کتاب دانش فنی پایه (صنایع فلزی)

ایران استخدام

سرویس خصوصی خدمات عام المنفعه اخبار شغل و استخدام

Www.IranEstekhdam.Ir

خواننده گرامی؛ در جهت بهبود کیفیت این فایل؛ لطفاً هرگونه انتقاد و پیشنهاد خود در مورد مطالب آن
و یا گزارش مشکل را به آدرس ایمیل و یا با شماره تلفن زیر مطرح نمایید:

شماره تلفن تماس:آره ۰۲۱-۹۱۳۰۰۰۱۳ آدرس ایمیل: soal@iranestekhdam.ir

Www.IranEstekhdam.Ir

«لینک‌های مفید و مرتبط»

دانلود منابع آزمون استخدامی هنرآموز صنایع فلزی

خرید و دانلود

دانلود نمونه سوالات آزمون استخدامی هنرآموز صنایع فلزی

خرید و دانلود

دانلود منابع آزمون استخدامی دبیر حرفه و فن

خرید و دانلود

دانلود نمونه سوالات آزمون استخدامی دبیر حرفه و فن

خرید و دانلود

بسم الله الرحمن الرحیم

اَللّٰهُمَّ صَلِّ عَلٰى مُحَمَّدٍ وَ آلِ مُحَمَّدٍ وَ عَجِّلْ فَرَجَهُمْ

دانش فنی پایه

رشتهٔ صنایع فلزی

گروه مکانیک

شاخهٔ فنی و حرفه‌ای

پایهٔ دهم دورهٔ دوم متوسطه

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

نام کتاب: دانش فنی پایه (رشتهٔ صنایع فلزی) ـ ۲۱۰۴۰۷
پدیدآورنده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای وکاردانش
شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف: احمد مرادی، روح‌اله عشیری، بهرام زارعی، محمدرضا سلطان‌محمدی، حسن ضیغمی، بهمن طبیب‌نژاد، رقیه متحیرپسند (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
احمد مرادی، حمید تقی‌پور ارمکی، بهمن طبیب‌نژاد، مهدی اسمعیلی (اعضای گروه تألیف)
مدیریت آماده‌سازی هنری: ادارهٔ کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
شناسه افزوده آماده‌سازی: جواد صفری (مدیر هنری) ـ طاهره حسن‌زاده (طراح جلد) ـ مریم وثوقی انباردان (صفحه‌آرا)
نشانی سازمان: تهران: خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)
تلفن: ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کدپستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
وب‌گاه: www.chap.sch.ir و www.irtextbook.ir
ناشر : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران ـ کیلومتر ۱۷ جادهٔ مخصوص کرج ـ خیابان ۶۱
(داروپخش) تلفن: ۵ ـ ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰
صندوق پستی: ۱۳۹ـ ۳۷۵۱۵
چاپخانه: شرکت چاپ ونشر 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 به‌صورت 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 تحت‌پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

شابک ۵- ۳۶۹۹ - ۰۵ - ۹۶۴ - ۹۷۸ **ISBN 978 – 964 – 05 – 3699–5**



ما باید زحمت بکشیم تا در همهٔ جناح‌ها خودکفا باشیم. امکان ندارد که استقلال به‌دست 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 «قُدِّسَ سِرُّهُ»

فهرست

پودمان اول: معرفی رشته، آینده شغلی و الزامات ایمنی ۱

پودمان دوم: مواد و ویژگی آن ۳۱

پودمان سوم: محاسبات فنی ۵۳

پودمان چهارم: گسترش و برآورد مواد ۷۵

پودمان پنجم: مقاومت مواد ۱۰۱

فهرست منابع ۱۳۰

سخنی با هنرآموزان گرامی

با توجه به آموزه‌های اسلامی، کار و اشتغال از ارزش تربیتی برخوردار است و انسان از طریق کار، نفس‌سرکش را رام کرده و شخصیت وجودی خویش را صیقل داده، هویت خویش را تثبیت کرده و زمینهٔ 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 حوزهٔ دنیای کار و دنیای آموزش بر مبنای نیازسنجی شغلی صورت گرفته است. درس‌های رشته‌های تحصیلی شاخهٔ 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 فنی‌پایه با هدف شناخت مفاهیم و کسب دانش فنی پایه در گروه و رشتهٔ تحصیلی است که هنرجویان در پایهٔ دهم و در آغاز ورود به رشتهٔ تحصیلی خود می‌بایست آن را آموزش ببینند و شایستگی‌های لازم را در ارتباط با دروس عملی و ادامهٔ تحصیل در رشتهٔ خود کسب نمایند. درس دانش‌فنی تخصصی که در پایهٔ دوازدهم طراحی شده است، شایستگی‌هایی را شامل می‌شود که موجب ارتقای دانش تخصصیِ حرفه‌ای شده و زمینه را برای ادامهٔ تحصیل و توسعهٔ حرفه‌ای هنرجویان در مقطع کاردانی پیوسته نیز فراهم می‌کند.

لازم به یادآوری است که کتاب دانش فنی‌پایه 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 پایهٔ نهم به تحریر درآمده است. محتوای آموزشی کتاب دانش‌فنی‌پایه، آموزش‌های کارگاهی را عمق می‌بخشد و نیازهای هنرجویان را در راستای محتوای دانش‌نظری تأمین می‌کند.

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

دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

نظرسنجی کتاب درسی

سخنی با هنرجویان عزیز

درس دانش‌فنی‌پایه با هدف شناخت مفاهیم، کسب دانشِ‌فنی‌پایه در گروه مکانیک و رشتهٔ تحصیلی صنایع فلزی برای شما هنرجویان عزیز طراحی و کتاب آن تألیف شده است.

در تدوین درس دانش‌فنی‌پایه، موضوعاتی مانند تاریخچهٔ رشته، محتوا جهت ایجاد انگیزش، مشاغل و هدف رشتهٔ تحصیلی، نقش رشتهٔ شما در توسعهٔ کشور، مثال‌هایی از نوآوری، خلاقیت و الهام از طبیعت،اصول،مفاهیم، قوانین، نظریه، فناوری، علائم، تعاریف کمیت‌ها، واحدها و یکاها، فرمول‌های فنی،تعریف دستگاه‌ها و وسایل کار، مصادیقی از ارتباط مؤثر فنی و ایمنی و بهداشت فردی و جمعی، پیشگیری از حوادث احتمالی شغلی و نمونه‌هایی از مهارت حل مسئله در بستر گروه تحصیلی برای این رشتهٔ تحصیلی در نظر گرفته شده است.

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

توصیه می‌شود در یادگیری این درس به دلیل کاربرد زیاد آن در درس‌های دیگر رشته، کوشش لازم را داشته باشید.

دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی فنی وحرفه‌ای و کاردانش

پودمان اول

معرفی رشته، آینده شغلی و الزامات ایمنی



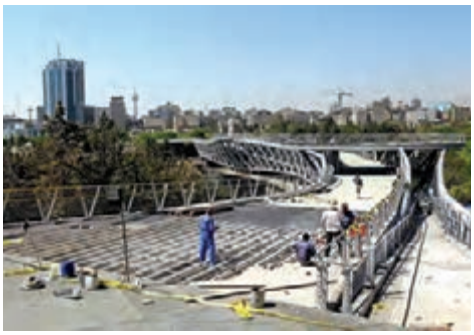
یکی از دلایل مهم موفقیت شغلی، انتخاب صحیح آن براساس توانایی‌های فردی و علاقه‌مندی و آینده شغل و شیوه رشد در شغل مربوطه است. در این پودمان با مشاغل اصلی و مرتبط با صنایع فلزی و نکات ضروری برای پیشرفت در این حوزه آشنا خواهید شد.

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 وگاز 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 ـ کمک تکنسین) به کار اشتغال ورزند. دانش‌آموختگان با توجه به نیاز بومی، منطقه‌ای و کشوری می‌توانند در ادامه تحصیلات به رشته‌های مهندسی فنّاوری 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 توسعه‌یافته است. همچنین زمینه اشتغال برای دانش‌آموختگان فراهم و مهیا است (شکل ۲).



کارخانه واگن‌سازی



کارخانه مخزن‌سازی

شکل ۲

آینده شغلی در زمینهٔ 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 ازجمله رشته‌ها و مشاغلی 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، میزتحریر، 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 مهندسین جوشکاری، تکنسین جوش آرگون، تکنسین نقطه‌جوش، تکنسین جوش لیزر، تکنسین جوش پلاسما، تکنسین جوش میگ و مگ، بازرسان 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 به‌کار شوند.



مخزن ذخیره



ساخت مخزن ذخیره



برش کاری پلاسما



جوشکاری لوله‌های پلی اتیلن



جوشکاری سازه فولادی



فرم دهی و رول کردن با دستگاه نورد

شکل ۳

پژوهش

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 مهارت های رشته صنایع فلزی: کارگر ماهر صنایع فلزی، کمک تکنسین صنایع فلزی

نام مهارت‌های رشته صنایع فلزی	نام مهارت‌های رشته صنایع فلزی
برش‌کار فلز با قیچی دستی و اهرمی	جوشکار سازه‌های فولادی با فرایند SMAW
خم‌کاری ورق دستی و ماشینی	جوشکار خطوط لوله
برش‌کاری انواع پروفیل	ساخت تزیینات فلزی
فرم دهی انواع پروفیل	جوشکار توپودری
سوراخ‌کاری و پرچ‌کاری	بازرسی چشمی (VT)
کانال‌ساز	بازرسی NDT (آزمون مایع نافذ)
جوشکاری اکسی گاز	بازرسی NDT (آزمون ذرات مغناطیس)
لحیم‌کاری نرم و سخت	نصب کار اسکلت فلزی
جوشکاری مقاومتی	جوشکار ساختمانی
برش‌کاری مکانیکی	جوشکار گل میخ
برش‌کاری حرارتی (هوا برش)	جوشکار پلاستیک
برش‌کاری پلاسما	جوشکار ترمیمی
صاف‌کاری	جوشکار با گاز محافظ MAG
فرم‌دهی و شکل‌دهی ورق (نورد)	جوشکار با گاز محافظ TIG
زرد جوشکار	جوشکاری خطوط لوله TIG

فکر کنید

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

کار کلاسی

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

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 راه گریزی 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 موردنیاز

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 وحرفه‌ای و یا آموزشگاه‌های دیگر انجام می‌دهند.

پژوهش

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.

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 اعتمادبه‌نفس، نظم، ارتباط و درنهایت مدیریت بیشتری در ارتباط با پروژه و سایر اعضای گروه دارند و درنهایت قابل‌اعتمادترند.

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 به‌صورت 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 موفقی که در زمینهٔ 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.

کار کلاسی

یک صنعتگر درزمینهٔ ساخت مصنوعات فلزی و یا یک جوشکار و یا شخصی که در زمینهٔ برش‌کاری 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 ۴ـ 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 یک‌پوست سخت دقیقاً شبیه به لباس سامورایی یا زره است که بعدها توسط انسان‌ها مورداستفاده قرار گرفت. این پوسته یا زره به‌خوبی از آرمادیلو در برابر دشمنان خارجی حفاظت می‌کند. به احتمال زیاد اولین مخترعین زره برای ساختن زره از الگوهایی مانند 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 الْاَرضِ آياتٌ لِلْمُوقِنِينَ (۲۰) وَ فِي اَنْفُسِكُمْ اَفَلا 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 وَعَلَى جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالأَرْضِ رَبَّنا ما خَلَقْتَ هذا باطِلاً سُبْحانَكَ فَقِنا عَذابَ النَّار (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، پاکا 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 به‌گونه‌ای 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 به‌اتفاق خبرگزاری‌های جهان با پوشش خبری کم‌نظیر اقدام به انعکاس خبر و متعاقب آن تحلیل‌های مرتبط نمودند (شکل ۶).





شکل ۶ـ 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 برش‌کاری، شکل‌دهی، مونتاژکاری و جوشکاری اقدام به ساخت یا تعمیر مصنوعات فلزی می‌نمایند. در کارگاه‌های صنایع فلزی متناسب با نوع کار جوشکاری از ابزار و تجهیزات مختلفی استفاده می‌شود و براساس اندازه و تعداد سازه‌ها و ابعاد مصنوعات فلزی ابعاد کارگاه‌ها تغییر می‌کند.



شکل ۷ـ بخشی از فضای کارگاه‌های ساخت تجهیزات صنعتی با استفاده از فرایندهای مختلف در کارگاه‌های صنایع فلزی را نشان می‌دهد.

فضای کارگاه صنایع فلزی به‌طور معمول سرپوشیده است ولی گاهی به‌دلیل شرایط اجرایی مثل مشکل حمل‌ونقل سازه‌های بزرگ صنعتی بخشی از فعالیت‌های ساخت و یا اتمام آن در محل نصب (سایت) صورت می‌پذیرد. 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 برش‌کاری، شکل‌دهی و جوشکاری صورت گیرد.

شکل ۷ نمونه‌ای از کارگاه‌های صنایع فلزی تجهیز شده در محل ساخت سازه‌های صنعتی را نشان می‌دهد. همان‌طور که در کارگاه ساخت خط لوله دیده می‌شود، گاهی به‌منظور جلوگیری از تأثیر منفی وزش باد و یا برف و باران روی کیفیت جوش، عملیات جوشکاری در زیر ناحیه چادر کشیده شده صورت می‌گیرد.



تصویر شماره ۱



تصویر شماره ۲



تصویر شماره ۳



تصویر شماره ۴

شکل ۸

کار کلاسی

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

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

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 برش‌کاری (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 برش‌کاری: برش‌کاری مکانیکی و حرارتی



ب) برخی از دستگاه‌های سوراخ‌کاری و سنگ‌زنی و پخ‌زنی و عملیات پرداخت



ج) برخی از دستگاه‌های جوشکاری SMAW- GMAW - TIG

شکل ۹

کار کلاسی

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 به‌صورت زیر لیست نمایید و قیمت هرکدام از آنها را با مراجعه به بازار ابزارآلات و تجهیزات کارگاهی (به‌صورت حضوری ویا اینترنتی) استخراج کنید.

نام ابزار و تجهیزات	قیمت (ریال)	نام ابزار و تجهیزات	قیمت (ریال)
گیوتین مکانیکی ۲متری	.....	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 به‌طور 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 تفکیک‌شده و چیده می‌شوند. به‌طورمعمول باید ورق‌ها، میلگردها، نبشی‌ها، تسمه‌ها و پروفیل‌ها هرکدام به شکل جداگانه و براساس قطر یا ضخامت و نیز ازنظر نوع جنس (فولاد، آلومینیوم و غیره) تفکیک شوند.

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



شکل ۱۰ــ 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 ۱۱ــ انبار مواد مصرفی جوشکاری

۳ انبار کپسول‌های گازها

این انبارها محل نگهداری انواع کپسول‌های گاز مصرفی مانند اکسیژن، استیلن، آرگون، دی‌اکسیدکربن 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 به‌دقت 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 ۱۲ــ نحوه نگهداری کپسول‌های گاز مورد استفاده در جوشکاری و برش‌کاری

۴ انبار مرکزی ابزار و لوازم

در این انبار به‌طور معمول تعداد زیادی از اقلام مرتبط با دستگاه‌ها و تجهیزات جوشکاری، برش‌کاری، ماشین‌کاری 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 به‌منظور 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 ۱۳ـ 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	برش‌کاری و فرم دهی	ماشین‌کاری
بازرسی و کنترل کیفی	مونتاژکاری و جوشکاری	پشتیبانی و تدارکات

در شرایطی کار به نحو مطلوب انجام می‌شود که هر واحد مطابق شرح وظایف تعریف‌شده 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 ساخته‌شده افزایش پیدا می‌کند.
۴	ضایعات و دوباره‌کاری‌ها کاهش می‌یابد.

بنابراین در فعالیت صنعتی که به‌صورت 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 تعریف‌شده باشد.

انضباط شغلی

انضباط شغلی عبارت است از رعایت مقررات و معیارهای تعریف‌شده متناسب با حرفه صنایع فلزی که به‌منظور جلوگیری از حوادث ناگوار و انجام صحیح فعالیت‌های برش‌کاری، فرم‌دهی، مونتاژکاری، جوشکاری وضع می‌شود و می‌بایست توسط کلیه افراد رعایت شود. موارد مهم انضباط شغلی به شرح ذیل است:

۱ مسئولیت‌پذیر بودن

یعنی نسبت به وظیفه‌ای که برای فرد تعریف‌شده است و یا نسبت به ابزار و امکاناتی که در اختیار فرد قرارگرفته است احساس مسئولیت نماید و نهایت سعی و تلاش خود را برای انجام به‌موقع و صحیح امور محوله و نیز نگهداری از تجهیزات که در اختیارش قرارگرفته است به‌کار گیرد.

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

۲ رعایت سلسله مراتب شغلی و احترام به همکاران

همان‌طورکه گفته شد در فعالیت‌های صنعتی کار به‌صورت گروهی انجام می‌شود و برای هر شخص وظیفه‌ای برحسب تخصص یا جایگاه سازمانی او تعریف می‌شود که فرد نسبت به انجام صحیح آن مسئولیت دارد. لذا همه اشخاص وظیفه‌دارند 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 خطرآفرین 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 خطرساز 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 به‌شدت پرهیز کند (شکل ۱۴).



شکل ۱۴ــ 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 به‌منظور جلوگیری از حوادث ناگوار و انجام صحیح کارها درنظر گرفته می‌شود (شکل ۱۵).



شکل ۱۵ــ رعایت نظم ومقررات 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 به‌کار گرفتن آنها توان نیروی انسانی و سرمایه در مقابل خطرات مختلف و محتمل در محیط‌های صنعتی به‌نحو مؤثری حفظ می‌گردد، و یک محیط کاری بی‌خطر و سالم جهت افزایش کارایی کارکنان به‌وجود می‌آید.

در محیط‌های صنعتی با وجود ماشین‌آلات و ابزار فراوان، به‌طورمعمول کارگران در معرض مخاطرات مختلف قرار دارند. با توسعه فنّاوری و افزایش کاربرد ماشین در امر تولید احتمال مخاطرات و حوادث در این‌گونه محیط‌ها زیادتر می‌شود. سوانح در کارخانه‌ها ممکن است باعث نقص عضو یا فوت افراد شود که به‌سهولت و سرعت قابل جبران نیست و برای سازمان فقدان یک متخصص که سال‌ها برای تربیت او سرمایه و وقت مصرف‌شده است، زیان سنگینی به‌شمار 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 به‌منظور ایمنی و حفاظت فنی کارکنان در راستای تأمین و نگهداری نیروی انسانی، در درجه اول اهمیت قرار دارد. درعین‌حال، صرف هزینه و تخصیص اعتبار در برنامه‌های سازمان، به‌منظور 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 به‌صورت 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 برش‌کاری، شکل‌دهی فلزات، مونتاژکاری و جوشکاری مانند سایر مشاغل صنعتی دارای خطرات بالقوه‌ای است. در صورت شناخت عوامل خطرساز 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 خطرساز و راهکارهای مقابله با آنها پرداخته می‌شود.



عوامل مخاطره‌آمیز در کارگاه‌های صنایع فلزی

به‌طورکلی 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.

ب) خطرات ناشی از کار

هرگونه از فعالیت‌های کارگاهی (برش‌کاری، شکل‌دهی فلزات، مونتاژکاری 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 .

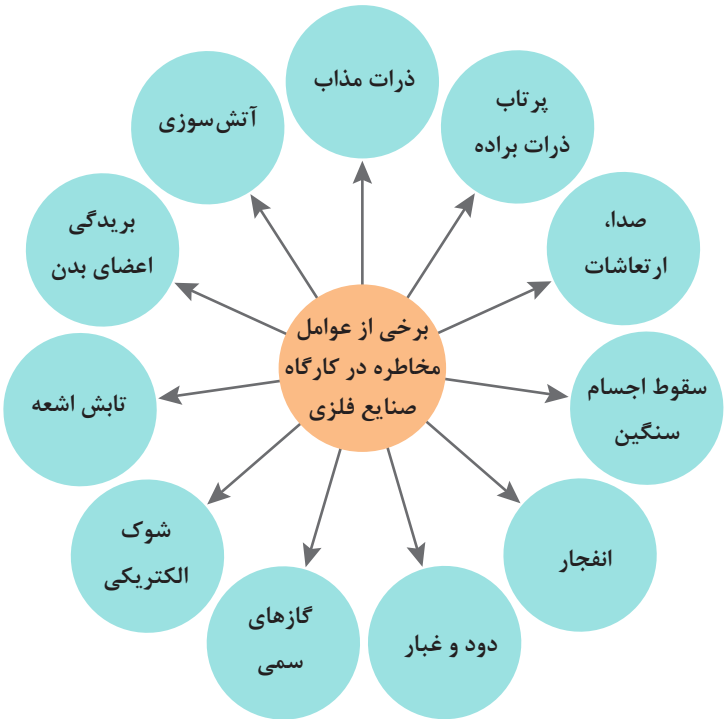
هنرجویان جهت ایمنی فردی و گروهی ملزم به رعایت این نکات در کارگاه می‌باشند	
منشور اخلاقی و ایمنی در کارگاه صنایع فلزی	
۱	هرگونه کار در کارگاه به‌ویژه کار با دستگاه‌هایی مانند گیوتین، اره آتشی، نورد، خم‌کن برقی، دستگاه فرز، دریل ستونی، دستگاه هوا برش و پروفیل‌بر را حتماً با اجازه، حضور و هماهنگی هنرآموز 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	.....

کار کلاسی

هنرجوی عزیز با راهنمایی هنرآموز محترم خود آیین‌نامه ایمنی جوشکاری و برش‌کاری 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 برش‌کاری	
آیین‌نامه ایمنی جوشکاری و برش‌کاری 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 برش‌کاری 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 برش‌کاری به‌کار برده می‌شوند، باید به‌طور مرتب و براساس دستورالعمل‌های کارخانه سازنده مورد بازدید، آزمایش و دقت‌سنجی قرارگرفته و در صورت وجود نقص و یا فرسودگی، تعمیر و یا از فرایند کار خارج گردند.
ماده ۱۹	جوشکاری و برش‌کاری 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 برش‌کاری 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	.....
ماده۷۲	قبل از آغاز جوشکاری و برش‌کاری باید از ایمن بودن کلیه اتصالات و تجهیزات اطمینان حاصل نمود.
ماده ۸۱	.....
ماده ۸۷	.....
ماده۸۸	.....
ماده۸۹	.....
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 اشاره‌شده است.



نمودار ۱

کار کلاسی

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 بازدیدی از کارگاه صنایع فلزی هنرستان خود داشته باشید. با توجه به نمودار ۱ در حین بازدید از قسمت‌های مختلف کارگاه (بخش ورق‌کاری، برش‌کاری 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 برش‌کاری اکسی سوخت	عدم استفاده از شیر یک‌طرفه	حتماً بین دسته مشعل و شیلنگ گاز از شیر یک‌طرفه استفاده شود.
۲	انفجار	جوشکاری و برش‌کاری 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

به‌منظور 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 اشاره‌شده است.

جدول ۱ــ 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 برش‌کاری 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 به‌دلیل 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 حساس‌ترین عضو بدن انسان است لذا باید از هرگونه صدمه و آسیب مصون بماند. از طرفی در صورت بروز خراش و جراحت چشم به‌سختی معالجه می‌شود. بنابراین ضروری است متناسب با شرایط فرایند، برش‌کاری یا سنگ زدن و تمیزکاری نسبت به انتخاب حفاظت فیزیکی چشم جهت جلوگیری از ورود ذرات و براده‌های تیز از رسیدن به چشم جلوگیری شود.	
۵	ماسک جوشکاری ANSI/ISEA Z87.1	عینک‌ها و ماسک‌های جوشکاری در انواع و مدل‌های مختلفی ساخته می‌شوند. شیشه عینک‌ها و ماسک‌ها ممکن است یک جداره و یا دوجداره باشد یعنی یک شیشه سفید معمولی برای برش‌کاری با سنگ فرز که هدف حفاظت فیزیکی چشم است به‌اضافه جداره دوم که شیشه سیاه‌رنگ با درجه تاریکی متناسب با نوع فرایند جوشکاری و اشعه‌های مضر آن‌که در موقع جوشکاری و هم‌زمان با برقراری قوس جلو چشم قرار می‌گیرد. حتی در موقع تک‌خال زدن باید از ماسک سالم با شیشه مناسب استفاده کرد. ماسک‌های اتومات که بیشتر در فرایند جوشکاری تیگ مورد استفاده قرار می‌گیرد.	
۶	گوشی محافظ DIN EN 352	در کارگاه‌هایی که عملیات آهنگری، برش‌کاری، سنگ‌زنی و جوشکاری انجام می‌شود و صداهای بالاتر از حد مجاز (85db) وجود دارد، باید از حفاظ مخصوص گوش استفاده کرد. این کار همچنین جلوی ورود گردوغبار را به بخش‌های میانی و داخل گوش می‌گیرد.	

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 مورداستفاده قرار می‌گیرد.	
۸	ماسک تنفسی	هرکدام از این ماسک‌ها برای شرایط و محیط‌های خاصی طراحی‌شده‌اند 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 خواسته‌شده 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 برش‌کاری (هوا برش ـ پلاسما) جوشکاری (SMAW-TIG-GMAW-FCAW) و لحیم‌کاری (سخت ـ نرم) عملیات پرداخت‌کاری (سنگ‌زنی) 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 به‌کار گرفته شده در کارگاه‌های صنایع فلزی به دوگروه دسته‌بندی می‌شوند.

۱ تهویه عمومی کارگاه

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



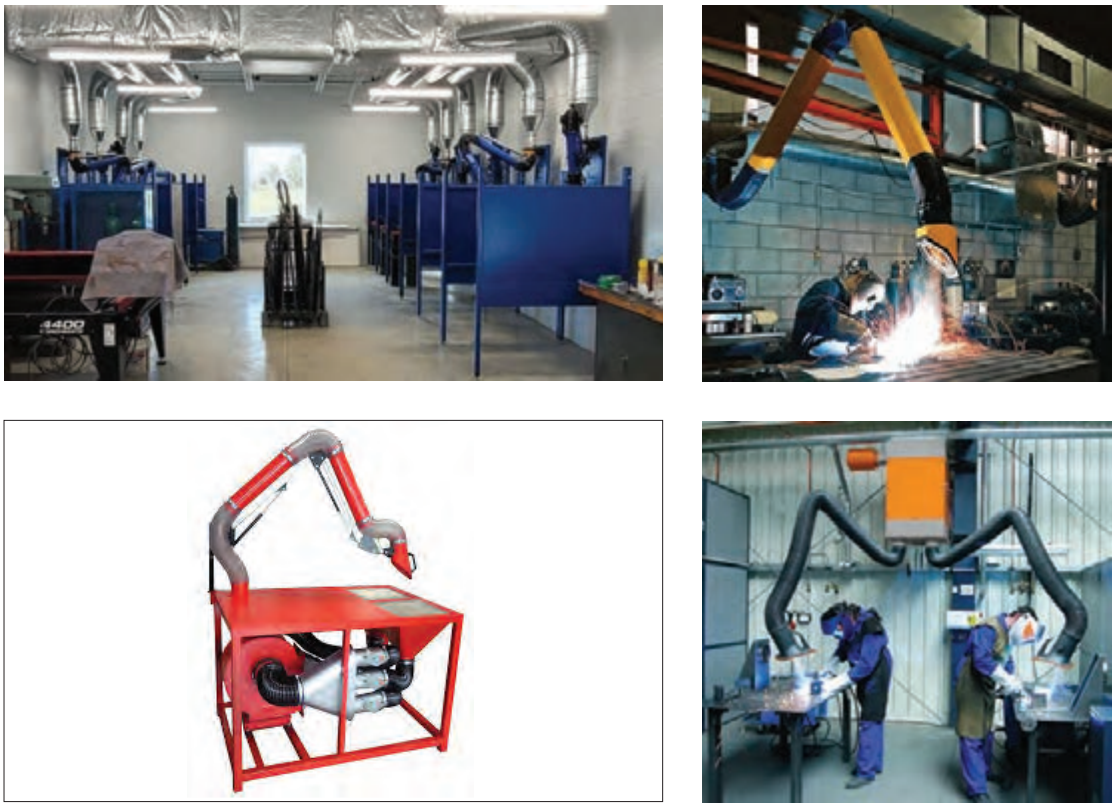
شکل ۱۶ـ سیستم‌های متنوع تهویه عمومی کارگاه صنایع فلزی

پژوهش

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.

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 به‌کار 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 ۱۷ــ 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 هریک 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

پیشگری 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 به‌صورت 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، دربارهٔ 5S آراستگی محیط کار پژوهش کنید.

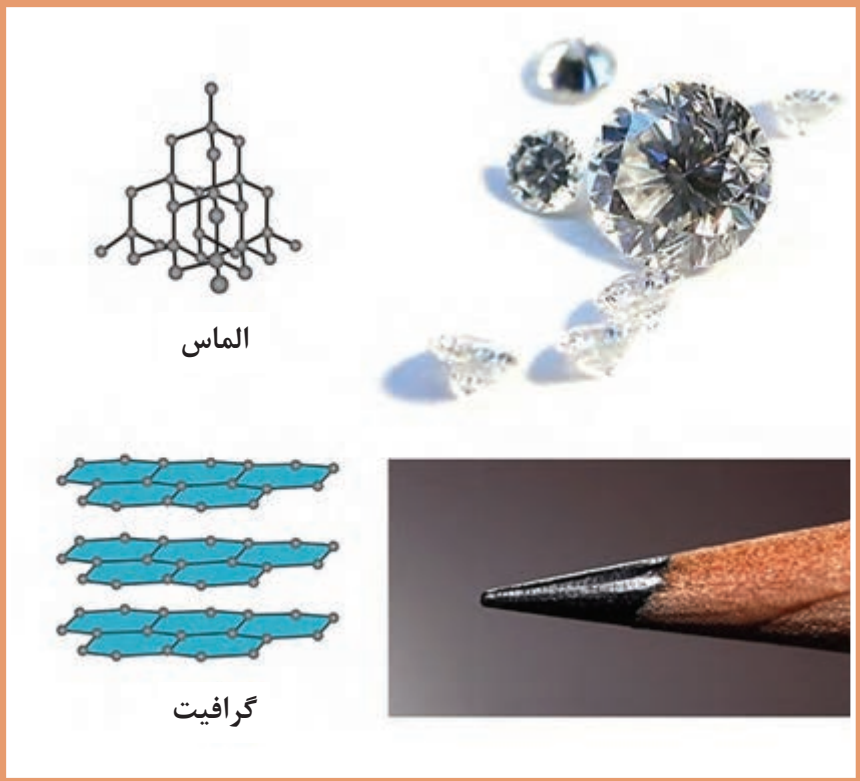
معرفی رشته، آینده شغلی و الزامات ایمنی

عنوان پودمان	تکالیف عملکردی (واحدهای یادگیری)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج مورد انتظار	شاخص تحقق	نمره
معرفی رشته، آینده شغلی و الزامات ایمنی	به‌دست آوردن آگاهی درباره رشته صنایع فلزی و مشاغل مرتبط با آن و به‌دست آوردن توانایی در به‌کارگیری موارد ایمنی در کارگاه	آگاهی از شغل‌های مرتبط با انتخاب مسیر شغلی و آگاهی از نکات ایمنی در کارگاه صنایع فلزی	بالاتر از حد انتظار	پیشنهاد مسیر شغلی و راهکارهای موفقیت با توجه به یافتن اطلاعات نیاز منطقه همراه با شناخت و توانایی به‌کارگیری ایمنی دستگاه‌های کارگاه صنایع فلزی	۳
			درحد انتظار	پیشنهاد مسیر شغلی و توانایی به‌کارگیری ایمنی دستگاه‌های کارگاه صنایع فلزی	۲
			پایین‌تر 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 می‌رسد که در ارزشیابی پودمان، کمترین نمره شایستگی ۲ را دریافت کند.
- کمترین نمره قبولی پودمان ۱۲ از ۲۰ است.
- نمره کلی درس هنگامی داده می‌شود که هنرجو در همه پودمان‌ها نمره شایستگی را دریافت کند.

پودمان دوم

مواد و ویژگی آن



واحد یادگیری ۱

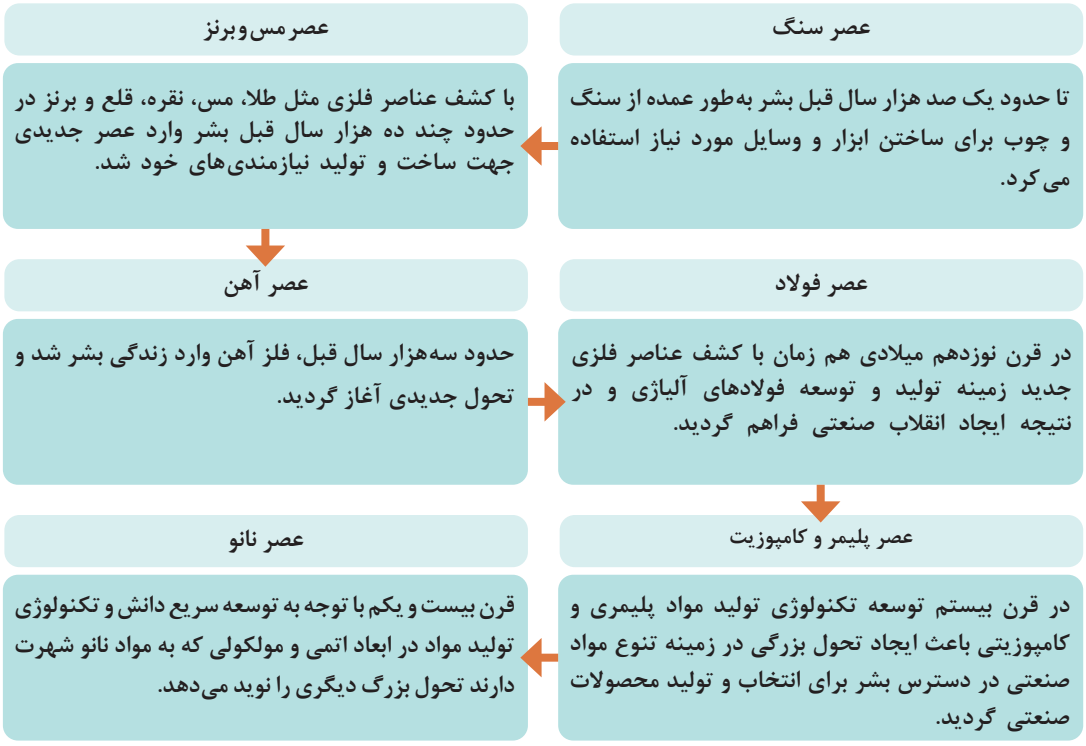
شناخت مواد صنعتی

شناخت مواد صنعتی

شناخت مواد و ویژگی‌های آن به طراحان این امکان را می‌دهد که در راستای طراحی یک محصول صنعتی نه‌تنها 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، آلیاژکردن، 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 ۱ــ 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 به‌کار می‌روند. روش‌های متفاوتی برای دسته‌بندی مواد وجود دارد که در جدول ۱ یکی از این روش‌ها در پنج گروه شرح داده شده است.

جدول ۱ــ 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	هدایت‌الکتریکی و شکل‌پذیری خوب قابلیت‌ریخته‌گری و ماشین‌کاری استحکام بالا	
دوم	**سرامیک و شیشه** SiO_2ـNa_2OـCaO 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 کپسوله کردن مدارها	شکل‌پذیری بالا، لایه مقاوم هوا، عایق الکتریکی و مقاوم به رطوبت	
چهارم	**نیمه‌هادی** سیلیکون	ترانزیستور و مدار مجتمع	رفتار الکتریکی بی‌نظیر	
پنجم	**کامپوزیت** (مواد مرکب) گرافیت ـ اپکسی فولادـ روکش تیتانیوم	اجزای هواپیما مخزن راکتور	نسبت استحکام به وزن بالا مقاومت خوردگی بالا تیتانیوم	

تحقیق کنید

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

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.



شکل ۱ـ پل طبیعت در شهر تهران

تحقیق کنید

با جست‌وجو در اینترنت در مورد چدن و انواع آن تحقیق کنید و در جلسهٔ 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 ۲ـ 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 وگل 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 ۳ــ کاربرد مواد کامپوزیتی

دسته‌بندی مواد بر اساس ساختار

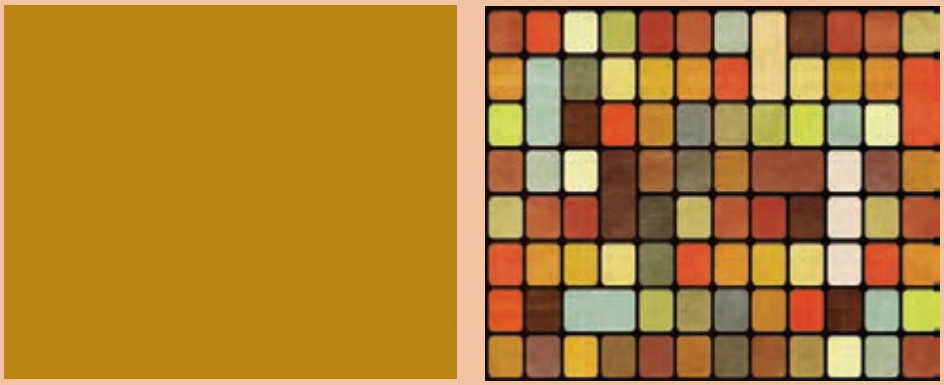
ساختار به معنی آرایش اتم‌های یک ماده در موقعیت‌های مشخص می‌باشد. ساختار در مقیاس میکروسکوپی به‌عنوان ریز ساختار بیان می‌شود. این آرایش‌ها در مقیاس‌های مختلف از کوچک‌ترین واحد در حد آنگستروم(A) تا مقیاس‌های بزرگ‌تر درحد میلی‌متر (mm) قابل مشاهده هستند که در ادامه همین پودمان ارائه خواهد شد. مواد به صورت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

سؤال

تفاوت بین مواد پلی‌کریستال و تک‌کریستال در چیست؟
به شکل‌های زیر نگاه کنید چه تفاوتی بین آنها وجود دارد؟



(الف) (ب)

شکل ۴ـ (الف) پلی‌کریستال (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، پلی‌کریستال، 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 تشکیل‌دهنده 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 کمی‌دقت 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. همان طور 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.



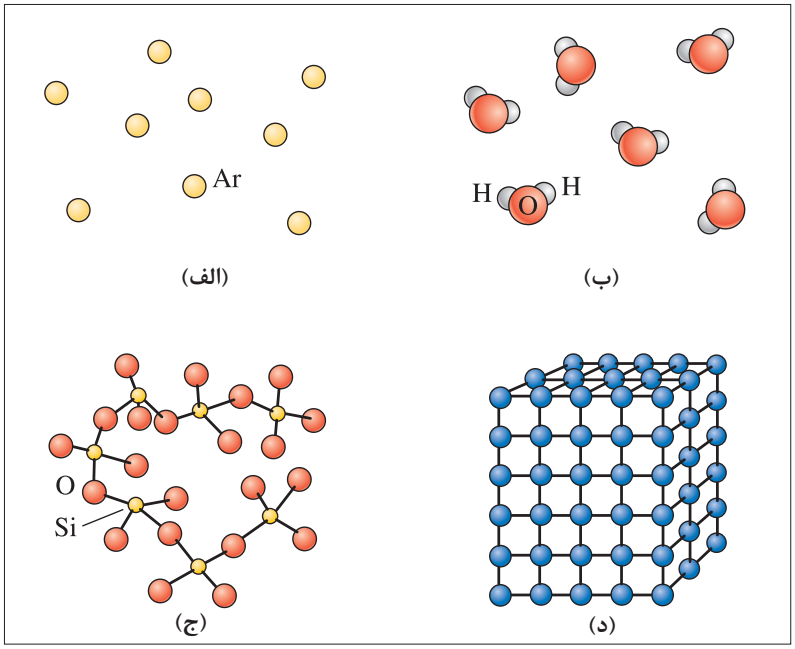
شکل ۵ـ (آلوتروپی) چندشکلی بودن کربن

منظور از نظم بلند برد در مقابل نظم کوتاه برد

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

بی‌نظم

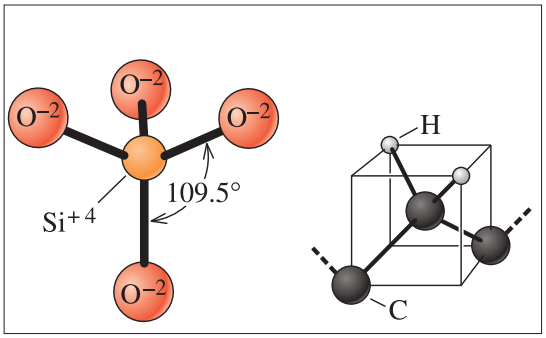
در گازهای تک اتمی همانند آرگون و پلاسما ایجاد شده در لامپ فلورسنت، اتم‌ها یا یون‌ها آرایش منظمی ندارند.



شکل ۶ــ (الف) بی‌نظم، (ب) نظم کوتاه‌برد، (ج) نظم کوتاه‌برد، (د) نظم بلندبرد.

نظم کوتاه برد

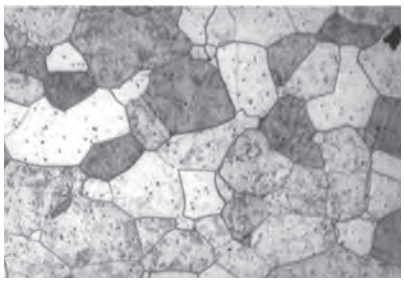
وقتی یک ماده نظم کوتاه برد نشان می‌دهد که آرایش اتمی آن تنها به نزدیک‌ترین همسایگی آن ختم شود. هر مولکول بخار آب دارای یک نظم کوتاه برد است که به دلیل پیوند کوالانت بین اتم‌های هیدروژن و اکسیژن است. هر اتم اکسیژن به دو اتم هیدروژن متصل می‌شود. در بین موادی که در جدول ۱ بیان شد، شیشه‌ها و بسیاری از پلیمرهایی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



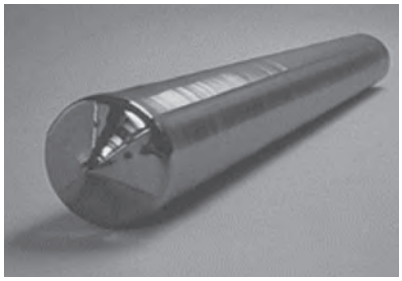
شکل ۷ــ ساختار شیشه (SiO_2)

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 سه‌بعد به‌طور منظم تکرار می‌شوند. مواد با نظم بلند برد را مواد کریستالی می‌نامند. اگر موادی دارای یک کریستال بزرگ باشد، به آنها مواد تک‌کریستال می‌گویند. مواد تک‌کریستال در بسیار زیاد از کاربردهای الکترونیکی و نوری مناسب می‌باشند، به طور مثال تراشه‌های رایانه از سیلیکون تک‌کریستال ساخته می‌شود. مواد پلی‌کریستال از کریستال‌های کوچک بسیار زیاد در سه بعد تشکیل می‌شود. شکل۸ ریزساختار فولاد زنگ‌نزن پلی‌کریستال را نشان می‌دهد.



(الف)



(ب)

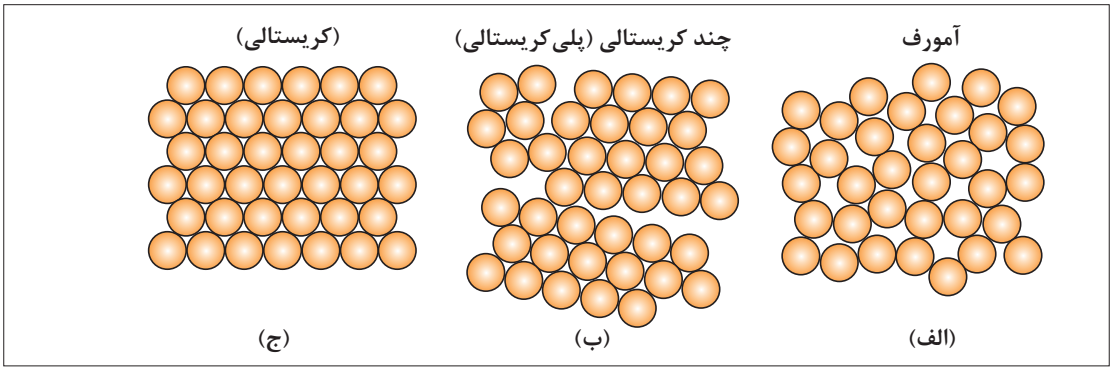
شکل ۸ــ(الف) ریز ساختار یک فولاد زنگ‌نزن
(ب) یک میله از جنس فولاد زنگ‌نزن

تحقیق کنید

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

مواد آمورف

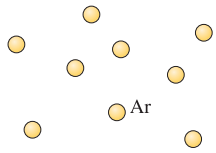
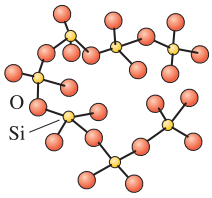
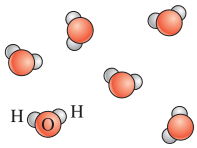
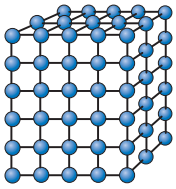
هر ماده‌ای که تنها یک نظم کوتاه برد از اتم‌ها و یون‌ها از خود نمایش دهد، مواد آمورف می‌نامند. مواد آمورف غیر کریستالی هستند. به طور کلی اکثر مواد تمایل دارند یک آرایش منظم و تکراری تشکیل دهند، به خاطر این حالت آرایش پایداری بالایی از لحاظ ترمودینامیکی دارند. شیشه یک مثال شناخته شده از مواد آمورف می‌باشد.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



شکل ۹ــ (الف) آمورف، (ب) پلی‌کریستال، (ج) تک کریستال

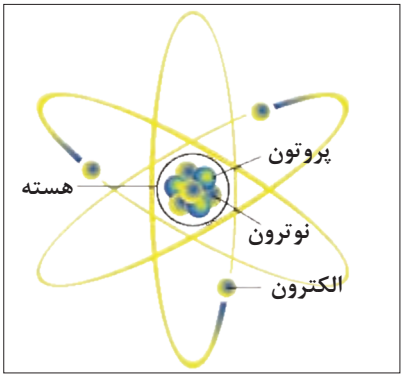
از جمله دسته‌بندی‌های دیگر که می‌توان برای مواد در نظر گرفت، دسته‌بندی جدول زیر این نوع دسته‌بندی از مواد را نشان می‌دهد.

جدول ۲

نوع مواد	نوع نظم	مثال	شکل نظم ساختاری
گازهای تک اتمی	بی‌نظم	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

یک جامد کریستالی به طور معمول دارای $۱۰^{۲۳}$ اتم در هر سانتی‌متر مکعب ($Cm^{۳}$) 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.

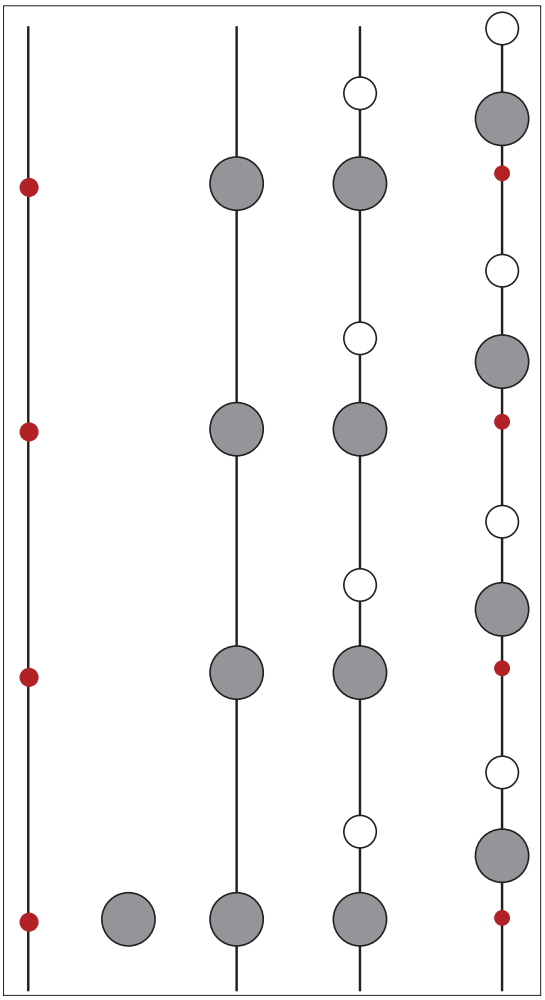


شکل ۱۰ــ آرایش اتمی

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 سه‌بعدی باشند.

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

در شکل ۱۱ـ 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

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

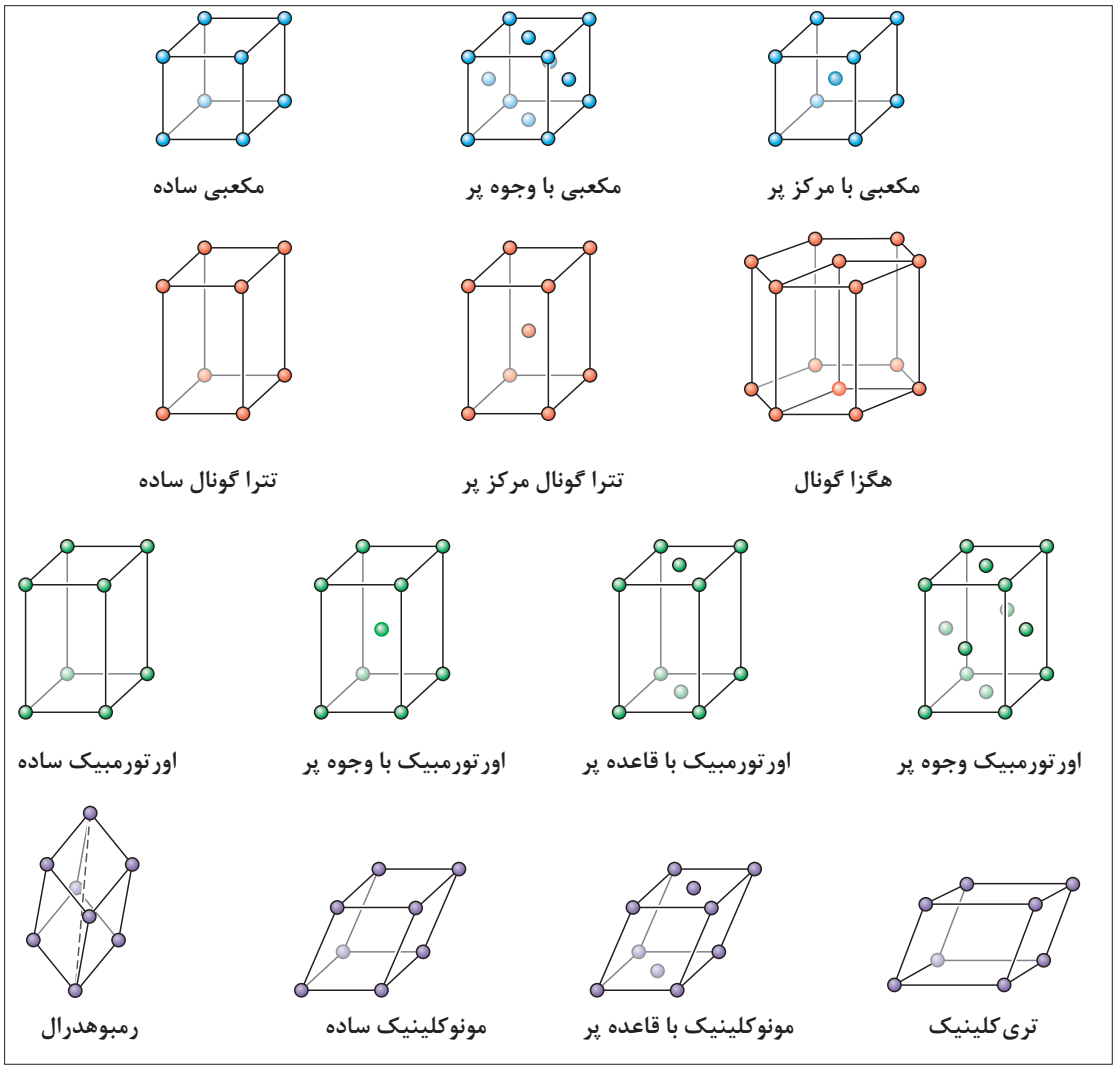
در شکل ۱۱ـ ج، ساختار کریستالی با قرار دادن اتم مبنا در هر نقطه شبکه ایجاد می‌شود. یا به عبارت دیگر، ساختار کریستالی به مجموعه شبکه و مبنا گفته می‌شود.

در شکل ۱۱ـ 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 ۱۱ـ هـ، 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 می توان گفت که پنج شبکه دوبعدی در این حالت وجود دارد.

در حالت سه‌بعدی 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 چهارده‌گانه براوه در شکل ۱۲ نشان داده شده است.



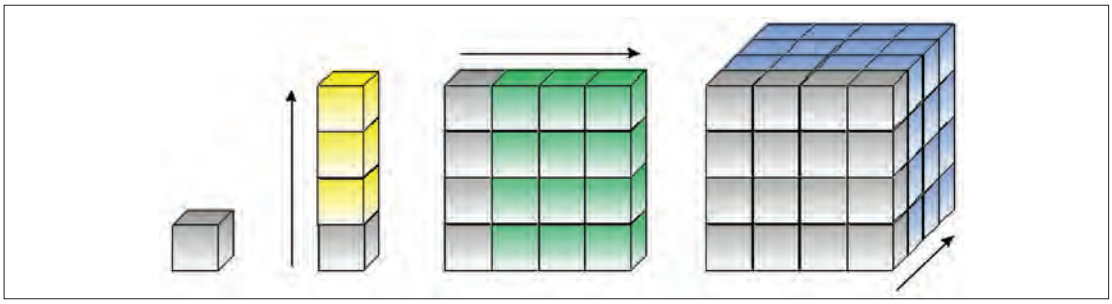
شکل ۱۲ــ شبکه‌های کریستالی

همان‌طور که قبلاً بیان شد، شبکه از لحاظ گستردگی بی نهایت می‌باشد، بنابراین برای بررسی هر شبکه کریستالی یک سلول واحد را در نظر می‌گیریم. سلول واحد یک زیر مجموعه‌ای از یک شبکه کریستالی است که مشخصه‌ای کلی از یک کریستال را داراست. به عبارت دیگر یک کریستال ممکن است از میلیون‌ها سلول واحد تشکیل شده باشد. به شکل ۱۳ نگاه کنید، یک جورچین می‌باشد که در آن از کنار هم قراردادن مکعب‌های 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 مکعب‌های کوچک سلول واحد می‌گویند و به کل جورچین کریستال می‌گویند.



شکل ۱۳ــ جورچین

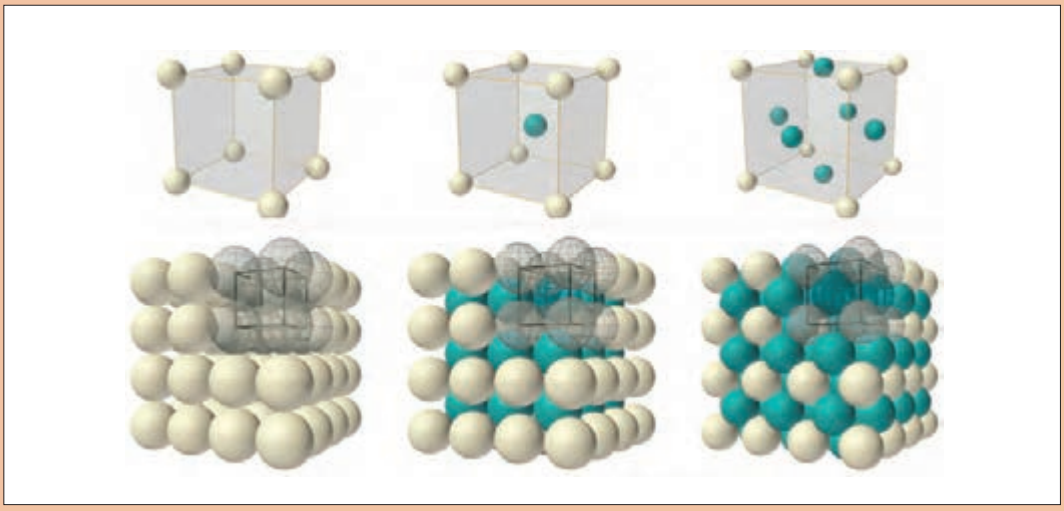
شکل ۱۴ نحوهٔ تشکیل شدن یک کریستال را توسط یک سلول واحد نشان می‌دهد.



شکل ۱۴ـ تشکیل یک کریستال

فعالیت

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



(الف) (ب) (ج)

شکل ۱۵ـ سلول واحدهای مکعبی

فعالیت

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

پاسخ:

ویژگی‌های مواد

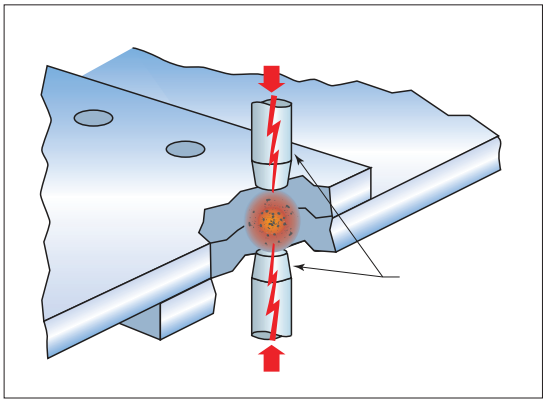
به ندرت ماده‌ای پیدا می‌شود که مجموعه ایده‌آلی از خواص مورد نظر را توأم با هم داشته باشد. به طور مثال کمتر ماده‌ای را می‌توان یافت که هم استحکام بالا و هم انعطاف‌پذیری خوبی داشته باشد. به طور معمول مواد مستحکم، انعطاف‌پذیری کمی دارند و برعکس. بنابراین شناخت خواص مواد و تغییر آنها در شرایط مختلف کاری، 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 آن‌که نشان‌دهندهٔ 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 را اصطلاحاً حاملین بار الکتریکی می‌گویند. زمانی‌که 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 بارالکتریکی توسط یون‌ها حمل می‌شود.



شکل ۱۶ــ شماتیک فرایند نقطه جوش

سؤال

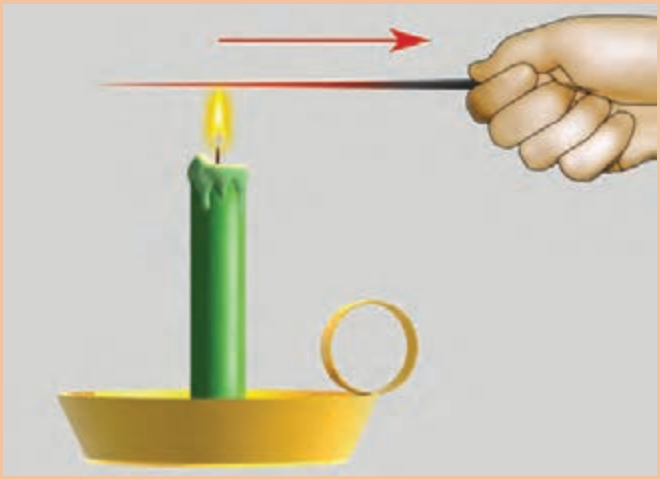
نقش این ویژگی در فرایندهای جوشکاری چیست؟ به‌عنوان مثال فرایند نقطه‌جوش.

هدایت گرمایی

با توجه به شکل صفحه بعد، یک میلهٔ 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

به‌نظر شما بین چوب، شیشه و فلز کدام‌یک هدایت گرمایی بیشتری دارند؟ و چرا؟



شکل ۱۷ــ آزمایش هدایت گرمایی با میلهٔ فلزی و شعله شمع

روش‌های انتقال گرما به سه روش رسانایی، جابه‌جایی و تابش می‌باشند که در شکل روبه‌رو این سه روش مشخص شده است.



شکل ۱۸ــ روش‌های انتقال گرما

سؤال

به‌نظر شما در جوشکاری و لحیم‌کاری کدام‌یک از روش‌های رسانایی، جابه‌جایی 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 می‌شود. برای مثال این دما در فشار یک اتمسفر برای یخ، صفر درجه سانتی‌گراد است. مواد و عناصر به‌صورت خالص دمای ذوب ثابتی دارند.

سؤال

چرا مواد نقطه‌ذوب متفاوتی دارند؟

انبساط حرارتی

وقتی به یک جسم گـرما مـی‌دهیم افـزایش 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.

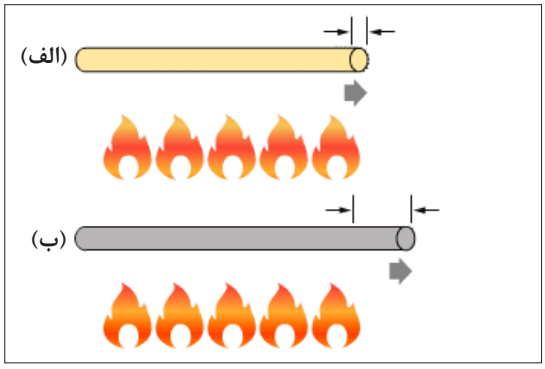
سؤال

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



شکل ۱۹ــ فاصله دندانه‌ای شکل بین دو قسمت پل

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. به‌عبارت دیگر مقدار ضریب انبساط حرارتی مواد متفاوت است، به‌عنوان مثال شکل روبه‌رو تغییرات دو میله در اثر حرارت، (الف) از جنس سرامیک و (ب) از جنس فلز را نشان می‌دهد.



شکل ۲۰

سؤال

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

ویژگی مکانیکی مواد

ویژگی مکانیکی مانند ویژگی فیزیکی کمک می‌کنند تا بتوانیم انواع مواد را بشناسیم و آنها را دسته‌بندی کنیم. برخی از این ویژگی شامل: استحکام، سختی، شکل‌پذیری، 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 مهم‌ترین مفاهیمی هستند که مورد بررسی قرار می‌گیرند.

استحکام کششی: مقدار مقاومت یا توانایی جسم در تحمل نیروهای کششی، بدون آنکه گسستگی یا شکست در آن رخ دهد، گفته می‌شود.

استحکام فشاری: مقدار توانایی یک جسم در تحمل نیروهای فشاری، بدون آن‌که گسستگی یا شکست در آن رخ دهد، گفته می‌شود. استحکام مواد در مقابل نیروی فشاری و کششی متفاوت می‌باشد، به‌عنوان مثال سرامیک‌ها استحکام فشاری خوبی دارند، اما استحکام کششی آنها پایین است.

سختی

مقدار مقاومت یک ماده در برابر نفوذ اجسام خارجی را سختی آن می‌نامند، هرچقدر سختی یک ماده بیشتر باشد، مقاومت به نفوذ آن نیز بیشتر خواهد بود. به شکل روبه‌رو 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؟



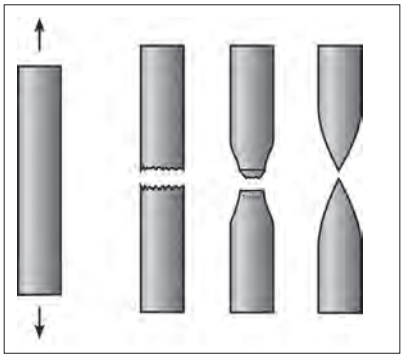
شکل ۲۱

سؤال

به‌نظر شما سخت‌ترین و نرم‌ترین مواد در طبیعت کدام‌اند؟

شکل‌پذیری عکس تردی است

به شکل روبه‌رو نگاه کنید، سه میلهٔ فلزی در ابعاد یکسان از جنس‌های مختلف تحت نیروی کشش قرار می‌دهیم، تفاوت بین این سه میله پس از اعمال نیرو چیست؟ کدام‌یک از سه میله (الف)،(ب) و(ج) شکل‌پذیری بیشتری دارد؟ و کدام‌یک تردی بیشتری دارد؟



(الف) (ب) (ج)

شکل ۲۲

سؤال

شیشه یک مادهٔ ترد است یا شکل‌پذیر؟

چقرمگی

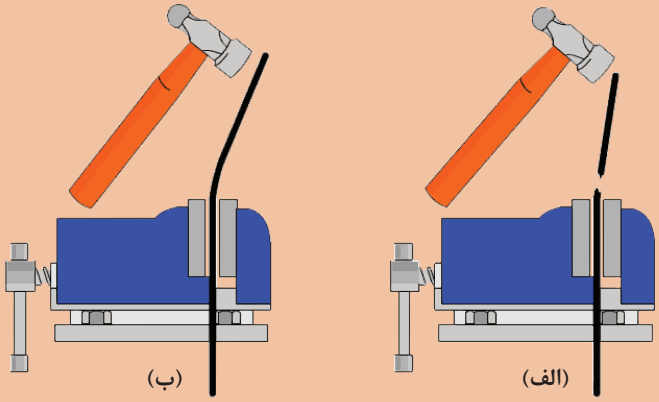
به قابلیت جذب انرژی و تغییر شکل پلاستیک بدون شکست، چقرمگی گفته می‌شود، به‌عبارت دیگر ماده را تحت کشش قرار می‌دهیم بدون آنکه شکست در آن رخ دهد، تا جایی که امکان دارد تغییر شکل پلاستیک می‌دهد.



شکل ۲۳ـ مادهٔ چقرمه

سؤال

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



شکل ۲۴ـ (الف) ماده‌ای که تحت ضربه می‌شکند.(ب) ماده‌ای که تحت ضربه تغییرشکل می‌دهد.

قابلیت‌های ساخت

قابلیت شکل‌دهی ورق

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



شکل ۲۵ـ ظروف مسی ساخته‌شده از فلز مس

قابلیت ریخته‌گری

ریخته‌گری فلز 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 ۲۶ـ 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)

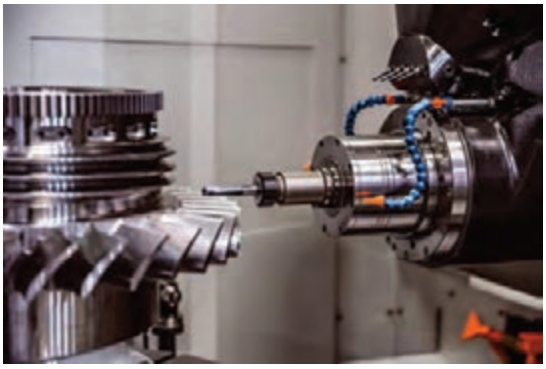




شکل ۲۷ـ جوشکاری محفظه خلأ

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.



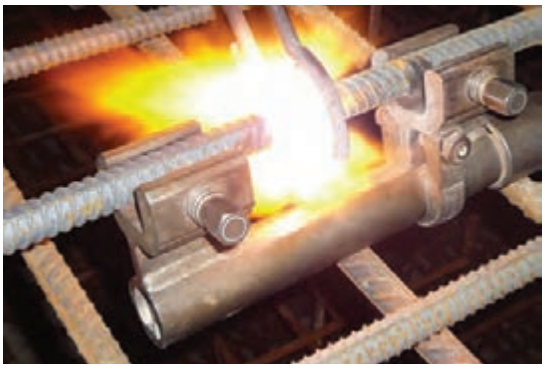


شکل ۲۸ـ فرایند براده‌برداری قطعه فولادی

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)





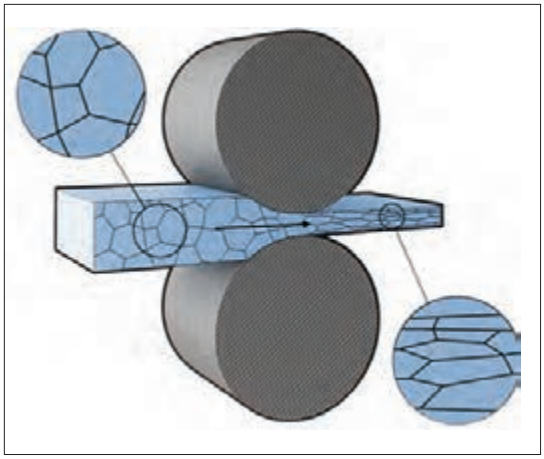
شکل ۲۹ـ فرایند فورجینگ قطعه فولادی

نوردکاری

نوردکاری فرایندی است که آن فلزات با عبور از بین غلتک‌هایِ یک دستگاه نورد، به شکل و ضخامت دلخواه درمی‌آیند. این فرایند براساس اصطکاک و فشار غلتک‌ها بر روی فلز انجام می‌شود و می‌تواند به‌صورت 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 ۳۰ــ 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 ازجمله 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 ۳۱ــ 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 ویژگی‌های مواد	به‌کارگیری اطلاعات شناخت مواد و کاربرد آن	بالاتر از حد انتظار	شناخت مواد صنعتی، گروه‌بندی و کاربرد مواد، شناخت ویژگی فیزیکی، مکانیکی و قابلیت‌های ساخت.	۳
			درحد انتظار	شناخت مواد صنعتی، گروه بندی و کاربرد مواد	۲
			پایین‌تر 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 می‌رسد که در ارزشیابی پودمان، کمترین نمره شایستگی ۲ را دریافت کند.
- کمترین نمره قبولی پودمان ۱۲ از ۲۰ است.
- نمره کلی درس هنگامی داده می‌شود که هنرجو در همه پودمان‌ها نمره شایستگی را دریافت کند.

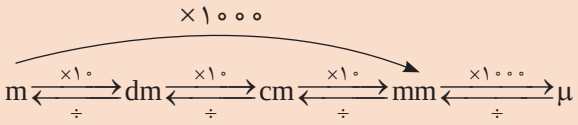
پودمان سوم

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 $\frac{۱}{۲۹۹۷۹۲۴۵۸}$ ثانیه طی می‌کند.

تبدیل یکای طول



مثال نمونه

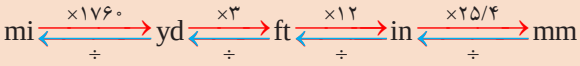
الف) $۲/۶cm = ?\mu m$

$۲/۶cm \xrightarrow{\times ۱۰^۴} ۲/۶\times ۱۰^۴ \mu m$

ب) $۸۲۰۴/۶mm = ?m$

$۸۲۰۴/۶mm \xrightarrow{\div ۱۰^۳} ۸/۲۰۴۶m$

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) $۲\frac{۱}{۸} in = ?mm$

$۲\frac{۱}{۸} in = \frac{۲\times ۸+۱}{۸} in = \frac{۱۷}{۸} in \xrightarrow{\times ۲۵/۴} ۵۳/۹۷۵ mm$

ب) $۲/۸mi = ?m$

$۲/۸mi \xrightarrow{\times ۱۶۰۹/۳۴۴} ۴۵۰۶/۱۶۳۲ m$

ج) $۲۸\frac{۵}{۸} in = ...ft$

$\frac{۲۸\times ۸+۵}{۸} = \frac{۲۲۹}{۸} = ۲۸/۶۲۵ in \xrightarrow{\div ۱۲} ۲/۳۸ ft$

تمرین

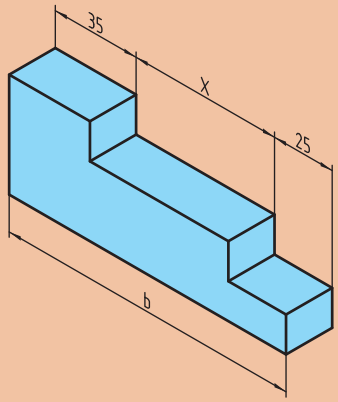
۳ اندازه‌های زیر را به یکاهای انگلیسی مورد نظر تبدیل کنید.

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	.....	$۸\frac{۱}{۲}$ in
..... ft	.....	۲/۸۶ mi	..... in	.....	۳/۷ mi
..... yd	.....	۲۱/۶ ft	..... in	.....	۲/۲۵ yd

۵ در شکل زیر مقدار b = ۱۲۰mm است مقدار X را برحسب متر، سانتی‌متر، میلی‌متر و اینچ به‌دست آورید.



مقیاس

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.

$$\text{مقیاس (sc.)} = \frac{\text{اندازهٔ ترسیمی}}{\text{اندازهٔ حقیقی}}$$

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 افزاینده (بزرگ‌تر از ۱:۱) ترسیم می‌کنند (جدول ۱).

جدول ۱

مقیاس >۱	مقیاس ۱:۱	مقیاس <۱
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 ۱:۱ ترسیم می‌شود و در صنعت الکترونیک نقشه معمولاً بزرگ‌تر از اندازه واقعی ترسیم می‌شود (مثلاً ۱۰ برابر بزرگ‌تر) که در این صورت مقیاس نقشه ۱۰:۱ 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 ۱:۱۰۰ نشان می‌دهد هریک سانتی‌متر از نقشه معادل ۱۰۰ سانتی‌متر در اندازه واقعی است. مقیاس‌های افزاینده و کاهنده استاندارد شده برابر نمودار زیر است:



مثال

تابلو راهنما به طول ۴/۲ متر با مقیاس ۱:۲۰ ترسیم شده است. اندازهٔ ترسیمی آن در نقشه چند میلی‌متر خواهد بود؟ (شکل ۱)

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

مقیاس × اندازهٔ حقیقی = اندازهٔ ترسیمی

$$\text{اندازهٔ ترسیمی} = ۴۲۰۰\text{mm} \times \frac{۱}{۲۰} = ۲۱۰\text{mm}$$



شکل ۱

تمرین

مقدار ترسیمی اندازه‌های حقیقی جدول ۲ را به دست آورید.

جدول ۲

مقیاس × اندازهٔ حقیقی = اندازهٔ ترسیمی	مقیاس	اندازه‌های حقیقی
	۱:۵	۳۴۵
	۲:۱	۲۲/۴
	۱:۲/۵	۱۸۵
	۱:۵	۶۶/۷۵
	۱۰:۱	۳
	۱:۱۰	۸۴

تمرین

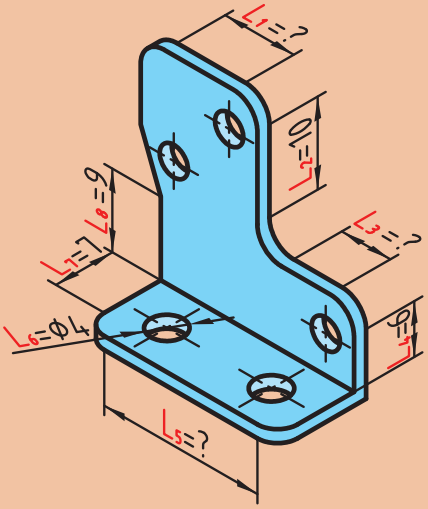
برای طراحی اجزای سازنده یک ساعت مچی، از یک نقشه با مقیاس ۱: ۵۰ استفاده شده است. اگر در اندازه حقیقی، قطر بیرونی یک چرخ دنده که با فناوری مدرن ساخته می‌شود ۴ میلی‌متر باشد برای ترسیم آن از چه اندازه‌هایی باید استفاده کرد؟ (شکل ۲)



شکل ۲

تمرین

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



	اندازهٔ واقعی	اندازهٔ ترسیمی
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	؟

۲ اندازهٔ ترسیمی، برای اندازه‌های واقعی روبه‌رو را با مقیاس ۱:۴ به‌دست آورید.

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

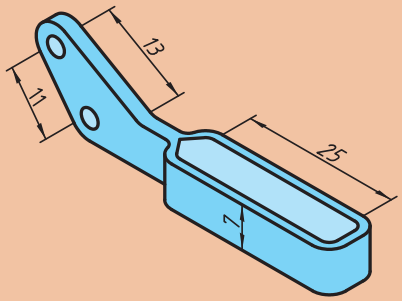
۳ جدول روبه‌رو را با توجه به مقیاس ۱: ۲/۵ کامل کنید.

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

۴ جدول زیر را کامل کنید.

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

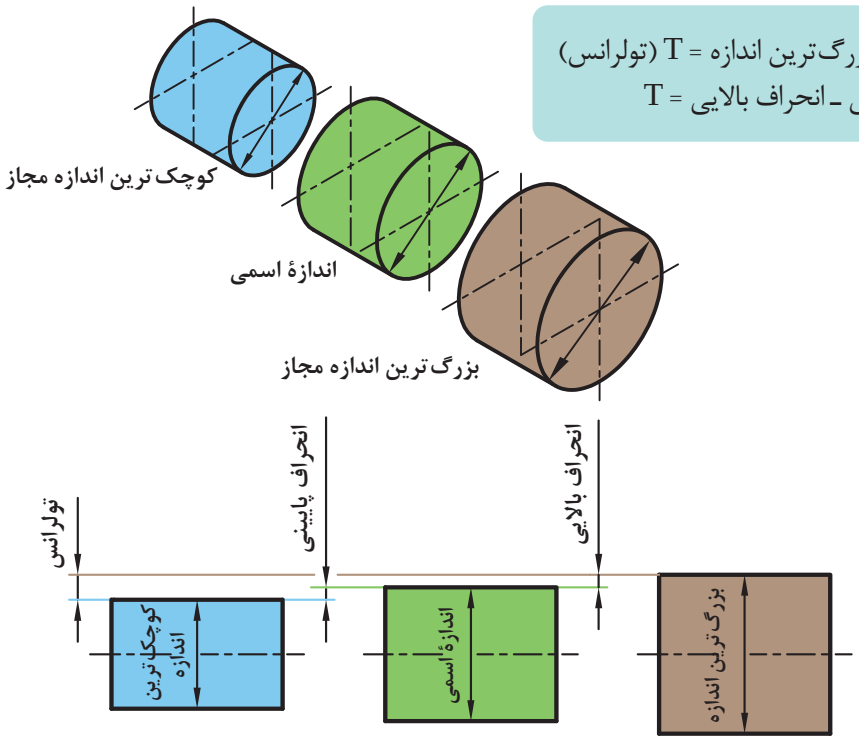
۵ اندازه‌های داده شده برای شکل روبه‌رو مقادیر واقعی آنهاست. در صورتی‌که بخواهیم این نقشه را با مقیاس ۵:۱ ترسیم کنیم، مقادیر اندازه‌های ترسیمی را به‌دست آورید.



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.

کوچک‌ترین اندازه ـ بزرگ‌ترین اندازه = T (تولرانس)
انحراف پایینی ـ انحراف بالایی = T



شکل ۳

نکته

اندازهٔ اسمی: اندازه‌هایی است که مورد نظر طراح است مانند ∅۲۲ یا ∅۱۶/۵

انحراف بالایی + اندازه اسمی = بزرگ‌ترین اندازه

انحراف پایینی + اندازه اسمی = کوچک‌ترین اندازه

به طور نمونه در $۲۵^{+۰/۳}_{-۰/۲}$ مقدار ۰/۳ را انحراف بالایی، ۰/۲- را انحراف پایینی می‌گویند و مقدار تولرانس از روابط زیر به دست می‌آید:

T= بزرگ‌ترین اندازه - کوچک‌ترین اندازه = ۲۵/۳ - ۲۴/۸ = ۰/۵

T= انحراف بالایی - انحراف پایینی = +۰/۳ -(-۰/۲) = ۰/۵

تمرین

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 $۱۸^{+۰/۵}_{-۰/۲}$ در نظر بگیرد مقادیر بزرگ‌ترین اندازه، کوچک‌ترین اندازه و تولرانس را به دست آورید (شکل ۴).

$۱۸^{\text{انحراف بالایی } +۰/۵}_{\text{انحراف پایینی } -۰/۲}$ اندازه اسمی

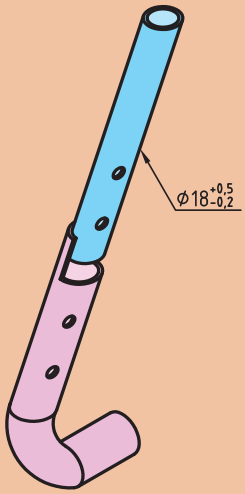
بزرگ‌ترین اندازه = ۱۸mm +(+۰/۵mm)=۱۸/۵mm

کوچک‌ترین اندازه = ۱۸mm +(-۰/۲mm)=۱۷/۸mm

تولرانس = بزرگ‌ترین اندازه - کوچک‌ترین اندازه = ۱۸/۵-۱۷/۸=۰/۷

راه حل دیگر:

تولرانس = انحراف بالایی - انحراف پایینی = +۰/۵ -(-۰/۲) =۰/۷



شکل ۴

محاسبه محیط

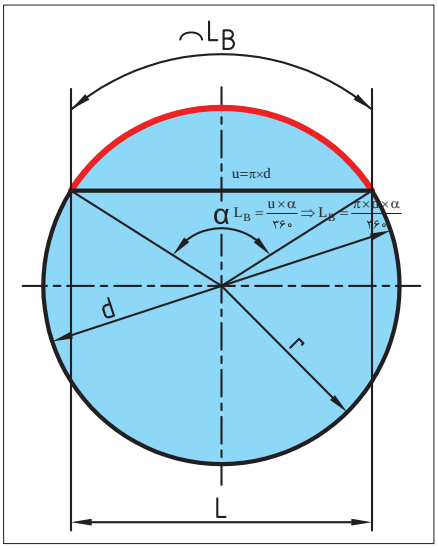
تمامی شکل‌های هندسی دارای محیط‌اند که دانستن آن برای انجام طراحی و تولید دقیق ضروری است.
به طول پیرامون اشکال هندسی محیط گفته می‌شود.
هر قطعه صنعتی می‌تواند از یک یا چند شکل هندسی تشکیل شده باشد. برای محاسبه محیط قطعه ابتدا باید آن را به اجزای ساده‌تر که دارای روش‌های محاسبه ساده‌تری هستند تقسیم کرد. 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 به‌دست آورد.

نکته

در شکل‌های چندضلعی مجموع طول اضلاع مقدار محیط است.

محاسبهٔ 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



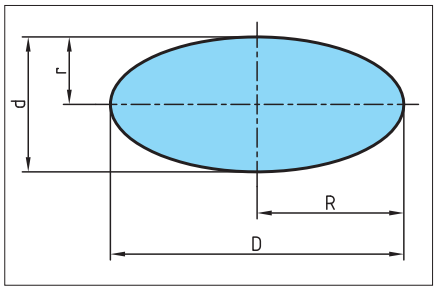
شکل ۵

$$u=\pi\times d$$

$$L_B=\frac{u\times\alpha}{۳۶۰}\Rightarrow L_B=\frac{\pi\times d\times\alpha}{۳۶۰}$$

محاسبهٔ محیط بیضی (شکل ۶)

U= محیط
D= قطر بزرگ بیضی
R= شعاع بزرگ بیضی
d= قطر کوچک بیضی
r= شعاع کوچک بیضی



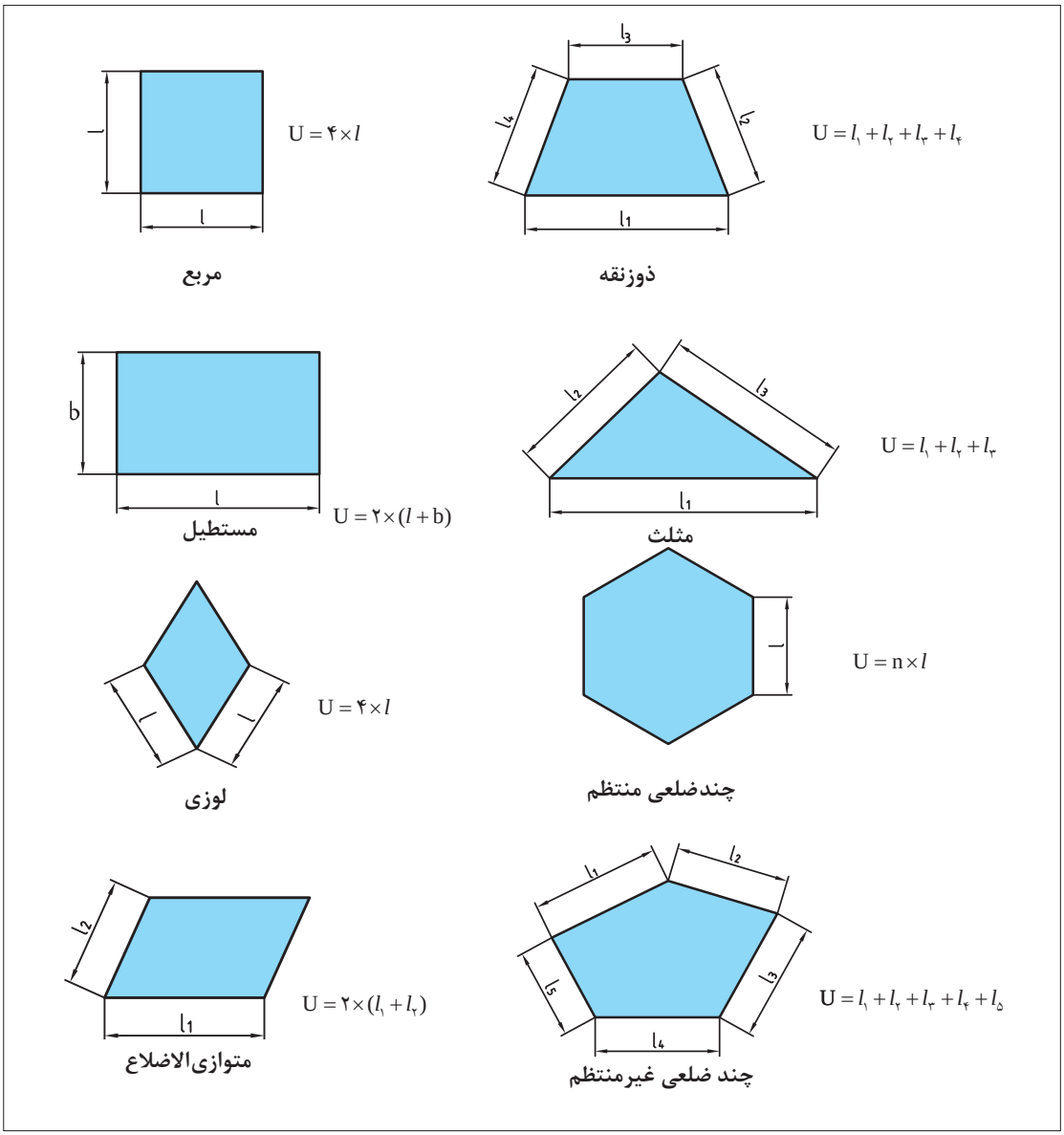
شکل ۶

$$U=\pi\times\sqrt{۲\times(R^۲+r^۲)}$$

$$U=\pi\times\frac{D+d}{۲}$$

محیط اشکال هندسی

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



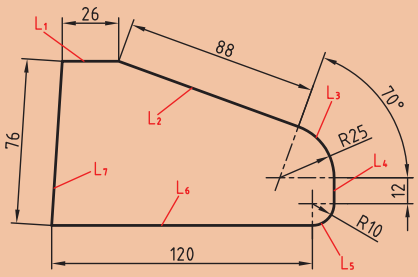
نکته

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

تمرین

برای ساخت باله‌های هواپیمای شکل ۷ از ورقه آلومینیمی 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)



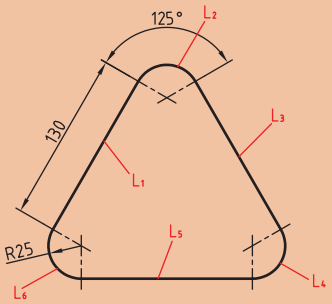


شکل ۷

تمرین

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



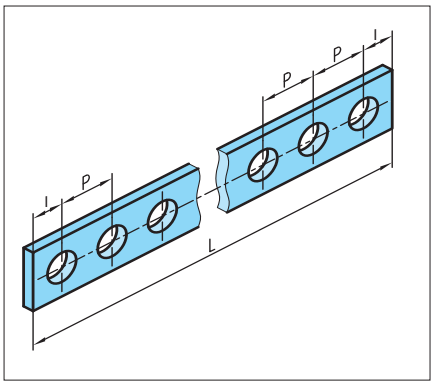


شکل ۸

تقسیمات طولی

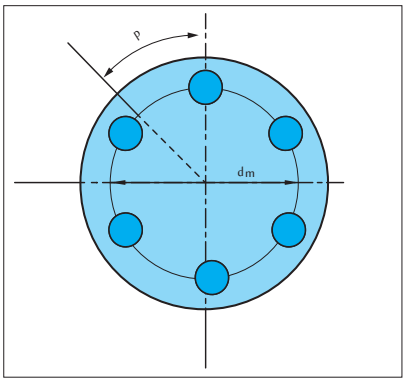
در تولید قطعات صنعتی فاصله‌های بین اجزای یک قطعه از اهمیت بالایی برخوردار است و دقت تولید قطعات را در هنگام ساخت بالا می‌برد. از این جهت محاسبه طول مساوی بین اجزای مشابه و یا تقسیم یک قطعه به اجزای مساوی برای انجام عملیات خاص مورد توجه است. برای محاسبه طول تقسیمات مساوی از رابطه زیر استفاده می‌شود (شکل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

$$P = \frac{L - ۲l}{n - ۱}$$



شکل ۹

تقسیم محیط دایره



L = طول قطعه کار

l = طول لبه قطعه کار تا مرکز اولین سوراخ

P = فاصله بین مرکز دو سوراخ متوالی(گام)

n = تعداد سوراخ

dm = قطر دایره تقسیم

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

n = تعداد تقسیمات (سوراخ)

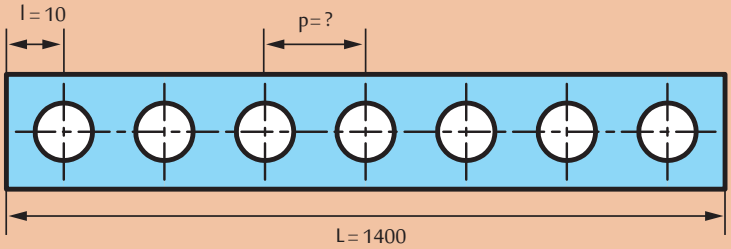
نکته

۱ همان طور که مشاهده می‌شود تعداد سوراخ‌ها از تعداد فاصله بین سوراخ‌ها، یکی بیشتر است.

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

تمرین

در روی تسمه‌ای مطابق شکل ۱۰ درصورتی که ۷ سوراخ ایجاد شود و L = ۱۴۰۰ و l = ۱۰ میلی‌متر باشد فاصله بین مرکز سوراخ‌ها را به‌دست آورید.



شکل ۱۰

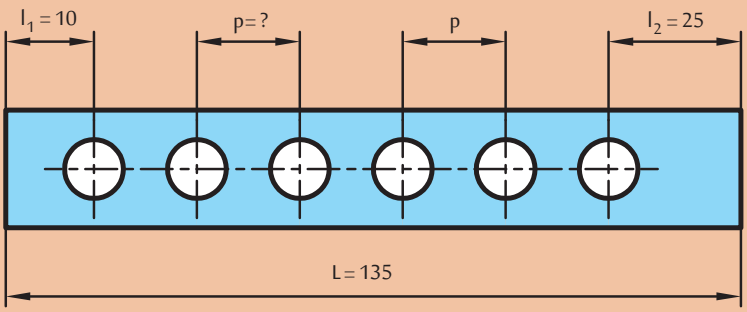
تذکر

در صورتی‌که فاصله مرکز سوراخ‌های ابتدایی و انتهایی از لبه قطعه کار با هم مساوی نباشند رابطه ذکرشده به‌صورت زیر تغییر می‌یابد:

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

تمرین

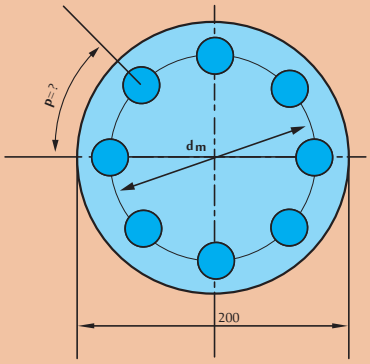
در شکل ۱۱ فاصله برابر بین سوراخ‌ها چقدر خواهد بود؟



شکل ۱۱

تمرین

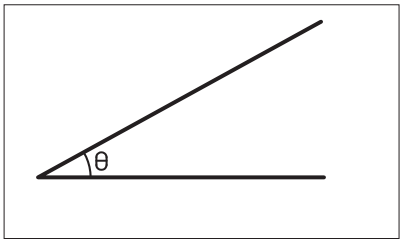
در روی درپوشی به قطر ۲۰۰mm باید ۸ عدد سوراخ به قطر ۱۰mm ایجاد شوند. اگر فاصلهٔ لبهٔ سوراخ‌ها تا محیط قطعه کار ۲۰mm باشد، فاصله مراکز سوراخ‌ها روی دایره تقسیم (گام: P) را محاسبه کنید:



یکای اندازه‌گیری زاویه

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.



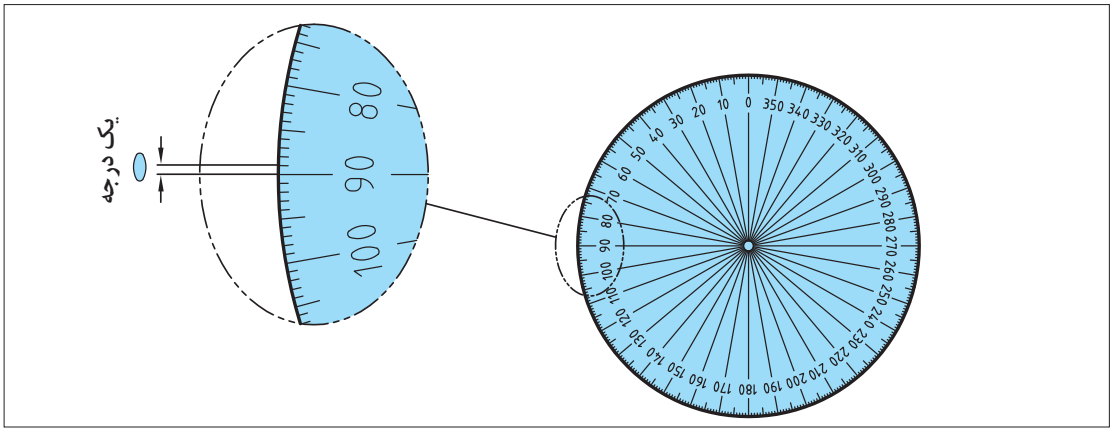
شکل ۱۲

نکته

برای نمایش درجه از علامت (°) استفاده می‌شود.

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).

یک درجه = زاویه مقابل به $\frac{\text{محیط دایره}}{۳۶۰}$



شکل ۱۳

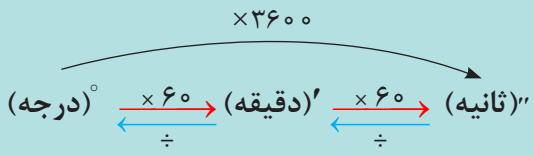
همان‌گونه که می‌دانید معمولاً هر یکا دارای اجزایی است. درجه نیز به عنوان یکای اندازه‌گیری دارای اجزایی مانند (دقیقه′و ثانیه ″) است.

هر دقیقه برابر $\frac{۱}{۶۰}$ درجه است. $۱\text{دقیقه} = ۱' = \frac{۱}{۶۰} \times ۱^\circ$

هر ثانیه برابر $\frac{۱}{۶۰}$ دقیقه یا $\frac{۱}{۳۶۰۰}$ درجه است. $۱\text{ ثانیه} = ۱'' = \frac{۱}{۶۰} \times ۱' = \frac{۱}{۳۶۰۰} \times ۱^\circ$

به عبارتی: $۱^\circ = ۶۰' = ۳۶۰۰''$

تبدیل اجزای زاویه:



تمرین

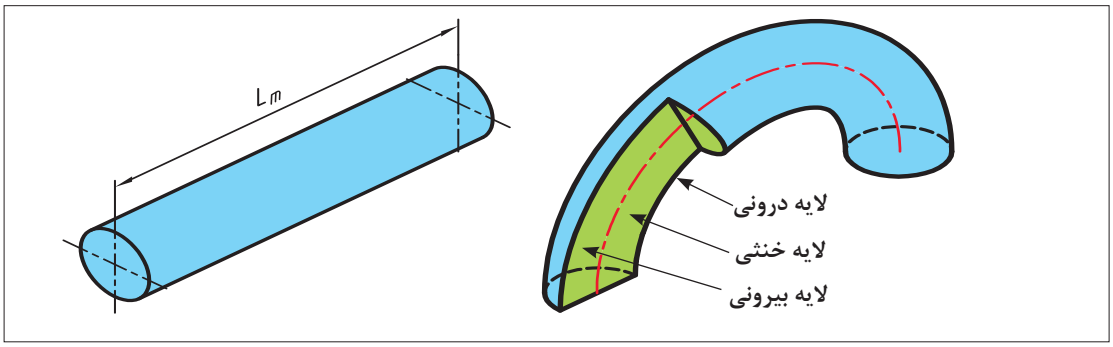
هر یک از زوایای ″۳۵، ′۴۲ و °۲ را به ترتیب برحسب الف) درجه، ب) دقیقه و ج)ثانیه حساب نمایید.

محاسبه طول گسترده

در تولید اکثر قطعات صنعتی استفاده از خم و قوس امری اجتناب‌ناپذیر است. در صورتی که از خم‌کردن قطعه برای تولید استفاده شود دانستن طول اولیه آن ضروری است. پیش از خم‌کاری طول قطعه در تمام لایه‌های جسم برابر است. در صورتی که قطعه‌ای خم‌کاری شود لایه بیرونی قطعه کشیده‌شده و طول آن افزایش می‌یابد و لایه‌های درونی قطعه فشرده شده و طول آن کاهش می‌یابد. بین لایه‌های بیرونی و درونی قطعه، لایه‌ای وجود دارد که در آن کشیدگی و فشردگی اتفاق نمی‌افتد و طول قطعه بدون تغییر می‌ماند. این طول را طول گسترده یا طول لایه خنثی (L_m) می‌نامند.

طول لایهٔ 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 خم‌کاری کاهش اندازه خواهد داشت. به همین منظور محاسبه طول گسترده از روی لایهٔ خنثی ضروری است تا تولید نهایی درست و بی‌خطا باشد (شکل ۱۴).



شکل ۱۴

نکته

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

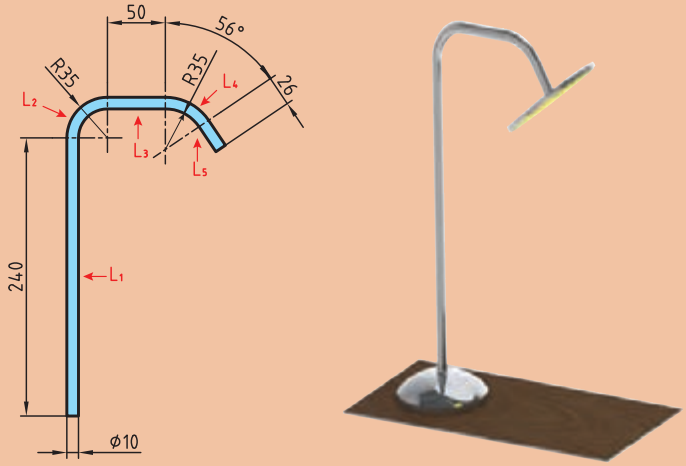
همان‌طور که در شکل دیده می‌شود سطح بیرونی قطعه پس از خم‌شدن دارای شعاع بیشتری نسبت به مرکز قطعه است و در نتیجه طولش بزرگ‌تر از سایر لایه‌ها و سطح درونی قطعه دارای شعاع کوچک‌تر و در نتیجه طولش کوچک‌تر از سایر لایه‌ها می‌شود.

نکته

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

مثال

برای ساخت یک چراغ مطالعه، مطابق شکل ۱۵، لوله‌ای را خم‌کاری می‌کنیم. چه مقدار لوله خام لازم است تا پس از خم‌کاری طبق نقشه شکل زیر به دست آید؟



شکل ۱۵

$L_1 = ۲۴۰mm$

$$d_m = ۲\left(R - \frac{d}{۲}\right) = ۲\left(۳۵ - \frac{۱۰}{۲}\right) = ۶۰mm$$

$$L_۲ = \frac{\pi.d_m}{۴} = \frac{۳/۱۴ \times ۶۰}{۴} = ۴۷/۱mm$$

$$L_۳ = ۵۰mm \rightarrow d_m = ۲\left(R + \frac{d}{۲}\right) = ۲\left(۳۵ + \frac{۱۰}{۲}\right) = ۸۰mm$$

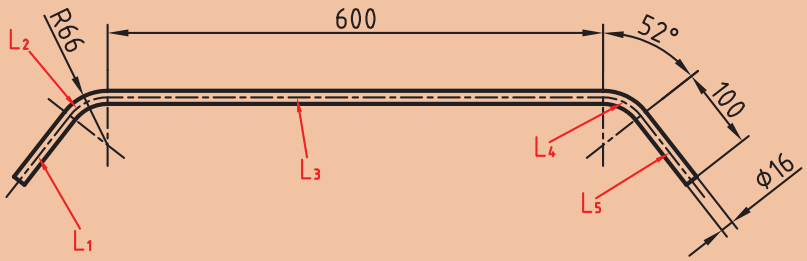
$$L_۴ = \frac{\pi.d_m \times \alpha}{۳۶۰} = \frac{۳/۱۴ \times ۸۰ \times ۵۶}{۳۶۰} = ۳۹mm$$

$L_۵ = ۵۶mm$

$$L_m = L_۱ + L_۲ + L_۳ + L_۴ + L_۵ \rightarrow + L_m = ۲۴۰ + ۴۷/۱ + ۵۰ + ۳۹ + ۲۶ = ۴۰۲/۱mm$$

تمرین

در یک دستگاه بدن‌سازی برای تقویت عضله‌های سرشانه از میله‌ای مطابق شکل ۱۶ استفاده شده است. طول گسترده اولیه آن را پیش از خم‌کاری محاسبه کنید.



شکل ۱۶

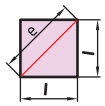
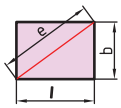
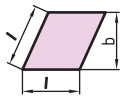
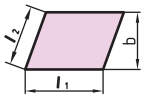
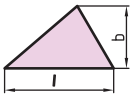
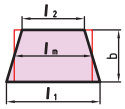
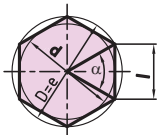
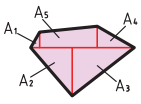
محاسبه سطوح اَشکال گوشه‌دار

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

جدول ۳ـ علائم اختصاری

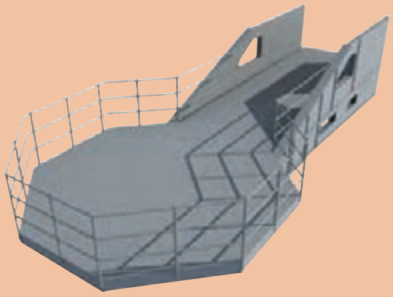
A	مساحت	c	قطر	b	عرض
l	طول	D	قطر دایره محیطی در چند ضلعی منتظم	d	قطر دایره محاطی در چندضلعی منتظم
l_m	طول متوسط	n	تعداد اضلاع	α	زاویه مرکزی

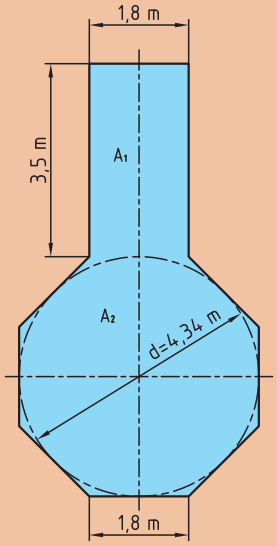
جدول ۴

نوع چند ضلعی	شکل	مساحت	قطر
مربع		$A=l\times l=l^{۲}$	$e=\sqrt{l^{۲}+l^{۲}}=\sqrt{۲}\times l=۱/۴۱۴l$
مستطیل		$A=l\times b$	$e=\sqrt{l^{۲}+b^{۲}}$
لوزی		$A=l\times b$	
متوازی‌الاضلاع		$A=l_{۱}\times b$	
مثلث		$A=\frac{l\times b}{۲}$	در مثلث متساوی‌الاضلاع $b=\sqrt{۳}\times\frac{۱}{۲}\approx ۰/۸۶۶\times l$
ذوزنقه		$A=\frac{l_{۱}+l_{۲}}{۲}\times b$ $A=l_{m}\times b$	$l_{m}=\frac{l_{۱}+l_{۲}}{۲}$
چندضلعی منتظم		$A=n\times A_{۱}=\frac{n\times l\times d}{۴}$	$l=D\times\sin(\frac{۱۸۰^{\circ}}{n})$ $d=\sqrt{D^{۲}-l^{۲}}$
سطوح مرکب		$A=A_{۱}+A_{۲}+A_{۳}$ $+A_{۴}+A_{۵}$	

تمرین

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



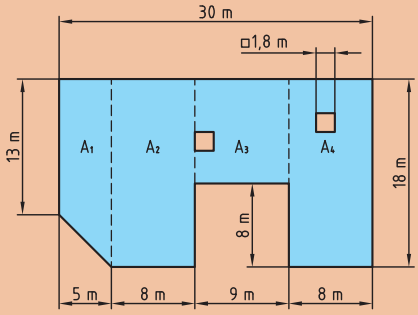


شکل ۱۷

تمرین

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





شکل ۱۸

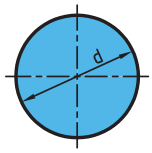
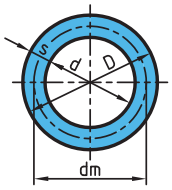
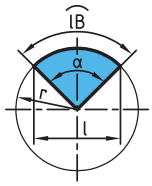
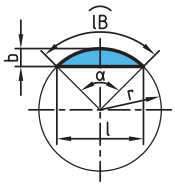
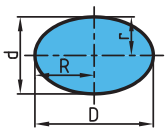
محاسبه سطوح اشکال قوس دار

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

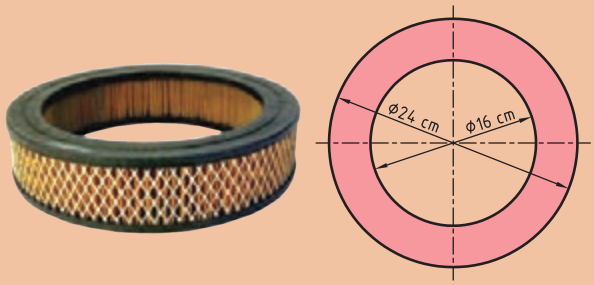
D	قطر بزرگ	l	طول وتر
d	قطر کوچک	l_e	طول قوس
R	شعاع بزرگ	d_m	قطر متوسط در تاج دایره
r	شعاع کوچک	s	عرض تاج دایره

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		$A=\frac{\pi\times D^2}{4}-\frac{\pi\times d^2}{4}$ $A=\frac{\pi}{4}\times(D^2\times d^2)$ $A=\pi\times d_m\times s$	$d_m=\frac{D+d}{2}$ $S=\frac{D-d}{2}$
قطاع دایره		$A=\frac{l_B\times r}{2}$ $A=\frac{\pi\times r^2\times\alpha}{360^\circ}$	$l_B=\frac{\pi\times r\times\alpha}{180^\circ}$ یا $L_B=\frac{D\times d\times\alpha}{360}$
قطعه دایره		$A=\frac{l_B\times r-l\times(r-b)}{2}$ $A=\frac{\pi\times r^2\times\alpha}{360^\circ}-\frac{l\times(r-b)}{2}$ $A\approx\frac{2}{3}\times l\times b$	$b=r(1-\cos\frac{\alpha}{2})$ $l=2\times r\times\sin\frac{\alpha}{2}$
بیضی		$A=\frac{\pi\times D\times d}{4}$	

تمرین

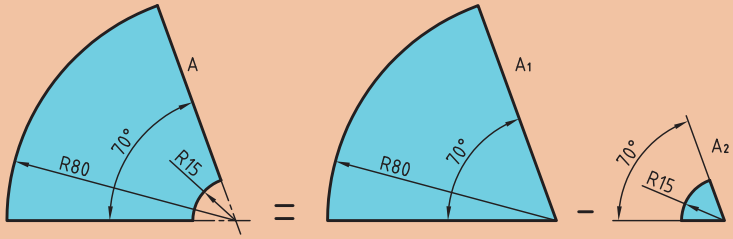
فیلتر هوای یک خودرو مطابق شکل ۱۹ است. مساحت مقطع این فیلتر هوا را برای طراحی محفظه آن به دست آورید.



شکل ۱۹

تمرین

مساحت ورق به کار رفته در قطعه مطابق شکل ۲۰ را به دست آورید.



شکل ۲۰

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:

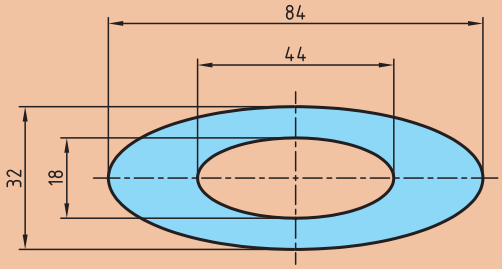
الف) سطح شکل مرکب را به سطوح هندسی معین تفکیک می‌کنیم.

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).

مثال

برای تولید صفحه جلویی ۸۰۰ بلندگو مطابق شکل ۲۱ چند m^2 ورق لازم است؟



شکل ۲۱

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

ارزشیابی پایانی پودمان ۳

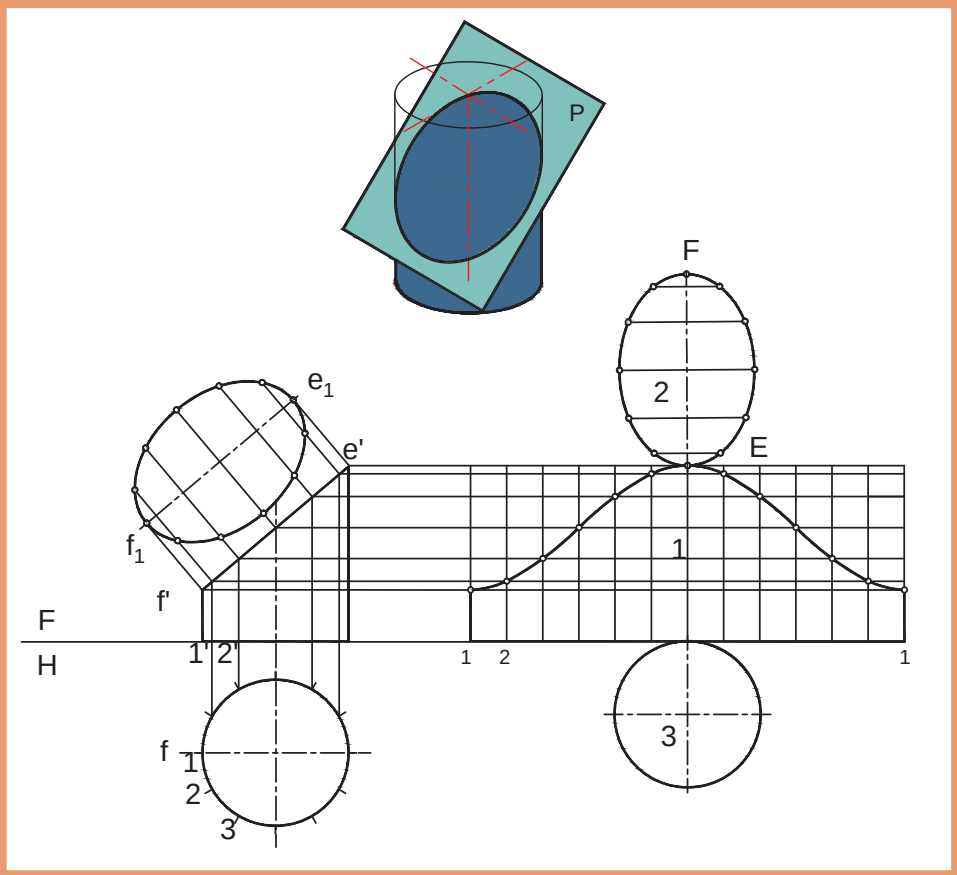
محاسبات فنی

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	به‌کارگیری محاسبات مربوط به تبدیل واحدها، تلرانس، طول، محیط و مساحت اشکال قوس‌دار	بالاتر از حد انتظار	انجام محاسبات تبدیل واحد طول، مقیاس، تلرانس، محیط اشکال هندسی، تقسیمات طولی و محیطی، یکای اندازه‌گیری زاویه، محاسبه طول گسترده، محاسبه سطوح اشکال گوشه‌دار	۳
			درحد انتظار	انجام محاسبات تبدیل واحد طول، مقیاس، تلرانس، محیط اشکال هندسی، تقسیمات طولی و محیطی، یکای اندازه‌گیری زاویه	۲
			پایین‌تر 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 می‌رسد که در ارزشیابی پودمان، کمترین نمره شایستگی ۲ را دریافت کند.
- کمترین نمره قبولی پودمان ۱۲ از ۲۰ است.
- نمره کلی درس هنگامی داده می‌شود که هنرجو در همه پودمان‌ها نمره شایستگی را دریافت کند.

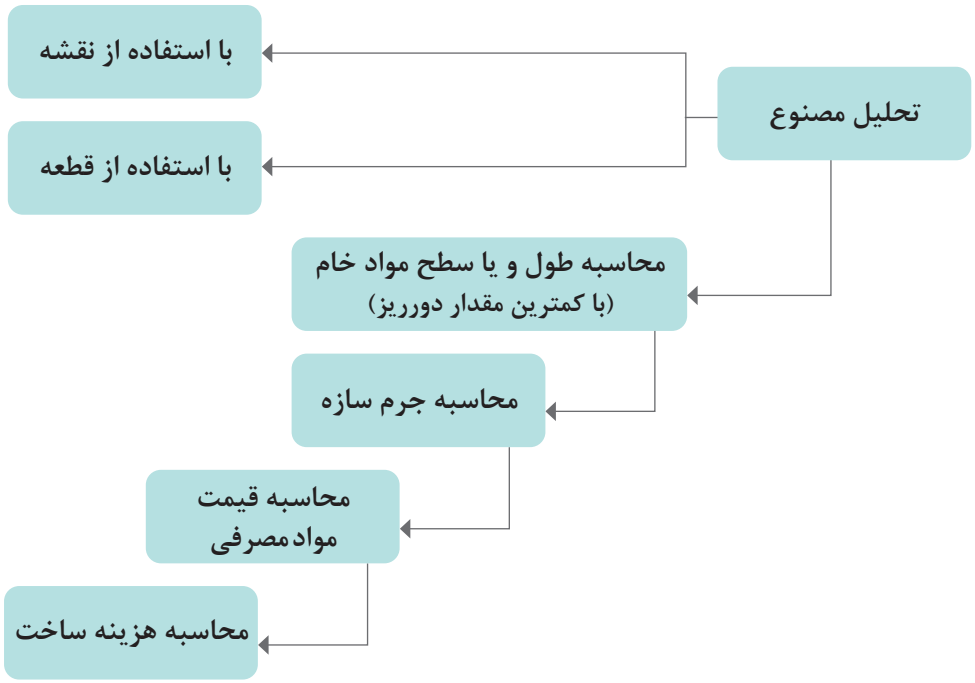
پودمان چهارم

گسترش و برآورد مواد



برآورد هزینه

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



نمودار ۱ــ روند برآورد هزینه در سازه‌های فلزی

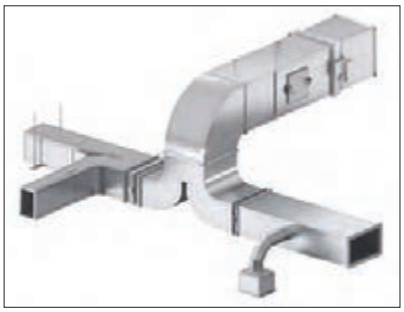
نکته

هزینه ساخت هر محصول علاوه‌بر 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 ۱ــ 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.

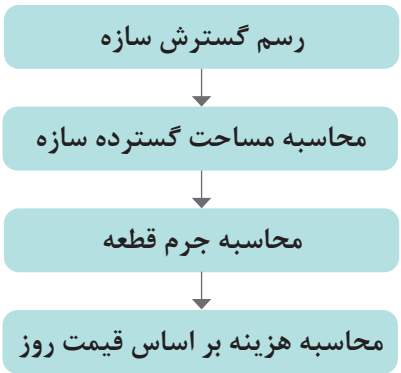
جدول ۱ مراحل برآورد هزینه‌های تولید یک مصنوع فلزی را نشان می‌دهد.

جدول ۱ـ 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 ـ آب و گاز (انرژی) ـ 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 به‌راحتی می‌توان به قیمت مواد مورد نیاز برای ساخت محصول دست یافت.



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

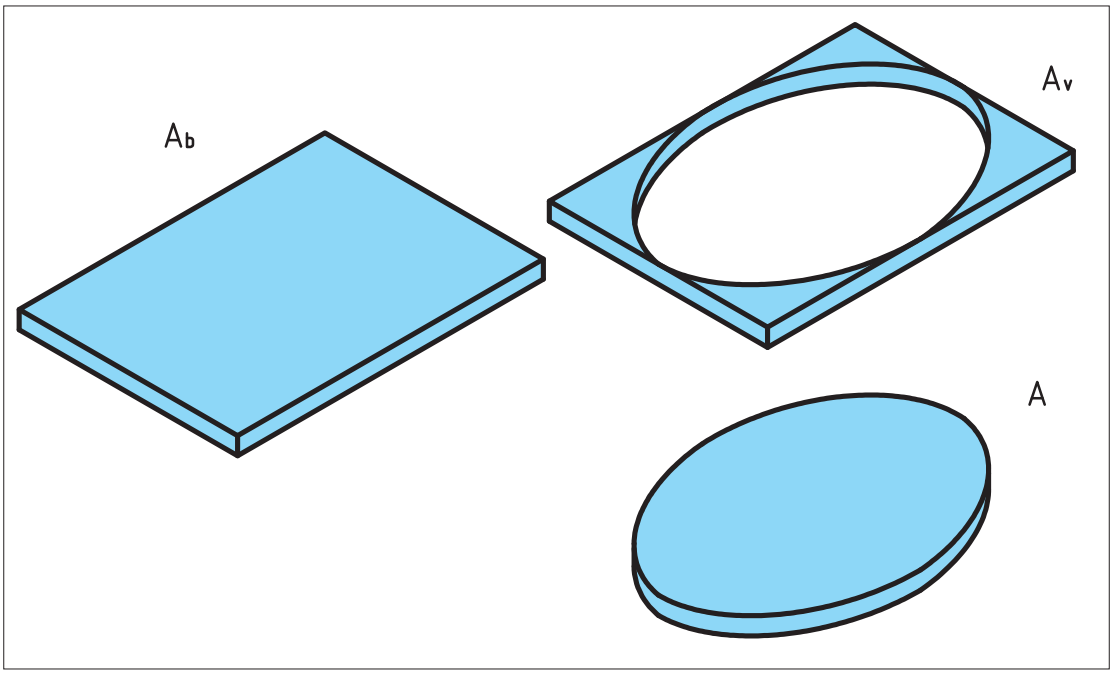
مرحله ۲: جانمایی گسترده قطعات در ورق خام با درنظر گرفتن کمترین مقدار دورریز

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 دوحالت محاسبه کرد:

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

$$\text{درصد دورریز برحسب قطعه اولیه} = \frac{A_V}{A_b} \times ۱۰۰$$

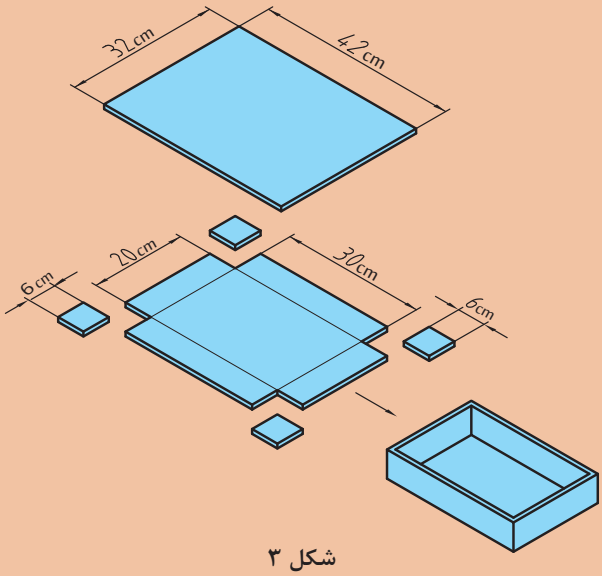
ب) درصد دورریز ($A_v\%$) بر اساس سطح قطعه ساخته شده:

$$\text{درصد دورریز برحسب قطعه ساخته شده} = \frac{A_V}{A} \times ۱۰۰$$

تمرین

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



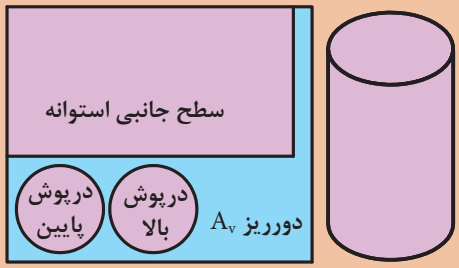
شکل ۳

مثال

اگر سطح استوانه‌ای مطابق شکل ۶۱/۲۳cm^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 (شکل۴).

الف) دورریز ٪۲۵ سطح قطعه ساخته شده باشد.

ب) دورریز ٪۱۸ سطح ورق اولیه باشد.



شکل ۴

(الف)

$$A_v = ۲۵٪ \times A$$

$$A_v = \frac{۲۵}{۱۰۰} \times ۶۱/۲۳ = ۱۵/۳\,cm^2$$

$$A_b = A + A_v = ۶۱/۲۳ + ۱۵/۳ = ۷۶/۵۳\,cm^2$$

(ب)

$$A_b = A + A_v$$

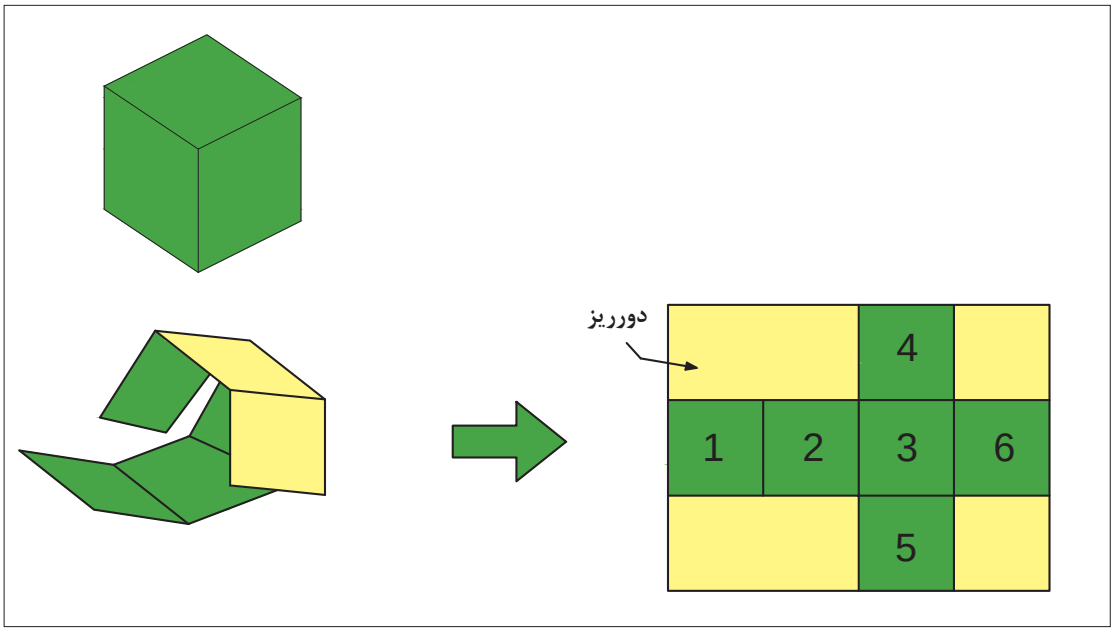
$$A_b = A + ۱۸٪ \times A_b$$

$$A = A_b - \frac{۱۸}{۱۰۰} \times A_b$$

$$A = ۰/۸۲A_b \rightarrow A_b = \frac{A}{۰/۸۲} = \frac{۶۱/۲۳}{۰/۸۲} = ۷۴/۶۷\,cm^2$$

گسترش مکعب

مرحله ۱:



مرحله ۲:

$A_t = A_۱ + A_۲ + A_۳ + A_۴ + A_۵ + A_۶$

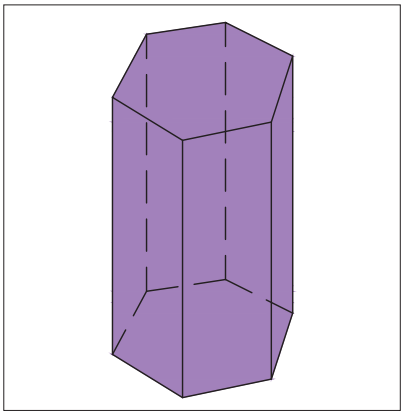
$A_{۱,۲,۳,۴,۵,۶}$: مساحت قسمت‌های شماره ۱ تا ۶

A_t: مساحت کل

شکل ۵

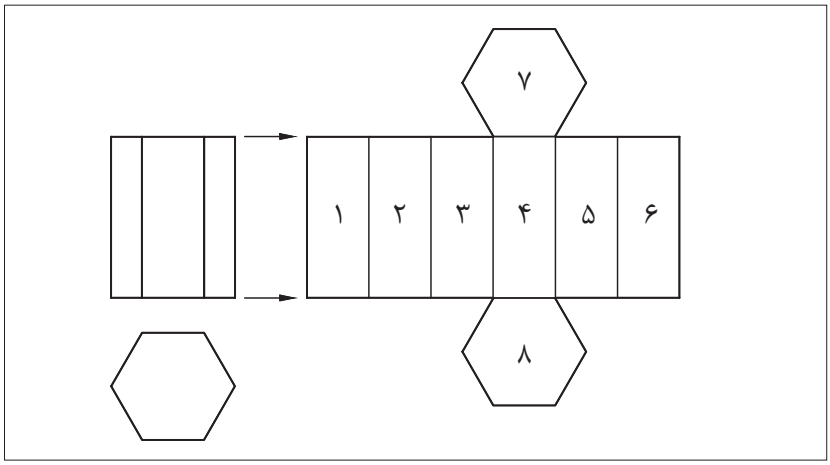
گسترش منشور

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



شکل ۶

مرحله ۱:



شکل ۷

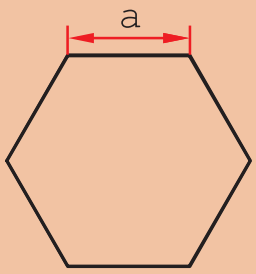
مرحله ۲ :

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

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

نکته

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

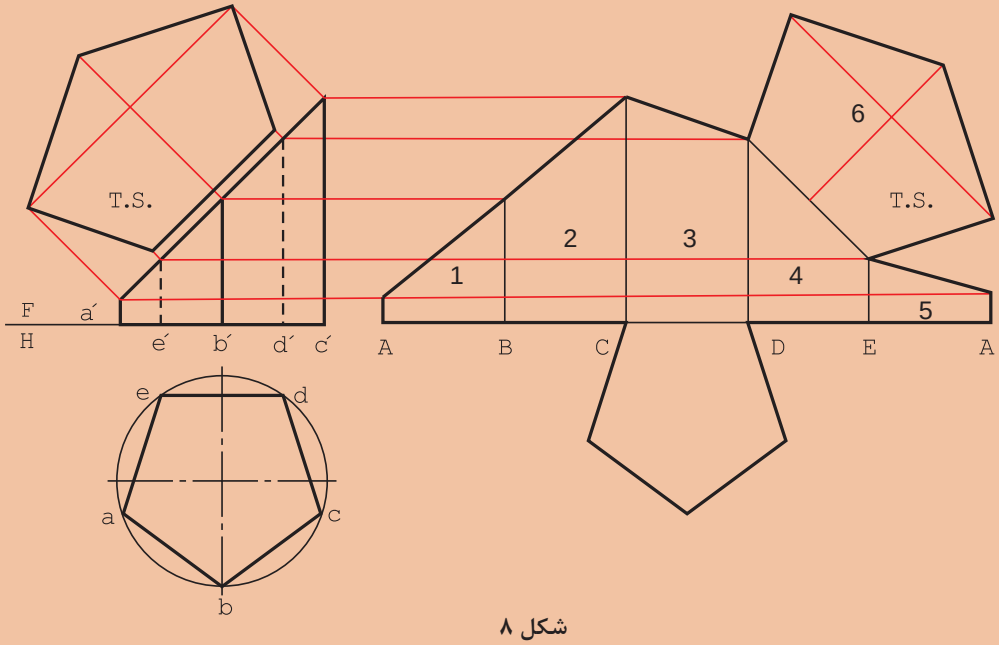


$A = 2/6\ a^2$

نکته

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

مرحله ۱:



شکل ۸

مرحله ۲:

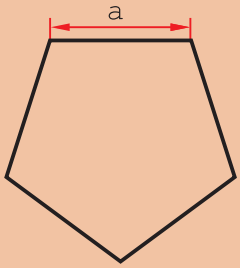
$$A_t = A_۱ + A_۲ + A_۳ + A_۴ + A_۵ + A_۶ + A_۷$$

نکته

اشکال ۱ تا ۶ همگی ذوزنقه قائم‌الزاویه هستند.

نکته

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



$$A = ۱/۷۲\ a^۲$$

گسترش هرم

ـ گسترده بدنه یک هرم کامل، از چند مثلث تشکیل می‌شود. ضمن اینکه قاعده هم باید افزوده شود.

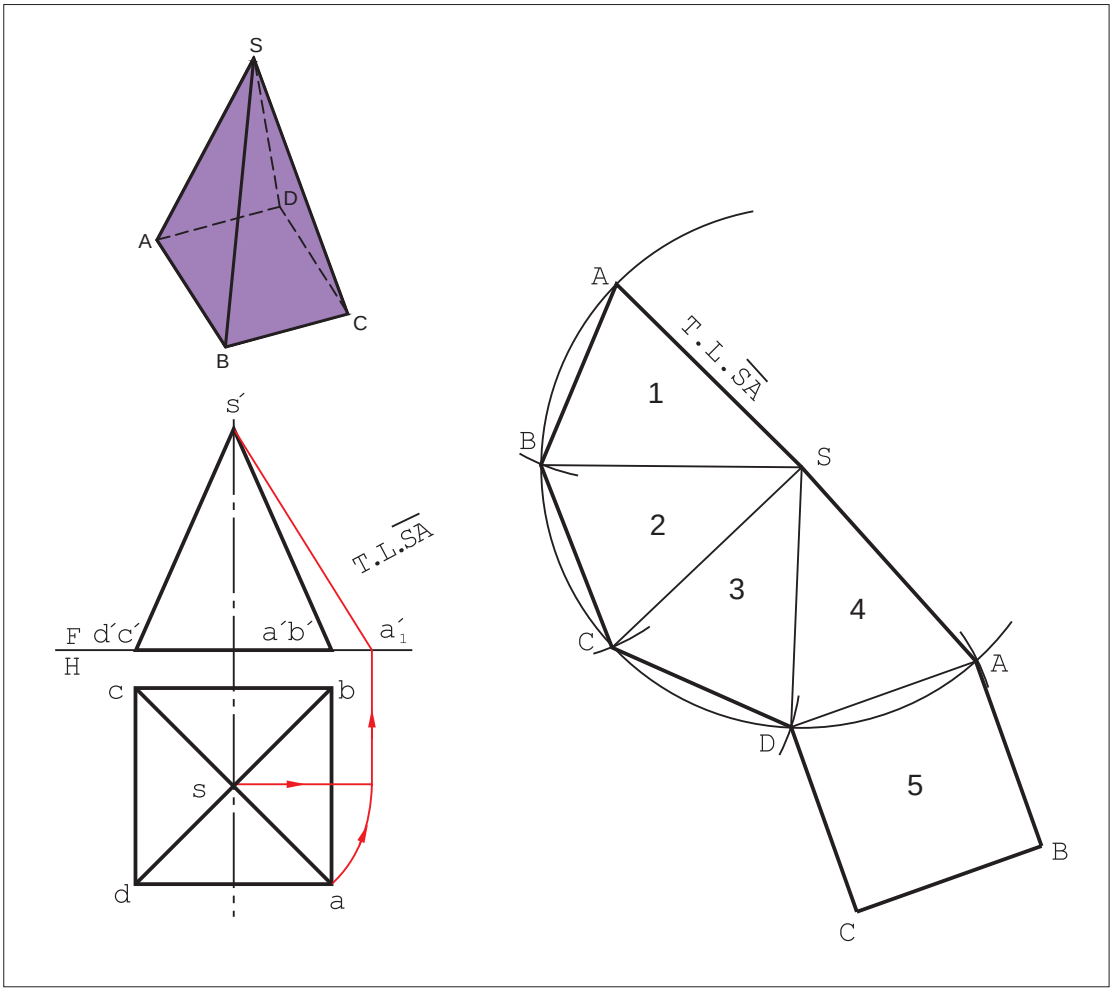
ـ گسترش هرم کامل: هرم معرفی شده در شکل ۹ دارای قاعدهٔ مربع است. همه یال‌های آن برابرند و برای رسم گسترش، ابتدا باید اندازهٔ حقیقی یکی از یال‌ها مثلاً $\overline{SA}$ تعیین شود.

با انتخاب جای مناسب، پاره‌خط $\overline{SA}$ را رسم می‌کنیم. هرم از روی یال $\overline{SA}$ باز می‌شود (شکل ۹).

ـ به همین ترتیب سه مثلث دیگر را اضافه می‌کنیم.

ـ با افزوده شدن قاعده، گسترش کامل می‌شود.

مرحله ۱:

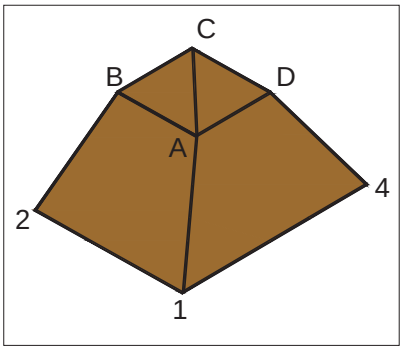


شکل ۹

مرحله ۲:

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

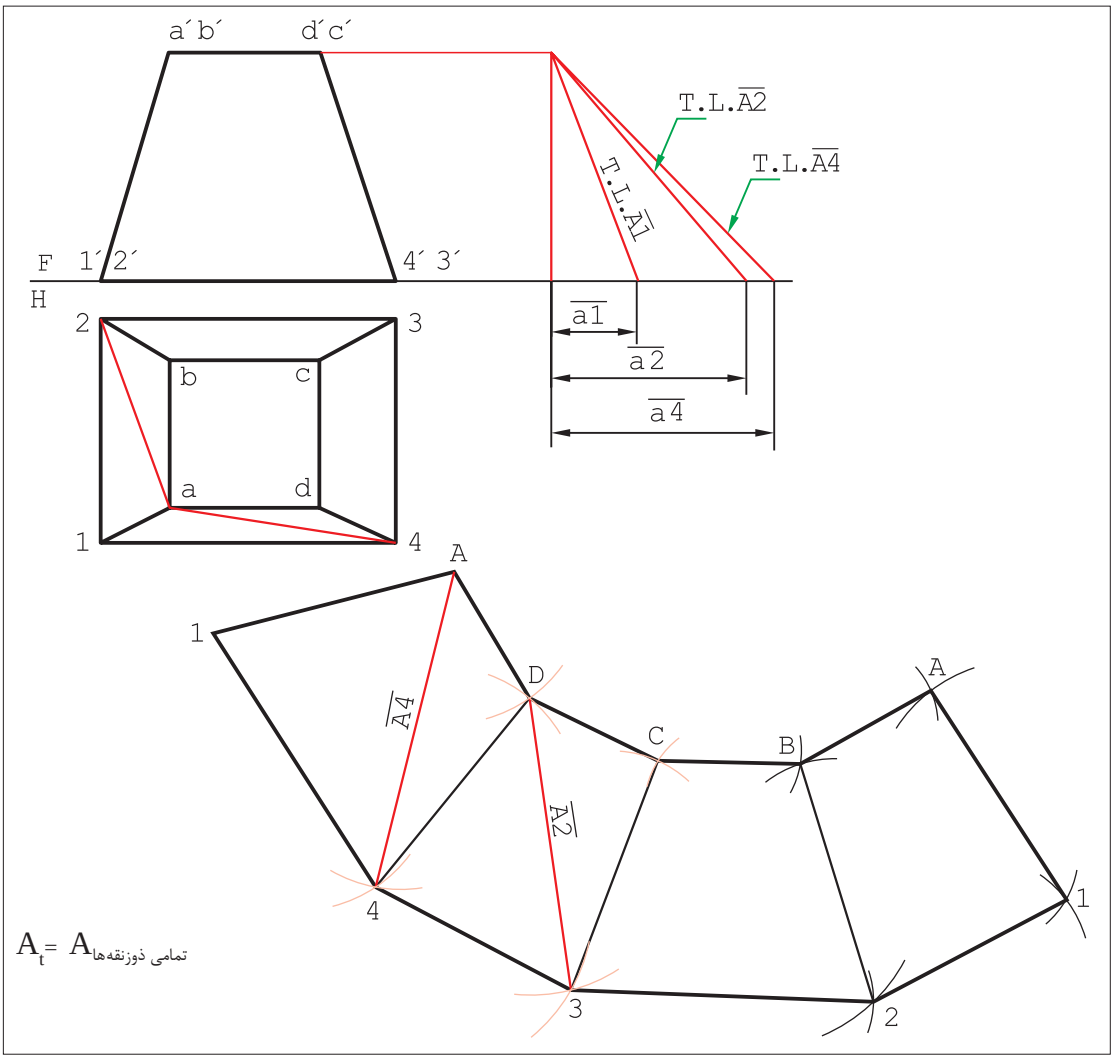
محاسبه گسترش کانال تبدیل



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.

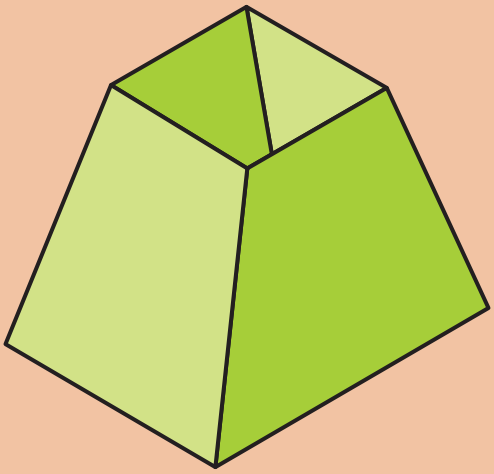
- خط برش کانال، یال $\overline{A۱}$ است.
- روش انتخابی، روش مثلث‌بندی است.
- دو قطر $\overline{a۴}$ و $\overline{a۲}$ رسم می‌شود.
- اندازهٔ حقیقی $\overline{A۴}$ و $\overline{A۲}$ و یال $\overline{A۱}$ به‌دست می‌آید.
- ابتدا مثلث A۱۴ و پس مثلث AD۴ رسم می‌شود.
- می‌توان کار ادامه داد، با رسم مثلث‌های D۴۳ و DC۳ و .... تا آخر.

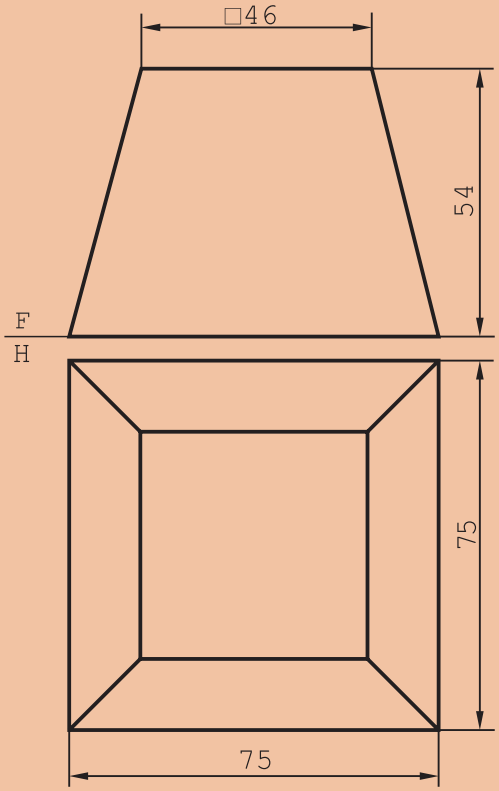


شکل ۱۱

تمرین

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



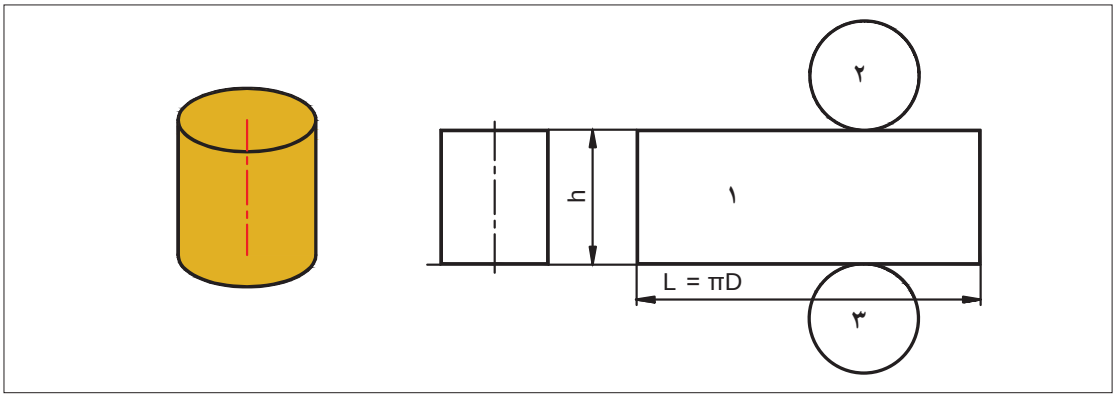


شکل ۱۲

محاسبه گسترش استوانه

استوانه از رول کردن یک ورق مستطیل شکل به‌دست می‌آید. طول این مستطیل همان محیط دایره قاعده و عرض آن ارتفاع لوله مورد نیاز است.

مرحله ۱:



شکل ۱۳

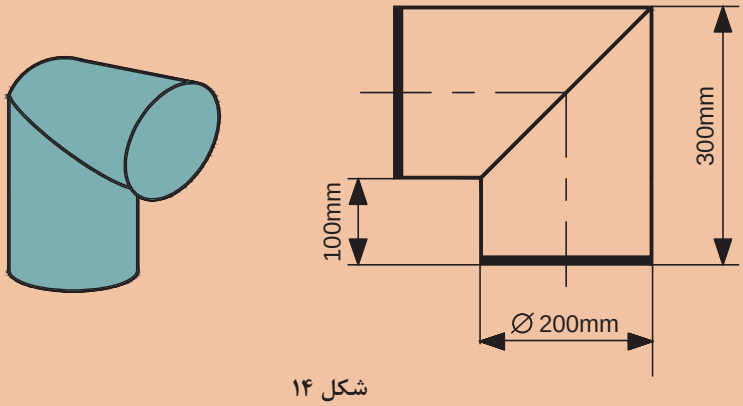
مرحله ۲:

$A_t = A_1 + A_2 + A_3$

$A_t = A_1 + 2 \times A_2$

تمرین

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

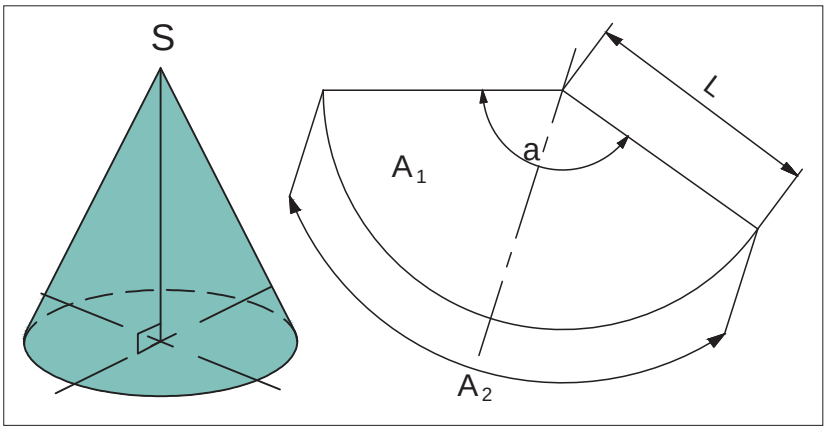


شکل ۱۴

محاسبه گسترش مخروط

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

ـ برای گسترش مخروط داده شده در شکل ۱۵ می‌توان زاویهٔ قطاع دایره، یعنی α را از رابطه $\alpha = \frac{D}{L}.۱۸۰^{\circ}$ به‌دست آورد



شکل ۱۵

$A_۱=(\pi.L^۲\alpha)/۳۶۰$

$A_۲= \pi.D^۲/۴$

$A_t= A_۱ + A_۲$

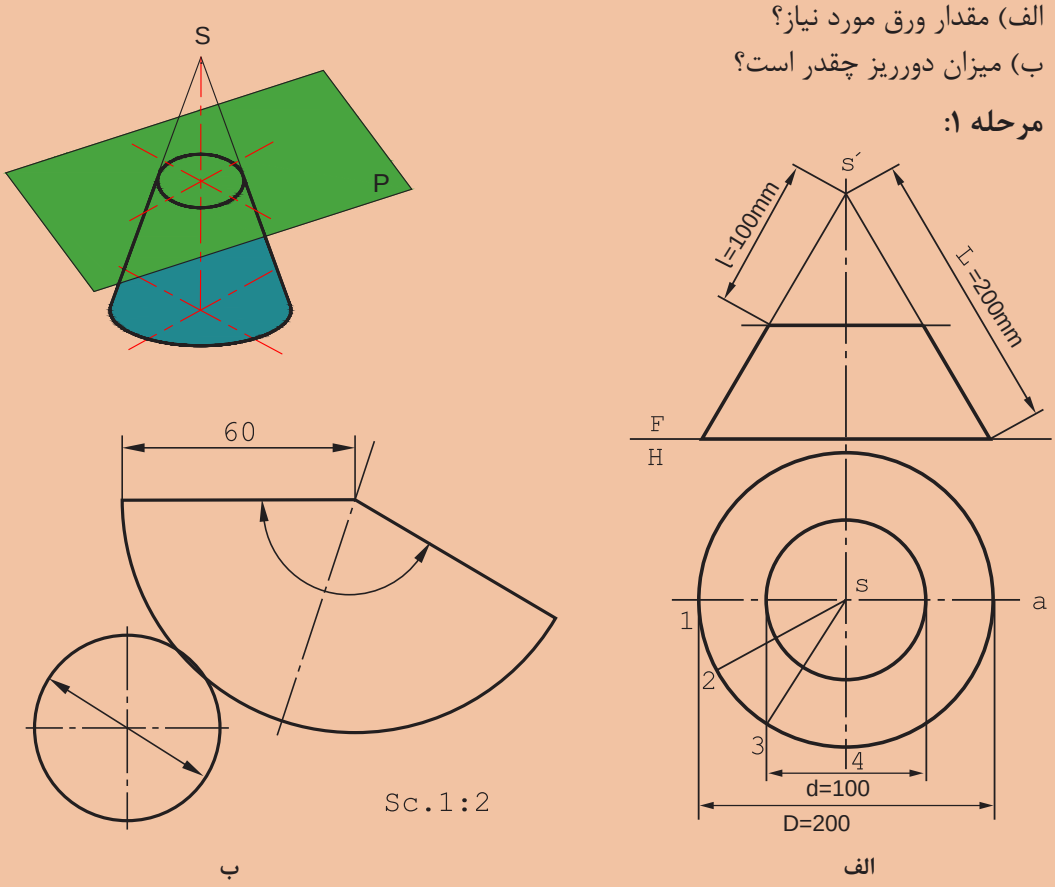
تمرین

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

الف) مقدار ورق مورد نیاز؟

ب) میزان دورریز چقدر است؟

مرحله ۱:



شکل ۱۶

تعیین حجم و جرم مصنوعات فلزی

جرم هر سازه از فرمول زیر به‌دست می‌آید:

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 به‌جای جرم مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ درصورتی 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 $7/58 (gr/cm^3)$ است.)

$m = \rho \cdot V$

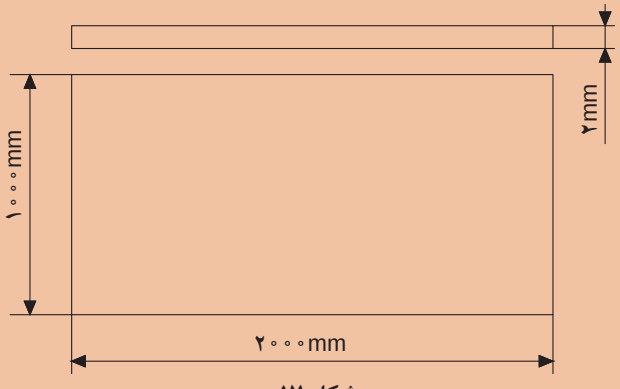
$V = ۲۰۰۰ \times ۱۰۰۰ \times ۲ = ۴,۰۰۰,۰۰۰ (mm^3)$

$= ۴,۰۰۰,۰۰۰ \div ۱۰۰۰ = ۴۰۰۰ (cm^3)$

$m = \rho \cdot V$

$= ۷/۸۵ \times ۴۰۰۰ = ۳۱۴۰۰ (gr)$

$= ۳۱۴۰۰ \div ۱۰۰۰ = ۳۱/۴ (kg)$



شکل ۱۷

روند محاسبه جرم

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

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)

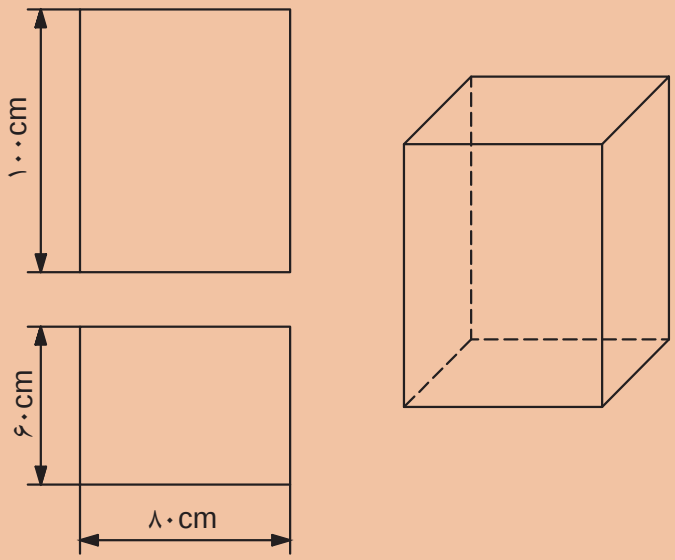
↓

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

نمودار ۳

مثال

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



شکل ۱۸

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

جرم استاندارد = ۷۸۵۰ × ۰/۰۰۱×۱×۱= ۷/۸۵ Kg/m^2

محاسبه جرم واحد سطح:

وزن واحد سطح =۷/۸۵ × ۱/۵ =۱۱/۷۷۵ Kg/m^2

محاسبه مساحت ورق به کار رفته:

مساحت ورق به کار رفته =(۰/۶ × ۰/۸) + ۱ [(۰/۶+۰/۸) ۲] = ۳/۲۸ m^2

محاسبه جرم قطعه:

جرم قطعه = ۱۱/۷۷۵ × ۳/۲۸ = ۳۸/۶۲۲ Kg

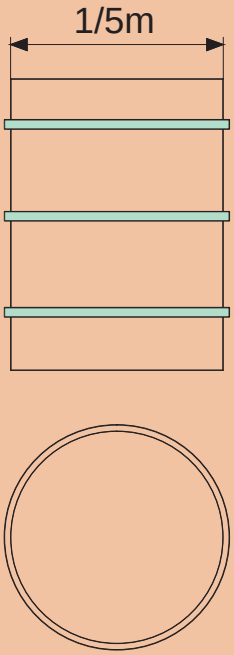
جدول استاندارد مصنوعات نیم ساخته

کتابچه‌های استانداردی 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

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

مثال



برای تقویت مخزن نقشه زیر اقدام به ساخت سه حلقه فولادی از تسمه ۶×۵۰ نموده‌ایم. جرم حلقه‌های به کار رفته را محاسبه نمایید.

ضخامت تسمه + قطر مخزن = قطر حلقه‌ها

= ۱/۵ + ۰/۰۰۶ =۱/۵۰۶m

محیط دایره تسمه = طول یک حلقه

= πD

= ۳/۱۴ × ۱/۵۰۶ = ۴/۷۲m

طول سه حلقه =۴/۷۲×۳ =۱۴/۱۶m

حال با استفاده از جدول جرم یک متر تسمه ۶×۵۰ را استخراج کرده و محاسبات را تکمیل نمایید:

جرم تسمه‌ها = ۱۴/۱۶m × ۲/۳۶kg/m = ۳۳/۴۱۷۶Kg

شکل ۱۹

نکته

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

نکته

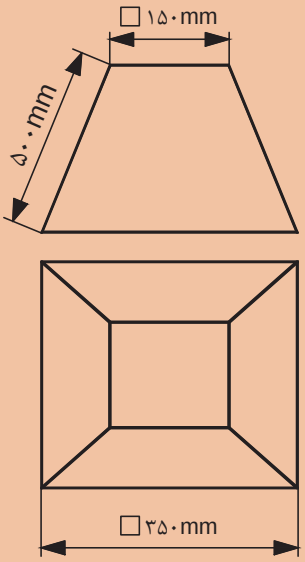
جرم واحد سطح ورق‌های گالوانیزه استاندارد نیازی به محاسبه ندارد و می‌توان این مقدار را از جداول استاندارد استخراج نمود (جدول۴).

جدول۴

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

مثال

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 به‌اضافه سطح کف آن کرده و مقدار اضافه برای اتصال را نیز اضافه کنیم.

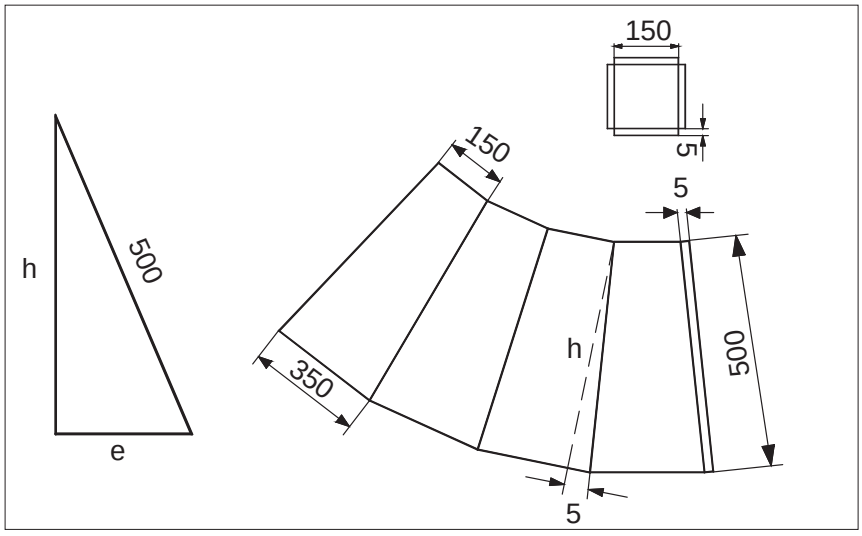
سطح کف = (۱۵۰×۱۵۰) + ۴(۵×۱۵۰) = ۲۵۵۰۰ mm^2

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

$$e = \frac{۳۵۰ - ۱۵۰}{۲} = ۱۰۰mm$$

$$h^2 = ۵۰۰^2 - ۱۰۰^2$$

$$h = ۴۹۰mm$$



شکل ۲۱

$$\text{سطح جانبی} = ۴\left(\frac{۳۵۰+۱۵۰}{۲}\times ۴۹۰\right)+۵۰۰\times ۵$$

$$\text{سطح جانبی} = ۴۹۰۰۰۰+۲۵۰۰=۴۹۲۵۰۰\ mm^۲$$

$$\text{سطح کل} = ۴۹۲۵۰۰+۲۵۵۰۰=۵۱۸۰۰۰\ mm^۲$$

$$۵۱۸۰۰۰\times ۱۰^{-۶} m^۲ = ۰/۵۱۸\ m^۲$$

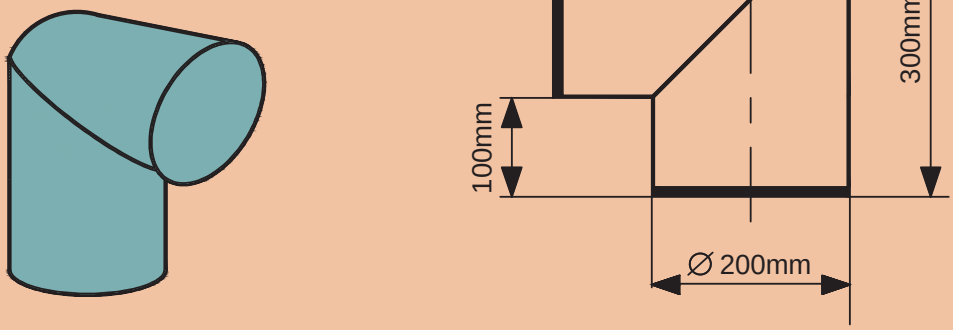
با مراجعه به جدول ۴ـ۴ جرم یک متر مربع ورق گالوانیزه به ضخامت ۰/۸ میلی‌متر برابر:

$$\text{جرم یک متر مربع ورق گالوانیزه} = ۶/۵۸۵\ \frac{Kg}{m^۲}$$

$$\text{جرم کل ورق گالوانیزه به‌کار رفته} = ۶/۵۸۵\times ۰/۵۱۸۵ = ۳/۴\ Kg$$

تمرین

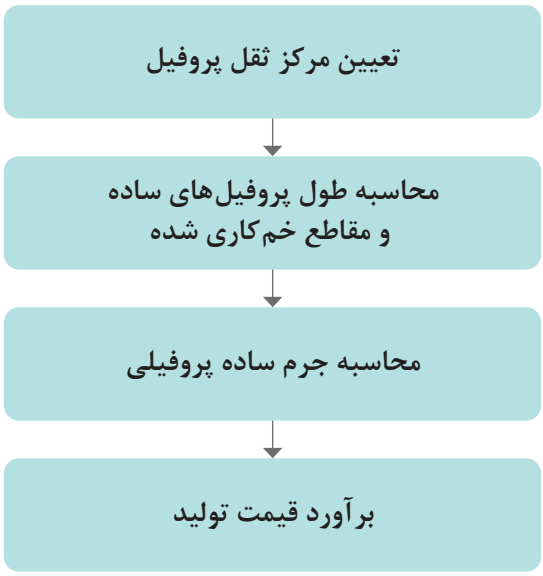
اگر بخواهیم زانوی زیر را با استفاده از ورق گالوانیزه ۱ mm بسازیم، در صورتی‌که جرم پوشش روی ۳۰۵ ($g/m^۲$) باشد؛ با استفاده از جدول، جرم ورق مورد نیاز را محاسبه نمایید.



شکل ۲۲

برآورد مواد و هزینه مصنوعات پروفیلی

برای برآورد هزینه محصولات پروفیلی باید به ترتیب زیر عمل کرد (نمودار۴).



نمودار ۴ــ روند محاسبه هزینه مواد مصرفی در سازه‌های پروفیلی

تعیین مرکز ثقل

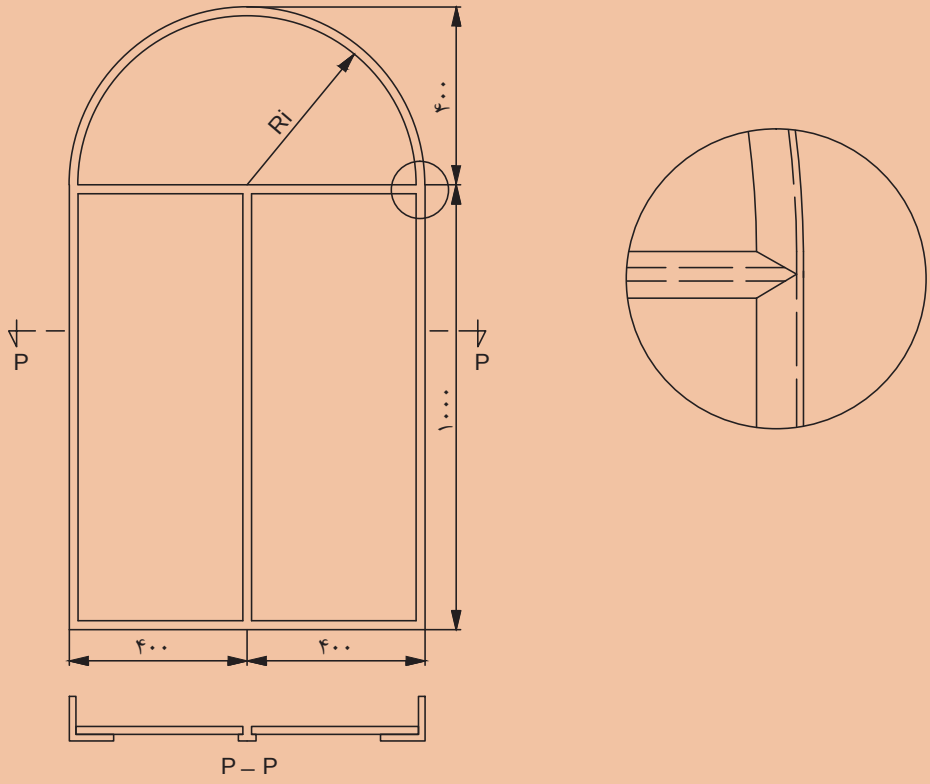
روش‌های مختلفی برای محاسبه مرکز ثقل اجسام وجود دارد، ولی برای مقاطع پروفیلی این موارد در جداول مخصوصی توسط شرکت‌های تولیدی آورده شده است. در این جداول مرکز ثقل را با حرف e نشان داده‌اند (به جدول اشتال در کتاب همراه هنرجو مراجعه کنید).

محاسبه طول خم کاری شده

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

مثال

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



شکل ۲۳

حل مسئله:

Ri=۴۰-۲/۵=۳۷/۵ سانتی‌متر

e= ۰/۷۲۳ (از جدول) فاصله مرکز ثقل تا پشت نبشی

V= ۲/۵-۰/۷۲۳=۱/۷۷۷ فاصله مرکز ثقل از لبه نبشی

πRm = طول نبشی نیم‌دایره‌ای

Rm= Ri+V=۳۷/۵+۱/۷۷۷=۳۹/۲۷۷ سانتی‌متر

۳/۱۴×۳۹/۲۷=۱۲۳/۳۳ سانتی‌متر = طول نبشی نیم‌دایره‌ای

۱/۲۳۳ متر = طول نبشی نیم‌دایره‌ای

طول نبشی مصرفی = ۱/۲۳۳+۱+۰/۴+۰/۴+۱ = ۴/۰۳۳m

طول سپری مصرفی = ۱+۰/۸=۱/۸ m

با مراجعه به کتاب همراه هنرجو (جدول اشتال)، جرم یک متر نبشی ۲۵×۳ برابر است با (۱/۱۲Kg/m)

و جرم یک متر سپری ۲۵×۳/۵ برابر است با (۱/۲۸Kg/m)

جرم نبشی مصرف شده = ۴/۰۳۳×۱/۱۲ = ۴/۵Kg

جرم سپری مصرف شده = ۱/۸×۱/۲۸=۲/۳ Kg

جرم آهن‌آلات مصرفی = ۴/۵+۲/۳ = ۶/۸Kg

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 ۵ــ جرم جزئیات محصول

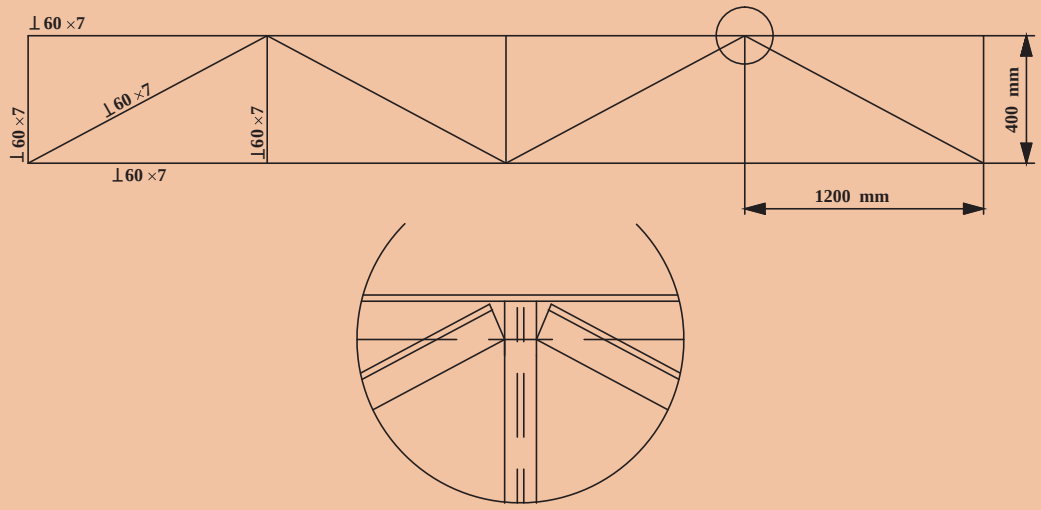
ردیف	نوع پروفیل	مشخصات پروفیل	تعداد جزء مربوط	طول اجزا m	جرم جزء مربوطه kg	طول کل m	جرم کل kg
۱							
۲							
۳							
...							

تمرین

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

برآورد 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 به‌دست می‌آید:

قیمت محصول تولیدی = قیمت روز مواد اولیه × (جرم مواد دور ریز + جرم مواد مصرفی طبق نقشه)

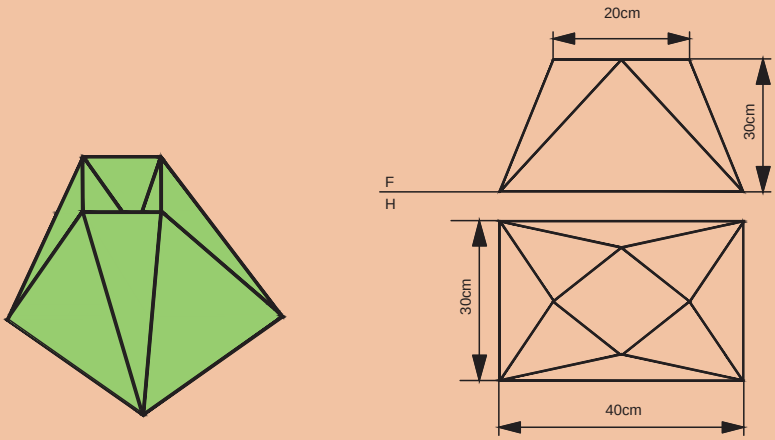
تمرین

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

۱ آهن‌آلات به‌کار رفته در اسکلت فلزی یک ساختمان به‌قرار زیر است، اگر قیمت آهن کیلویی ۹۰ ریال باشد قیمت مواد مصرفی را محاسبه کنید.

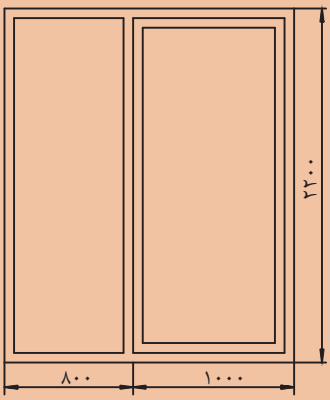
تیر آهن ۱۸۰	ده شاخه دوازده متری
نبشی ۶×۵۰	۴ شاخه ۶ متری
ناودانی ۸۰	ده شاخه دوازده متری

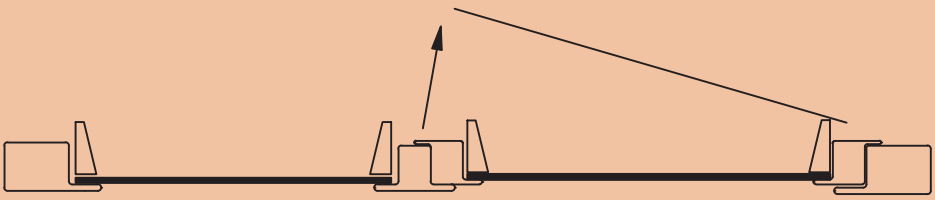
۲ نقشهٔ یک کانال تبدیل از جنس فولاد ($7/85 gr/cm^3$) به ضخامت 1mm داده شده:
الف) جرم ورق به‌کار رفته درصورتی که ده درصد دورریز داشته باشد.
ب) قیمت مواد مصرفی اگر ورق کیلویی ۱۰۰ ریال باشد.



شکل ۲۵

۳ قیمت پروفیل مصرفی برای ساختن درب مطابق شکل چقدر است؟
در صورتی‌که پروفیل کیلویی ۱۲۹ ریال باشد.
پروفیل گروه ۲ به ضخامت ۱/۸ میلی‌متر.





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	به‌کارگیری برآورد هزینه از راه محاسبه مواد اولیه و مواد مصرفی	بالاتر 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
			درحد انتظار	تعیین حجم و وزن مصنوعات فلزی، محاسبه درصد دورریز، محاسبه جرم سازه، برآورد مواد و هزینه مصنوعات پروفیلی در تولید.	۲
			پایین‌تر 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 می‌رسد که در ارزشیابی پودمان، کمترین نمره شایستگی ۲ را دریافت کند.
- کمترین نمره قبولی پودمان ۱۲ از ۲۰ است.
- نمره کلی درس هنگامی داده می‌شود که هنرجو در همه پودمان‌ها نمره شایستگی را دریافت کند.

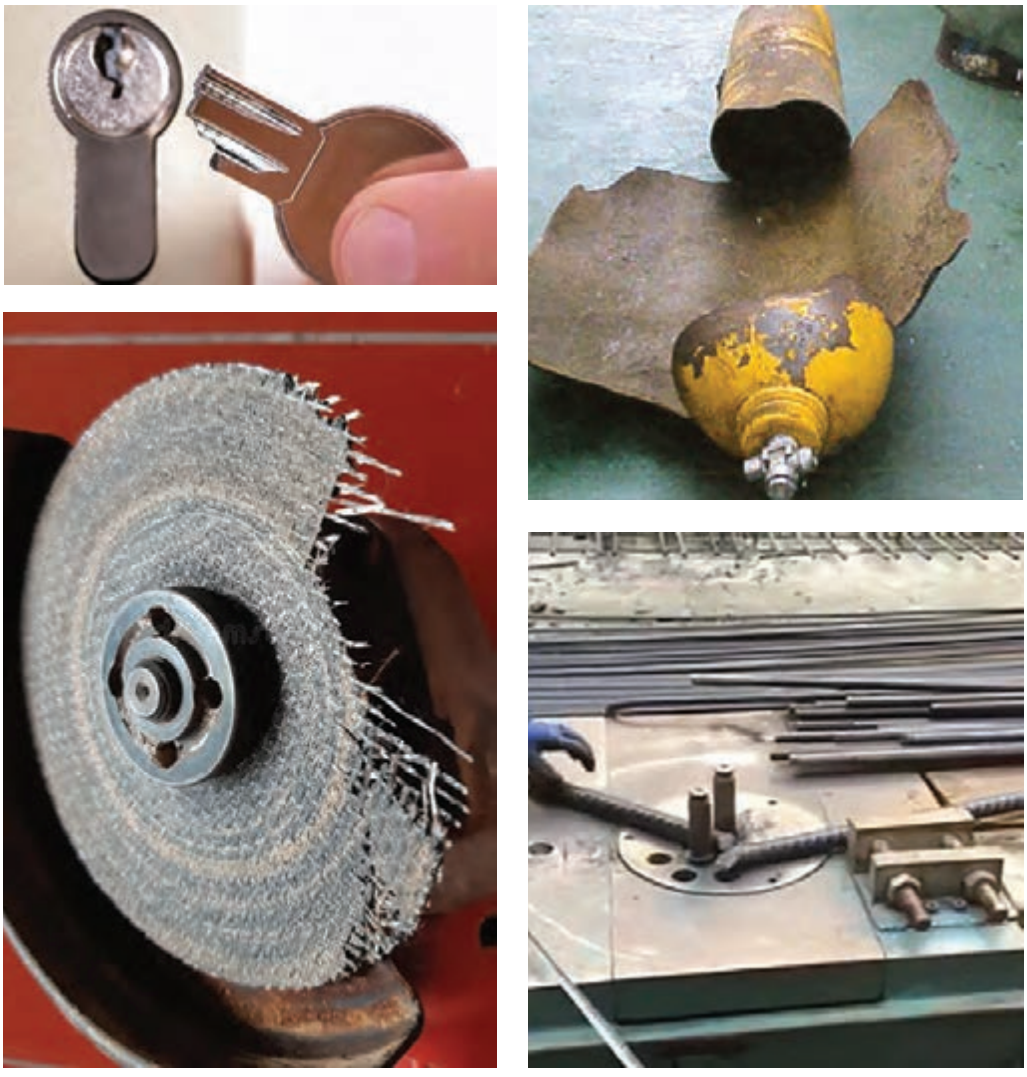
پودمان پنجم

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.



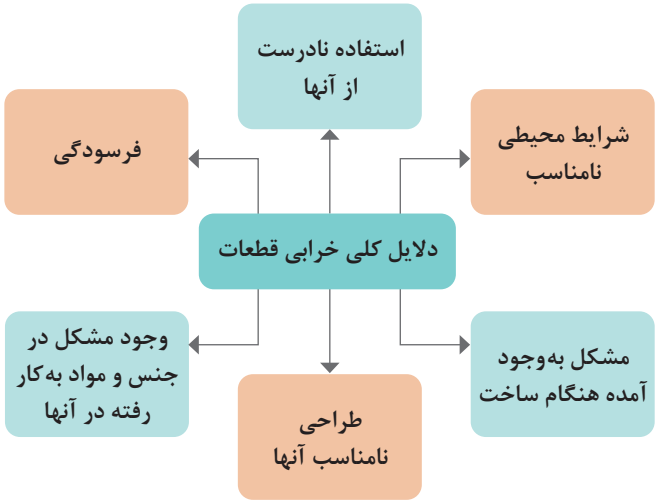
شکل ۱ــ خرابی و شکست قطعات

آنها در یک چیز مشترک هستند؟ خرابی

فعالیت

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:

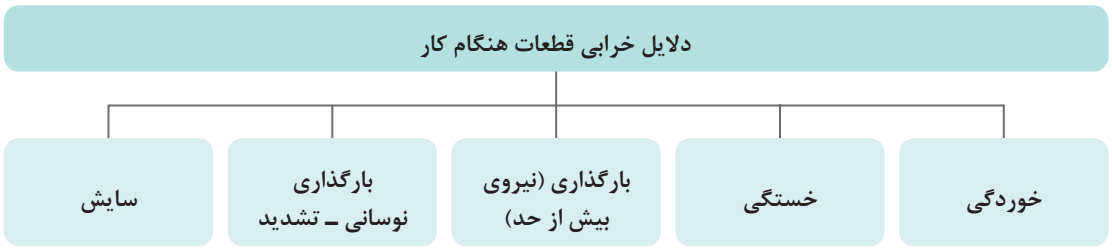


کار کلاسی

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.



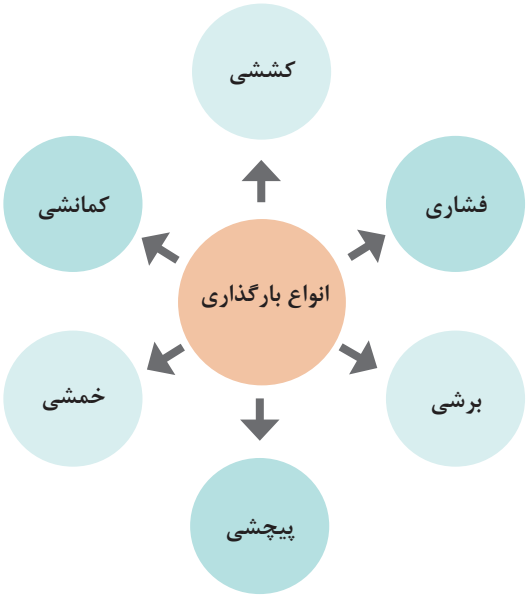
فکر کنید

درباره روش دیگری از خرابی قطعات گفت‌وگو کنید؟

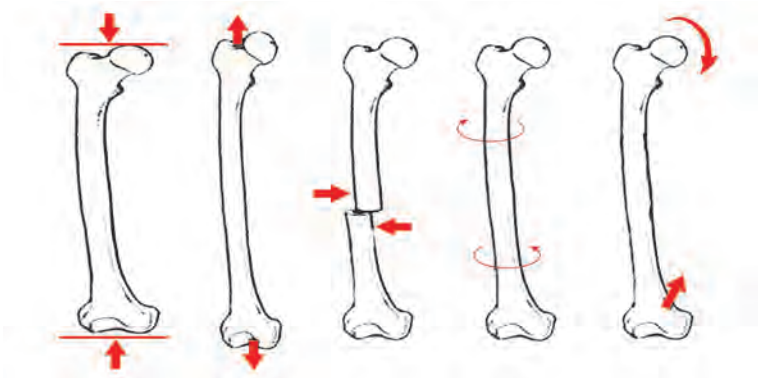
قطعه‌ای که خراب است نمی‌تواند کاری که از آن خواسته شده است را به درستی انجام دهد. وقتی که می‌گوییم یک قطعه مقاوم است، یعنی اینکه در مقابل خرابی دوام دارد و از خود باید بپرسیم در مقابل چه چیزی مقاوم است؟ مقاومت در مقابل جابه‌جایی، مقاومت در برابر خوردگی، مقاومت در برابر سایش، مقاومت در مقابل شکست، مقاومت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

بارگذاری و نیروهای وارده روی قطعات چگونه است؟

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 به‌صورت 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 ۲ـ انواع بارگذاری روی قطعات



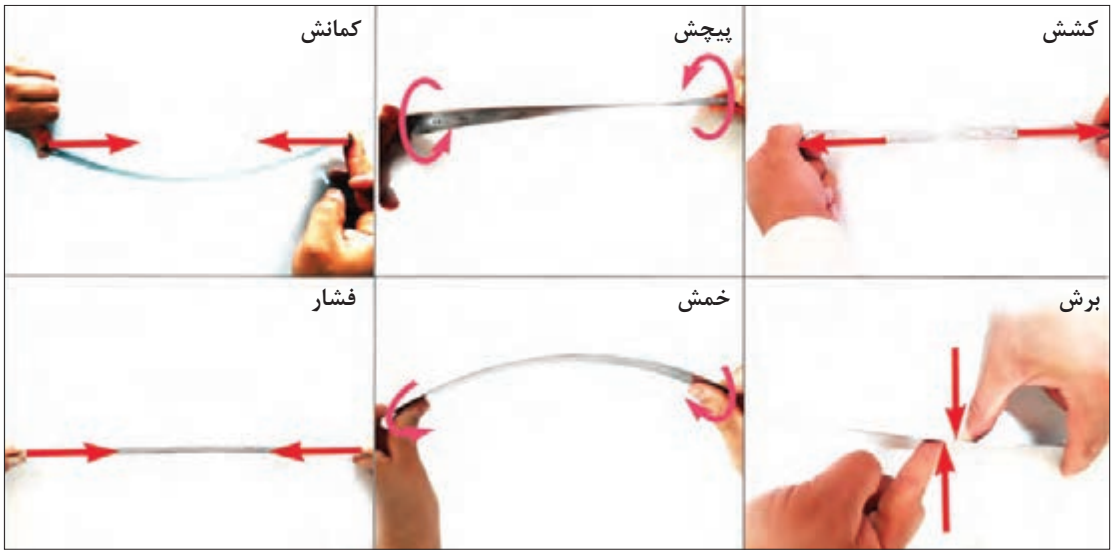
شکل ۳ـ انواع بارگذاری‌ها روی استخوان

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



شکل ۴ــ انواع بارگذاری بر روی خط‌کش فلزی

کار کلاسی

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

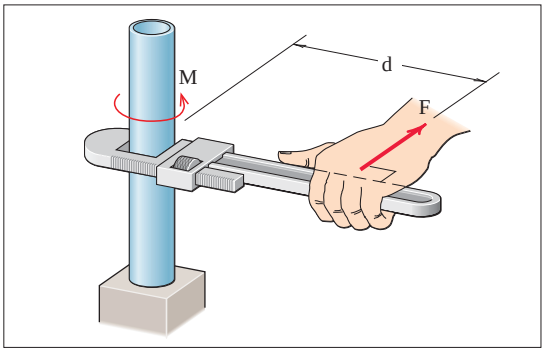
پاسخ: .....

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

۱ وارد کردن نیرو

۲ وارد کردن گشتاور

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



شکل ۵ــ علائم گشتاور و نیرو

فکر کنید

به‌نظر شما هل دادن یک ماشین راحت‌تر است (نیرو) یا بستن یک پیچ کوچک به اندازه گشتاور مجاز و بدون به‌کارگیری ابزار (گشتاور)؟ درباره پاسخ گفت‌وگو کنید.

کار کلاسی

در کارگاه یک پیچ را بدون به‌کارگیری ابزار و فقط با دست سفت کنید و پیچ دیگری را با ابزار (برای نمونه با آچار رینگی) سفت کنید. اندازه سفت‌شدن هر یک را با ابزار مناسب (گشتاورسنج) اندازه‌گیری کنید. از مقایسه آنها چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

پاسخ: .....

.....

پژوهش

همان‌گونه 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: .....

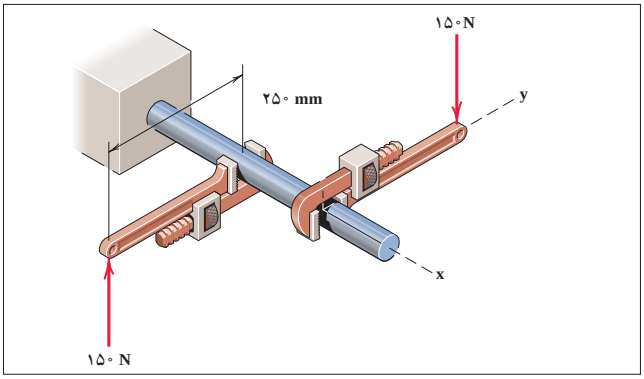
.....

مثال:

در شکل ۶ دو آچار شلاقی گشتاور یکسانی روی میله وارد می‌کنند. بازوی هر آچار ۲۵۰ میلی‌متر است. گشتاور کلی وارده به نقطه اتصال میله به دیوار را برحسب نیوتن متر به‌دست آورید.

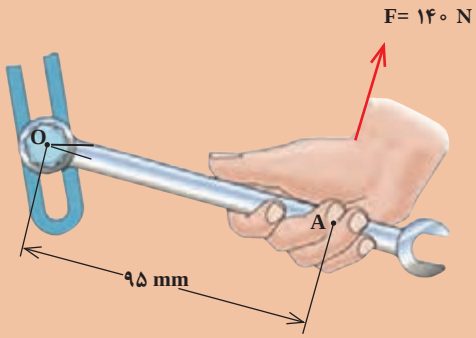
گشتاور هر آچار×۲=گشتاور کلی ۲×۱۵۰ (N) ×۰/۲۵ (m)= ۷۵(N.m)

جهت گشتاور کلی در جهت عقربه‌های ساعت است.



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

کار کلاسی



شکل ۷ــ 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: .....

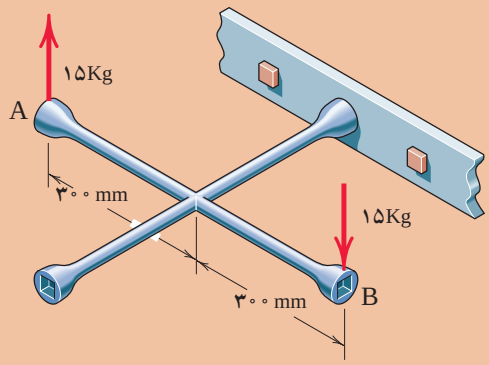
.....

.....

.....

.....

کار کلاسی



شکل ۸ــ 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: .....

.....

.....

.....

.....

پژوهش

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 بلندکردن بار با بدن و دست‌ها چگونه است و چرا باید به آن شیوه، بار را بلند کرد؟

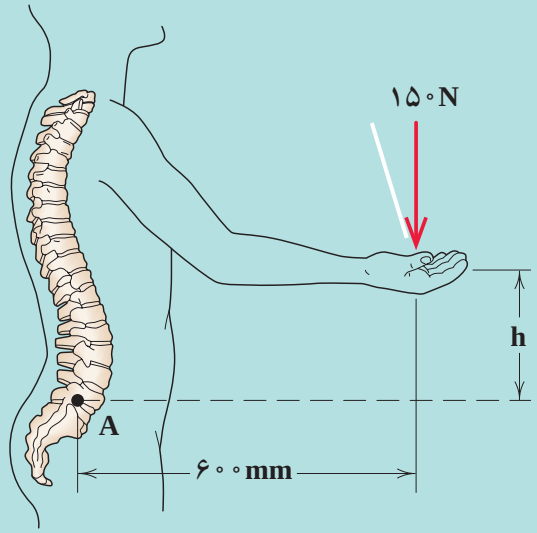
پاسخ: .....

.....

.....

.....

.....



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

کار کلاسی

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

پاسخ: .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

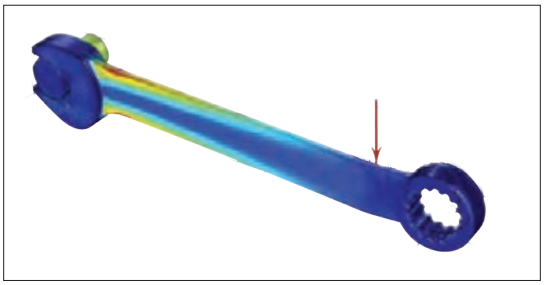
.....



شکل ۱۰ــباز 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 همهٔ نقاط در قطعه بیشتر است. در شکل ۱۱ قسمت‌های بحرانی یک آچار را مشخص کنید. حال این پرسش‌ها را در ذهن خود مرور کنید.



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

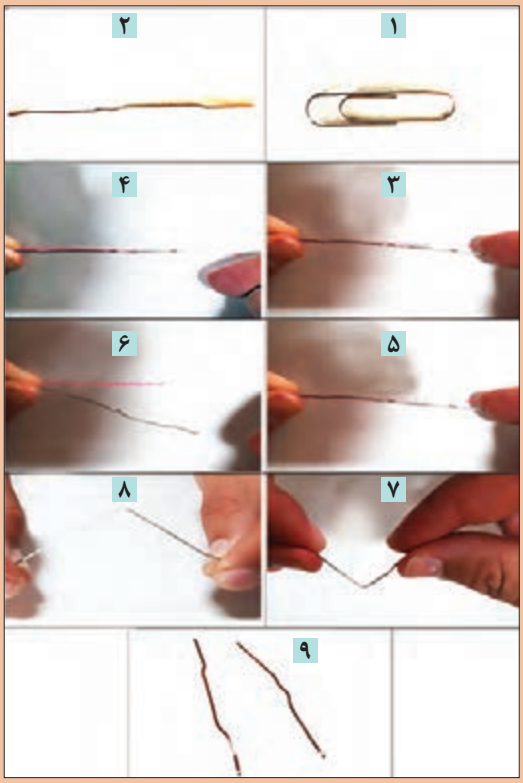
۱ اگر نیرو و گشتاور وارده به یک قطعه کم باشد آیا قطعه پس از تغییرشکل (ممکن است شما این تغییر شکل را نبینید) به شکل اول خود باز می‌گردد؟

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 ۱۲ــ آزمایش بارگذاری بر روی یک مفتول گیره کاغذ

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 برمی گردد؟

پاسخ: .....

.....

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

پاسخ: .....

.....

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

پاسخ: .....

.....

نکته

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 برنگشت، 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 حشرهٔ آسیابک (dragonfly) با طول حداکثر ۳/۸ 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 ۱۳ـ حشره آسیابک

انواع مقاومت در مقابل تغییر شکل

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

استحکام: مقاومت یک قطعه در برابر تغییرشکل دائمی بر اثر اعمال نیرو را گویند. هرچه قطعه نیروی بیشتری تحمل کند قبل از این که تغییرشکل 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.

کار کلاسی

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

پاسخ: .....

.....

.....

.....

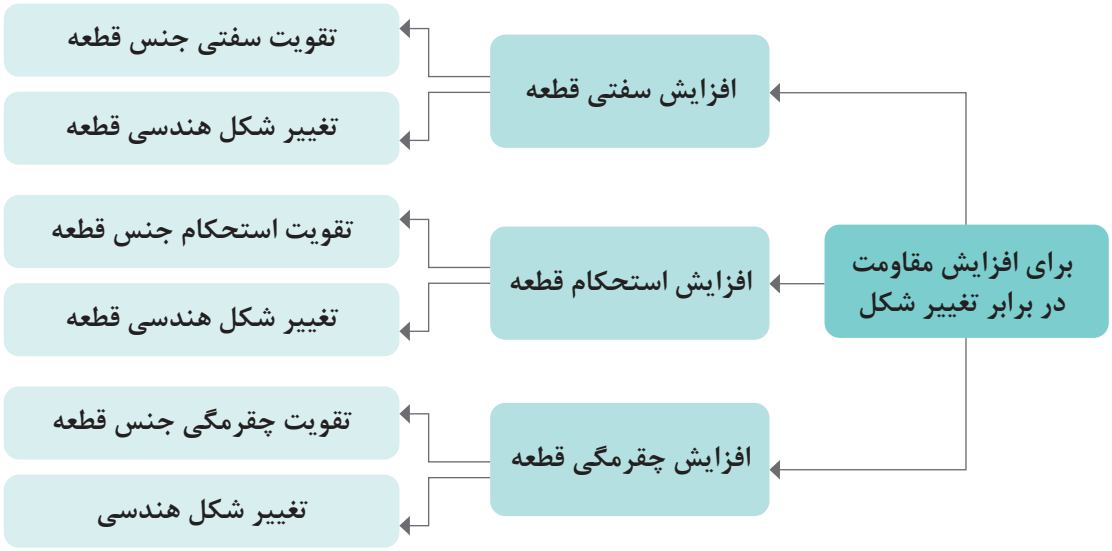
برای افزایش مقاومت در مقابل تغییرشکل بر اثر اعمال نیرو و انرژی چه کاری انجام دهیم:

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 شکل‌های هوشمندانه می‌توان قطعات و سازه‌ها را به گونه ای ساخت که بار و نیروی بیشتری تحمل کنند.

۳ **استفاده از تکیه‌گاه و ایجاد شرایط مناسب:** وجود تکیه‌گاه‌های خوب سبب می‌شود که قطعات نیروی بیشتری تحمل کنند.

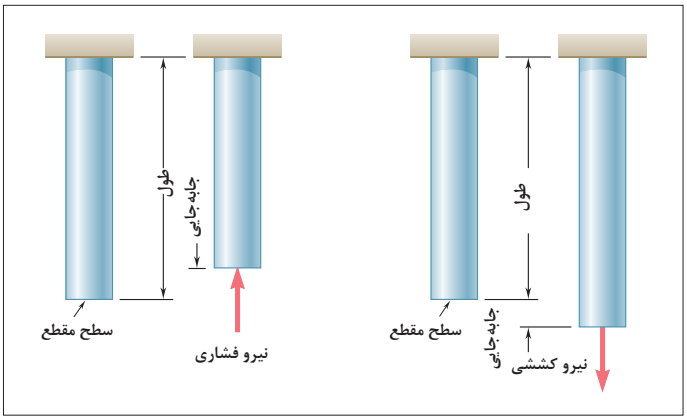
در نمودار شکل ۱۴ روش‌های افزایش مقاومت قطعه در برابر تغییرشکل بر اثر اعمال نیرو نشان داده شده است:



شکل ۱۴ــ روش‌های افزایش مقاومت قطعه در برابر تغییر شکل

مقاومت قطعه در برابر 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 فشرده شدن قطعه شود بارگذاری فشاری خواهد بود (شکل ۱۵). همان طور که پیشتر آموخته‌اید، قطعات هنگام بارگذاری کم، رفتاری همانند فنر از خود نشان می‌دهند و کشیده می‌شوند و پس از برداشته شدن بار به موقعیت اول خود بازمی‌گردند.



شکل ۱۵ــ بارگذاری کششی و فشاری

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 بزرگ تر باشد، برای یک نیروی ثابت جابه‌جایی کمتر می‌شود.

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

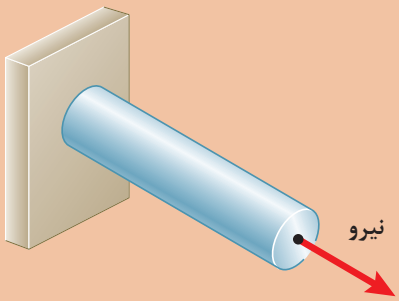
سفتی جنس مواد گوناگون نسبت به هم متفاوت است. هر چه جنس ماده سفت‌تر باشد جابه‌جایی و تغییر شکل آنها کمتر است.

سفتی فولاد > سفتی مس > سفتی آلومینیوم

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

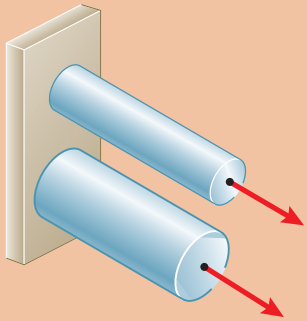
کار کلاسی

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 توخالی (لوله) است در نظر بگیرید، محاسبه کنید، سفتی کششی کدام کمتر است؟



استحکام قطعه در بارگذاری کششی

نیروی وارده به واحد سطح را **تنش** می‌گویند هر چه نیرو بیشتر و سطح مقطع کوچک‌تر باشد، تنش بیشتر می‌گردد. هرچه 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

کار کلاسی

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: .....

.....

.....

.....

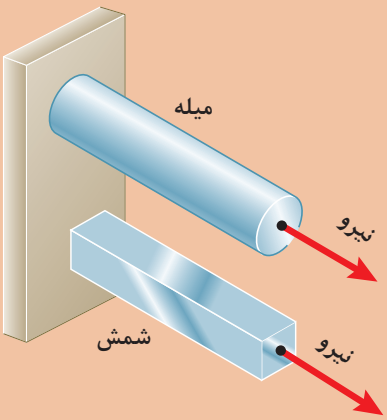
.....

.....

.....

.....

.....



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

کار کلاسی

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

پاسخ: .....

.....

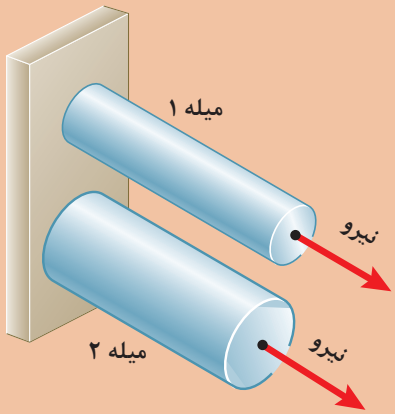
.....

.....

.....

.....

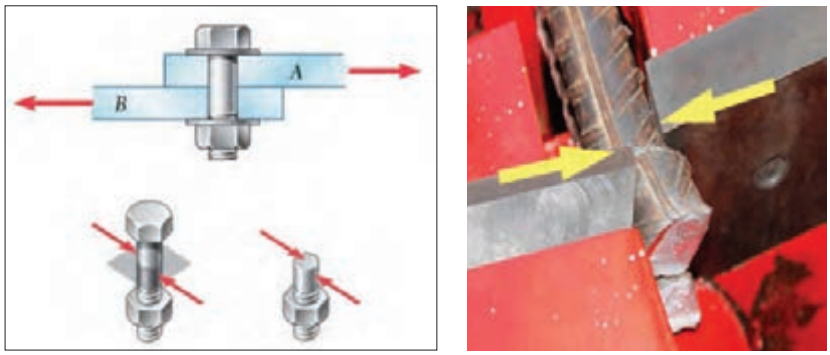
.....



شکل ۱۷ــ بارگذاری یکسان روی میله‌هایی 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 ۱۸ــ بارگذاری برشی

استحکام قطعه در بارگذاری برشی:

نیروی برشی وارده به واحد سطح را **تنش‌برشی** می‌گویند. هرچه 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 محکم تر است. در قطعاتی که به صورت برشی بارگذاری شده‌اند، شکل مقطع روی مقاومت‌برشی 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

کار کلاسی

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

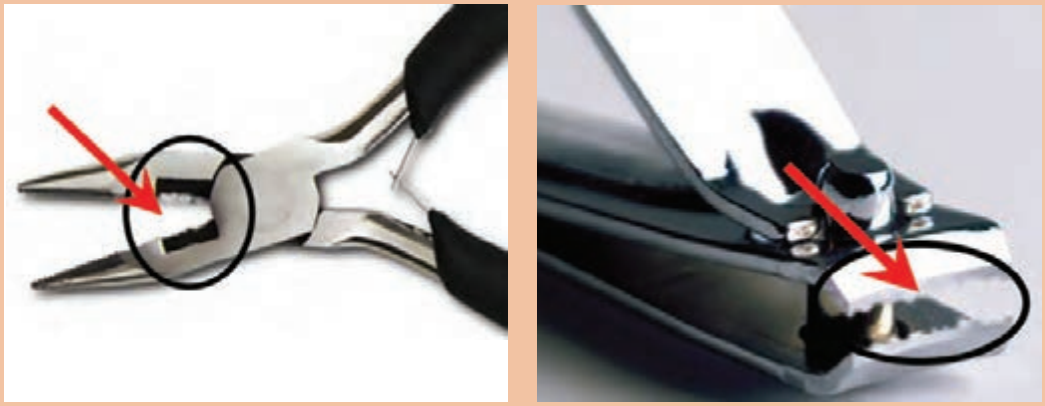


کار کلاسی

با توجه به شکل زیر درباره علت خرابی لبه‌های برندهٔ 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: .....

.....



شکل ۱۹ــ لبه‌های برنده خراب شده در ناخن گیر و دم باریک

کار کلاسی

در شکل ۲۰ یک تسمهٔ 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: .....

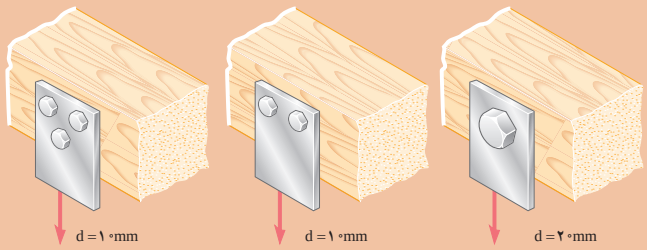
.....

.....

.....

.....

.....



(ج) (ب) (الف)

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

کار کلاسی

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؟

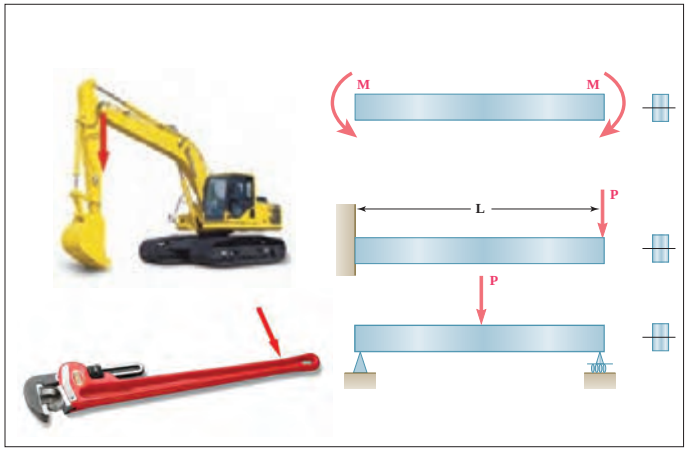
پاسخ: .....

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

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.



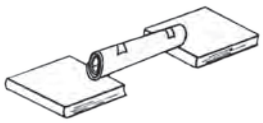
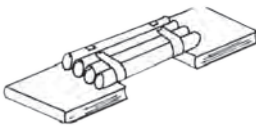
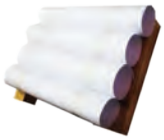
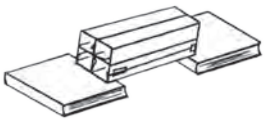
شکل ۲۱ـ انواع بارگذاری برای خمش یک تیر یا قطعه

کار کلاسی

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

دو کاغذ A۴ 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 ۲۲ـ 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 سازهٔ 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: .....

.....

کار کلاسی

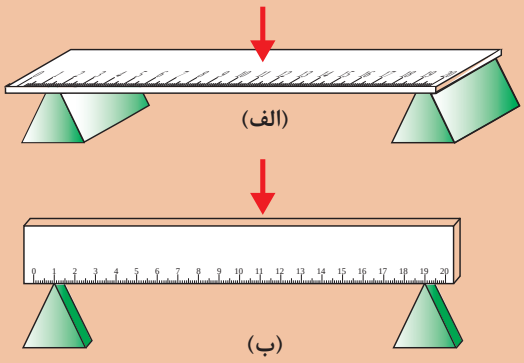
با استفاده از خط‌کش فلزی بارگذاری خمشی را در دو جهت انجام دهید؟ مقاومت خمشی خط‌کش فلزی در کدام جهت بیشتر است؟ یعنی در کدام حالت خط‌کش به سختی خم می‌شود؟ (راهنمایی: به سطح مقطع خط‌کش توجه کنید.) (شکل ۲۳).

پاسخ: .....

.....

.....

.....

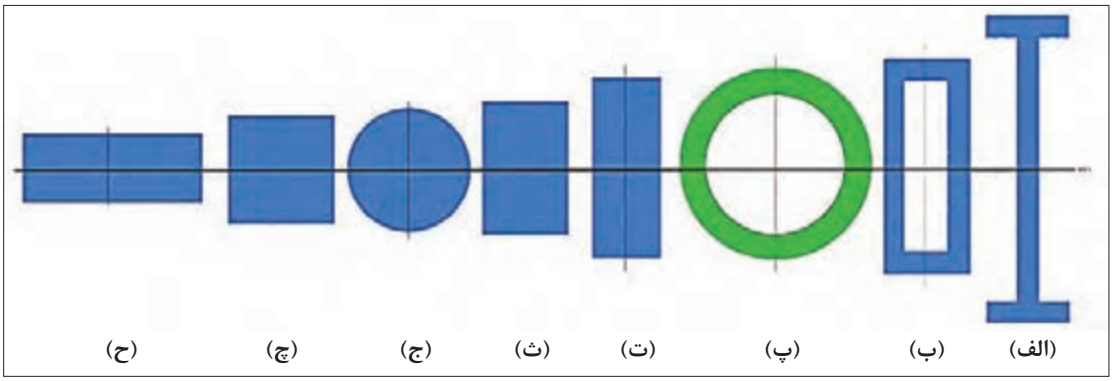


شکل ۲۳ـ بارگذاری خمشی روی خط‌کش در دو جهت

همان طور که در آزمایش دیدید با اینکه سطح مقطع خط‌کش در دو حالت یکسان است؛ اما استحکام خمشی خط‌کش در حالت (ب) بیشتر از حالت (الف) است. دلیل آن این است که ممان اینرسی سطح مقطع خط‌کش، 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 دهندهٔ جسم در سطح مقطع نسبت به محور خمش دورتر باشد، ممان اینرسی بیشتر است.



شکل ۲۴ـ انواع سطح مقطع در خمش

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

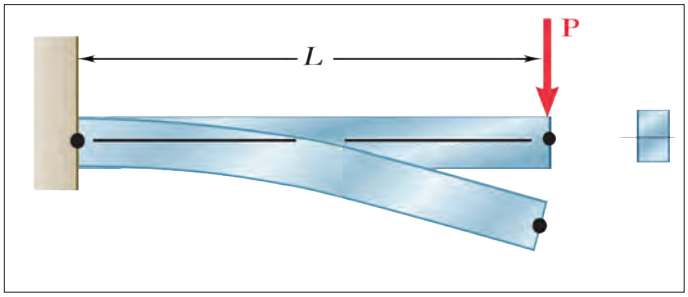
کار کلاسی

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 ۲۵ـ خمش یک قطعه تحت بارگذاری خمشی

کار کلاسی

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 رابطهٔ مستقیم دارد و با ممان‌اینرسی و سفتی جنس قطعه رابطهٔ عکس دارد؛ یعنی هر چه ممان اینرسی سطح مقطع قطعه بزرگ‌تر باشد برای یک نیروی ثابت، جابه‌جایی کمتر می‌شود و قطعه در مقابل خمش سفت‌تر است.

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

هر چه جنس ماده سفت‌تر 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؟

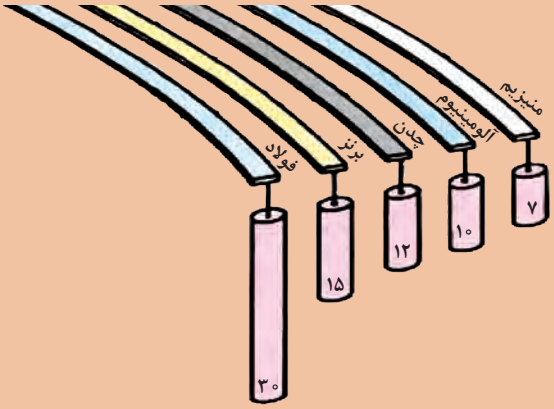
پاسخ: .....

.....

.....

.....

.....



شکل ۲۶ـ جابه‌جایی قطعات در بارگذاری خمشی

کار کلاسی

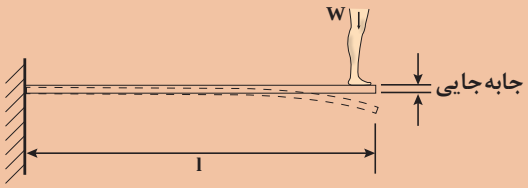
در شکل روبه‌رو یک تخته شیرجه شنا را مشاهده می‌کنید. اگر طول تخته ۲ برابر و وزن شناگر نیز ۲ برابر شود، مقدار جابه‌جایی انتهای تخته قبل از پرش نسبت به حالت قبل از آن چه تغییری می‌کند. محاسبه نمایید.

پاسخ: .....

.....

.....

.....



کار کلاسی

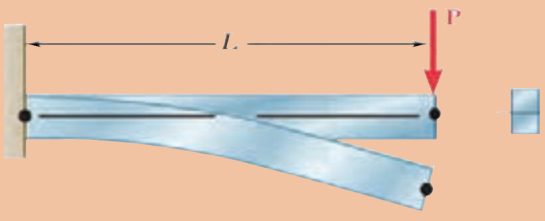
اگر در شکل روبه‌رو نیرو ۴ برابر و طول تیر ۲ برابر و سفتی جنس و ممان اینرسی سطح مقطع تیر نیز ۲ برابر شود، محاسبه کنید، جابه‌جایی تیر نسبت به حالت قبل چه تغییری می‌کند؟

پاسخ: .....

.....

.....

.....



استحکام قطعه در بارگذاری 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

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

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 دایرهٔ توخالی بهترین استحکام خمشی را دارد. این موضوع را در آزمایش با کاغذها تجربه کردید..

کار کلاسی

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

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

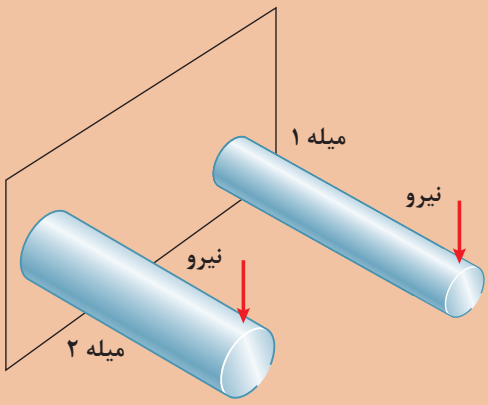
پاسخ: .....

.....

.....

.....

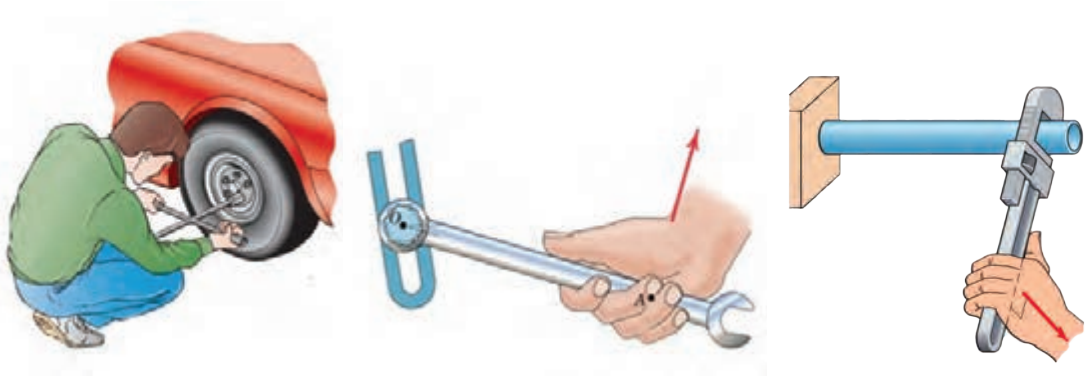
.....



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

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 خط‌کش فلزی یا هر قطعهٔ دیگر با چندین روش می‌توان بارگذاری پیچشی انجام داد. در شکل زیر دو روش برای پیچاندن قطعه نشان داده شده است.



شکل ۲۸ــ روش‌هایی برای پیچاندن قطعه

کار کلاسی

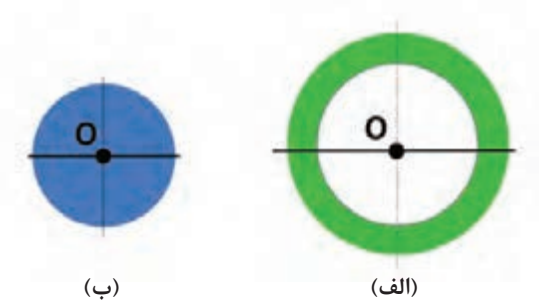
با چند روش بارگذاری متفاوت یک خط‌کش فلزی را دچار پیچش کنید و سپس شکل‌های آنها را رسم کنید.

پاسخ: .....

.....

ممان اینرسی قطبی

ممان اینرسی قطبی عامل مقاوم در مقابل پیچش است و هر چه ذرات تشکیل دهندهٔ 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.



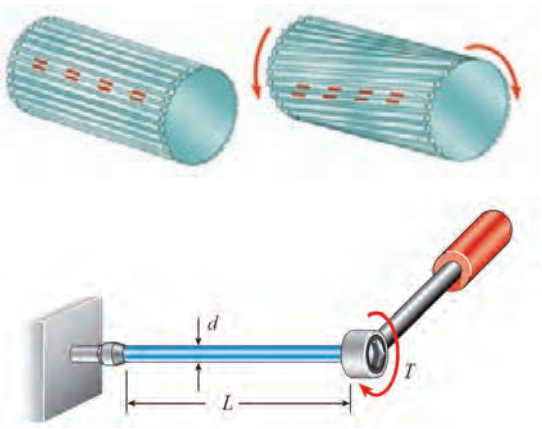
(ب) (الف)

شکل ۲۹ــ ممان اینرسی قطبی برای دو سطح مقطع متفاوت

سفتی قطعه در بارگذاری پیچشی

هنگامی‌که 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. زاویهٔ پیچشی یا جابه‌جایی انتهای یک قطعه که زیر بارگذاری پیچشی قرار دارد با نیرو و طول میله رابطهٔ مستقیم دارد و با ممان‌اینرسی قطبی و سفتی برشی جنس قطعه (که به آن صلابت هم گفته می‌شود) رابطهٔ 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.



شکل ۳۰ـ پیچش در یک قطعه

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

هر چه جنس ماده سفت تر باشد جابه‌جایی و تغییرشکل 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

کار کلاسی

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

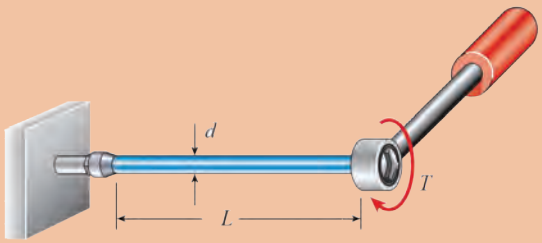
پاسخ: .....

.....

.....

.....

.....



کار کلاسی

سه خط‌کش چوبی، فلزی و پلاستیکی ۳۰ سانتی‌متری با سطح مقطع یکسان را زیر پیچش قرار دهید. برای جابه‌جایی ۴۵ درجه کدام یک نیروی بیشتری لازم است؟

پاسخ: .....

.....

استحکام قطعه در بارگذاری پیچشی

بارگذاری پیچشی سبب ایجاد تنش برشی در جسم می‌شود. اگر تنش برشی واردشده به جسم به اندازه مقاومت برشی قطعه برسد، قطعه دچار خرابی می‌شود. فلزات و مواد مختلف دارای استحکام برشی متفاوت هستند. هرچه استحکام برشی جنس قطعه بالاتر باشد، استحکام پیچشی نیز بالاتر خواهد بود.

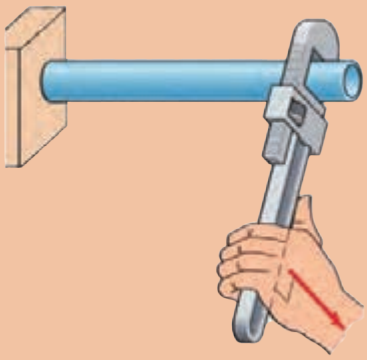
$$\text{تنش در قطعه هنگام پیچش} \propto \frac{\text{گشتاور پیچشی}}{\text{ممان اینرسی قطبی}}$$

نکته

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

کار کلاسی

دو میله هم‌وزن، هم طول و هم جنس که یکی از آنها توپُر و دیگر توخالی (لوله) است را با گشتاور ثابت درنظر بگیرید، تنش در کدام یک بیشتر است؟ محاسبه کنید.



پاسخ: .....

.....

.....

.....

.....

.....

کار کلاسی

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

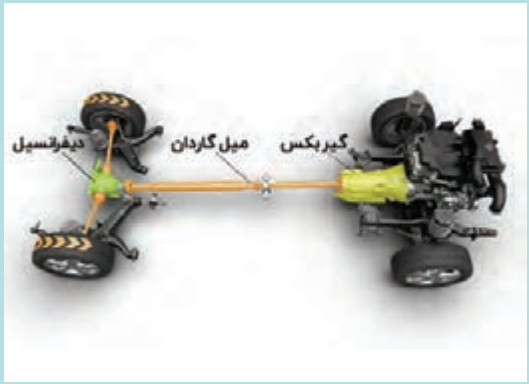
ج) پایین بودن تنش برشی مجاز به دلیل جنس قطعه



شکل ۳۱ـ پیچ بریده شده بر اثر بارگذاری پیچشی

پژوهش

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 میل گاردان دارای چه شکلی است و جنس آن از چیست؟ (شکل ۳۲)



شکل ۳۲ـ میل گاردان بارگذاری پیچشی را برای انتقال گشتاور تحمل می‌کند.

کار کلاسی

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

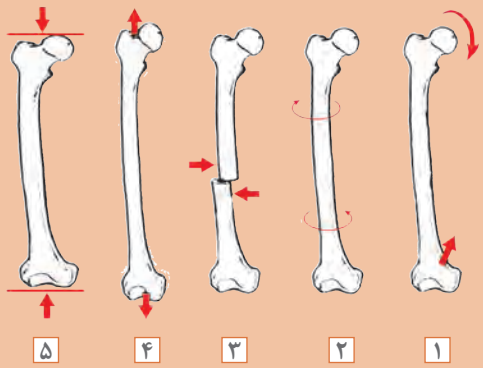
۱ .....

۲ .....

۳ .....

۴ .....

۵ .....



تمرین‌های زیر را پاسخ دهید

تمرین ۱:

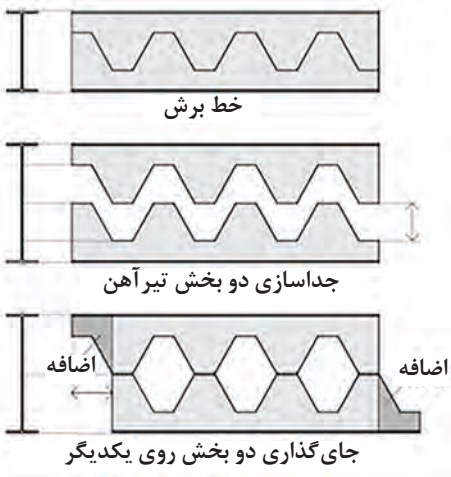


اگر وزن و نیروی وارده به دو کفش نشان داده شده در شکل روبه‌رو یکسان باشد تنش فشاری روی پاشنهٔ کدام کفش بیشتر بوده، احتمال خراب شدن کدام پاشنه بیشتر است؟

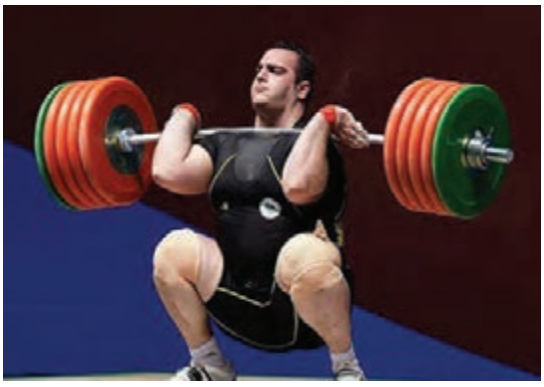
تمرین ۲:

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

پژوهش

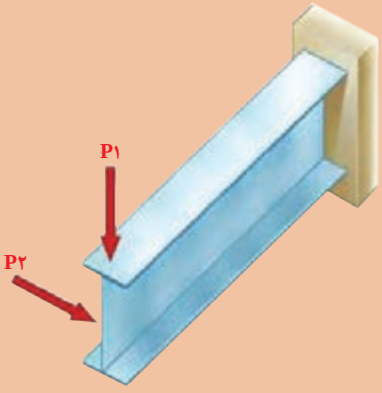
همان طور که می‌دانید در مدارهای برقی خودرو، ساختمان یا وسایل، فیوزها نقش حفاظتی از دیگر قطعات برقی را بر عهده دارند؛ یعنی اینکه اگر برق بخواهد به قطعه ای صدمه وارد کند، فیوز از این کار جلوگیری می‌کند و خود را قربانی می‌کند. به همین صورت در وسایل مکانیکی نیز فیوز مکانیکی وجود دارد. فیوز مکانیکی سبب می‌شود 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 نزند پژوهش کنید و چند نمونه از آن را در دستگاه‌ها و وسایل کاری موجود در کارگاه نام ببرید.

پژوهش



همان‌طور 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 دایرهٔ تو خالیست، انتخاب کرده است؟ به‌صورت گروهی پژوهش کنید.

کار کلاسی



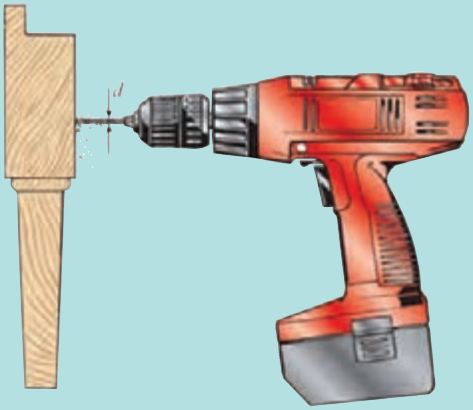
در شکل زیر اگر نیروی P۱ و P۲ با هم برابر باشند، جابه‌جایی تیر در جهت افقی بیشتر است یا در جهت عمودی؟ علت را توضیح دهید.

پژوهش

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: .....

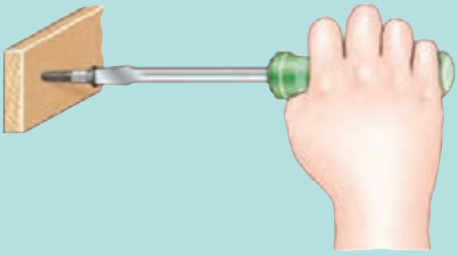
.....

.....

.....

.....

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



پاسخ: .....

.....

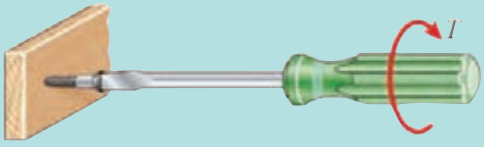
.....

.....

.....

.....

.....



پژوهش

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

عنوان پودمان	تکالیف عملکردی (واحدهای یادگیری)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج مورد انتظار	شاخص تحقق	نمره
مقاومت مواد	توانایی یافتن مقایسه سفتی قطعات مکانیک ساده در بارگذاری‌های خالص و توانایی یافتن مقایسه استحکام قطعات مکانیک ساده در بارگذاری‌های خالص	مقایسه نسبی سفتی قطعات در بارگذاری کششی، فشاری، برشی، پیچشی، خمشی ساده با توجه به مشخصات هندسی و جنس آنها	بالاتر از حد انتظار	مقایسه نسبی سفتی قطعات در بارگذاری کششی، برشی، پیچی، خمشی به‌طور صحیح	۳
			درحد انتظار	مقایسه نسبی سفتی قطعات در بارگذاری کششی، برشی، پیچی به‌طور صحیح	۲
			پایین‌تر از حد انتظار	مقایسه نسبی سفتی قطعات در بارگذاری کششی، برشی به‌طور صحیح	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 می‌رسد که در ارزشیابی پودمان، کمترین نمره شایستگی ۲ را دریافت کند.
- کمترین نمره قبولی پودمان ۱۲ از ۲۰ است.
- نمره کلی درس هنگامی داده می‌شود که هنرجو در همه پودمان‌ها نمره شایستگی را دریافت کند.

فهرست منابع

۱ برنامه درسی رشته صنایع فلزی ـ 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.

Www.IranEstekhdam.Ir

«لینک‌های مفید و مرتبط»

دانلود منابع آزمون استخدامی هنرآموز صنایع فلزی

خرید و دانلود

دانلود نمونه سوالات آزمون استخدامی هنرآموز صنایع فلزی

خرید و دانلود

دانلود منابع آزمون استخدامی دبیر حرفه و فن

خرید و دانلود

دانلود نمونه سوالات آزمون استخدامی دبیر حرفه و فن

خرید و دانلود

سرویس خصوصی خدمات عام المنفعه اخبار شغل و استخدام

Www.IranEstekhdam.Ir

خواننده گرامی؛ در جهت بهبود کیفیت این فایل؛ لطفاً هرگونه انتقاد و پیشنهاد خود در مورد مطالب آن

و یا گزارش مشکل را به آدرس ایمیل و یا با شماره تلفن زیر مطرح نمایید:

شماره تلفن تماس: ۰۲۱-۹۱۳۰۰۱۱۳ آدرس ایمیل: soal@iranestekhdam.ir