



بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

## دانش فنی پایه

رشته صنایع چوب و مبلمان

گروه مکانیک

شاخه فنی و حرفه ای

پایه دهم دوره دوم متوسطه



وزارت آموزش و پرورش  
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



- نام کتاب:** دانش فنی پایه (رشته صنایع چوب و مبلمان) - ۲۱۰۴۶۵
- پدیدآورنده:** سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
- مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف:** دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش
- شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف:** محمد لطفی نیا، امیر نظری، اردشیر عبدی، علیرضا عبدالهی، محمد غفاری مجلج، احمد روشن بخش یزدی، مرتضی جعفری، امیر بهادر بهادران، مهدی اسمعیلی (اعضای گروه تألیف)
- مدیریت آماده‌سازی هنری:** اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
- شناسه افزوده آماده‌سازی:** محمد مهدی ذبیحی (مدیر هنری) - آزاده امینیان (طراح جلد) آزاده امینیان و خدیجه محمدی (صفحه آرا)
- نشانی سازمان:** تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)  
تلفن: ۹-۸۸۸۳۱۱۶۱. **دورنگار:** ۸۸۳۰۹۲۶۶، **کد پستی:** ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
- وب‌گاه:** [www.irtextbook.ir](http://www.irtextbook.ir) و [www.chap.sch.ir](http://www.chap.sch.ir)
- ناشر:** شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران- کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج- خیابان ۶۱ (داروپخش) **تلفن:** ۵-۴۴۹۸۵۱۶۱، **دورنگار:** ۴۴۹۸۵۱۶۰
- صندوق پستی:** ۱۳۹-۳۷۵۱۵
- چاپخانه:** شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
- سال انتشار و نوبت چاپ:** چاپ سوم ۱۳۹۷

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

شابک ۹-۲۶۳۰-۰۵-۹۶۴-۹۷۸ ISBN 978-964-05-2630-9



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 (قدّس سرّه الشّریف)

**فصل اول: کلیات** ..... ۹

- ۱۰..... پیشگفتار ..... ■
- ۱۱..... تاریخچهٔ صنعت چوب در ایران ..... ■
- ۱۲..... نمونه‌ای از آثار ارزشمند صنایع چوب در دوران اسلام ..... ■
- ۲۵..... ضرورت ایجاد رشتهٔ صنایع چوب و مبلمان ..... ■
- ۲۶..... مشاغل مربوط به رشتهٔ صنایع چوب و مبلمان ..... ■

**فصل دوم: مواد اولیه چوبی و کاربرد آنها** ..... ۲۹

- ۳۰..... صنایع چوب و مبلمان در یک نگاه ..... ■
- ۴۱..... چوب‌های پهن‌برگ ..... ■
- ۴۸..... تخته خرده چوب ..... ■
- ۵۵..... استاندارد و درجه‌بندی تخته چند لایه ..... ■
- ۵۶..... روکش ..... ■

**فصل سوم: اندازه‌گیری و محاسبات آن** ..... ۷۵

- ۷۶..... اندازه‌گیری و یکاهای آن ..... ■
- ۸۱..... مقیاس ..... ■
- ۸۶..... تولرانس (رواداری) ..... ■
- ۹۰..... محاسبه محیط ..... ■

- ۹۳..... یکای اندازه گیری زاویه
- ۹۶..... محاسبه روابط مثلث
- ۱۰۱..... یکای اندازه گیری سطح
- ۱۰۲..... یکای اندازه گیری حجم
- ۱۰۴..... وزن
- ۱۰۷..... اندازه گیری وزن

#### ۱۱۳..... **فصل چهارم: حرکت**

- ۱۱۴..... حرکت و انواع آن
- ۱۲۰..... پیشبرد کار در ماشین های صنایع چوب
- ۱۳۱..... انتقال حرکت

#### ۱۴۳..... **فصل پنجم: مقاومت قطعات چوبی در برابر تغییر شکل**

- ۱۴۴..... شاهکار مهندسی جنگ در رودخانه ای خروشان
- ۱۵۱..... بارگذاری و نیروهای وارده بر روی قطعات چگونه است؟
- ۱۵۲..... جلوه آفرینش
- ۱۵۵..... الاستیک، پلاستیک و شکست قطعات
- ۱۵۸..... مقاومت در برابر ضربه چوب
- ۱۶۲..... عوامل موثر بر مقاومت در برابر کشش موازی با الیاف
- ۱۶۶..... مقاومت قطعه در برابر بارگذاری کششی و فشار
- ۱۷۰..... سختی چوب
- ۱۷۸..... منابع و مآخذ

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

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

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

**دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش**

## سخنی با هنرجویان عزیز

درس دانش‌فنی پایه با هدف شناخت مفاهیم، کسب دانش‌فنی پایه در گروه مکانیک و رشته تحصیلی صنایع چوب و مبلمان برای شما هنرجویان عزیز طراحی و کتاب آن تألیف شده است. در تدوین درس دانش‌فنی پایه، موضوعاتی مانند تاریخچه رشته، محتوا جهت ایجاد انگیزش، مشاغل و هدف رشته تحصیلی، نقش رشته شما در توسعه 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 مستندسازی، زبان فنی، ایمنی و بهداشت فردی و جمعی، پیشگیری از حوادث احتمالی شغلی و نمونه‌هایی از مهارت حل مسئله در بستر گروه تحصیلی و برای رشته 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 تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش





# فصل ۱

## کلیات



■ قلمرو دانش ■ مشاغل رشته ■ وظایف ■ تاریخچه

جنگل‌ها از ثروت‌های خدادادی هر کشور هستند که برای بقا، به مراقبت و محافظت نیاز دارند. صنعتی شدن و استفاده از چوب به عنوان مواد اولیه، این منابع را به مسیر نابودی کشانده و محیط زیست را از نظر آلودگی هوا، آب و خاک در معرض خطر جدی قرار داده است.

امروزه بشر به این نکته پی برده که اهمیت چوب در حدی است که باید از جنگل‌ها حمایت کند، مبادا که روزی، برای کارخانجات مواد اولیه در دسترس نباشد. دیگر زمان آن گذشته که چوب را فقط به عنوان ماده‌ای برای تأمین مصارف سوختی یا ساختن در و پنجره می‌شناختند، در واقع عصر تولید فرآورده‌های گران بها و پر اهمیت چوبی فرا رسیده و شاید در آینده نزدیک، ارزش اقتصادی این ماده همپای نفت شود. به هر حال نیاز هر جامعه به چوب براساس درجه رشدی است که آن جامعه بدان نائل گشته است.

مردم کشورهای پیشرفته در ارتباط با صنایع متحول چوبی، ذهنیت‌های متفاوتی دارند. مبلمان، تزئینات، محصولات صنعتی و از همه مهم‌تر کاغذ، انتظاری است که بشر از دانش پیشرفته صنایع چوبی در ذهن دارد. خوشبختانه در مناطق شهری ایران نیز به یمن وجود مواد سوختی فسیلی و الکتروسیته، دیگر چوب به عنوان یک ماده تأمین‌کننده انرژی مطرح نبوده، و به صورت محصول دست صنعت‌گران، مورد نظر است.

صنایع چوب از جمله صناعی است که از گستردگی زیادی به صورت صنف و صنعت در سطح کشور برخوردار بوده و دارای امکانات بالفعل و بالقوه فراوانی می‌باشد؛ گستردگی آن، از منابع طبیعی و جنگلداری شروع شده و با کارخانجات بزرگی مانند تخته خرده‌چوب، تخته‌فیبر، تخته‌لایه، روکش، مبلمان و سپس کاغذ ختم می‌شود. این طیف وسیع به همراه نیاز روزافزون به محصولات آنها، نشانگر اهمیت بالای این صنعت است.

چوب، یکی از محصولات طبیعت است که صرف‌نظر از قدمت و ردپای آن در تکوین تمدن‌های مختلف، در حال حاضر در صنعت و تجارت نقشی غیرقابل انکار دارد.

چوب، در بعضی از کشورها مانند سوئد، یکی از منابع مهم درآمد کشور به شمار می‌رود، پس در توسعه این کشورها نقش مهمی ایفا می‌کند؛ بنابراین درصدی از ظرفیت حمل و نقل جاده‌ای، راه‌آهن و دریایی به حمل و نقل فرآورده‌های چوبی اختصاص یافته است. بنادر و فاصله آنها به مراکز مصرف و کارخانجات تبدیل چوب نیز، در حمل و نقل آن نقش اساسی دارند. حتی بازار بورس به نحوی در ارتباط با چوب و کاغذ و سهام مربوط به کارخانجات آن در تلاش‌اند. بیش از چهارهزار و پانصد محصول مختلف از مشتقات چوب ساخته و پرداخته شده و به بازارهای جهان عرضه می‌گردد؛ و هنگامی که از چوب صحبت می‌شود، منبع تولید آن یعنی جنگل‌ها نیز مطرح می‌گردد.

## تاریخچه صنعت چوب در ایران

از قدیمی‌ترین آثار چوبی دوران اسلامی، دو ستون چوبی و قطعه‌ای خاتم کاری است که در ناحیه ترکستان غربی کشف شده و متعلق به قرن سوم هـ. ق است؛ تزئینات این آثار، شباهت زیادی به چوب‌بری‌های مسجد نائین در استان اصفهان دارد.

پس از ظهور دین اسلام در ایران، هنر منبت‌کاری (مورد استفاده در مبلمان کلاسیک) که بیشتر در کاخ‌های اشراف و میادین به چشم می‌خورد، کم‌کم به مساجد راه یافت و آثار منبت بر منبرها، درهای مساجد و رحل‌های قرآن مشاهده شد با طرح‌هایی از گل و بوته تزئین شده البته، غیر از طرح‌هایی که اساس گیاهی دارند مثل گل و بوته و طرح‌های اسلیمی که بیشتر در حاشیه صفحات قرآن کریم به کار رفته است، طرح‌های گل و بلبل نیز رنگ و بوی مذهبی گرفت. اهمیت صنعت چوب و حرفه و شغل درودگری از آیه ۳۷ سوره هود مشهود است که خداوند متعال به حضرت نوع (ع) می‌فرماید: «به ساختن کشتی در حضور و مشاهده ما مشغول شو...» تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد که حضرت نوح به امر پروردگار برای نجات قوم خود کشتی سه طبقه‌ای از چوب سرو ساخت.



شکل ۱-۱

در ایران باستان استفاده از چوب، رونق به سزایی داشته است. طبق مطالعات، مردمان بومی شمال ایران در حدود ۶۰۰۰ سال پیش، چوب را در کلبه‌سازی خود به کار می‌بردند و در دیگر آثار متعلق به ۵۰۰۰ سال قبل، مشخص شده که استفاده از چوب در این دوره متداول بوده است.

بقایای سفال، فلز یا دیگر آثار هنری، در طول هزاران سال باقی می‌ماند، اما پوسیدگی چوب، از جمله عواملی است که آگاهی ما را درباره آن، به حداقل می‌رساند. اکتشافات باستان‌شناسی در تپه‌های مارلیک گیلان (چراغعلی تپه) که در حوالی روستای نصفی از توابع رحمت‌آباد رودبار قرار داشته و قابل توجه است، زیرا رایج بودن استفاده از چوب و ارزش جنگل در ایران باستان را نشان می‌دهد؛ و مهم‌ترین آن ماکت گاوآهنی است با دیرک بلند که نقش چوب را در کشاورزی کهن به خوبی نمایان می‌سازد.

به طور کلی می‌توان گفت با آنکه انسان قبل از تاریخ، پناهگاه و محل امن زندگی خود را با غارنشینی آغاز کرد، ولی در گذشته‌ای دورتر، از چوب استفاده می‌کرده است. شواهد موجود از دوره هخامنشیان، نشان می‌دهد که در ایران باستان نیز ارزش جنگل و چوب کاملاً روشن بوده، و به همین دلیل درختکاری و به خصوص کشت درختان جنگلی، که فقط از نظر تولید چوب اهمیت داشته، از آیین پادشاهان هخامنشی بوده است. در این دوره، به غیر از صنایع جنگلی و استفاده از چوب در امور کشاورزی، کشتی‌سازی و خانه‌سازی نیز اهمیت به سزایی داشته و به طور شگرفی روبه ترقی بوده است.

در دوره ساسانیان، برای تاق‌سازی و گنبدها از چوب استفاده می‌شده، و این نوع تاق‌سازی، خود انقلابی در فن معماری به شمار می‌رفته است که امروزه نمونه آن را می‌توان در ساختمان بقعه بی‌بی شهربانو، که الگو گرفته از معماری ساسانیان است، ملاحظه نمود.

## نمونه‌ای از آثار ارزشمند صنایع چوب در دوران اسلام

در منبت کاری شده، با قوس جناقی و بازوهای با نقوش هندسی کنده کاری شده که با ۳۱ گل میخ فلزی تزئین شده است. کتیبه‌های کوچک روی دولنگه، به خط ثلث و زبان عربی، نام سازنده را «مرجان ابن عبدالله الحسینی» و تاریخ آن را ۷۵۴ هـ. ق معرفی می‌کند. این کتیبه‌ها درون دو دایره، و دایره‌ها درون دو مربع قرار دارند (شکل‌های ۱-۲ و ۱-۳).

محل نگه‌داری: موزه ملی ایران



شکل ۱-۳



شکل ۱-۲

در چوبی با گل‌میخ‌ها و کوبه‌هایی زیبا. درهای خانه‌های قدیمی، دو کوبه جداگانه برای زنان و مردان داشت. بر اساس تحقیقات به عمل آمده، منبر صاحب الزمان (عجل الله تعالی فرجه) در سال ۱۲۴۳ هـ. ق (در زمان فتحعلی شاه قاجار) توسط استاد محمد نجار خراسانی، و از چوب گردو و گلابی به شیوه منبت کاری و قلم‌زنی بسیار ظریف ساخته شده است.

در ساخت این منبر که از شاهکارهای صنعت و هنر چوب است، پیچ و میخ به کار نرفته و توسط استاد هنرمند ایرانی، اتصالات چوبی گره‌چینی شده چنان ماهرانه به هم پیوسته است که هر بیننده‌ای را به اعجاب و تحسین وامی‌دارد. بخش اصلی منبت‌کاری‌ها از چوب گردو و گلابی است و دارای ۷/۵ متر ارتفاع و ۱۴ پله است. این منبر زیبا از عرشه منبر، دو چارچوب و سر در، یکی سر در پله‌ها با چارچوب و دو لنگه در ورودی، دیگری سردر و تاج بالای عرشه، دیواره اطراف منبر به صورت مشبک و منبت‌کاری است. ابعاد عرشه منبر ۱۱۴ در ۱۱۲ سانتی‌متر، ارتفاع در ورودی منبر ۱۷۵ و عرض هر لنگه در، ۵۰ سانتی‌متر است. بلندی سردر پله ۳۰۰ و تاج سردر ۷۵ سانتی‌متر است. سردر عرشه نیز ۲۵۰ سانتی‌متر ارتفاع دارد و عرض شبکه طرفین پله‌ها ۶۵ سانتی‌متر است.

در پیشانی سردر عرشه، عبارت «الخطبة وعید المؤمنین» به صورت منبت شده مکتوب است و در طرفین آن نوشته شده:

«قال النبي (ص): إذا صعد الخطيب على المنبر لا تحذثن أحدكم.»

این منبر اکنون پس از گذشت نزدیک به دو قرن، همچنان محکم و استوار مانده و به دقت از آن نگهداری می‌شود. گفتنی است، که در سال ۱۳۲۰ شمسی، یک بار توسط استادان ماهر مختصر تعمیری یافت و در سال ۱۳۲۵ شمسی، تعمیر آن توسط مرحوم استاد حیدر نیکنام گلپایگانی مدت پنج سال به طول انجامید. در حال حاضر این منبر در مسجد گوهرشاد حرم رضوی (مشهد مقدس) نگهداری می‌شود (شکل ۱-۴).



شکل ۱-۴- منبر صاحب‌الزمان (عج)

ستون‌های چوبی سقف عمارت عالی قاپو در اصفهان، مزین با چوب‌های نفیس و رنگ‌های گوناگون هستند. مقاومت مکانیکی این چوب‌ها در برابر فشار موازی با الیاف، کشش و خمش، بسیار مشهود بوده و قابل توجه است.

این آثار به جامانده از سال ۱۰۵۷ هجری شمسی، جزء میراث فرهنگی بوده و از آن محافظت می‌گردد (شکل ۱-۵).



شکل ۱-۶



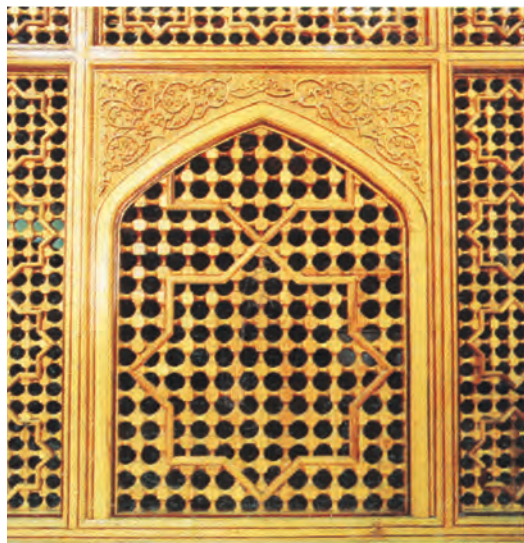
شکل ۱-۵



شکل ۱-۷

کاخ چهل‌ستون اصفهان، که ستون‌های آن از چوب چنار بوده، و روی آن با ورق‌های روکش چوبی ضخیم مزین به شیشه‌های رنگی پوشانده شده است. این اثر تاریخی مربوط به دوره سلطنت هفتمین پادشاه صفویه (شاه عباس دوم)، در سال ۱۰۵۷ هجری شمسی ساخته شده و نمایانگر مقاومت بالای مکانیکی چوب است.

از این گونه آثار ارزنده چوبی که حاصل دست توانمند صنعتگران ورزیده قدیمی است، به عنوان میراث فرهنگی کشور، در اقصی نقاط سرزمین عزیزمان دیده می‌شود (شکل‌های ۱-۶ و ۱-۷).



شکل ۱-۹

دیوار چوبی - گوه ماسوره‌ای با منبت اسلیمی طرح سنتی (آستان قدس رضوی) (شکل‌های ۱-۸ و ۱-۹).



شکل ۱-۸



شکل ۱-۱۰

فضاهای اسلامی، ساخته و پرداخته ذهن و دست هنرمندان مسلمانی است که با آموزه‌های دینی، سعی کرده‌اند در بسترهای مختلف و با بهره‌گیری از انواع فنون و مواد چوبی، پیام‌های فراوانی را منتقل نمایند؛ از جمله روی درهای چوبی منبت کاری شده که با انواع نقوش اسلیمی، ختایی و هندسی و مشبک کاری بسیار زیبا، تزئین شده‌اند. بهترین آثار هنری چوبی خلق شده را می‌توان در ساختمان مساجد و اماکن مقدس مشاهده کرد (شکل ۱-۱۰).



شکل ۱-۱۱

«مسجد چوبی»، مسجدی مقاوم در برابر زمین‌لرزه است که پس از انقلاب، توسط مهندس ایرانی، با طرحی بسیار زیبا و جذاب، و با استفاده از انواع چوب‌های رنگارنگ و متنوع به شکل منحصر به فردی در پنج کیلومتری شهرستان نیشابور (در استان خراسان رضوی) بنا گردیده و در ساخت آن، از انواع اتصالات چوبی با سازه‌ای محکم و استوار استفاده شده است (شکل ۱-۱۱).

هنرمندان مسلمان و خوش ذوق اسلامی کشورمان، احادیث و عبارات‌های مذهبی را بسیار ماهرانه روی سازه‌های چوبی مانند درها، پنجره‌ها و منابر، به عنوان تزئینات اماکن مقدس به صورت معرق، گره‌چینی، خاتم و منبت‌کاری به کار برده و سالیان دراز است که عرصه رقابت فرهنگی و صنایع چوب خود نموده‌اند. در یک قطعه از کتیبه معرق آستان قدس رضوی (تصویر زیر) شکل ۱۲-۱ که ملاحظه می‌نمایید، به کلام رسول مکرم اسلام حضرت محمد(ص) مزین است و در یکی از خطوط آن پیامبر فرموده‌اند:

«أنا مدينة العلم وعلی بابها»

«من شهر علم هستم و علی در ورود به آن است.»



شکل ۱۲-۱



شکل ۱۳-۱

کار با چوب، به‌طور عمده به شش رشته نجاری، نازک‌کاری، منبت‌کاری، معرق‌کاری و خاتم‌کاری تقسیم می‌شود که هریک، زیبایی خاص خود را دارد. یکی از رشته‌های کهن و زیبای کار با چوب، نجاری نازک کاری یا «رسی‌سازی» است.

در هنر ارسی‌سازی، هیچ میخ و چسبی به کار نمی‌رود و تمام نقش‌ونگارهای آن، به‌وسیله اتصالات ظریف چوب (کام و زبانه) به هم وصل می‌شوند. برای این کار، ابتدا طرح اولیه با اطلاعاتی از هندسه و مثلثات، روی کاغذ تهیه شده و سپس با



دقت و ظرافت فراوان، چوب‌ها بریده و شیشه‌ها با مهارت خاصی کنار هم چیده می‌شوند. در واقع هنر ارسی‌سازی، پیوندی بین نازک‌کاری چوب، شیشه‌بری و نجاری و طراحی است. ارسی، پنجره‌ مشبکی است که به‌جای گشتن روی لولا، بالا رفته و در محفظه‌ای که در نظر گرفته شده جای می‌گیرد. ارسی معمولاً در اشکوب کوشک‌ها و پیشانی و رواق ساختمان‌های سردسیری دیده می‌شود. نقش شبکه‌ای ارسی معمولاً مانند پنجره و روزنه‌های چوبی است (شکل ۱۳-۱).

ارسی‌سازی، که از هنرهای رو به فراموشی است، شامل در و پنجره‌های مشبک با شیشه‌های رنگی می‌باشد که درعین حال که حفاظ مناسبی در برابر آفتاب گرم و تابان ایران به حساب می‌آید، نور را در رنگ‌های متنوع و متعدد منعکس می‌کنند؛ و این تنوع، جلوه‌ای خاص به تزئینات وابسته به بنا می‌بخشد. قدیمی‌ترین آثار ارسی‌سازی در ایران، مربوط به عصر صفویه می‌باشد که در نقاط مختلف کشور و در بناهای مربوط به این عصر دیده شده است. ارسی‌سازی، پس از تلفیق با هنر قواره‌بری عصر قاجار، اوج و عظمتی دوچندان می‌یابد. این هنرمندان در نهایت دیانت و قناعت و حوصله، با کمترین امکانات (تیشه، اره، رنده و سوهان) با نیروی عقل سلیم خود، زیبایی وصف‌ناشدنی آفریدند که قلم و زبان از توصیف آن عاجز است.

هنر نازک‌کاری، هنر ریزه‌کاری و نقش و نگار است که از گذشته دور تا به حال، نقش ویژه‌ای در میان افراد داشته و انتظار می‌رود که در آینده دور، پررونق‌تر شده و روز به روز بر زیبایی آن افزوده شود (شکل ۱۴-۱).



شکل ۱۴-۱

## صنعت مبلمان و جایگاه آن در اقتصاد کشور

امروزه با تغییر شیوه زندگی، سطح درآمد و رشد اقتصادی، صنعت مبلمان از شکل و چارچوب قبلی خود یعنی تولید صندلی، میز یا تخت خواب، به تولید دامنه وسیع تری از مبلمان خانگی و اداری، و همچنین معماری داخلی تغییر کرده، که این امر، موجب جهش و رونق اقتصادی در صنعت مبلمان شده است. میل سازی، در حقیقت تلفیق هنر، علم و صنعت است؛ یعنی با به کار بردن ماشین آلات و تجهیزات و خلاقیت و هنر، محصولی ساخته می شود که زینت بخش منازل و دفاتر خواهد بود. صنعت مبلمان در طول سال های گذشته، دستخوش تغییرات قابل توجهی شده، و امروزه جزء صنایع کاربردی به حساب آمده و توان ایجاد اشتغال بالایی دارد.

## ارتباط مبلمان با سایر بخش ها

به طور کلی «زنجیره تأمین» شامل تأمین کنندگان عمومی، تأمین کنندگان خاص، تولید کنندگان و توزیع کنندگان به شرح زیر می باشد:

۱- تأمین کنندگان عمومی، شامل بخش هایی از سایر صنایع است که با صنعت مبلمان در ارتباط هستند، مانند؛ صنایع فلزی، صنایع شیمیایی، صنایع کشاورزی و جنگلداری. تأمین کنندگان خاص، مواد اولیه را از طریق تأمین کنندگان عمومی تهیه کرده و طی فرآیندی، آن را به مواد اولیه خاص صنعت مبلمان تبدیل می کنند. با قطع درختان جنگلی، تخته و محصولات نیمه آماده مورد نیاز صنعت چوب، در کارخانه های چوب بری و الوار سازی تولید می شود.

۲- ماشین آلات تولید و رنگ کاری و سایر لوازم فلزی مورد استفاده در ساخت مبلمان، در بخش صنایع فلزی تهیه می شود.

۳- در صنایع شیمیایی نیز محصولاتی مانند رنگ، چسب، روکش و فوم به عنوان مواد اولیه مبلمان تهیه می شود.

۴- از بخش کشاورزی و دامداری، منسوجات و چرم طبیعی برای کاربرد در مبلمان استفاده می شود.

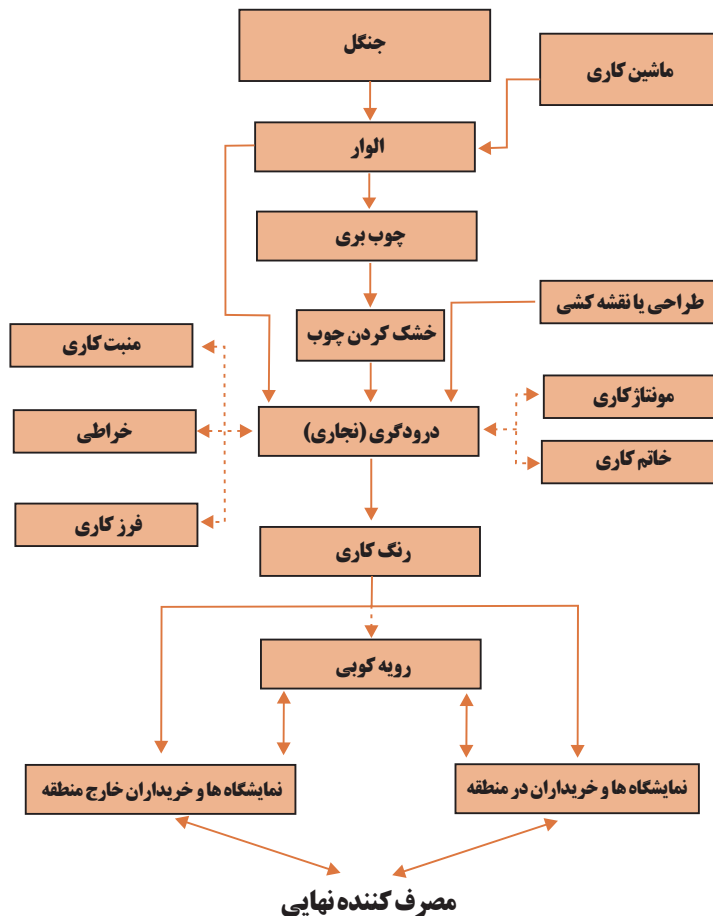
۵- توزیع، فروشندگان عمده و خرده فروشان به توزیع و فروش مبلمان به مصرف کننده نهایی می پردازند و همچنین برخی از تولید کنندگان به طور مستقیم به عرضه محصولات به مصرف کننده نهایی می پردازند.

## فرآیند تولید مبلمان چوبی

فرآیند تولید مبلمان چوبی، شامل مراحل زیر است:

- ۱- تأمین چوب
- ۲- خشک کردن
- ۳- طراحی
- ۴- برش کاری و رندیدن و اندازه کردن قطعات
- ۵- سوراخ کاری
- ۶- مونتاژ قطعات
- ۷- پرداخت کار
- ۸- رنگ کاری
- ۹- رویه کوبی (در صورت نیاز)
- ۱۰- کنترل نهایی و بسته بندی

در صورت تأمین مستقیم، چوب برش داده شده و به شکل تخته های چوبی در می آید. در مرحله خشک کردن، چوب متناسب با نوع و درصد رطوبت و شرایط آن، رطوبت زدایی می شود. معمولاً خشک کردن به صورت طبیعی، ۶ ماه تا یک سال و با دستگاه (به طور مصنوعی) به مدت ۸ تا ۲۰ روز طول می کشد. کارگاه های بزرگ از سیستم های چوب خشک کن، و اغلب کارگاه های متوسط و کوچک، از محیط خشک، و یا چوب خشک شده ای که خریداری می شود، استفاده می کنند. فرآیند عمومی تولید مبلمان در نمودار ۱ نشان داده شده است.



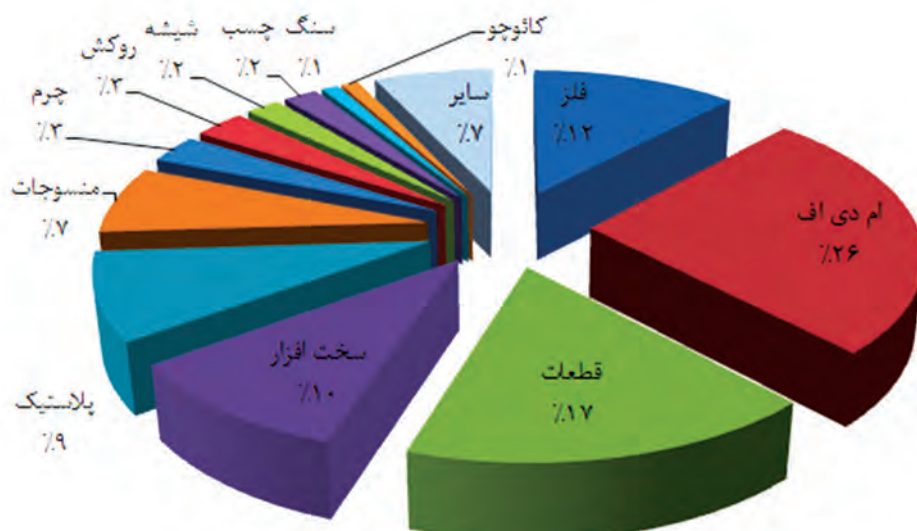
شکل ۱۵-۱- نمودار ۱- فرآیند عمومی تولید مبلمان

طراحی در فرآیند تولید، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و تأثیر به‌سزایی در رقابت دارد. هدف اصلی این بخش بالا بردن زیباسازی فیزیکی، هماهنگی با احساسات درونی انسان، بهبود عملکرد فیزیکی و روانی، و همچنین حضور موفق در بازارهای جهانی است. پس از طراحی، قطعات محصول بر اساس مشخصات و ابعاد، طراحی شده و برای عملیات برشکاری، فرزکاری و ... به واحد نجاری منتقل می‌شود. سپس اجزای چوبی به یکدیگر متصل و چارچوب اصلی محصول را شکل می‌دهند. در ادامه، عملیات سنباده‌زنی و پرداخت، و سرانجام رنگ‌کاری

با پیستوله انجام می‌شود. (امروزه علاوه بر رنگ‌کاری، برای جلوه بهتر روکش چوب، از ورق‌ها یا نوارهای روکش استفاده می‌شود). در تولید انبوه از سیستم رنگ‌کاری استفاده می‌شود. در مرحله رویه‌کوبی (پس از رنگ‌کاری شدن اسکلت چوبی)، ابتدا نوار کف زده می‌شود و با چسباندن فوم و ابر و لایه‌های مربوط، عملیات رویه‌کوبی پارچه روی اسکلت چوبی با استفاده از چسب و منگنه انجام می‌شود تا شکل نهایی محصول بدست آید. مواد اولیه این بخش از تولید، شامل پارچه، فوم، فنر و سایر یراق آلات است.

## مواد اولیه و محصولات

تنوع مواد اولیه مصرفی در تولید محصولات مبلمان، موجب شده که تولیدکنندگان در این صنعت، با تأمین‌کنندگان زیادی در ارتباط باشند. براساس میزان و نقش این مواد در فرآیند تولید، تأمین آن بر محصول نهایی تأثیر دارد. طبق گزارش منتشر شده توسط فدراسیون تولیدکنندگان مبلمان اروپا، سهم مواد مصرفی در تولید مبلمان براساس تأمین به صورت شکل زیر است. مواد تشکیل‌دهنده مبلمان عبارتند از چوب، یراق آلات، فلز، قطعات، پلاستیک، منسوجات، چرم و... که مطابق نمودار ۲ به ترتیب چوب، تخته و ام دی اف (۲۶٪)، قطعات (۱۷٪)، و فلز (۱۲٪) بیشترین سهم را در تولید مبلمان دارند.



شکل ۱۶-۱- نمودار ۲

استانداردهای موجود: استانداردهای تخصصی صنعت مبلمان که توسط سازمان ملی استاندارد ایران منتشر شده، عبارتند از:

جدول ۱-۱

شماره	موضوع	سال	ICS_Code
۲۳۰۱	آیین کاربرد سطوح لازم برای مبلمان آپارتمان‌های مسکونی	۱۳۷۰	۱۴۰/۹۷
۱۶۱۴	مبلمان - قفسه کتاب - ویژگی‌ها	۱۳۸۳	۱۴۰/۹۷
۷۴۹۳	مبلمان خانگی - میزها روش‌های آزمون برای تعیین استحکام، دوام و پایداری	۱۳۸۳	۱۴۰/۹۷
۸۲۶۶	چرخ‌های گردان مبلمان - الزامات	۱۳۸۴	۱۴۰/۹۷
۱۹۱۲	مبلمان - قفسه لباس مراکز آموزشی - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون	۱۳۸۶	۱۴۰/۹۷
۲۰۳۲	مبلمان - صندلی دسته دار - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون	۱۳۸۶	۱۴۰/۹۷
۲۰۳۶	مبلمان - میز نقشه کشی مدارس - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون	۱۳۸۶	۱۴۰/۹۷
۹۱۸۴	مبلمان خانگی - نشیمنگاه‌ها - الزامات پایداری و روش‌های آزمون	۱۳۸۶	۱۴۰/۹۷
۱-۹۶۹۷	مبلمان - میز و صندلی مراکز آموزشی - قسمت اول - ابعاد عملکردی	۱۳۸۶	۱۴۰/۹۷
۱-۹۶۹۸	مبلمان اداری - میزها - قسمت اول - ابعاد	۱۳۸۶	۱۴۰/۹۷
۲-۹۶۹۷	مبلمان - میز و صندلی مراکز آموزشی - قسمت دوم - الزامات ایمنی و روش‌های آزمون	۱۳۸۶	۱۴۰/۹۷
۲-۹۶۹۸	مبلمان اداری - میزها - قسمت دوم - الزامات ایمنی مکانیکی	۱۳۸۶	۱۴۰/۹۷
۳-۹۶۹۸	مبلمان اداری - میزها - قسمت سوم - روش‌های آزمون برای تعیین پایداری و استحکام ساختار مکانیکی	۱۳۸۶	۱۴۰/۹۷
۹۶۹۹	مبلمان اداری - صندلی‌ها - الزامات ایمنی، دوام و روش‌های آزمون	۱۳۸۶	۱۴۰/۹۷
۱۱۵۲۷	مبلمان خانگی - نشیمنگاه‌ها - روش‌های آزمون برای تعیین استحکام و دوام	۱۳۸۷	۱۴۰/۹۷
۱-۱۱۳۸۸	مبلمان اداری - صندلی‌های گردان - ابعاد و روش تعیین ابعاد	۱۳۸۷	۱۸۰/۱۴۰، ۱۳/۹۷

به گفته فعالان هنر صنعت مبلمان، این استانداردها قدیمی بوده و نیازمند به‌روز رسانی منطبق با استانداردهای جهانی و بازرنگری می‌باشند؛ که از جمله می‌توان به استانداردهای جهانی زیر اشاره کرد:

مبلمان خانگی، شامل: DIN V ENV ۱۲۵۲۰، DIN EN ۱۰۲۲، DIN EN ۱۷۲۸، DIN EN ۱۳۷۵۹، EN ۴۳۰، GZ-RAL و ... .

مبلمان آشپزخانه، شامل: NE۱۴۷۴۹، NE۱۱۱۶، NID۶۸۹۳۰.

مبلمان اداری، شامل: DIN ۴۵۴۵، DIN ۴۵۵۳، DIN EN ۵۲۷.

صندلی اداری با استانداردهای: DIN EN ۱۳۳۵، DIN ۴۵۵۴ و DIN ۴۵۵۰.

## کیفیت تولیدات

زیرا ارائه این محصولات، نیازمند نمایشگاه وسیع و مناسبی است تا بتوان محصولات را در معرض دید مشتریان و مصرف‌کنندگان قرار داد؛ بنابراین هزینه نمایشگاهی و فروش در این صنعت رقم قابل توجهی از قیمت فروش را به خود اختصاص می‌دهد. طبق بررسی‌های انجام شده بر اساس خوشه صنعتی مبلمان تهران، این بخش تا ۵۰ درصد قیمت فروش محصولات خانگی را تشکیل می‌دهد. این ویژگی محصول مبلمان، سبب می‌شود تا فضای لازم برای تولید و عرضه افزایش یابد.

به طور کلی دوام و کیفیت مبل، به عواملی مانند طرح مبل، نوع مواد اولیه (از قبیل چوب، تخته خرده چوب (نئوپان)، روکش طبیعی یا مصنوعی، (ام‌دی‌اف)، یراق‌آلات و پارچه، و تکنیک ساخت بستگی دارد. از جمله عوامل موفقیت محصول، همگامی کیفیت آن با استانداردهای متداول و مورد درخواست مشتریان است که متأسفانه این ویژگی در مصنوعات چوبی و مبلمان کشور وجود ندارد.

صنعت مبلمان از جمله صنایعی است که بخش نمایشگاهی و فروش در آن اهمیت فراوانی دارد،

## مزیت‌های رقابتی و نسبی

در این بخش، به تحلیل مزیت‌ها و استعدادهای بالقوه تولید مبلمان که شامل منابع طبیعی، مواد اولیه، نیروی انسانی، قوانین و مقررات، بازار مصرف و... می‌باشد، پرداخته شده است. این مزیت‌ها و استعدادهای بالقوه بالفعل عبارتند از:

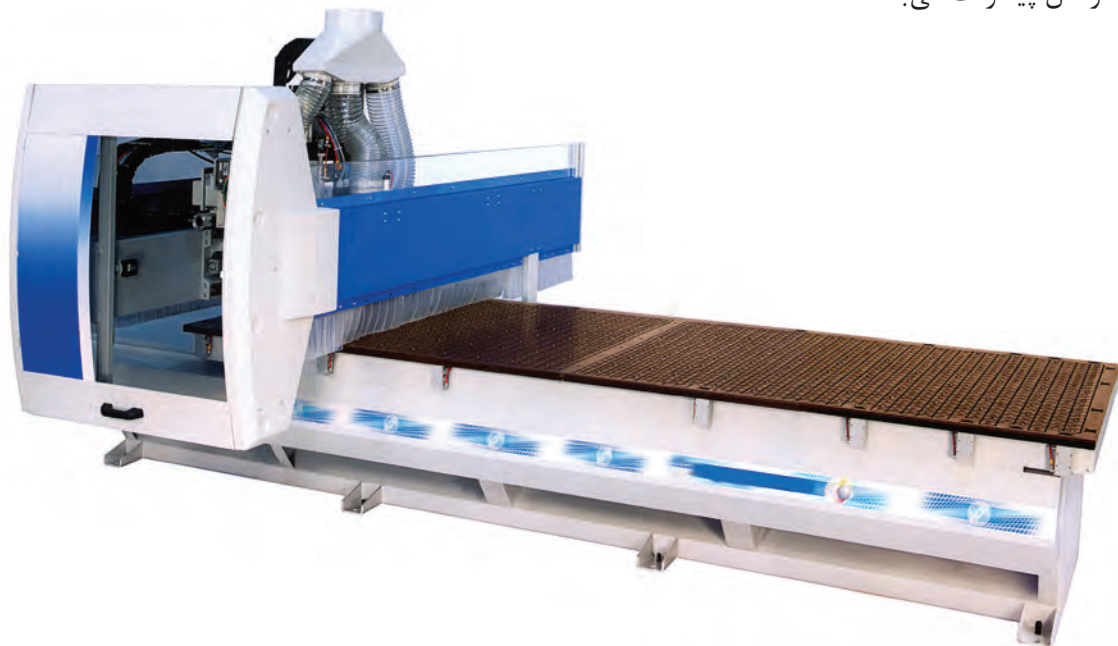
- کارایی بالای سرمایه‌گذاری صنعت مبلمان نسبت به سایر صنایع
- سهولت ورود به صنعت مبلمان برای تازه واردها
- اشتغال‌زایی مناسب صنعت مبلمان در کشور (مستقیم و غیر مستقیم)
- پایین بودن حق ورودی گمرک ماشین‌آلات و تجهیزات
- افزایش تقاضای مبلمان در جهان
- سهم تولید بالای کارگاه‌های کوچک صنعت مبلمان، نسبت به کارگاه‌های مشابه سایر صنایع کشور
- خصوصی بودن بخش عمده‌ای از کارگاه‌های صنعتی مبلمان
- شکل‌گیری خوشه‌های صنعت مبلمان در کشور
- عدم نیاز به سرمایه اولیه سنگین برای تولید محصولات
- پایین بودن سطح دستمزد در کشور نسبت به سایر کشورها

- احداث شهرک صنعتی مبلمان در کشور
- بزرگ بودن جامعه بازار هدف مبلمان در کشور
- کاهش هزینه‌های تولید از طریق برون سپاری تولید بخشی از محصولات مبلمان به تولیدکنندگان خارجی
- موقعیت مناسب جغرافیایی ایران در منطقه و سهولت دسترسی به بازارهای هدف بین‌المللی
- جایگزین شدن مبلمان به عنوان کالای مصرفی به جای یک کالای رفاهی
- اقبال و علاقه عمومی مردم برای استفاده از مبلمان به صورت فراگیر
- مصرف پایین انرژی در صنعت مبلمان نسبت به سایر صنایع کشور
- وجود استادکاران زبده در صنف مبلمان به عنوان یک سرمایه انسانی
- عدم وجود وابستگی شدید صنعت به ابزارها و فناوری‌های پیچیده

## فناوری‌های نوین در رشته صنایع چوب و مبلمان

در کارخانجات صنعتی، دستگاه‌هایی وجود دارد که برخلاف دستگاه‌های رایج، باید برای ماشین‌کاری به صورت رایانه‌ای برنامه‌ریزی شوند. به این دستگاه‌ها ماشین‌های کنترل عددی یا ماشین‌های C.N.C (Computer Numerical Control) می‌گویند.

امروزه دستگاه‌های C.N.C در صنعت وارد شده (شکل ۱۷-۱) و با وجود گران بودن، در بسیاری از کارگاه‌ها و کارخانه‌های تولیدی، به خاطر سرعت، دقت و قابلیت‌های خاص خود، به‌طور وسیعی مورد استفاده قرار گرفته، و شیوه‌های کنترلی، روش‌های برنامه‌نویسی و روش‌های تراشه‌برداری آنها، روز به روز و لحظه به لحظه در حال پیشرفت می‌باشد.



شکل ۱۷-۱

پس از اختراع رایانه و راه یافتن آن به عرصه صنعت، رفته رفته دخالت انسان در طراحی، رسم، ماشین کاری، کنترل فرآیندها، مدیریت تولید و... کمتر شد، و سرعت و دقت به وجود آمده، زمینه ساز تحولات چشم گیری در تولید قطعه های پیچیده در کمترین زمان گردید، به طوری که امروزه بسیاری از مراحل ساخت یک قطعه، توسط رایانه انجام می شود.

امروزه برای تولید یک قطعه پیچیده، کافی است طرح، نقشه و جنس قطعه مورد نظر به رایانه داده شود، و در زمان کوتاهی، آن قطعه در حالی که ماشین کاری شده، از روی میز دستگاه C.N.C تحویل گرفته شود. در شیوه های CAD/CAM هدف این است که با دادن اطلاعات رایانه ای به سیستم، از قبیل نقشه یا ابعاد قطعه، سیستم در جواب، قطعه مورد نظر را ساخته، یا مدل کرده و تحویل دهد.

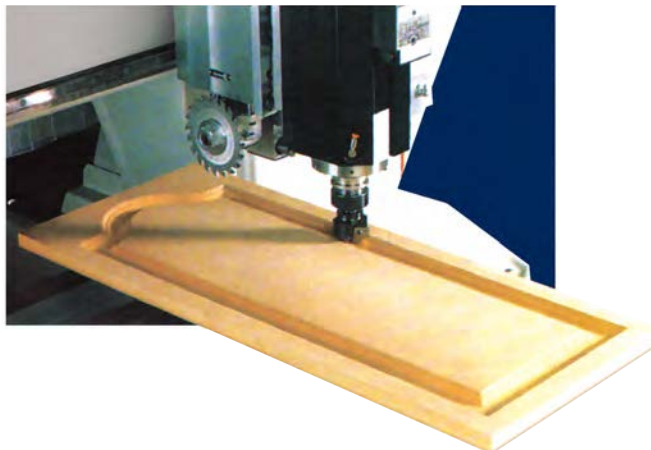
ساخته شدن ماشین های C.N.C تحولی در صنعت ایجاد کرد و سرعت و دقت ساخته شدن قطعات را بسیار افزایش داد؛ و بنابر مشاهدات و آنچه حدس زده شده، تعداد ماشین های کنترل عددی در ایران، بیش از آلمان است، که بیشتر این ماشین آلات نیز در اختیار شرکت های دولتی و نظامی می باشد. با توجه به این که در ایران ماشین های کنترل عددی نیز ساخته یا به عبارت درست تر مونتاژ می شود، و با توجه به قیمت مناسب آنها، این گونه ماشین ها به تدریج جای خود را در صنایع و کارخانجات کوچک باز می کنند. گروه ماشین سازی تبریز از جمله کارخانجات سازنده ماشین های کنترل عددی است.

زبان برنامه نویسی همه ماشین های کنترل عددی به صورت G-Coding است که البته بعضی از کنترل های فرمانگیر، دارای زبان های خاص خود هستند. ناگفته نماند که در ماشین های مختلف، تعاریف متفاوتی برای کدها در نظر گرفته شده است.

پیش از این، نوشتن برنامه های ماشین های کنترل عددی، محدود به نوشتن برنامه دستی و محاسبه مختصات نقاط حرکت بود، اما اکنون با بودن نرم افزارهای بسیار قوی حجم سازی صنعتی و برنامه سازی، امکان طراحی و ساخت قطعات بسیار پیچیده صنعتی نیز فراهم آمده است.

#### قابلیت های ماشین های C.N.C در صنایع چوب:

ماشین های C.N.C قابلیت انجام کارهای مختلف مثل: برش، دور کردن، شیارزنی، سوراخ کاری، فرز کاری، لبه چسبانی، سنباده زنی و... را دارد که در شکل، نمونه ای از آن آورده شده است (شکل ۱۸-۱).



شکل ۱۸-۱- اجرای فرم روی چوب با دستگاه CNC



## ضرورت ایجاد رشته صنایع چوب و مبلمان

با آنکه واژه چوب به طور کلی برای همه افراد مانوس و آشنا است، ولی ناآگاهی از پایه‌های علمی و رفتار غیراصولی و غیر فنی با این ماده، باعث هدر رفتن بیش از حد چوب و کم‌دوام‌تر شدن آن می‌شود. این مسأله در کشور ما که با کمبود منابع تولید چوب مواجه هستیم، اهمیت بیشتری دارد و باید با تربیت هر چه بیشتر و بهتر متخصصان در رشته‌های مختلف صنایع چوب و مبلمان، در هر یک از مقاطع تحصیلی، از اتلاف این ماده گرانبها جلوگیری کنیم. در مقطع کاردانی پیوسته رشته «تکنولوژی چوب» و همچنین کاردانی «سازه‌های چوبی و تولید مبلمان» ضمن آشنایی با خواص مختلف چوب و عواملی که در تغییرات این خواص تأثیر می‌گذارند، با حفاظت، تبدیل، کاربردهای متفاوت چوب و مدیریت واحدهای تولید آشنا می‌شوند. به این ترتیب، دانش‌آموختگان این دوره‌ها، چوب را در واحدهای تولیدی به‌طور اصولی‌تر و صحیح‌تر به کار می‌برند و از هنگام قطع درخت تا زمان تولید فرآورده‌های مصرفی بر آن نظارت دارند و می‌توانند در مراحل اجرایی روند تولیدات چوبی خدمت کنند. دانش‌آموختگان این دوره، می‌توانند در مجتمع صنایع تبدیل مکانیکی و شیمیایی چوب بخش‌های دولتی، دفاتر صنایع چوب سازمان جنگل‌ها و مراتع، واحدهای تولیدی خصوصی تولید سازه چوبی و مبلمان، نمایشگاه‌های فروش مبلمان، نصاب انواع مبلمان و کابینت و خدمات پس از فروش مبلمان و مؤسسات آموزشی و پژوهشی مشغول به کار شوند.

در کشور ما، برخی از واحدهای دانشگاه دولتی، یا در گذشته دارای این رشته‌ها بوده و یا در حال حاضر اقدام به پذیرش دانشجو می‌نمایند.

در حال حاضر رشته صنایع چوب، شامل گرایش‌های مشخصی برای ادامه تحصیل در مقاطع عالی (و در برخی از گرایش‌ها در سطح دکتری) در دانشگاه‌های مختلف کشور می‌باشد.

### گرایش‌های رشته صنایع چوب

- ۱- صنایع چوب
- ۲- فرآورده‌های چند سازه چوب
- ۳- حفاظت و اصلاح چوب
- ۴- بیولوژی و آناتومی چوب
- ۵- صنایع خمیر و کاغذ
- ۶- طراحی و مهندسی چوب
- ۷- مهندسی صنایع مبلمان
- ۸- اقتصاد و بازار چوب
- ۹- تولید سازه‌های چوبی
- ۱۰- تولید فرآورده‌های صفحه‌ای

## مشاغل مربوط به رشته صنایع چوب و مبلمان

### الف - کمک تکنسین مبلمان صفحه ای

#### ۱ کابینت ساز



#### ۲ تولید مبلمان کودک و نوجوان



#### ۳ تولید مبلمان اتاق خواب



#### ۴ دکوراسیون منزل و نمایشگاهی



## ب - کمک تکنسین مبلمان چوبی

### ۱ تولید مبلمان منزل



### ۲ تولید مبلمان اداری



### ۴ ساخت خانه های چوبی



### ۳ در و پنجره سازی



### ۵ هنرهای دستی (معرق و منبت)





۱ ارزش و اهمیت رشته صنایع چوب را با مصداقی از آیات الهی به صورت یگ گزارش در کلاس ارائه کنید.

۲ درباره اهمیت تربیت نیروی انسانی متخصص در رشته صنایع چوب و مبلمان در کلاس بحث و گفت‌وگو و نتیجه‌گیری کنید.

۳ مزیت‌های رقابتی صنایع چوب و مبلمان نسبت به سایر صنایع به صورت گزارش تهیه شود و در کلاس ارائه نمایید.

۴ ضرورت ایجاد رشته صنایع چوب و مبلمان و تأثیر آن در زندگی روزمره را با تهیه تولیدات چوبی در منزل خود بررسی نموده و به هنرآموز خود ارائه نمایید.

۵ انواع هنرهای چوبی را دسته‌بندی و به صورت فلوجارت یا روزنامه‌دیواری در کلاس با فعالیت سایر دوستان خود مقایسه کنید.

## فصل ۲

# مواد اولیه چوبی و کاربرد آنها



■ شناسایی مواد اولیه چوبی و کاربرد آنها

## صنایع چوب و مبلمان در یک نگاه

اگر به اطراف خود نگاه کنید یا به اشیاء و لوازم موردنیاز خود توجه کنید مشاهده خواهید کرد که چوب چه میزان از احتیاجات شما را برآورده می‌کند. صبح که از خواب برمی‌خیزید، در اطراف خود تعدادی وسایل و لوازم چوبی مشاهده خواهید کرد. برای صبحانه به آشپزخانه می‌روید و یا صبحانه را روی میز غذاخوری صرف می‌کنید و سپس به وسیلهٔ دوچرخه یا اتوبوس و اتومبیل به مدرسه یا محل کار خود حاضر می‌شوید، خواهید دید که تختخواب، کابینت آشپزخانه، میز غذاخوری، کف پوش چوبی (پارکت) منزل از چوب ساخته شده است. شما در مدرسه روی میزهای چوبی می‌نشینید و با مداد چوبی روی کاغذ می‌نویسید. این کاغذها از چوب ساخته شده و هم‌چنین کاغذ کتاب‌های شما نیز از چوب تهیه شده است. آیا کتاب شما عکس‌هایی هم دارد که با دوربین گرفته شده است؟ فیلم عکاسی یکی دیگر از محصولات درخت است. تخته‌سیاه، در و پنجره اتاق، قفسه کتابخانه مدرسه، میز تحریر و صندلی دفتر مدرسه از چوب ساخته شده است. شما وقتی غذای خود را روی آتش و یا زغال می‌پزید، این گرما از هیزم تأمین می‌شود. تا کنون از چند نوع محصولات دیگر درخت و چوب استفاده کرده‌اید؟ امروزه با بررسی‌هایی که انجام گرفته است قریب به ۵۰۰۰ نوع محصولات و تولیداتی وجود دارند که از چوب و دیگر مشتقات درخت به‌طور مستقیم و یا غیرمستقیم استفاده شده است. چوب در گونه‌های مختلف و در کیفیت‌های متفاوت و در شکل‌های گوناگون توانسته است بسیاری از نیازهای اجتماعی و اقتصادی بشر را برآورده سازد و همراه با پیشرفت روزافزون تمدن و گسترش این نیازمندی‌ها و تقاضاها برای محصولات چوبی نیز به سرعت افزایش می‌یابد.

در دوره ساسانیان کلاف‌های چوبی در میان جررها استفاده می‌شده و از چوب برای قالب‌سازی تاق گنبدها و انواع کشتی‌ها استفاده می‌کردند. مصارف جنگی چوب در این دوره برای ساخت سپرهای پیاده‌نظام و منجنیق‌های بزرگ که با فیل‌های قوی‌هیکل حمل می‌شدند، بوده است.



شکل ۱-۲

ابزارهای موسیقی دوره ساسانیان (مانند امروز) از قبیل عود، چنگ را از چوب می‌ساختند. پس از ورود دین حنیف اسلام به ایران، آثار مهم صنایع چوب و به ویژه صنایع مربوط به ساختمان و تزئینات درب و پنجره را می‌توان در ابنیه مذهبی و مساجد

جست‌وجو کرد، به‌ویژه در ساختن منبرهای چوبی شاهکارهای هنری بسیاری به‌کار رفته است. به غیر از هنرهای دروگری، تزئینات ابنیه مقدسه، قصرهای سلطنتی، سایر هنرهای ظریف محلی هم مانند: خراطی‌های ظریف چوب زیتون در گیلان، جعبه‌سازی پرنقش و نگار ارومیه، قاشق‌های شمشاد، کار قزوین و بالاخره صدها هنر زیبای دیگر<sup>۱</sup> مربوط به چوب در ایران وجود داشته و دارد، ضمناً صنایع محلی از قبیل: کفش چوبی‌سازی و ... در گذشته در نقاط مختلف کشور دیده می‌شد.

۱- دسته افزار، گهواره، خانه‌سازی، تختخواب، وسایل کشاورزی، کشتی و قایق‌سازی، وسایل نخ‌ریسی و بافندگی، وسایل جنگی و شکار، میز و نیمکت و در و پنجره‌سازی و سوخت.

مصرف چوب به عنوان تکیه‌گاه ریل خطوط قطار (تراورس) و همچنین ساختن انواع اتاقک‌های متحرک چوبی مانند واگن، اتاق ماشین و قطار، خانه‌های پیش‌ساخته چوبی و غیره هر یک بازگوکننده نقش چوب در تکامل تمدن انسان‌ها است. تا پایان جنگ جهانی اول حدود ۴۰۰۰ مورد مختلف برای کاربرد چوب شناسایی شده بود.

پس از ظهور دین مبین اسلام و پیشرفت آن در ایران بهترین آثار هنری چوبی را می‌توان در ساختمان مساجد، اماکن مقدسه مانند در و پنجره، منبر و کنده‌کاری‌ها و شبکه‌سازی‌های نورگیرها یافت که اکثر آنها تا سال‌های اخیر با وسایل دستی ساخته می‌شد.

صنایع چوب با پیدایش ماشین‌آره در اروپا (در سال ۱۸۰۸ میلادی در انگلستان به شکل امروزی) تحول تازه‌ای یافت و در سایر نواحی دنیا به مرور زمان دستگاه‌های دستی به ماشین‌های تبدیل تغییر یافت. در ایران ابتدا چوب‌بری‌ها و سپس سایر کارخانه‌های تبدیل چوب مانند کبریت‌سازی، تخته‌چندلایی و روکش، تخته فیبرسازی، تخته خرده چوب (نئوپان)، کاغذ و مقواسازی، مبلمان و لوازم چوبی اداری و مسکونی و وسایل ورزشی و غیره آغاز به کار کردند.

در بخش استفاده غیرسنتی (صنایع جدید) صنایع چوب به دو بخش عمده و مهم به شرح زیر تقسیم می‌شود:

### صنایع تبدیل مکانیکی چوب:

**الف) چوب‌بری:** کارخانه‌های چوب‌بری ماده اولیه چوبی (گرده‌بینه و غیره) را پس از برش و تغییر شکل به صورت قابل استفاده برای سایر صنایع درمی‌آورند. قطعات بریده شده که یک محصول نیمه‌نهایی است برای تبدیل به محصول نهایی از قبیل مبل‌سازی، در و پنجره‌سازی، چوب خشک‌کنی، قطعات پیش‌ساخته برای مصارف ساختمانی و نیز برای ساختن واگن کامیون و قطار، فرش یا کف‌پوش چوبی (پارکت) و اشیای چوبی منزل و تراورس موردنیاز راه‌آهن تهیه می‌شود.

**ب) روکش و تخته چندلایه:** گرده‌بینه‌ها در این قسمت توسط تیغه‌ها به اوراق بسیار نازک و مسطح و وسیع تبدیل می‌شود و پس از چسباندن چندین لایه روی هم از آن برای مصارف مختلف استفاده می‌شود. روکش و



تخته چند لایه یک محصول نیمه‌نهایی است و از این تخته لایه‌ها و روکش می‌توان در، در و پنجره‌سازی، وسایل چوبی اداری، اتاق کار، کبریت‌سازی، وسایل بسته‌بندی، سبک، کشتی و قایق‌سازی، واگن‌سازی، دیواره‌های چوبی و غیره استفاده کرد.

**ج) تخته خرده چوب (نئوپان):** در صنایع چوب کلیه مازاد کارخانه‌های چوب‌بری و تخته لایه و چوب‌های نازک و سرشاخه‌ها را می‌توان به صورت تخته‌های بزرگ درآورد. تخته‌های ساخته‌شده خود

شکل ۲-۲

یک محصول نیمه‌نهایی هستند که بعداً با سایر مواد دیگر در تهیه درهای پرسی، وسایل اداری، اتاق کار به خصوص قفسه‌بندی، عایق کاری، دیواره و سقف، تهیه دکور و قفسه‌بندی منازل، آشپزخانه چوبی، قطعات پیش ساخته، مبلمان و میز و تختخواب به کار می‌روند.

### صنایع تبدیل شیمیایی چوب:

در این بخش چوب شکل و ساختمان طبیعی خود را بر اثر تماس با وسایل و عوامل فیزیکی و شیمیایی که بیشتر چوب را به صورت الیاف درمی‌آورند، از دست می‌دهد و در طی مراحل مختلفی تحت تأثیر انواع مواد شیمیایی، حرارت و فشار به شکل دیگری درمی‌آید. در این بخش چوب پس از طی مراحل مختلف به تولیدات زیر تبدیل می‌شود:



شکل ۲-۳

به حالت محلول درمی‌آید که از آن می‌توان محصولات متعددی مانند ابریشم مصنوعی، فیلم‌های سینما، نوار ضبط صوت، شیشه‌نشکن، پنبه‌نسوز و غیره تهیه کرد. **(د) صنایع تقطیر چوب:** علاوه بر سلولز و همی سلولز و لیگنین مواد دیگری در چوب وجود دارند که پس از حرارت و فشار در یک محیط محلول، از چوب استخراج می‌شود. این مواد عبارتند از انواع تانن، رنگ‌های مختلف، اسیدهای چرب، مواد معطر و صمغ‌ها، و نیز الکل چوب، اسید استیک و مواد شیمیایی دیگر. برای مثال می‌توان به تولید کائوچو از مواد چوبی اشاره کرد که برای تولید لاستیک نیز مناسب می‌باشد.

**(الف) تخته فیبر:** تخته فیبر خود محصول نیمه نهایی است و در ساخت درهای فیبری، پوشش قسمت پشتی (پشت‌بند) قفسه‌ها و گنجه‌ها، وسایل بسته‌بندی، پوشش دیواره، عایق کاری دیواره (فیبر عایق) و غیره است.

**(ب) تهیه مقوا و ساخت کاغذ:** در این قسمت چوب پس از تبدیل به الیاف و مراحل متعدد تولید در نهایت به صورت اوراق بسیار نازک کاغذ درمی‌آید که خود می‌تواند یک محصول نهایی باشد و صنایع مختلف چاپ و بسته‌بندی را تغذیه کند.

**(ج) صنایع مشتقات سلولز:** در این قسمت چوب پس از رشته رشته شدن تحت تأثیر مواد شیمیایی



## منابع تأمین چوب (جنگل)

جنگل‌ها در حدود دویست میلیون سال پیش از بشر به وجود آمده‌اند، در تاریخ زندگی بشر جنگل همیشه نقش مهمی داشته است. انسان‌های اولیه از گیاهان، میوه و حشرات جنگل تغذیه می‌کردند و در مقابل دشمنان، گرما، سرما و طوفان به آنجا پناه می‌بردند.

بررسی وضعیت جنگل‌های جهان نشان می‌دهد که حدود ۳۰٪ از سطح خشکی‌های کره زمین زیر پوشش جنگل قرار دارد و مساحت آن بالغ بر ۴ میلیارد هکتار است. جنگل‌های سوزنی‌برگ (شکل ۴-۲) دارای انواع درختان کاج و غیره (۱/۳) از جنگل‌های دنیا را می‌پوشاند و ۲/۳ بقیه سهم جنگل‌های پهن برگ (شامل درختان راش، بلوط، توسکا و غیره است) (شکل ۵-۲).



شکل ۵-۲ - جنگل‌های پهن برگ



شکل ۴-۲ - جنگل‌های سوزنی برگ

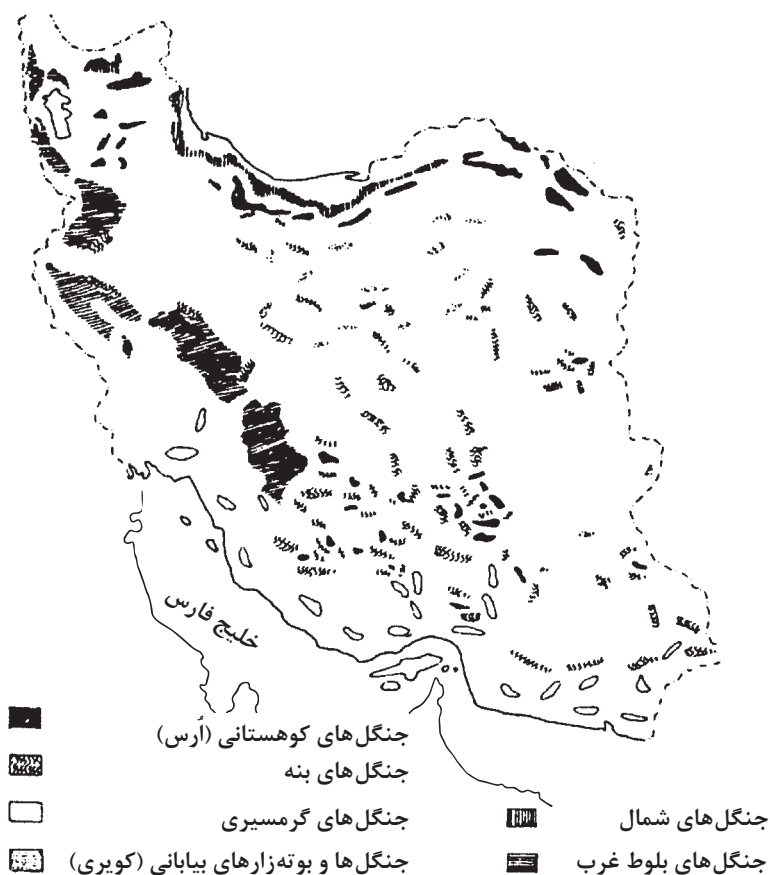
در نواحی معتدل، جنگل‌های مخلوط سوزنی برگ و پهن برگ وجود دارد. جنگل‌های گرمسیری فقط از پهن برگان تشکیل یافته‌اند. پراکنش این جنگل‌ها در کلیه کشورها به علت شرایط خاص اکولوژیکی (آب و هوا و شرایط محیطی) یکسان نیست و سهم بعضی از ممالک بسیار و تعدادی اندک است.

آمریکای جنوبی با دارا بودن حدود ۸۹۰ میلیون هکتار جنگل (اغلب پهن برگ) بیشترین سهم و قاره اقیانوسیه با ۹۶ میلیون هکتار کمترین سهم را دارا هستند.

در کشور ما نیز با این که آمار دقیقی در دست نیست ولی با توجه به مساحت جنگل‌ها در سال ۱۳۲۰ که ۱۸ میلیون هکتار برآورد شده است اکنون به حدود ۱۲ میلیون هکتار رسیده است که تقریباً معادل ۸ درصد از مساحت ایران می‌باشد.

پراکنش جنگل‌ها در کشورمان به شرح زیر است:

- ۱- جنگل‌های شمال ۱/۸۳ میلیون هکتار و جنگل‌های تَنک و بوته‌زارهای شمالی کشور ۱/۵۷ میلیون هکتار.
- ۲- جنگل‌ها و اراضی جنگلی زاگرس حدود ۴ میلیون هکتار.
- ۳- جنگل‌های آرس (پراکنده در کوه‌های آهکی) و جبهه جنوبی البرز حدود ۱/۲ میلیون هکتار.
- ۴- جنگل‌های پسته در جنوب و غرب و خاور ایران حدود ۲/۴ میلیون هکتار.
- ۵- جنگل‌های گرمسیری در سواحل جنوبی کشور و پراکنده حدود ۱ میلیون هکتار (شکل ۶-۲).



شکل ۲-۶- نقشه جنگل های ایران

## اهمیت جنگل در مبارزه با آلودگی هوا



هوایی که تنفس می‌کنیم ترکیب شده از نیتروژن (ازت)، اکسیژن و گازکربنیک با درصد حجمی که به ترتیب برابر ۸۷/۰۹ و ۲۰ و ۰/۳ (درصد) است. باقیمانده هوا را هیدروژن و گازهای دیگر تشکیل می‌دهند. این میزان چنانچه مقدارشان تغییر کند و یا مواد دیگری به آن اضافه شود سبب به هم خوردن تعادل در طبیعت و اختلالاتی در زندگی موجودات زنده می‌شود. امروزه مسئله آلودگی هوا در کشورهای صنعتی ناشی از کارخانه‌ها، پالایشگاه‌ها، وسایط نقلیه موتوری، سوخت منازل و ترکیبات شیمیایی و گازهای سمی که در اثر سوخت مواد نفتی و دیگر عوامل آلوده‌کننده هوا سبب شده تا سازمان‌ها و دستگاه‌های مختلف با صرف هزینه‌های گزاف در مقام چاره‌جویی برآیند.

شکل ۲-۷



شکل ۲-۸ - درخت اکسیژن تولید می کند و هوا را تمیز نگاه می دارد.

در نتیجه فعالیت فیزیولوژیکی، درختان به طور دائم دی اکسید کربن هوا را به وسیله برگ ها جذب و پس از یک سری فعل و انفعالات طبیعی در اعضای مختلف درختان اکسیژن به هوا برمی گردد (شکل ۲-۸). از این رو هوا لطیف شده و تأمین اکسیژن مورد نیاز انسان ها و کلیه موجودات تأمین می شود. درختان جنگل مقدار زیادی از باکتری ها و میکروب های معلق در هوا را در لابه لای شاخ و برگ خود رسوب می دهند و بدین ترتیب مقدار باکتری های موجود در هوای جنگل به مراتب کمتر از مناطق غیر جنگلی است و پس از هر بار بارندگی درختان برای تصفیه هوای آلوده آمادگی پیدا می کنند (شکل ۲-۹).



شکل ۲-۹ - حفظ درخت به حفظ محیط زیست آن بستگی دارد.

## ارزش اقتصادی و اجتماعی جنگل در یک کشور

جنگل تنها برای تولید چوب نیست. از بین رفتن بیشتر جنگل، محیط زیست انسان را با خطر مواجه می سازد. نزولات آسمانی که به زمین می رسند به علت وجود درختان و گیاهان و خاصیت نفوذپذیری خاک، در زمین فرو رفته و کمتر سیل جاری می شود و به تدریج و به طور دائم به صورت چشمه سارهایی در دسترس انسان ها قرار می گیرند. جنگل به کمک شاخه و برگ درختان از سرعت باد می کاهد و تنه و ریشه درختان و گیاهان

از سرعت جریان آب بر روی زمین کاسته و بدین ترتیب در اطراف سدها از فرسایش و پُر شدن سدها از خاک جلوگیری کرده و عمر مفید سدها بالا می‌رود (شکل ۱۰-۲ الف و ب).



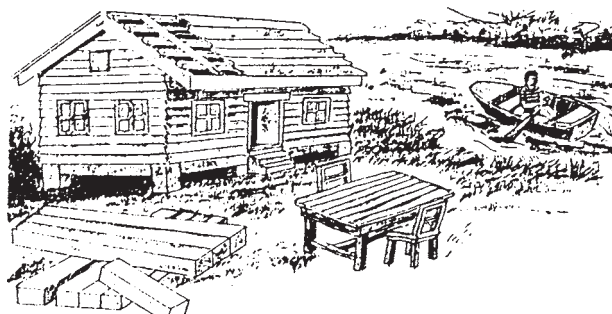
شکل ۱۰-۲ الف و ب - ریشه‌های درختان خاک را محکم نگاه می‌دارند و در نتیجه از جابه‌جایی آن جلوگیری می‌کنند.



شکل ۱۱-۲

روستاییان ایران برای تهیه چوب و حفظ محصول به کاشتن درختان صنوبر یا تبریزی در اطراف کشتزارها اقدام می‌کنند. از آن‌جا که جنگل به منزله یک دیوار است، لذا از نفوذ صدا به آن طرف جنگل به مقدار زیاد جلوگیری می‌کند و این موضوع برای شهرهای پرجمعیت و مراکز صنعتی و پر سرو صدا مانند فرودگاه‌ها بسیار حائز اهمیت است. موجودی سر پای جنگل‌های صنعتی شمال کشور در حال حاضر معادل ۲۶۰ میلیون مترمکعب (۱/۳ میلیون هکتار جنگل‌های صنعتی با موجودی متوسط ۲۰۰ مترمکعب در هکتار) است (شکل ۱۱-۲).

تولید بالقوه این عرصه (۱/۳ میلیون هکتار) با مدیریت جنگل به آسانی و تا حدود ۴ میلیون مترمکعب در سال قابل انجام است که ارزش این تولیدات به صورت خام و به صورت درخت سر پا و بدون در نظر گرفتن ارزش افزوده که در مراحل تبدیل و تولیدات ثانویه (مصنوعات و فرآورده‌های چوبی) اضافه خواهد شد (شکل ۱۲-۲).



شکل ۱۲-۲ - با چوب درخت، خانه، قایق، میز، صندلی و... می‌سازند.

درآمد حاصل از منابع جنگلی دائمی و سرمایه موجود در این بخش ثابت و قابل افزایش است ولی سرمایه منابع سوخت فسیلی (نفت و غیره) روز به روز در حال کاهش و غیرقابل توسعه خواهد بود.

## نقش جنگل در سیاست اجتماعی و ایجاد کار در کشور

چوب و میزان دستمزد).

**۲- ابزار برش:** عبارتند از: تبر، داس، اره دو سر، گوه گرده‌بینه غلتان، چنگک هیزم‌گیر، اره موتوری، اره زنجیری و ماشین‌های قطع درخت (شکل ۱۳-۲).



شکل ۱۳-۲- هنگام قطع درخت باید جهت افتادن آن را در نظر داشت.

**۳- روش برش:** به‌طور کلی قطع درختچه‌ها و درختان کوچک با داس و تبر؛ ولی درختان بزرگ به‌وسیله تبر و یا اره موتوری (شکل ۱۴-۲)



شکل ۱۴-۲- اره موتوری (بنزینی) جهت قطع درخت

مقایسه شدت کار در جنگل با رشته دیگر اقتصاد یک مملکت نشان می‌دهد که یک کارگر تعلیم دیده قادر است تمام کارهای لازم در ۵۰ هکتار جنگل را انجام دهد، در صورتی که همین کارگر می‌تواند فقط ۲ تا ۷ هکتار زمین کشاورزی را اداره کند.

طبق بررسی‌های انجام شده برای حفاظت، احیاء، توسعه و بهره‌برداری جنگل‌ها می‌توانند هزاران نفر به کار اشتغال یابند.

بدیهی است با پیشرفت روزافزون صنایع چوب و مبلمان و مصرف کاغذ و مشتقات آن تعداد کارگران موردنیاز این بخش از اقتصاد کشور رو به افزایش بوده و زندگی میلیون‌ها نفر از جنگل در زمینه‌های جاده‌سازی، قطع و استحصال، تهیه نهالستان، تهیه پارک‌های جنگلی، جنگل‌کاری و در قسمت‌های مختلف کارخانجات تولیدی و صنایع چوب و فرآورده‌های چوبی به‌عنوان پژوهشگر، استاد، مدیر، کارشناس، تکنسین، کارگر ماهر، نیمه ماهر و ساده و دیگر افراد شاغل جنبی این بخش‌ها تأمین خواهد شد.

در حال حاضر در کشور ایران بالغ بر ۱۰۰ کارخانه بزرگ صنایع چوب با میانگین اشتغال حدود هر یک چهارصد نفر و بالغ بر ۵ کارخانه بزرگ صنایع چوب با میانگین اشتغال ۱۰۰۰ نفر (هر یک از کارخانه‌ها) و هزاران کارگاه صنایع چوب و کاغذ با میانگین اشتغال بین ۴ تا ۱۰ نفر به‌صورت مستقیم فعالیت دارد.

### بهره‌برداری از جنگل

از حدود ۴ میلیارد هکتار جنگل‌های دنیا (۳۶٪ سوزنی‌برگ و ۶۴٪ پهن برگ) سالانه بیش از ۲ میلیارد مترمکعب چوب مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد.

### اصول بهره‌برداری از جنگل

**۱- فصل برش:** بهترین فصل برش به‌ویژه در کشور ما فصل زمستان است (از لحاظ زادآوری جنگل و مرغوبیت

برش درختان بزرگ به وسیله اَرّه های زنجیری صورت می گیرد. در این روش وضع شکاف زیربرش، عکس شکاف زیر برش های درختان کوچک است (طبق شکل ۱۷-۲). مزیت این روش این است که انتهای پایین درخت (بُن گرده بینه) صاف تر خواهد بود و چوب کمتر از بین می رود.

روش دیگری که برای قطع درختان جنگلی به کار می رود استفاده از ماشین های مخصوص قطع درخت است که بدون انجام زیربرش یا پشت برش صورت می گیرد در این روش ابتدا به وسیله چنگک ماشین، درخت مهار می شود و سپس به وسیله اَرّه موتوروی درخت قطع می شود. این روش نسبت به روش های قبلی دارای سرعت عمل بیشتر و کاهش خسارت احتمالی و دور ریز کمتری است (شکل های ۱۸-۲ و ۱۹-۲).



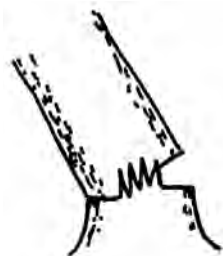
شکل ۱۸-۲- قطع درختان به وسیله ماشین های مخصوص با چرخ زنجیری که برای فصل زمستان مناسب است، انجام می شود.



شکل ۱۹-۲- برای قطع درختان از ماشین مخصوص که برای این منظور ساخته شده است، استفاده می شود.

و یا توسط ماشین های قطع درخت با توجه به آماده بودن ابزارآلات قطع درخت و تعیین جهت افتادن درخت از لحاظ کاستن خطرات احتمالی آن صورت می گیرد، که به استثنای قطع درخت با ماشین های مخصوص عمل برش در مراحل زیر صورت می گیرد:

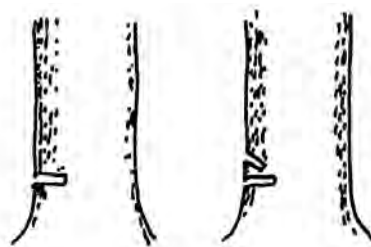
**الف) انجام زیر برش:** ابتدا در جهت سقوط درخت شکافی طبق شکل ایجاد می کنند که این شکاف به وسیله تبر یا اَرّه موتوروی به وجود می آید (شکل های ۱۵-۲ تا ۱۷-۲). پس از این که زیر برش انجام گرفت با فاصله ۵ سانتی متر بالاتر از زیر برش با اَرّه عمل پشت برش صورت گرفته و بدین ترتیب درخت در جهت مورد نظر سقوط می کند.



شکل ۱۵-۲- برای قطع درخت ابتدا عمل زیر برش مطابق شکل انجام می شود.



شکل ۱۶-۲- مرحله دوم، عمل برش درخت در جهتی که باید بر روی زمین بیفتد.



شکل ۱۷-۲- الف و ب - مرحله سوم عمل پشت برش انجام می شود، مرحله چهارم درخت به راحتی قطع می گردد.

**ب) شاخه زنی:** پس از افتادن درخت اولین اقدام شاخه زنی است. باقی گذاردن قسمتی از شاخه به روی تنه گاهی حمل را بسیار مشکل می کند. برای شاخه های قطور اغلب درختان جنگلی به جای تبر از اژه زنجیری برای شاخه زنی استفاده می شود.

**ج) گرده بینه زنی (قطع زنی):** به طور کلی در بهره برداری های بزرگ تمامی تنه درخت را از جنگل خارج و در کارخانه آنها را به اندازه مورد نیاز قطع می کنند. ولی در کشور ما گرده بینه های قطور و نسبتاً سنگین مانند بلوط، راش و غیره را در جنگل اندازه بری می کنند.

**د) جمع آوری درختان افتاده:** با در نظر گرفتن جهات افتادن درختان محل جمع آوری چوب را طوری تعیین می کنند که خارج کردن گرده بینه ها آسان تر گردد.

#### ۴- خارج کردن گرده بینه از جنگل

خارج کردن چوب از جنگل و حمل آن تا کنار جاده یکی از مسائل مهم و در عین حال پرهزینه بهره برداری از جنگل را تشکیل می دهد و این عمل بسته به امکانات محلی، شیب یا همواری زمین جنگل، قطر درختان و غیره به وسایل مختلف صورت می گیرد. در هنگام خارج کردن چوب از جنگل باید به موارد زیر توجه داشت:

- تقلیل هزینه بهره برداری

- کاهش خسارات وارده به جنگل

روش های مختلف خارج کردن چوب از جنگل به طور خلاصه عبارتند از:

**الف) خارج کردن چوب به وسیله چهارپایان:** در این روش که از قدیمی ترین روش هاست برای حمل چوب از اسب، قاطر و گاو و در هندوستان از فیل نیز استفاده می شود (شکل ۲۰-۲).



شکل ۲۰-۲- نحوه خارج کردن گرده بینه های قطع شده در جنگل

**ب) خارج کردن چوب به وسیله ی سرسره:** در نقاطی که دامنه شیب دار جنگل ها در کنار رودخانه قرار دارد، با ساخت مجرای چوب ها را از بالا رها و در پایین آنها را جمع آوری می کنند.

ج) **حمل چوب به وسیله تراکتور:** این تراکتورها که در دو نوع زنجیری (برای مناطق کوهستانی و فصل بارندگی) و در نوع دوم لاستیکی (برای زمین خشک و هموار) ساخته شده جهت انتقال گرده‌بینه‌ها استفاده می‌شود (شکل ۲۱-۲).



شکل ۲۱-۲ الف - گرده‌بینه‌ها به وسیله تراکتورهای چوب‌کش از جنگل خارج می‌شوند (چرخ‌ها برای جلوگیری از سر خوردن به زنجیر مجهز می‌شوند).

ثانیاً کامیون‌هایی که برای این منظور استفاده می‌شوند دارای دستگاه جراثقال (بالابر) مخصوصی هستند که عمل بارگیری و تخلیه را به‌طور مکانیکی انجام می‌دهند (شکل‌های ۲۲-۲ و ۲۳-۲).  
 ز) **حمل چوب از طریق نقاله وینچ**

د) **حمل چوب به وسیله سیم نقاله:** که براساس سیم‌های نقاله مانند قرقره وینچ است و توسط یک موتور ثابت چوب را از مناطق صعب‌العبور خارج می‌کنند. که برای زمین‌های ناهموار خصوصاً در جنگل‌های راش مفید می‌باشد (شکل ۲۱-۲ ب).



شکل ۲۲-۲ کامیون‌هایی که مجهز به جراثقال هستند گرده‌بینه‌ها را جابه‌جا می‌کنند.



شکل ۲۱-۲ ب



شکل ۲۳-۲ برای انتقال گرده‌بینه از جنگل از کامیون‌های یدک‌کش استفاده می‌شود.

ه) **حمل چوب به وسیله آب:** در این روش چوب‌ها را به‌طور آزاد در رودخانه انداخته و در محل کارخانه چوب‌بری جمع می‌کنند.

و) **حمل چوب از طریق جاده:** استفاده از جاده برای حمل چوب توسط کامیون روزبه‌روز توسعه می‌یابد زیرا در این روش اولاً می‌توان در عمق زیادی از جنگل نفوذ کرد و در هزینه‌های حمل آنها صرفه‌جویی نمود و



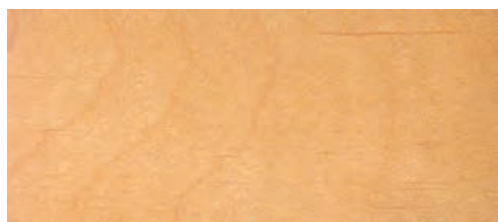
## عمده چوب‌هایی که در صنایع چوب ایران مورد استفاده قرار می‌گیرند<sup>۱</sup>

### چوب‌های پهن برگ عبارتند از:



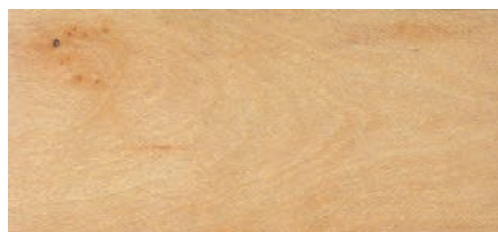
شکل ۲۴-۲ - چوب راش

**راش<sup>۲</sup>:** این چوب به رنگ صورتی مایل به قهوه‌ای (گلی روشن) و دارای دوک‌های ظریف (بارانک یا چشمک) و لکه‌های قهوه‌ای رنگ (پرمگس) است. این چوب ریزبافت، نیمه‌سخت و نیمه‌سنگین است و از آن برای تولید مبل، پارکت، روکش و تخته لایه، جعبه، اتاق اتومبیل، قایق‌سازی، بشکه‌سازی و غیره استفاده می‌شود (شکل ۲۴-۲).



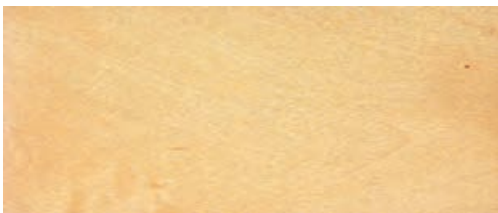
شکل ۲۵-۲ - چوب توسکا

**توسکا<sup>۳</sup>(بیلاقی):** رنگ این چوب در هنگام قطع درخت صورتی روشن (قرمز) است که پس از خشک شدن کم‌کم به رنگ نارنجی درمی‌آید. چوبی است نسبتاً نرم تا نیمه‌سخت و سبک و در مقابل ضربه و فشار مقاوم است. این چوب در قایق‌سازی، مدادسازی، ساخت مبلمان، ساختمان‌های چوبی، کاغذسازی، جعبه‌سازی، منبت‌کاری، تخته لایه و روکش مورد استفاده است (شکل ۲۵-۲).



شکل ۲۶-۲ - چوب ملج

**ملج<sup>۴</sup>:** چوبی به رنگ قهوه‌ای مایل به قرمز است و گاهی اوقات رگه‌های سبز رنگی در آن دیده می‌شود. چوبی درشت بافت، نیمه‌سخت و نیمه‌سنگین، نسبتاً بادوام و در برابر ضربه و خمش مقاوم است. از این چوب بیشتر در ساختمان‌های چوبی، ساخت مبلمان، روکش، قایق‌سازی، وسایل ورزشی، در و پنجره و تخته‌لایه استفاده می‌شود (شکل ۲۶-۲).



شکل ۲۷-۲ - چوب افرا (شیردار)

**افرا<sup>۵</sup>(شیردار):** چوبی سفیدرنگ مایل به کرم، ریزبافت و دارای تلالؤ صدفی خاصی است. این چوب نسبتاً سبک تا نیمه‌سنگین و نیمه‌سخت است و در خراطی، ساخت مبلمان، روکش و تخته‌لایه، ساختمان‌های چوبی، آلات موسیقی و لوازم تزئیناتی مصرف می‌شود (شکل ۲۷-۲).

۱- براساس برآوردهای انجام شده در سال ۱۳۸۵، میزان مصرف چوب کشور غیر از مصرف سوخت روستاییان بالغ بر ۱۰.۰۰۰.۰۰۰ مترمکعب می‌باشد.

۲- *Fagus orientalis*

۳- *Alnus Subcordata*

۴- *Ulmus Montana*

۵- *Acer Leatum*



شکل ۲-۲۸- چوب گردو

**گردو<sup>۱</sup>:** چوبی ریز بافت، به رنگ خاکستری مایل به قهوه‌ای تا قهوه‌ای تیره و دارای نقوش زیبا و نسبتاً بادوام است. این چوب نیمه‌سنگین و نیمه‌سخت و در مقابل فشار، خمش و کشش مقاوم است. از این چوب بیشتر در کارهای هنری و تزئینی، تهیهٔ روکش، خراطی، ساخت مبلمان، ساخت آلات موسیقی، قنناق تفنگ، مجسمه‌سازی، منبت‌کاری، خاتم‌سازی و معرق‌کاری استفاده می‌شود (شکل ۲-۲۸).



شکل ۲-۲۹- چوب چنار

**چنار<sup>۲</sup>:** چوبی به رنگ سفید روشن تا قرمز مایل به قهوه‌ای است که لکه‌های قهوه‌ای صدفی مانند دارد. چوبی است نیمه‌سخت و نیمه‌سنگین و بادوام که از آن برای ساخت درهای اماکن متبرکه، دستهٔ ابزار، صندلی، غربال، صندوق، پاشنه‌سازی، پنجره‌سازی و خاتم‌سازی استفاده می‌شود (شکل ۲-۲۹).



شکل ۲-۳۰- چوب بلوط

**بلوط<sup>۳</sup>:** چوبی به رنگ قهوه‌ای روشن تا تیره، درشت بافت و بادوام است. این چوب نسبتاً نیمه‌سخت و نیمه‌سنگین تا سنگین است و در برابر سایش (ساییدگی) مقاومت زیادی دارد و بهترین چوب برای پارکت (فرش چوبی)، ساخت مبلمان، تهیهٔ روکش، ساختمان‌های چوبی، تراورس راه‌آهن، چوب‌های معدن، پنجره‌سازی و مدل‌سازی است (شکل ۲-۳۰).



شکل ۲-۳۱- چوب ممرز

**ممرز<sup>۴</sup>:** چوبی ریزبافت، به رنگ سفید تا سفید مایل به کرم و سخت و نیمه‌سنگین است. این چوب در مقابل ضربه و سایش مقاومت دارد و در تولید کاغذ، تخته‌خرده چوب، تخته فیبر، واگن، دسته‌ابزار، تراورس راه‌آهن و چوب‌های تونلی از آن استفاده می‌شود (شکل ۲-۳۱).

۱- Juglans regia

۲- Platanus orientalis

۳- Quercus Castaneaefolia

۴- Carpinus betulus

**تبریزی<sup>۱</sup>:** این چوب به رنگ سفید تا کرم روشن است و اغلب لکه‌های سیاه‌رنگ و یا قهوه‌ای دارد. چوبی است نسبتاً نرم، سبک که دوام زیادی ندارد و کار با آن آسان است. مقاومت خمشی این چوب بالا بوده و برای ساخت تخته خرده چوب، کاغذسازی، کبریت‌سازی، جعبه‌سازی و ادوات کشاورزی از آن استفاده می‌شود. با توجه به سریع‌الرشد بودن، این گونه از جمله درختانی است که امروزه از آن برای زراعت چوب استفاده می‌گردد و به نظر می‌رسد تولید آن در آینده نیز افزایش یابد (شکل ۲-۳۲).



شکل ۲-۳۲ - چوب تبریزی

### چوب‌های سوزنی برگ عبارتند از:

**کاج ایرانی<sup>۲</sup> (کاج معمولی):** چوبی درشت‌بافت، به رنگ سفید تا سفید مایل به کرم است که دارای روزنه‌ها، کانال‌های صمغی و گره‌های زیادی است. این چوب نسبتاً سبک و نرم است و در ساخت خانه‌های چوبی، چوب‌های تونلی، تراورس راه‌آهن، جعبه‌سازی، در و پنجره، تیر برق و تلفن، کاغذسازی و غیره از آن استفاده می‌شود (شکل ۲-۳۳).



شکل ۲-۳۳ - چوب کاج ایرانی

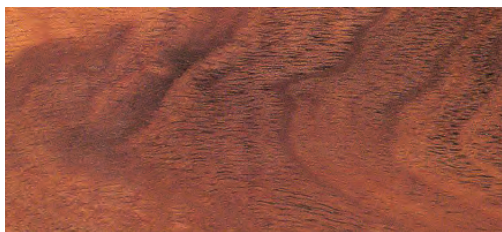
### چوب‌های وارداتی عبارتند از:

**نراد<sup>۳</sup>:** چوبی به رنگ سفید تا سفید مایل به کرم تا قهوه‌ای مایل به صورتی، راست‌تار و دارای نقوش زیبایی است. چوبی است سبک، نرم و کم دوام که کار با آن آسان است و در کارهای ساختمانی، مبیل‌سازی، قفسه‌سازی، بسته‌بندی و کاغذسازی از آن استفاده می‌شود (شکل ۲-۳۴).



شکل ۲-۳۴ - چوب نراد

**آکاژو<sup>۴</sup> (ساپلی):** چوبی است به رنگ قرمز روشن تا قرمز مایل به قهوه‌ای، نیمه‌سخت و نیمه‌سنگین که دارای رگه‌های موازی و پهن است. از این چوب برای ساخت مبیل‌های گران‌قیمت، تزئینات داخل هواپیما و قطار، تخته لایه و روکش و ساخت لوازم موسیقی استفاده می‌شود. رویشگاه اصلی این گونه چوب‌ها برزیل، آمریکای مرکزی و ساحل عاج است (شکل ۲-۳۵).



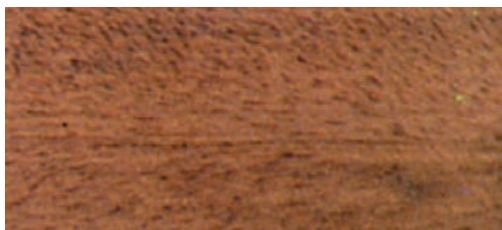
شکل ۲-۳۵ - چوب آکاژو

۱- Populus nigra

۲- Pinus eldarica

۳- Abies Alba

۴- Entandro phragma Cylindrica



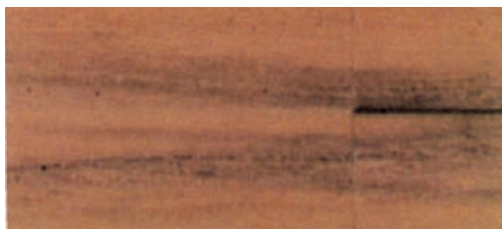
شکل ۲-۳۶- چوب ماهاگونی

**ماهاگونی<sup>۱</sup>:** چوبی است به رنگ خاکستری، نیمه سخت و نیمه سبک که دارای تلالؤ صدفی خاصی است. این چوب برای ساخت روکش و تخته لایه، خراطی، منبت کاری، مجسمه سازی و در قسمت های بیرونی و داخلی ساختمان مورد استفاده قرار می گیرد. این چوب بومی منطقه آفریقای مرکزی، هندوراس و اسپانیاست (شکل ۲-۳۶).



شکل ۲-۳۷- چوب اکومه

**اکومه<sup>۲</sup> (گابن):** چوبی است به رنگ صورتی کم رنگ تا پررنگ، سبک، نرم، ریزبافت و کم دوام که به خوبی ورقه، ورقه می شود. این گونه بومی کشورهای گابن، گینه و کنگوست و برای تهیه روکش های پوششی و نمایی، کاغذسازی، قایق های سبک، تخته لایه سازی و غیره از آن استفاده می شود (شکل ۲-۳۷).



شکل ۲-۳۸- چوب ساج

**ساج<sup>۳</sup> (تیک):** چوبی است به رنگ قهوه ای طلایی تا قهوه ای پررنگ با خط هایی سیاه که بسیار سنگین، سخت و بادوام است. این چوب در صنعت کشتی سازی، صنایع ظریف به خصوص خاتم سازی، ساخت ابزار آزمایشگاهی، پارکت سازی، صنایع مبلمان، روکش گیری، قسمت های بیرونی و داخلی ساختمان موارد مصرف دارد. این چوب بومی منطقه هند، سیام، برمه و جاوه است (شکل ۲-۳۸).

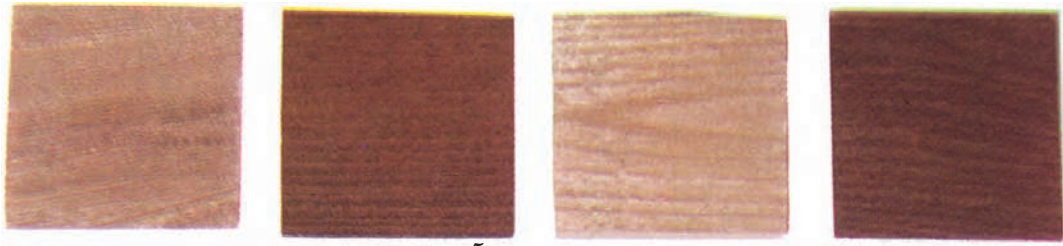
۱- Swietenia mahogani

۲- Aucoumea Klaineana

۳- Tectona grandis

جدول ۱-۲ - مشخصات مهم ترین چوب های صنعتی ایران و جهان

ردیف	نوع چوب	نام علمی	مشخصات	موارد استعمال	رویشگاه اصلی
۱	اوجا	<i>Ulmus campestris</i>	به رنگ زرد روشن تا قهوه ای تیره - درشت بافت - سخت و سنگین	ساختمان های چوبی - نجاری ابزار چوبی منزل	اروپا - آسیای غربی - شمال ایران
۲	آزاد	<i>Zelkova Crenata</i>	به رنگ زرد تا صورتی روشن - محکم - قابل ارتجاع	مبل سازی - پاروی قایق - اسکی	اروپا - جنوب روسیه - ایران
۳	اقاقیا	<i>Robinia pseudoacacia</i>	به رنگ سفید مایل به زرد تا قهوه ای - محکم - دارای الاستیسیته زیاد - بسیار سنگین - با دوام	وسایل ورزشی - تراورس - نجاری - خراطی	جنوب امریکا - اروپا - ژاپن - هیمالیا - ایران
۴	انجیلی	<i>Parrotia persica</i>	به رنگ کرم مایل به صورتی - سخت نسبتاً سنگین - با دوام	پارکت سازی - خراطی - فیبر سازی وسایل زینتی - تخته خرده چوب - تراورس	شمال ایران
۵	زبان گنجشک	<i>Fraxinus excelsior</i>	به رنگ زرد روشن تا خاکستری روشن نسبتاً درخشان - دارای الاستیسیته زیاد - سخت و سنگین - بادوام و مقاوم	هواپیماسازی - کشتی سازی - منبت کاری روکش و تخته لایه - راکت تنیس - نجاری - دسته افزار	ترکیه - شمال آفریقا - شمال ایران - اروپا
۶	شمشاد	<i>Buxus sempervirens</i>	سفید تا زرد روشن - بسیار ریزبافت سخت و سنگین - بادوام - کمی درخشان	خط کش سازی - خراطی - منبت کاری مجسمه سازی - قرقره سازی - کننده کاری - ماکوسازی	ایران - ترکیه - ژاپن - آفریقا - جنوب اروپا
۷	نمدار (زیزفون)	<i>Tilia begonifolia</i>	به رنگ صورتی روشن تا کدر - ریزبافت کمی درخشان - نرم - بی دوام - سبک	تخته لایه روکش - ممداد سازی - بشکه سازی - خمیر کاغذ - نجاری	شمال ایران
۸	سرخدار	<i>Taxus baccata</i>	سفید تا سفید متمایل به کرم یا زرد روشن - سخت و سنگین - بادوام	قایق سازی - منبت کاری - مصنوعات زینتی	اروپا - شمال آفریقا - آسیای شمالی و شرقی ایران
۹	زرین	<i>Cupressus sempervirens</i> Var- horizontalis	به رنگ سفید تا زرد روشن - درشت بافت نسبتاً سخت - بادوام - نیمه سنگین	خانه های چوبی - صندوق سازی - کمد لباس - کشتی سازی - خاتم و منبت کاری	ایران - آسیای صغیر - نواحی مدیترانه
۱۰	خرمندی	<i>Diospyros lotus</i>	به رنگ سفید مایل به خاکستری - ریزبافت متراکم - محکم - سخت و سنگین - مقاومت در برابر سایش	ضربه گیر و دوک نساجی - وسایل ورزشی - تخته فنی سازی - تخته پرش - جعبه سازی	جنوب امریکا - ایران - جنوب اروپا - افغانستان
۱۱	زبرانا (زینگانا)	<i>Microberlina brazzaviliensis</i>	به رنگ خاکستری دارای نوارهای سیاه و سفید - ریزبافت - نسبتاً سنگین - سخت - قابل ارتجاع	تهیه روکش - مبل سازی - لوله بری	کامرون - گابن
۱۲	پالیساندر	<i>Dalbergia latifolia</i>	به رنگ قهوه ای تا زرد روشن - درشت بافت دارای نوارهای نامنظم - سخت و نیمه سنگین - نسبتاً با دوام	روکش های نمایی - جعبه تلویزیون - دکوراسیون - خاتم سازی - خراطی - دگمه سازی	پاکستان - هند - جنوب ایران (جیرفت)
۱۳	جلوتونگ	<i>Dyera costulata</i>	به رنگ سفید تا سفید متمایل به زرد - سبک - نرم - دارای صمغ و شیرابه	ممداد سازی - کبریت سازی - روکش - جعبه سازی	مالایا - سوماترا - برنئو و جنوب شرقی آسیا
۱۴	کروئینگ	<i>Dipterocarpus alatus</i>	به رنگ خاکستری تا قهوه ای روشن - خیلی سخت - محکم - نسبتاً سنگین - مقاومت در برابر ضربه و سایش	کشتی سازی - لنج سازی - پارکت - پل سازی - چهارچوب	هند - مالزی

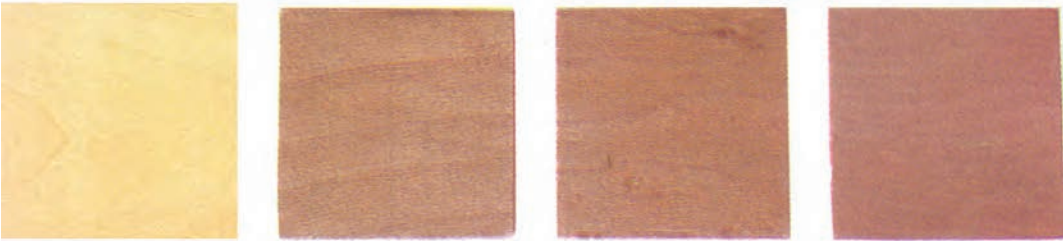


نارون

آزاد

داغداغان

اوجا

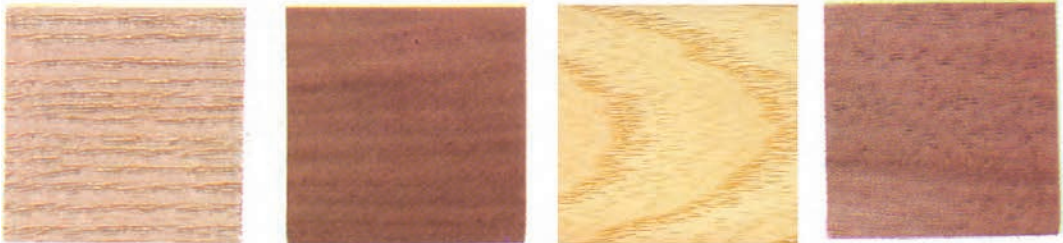


نمودار

افرابلت

افراقندی

انجیلی

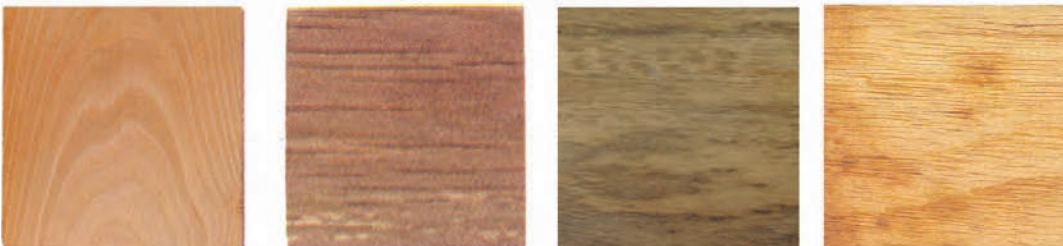


زیتون

بارانک

زبان گنجشک

لرگ



شاه بلوط

توسکا قشلاقی

اقاقیا

خرمندی



سفیدار

پده

زرد بید

سرخ بید

شکل ۳۹-۲- نمونه چوب‌های صنعتی و ساختمانی



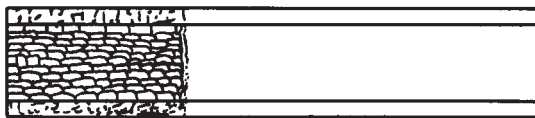
شکل ۴۰-۲- نمونه چوب‌های صنعتی و ساختمانی

## تخته خرده چوب<sup>۱</sup>

تخته‌های سه لایه (شکل ۲-۴۳)، تخته‌های ریزش تدریجی (بدون لایه مشخص) (شکل ۲-۴۴) و تخته‌های چند لایه (شکل ۲-۴۵).



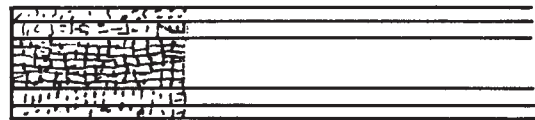
شکل ۲-۴۲- تخته خرده چوب یک لایه



شکل ۲-۴۳- تخته خرده چوب سه لایه



شکل ۲-۴۴- تخته خرده چوب تدریجی



شکل ۲-۴۵- تخته خرده چوب چند لایه



شکل ۲-۴۶

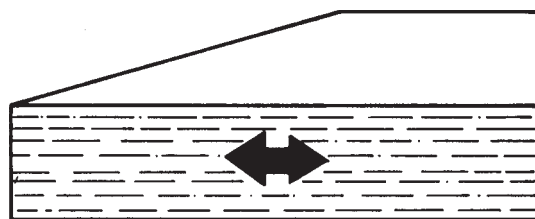
تخته‌های حاصل از پرس غلتکی (پرس بی انتها): در این روش غلتک‌های پرس ثابت‌اند و فقط حرکت چرخشی دارند، کیک خرده چوب‌ها از بین غلتک‌ها عبور می‌کنند و به ضخامت تنظیم شده (فاصله بین دو غلتک بالا و پایین) درمی‌آیند (شکل ۲-۴۷). با

صنعت ساخت تخته خرده چوب از صنایعی است که در مقایسه با صنایع تخته فیبر و تخته لایه قدمت کمتری دارد. این صنعت در حال حاضر به علت استفاده از هرگونه ضایعات چوبی اعم از سرشاخه‌ها، پوست، و مازاد مزارع پنبه و غلات، کتان و کنف و دیگر گیاهان چوبی در ردیف مهم‌ترین صنایع وابسته به چوب قرار دارد. تعدادی از واحدهای تولیدی تخته خرده چوب در ایران عبارتند از: صنعت چوب شمال، شמושک و شهید باهنر گرگان، ایران چوب قزوین، ۲۲ بهمن بهشهر، نئوپان گنبد، ممتاز تبریز، مجتمع صنعتی رفسنجان، کشت و صنعت کارون و تخته فشرده شمال.

**تعریف تخته خرده چوب:** تخته خرده چوب فرآورده چوبی صفحه‌ای شکل است که از مخلوط خرده چوب یا سایر مواد لیگنوسلولزی و مواد چسبنده به کمک فشار و حرارت دادن ساخته می‌شود.

طبقه‌بندی تخته خرده چوب براساس روش ساخت (نوع پرس کردن):

**تخته‌های حاصل از پرس صفحه‌ای (صاف):** در این روش جهت طول ذرات تشکیل‌دهنده کیک تخته خرده چوب به صورت اتفاقی مرتب شده است (شکل ۲-۴۱). این نوع تخته از نظر شکل مقطع (ساختمان نیمرخ ضخامت تخته) خود به چند دسته تقسیم می‌شوند که عبارتند از: تخته‌های یکنواخت یا یک لایه (شکل ۲-۴۲)،

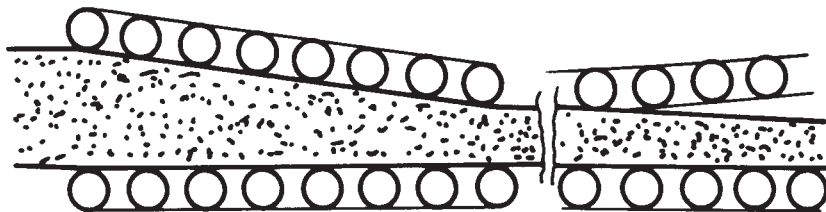


شکل ۲-۴۱- تخته خرده چوب حاصل از پرس صفحه‌ای

<sup>۱</sup>-Particle board



این روش می‌توان تخته خرده‌های یک‌لایه، سه‌لایه، ریزش تدریجی و چند لایه تولید کرد.



شکل ۲-۴۷- ساخت تخته خرده چوب به روش پرس غلتکی

**تخته‌های تولید شده با پرس قالبی (قالب‌گیری شده):** تفاوت اساسی این روش با روش ساخت تخته خرده چوب با پرس صفحه‌ای، در شکل ظاهری صفحه پرس است. صفحات این پرس به شکل‌های برجسته، فرو رفته، انحنا دار و یا پروفیل دار ساخته می‌شوند و تخته‌هایی با شکل‌های مختلف به وجود می‌آورند، مانند: صفحات ورزالیت (شکل ۲-۴۸).



شکل ۲-۴۸- میز و صندلی تولید شده با تخته پرس قالبی

**طبقه‌بندی تخته خرده چوب براساس چگونگی سطوح (رویه):** بر این اساس، تخته خرده چوب‌ها به چهار دسته تقسیم می‌شوند.

**تخته خرده چوب خام (بدون روکش):** که به دو صورت سنباده شده و سنباده نشده وجود دارد (شکل ۲-۴۹). این تخته بیشتر در مصارف عمومی و جاهایی که کمتر در معرض دید باشد، مانند: سقف کاذب و طبقات داخلی کم‌مورد استفاده قرار می‌گیرد.



شکل ۲-۴۹- تخته خرده چوب خام

**تخته خرده چوب با روکش طبیعی (چوبی):** برای تزئین و زیباسازی سطوح تخته خرده چوب می توان از انواع روکش های چوبی (طبیعی) مانند گردو، راش، ملج، افرا و ... استفاده کرد. این روکش ها به کمک چسب های مصنوعی یا طبیعی بر روی تخته چسبانیده می شوند. این تخته بیشتر در جاهایی که زیبایی و تزئین سطوح مورد نظر باشد، مورد استفاده قرار می گیرد؛ مانند: دکوراسیون داخلی، قفسه کتاب، صفحه میز و کابینت (شکل ۲-۵۰).

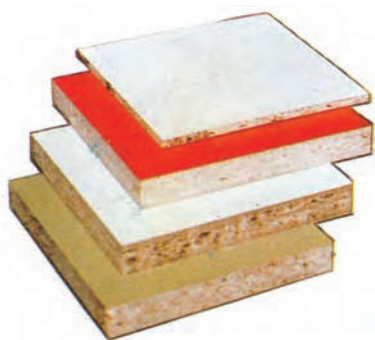


شکل ۲-۵۰- تخته خرده چوب با روکش مصنوعی

**تخته خرده چوب با روکش مصنوعی:** سطوح این نوع تخته خرده چوب ها به وسیله روکش های مصنوعی (کاغذ آغشته به چسب های مصنوعی) پوشیده می شود. سطح حاصله با توجه به نوع کاغذ مصرفی (ساده، رنگی، نقش دار) ممکن است ساده و یا دارای نقوش مختلفی از جمله نقش موج چوب باشد. از این تخته در مکان هایی که حرارت و رطوبت زیاد باشد، می توان مصرف کرد؛ مانند: دیوارهای حمام و رختکن، میز رستوران ها و کابینت آشپزخانه (شکل ۲-۵۱).



شکل ۲-۵۱- تخته خرده چوب با روکش طبیعی



**تخته خرده چوب لعاب دار (لاک کاری شده):** سطوح این نوع از تخته‌ها، توسط یک لایه رنگ آغشته به مواد حفاظتی و ضد رطوبت پوشیده می‌شود و برحسب مورد مصرف ممکن است یک سطح یا هردو سطح آن لاک کاری شود، این تخته در دیوارهای آشپزخانه، حمام، سرویس‌ها، لابراتوارها و موارد دیگر مصرف می‌شود (شکل ۲-۵۲).

شکل ۲-۵۲ - تخته خرده چوب لعاب دار

**استاندارد و درجه بندی تخته خرده چوب:** ورقه‌های تخته خرده چوب (چنانچه روکش شوند) در تمام نقاط آن باید دارای ضخامتی یکنواخت و لبه‌های مستقیم، تیز و گونیا باشد و سطوح آن سنباده شده باشد. تخته خرده چوب‌ها را می‌توان برحسب نوع مصرف به ضخامت، طول و عرض‌های مختلف تولید کرد که ابعاد این صفحات در جدول ۲-۲ درج شده است.

جدول ۲-۲ - ابعاد استاندارد تخته خرده چوب

طول × عرض ± ۵ mm	۱۸۳۰ × ۲۵۰۰، ۱۲۰۰ × ۲۲۰۰، ۱۸۳۰ × ۲۴۴۰، ۱۸۳۰ × ۲۷۵۰، ۱۸۳۰ × ۳۰۵۰
ضخامت ± ۰/۳ mm	۴، ۶، ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۶، ۱۸، ۲۰، ۲۲، ۲۵، ۳۲، ۴۰، ۵۰ و به ندرت «۶۰، ۷۰»

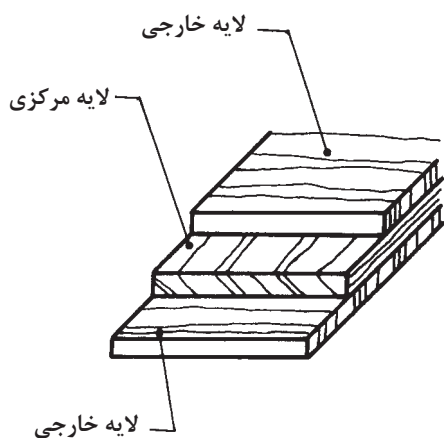
طبق مقررات استاندارد اطلاعاتی که باید برای شناسایی انواع تخته خرده چوب روی یکی از لبه‌های صفحه نوشته یا چاپ شود، عبارتند از:  
- نام یا علامت تجارتي تولیدکننده - درجه و نوع تخته خرده چوب - ضخامت اسمی تخته خرده چوب برحسب میلی‌متر - وزن مخصوص تخته خرده چوب.

**موارد مصرف تخته خرده چوب:** تخته خرده چوب را با توجه به نوع مواد اولیه، نوع چسب مصرفی و تکنولوژی ساخت آن می‌توان در شرایط مختلف آب و هوایی به کار برد. از این فرآورده می‌توان در مبلمان، جعبه‌سازی، سقف و دیوارهای کاذب، در، کابینت، قفسه‌های چوبی، قسمت‌های چوبی اتومبیل، هواپیما، کشتی، قطار و موارد دیگر استفاده کرد.

### تخته چند لایه (تخته لایه)<sup>۱</sup>

تبدیل چوب به لایه‌های نازک و سپس چسب زدن و قرار دادن آنها بر روی یکدیگر نه تنها از لحاظ اقتصادی و جلوگیری از اسراف و تبذیر در مصرف چوب (به‌ویژه هنگامی که چوب‌های نایاب و خوش‌نقش و پرارزش مطرح است) بسیار حائز اهمیت است، بلکه از لحاظ رعایت اصول علمی، فنی و کاربردی نیز از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. شواهد تاریخی نشان می‌دهد که صنعت روکش و تخته لایه سازی از چند هزار سال

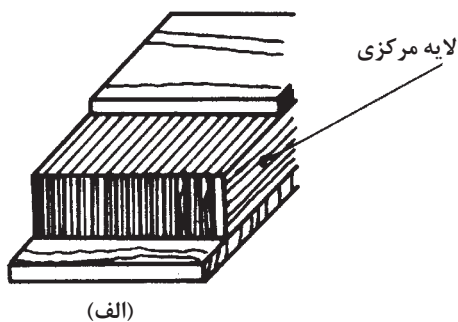
است یک تکه باشد و یا از چند قسمت تشکیل شده باشد و دارای انواع زیر است:  
**لایه خارجی (نمایی):** این لایه دو سطح بیرونی تخته را می پوشاند و معمولاً از لایه های مرغوب و درجه یک تهیه می شود (شکل ۲-۵۴).



شکل ۲-۵۴- لایه خارجی در تخته چند لایه

**لایه مرکزی (مغز):** این لایه کاملاً در وسط لایه های دیگر قرار دارد که از یک یا چند ورقه روکش به هم چسبیده درست شده است و اغلب از لایه های کم عرض و درجه دو استفاده می شود.

گاهی لایه مرکزی ممکن است از چند قطعه چوب طویل (به طول تخته) و باریک (با عرض های مختلف) که در کنار هم به وسیله چسب به هم متصل شده اند، تشکیل شده باشد که در اصطلاح، تخته لایه ردیفی<sup>۱</sup> نامیده می شود (شکل ۲-۵۵- الف تا ج).



(الف)

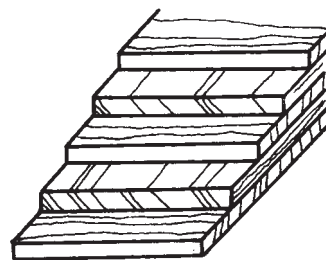
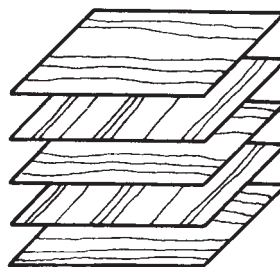
قبل از میلاد مسیح در مصر همراه با رعایت اصول فنی امروز، رایج بوده است. اگر چه ساخت هنری چوب های لایه ای در ایران نیز از زمان های گذشته معمول است، ولی تهیه صنعتی تخته لایه سابقه خیلی طولانی ندارد و اولین کارخانه تولید روکش و تخته لایه در سال ۱۳۴۴ (ه.ش) در رشت آغاز به کار کرد و در حال حاضر اکثر کارخانجات صنایع چوب اقدام به تولید تخته لایه و روکش کرده اند که مهم ترین این واحدها عبارتند از:

- نکا چوب (ساری)

- چوکا گیلان (بندر انزلی)

- صنایع چوب آریا (مشهد مقدس)

**تعریف تخته چند لایه:** تخته چند لایه عبارت است از چند لایه چوب نازک (روکش) که پس از چسب زنی به طور متقاطع روی هم قرار می گیرند و از طریق فشار و حرارت دادن به هم می چسبند (شکل ۲-۵۳).



شکل ۲-۵۳- تخته چند لایه

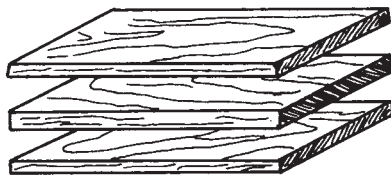
**انواع لایه در تخته چند لایه:** هر یک از ورقه های چوبی یک تخته چند لایه را لایه می نامند که ممکن

متنوعی دارد و در هر ناحیه از جهان برحسب صنایع چوب آن منطقه متفاوت است؛ ولی در مجموع گونه‌های سوزنی برگ بیشتر از پهن‌برگان مورد استفاده قرار می‌گیرند. به‌طور کلی گونه‌های مورد استفاده این صنعت در ایران عبارت‌اند از: راش، افرا، توسکا، نمدار، گردو، انواع صنوبر، توس و گونه‌های پهن‌برگ وارداتی مانند: سامبا، آکاژو، گابن (اکومه)، ماهگونی و گونه‌های متداول در جهان عبارتند از: دوگلاس، پیسه‌آ، کاج، ساپن، تیک (ساج)، بلوط، غان، ملز و اکالیپتوس.

### انواع تخته لایه:

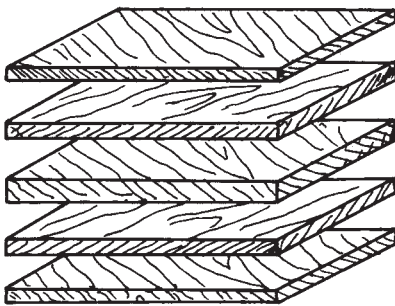
**تخته لایه متعادل:** تخته‌ای است که در آن لایه‌های قرینه نسبت به لایه مرکزی (مغز) دوبه‌دو از یک گونه و با یک ضخامت باشد.

**تخته لایه مطبق:** تخته‌ای است که الیاف تمام لایه‌ها و احتمالاً مغز آن موازی با الیاف لایه خارجی است (شکل ۲-۵۷).

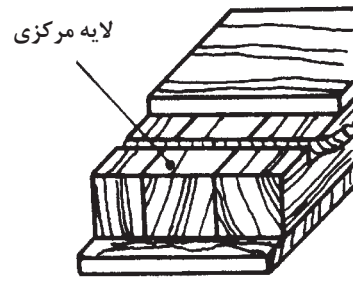


شکل ۲-۵۷ - تخته چند لایه مطبق

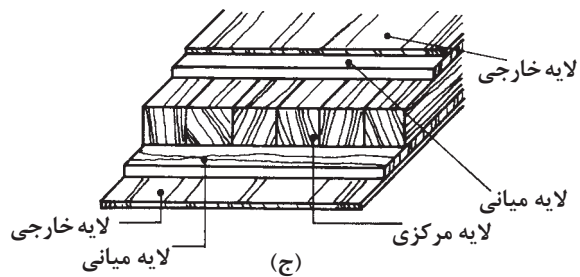
**تخته لایه اختر تار:** تخته‌ای است که لایه‌های آن چنان روی هم گذارده شده‌اند که الیاف آن به شکل ستاره درآید (شکل ۲-۵۸).



شکل ۲-۵۸ - تخته لایه اختر تار



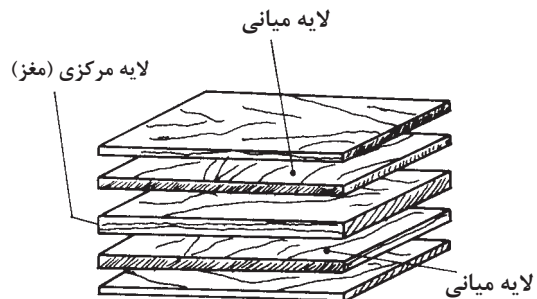
(ب)



(ج)

شکل ۲-۵۵ - تخته لایه ردیفی

**لایه میانی:** بین لایه مرکزی و خارجی قرار دارد و بیشتر نقش مقاومت و توازن نیروها را ایفا می‌کند. این لایه را می‌توان در تخته چند لایه‌های بیش از سه لایه یافت (شکل ۲-۵۶).



شکل ۲-۵۶ - لایه میانی در تخته چند لایه

گونه‌های چوبی مورد مصرف در تخته چند لایه: گونه‌های چوبی مورد مصرف این صنعت دامنه وسیع و

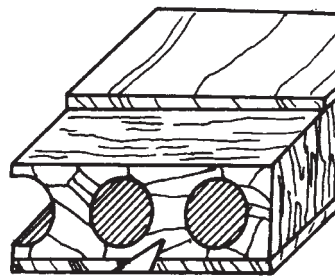
**تخته لایه قالبی:** تخته (لایه) ای است که در اثر فشار به شکل معینی در بیاید و مسطح نباشد (شکل ۲-۶۱).



شکل ۲-۶۱- مورد مصرف تخته لایه قالبی

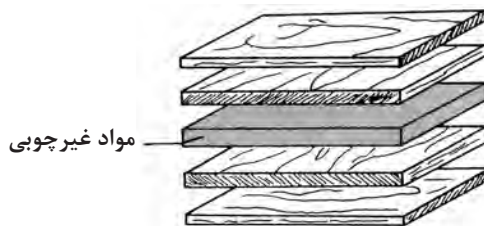
**تخته لایه همگن:** تخته ای است که همه لایه های آن از یک گونه چوب ساخته شده باشد.  
**تخته لایه ناهمگن:** تخته ای است که همه یا تعدادی از لایه ها و مغز آن از گونه های مختلف چوب ساخته شده باشد (شکل ۲-۶۲).

**تخته لایه با مغزی تخته خرده چوب مجوف (سوراخ دار):** تخته ای است که مغز آن دارای سوراخ های گوناگونی باشد (شکل ۲-۵۹).



شکل ۲-۵۹- تخته لایه مجوف (سوراخ دار)

**تخته لایه مختلط:** تخته ای است که مغز آن یا بعضی از لایه های آن از مواد دیگری به جز لایه چوبی و یا چوب یکپارچه باشد. این تخته چند لایه ها حداقل دو لایه در طرفین مغز دارند و الیافشان عمود بر یکدیگر است (شکل ۲-۶۰).



شکل ۲-۶۰- تخته لایه مختلط



شکل ۲-۶۲

**استاندارد و درجه بندی تخته چندلایه:** براساس قواعد استاندارد و درجه بندی، تخته لایه را برحسب خوبی و بدی لایه خارجی درجه بندی می کنند. کیفیت لایه خارجی به اندازه و فراوانی معایبی از قبیل گره، ترک و تغییرات رنگ آن بستگی دارد که بدین ترتیب به پنج گروه (درجه) N (با کیفیت عالی)، A (حداکثر دارای ۳ عیب و گره)، B (حداکثر دارای ۶ عیب و گره)، C (حداکثر دارای ۹ عیب و گره) و D (با کیفیت پایین) می توان تقسیم کرد.

به طور کلی تخته چندلایه به صورت ۳، ۵، ۷، ۹، ۱۰، ۱۲، ۱۵ و ۱۸ لایه و گاهی اوقات ۶ و ۸ لایه (مغز از دو لایه با الیاف موازی چسبیده بر روی هم تشکیل شده است) وجود دارد که خود به دو دسته سنباده شده و سنباده نشده تقسیم می شوند.

جدول ۳-۲- ابعاد استاندارد تخته چند لایه

طول	۲۲۰ سانتی متر
عرض	۷۵، ۸۰، ۸۵، ۹۰، ۹۵، ۱۰۰، ۱۲۰، ۱۴۰، ۱۵۰، ۱۶۰، ۱۷۰، ۱۸۰ سانتی متر
ضخامت	۳ تا ۱۸ میلی متر

**موارد مصرف تخته چندلایه:** کاربرد تخته چندلایه به علت مزایای ویژه ای که در مقایسه با چوب ماسیو دارد، در صنعت و سازه های چوبی نسبت به سایر فرآورده ها بیشتر است و عمده ترین موارد مصرف آن عبارتند از: **کارهای ساختمانی:** این فرآورده به علت سبکی، قابلیت انحناء، استحکام نسبی زیاد، آسانی برش و بالاخره زیبایی در ساخت قسمت اعظم بناهای مسکونی، تجاری، مانند: دیوارها، سقف، پوشش کف و بیمارستان های صحرائی مورد استفاده قرار می گیرد (شکل ۶۳-۲).



شکل ۶۳-۲- مورد مصرف تخته چند لایه در کارهای ساختمانی

**کارهای صنعتی:** از این فرآورده علاوه بر مصارف بالا در صنایعی که احتیاج به ماده اولیه سبک با خصوصیات مانند عایق بودن در برابر حرارت، صوت و جریان الکتریسیته باشد، می‌توان استفاده کرد؛ مانند: هواپیماسازی، واگن‌سازی، قسمت‌های داخلی کشتی، پوشش داخلی سالن‌های صدابرداری و اتوبوس‌سازی. مصارف دیگر این فرآورده به اختصار عبارتند از: جعبه‌سازی، ساخت انواع مبیل، کابینت‌سازی، در، سورت‌مه‌سازی، بشکه‌های سبک، تیرها و ستون‌های لایه‌ای، بسته‌بندی، جعبه چرخ خیاطی و موارد دیگر (شکل ۶۴-۲).



شکل ۶۴-۲- موارد استفاده از تخته چندلایه در محصولات چوبی (نظیر درهای پیش‌ساخته چوبی)

## روکش

امروزه این صنعت به قدری پیشرفت کرده است که انسان قادر است در سایه این صنعت علاوه بر به‌وجود آوردن زیبایی، نقش و نگار و رنگ بر روی چوب‌های معمولی، روکش‌هایی از ریشه برخی درختان مانند: سنجد، کیکم، توسکا و مرکبات بسازد و آنها را زینت‌بخش کالاهای کوچک چوبی و تزئیناتی خود کند. در ایران، بعد از نشر اسلام و فرهنگ اسلامی در بیشتر معرق‌کاری‌ها، منبت‌کاری‌ها و تزئینات اماکن مقدسه، هنر استفاده از چوب به صورت قطعات نازک و ظریف و اوراق خوش نقش مشهود است. البته صنایع روکش‌سازی از چوب با وسایل مدرن امروزی در کشور ما حدود ۳۰ سال پیش دایر شد و قدمت چندانی ندارد.

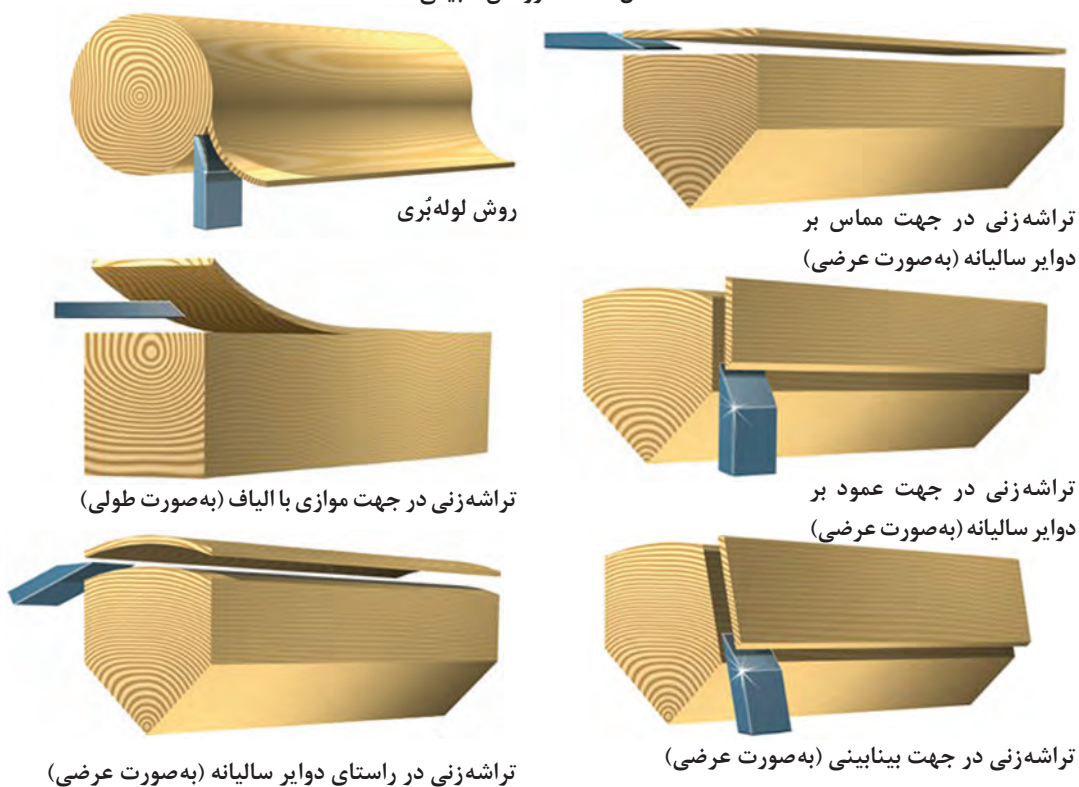
**تعریف روکش:** روکش عبارت است از ورقه نازکی که روی ماده دیگری کشیده یا چسبانیده شود. در صنایع چوب اصطلاح روکش معمولاً به ورقه‌های نازک چوبی گفته می‌شود که برای ناماسازی سایر فرآورده‌های چوبی که ظاهر مناسبی ندارند (تخته خرده‌چوب و تخته فیبر) به کار برده می‌شوند. هدف اصلی از روکش‌سازی، صرفه‌جویی در مصرف، بهره‌برداری مناسب و استفاده از امتیاز زیبایی و نقش و نگار چوب، به‌دست آوردن نقوش یکنواخت و قرینه و در ضمن اصلاح معایب چوب‌ها است. به‌طور کلی روکش‌ها را می‌توان به دو گروه طبیعی (چوبی) و مصنوعی تقسیم کرد:



روکش‌های طبیعی (چوبی): این نوع روکش‌ها از گونه‌های مرغوب پهن برگ و گاهی سوزنی برگ (شکل ۲-۶۵) و با استفاده از روش‌های لوله‌بری<sup>۱</sup>، تراشه‌زنی (کاردی یا اسلایسر<sup>۲</sup>)، تکه‌بری<sup>۳</sup> (محوری) و اره‌ای<sup>۴</sup> تهیه می‌شوند (شکل ۲-۶۶).



شکل ۲-۶۵ - روکش طبیعی



شکل ۲-۶۶ - روش‌های تهیه روکش

- ۱- Rotary
- ۲- Slicer
- ۳- Stag- logcutting
- ۴- Sawing

### طبقه‌بندی روکش‌ها از نظر کاربرد:

**الف) روکش‌های نمایی:** این قبیل روکش‌ها از چوب‌های منقش پهن‌برگ مانند: گردو، زبان گنجشک، ملج و افرا به روش کاردی تهیه می‌شوند. این نوع روکش‌ها به علت نقوش زیبای آن مانند: نقوش چشم‌بلبلی، نقوش موج، نقوش نواری و لایه‌ای بسیار گران قیمت هستند و برای مبلمان‌های درجه یک مانند میز پیانو و نظیر آن به کار می‌روند.

**ب) روکش‌های تجارتي:** این نوع روکش‌ها اغلب از چوب‌های پهن‌برگ به روش لوله‌بری تهیه می‌شوند و بیشتر برای مبلمان‌های درجه دو و نظیر آن مورد استفاده قرار می‌گیرند.

**پ) روکش‌های بسته‌بندی:** این نوع روکش‌ها از چوب‌های ارزان قیمت تهیه می‌شوند و نامرغوب هستند. تخته لایه‌ای تهیه‌شده از آنها فقط برای جعبه‌های میوه، سبزی، گوشت و مواردی نظیر آن به کار می‌روند.

**گونه‌های مورد مصرف در تهیه روکش:** امروزه برای روکش‌سازی در دنیا از گونه‌های مختلف چوبی استفاده می‌کنند به طوری که در کشور ما به علت وجود جنگل‌های پهن‌برگ اغلب از گونه‌های راش، توسکا، گردو، افرا، ملج و به ندرت از بلوط روکش تهیه می‌شود. در کشورهای اروپایی بیشتر از گونه‌های بلوط، راش، توس، صنوبر و تعدادی از گونه‌های سوزنی برگ مانند دوگلاس<sup>۱</sup> استفاده می‌شود.

در ضمن باید دانست که انواع چوب‌های منقش مانند: زبرانا، ماهاگونی، جک (پالیساندر)، تیک (ساج) نیز از مناطق استوایی و نیمه‌استوایی آمریکا، آفریقا و هندوستان به اروپا و آمریکا حمل و در آن جا تبدیل به روکش می‌شود که قسمتی از آن نیز واردات چوبی ما را تشکیل می‌دهد (شکل ۲-۶۷).



شکل ۲-۶۷

**استاندارد و درجه‌بندی روکش:** به‌طور کلی در کارخانه‌های بزرگ انواع مختلف روکش را برحسب ضخامت آن دسته‌بندی و خشک می‌کنند و عوامل زیر در برگ مشخصات آنها باید ذکر شود:

رطوبت روکش، نوع جنس روکش (گونه پهن‌برگ یا سوزنی برگ) و ضخامت روکش (ضخامت روکش‌ها برحسب

۱-Pseudotsuga menzeissi

نوع مصرف از ۰/۲۵ میلی‌متر تا ۹ میلی‌متر فرق می‌کند. در امریکا اغلب، روکش‌ها را با ضخامت‌های ۱/۳، ۱/۶، ۲/۵، ۳/۲ و ۳/۶ تهیه می‌کنند و حتی روکش‌هایی که برای هواپیماسازی به کار می‌رود، با ضخامت ۰/۴ میلی‌متر نیز تهیه می‌شود.

**موارد مصرف روکش:** در کشورهای پیشرفته بررسی‌های زیادی در این زمینه به عمل آمده است؛ به‌ویژه که این صنایع زیربنای صنایع مهم و پرمصرف دیگر را تشکیل می‌دهد و در خدمت بسیاری از صنایع دیگر چوب مانند: صنایع تخته لایه‌سازی، صنایع فرمیکا، صنایع دکوراسیون چوبی، روکش کردن در و پنجره‌های چوبی، روکش کردن دیگر تخته‌های صنعتی مانند: تخته خرده چوب، تخته‌های لایه‌ای و چوب پرده است. از روکش‌های ضخیم می‌توان در صنایع دیگر مانند: کبریت‌سازی، خلال دندان‌سازی، چوب‌بستنی، پوشال‌سازی، سبد‌سازی، تهیه کیف و زنبیل‌های سبک چوبی، مُعَرَّق کاری و سطوح تزئینی پیانو استفاده کرد. در مورد پوشش قسمت‌های پشت و زیرمبل‌ها، قفسه‌های لباس، قفسه‌های کتابخانه، قفسه‌بندی‌های فروشگاه‌ها و آشپزخانه و یا دیگر کالاهای چوبی که زیبایی پوشش سطح مورد نظر است، می‌توان از طریق روکش کردن، ظاهر آنها را زیباتر و دلپسندتر جلوه داد و ارزش این کالاها را بالا برد.

**منابع مهم تولید روکش در ایران:** در چند دهه اخیر صنایع مدرن و بزرگ روکش‌سازی در کشور مستقر شده است و هم‌اکنون چند واحد بزرگ و کوچک در اطراف تهران و استان‌های گیلان، مازندران، زنجان و جاهای دیگر مشغول کار هستند که مهم‌ترین آنها عبارتند از: شرکت ایران چوب، روکش چوبی فیروزکوه، روکش چوبی ایران، شرکت سهامی نکاچوب و راش بینه‌گران.

**روکش مصنوعی:** روکش‌های مصنوعی ورقه‌های نازک کاغذی یا پلاستیکی هستند که برای پوشش سطح و ضخامت (نر) فرآورده‌های چوب (تخته‌خرده چوب، تخته فیبر)، به کار می‌روند. روکش‌های مصنوعی از نظر نوع رنگ و نقش (نقش موج چوب، موزاییکی، ساده، رنگی و ...) و ضخامت دارای انواع متفاوتی است. به علت کاربرد مواد حفاظتی، رنگی و چسب بر روی روکش‌های مصنوعی، صفحاتی که با این روکش پوشش داده می‌شوند، در برابر رطوبت و حرارت مقاوم هستند و در کارهای ساختمانی، دکوراسیون، مبلمان و موارد دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرند.

### روکش با فشار بالا<sup>۱</sup> یا روکش ملامینه فشرده (HPL):<sup>۲</sup>

این روکش‌ها از اوراق کاغذکرافت آغشته شده<sup>۳</sup> با نوعی رزین (چسب<sup>۴</sup>) ساخته می‌شوند. کاغذهای مذکور در لایه‌های میانی و تحتانی قرار داشته و لایه<sup>۵</sup> سطحی از جنس کاغذ تزئینی چاپ شده<sup>۵</sup> طرح‌دار یا ساده است و عمدتاً سطح آن با رزین‌هایی نظیر ملامین فرم آلدهید<sup>۶</sup> پوشانده شده است (شکل ۲-۶۸).



شکل ۲-۶۸

۱- این فرآورده برای اولین بار توسط یک شرکت اسپانیایی به نام فرمیکا تولید و امروزه به این نام نیز مشهور است.

۲- High Pressure laminate

۳- Im pregated

۴- Phenol Formaldehyde (PF)

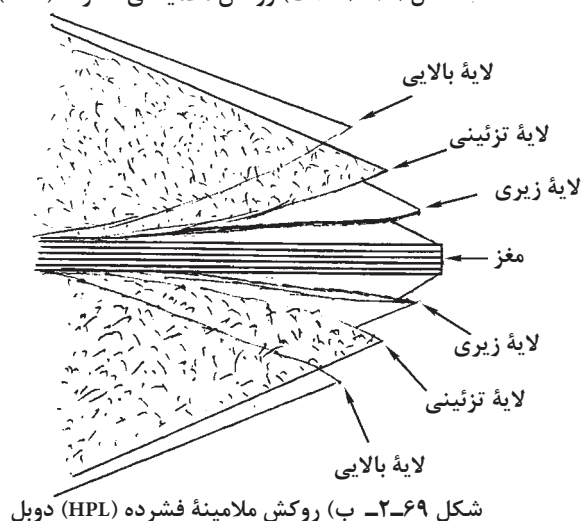
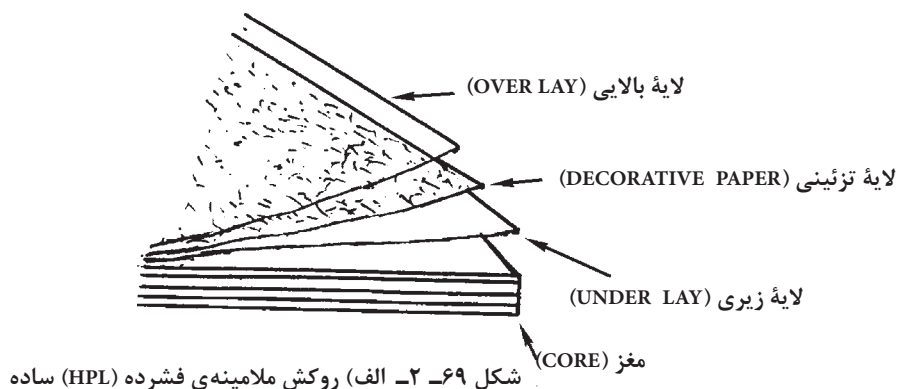
۵- Decorative paper

۶- Melamine Formaldehyde (MF)

در فرآیند ساخت این روکش، کاغذ کرافت به چسب فوق‌الذکر آغشته و در مرحله بعد نسبتاً خشک می‌شود. این لایه‌ها به‌اضافه‌ی لایه‌های سطحی در پرس‌های چند طبقه بر روی هم پرس می‌گردند. ورقه به‌دست‌آمده پس از دور بُری به ابعاد استاندارد تبدیل می‌شود.

هر دو سطح این ورقه لایه‌ای می‌تواند با کاغذ تزئینی پوشانده شود. با تیمار کردن<sup>۱</sup> لایه‌های میانی به مواد فاقد هالوژن<sup>۲</sup>، این روکش مقاوم به حریق می‌شود (شکل ۲-۷۰ الف و ب).

به دلیل استفاده از رزین (چسب) این روکش‌ها در مقابل عبور جریان الکتریسیته مقاومت می‌نمایند. به‌کارگیری رزین ملامین در لایه سطحی باعث مقاومت این روکش‌ها در مقابل اسیدهای ضعیف می‌گردد و در برابر ضربه و خراشیدگی نیز مقاومت قابل قبولی دارند. در مجاورت آب و بخار ترک نخورده و ورقه نمی‌شوند. درصد جذب رطوبت این روکش‌ها در حالت غوطه‌وری ناچیز و نسبت به دمای خشک، شوک حرارتی<sup>۳</sup> و خط و خش مقاوم هستند. مورد استفاده این روکش‌ها در تولید کابینت آشپزخانه و آزمایشگاه، تجهیزات اداری شامل انواع میزهای کامپیوتر، کنفرانس، اداری و ... پارتیشن و پانل‌ها، دکوراسیون داخلی اتوبوس‌ها و موارد مشابه، صفحه زیرین بُردهای الکترونیکی و درب‌های ساختمانی می‌باشد.

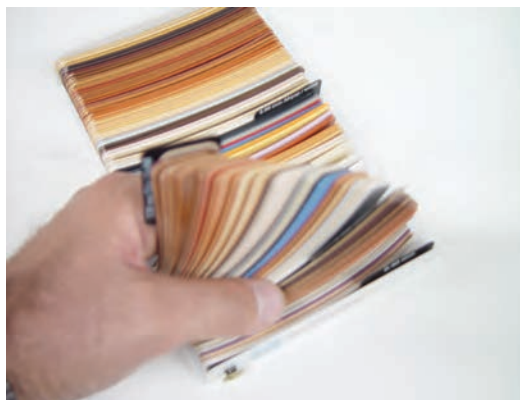


۱- با روش‌های آغشته‌سازی یا اشباع

۲- مواد کندسوزکننده

۳- آتش سیگار و ...

این نوع روکش‌های ورقه‌ای با استفاده از چسب‌های اوره فرم‌آلدهید<sup>۱</sup>، پلی‌وینیل استات<sup>۲</sup> و یا چسب‌های تماسی<sup>۳</sup> بر روی سطوح اوراق فشرده چوبی (تخته خرده‌چوب، تخته فیبر، تخته لایه و ...) پرس می‌شوند. سایر انواع روکش‌های ملامینه فشرده عبارتند از: نوع استاندارد<sup>۴</sup>، نوع فرم‌پذیر<sup>۵</sup>، انواع مخصوص کف‌پوش<sup>۶</sup> و نوع بسیار فشرده<sup>۷</sup>. کاربرد این روکش‌ها در سطح تخته بوده و برای پوشش لبه (نر) صفحات چوبی از نوارهای پلی‌وینیل کلراید<sup>۸</sup> و روکش کاغذی<sup>۹</sup> (جدول ۲-۴) استفاده می‌گردد (شکل ۲-۷۰).



شکل ۲-۷۰- دستگاه لبه چسبان (پی‌وی‌سی) (این دستگاه در انواع ایرانی و خارجی ساخته می‌شود) و نمونه‌هایی از نوارهای پی‌وی‌سی و کاغذی

۱- Urea Formaldehyde

۲- PVAC

۳- Contact Glue

۴- Standard HPL

۵- Post formable HPL

۶- Walk print HPL

۷- Compact HPL

۸- برای پوشاندن ضخامت انواع تخته از نوارهای ABS نیز استفاده می‌شود؛ این نوارها مشابه نوارهای پلی‌وینیل کلراید بوده و ظاهر شفافی دارند. ABS

نیز مانند پلی‌وینیل کلراید (PVC) از نوع مصنوعی است.

۹- Finish foil

جدول ۴-۲- سایر انواع روکش‌های مصنوعی

نام روکش	روش تولید	روش نصب
<p>روکش فشرده پیوسته Continuous pressure Laminate (CPL)</p>	<p>اوراق کاغذ کرافت که با نوعی رزین مخصوص آغشته شده‌اند در لایه‌های میانی و تحتانی قرار گرفته و لایه سطحی از جنس کاغذ تزئینی چاپ شده (طرح‌دار) و یا ساده که عمدتاً با رزین‌های آمینوپلاستیک آغشته شده است، می‌باشد. این لایه‌ها در پرس‌های غلتکی پیوسته بر روی یکدیگر پرس می‌گردند (با ضخامت ۰/۲ تا ۱/۳ میلی‌متر).</p>	<p>با استفاده از چسب‌های اوره فرم‌آلدهید پلی‌وینیل استات و یا چسب تماسی بر روی اوراق فشرده چوبی پرس می‌شوند.</p>
<p>روکش با فشردگی کم Low pressure Laminate (LPL)</p>	<p>اوراق کاغذ فلوتینگ (Floating) که با نوعی رزین مخصوصی آغشته شده‌اند در لایه‌های میانی و تحتانی قرار گرفته و لایه سطحی از جنس کاغذ تزئینی چاپ شده (طرح‌دار) و یا ساده که عمدتاً با رزین‌های آمینوپلاستیک نظیر ملامین فرم‌آلدهید آغشته شده است، می‌باشد. این لایه‌ها تحت فشار تقریبی <math>40 \text{ kg/cm}^2</math> و دمای <math>130^\circ \text{C}</math> در پرس‌های چند طبقه به روکش تبدیل می‌شوند.</p>	<p>با استفاده از چسب‌های اوره فرم‌آلدهید پلی‌وینیل استات و یا چسب تماسی بر روی اوراق فشرده چوبی پرس می‌شوند.</p>
<p>ملامینه استاندارد Standard melamine</p>	<p>یک لایه کاغذ تزئینی ساده یا طرح‌دار با رزین ملامین فرم‌آلدهید آغشته و سپس خشک می‌شود (در ضخامت <math>0.25 \text{ mm}</math> تا <math>0.35 \text{ mm}</math>) رزین حدود ۵۰٪ ضخامت این نوع روکش را تشکیل می‌دهد.</p>	<p>بدون استفاده از چسب و توسط پرس حرارتی تحت فشار بالا روی سطوح اوراق فشرده چوبی پرس می‌شوند.</p>
<p>ملامینه نرم Soft Melamine</p>	<p>ابتدا کاغذ ملامینه شده و سپس سطح فوقانی آن اندود و خشک می‌شود. عمده‌ترین کاربرد این روکش‌ها در ساخت نوار لبه ساده یا پشت چسب‌دار می‌باشد.</p>	<p>بدون استفاده از چسب و توسط پرس حرارتی تحت فشار بالا روی سطوح اوراق فشرده چوبی پرس می‌شوند.</p>

<p>با استفاده از چسب‌های گرما نرم (اتیل وینیل استات) و یا پلی‌وینیل استات</p>	<p>این روکش‌ها از لایه‌های پلی‌وینیل کلراید، لایه آستری و لاک‌های متفاوت تشکیل شده (در ضخامت ۰/۲ mm تا ۳ mm) و برای ساخت نوار مخصوص لبه‌های فرز خورده (sof forming) و روکش سطوح نوار خورده (membranceor Vacceue) کاربرد دارند. این روکش‌ها با استفاده از چسب‌های گرانونل جامد که در دستگاه لبه‌چسبان ذوب می‌شود، بر ضخامت تخته پرس می‌گردند.</p>	<p>پلی‌وینیل کلراید (PVC)</p>
<p>با استفاده از رزین‌های اوره فرم آلدهید و پلی‌وینیل استات و به کمک پرس‌های غلتکی پیوسته و یا یک طبقه مسطح</p>	<p>ورقه نازکی از یک لایه کاغذ تزئینی ساده یا طرح‌دار به صورت مات و یا براق با رزین ملامین فرم آلدهید آغشته و پس از اندود کردن (Laqaring) خشک می‌شود. (در ابعاد متنوع و با وزن ۳۰ تا ۳۰۰ g/cm<sup>۲</sup>) این روکش برای ساخت نوار لبه ساده و پشت چسب‌دار، روکش پروفیل، نوار لبه فرز خورده و روکش سطوح صاف به کار می‌رود<sup>۱</sup>.</p>	<p>روکش کاغذی Finish foil</p>
<p>با استفاده از رزین‌های اوره فرم آلدهید و پلی‌وینیل استات و به کمک پرس‌های غلتکی پیوسته و یا یک طبقه مسطح</p>	<p>این نوع روکش‌ها متشکل از هیدروکسید آلومینیوم، رزین اکریلیک و رنگدانه‌های طبیعی می‌باشند. به ضخامت ۳ تا ۱۹ میلی‌متر تولید شده و حدوداً دارای وزن مخصوص ۱/۷ gr/cm<sup>۳</sup> می‌باشند. در مقابل ضربه دارای مقاومت بسیار خوب و دارای قابلیت فرم‌پذیری بالا می‌باشند.</p>	<p>روکش‌های اکریلیک</p>

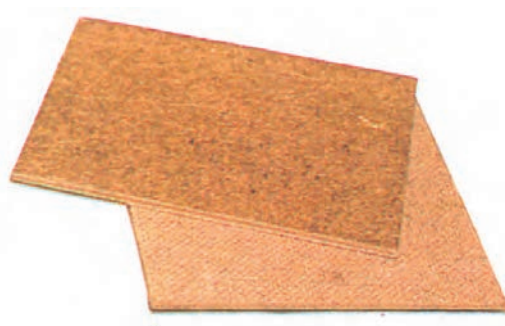
## تخته فیبر<sup>۲</sup>

امروزه ارزش و اهمیت چوب به جایی رسیده است که در صنایع جدید کوشش می‌شود از چوب‌های کوچک یا به اصطلاح چوب‌های هیزمی که در گذشته برای سوخت مصرف می‌شد و همچنین از خرده‌چوب‌های مازاد مقطوعات و مازاد کارخانجات چوب‌بری و سایر صنایع حداکثر استفاده به عمل آید که مهم‌ترین این صنایع را می‌توان صنایع تخته فیبر نام برد.

۱- برای چسباندن این روکش‌ها لازم است روکش برای مدت زمان کوتاهی داغ شده و بر ضخامت (تَر) تخته فشار داده شود که برای این منظور می‌توان از اتو برقی ساده و یا انواع دستگاه‌های لب چسبان میزی و دستی استفاده کرد.

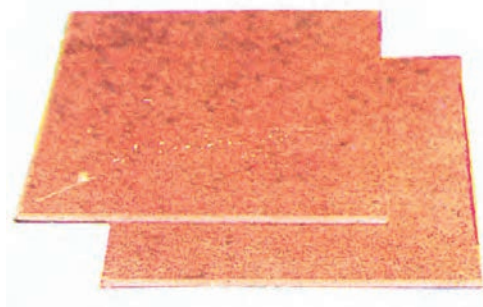
**تعریف تخته فیبر:** تخته فیبر از فیبرها (عناصر کشیده و باریک چوبی<sup>۱</sup> یا سایر الیاف غیر چوبی<sup>۲</sup>) که به صورت خمیر درآمده‌اند و از طریق فشردن، تداخل و اتصال بین الیاف (لیگنین چوب<sup>۳</sup>) یا با افزودن چسب‌های مصنوعی<sup>۴</sup> به دست می‌آید.

**انواع تخته فیبر از لحاظ فرآیندهای تولید:** تخته فیبرهای حاصل از فرآیندهای مختلف تولید (فرآیند خشک، نیمه خشک و تر) را می‌توان به دو گروه تخته فیبر  $S_1S$  و  $S_2S$  دسته‌بندی کرد. تخته فیبر  $S_1S$  معمولاً به روش تر و نیمه خشک تولید می‌شود. در این روش برای خروج سریع آب از خمیر، از توری سیمی استفاده می‌شود. از این لحاظ سطح زیرین اوراق تخته فیبر تولید شده ناهموار و منسوج است که در اصطلاح تخته فیبر با یک رویه صاف یا تخته فیبر  $S_1S$  نامیده می‌شود (شکل ۷۱-۲).



شکل ۷۱-۲. تخته فیبر  $S_1S$

تخته فیبر  $S_2S$  بیشتر به روش خشک (فرآیند خشک) و یا نیمه خشک تهیه می‌شود و ذرات خمیر در این روش بدون وجود تور سیمی وارد پرس می‌شوند. از این لحاظ تخته فیبرهای حاصله دارای دو سطح کاملاً صاف است که در اصطلاح به آن تخته فیبر با دو رویه صاف یا تخته فیبر  $S_2S$  گفته می‌شود (شکل ۷۲-۲).



شکل ۷۲-۲. تخته فیبر  $S_2S$

- 
- ۱- مواد اولیه چوبی را می‌توان به صورت مخلوط گونه‌ها یا تک‌گونه، ضایعات چوب و خرده چوب به کار برد.
  - ۲- الیاف مواد غیر چوبی شامل الیافی است که منشأ لیگنوسلولزی گیاهی دارند (با گاس، ساقه ذرت، ساقه گندم، ...) یا الیافی که منشأ معدنی (غیر آلی) دارند.
  - ۳- لیگنین چوب مهم‌ترین اتصال دهنده در ساخت تخته فیبرهای معمولی و فیبر عایق است.
  - ۴- از چسب فنل فرم‌آلدهید برای ساختن تخته فیبر سخت، از چسب اوره فرم‌آلدهید برای ساختن تخته ام‌دی‌اف و نشاسته را هم می‌توان به عنوان چسب ثانویه در تخته فیبر عایق به کار برد.

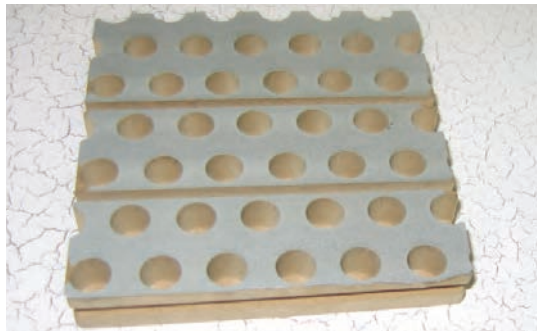


**انواع تخته فیبر از نظر دانسیته<sup>۱</sup> (جرم مخصوص):** تخته فیبرها را می‌توان در یک سری گسترده جرم مخصوص ( $0.2 \text{ g/cm}^3$  تا  $1.2$ ) به سه گروه تخته فیبر سبک (تخته فیبر عایق)، تخته فیبر نیمه سخت (ام.دی.اف) و تخته فیبر سخت تقسیم‌بندی کرد.

**تخته فیبر سبک یا تخته فیبر عایق<sup>۲</sup>:** تخته فیبر عایق به‌عنوان یکی از محصولات فرعی کارخانه کاغذسازی نخستین بار در سال ۱۸۹۸ در کشور انگلستان توسعه پیدا کرد. در سال ۱۹۲۰ در آمریکا از ضایعات محصولات کشاورزی، تخته فیبر عایق سلوتکس<sup>۳</sup> تولید شد. به‌طور کلی تخته فیبر عایق فقط با فرآیند تر قابل تولید و دارای ضخامتی بین  $9/5$  تا  $19$  میلی‌متر و دانسیته  $0.05 \text{ g/cm}^3$  تا  $0.2$  است. تخته فیبر عایق دارای استحکام و سختی کافی و مناسبی است و در عایق‌کاری (عایق حرارت و صدا) به‌کار می‌رود. تخته فیبر عایق ممکن است به‌صورت ساده، آسترزده (دو سطح تخته برای پوشش سقف به آستر قیری آغشته می‌کنند) و یا پروفیل دار (منقش) تولید شود. تخته فیبر عایق برحسب نوع مصرف به سه گروه تقسیم می‌شود:

**الف) محصولات بیرونی:** مانند تخته پوششی که به علت عایق بودن، مقاومت در برابر رطوبت، داشتن نقش مهاربند و ارزان بودن آنها در قسمت‌های بیرونی ساختمان برای لمبه کوبی بام، عایق‌کاری، و تزئین سقف مورد استفاده قرار می‌گیرد.

**ب) محصولات درونی:** شامل تخته‌های ساختمانی، تخته آجری سقف و تخته صداگیر (اکوستیک) است که بیشتر برای مصارف عمومی ساختمان به‌کار می‌رود؛ مانند تزئین سقف‌ها، دیوارهای حمام و راهروهایی که سر و صدا زیاد باشد (شکل ۲-۷۳).



شکل ۲-۷۳ - تخته فیبر عایق (اکوستیک)

**ج) محصولات صنعتی:** این نوع محصولات شامل تخته‌های مخصوص ساخت خانه‌های پیش‌ساخته، تخته‌های مورد مصرف در صنایع مبیل و اتومبیل‌سازی است.

**تخته فیبر با دانسیته متوسط یا نیمه سخت (ام.دی.اف) MDF<sup>۴</sup>:** تخته فیبر با دانسیته متوسط که به تخته فیبر ام.دی.اف معروف است برای اولین بار در سال ۱۹۶۵ در آمریکا ساخته شد و هم‌اکنون محصول آن با نام تجاری تخته بارابورد به بازار عرضه می‌شود. این فرآورده هم با فرآیند تر و هم با فرآیند خشک

۱- دانسیته یا جرم حجمی یک ماده عبارت است از وزن هر واحد حجم از آن ماده =  $\frac{\text{جرم جسم}}{\text{حجم جسم}}$  دانسیته (جرم حجمی)

۲- Insulation board

۳- Celotex Insulation board

۴- M.D.F (Medium density Fiber board)

تولید می‌شود، که ام.دی.اف تولید شده به روش خشک معمولاً ضخیم‌تر (۹/۵ تا ۲۵ میلی‌متر) از ام.دی.اف تولید شده به روش تر (۶ تا ۱۳ میلی‌متر) و دارای جرم مخصوص  $0.6 \text{ g/cm}^3$  تا  $0.85$  است. از ویژگی‌های مهم ام.دی.اف تولید شده به روش خشک می‌توان ترکیب مشخص، دانسیته یکنواخت، ارزان بودن، داشتن لبه‌های یکنواخت و ماسیو که به سهولت ماشین و پرداخت می‌شود را نام برد. این محصول به دو صورت صفحه و پروفیل تولید می‌شود (شکل ۲-۷۴). کاربرد نوع صفحه‌ای آن عمدتاً در سازه‌های صفحه‌ای (انواع کابینت‌ها، میزها، سرویس خواب و ...) بوده و در تولید محصولات چوبی یا تخته خرده چوب در رقابت است. کاربرد انواع پروفیل این فرآورده در تولید در به‌عنوان قاب دور در و سایر انواع قاب‌ها می‌باشد. ام.دی.اف تولید شده به روش تر معمولاً نازک‌تر است و به‌عنوان روکوب مورد استفاده قرار می‌گیرد.



شکل ۲-۷۴- انواع پروفیل‌های ام.دی.اف

در چند سال اخیر استفاده از *MDF* تولیدشده با روش خشک در کشور رایج و در بعضی موارد جایگزین تخته خرده چوب گردیده است. در ابتدا *MDF* مورد مصرف از تولیدکنندگان آسیایی مانند کشورهای ترکیه و مالزی و یا اروپایی تأمین می‌شد ولی با راه‌اندازی کارخانه *MDF* خزر در منطقه چمستان مازندران و کارخانه دیگری در منطقه خوزستان (تولید با استفاده از باگاس) کشور ایران نیز به جمع تولیدکنندگان این محصول پیوست؛ در حال حاضر کارخانجات دیگری نیز با هدف تولید این محصول در شهرستان تنکابن، بابل، ساری و سایر نقاط کشور در حال احداث و راه‌اندازی می‌باشند.

**تخته فیبر سخت!** در سال ۱۹۲۶ اولین کارخانه تولید تخته فیبر سخت در شهر لورل<sup>۲</sup> تأسیس شد که این واحد در حال حاضر بزرگ‌ترین کارخانه تولیدکننده تخته فیبر سخت در دنیا به‌شمار می‌رود. تولید این تخته فیبر به روش خشک و تر امکان‌پذیر است و اوراق سختی از نوع یک‌رویه صاف (S<sub>1</sub>S) و دو رویه صاف (S<sub>2</sub>S) می‌توان تولید کرد. تخته فیبر سخت دارای ضخامتی بین ۲/۵ تا ۸ میلی‌متر و دانسیته بالایی (حدود  $1.1 \text{ g/cm}^3$  تا  $0.9$ ) است.

۱- Fiber hard board

۲- لورل شهری است در ایالت می‌سی‌سی‌پی.

امروزه نوعی تخته فیبر سخت به نام هارد بُرد (HDF) نیز در بازار موجود می‌باشد. اتصال داخلی فیبرها در این فرآورده نیز توسط لیگنین که عامل چسبنده است صورت گرفته و در طی ساخت آن از سایر مواد شیمیایی برای ایجاد خواصی مانند سختی، مقاومت در برابر جذب آب، استحکام، رنگ‌پذیری و ... استفاده می‌شود. این تخته که به صورت مسطح یا فرم‌دار تولید می‌گردد در مقابل فرسایش و خراشیدگی مقاوم و در برابر تغییرات دما، و رطوبت پایدار است. این فرآورده قابلیت خم شدن و پوشش داده شدن (لامینه شدن<sup>۲</sup>) را با استفاده از فیلم‌های پلاستیکی، روکش فشرده ملامینه (HPL) و روکش‌های چوبی دارد. از مواد پوششی رنگی<sup>۳</sup> می‌توان برای رنگ‌کاری آن استفاده کرد و مهم‌ترین کاربرد این تخته استفاده از آن به‌عنوان پوشش است. انواع تخته فیبر سخت از نظر کاربرد عبارتند از:



شکل ۲۵-۲. روکوب خارجی منقش

**۱- تخته روکوب خارجی:** تخته‌های نسبتاً سبکی است که با ضخامت ۱۱ میلی‌متر تولید می‌شود و عمدتاً مصرف بیرونی دارد. این فرآورده در اندازه و فرم‌های مختلف (صاف، نقش‌دار، پروفیل‌دار، مُشَبَّک) تولید می‌شود (شکل ۲۵-۲). دو نوع از این تخته‌ها عبارتند از:

**روکوب گونبایی:** این صفحات دارای رنگ‌های مختلفی، مانند: مرمری روشن و تیره هستند و گاهی رنگ آنها را به صورت موج چوب درمی‌آورند و به نام صفحات موج چوبی عرضه می‌کنند. این صفحات قابل شست‌وشو با آب سرد و گرم است و برای پوشش دیوارها به کار می‌رود.

**روکوب مربعی شکل:** گاهی صفحات روکوب را به شکل کاشی (مربع) درمی‌آورند و برای پوشش دیوار فروشگاه‌ها، آشپزخانه، حمام، لابراتور، سرویس‌ها و غیره به کار می‌برند. **۲- تخته دیوار کوب خارجی:** در گذشته تخته دیوار کوب به ابعاد ۱۲۰ × ۲۴۰ سانتی‌متر بدون پرداخت و به صورت ساده به کار می‌رفت ولی اخیراً خط پرداخت و نقش‌دار کردن تخته فیبر به کارخانه‌های موجود افزوده شده و تخته‌های پرداخت‌شده، منقش و آماده نصب تولید می‌شوند. ضخامت اغلب این تخته‌ها ۶ میلی‌متر است و می‌توان آنها را مستقیماً روی ستون کلاف‌سوار کرد (شکل ۲۶-۲).



شکل ۲۶-۲. ورقه دیوار کوب نقش‌دار

**۳- تخته‌های صنعتی:** بیش از ۲۵ درصد تولیدات تخته فیبر سخت به صورت مصارف صنعتی به بازار عرضه می‌شود که عمده‌ترین موارد مصرف آن عبارتند از:

۱- High density fiberboard

۲- Laminate

لایه‌ای، لامینه: محصولی که از اتصال ۲ یا چند لایه به یکدیگر تولید می‌شود.

۳- پلی‌استر، نیم‌پلی‌استر، سیلر، شلاک و لاتکس و ...

**تزیینات:** شامل کابینت آشپزخانه، جالباسی، میز ناهارخوری، کف صندلی، و غیره.

**لوازم دفتری و اداری:** شامل میز، فایل، کف و زیر صندلی چرخدار و تخته کلیپس.

**خدمات بازرگانی:** مانند مدل، غرفه‌های نمایشگاه و تابلو.

**حمل و نقل:** جعبه بسته‌بندی حمل و نقل داخلی، کانتینر، کامیون، تریلر، اتومبیل، واگن قطار، قایق و مواردی نظیر آنها.

**آموزشی و تفریحی:** مانند اسباب‌بازی، سورتمه، پازل، تخته سیاه، جعبه ابزار، میز و سایر اسباب‌بازی‌های کودکان.

**اتومبیل:** دسته صندلی، داشبورد، پهلوی صندلی و نظیر آن.

**استاندارد و درجه‌بندی تخته فیبر:** تخته فیبرها براساس وزن، ضخامت، ابعاد، رطوبت و مقاومت به خمش، استاندارد می‌شوند و باید دارای ویژگی‌های زیر باشند:

تخته فیبر باید عاری از ذرات پوست خام تیره رنگ باشد و ذرات پوست باید به‌صورت الیاف جدا از هم و بدون عیب باشند.

تخته فیبر نباید هنگامی که مته یا میخ به‌طور عمودی به آن وارد یا کوبیده می‌شود، ترک بخورد و یا خرد شود.

تخته فیبر باید دارای ضخامت یکنواخت، بدون تاب، بدون ترک و تاول باشد.

تخته فیبر تولیدشده باید دارای پلاک یا مهر چاپ شده مشخصات باشد که اطلاعاتی از قبیل نام تولیدکننده یا علامت تجاری شرکت، نوع تخته فیبر و مهر استاندارد بر روی آن نشانه‌گذاری یا حک شده باشد.

تخته فیبرهای ساخته‌شده باید کاملاً چهارگوش و گونیایی باشد.

تخته فیبر باید دارای ابعاد استاندارد باشد.

جدول ۵-۲- ابعاد استاندارد تخته فیبر عایق

ضخامت mm	۲۵،۲۰،۱۸،۱۶،۱۴،۱۲،۱۰،۸،۶،۴
طول cm	۴۰۰، ۳۸۰، ۳۵۰، ۳۰۰، ۲۷۵، ۲۵۰، ۲۲۵، ۲۰۰
عرض cm	۳۰۰، ۲۰۰، ۱۸۰، ۱۷۰، ۱۶۵، ۱۵۰، ۱۲۵، ۱۱۲، ۱۱۰، ۹۱

جدول ۶-۲- ابعاد استاندارد تخته فیبر سخت

ضخامت mm	۸، ۷، ۶، ۵، ۴، ۳، ۲
طول cm	۶۰۰، ۵۵۰، ۳۰۰، ۲۶۰، ۲۰۰
عرض cm	۲۰۰، ۱۸۵، ۱۷۵، ۱۷۰، ۱۳۰، ۱۲۵، ۱۱۰، ۱۰۰

## سایر فرآورده‌های مرکب چوبی

**پانل‌های چوبی با اتصال معدنی:** این پانل‌ها حاصل ترکیب ذرات آلی مانند چوب و مواد لیگنوسلولزی با اتصال‌دهنده‌های معدنی از قبیل سیمان، گچ و ... هستند. در این فرآیند می‌توان از الیاف دیگری مانند فایبرگلاس‌های مقاوم به مواد قلیایی و سایر مواد و مصالح غیرآلی مانند ماسه، شن، پرلیت نیز استفاده کرد. الیاف اصلی در ترکیب این پانل‌ها ممکن است به صورت منظم (جهت‌دار) یا به حالت تصادفی قرار گیرند. این فرآورده‌ها دارای خواص مطلوبی مانند: مقاومت به عوامل جوی، آتش و عوامل بیولوژیک بوده و از پایداری ابعاد بالایی برخوردارند. امروزه از این فرآورده‌ها به طور خاص برای ساختمان‌سازی استفاده می‌گردد (شکل ۲-۷۷).



شکل ۲-۷۷- نمونه‌هایی از پانل‌های چوبی با اتصال معدنی

اولین نسل این فرآورده‌ها ترکیبی از خاک اره بازیافتی یا خرده‌چوب و مواد اتصال‌دهنده بوده است. نسل جدید این محصولات که از توسعه سریع برخوردارند، با تکنولوژی بالا و در جهت موارد پُر کاربرد ساخته می‌شوند. ماده اولیه چوبی می‌تواند از ضایعات صنایع چوب به‌ویژه صنایع مبلمان و ... به صورت خاک اره و کمتر از ۵۰٪ پلاستیک باشد. این فرآورده‌ها با

**ترکیبات چوب-پلاستیک (WPC):** این فرآورده‌ها دامنه گسترده‌ای از محصولات ترکیبی را شامل شده و به ۲ گروه عمده تقسیم می‌گردند:

**الف)** فرآورده‌های چوب‌پلاستیکی که در آنها پلاستیک‌های گوناگون با مواد اتصال‌دهنده پرکننده‌ای ترکیب شده‌اند. این مواد اتصال‌دهنده - پرکننده انواع مواد اولیه و ضایعاتی لیگنوسلولزی را شامل می‌گردند.

استفاده از روش اکستروژن پیوسته تولید می‌گردند (شکل ۲-۷۸).



شکل ۲-۷۸- نمونه‌هایی از فرآورده‌های چوب - پلاستیک (WPC)

از جمله خواص این محصول می‌توان به این موارد اشاره کرد: محصول شکاف یا ترک نمی‌خورد، جذب رطوبت بسیار پایینی دارد، در مقابل آفات و تغییرات شیمیایی بسیار مقاوم و درجه سختی چوب ارتقاء یافته است؛ ضمن این که تمام خصوصیات کار با چوب را دارا بوده و قابلیت رنگ پذیری بالایی نیز دارد. (ب) فرآورده‌هایی که در آنها مولکول‌های مواد پلاستیکی در داخل خلل و فرج چوب تزریق شده و در اثر تابش اشعه، حرارت و ... این مولکول‌ها به هم پیوسته و سخت می‌شوند؛ این فرآورده‌ها دارای دانسیته بالا، سطح محکم و سخت، مقاوم به تابش و برای مصارفی چون دسته چاقو، ماکو نساجی و ... مناسب می‌باشند. این دسته از چوب پلاستیک‌ها در حدود سال ۱۹۶۰ شناخته شده و تاکنون تعداد زیادی مواد شیمیایی جهت پر کردن فضاهای خالی چوب به‌طور آزمایشی و یا صنعتی مورد استفاده قرار گرفته است. برای دستیابی به ترکیب چوب پلاستیک لازم است مولکول‌های پلاستیکی به داخل دیواره‌ی سلول نفوذ داده شوند.

**تخته رشته‌ای (OSB):**<sup>۱</sup> این فرآورده از ترکیب تراشه‌های جهت‌داده‌شده چوب که دارای زوایای تقریباً قائمه بوده و در لایه‌های مختلف با زاویه‌ی ۹۰° نسبت به هم قرار می‌گیرند (همانند تخته لایه)، ساخته می‌شود. تراشه دارای طول ۲۵ تا ۱۰۰، عرض ۲۰ تا ۲۵ و ضخامت ۰/۲ تا ۰/۴ میلی‌متر می‌باشد. برای تولید این تراشه‌ها از چوب‌های گرد و یا چوب‌هایی با ابعاد بزرگ استفاده می‌گردد. تخته تراشه در اکثر موارد با استفاده از چسب‌های کاملاً ضدآب تولید می‌گردد (شکل ۲-۷۹).

۱- Oriented Strand board

در اغلب موارد نیز یک سطح این فرآورده برای جلوگیری از سایش، مورد تیمار خاصی قرار می‌گیرد. حدود ۸۵ تا ۹۰ درصد انواع گرده‌بینه‌ها را می‌توان برای ساخت این محصول مورد استفاده قرار داد.



شکل ۲-۷۹- نمونه‌ای از تخته تراشه

**فرآورده‌های قالبی چوبی:** محصولاتی که سطوح صاف نداشته باشند، به عنوان فرآورده قالبی شناخته می‌شوند. به عنوان مثال تخته خرده چوب و تخته فیبر با سطوح نقش‌دار که دارای یک سطح صاف و یک سطح طرح‌دار هستند در این گروه طبقه‌بندی می‌گردند. دانسیته فرآورده‌های قالبی به جز چند مورد استثناء بیشتر از تخته خرده چوب و تخته فیبر بوده و مقدار مصرف چسب آنها نیز بیشتر است ولی شکل و ابعاد خرده‌چوب‌ها و الیاف تقریباً مشابه است. محصولات قالبی برخلاف محصولات صفحه‌ای در اندازه، شکل و طرح‌نهایی مورد نیاز، تولید می‌گردند. این فرآورده‌ها در طرح‌های مختلفی مانند انواع جعبه، قطعات خمیده و پروفیل شکل داده و یا روکش شده، از پرس خارج می‌شوند؛ بدین ترتیب با تولید فرآورده‌های قالبی بسیاری از مراحل تولید پانل‌های چوبی حذف و یا فرآیند تولید کوتاه‌تر می‌گردد (شکل ۲-۸۰).



شکل ۲-۸۰- نمونه‌هایی از فرآورده‌های قالبی چوب



- ۱ پراکندگی انواع چوب‌های پهن‌برگ و سوزنی‌برگ در جنگل‌های ایران را به صورت یک نقشه جغرافیایی ترسیم و اهمیت آن در رشد اقتصادی و پیشگیری از آلودگی هوا را نشان دهید.
- ۲ با توجه به محتوای این فصل کدام یک از مواد اولیه معرفی شده را برای ساخت کابینت آشپزخانه مناسب می‌دانید؟
- ۳ دلایل انتخاب صفحات فشرده چوبی مناسب برای ساخت کابینت را تحقیق و به هنرآموز خود به صورت یک گزارش ارائه دهید.
- ۴ با تحقیق اینترنتی انواع چوب و فرآورده‌های آن را از نظر رنگ و روکش‌ها باهم مقایسه کنید.

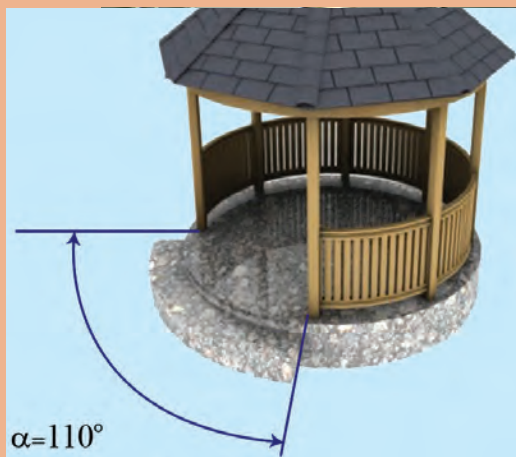






## فصل ۳

# اندازه‌گیری و محاسبات آن



■ محاسبه مقدار مواد اولیه لازم برای ساخت مصنوعات چوبی

## اندازه‌گیری و یكاهای آن

معنا که، کمیت مورد نظر چند برابر کمیتی است از همان جنس، که به عنوان مقیاس انتخاب شده است، این مقیاس را یکای آن کمیت می‌نامند. دانشمندان برای آنکه رقم‌های حاصل از اندازه‌گیری‌های مختلف یک کمیت با هم مقایسه‌پذیر باشند، در گردهمایی‌های بین‌المللی توافق کرده‌اند که برای هر کمیت یکای معینی تعریف کنند. یکای هر کمیت باید به گونه‌ای انتخاب شود که در شرایط فیزیکی تعیین شده تغییر نکند و در دسترس باشد. مجموعه یکاهای مورد توافق بین‌المللی را به اختصار یکای SI یا سیستم بین‌المللی می‌نامند.

**کمیت اصلی:** آن دسته از کمیت‌هایی را که یکاهای آنها به طور مستقل تعریف شده‌اند کمیت اصلی و یکاهای آنها را یکاهای اصلی می‌نامند. کلیه کمیت‌های اصلی در جدول ۱-۳ آمده است.

**کمیت فرعی:** کمیتی است که به یک یا چند کمیت اصلی وابسته است و از ترکیب چند یکا تشکیل شده است، مانند یکای سرعت که متر بر ثانیه ( $\frac{m}{s}$ ) است و به عنوان کمیتی برحسب طول و زمان به حساب می‌آید.

**اندازه‌گیری:** همهٔ انسان‌ها از ابتدا خواهان این بودند که توانایی‌ها و دارایی‌هایشان قابل اندازه‌گیری باشد، بنابراین فرآیند اندازه‌گیری و سنجش از اهمیت زیادی برخوردار بود و هر فردی دلش می‌خواست ویژگی‌ها و نتیجهٔ کار خود را با معیاری اندازه‌گیری کند. اندازه‌گیری فرآیندی است که اندازهٔ ویژگی‌های یک کمیت را مشخص می‌کند، به طور مثال ویژگی‌هایی مانند طول، جرم، و زمان که آنها را با یکای اندازه‌گیری استاندارد، مانند متر، کیلوگرم، و ثانیه اندازه‌گیری می‌کنند.

امروزه قوانین و نظریه‌های فیزیکی و شیمی به صورت معادلات ریاضی بیان می‌شوند. برای فهم درستی این رابطه‌های ریاضی نیاز به آزمودن این قوانین در دنیای واقعی داریم، بنابراین، اندازه‌گیری مهارتی است که میان نظریه علمی و دنیای واقعی ارتباط برقرار می‌کند و این ارتباط دوطرفه است.

**یکاهای سیستم SI:** یکی از جنبه‌های مشترک بین همه اندازه‌گیری‌ها وجود یک یکای اندازه‌گیری است. یکا مقیاسی است جهت اندازه‌گیری کمیت‌ها بدین

### کمیت‌های اصلی سیستم SI

جدول ۱-۳- کمیت‌های اصلی در سیستم SI

نماد	یکای	کمیت‌های اصلی SI
m	متر	طول
kg	کیلوگرم	جرم
s	ثانیه	زمان
A	آمپر	شدت جریان الکتریکی
K	کلوین	دما

پیشوندهای یکاهای SI (ضرایب): برای نشان دادن کوچک ترها (اجزاء) و بزرگ ترها (اضعاف) از هر یکا، از پیشوندهای جدول ۲-۳ استفاده می شود که این پیشوندها در جلوی یکای اصلی قرار می گیرند.

جدول ۲-۳ - پیشوندهای یکاهای سیستم SI

ضریب	پیشوند	نماد
$100000000000 = 10^{12}$	ترا	T
$1000000000 = 10^9$	گیگا	G
$1000000 = 10^6$	مگا	M
$1000 = 10^3$	کیلو	k
$100 = 10^2$	هکتو	h
$10 = 10^1$	دکا	da
$0.1 = 10^{-1}$	دسی	d
$0.01 = 10^{-2}$	ساتی	c
$0.001 = 10^{-3}$	میلی	m
$0.000001 = 10^{-6}$	میکرو	$\mu$
$0.000000001 = 10^{-9}$	نانو	n
$0.000000000001 = 10^{-12}$	پیکو	p
$0.000000000000001 = 10^{-15}$	فمتو	f
$0.000000000000000001 = 10^{-18}$	آتو	a

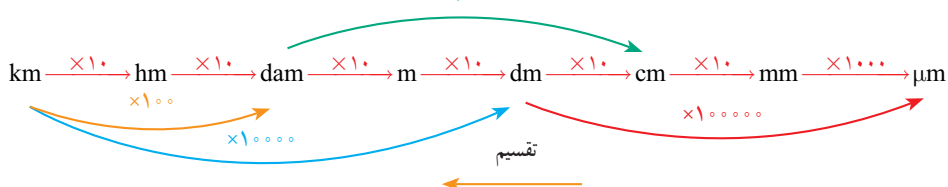
## یکاهای اندازه گیری طول

یکای طول: یکای طول در سیستم بین المللی SI برابر متر است.  
جدیدترین تعریف متر:

یک متر طول مسیری است که نور در خلأ در زمان کوتاه  $\frac{1}{299792458}$  ثانیه طی می کند.

## تبدیل یکای طول

روش اول: در این روش می توان از نمودار زیر استفاده کرد.



توجه: در نمودار بالا برای تبدیل یکاهای بزرگ تر به کوچک تر از ضرب و برای کوچک تر به بزرگ تر از عمل تقسیم و در جهت عکس نمودار استفاده می شود.

یکاهای اندازه‌گیری طول در کشورهای انگلیسی‌زبان: یکاهای اندازه‌گیری طول در کشورهای انگلیس و آمریکا فوت است. هر فوت ۱۲ اینچ و هر اینچ ۲۵/۴ میلی‌متر است.

تمرین



نمونه ۱

$$۸۲۰۴/۶ \text{ mm} = ? \text{ hm}$$

(ب)

$$۸۲۰۴/۶ \text{ mm} \xrightarrow{\div 10^5} ۸/۲۰۴۶ \times 10^{-2} \text{ hm}$$

$$۲/۶ \text{ cm} = ? \mu\text{m}$$

(الف)

$$۲/۶ \text{ cm} \xrightarrow{\times 10^4} ۲/۶ \times 10^4 \mu\text{m}$$

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

$$\text{mi} \xleftarrow{\div 1609} \text{yd} \xleftarrow{\div 3} \text{ft} \xleftarrow{\div 12} \text{in} \xleftarrow{\div 25/4} \text{mm}$$

تمرین



نمونه ۲

(الف)  $۲\frac{1}{۸} \text{ in} = ? \text{ mm}$

$$۲\frac{1}{۸} \text{ in} = \frac{۲ \times ۸ + ۱}{۸} \text{ in} = \frac{۱۷}{۸} \text{ in} \xrightarrow{\times ۲۵/۴} ۵۳/۹۷۵ \text{ mm}$$

(ب)  $۲/۸ \text{ mi} = ? \text{ m}$

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

(ج)  $۲۸\frac{۵}{۸} \text{ in} = \dots \text{ ft}$

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

## فعالیت عملی ۱:

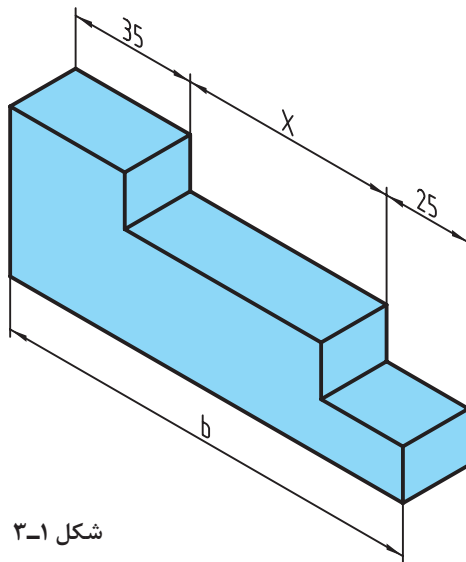
۱ اندازه‌های زیر را برحسب یکای خواسته شده به دست آورید.

اندازه	ضریب تبدیل	یکای موردنظر	اندازه	ضریب تبدیل	یکای موردنظر
۱۲۰ cm	.....	..... m	۱۴ km	.....	..... m
۲۴۰ mm	.....	..... m	۴۲۰ μm	.....	..... m
۱۷/۵ dm	.....	..... m	۲۳ dam	.....	..... m
۲۰ hm	.....	..... m	۱۴/۷ cm	.....	..... m
۱۶/۵ mm	.....	..... cm	۱۴ dm	.....	..... cm
۰/۴ m	.....	..... cm	۲/۴ m	.....	..... cm
۳/۰۲۱ m	.....	..... dm	۱۴۵ mm	.....	..... dm
۶/۲ km	.....	..... dm	۲۸/۹ hm	.....	..... dm
۱۹/۶ cm	.....	..... mm	۱۲۴ μm	.....	..... mm
۳/۵۱ dm	.....	..... mm	۰/۰۴ dm	.....	..... mm
۲/۰۸ mm	.....	..... μm	۲/۱ dm	.....	..... μm
۰/۰۲ km	.....	..... μm	۵/۱۵ cm	.....	..... μm

۲ اندازه‌های اینچی زیر را برحسب یکاهای موردنظر در سیستم بین‌المللی SI به دست آورید.

اندازه	ضریب تبدیل	یکای موردنظر	اندازه	ضریب تبدیل	یکای موردنظر
$\frac{1}{4}$ in	.....	..... m	$5\frac{1}{4}$ in	.....	..... mm
$\frac{7}{8}$ in	.....	..... cm	$2\frac{5}{8}$ in	.....	..... cm
$\frac{3}{16}$ in	.....	..... mm	$3\frac{5}{16}$ in	.....	..... m
$\frac{1}{2}$ in	.....	..... cm	$4\frac{1}{2}$ in	.....	..... cm

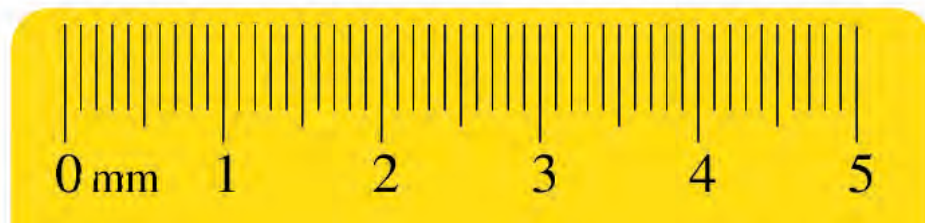
۳ در شکل ۳-۱ زیر مقدار  $b = 120 \text{ mm}$  است مقدار  $X$  را بر حسب متر، سانتی متر، میلی متر و اینچ به دست آورید.



شکل ۳-۱

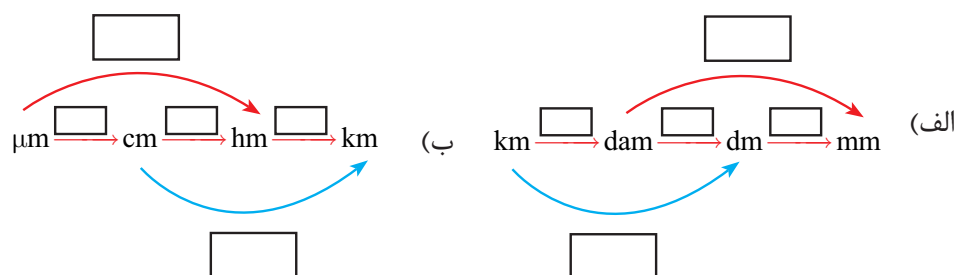
۴ بر روی خط کش زیر شکل ۳-۲ محل تقریبی اندازه های خواسته شده را مشخص کنید.

$$A = 1 \text{ in} \quad , \quad B = \frac{9}{16} \text{ in} \quad , \quad C = 1\frac{3}{4} \text{ in} \quad , \quad D = 1\frac{1}{2} \text{ in}$$



شکل ۳-۲

۵ در نمودارهای زیر مقدار ضرایب لازم را درون مستطیل بنویسید.





## 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.

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

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 افزایش‌دهنده (بزرگ‌تر از ۱:۱) ترسیم می‌کنند (جدول ۳-۳).

جدول ۳-۳

مقیاس $< 1$	مقیاس ۱:۱	مقیاس $> 1$
طول ترسیمی بزرگ‌تر از طول حقیقی	طول ترسیمی برابر با طول حقیقی	طول ترسیمی کوچک‌تر از طول حقیقی

نقشه قطعه کار با هر مقیاسی که ترسیم شود اندازه‌گذاری آن برحسب ابعاد حقیقی قطعه انجام می‌شود.

نکته



در صنعت مکانیک معمولاً نقشه به اندازه واقعی با 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. در صنایع چوب و مبلمان برای نقشه‌کشی از مقیاس‌های متفاوتی استفاده می‌شود که برای مبلمان و سازه‌های چوبی ۱:۱۰، برای ترسیم برش‌ها ۱:۱ و برای پلان آشپزخانه و ساختمان‌های چوبی، ۱:۲۵ و ۱:۵۰ و ۱:۱۰۰ و ... استفاده می‌گردد.

به طور مثال مقیاس ۱:۱۰۰ نشان می‌دهد هر یک سانتی‌متر از نقشه معادل ۱۰۰ سانتی‌متر در اندازه واقعی است.  
مقیاس‌های افزایشنده و کاهشنده استاندارد شده برابر نمودار زیر است:

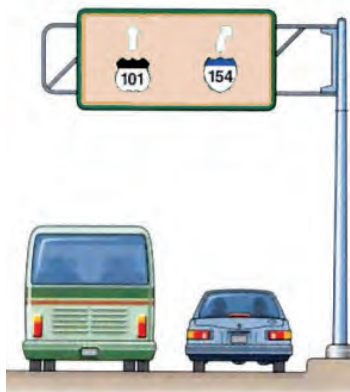


### تمرین



### نمونه ۳

تابلو راهنما به طول  $۴/۲$  متر با مقیاس  $۱:۲۰$  ترسیم شده است. اندازه ترسیمی آن در نقشه چند میلی‌متر خواهد بود؟ (شکل ۳-۳)



شکل ۳-۳

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

$$\text{مقیاس} \times \text{اندازه حقیقی} = \text{اندازه ترسیمی}$$

$$۲۰ \times \frac{۱}{۲۰} = ۱ \text{ mm} \quad \text{اندازه ترسیمی} = ۲۲۰ \text{ mm}$$



### نمونه ۴

مقدار ترسیمی اندازه‌های حقیقی جدول ۳-۴ را به دست آورید.

جدول ۳-۴

اندازه‌های حقیقی	مقیاس	مقیاس × اندازه حقیقی = اندازه ترسیمی
۳۴۵	۱:۵	$۳۴۵ \times \frac{1}{5} = ۶۹$
۲۲/۴	۲:۱	$۲۲/۴ \times \frac{2}{1} = ۴۴/۸$
۱۸۵	۱:۲/۵	$۱۸۵ \times \frac{1}{2/5} = ۷۴$
۶۶/۷۵	۵:۱	$۶۶/۷۵ \times \frac{5}{1} = ۳۳۳/۷۵$
۳	۱۰:۱	$۳ \times \frac{10}{1} = ۳۰$
۸۴	۱:۱۰	$۸۴ \times \frac{1}{10} = ۸/۴$



### نمونه ۵

برای طراحی اجزای سازنده یک ساعت مچی عقربه‌ای، از یک نقشه با مقیاس ۵۰:۱ استفاده شده است. در صورتی که اندازه حقیقی قطر بیرونی یک چرخ‌دنده آن که با فناوری مدرن ساخته می‌شود ۴ میلی‌متر باشد برای ترسیم آن از چه اندازه‌ای باید استفاده کرد؟ (شکل ۳-۴)



شکل ۳-۴

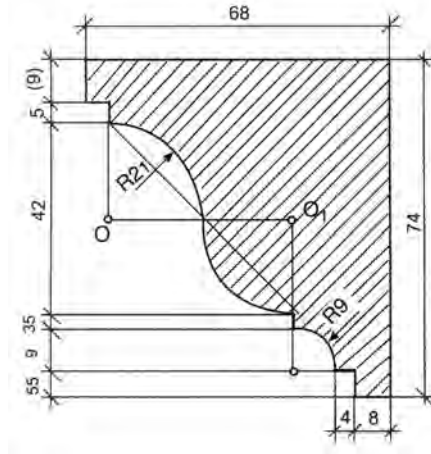
$$\text{اندازه ترسیمی} = \frac{\text{اندازه حقیقی}}{\text{مقیاس (SC.)}}$$

$$\frac{۵۰}{۱} = \frac{\text{اندازه ترسیمی}}{۴}$$

$$\text{اندازه ترسیمی} = ۴ \times ۵۰ = ۲۰۰ \text{ mm}$$

## فعالیت عملی ۲:

۱ در شکل ۳-۵ مقادیر مورد نظر را با مقیاس ۳:۱ به دست آورید.



شکل ۳-۵

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

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

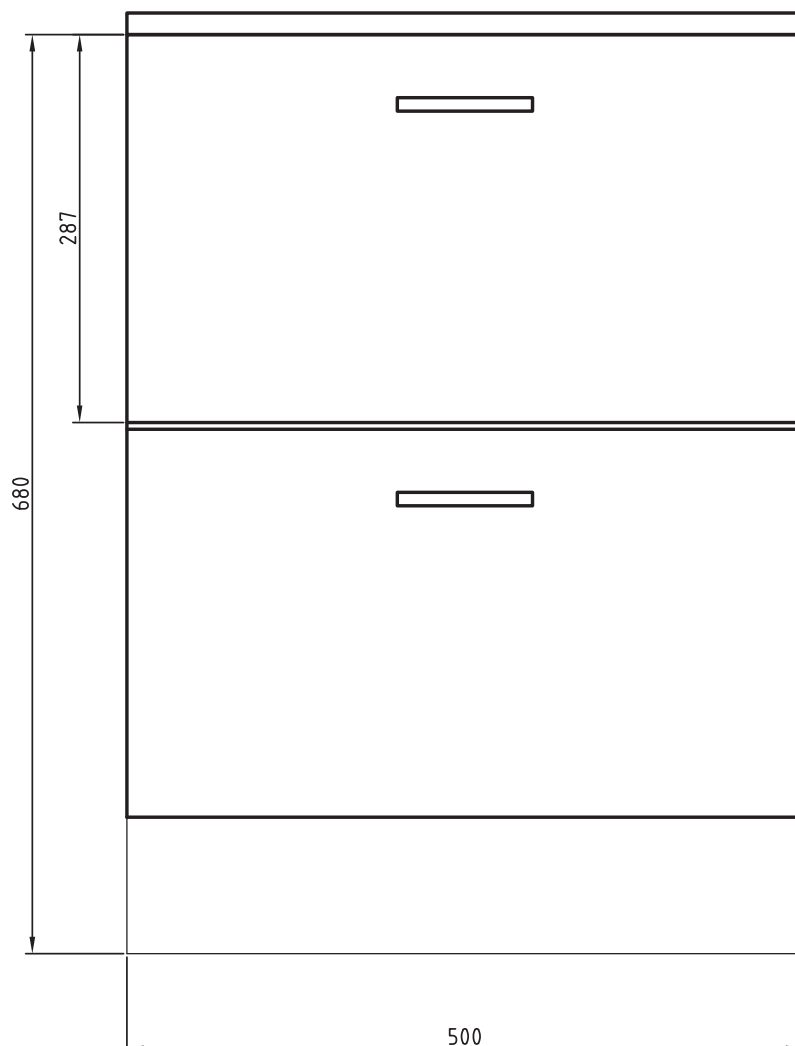
۳ جدول زیر را با توجه به مقیاس ۱:۲/۵ کامل کنید.

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

۴ جدول زیر را کامل کنید.

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

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



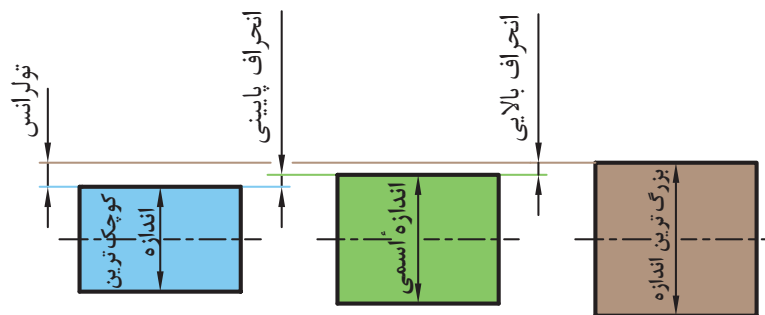
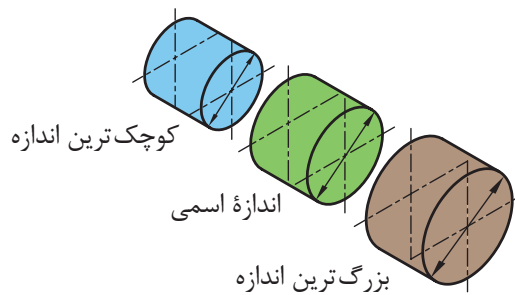
شکل ۶-۳- نمای اصلی فایل اداری

## تولرانس (رواداری)

در تولید قطعات صنعتی به دست آوردن اندازه دقیق اسمی<sup>۱</sup> به دلیل وجود خطاهای ابزارهای تولید، امری کاملاً محال است. تولیدکنندگان سعی می‌کنند که اندازه‌های تولیدی به اندازه‌های اسمی برسد، از این رو طراح مقدار خطای مجاز اندازه را در نقشه ذکر می‌کند که به آن تولرانس می‌گویند (شکل ۳-۷).

این خطاها را در نقشه به صورت عدد کنار اندازه اسمی می‌نویسند، طوری که انحراف بالایی را بدون نماد در بالا و انحراف پایینی را بدون نماد در پایین اندازه اسمی می‌نویسند. مقدار تولرانس تفاوت میان انحراف بالایی و انحراف پایینی است و با نماد T نمایش داده می‌شود.

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



شکل ۳-۷

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

انحراف بالایی + اندازه اسمی = بزرگ‌ترین اندازه

انحراف پایینی + اندازه اسمی = کوچک‌ترین اندازه

نکته



۱- اندازه‌ای که در نقشه نوشته می‌شود.

به طور نمونه در  $25^{+0/3}_{-0/2}$  مقدار  $0/3$  را انحراف بالایی،  $0/2$  را انحراف پایینی می گویند و مقدار تولرانس از روابط زیر به دست می آید.

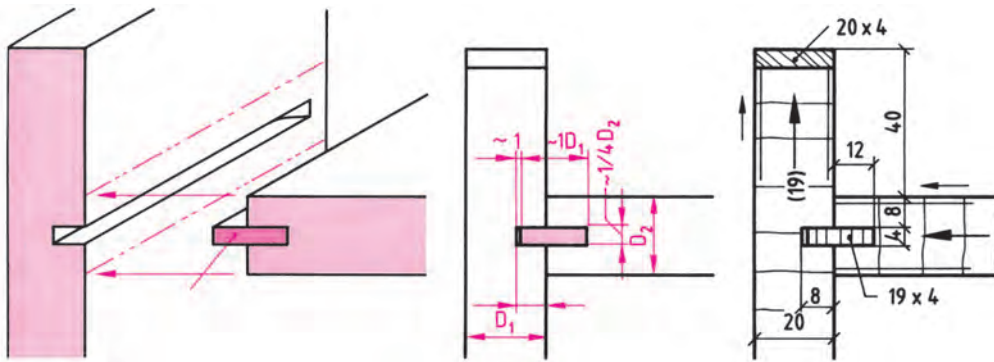
$$T = 25/3 - 24/8 = 0/5$$

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

### نمونه ۶

تمرین

در یک کارخانه صنایع چوبی تعدادی طبقه کتابخانه‌ای، توسط اتصال قلیف زبانه بلند باید مونتاژ شود. در صورتی که عمق شکاف بدنه  $8^{+0/5}_{-0/4}$  میلیمتر در نظر گرفته شده باشد. مقادیر بزرگترین اندازه، کوچکترین اندازه و تولرانس را به دست آورید. (شکل ۸-۳).



شکل ۸-۳- ترسیم علائم اتصال قلیف زبانه بلند، زبانه به اندازه  $20 \times 4$  میلی‌متر در برش و نمای رو به رو، جنس زبانه از تخته چند لایه

### نمونه ۷

تمرین

در یک کارخانه تعدادی عصای چوبی ساخته شده است. این عصاها باید به نحوی مونتاژ شوند تا به منظور تنظیم ارتفاع پای افراد مختلف ساخته شود تاوبا جابه‌جایی آن در پای افراد مقدار ارتفاع عصا نیز تغییر کند. اگر طراح قطر پایه عصا تغییر ارتفاع را  $18^{+0/5}_{-0/2}$  در نظر بگیرد مقادیر بزرگترین اندازه، کوچکترین اندازه و تولرانس را به دست آورید (شکل ۹-۳).

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

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

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

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



شکل ۹-۳



## نمونه ۸

انحراف‌های اندازه  $\varnothing 53 \text{ mm}$  عبارت‌اند از  $+120 \mu\text{m}$  و  $+32 \mu\text{m}$  بزرگ‌ترین اندازه و کوچک‌ترین اندازه و تولرانس آن را به دست آورید.

$$+32 \mu\text{m} = +0/0.32 \text{ mm} \quad , \quad +120 \mu\text{m} = +0/120 \text{ mm}$$

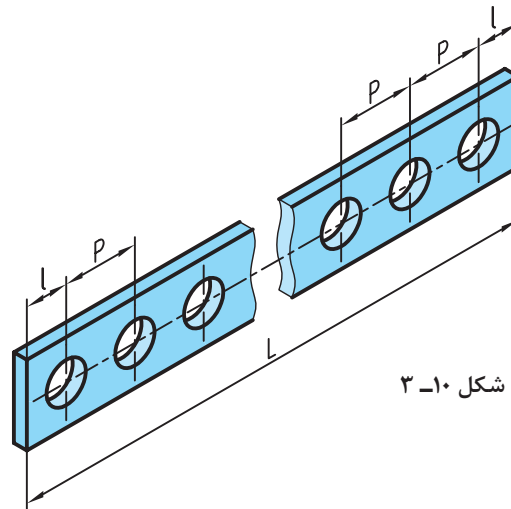
$$\text{بزرگ‌ترین اندازه} = 53 + 0/120 = 53/120 \text{ mm}$$

$$\text{کوچک‌ترین اندازه} = 53 + 0/0.32 = 53/0.32 \text{ mm}$$

$$\text{تولرانس} = +0/120 \text{ mm} - (+0/0.32 \text{ mm}) = 0/0.88 \text{ mm}$$

## 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 ۳-۱۰).



شکل ۳-۱۰

$L$  = طول قطعه کار

$l$  = طول لبه قطعه کار تا مرکز اولین سوراخ

$P$  = فاصله بین مرکز دو سوراخ متوالی (گام)

$n$  = تعداد سوراخ

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

۱- همان‌طور 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.

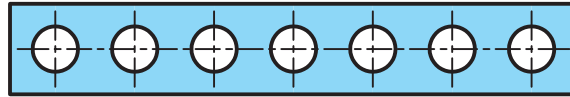






نمونه ۹

در روی ریل سه مرحله ای (تلسکوپی) تسمه‌ای مطابق شکل ۳-۱۱ سوراخ ایجاد شده است.  $L=500$  میلی‌متر و طول لبه کار تا اولین مرکز سوراخ ۴۰ میلی‌متر است. حال فاصله بین مرکز سوراخ‌ها را به دست آورید.



شکل ۳-۱۱

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

$$P = \frac{500 - (2 \times 40)}{7 - 1} = \frac{420}{6} = 70 \text{ mm}$$

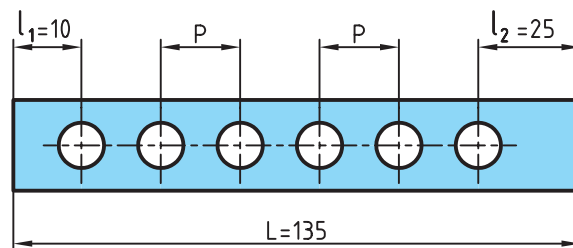
تذکر: در صورتی که فاصله مرکز سوراخ‌های ابتدایی و انتهایی از لبه قطعه کار با هم مساوی نباشند رابطه ذکر شده به صورت زیر است:

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

نمونه ۱۰



در شکل ۳-۱۲ یک قطعه دیده می‌شود، فاصله برابر بین سوراخ‌ها (P) چقدر خواهد بود؟



شکل ۳-۱۲

$$P = \frac{L - (l_1 + l_2)}{n - 1} \longrightarrow P = \frac{135 - (10 + 25)}{6 - 1} = \frac{100}{5} = 20 \text{ mm}$$

## محاسبه محیط

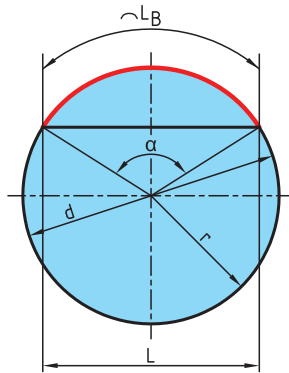
تمامی شکل‌های هندسی دارای محیط‌اند که دانستن آن برای انجام طراحی و تولید دقیق ضروری است.

### 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 تقسیم‌شده می‌توان محیط کل قطعه را به دست آورد. در محاسبه اندازه محیط شکل‌های دوبعدی، کافی است طول بیرونی پیرامون شکل را به دست آورد.

### در شکل‌های چندضلعی مجموع طول اضلاع مقدار محیط است.

### محاسبه محیط دایره، طول قوس دایره (شکل ۱۳-۳)



شکل ۱۳-۳

$$U = \text{محیط}$$

$$L_B = \text{طول قوس قطاع یا قطعه دایره}$$

$$\alpha = \text{زاویه مرکزی مقابل به کمان (درجه)}$$

$$d = \text{قطر دایره}$$

$$r = \text{شعاع دایره (} d = 2r \text{)}$$

$$L = \text{طول وتر دایره (محاسبه این طول در صفحه ۸۹ گفته خواهد شد).}$$

$$U = \pi \times d$$

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

### محاسبه محیط بیضی (شکل ۱۴-۳)

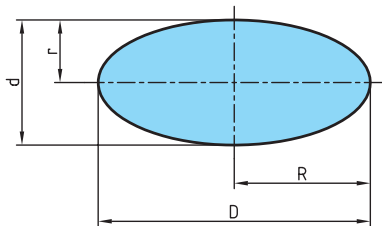
$$U = \text{محیط}$$

$$D = \text{قطر بزرگ بیضی}$$

$$R = \text{شعاع بزرگ بیضی}$$

$$d = \text{قطر کوچک بیضی}$$

$$r = \text{شعاع کوچک بیضی}$$



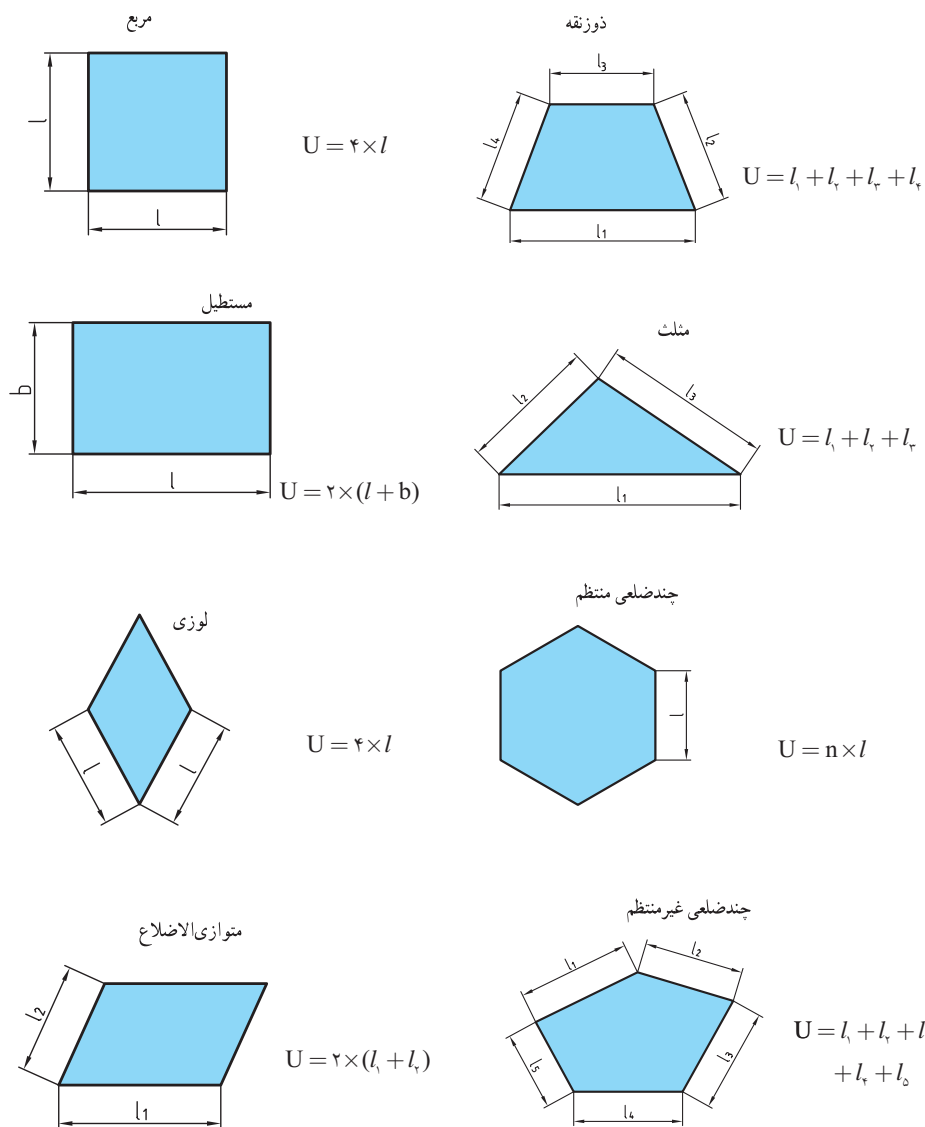
شکل ۱۴-۳

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

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

با دقت بیشتر

محیط اشکال هندسی =  $U$  محیط =  $l$  طول ضلع =  $b$  عرض =  $n$  تعداد اضلاع



شکل ۳-۱۵

به طور کلی در اشکال هندسی ۳-۱۵ محیط برابر مجموع اندازه ضلع های پیرامون آن شکل است.

نکته



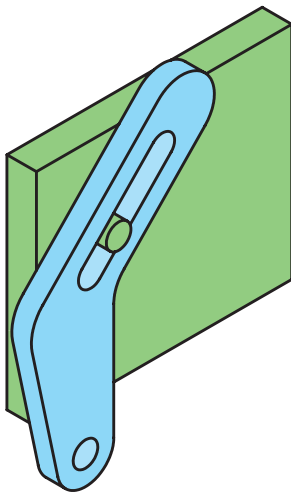
### فعالیت عملی ۳:



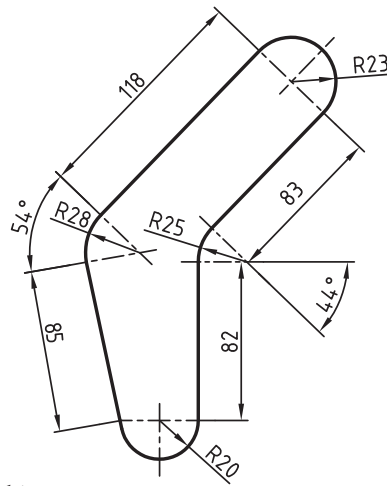
شکل ۳-۱۶

۱ در آلاچیق مطابق شکل ۳-۱۶ که با قطر  $\frac{2}{3}$  متر ساخته شده است. طول قسمت نرده کاری شده را به دست آورید.

۲ قطعه‌ای مطابق شکل ۳-۱۷ با روش برش لیزر از ورق آلومینیومی ساخته شده است. طول مسیر برش را حساب کنید.



شکل ۳-۱۷



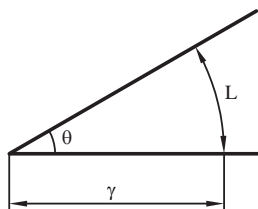
۳ در شکل ۳-۱۸ اندازه محیط استخر به طول  $\frac{8}{4}$  m و عرض  $\frac{5}{2}$  m را به دست آورید و در صورتی که از کاشی‌های  $40 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$  برای کاشی کاری دور استخر استفاده شود، چه تعداد کاشی لازم است؟



شکل ۳-۱۸

## یکای اندازه‌گیری زاویه

زاویه یا گوشه یکی از مفاهیم هندسی است و به ناحیه‌ای از صفحه گفته می‌شود که بین دو نیم‌خط که سر مشترک دارند محصور شده است. به سر مشترک این دو نیم‌خط رأس زاویه یا گوشه می‌گویند (شکل ۳-۱۹).



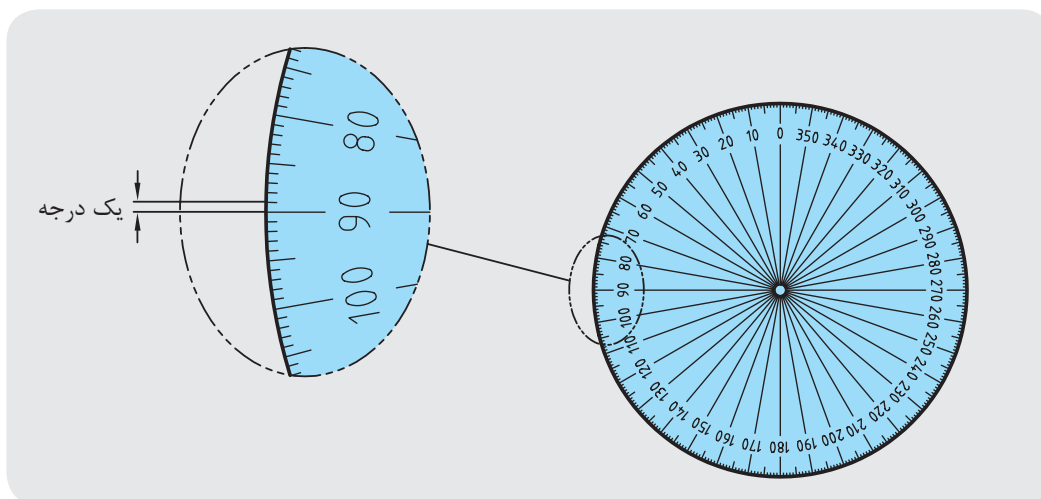
شکل ۳-۱۹

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

**توجه:** برای نمایش درجه از علامت ( $^{\circ}$ ) 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 ۳-۲۰).

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



شکل ۳-۲۰

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

هر دقیقه برابر  $\frac{1}{60}$  درجه است.

$$1 \text{ دقیقه} = 1' = \frac{1}{60} \times 1^\circ$$

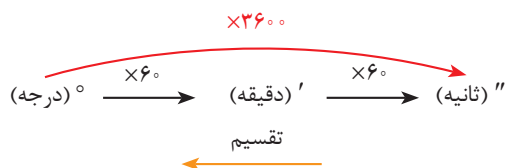
هر ثانیه برابر  $\frac{1}{60}$  دقیقه یا  $\frac{1}{3600}$  درجه است.

$$1 \text{ ثانیه} = 1'' = \frac{1}{60} \times 1' = \frac{1}{3600} \times 1^\circ$$

$$1^\circ = 60 \square = 3600''$$

به عبارتی:

تبدیل اجزای زاویه:



توجه: در نمودار بالا برای تبدیل یکای کوچک تر به بزرگ تر، از عمل تقسیم و در جهت عکس نمودار استفاده می شود.

نمونه ۱۱

تمرین



مقدار زاویه  $2^\circ$  و  $42'$  و  $35''$  را بر حسب الف) درجه، ب) دقیقه و ج) ثانیه حساب کنید.

<p>الف)</p> $2^\circ + 42' = 42 \div 60 = 0/7'$ $\frac{35'' = 35 \div 3600 = 0/0097''}{2/7 \cdot 97''} =$	<p>ب)</p> $2^\circ = 2 \times 60 = 120' + 42'$ $\frac{35'' = 35 \div 60 = 0/583''}{162/583''} =$
<p>ج)</p> $2^\circ = 2 \times 3600 = 7200'' + 42' = 42 \times 60 = 2520'' + 35''$ $\frac{\quad}{9755''} =$	

### فعالیت عملی ۴:

۱ مقدار زاویه‌های زیر را برحسب دقیقه به دست آورید.

الف)  $62/86^\circ$  (ب)  $4821''$  (ج)  $42^\circ, 27''$

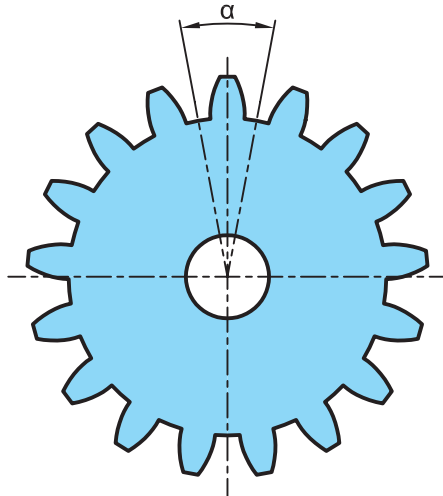
۲ مقادیر خواسته شده را برحسب درجه به دست آورید.

الف)  $34^\circ, 12', 48''$  (ب)  $22', 35''$  (ج)  $14^\circ, 52''$

۳ مقادیر خواسته شده زیر را بر حسب درجه و دقیقه و ثانیه به دست آورید.

A	B	A+B	A-B
$52^\circ, 45', 20''$	$38^\circ, 21', 46''$		
$4^\circ, 25', 44''$	$2^\circ, 45''$		

۴ چرخ‌دنده شکل (۳-۲۱) ۱۷ دندانه دارد. زاویه  $\alpha$  را برحسب موارد خواسته شده به دست آورید.



شکل ۳-۲۱

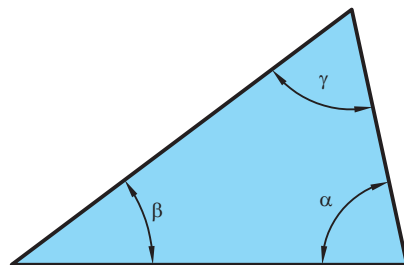
الف) درجه

ب) دقیقه

ج) ثانیه

د) درجه و دقیقه

۵ در مثلث مطابق شکل ۳-۲۲ زاویه  $\gamma$  را برحسب درجه و دقیقه به دست آورید.



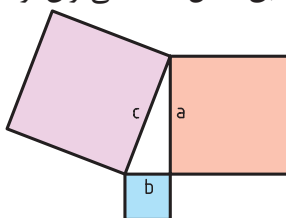
$\beta = 36^\circ$

$\alpha = 76^\circ, 11'$

شکل ۳-۲۲

## محاسبه روابط مثلث

قضیه فیثاغورس: در مثلث قائم‌الزاویه مطابق شکل ۲۳-۳ می‌توان نوشت:



شکل ۲۳-۳

$$c^2 = a^2 + b^2$$

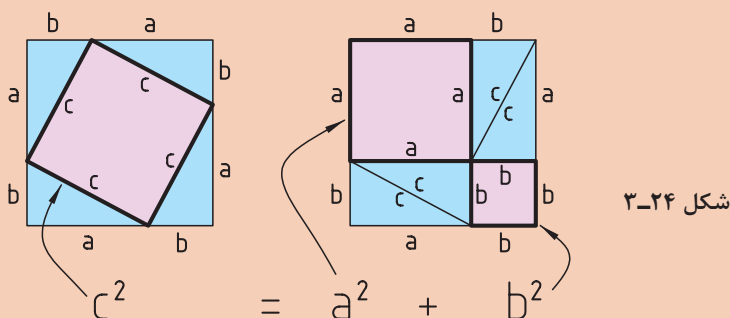
$a, b$  = اضلاع مجاور به زاویه قائمه  
 $c$  = ضلع مقابل به زاویه قائمه (وتر)  
 این قضیه به ما توضیح می‌دهد که جمع مساحت‌های دو مربع ساخته شده روی دو ضلع قائم یک مثلث قائم‌الزاویه با مساحت مربع ساخته شده روی وتر برابر است.

در یک مثلث قائم‌الزاویه مجموع مربعات دو ضلع قائم با مربع وتر برابر است.

مطالعه آزاد



**اثبات قضیه فیثاغورس:** هر دو شکل مربعی هستند به ضلع  $(a+b)$ . در شکل سمت چپ چهار مثلث قائم‌الزاویه برابر (مثلث‌های آبی) دور مربع ساخته شده بر روی وتر (مربع صورتی) وجود دارد. با چند جابه‌جایی در شکل سمت چپ به شکل سمت راست می‌رسیم. در شکل سمت راست همان چهار مثلث قبلی آبی‌رنگ وجود دارند ولی مربع صورتی‌رنگ با اضلاع  $c$  به دو مربع یکی با ضلع  $a$  و دیگری با ضلع  $b$  تبدیل شده است، که همان قضیه فیثاغورس را نشان می‌دهد.



شکل ۲۴-۳

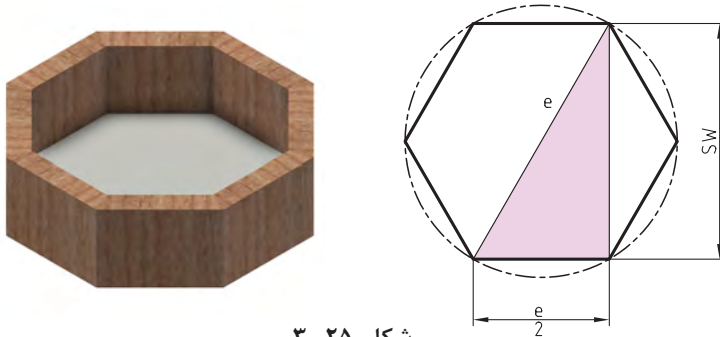
مساحت مربع با اضلاع  $b$  + مساحت مربع با اضلاع  $a$  = مساحت مربع با اضلاع  $c$





نمونه ۱۲

در یک ظرف شکلات خوری شش گوشه (مطابق شکل ۳-۲۵).  
 الف) رابطه‌ای بین اندازه ضلع شکلات خوری (sw) و اندازه گوش تا گوش (e) را به دست آورید.  
 ب) اگر طول ضلع آن ۱۵ میلی متر باشد اندازه یک ضلع و گوش تا گوش آن چند میلی متر است؟



شکل ۳-۲۵

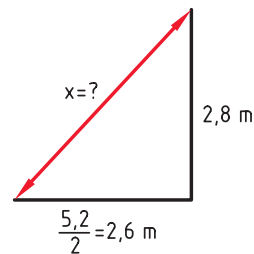
$$\text{الف) } e^2 = sw^2 + \left(\frac{e}{2}\right)^2 \rightarrow sw^2 = e^2 - \frac{e^2}{4} = \frac{4e^2 - e^2}{4} = \frac{3e^2}{4} \rightarrow sw = \frac{\sqrt{3}}{2} e$$

$$\text{ب) } \frac{e}{2} = 15 \text{ mm} \rightarrow e = 2 \times 15 = 30 \text{ mm} \quad , \quad sw = \frac{\sqrt{3}}{2} \times 30 = 25.98 \text{ mm} \approx 26 \text{ mm}$$



نمونه ۱۳

در طراحی یک شیروانی، مطابق شکل ۳-۲۶، طول وتر هر شیروانی را بر حسب سانتی متر به دست آورید.

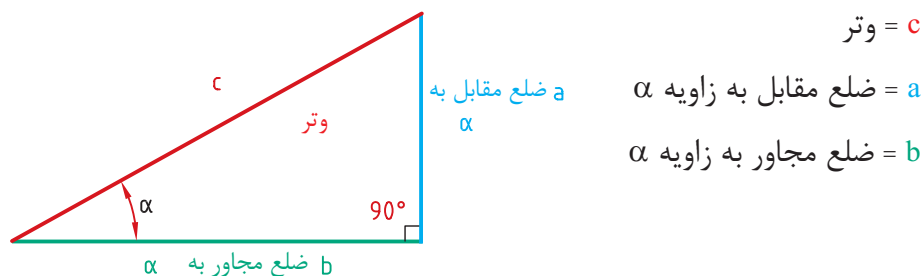


$$c^2 = a^2 + b^2 \rightarrow x^2 = 2/6^2 + 2/8^2 = 14/6$$

$$x = \sqrt{14/6} \rightarrow x = 3/82 \text{ m} \xrightarrow{\times 100} x = 382 \text{ cm}$$

شکل ۳-۲۶

روابط مثلثاتی: برای تعریف توابع مثلثاتی از یک مثلث قائم‌الزاویه استفاده می‌کنیم (شکل ۳-۲۷).



شکل ۳-۲۷

$$\begin{aligned} \alpha \text{ سینوس} &= \frac{\text{ضلع مقابل زاویه } \alpha}{\text{وتر}} \rightarrow \sin \alpha = \frac{a}{c} \\ \alpha \text{ کسینوس} &= \frac{\text{ضلع مجاور زاویه } \alpha}{\text{وتر}} \rightarrow \cos \alpha = \frac{b}{c} \\ \alpha \text{ تانژانت} &= \frac{\text{ضلع مقابل زاویه } \alpha}{\text{ضلع مجاور زاویه } \alpha} \rightarrow \tan \alpha = \frac{a}{b} \\ \alpha \text{ کتانژانت} &= \frac{\text{ضلع مجاور زاویه } \alpha}{\text{ضلع مقابل زاویه } \alpha} \rightarrow \cot \alpha = \frac{b}{a} \end{aligned}$$

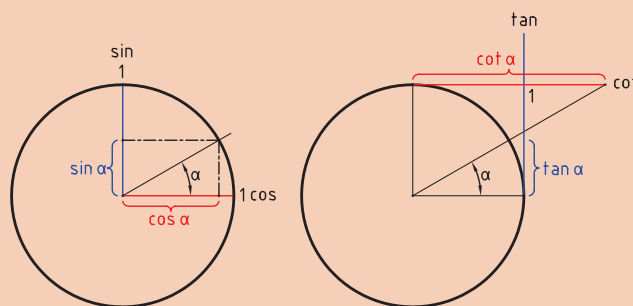
در مثلث شکل ۳-۲۷

### نتایج مهم

مطالعه آزاد



- ۱- برای هر زاویه‌ای نسبت اضلاع معین وجود دارد.
- ۲- برای هر نسبت، زاویه مشخصی وجود دارد.
- ۳- مقادیر روابط مثلثاتی بر روی دایره واحد مطابق شکل زیر است.



شکل ۳-۲۸

جدول ۵-۳

	۰°	۳۰°	۴۵°	۶۰°	۹۰°
sin	۰	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	۱
cos	۱	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$	۰
tan	۰	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	۱	$\sqrt{3}$	$\infty$
cot	$\infty$	$\sqrt{3}$	۱	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	۰

نسبت‌های مثلثاتی زاویه‌های معین

### تابع‌های وارون مثلثاتی

$$x = \sin \alpha \rightarrow \alpha = \arcsin x$$

$$x = \cos \alpha \rightarrow \alpha = \arccos x$$

$$x = \tan \alpha \rightarrow \alpha = \arctan x$$

$$x = \cot \alpha \rightarrow \alpha = \text{arccot } x$$

در ریاضیات توابعی هستند که مقدار نسبت مثلثاتی را به مقدار زاویه تبدیل می‌کنند. این توابع را با لفظ آرک (arc) به صورت پیشوند قبل از نام توابع مثلثاتی به کار می‌برند. به طور مثال arc sin را آرک سینوس می‌گویند.

مطالعه آزاد



تمرین



### نمونه ۱۴

برای زاویه‌های زیر نسبت‌های مثلثاتی را در جدول ۶-۳ کامل کنید.

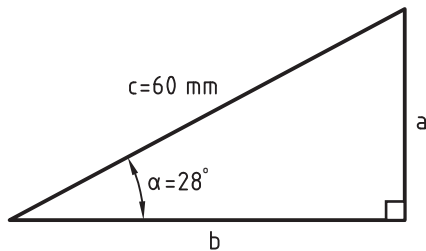
زاویه	نسبت مثلثاتی			
	$\sin \alpha$	$\cos \alpha$	$\tan \alpha$	$\cot \alpha$
$\alpha$				
$10^\circ$	۰٫۱۷۳۶	۰٫۹۸۴۸	۰٫۱۷۶۳	۵٫۶۷۱۳
$33^\circ$ و $40^\circ$	۰٫۵۵۴۴	۰٫۸۳۲۳	۰٫۶۶۶۱	۱٫۵۰۱۳
$42/7^\circ$	۰٫۶۷۸۱	۰٫۷۳۴۹	۰٫۹۲۲۷	۱٫۰۸۳۶
$12^\circ$ و $20^\circ$	۰٫۲۱۳۶	۰٫۹۷۶۹	۰٫۲۱۸۶	۴٫۵۷۳۶

جدول ۶-۳



## نمونه ۱۵

اندازه ضلع  $a$  و  $b$  را در مثلث شکل ۳-۲۹ به دست آورید.



شکل ۳-۲۹

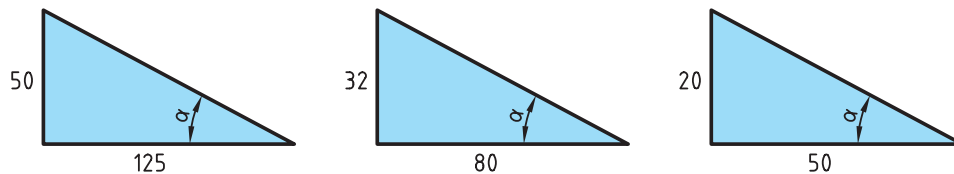
$$\sin \alpha = \frac{\text{ضلع مقابل زاویه } \alpha}{\text{وتر}} \rightarrow \sin 28^\circ = \frac{a}{60} \rightarrow a = 60 \times \sin 28^\circ = 60 \times 0.469 = 28.14 \text{ mm}$$

$$\cos \alpha = \frac{\text{ضلع مجاور زاویه } \alpha}{\text{وتر}} \rightarrow \cos 28^\circ = \frac{b}{60} \rightarrow b = 60 \times \cos 28^\circ = 60 \times 0.882 = 52.92 \text{ mm}$$



## نمونه ۱۶

در هر یک از مثلث‌های شکل ۳-۳۰ مقدار زاویه  $\alpha$  را حساب کنید.



شکل ۳-۳۰

$$(1) \tan \alpha = \frac{50}{125} = 0.4 \Rightarrow \alpha = 21.8^\circ \text{ یا } 21^\circ, 48'$$

$$(2) \tan \alpha = \frac{32}{80} = 0.4 \Rightarrow \alpha = 21.8^\circ \text{ یا } 21^\circ, 48'$$

$$(3) \tan \alpha = \frac{20}{50} = 0.4 \Rightarrow \alpha = 21.8^\circ \text{ یا } 21^\circ, 48'$$

نتیجه مهم: اگر نسبت اضلاع با هم برابر باشند با وجود تغییر اندازه اضلاع، زوایا برابر می‌شوند.

## یکای اندازه گیری سطح

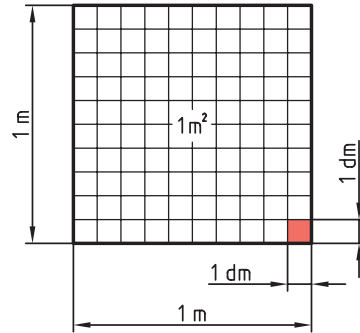
یکای اندازه گیری سطح در سیستم SI متر مربع و آن سطح مربعی است که طول ضلع آن ۱ متر است.

$$1\text{m} \times 1\text{m} = 1\text{m}^2$$

$$10\text{dm} \times 10\text{dm} = 100\text{dm}^2$$

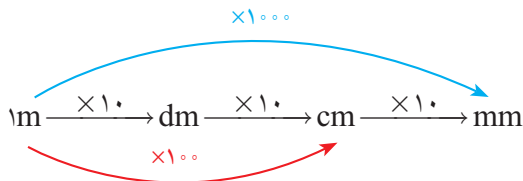
$$100\text{cm} \times 100\text{cm} = 10000\text{cm}^2$$

$$1000\text{mm} \times 1000\text{mm} = 1000000\text{mm}^2$$

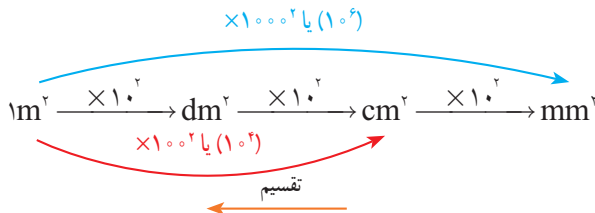


شکل ۳-۳۱

همان طور که قبلا اشاره کردیم برای تبدیل یکاهای طول از نمودار مقابل استفاده می شود.



چون در یکای سطح توان ۲ داریم هر ضریب که در تبدیل یکای طول داشتیم نیز به توان ۲ می رسد. به همین منظور نمودار بالا به نمودار زیر تبدیل می شود.



**توجه:** در نمودار مقابل برای تبدیل یکای کوچک تر از عمل تقسیم و در جهت عکس نمودار استفاده می شود.

به عبارت دیگر :

$$1\text{m}^2 = 100\text{dm}^2 = 10000\text{cm}^2 = 1000000\text{mm}^2$$

اگر بخواهیم ضرایب را به توانی از ده تبدیل کنیم، عبارت فوق به صورت زیر تبدیل می شود:

$$1\text{m}^2 = 10^2\text{dm}^2 = 10^4\text{cm}^2 = 10^6\text{mm}^2$$

### نمونه ۱۷

تمرین

اندازه های داده شده زیر را بر حسب واحدهای خواسته شده به دست آورید.

الف)  $9\text{mm}^2 = \dots\text{cm}^2$       جواب:  $9\text{mm}^2 \xrightarrow{\div 10^2} 0.09\text{cm}^2$

ب)  $11\text{m}^2 = \dots\text{cm}^2$       جواب:  $11\text{m}^2 \xrightarrow{\times 10^4} 11 \times 10^4 = 110000\text{cm}^2$

ج)  $25/4\text{dm}^2 = \dots\text{mm}^2$       جواب:  $25/4\text{dm}^2 \xrightarrow{\times 10^4} 25/4 \times 10^4 = 254000\text{mm}^2$

## فعالیت عملی ۵:

۱ اندازه‌های زیر را به یکاهای خواسته شده تبدیل کنید.

$۸/۵ \text{ mm}^۲$	$\dots \text{ dm}^۲$	$۰/۶۵ \text{ mm}^۲$	$\dots \text{ m}^۲$
$۲۵۱۰ \text{ dm}^۲$	$\dots \text{ m}^۲$	$۲۵۳ \text{ dm}^۲$	$\dots \text{ cm}^۲$
$۱/۴۵ \text{ cm}^۲$	$\dots \text{ dm}^۲$	$۹۵ \text{ cm}^۲$	$\dots \text{ m}^۲$

۲ حاصل مساحت‌های زیر را بر حسب یکای خواسته شده به دست آورید.

الف)  $۳۳/۴۵ \text{ dm}^۲ + ۰/۴۵ \text{ m}^۲ + ۵۰/۲ \text{ cm}^۲ = \dots \text{ dm}^۲$

ب)  $۱۱۰ \text{ cm}^۲ + ۴ \text{ m}^۲ - ۲۰ \text{ dm}^۲ = \dots \text{ mm}^۲$

ج)  $۶۲ \text{ m}^۲ - ۱۱۰۰ \text{ mm}^۲ + ۱۲ \text{ cm}^۲ - ۴۰ \text{ dm}^۲ = \dots \text{ cm}^۲$

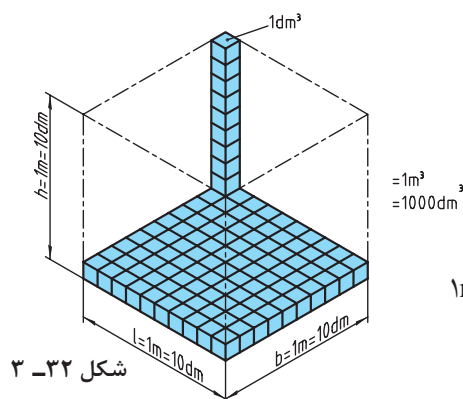
۳ مقادیر زیر را به یکای مورد نظر تبدیل کنید.

الف) به دسی مترمربع  $۱۱/۲۵ \text{ cm}^۲, ۲/۸۷ \text{ m}^۲, ۱۴/۷۵ \text{ mm}^۲$

ب) به سانتی متر مربع  $۲۹/۹ \text{ dm}^۲, ۰/۷۸۶ \text{ m}^۲, ۲۲/۷۵ \text{ mm}^۲$

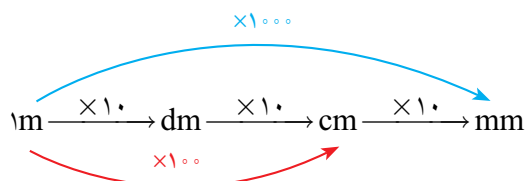
## یکاهای اندازه‌گیری حجم

یکای اندازه‌گیری حجم در سیستم SI مترمکعب و آن عبارت است از حجم مکعبی که طول، عرض و ارتفاع آن ۱ متر باشد (شکل ۳۲-۳).

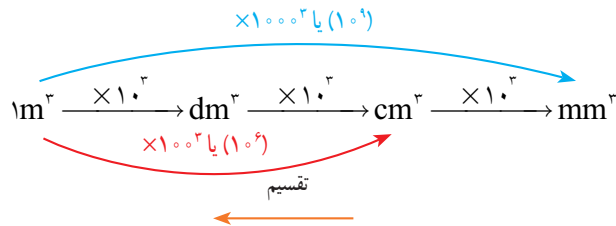


$$۱\text{m} \times ۱\text{m} \times ۱\text{m} = ۱\text{m}^۳$$

همان‌طور که قبلاً اشاره کردیم برای تبدیل یکاهای طول از نمودار زیر استفاده می‌کنیم:



چون یکای اندازه‌گیری حجم توان ۳ دارد هر ضریبی که در تبدیل یکای طول داشتیم نیز به توان ۳ می‌رسد و نمودار تبدیل یکا در اندازه‌گیری حجم به صورت زیر می‌شود:



**توجه:** در نمودار بالا برای تبدیل یکاهای کوچک‌تر به بزرگ‌تر از عمل تقسیم و در جهت عکس نمودار استفاده می‌شود.

به طور مثال در نمودار صفحه قبل برای تبدیل متر به میلی‌متر  $\text{m} \xrightarrow{\times 1000} \text{mm}$  است، در حالی که برای تبدیل یکای حجم این ضریب به توان ۳ می‌رسد و خواهیم داشت،

$$\text{m}^3 \xrightarrow{\times 1000^3} \text{mm}^3$$

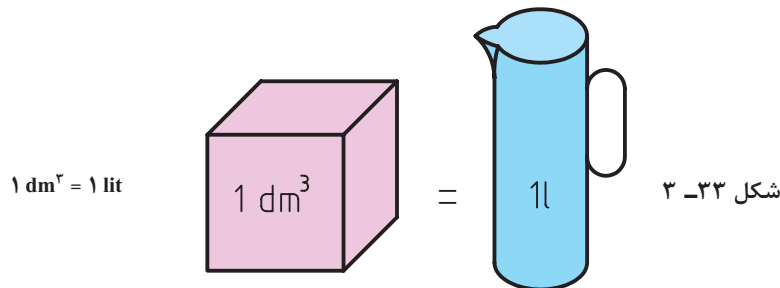
بنابراین:

$$1 \text{ m}^3 = 10^3 \text{ dm}^3 = 100^3 \text{ cm}^3 = 1000^3 \text{ mm}^3$$

اگر بخواهیم ضرایب را به حالت توانی از ده تبدیل کنیم نمودار بالا به صورت زیر تبدیل می‌شود:

$$1 \text{ m}^3 = 10^3 \text{ dm}^3 = 10^6 \text{ cm}^3 = 10^9 \text{ mm}^3$$

**یکای اندازه‌گیری مایعات:** یکای اصلی حجم مایعات در سیستم SI متر مکعب است و یکای کوچک‌تر آن دسی متر مکعب که لیتر نامیده می‌شود با حرف (*l*) نشان داده می‌شود و یک لیتر معادل حجم ظرفی به شکل مکعب که هر ضلع آن یک دسی متر است (شکل ۳-۳۳).



همچنین یکاهای کوچک‌تر اندازه‌گیری حجم مایعات یک میلی‌لیتر یا یک سی‌سی (cc) است که برابر یک سانتی‌متر مکعب است.

$$1 \text{ l} = 1 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ cm}^3 = 1000 \text{ ml} = 1000 \text{ cc}$$

## فعالیت عملی ۶:

۱ اندازه‌های زیر را به یکاهای خواسته شده تبدیل کنید.

$2/5 \text{ m}^2$	$\dots \text{ cm}^2$	$5230 \text{ mm}^2$	$\dots \text{ m}^2$
$240 \text{ dm}^2$	$\dots \text{ mm}^2$	$21/5 \text{ dm}^2$	$\dots \text{ cm}^2$
$15/62 \text{ cm}^2$	$\dots \text{ mm}^2$	$84 \text{ cm}^2$	$\dots \text{ m}^2$
$0/256 \text{ m}^2$	$\dots \text{ dm}^2$	$1805 \text{ mm}^2$	$\dots \text{ dm}^2$

۲ حاصل حجم‌های زیر را بر حسب یکای خواسته شده به دست آورید.

الف)  $428100 \text{ mm}^3 + 0/0035 \text{ m}^3 + 2708/2 \text{ cm}^3 = \dots \text{ dm}^3$

ب)  $21 \text{ cm}^3 + 0/0048 \text{ m}^3 - 4/6 \text{ dm}^3 = \dots \text{ mm}^3$

ج)  $0/0016 \text{ m}^3 - 19200 \text{ mm}^3 + 22 \text{ cm}^3 - 0/18 \text{ dm}^3 = \dots \text{ cm}^3$

۳ مقادیر زیر را به یکای مورد نظر تبدیل کنید.

الف) به دسی متر مکعب  $840/25 \text{ cm}^3, 1/282 \text{ m}^3, 405/12 \text{ mm}^3$

ب) به سانتی متر مکعب  $0/890 \text{ dm}^3, 0/065 \text{ m}^3, 1445 \text{ mm}^3$

## وزن



شکل ۳-۳۴

وزن، برآیندی از مجموعه نیروهای وارد شده بر جرم جسم است. تمامی اجسام به نسبت جرم و فاصله‌ای که نسبت به هم دارند با نیرویی به طرف همدیگر کشیده می‌شوند. این نیروها می‌تواند شامل نیروهای جاذبه زمین، جاذبه خورشید، ماه و اجرام آسمانی باشد. برآیند این نیروها همان نیروی جاذبه زمین یا وزن جسم است. (شکل ۳-۳۴).

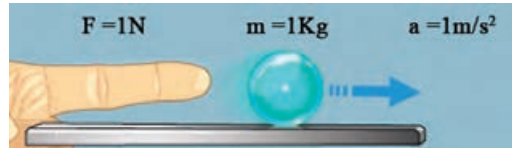
مقدار نیروی جاذبه زمین به جرم جسم و فاصله‌اش از زمین بستگی دارد. بنابراین اگر جرم جسم بیشتر باشد این نیرو نیز بیشتر می‌شود و هر چه فاصله‌اش از سطح زمین بیشتر باشد این نیرو کمتر می‌شود. بدیهی است که مقدار نیروی وارد شده از زمین خیلی بیشتر از سایر نیروهاست تا بتواند برآیند آن به سمت مرکز زمین باشد و حاصل آن نیروی جاذبه به سمت زمین است.

مقدار نیرویی که از طرف زمین بر جرم جسم وارد می‌شود را وزن جسم می‌گویند.

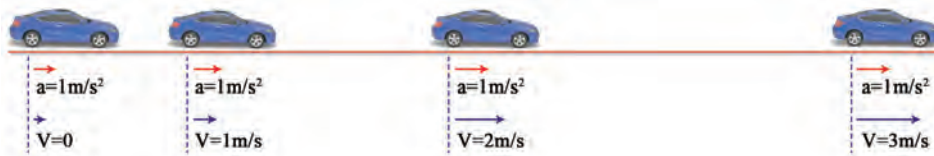


**یکای نیرو:** یکای نیرو در سیستم SI نیوتن است که آن را با N نشان می‌دهند. یک نیوتن: مقدار نیرویی است که به جسمی به جرم یک کیلوگرم شتابی معادل  $1 \frac{m}{s^2}$  می‌دهد (شکل ۳-۳۵).

شکل ۳-۳۵



۱: شتابی است که در هر ثانیه به سرعت جسم  $1 \frac{m}{s}$  اضافه شود.



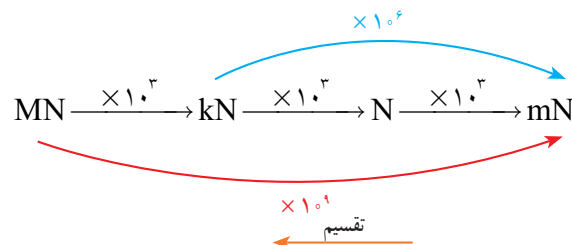
محاسبه نیرو:

شتاب جسم  $\times$  جرم جسم = نیروی وارد بر جسم

$$F = m \times a$$

$$a = \text{شتاب جسم} \left(\frac{m}{s^2}\right) \quad m = \text{جرم جسم (kg)} \quad F = \text{نیرو (N)}$$

تبدیل یکاهای اندازه‌گیری وزن

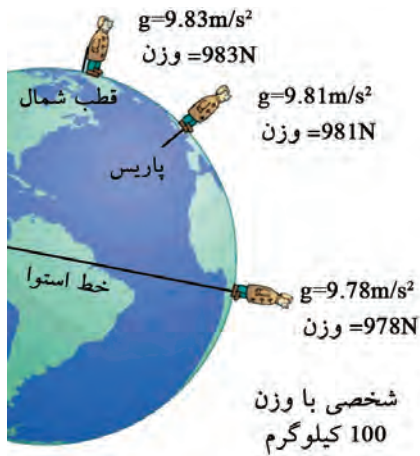


**توجه:** برای تبدیل یکاهای کوچک‌تر به بزرگ‌تر از عمل تقسیم و در جهت عکس نمودار استفاده می‌شود. به عبارت دیگر:

$$1 \text{ MN} = 10^3 \text{ kN} = 10^6 \text{ N} = 10^9 \text{ mN}$$

محاسبه وزن: مقدار وزن هر جسمی به جرم و شتاب ثقل محل استقرار آن بستگی دارد.

شتاب اجسام در حال سقوط را شتاب ثقل زمین می‌نامند.



شکل ۳-۳۶

شتاب ثقل زمین در نقاط مختلف متفاوت است. شتاب ثقل زمین در پاریس  $9.81 \text{ m/s}^2$ ، در منطقه استوا  $9.78 \text{ m/s}^2$  و در نواحی قطبی  $9.83 \text{ m/s}^2$  است. از این جهت وزن در نقاط مختلف کره زمین متفاوت است. به عنوان مثال وزن شخصی به جرم  $100$  کیلوگرم در پاریس  $981 \text{ N}$ ، در منطقه استوا  $978 \text{ N}$  و در نواحی قطبی  $983 \text{ N}$  است (شکل ۳-۳۶).

شتاب ثقل در کره‌های مختلف نیز متفاوت است. شتاب ثقل در کره ماه  $1.62 \text{ m/s}^2$ ، در سیاره مشتری  $24.91 \text{ m/s}^2$  و در خورشید  $270 \text{ m/s}^2$  است (شکل ۳-۳۷).

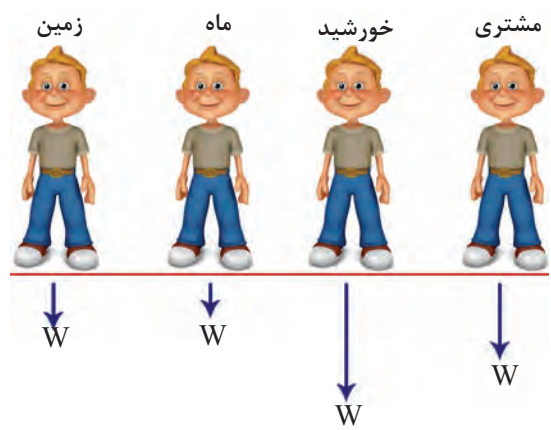
در حل مسائل فنی مقدار شتاب ثقل زمین را معادل شتاب ثقل در عرض جغرافیایی  $45^\circ$  (پاریس) در نظر می‌گیرند.

$$g = 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

شتاب ثقل = جرم جسم × وزن

$$W = m \times g$$

(N) وزن = W      (kg) جرم جسم = m      شتاب ثقل ( $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ ) = g

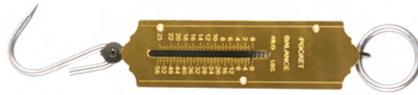


$m = 63 / 5 \text{ kg}$	$m = 63 / 5 \text{ kg}$	$m = 63 / 5 \text{ kg}$	$m = 63 / 5 \text{ kg}$
$g = 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$	$g = 1.62 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$	$g = 270 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$	$g = 24.91 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
$W = 623 \text{ N}$	$W = 103 \text{ N}$	$W = 17145 \text{ N}$	$W = 1582 \text{ N}$

شکل ۳-۳۷

## اندازه‌گیری وزن

از آنجایی که وزن به نیروی جاذبه بستگی دارد نمی‌توان آن را با ترازوی شاهین دار اندازه گرفت و برای اندازه‌گیری از ترازوی فنردار استفاده می‌شود (شکل ۳-۳۸).



شکل ۳-۳۸

به طور مثال، وزن جسمی به جرم یک کیلوگرم در کره زمین و ماه مطابق زیر محاسبه می‌گردد.

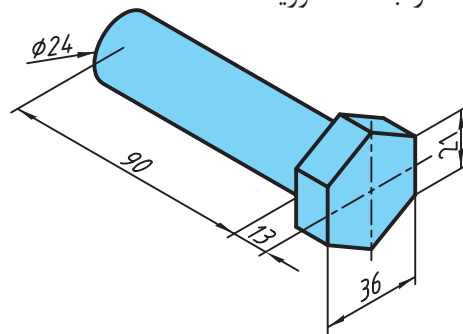
$$W = m \times g = 1 \text{ kg} \times 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 9.81 \text{ N} \quad \text{وزن در کره زمین}$$

$$W = m \times g = 1 \text{ kg} \times 1.62 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1.62 \text{ N} \quad \text{وزن در کره ماه}$$

### نمونه ۱۹

تمرین

وزن قطعه فولادی مطابق شکل ۳-۳۹ را به دست آورید.



شکل ۳-۳۹

$$\rho = 7.85 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} \quad \text{از جدول}$$

$$A_1 = \frac{n \times l \times d}{4} = \frac{6 \times 21 \times 3}{4} = 11.34 \text{ cm}^2 \quad \text{محاسبه حجم شش گوش آچارخور}$$

$$V_1 = A_1 \times h = 11.34 \times 1.3 = 14.74 \text{ cm}^3$$

$$A_2 = \frac{\pi \times d^2}{4} = \frac{3.14 \times 24^2}{4} = 452 \text{ cm}^2$$

$$V_2 = A_2 \times h_2 = 452 \times 9 = 4068 \text{ cm}^3 \quad \text{محاسبه حجم میله استوانه‌ای}$$

$$V = V_1 + V_2 = 14.74 + 4068 = 55.42 \text{ cm}^3 \xrightarrow{\div 10^3} 0.05542 \text{ dm}^3$$

$$W = \rho \times V \times g = 7.85 \times 0.05542 \times 9.81 = 4.26 \text{ N}$$

## محاسبه جرم

با استفاده از جرم مخصوص و حجم اجسام، جرم آنها را می‌توان محاسبه کرد.

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m = \rho \times V$$

تمرین



### نمونه ۱۹

جرم چکش فولادی زیر با جرم حجمی  $\frac{7}{85} \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$  را به دست آورید.



$$A = l \times l = 5 \times 5 = 25 \text{ cm}^2$$

$$V = A \times h = 25 \times 8 = 200 \text{ cm}^3 \xrightarrow{\div 1000} 0.2 \text{ dm}^3 \text{ یا } 0.2 \text{ lit}$$

$$m = \rho \times V = 7/85 \times 0.2 = 1/57 \text{ kg}$$

شکل ۴۰-۳

## جرم حجمی

ذرات تشکیل دهنده مواد مختلف به یک اندازه مترکم نیستند، بلکه با توجه به نوع ماده می‌توانند با تراکم زیادتر و یا کمتر نزدیک هم قرار بگیرند و جسم مورد نظر را به وجود آورند. بنابراین جرم حجم معینی از مواد مختلف نیز با هم متفاوت است.

جرم واحد حجم از هر ماده را جرم حجمی (جرم مخصوص) آن ماده می‌گویند.

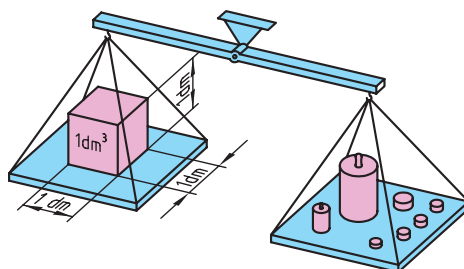
$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow \rho = \frac{\text{جرم}}{\text{حجم}}$$

**توجه:** تغییرات دما سبب تغییر حجم جسم می‌شود. بنابراین، با تغییر دما جرم حجمی یک ماده تغییر می‌کند. از این رو جرم حجمی اغلب مواد را در دمای  $25^\circ$  سانتی‌گراد معین می‌کنند. مقدار جرم حجمی مستقل از شتاب گرانشی است.

$$\rho = \text{جرم مخصوص} \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \quad m = \text{جرم} \text{ (kg)} \quad V = \text{حجم} \text{ (m}^3\text{)}$$

یکای جرم حجمی در سیستم SI کیلوگرم بر مترمکعب  $\left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$  است، ولی می‌توان آن را برحسب  $\frac{\text{t}}{\text{m}^3}$ ،  $\frac{\text{kg}}{\text{lit}}$ ،  $\left( \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} \right)$ ،  $\frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$ ،  $\frac{\text{mg}}{\text{mm}^3}$  بیان کرد.

به عنوان مثال جرم مخصوص فولاد  $\frac{7}{85} \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$  است (جدول ۷-۳).



شکل ۴۱-۳

جدول ۷-۳ جرم حجمی مواد

$\frac{8}{9} \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$	مس	$\frac{2}{7} \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$	آلومینیم
$\frac{7}{85} \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$	فولاد	$\frac{1}{\text{dm}^3} \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$	آب
$\frac{11}{35} \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$	سرب	$\frac{7}{25} \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$	چدن
$\frac{7}{3} \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$	قلع	$\frac{8}{5} \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$	برنج

$$m = \rho \times V$$

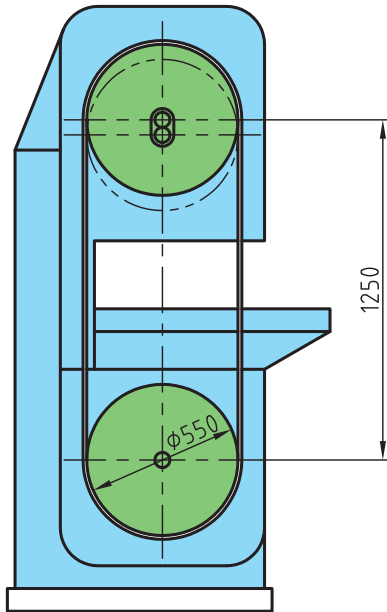
وزن بر حسب حجم و جرم حجمی

$$W = m \times g \rightarrow W = \rho \times V \times g$$

$$\rho = \text{جرم حجمی} \left( \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} \right) \text{ یا } \left( \frac{\text{kg}}{\text{lit}} \right)$$

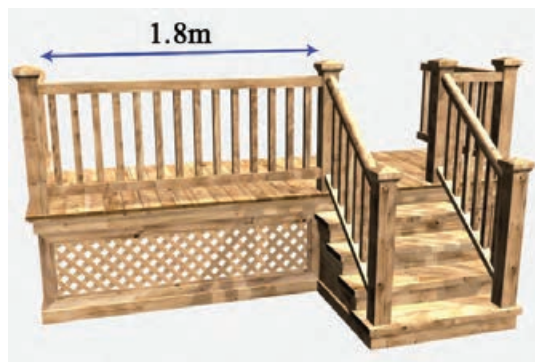
$$V = \text{حجم جسم} \left( \text{dm}^3 \right) \text{ یا } (\text{lit})$$

۱ دستگاه اره نواری مطابق شکل ۳-۴۲ برای بریدن چوب به کار می‌رود. طول تیغه اره را به دست آورید.



شکل ۳-۴۲

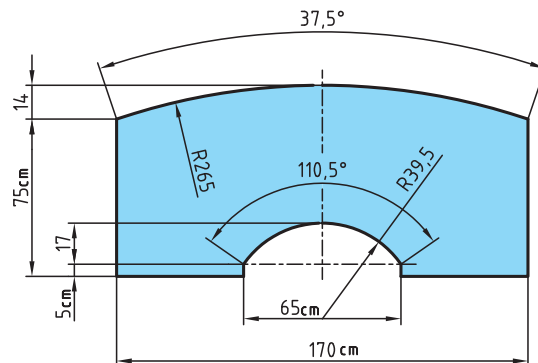
۲ در نرده‌های چوبی شکل زیر در صورتی که تعداد ۱۴ میله خراطی شده با قطر ۲۰ mm باشد و فاصله بین میله‌ها برابر با فاصله ابتدا و انتها ( $p = l$ ) باشد مقدار این فاصله را به دست آورید.



شکل ۳-۴۳

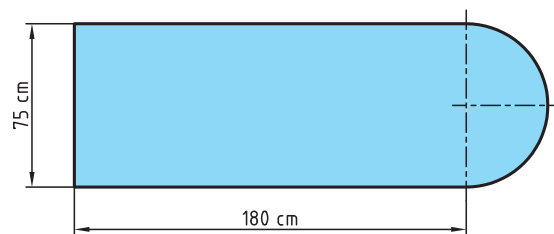


۳ مساحت سطح میزی مطابق شکل ۳-۴۴ را به دست آورید.



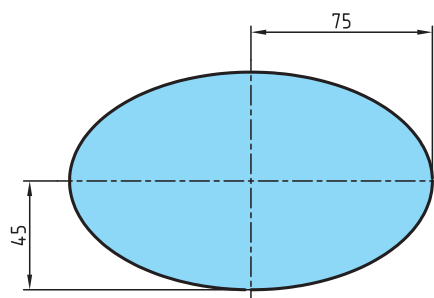
شکل ۳-۴۴

۴ مساحت سطح میز کامپیوتر ساخته شده از MDF را به دست آورید.



شکل ۳-۴۵

۵ برای تولید آینه موتورسیکلت مطابق شکل زیر چند  $\text{mm}^2$  شیشه لازم است؟



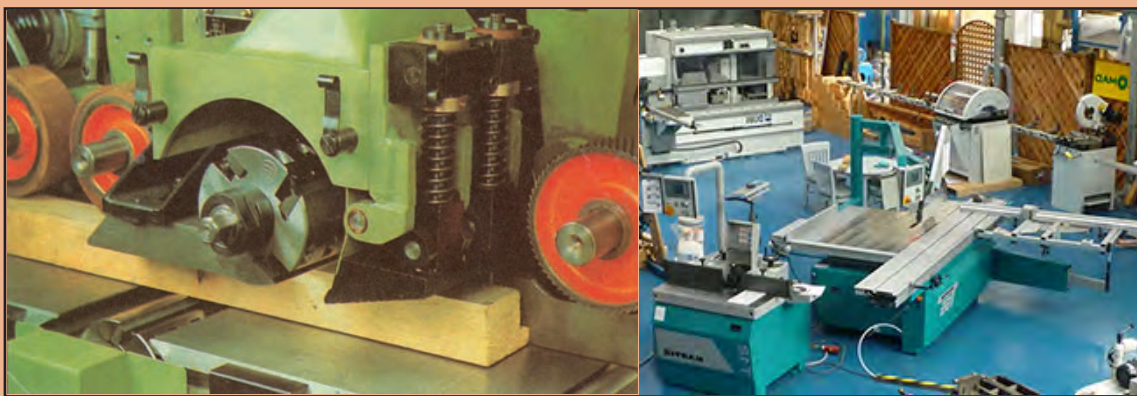
شکل ۳-۴۶





# فصل ۴

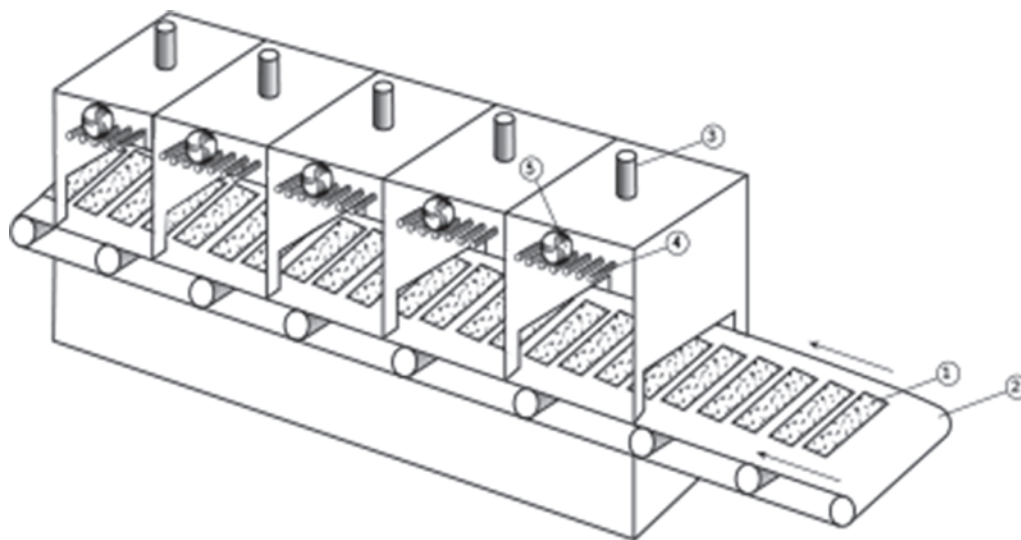
## حرکت



## حرکت

### حرکت و انواع آن

در این قسمت با کاربرد حرکت در صنعت چوب آشنا می‌شویم. بنا به تعریف حرکت، هرگاه محل استقرار جسمی تغییر کند، گوییم آن جسم حرکت کرده است. **مثال:** حرکت وسیله نقلیه، حرکت تیغه اره نواری و اره گرد، حرکت تخته هنگام رنده شدن روی دستگاه کف رنده، فرو رفتن میخ و پیچ در چوب، رشد درخت، خروج رطوبت از چوب و حرکت روکش در دستگاه روکش خشک‌کن اتاقکی و نظایر آن (شکل ۴-۱).



شکل ۴-۱

با توجه به تفاوت مشاهده شده در موارد پیش گفته می‌توان از انواع حرکت نام برد.

**حرکت یکنواخت:** اگر جسم متحرکی در زمان‌های مساوی، مسافت‌های مساوی را طی کند، حرکت انجام شده را «حرکت یکنواخت» گویند. این حرکت ممکن است به صورت خطی و یا دورانی صورت گیرد. **مثال:** حرکت تسمه نقاله‌ای که پوشال را از دستگاه خردکن به سیلوی ذخیره انتقال می‌دهد (حرکت یکنواخت خطی) و حرکت پولی الکتروموتور که تسمه نقاله را به حرکت در می‌آورد (حرکت دورانی یکنواخت)، حرکت فرورفتن مته در چوب هنگام سوراخ‌کاری (حرکت یکنواخت خطی) و گردش مته درون چوب از نوع حرکت دورانی می‌باشد.

**حرکت غیر یکنواخت:** هرگاه جسم متحرکی در زمان‌های مساوی مسافت‌های غیرمساوی را طی کند این حرکت را حرکت غیریکنواخت (متغیر) گویند. **مثال:** هنگام برش چوب در قسمتی از چوب که نرم‌تر است، حرکت تخته و حرکت تیغه اره بیشتر خواهد بود تا قسمتی از چوب که سخت‌تر است.

## سرعت و انواع آن

به منظور سنجش حرکت اجسام متحرک از عاملی به نام «سرعت» استفاده می‌شود که بنا به تعریف عبارت از مسافت پیموده شده در واحد زمان است، که انواع آن عبارتند از:

**سرعت خطی یکنواخت:** سرعت در حرکت یکنواخت خطی را سرعت خطی یکنواخت گویند.  
**مثال:** تسمه نقاله‌ای که خرده چوب را انتقال می‌دهد اگر در ثانیه اول ۲ متر مسافت را طی کند در ثانیه دوم هم همان مسافت را طی خواهد کرد و به همین ترتیب، برای زمان بعدی هم همان مقدار را طی می‌کند، و با توجه به تعریف خواهیم داشت:

**علائم اختصاری:**

v: سرعت    s: مسافت    t: زمان

$$v = \frac{s}{t}$$

### نمونه ۱

سرعت حرکت روکش را در داخل خشک‌کن، به دست آورید در صورتی که طول خشک‌کن ۱۲ متر و زمان عبور ۹۶ ثانیه باشد.

$$v = \frac{s}{t}$$

$$v = \frac{12m}{96s} = 0.125m/s$$

سرعت حرکت روکش

تمرین



### نمونه ۲

در مسأله قبل اگر دستگاه خشک‌کن دارای چهار اتاقک به طول ۳ متر باشد، بعد از چه مدتی روکش وارد اتاقک چهارم می‌شود؟

$$v = \frac{s}{t} \Rightarrow t = \frac{9m}{0.125m/s} = 72s$$

زمان عبور سه اتاقک و ورود به اتاقک چهارم

تمرین



### سرعت خطی غیر یکنواخت:

جسمی که در مسیر خطی حرکت غیریکنواخت داشته باشد، سرعت آن را سرعت خطی غیریکنواخت گویند و برای سهولت در محاسبات، می‌توان سرعت میانگین آن را دخالت داد.

**مثال:** لیفتراکی جهت انتقال پالت‌های روکش از محل بسته‌بندی به انبار روکش یک مسیر ۳۰۰ متری را در زمان ۲ دقیقه طی می‌کند. سرعت متوسط لیفتراک را محاسبه کنید.

$$\text{حل: } v = \frac{300}{2} = 150m/min$$

از این که سرعت وسایل نقلیه بر حسب کیلومتر بر ساعت است، خواهیم داشت:  
 سرعت متوسط

$$v = 150 \times 60 = 9000m/h \rightarrow 9000 + 1000 = 10000m/h = 10km/h$$

واحد سرعت: معمولاً در صنعت بر حسب مورد واحدهای مختلفی برای سرعت در نظر گرفته می شود که متداول ترین آنها عبارتند از:

- سرعت حرکت وسایل نقلیه: km/h (کیلومتر بر ساعت)
- سرعت پیشبرد کار: m/min (متر بر دقیقه)
- سرعت نقاله‌ها: m/min یا m/s (متر بر دقیقه یا متر بر ثانیه)
- سرعت برش تیغه‌های برنده: m/s (متر بر ثانیه)
- سرعت ذخیره‌سازی مواد: (متر مکعب بر ثانیه)

### فعالیت عملی ۱:

۱ جرثقیل سقفی درون یارد سرپوشیده گرده بینه دارای دو حرکت عمودی و افقی است. اگر برای حمل یک گرده بینه از محل یارد تا درون حوضچه پخت به طور متوسط ۳ متر حرکت عمودی به طرف بالا و ۲۰ متر حرکت افقی و ۴ متر حرکت عمودی به طرف پایین لازم باشد، برای حمل یک گرده بینه زمان لازم را به دست آورید؛ در صورتی که سرعت عمودی ۲ متر بر ثانیه و سرعت افقی ۴ متر بر ثانیه باشد.

۲ سرعت حرکت صفحات تخته خرده چوب از درون دستگاه سنباده زنی ۳ متر بر دقیقه تنظیم شده است. اگر طول هر صفحه ۳ متر باشد در مدت یک نوبت کار (۷ ساعت مفید) چند صفحه سنباده زده می شود؟ (در صورتی که برای هر صفحه ۱ دقیقه وقت اضافه منظور گردد).

۳ سرعت تغذیه یک سیلوی استوانه‌ای ۰/۵ متر مکعب بر ثانیه است. اگر قطر سیلو ۲ متر و ارتفاع آن ۵ متر باشد چه زمانی طول خواهد کشید تا سیلو پر شود؟

۴ در یک دستگاه خشک کن روکش، سرعت حرکت روکش ۷/۵ متر بر دقیقه تنظیم شده است. اگر لازم باشد حدود ۵۰۰۰ متر مربع روکش (به ابعاد ۲۵۰۰ × ۲ متر) خشک شود، حداقل چند ساعت طول خواهد کشید تا روکش‌ها خشک شوند و در صورتی که سرعت را به ۹ متر بر دقیقه برسانیم در زمان به دست آمده چند مترمربع روکش را می توان خشک کرد؟ (حرکت روکش در دستگاه خشک کن به صورت عرضی است).

۵ بر روی یک ماشین فرز میزی، پیش برنده‌ای با سرعت متغیر نصب شده است. اگر سرعت این پیش برنده ۴ متر بر دقیقه تنظیم نماییم در مدت ۴ ساعت چند شاخه زهوار فرز می خورد؟ (در صورتی که هر شاخه زهوار ۲،۵ متر طول و جمعاً ۲۰ درصد وقت تلف شده منظور گردد).

۶ برای جا به جایی پالت‌های تخته سه لایی از دو لیفتراک استفاده شده است. در مدت ۳ ساعت لیفتراک اولی ۱۲ پالت و دیگری ۱۵ پالت را در یک مسیر ۱۰۰ متری جا به جا نموده‌اند، محاسبه نمایید سرعت لیفتراک دومی چقدر بیشتر از سرعت لیفتراک اولی است؟ (در صورتی که زمان بارگیری و تخلیه هر پالت ۵ دقیقه و سرعت رفت و برگشت هر وسیله ثابت فرض شود و در هر مرتبه لیفتراک فقط یک پالت را جا به جا کند).

۷ دو اتومبیل A و B همزمان از یک نقطه، حرکت را شروع می کنند. بعد از مدت ۵۰ ثانیه اتومبیل A، ۱۵ متر از اتومبیل B جلو می افتد، اگر اتومبیل B دارای سرعت متوسط ۶۰ متر بر دقیقه باشد، سرعت متوسط وسیله A و مسافت طی شده هر دو را به دست آورید.

**سرعت دورانی (محیطی):** سرعت حرکت اجسام دوار را «سرعت محیطی» نامند؛ مانند حرکت اره گرد، پولی ماشین فرز، مته و غیره. اگر نقطه‌ای مانند P روی دایره‌ای به قطر d حرکت یکنواختی را انجام دهد، سرعت محیطی آن، مقدار مسافتی خواهد بود که نقطه P در واحد زمان طی می‌کند.  
علایم اختصاری:

$$v = d \cdot \pi \cdot n$$

v: سرعت محیطی (m/s)

d: قطر چرخ (m)

n: تعداد دوران چرخ نسبت به واحد زمان (rpm یا دور بر ثانیه<sup>۱</sup>)

تمرین



نمونه ۳

سرعت محیطی چرخ گرداننده الکتروموتور دستگاهی را به دست آورید که تعداد دور موتور آن ۲۸۵۰ دور در دقیقه و قطر پولی آن ۹۰ میلی‌متر است.

$$d = 90 \text{ mm} \div 1000 = 0.09 \text{ m}$$

$$n = 2850 \text{ 1/min} \div 60 = 47.5 \frac{1}{s}$$

$$v = d \cdot \pi \cdot n = 0.09 \text{ m} \times 3.14 \times 47.5 = 13.4 \text{ m/s} \approx 13.4 \text{ m/s}$$

تمرین



نمونه ۴

تعداد دوران پره‌های هواکشی که قطر پره‌های آن ۴۵۰ میلی‌متر بوده و سرعت محیطی آن ۴/۳۵ m/s باشد، در هر دقیقه چقدر است؟

$$d = 450 \div 1000 = 0.45 \text{ m}$$

$$v = 4.35 \text{ m/s} \times 60 = 261 \text{ m/min}$$

$$n = \frac{v}{d \cdot \pi} \Rightarrow n = \frac{261 \text{ m/min}}{0.45 \text{ m} \times 3.14} \approx 184.7 \frac{1}{\text{min}}$$

**سرعت برش:** سرعت محیطی خارجی‌ترین نقطه لبه برنده تیغه را «سرعت برش» گویند؛ به دیگر سخن، سرعت برش عبارت از طول براده یا پوشالی است که به وسیله تیغه برنده از روی سطح در واحد زمان (ثانیه) جدا می‌شود. بنابراین سرعت برش برابر است با:

$$v = d \cdot \pi \cdot n$$

۱- واحد تعداد دوران ۱/min می‌باشد ولی در این فرمول باید به دور بر ثانیه تبدیل شود.

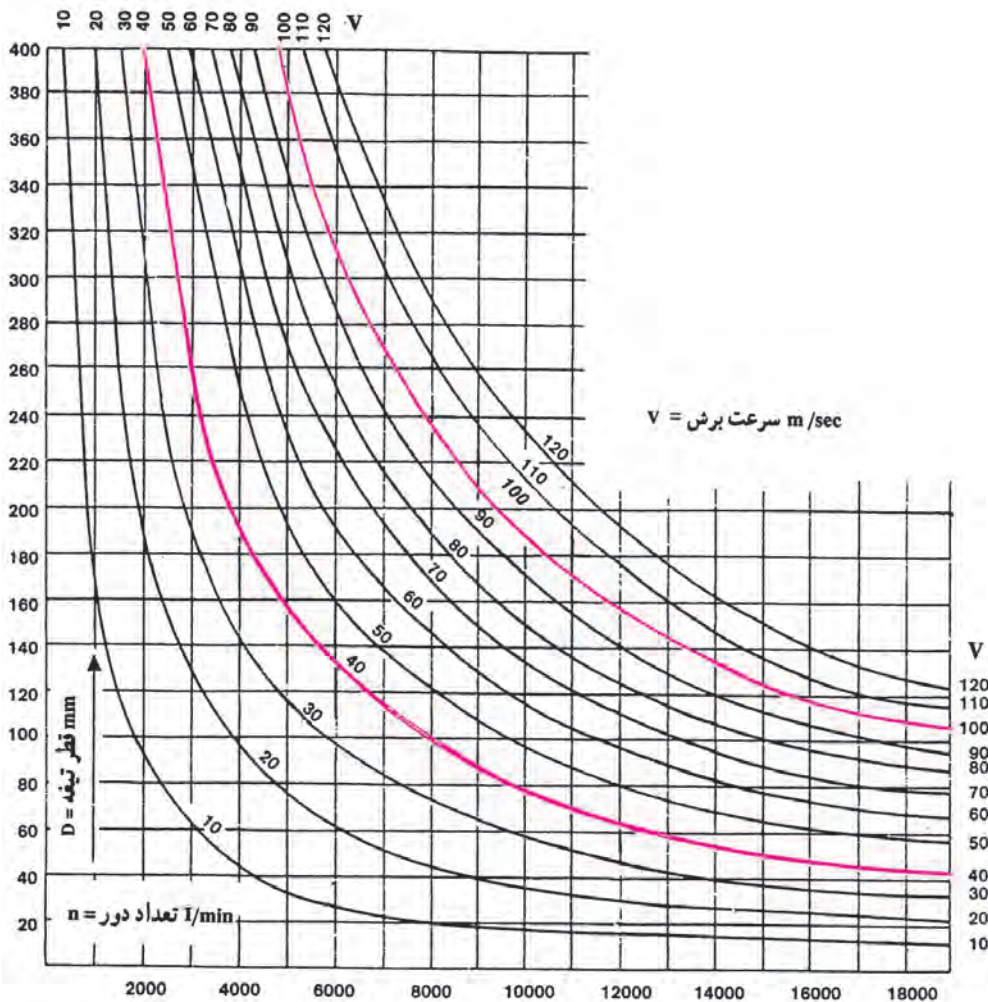
یک ماشین مته برقی دستی مطابق شکل ۲-۱ دارای دو دور ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ دور بر دقیقه است، اگر لازم باشد به وسیله آن و با مته‌ای به قطر ۸ میلی‌متر و با سرعت برش ۲۵ متر بر دقیقه قطعه‌ای را سوراخ کنیم، ماشین را روی کدام یک از دورهای موجود باید تنظیم کرد؟

$$d = 8 \text{ mm} \div 1000 = 0.008 \text{ m}$$

$$n = \frac{v}{d \cdot \pi} = \frac{25 \text{ m/min}}{0.008 \text{ m} \times 3.14} = 995/2 \frac{1}{\text{min}} \approx 1000 \frac{1}{\text{min}}$$

انتخاب می‌شود.

برای سرعت عمل بیشتر در امر محاسبات می‌توان از جدول‌های مربوط به آن استفاده نمود؛ مثلاً برای تعیین سرعت برش می‌توان از نمودار شکل ۲-۴ استفاده کرد.



نمودار ۱-۴- سرعت برش (هنگام محاسبه باید به واحدهای آنها توجه کرد)

در اغلب ماشین‌های صنایع چوب یک سرعت برش مناسب سرعتی بین ۴۰ m/s تا ۱۰۰ m/s می‌باشد.

## روش استفاده از نمودار سرعت برش

تمرین



## نمونه ۶

دستگاهی با تعداد دور  $7000 \frac{1}{\text{min}}$  و قطر تیغه‌ای برابر  $180 \text{ mm}$  مفروض است سرعت برشی آن چند متر بر ثانیه می‌باشد؟

جواب: قطر تیغه را ( $180 \text{ mm}$ ) از ستون عمودی و تعداد دور را ( $7000 \frac{1}{\text{min}}$ ) از ردیف افقی انتخاب کرده بر هم عمود می‌کنیم تا منحنی مورد نظر (سرعت برش) به دست آید که در این مثال، محل تقاطع بین دو منحنی  $60$  و  $70$  قرار می‌گیرد؛ بنابراین، سرعت برشی تقریباً معادل  $65$  متر بر ثانیه به دست می‌آید.

در صنایع چوب با توجه به نوع ماده چوبی و جنس تیغه پیشنهاد می‌شود از سرعت‌های برش جدول ۴-۱ استفاده شود.

جدول ۴-۱

تیغه از جنس HSS	تیغه از جنس TC	نوع تیغه / نوع چوب
۴۰-۸۰ m/s	۵۰-۹۰ m/s	چوب‌های نرم
۴۰-۷۰ m/s	۵۰-۸۰ m/s	چوب‌های سخت
—	۳۵-۶۰ m/s	تخته‌های آغشته به چسب
—	۶۰-۸۰ m/s	تخته خرده چوب
—	۳۰-۶۰ m/s	تخته فیبر سخت
—	۴۰-۶۰ m/s	تخته‌های با روکش ملامینه

## فعالیت عملی ۲:

۱ دستگاه سنگ تیغ تیزکنی دو طرفه دارای تعداد دور  $3000 \frac{1}{\text{min}}$  است. اگر قطر یکی از سنگ‌ها  $12 \text{ cm}$  و دیگری  $15 \text{ cm}$  باشد، اختلاف سرعت محیطی دو سنگ را به دست آورید.

۲ فرز برقی دستی با  $27000$  دور بر دقیقه مفروض است، اگر از تیغه فرزهای با قطرهای داده شده استفاده شود سرعت محیطی برای هر تیغه را به دست آورید.

$$d_1 = 15 \text{ mm}$$

$$d_2 = 25 \text{ mm}$$

$$d_3 = 18 \text{ mm}$$

$$d_4 = 30 \text{ mm}$$

۳ برای برش صفحات تخته خرده چوب نیاز به سرعت برشی معادل  $70$  متر بر ثانیه است. اگر تعداد دور میله گردنده دستگاه اره گرد  $4500$  دور بر دقیقه باشد، تیغه اره گرد چه قطری باید داشته باشد؟

۱- TC=Tungsten Carbide

۲- HSS=High Speed Steel

۴ سرعت برش ماشین اره گردی را با مشخصات زیر محاسبه کرده و با سرعت به دست آمده از نمودار ۳-۱ مقایسه نمایید.

تعداد دور	قطر تیغه اره
۱/min	mm
۳۲۰۰	۳۰۰
۲۵۰۰	۴۰۰

۵ در صورتی که سرعت محیطی آن ۱۲ متر بر ثانیه و تعداد دوران تیغه اره گردی ۵۰۰ دور بر دقیقه باشد، قطر تیغه را به دست آورید.

۶ تعداد دور یک دستگاه اره گرد ۲۵۰۰ دور بر دقیقه است. اگر قطر اره گرد ۴۰۰ میلی‌متر باشد، سرعت برش تیغه اره گرد چه قدر است؟

۷ اگر تعداد دور محور یک ماشین رنده ۳۰۰۰ دور بر دقیقه و قطر آن ۱۴۰ میلی‌متر باشد، سرعت برش تیغه رنده را حساب کنید.

۸ دستگاه فرزی برای انجام اتصال گرات (دم چلچله) تنظیم شده است. اگر قطر تیغه فرز ۱۵ میلی‌متر و سرعت برش ۲۵ متر بر ثانیه باشد تعداد دوران دستگاه چه قدر است؟



شکل ۴-۲

۹ در دستگاه برش اره دیسکی (اره گردبر دستی برقی) در صورتی که سرعت برش دستگاه ۸m/s باشد و قطر تیغه برش ۱۸ سانتی‌متر باشد تعداد دوران تیغه را به دست آورید.

## پیشبرد کار در ماشین‌های صنایع چوب

مقدار برشی که یک ماشین صنایع چوبی در واحد زمان (دقیقه) انجام می‌دهد، تحت عنوان «سرعت پیشبرد کار» مطرح است و به طور کلی نوعی از سرعت یکنواخت محسوب می‌شود؛ بنابراین، رابطه محاسبه سرعت پیشبرد کار بدین شرح است:

$$S = \frac{L}{t}$$

علامه اختصاری:

S: سرعت پیشبرد کار بر حسب متر بر دقیقه (m/min)

L: طول برش بر حسب متر (m)

t: زمان انجام برش بر حسب دقیقه (min)

سرعت پیشبرد کار به عواملی از جمله موارد زیر بستگی دارد:

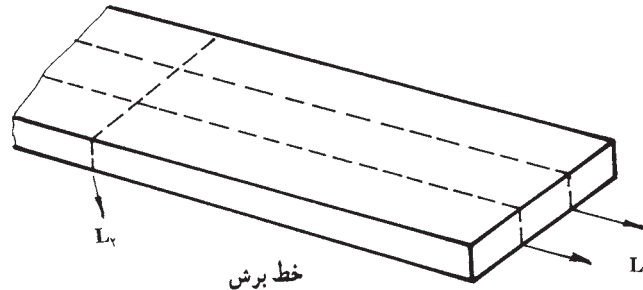
- ۱- سرعت برش، ۲- ضخامت، نوع چوب و رطوبت آن، ۳- تعداد تیغه و کیفیت برش آنها، ۴- دقت مورد انتظار از کار انجام شده، ۵- مقدار نیرویی که به قطعه کار وارد می‌شود.





### نمونه ۷

تعداد ۱۰ عدد تخته به طول ۵ متر و به عرض ۲۲ سانتی متر موجود است، اگر بخواهیم آنها را به قطعاتی به طول ۲٫۵ متر و عرض ۷ سانتی متر تبدیل کنیم (مطابق شکل ۴-۳) در صورتی که سرعت پیشبرد کار ۴ متر بر دقیقه و اتلاف وقت ۲۰٪ منظور گردد زمان انجام کار را محاسبه نمایید.



خط برش

شکل ۴-۳

حل:

$$L_1 = 10 \times 5 \times 2 = 100 \text{ m}$$

$$L_2 = 22 \times 10 = 220 \text{ cm} = 2/2 \text{ m}$$

$$L = L_1 + L_2 = 100 + 2/2 = 102/2 \text{ m}$$

$$25/55 + (25/55 \times \frac{20}{100}) = 25/55 + 5/11 = 30/66 \text{ min}$$

$$25/55 + (25/55 \times \frac{20}{100}) = 25/55 + 5/11 = 30/66 \text{ min}$$

برش طولی

برش عرضی

مقدار برش

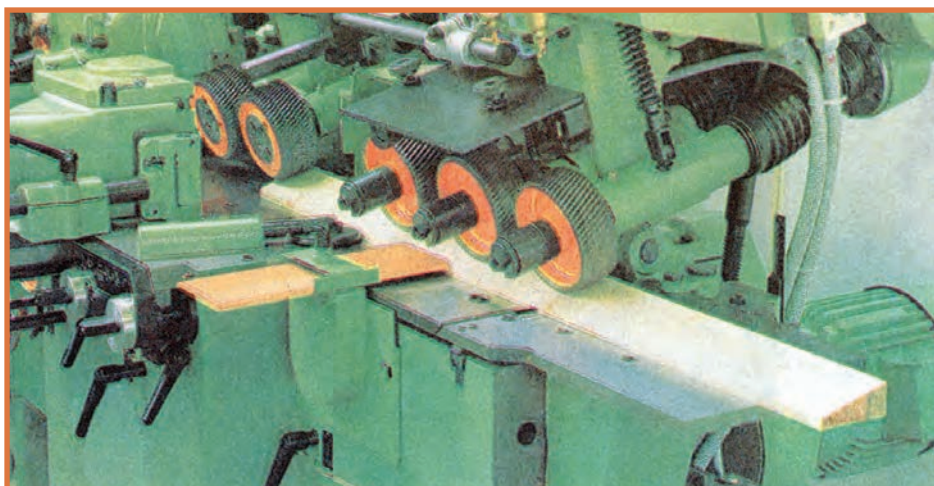
### فعالیت عملی ۳:

۱. قطعه کاری را به دو روش می توانیم آماده کنیم. از این دو حالتی که ذکر می شود، کدام یک زمان کمتری را می برد؟

الف) ۳۰ متر برش به وسیله اره نواری با سرعت پیشبرد ۱۲ متر بر دقیقه، هم چنین ۶۰ متر رنده کاری با سرعت پیشبرد ۱۵ متر بر دقیقه.

ب) ۳۰ متر برش به وسیله اره مجموعه با تیغه الماسه و سرعت پیشبرد ۸ متر بر دقیقه.

۲. سرعت پیشبرد یک دستگاه فرز مطابق شکل ۴-۴، ۴ متر بر دقیقه است. اگر ۲۰٪ اتلاف وقت منظور گردد، این دستگاه در هر ساعت چند متر کار را افزار می زند.



شکل ۴-۴- دستگاه فرز اتوماتیک

۳ لبه ۱۰ عدد صفحه میزگرد به قطر ۹۵ سانتی‌متر را می‌خواهیم فرز بزنیم. اگر سرعت پیشبرد دستگاه فرز  $\frac{2}{5}$  متر بر دقیقه باشد و زمان آماده‌سازی قبل از فرزکاری برای هر صفحه ۲ دقیقه در نظر گرفته شود، زمان انجام کار را در مجموع تعیین نمایید.

۴ برای پوشش دیواری به تعدادی تخته نیازمندیم. با توجه به کارهای پیشنهادی، زمان ساخت قطعات پوششی را مطابق با شکل ۴-۵ محاسبه نمایید.



شکل ۴-۵- مقطع قطعات پوششی

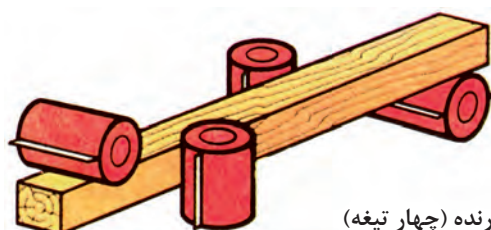
الف) ۴۰ متر برش توسط اره نواری با سرعت پیشبرد ۱۰ متر بر دقیقه؛

ب) ۸۰ متر رنده کاری با سرعت پیشبرد ۵ متر بر دقیقه؛

ج) ۸۰ متر فرزکاری با سرعت پیشبرد ۳ متر بر دقیقه؛

در مجموع ۲۰٪ زمان برای جابه‌جا کردن قطعات افزوده شود.

۵ تعدادی قطعه کار جمعاً به طول ۱۲۰ متر باید از ۴ طرف رنده شوند. برای انجام دادن این کار دو حالت (الف و ب) را بررسی کنید:



شکل ۴-۶- چهار طرف رنده (چهار تیغه)

الف) دستگاه چهار طرف رنده مطابق شکل ۴-۶ با سرعت پیشبرد ۵ متر بر دقیقه که ۱۰ درصد زمان برای جابه‌جا کردن قطعات افزوده می‌شود و هزینه دستگاه در هر ساعت ۴۰۰۰ ریال است.

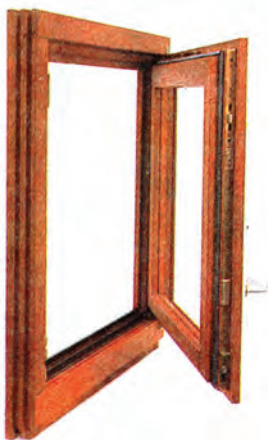
ب) دستگاه گندگی با سرعت پیشبرد ۱۰ متر بر دقیقه و ۲۰ درصد زمان تلف شده برای جابه‌جا کردن قطعات است که هزینه دستگاه در هر ساعت ۲۵۰۰ ریال می‌باشد.

۶ در یک ماشین رنده ضخامت‌گیر غلتکی سرعت پیشبرد کار ۶ متر بر دقیقه تنظیم شده است. هرگاه تغییراتی در غلتک‌های آن داده شود ممکن است سرعت پیشبرد کار دو برابر گردد. حساب کنید در هر دو حالت چند مترمربع در ساعت می‌توان کار انجام داد. چنانچه عرض صفحه ماشین ۷۰۰ میلی‌متر باشد و از ۶۰ درصد آن بتوان استفاده نمود و برای حالت اول ۱۰ درصد و حالت دوم ۱۵ درصد اتلاف وقت در نظر گرفته شود.

۷ برای ساخت پنجره‌ای مطابق شکل ۷-۴ باید ۸ قطعه چوب یک‌متری از چهار طرف رنده شود. برای رنده کردن چوب ۴۰ پنجره با توجه به دو حالت زیر چه زمانی صرف می‌شود؟

الف) پیشبرد کار ۱۵ متر بر دقیقه و قطعات ۴ تا ۴ تا از زیر ماشین عبور داده شوند و ۲۰ درصد اتلاف وقت لازم باشد.

ب) پیشبرد کار ۸ متر بر دقیقه و همزمان ۶ قطعه با هم رنده شوند و ۲۵ درصد اتلاف وقت در نظر گرفته شود.



شکل ۷-۴ - پنجره

۸ برای لبه چسبانی ۵۰۰ عدد صفحه‌ی میز ناهارخوری مستطیل شکل به ابعاد  $150\text{ cm} \times 90\text{ cm}$  از جنس نوار PVC از ماشین لبه چسبان اتوماتیک (مطابق شکل) ۸-۴ با سرعت پیشبرد کار  $10 \frac{\text{m}}{\text{min}}$  استفاده می‌شود. محاسبه کنید:

الف) طول نوار PVC موردنیاز برحسب متر با درنظر گرفتن ۵٪ دورریز و صرف نظر از ضخامت نوار.

ب) مدت زمان انجام کار برحسب ساعت با درنظر گرفتن ۱۰ درصد وقت تلف شده (لازم به توضیح است که ۱۰ درصد وقت تلف شده برای برداشتن و گذاشتن صفحات بر روی میز ماشین درنظر گرفته می‌شود که در کارخانجات پیشرفته این کار توسط روبات انجام می‌گیرد).



شکل ۸-۴

### مقدار برش هر دندان‌اره یا تیغه رنده

طول برش هر دندان‌اره: هنگام برش، یکی از عوامل ایجاد سطحی مقبول، تعداد دندان‌های تیغه اره است. زیرا اگر تعداد دندان‌های تیغه اره کم باشد مقدار برش هر دندان افزایش یافته سطحی ناصاف ایجاد خواهد شد و بر عکس، اگر تعداد دندان‌های تیغه اره افزایش یابد مقدار برش هر دندان کاهش یافته، سطحی صاف به دست می‌آید؛ البته صحت این مطلب هنگامی مشهودتر است که سرعت پیشبرد کار و سرعت برش تیغه، ثابت در نظر گرفته شود.

بنابراین، برای ایجاد سطحی مطلوب در هنگام برش، با در نظر گرفتن تعداد دندان‌ها می‌توان مقدار برش هر دندان را با توجه به این رابطه محاسبه نمود:

$$I = \frac{S \times 1000}{n \cdot Z}$$

علایم اختصاری:

I: مقدار برش هر دندان (mm)

S: سرعت پیشبرد کار (m/min)

Z: تعداد دندان

تمرین



#### نمونه ۸

n: تعداد دور دستگاه (۱/min)

تعداد دور دستگاه اره گردی  $n = 1200 \text{ 1/min}$  می‌باشد، اگر سرعت پیشبرد کاری  $s = 20 \text{ m/min}$  و تعداد دندان‌های تیغه اره ۵۰ عدد باشد، مقدار برش هر دندان را به دست آورید.

$$I = \frac{S \times 1000}{n \cdot Z} \Rightarrow I = \frac{20 \times 1000}{1200 \times 50} = 0.33 \text{ mm}$$

مقدار برش هر دندان باید نسبت به نوع ماده اولیه انتخاب شود تا کیفیت برش به حد مطلوب برسد. در جدول ۴-۲ مقدار برش تعدادی از ماده اولیه چوبی نمایان است.

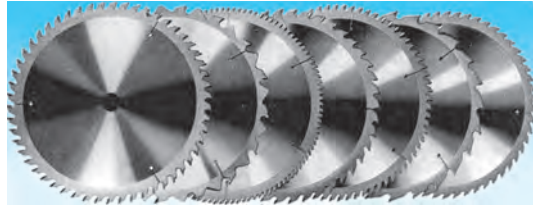
جدول ۴-۲- مقدار برش هر دندان‌اره نسبت به ماده اولیه

ماده اولیه چوبی	چوب ماسیو در راه الیاف	تخته خرده چوب	تخته لایه	چوب‌های فشرده شده	چوب‌های روکش شده	صفحات با روکش ملامینه
مقدار برش هر تیغه I (mm)	۰/۱۰-۰/۲۰	۰/۰۵-۰/۲۵	۰/۰۵-۰/۲۵	۰/۰۳-۰/۰۸	۰/۰۳-۰/۱۰	۰/۰۳-۰/۰۶

نمونه ۹

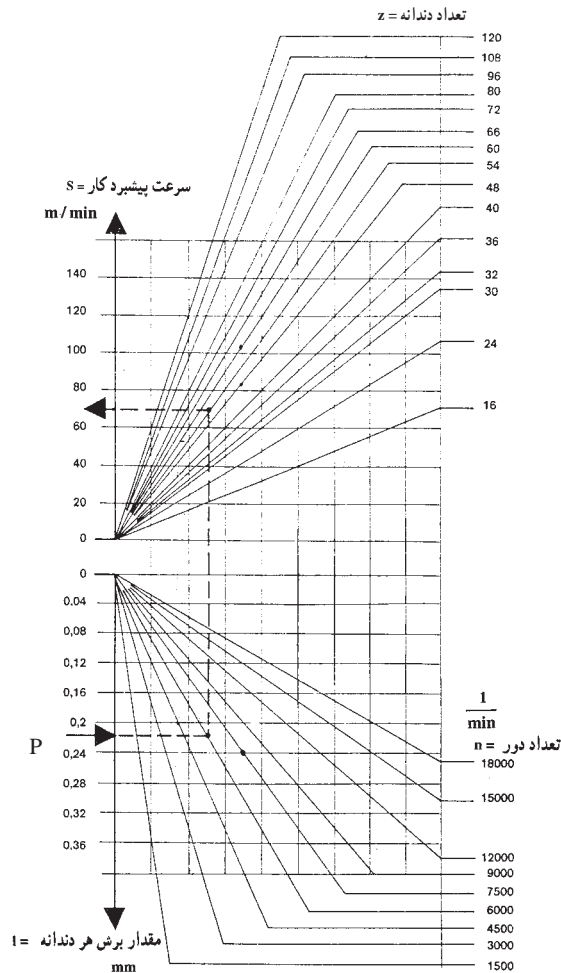
دستگاه اره گردی با تعداد دور  $n = 4500 \text{ / min}$  موجود است. قرار است صفحات تخته خرده چوبی را با سرعت پیشبرد کار  $s = 60 \text{ m / min}$  برش بزیم. اگر مقدار برش هر دندان  $I = 0.24 \text{ mm}$  در نظر گرفته شود، تعداد دندانهای تیغه اره را محاسبه نمایید.

$$z = \frac{S \times 1000}{n \cdot I} = \frac{60000}{4500 \times 0.24} = 55.5 \approx 56 \text{ عدد}$$



شکل ۹-۴ - انواع تیغه اره گرد

به منظور سهولت در امر محاسبات برای تعیین مقدار برش هر دندان اره می توان از نمودار ۲-۴ استفاده نمود.



نمودار ۲-۴ - مقدار برش هر دندان

## روش استفاده از نمودار (۲-۴)

مثال: تعداد دندانه یک ااره گرد  $Z=54$  عدد و تعداد دوران آن  $6000$  دور بر دقیقه است، چنانچه مقدار برش هر دندانه  $0.22$  میلی متر در نظر گرفته شود، سرعت پیشبرد کار را محاسبه کنید.

راه حل: عدد  $0.22$  را از ستون مربوط به مقدار برش هر دندانه (ستون قسمت پایین نمودار) انتخاب نموده به صورت افقی حرکت می کنیم تا خط مورب مربوط به تعداد دوران، یعنی  $n=6000$  را قطع کند؛ سپس از تقاطع به دست آمده حرکت عمودی به طرف بالا انجام داده تا خط مورب مربوط به تعداد دندانه ( $Z=54$ ) را قطع نماید؛ سپس از تقاطع جدید حرکت افقی به سمت چپ نموده تا مقدار سرعت پیشبرد کار در ستون مربوط به دست آید. گفتنی است در این مثال مقدار پیشبرد کار  $70 \text{ m/min}$  به دست خواهد آمد.

عرض اثر هر تیغه رنده (گام رنده - داغ رنده) روی چوب در ماشین های رنده: فرورفتگی هایی که هنگام رنده کردن بر اثر تیغه رنده در امتداد طول چوب پهلوی یکدیگر قرار می گیرند، به تعداد دور رنده، تعداد تیغه های رنده، سرعت پیشبرد کار و پرتیغ یا کم تیغ بودن ماشین بستگی دارد. هر چه تعداد فرورفتگی ها بیشتر و فاصله آنها کمتر باشد، سطح رنده شده صاف تر است (شکل ۱۰-۴).



شکل ۱۰-۴ - اثر تیغه رنده

برای محاسبه عرض و عمق اثر تیغه رنده با این روش عمل می شود:

الف) عرض اثر هر تیغه رنده روی چوب:

رابطه:

$$a = \frac{S \times 1000}{n \times Z}$$

علایم اختصاری:

a: عرض اثر تیغه رنده (mm)

S: پیشبرد کار (m/min)

n: تعداد دور دستگاه (1/min)

Z: تعداد تیغه

### نمونه ۱۰

عرض اثر هر تیغه رنده را روی چوب ماشین رنده ای با این مشخصات به دست آورید:

$$n = 4000 \frac{1}{\text{min}}$$

$$Z = 2$$

$$S = 16 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

عرض اثر هر تیغه روی چوب

$$a = \frac{16 \times 1000}{4000 \times 2} = 2 \text{ mm}$$

$$a = \frac{S \times 1000}{n \cdot Z}$$

تمرین



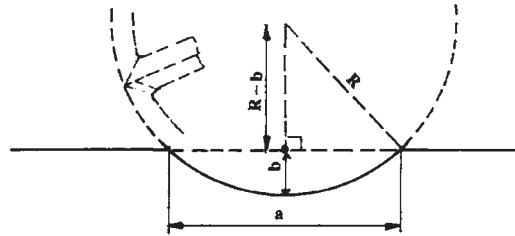
## نمونه ۱۱

عرض اثر هر تیغه رنده روی چوب ماشینی را با مشخصات یاد شده، در صورتی که تعداد تیغه ۳ عدد باشد، به دست آورید.

$$a = \frac{S \times 1000}{n.z} = \frac{16 \times 1000}{4000 \times 3} \Rightarrow a = 1/33 \text{ mm}$$

بنابراین، اگر بخواهیم پیشبرد کار را در ماشین رنده زیاد کنیم و در عین حال، سطح رنده شده هم چنان صاف و هموار باشد، باید از غلتکی استفاده شود که تعداد تیغه‌های آن بیشتر باشد؛ در غیر این صورت اگر تعداد تیغه‌ها ثابت باشد و پیشبرد کار زیاد شود، سطح رنده شده ناهموار خواهد شد. طبیعی است که هر چه مقدار پیشبرد کار کمتر باشد سطح چوب صاف‌تر می‌شود؛ با این تفاوت که کار در زمان بیشتر انجام می‌گیرد و از میزان محصول کاسته می‌شود.

**عمق اثر هر تیغه رنده روی چوب:** مطابق شکل ۴-۱۱ می‌توان با استفاده از رابطه فیثاغورث و حل معادله درجه دوم عمق اثر تیغه را روی چوب (b) به دست آورد.



شکل ۴-۱۱- اثر تیغه رنده تنظیم شده

$$b = R - \sqrt{R^2 - \left(\frac{a}{2}\right)^2}$$

رابطه:

**علایم اختصاری:**

b: عمق اثر هر تیغه رنده (mm)

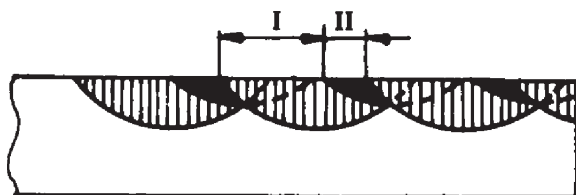
R: شعاع برنده تویی ماشین رنده (mm)

a: عرض اثر هر تیغه رنده (mm)

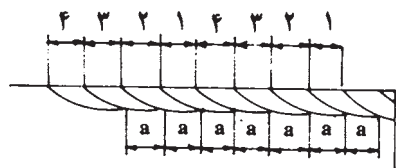
**مثال نمونه «۱»:** اگر عرض اثر تیغه رنده روی چوب  $a = 1/5 \text{ mm}$  و شعاع دایره برنده تویی  $R = 60 \text{ mm}$  باشد، عمق اثر تیغه رنده را روی چوب به دست آورید.

$$b = R - \sqrt{R^2 - \left(\frac{a}{2}\right)^2} \Rightarrow b = 60 - \sqrt{60^2 - \left(\frac{1/5}{2}\right)^2} \approx 0/005 \text{ mm}$$

از حل این مسأله نتیجه می‌گیریم که اگر یکی از تیغه‌ها  $0.005$  mm از تیغه دیگر عقب‌تر نشسته باشد دیگر با آن تیغه نمی‌توان تیزی‌های ایجاد شده را بین ضربه تیغه اول و دوم بر طرف ساخت (شکل ۴-۱۲).



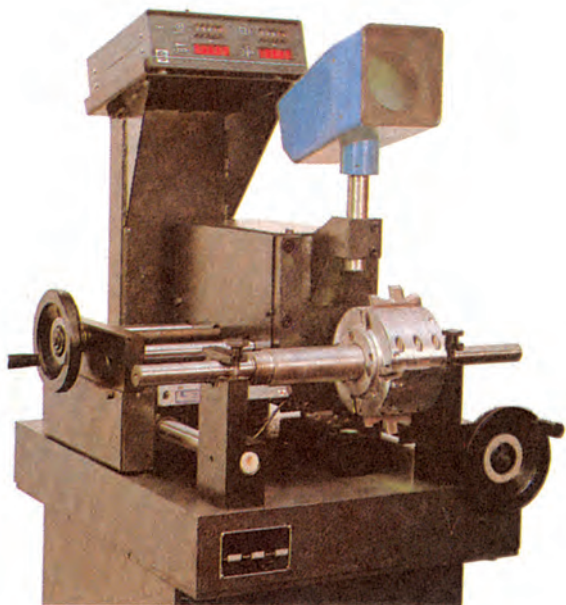
شکل ۴-۱۲- اثر تیغه رنده تنظیم نشده



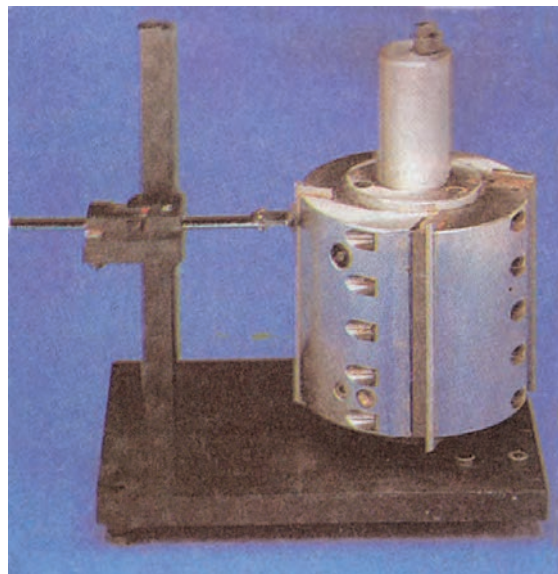
طبیعی است که بالا بردن کیفیت رنده کاری هنگامی میسر است که تیغه‌ها آن‌گونه تنظیم شوند که به یک اندازه به چوب برخورد کنند (شکل ۴-۱۳).

شکل ۴-۱۳- اثر تیغه رنده تنظیم شده

با توجه به اهمیت موضوع در شکل‌های ۴-۱۴ و ۴-۱۵ دو نمونه دستگاه تنظیم تیغه دستی و دیجیتالی روی توپی رنده نشان داده شده است.



شکل ۴-۱۵- دستگاه تنظیم تیغه رنده

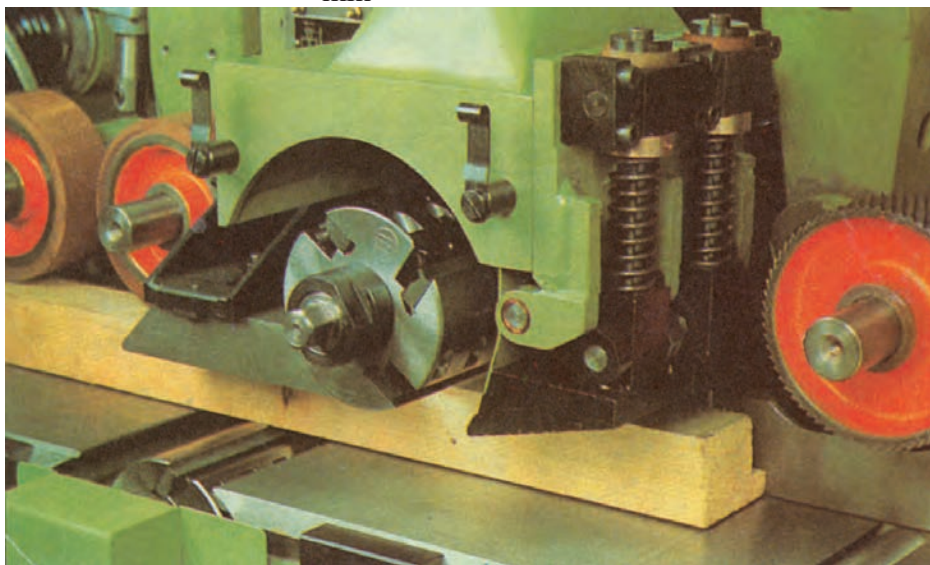


شکل ۴-۱۴- دستگاه تنظیم تیغه رنده با دست



دستگاه رنده‌ای مطابق شکل ۴-۱۶ با مشخصات زیر موجود است.

$$z=4 \quad n = 6000 \frac{1}{\text{min}} \quad R=8\text{cm} \quad (\text{شعاع توپی رنده})$$



شکل ۴-۱۶- دستگاه رنده

الف) اگر کیفیت سطح رنده شده چنان باشد که حداکثر گام رنده ۱ میلی‌متر شود سرعت پیشبرد کار تا چه اندازه باید تنظیم گردد؟

ب) در این صورت عمق اثر تیغه رنده چقدر است؟  
حل:

$$a = \frac{S \times 1000}{n \times z}$$

$$S = \frac{S \times z \times n}{1000} \quad (\text{الف})$$

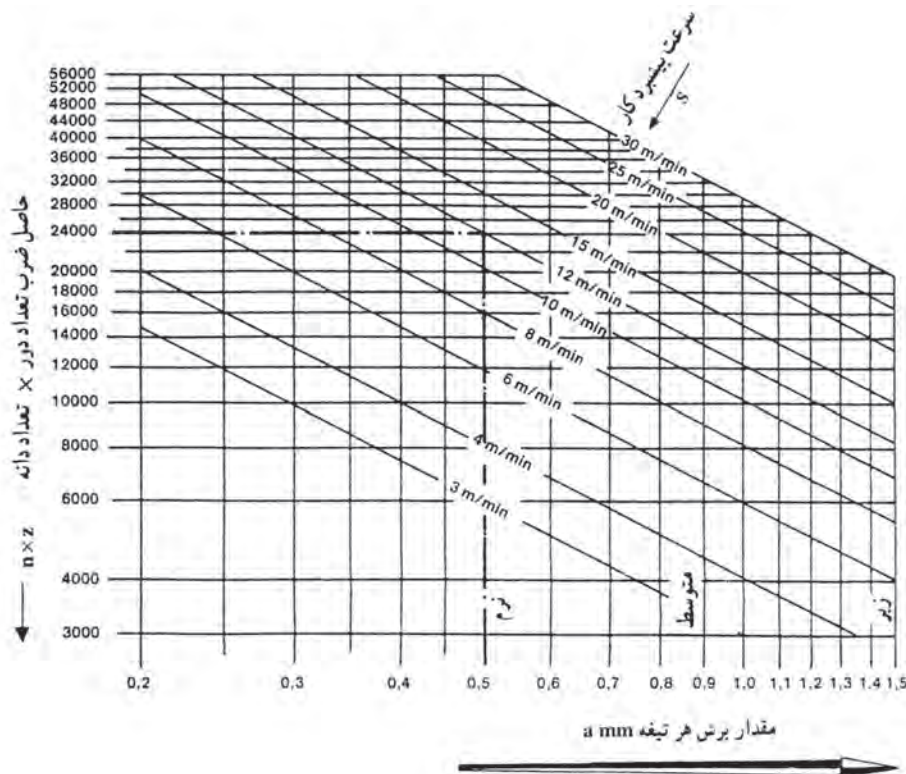
$$S = 6000 \frac{1}{\text{min}} \times 4 \times 1\text{mm} = 24000 \text{m} / \text{min}$$

سرعت پیشبرد کار

$$24000 \div 1000 = 24 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

$$b = R - \sqrt{R^2 - \left(\frac{a}{z}\right)^2} \Rightarrow b = 80 - \sqrt{80^2 - \left(\frac{1}{4}\right)^2} \Rightarrow b \approx 0.002\text{mm} \quad (\text{ب})$$

علاوه بر روش محاسباتی برای به دست آوردن عرض اثر تیغه می توان از نمودار ۳-۴ استفاده نمود.



نمودار ۳-۴- تعیین مقدار مقدار برش هر تیغه

### نمونه ۱۳

تمرین



دستگاه کف رندی با تعداد دوران  $\frac{1}{6000}$  و با ۴ عدد تیغه موجود است. اگر سرعت پیشبرد کار را  $12 \text{ m/min}$  اختیار کنیم، مقدار برش هر تیغه را به دست آورید.

حل: با تعیین مقدار  $n \times z (n \times z = 6000 \times 4 = 24000)$  در ستون سمت چپ، افقی حرکت کرده تا خط پیشبرد کار که به صورت مورب قرار گرفته را قطع کند و از تقاطع به دست آمده به طرف پایین حرکت کرده تا مقدار برش هر تیغه به دست آید.

کیفیت سطح رنده شده را با توجه به عرض اثر تیغه می توان مطابق جدول ۳-۴ درجه بندی نمود.

جدول ۳-۴- کیفیت سطح رنده شده

کیفیت سطح رنده شده (درجه پرداخت)	درجه یک	درجه دو	درجه سه
عرض اثر تیغه	۰/۱-۰/۵	۰/۵-۱/۰	۱/۰-۱/۵

نمونه ۱۴

دستگاه رنده‌ای با این مشخصات موجود است، اگر لازم باشد در هر ساعت ۲۰۰ تخته به طول ۴/۵ متر به صورت یک طرفه رنده شود چه کیفیتی برای سطح رنده شده خواهیم داشت:

$$n = 5000 \text{ ۱/min} \quad z = 4$$

$$200 \times 4/5 \text{ m} = 900 \text{ m}$$

حل: طول تخته‌ها

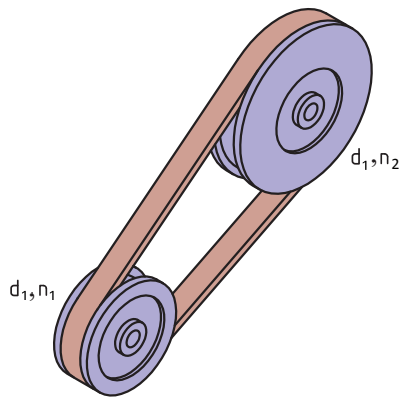
$$S = \frac{900 \text{ m}}{60 \text{ min}} = 15 \text{ m/min}$$

$$a = \frac{S}{n \times z} \Rightarrow a = \frac{15 \text{ m/min} \times 1000}{5000 \frac{1}{\text{min}} \times 4} = 0.75 \text{ mm}$$

عرض اثر تیغه

کیفیت سطح رنده شده (۱ < ۰/۷۵ < ۰/۵) درجه ۲ خواهد بود.

## ۱- انتقال حرکت



شکل ۴-۱۷

از تسمه و چرخ تسمه‌ها برای انتقال حرکت از یک محور محرک به یک محور متحرک که فاصله زیادی از هم داشته و نیروی انتقالی محدودی دارند، استفاده می‌شود. این نوع انتقال حرکت ارزان است و از طریق اصطکاک بین تسمه و چرخ تسمه‌ها به دست می‌آید. انتقال، تغییر تعداد دور و گشتاور از ویژگی‌های این چرخ‌هاست.

نسبت انتقال حرکت ساده: اگر دو چرخ تسمه محرک و متحرک با تسمه‌ای بدون لغزش به همدیگر مرتبط شوند دوران و گشتاور از چرخ محرک به متحرک منتقل شده و بسته به تغییر قطر دو چرخ، دوران و گشتاور در چرخ متحرک تغییر می‌کند و خواسته‌های طراحی برآورده می‌شود. در این انتقال حرکت، سرعت محیطی چرخ محرک، چرخ متحرک و تسمه مساوی است و محاسبات آن طبق فرمول زیر است: (شکل ۴-۱۷)

$$\begin{aligned} v_1 &= v_2 \\ \pi \times n_1 \times d_1 &= \pi \times n_2 \times d_2 \\ n_1 \times d_1 &= n_2 \times d_2 \\ \frac{n_1}{n_2} &= \frac{d_2}{d_1} \end{aligned}$$

$$n_1 = \text{دوران چرخ محرک}$$

$$n_2 = \text{دوران چرخ متحرک}$$

$$d_1 = \text{قطر چرخ محرک}$$

$$d_2 = \text{قطر چرخ متحرک}$$

در روابط صفحه قبل نسبت دور چرخ محرک به چرخ متحرک را نسبت انتقال می نامند و آن را با  $i$  نشان می دهند.

$$\text{نسبت انتقال حرکت} = \frac{\text{تعداد دوران چرخ محرک}}{\text{تعداد دوران چرخ متحرک}} \rightarrow i = \frac{n_1}{n_2}$$

$$\text{نسبت انتقال حرکت} = \frac{\text{قطر چرخ متحرک}}{\text{قطر چرخ محرک}} \rightarrow i = \frac{d_2}{d_1}$$

در فرمول بالا نسبت انتقال به دلیل یکی بودن یکای صورت و مخرج کسر بدون یکاست.

نکته



در محاسبه نسبت انتقال حرکت باید مقدار کسر ساده شود تا مخرج کسر عدد یک شود. مقدار نسبت انتقال بین محور محرک و متحرک نشان می دهد، که تعداد دوران محور متحرک کم، زیاد و یا بدون تغییر می گردد. جدول زیر این تغییرات را نشان می دهد (شکل ۴-۱۸).

$i < 1$	$i = 1$	$i > 1$
دوران چرخ متحرک زیاد می شود	دوران تغییر نمی کند	دوران چرخ متحرک کم می شود

شکل ۴-۱۸

هر گاه دو چرخ تسمه با یکدیگر مرتبط باشند چرخ کوچک تر دوران بیشتری دارد.

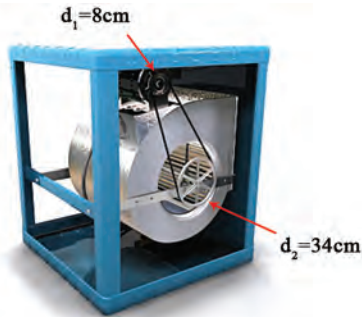
نکته





نمونه ۱۵

اگر تعداد دوران الکترو موتور ۱۴۲۵ دور در دقیقه باشد و قطر چرخ تسمه (پولی) روی محور موتور و پروانه مطابق شکل ۱۹-۴ باشد.



الف) نسبت انتقال حرکت را به دست آورید.  
ب) تعداد دوران پروانه کولر را به دست آورید.

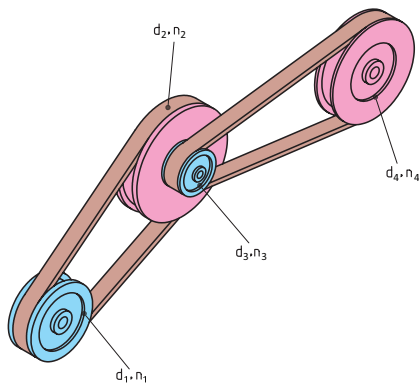
شکل ۱۹-۴

$$n_1 = 1425 \frac{1}{\text{min}} \quad d_1 = 8 \text{cm} \quad d_2 = 34 \text{cm}$$

الف)  $i = \frac{d_2}{d_1} = \frac{34}{8} = 4/25$

ب)  $i = \frac{n_1}{n_2} \rightarrow 4/25 = \frac{1425}{n_2} \rightarrow n_2 = \frac{1425}{4/25} = 335/3 \frac{1}{\text{min}}$

۲- نسبت انتقال حرکت به وسیله چرخ تسمه مرکب



شکل ۲۰-۴

انتقال حرکت مرکب از دو نسبت انتقال حرکت ساده تشکیل می شود (شکل ۲۰-۴):

$n_1$  و  $n_2$  = تعداد دوران چرخ های محرک

$d_1$  و  $d_2$  = قطر چرخ های محرک

$n_2$  و  $n_3$  = تعداد دوران چرخ های متحرک

$d_2$  و  $d_3$  = قطر چرخ های متحرک

$n_e$  = تعداد دوران آخرین چرخ متحرک

$n_a$  = تعداد دوران اولین چرخ محرک

$i$  = نسبت انتقال کلی

$i_1$  = نسبت انتقال بین چرخ تسمه ۱ و ۲

$i_2$  = نسبت انتقال بین چرخ تسمه ۳ و ۴

$$i = i_1 \times i_2$$

$$i_1 = \frac{d_2}{d_1}, \quad i_2 = \frac{d_4}{d_3} \rightarrow i = \frac{d_2 \times d_4}{d_1 \times d_3}$$

$$i_1 = \frac{n_1}{n_2}, \quad i_2 = \frac{n_3}{n_4} \rightarrow i = \frac{n_1 \times n_3}{n_2 \times n_4}$$

با توجه به اینکه چرخ تسمه ۲ و ۳ هم محور هستند و هر دو با تعداد دوران برابر می چرخند، می توان آنها را از صورت و مخرج حذف کرد، بنابراین:

$$i = \frac{n_1}{n_4}$$

$$i = \frac{n_a}{n_e} = \frac{\text{تعداد دوران محور محرک اولی}}{\text{تعداد دوران محور متحرک آخری}}$$

اگر تعداد دوران اولین محور محرک را با  $n_a$  و آخرین محور متحرک را با  $n_e$  نشان دهیم، بنا براین:

از مساوی بودن رابطه نسبت انتقال با تعداد دورها و قطرها نتیجه می شود:

$$i = \frac{n_a}{n_e} = \frac{n_1}{n_4} = \frac{d_2 \times d_4}{d_1 \times d_3}$$

### ۳- انتقال حرکت با تسمه های دوزنقه ای

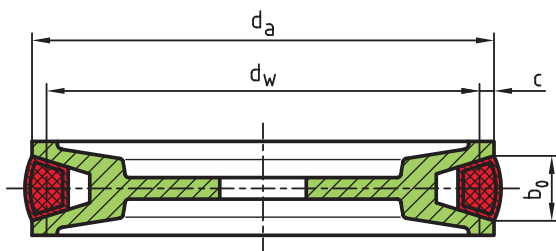
محاسبه انتقال حرکت با تسمه های با مقطع دوزنقه ای نیز مانند تسمه های تخت است، با این تفاوت که در چرخ تسمه های دوزنقه ای، به جای قطر خارجی ( $d$ )، قطر مؤثر ( $d_w$ ) را در رابطه مربوطه قرار می دهیم:

$$d_a = \text{قطر خارجی چرخ تسمه}$$

$$d_w = \text{قطر مؤثر چرخ تسمه}$$

$$c = \text{فاصله قطر مؤثر تا قطر خارجی چرخ تسمه}$$

$$b_o = \text{پهنای بالای تسمه}$$



شکل ۲۱-۴

برای به دست آوردن قطر مؤثر، از این فرمول استفاده می شود:  $d_w = d_a - 2c$

مقدار  $c$  به پهنای تسمه  $b_0$  بستگی دارد و مقدار آن را می توان از جدول ۴-۴ به دست آورد.

جدول ۴-۴

اندازه ها به mm	DIN ۲۲۱۵ تسمه معمولی								DIN ۷۷۵۳ تسمه باریک				
$b_0$ پهنای تسمه	۵	۶	۱۰	۱۳	۱۷	۲۲	۳۲	۴۰	۹/۷	۱۲/۷	۱۶/۳	۱۸/۶	۲۲
$c$	۱/۳	۱/۶	۲	۲/۸	۳/۵	۴/۸	۸/۱	۱۲	۲	۲/۸	۳/۵	۴	۴/۸

با توجه به مقدار  $d_w$  روابط انتقال حرکت در چرخ تسمه های ذوزنقه ای به صورت زیر است.

$$n_1 \times d_{w_1} = n_2 \times d_{w_2}$$

$$i = \frac{n_1}{n_2}$$

$$i = \frac{d_{w_2}}{d_{w_1}}$$

تمرین



نمونه ۱۶

قطر مؤثر چرخ تسمه محرک ۱۲۸ میلی متر و تعداد دوران آن ۶۰۰ دور بر دقیقه است. موارد خواسته شده را به دست آورید.

الف) قطر مؤثر چرخ متحرک اگر تعداد دوران آن ۴۰۰ دور بر دقیقه باشد.  
ب) نسبت انتقال

ج) قطر خارجی چرخ محرک و متحرک در صورتی که پهنای بالای تسمه  $b_0 = 13 \text{ mm}$  باشد. (اگر  $b_0 = 13 \text{ mm}$  باشد طبق جدول ۳-۱  $c = 2/8 \text{ mm}$  خواهد بود)

الف)  $n_1 \times d_{w_1} = n_2 \times d_{w_2} \rightarrow d_{w_2} = \frac{n_1 \times d_{w_1}}{n_2} = \frac{600 \times 128}{400} = 192 \text{ mm}$

ب)  $i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{600}{400} = 1/5$        $i = \frac{d_{w_2}}{d_{w_1}} = \frac{192}{128} = 1/5$

ج)  $d_{a_1} = d_{w_1} + 2c = 128 + (2 \times 2/8) = 133/6 \text{ mm}$   
 $d_{a_2} = d_{w_2} + 2c = 192 + (2 \times 2/8) = 197/6 \text{ mm}$

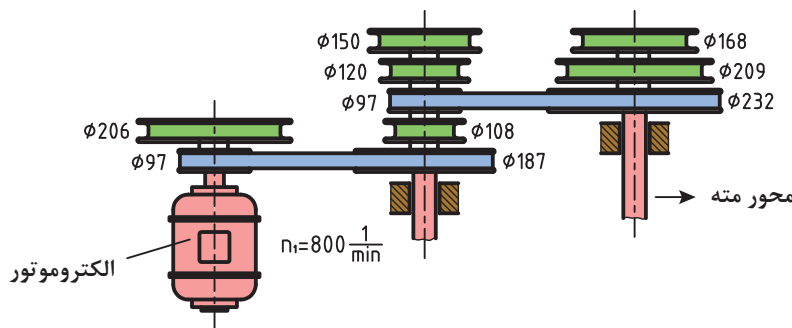
## فعالیت عملی ۴:

۱ در دستگاه انتقال حرکت ماشین مته مطابق شکل ۴-۲۲ از تسمه نرمال استفاده شده است. اگر پهنای تسمه ۱۷ میلی‌متر و قطر خارجی چرخ تسمه‌ها مطابق شکل باشد، به‌دست آورید.

الف) تعداد مراحل دور دستگاه

ب) حداقل تعداد دور محور مته

ج) حداکثر تعداد دور محور مته



شکل ۴-۲۲

۲ در جدول ۴-۵ مقادیر خواسته شده را به‌دست آورید.

جدول ۴-۵

	الف	ب	ج
$d_1$ (mm)	۱۱۲	۴۵۰	۲۴۰
$d_2$ (mm)	۶۷۲	۱۸۰	؟
$d_3$ (mm)	۱۲۰	۲۲۴	۱۴۵
$d_4$ (mm)	۲۴۰	؟	۱۱۶
$n_1$ ( $\frac{1}{\text{min}}$ )	۱۴۴۰	۲۸۰	۳۱۵
$n_4$ ( $\frac{1}{\text{min}}$ )	؟	۱۴۰۰	؟
$i$	؟	؟	۰/۶



### محاسبه تعداد دور چرخ تسمه:

چون تعداد دور و قطر چرخ محرک ثابت فرض می‌شود، از این رو باید برای تنظیم تعداد دور چرخ متحرک، قطر چرخ متحرک را تغییر داد؛ همچنین تسمه و چرخ تسمه‌ها، علاوه بر انتقال حرکت، تغییر تعداد دوران چرخ متحرک را نیز انجام می‌دهد، که مقدار آن به نسبت انتقال ( $i$ ) بین دو محور بستگی خواهد داشت، همان‌گونه که قبلاً بیان شده بود:

در محاسبات چرخ تسمه قطر آنها را به  $d$  (برحسب میلی‌متر) و تعداد دور آنها را به  $n$  (دور در دقیقه) نمایش داده در کلیه محاسبات این رابطه‌ها برقرار است:

$$\frac{\text{قطر چرخ متحرک}}{\text{قطر چرخ محرک}} = \frac{\text{تعداد دور چرخ محرک}}{\text{تعداد دور چرخ متحرک}} \quad \boxed{\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} = i}$$

$$\boxed{i = i_1 \times i_2} \quad \text{و} \quad i_1 = \frac{d_2}{d_1} \quad \text{و} \quad i_2 = \frac{d_4}{d_3} \quad \text{و} \quad \boxed{i = \frac{d_2 \times d_4}{d_1 \times d_3}}$$

#### نمونه ۱۷

تمرین

یک دستگاه ماشین فرز که قطر پولی آن ۵ سانتی‌متر است، توسط الکتروموتوری با قطر پولی ۱۵ سانتی‌متر و تعداد دور ۱۲۰۰ دور در دقیقه، کار می‌کند. تعداد دور ماشین فرز را محاسبه کنید.

$$n_1 = 1200 \frac{1}{\text{min}} \quad \text{و} \quad d_1 = 15 \text{ cm} \quad \text{و} \quad d_2 = 5 \text{ cm}$$

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} \Rightarrow \frac{1200}{n_2} = \frac{5}{15}$$

$$\Rightarrow n_2 = \frac{1200 \times 15}{5} = 3600 \text{ / min}$$

#### نمونه ۱۸

تمرین

یک ماشین کف رند باید با ۲۰۰۰ دور در دقیقه کار کند؛ در صورتی که قطر پولی غلتک رنده ۱۲۰ میلی‌متر است و تعداد دور الکتروموتور ۴۰۰۰ دور در دقیقه می‌باشد، قطر پولی الکتروموتور را محاسبه کنید.

$$n_1 = 4000 \frac{1}{\text{min}} \quad \text{و} \quad n_2 = 2000 \frac{1}{\text{min}} \quad \text{و} \quad d_2 = 120 \text{ mm}$$

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} \Rightarrow d_1 = \frac{d_2 \times n_2}{n_1} \Rightarrow d_1 = \frac{120 \times 2000}{4000}$$

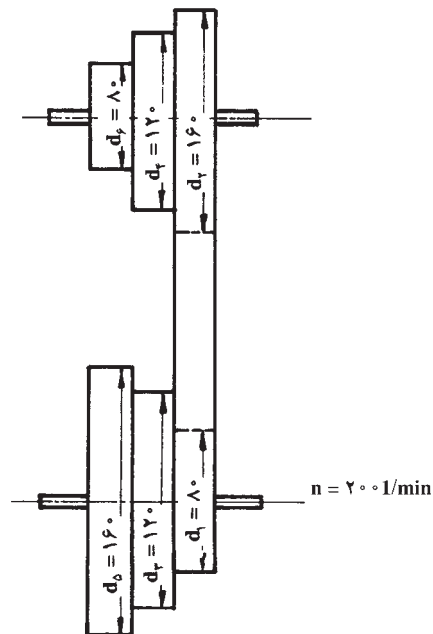
$$d_1 = 60 \text{ mm}$$

## فعالیت عملی ۵:

۱ الکتروموتوری با تعداد دور ۳۶۰۰ دور بر دقیقه و قطر چرخ تسمه ۵۰ میلی متر موجود است، این الکتروموتور یک ماشین سنباده با قطر پولی ۱۰۰ میلی متر را به حرکت درمی آورد. تعداد دوران دستگاه را محاسبه کنید.

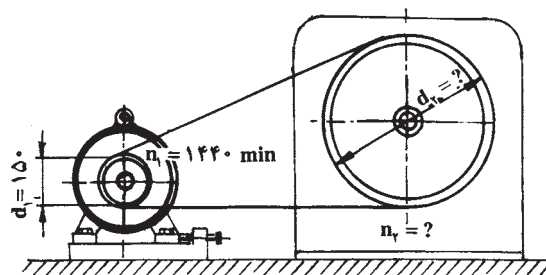
۲ الکتروموتور یک ماشین رنده ۱۵۰۰ دور در دقیقه می زند. هرگاه چرخ متحرک ماشین ۱۲۰ میلی متر و تعداد دورانی معادل ۴۰۰۰ دور در دقیقه داشته باشد، قطر چرخ محرک را به دست آورید.

۳ در یک ماشین خراطی، الکتروموتوری با تعداد دوران ۲۰۰ دور در دقیقه و قطر پولی های ۸۰ و ۱۲۰ و ۱۶۰ میلی متر نصب شده است. در صورتی که قطر پولی های دستگاه به صورت قرینه باشد - تعداد دورهای آن را حساب کنید (شکل ۴-۲۳).



شکل ۴-۲۳- چرخ های پله ای

۴ در دستگاه مطابق شکل ۴-۲۴ اگر نسبت انتقال ۳ باشد، مقادیر  $n_p$  و  $d_p$ .



شکل ۴-۲۴

## ارزشیابی پایانی فصل ۴



۱ در صورتی که تعداد دوران ماشین گندگی  $4000 \frac{1}{\text{min}}$  و تعداد تیغه‌های آن ۴ عدد و سرعت پیشبرد کار  $20 \text{ m/min}$  باشد مقدار برش هر تیغه دستگاه گندگی را به دست آورید.

۲ در صورتی که تعداد دور دستگاه اره گردی  $3000 \frac{1}{\text{min}}$  و سرعت پیشبرد کار  $60 \text{ m/min}$  باشد، تعداد دندان‌های تیغه‌اره حداقل چه قدر باشد، تا مقدار برش هر تیغه از  $0.25 \text{ mm}$  بیشتر نشود.

۳ اگر دستگاهی دارای تعداد دورهای متعددی باشد، دستگاه را روی چه تعداد دوری باید تنظیم نمود؛ در صورتی که این داده‌ها موجود باشد:

$$Z=4 \quad S=15 \text{ m/min} \quad a=0.75 \text{ mm}$$

۴ جواب تمرین‌های ۱ الی ۳ را از روی نمودار مربوطه به دست آورید. با روش محاسباتی مقایسه کنید و نتیجه بگیرید.

۵ اره گردی که دارای  $Z=72$  دندان و  $n=4500 \frac{1}{\text{min}}$  است (الف) برای به دست آوردن  $i=0.2 \text{ mm}$  چه سرعت پیشبرد کاری را باید انتخاب نمود؟  
(ب) اگر سرعت پیشبرد کار را دو برابر کنیم مقدار برش هر دندان چقدر خواهد شد؟

۶ سطح رنده شده قطعه کاری با کیفیت درجه ۳ که عرض اثر تیغه رنده حداکثر  $a=1/5 \text{ mm}$  باشد، لازم است. اگر ماشین رنده دارای توپی ۴ تیغه و دو تعداد دور  $n_1=4000 \frac{1}{\text{min}}$  و  $n_2=6000 \frac{1}{\text{min}}$  باشد؛ (الف) در صورتی که سرعت پیشبرد کار  $15 \text{ m/min}$  تنظیم شده باشد کدام تعداد دوران را برای دستگاه انتخاب می‌کنید؟

(ب) اگر تعداد دور دستگاه را تغییر دهیم چه سرعت پیشبرد کاری را می‌توانیم انتخاب کنیم تا همان کیفیت کار را داشته باشیم؟

(ج) در مقایسه حالت «الف» و «ب» اگر لازم باشد  $500$  متر قطعه کار رنده شود، اختلاف زمان را به دست آورید.

(د) اگر قطر توپی دستگاه  $12$  سانتی‌متر باشد عمق اثر تیغه رنده را به دست آورید.



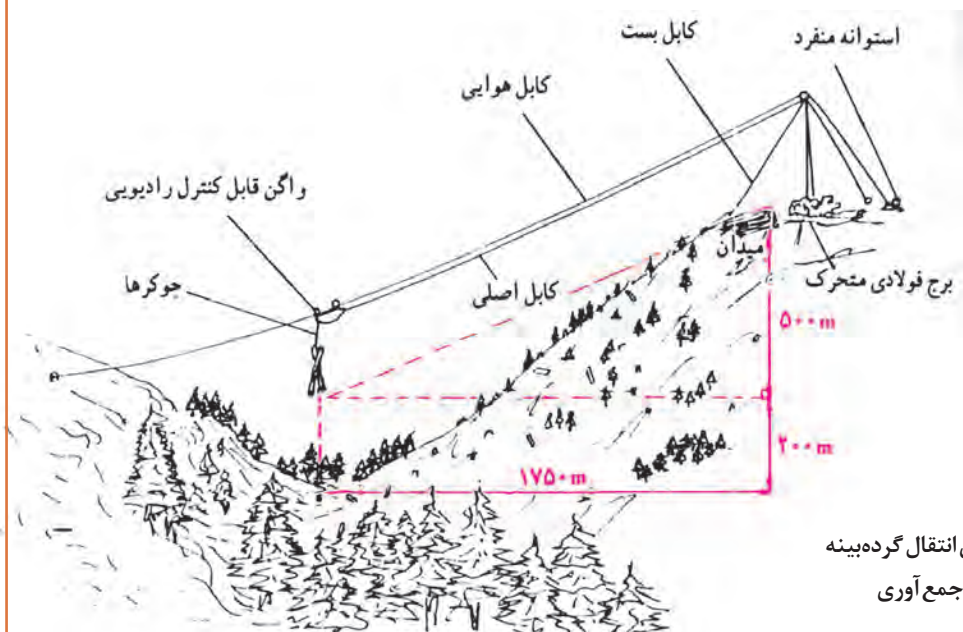
۷ قرار است قطعاتی را با دستگاه ماشین سن‌باده غلتکی مطابق شکل ۴-۲۵ سن‌باده نماییم. این قطعات قبلاً توسط دستگاه رنده‌ای با قطر تیغه  $12 \text{ cm}$ ، دارای چهار تیغه و تعداد دور  $4500 \frac{1}{\text{min}}$  رنده شده‌اند، چه سرعت پیشبرد کاری برای رنده کردن انتخاب نماییم تا عمق اثر تیغه رنده  $0.5 \text{ mm}$  باشد و عملیات سن‌باده‌زدن ساده‌تر گردد؟  
شکل ۴-۲۵- ماشین سن‌باده غلتکی

۸ انواع توپی‌ها با تعداد تیغه‌های متفاوت مطابق شکل ۴-۲۶ موجود است؛ که اگر هر چه تعداد تیغه بیشتر باشد می‌توان سرعت پیشبرد کار را افزایش داد یا کیفیت بهتری از کار انتظار داشت. حال اگر فرض شود در یک دستگاه فرز تعداد دور تیغه  $n = 5000 \frac{1}{\text{min}}$  و سرعت پیشبرد کار  $S = 20 \text{ m/min}$  باشد، توپی چند تیغه را انتخاب می‌کنید؟ (در صورتی که عرض اثر تیغه روی سطح کار حداکثر  $1/2 \text{ mm}$  باشد).



شکل ۴-۲۶- انواع توپی با تیغه‌های متفاوت

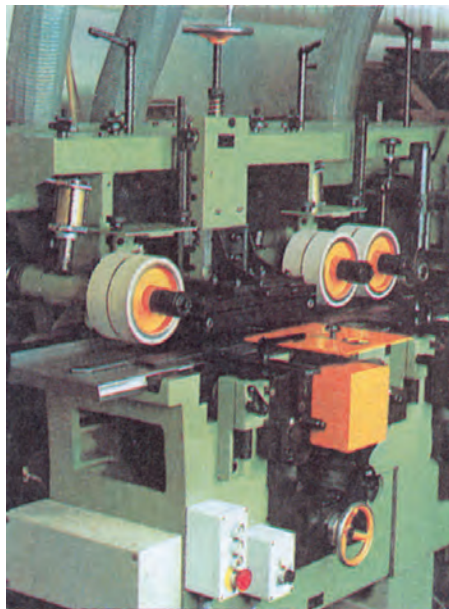
۹ زمان انتقال گرده بینه را از پایین دره به بالای تپه مطابق شکل ۴-۲۷ محاسبه کنید؛ در صورتی که گرده بینه‌ها دو نوع حرکت خواهند داشت:  
 الف) حرکت عمودی به ارتفاع  $200$  متر با سرعت  $40$  متر بر دقیقه.  
 ب) حرکت در مسیر کابل هوایی با سرعت  $60$  متر بر دقیقه.



شکل ۴-۲۷- نمای انتقال گرده بینه از جنگل به میدان جمع آوری

۱۰ قطر تیغه اره گردی را به دست آورید که تعداد دوران میله آن  $6000 \frac{1}{\text{min}}$  و سرعت برشی معادل  $80$  متر بر ثانیه داشته باشد. اگر گام هر دندان  $6/5$  میلی متر باشد، تیغه دارای چند دندان خواهد بود؟

۱۱ دستگاه فرز مطابق شکل ۴-۲۸ موجود است؛ در صورتی که با آن بتوان در مدت ۲ ساعت  $750$  شاخه زهوار  $2/5$  متری را فرز زد و همچنین ۱۲ درصد اتلاف وقت برای این دستگاه منظور شود، سرعت پیشبرد کار را حساب کنید.



شکل ۴-۲۸- دستگاه فرز اتوماتیک

۱۲ مشخصات تیغه اره گردی عبارت است از: قطر  $25$  سانتی متر، عرض هر دندان  $8$  میلی متر. اگر با سرعت پیشبرد کاری معادل  $80$  متر بر دقیقه از این تیغه استفاده شود و برش برای هر دندان  $0/25$  میلی متر باشد: الف) کدام یک از تعداد این دورها را برای میله دستگاه انتخاب می کنید:

$$n_1 = 3000 \frac{1}{\text{min}}$$

$$n_2 = 4500 \frac{1}{\text{min}}$$

$$n_3 = 6000 \frac{1}{\text{min}}$$

ب) با انتخاب تعداد دور مناسب چه تغییری برای برش هر دندان صورت می گیرد؟

۱۳ تعداد دور میله کف رندی ۵۵۰۰ دور بر دقیقه است. اگر تویی دستگاه ۶ تیغه رنده و ۱۲cm قطر داشته باشد و برای قطعه کاری انتظار سطح رنده شده درجه ۲ معادل عرض اثر تیغه ۰/۸ میلی متر باشد چه سرعت پیشبردی را انتخاب می کنید؟ در این حالت عمق اثر هر تیغه رنده را به دست آورید.

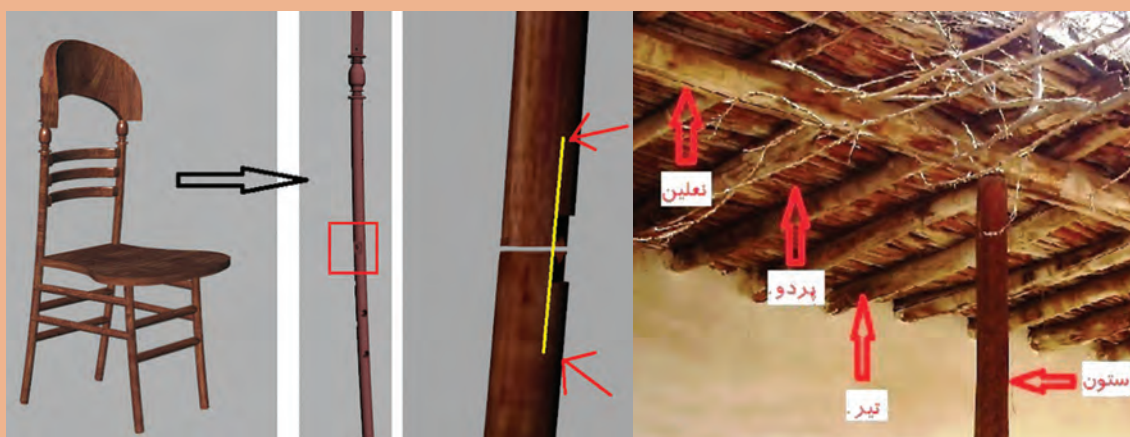
۱۴ اگر با استفاده از دستگاه برش صفحات MDF (شکل ۴-۲۹) در صفحاتی به ابعاد ۳/۳۶۶×۱۸۳ برش طولی و ۳ برش عرضی ایجاد نماییم، چنانچه سرعت پیش برد کار دستگاه را ۳ متر بر دقیقه تنظیم کرده و ۵۰ درصد زمان برش را وقت تلف شده منظور نماییم، در یک شیفت کاری ۸ ساعته، چند صفحه برش زده می شود؟



شکل ۴-۲۹- دستگاه اره گرد خطزن تیغه اتوماتیک برش صفحات MDF

## فصل ۵

# مقاومت قطعات چوبی در برابر تغییر شکل



چگونه می توان سفتی و استحکام قطعات چوبی را زیاد کرد؟ به نظر شما ابزارها و قطعات بالا از نظر هندسی چه شباهتهایی باهم دارند؟ در این فصل پاسخ خود را می یابید و خواهید دانست چگونه می توان استحکام قطعات چوبی را بالا برد.

## شاهکار مهندسی جنگ در رودخانه‌ای خروشان

در دوران دفاع مقدس بعد از تصرف شهر فاو، عبور از دریای خروشان اروند و رساندن تجهیزات و پشتیبانی از نیروها بسیار ضروری بود. با نصب چند پل بر روی این رودخانه و ناموفق بودن آن، احداث پل بر روی رودخانه اروند در دستور کار فرماندهان جنگ قرار گرفت. از نظر مهندسی احداث پل بر روی رودخانه‌ای با شرایط و مشخصات اروند در حالت عادی نیاز به ماه‌ها وقت و مصالح انبوهی دارد. اما پل مورد نظر فرماندهان جنگ باید در کمترین زمان، در استتار و پوشش کامل احداث می‌شد.

طراحی پل به این صورت بود که با انتقال حدود ۵۰۰۰ لوله فولادی ۱۲ متری و چینش آنها از کف رودخانه تا بالای آب، ساخته شود. به دلیل نزدیکی به خلیج فارس و جریان جزر و مد، آب رودخانه کیفیت آب دریا را دارد. فشار آب باعث می‌گشت جهت رهاسازی و شناورماندن در محل مورد نظر چاره‌ای اندیشیده شود تا از ورود آب در ابتدای رهاسازی درون لوله ممانعت به عمل آید.

برای بستن ابتدا و انتهای لوله‌ها جهت جلوگیری از ورود آب و غرق شدن آنها قبل از اتصال به بقیه، از درپوش‌های برزنت و پلاستیک استفاده می‌شد و برای محکم کردن درپوش به دور تا دور سر لوله، تسمه‌های پلاستیکی مخصوص کارتن‌بندی به کار می‌رفت. بعد از اتصال لوله‌ها به هم و تنظیم محل غرق نمودن آنها روی سطح آب، یکی پس از دیگری درپوش‌ها را باز می‌کردند و آب با فشار وارد لوله‌ها شده، آنها را غرق و روی لوله‌هایی که قبلاً غرق شده بودند قرار می‌داد تا بدنه پل ایجاد شود. انتهای رشته لوله‌ها برای اتصال لوله‌های بعدی و ادامه کار، روی آب باقی می‌ماند.

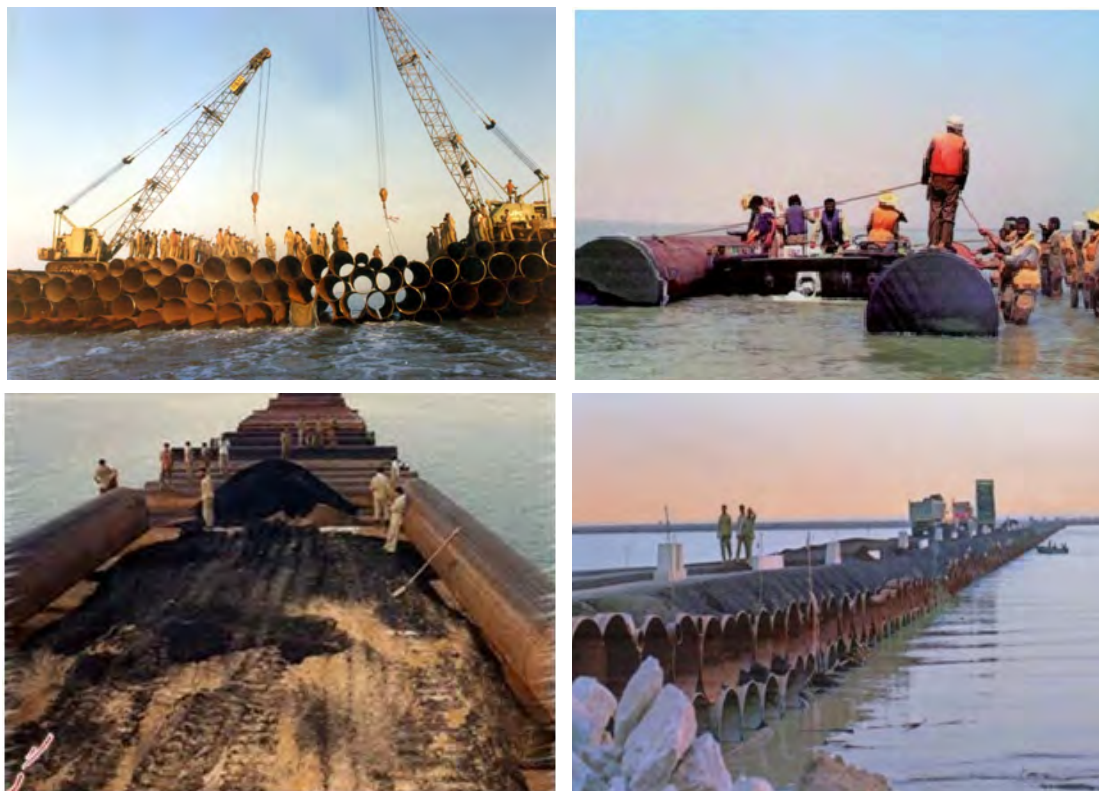


شکل ۱-۵

البته باید اشاره کرد که این قسمت کار، بسیار خطرناک بود زیرا هر لوله با خروش و تکان شدیدی غرق می‌شد. اما در مواقعی که عمق رودخانه از ۶ متر بیش تر بود، برزنت به تنهایی حتی با تقویت شدن به وسیله میل گرد و غیره قادر نبود نیروهای فشاری آب را تحمل نماید. گذاشتن تخته چوبی در پشت برزنت مشکل را حل می‌کرد، تخته‌های چوبی به صورت خورشیدی یا طبق‌های گرد



از داخل گذاشته می‌شود سپس پشت آن را با نبشی جوش داده و روی آن برزنت نصب می‌شود. بهترین نوع آن به خصوص، با بست‌ها و پشت‌بندها مقاومت خوبی در مقابل فشار آب داشت. البته همین تخته‌ها در عمق حدود ۱۰ متر در اثر فشار آب نیز با مشکلاتی همراه بوده و احتمال شکستن وجود داشت. شکل زیر مراحل از ساخت و نصب طبق‌های چوبی و همچنین مراحل پایانی نصب پل را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۵- مراحل ساخت و بهره‌برداری از پل بعثت



شکل ۳-۵- شهید حسن آغاسی

از طراحان و مجریان این پل می‌توان به مهندس بهروز پورشریفی، مهندس سید هاشم بنی‌هاشمی، مهندس محمدرضا توسلی، عبدالرحمن جزایری و ... اشاره کرد. یکی از شهدای نابغه جنگ که فعالیت‌های فنی بسیاری داشته است، شهید حسن آغاسی است. ایشان فارغ‌التحصیل دانشگاه تورنتوی کانادا با رتبه اول و مدرک کارشناسی ارشد در رشته پل‌سازی بود.



شکل ۵-۴

## آیا قطعات و سازه‌های چوبی یا فلزی خراب می‌شوند و می‌شکنند؟

قطعات و سازه‌ها در هنگام استفاده از آنها یا به مرور زمان دچار خرابی و شکست می‌شوند. در شکل زیر نمونه‌هایی از خرابی و شکست را مشاهده می‌کنید (شکل ۵-۵).



شکل ۵-۵ خرابی و شکست قطعات

وجه اشتراک همه این شکل‌ها چیست؟ همگی شکسته و خراب هستند.

دلایل احتمالی خرابی و شکست قطعات نشان داده شده در شکل بالا را در گروه خود بررسی نمایید؟  
به نظر شما کدام دلیل عامل بیشتر خرابی‌های قطعات نشان داده شده در شکل می‌باشد؟

فعالیت



### دلایل اصلی خرابی قطعات عبارتند از

- طراحی نامناسب آنها
- وجود مشکل در جنس و مواد به کار رفته در آنها
- مشکل به وجود آمده در هنگام ساخت
- خرابی محیطی
- استفاده نادرست از آنها
- فرسودگی
- خستگی مواد

به نظر شما بیشترین علت خرابی قطعات و سازه‌ها که در کارگاه هنرستان مشاهده کردید چیست؟  
چگونه می‌توان از بروز خرابی‌ها در قطعات جلوگیری نمود؟

فعالیت



### چرا قطعات و سازه‌ها خراب می‌شوند؟

هنگام استفاده از قطعات و سازه‌ها قطعات به روش‌های گوناگون خراب می‌شود:

- بارگذاری و نیروی بیش از حد
- خوردگی
- خستگی
- سایش

در مورد روش دیگری خرابی قطعات بحث و گفتگو نمایید؟

فعالیت



وقتی قطعه‌ای خراب است یعنی اینکه 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 جابجایی، مقاومت در برابر خوردگی، مقاومت در برابر سایش، مقاومت در مقابل شکست، مقاومت در مقابل زنگ‌زدگی و غیره.

اگر انسان چوب را به صورت یک ماده صنعتی - ساختمانی به کار ببرد، در استفاده از آن به دو پدیده کلی پی می برد. بدون شک چوب جزء اولین موادی است که انسان های قبل از تاریخ استفاده های متعددی از آن می کردند، در حالی که به مرور زمان در انواع روش های استفاده از چوب تغییراتی به وجود آمده است، ولی در حال حاضر نیز چوب ماده ای است که با استفاده های گسترده تزئینی، ساختمانی و صنعتی مطرح است. با توجه به این که چوب یک ماده طبیعی از منابع تجدید شونده است، استفاده از آن در ساخت لوازم روزمره اطراف ما ادامه می یابد، اما در مجموعه مواد ساختمانی صنعتی از اهمیت آن کاسته نخواهد شد، بلکه به مرور زمان بر اهمیت آن افزوده می شود.

چوب در کلیه موارد مصرف باید تحمل نیروهای اعمال شده را داشته باشد. هنگامی که از چوب برای احداث ساختمان های مسکونی، تجاری، خدماتی، ورزشی و یا در ساخت قایق های چوبی و یا در ساخت پل ها و اسکله ها و امثال آن استفاده می شود چوب به صورت یک ماده ساختمانی مورد بحث بوده که باید قادر به تحمل مستقیم نیروی وارد بر آن باشد.

در شکل ۵-۶ اسکلت سقف یک استادیوم ورزشی دیده می شود. در این ساختمان عظیم اسکلت اصلی و پوشش روی آن از قطعات چوبی ساخته شده بر طبق اصول مهندسی استفاده شده است.



شکل ۵-۶- نمای اسکلت یک گنبد چوبی که سقف یک استادیوم ورزشی را می پوشاند.

به شکل ۵-۷ توجه کنید. یک طبقه ساختمان چوبی دیده می‌شود که در آن از خرپا و قطعات چوبی به جای خرپای فلزی استفاده شده است. البته ضرورت دانستن قدرت تحمل نیرو به وسیله چوب و محصولات چوبی محدود به موارد ساختمانی فوق نیست، بلکه در ساخت مبلمان منزل، مبلمان دفتری، کابینت و... نیز مقاومت‌های مکانیکی، چوب نقش مهم و تعیین‌کننده‌ای دارد.



شکل ۵-۷- نمای داخل یک ساختمان از سازه‌های چوبی

اگر از چوب برای کارهای تزئینی نظیر دکوراسیون، مبلمان و غیره استفاده شود، استفاده از چوب با نقوش برتر ترجیح دارد. چنین چوب‌هایی گران هستند و منابع تأمین آنها نیز محدود و در حال از بین رفتن است. در حالی که قیمت چوب در حال زیاد شدن است، وظیفه سازندگان محصولات و مصنوعات چوبی استفاده حداقل از آن در تولید محصول مشخصی است؛ بدین ترتیب، استفاده از قطعات کوچکتر چوب اجتناب ناپذیر است. بدین طریق در ماده اولیه صرفه جویی شده، به سازه چوبی ظرافت و جذابیت خاصی خواهد داد. اما باید متذکر شد که یک سازه ظریف و جذاب باید بتواند نیروهای احتمالی نظیر: نشستن فرد بر صندلی قرار دادن تلویزیون سنگین بر روی میز مخصوص آن و نگهداری ظروف سنگین در یک بوفه زیبا را تحمل کند؛ بر این اساس، با دانستن نیروهای اعمال شده در هر یک از موارد و ویژگی‌های مقاومتی چوب می‌توانیم به طراحی و ساخت یک سازه چوبی با دوام بپردازیم.

در شکل ۵-۸ یک بوفه زیبا و ظریف دیده می‌شود. این بوفه باید قادر به تحمل وزن خود و وزن وسایل داخل آن و روی آن باشد. یا در شکل ۵-۸ یک چهارپایه دیده می‌شود. آیا این چهارپایه قادر به تحمل وزن یک فرد است؟



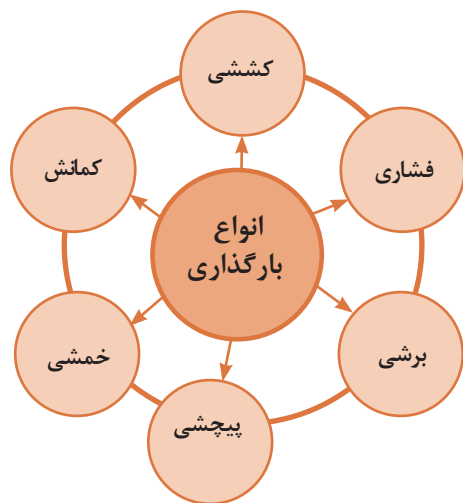
شکل ۵-۸- یک نمونه کار چوبی که باید طبقات آن قادر به تحمل وزن وسایل داخل آن باشد.



شکل ۹-۵- یک چهارپایه متداول که مورد استفاده روزمره است.

حتی در یک چهارپایه ارزان قیمت نیز باید به مقاومت چوب‌های مورد استفاده در آن دقت شود. از این نوع چهارپایه که در شکل ۹-۵ مشاهده می‌گردد اغلب در منازل برای تمیز کردن و برداشتن اشیاء از قسمت‌های مرتفع و یا در مغازه‌ها استفاده می‌شود. اگر چهارپایه نتواند فردی که بر روی آن ایستاده است را تحمل کند، در نتیجه بر اثر شکستن چهارپایه فرد سقوط کرده، احتمال خسارت جانی بسیار است. شاید در این مورد چهارپایه ارزش زیادی نداشته باشد، ولی وارد شدن صدمه به افراد و زیان آن بسیار و جبران ناپذیر باشد. در این حالت نیز دانستن مقاومت‌های چوب برای طراحی و ساخت ضروری است.

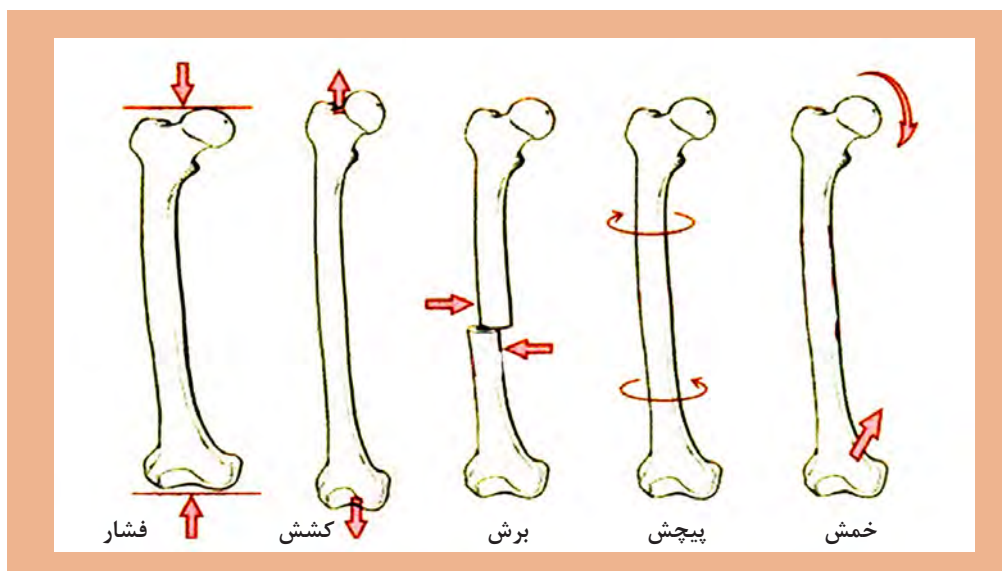
## بار گذاری و نیروهای وارده بر روی قطعات چگونه است؟



شکل ۱۰-۵- انواع بارگذاری بر روی قطعات

در هنگام کار و استفاده از قطعات و ابزارها، نیروها و گشتاورهای مختلفی بر روی قسمت‌های مختلف آنها وارد می‌شود. این بارگذاری‌ها به شکل‌های گوناگونی انجام می‌پذیرد (شکل ۱۰-۵). نیروها همچنین می‌توانند محوری یا عرضی بر قطعه در جهت‌های مختلف وارد شوند. قسمت‌های مختلف قطعه بایستی در مقابل این نیروها و بارگذاری‌ها هنگامی که به صورت آرام یا به صورت ضربه و یا صورت پی در پی اعمال می‌شود از خود مقاومت نشان دهند. اسکلت بدن انسان نیز از استخوان‌های مختلفی تشکیل شده است، که تحت بارگذاری‌های مختلفی قرار می‌گیرد.

برای نمونه استخوان پای انسان تحت بارگذاری کششی، بارگذاری فشاری، برشی، پیچشی و خمشی قرار می‌گیرد (شکل ۱۱-۵).



شکل ۱۱-۵- انواع بارگذاری‌ها بر روی استخوان

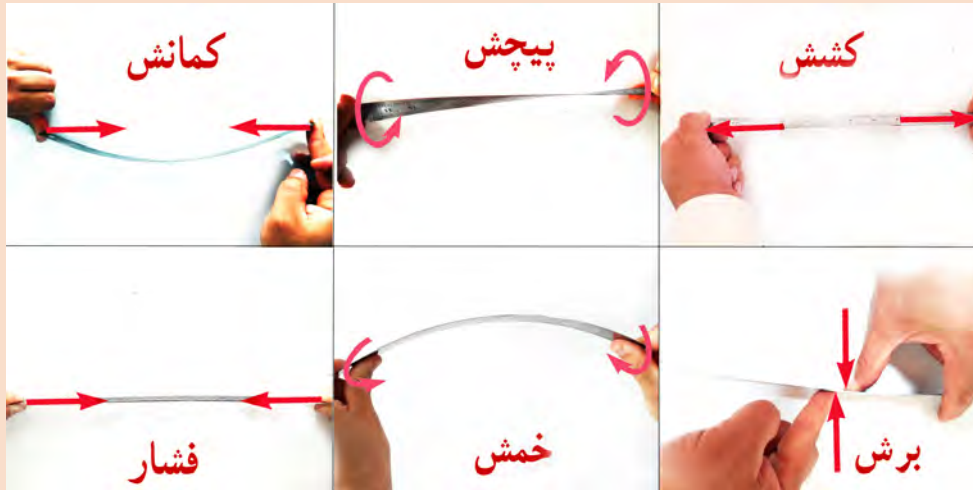


### جلوه‌های آفرینش

در بدن انسان اسکلت و استخوان‌ها وظایف گوناگونی دارند. حفاظت از اندام‌هایی مانند مغز، قلب، شش‌ها از مهم‌ترین آنها است. حرکت بدن انسان نیز 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 پاست. 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 خاصی دارند و بارگذاری و اعمال نیرو بر روی آنها متفاوت است. در هر نوع از بارگذاری بیش از حد بر روی استخوان شکل شکستن استخوان متفاوت است.

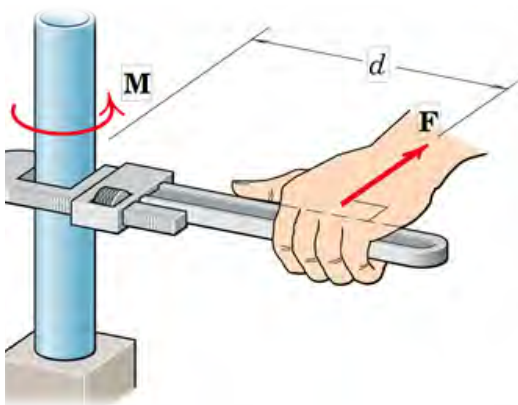


با استفاده از یک خط کش فلزی، انواع بارگذاری‌ها را بر روی آن اعمال کنید. همچنین به میزان جابه‌جایی خط کش در هر نوع بارگذاری توجه نمایید. بارگذاری می‌تواند با اعمال نیرو در راستای طول خط کش، عمود بر خط کش یا با ایجاد گشتاور انجام شود (شکل ۱۲-۵).



شکل ۱۲-۵ - انواع بارگذاری بر روی خط کش فلزی

در کدام نوع از بارگذاری خط کش در مقابل جابه‌جایی مقاوم‌تر است؟ در گروه خود بحث کنید.



شکل ۱۳-۵ - علامت گشتاور و نیرو

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

۱ وارد نمودن نیرو

۲ وارد نمودن گشتاور

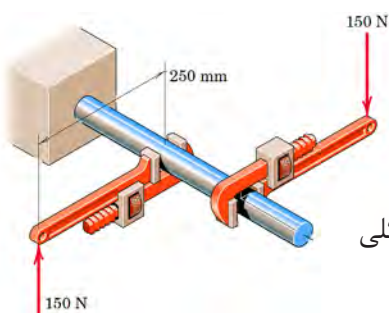
واحد نیرو نیوتن (N) و واحد گشتاور نیوتن - متر (N.m) است. به صورت شماتیک نیرو و گشتاور را به صورت زیر نشان می‌دهند. به  $d$  بازوی گشتاور می‌گویند.

حداکثر گشتاوری که شما می‌توانید با کمک یک دست بدون وسایل کمکی بر روی یک میله وارد کنید حدود چند نیوتن متر است؟ حداکثر نیرویی که می‌توانید یک طناب را بکشید چند نیوتن است (هر یک کیلوگرم نیرو حدود ۱۰ نیوتن است)؟





همانطور که دیدید بدن انسان در اعمال نیرو و گشتاور به قطعات محدودیت‌های دارد. تحقیق کنید با استفاده چه ابزارها و وسایلی که خود نیازمند تأمین انرژی نیستند می‌توان نیرو و گشتاور را تقویت و بیشتر نمود؟



**مثال:** در شکل ۵-۱۴ دو آچار شلاقی یکسان بر روی میله گشتاور وارد می‌کنند. بازوی هر آچار ۲۵۰ میلی‌متر می‌باشد. گشتاور کلی وارده به میله را بر حسب نیوتن - متر به دست آورید.

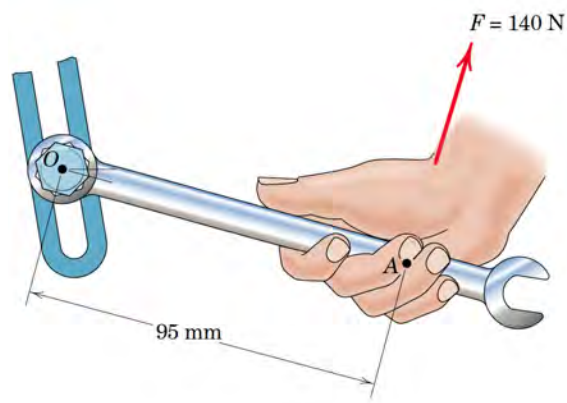
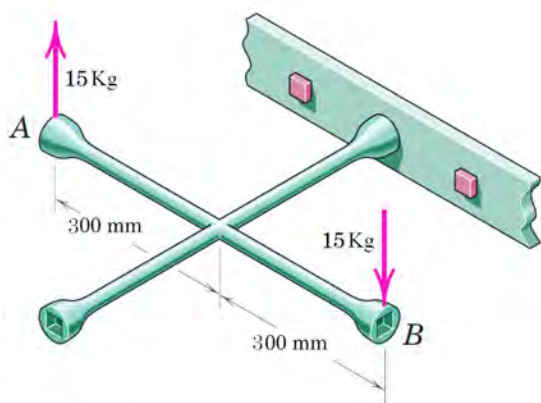
$$\text{گشتاور کلی} = 2 \times \text{گشتاور هر آچار} = 2 \times 150 \text{ (N)} \times 0,25 \text{ (m)} = 75 \text{ (N.m)}$$

جهت گشتاور کلی در جهت عقربه‌های ساعت است.

شکل ۵-۱۴



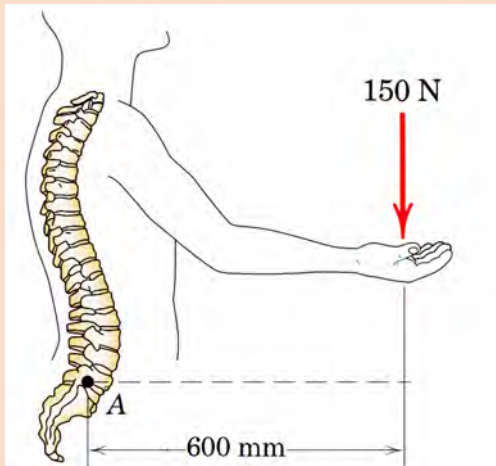
گشتاور وارده به پیچ در نقطه O را در شکل ۵-۱۵ بر حسب نیوتن متر محاسبه کنید. جهت آن را نیز مشخص کنید.  
گشتاور وارده به پیچ را در شکل ۵-۱۶ بر حسب نیوتن متر محاسبه کرده و آن را نیز مشخص کنید.



شکل ۵-۱۶- وارد نمودن گشتاور بر پیچ از طریق آچار چرخ

شکل ۵-۱۵- وارد نمودن گشتاور بر میله از طریق آچار

تحقیق کنید



در شکل ۵-۱۷ گشتاور وارد به ستون فقرات در نقطه A را محاسبه کنید. همچنین همانگونه که مشاهده می‌کنید در هنگام بلند کردن بار توسط بدن، هر چه فاصله بار از بدن بیشتر باشد گشتاور وارده به ستون فقرات بیشتر خواهد بود و در نتیجه امکان آسیب رسانی به ستون فقرات بیشتر خواهد شد. تحقیق کنید روش صحیح بلند کردن بار توسط بدن و دست‌ها چگونه است و چرا باید به آن شیوه، بار را بلند کرد؟

شکل ۵-۱۷ - گشتاور وارده به ستون فقرات بر اثر بلند کردن بار توسط دست‌ها

فعالیت



برای باز کردن پیچ‌های چرخ خودرو نشان داده شده در شکل (۵-۱۸) ۱۰ کیلوگرم - متر گشتاور لازم است. محاسبه کنید مقدار حداکثر نیرویی وارده بر حسب نیوتن توسط دست بر روی آچار چرخ تا پیچ باز شود.

شکل ۵-۱۸ - باز کردن پیچ چرخ خودرو توسط آچار چرخ

### الاستیک، پلاستیک و شکست قطعات

همانطور که تجربه کردید بر روی قطعات انواع بارگذاری وارد می‌شود. در یک قطعه ممکن است یک قسمت از آن بحرانی و حساس باشد و نیرو و گشتاور در آن بیشتر از نقاط یا قسمت‌های دیگر باشد. احتمال خرابی و شکست در این نقطه از همه نقاط در قطعه بیشتر است. در شکل ۵-۱۹ قسمت‌های بحرانی یک آچار را مشخص کنید. حال این پرسش‌ها را در ذهن خود مرور کنید.

شکل ۵-۱۹ - قسمت‌های بحرانی یک آچار هنگام بارگذاری

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

۲ اگر نیرو 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 می افتد؟

اگر نیرویی، حتی خیلی کم بر یک قطعه چوب وارد گردد تغییر شکل فوری در آن به وجود می آید. با زیاد شدن مقدار نیروی وارد شده بر چوب میزان تغییر شکل نیز زیادتر می شود. به طور کلی در تغییر شکل مواد - که چوب نیز جزء آنها می باشد - دو حالت کلی را می توان مشاهده کرد.

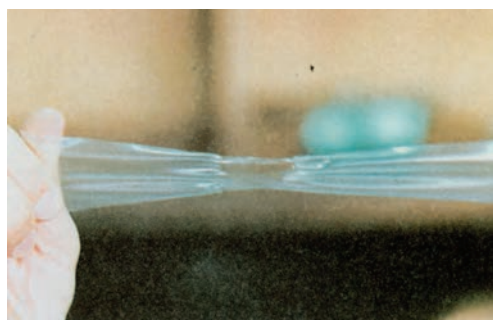
### تعاریف

#### حالت الاستیکی (الاستیسیته):

اگر بر یک قطعه چوب نیروی معینی وارد شود و در اثر آن نیرو تغییر شکل به وجود آید، اما پس از برداشتن نیرو تغییر شکل از بین رفته و چوب به حالت اول برگردد این تغییر شکل را «تغییر شکل الاستیک» یا «لاستیکی» نامند. این نوع تغییر شکل مشابه کشیده شدن یک قطعه کش نواری یا یک نوار لاستیکی است. به شکل ۵-۲۰ دقت کنید. اگر نوار لاستیکی را از حالت کشیده آزاد کنیم به حالت اول برمی گردد.



شکل ۵-۲۰- یک نوار لاستیکی کشیده شده که نشان دهنده حالت لاستیکی است.

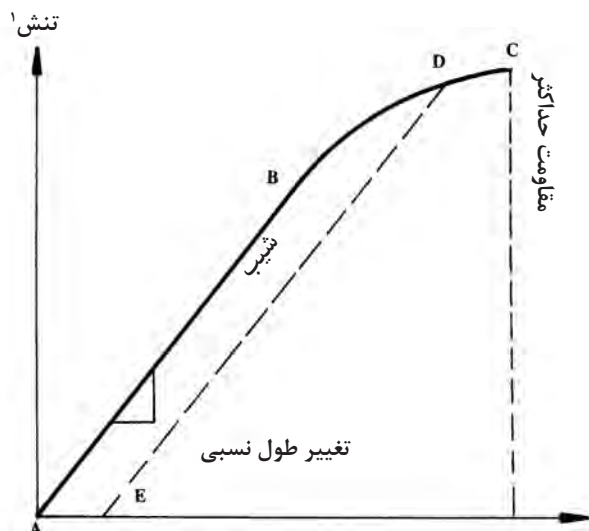


شکل ۵-۲۱- یک نوار پلاستیکی که پس از کشیده شدن در حالت اول برگشت نداشته است.

#### حالت پلاستیکی (پلاستیسیته):

ولی اگر مقدار نیروی وارد شده بر یک قطعه چوب به مقداری باشد که تغییر شکل به وجود آمده دائمی باشد و پس از برداشتن نیرو جسم به حالت اول خود بازنگردد آن را «تغییر شکل پلاستیکی» گویند. این نوع تغییر شکل مشابه کشیدن یک نوار پلاستیکی است (برای این آزمایش می توانید از یک کیسه پلاستیکی معمولی استفاده کنید) که پس از کشیده شدن به همان حالت تغییر شکل یافته باقی خواهد ماند. این حالت در شکل ۵-۲۱ نشان داده شده است.

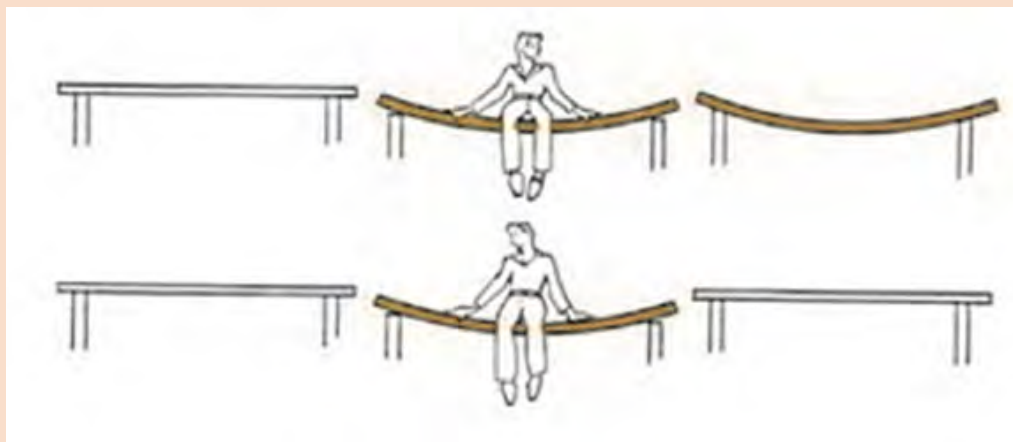
برای نشان دادن دو حالت فوق در یک قطعه چوب از منحنی تنش - تغییر طول نسبی استفاده می شود که منحنی آن که در اثر بارگذاری بر یک قطعه چوب تا نقطه شکستن آن ترسیم شده است در شکل ۵-۲۲ نشان داده شده است.



شکل ۵-۲۲- منحنی تنش - تغییر طول نسبی در آزمایش چوب



شکل ۵-۲۳ موقعیت الاستیکی و پلاستیکی تخته چوبی را نشان می‌دهد. در محیط کارگاه بر روی صفحات فشرده چوبی مطابق شکل نشسته و مقدار خمش را به نسبت وزن خود مقایسه کنید.



شکل ۵-۲۳

پس از انجام آزمایش، پرسش‌های زیر را پاسخ دهید:

۱ اگر نیرو وارد شده به تخته کم باشد پس از برداشتن نیرو، آیا مقدار خمیدگی به جای خود بر می‌گردد؟

.....

۲ اگر نیرو وارد شده به تخته زیاد باشد پس از برداشتن نیرو، آیا انحنای ایجاد شده به جای خود بر می‌گردد؟

.....

۳ اگر نیرو وارد شده به تخته ابتدا کم بوده و به مرور بیشتر شود و این کار را برای چندین بار تکرار کنیم چه اتفاقی می‌افتد؟

.....

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

## جلوه آفرینش



شکل ۲۴-۵- حشره آسیابک

دانشمندان دریافتند حشره آسیابک (dragonfly) با طول حداکثر  $\frac{8}{3}$  سانتی‌متر، هنگام مهاجرت هزاران کیلومتر را برفراز اقیانوس‌ها به‌طور 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؟

## مقاومت در برابر ضربه چوب (چقرمگی)

وقتی چوب در ساخت قطعات هواپیما، کشتی، واگن، مخصوصاً وسایل ورزشی و دسته ابزار نظیر چکش و یا پله‌های ساختمان به کار برده شود، در این حالت، چوب در معرض ضربه یا به عبارت دیگر، خمش ناگهانی قرار دارد. در این حالت تأثیر نیروهایی نظیر ضربه شدیدتر از خمش استاتیک است؛ بنابراین، لازم است مقاومت در برابر ضربه چوب را بدانیم.

ضربه برای مدت خیلی کوتاه (مثلاً چند هزارم ثانیه) نیرویی برچوب اعمال می‌کند که این نیرو سعی در شکستن چوب دارد.

هنگامی که به وسیله چکش بر یک قطعه چوب ضربه‌ای وارد می‌گردد و یا یک شیء سنگینی بر روی چوب می‌افتد بر چوب برای مدت خیلی کوتاه نیرویی اعمال می‌گردد. در چنین حالتی قدرت تحمل نیروی چوب تا نقطه شکست بیش از تحمل چوب در برابر نیروهای خمشی استاتیک است و به دو برابر آن می‌رسد، یعنی برای شکستن چوب در اثر ضربه به نیروی بیشتری نیاز است.

تغییر در مقاومت چوب در برابر ضربه نشان دهنده شکنندگی یا تُردی (ضربه‌پذیری) چوب است. به عبارت دیگر، مقاومت در برابر ضربه وابستگی مستقیم به توانایی چوب به جذب انرژی و دفع آن از طریق خمیده شدن دارد.

نوع شکست درآزمون استاتیک، ما را قادر به نتیجه‌گیری در کیفیت چوب نخواهد کرد، ولی از طریق روش‌های آزمون مقاومت به ضربه و نوع شکستگی به وجود آمده در اثر ضربه می‌توان به آسانی کیفیت چوب را مشخص کرد:

- اگر مقاومت در برابر ضربه چوب خیلی زیاد باشد، این چوب در اثر ضربه به صورت شکل ۵-۲۵ الف شکسته شده و اغلب در طرف فشاری نمونه چند لایه الیاف بدون شکست باقی می ماند.
- چوب با مقاومت متوسط در برابر ضربه، به صورت شکل ۵-۲۵ ب، شکسته می شود که بریدگی در آن صاف تر است.
- شکست در چوب های تُرد و پوسیده به صورت شکل ۵-۲۵ ج است.



(ج)

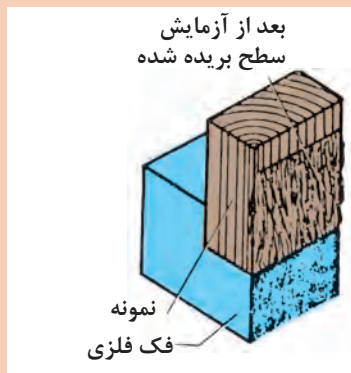
(ب)

(الف)

شکل ۵-۲۵- نوع شکست چوب زبان گنجشک در اثر ضربه

مقاومت چوب در برابر ضربه در چه مصارفی دیده می شود؟

فعالیت



شکل ۵-۲۶ نشان دهنده اثر تخریبی کدام نیرو در چوب است؟

شکل ۵-۲۶- نمونه چوب پس از شکست برشی

نیروی برشی در کدام اجزای ساختمان چوبی احتمال دارد اتفاق بیفتد؟

فعالیت



با توجه به شکل ۵-۲۷ در مورد علت خرابی لبه های برنده ناخن گیر و دم باریک بحث و گفت و گو کنید. به نظر شما لبه های برنده استحکام لازم را نداشته است یا اینکه به درستی از آنها استفاده نشده است؟



شکل ۵-۲۷- لبه های برنده خراب شده در ناخن گیر و دم باریک

## انواع مقاومت در مقابل تغییر شکل

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

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

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

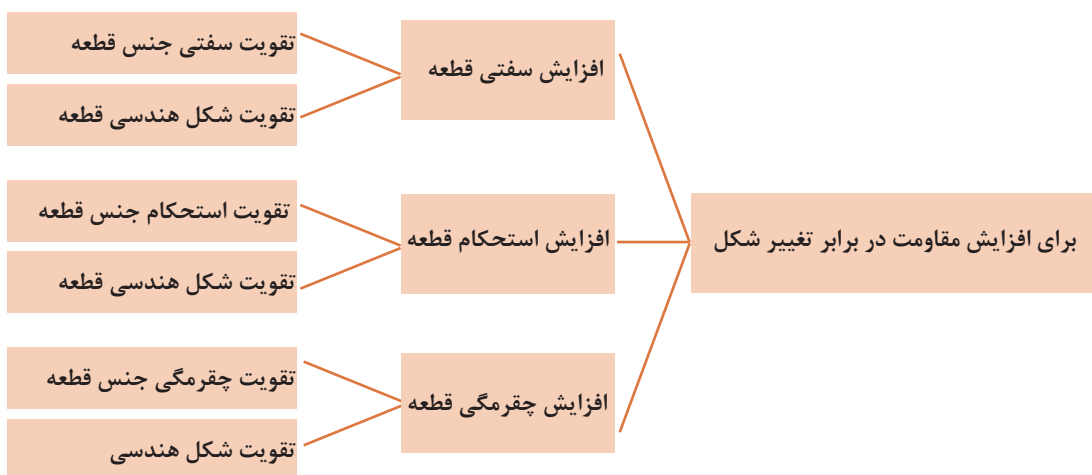
یک تکه چوب تر و یک تکه چوب خشک مشابه هم را تحت بارگذاری خمشی انجام دهید؟ به نظر شما کدام سفت‌تر، مستحکم‌تر و چقرمه‌تر است؟

فعالیت



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

- ۱- استفاده از جنس مناسب: انتخاب جنس مناسب برای هدف مورد نظر تأثیر زیادی بر استحکام قطعه خواهد داشت.
  - ۲- شکل هندسی مناسب: با استفاده از شکل‌های هوشمندانه می‌توان قطعات و سازه‌ها را به گونه‌ای ساخت که بار و نیروی بیش‌تری تحمل نمایند.
  - ۳- استفاده از تکیه‌گاه و ایجاد شرایط مناسب: وجود تکیه‌گاه‌های خوب سبب می‌شود که قطعات نیروی بیشتر تحمل کنند.
- در نمودار ۱-۵- روش‌های افزایش مقاومت قطعه در برابر تغییر شکل بر اثر اعمال نیرو نشان داده شده است:



نمودار ۱-۵- روش‌های افزایش مقاومت قطعه در برابر تغییر شکل



## ۱- مقاومت چوب در برابر بارگذاری کششی

اگر بار اعمال شده سبب کشیده شدن قطعه در امتداد محور بار شود، بارگذاری کششی خواهد بود. همچنین اگر بار اعمال شده سبب فشرده شدن قطعه شود بارگذاری فشاری خواهد بود، قطعات در هنگام بارگذاری کم، رفتاری همانند فنر از خود نشان می‌دهند و کشیده می‌شوند و پس از برداشته شدن بار به موقعیت اول خود بازمی‌گردند.

مقاومت کششی یا مقاومت چوب در برابر نیروهایی که سعی در کشیده کردن چوب دارند را می‌توان در دو حالت ذیل، مطرح و اندازه‌گیری کرد:

- مقاومت در برابر کشش موازی با الیاف یا مقاومت به کشش جهت الیاف؛
- مقاومت در برابر کشش عمود بر الیاف.

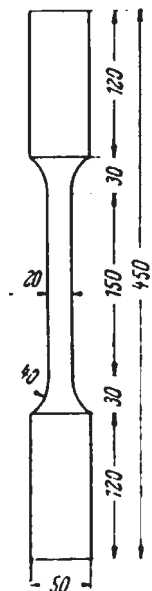
### الف) مقاومت در برابر کشش موازی با الیاف

مقاومت در برابر کشش موازی با الیاف چوب فوق‌العاده زیاد بوده و در عمل همواره از مقدار مورد نیاز در طراحی زیادتر است. مقاومت در برابر کشش موازی با الیاف چوب قابل مقایسه با سایر مواد ساختمانی می‌باشد.

در جدول ۱-۵ مقاومت در برابر کشش موازی با الیاف تعدادی از چوب‌های پهن‌برگ خلاصه شده است.\*

جدول ۱-۵

نوع چوب	مقاومت در برابر کشش موازی با الیاف (نیوتن بر متر مربع)
افرا	$100 \times 10^6$
بید	$64 \times 10^6$
تبریزی	$77 \times 10^6$
راش (اروپا)	$135 \times 10^6$
زبان گنجشک	$165 \times 10^6$
گردوی ایرانی	$100 \times 10^6$
ملج (ملج)	$80 \times 10^6$
ممرز	$135 \times 10^6$
نمدار	$85 \times 10^6$



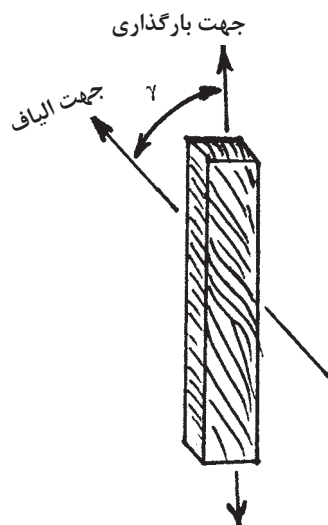
شکل ۵-۳۰- یک نمونه استاندارد برای تعیین مقاومت در برابر کشش موازی با الیاف چوب



شکل ۵-۲۹- طرز قرار گرفتن نمونه آزمایش کشش چوب در گیره

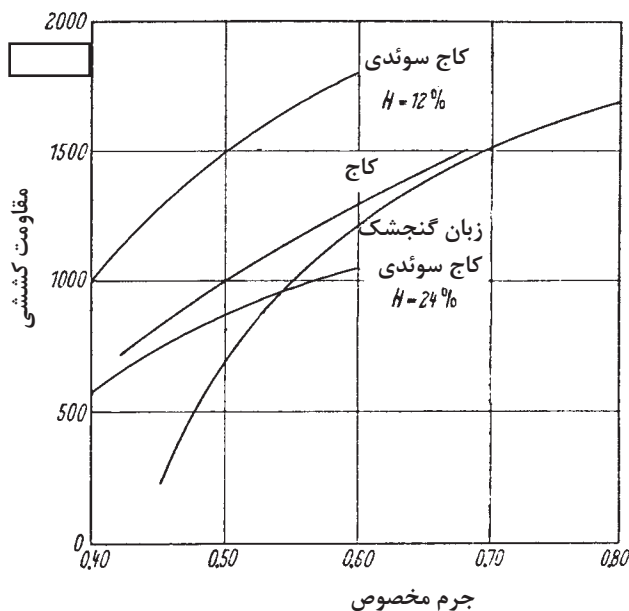
### عوامل مؤثر بر مقاومت در برابر کشش موازی با الیاف

الف) زاویه الیاف: همان گونه که گفته شد مقاومت در برابر کشش موازی با الیاف چوب خیلی زیاد بوده بر عکس، مقاومت در برابر کشش عمود بر الیاف چوب فوق العاده کم است. اگر زاویه جهت بارگذاری با جهت الیاف را  $\gamma$  فرض کنیم رابطه زیر بین زاویه  $\gamma$  و مقاومت در برابر کشش وجود دارد (شکل ۵-۳۱):



شکل ۵-۳۱- زاویه  $\gamma$  در یک قطعه چوب

ب) **جرم مخصوص:** رابطه خطی بین جرم مخصوص و مقاومت در برابر کشش موازی با الیاف چوب سوزنی برگان وجود دارد، اما در مورد چوب پهن برگان این رابطه به صورت خط مستقیم نبوده، و تأثیر جرم مخصوص بر مقاومت در برابر کشش موازی با الیاف به صورت منحنی است (شکل ۵-۳۲).



شکل ۵-۳۲- منحنی تأثیر جرم مخصوص بر مقاومت در برابر کشش موازی با الیاف چوب

ج) **رطوبت چوب:** در اثر زیاد شدن رطوبت مقاومت در برابر کشش موازی با الیاف چوب کم می‌شود؛ یعنی اگر چوب از حالت کاملاً خشک، رطوبت را جذب کند تا مقدار رطوبت حدود ۳۰ درصد مقاومت در برابر کشش موازی با الیاف آن کم می‌شود و بعد از این مقدار رطوبت، مقاومت تقریباً ثابت می‌ماند. حداکثر مقاومت در برابر کشش موازی با الیاف در ۸ تا ۱۰ درصد رطوبت به دست می‌آید.

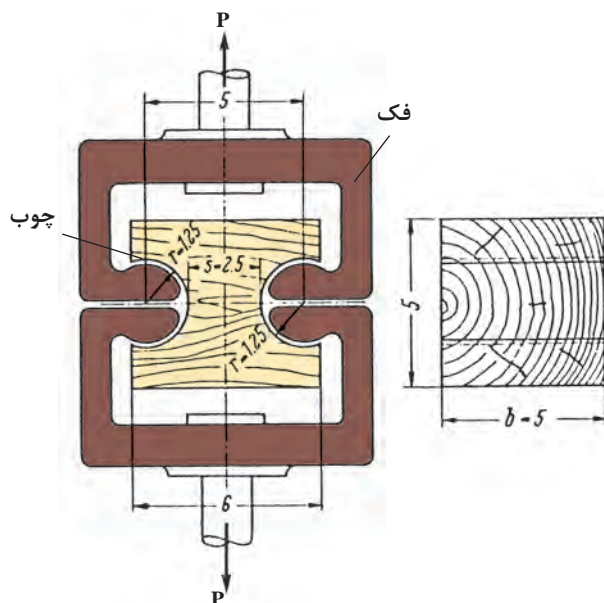
د) **دمای محیط:** تأثیر دما بر مقاومت در برابر کشش موازی با الیاف چوب، به شدت دیگر مقاومت‌های چوب نیست. ه) **گره:** وجود گره به کم شدن مقاومت‌های چوب می‌انجامد. این تأثیر در مورد مقاومت در برابر کشش موازی با الیاف خیلی شدیدتر از دیگر مقاومت‌های چوب است.

### ب) مقاومت در برابر کشش عمود بر الیاف

مقاومت در برابر کشش عمود بر الیاف نشان‌دهنده میزان چسبندگی عرضی بین الیاف یا به عبارت دیگر، چسبندگی جانبی الیاف در چوب است.

در طراحی محصولات چوبی مخصوصاً در سازه‌های چوبی ساختمانی سعی می‌گردد چوب در معرض نیروی کشش عمود بر الیاف واقع نگردد، زیرا مقاومت در برابر کشش عمود بر الیاف چوب خیلی کم است؛ همچنین در اثر ترک‌هایی که در چوب وجود دارد (در طی خشک کردن چوب در اثر پدیده همکشیدگی ترک‌های سطحی و داخلی در چوب به وجود می‌آیند)، مقاومت در برابر کشش عمود بر الیاف کم می‌شود.

در عمل به علت کم بودن مقاومت در برابر کشش عمود بر الیاف چوب دقت‌ناداشتن اعداد اندازه‌گیری شده ضرورتی به اندازه‌گیری این ویژگی نیست، اما برای تکمیل اطلاعات و نیاز احتمالی جهت اندازه‌گیری این ویژگی نمونه‌های مختلفی طراحی شده‌اند که یک نمونه آن در شکل ۳۳-۵ آورده شده است.



شکل ۳۳-۵- نمونه آزمایش مقاومت در برابر کشش عمود بر الیاف چوب

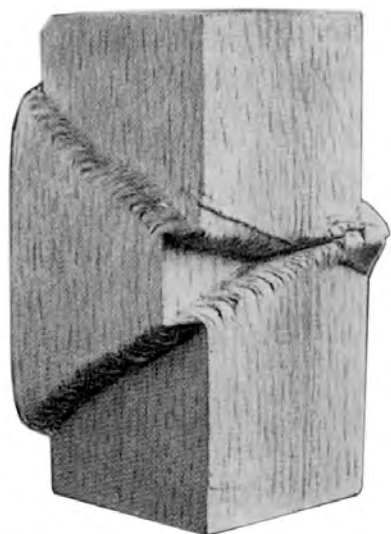
## ۲- مقاومت چوب در برابر بارگذاری فشاری

### الف) مقاومت در برابر فشار موازی با الیاف چوب

حداکثر مقاومت در برابر فشار موازی با الیاف نقش مهمی در استفاده از چوب به صورت ستون در احداث ساختمان ایفا می‌کند. در سازه‌های چوبی معمولی نظیر میز و صندلی پایه‌ها تحت تأثیر نیروی فشاری موازی با الیاف قرار دارند.

مقاومت در برابر فشار موازی با الیاف چوب، به مراتب کمتر از مقاومت در برابر کشش موازی با الیاف است و در مورد چوب با رطوبت ۱۲ درصد این نسبت به حدود ۵۰ درصد می‌رسد. البته این نسبت متغیر است و به رطوبت چوب بستگی دارد.

تغییرات در رفتار چوب در برابر نیروهای کششی و فشاری به ساختمان الیاف چوبی مربوط می‌شود. به طوری که مکانیسم شکست در حالت تحت فشار کاملاً با حالت تحت کشش متفاوت است. در کار ابتدا خمیدگی در اثر ناپایداری در ساختمان تک تک الیاف اتفاق می‌افتد. در اثر فشار خمیدگی به شکل S در الیاف و سلول‌های چوب به وجود می‌آید که این خمیدگی و چروکیدگی به سهولت قابل رؤیت است، در شکل ۳۴-۵ طرز شکست چوب در اثر نیروی فشاری مشاهده



شکل ۳۴-۵- شکست چوب در اثر نیروهای فشاری

**ب) مقاومت در برابر فشار عمود بر الیاف چوب:** مقاومت چوب در برابر نیروهای فشاری عمود بر جهت الیاف از اهمیت زیادی در ساختمان سازی و تراورس راه آهن برخوردار است. شکست چوب در برابر نیروهای فشار عمود بر الیاف معمولاً به صورت لهیدگی سلول های چوب به وجود می آید که این پدیده به طور تدریجی و بدون مشخص شدن نیروی حداکثر تا تغییر شکل خیلی زیاد ادامه خواهد یافت. اگر قطعه چوب تحت تأثیر نیروی فشار عمود بر الیاف از بلندی نسبی برخوردار باشد پدیده لهیدگی تا نقطه له شدن تمام سلول ها ادامه می یابد که در این نقطه، زیاد شدن نیرو را مشاهده می کنیم.

### عوامل مؤثر بر مقاومت در برابر فشار موازی الیاف

**الف) جهت الیاف:** در طراحی سازه های چوبی مخصوصاً ساختمان های چوبی اطلاع از وابستگی مقاومت در برابر فشار موازی با الیاف با جهت الیاف، بسیار با اهمیت است. میزان اختلاف بین مقاومت در برابر فشار موازی با الیاف و عمود بر الیاف چوب بستگی به جرم مخصوص و همگنی چوب دارد. هرچه چوب فشرده تر و همگن تر باشد (اختلاف در مقدار چوب بهاره و تابستانه کمتر باشد)، میزان اختلاف مقاومت در جهت موازی و عمود بر الیاف کمتر است.

**ب) دانسیته (جرم مخصوص):** مقاومت در برابر فشار موازی با الیاف چوب در اثر زیاد شدن جرم مخصوص زیاد می شود. این افزایش به یک گونه چوبی محدود نیست، بلکه در مورد تمام گونه های چوبی با دانسیته های متفاوت صادق است.

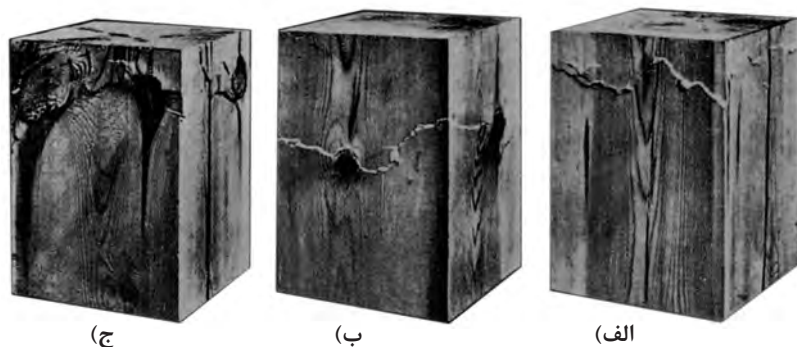
**ج) رطوبت:** در رطوبت کمتر از نقطه اشباع الیاف، در اثر خشک شدن چوب، مقاومت های آن زیاد می شود.

**د) گره و ترک:** تأثیر گره در مقاومت در برابر فشار موازی با الیاف چوب، شدید نیست، اما نمی توان آن را نادیده گرفت. در شکل ۵-۳۵ تأثیر گره بر مقاومت در برابر فشار موازی با الیاف نشان داده شده است.

- در شکل ۵-۳۵ (الف): که چوب بدون گره است مقاومت در برابر فشار موازی با الیاف برابر ۴۰۳۰ نیوتن بر سانتی متر مربع و جرم مخصوص چوب ۰/۵۱ است.

- در شکل ۵-۳۵ (ب): که چوب دارای گره های کوچک است، مقاومت در برابر فشار موازی با الیاف برابر ۳۶۱۰ نیوتن بر سانتی متر مربع و جرم مخصوص چوب ۰/۵۳ است.

- در شکل ۵-۳۵ (ج): که چوب دارای گره های بزرگتر است، مقاومت در برابر فشار موازی با الیاف برابر ۳۱۴۰ نیوتن بر سانتی متر مربع و جرم مخصوص چوب ۰/۵۷ است.



شکل ۵-۳۵- تأثیر گره بر مقاومت در برابر فشار موازی با الیاف



### فکر کنید

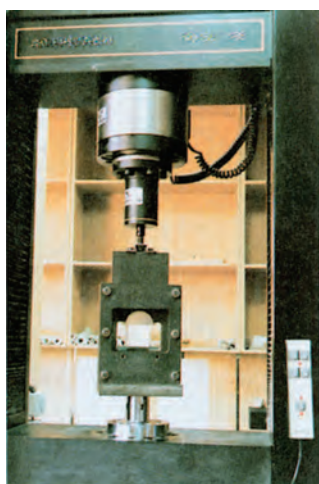
ستون خانه‌های چوبی تحت چه نیرویی قرار می‌گیرد؟  
نیروی فشاری در یک صندلی چوبی به کدام قسمت‌های صندلی وارد می‌شود؟  
وجود گره در قید صندلی چه تاثیری در مقاومت آن دارد؟

## ۲- مقاومت برشی

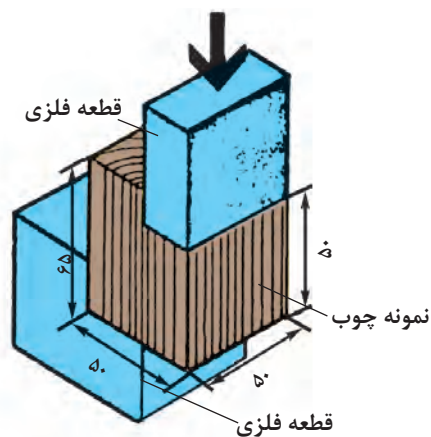
### مقاومت قطعه در برابر بارگذاری کششی و فشاری

مقاومت برشی چوب، با مقاومت در برابر کشش و مقاومت در برابر فشار متفاوت است، زیرا فشار برشی بخشی از چوب را در مقابل چوب مجاور می‌لغزاند.

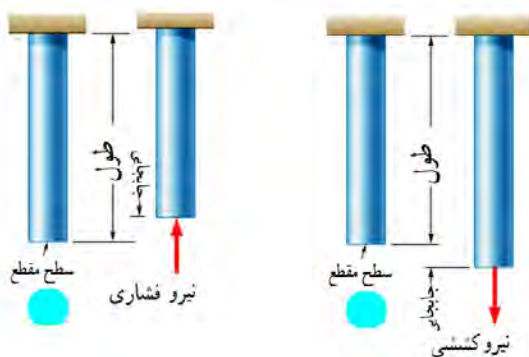
در شکل ۵-۳۶ روش تعیین مقاومت برشی موازی با الیاف چوب نشان داده شده است و در همین شکل ۵-۳۷ طرز قرار گرفتن نمونه آزمایشی در دستگاه آزمایش شده است.



شکل ۵-۳۷- طرز قرار گرفتن نمونه چوب در دستگاه آزمایش



شکل ۵-۳۶- روش تعیین مقاومت برشی چوب

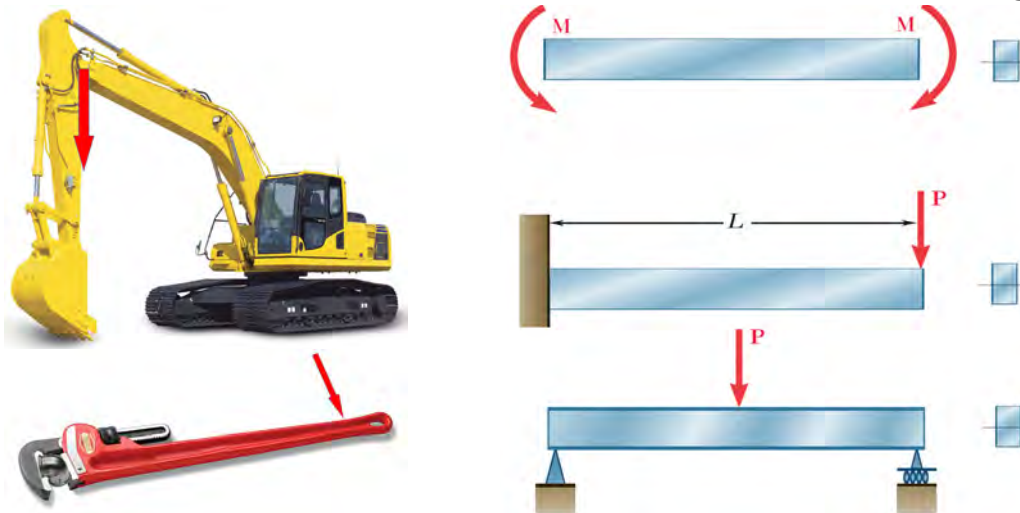


شکل ۵-۳۸- بارگذاری کششی و فشاری


اگر بار اعمال شده سبب کشیده شدن قطعه در امتداد محور بار شود، بارگذاری کششی خواهد بود. همچنین اگر بار اعمال شده سبب فشردن قطعه شود بارگذاری فشاری خواهد بود (شکل ۵-۳۸). همانطور که قبلاً آموخته اید، قطعات در هنگام بارگذاری کم، رفتاری همانند فنر از خود نشان می‌دهند و کشیده می‌شوند و پس از برداشته شدن بار به موقعیت اول خود بازمی‌گردند.

## ۴- مقاومت قطعه در برابر بارگذاری خمشی


یکی دیگر از انواع بارگذاری‌ها همان‌طور که در آزمایش با خط‌کش فلزی تجربه کردید بارگذاری خمشی بود. خط‌کش فلزی یا هر قطعه دیگر با چندین روش بارگذاری خم می‌شوند. در شکل زیر دو روش برای خم کردن خط‌کش نشان داده شده است. یکی با اعمال نیروی عرضی در یک نقطه از خط‌کش مانند انتهای آن، و دیگری با اعمال گشتاور در هر نقطه از آن خم می‌شود. سطح مقطع تیر و محور خمش نیز در شکل ۳۹-۵ نشان داده شده است.



شکل ۳۹-۵- انواع بارگذاری برای خمش یک تیر یا قطعه



(الف)



(ب)

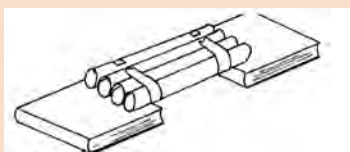
دو کاغذ A4 را نصف کنید و با استفاده از آنها آزمایش‌های زیر را انجام دهید:

۱- کاغذها را تا کرده روی هم قرار دهید، سپس لبه‌های آن را چسب زده و آنها روی دو تکیه گاه قرار دهید. با انگشت دست بر روی وسط کاغذها نیرو وارد کنید. استحکام کاغذها در مقابل خمش شدن را حس نمایید.

۲- کاغذها را روی هم قرار دهید، سپس آن را لوله کرده و با چسب لبه‌های آن را بچسبانید. سپس آن را روی دو تکیه گاه قرار دهید. با انگشت دست بر روی وسط کاغذها نیرو وارد کنید. استحکام کاغذها در مقابل خمش را حس نمایید.

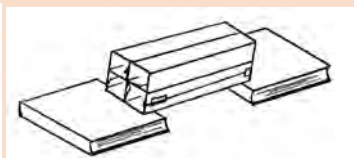
فعالیت





(ج)

۳- 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 بر روی وسط کاغذها نیرو وارد کنید. استحکام کاغذها در مقابل خم شدن را حس نمایید.



(د)

۴- کاغذها را تک تک به شکل قوطی در آورده و سپس با چسب آنها را به هم وصل کنید. سپس آن را روی دو تکیه‌گاه قرار دهید. با انگشت دست بر روی وسط کاغذها نیرو وارد کنید. استحکام کاغذها در مقابل خمش را حس نمایید.

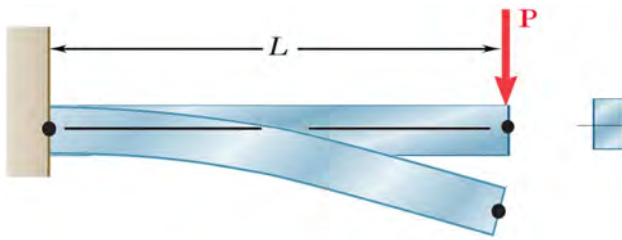
شکل ۴-۵

پس از انجام آزمایش‌ها به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:  
**۱** وزن کاغذها در سه آزمایش با هم چه تفاوتی دارند؟

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

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





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.

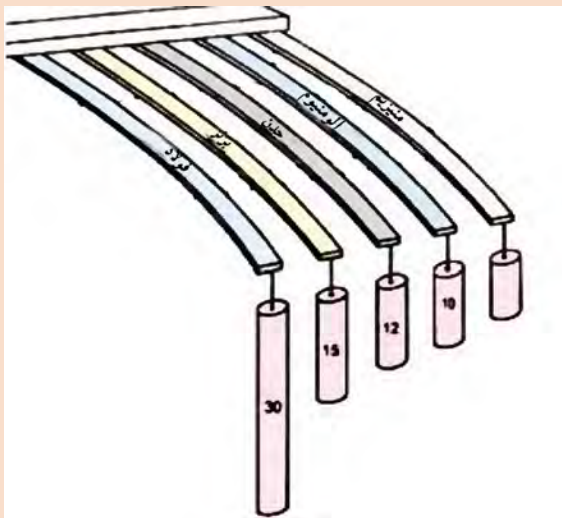
شکل ۴۱-۵- خمش یک قطعه تحت بارگذاری خمشی

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

فعالیت



تمام نقاط انتهای یک قطعه که تحت بارگذاری خمشی قرار دارد با نیرو و طول میله رابطه مستقیم دارد و با سفتی جنس قطعه رابطه عکس دارد. یعنی هر چه سطح مقطع قطعه بزرگ‌تر باشد برای یک نیروی ثابت جابه‌جایی کمتر می‌شود و قطعه در مقابل خمش سفت‌تر است. 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.



در گروه در مورد ۱- نیرو و گشتاور، ۲- سفتی جنس، ۳- جابه‌جایی و ۴- طول قطعات در شکل زیر، بحث و گفت‌وگو نمایید و دلیل جابه‌جایی ثابت آنها را توضیح دهید؟

فعالیت



شکل ۴۲-۵- جابه‌جایی قطعات در بارگذاری خمشی

## ۶- سختی چوب

«سختی چوب» به صورت مقاومت آن در برابر نفوذ یک جسم جامد تعریف می‌گردد. جسم جامد باید به وسیله نیرویی سعی در نفوذ داشته باشد. سنجش سختی فلزات از طریق اثر یک ساچمه فولادی بر سطح صاف، تقریباً در وسط جسم، تعیین می‌گردد. این روش موسوم به روش «برینل» است، اما برای چوب که یک ماده «ناهمگن» و آب‌دوست است تعیین مقدار سختی تا حدی مشکل است. در حقیقت، سختی یک ویژگی بنیادی است که به نوع ابزار کار مورد استفاده بستگی دارد؛ بنابراین، پیشنهاد شده است ارقام واقعی مورد نظر قرار نگرفته، بلکه مقدار سختی نسبی معقول‌تر است.

تعدادی قطعه چوب تهیه نموده و با میخ چگونگی سختی آنها را مشخص کنید.

فعالیت

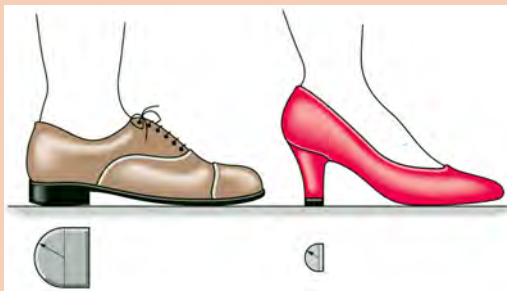


## ۷- مقاومت در برابر ساییده شدن چوب

مقاومت در برابر ساییده شدن یکی از خواص مکانیکی خیلی مهم برای کاربردهای متفاوتی نظیر استفاده از چوب در کف پوش، قطعات چوبی ماشین‌ها و غیره است. ساییده شدن به وسیله عوامل مختلفی نظیر راه رفتن، حمل کردن، اصطکاک، اثر شن و ماسه، مواد شیمیایی، رطوبت و تغییر درجه حرارت به وجود می‌آید. مواد حفاظتی، شامل: روغن‌ها، لاک‌ها، و سیلرها می‌توانند موجب کاهش ساییدگی شوند. پدیده ساییده شدن خیلی پیچیده بوده، اندازه‌گیری آن آسان نیست؛ بنابراین، فقط می‌توان نیروهایی که در حین مصرف بر چوب وارد می‌شود را شبیه‌سازی کرد. پس نتیجه آزمایش مقاومت در برابر ساییده شدن مقایسه‌ای است. در این آزمایش می‌توان میزان کم‌شدن وزن یا ضخامت را اندازه‌گیری کرد. در این آزمایش از وسیله ساینده نظیر کاغذ سنباده و غیره استفاده می‌شود. جرم مخصوص بر میزان ساییده شدن تأثیر دارد و هرچه جرم مخصوص بیشتر باشد میزان کاهش ضخامت چوب در آزمایش سائیدگی کمتر است.

در مکان‌هایی که از کف پوش استفاده شده است. دقت کنید اثر رفت و آمد بر سطوح چوب چگونه بوده است؟

فعالیت

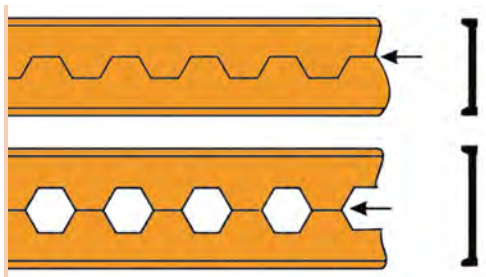


۱ اگر وزن و نیروی وارده به دو کفش نشان داده شده در شکل زیر یکسان باشد تنش فشاری بر روی پاشنه کدام کفش بیشتر است، احتمال خراب شدن کدام پاشنه بیشتر می‌باشد؟

فعالیت



شکل ۴۳-۵



شکل ۵-۴۴

۲ از روش های تولید تیرهای آهنی برش و جوشکاری تیر آهن به شکل لانه زنبوری است. چرا این نوع از تیر آهن ها در مقابل خمش استحکام بیشتری دارند؟ (شکل ۵-۴۴)



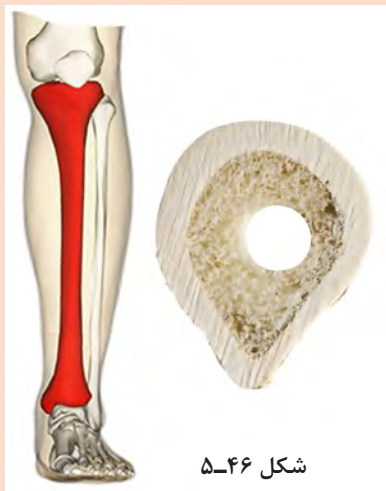
شکل ۵-۴۵

۳ در وزنه برداری گشتاور زیادی به میله وزنه برداری وارد می شود که آن را خم می کند. برای اینکه استحکام میله در بارگذاری خمشی بالا رود چه راه حلی پیشنهاد می نمایید؟ (شکل ۵-۴۵)

تحقیق کنید



۱- همانطور که می دانید 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 کنند، فیوز از این کار محافظت می کند و خود را قربانی می کند. به همین صورت در وسایل مکانیکی نیز فیوز مکانیکی وجود دارد. فیوز مکانیکی سبب می شود 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 پین های برشی از این جمله هستند. شما همراه گروه خود در زمینه انواع فیوزهای مکانیکی که خود را قربانی دیگر قطعات می کنند تا به آنها صدمه نزنند تحقیق کنید و چند نمونه از آن را در دستگاه ها و وسایل کاری موجود در کارگاه نام ببرید.



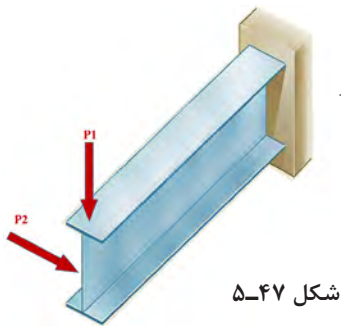
شکل ۵-۴۶

۲- همانطور که دیدید استخوان های بدن انسان شکل ۵-۴۶ هر کدام برای هدفی که دارند دارای شکل متفاوتی هستند. استخوان ساق پا (تیبیا) دومین استخوان بزرگ بدن بعد از استخوان ران پا می باشد که انواع مختلف بار (در برابر فشار) به آن وارد می شود. به نظر شما سطح مقطع این استخوان چرا به صورت توپر یا به شکل مربع شکل نیست؟ فکر می کنید طراح آن چرا این شکل را که شبیه دایره تو خالی می باشد انتخاب کرده است؟ به صورت گروهی تحقیق کنید.

آیا به عظمت پروردگار دانا و حکیم پی بردید؟

### تمرین

در شکل ۵-۴۷ اگر نیروی  $P_1$  و  $P_2$  با هم برابر باشند، جابه‌جایی تیر در جهت افقی بیشتر است یا در جهت عمودی؟ علت را توضیح دهید.



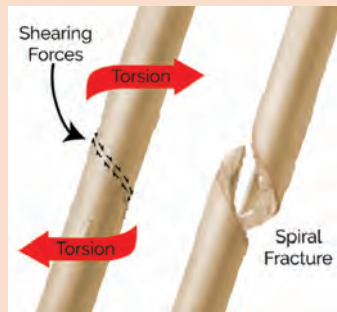
شکل ۵-۴۷

مواد ترد و شکننده و مواد نرم و چکش‌پذیر هر کدام در هنگام پیچش به شکل خاصی می‌شکنند، شکل شکستن هر یک از مواد را هنگام پیچش تحقیق کنید.

تحقیق کنید



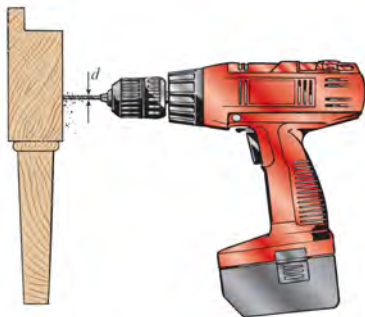
شکل ۵-۴۹



شکل ۵-۴۸

یکی از موارد رایج در هنگام کار شکست مته هنگام سوراخ کاری است. دلایل شکست مته هنگام کار را بررسی نمایید.

بررسی کنید



شکل ۵-۵۱

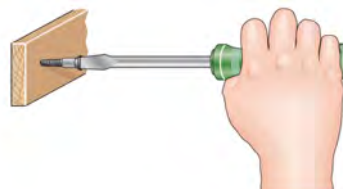


شکل ۵-۵۰

هنگام پیچ کردن قطعات چوبی برای استحکام بالا بایستی چه مواردی را در نظر گرفت؟



شکل ۵-۵۳



شکل ۵-۵۲

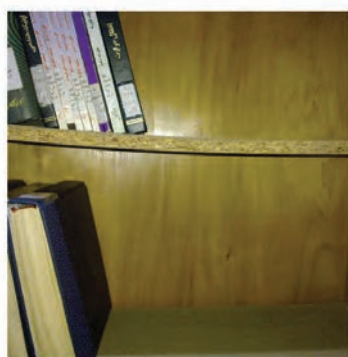


کمانش چیست و برای استحکام قطعه در کمانش بایستی چه کاری انجام داد؟  
تصاویر مربوطه را رسم نمایید.

## ارزشیابی پایانی فصل ۵



۱ به نظر شما ابعاد مقطع پایه یک صندلی بر اساس کدام یک از موارد زیر تعیین می‌گردد؟ در این مورد تحقیق نموده و به صورت گزارش به هنرآموز خود تحویل دهید.  
(الف) زیبایی و مقاومت (ب) قیمت مواد اولیه (ج) مقدار نیروی وارده (د) همه موارد



۲ انحنای ایجاد شده در طبقه کتابخانه چه نوع تغییر شکلی می‌باشد؟  
توضیح دهید که آیا با برداشتن کتاب‌ها طبقه خمیده شده به طور کامل به شکل اولیه بر می‌گردد؟

شکل ۵۴ - ۵

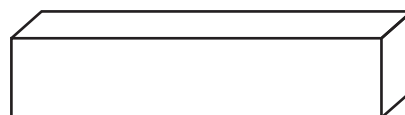
۳ به نظر شما تبدیل تغییر شکل الاستیک در اثر گذشت زمان به تغییر شکل پلاستیک به چه معناست؟ در کلاس با دوستان خود بحث نموده و نتیجه را با مثال عملی به هنرآموز خود اعلام کنید.

۴ با آزمایش مقدار خمشی MDF با تخته خرده چوب را در طول و ضخامت مساوی بررسی و نتیجه را به هنرآموز خود تحویل دهید.

۵ در مونتاژ یونیت کابینت زیر سینک آشپزخانه تیغه یا قید افقی نگهدارنده دو بدنه که سینک روی آن نصب می‌شود به صورت عرضی قرار می‌گیرد یا ضخامت؟ چرا؟ در کارگاه هنگام ساخت به طور عملی انجام داده و نتیجه هر دو مورد را با تصویر شماتیکی و بارگذاری نیروی عمودی و خمشی به هنرآموز اعلام کنید.



عرضی



ضخامت

## نمونه آزمون ارزشیابی مبتنی بر شایستگی

درس دانش فنی پایه گروه مکانیک

فصل مقاومت قطعات

ابزار ارزشیابی: آزمون کتبی عملکردی

- براساس استاندارد ارزشیابی پیشرفت تحصیلی:

نمره	شاخص تحقق	نتایج مورد انتظار	استاندارد عملکرد (کیفیت)	تکالیف عملکردی (واحدهای یادگیری)	عنوان فصل	
۳	مقایسه نسبی سفتی و استحکام قطعات در بارگذاری کششی، برشی، پیچشی و خمشی	بالاتر از حد انتظار	مقایسه نسبی سفتی قطعات در بارگذاری کششی، فشاری، برشی، پیچشی، خمشی ساده با توجه مشخصات هندسی و جنس آنها	۱- مقایسه سفتی قطعات مکانیک ساده در بارگذاری‌های خالص ۲- مقایسه استحکام قطعات مکانیک ساده در بارگذاری‌های خالص	مقاومت قطعات	
۲	مقایسه نسبی سفتی و استحکام قطعات در بارگذاری کششی، برشی، پیچشی	در حد انتظار				
۱	مقایسه نسبی سفتی و استحکام قطعات در بارگذاری کششی و برشی	پایین‌تر از حد انتظار				
نمره مستمر از ۵						
نمره واحد یادگیری از ۳						
نمره واحد یادگیری از ۲۰						

### نمونه آزمون: ارزشیابی پایانی فصل مقاومت قطعات در برابر تغییر شکل

قابل توجه هنرجویان عزیز:

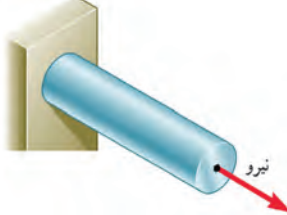
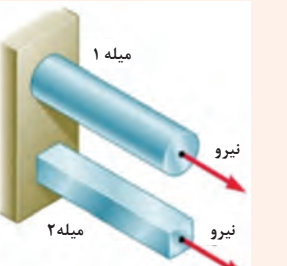

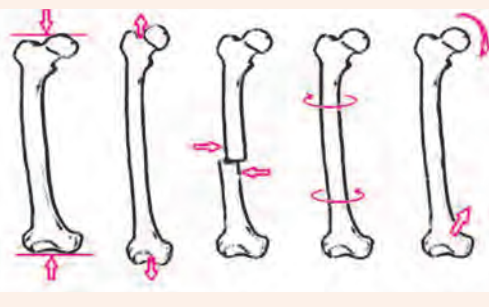
● نمره این آزمون به صورت ۱ یا ۲ یا ۳ خواهد بود که در عدد ۵ ضرب می شود و با نمره مستمر جمع می گردد و نمره فصل محاسبه و در کارنامه ثبت می گردد.

● نمره ۱ را در صورتی می توانید کسب کنید که از ۵ سؤال بخش اول ۳ سؤال را کامل پاسخ دهید.

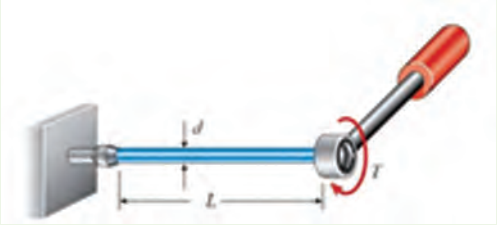
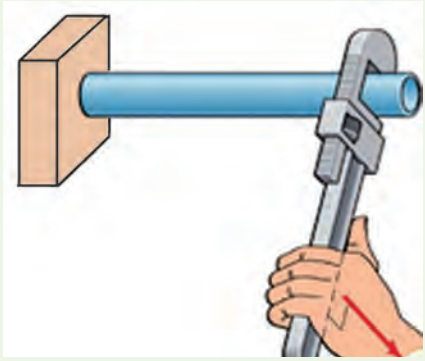

● نمره ۲ را زمانی کسب می کنید که علاوه بر نمره ۱ از ۳ سؤال بخش دوم ۲ سؤال را کامل پاسخ دهید.

● نمره ۳ را زمانی کسب می نمایید که علاوه بر نمره ۲ از ۳ سؤال بخش سوم ۲ سؤال را کامل پاسخ دهید.

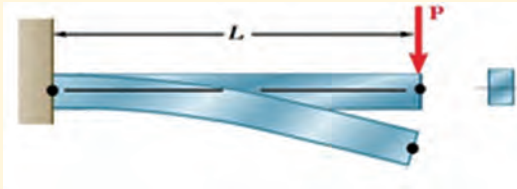
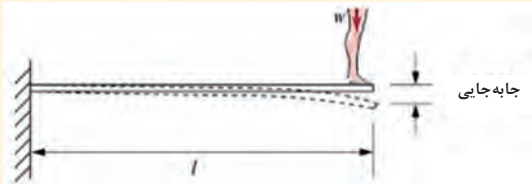
مدت آزمون: ۹۰ دقیقه

	<p>اگر طول یک میله دو برابر شود و بقیه ابعاد و جنس ثابت بماند، سفتی کششی میله چند برابر می شود؟ محاسبه کنید.</p>	<p>سؤال ۱</p>
<p>دو میله هم وزن، هم طول و همجنس که یکی از آنها توپر و دیگر توخالی (لوله) است در نظر بگیرید، محاسبه کنید سفتی کششی کدام کمتر است؟</p>	<p>سؤال ۲</p>	
	<p>یک میله و یک شمش فلزی دارای سطح مقطع و طول یکسان هستند، جنس میلگرد از مس و دیگری از فولاد است، محاسبه کنید جابه جایی انتهای کدام یک کمتر است؟</p>	<p>سؤال ۳</p>
	<p>برای اینکه تحت بارگذاری برش پیچ برش نخورد چه راه حل هایی پیشنهاد می کنید؟</p>	<p>سؤال ۴</p>
	<p>نام انواع بارگذاری های انجام شده بر روی استخوان پا در شکل نشان داده شده را بنویسید؟</p>	<p>سؤال ۵</p>

بخش اول

<p>اگر گشتاور پیچشی و طول میله دو برابر شود، زاویه پیچش در انتهای میله به چه میزان تغییر می کند. محاسبه کنید.</p> 	<p>سؤال ۱</p>	<p>بخش دوم</p>
<p>دو میله هم وزن، هم طول و همجنس که یکی از آنها توپر و دیگری توخالی (لوله) است را با یک گشتاور ثابت در نظر بگیرید، تنش در کدام یک بیشتر است؟ محاسبه کنید.</p> 	<p>سؤال ۲</p>	
<p>برای جلوگیری از برش پیچ در بارگذاری پیچشی چه راه‌حلهایی را پیشنهاد می کنید؟</p> 	<p>سؤال ۳</p>	



<p>در شکل زیر اگر نیرو ۴ برابر و طول تیر ۲ برابر و سفتی جنس و ممان اینرسی سطح مقطع تیر ۲ برابر شود، محاسبه کنید جابه‌جایی تیر نسبت به حالت قبل چه تغییری می‌کند؟</p> 	<p>سؤال ۱</p>	<p>بخش سوم</p>
<p>در شکل زیر 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.</p> 	<p>سؤال ۲</p>	
<p>اگر طول یک تیر یک سر درگیر دو برابر شود و بقیه ابعاد و جنس ثابت بماند، محاسبه کنید سفتی خمشی تیر چند برابر می‌شود؟</p>	<p>سؤال ۳</p>	

## منابع و مآخذ

- ۱- برنامه درسی رشته صنایع چوب و مبلمان - دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش سال ۱۳۹۴.
- ۲- روشن‌بخش یزدی، احمد، خواجه شرف آبادی، محمدعلی، منانی، علی اصغر (۱۳۹۳). تکنولوژی مواد، وزارت آموزش و پرورش.
- ۳- حسین‌زاده، عبدالرحمن، جهان‌لیتباری، احمد (۱۳۹۳) خواص فیزیکی و مکانیکی چوب، وزارت آموزش و پرورش.
- ۴- بهادران، امیربهدار، (۱۳۹۳) محاسبات فنی (فنی و حرفه‌ای)، وزارت آموزش و پرورش.
- ۵- اسدی، محمد، فرخ‌نیاورانی، علی اکبر (۱۳۹۳) محاسبات فنی صنایع چوب، وزارت آموزش و پرورش.



هنرآموزان محترم، هنرجویان عزیز و اولیای آنان می‌توانند نظریه‌های اصلاحی خود را درباره‌ی مطالب این کتاب از طریق نامه

برنشانی تهران - صندوق پستی ۴۸۷۴ / ۱۵۸۷۵ - گروه درسی مربوط و یا پیام‌نگار [tvoccd@roshd.ir](mailto:tvoccd@roshd.ir) ارسال نمایند.

وب‌گاه: [www.tvoccd.medu.ir](http://www.tvoccd.medu.ir)

دفترتالیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش