه ها می شود.

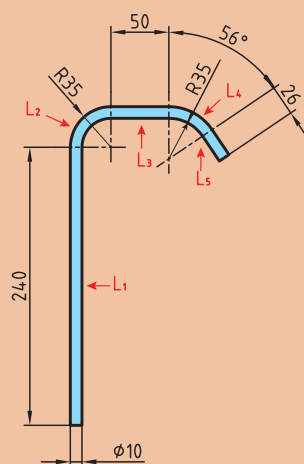
برای محاسبه طول لایه خنثی در قطعات قوس دار ابتدا قطر لایه خنثی (d_m) محاسبه می شود.

نکته



برای ساخت یک چراغ مطالعه، مطابق شکل ۱۵، لوله ای را خم کاری می کنیم. چه مقدار لوله خام لازم است تا پس از خم کاری طبق نقشه شکل زیر به دست آید؟

مثال



شکل ۱۵

$$L_1 = 240 \text{ mm}$$

$$d_m = r \left(R - \frac{d}{r} \right) = r \left(35 - \frac{10}{r} \right) = 60 \text{ mm}$$

$$L_2 = \frac{\pi \cdot d_m}{4} = \frac{3/14 \times 60}{4} = 47/1 \text{ mm}$$

$$L_3 = 50 \text{ mm} \rightarrow d_m = r \left(R + \frac{d}{r} \right) = r \left(35 + \frac{10}{r} \right) = 80 \text{ mm}$$

$$L_4 = \frac{\pi \cdot d_m \times \alpha}{360} = \frac{3/14 \times 80 \times 56}{360} = 39 \text{ mm}$$

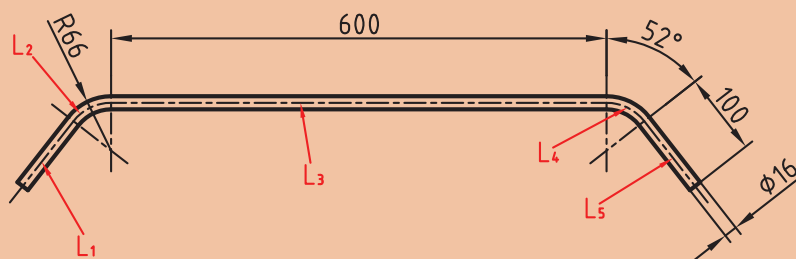
$$L_5 = 26 \text{ mm}$$

$$L_m = L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5 \rightarrow L_m = 240 + 47/1 + 50 + 39 + 26 = 402/1 \text{ mm}$$

تمرین



در یک دستگاه بدن سازی برای تقویت عضله های سرشانه از میله ای مطابق شکل ۱۶ استفاده شده است. طول گسترده اولیه آن را پیش از خم کاری محاسبه کنید.



شکل ۱۶

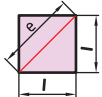
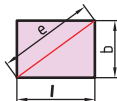
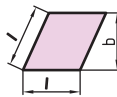
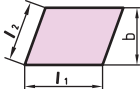
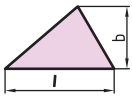
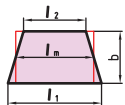
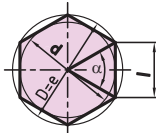
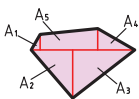
محاسبه سطوح اشکال گوشه دار

برای محاسبه سطوح اشکال گوشه دار از علائم اختصاری جدول ۳ استفاده می شود و روابط آنها در جدول ۴ ارائه شده است.

جدول ۳- علائم اختصاری

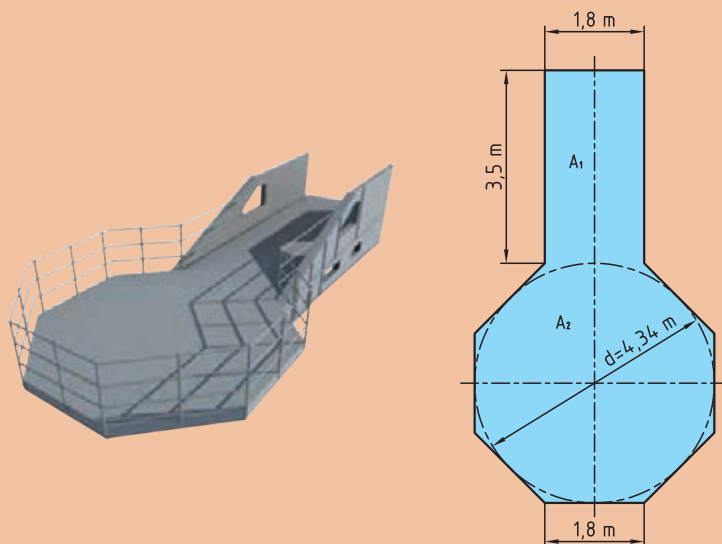
A	مساحت	c	قطر	b	عرض
l	طول	D	قطر دایره محیطی در چند ضلعی منتظم	d	قطر دایره محاطی در چندضلعی منتظم
l_m	طول متوسط	n	تعداد اضلاع	α	زاویه مرکزی

جدول ۴

نوع چند ضلعی	شکل	مساحت	قطر
مربع		$A = l \times l = l^2$	$e = \sqrt{l^2 + l^2} = \sqrt{2} \times l = 1/414l$
مستطیل		$A = l \times b$	$e = \sqrt{l^2 + b^2}$
لوزی		$A = l \times b$	
متوازی الاضلاع		$A = l_1 \times b$	
مثلث		$A = \frac{l \times b}{2}$	در مثلث متساوی الاضلاع $b = \sqrt{3} \times \frac{1}{2} \approx 0/866 \times l$
دوزنقه		$A = \frac{l_1 + l_2}{2} \times b$ $A = l_m \times b$	$l_m = \frac{l_1 + l_2}{2}$
چند ضلعی منتظم		$A = n \times A_1 = \frac{n \times l \times d}{2}$	$l = D \times \sin\left(\frac{180^\circ}{n}\right)$ $d = \sqrt{D^2 - l^2}$
سطوح مرکب		$A = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5$	



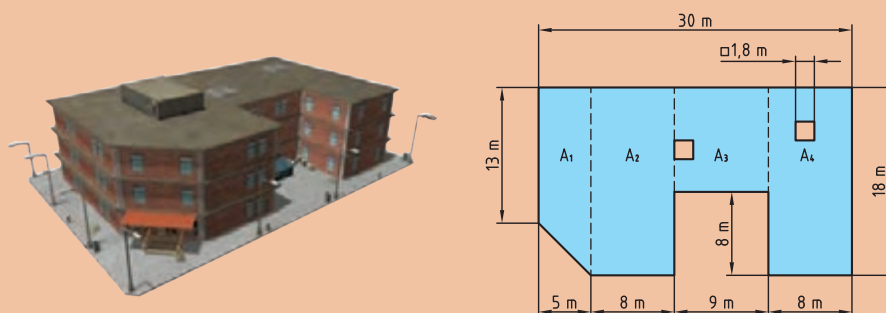
در یک سکوی فلزی مطابق شکل ۱۷ مساحت کف سکو را حساب کنید.



شکل ۱۷



برای سقف ساختمانی مطابق شکل ۱۸ چند متر مربع ایزوگام لازم است؟



شکل ۱۸

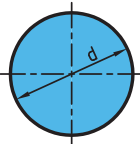
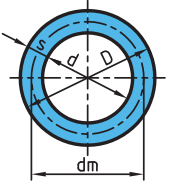
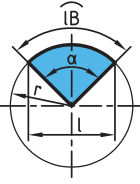
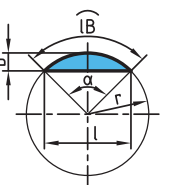
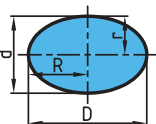
محاسبه سطوح اشکال قوس دار

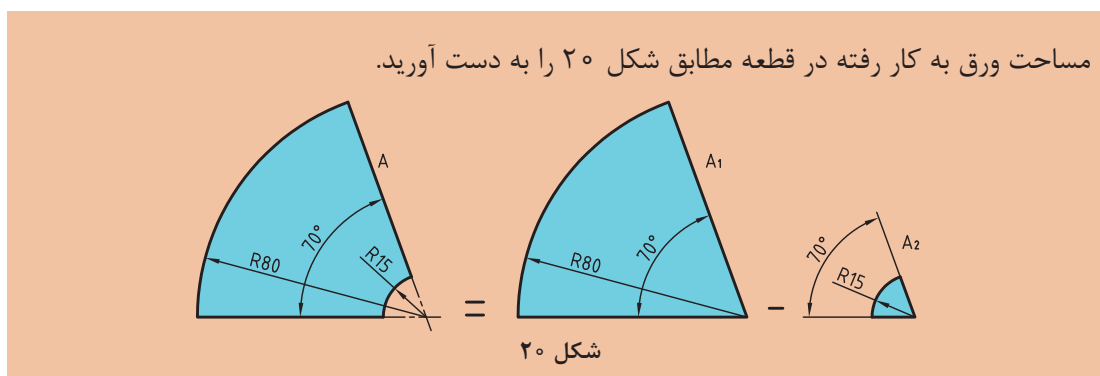
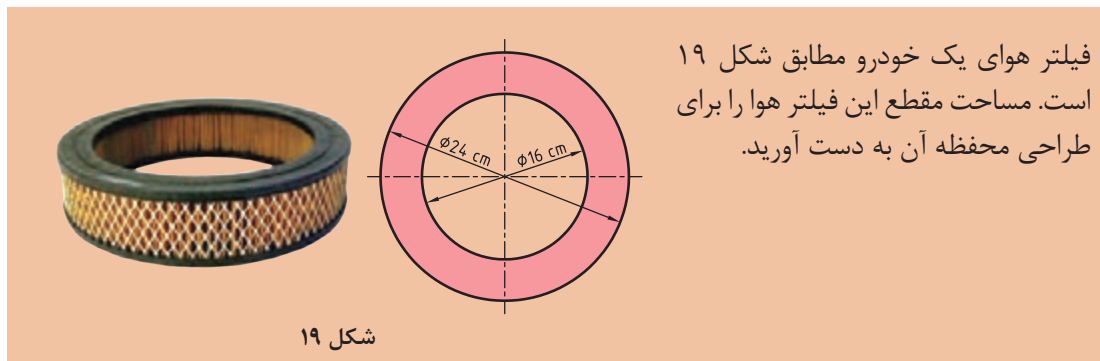
برای محاسبه سطوح اشکال قوس دار از علائم اختصاری مطابق جدول ۵ استفاده می‌شود و روابط آن در جدول ۶ ارائه شده است.

جدول ۵

D	قطر بزرگ	l	طول وتر
d	قطر کوچک	l_e	طول قوس
R	شعاع بزرگ	d_m	قطر متوسط در تاج دایره
r	شعاع کوچک	s	عرض تاج دایره

جدول ۶

نوع سطح	شکل	مساحت	قطر
دایره		$A = \frac{\pi \times d^2}{4}$ $A = \pi \times r^2$	$d = \sqrt{\frac{4 \times A}{\pi}}$
تاج دایره		$A = \frac{\pi \times D^2}{4} - \frac{\pi \times d^2}{4}$ $A = \frac{\pi}{4} \times (D^2 - d^2)$ $A = \pi \times d_m \times s$	$d_m = \frac{D + d}{2}$ $s = \frac{D - d}{2}$
قطاع دایره		$A = \frac{l_B \times r}{2}$ $A = \frac{\pi \times r^2 \times \alpha}{360^\circ}$	$l_B = \frac{\pi \times r \times \alpha}{180^\circ} \text{ یا } L_B = \frac{D \times d \times \alpha}{360^\circ}$
قطعه دایره		$A = \frac{l_B \times r - l \times (r - b)}{2}$ $A = \frac{\pi \times r^2 \times \alpha}{360^\circ} - \frac{l \times (r - b)}{2}$ $A \approx \frac{2}{3} \times l \times b$	$b = r \left(1 - \cos \frac{\alpha}{2}\right)$ $l = 2 \times r \times \sin \frac{\alpha}{2}$
بیضی		$A = \frac{\pi \times D \times d}{4}$	



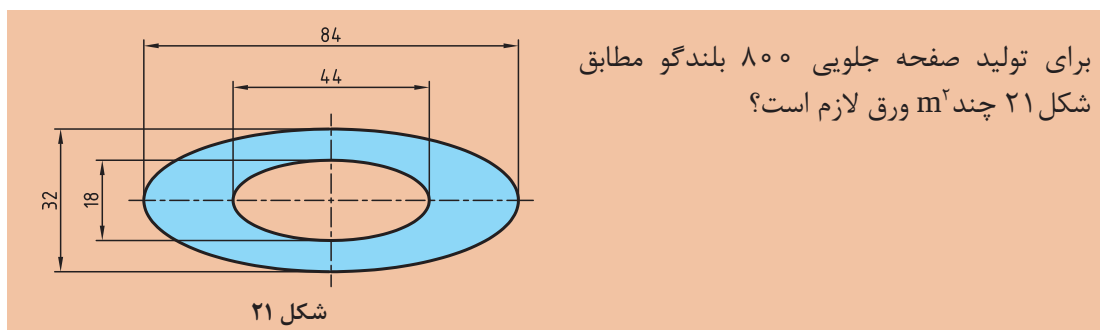
محاسبه مساحت سطوح مرکب

سطوحی که از چندین شکل هندسی مشخص تشکیل شده‌اند را سطوح مرکب می‌نامند. برای محاسبه مساحت سطوح مرکب به ترتیب زیر عمل می‌کنیم:

(الف) سطح شکل مرکب را به سطوح هندسی معین تفکیک می‌کنیم.

(ب) مساحت هر یک از سطوح هندسی را به دست می‌آوریم.

(ج) با جمع مساحت سطوح هندسی تفکیک شده مساحت شکل مرکب را به دست می‌آوریم (در این جمع، سطوح سوراخ شده را از مساحت کل کم می‌کنیم).



شکل بالا مثال یک سطح مرکب است که در آن از مساحت یک ورق بیضی شکل سه دایره با قطرهای مختلف بریده شده است.

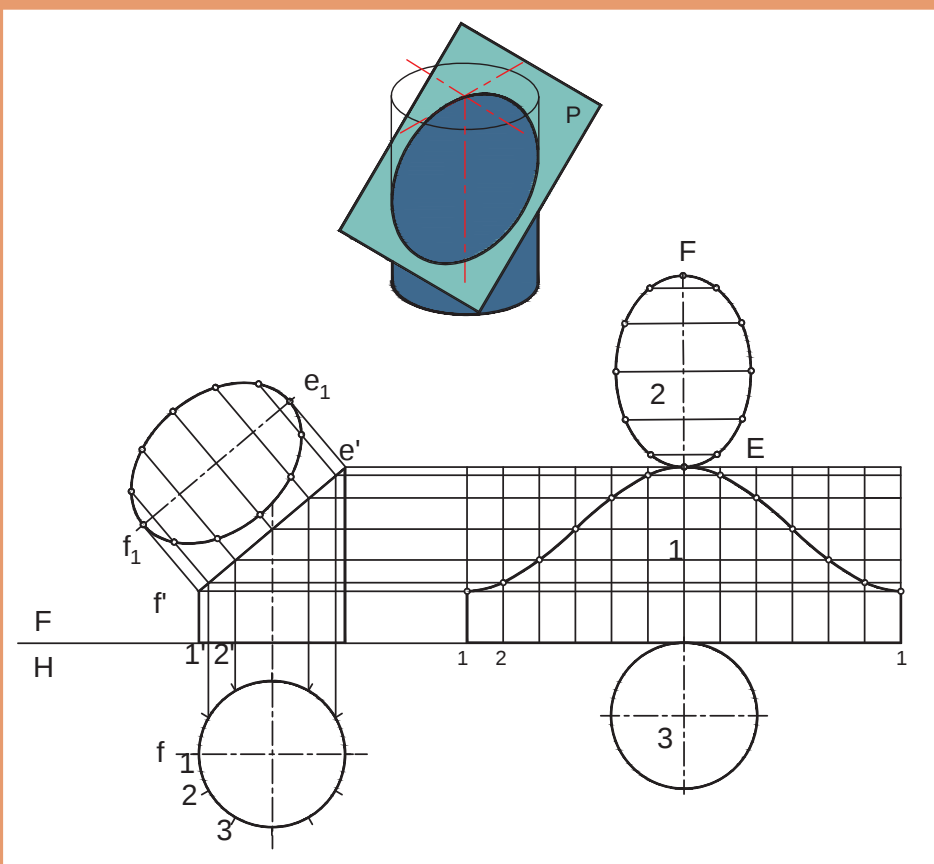
محاسبات فنی

عنوان پودمان	تکالیف عملکردی (واحدهای یادگیری)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج مورد انتظار	شاخص تحقق	نمره
محاسبات فنی	به دست آوردن توانایی محاسبات فنی کاربردی در کارگاه صنایع فلزی	به کارگیری محاسبات مربوط به تبدیل واحدها، تolerانس، طول، محیط و مساحت اشکال قوس دار	بالا تر از حد انتظار	انجام محاسبات تبدیل واحد طول، مقیاس، تolerانس، محیط اشکال هندسی، تقسیمات طولی و محیطی، یکای اندازه گیری زاویه، محاسبه طول گسترده، محاسبه سطوح اشکال گوشه دار	۳
			در حد انتظار	انجام محاسبات تبدیل واحد طول، مقیاس، تolerانس، محیط اشکال هندسی، تقسیمات طولی و محیطی، یکای اندازه گیری زاویه	۲
			پایین تر از حد انتظار	محاسبات تبدیل واحدها	۱
	نمره مستمر از ۵				
	نمره شایستگی پودمان از ۳				
	نمره واحد یادگیری از ۲۰				
	☐ نمره شایستگی پودمان فقط شامل نمرات ۲، ۱ یا ۳ است. ☐ هنرجو هنگامی به شایستگی می رسد که در ارزشیابی پودمان، کمترین نمره شایستگی ۲ را دریافت کند. ☐ کمترین نمره قبولی پودمان ۱۲ از ۲۰ است. ☐ نمره کلی درس هنگامی داده می شود که هنرجو در همه پودمان ها نمره شایستگی را دریافت کند.				



پودمان چهارم

گسترش و برآورد مواد



برآورد هزینه

نمودار ۱ مراحل محاسبه و برآورد قیمت در سازه‌های فلزی را نشان می‌دهد:



نمودار ۱- روند برآورد هزینه در سازه‌های فلزی

نکته

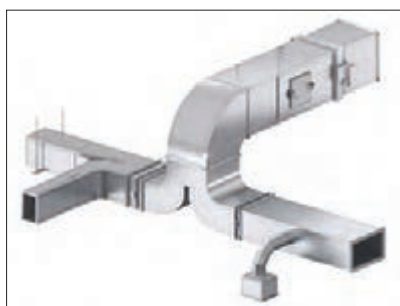


هزینه ساخت هر محصول علاوه بر مقدار مواد مصرفی تحت تأثیر عوامل دیگری نظیر هزینه‌های نیروی انسانی، هزینه‌های دستگاه‌ها، هزینه حمل و نقل، هزینه‌های انبار، هزینه‌های مدیریت، طراحی و هزینه‌های پیش‌بینی نشده است.

از آنجایی که پرکاربردترین مصنوعات در صنعت ما مربوط به سازه‌های ورقی و پروفیلی می‌باشد، لذا در این بخش به توضیح موارد مربوط به ساخت این مصنوعات خواهیم پرداخت.

برآورد مواد و هزینه مصنوعات ورقی

به شکل ۱ توجه کنید:



شکل ۱- نمایی از کانال تهویه هوا

■ مقدار مواد اولیه مورد نیاز برای ساخت این کانال چگونه محاسبه می‌شود؟

■ هزینه ساخت آن چگونه محاسبه می‌شود؟

■ چه هزینه‌هایی را باید در نظر گرفت؟

اینها همگی پرسش‌هایی هستند که در ساخت مصنوعات فلزی باید قبل از راه‌اندازی هرگونه فعالیت تولیدی در نظر گرفت. با توجه به این سؤالات می‌توان از بروز خسارت مالی در تولید، جلوگیری به عمل آورده و در نهایت می‌توان به سود مناسبی دست یافت. چه بسیار افرادی که با انگیزه بالا و ایده‌هایی خوب شروع به کار کرده ولی به دلیل در نظر نگرفتن این موارد با شکست مواجه شده‌اند. جدول ۱ مراحل برآورد هزینه‌های تولید یک مصنوع فلزی را نشان می‌دهد.

جدول ۱- محاسبات مورد نیاز در تخمین قیمت محصول

ردیف	موارد	توضیحات
۱	هزینه مواد مصرفی	هزینه تهیه مواد لازم
۲	هزینه ساخت	هزینه دستمزد
۳	هزینه کارگاه	هزینه‌های برق - آب و گاز (انرژی) - ماشین‌آلات و ...
۴	هزینه استهلاک ماشین‌آلات و ابزار	
۵	هزینه حمل و نقل	هزینه حمل و نقل مواد به کارگاه و محصولات به بیرون
۶	هزینه انبار	هزینه نگهداری مواد اولیه و محصولات در انبار
۷	هزینه طراحی و نقشه‌کشی	
۸	هزینه‌های بالا سری	هزینه مالیات، ارزش افزوده و

هزینه مواد مصرفی

مواردی که برای محاسبه هزینه مواد مصرفی مورد نیاز است در نمودار ۲ نشان داده شده است. با پیروی از این روند به راحتی می‌توان به قیمت مواد مورد نیاز برای ساخت محصول دست یافت.

رسم گسترش سازه

محاسبه مساحت گسترده سازه

محاسبه جرم قطعه

محاسبه هزینه بر اساس قیمت روز

نمودار ۲

رسم و محاسبه گسترش

به منظور محاسبه ورق مورد نیاز برای ساخت مصنوعات فلزی می‌بایست به ترتیب زیر عمل کرد:

مرحله ۱: رسم گسترده جسم و تقسیم آن به اشکال هندسی ساده

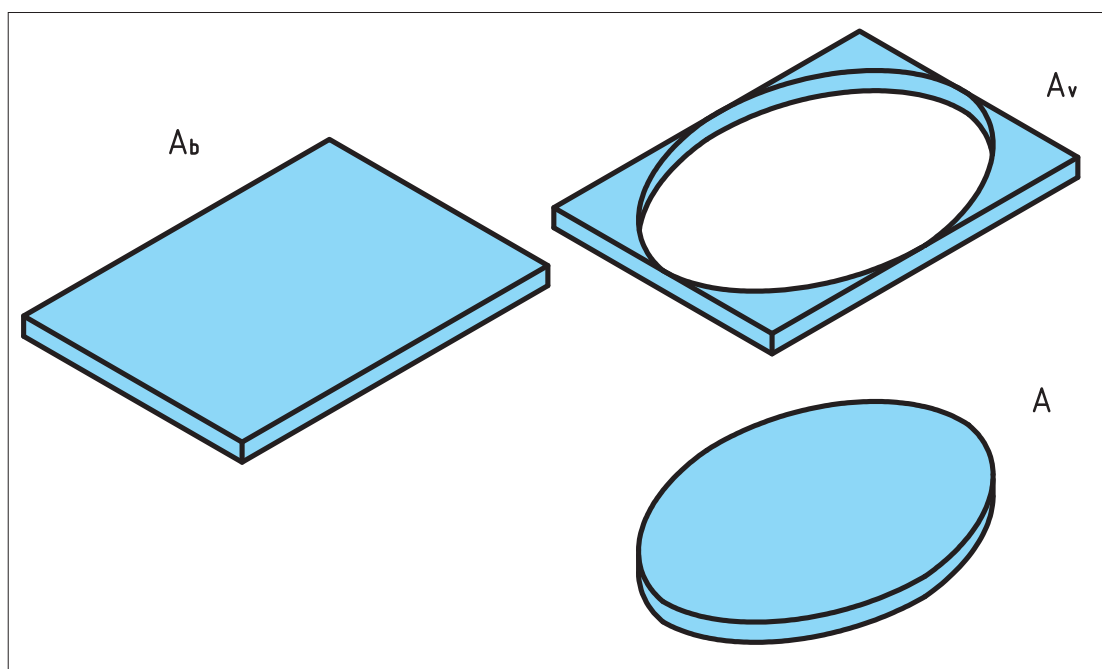
مرحله ۲: جانمایی گسترده قطعات در ورق خام با در نظر گرفتن کمترین مقدار دورریز

همان‌طور که ملاحظه می‌فرمایید تمامی این مراحل مشروط به ترسیم دقیق گسترش می‌باشد.

لازم به ذکر است باید مواردی نظیر دقت در جانمایی نقشه در ورق، سادگی ساخت قطعه و کمترین هزینه مونتاژ را باید در نظر داشت.

محاسبه دورریز سطوح

برای محاسبه دورریز سطوح کافی است سطح قطعه ساخته شده را از سطح ورق اولیه کم کنیم (شکل ۲).



شکل ۲

سطح دورریز + سطح قطعه ساخته شده = سطح اولیه

$$A_b = A + A_v$$

مقدار درصد دورریز سطحی ($\%A_v$) را می‌توان در دو حالت محاسبه کرد:

الف) درصد دورریز ($\%A_v$) بر اساس سطح ورق اولیه:

$$\text{درصد دورریز برحسب قطعه اولیه} = \frac{A_v}{A_b} \times 100$$

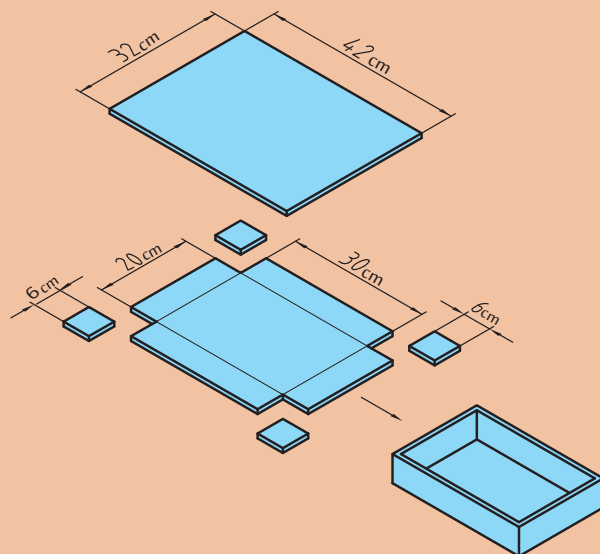
ب) درصد دورریز ($\%A_v$) بر اساس سطح قطعه ساخته شده:

$$\text{درصد دورریز برحسب قطعه ساخته شده} = \frac{A_v}{A} \times 100$$

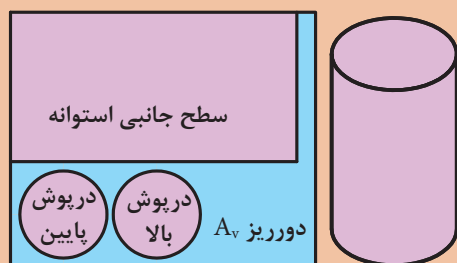


در شکل ۳ برای ساخت یک جعبه درباز فلزی نیاز است، ورق فلزی به ابعاد زیر را برش داده و از محل مورد نظر خم کنیم. درصد دورریز را در دو حالت زیر به دست آورید.

(الف) بر حسب قطعه اولیه
(ب) بر حسب قطعه ساخته شده



شکل ۳



شکل ۴

اگر سطح استوانه‌ای مطابق شکل $61/23 \text{ cm}^2$ باشد (مجموع مساحت‌های درپوش بالا، درپوش پایین و سطح جانبی) مقدار سطح ورق اولیه برای ساخت آن را در حالت‌های زیر به دست آورید (شکل ۴).

(الف) دورریز ۲۵٪ سطح قطعه ساخته شده باشد.

(ب) دورریز ۱۸٪ سطح ورق اولیه باشد.

(ب)

(الف)

$$A_b = A + A_v$$

$$A_b = A + 18\% \times A_b$$

$$A = A_b - \frac{18}{100} \times A_b$$

$$A = 0/82 A_b \rightarrow A_b = \frac{A}{0/82} = \frac{61/23}{0/82} = 74/67 \text{ cm}^2$$

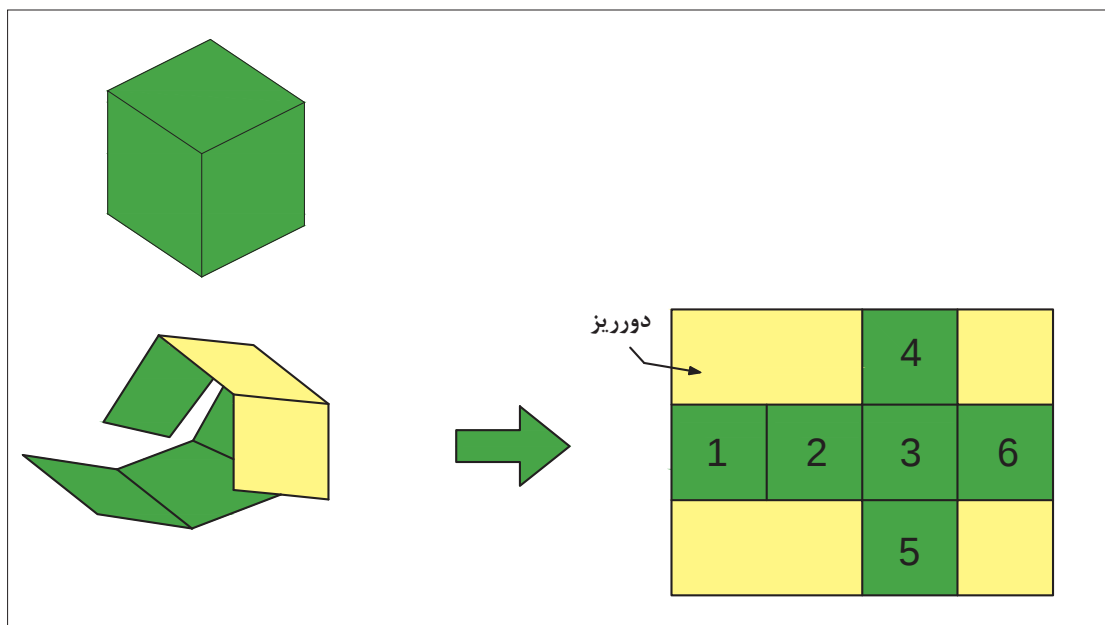
$$A_v = 25\% \times A$$

$$A_v = \frac{25}{100} \times 61/23 = 15/3 \text{ cm}^2$$

$$A_b = A + A_v = 61/23 + 15/3 = 76/53 \text{ cm}^2$$

گسترش مکعب

مرحله ۱:



مرحله ۲:

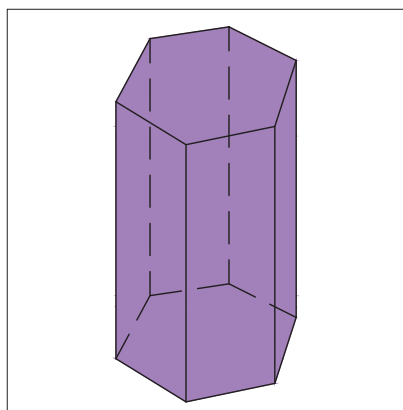
$$A_t = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6$$

$A_{1,2,3,4,5,6}$: مساحت قسمت‌های شماره ۱ تا ۶

A_t : مساحت کل

شکل ۵

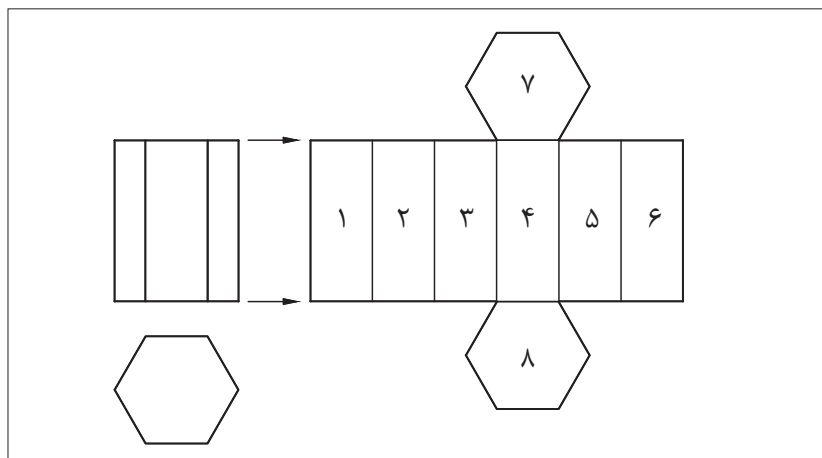
گسترش منشور



شکل ۶

منشورها از تعدادی وجوه مستطیل شکل و دو قاعده تشکیل شده‌اند. تعداد این مستطیل‌ها و شکل قاعده به تعداد اضلاع قاعده بستگی دارد.

مرحله ۱:



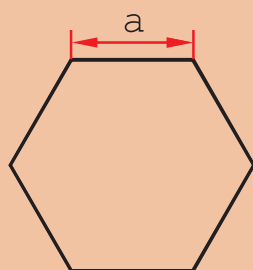
شکل ۷

مرحله ۲:

$$A_t = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6 + A_7 + A_8$$

$$A_t = 6 \times A_1 + 2 \times A_7$$

برای محاسبه مساحت ۶ ضلعی‌ها، می‌توان از رابطه زیر استفاده کرد:



$$A = \frac{\sqrt{3}}{2} a^2$$

نکته

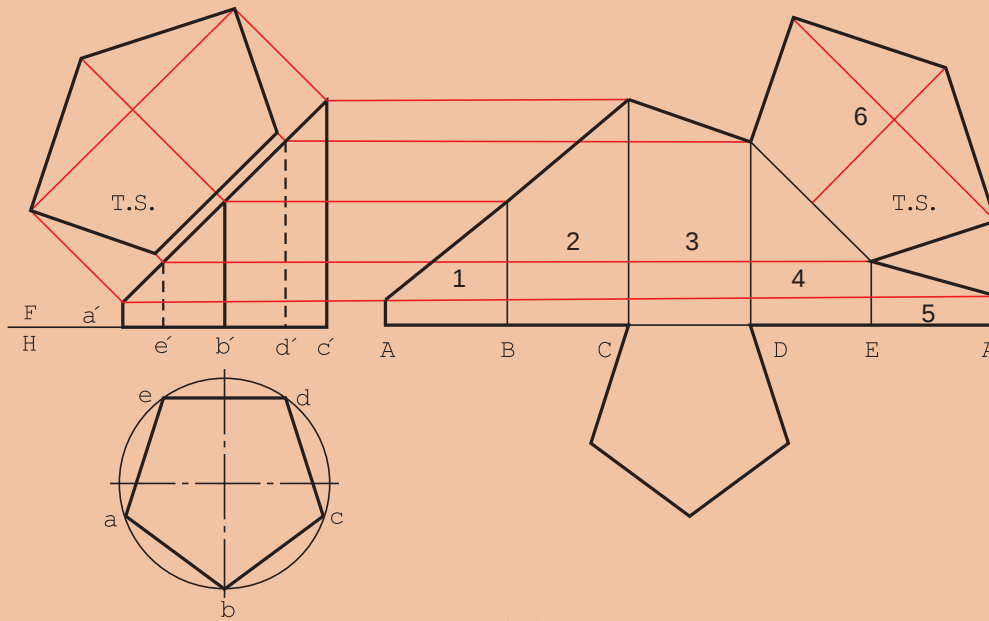


برای کاهش میزان دورریز می‌توان قسمت‌های ۷ و ۸ را از ورق‌های ضایعاتی جدا نمود.

نکته



مرحله ۱:



شکل ۸

مرحله ۲:

$$A_t = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6 + A_7$$

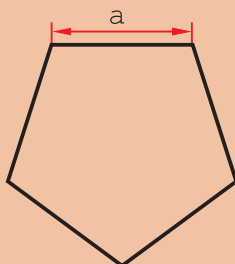
اشکال ۱ تا ۶ همگی دوزنقه قائم‌الزاویه هستند.

نکته



برای محاسبه مساحت پنج ضلعی‌ها می‌توان از رابطه زیر استفاده کرد:

نکته

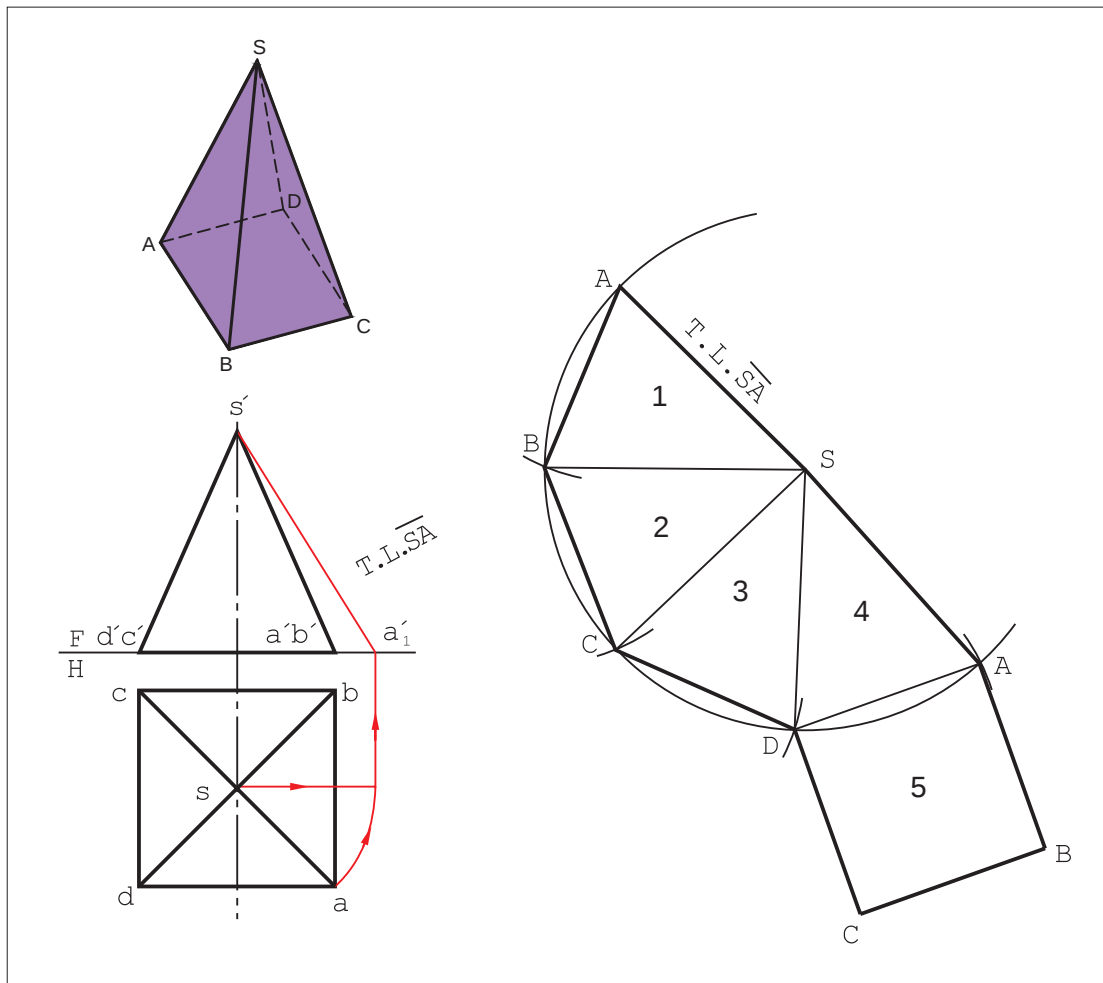


$$A = \frac{1}{\sqrt{2}} a^2$$

گسترش هرم

- گسترده بدنه یک هرم کامل، از چند مثلث تشکیل می‌شود. ضمن اینکه قاعده هم باید افزوده شود.
- گسترش هرم کامل: هرم معرفی شده در شکل ۹ دارای قاعده مربع است. همه یال‌های آن برابرند و برای رسم گسترش، ابتدا باید اندازه حقیقی یکی از یال‌ها مثلاً $\overline{SA}$ تعیین شود.
- با انتخاب جای مناسب، پاره خط $\overline{SA}$ را رسم می‌کنیم. هرم از روی یال $\overline{SA}$ باز می‌شود (شکل ۹).
- به همین ترتیب سه مثلث دیگر را اضافه می‌کنیم.
- با افزوده شدن قاعده، گسترش کامل می‌شود.

مرحله ۱:

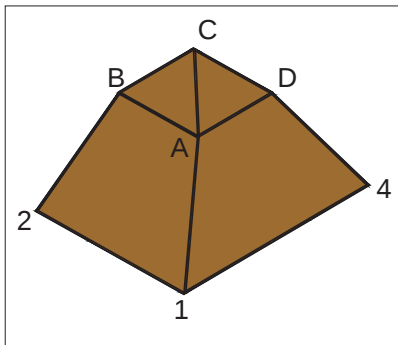


شکل ۹

مرحله ۲:

$$A_t = A_1 + A_r + A_r + A_r + A_d$$

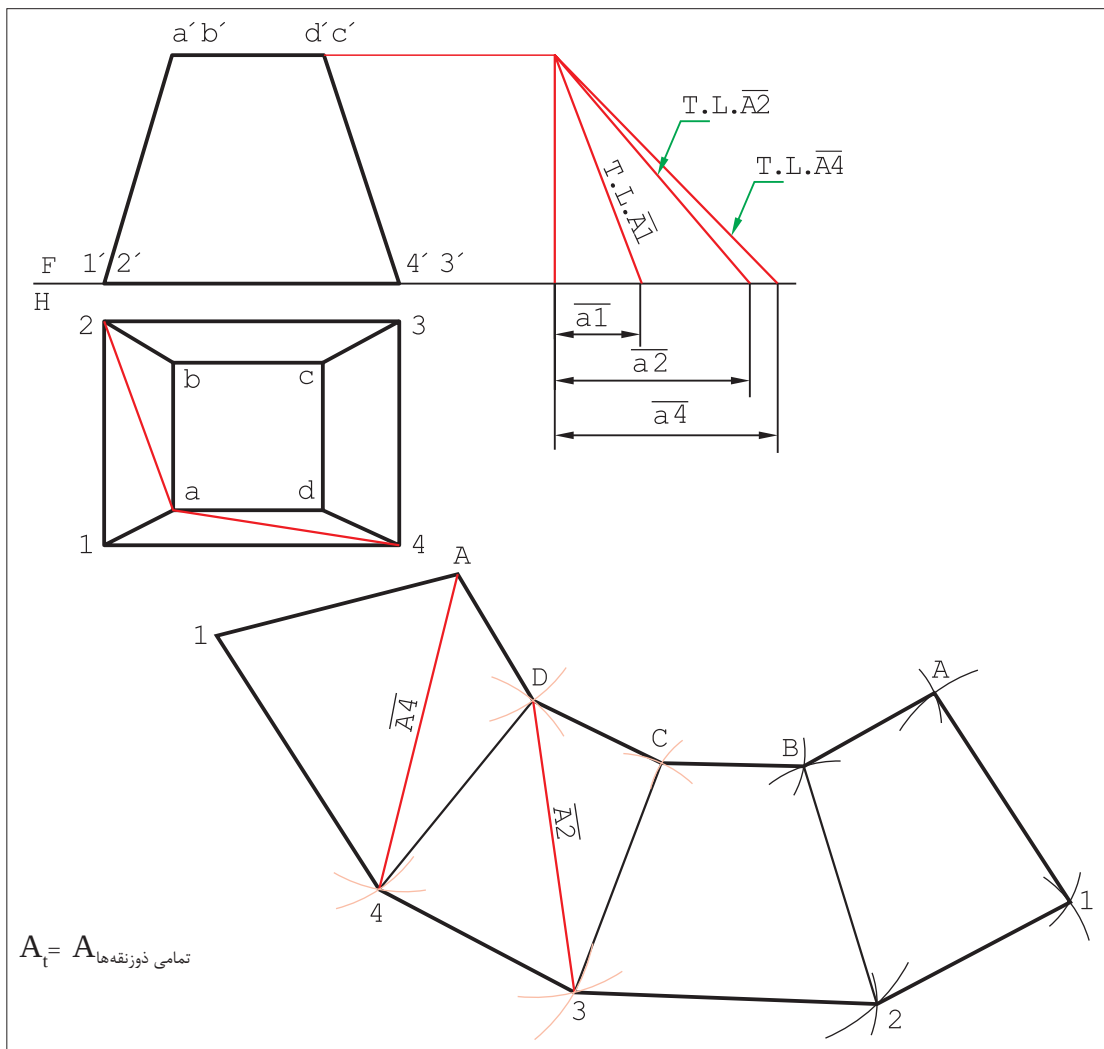
محاسبه گسترش کانال تبدیل



شکل ۱۰

با استفاده از قوانین هندسه ترسیمی و بهره‌مندی از قانون رسم مثلث به وسیله سه ضلع و تنها با استفاده از پرگار می‌توان گسترش کانال‌های تبدیل را رسم کرد و مساحت ورق مورد نیاز برای ساخت آن را حساب کرد.

- خط برش کانال، $\overline{A1}$ است.
- روش انتخابی، روش مثلث‌بندی است.
- دو قطر $\overline{a2}$ و $\overline{a4}$ رسم می‌شود.
- اندازه حقیقی $\overline{A2}$ و $\overline{A4}$ و $\overline{A1}$ به دست می‌آید.
- ابتدا مثلث $A14$ و پس مثلث $AD4$ رسم می‌شود.
- می‌توان کار ادامه داد، با رسم مثلث‌های $D43$ و $DC3$ و تا آخر.

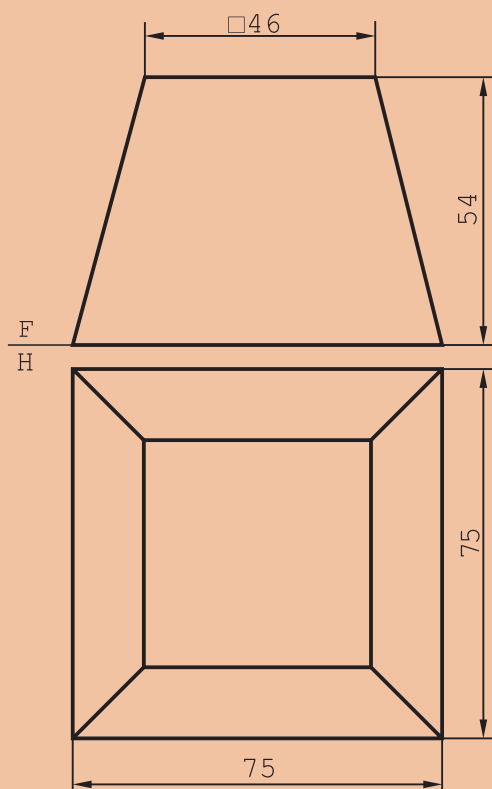
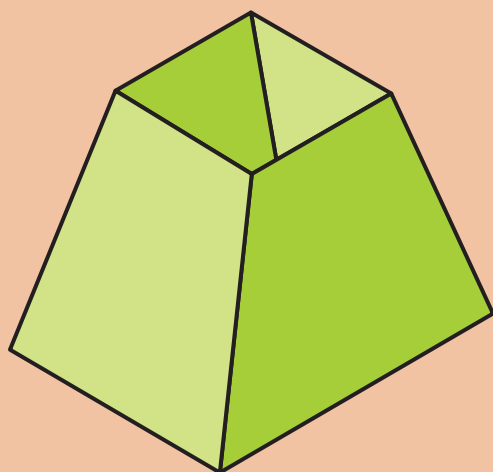


شکل ۱۱

$$A_t = A_{\text{تمامی ذوزنقه‌ها}}$$



اگر بخواهیم کانال تبدیلی همانند نقشه زیر بسازیم، محاسبه نمایید:
الف) مقدار ورق مورد نیاز؟
ب) میزان دورریز چقدر است؟

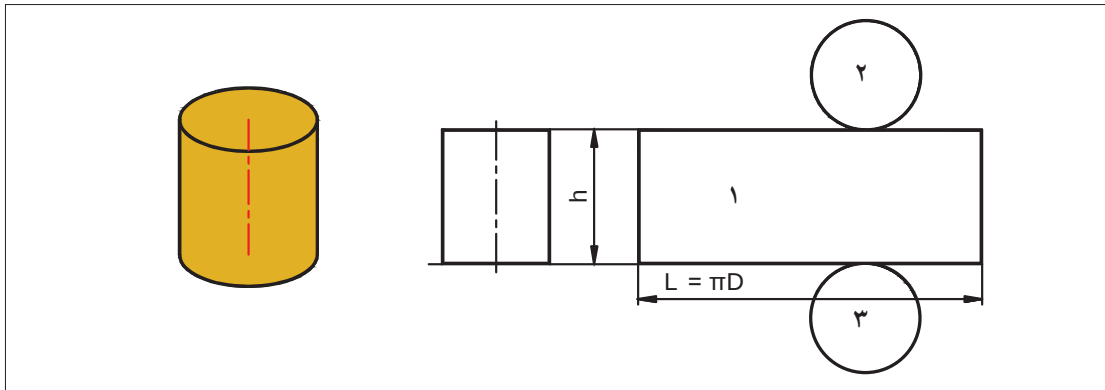


شکل ۱۲

محاسبه گسترش استوانه

استوانه از رول کردن یک ورق مستطیل شکل به دست می آید. طول این مستطیل همان محیط دایره قاعده و عرض آن ارتفاع لوله مورد نیاز است.

مرحله ۱:



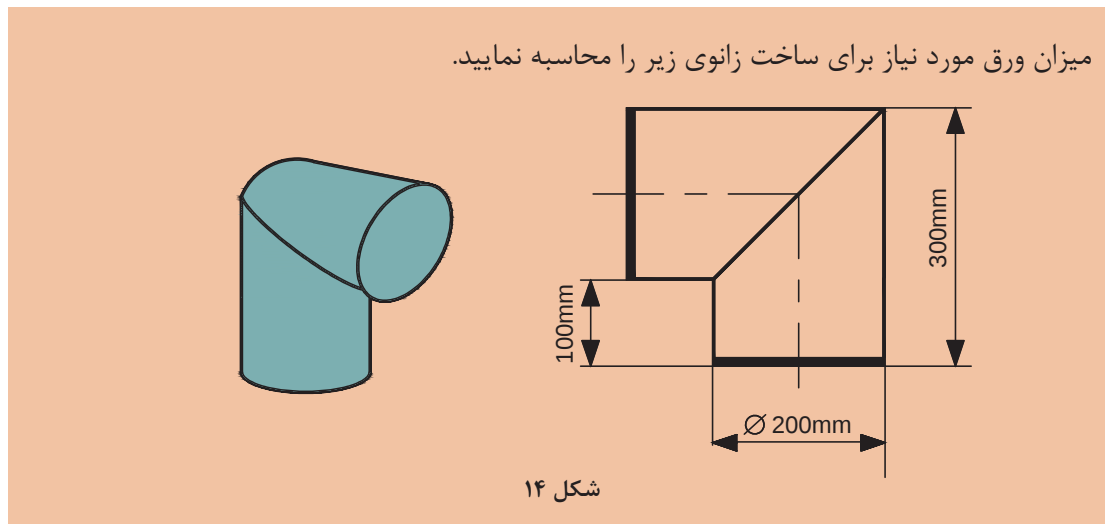
شکل ۱۳

مرحله ۲:

$$A_t = A_1 + A_r + A_r$$

$$A_t = A_1 + 2 \times A_r$$

میزان ورق مورد نیاز برای ساخت زانوی زیر را محاسبه نمایید.



شکل ۱۴

تمرین

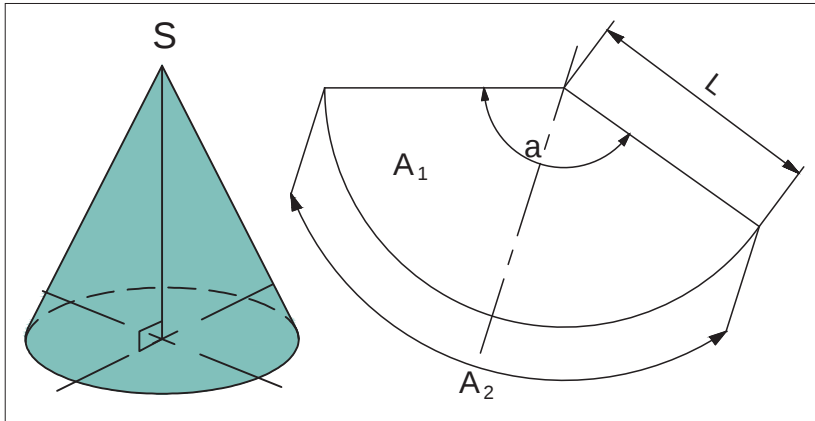


محاسبه گسترش مخروط

با استفاده از فرمول‌های مربوط به محاسبه قطاعی از دایره به راحتی می توان مساحت مورد نیاز برای مخروط‌ها را محاسبه کرد.

پودمان چهارم: گسترش و برآورد مواد

- برای گسترش مخروط داده شده در شکل ۱۵ می توان زاویه قطاع دایره، یعنی α را از رابطه $\alpha = \frac{D}{L} \cdot 180^\circ$ به دست آورد



$$A_1 = (\pi \cdot L^2 \alpha) / 360^\circ$$

$$A_2 = \pi \cdot D^2 / 4$$

$$A_t = A_1 + A_2$$

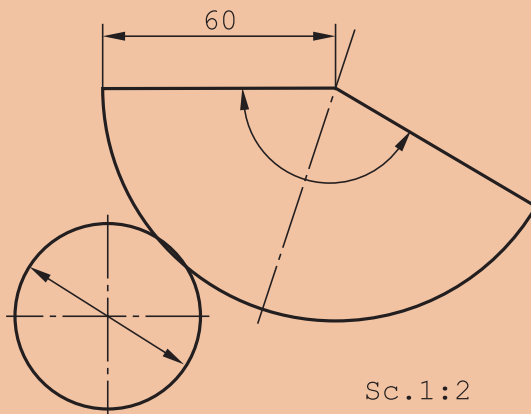
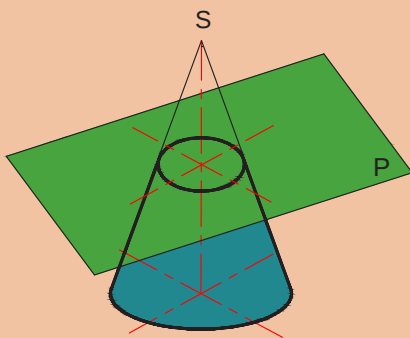
شکل ۱۵

اگر بخواهیم یک مخروط ناقص مطابق شکل ۱۶ بسازیم، محاسبه نمایید:

الف) مقدار ورق مورد نیاز؟

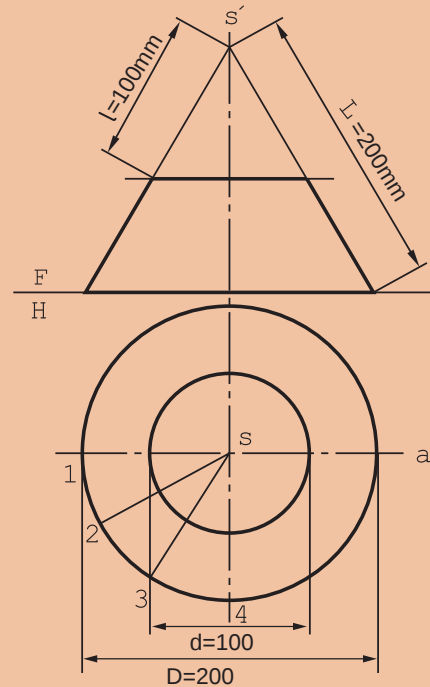
ب) میزان دورریز چقدر است؟

مرحله ۱:



Sc. 1:2

ب



الف

شکل ۱۶

تمرین



تعیین حجم و جرم مصنوعات فلزی

جرم هر سازه از فرمول زیر به دست می آید:
 جمع جرم تمامی اجزای سازنده سازه = جرم سازه
 از آنجایی که در رشته صنایع فلزی مصنوعات بیشتر از مواد پیش ساخته‌ای نظیر ورق، تسمه، پروفیل و ... تولید می‌شوند برای تعیین جرم سازه می‌بایست جرم این اجزا را محاسبه کرد.
 برای محاسبه جرم دو روش وجود دارد:
 الف) استفاده از جرم مخصوص فلزات
 ب) استفاده از اطلاعات جداول استاندارد نیم ساخته

نکته

در اصطلاحات روزمره و همچنین در روابط تجاری، معمولاً لغت وزن به جای جرم مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ در صورتی که از نظر فیزیک منظور از وزن همان نیروی وزن می‌باشد.



جرم مخصوص فلزات

در مباحث فیزیکی با پارامتر جرم مخصوص و مقدار آن برای فلزات مختلف آشنا شده‌اید. جرم اجسام نسبتی از جرم مخصوص آنها است که در زیر، این نسبت نشان داده شده است:

$$m = \rho \cdot V$$

m : جرم جسم

ρ : جرم مخصوص

V : حجم

مثال



جرم قطعه فولادی مطابق با شکل زیر را محاسبه نمایید. (جرم مخصوص فولاد $7/88 \text{ (gr/cm}^3\text{)}$ است).

$$m = \rho \cdot V$$

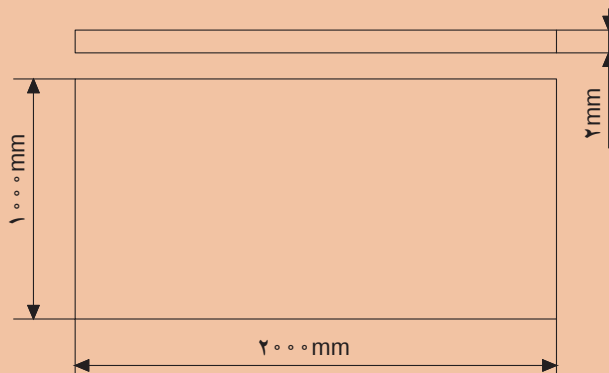
$$V = 2000 \times 1000 \times 2 = 4,000,000 \text{ (mm}^3\text{)}$$

$$= 4,000,000 \div 1000 = 4000 \text{ (cm}^3\text{)}$$

$$m = \rho \cdot V$$

$$= 7/88 \times 4000 = 31400 \text{ (gr)}$$

$$= 31400 \div 1000 = 31/4 \text{ (kg)}$$



شکل ۱۷

روند محاسبه جرم

محاسبه جرم استاندارد
محاسبه جرم یک متر مربع از جنس ورق به
ضخامت ۱ mm

محاسبه جرم واحد سطح
(ضخامت (mm) × جرم استاندارد)

محاسبه مساحت ورق
مورد نیاز (m^2)

محاسبه جرم قطعه
(جرم واحد سطح × مساحت ورق مورد نیاز)

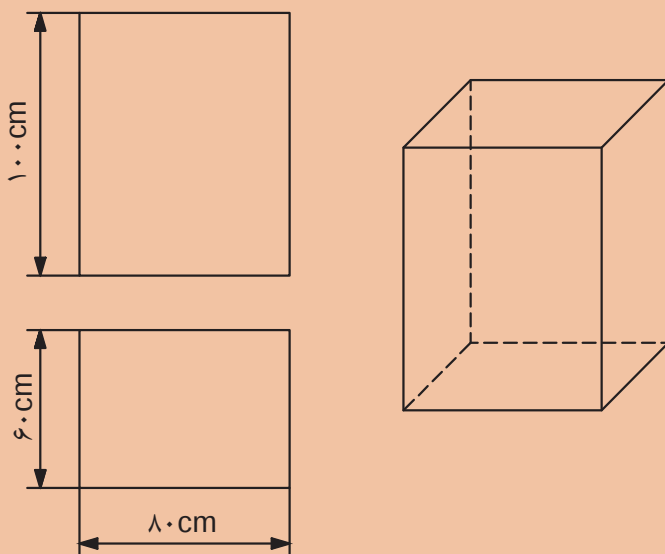
نمودار ۳

با توجه به توضیحات می‌توان روند مقابل را برای
محاسبه جرم سازه‌های فلزی از این طریق ارائه نمود:

مثال



نقشه یک مخزن بدون درب در زیر
داده شده است. اگر ضخامت ورق
۱/۵ mm باشد، جرم قطعه چقدر
است؟



شکل ۱۸

- جرم مخصوص فولاد (Kg/m^3): ۷۸۵۰
محاسبه جرم استاندارد فولاد:

$$\text{جرم استاندارد} = ۷۸۵۰ \times ۰/۰۰۱ \times ۱ \times ۱ = ۷/۸۵ \text{ Kg/m}^2$$

محاسبه جرم واحد سطح:

$$\text{Kg/m}^2 = 11/775 = 7/85 \times 1/5 = \text{وزن واحد سطح}$$

محاسبه مساحت ورق به کار رفته:

$$\text{m}^2 = 3/28 = [(0/6 + 0/8) \times 1] + (0/6 \times 0/8) = \text{مساحت ورق به کار رفته}$$

محاسبه جرم قطعه:

$$\text{Kg} = 38/622 = 11/775 \times 3/28 = \text{جرم قطعه}$$

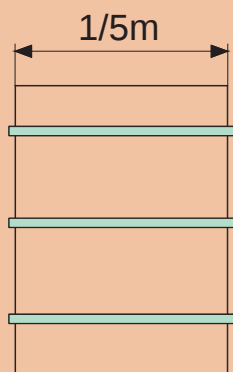
جدول استاندارد مصنوعات نیم ساخته

کتابچه‌های استاندارد وجود دارد که می‌توان جرم ورق‌ها و تسمه‌هایی که دارای ابعاد استاندارد هستند را برحسب واحد طول و یا واحد سطح مستقیماً استخراج نمود.

این جداول اگر در سیستم SI تنظیم شده باشد جرم ورق را برحسب kg/m^2 و یا جرم پروفیل‌ها بر حسب kg/m نشان می‌دهد. جدول ۲ نمونه‌ای از این جداول استاندارد را نشان می‌دهد.

جدول ۲

ابعاد استاندارد		سطح مقطع Cm^2	جرم واحد طول Kg/m	ابعاد استاندارد		سطح مقطع Cm^2	جرم واحد طول Kg/m	ابعاد استاندارد		سطح مقطع Cm^2	جرم واحد طول Kg/m	ابعاد استاندارد		سطح مقطع Cm^2	جرم واحد طول Kg/m
ضخامت mm	پهنا mm			ضخامت mm	پهنا mm			ضخامت mm	پهنا mm			ضخامت mm	پهنا mm		
۴/۵	۲۵	۱/۱۲۵	۰/۸۸	۸	۳۲	۲/۶۵	۲/۰۱	۹	۹۰	۸/۱	۶/۳۶	۱۶	۹۰	۱۴/۴	۱۱/۳
۴/۵	۳۲	۱/۴۴	۱/۱۳	۸	۳۸	۳/۵۴	۲/۳۹	۱۲	۲۵	۳	۲/۳۶	۱۶	۱۰۰	۱۶	۱۲/۶
۴/۵	۳۸	۱/۷۱	۱/۳۴	۸	۴۴	۳/۵۲	۲/۷۶	۱۲	۳۲	۳/۸۴	۳/۰۱	۱۶	۱۲۵	۲۰	۱۵/۷
۴/۵	۴۴	۱/۹۸	۱/۵۵	۸	۵۰	۴	۳/۱۴	۱۲	۳۸	۴/۵۶	۳/۵۸	۱۹	۳۸	۷/۲۲	۵/۶۷
۴/۵	۵۰	۲/۲۵	۱/۷۷	۸	۶۵	۵/۲	۴/۰۸	۱۲	۴۴	۵/۲۸	۴/۱۴	۱۹	۴۴	۸/۳۶	۶/۵۶
۶	۲۵	۱/۵	۱/۱۸	۸	۷۵	۶	۴/۷۱	۱۲	۵۰	۶/۷۱	۴/۷۱	۱۹	۵۰	۹/۵	۷/۴۶
۶	۳۲	۱/۹۲	۱/۵۱	۸	۹۰	۷/۲	۵/۶۵	۱۲	۶۵	۷/۸	۶/۱۲	۱۹	۶۵	۱۲/۳۵	۹/۶۵
۶	۳۸	۲/۲۸	۱/۷۹	۸	۱۰۰	۸	۶/۲۸	۱۲	۷۵	۹	۷/۰۶	۱۹	۷۵	۱۴/۲۵	۱۱/۲
۶	۴۴	۲/۶۴	۲/۰۷	۸	۱۲۵	۱۰	۷/۸۵	۱۲	۹۰	۱۰/۸	۸/۴۸	۱۹	۹۰	۱۷/۱۰	۱۳/۴
۶	۵۰	۳	۲/۳۶	۹	۲۵	۲/۲۵	۱/۷۷	۱۲	۱۰۰	۱۲	۹/۴۲	۱۹	۱۰۰	۱۹	۱۴/۹
۶	۶۵	۳/۹	۳/۰۶	۹	۳۲	۲/۸۸	۲/۲۶	۱۶	۳۲	۵/۱۲	۴/۰۲	۱۹	۱۲۵	۲۳/۷۵	۱۸/۶
۶	۷۵	۴/۵	۳/۵۳	۹	۳۸	۳/۴۲	۲/۶۸	۱۶	۳۸	۶/۰۸	۴/۷۷	۱۹	۱۵۰	۲۸/۵	۲۲/۴
۶	۹۰	۵/۴	۴/۲۴	۹	۴۴	۳/۹۶	۳/۱۱	۱۶	۴۴	۷/۰۴	۵/۵۳	۲۲	۵۰	۱۱	۸/۶۴
۶	۱۰۰	۶	۴/۷۱	۹	۵۰	۴/۵	۳/۵۳	۱۶	۵۰	۸	۶/۲۸	۲۲	۶۵	۱۴/۳	۱۱/۲
۶	۱۲۵	۷/۵	۵/۸۹	۹	۶۵	۵/۸۵	۴/۵۹	۱۶	۶۵	۱۰/۴	۸/۱۶	۲۲	۷۵	۱۶/۵	۱۳
۸	۲۵	۲	۱/۵۷	۹	۷۵	۶/۷۵	۵/۳	۱۶	۷۵	۱۲	۹/۴۲	۲۲	۹۰	۱۹/۸	۱۵/۵



برای تقویت مخزن نقشه زیر اقدام به ساخت سه حلقه فولادی از تسمه 6×50 نموده‌ایم. جرم حلقه‌های به کار رفته را محاسبه نمایید.

ضخامت تسمه + قطر مخزن = قطر حلقه‌ها

$$= 1/5 + 0/006 = 1/506m$$

محیط دایره تسمه = طول یک حلقه

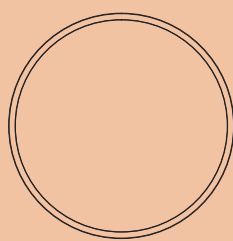
$$= \pi D$$

$$= 3/14 \times 1/506 = 4/72m$$

$$طول سه حلقه = 4/72 \times 3 = 14/16m$$

حال با استفاده از جدول جرم یک متر تسمه 6×50 را استخراج کرده و محاسبات را تکمیل نمایید:

$$جرم تسمه‌ها = 14/16m \times 2/36kg/m = 33/4176Kg$$



شکل ۱۹



در محاسبه طول حلقه‌ها باید از مقدار فاصله تار خنثی استفاده کرد.

محاسبه جرم ورق‌های روکش‌دار

در ورق‌های روکش‌دار از آنجایی که ضخامت روکش‌ها می‌تواند متفاوت باشد، جرم ورق‌های یکسان که روکش آنها ضخامت متفاوت دارد با هم تفاوت دارد. برای روکش‌های متداول جداول استاندارد تهیه شده است که تغییرات جرم روکش برحسب ضخامت روکش را نشان می‌دهد. جدول ۳ جرم روکش روی برای ورق‌های گالوانیزه استاندارد را نشان می‌دهد.

جدول ۳

ردیف	ضخامت پوشش mm	جرم پوشش روی g/m^2
۱	۰/۰۲۶	۱۸۳
۲	۰/۰۳۴	۲۴۴
۳	۰/۰۴۳	۳۰۵
۴	۰/۰۵۴	۳۸۱



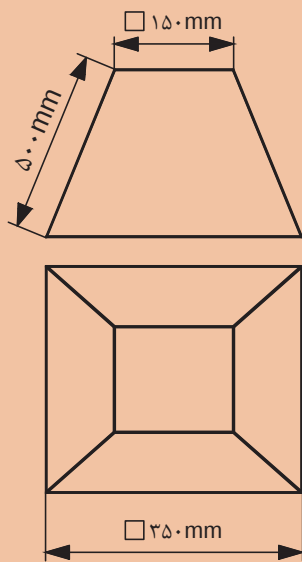
جرم واحد سطح ورق‌های گالوانیزه استاندارد نیازی به محاسبه ندارد و می‌توان این مقدار را از جداول استاندارد استخراج نمود (جدول ۴).

جدول ۴

جرم پوشش روی g/m^2 (oz/ft^2) ضخامت استاندارد ورق اصلی mm	۱۸۳ (۰/۶)	۲۴۴ (۰/۸)	۳۰۵ (۱)	۳۸۱ (۱/۲۵)
۰/۲	۱/۷۵۳	۱/۸۱۴		
۰/۲۵	۲/۱۴۵	۲/۲۰۶		
۰/۲۷	۲/۳۰۳	۲/۳۶۴		۲/۵۰۱
۰/۳	۲/۵۳۸	۲/۵۹۹		۲/۷۳۶
۰/۳۵		۲/۹۹۲		۳/۱۲۹
۰/۴		۳/۳۸۴		۳/۵۲۱
۰/۵		۴/۱۶۹		۴/۳۰۶
۰/۶			۵/۰۱۵	۵/۰۹۱
۰/۸			۶/۵۸۵	۶/۶۶۱
۱			۸/۱۵۵	۸/۲۳۱
۱/۲			۹/۷۲۵	۹/۸۰۱
۱/۴			۱۱/۳	۱۱/۳۷
۱/۶			۱۲/۸۶	۱۲/۹۴
۱/۸				۱۴/۵۱
۲				۱۶/۰۸
۲/۳				۱۸/۴۴
۲/۸				۲۲/۳۶
۳/۲				۲۵/۵



برای ساخت کانال نقشه زیر جرم ورق گالوانیزه مصرف شده را محاسبه نمایید. (ضخامت ورق ۰/۸ mm و ضخامت پوشش ۰/۰۴۳ mm است).



شکل ۲۰

برای محاسبه سطح ورق مصرفی بایستی سطح جانبی هرم را به اضافه سطح کف آن کرده و مقدار اضافه برای اتصال را نیز اضافه کنیم.

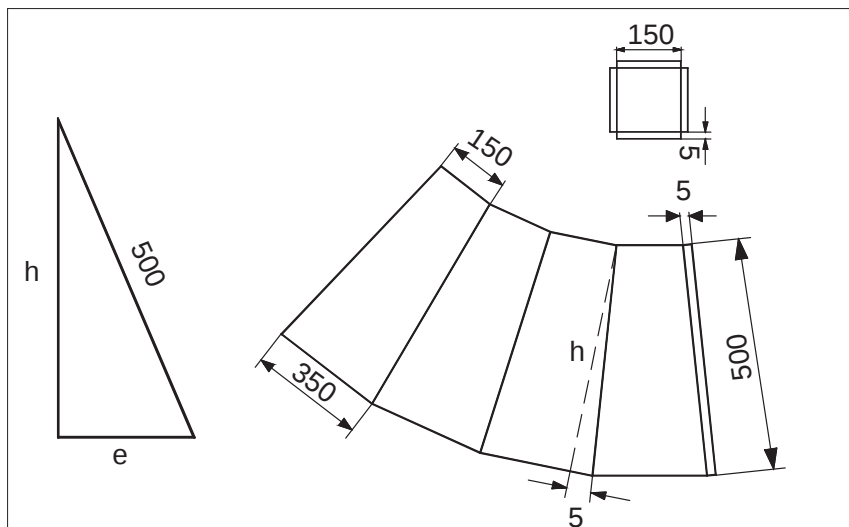
$$\text{سطح کف} = (150 \times 150) + 4(5 \times 150) = 25500 \text{ mm}^2$$

بدنه از چهار دوزنقه و یک لبه اضافی تشکیل شده و ارتفاع هر دوزنقه برابر است با:

$$e = \frac{350 - 150}{2} = 100 \text{ mm}$$

$$h^2 = 500^2 - 100^2$$

$$h = 490 \text{ mm}$$



شکل ۲۱

$$\text{سطح جانبی} = 4 \left(\frac{350 + 150}{2} \times 490 \right) + 500 \times 5$$

$$\text{سطح جانبی} = 490000 + 2500 = 492500 \text{ mm}^2$$

$$\text{سطح کل} = 492500 + 25500 = 518000 \text{ mm}^2$$

$$518000 \times 10^{-6} \text{ m}^2 = 0.518 \text{ m}^2$$

با مراجعه به جدول ۴-۴ جرم یک متر مربع ورق گالوانیزه به ضخامت ۰/۸ میلی متر برابر:

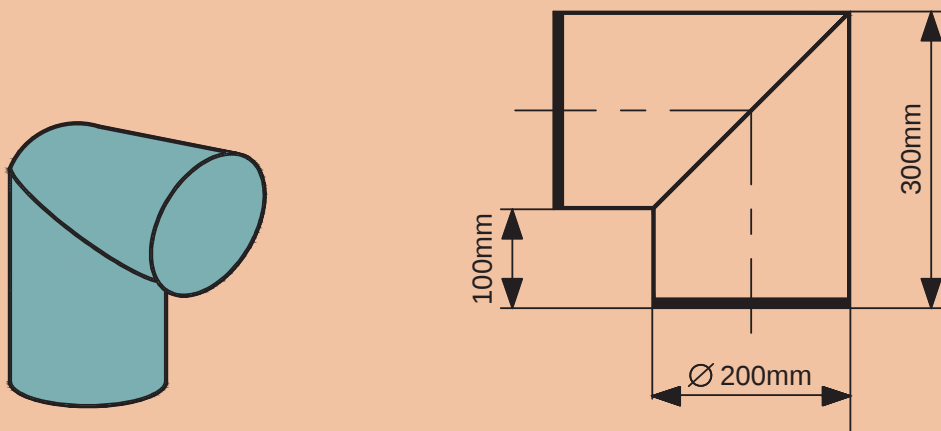
$$\text{جرم یک متر مربع ورق گالوانیزه} = \frac{6}{585} \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}$$

$$\text{جرم کل ورق گالوانیزه به کار رفته} = \frac{6}{585} \times 0.518 = 3/4 \text{ Kg}$$

تمرین



اگر بخواهیم زانوی زیر را با استفاده از ورق گالوانیزه ۱ mm بسازیم، در صورتی که جرم پوشش روی ۳۰۵ (g/m²) باشد؛ با استفاده از جدول، جرم ورق مورد نیاز را محاسبه نمایید.



شکل ۲۲

برآورد مواد و هزینه مصنوعات پروفیلی

برای برآورد هزینه محصولات پروفیلی باید به ترتیب زیر عمل کرد (نمودار ۴).

تعیین مرکز ثقل پروفیل

محاسبه طول پروفیل‌های ساده
و مقاطع خم کاری شده

محاسبه جرم ساده پروفیلی

برآورد قیمت تولید

نمودار ۴- روند محاسبه هزینه مواد مصرفی در سازه‌های پروفیلی

تعیین مرکز ثقل

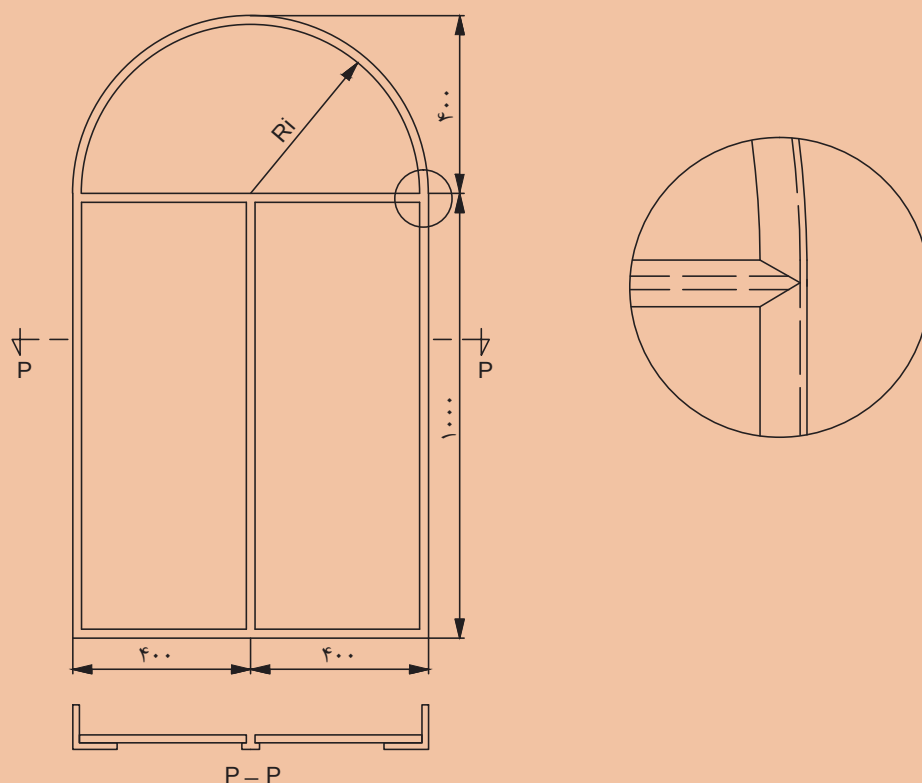
روش‌های مختلفی برای محاسبه مرکز ثقل اجسام وجود دارد، ولی برای مقاطع پروفیلی این موارد در جداول مخصوصی توسط شرکت‌های تولیدی آورده شده است. در این جداول مرکز ثقل را با حرف e نشان داده‌اند (به جدول اشتال در کتاب همراه هنرجو مراجعه کنید).

محاسبه طول خم کاری شده

با استفاده از اطلاعات موجود در جداول کتاب همراه هنرجو در مبحث خم کاری لوله و پروفیل می‌توان طول پروفیل‌های خم کاری شده را محاسبه نمود.



پنجره مطابق شکل از نبشی و سپری ساخته می‌شود. جرم آهن آلات مصرفی را محاسبه کنید در صورتی که:
 نوع آهن - نبشی ۲۵×۳ باشد.
 سپری ۲۵×۳/۵



شکل ۲۳

حل مسئله:

$$R_i = 400 - 2/5 = 397/5 \text{ سانتی متر}$$

(از جدول) فاصله مرکز ثقل تا پشت نبشی $e = 0/723$

$$V = 2/5 - 0/723 = 1/777 \text{ فاصله مرکز ثقل از لبه نبشی}$$

$$\pi R_m = \text{طول نبشی نیم دایره ای}$$

$$R_m = R_i + V = 397/5 + 1/777 = 398/277 \text{ سانتی متر}$$

$$\text{طول نبشی نیم دایره ای} = 3/14 \times 398/277 = 123/33 \text{ سانتی متر}$$

$$\text{طول نبشی نیم دایره ای} = 1/233 \text{ متر}$$

$$\text{طول نبشی مصرفی} = 1/233 + 1 + 0/4 + 0/4 + 1 = 4/033 \text{ m}$$

$$\text{طول سپری مصرفی} = 1 + 0/8 = 1/8 \text{ m}$$

با مراجعه به کتاب همراه هنرجو (جدول اشتال)، جرم یک متر نبشی 25×3 برابر است با $(1/12 \text{ Kg/m})$ و جرم یک متر سپری $25 \times 3/5$ برابر است با $(1/28 \text{ Kg/m})$

$$\text{جرم نبشی مصرف شده} = 4/033 \times 1/12 = 4/5 \text{ Kg}$$

$$\text{جرم سپری مصرف شده} = 1/8 \times 1/28 = 2/3 \text{ Kg}$$

$$\text{جرم آهن آلات مصرفی} = 4/5 + 2/3 = 6/8 \text{ Kg}$$

محاسبه جرم سازه

برای محاسبه جرم سازه‌های ساخته شده از پروفیل باید همانند قبل جرم واحد طول آنها را محاسبه کرد تا با استفاده از آن بتوان به جرم سازه رسید. برای این منظور شرکت‌های سازنده پروفیل جداولی از مشخصات تولیدی و وزنی محصولات خود ارائه نموده‌اند تا با استفاده از آن بتوان محاسبات برآورد هزینه را آسان نمود. از آنجایی که پیچیدگی‌های زیادی در سازه وجود دارد بهتر است جدولی همانند جدول زیر طراحی و مرحله به مرحله آن را تکمیل نمود تا در نهایت بتوان محاسبه‌ای راحت‌تر و دقیق‌تری داشت.

جدول ۵- جرم جزئیات محصول

ردیف	نوع پروفیل	مشخصات پروفیل	تعداد جزء مربوط	طول اجزا m	جرم جزء مربوطه kg	طول کل m	جرم کل kg
۱							
۲							
۳							
...							

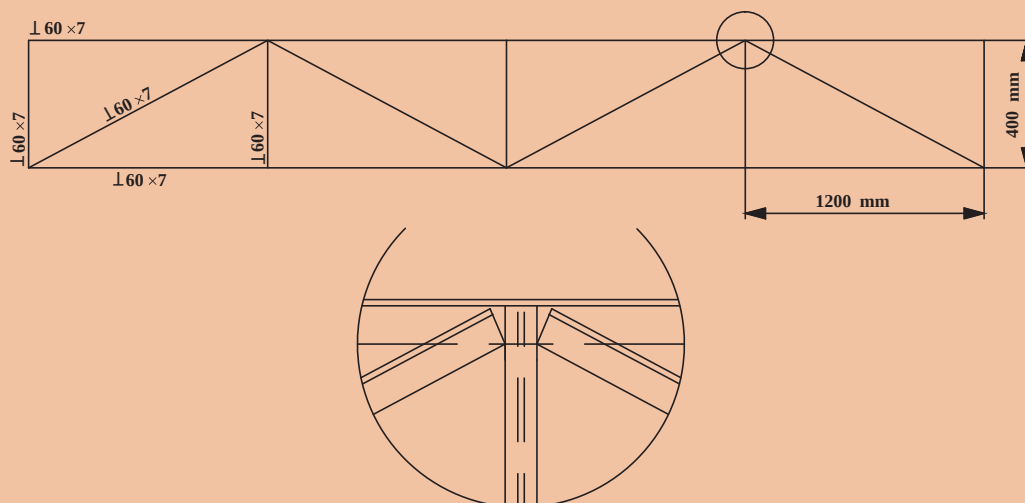
برای مثال قبل جدولی مطابق بالا تهیه نموده و آن را تکمیل نمایید.

تمرین





برای سازه خرپای زیر جدول جزئیات محصول را تهیه نمایید.



شکل ۲۴

بر آورد قیمت تولید

پس از محاسبه جرم کل سازه می‌توان با در نظر گرفتن قیمت روز مواد هزینه تولید را محاسبه کرد. باید در نظر داشت محاسبه دقیق زمانی امکان‌پذیر است که هزینه مواد دورریز نیز محاسبه شود. برای محاسبه هزینه دورریز نیز می‌توان از قوانین گفته شده استفاده کرد. بنابراین قیمت تولید یک محصول از رابطه زیر به دست می‌آید:

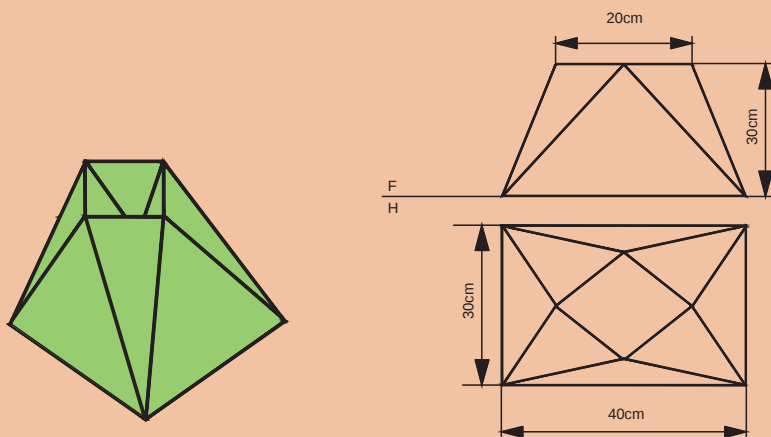
$$\text{قیمت محصول تولیدی} = \text{قیمت روز مواد اولیه} \times (\text{جرم مواد دور ریز} + \text{جرم مواد مصرفی طبق نقشه})$$


با بهره‌مندی از راهنمایی‌های هنرآموز محترم خود پرسش‌های زیر را پاسخ دهید.

۱ آهن آلات به کار رفته در اسکلت فلزی یک ساختمان به قرار زیر است، اگر قیمت آهن کیلویی ۹۰ ریال باشد قیمت مواد مصرفی را محاسبه کنید.

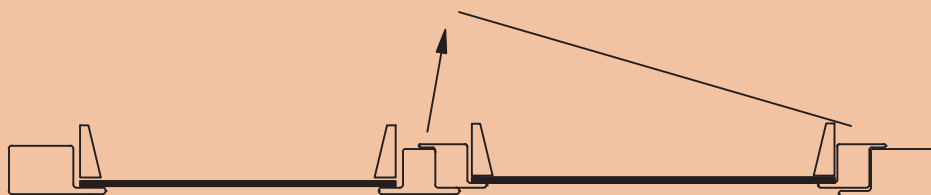
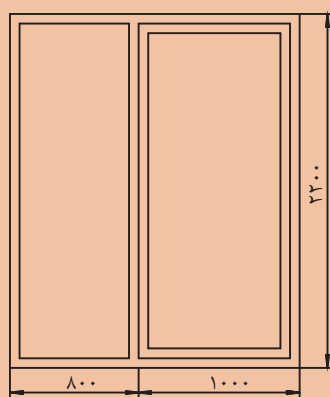
تیر آهن ۱۸۰	ده شاخه دوازده متری
نبشی ۵۰×۶	۴ شاخه ۶ متری
ناودانی ۸۰	ده شاخه دوازده متری

۲ نقشه یک کانال تبدیل از جنس فولاد ($7/85 \text{ gr/cm}^3$) به ضخامت 1 mm داده شده:
 الف) جرم ورق به کار رفته در صورتی که ده درصد دورریز داشته باشد.
 ب) قیمت مواد مصرفی اگر ورق کیلویی 100 ریال باشد.



شکل ۲۵

۳ قیمت پروفیل مصرفی برای ساختن درب مطابق شکل چقدر است؟
 در صورتی که پروفیل کیلویی 129 ریال باشد.
 پروفیل گروه ۲ به ضخامت $1/8$ میلی متر.



شکل ۲۶

گسترش و برآورد مواد

عنوان پودمان	تکالیف عملکردی (واحدهای یادگیری)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج مورد انتظار	شاخص تحقق	نمره
گسترش و برآورد مواد	به دست آوردن توانایی محاسبات برآورد مواد و هزینه ساخت با استفاده از نقشه و قطعه	به کارگیری برآورد هزینه از راه محاسبه مواد اولیه و مواد مصرفی	بالتر از حد انتظار	تعیین حجم و وزن مصنوعات فلزی، محاسبه درصد دورریز، محاسبه جرم سازه، برآورد مواد و هزینه مصنوعات پروفیلی در تولید، برآورد قیمت تولید.	۳
			در حد انتظار	تعیین حجم و وزن مصنوعات فلزی، محاسبه درصد دورریز، محاسبه جرم سازه، برآورد مواد و هزینه مصنوعات پروفیلی در تولید.	۲
			پایین تر از حد انتظار	تعیین حجم و وزن مصنوعات فلزی، محاسبه درصد دورریز.	۱
	نمره مستمر از ۵				
نمره واحد یادگیری از ۳					
نمره واحد یادگیری از ۲۰					
☐ نمره شایستگی پودمان فقط شامل نمرات ۲، ۱ یا ۳ است. ☐ هنرجو هنگامی به شایستگی می رسد که در ارزشیابی پودمان، کمترین نمره شایستگی ۲ را دریافت کند. ☐ کمترین نمره قبولی پودمان ۱۲ از ۲۰ است. ☐ نمره کلی درس هنگامی داده می شود که هنرجو در همه پودمان ها نمره شایستگی را دریافت کند.					



پودمان پنجم

مقاومت مواد



آیا قطعات و سازه‌های مکانیکی خراب می‌شوند و می‌شکنند؟

قطعات و سازه‌ها هنگام استفاده از آنها یا به مرور زمان دچار خرابی و شکست می‌شوند. در شکل زیر نمونه‌هایی از خرابی و شکست را می‌بینید.



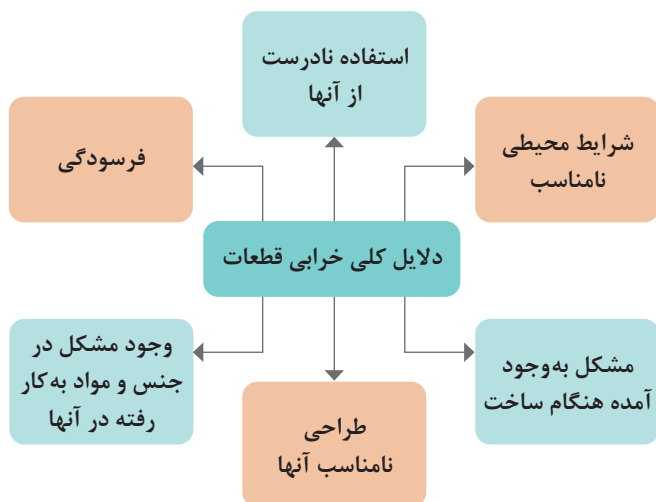
شکل ۱- خرابی و شکست قطعات

آنها در یک چیز مشترک هستند؟ خرابی



دلایل احتمالی خرابی و شکست قطعات نشان داده شده در شکل صفحه قبل را در گروه خود بررسی کنید؟
به نظر شما کدام دلیل عامل بیشتر خرابی‌های قطعات نشان داده شده در شکل است؟
پاسخ:

دلایل کلی خرابی قطعات در نمودار
روبه‌رو گفته شده است:

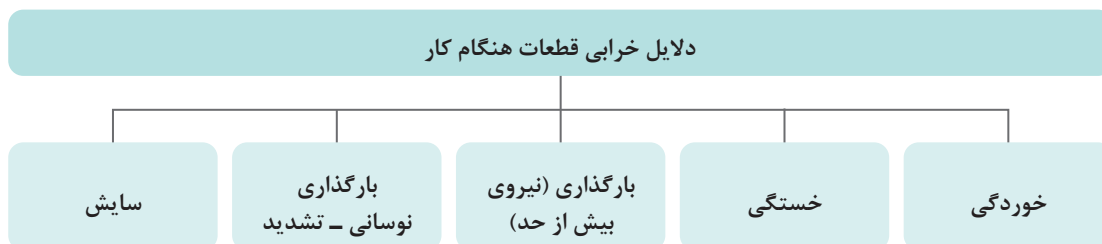


به نظر شما بیشترین علت خرابی قطعات و سازه‌ها که در کارگاه هنرستان مشاهده کردید، چیست؟

چگونه می‌توان از بروز خرابی‌ها در قطعات جلوگیری کرد؟

چرا قطعات و سازه‌ها خراب می‌شوند؟

هنگام استفاده از قطعات و سازه‌ها، آنها به روش‌های گوناگون خراب می‌شوند.

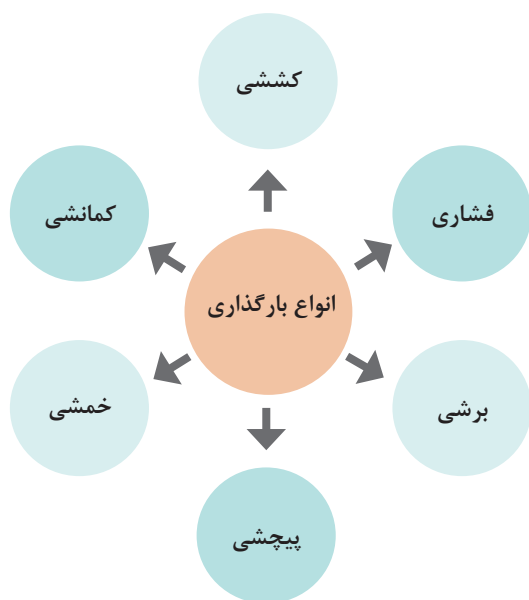




درباره روش دیگری از خرابی قطعات گفت و گو کنید؟

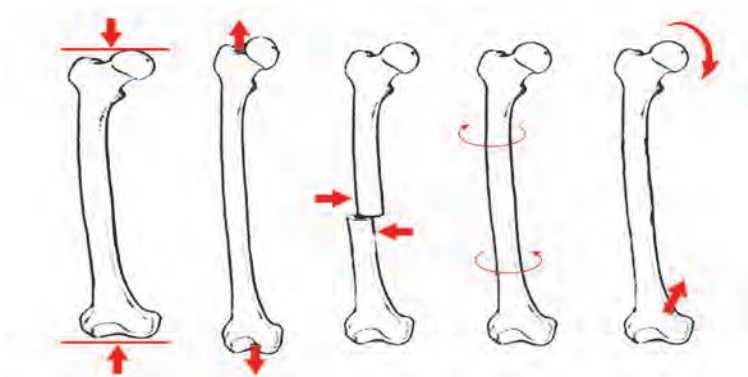
قطعه‌ای که خراب است نمی‌تواند کاری که از آن خواسته شده است را به درستی انجام دهد. وقتی که می‌گوییم یک قطعه مقاوم است، یعنی اینکه در مقابل خرابی دوام دارد و از خود باید بپرسیم در مقابل چه چیزی مقاوم است؟ مقاومت در مقابل جابه‌جایی، مقاومت در برابر خوردگی، مقاومت در برابر سایش، مقاومت در مقابل شکست، مقاومت در مقابل زنگ‌زدگی و ...

بارگذاری و نیروهای وارده روی قطعات چگونه است؟



شکل ۲- انواع بارگذاری روی قطعات

هنگام کار و استفاده از قطعات و ابزارها، نیروها و گشتاورهای گوناگونی روی قسمت‌های مختلف آنها وارد می‌شود. این بارگذاری‌ها به شکل‌های گوناگونی انجام می‌گیرد (شکل ۲). نیروها می‌توانند بر قطعه در جهت‌های مختلف وارد شوند. قسمت‌های مختلف قطعه باید در برابر این نیروها و بارگذاری‌ها، هنگامی که به صورت آرام یا به صورت ضربه و یا پی در پی اعمال می‌شود، مقاومت کنند. اسکلت بدن انسان نیز از استخوان‌های مختلفی تشکیل شده است که زیر بارگذاری‌های مختلفی قرار می‌گیرد؛ برای نمونه استخوان پای انسان در بارگذاری کششی، بارگذاری فشاری، برشی، پیچشی و خمشی قرار می‌گیرد (شکل ۳).



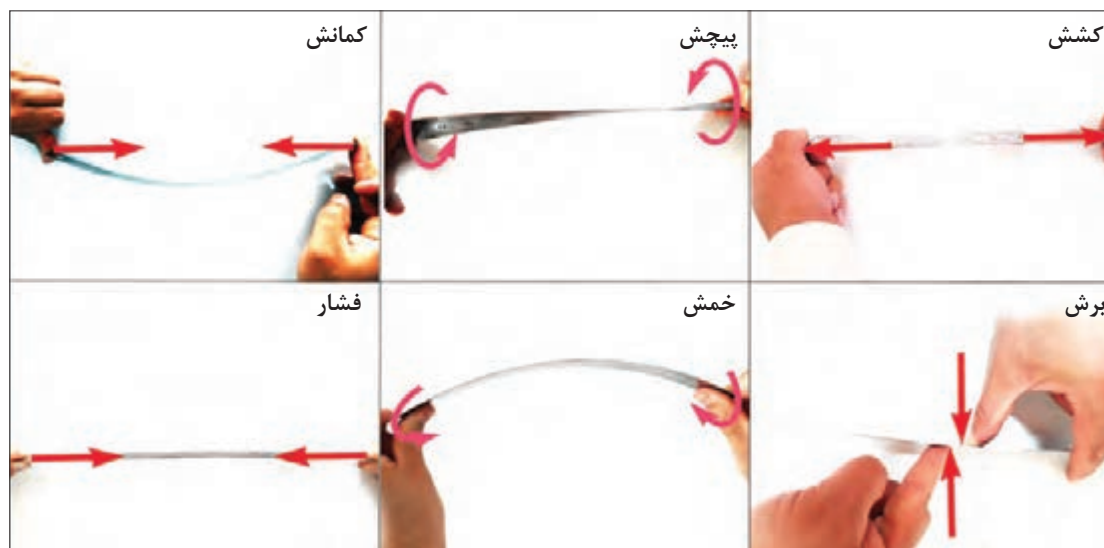
شکل ۳- انواع بارگذاری‌ها روی استخوان

جلوه‌های آفرینش:



در بدن انسان اسکلت و استخوان‌ها وضعیت گوناگونی دارند. حفاظت از اندام‌هایی مانند مغز، قلب و شش‌ها از مهم‌ترین آنها است. حرکت بدن انسان بر پایه اسکلت و استخوان‌ها است. چون اسکلت تکیه‌گاه عضلات قرار می‌گیرد، شکل دادن به بدن انسان نیز از دیگر وظایف استخوان‌ها است. استخوان‌های ما ۱۴ درصد از وزن کل بدنمان را تشکیل می‌دهند. بدن انسان در بدو تولد از ۳۰۰ استخوان تشکیل شده است. تعداد استخوان‌ها به مرور کمتر و در بزرگسالی به ۲۰۶ عدد کاهش می‌یابد. یکی شدن چند استخوان با هم، علت کم شدن تعداد استخوان‌های بدن است. بیشترین تعداد استخوان‌های بدن در دستان ما قرار دارد. مچ دست به تنهایی ۵۴ استخوان دارد. صورت ۱۴ و پا ۲۶ استخوان دارد. طولانی‌ترین استخوان بدن، استخوان ران پا است. این استخوان یک چهارم قد هر فرد را تشکیل می‌دهد. کوچک‌ترین استخوان بدن در گوش میانی قرار دارد و «استخوان رکابی» نامیده می‌شود و کمتر از سه میلی‌متر است. تنها استخوانی که هنگام تولد رشد کافی یافته و دیگر تغییر نمی‌کند، در گوش قرار دارد. اگرچه به نظر استخوان‌های بدن سفت و محکم هستند، اما ۷۵ درصد آنها را آب تشکیل می‌دهد. هر کدام از استخوان‌ها شکل ویژه‌ای دارند و بارگذاری و اعمال نیرو روی آنها متفاوت است. در هر نوع از بارگذاری بیش از حد روی استخوان شکل شکستن استخوان متفاوت است.

با استفاده از یک خط کش فلزی، انواع بارگذاری‌ها را روی آن اعمال کنید. همچنین به اندازه جابه‌جایی خط کش در هر نوع بارگذاری توجه کنید. بارگذاری می‌تواند با اعمال نیرو در راستای طول خط کش، عمود بر خط کش یا با ایجاد گشتاور انجام شود (شکل ۴).



شکل ۴- انواع بارگذاری بر روی خط کش فلزی



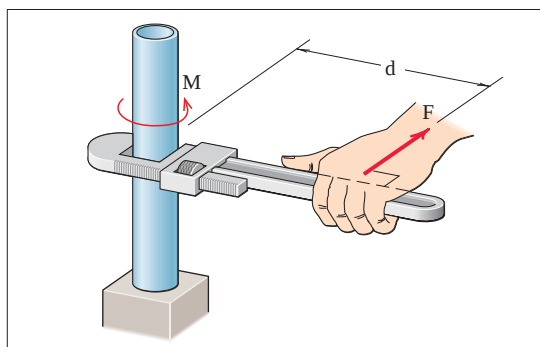
در کدام نوع از بارگذاری، خط کش در مقابل جابه‌جایی مقاوم تر است؟ در گروه خود بحث کنید؟

پاسخ:

در فعالیت انجام شده، بارگذاری اعمال شده از دو بخش تشکیل شده است:

۱. وارد کردن نیرو

۲. وارد کردن گشتاور



شکل ۵- علائم گشتاور و نیرو

واحد نیرو، نیوتن (N) و واحد گشتاور، نیوتن متر (N.m) است. به صورت شماتیک نیرو و گشتاور را به صورت شکل ۵ نشان می‌دهند. به d بازوی گشتاور می‌گویند.



به نظر شما هل دادن یک ماشین راحت تر است (نیرو) یا بستن یک پیچ کوچک به اندازه گشتاور مجاز و بدون به کارگیری ابزار (گشتاور)؟ درباره پاسخ گفت و گو کنید.



در کارگاه یک پیچ را بدون به کارگیری ابزار و فقط با دست سفت کنید و پیچ دیگری را با ابزار (برای نمونه با آچار رینگ) سفت کنید. اندازه سفت شدن هر یک را با ابزار مناسب (گشتاورسنج) اندازه گیری کنید. از مقایسه آنها چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

پاسخ:



همان گونه که دیدید بدن انسان در اعمال نیرو و گشتاور به قطعات، محدودیت‌هایی دارد. پژوهش کنید با کاربرد چه ابزارها و وسایلی می‌توان نیرو و گشتاور بیشتری وارد کنید؟

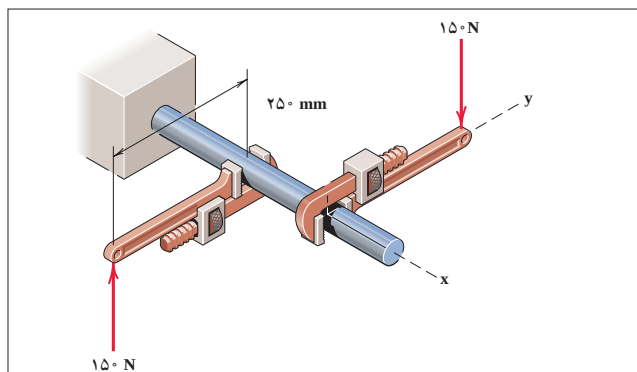
پاسخ:

مثال:

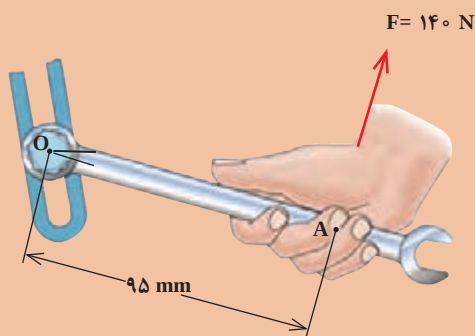
در شکل ۶ دو آچار شلاقی گشتاور یکسانی روی میله وارد می کنند. بازوی هر آچار ۲۵۰ میلی متر است. گشتاور کلی وارده به نقطه اتصال میله به دیوار را برحسب نیوتن متر به دست آورید.

$$75(N.m) = 2 \times 150(N) \times 0.25(m)$$

 جهت گشتاور کلی در جهت عقربه های ساعت است.



شکل ۶- وارد کردن گشتاور بر میله با دو آچار شلاقی



شکل ۷- وارد کردن گشتاور بر میله با آچار

گشتاور وارد شده به پیچ در نقطه O را در شکل ۷ برحسب نیوتن متر محاسبه کنید. جهت آن را نیز مشخص کنید.

پاسخ:

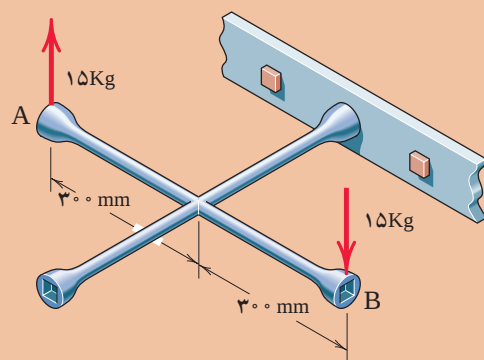
.....

.....

.....

.....

کار کلاسی



شکل ۸- وارد کردن گشتاور بر پیچ با آچار چرخ

گشتاور وارد شده به پیچ را در شکل ۸ بر حسب نیوتن متر محاسبه کنید. جهت آن را نیز مشخص کنید.

پاسخ:

.....

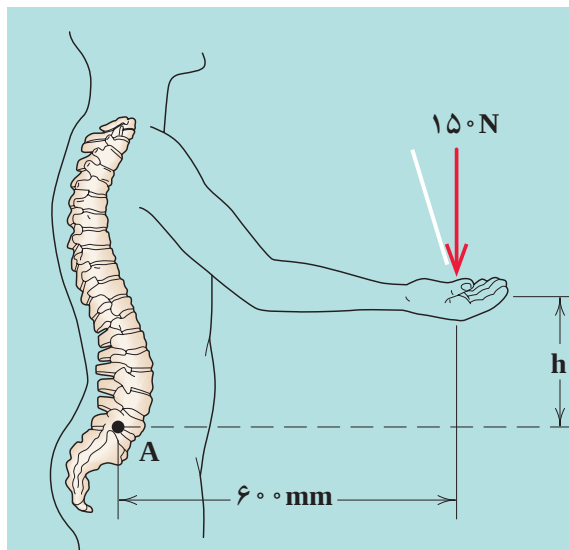
.....

.....

.....

کار کلاسی





در شکل ۹ گشتاور وارد شده به ستون فقرات در نقطه A را محاسبه کنید. همانگونه که مشاهده می‌کنید هنگام بلند کردن بار با دست، هر چه فاصله بار از بدن بیشتر باشد گشتاور وارده به ستون فقرات بیشتر خواهد بود و در نتیجه امکان آسیب دیدن ستون فقرات بیشتر خواهد شد. پژوهش کنید روش درست بلند کردن بار با بدن و دست‌ها چگونه است و چرا باید به آن شیوه، بار را بلند کرد؟

پاسخ:

.....

.....

.....

.....

.....

شکل ۹- گشتاور وارده به ستون فقرات بر اثر بلند کردن بار با دست‌ها



برای باز کردن پیچ‌های چرخ خودرو نشان داده شده در شکل ۱۰، گشتاور ۱۲ کیلوگرم متر لازم است. برای باز کردن پیچ بیشترین اندازه نیرویی که با دست روی آچار چرخ باید وارد شود، چند نیوتن است؟

پاسخ:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

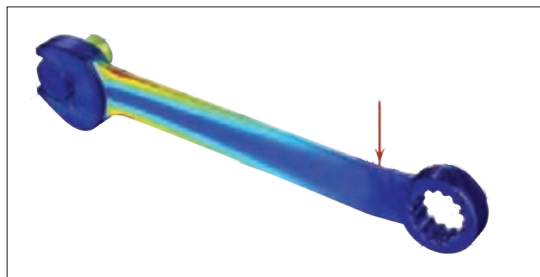
.....

.....

شکل ۱۰- باز کردن پیچ چرخ خودرو توسط آچار چرخ

الاستیک، پلاستیک و شکست قطعات

همان طور که تجربه کردید، روی قطعات انواع بارگذاری وارد می‌شود. در یک قطعه ممکن است قسمتی از آن بحرانی و حساس باشد و نیرو و گشتاور در آن نقطه بیشتر از نقاط یا قسمت‌های دیگر باشد. احتمال خرابی و شکست در این نقطه از همه نقاط در قطعه بیشتر است. در شکل ۱۱ قسمت‌های بحرانی یک آچار را مشخص کنید.



شکل ۱۱- قسمت‌های بحرانی یک آچار هنگام بارگذاری با رنگ قرمز مشخص شده است.

کنید. حال این پرسش‌ها را در ذهن خود مرور کنید.

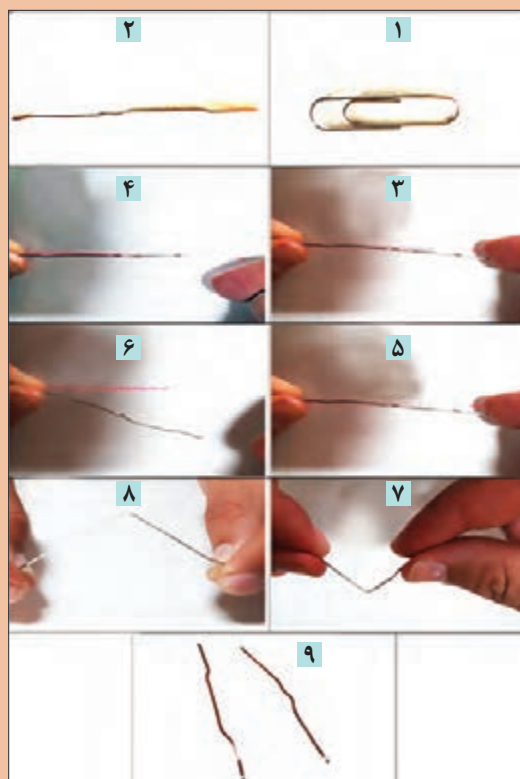
- ۱ اگر نیرو و گشتاور وارده به یک قطعه کم باشد آیا قطعه پس از تغییر شکل (ممکن است شما این تغییر شکل را نبینید) به شکل اول خود باز می‌گردد؟
- ۲ اگر نیروی بیش از حد مجاز به قطعه وارد شود چه اتفاقی می‌افتد؟

- ۳ اگر نیرو خیلی زیاد باشد، یا به دفعات زیاد و به صورت نوسانی وارد شود چه اتفاقی می‌افتد؟

کار کلاسی



مفتول یک گیره کاغذ را همانند شکل زیر باز کنید. یک سمت آن را در دست خود محکم بگیرید. با انگشت دست دیگر به انتهای مفتول نیرو وارد کنید. حالت‌های زیر را در نظر بگیرید (شکل ۱۲).



شکل ۱۲ آزمایش بارگذاری روی یک مفتول گیره کاغذ را نشان می‌دهد. پس از انجام آزمایش، پرسش‌های زیر را پاسخ دهید:

- ۱ اگر نیروی وارد شده به سر مفتول کم باشد پس از برداشتن نیرو، آیا مفتول به جای خود برمی‌گردد؟

پاسخ:

- ۲ اگر نیروی وارد شده به سر مفتول زیاد باشد پس از برداشتن نیرو، آیا مفتول به جای خود برمی‌گردد؟

پاسخ:

- ۳ اگر نیروی وارد شده به سر مفتول زیاد باشد و این کار را برای چندین بار تکرار کنیم چه اتفاقی می‌افتد؟

پاسخ:

شکل ۱۲- آزمایش بارگذاری بر روی یک مفتول گیره کاغذ



اگر قطعه پس از بارگذاری به حالت اول خود برگشت، می‌گویند قطعه در ناحیه الاستیک (کشسان همانند فنر و کش لاستیکی) است و در زمانی که قطعه به حالت خود برگشت، می‌گویند قطعه در ناحیه پلاستیک (مومسان، همانند موم و پلاستیک) است و وقتی قطعه از یک نقطه جدا شود، می‌گویند شکست اتفاق افتاده است.

جلوه آفرینش:

دانشمندان دریافتند حشره آسیابک (dragonfly) با طول حداکثر $\frac{3}{8}$ سانتی‌متر، هنگام مهاجرت هزاران کیلومتر را بر فراز اقیانوس‌ها به طور پیوسته پرواز می‌کند. آنها معتقدند که بدن این حشرات برای سفرهای طولانی مدت تکامل یافته است. چرا که سطح بال‌های



این حشرات در مقایسه با هم‌نوعان خود بسیار بیشتر بوده و امکان پرواز گلاید یا بدون بال‌زدن را برای آنان امکان‌پذیر می‌سازد. به نظر شما در طول زندگی این حشره، بال‌های آن چند بار بالا و پایین می‌رود؟ در آزمایش قبل، مفتول را چند بار بالا و پایین حرکت دادید تا مفتول شکست؟ طراحی بدن هر پرنده ای کاری بسیار سخت و پیچیده است!

شکل ۱۳- حشره آسیابک

انواع مقاومت در مقابل تغییر شکل

سفتی: مقاومت یک قطعه در برابر تغییر شکل کشسان (الاستیک) بر اثر اعمال نیرو را گویند. هرچه در قطعه برای جابه‌جایی و تغییر شکل کشسان نیروی بیشتری نیاز باشد، آن قطعه سفت‌تر است.

استحکام: مقاومت یک قطعه در برابر تغییر شکل دائمی بر اثر اعمال نیرو را گویند. هرچه قطعه نیروی بیشتری تحمل کند قبل از این که تغییر شکل دائمی بدهد یا دچار تسلیم و شکست شود، آن قطعه مستحکم‌تر است.

چقرمگی: مقاومت در برابر شکست بر اثر مصرف انرژی را گویند. هرچه برای شکستن قطعه انرژی بیشتری صرف شود، آن قطعه چقرمه‌تر است.



یک تکه چوب تر و یک تکه چوب خشک مشابه هم را زیر بارگذاری خمشی قرار دهید. به نظر شما کدام سفت‌تر، مستحکم‌تر و چقرمه‌تر است؟

پاسخ:

.....

.....

.....

.....

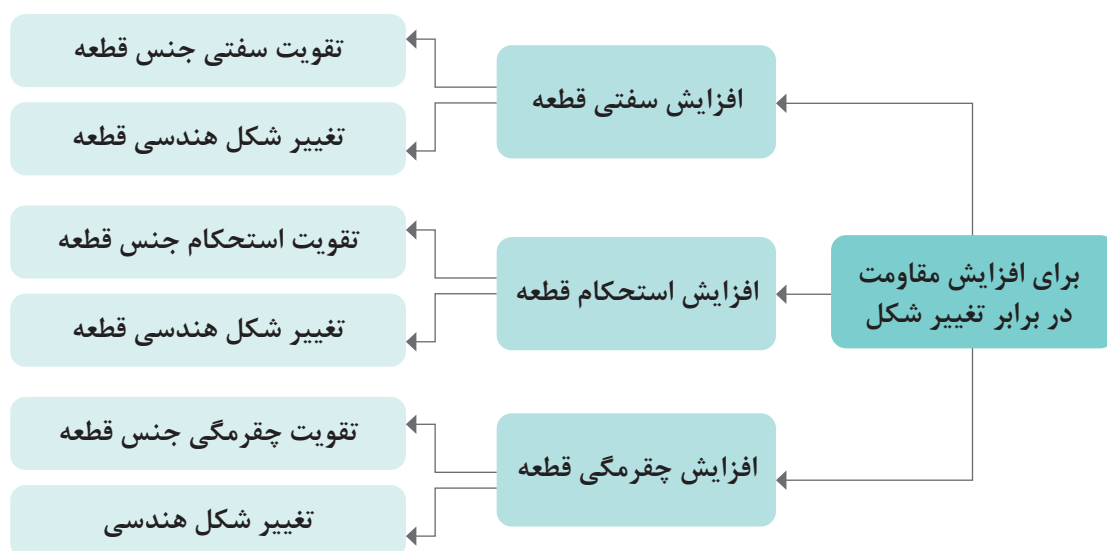
برای افزایش مقاومت در مقابل تغییر شکل بر اثر اعمال نیرو و انرژی چه کاری انجام دهیم:

۱ استفاده از جنس مناسب: انتخاب جنس مناسب برای هدف مورد نظر تأثیر زیادی بر استحکام قطعه خواهد داشت.

۲ شکل هندسی مناسب: با استفاده از شکل های هوشمندانه می توان قطعات و سازه ها را به گونه ای ساخت که بار و نیروی بیشتری تحمل کنند.

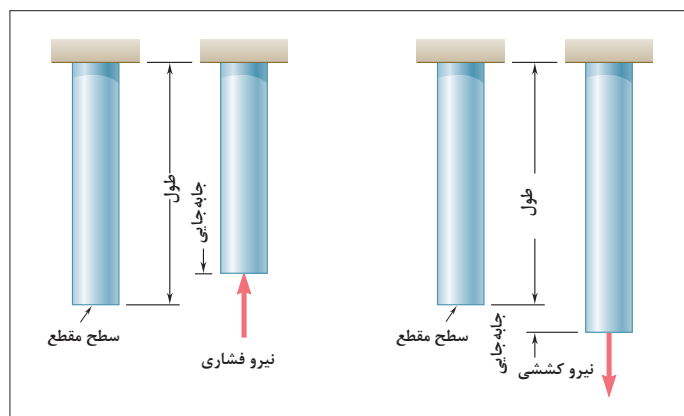
۳ استفاده از تکیه گاه و ایجاد شرایط مناسب: وجود تکیه گاه های خوب سبب می شود که قطعات نیروی بیشتری تحمل کنند.

در نمودار شکل ۱۴ روش های افزایش مقاومت قطعه در برابر تغییر شکل بر اثر اعمال نیرو نشان داده شده است:



شکل ۱۴- روش های افزایش مقاومت قطعه در برابر تغییر شکل

مقاومت قطعه در برابر بارگذاری کششی و فشاری



شکل ۱۵- بارگذاری کششی و فشاری

اگر بار اعمال شده سبب کشیده شدن قطعه در راستای محور بار شود، بارگذاری کششی خواهد بود. همچنین اگر بار اعمال شده سبب فشردن قطعه شود بارگذاری فشاری خواهد بود (شکل ۱۵). همان طور که پیشتر آموخته اید، قطعات هنگام بارگذاری کم، رفتاری همانند فنر از خود نشان می دهند و کشیده می شوند و پس از برداشته شدن بار به موقعیت اول خود بازمی گردند.

سفتی قطعه در بارگذاری کششی

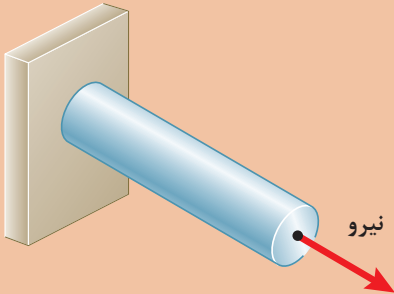
جابه‌جایی انتهای یک میله که تحت بارگذاری کششی الاستیک قرار دارد با نیرو و طول میله رابطه مستقیم دارد و با مساحت سطح مقطع و سفتی جنس میله رابطه عکس دارد. هر چه سطح مقطع میله بزرگ‌تر باشد، برای یک نیروی ثابت جابه‌جایی کمتر می‌شود.

$$\text{سفتی جنس} \times \text{سطح مقطع} = \frac{\text{نیرو} \times \text{طول}}{\text{جابه‌جایی در بارگذاری محوری}}$$

سفتی جنس مواد گوناگون نسبت به هم متفاوت است. هر چه جنس ماده سفت‌تر باشد جابه‌جایی و تغییر شکل آنها کمتر است.

سفتی فولاد < سفتی مس < سفتی آلومینیوم

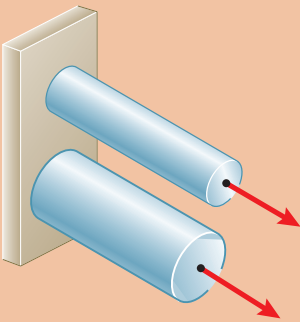
به‌طور معمول سفتی فولاد از بیشتر فلزات بیشتر است. نام دیگر سفتی جنس مواد، ضریب کشسانی و الاستیک است.



اگر طول یک میله دو برابر شود و بقیه ابعاد و جنس ثابت بماند، سفتی کششی میله چند برابر می‌شود؟ محاسبه کنید.

کار کلاسی





دو میله هم‌وزن، هم طول و هم جنس را که یکی از آنها توپُر و دیگری تو خالی (لوله) است در نظر بگیرید، محاسبه کنید، سفتی کششی کدام کمتر است؟

کار کلاسی

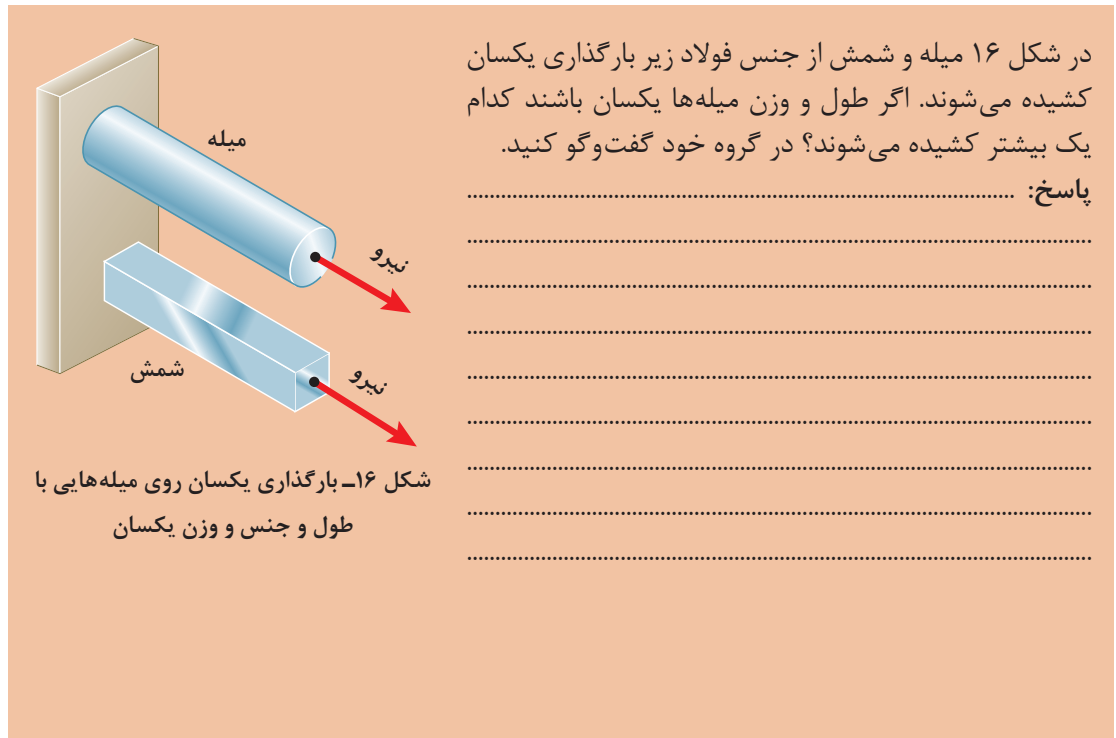


نیروی وارده به واحد سطح را تنش می‌گویند هر چه نیرو بیشتر و سطح مقطع کوچک‌تر باشد، تنش بیشتر می‌گردد. هر چه تنش کششی یا فشاری بیشتر شود، قطعه به خرابی و شکست نزدیک‌تر می‌شود.

$$\text{تنش کششی در بارگذاری محوری} = \frac{\text{نیروی کششی}}{\text{سطح مقطع}}$$

اگر تنش کششی یا فشاری در یک قطعه بیشتر از استحکام کششی جنس شود، قطعه دچار خرابی و شکست می‌شود. استحکام کششی به جنس قطعه بستگی دارد. یکی دیگر از راه‌های افزایش استحکام یک قطعه تقویت شکل هندسی است تا تنش در قطعه کم شود. برای اینکه یک میله در برابر نیروی کششی مقاوم باشد باید سطح مقطع میله را افزایش دهیم؛ یعنی هر چه سطح مقطع میله بیشتر باشد در مقابل نیروی کششی یا فشاری مقاوم‌تر است. مقاومت قطعاتی که به صورت کششی یا فشاری بارگذاری شده‌اند، نوع شکل سطح مقطع روی آن تأثیری ندارد. مقدار استحکام کششی جنس فلزات مختلف با یکدیگر متفاوت است.

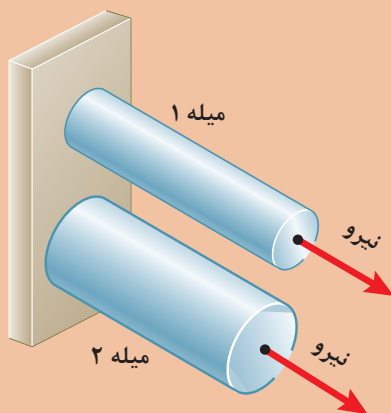
استحکام کششی فولاد > استحکام کششی مس > استحکام کششی آلومینیوم



در شکل ۱۶ میله و شمش از جنس فولاد زیر بارگذاری یکسان کشیده می‌شوند. اگر طول و وزن میله‌ها یکسان باشند کدام یک بیشتر کشیده می‌شوند؟ در گروه خود گفت‌وگو کنید.

.....: پاسخ

شکل ۱۶- بارگذاری یکسان روی میله‌هایی با طول و جنس و وزن یکسان



در شکل ۱۷ دو میلۀ از جنس فولاد با سطح مقطع دایره‌ای توپر زیر بارگذاری یکسان کشیده می‌شوند. اگر وزن میلۀ ۱ نصف وزن میلۀ ۲ باشد جابه‌جایی میلۀ ۱ چند برابر میلۀ ۲ است (طول میلۀ‌ها برابر است).

پاسخ:

.....

.....

.....

.....

.....

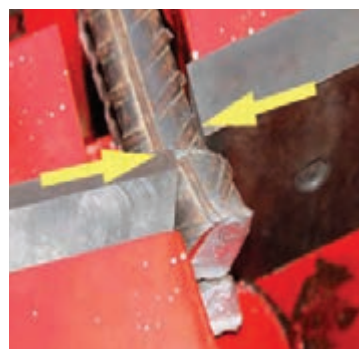
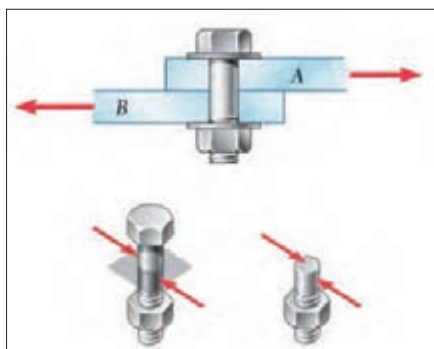
.....

.....

شکل ۱۷- بارگذاری یکسان روی میلۀ‌هایی با طول و جنس یکسان

مقاومت قطعه در برابر بارگذاری برشی

اگر بار اعمال شده سبب بریدن قطعه شود، بارگذاری برشی خواهد بود. این بارگذاری با دو نیرو در جهت خلاف هم و نزدیک هم اتفاق می‌افتد. قیچی کردن نمونه‌ای از بارگذاری برشی است. مقاومت سازه‌هایی با سطح مقطعی که به صورت برشی بارگذاری شده است مستقل از شکل مقطع است (شکل ۱۸).



شکل ۱۸- بارگذاری برشی

استحکام قطعه در بارگذاری برشی:

نیروی برشی وارده به واحد سطح را تنش برشی می‌گویند. هر چه نیروی برشی بیشتر و سطح مقطع کوچک‌تر باشد، تنش برشی بیشتر می‌شود. هر چه تنش برشی یا فشاری بیشتر شود، قطعه به خرابی و شکست نزدیک‌تر می‌شود. برای نمونه اگر در شکل ۱۸ قطر پیچ کوچک‌تر و نیرو ثابت باشد، تنش برشی بیشتر خواهد بود.

$$\text{تنش برشی} = \frac{\text{نیروی برشی}}{\text{سطح مقطع}}$$

اگر تنش برشی در یک قطعه بیشتر از مقاومت برشی جنس قطعه شود، قطعه دچار خرابی و شکست می‌شود. مقاومت برشی جنس‌های مختلف قطعات، متفاوت است. پس برای افزایش ضریب اطمینان و گسیخته نشدن یک قطعه باید تنش را کم کنیم. برای اینکه یک پیچ یا قطعه در برابر نیروی برشی مقاوم باشد باید سطح مقطع پیچ را افزایش دهیم؛ یعنی هر چه سطح مقطع پیچ بیشتر باشد، در برابر نیروی برشی محکم‌تر است. در قطعاتی که به صورت برشی بارگذاری شده‌اند، شکل مقطع روی مقاومت برشی بی‌تأثیر است. مقاومت برشی فلزات با توجه به جنس آنها متفاوت است. هر چه مقاومت برشی جنس بالاتر باشد، استحکام قطعه در برابر بارگذاری برشی نیز بیشتر خواهد بود.

مقاومت برشی فولاد < مقاومت برشی مس < مقاومت برشی آلومینیوم



برای اینکه تحت بارگذاری برشی پیچ برش نخورد چه راه‌حلی پیشنهاد می‌کنید؟

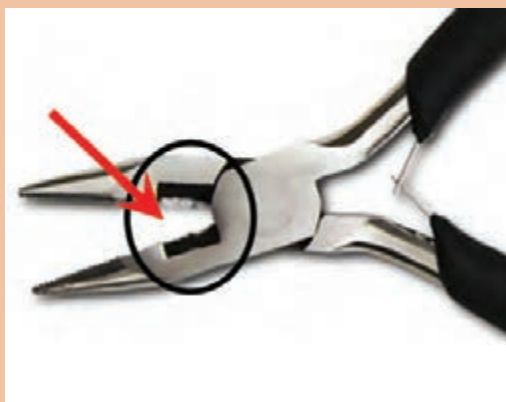
کار کلاسی



با توجه به شکل زیر درباره علت خرابی لبه‌های برنده ناخن‌گیر و دم‌باریک گفت‌وگو کنید. به نظر شما لبه‌های برنده استحکام لازم را نداشته است یا اینکه به درستی از آنها استفاده نشده است؟

پاسخ:

کار کلاسی



شکل ۱۹- لبه‌های برنده خراب شده در ناخن‌گیر و دم‌باریک



در شکل ۲۰ یک تسمه فولادی با چند پیچ از یک جنس روی یک دیوار چوبی محکم پیچ شده است. به نظر شما برای یک نیروی برشی ثابت کدام حالت از اتصال در برابر نیروی برشی محکم تر است و پیچ‌ها دیرتر بریده می‌شوند. در گروه خود گفت‌وگو کنید.

پاسخ:

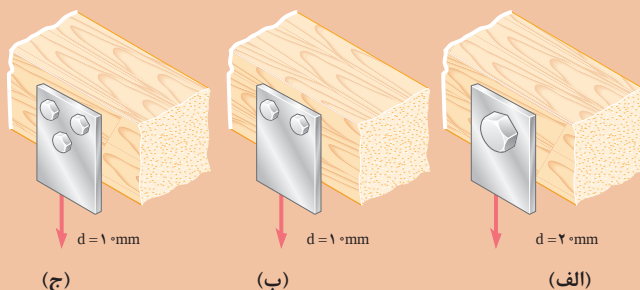
.....

.....

.....

.....

.....



شکل ۲۰- اتصالات چند روش اتصال تسمه به دیوار چوبی تحت بارگذاری برشی



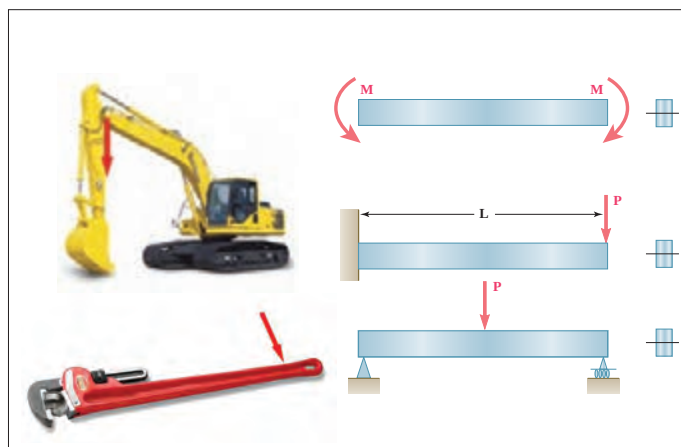
۱ با یک انبردست دو مفتول یا میخ با قطرهای مختلف را برش دهید. برای نیروی وارده یکسان تنش برشی وارده به کدام یک بیشتر است؟ کدام یک راحت تر بریده می‌شود؟ چرا؟

پاسخ:

۲ همین کار را برای دو مفتول با قطر یکسان و جنس متفاوت (مس و فولاد) انجام دهید؟ تنش برشی کدام یک بیشتر خواهد بود؟ کدام یک زودتر بریده خواهد شد؟ چرا؟

پاسخ:

مقاومت قطعه در برابر بارگذاری خمشی



شکل ۲۱- انواع بارگذاری برای خمش یک تیر یا قطعه

یکی از انواع بارگذاری‌ها، بارگذاری خمشی است (شکل ۲۱). همان‌گونه که می‌بینید هر یک از موارد اعمال گشتاور به دو طرف قطعه، اعمال نیرو به انتهای یک تیر یک سر درگیر و نیز اعمال نیرو به وسط یک تیر با دو تکیه‌گاه باعث نوعی خمش در تیر می‌شوند.

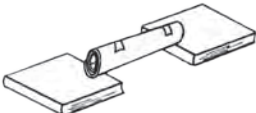
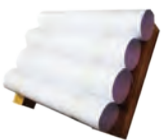
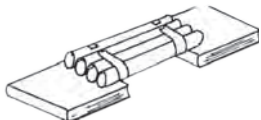
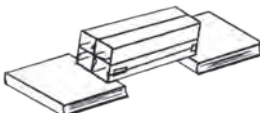
با استفاده از روش‌های نشان داده شده در شکل ۲۱، روی خط‌کش فلزی بارگذاری خمشی انجام دهید.



دو کاغذ A4 را نصف کنید و با استفاده از آنها آزمایش‌های زیر را انجام دهید:

کار کلاسی



		کاغذها را تا کرده روی هم قرار دهید، سپس لبه‌های آن را چسب زده و آنها را روی دو تکیه‌گاه قرار دهید. با انگشت دست روی وسط کاغذها نیرو وارد کنید. استحکام کاغذها در مقابل خمش را حس کنید.
		کاغذها را روی هم قرار دهید، سپس آن را لوله کرده و با چسب لبه‌های آن را بچسبانید. سپس آن را روی دو تکیه‌گاه قرار دهید. با انگشت دست روی وسط کاغذها نیرو وارد کنید. استحکام کاغذها در مقابل خم شدن را حس کنید.
		کاغذها را تک تک لوله کرده و سپس با چسب آنها را به هم وصل کنید. سپس آن را روی دو تکیه‌گاه قرار دهید. با انگشت دست روی وسط کاغذها نیرو وارد کنید. استحکام کاغذها در مقابل خمش را حس کنید.
		کاغذها را تک تک به شکل قوطی درآورده و سپس با چسب آنها را به هم وصل کنید. سپس آن را روی دو تکیه‌گاه قرار دهید. با انگشت دست روی وسط کاغذها نیرو وارد کنید. استحکام کاغذها در مقابل خم شدن را حس کنید.

شکل ۲۲- بررسی مقاومت در برابر بارگذاری خمشی

کار کلاسی



پس از انجام آزمایش‌ها به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

۱ وزن کاغذها در سه آزمایش با هم چه تفاوتی دارند؟

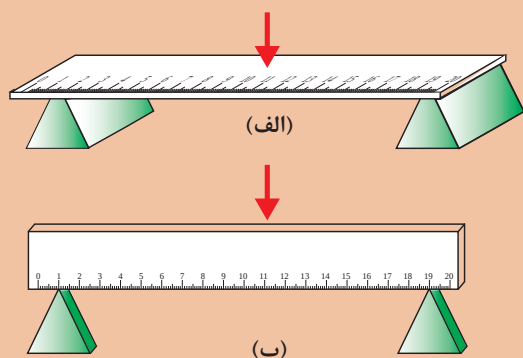
پاسخ:

۲ استحکام کدام قطعه و سازه کاغذی که شما آزمایش کردید در مقابل نیروی خمشی بالاتر است؟

پاسخ:

۳ اگر شما قرار بود یک پل طراحی می‌کردید، کدام یک از سازه‌ها را پیشنهاد می‌کردید؟

پاسخ:



با استفاده از خط کش فلزی بارگذاری خمشی را در دو جهت انجام دهید؟ مقاومت خمشی خط کش فلزی در کدام جهت بیشتر است؟ یعنی در کدام حالت خط کش به سختی خم می شود؟ (راهنمایی: به سطح مقطع خط کش توجه کنید). (شکل ۲۳).

پاسخ:

.....

.....

.....

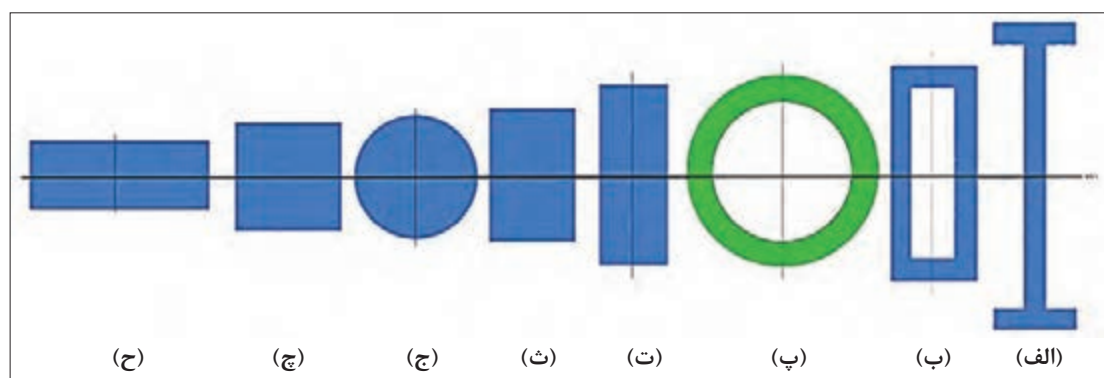
.....

شکل ۲۳- بارگذاری خمشی روی خط کش در دو جهت

همان طور که در آزمایش دیدید با اینکه سطح مقطع خط کش در دو حالت یکسان است؛ اما استحکام خمشی خط کش در حالت (ب) بیشتر از حالت (الف) است. دلیل آن این است که ممان اینرسی سطح مقطع خط کش، حول محور خمش در حالت (ب) بیشتر از حالت (الف) است.

ممان اینرسی

ممان اینرسی عامل مقاوم در مقابل خمش است و هر چه ذرات تشکیل دهنده جسم در سطح مقطع نسبت به محور خمش دورتر باشد، ممان اینرسی بیشتر است.



شکل ۲۴- انواع سطح مقطع در خمش

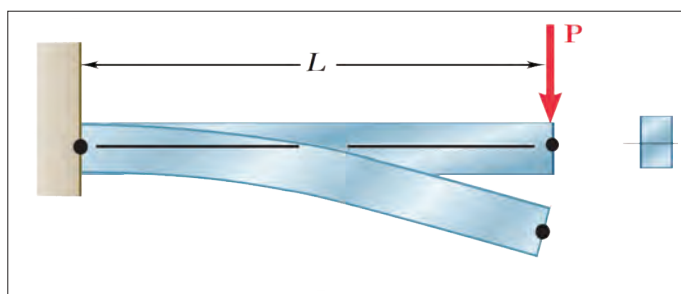
به شکل ۲۴ توجه کنید، سطح مقطع همه شکل ها با هم برابر است؛ یعنی همه مساحت ها یکسان هستند ولی ممان اینرسی حول محور افقی در شکل (الف) که شبیه به I است از ممان اینرسی بقیه شکل ها بیشتر است. همچنین ممان اینرسی شکل (ح) از همه کوچک تر است.



کتاب خود را ۹۰ درجه موافق عقربه‌های ساعت بچرخانید. حال به سطح مقطع‌ها نگاه کنید، به نظر شما کدام سطح مقطع‌ها در حول محور افقی (محور جدید) ممان اینرسی بیشتری دارند؟ در گروه خود گفت‌وگو کنید؟

پاسخ:

سفتی قطعه در بارگذاری خمشی



هنگام خمش یک قطعه یا یک تیر، بالای جسم کشیده و پایین جسم فشرده می‌شود و بیشترین جابه‌جایی قطعه در انتهای آن خواهد بود.

شکل ۲۵- خمش یک قطعه تحت بارگذاری خمشی

توسط یک تکه ابر بارگذاری خمشی را آزمایش کنید و کشیدگی و فشردگی ذرات را ترسیم کنید.

پاسخ:

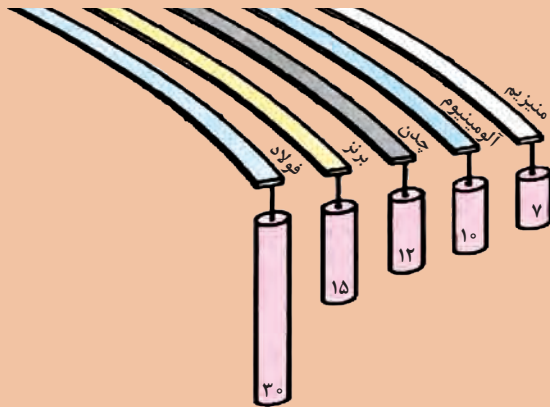


جابه‌جایی انتهای یک قطعه که تحت بارگذاری خمشی قرار دارد با نیرو و توان سوم طول میله رابطه مستقیم دارد و با ممان اینرسی و سفتی جنس قطعه رابطه عکس دارد؛ یعنی هر چه ممان اینرسی سطح مقطع قطعه بزرگ تر باشد برای یک نیروی ثابت، جابه‌جایی کمتر می‌شود و قطعه در مقابل خمش سفت تر است.

$$\text{نیرو} \times \text{طول}^3 \propto \text{سفتی جنس} \times \text{ممان اینرسی} \propto \text{جابه‌جایی در خمش}$$

هر چه جنس ماده سفت تر باشد، جابه‌جایی و تغییر شکل آنها در مقابل خمش کمتر و سفتی قطعه بیشتر خواهد بود و برای جابه‌جایی باید نیرو و گشتاور بیشتری وارد شود.

کار کلاسی



در گروه در مورد نیرو و گشتاور، سفتی جنس، جابه‌جایی و طول قطعات در شکل ۲۶، بحث و گفت و گو کنید و دلیل جابه‌جایی ثابت آنها را توضیح دهید؟

پاسخ:

.....

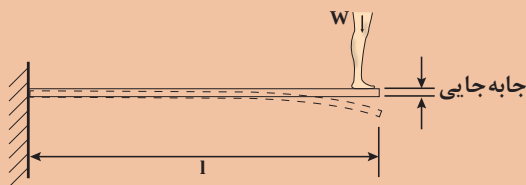
.....

.....

.....

شکل ۲۶- جابه‌جایی قطعات در بارگذاری خمشی

کار کلاسی



در شکل روبه‌رو یک تخته شیرجه شنا را مشاهده می‌کنید. اگر طول تخته ۲ برابر و وزن شناگر نیز ۲ برابر شود، مقدار جابه‌جایی انتهای تخته قبل از پرش نسبت به حالت قبل از آن چه تغییری می‌کند. محاسبه نمایید.

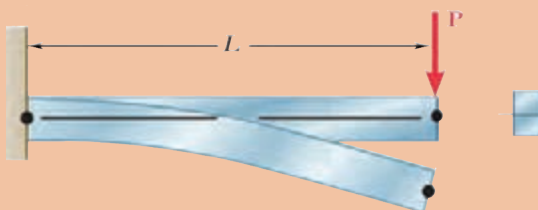
پاسخ:

.....

.....

.....

کار کلاسی



اگر در شکل روبه‌رو نیرو ۴ برابر و طول تیر ۲ برابر و سفتی جنس و ممان اینرسی سطح مقطع تیر نیز ۲ برابر شود، محاسبه کنید، جابه‌جایی تیر نسبت به حالت قبل چه تغییری می‌کند؟

پاسخ:

.....

.....

.....

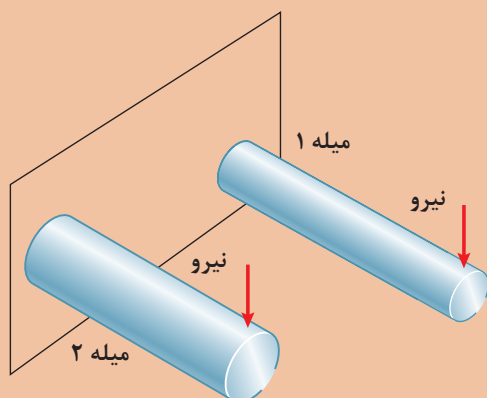
استحکام قطعه در بار گذاری خمشی

هنگام خمش در یک قطعه، بالای جسم کشیده و پایین جسم فشرده می‌شود؛ لذا به بالای جسم تنش کششی و به پایین جسم تنش فشاری اعمال می‌شود. اگر تنش کششی و فشاری در یک قطعه در هنگام خمش بیشتر از استحکام کششی یا فشاری شود، قطعه دچار خرابی و شکست می‌شود. همان طور که قبلاً گفته شد استحکام کششی یا فشاری به جنس قطعه بستگی دارد. یکی دیگر از راه‌های افزایش مقاومت قطعه در برابر خمش، کاهش تنش خمشی وارد بر آن است. برای این کار باید ممان اینرسی قطعه حول محور خمش را افزایش دهیم. یعنی هرچه ممان اینرسی بیشتر باشد، قطعه در مقابل خمش مستحکم تر است

$$\frac{\text{گشتاور}}{\text{ممان اینرسی}} \propto \text{تنش در قطعه هنگام خمش}$$

اگر وزن و طول قطعه ای ثابت باشد، سطح مقطع به شکل I، در بارگذاری خمشی در یک جهت بیشترین استحکام را داراست (به قطعات نشان داده شده در شکل اول پودمان مراجعه کنید). اگر بارگذاری خمشی در چند جهت باشد دایره توخالی بهترین استحکام خمشی را دارد. این موضوع را در آزمایش با کاغذها تجربه کردید..

کار کلاسی



شکل ۲۷- بارگذاری خمشی دو میله با جنس و طول یکسان

دو مفتول فلزی هم جنس را به طول ۲۰ سانتی متر که دارای قطرهای مختلف و توپر هستند به یک گیره ببندید و آن را بارگذاری خمشی کنید، کدام یک دارای استحکام خمشی بالاتر هست؟

همین کار را برای دو مفتول هم جنس، هم وزن، هم طول با ممان اینرسی متفاوت انجام دهید. استحکام کدام یک بیشتر است؟

پاسخ:

.....

.....

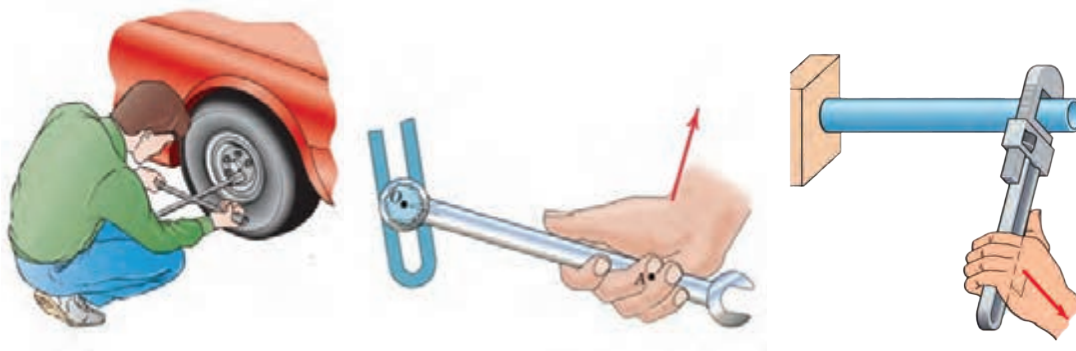
.....

.....

.....

مقاومت قطعه در برابر بارگذاری پیچشی

همان طور که در آزمایش با خط کش فلزی تجربه کردید یکی دیگر از انواع بارگذاری‌ها، بارگذاری پیچشی است. روی خط کش فلزی یا هر قطعه دیگر با چندین روش می‌توان بارگذاری پیچشی انجام داد. در شکل زیر دو روش برای پیچاندن قطعه نشان داده شده است.



شکل ۲۸- روش‌هایی برای پیچاندن قطعه

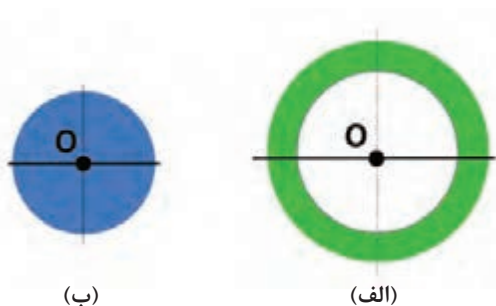
با چند روش بارگذاری متفاوت یک خط کش فلزی را دچار پیچش کنید و سپس شکل‌های آنها را رسم کنید.

پاسخ:

کار کلاسی



ممان اینرسی قطبی



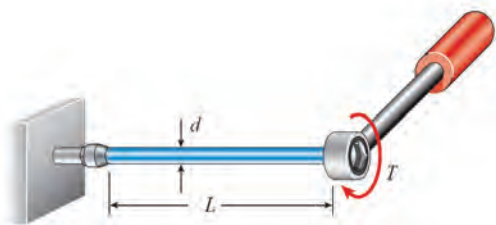
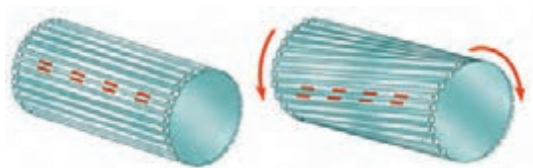
(الف)

(ب)

شکل ۲۹- ممان اینرسی قطبی برای دو سطح مقطع متفاوت

ممان اینرسی قطبی عامل مقاوم در مقابل پیچش است و هر چه ذرات تشکیل دهنده جسم در سطح مقطع نسبت به محور دوران دورتر باشد، ممان اینرسی قطبی بیشتر است. برای اینکه استحکام قطعه در برابر پیچش بیشتر باشد باید ممان اینرسی قطبی جسم حول محور دوران بالاتر باشد، به شکل ۲۹ نگاه کنید، مساحت سطح مقطع شکل (الف) با شکل (ب) برابر است اما ممان اینرسی قطبی سطح مقطع شکل (الف) از ممان اینرسی قطبی شکل (ب) بیشتر است.

سفتی قطعه در بارگذاری پیچشی



شکل ۳۰- پیچش در یک قطعه

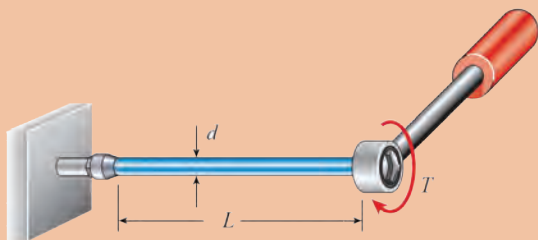
هنگامی که قطعه‌ای تحت بارگذاری پیچشی قرار می‌گیرد، ذرات جسم حول محور خود دوران می‌کنند و جابه‌جا می‌شوند. انواع بارگذاری برای ایجاد پیچش در جسم وجود دارد.

به شکل ۳۰ نگاه کنید. زاویه پیچشی یا جابه‌جایی انتهای یک قطعه که زیر بارگذاری پیچشی قرار دارد با نیرو و طول میله رابطه مستقیم دارد و با ممان اینرسی قطبی و سفتی برشی جنس قطعه (که به آن صلابت هم گفته می‌شود) رابطه عکس دارد؛ یعنی هر چه ممان اینرسی سطح مقطع قطعه بزرگ‌تر باشد، برای یک نیروی ثابت جابه‌جایی کمتر می‌شود و قطعه در برابر پیچش سفت‌تر است.

$$\text{سفتی برشی جنس} \times \text{ممان اینرسی قطبی} \propto \frac{\text{طول} \times \text{گشتاور پیچشی}}{\text{زاویه در پیچش}}$$

هر چه جنس ماده سفت‌تر باشد جابه‌جایی و تغییر شکل آنها در برابر پیچش کمتر خواهد بود و برای جابه‌جایی باید نیرو و گشتاور بیشتری وارد شود.

سفتی برشی فولاد > سفتی برشی مس > سفتی برشی آلومینیوم



اگر گشتاور پیچشی و طول میله دو برابر شود، زاویه پیچش در انتهای میله به چه میزان تغییر می‌کند. محاسبه کنید.

پاسخ:

.....

.....

.....

.....

.....

کار کلاسی





سه خط کش چوبی، فلزی و پلاستیکی ۳۰ سانتی متری با سطح مقطع یکسان را زیر پیچش قرار دهید. برای جابه جایی ۴۵ درجه کدام یک نیروی بیشتری لازم است؟

پاسخ:

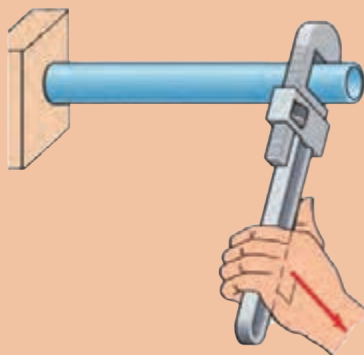
استحکام قطعه در بارگذاری پیچشی

بارگذاری پیچشی سبب ایجاد تنش برشی در جسم می شود. اگر تنش برشی وارد شده به جسم به اندازه مقاومت برشی قطعه برسد، قطعه دچار خرابی می شود. فلزات و مواد مختلف دارای استحکام برشی متفاوت هستند. هر چه استحکام برشی جنس قطعه بالاتر باشد، استحکام پیچشی نیز بالاتر خواهد بود.

$$\text{گشتاور پیچشی} \propto \text{تنش در قطعه هنگام پیچش} \times \text{ممان اینرسی قطبی}$$



هر چه ممان اینرسی قطبی بیشتر باشد، استحکام پیچشی قطعه بالاتر خواهد بود.



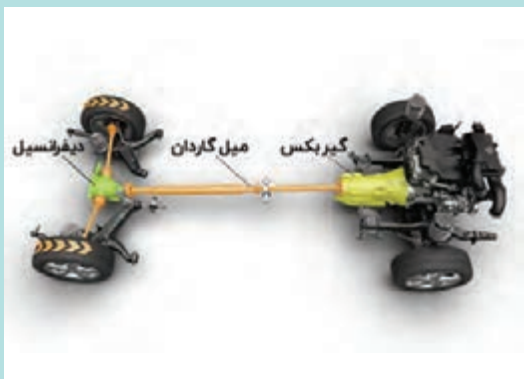
دو میله هم وزن، هم طول و هم جنس که یکی از آنها توپُر و دیگری تو خالی (لوله) است را با گشتاور ثابت در نظر بگیرید، تنش در کدام یک بیشتر است؟ محاسبه کنید.

پاسخ:



یکی از مواردی که هنگام کار با آن مواجه می‌شویم، بریدن پیچ اتصالات است. به نظر شما کدام مورد سبب بریدن پیچ می‌شود (شکل ۳۱).
(الف) وارد کردن گشتاور بیش از حد مجاز به پیچ
(ب) پایین بودن ممان اینرسی قطبی
(ج) پایین بودن تنش برشی مجاز به دلیل جنس قطعه

شکل ۳۱- پیچ بریده شده بر اثر بارگذاری پیچشی

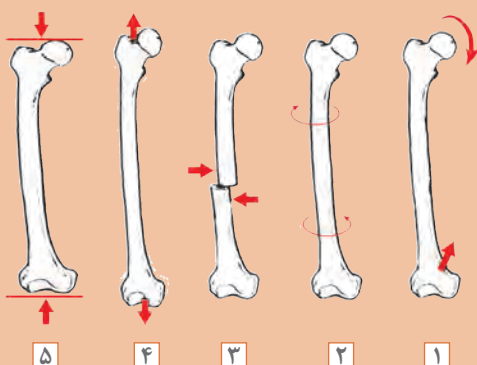


در سیستم انتقال قدرت در خودرو، برای انتقال حرکت از موتور به چرخ‌های عقب از میل‌گاردان استفاده می‌شود. میل‌گاردان زیر بارگذاری پیچشی قرار دارد. پژوهش کنید که سطح مقطع میل‌گاردان دارای چه شکلی است و جنس آن از چیست؟ (شکل ۳۲)

شکل ۳۲- میل‌گاردان بارگذاری پیچشی را برای انتقال گشتاور تحمل می‌کند.



نام انواع بارگذاری‌های انجام شده بر روی استخوان پا در شکل نشان داده شده را بنویسید.



- ۱.....
- ۲.....
- ۳.....
- ۴.....
- ۵.....

تمرین‌های زیر را پاسخ دهید

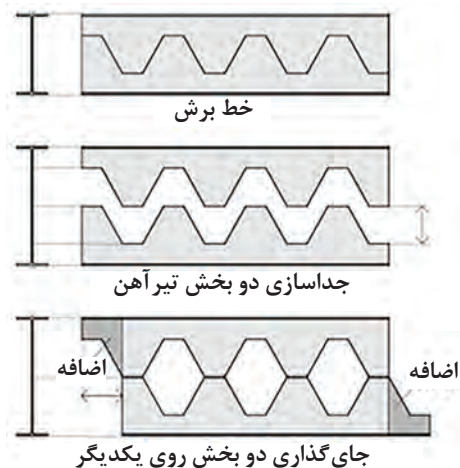
تمرین ۱:

اگر وزن و نیروی وارده به دو کفش نشان داده شده در شکل روبه‌رو یکسان باشد تنش فشاری روی پاشنه کدام کفش بیشتر بوده، احتمال خراب شدن کدام پاشنه بیشتر است؟



تمرین ۲:

از روش‌های تولید تیرهای آهنی، برش و جوشکاری تیر آهن به شکل لانه زنبوری است. چرا این نوع از تیر آهن‌ها در مقابل خمش استحکام بیشتری دارند؟



تمرین ۳:

در وزنه برداری گشتاور زیادی به میله وزنه برداری وارد می‌شود که آن را خم می‌کند. برای این که استحکام میله در بارگذاری خمشی بالا رود چه راه حلی پیشنهاد می‌کنید؟





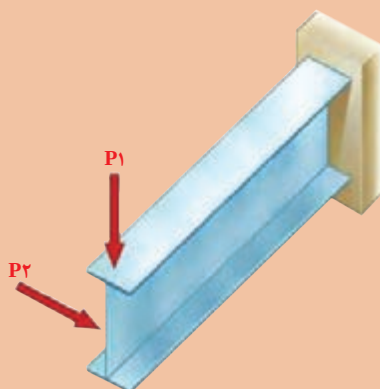
همان طور که می‌دانید در مدارهای برقی خودرو، ساختمان یا وسایل، فیوزها نقش حفاظتی از دیگر قطعات برقی را بر عهده دارند؛ یعنی اینکه اگر برق بخواهد به قطعه ای صدمه وارد کند، فیوز از این کار جلوگیری می‌کند و خود را قربانی می‌کند. به همین صورت در وسایل مکانیکی نیز فیوز مکانیکی وجود دارد. فیوز مکانیکی سبب می‌شود تا نیرو و گشتاور بیش از حدی به قطعات مکانیکی وارد نشود و آنها دچار خرابی و شکست نشوند. فیوزهای مکانیکی انواع مختلفی دارند که پین‌های برشی از این جمله هستند. شما همراه گروه خود در زمینه انواع فیوزهای مکانیکی که خود را قربانی دیگر قطعات می‌کنند تا به آنها صدمه نزنند پژوهش کنید و چند نمونه از آن را در دستگاه‌ها و وسایل کاری موجود در کارگاه نام ببرید.



همان طور که دیدید استخوان‌های بدن انسان هر کدام برای هدفی که دارند شکل‌های گوناگونی دارند. استخوان ساق پا (تیبیا) دومین استخوان بزرگ بدن بعد از استخوان ران پا است که انواع مختلف بارگذاری در جهت‌های مختلف به آن وارد می‌شود. به نظر شما سطح مقطع این استخوان چرا به صورت توپر یا به شکل مربع شکل نیست؟ فکر می‌کنید طراح آن چرا این شکل را که شبیه دایره تو خالیست، انتخاب کرده است؟ به صورت گروهی پژوهش کنید.

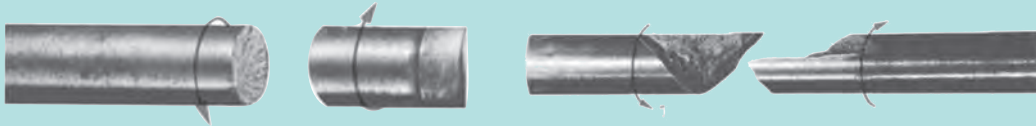


در شکل زیر اگر نیروی P_1 و P_2 با هم برابر باشند، جابه‌جایی تیر در جهت افقی بیشتر است یا در جهت عمودی؟ علت را توضیح دهید.





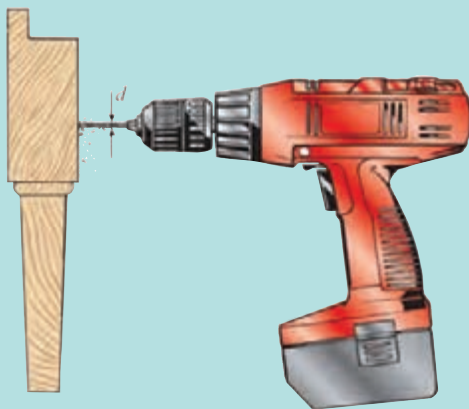
مواد ترد و شکننده و مواد نرم و چکش پذیر هر کدام هنگام پیچش به شکل خاصی می‌شکنند، شکل شکستن هر یک از مواد را هنگام پیچش بررسی کنید.



یکی از موارد رایج هنگام کار، شکست مته هنگام سوراخ کاری است. دلایل شکست مته هنگام کار را بررسی کنید.

پاسخ:

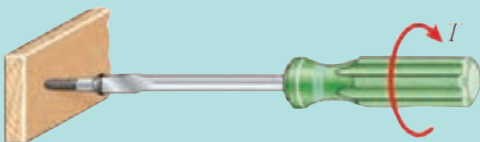
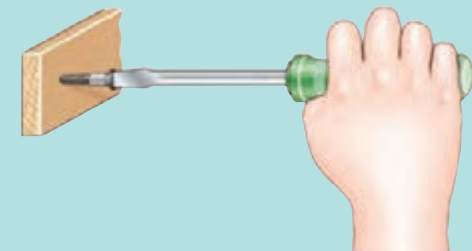
.....
.....
.....
.....



برای محکم‌تر شدن هنگام پیچ کردن قطعات چوبی چه مواردی را باید در نظر گرفت؟

پاسخ:

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



کمانش چیست و برای استحکام قطعه در کمانش باید چه کاری انجام داد؟ تصاویر مربوط را رسم کنید.

پاسخ:

.....
.....



ارزشیابی پایانی پودمان ۵

مقاومت مواد

نمره	شاخص تحقق	نتایج مورد انتظار	استاندارد عملکرد (کیفیت)	تکالیف عملکردی (واحدهای یادگیری)	عنوان پودمان	
۳	مقایسه نسبی سفتی قطعات در بارگذاری کششی، برشی، پیچی، خمشی به طور صحیح	بالاتر از حد انتظار	مقایسه نسبی سفتی قطعات در بارگذاری کششی، فشاری، برشی، پیچشی، خمشی ساده با توجه به مشخصات هندسی و جنس آنها	توانایی یافتن مقایسه سفتی قطعات مکانیک ساده در بارگذاری های خالص و توانایی یافتن مقایسه استحکام قطعات مکانیک ساده در بارگذاری های خالص	مقاومت مواد	
۲	مقایسه نسبی سفتی قطعات در بارگذاری کششی، برشی، پیچی به طور صحیح	در حد انتظار				
۱	مقایسه نسبی سفتی قطعات در بارگذاری کششی، برشی به طور صحیح	پایین تر از حد انتظار				
	نمره مستمر از ۵					
	نمره واحد یادگیری از ۳					
	نمره واحد یادگیری از ۲۰					
☐ نمره شایستگی پودمان فقط شامل نمرات ۲، ۱ یا ۳ است. ☐ هنرجو هنگامی به شایستگی می رسد که در ارزشیابی پودمان، کمترین نمره شایستگی ۲ را دریافت کند. ☐ کمترین نمره قبولی پودمان ۱۲ از ۲۰ است. ☐ نمره کلی درس هنگامی داده می شود که هنرجو در همه پودمان ها نمره شایستگی را دریافت کند.						

- ۱ برنامه درسی رشته صنایع فلزی - دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ۱۳۹۴
- ۲ امیر بهادر بهادران، محاسبات فنی عمومی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ۱۳۹۴

- 3 Askeland, Donald R., and Pradeep Prabhakar Phulé. "The science and engineering of materials." (2003):255.
- 4 Callister, William D., and David G. Rethwisch. Materials science and engineering: an introduction. Vol. 7. New York: Wiley, 2007.

