بسم الله الرحمن الرحیم

دانش فنی پایه

رشتهٔ صنایع چوب و مبلمان

گروه مکانیک

شاخهٔ فنی وحرفه ای

پایهٔ دهم دورهٔ دوم متوسطه

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

نام کتاب: دانش فنی پایه (رشتهٔ صنایع چوب و مبلمان) ـ ۲۱۰۴۶۵
پدیدآورنده: سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای وکاردانش
شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف: محمد لطفی‌نیا، امیر نظری، اردشیر عبدی، علیرضا عبدالهی، محمد غفاری‌مجلج، احمد روشن‌بخش‌یزدی، مرتضی جعفری ، امیر بهادر بهادران، مهدی اسمعیلی (اعضای گروه تألیف)
مدیریت آماده‌سازی هنری: ادارهٔ کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
شناسه افزوده آماده‌سازی: محمد مهدی ذبیحی (مدیر هنری) ـ آزاده امینیان(طراح جلد) ـ آزاده امینیان و خدیجه محمدی (صفحه آرا)
نشانی سازمان: تهران: خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)
تلفن: ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱ ، **دورنگار:** ۸۸۳۰۹۲۶۶ ، **کد پستی:** ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
وب‌گاه: www.chap.sch.ir و www.irtextbook.ir
ناشر : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران ـ کیلومتر ۱۷ جادهٔ مخصوص کرج ـ خیابان ۶۱ (داروپخش) **تلفن :** ۵ ـ ۴۴۹۸۵۱۶۱، **دورنگار:** ۴۴۹۸۵۱۶۰
صندوق پستی: ۱۳۹ـ ۳۷۵۱۵
چاپخانه: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ چهارم ۱۳۹۸

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

شابک 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 (قدِّسَ سِرّه الشّریف)

فهرست

فصل اول: کلیات ۹

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

فصل دوم: مواد اولیه چوبی و کاربرد آنها ۲۹

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

فصل سوم: اندازه‌گیری و محاسبات آن ۷۵

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

- یکای اندازه‌گیری زاویه ۹۳
- محاسبه روابط مثلث ۹۶
- یکای اندازه‌گیری سطح ۱۰۱
- یکای اندازه‌گیری حجم ۱۰۲
- وزن ۱۰۴
- اندازه‌گیری وزن ۱۰۷

فصل چهارم: حرکت ۱۱۳
- حرکت و انواع آن ۱۱۴
- پیشبرد کار در ماشین‌های صنایع چوب ۱۲۰
- انتقال حرکت ۱۳۱

فصل پنجم: مقاومت قطعات چوبی در برابر تغییر شکل ۱۴۳
- شاهکار مهندسی جنگ در رودخانه‌ای خروشان ۱۴۴
- بارگذاری و نیروهای وارده بر روی قطعات چگونه است؟ ۱۵۱
- جلوهٔ آفرینش ۱۵۲
- الاستیک، پلاستیک و شکست قطعات ۱۵۵
- مقاومت در برابر ضربهٔ چوب ۱۵۸
- عوامل موثر بر مقاومت در برابر کشش‌موازی با الیاف ۱۶۲
- مقاومت قطعه در برابر بارگذاری کششی و فشار ۱۶۶
- سختی چوب ۱۷۰
- منابع و مآخذ ۱۷۸

سخنی با هنرآموزان گرامی

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

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

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

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

سخنی با هنرجویان عزیز

درس دانش‌فنی‌پایه با هدف شناخت مفاهیم، کسب دانشِ‌فنی‌پایه در گروه مکانیک و رشتهٔ تحصیلی صنایع چوب و مبلمان برای شما هنرجویان عزیز طراحی و کتاب آن تألیف شده است.
در تدوین درس دانش‌فنی‌پایه، موضوعاتی مانند تاریخچهٔ رشته، محتوا جهت ایجاد انگیزش، مشاغل و هدف رشتهٔ تحصیلی، نقش رشتهٔ شما در توسعهٔ کشور،مثال‌هایی از نوآوری، خلاقیت و الهام از طبیعت،اصول،مفاهیم، قوانین، نظریه، فناوری، علائم، تعاریف کمیت‌ها، واحدها و یکاها، فرمول‌های فنی،تعریف دستگاه‌ها و وسایل کار، مصادیقی از ارتباط مؤثر فنی و مستندسازی، زبان‌فنی، ایمنی و بهداشت فردی و جمعی، پیشگیری از حوادث احتمالی شغلی و نمونه‌هایی از مهارت حل مسئله در بستر گروه تحصیلی و برای رشتهٔ تحصیلی در نظر گرفته شده است.
می‌توانید در هنگام ارزشیابی این درس، از کتاب همراه هنرجوی خود استفاده نمایید.
توصیه می‌شود در یادگیری این درس به دلیل کاربرد زیاد آن در درس‌های دیگر رشته، کوشش لازم را داشته باشید.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی وحرفه‌ای و کاردانش

فصل ۱

کلیات

قلمرو دانش ■ مشاغل رشته ■ وظایف ■ تاریخچه

پیشگفتار

صنایع چوب از جمله صنایعی است که از گستردگی زیادی به‌صورت 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 توسعهٔ 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 فاصلهٔ آنها به مراکز مصرف و کارخانجات تبدیل چوب نیز، در حمل‌ونقل 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 هنگامی‌که از چوب صحبت می‌شود، منبع تولید آن یعنی جنگل‌ها نیز مطرح می‌گردد.

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 به‌عنوان 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 آیندهٔ نزدیک، ارزش اقتصادی این ماده همپای نفت شود. به هرحال 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 پیشرفتهٔ صنایع چوبی در ذهن دارد. خوشبختانه در مناطق شهری ایران نیز به یمن وجود مواد سوختی فسیلی و الکتریسیته، دیگرچوب به عنوان یک مادهٔ تامین‌کنندهٔ انرژی مطرح نبوده، و به صورت محصولِ دست صنعت‌گران، مورد نظر است.

تاریخچهٔ صنعت چوب در ایران

در ایران باستان استفاده از چوب، رونق به سزایی داشته است. طبق مطالعات، مردمان بومی‌شمال 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 دربارهٔ آن، به حداقل می‌رساند. اکتشافات باستان‌شناسی در تپه‌های مارلیک گیلان (چراغعلی تپّه) که در حوالی روستای نِصفی 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 دورهٔ هخامنشیان، نشان می‌دهد که در ایران باستان نیز ارزش جنگل و چوب کاملاً روشن بوده، و به‌همین دلیل درختکاری و به‌خصوص 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 بـه طـور شـگـرفی روبه ترقی بوده است .

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

از قدیمی‌ترین آثار چوبی دوران اسلامی، دو ستون چوبی و قطعه‌ای خاتم کاری است که در ناحیهٔ ترکستان غربی کشف شده و متعلق به قرن سوم هـ .ق است؛ تزئینات این آثار، شباهت زیادی به چوب بری های 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 بوتهٔ تزئین شده البته، غیر از طرح‌هایی که اساس گیاهی دارند مثل گل و بوته و طرح‌های اسلیمی‌که بیشتر در حاشیهٔ صفحات قرآن کریم به کار رفته است، طرح های گل و بلبل نیز رنگ و بوی مذهبی گرفت. اهمیت صنعت چوب و حرفه و شغل درودگری از آیهٔ ۳۷ سوره هود مشهود است که خداوند متعال به حضرت نوع (ع) می‌فرماید: «به ساختن کشتی در حضور و مشاهدهٔ 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 ۱ـ۱

نمونه ای از آثار ارزشمند صنایع چوب در دوران اسلام

درِ منبت کاری شده، با قوس جناقی و بازوهایی 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 ۲ـ۱ و ۳ـ۱).

محل نگه‌داری: موزهٔ ملی ایران

شکل ۲ـ۱

شکل ۳ـ۱

در چوبی با گل‌میخ‌ها و کوبه‌هایی زیبا. درهای خانه‌های قدیمی، دو کوبهٔ 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 شیوهٔ منبت‌کاری 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 وا می‌دارد. بخش اصلی منبت‌کاری‌ها از چوب گردو و گلابی است و دارای ۷/۵ متر ارتفاع و ۱۴ پله است.
این منبر زیبا از عرشهٔ منبر، دو چارچوب و سر در، یکی سر درِ پله‌ها با چارچوب و دو لنگه درِ ورودی، دیگری سردر و تاج بالای عرشه، دیوارهٔ اطراف منبر به‌صورت مشبک و منبت‌کاری است. ابعاد عرشهٔ منبر ۱۱۴ در ۱۱۲ سانتی‌متر، ارتفاع درِ ورودی منبر ۱۷۵ و عرض هر لنگهٔ در، ۵۰ سانتی‌متر است. بلندیِ سردرِ پله ۳۰۰ و تاج سردر ۷۵ سانتی‌متر است. سردرِ عرشه نیز ۲۵۰ سانتی‌متر ارتفاع دارد و عرض شبکهٔ طرفین پله‌ها ۶۵ سانتی‌متر است.
در پیشانی سردرِ عرشه، عبارت «الخطبةُ وعیدُالمؤمنین» به‌صورت مُنبت شده مکتوب است و در طرفین آن نوشته شده:
«قالَ النبی (ص): اِذا صَعِدَ الخطیبُ عَلَی المنبر لا تَحْدُثَنَّ اَحَدُکُمْ.»
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 ۴ـ۱).

شکل ۴ـ۱ـ 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 توجّه است.

این آثار به جامانده از سال ۱۰۵۷ هجری شمسی، جزءِ میراث فرهنگی بوده و از آن محافظت می گردد (شکل ۵ـ۱).

شکل ۵ـ۱

شکل ۶ـ۱

کاخ چهل‌ستون اصفهان، که ستون‌های آن از چوب چنار بوده، و روی آن با ورق های روکش چوبی ضخیم مزیّن به شیشه‌های رنگی پوشانده شده است. این اثرِ تاریخیِ مربوط به دورهٔ سلطنت هفتمین پادشاه صفویه (شاه عَباس دوم)، در سال ۱۰۵۷ هجری شمسی ساخته شده و نمایانگر مقاومت بالای مکانیکی چوب است.

از این‌گونه آثار ارزندهٔ چوبی که حاصل دست توانمند صنعتگران ورزیدهٔ قدیمی است، به عنوان میراث فرهنگی کشور، در اقصی‌نقاط سرزمین عزیزمان دیده می‌شود (شکل‌های ۶ـ۱ و ۷ـ۱).

شکل ۷ـ۱

دیوار چوبی ـ گوه ماسوره‌ای با منبت اسلیمی‌طرح سنتی (آستان قدس رضوی)(شکل‌های ۸ـ۱ و ۹ـ۱).

شکل ۸ـ۱

شکل ۹ـ۱

فضاهای اسلامی، ساخته و پرداختهٔ 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 منبت‌کاری شده که با انواع نقوش اسلیمی، ختایی و هندسی و مشبک‌کاری بسیار زیبا، تزئین شده‌اند. بهترین آثار هنری چوبی خلق شده را می‌توان در ساختمان مساجد و اماکن مقدس مشاهده کرد (شکل ۱۰ـ۱).

شکل ۱۰ـ۱

«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 ۱۱ـ۱).

شکل ۱۱ـ۱

هنرمندان مسلمان و خوش ذوق اسلامی کشورمان، احادیث و عبارت‌های مذهبی را بسیار ماهرانه روی سازه‌های چوبی مانند درها، پنجره‌ها و منابر، به عنوان تزئینات اماکن مقدس به‌صورت معرق، گره‌چینی، خاتم و منبت‌کاری به‌کار برده و سالیان دراز است که عرصهٔ رقابت فرهنگی و صنایع چوب خود نموده‌اند. در یک قطعه از کتیبهٔ معرق آستان قدس رضوی (تصویر زیر) شکل ۱۲ـ۱ که ملاحظه می‌نمایید، به کلام رسول مکرم اسلام حضرت محمد(ص) مزین است و در یکی از خطوط آن پیامبر فرموده‌اند:

« أنا مدينة العلم وعليٌّ بابها»

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

شکل ۱۲ـ۱

شکل ۱۳ـ۱

کار با چوب، به‌طور عمده به شش رشتهٔ 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 «ارسی‌سازی» است.

در هنر ارسی‌سازی، هیچ میخ و چسبی به‌کار نمی‌رود و تمام نقش‌ونگارهای آن، به‌وسیلهٔ 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، پنجرهٔ 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 ۱۳ـ۱).

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 دو چندان می‌یابد. این هنرمندان در نهایت دیانت و قناعت و حوصله، با کمترین امکانات (تیشه، اره، رنده و سوهان) با نیروی عقل سلیم خود، زیبایی وصف ناشدنی آفریدند که قلم و زبان از توصیف آن عاجز است.

هنر نازک‌کاری، هنر ریزه‌کاری و نقش و نگار است که از گذشتهٔ دور تا به حال، نقش ویژه‌ای در میان افراد داشته و انتظار می‌رود که در آیندهٔ دور، پررونق‌تر شده و روز به روز بر زیبایی آن افزوده شود (شکل ۱۴ـ۱).

شکل ۱۴ـ۱

صنعت مبلمان و جایگاه آن در اقتصاد کشور

امروزه با تغییر شیوهٔ زندگی، سطح درآمد و رشد اقتصادی، صنعت مبلمان از شکل و چارچوب قبلی خود یعنی تولید صندلی، میز یا تخت خواب، به تولید دامنهٔ وسیع‌تری از مبلمان خانگی و اداری، و همچنین معماری داخلی تغییر کرده، که این امر، موجب جهش و رونق اقتصادی در صنعت مبلمان شده است. مبل‌سازی، در حقیقت تلفیق هنر، علم و صنعت است؛ یعنی با به‌کار بردن ماشین آلات و تجهیزات و خلاقیت و هنر، محصولی ساخته می‌شود 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 به‌حساب آمده و توان ایجاد اشتغال بالایی دارد.

ارتباط مبلمان با سایر بخش ها

به‌طور کلی «زنجیرهٔ تأمین» شامل تأمین کنندگان عمومی، تأمین کنندگان خاص، تولید کنندگان و توزیع کنندگان به شرح‌زیر می باشد:

۱ـ *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. *تأمین‌کنندگان خاص*، مواد اولیه را از طریق تأمین‌کنندگان عمومی تهیه کرده و طی فرآیندی، آن را به مواد اولیهٔ خاص صنعت مبلمان تبدیل می کنند. با قطع درختان جنگلی، تخته و محصولات نیمه آمادهٔ مورد نیاز صنعت چوب، در کارخانه‌های چوب‌بری و الوارسازی تولید می شود.

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

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

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

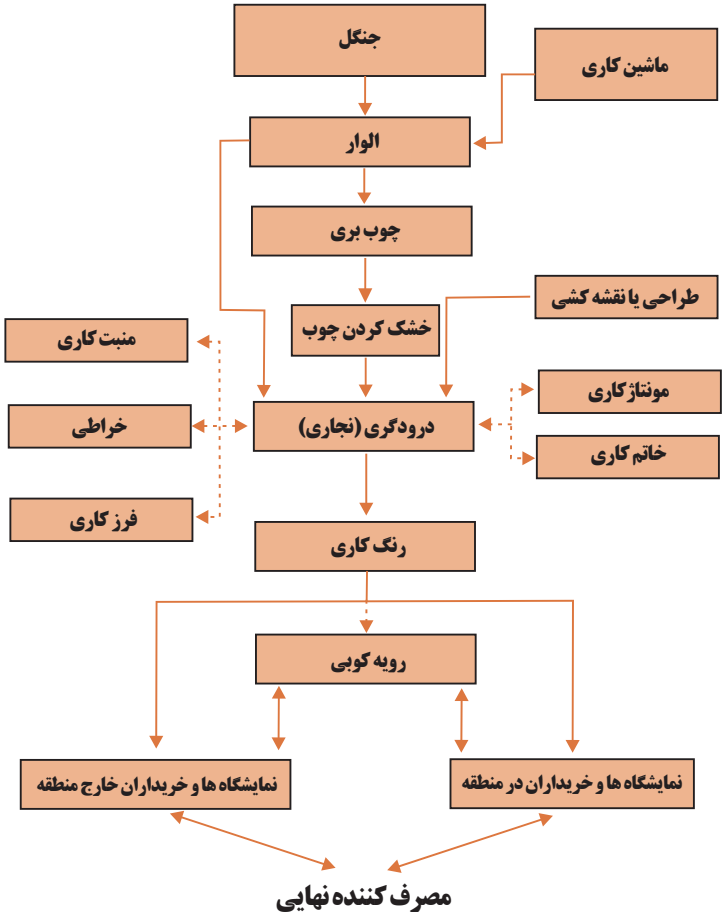
۵ـ توزیع، فروشندگان عمده و خرده فروشان به توزیع و فروش مبلمان به مصرف کننده نهایی می‌پردازند و همچنین برخی از تولید کنندگان به طور مستقیم به عرضهٔ محصولات به مصرف کننده نهایی می‌پردازند.

فرآیند تولید مبلمان چوبی

فرآیند تولید مبلمان چوبی، شامل مراحل زیر است:

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

در صورت تأمین مستقیم، چوب برش داده شده و به شکل تخته های چوبی در می آید. در مرحلهٔ خشک کردن، چوب متناسب با نوع و درصد رطوبت و شرایط آن، رطوبت‌زدایی می شود. معمولاً خشک کردن به‌صورت طبیعی، ۶ ماه تا یک سال و با دستگاه (به‌طور 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 شده‌ای که خریداری می‌شود، استفاده می کنند. فرآیند عمومی تولید مبلمان در نمودار ۱ نشان داده شده است.

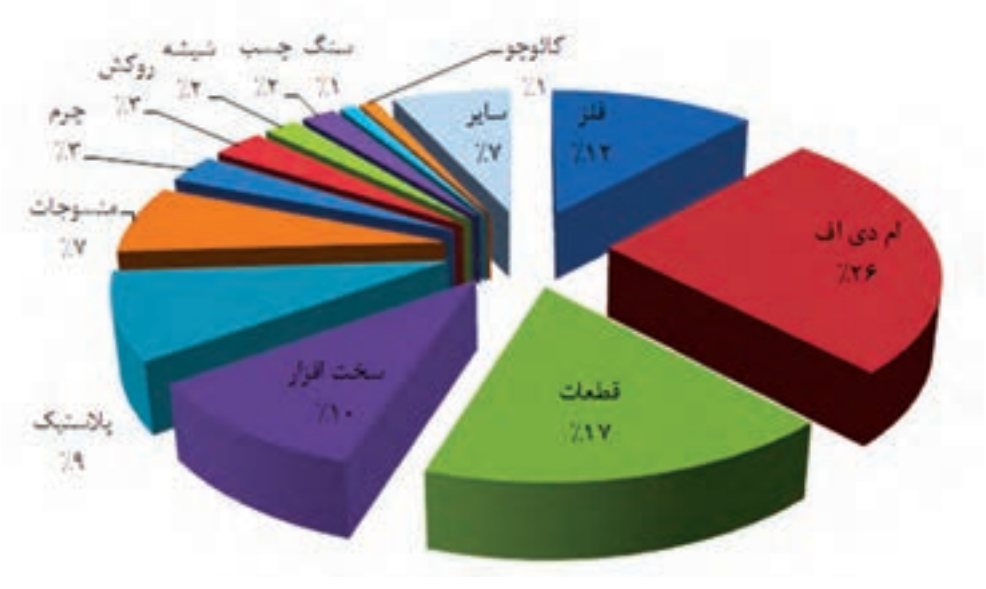


شکل ۱۵ـ۱ـ نمودار ۱ـ فرآیند عمومی تولید مبلمان

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 به‌یکدیگر 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 جلوهٔ بهتر روکش چوب، از ورق‌ها یا نوارهای روکش استفاده می‌شود.) در تولید انبوه از سیستم رنگ‌کاری استفاده می‌شود. در مرحلهٔ رویه‌کوبی (پس از رنگ کاری شدن اسکلت چوبی)، ابتدا نوار کف زده می‌شود و با چسباندن فوم و ابر و لایه‌های مربوط، عملیات رویه کوبی پارچه روی اسکلت چوبی با استفاده از چسب و منگنه انجام می‌شود تا شکل نهایی محصول بدست آید. مواد اولیهٔ 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 به‌صورت شکل زیر است. مواد تشکیل‌دهندهٔ 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 ۱۶ـ۱ـ نمودار ۲

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

جدول ۱ـ۱

ICS_Code	سال	موضوع	شماره
۱۴۰/۹۷	۱۳۷۰	آیین کاربرد سطوح لازم برای مبلمان آپارتمان‌های مسکونی	۲۳۰۱
۱۴۰/۹۷	۱۳۸۳	مبلمان ـ قفسهٔ کتاب ـ ویژگی‌ها	۱۶۱۴
۱۴۰/۹۷	۱۳۸۳	مبلمان خانگی ـ میزها روش‌های آزمون برای تعیین استحکام، دوام و پایداری	۷۴۹۳
۱۴۰/۹۷	۱۳۸۴	چرخ‌های گردان مبلمان ـ الزامات	۸۲۶۶
۱۴۰/۹۷	۱۳۸۶	مبلمان ـ قفسهٔ لباس مراکز آموزشی ـ ویژگی‌ها و روش‌های آزمون	۱۹۱۲
۱۴۰/۹۷	۱۳۸۶	مبلمان ـ صندلی دسته دار ـ ویژگی‌ها و روش‌های آزمون	۲۰۳۲
۱۴۰/۹۷	۱۳۸۶	مبلمان ـ میز نقشه کشی مدارس ـ ویژگی‌ها و روش‌های آزمون	۲۰۳۶
۱۴۰/۹۷	۱۳۸۶	مبلمان خانگی ـ نشیمنگاه‌ها ـ الزامات پایداری و روش‌های آزمون	۹۱۸۴
۱۴۰/۹۷	۱۳۸۶	مبلمان ـ میز و صندلی مراکز آموزشی ـ قسمت اول ـ ابعاد عملکردی	۱ـ۹۶۹۷
۱۴۰/۹۷	۱۳۸۶	مبلمان اداری ـ میزها ـ قسمت اول ـ ابعاد	۱ـ۹۶۹۸
۱۴۰/۹۷	۱۳۸۶	مبلمان ـ میز و صندلی مراکز آموزشی ـ قسمت دوم ـ الزامات ایمنی و روش‌های آزمون	۲ـ۹۶۹۷
۱۴۰/۹۷	۱۳۸۶	مبلمان اداری ـ میزها ـ قسمت دوم ـ الزامات ایمنی مکانیکی	۲ـ۹۶۹۸
۱۴۰/۹۷	۱۳۸۶	مبلمان اداری ـ میزها ـ قسمت سوم ـ روش‌های آزمون برای تعیین پایداری و استحکام ساختار مکانیکی	۳ـ۹۶۹۸
۱۴۰/۹۷	۱۳۸۶	مبلمان اداری ـ صندلی‌ها ـ الزامات ایمنی، دوام و روش‌های آزمون	۹۶۹۹
۱۴۰/۹۷	۱۳۸۷	مبلمان خانگی ـ نشیمنگاه‌ها ـ روش‌های آزمون برای تعیین استحکام و دوام	۱۱۵۲۷
۱۸۰/۱۴۰,۱۳/۹۷	۱۳۸۷	مبلمان اداری ـ صندلی‌های گردان ـ ابعاد و روش تعیین ابعاد	۱ـ۱۱۳۸۸

به گفتهٔ فعالان هنر صنعت مبلمان، این استانداردها قدیمی بوده و نیازمند به‌روز رسانی منطبق با استانداردهای جهانی و بازنگری 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 ۱۳۷۵۹، EN، GZ-RAL ۴۳۰ و... .

مبلمان آشپزخانه، شامل: NE۱۴۷۴۹، NE۱۱۱۶، NID۶۸۹۳۰

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

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

کیفیت تولیدات

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، زیرا ارائه این محصولات، نیازمند نمایشگاه وسیع و مناسبی است تا بتوان محصولات را در معرض دید مشتریان و مصرف‌کنندگان قرار داد؛ بنابراین هزینهٔ نمایشگاهی و فروش در این صنعت رقم قابل توجهی از قیمت فروش را به خود اختصاص می‌دهد. طبق بررسی‌های انجام شده بر اساس خوشهٔ 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.

مزیت های رقابتی و نسبی

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

- کارایی بالای سرمایه‌گذاری صنعت مبلمان نسبت به سایر صنایع
- سهولت ورود به صنعت مبلمان برای تازه واردها
- اشتغال زایی 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 سرمایهٔ اولیهٔ سنگین برای تولید محصولات
- پایین بودن سطح دستمزد در کشور نسبت به سایر کشورها

- احداث شهرک صنعتی مبلمان درکشور
- بزرگ بودن جامعهٔ بازار هدف مبلمان درکشور
- 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 علاقهٔ عمومی‌مردم برای استفاده از مبلمان به‌صورت فراگیر
- مصرف پایین انرژی در صنعت مبلمان نسبت به سایر صنایع کشور
- وجود استادکاران زبده در صنف مبلمان به عنوان یک سرمایهٔ انسانی
- عدم وجود وابستگی شدید صنعت به ابزارها و فناوری‌های پیچیده

فناوری‌های نوین در رشتهٔ صنایع چوب و مبلمان

در کارخانجات صنعتی، دستگاه‌هایی وجود دارد که برخلاف دستگاه‌های رایج، باید برای ماشین‌کاری به‌صورت 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 ۱۷ـ۱) و با وجود گران بودن، در بسیاری از کارگاه‌ها و کارخانه‌های تولیدی، به‌خاطر 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 درحال پیشرفت می‌باشد.

شکل ۱۷ـ۱

پس از اختراع رایانه و راه یافتن آن به عرصهٔ صنعت، رفته‌رفته دخالت انسان در طراحی، رسم، ماشین‌کاری، کنترل فرآیندها، مدیریت تولید و... کمتر شد، و سرعت و دقت به‌وجود آمده، زمینه‌ساز تحولات چشم‌گیری در تولید قطعه‌های پیچیده در کمترین زمان گردید، به‌طوری که امروزه بسیاری از مراحل ساخت یک قطعه، توسط رایانه انجام می‌شود.

امروزه برای تولید یک قطعهٔ پیچیده، کافی است طرح، نقشه و جنس قطعهٔ موردنظر به رایانه داده شود، و در زمان کوتاهی، آن قطعه درحالی که ماشین‌کاری شده، از روی میز دستگاه C.N.C تحویل گرفته شود. در شیوه‌های CAD/CAM هدف این است که با دادن اطلاعات رایانه‌ای به سیستم، از قبیل نقشه یا ابعاد قطعه، سیستم در جواب، قطعهٔ موردنظر را ساخته، یا مدل کرده و تحویل دهد.

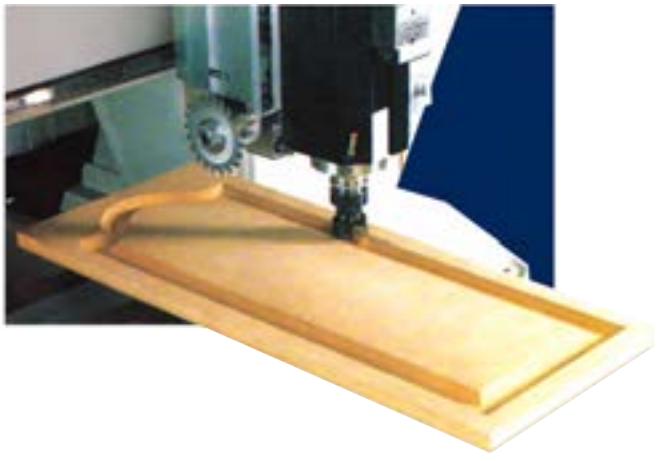
ساخته شدن ماشین‌های C.N.C تحولی در صنعت ایجاد کرد و سرعت و دقت ساخته شدن قطعات را بسیار افزایش داد؛ و بنابر مشاهدات و آنچه حدس زده شده، تعداد ماشین‌های کنترل عددی در ایران، بیش از آلمان است، که بیشتر این ماشین‌آلات نیز در اختیار شرکت‌های دولتی و نظامی می‌باشد. با توجه به این‌که در ایران ماشین‌های کنترل عددی نیز ساخته یا به عبارت درست‌تر مونتاژ می‌شود، و با توجه به قیمت مناسب آنها، این‌گونه ماشین‌ها به‌تدریج جای خود را در صنایع و کارخانجات کوچک باز می‌کنند. گروه ماشین‌سازی تبریز از جمله کارخانجات سازندهٔ ماشین‌های کنترل عددی است.

زبان برنامه‌نویسی همهٔ ماشین‌های کنترل عددی به‌صورت G-Coding است که البته بعضی از کنترل‌های فرمانگیر، دارای زبان‌های خاص خود هستند. ناگفته نماند که در ماشین‌های مختلف، تعاریف متفاوتی برای کدها درنظر گرفته شده است.

پیش از این، نوشتن برنامه‌های ماشین‌های کنترل عددی، محدود به نوشتن برنامهٔ دستی و محاسبهٔ مختصات نقاط حرکت بود، اما اکنون با بودن نرم‌افزارهای بسیار قوی حجم‌سازی صنعتی و برنامه‌سازی، امکان طراحی و ساخت قطعات بسیار پیچیده صنعتی نیز فراهم آمده است.

قابلیت‌های ماشین‌های C.N.C در صنایع چوب:

ماشین‌های C.N.C قابلیت انجام کارهای مختلف مثل: برش، دورکردن، شیارزنی، سوراخ‌کاری، فرزکاری، لبه‌چسبانی، سنباده‌زنی و ... را دارد که در شکل، نمونه‌ای از آن آورده شده است (شکل ۱۸ـ۱).



شکل ۱۸ـ۱ـ اجرای فرم روی چوب با دستگاه CNC

ضرورت ایجاد رشته صنایع چوب و مبلمان

با آنکه واژهٔ چوب به طور کلی برای همهٔ افراد مأنوس 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 مادهٔ گرانبها جلوگیری کنیم. در مقطع کاردانی پیوسته رشتهٔ «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 به‌کار 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 چوبِ بخش‌های دولتی، دفاتر صنایع چوب سازمان جنگل‌ها و مراتع، واحدهای تولیدی خصوصی تولید سازهٔ 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.

درکشور ما، برخی از واحدهای دانشگاه دولتی، یا درگذشته دارای این رشته ها بوده و یا در حال حاضر اقدام به پذیرش دانشجو می‌نمایند.

در حال حاضر رشتهٔ صنایع چوب، شامل گرایش‌های مشخصی برای ادامهٔ تحصیل در مقاطع عالی (و در برخی از گرایش ها در سطح دکتری) در دانشگاه‌های مختلف کشور می‌باشد.

گرایش های رشته صنایع چوب

۱- صنایع چوب
۲- فرآورده های چند سازهٔ 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
۹ـ تولید سازه‌های چوبی
۱۰ـ تولید فراورده‌های صفحه‌ای

مشاغل مربوط به رشته صنایع چوب و مبلمان

الف ـ 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 ـ کمک تکنسین مبلمان چوبی

۱ تولید مبلمان منزل

۲ تولید مبلمان اداری

۳ در و پنجره سازی

۴ ساخت خانه های چوبی

۵ هنرهای دستی (معرق و منبّت)

ارزشیابی پایانی فصل ۱

۱ ارزش و اهمیت رشتهٔ صنایع چوب را با مصداقی از آیات الهی به‌صورت یک گزارش در کلاس ارائه کنید.

۲ دربارهٔ اهمیت تربیت نیروی انسانی متخصص در رشتهٔ 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 رشتهٔ 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 فلوچارت 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 به‌وسیلهٔ دوچرخه یا اتوبوس و اتومبیل به مدرسه یا محل کار خود حاضر می‌شوید، خواهید دید که تختخواب، کابینت آشپزخانه، میز غذاخوری، کف‌پوش 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 جرزها 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 ۱ـ۲

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[1] 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.

۱ـ 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 بازگوکنندهٔ نقش چوب در تکامل تمدن انسان‌ها است. تا پایان جنگ جهانی اوّل 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.

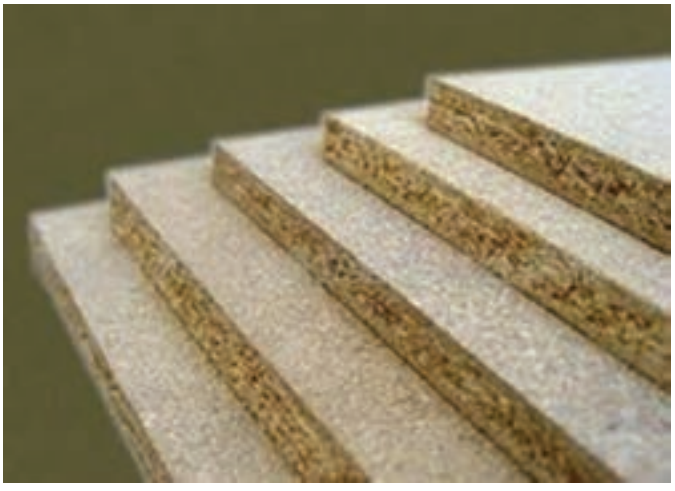
صنایع چوب با پیدایش ماشین ارّه در اروپا (در سال ۱۸۰۸ میلادی در انگلستان به شکل امروزی) تحول تازه‌ای یافت و در سایر نواحی دنیا به مرور زمان دستگاه‌های دستی به ماشین‌های تبدیل تغییر یافت. در ایران ابتدا چوب‌بری‌ها و سپس سایر کارخانه‌های تبدیل چوب مانند کبریت‌سازی، تخته‌چندلایی و روکش، تخته فیبرسازی، تخته 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 اوّلیه چوبی (گرده‌بینه و غیره) را پس از برش و تغییر شکل به‌صورت 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، اتاق‌کار، کبریت‌سازی، وسایل بسته‌بندی سبک، کشتی و قایق‌سازی، واگن‌سازی، دیواره‌های چوبی و غیره استفاده کرد.



شکل ۲ـ۲

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

یک محصول نیمه‌نهایی هستند که بعداً با سایر مواد دیگر در تهیه درهای پرسی، وسایل اداری، اتاق کار به خصوص قفسه‌بندی، عایق‌کاری، دیواره و سقف، تهیه دکور و قفسه‌بندی منازل، آشپزخانه چوبی، قطعات پیش‌ساخته، مبل و میز و تختخواب به‌کار 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 به‌صورت 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 ۳ـ۲

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، عایق‌کاری 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 به‌صورت 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 به‌حالت 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 همی‌سلولز 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.

منابع تأمین چوب (جنگل)

جنگل‌ها در حدود دویست میلیون سال پیش از بشر به‌وجود آمده‌اند، در تاریخ زندگی بشر جنگل همیشه نقش مهمی‌داشته 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 کرهٔ‌زمین زیر پوشش جنگل قرار دارد و مساحت آن بالغ بر ۴ میلیارد هکتار است. جنگل‌های سوزنی‌برگ (شکل ۴ـ۲) (دارای انواع درختان کاج و غیره) $\frac{1}{3}$ از جنگل‌های دنیا را می‌پوشاند و $\frac{2}{3}$ بقیه سهم جنگل‌های پهن برگ (شامل درختان راش، بلوط، توسکا و غیره است) (شکل ۵ـ۲).

شکل ۴ـ۲ـ جنگل‌های سوزنی برگ

شکل ۵ـ۲ـ جنگل‌های پهن‌برگ

در نواحی معتدل، جنگل‌های مخلوط سوزنی برگ و پهن‌برگ وجود دارد. جنگل‌های گرمسیری فقط از پهن‌برگان تشکیل یافته‌اند. پراکنش این جنگل‌ها در کلیه کشورها به‌علت 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 پهن‌برگ) بیشترین سهم و قاره اقیانوسیه با ۹۶میلیون‌هکتار کمترین سهم را دارا هستند.

در کشور ما نیز با این که آمار دقیقی در دست نیست ولی باتوجه 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:

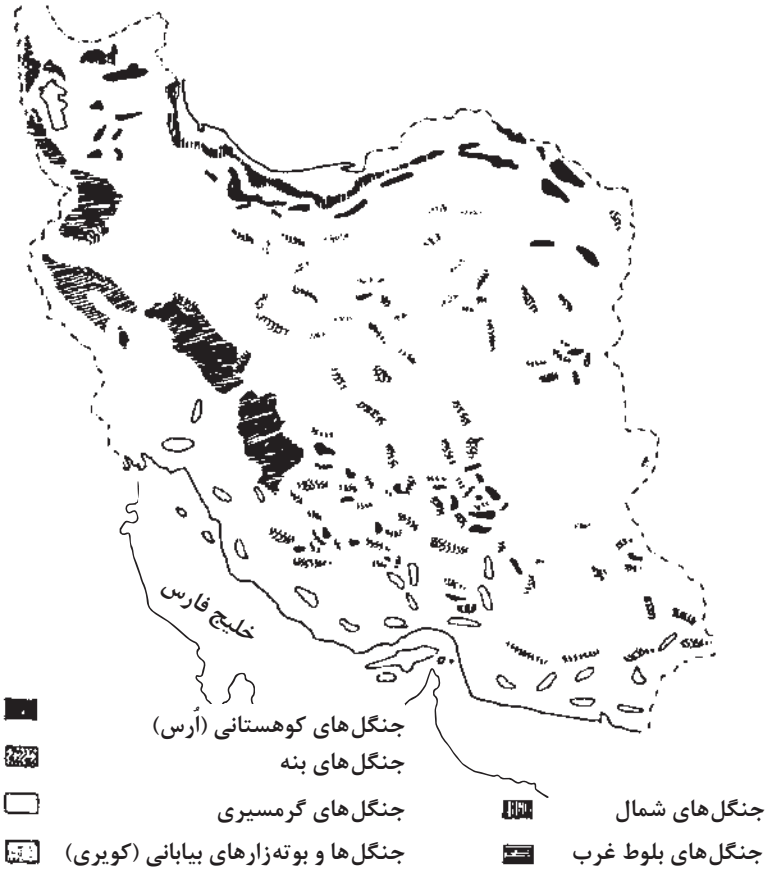
۱ـ جنگل‌های شمال ۱/۸۳ میلیون هکتار و جنگل‌های تُنُک و بوته‌زارهای شمالی کشور ۱/۵۷ میلیون هکتار.

۲ـ جنگل‌ها و اراضی جنگلی زاگرس حدود ۴ میلیون هکتار.

۳ـ جنگل‌های اُرس (پراکنده در کوه‌های آهکی) و جبهه جنوبی البرز حدود ۱/۲ میلیون‌هکتار.

۴ـ جنگل‌های پسته در جنوب و غرب و خاور ایران حدود ۲/۴ میلیون هکتار.

۵ـ جنگل‌های گرمسیری در سواحل جنوبی کشور و پراکنده حدود ۱ میلیون هکتار (شکل۶ـ۲).



شکل ۶ـ۲ـ نقشه جنگل‌های ایران

اهمیت جنگل در مبارزه با آلودگی هوا

شکل ۷ـ۲

هوایی که تنفس می‌کنیم ترکیب شده از نیتروژن (ازت)، اکسیژن و گازکربنیک با درصد حجمی‌که 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 به‌هم 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 سمی‌که در اثر سوخت مواد نفتی و دیگر عوامل‌آلوده‌کننده هوا سبب شده تا سازمان‌ها و دستگاه‌های مختلف با صرف هزینه‌های گزاف در مقام چاره‌جویی برآیند.

در نتیجهٔ فعالیت فیزیولوژیکی، درختان به‌طور دائم دی‌اکسیدکربن هوا را به‌وسیله برگ‌ها جذب و پس از یک سری فعل و انفعالات طبیعی در اعضای مختلف درختان اکسیژن به هوا برمی‌گردد (شکل ۸ـ۲). از این‌رو هوا لطیف شده و تأمین اکسیژن موردنیاز انسان‌ها و کلیه موجودات تأمین می‌شود. درختان جنگل مقدار زیادی از باکتری‌ها و میکروب‌های معلق در هوا را در لابه‌لای شاخ و برگ خود رسوب می‌دهند و بدین ترتیب مقدار باکتری‌های موجود در هوای جنگل به مراتب کمتر از مناطق غیرجنگلی است و پس از هر بار بارندگی درختان برای تصفیه هوای آلوده آمادگی پیدا می‌کنند (شکل ۹ـ۲).

شکل ۸ـ۲ـ درخت اکسیژن تولید می‌کند و هوا را تمیز نگاه می‌دارد.

شکل ۹ـ۲ـ حفظ درخت به حفظ محیط‌زیست آن بستگی دارد.

ارزش اقتصادی و اجتماعی جنگل در یک کشور

جنگل تنها برای تولید چوب نیست. از بین رفتن بیشتر جنگل، محیط‌زیست انسان را با خطر مواجه می‌سازد. نزولات آسمانی که به زمین می‌رسند به علت وجود درختان و گیاهان و خاصیت نفوذپذیری خاک، در زمین فرو رفته و کمتر سیل جاری می‌شود و به‌تدریج و به‌طور دائم به‌صورت چشمه‌سارهایی در دسترس انسان‌ها قرار می‌گیرند. جنگل به کمک شاخه و برگ درختان از سرعت باد می‌کاهد و تنه و ریشه درختان و گیاهان

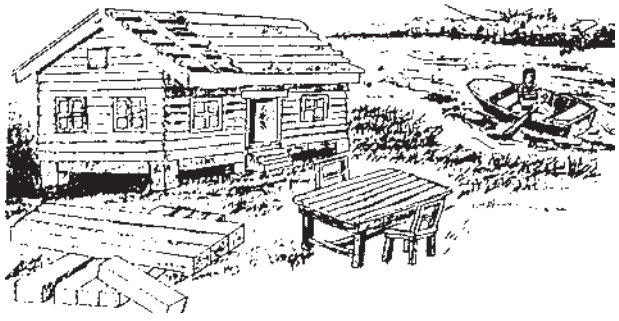
از سرعت جریان آب بر روی زمین کاسته و بدین‌ترتیب در اطراف سدها از فرسایش و پُر شدن سدها از خاک جلوگیری کرده و عمر مفید سدها بالا می‌رود (شکل ۱۰ـ۲ الف و ب).

شکل ۱۰ـ۲ الف و ب ـ ریشه‌های درختان خاک را محکم نگاه می‌دارند و در نتیجه از جابه جایی آن جلوگیری می‌کنند.

شکل ۱۱ـ۲

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 درحال‌حاضر معادل ۲۶۰میلیون مترمکعب (۱/۳ میلیون هکتار جنگل‌های صنعتی با موجودی متوسط ۲۰۰ مترمکعب در هکتار) است (شکل ۱۱ـ۲).

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 به‌صورت خام و به‌صورت 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 ۱۲ـ۲).



شکل ۱۲ـ۲ـ با چوب درخت، خانه، قایق، میز، صندلی و... می‌سازند.

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

نقش جنگل در سیاست اجتماعی و ایجاد کار در کشور

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 به‌کار 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) سالیانه بیش از ۲ میلیارد مترمکعب چوب مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد.

اصول بهره‌برداری از جنگل

۱ـ فصل برش: بهترین فصل برش به‌ویژه در کشور ما فصل زمستان است (از لحاظ زادآوری جنگل و مرغوبیت چوب و میزان دستمزد).

۲ـ ابزار برش: عبارتند از: تبر، داس، اره دو سر، گوه گرده‌بینه غلتان، چنگک هیزم‌گیر، اره موتوری، اره زنجیری و ماشین‌های قطع درخت (شکل ۱۳ـ۲).

شکل ۱۳ـ۲ـ هنگام قطع درخت باید جهت افتادن آن را در نظر داشت.

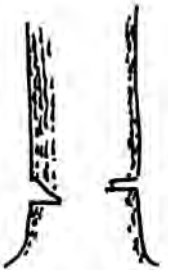
۳ـ روش برش: به‌طور کلی قطع درختچه‌ها و درختان کوچک با داس و تبر؛ ولی درختان بزرگ به‌وسیله تبر و یا اره موتوری (شکل ۱۴ـ۲)

شکل ۱۴ـ۲ـ ارّه موتوری (بنزینی) جهت قطع درخت

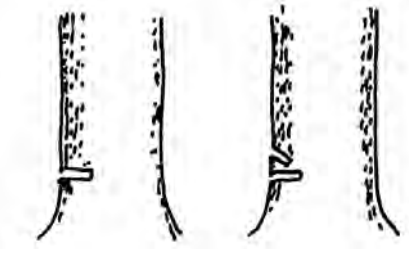
و یا توسط ماشین‌های قطع درخت باتوجه به آماده بودن ابزارآلات قطع درخت و تعیین جهت افتادن درخت از لحاظ کاستن خطرات احتمالی آن صورت می‌گیرد، که به استثنای قطع درخت با ماشین‌های مخصوص عمل برش در مراحل زیر صورت می‌گیرد:

الف) انجام زیر برش: ابتدا در جهت سقوط درخت شکافی طبق شکل ایجاد می‌کنند که این شکاف به‌وسیله تبر یا اره موتوری به‌وجـود می‌آید (شکل‌های ۱۵ـ۲ تا ۱۷ـ۲). پس از این‌که زیر برش انجام گرفت با فاصله ۵ سانتی‌متر بالاتر از زیر برش با ارّه عمل پشت برش صورت گرفته و بدین‌ترتیب درخت در جهت موردنظر سقوط می‌کند.

شکل ۱۵ـ ۲ـ برای قطع درخت ابتدا عمل زیر برش مطابق شکل انجام می‌شود.



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



شکل ۱۷ـ ۲ـ الف و ب ـ مرحله سوم عمل پشت برش انجام می‌شود، مرحله چهارم درخت به راحتی قطع می‌گردد.

برش درختان بزرگ به‌وسیله ارّه‌های زنجیری صورت می‌گیرد. در این روش وضع شکاف زیربرش، عکس شکاف زیر برش‌های درختان کوچک است (طبق شکل ۱۷ـ۲). مزیت این روش این است که انتهای پایین درخت (بُن گرده‌بینه) صاف‌تر خواهد بود و چوب کمتر از بین می‌رود.

روش دیگری که برای قطع درختان جنگلی به کار می‌رود استفاده از ماشین‌های مخصوص قطع درخت است که بدون انجام زیربرش یا پشت برش صورت می‌گیرد در این روش ابتدا به‌وسیله چنگک ماشین، درخت مهار می‌شود و سپس به‌وسیله ارّه موتوری درخت قطع می‌شود. این روش نسبت به روش‌های قبلی دارای سرعت عمل بیشتر و کاهش خسارت احتمالی و دور ریز کمتری است (شکل‌های ۱۸ـ۲ و ۱۹ـ۲).

شکل ۱۸ـ۲ـ قطع درختان به‌وسیله ماشین‌های مخصوص با چرخ زنجیری که برای فصل زمستان مناسب است، انجام می‌شود.

شکل ۱۹ـ۲ـ برای قطع درختان از ماشین مخصوص که برای این منظور ساخته شده است، استفاده می‌شود.

ب) شاخه‌زنی: پس از افتادن درخت اوّلین اقدام شاخه‌زنی است. باقی گذاردن قسمتی از شاخه به روی تنه گاهی حمل را بسیار مشکل می‌کند. برای شاخه‌های قطور اغلب درختان جنگلی به‌جای تبر از ارّه زنجیری برای شاخه‌زنی استفاده می‌شود.

ج) گرده بینه‌زنی (قطع زنی): به‌طورکلی در بهره‌برداری‌های بزرگ تمامی‌تنه درخت را از جنگل خارج و در کارخانه آنها را به اندازه موردنیاز قطع می‌کنند. ولی در کشور ما گرده‌بینه‌های قطور و نسبتاً سنگین مانند بلوط، راش و غیره را در جنگل اندازه‌بری می‌کنند.

د) جمع آوری درختان افتاده: با در نظر گرفتن جهات افتادن درختان محل جمع‌آوری چوب را طوری تعیین می‌کنند که خارج کردن گرده‌بینه‌ها آسان‌تر گردد.

۴ـ خارج کردن گرده‌بینه از جنگل

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

ـ تقلیل هزینه بهره‌برداری

ـ کاهش خسارات وارده به جنگل

روش‌های مختلف خارج کردن چوب از جنگل به‌طور خلاصه عبارتند از:

الف) خارج کردن چوب به‌وسیله چهارپایان: در این روش که از قدیمی‌ترین روش‌هاست برای حمل چوب از اسب، قاطر و گاو و در هندوستان از فیل نیز استفاده می‌شود (شکل ۲۰ـ۲).

شکل۲۰ـ۲ـ نحوه خارج کردن گرده‌بینه‌های قطع شده در جنگل

ب) خارج کردن چوب به‌وسیله‌ی سرسره: در نقاطی که دامنه شیب‌دار جنگل‌ها در کنار رودخانه قرار دارد، با ساخت مجرایی چوب‌ها را از بالا رها و در پایین آنها را جمع‌آوری می‌کنند.

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 ۲۱ـ۲).

شکل ۲۱ـ۲ـ الف ـ گرده‌بینه‌ها به وسیله تراکتورهای چوب‌کش از جنگل خارج می‌شوند (چرخ‌ها برای جلوگیری ازسُر خوردن به زنجیر مجهز می‌شوند).

د) حمل چوب به‌وسیلهٔ 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 ـ۲ـب).

شکل ۲۱ـ۲ـ ب

هـ) حمل چوب به‌وسیله 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 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 ۲۲ـ۲ و ۲۳ـ۲).

ز) حمل چوب از طریق نقاله وینچ

شکل ۲۲ـ۲ـ کامیون‌هایی که مجهز به جراثقال هستند گرده بینه‌ها را جابه‌جا می‌کنند.

شکل ۲۳ـ۲ـ برای انتقال گرده بینه از جنگل از کامیون‌های یدک‌کش استفاده می‌شود.

عمده چوب‌هایی که در صنایع چوب ایران مورد استفاده قرار می‌گیرند[1]

چوب‌های پهن‌برگ عبارتند از:

راش[2]: این چوب به رنگ صورتی مایل به قهوه‌ای (گُلی 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 ۲۴ـ۲).

شکل ۲۴ـ۲ـ چوب راش

توسکا[3](ییلاقی): 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 ۲۵ـ۲).

شکل ۲۵ـ۲ـ چوب توسکا

ملج[4]: چوبی به رنگ قهوه‌ای مایل به قرمز است و گاهی اوقات رگه‌های سبز رنگی در آن دیده می‌شود. چوبی درشت بافت، نیمه‌سخت و نیمه سنگین، نسبتاً بادوام و دربرابر 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 ۲۶ـ۲).

شکل ۲۶ـ۲ـ چوب ملچ

افرا[5](شیردار): چوبی سفید رنگ مایل به کرم، ریزبافت و دارای تلألؤ 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 ۲۷ـ۲).

شکل ۲۷ـ۲ـ چوب افرا (شیردار)

۱ـ براساس برآوردهای انجام شده در سال ۱۳۸۵، میزان مصرف چوب کشور غیر از مصرف سوخت روستاییان بالغ بر ۱۰ ،۰۰۰،۰۰۰ مترمکعب می‌باشد.

۲ـ Fagus orientalis

۳ـ Alnus Subcordata

۴ـ Ulmus Montana

۵ـ Acer Leatum

گردو[1]: 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، قنداق تفنگ، مجسمه‌سازی، منبت‌کاری، خاتم‌سازی و معرق‌کاری استفاده می‌شود (شکل ۲ـ۲۸).

شکل ۲ـ۲۸ـ چوب گردو

چنار[2]: 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 ۲ـ۲۹).

شکل ۲ـ۲۹ـ چوب چنار

بلوط[3]: 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 ۲ـ۳۰).

شکل ۲ـ۳۰ـ چوب بلوط

ممرز[4]: 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، تخته خرده چوب، تخته فیبر، واگن، دسته‌ابزار، تراورس راه‌آهن و چوب‌های تونلی از آن استفاده می‌شود (شکل ۲ـ۳۱).

شکل ۲ـ۳۱ـ چوب ممرز

۱ـ Juglans regia

۲ـ Platanus orientalis

۳ـ Quercus Castaneaefolia

۴ـ Carpinus betulus

تبریزی[1]: 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، این‌گونه از جمله‌درختانی است که امروزه از آن برای زراعت چوب استفاده می‌گردد و به نظر می‌رسد تولید آن در آینده نیز افزایش یابد (شکل ۳۲ـ۲).

شکل۳۲ـ۲ـ چوب تبریزی

چوب‌های سوزنی برگ عبارتند از:

کاج ایرانی[2] **(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 ۳۳ـ۲).

شکل ۳۳ـ۲ـ چوب کاج ایرانی

چوب‌های وارداتی عبارتند از:

نراد[3]: چوبی به رنگ سفید تا سفید مایل به کرم تا قهوه‌ای مایل به‌صورتی، راست‌تار و دارای نقوش زیبایی است. چوبی است سبک، نرم و کم دوام که کار با آن آسان است و در کارهای ساختمانی، مبل‌سازی، قفسه‌سازی، بسته‌بندی و کاغذسازی از آن استفاده می‌شود (شکل ۳۴ـ۲).

شکل ۳۴ـ۲ـ چوب نراد

آکاژو[4] **(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 مبل‌های 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 ۳۵ـ۲).

شکل ۳۵ـ۲ـ چوب آکاژو

۱ـ Populus nigra

۲ـ Pinus eldarica

۳ـ Abies Alba

۴ـ Entandro phragma Cylindrica

ماهاگونی[1]: چوبی است به رنگ خاکستری، نیمه‌سخت و نیمه‌سبک که دارای تلألؤ صدفی خاصی است. این چوب برای ساخت روکش و تخته‌لایه، خراطی، منبت‌کاری، مجسمه‌سازی و در قسمت‌های بیرونی و داخلی ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرد. این چوب بومی‌منطقه آفریقای مرکزی، هندوراس و اسپانیاست (شکل ۳۶ـ۲).

شکل ۳۶ـ۲ـ چوب ماهاگونی

اکومه[2] **(گابن)**: چوبی است به رنگ صورتی کم‌رنگ تا پررنگ، سبک، نرم، ریزبافت و کم‌دوام که به خوبی ورقه، ورقه می‌شود. این گونه بومی کشورهای گابن، گینه و کنگوست و برای تهیهٔ روکش‌های پوششی و نمایی، کاغذسازی، قایق‌های سبک، تخته‌لایه‌سازی و غیره از آن استفاده می‌شود (شکل ۳۷ـ۲)

شکل ۳۷ـ۲ـ چوب اکومه

ساج[3] **(تیک)**: چوبی است به رنگ قهوه‌ای طلایی تا قهوه‌ای پررنگ با خط‌هایی سیاه که بسیار سنگین، سخت و بادوام است. این چوب در صنعت کشتی‌سازی، صنایع ظریف به خصوص خاتم‌سازی، ساخت ابزار آزمایشگاهی، پارکت‌سازی، صنایع مبلمان، روکش‌گیری، قسمت‌های بیرونی و داخلی ساختمان موارد مصرف دارد. این چوب بومی‌منطقهٔ هند، سیام، برمه و جاوه است (شکل ۳۸ـ۲).

شکل ۳۸ـ۲ـ چوب ساج

۱ـ Switenia mahogani

۲ـ Aucoumea Klaineana

۳ـ Tectona grandis

جدول ۱ـ ۲ـ مشخصات مهم‌ترین چوب‌های صنعتی ایران و جهان

ردیف	نوع چوب	نام علمی	مشخصات	موارد استعمال	رویشگاه اصلی
۱	اوجا	Ulmus campestris	به رنگ زرد روشن تا قهوه‌ای تیره ـ درشت بافت ـ سخت و سنگین	ساختمان‌های چوبی ـ نجاری ابزار چوبی منزل	اروپا ـ آسیای غربی ـ شمال ایران
۲	آزاد	Zelkova Crenata	به رنگ زرد تا صورتی روشن ـ محکم ـ قابل ارتجاع	مبل‌سازی ـ پاروی قایق ـ اسکی	اروپا ـ جنوب روسیه ـ ایران
۳	اقاقیا	Robinia pseudoacacia	به رنگ سفید مایل به زرد تا قهوه‌ای ـ محکم ـ دارای الاستیسیته زیاد ـ بسیار سنگین ـ با دوام	وسایل ورزشی ـ تراورس ـ نجاری ـ خراطی	جنوب امریکا ـ اروپا ـ ژاپن ـ هیمالیا ـ ایران
۴	انجیلی	Parrotia persica	به رنگ کرم مایل به‌صورتی ـ سخت نسبتاً سنگین ـ با دوام	پارکت‌سازی ـ خراطی ـ فیبرسازی وسایل زینتی ـ تخته خرده چوب ـ تراورس	شمال ایران
۵	زبان گنجشک	Fraxinus excelsior	به رنگ زرد روشن تا خاکستری روشن نسبتاً درخشان ـ دارای الاستیسیته زیاد سخت و سنگین ـ بادوام و مقاوم	هواپیماسازی ـ کشتی‌سازی ـ منبت‌کاری روکش و تخته‌لایه ـ راکت تنیس ـ نجاری ـ دسته‌افزار	ترکیه ـ شمال افریقا ـ شمال ایران ـ اروپا
۶	شمشاد	Buxus sempervirens	سفید تا زرد روشن ـ بسیار ریزبافت سخت و سنگین ـ بادوام ـ کمی درخشان	خط‌کش‌سازی ـ خراطی ـ منبت‌کاری مجسمه سازی ـ قرقره سازی کنده‌کاری ـ ماکوسازی	ایران ـ ترکیه ـ ژاپن ـ افریقا ـ جنوب اروپا
۷	نمدار (زیزفون)	Tilia begonifolia	به‌رنگ صورتی‌روشن تا کدر ـ ریزبافت کمی‌درخشان ـ نرم ـ بی‌دوام ـ سبک	تخته لایه روکش مدادسازی ـ بشکه‌سازی ـ خمیر کاغذ ـ نجاری	شمال ایران
۸	سرخدار	Taxus baccata	سفید تا سفید متمایل به کرم یا زرد روشن سخت و سنگین ـ بادوام	قایق‌سازی ـ منبت‌کاری ـ مصنوعات زینتی	اروپا ـ شمال افریقا ـ آسیای شمالی و شرقی ایران
۹	زربین	Cupressus sempervirens Var- horizontalis	به‌رنگ سفید تا زرد روشن ـ درشت بافت نسبتاً سخت ـ بادوام ـ نیمه سنگین	خانه‌های چوبی ـ صندوق‌سازی ـ کمد لباس ـ کشتی‌سازی ـ خاتم و منبت‌کاری	ایران ـ آسیای صغیر ـ نواحی مدیترانه
۱۰	خرمندی	Diospyros lotus	به رنگ سفید مایل به خاکستری ـ ریزبافت متراکم ـ محکم ـ سخت و سنگین ـ مقاومت در برابر سایش	ضربه‌گیر و دوک نساجی ـ وسایل ورزشی ـ تخته فنرسازی ـ تخته پرش ـ جعبه‌سازی	جنوب امریکا ـ ایران ـ جنوب اروپا ـ افغانستان
۱۱	زبرانا (زینگانا)	Microberlina brazzaviliensis	به رنگ خاکستری دارای نوارهای سیاه و سفید ـ ریزبافت ـ نسبتاً سنگین ـ سخت ـ قابل ارتجاع	تهیه روکش ـ مبل‌سازی ـ لوله‌بری	کامرون ـ گابن
۱۲	پالیساندر	Dalbergia latifolia	به رنگ قهوه‌ای تا زرد روشن ـ درشت‌بافت دارای نوارهای نامنظم ـ سخت و نیمه سنگین ـ نسبتاً با دوام	روکش‌های نمایی ـ جعبه‌تلویزیون ـ دکوراسیون ـ خاتم‌سازی ـ خراطی ـ دگمه‌سازی	پاکستان ـ هند ـ جنوب ایران (جیرفت)
۱۳	جلوتونگ	Dyera costulata	به رنگ سفید تا سفید متمایل به زرد ـ سبک ـ نرم ـ دارای صمغ و شیرابه	مدادسازی ـ کبریت‌سازی ـ روکش ـ جعبه‌سازی	مالایا ـ سوماترا ـ برنئو و جنوب شرقی آسیا
۱۴	کروئینگ	Dipterocarpus alatus	به رنگ خاکستری تا قهوه‌ای روشن ـ خیلی سخت ـ محکم ـ نسبتاً سنگین ـ مقاومت در برابر ضربه و سایش	کشتی‌سازی ـ لنج‌سازی ـ پارکت ـ پل‌سازی ـ چهارچوب	هند ـ مالزی

شکل ۳۹ـ۲ـ نمونهٔ چوب‌های صنعتی و ساختمانی

شکل ۴۰ـ۲ـ نمونهٔ چوب‌های صنعتی و ساختمانی

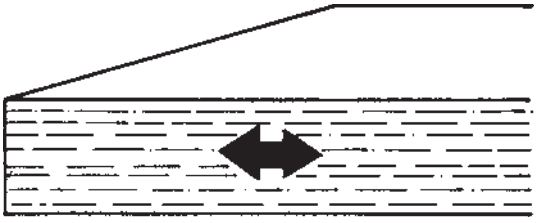
تخته خرده چوب[1]

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، شموشک 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):

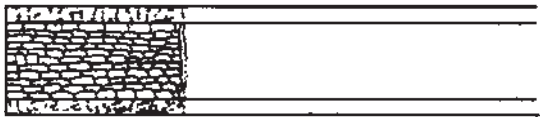
تخته‌های حاصل از پرس صفحه‌ای (صاف): در این روش جهت طول ذرات تشکیل‌دهنده کیک تخته خرده چوب به‌صورت اتفاقی مرتب شده است (شکل ۴۱ـ۲). این نوع تخته از نظر شکل مقطع (ساختمان نیمرخ ضخامت تخته) خود به چند دسته تقسیم می‌شوند که عبارتند از: تخته‌های یکنواخت یا یک لایه (شکل ۴۲ـ۲)،



شکل ۴۱ـ۲ـ تخته خرده چوب حاصل از پرس صفحه‌ای

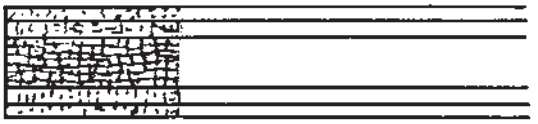
تخته‌های سه لایه (شکل ۴۳ـ۲)، تخته‌های ریزش تدریجی (بدون لایه مشخص) (شکل ۴۴ـ۲) و تخته‌های چند لایه (شکل ۴۵ـ۲).

شکل ۴۲ـ۲ـ تخته خرده چوب یک لایه



شکل ۴۳ـ۲ـ تخته خرده چوب سه لایه

شکل ۴۴ـ۲ـ تخته خرده چوب تدریجی



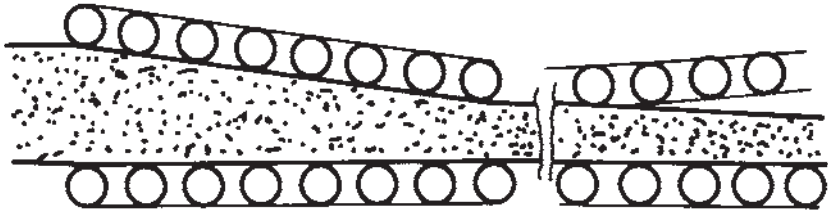
شکل ۴۵ـ۲ـ تخته خرده چوب چند لایه

شکل ۴۶ـ۲

تخته‌های حاصل از پرس غلتکی (پرس بی‌انتها): 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 ۴۷ـ۲). با

۱-Particle board

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



شکل ۴۷ـ۲ـ 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، انحنادار و یا پروفیل‌دار ساخته می‌شوند و تخته‌هایی با شکل‌های مختلف به‌وجود می‌آورند، مانند: صفحات ورزالیت (شکل ۴۸ـ۲).

شکل ۴۸ـ۲ـ 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.

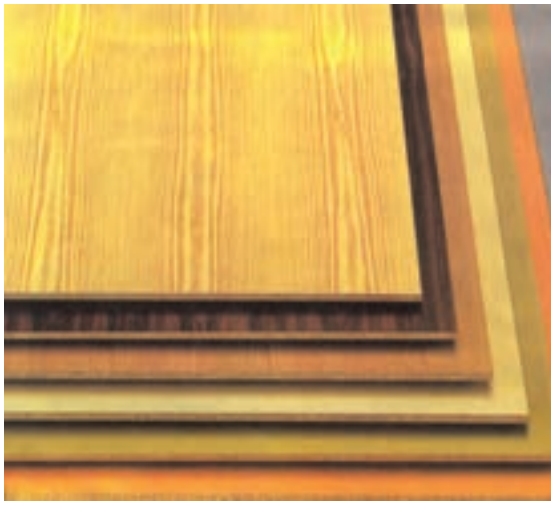
تخته خرده چوب خام (بدون روکش): که به دو صورت سنباده شده و سنباده نشده وجود دارد (شکل ۴۹ـ۲). این تخته بیشتر در مصارف عمومی‌و جاهایی که کمتر در معرض دید باشد، مانند: سقف کاذب و طبقات داخلی کمد مورد استفاده قرار می‌گیرد.

شکل ۴۹ـ۲ـ تخته خرده چوب خام

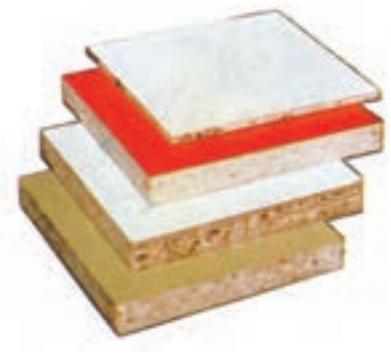
تخته خرده چوب با روکش طبیعی (چوبی): برای تزئین و زیباسازی سطوح تخته خرده چوب می‌توان از انواع روکش‌های چوبی (طبیعی) مانند گردو، راش، ملج، افرا و ... استفاده کرد. این روکش‌ها به کمک چسب‌های مصنوعی یا طبیعی بر روی تخته چسبانیده می‌شوند. این تخته بیشتر در جاهایی که زیبایی و تزئین سطوح موردنظر باشد، مورد استفاده قرار می‌گیرد؛ مانند: دکوراسیون داخلی، قفسه کتاب، صفحه میز و کابینت (شکل ۵۰ـ۲).

شکل ۵۰ـ۲ـ تخته خرده چوب با روکش مصنوعی

تخته خرده چوب با روکش مصنوعی: سطوح این نوع تخته خرده چوب‌ها به‌وسیلهٔ روکش‌های مصنوعی (کاغذ آغشته به چسب‌های مصنوعی) پوشیده می‌شود. سطح حاصله با توجه به نوع کاغذ مصرفی (ساده، رنگی، نقش‌دار) ممکن است ساده و یا دارای نقوش مختلفی ازجمله نقش موج چوب باشد. از این تخته در مکان‌هایی که حرارت و رطوبت زیاد باشد، می‌توان مصرف کرد؛ مانند:دیوارهای حمام و رختکن، میز رستوران‌ها و کابینت آشپزخانه (شکل ۵۱ـ۲).



شکل ۵۱ـ۲ـ تخته خرده چوب با روکش طبیعی



شکل ۵۲ـ۲ـ تخته خرده چوب لعاب‌دار

تخته‌خرده چوب لعاب‌دار (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 لاک‌کاری شود، این تخته در دیوارهای آشپزخانه، حمام، سرویس‌ها، لابراتوارها و موارد دیگر مصرف می‌شود (شکل ۵۲ـ۲).

استاندارد و درجه‌بندی تخته خرده چوب: ورقه‌های تخته خرده چوب (چنان چه 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 ۲ـ۲ درج شده است.

جدول ۲ـ ۲ـ ابعاد استاندارد تخته خرده چوب

طول × عرض ± ۵ mm	**۲۵۰۰ × ۱۲۰۰، ۲۲۰۰×۱۸۳۰، ۲۴۴۰×۱۸۳۰، ۲۷۵۰ × ۱۸۳۰، ۳۰۵۰×۱۸۳۰**
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:

ـ نام یا علامت تجارتی تولیدکننده ـ درجه و نوع تخته خرده چوب ـ ضخامت اسمی تخته خرده چوب برحسب میلی‌متر ـ 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 به‌کار 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)[۱]

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 هنگامی‌که 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

۱ـPly Wood

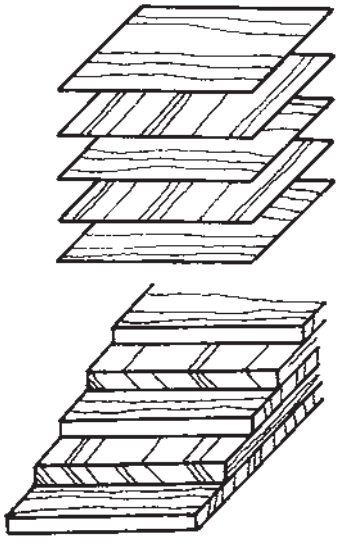
قبل از میلاد مسیح در مصر همراه با رعایت اصول فنی امروز، رایج بوده است. اگر چه ساخت هنری چوب‌های لایه‌ای در ایران نیز از زمان‌های گذشته معمول است، ولی تهیه صنعتی تخته لایه سابقه خیلی طولانی ندارد و اولین کارخانه تولید روکش و تخته لایه در سال ۱۳۴۴ (هـ .ش) در رشت آغاز به کار کرد و در حال حاضر اکثر کارخانجات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

ـ نکا چوب (ساری)

ـ چوکا گیلان (بندر انزلی)

ـ صنایع چوب آریا (مشهد مقدس)

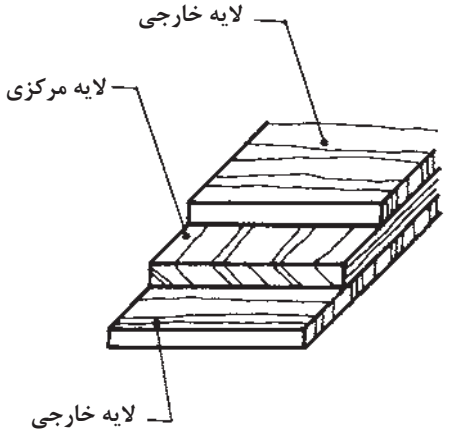
تعریف تخته چند لایه: تخته چند لایه عبارت است از چند لایه چوب نازک (روکش) که پس از چسب‌زنی به‌طور متقاطع روی هم قرار می‌گیرند و از طریق فشار و حرارت دادن به هم می‌چسبند (شکل ۵۳ـ۲).



شکل ۵۳ـ۲ـ تخته چند لایه

انواع لایه در تخته چند لایه: هریک از ورقه‌های چوبی یک تخته چندلایه را لایه می‌نامند که ممکن است یک تکه باشد و یا از چند قسمت تشکیل شده باشد و دارای انواع زیر است:

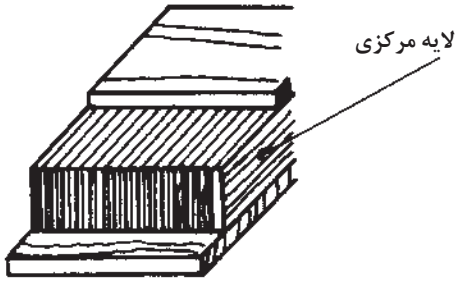
لایه خارجی (نمایی): این لایه دو سطح بیرونی تخته را می‌پوشاند و معمولاً از لایه‌های مرغوب و درجه یک تهیه می‌شود (شکل ۵۴ـ۲).



شکل ۵۴ـ۲ـ لایه خارجی درتخته چند لایه

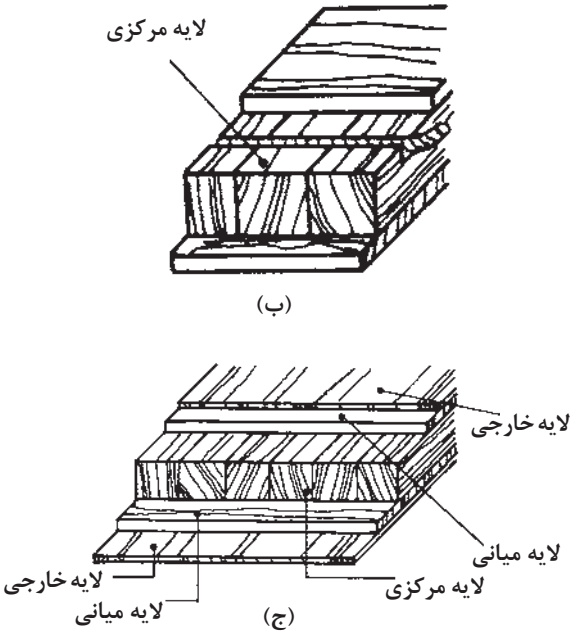
لایه مرکزی (مغز): این لایه کاملاً در وسط لایه‌های دیگر قرار دارد که از یک یا چند ورقهٔ روکش به هم چسبیده درست شده است و اغلب از لایه‌های کم‌عرض و درجه دو استفاده می‌شود.

گاهی لایهٔ مرکزی ممکن است از چند قطعه چوب طویل (به طول تخته) و باریک (با عرض‌های مختلف) که در کنار هم به‌وسیله چسب به هم متصل شده‌اند، تشکیل شده باشد که در اصطلاح،تخته لایه ردیفی[1] نامیده می‌شود (شکل ۵۵ـ۲ـ الف تا ج).



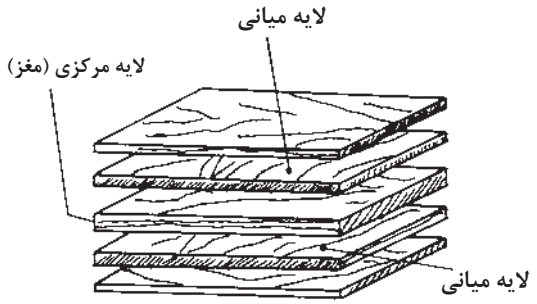
(الف)

۱- Block board



شکل ۵۵ـ۲ـ تخته لایه ردیفی

لایه میانی: بین لایهٔ 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 ۵۶ـ۲).



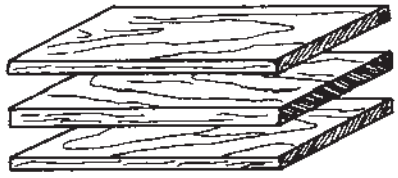
شکل ۵۶ـ۲ـ لایه میانی در تخته چند لایه

گونه‌های چوبی مورد مصرف در تخته چندلایه:
گونه‌های چوبی مورد مصرف این صنعت دامنهٔ وسیع و 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)، ماهاگونی و گونه‌های متداول در جهان عبارتند از: دوگلاس، پیسه‌آ، کاج، ساپن، تیک (ساج)، بلوط، غان، ملز و اکالیپتوس.

انواع تخته لایه:

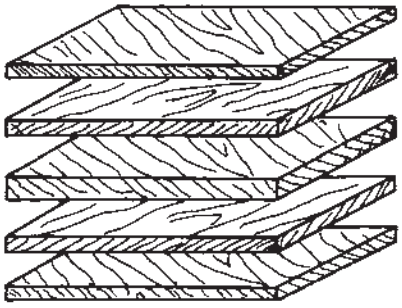
تخته لایه متعادل: تخته‌ای است که در آن لایه‌های قرینه نسبت به لایهٔ مرکزی (مغز) دوبه‌دو از یک گونه و با یک ضخامت باشد.

تخته لایه مطبق: تخته‌ای است که الیاف تمام لایه‌ها و احتمالاً مغز آن موازی با الیاف لایه خارجی است (شکل ۵۷ـ۲).



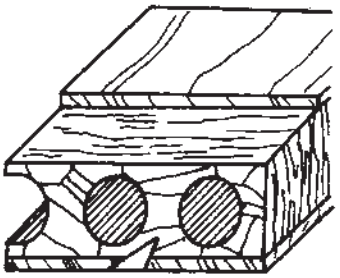
شکل ۵۷ـ۲ـ تخته چند لایه مطبق

تخته لایه اختر تار: تخته‌ای است که لایه‌های آن چنان روی هم گذارده شده‌اند که الیاف آن به شکل ستاره درآید (شکل ۵۸ـ۲).



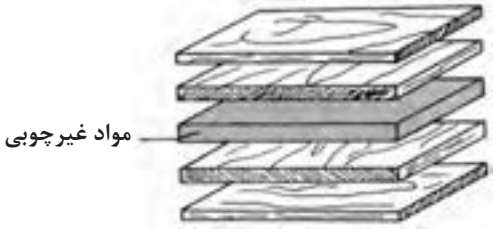
شکل ۵۸ـ۲ـ تخته لایه اخترتار

تخته لایه با مغزی تخته خرده چوب مجوّف (سوراخ‌دار): تخته‌ای است که مغز آن دارای سوراخ‌های گوناگونی باشد (شکل ۵۹ـ۲).



شکل ۵۹ـ۲ـ تخته لایه مجوّف (سوراخ دار)

تخته‌لایه مختلط: تخته‌ای است که مغز آن یا بعضی از لایه‌های آن از مواد دیگری به جز لایه چوبی و یا چوب یکپارچه باشد. این تخته چندلایه‌ها حداقل دولایه در طرفین مغز دارند و الیافشان عمود بر یکدیگر است (شکل ۶۰ـ۲).



شکل ۶۰ـ۲ـ تخته لایه مختلط

تخته لایه قالبی: تخته (لایه)ای است که در اثر فشار به شکل معینی در بیاید و مسطح نباشد (شکل ۶۱ـ۲).

شکل ۶۱ـ۲ـ مورد مصرف تخته لایه قالبی

تخته لایه همگن: تخته‌ای است که همهٔ لایه‌های آن از یک گونه چوب ساخته شده باشد.

تخته لایه ناهمگن: تخته‌ای است که همه یا تعدادی از لایه‌ها و مغز آن از گونه‌های مختلف چوب ساخته شده باشد (شکل ۶۲ـ۲).

شکل ۶۲ـ۲

استاندارد و درجه‌بندی تخته چندلایه: براساس قواعد استاندارد و درجه‌بندی، تخته لایه را برحسب خوبی و بدی لایه خارجی درجه‌بندی می‌کنند. 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) می‌توان تقسیم کرد.

به‌طورکلی تخته چندلایه به‌صورت ۳، ۵، ۷، ۱۲، ۱۵و 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 به‌دو دسته سنباده شده و سنباده نشده تقسیم می‌شوند.

جدول ۳ـ ۲ـ ابعاد استاندارد تخته چند لایه

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

موارد مصرف تخته چندلایه: کاربرد تخته چندلایه به علت مزایای ویژه‌ای که در مقایسه با چوب ماسیو دارد، در صنعت و سازه‌های چوبی نسبت به سایر فرآورده‌ها بیشتر است و عمده‌ترین موارد مصرف آن عبارتنداز:

کارهای ساختمانی: این فرآورده به علت سبکی، قابلیت انحنا، استحکام نسبی زیاد، آسانی برش و بالاخره زیبایی در ساخت قسمت اعظم بناهای مسکونی، تجاری، مانند: دیوارها، سقف، پوشش کف و بیمارستان‌های صحرایی مورد استفاده قرار می‌گیرد (شکل ۶۳ـ۲).

شکل ۶۳ـ۲ـ مورد مصرف تخته چند لایه در کارهای ساختمانی

کارهای صنعتی: از این فرآورده علاوه‌بر مصارف بالا در صنایعی که احتیاج به ماده اولیه سبک با خصوصیاتی مانند عایق‌بودن 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 مبل، کابینت‌سازی، در، سورتمه سازی، بشکه‌های سبک، تیرها و ستون‌های لایه‌ای، بسته‌بندی، جعبه چرخ‌خیاطی و موارد دیگر (شکل ۶۴ـ۲).

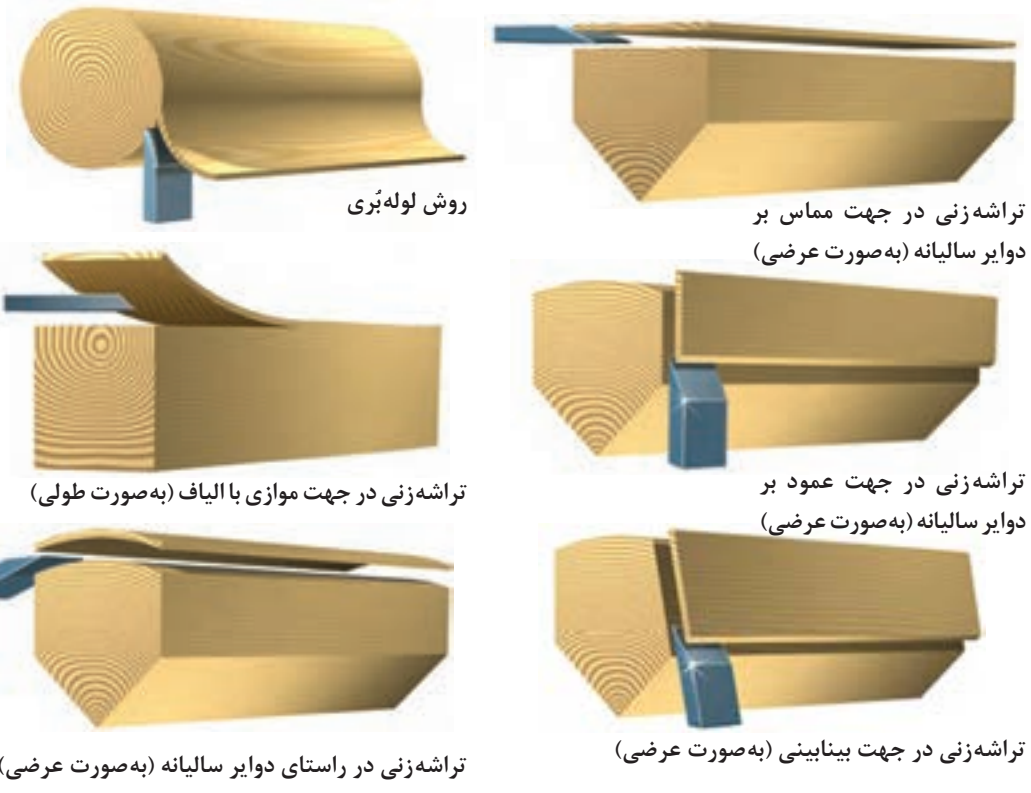
شکل ۶۴ـ۲ـ موارد استفاده از تخته چندلایه در محصولات چوبی(نظیر درهای پیش‌ساخته چوبی)

روکش

امروزه این صنعت به قدری پیشرفت کرده است که انسان قادر است در سایهٔ این صنعت علاوه‌بر به‌وجودآوردن 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 اسلامی‌در بیشتر معرق‌کاری‌ها، منبت‌کاری‌ها و تزئینات اماکن مقدسه، هنر استفاده از چوب به‌صورت 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 نماسازی سایر فرآورده‌های چوبی که ظاهر مناسبی ندارند (تخته خرده‌چوب و تخته فیبر) به‌کار برده می‌شوند. هدف اصلی از روکش‌سازی، صرفه‌جویی در مصرف، بهره‌برداری مناسب و استفاده از امتیاز زیبایی و نقش و نگار چوب، به‌دست‌آوردن نقوش یکنواخت و قرینه و در ضمن اصلاح معایب چوب‌ها است. به‌طورکلی 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 ۶۵ـ۲) و با استفاده از روش‌های لوله‌بری[۱]، تراشه‌زنی (کاردی یا اسلایسر[۲])، تکه‌بری[۳] (محوری) و اره‌ای[۴] تهیه می‌شوند (شکل ۶۶ـ۲).

شکل ۶۵ـ۲ـ روکش طبیعی



شکل ۶۶ـ۲ـ روش‌های تهیهٔ روکش

۱ـ Rotary

۲ـ Slicer

۳ـ Stag- logcutting

۴ـ 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 مواج، نقوش نواری و لایه‌ای بسیار گران قیمت هستند و برای مبل‌های درجه یک مانند میز پیانو و نظیر آن به‌کار می‌روند.

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

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

گونه‌های مورد مصرف در تهیه روکش: امروزه برای روکش‌سازی در دنیا از گونه‌های مختلف چوبی استفاده می‌کنند به‌طوری که در کشور ما به علت وجود جنگل‌های پهن‌برگ اغلب از گونه‌های راش، توسکا، گردو، افرا، ملچ و به‌ندرت از بلوط روکش تهیه می‌شود. در کشورهای اروپایی بیشتر از گونه‌های بلوط، راش، توس، صنوبر و تعدادی از گونه‌های سوزنی برگ مانند دوگلاس[1] 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 امریکا حمل و در آن‌جا تبدیل به روکش می‌شود که قسمتی از آن نیز واردات چوبی ما را تشکیل می‌دهد (شکل ۶۷ـ۲).

شکل ۶۷ـ۲

استاندارد و درجه‌بندی روکش: به‌طورکلی 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 به‌کار می‌رود، با ضخامت ۰/۴ میلی‌متر نیز تهیه می‌شود.

مــوارد 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، روکش‌کردن 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، خلال‌دندان‌سازی، چوب‌بستنی، پوشال‌سازی، سبد سازی، تهیه کیف و زنبیل‌های سبک چوبی، مُعرّق‌کاری 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 روکش‌کردن، 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 سهامی‌نکاچوب و راش بینه‌گرگان.

روکش مصنوعی: روکش‌های مصنوعی ورقه‌های نازک کاغذی یا پلاستیکی هستند که برای پوشش سطح و ضخامت (نَر) فرآورده‌های چوب (تخته‌خرده چوب، تخته فیبر)، به‌کار 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[1] یا روکش ملامینه فشرده(*HPL*[2]): این روکش‌ها از اوراق کاغذکرافت آغشته شده[3] با نوعی رزین (چسب[4]) ساخته می‌شوند. کاغذهای مذکور در لایه‌های میانی و تحتانی قرار داشته و لایهٔ سطحی از جنس کاغذ تزئینی چاپ شده[5] طرح‌دار یا ساده است و عمدتاً سطح آن با رزین‌هایی نظیر ملامین فرم آلدهید[6] پوشانده شده است (شکل ۶۸ـ۲).

شکل ۶۸ـ۲

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

۲ـ High Pressure laminate

۳ـ Im pregnated

۴ـ Phenol Formaldehyde (PF)

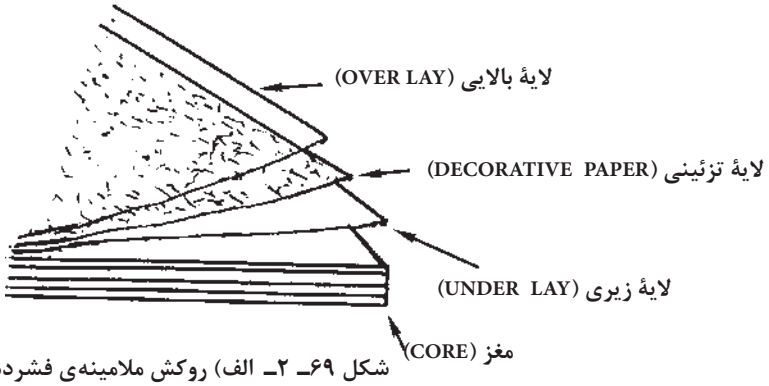
۵ـ Decorative paper

۶ـ Melamine Formaldehyde (MF)

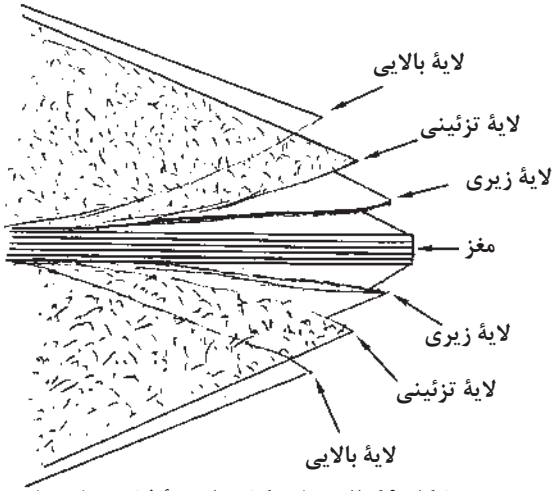
در فرآیند ساخت این روکش، کاغذ کرافت به چسب فوق‌الذکر آغشته و در مرحلهٔ بعد نسبتاً خشک می‌شود. این لایه‌ها به‌اضافه‌ی لایه‌های سطحی در پرس‌های چند طبقه بر روی هم پرس می‌گردند. ورقه به‌دست‌آمده پس از دور بُری به ابعاد استاندارد تبدیل می‌شود.

هر دو سطح این ورقه لایه‌ای می‌تواند با کاغذ تزئینی پوشانده شود. با تیمارکردن[1] لایه‌های میانی به مواد فاقد هالوژن[2]، این روکش مقاوم به حریق می‌شود (شکل ۷۰ـ۲ الف و ب).

به دلیل استفاده از رزین (چسب) این روکش‌ها در مقابل عبور جریان الکتریسیته مقاومت می‌نمایند. به‌کارگیری رزین ملامین در لایهٔ 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 ورقه نمی‌شوند. درصد جذب رطوبت این روکش‌ها در حالت غوطه‌وری ناچیز و نسبت به دمای خشک، شوک حرارتی[3] 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 وموارد مشابه، صفحهٔ زیرین بُردهای الکترونیکی و درب‌های ساختمانی می‌باشد.



شکل ۶۹ـ ۲ـ الف) روکش ملامینه‌ی فشرده (HPL) ساده



شکل ۶۹ـ۲ـ ب) روکش ملامینهٔ فشرده (HPL) دوبل

۱ـ با روش‌های آغشته‌سازی یا اشباع

۲ـ مواد کندسوزکننده

۳ـ آتش سیگار و ...

این نوع روکش‌های ورقه‌ای با استفاده از چسب‌های اوره فرم‌آلدهید[۱]، پلی‌وینیل استات[۲] و یا چسب‌های تماسی[۳] بر روی سطوح اوراق فشرده چوبی (تخته خرده‌چوب، تخته فیبر، تخته لایه و ...) پرس می‌شوند. سایر انواع روکش‌های ملامینه فشرده عبارتند از: نوع استاندارد[۴]، نوع فُرم‌پذیر[۵]، انواع مخصوص کف‌پوش[۶] و نوع بسیار فشرده[۷]. کاربرد این روکش‌ها در سطح تخته بوده و برای پوشش لبه (نَر) صفحات چوبی از نوارهای پُلی‌وینیل کُلراید[۸] و روکش کاغذی[۹] (جدول ۴ـ۲) استفاده می‌گردد (شکل ۷۰ـ۲).

شکل ۷۰ـ۲ـ دستگاه لبه چسبان (پی‌وی‌سی) (این دستگاه در انواع ایرانی و خارجی ساخته می‌شود) و نمونه‌هایی از نوارهای پی‌وی‌سی و کاغذی

۱ـ Urea Formaldehyde

۲ـ PVAC

۳ـ Contact Glue

۴ـ Standard HPL

۵ـ Post formable HPL

۶ـ Walk print HPL

۷ـ Compact HPL

۸ـ برای پوشاندن ضخامت انواع تخته از نوارهای ABS نیز استفاده می‌شود؛ این نوارها مشابه نوارهای پُلی‌وینیل کلراید بوده و ظاهر شفافی دارند. ABS نیز مانند پلی‌وینیل کلراید (PVC) از نوع مصنوعی است.

۹ـ Finish foil

جدول ۴ـ ۲ـ سایر انواع روکش‌های مصنوعی

نام روکش	روش تولید	روش نصب
روکش فشرده پیوسته Continuous pressure Laminate (CPL)	اوراق کاغذ کرافت که با نوعی رزین مخصوص آغشته شده‌اند در لایه‌های میانی و تحتانی قرار گرفته و لایهٔ 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).	با استفاده از چسب‌های اوره فرم‌آلدهید پلی‌وینیل استات و یا چسب تماسی بر روی اوراق فشرده چوبی پرس می‌شوند.
روکش با فشردگی کم Low pressure Laminate (LPL)	اوراق کاغذ فلوتینگ (Floating)که با نوعی رزین مخصوصی آغشته شده‌اند در لایه‌های میانی و تحتانی قرار گرفته و لایهٔ سطحی از جنس کاغذ تزئینی چاپ شده (طرح‌دار) و یا ساده که عمدتاً با رزین‌های آمینوپلاستیک نظیر ملامین فرم آلدهید آغشته شده است، می‌باشد. این لایه‌ها تحت فشار تقریبی ۴۰ kg/cm^2 و دمای ۱۳۰ $^{\circ}c$ در پرس‌های چند طبقه به روکش تبدیل می‌شوند.	با استفاده از چسب‌های اوره فرم‌آلدهید پلی‌وینیل استات و یا چسب تماسی بر روی اوراق فشرده چوبی پرس می‌شوند.
ملامینه استاندارد Standard melamine	یک لایهٔ کاغذ تزئینی ساده یا طرح‌دار با رزین ملامین فرم‌آلدهید آغشته و سپس خشک می‌شود (در ضخامت ۰/۲۵ mm تا ۰/۳۵ mm) رزین حدود ۵۰٪ ضخامت این نوع روکش را تشکیل می‌دهد.	بدون استفاده از چسب و توسط پرس حرارتی تحت فشار بالا روی سطوح اوراق فشرده چوبی پرس می‌شوند.
ملامینه نرم Soft Melamine	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.	بدون استفاده از چسب و توسط پرس حرارتی تحت فشار بالا روی سطوح اوراق فشرده چوبی پرس می‌شوند.

پلی‌وینیل کلراید (PVC)	این روکش‌ها از لایه‌های پلی‌وینیل کلراید، لایهٔ آستری و لاک‌های متفاوت تشکیل شده (در ضخامت ۰/۲ mm تا ۳ mm) و برای ساخت نوار مخصوص لبه‌های فرزخورده (sof forming) و روکش سطوح نوار خورده (membranceor Vacceue) کاربرد دارند. این روکش‌ها با استفاده از چسب‌های گرانول جامد که در دستگاه لبه‌چسبان ذوب می‌شود، بر ضخامت تخته پرس می‌گردند.	با استفاده از چسب‌های گرما نرم (اتیل وینیل استات) و یا پلی‌وینیل استات
روکش کاغذی Finish foil	ورقه نازکی از یک لایه کاغذ تزئینی ساده یا طرح‌دار به‌صورت مات و یا براق با رزین ملامین فرم‌آلدهید آغشته و پس از اندودکردن (Laqaring) خشک می‌شود. (در ابعاد متنوع و با وزن ۳۰ تا ۳۰۰ g/cm^2) این روکش برای ساخت نوار لبه ساده و پشت چسب‌دار، روکش پروفیل، نوار لبه فرزخورده و روکش سطوح صاف به‌کار می‌رود[1].	با استفاده از رزین‌های اوره فرم آلدهید و پلی وینیل استات و به کمک پرس‌های غلتکی پیوسته و یا یک طبقه مسطح
روکش‌های اکریلیک	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^3 می‌باشند. در مقابل ضربه دارای مقاومت بسیار خوب و دارای قابلیت فُرم‌پذیری بالا می‌باشند.	با استفاده از رزین‌های اوره فرم آلدهید و پلی وینیل استات و به کمک پرس‌های غلتکی پیوسته و یا یک طبقه مسطح

تخته فیبر[2]

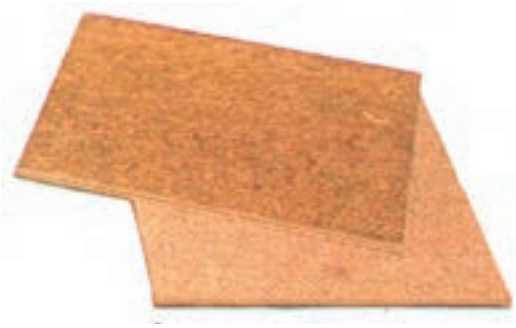
امروزه ارزش و اهمیّت چوب به جایی رسیده است که در صنایع جدید کوشش می‌شود از چوب‌های کوچک یا به‌اصطلاح چوب‌های هیزمی که در گذشته برای سوخت مصرف می‌شد و همچنین از خرده‌چوب‌های مازاد مقطوعات و مازاد کارخانجات چوب‌بری و سایر صنایع حداکثر استفاده به عمل آید که مهم‌ترین این صنایع را می‌توان صنایع تخته فیبر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

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

۲ـ Fiber board

تعریف تخته فیبر: تخته فیبر از فیبرها (عناصر کشیده و باریک چوبی[1] یا سایر الیاف غیرچوبی[2]) که به‌صورت خمیر درآمده‌اند و از طریق فشردن، تداخل و اتصال بین الیاف (لیگنین چوب[3]) یا با افزودن چسب‌های مصنوعی[4] به‌دست می‌آید.

انواع تخته فیبر از لحاظ فرآیندهای تولید: تخته فیبرهای حاصل از فرآیندهای مختلف تولید (فرآیند خشک، نیمه‌خشک 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 نیمه‌خشک تولید می‌شود. در این روش برای خروج سریع آب از خمیر، از توری سیمی‌استفاده 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 ۷۱ـ۲).



شکل۷۱ـ۲ـ تخته فیبر S_1S

تخته فیبر S_2S بیشتر به روش خشک (فرآیند خشک) و یا نیمه‌خشک تهیه می‌شود و ذرات خمیر در این روش بدون وجود تور سیمی‌وارد 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 ۷۲ـ۲).

شکل۷۲ـ۲ـ تخته فیبر S_2S

۱ـ مواد اولیه چوبی را می‌توان به‌صورت مخلوط گونه‌ها یا تک‌گونه، ضایعات چوب و خرده چوب به‌کار برد.

۲ـ الیاف مواد غیرچوبی شامل الیافی است که منشأ لیگنوسلولزی گیاهی دارند (با گاس، ساقه ذرت، ساقه گندم، ...) یا الیافی که منشأ معدنی (غیرآلی) دارند.

۳ـ لیگنین چوب مهم‌ترین اتصال‌دهنده در ساخت تخته فیبرهای معمولی و فیبر عایق است.

۴ـ از چسب فنل فرم‌آلدهید برای ساختن تخته فیبر سخت، از چسب اوره فرم‌آلدهید برای ساختن تخته ام.دی.اف و نشاسته را هم می‌توان به‌عنوان چسب ثانویه در تخته فیبر عایق به‌کار برد.

انواع تخته فیبر از نظر دانسیته[1] (جرم مخصوص): تخته فیبرها را می‌توان در یک سری گسترده جرم مخصوص (g/cm^3 ۰/۲ تا ۱/۲) به سه گروه تخته فیبر سبک (تخته فیبر عایق)، تخته فیبر نیمه‌سخت (ام.دی.اف) و تخته فیبر سخت تقسیم‌بندی کرد.

تخته فیبر سبک یا تخته فیبر عایق[2]: 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 امریکا از ضایعات محصولات کشاورزی، تخته فیبر عایق سلوتکس[3] تولید شد. به‌طور کلی تخته فیبر عـایق فقط بـا فرآیند تر قابل تولید و دارای ضخامتی بین ۹/۵ تا ۱۹ میلی‌متر و دانسیته g/cm^3 ۰/۰۵ تا ۰/۲ 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 پروفیل‌دار (منقّش) تولید شود. تخته فیبر عایق برحسب نوع مصرف به سه گروه تقسیم می‌شود:

الف) محصولات بیرونی: مانند تخته پوششی که به علت عایق‌بودن، 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 عمومی‌ساختمان به‌کار می‌رود؛ مانند تزئین سقف‌ها، دیوارهای حمام و راهروهایی که سر و صدا زیاد باشد (شکل ۷۳ـ۲).

شکل ۷۳ـ۲ـ تخته فیبر عایق (اکوستیک)

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

تخته فیبر با دانسیته متوسط یا نیمه‌سخت (ام. دی. اف) *MDF*[4]: تخته فیبر با دانسیته متوسط که به تخته فیبر ام.دی.اف معروف است برای اولین بار در سال ۱۹۶۵ در امریکا ساخته شد و هم‌اکنون محصول آن با نام تجارتی تخته بارابورد به بازار عرضه می‌شود. این فرآورده هم با فرآیند تر و هم با فرآیند خشک

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

۲ـ Insulation board

۳ـ Celotex Insulation board

۴ـ 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 ۰/۶ g/cm^3 تا ۰/۸۵ است. از ویژگی‌های مهم ام.دی.اف تولید شده به روش خشک می‌توان ترکیب مشخص، دانسیته یکنواخت، ارزان‌بودن، داشتن لبه‌های یکنواخت و ماسیو که به‌سهولت ماشین و پرداخت می‌شود را نام برد. این محصول به دو صورت صفحه و پروفیل تولید می‌شود (شکل ۷۴ـ۲). 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 است۳. کاربرد انواع پروفیل این فرآورده در تولید در به‌عنوان قاب دور دَر و سایر انواع قاب‌ها می‌باشد. ام.دی.اف تولید شده به روش تر معمولاً نازک‌تر است و به عنوان روکوب مورد استفاده قرار می‌گیرد.

شکل ۷۴ـ۲ـ 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 خرده‌چوب 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[۱]: در سال ۱۹۲۶ اولین کارخانه تولید تخته فیبر سخت در شهر لورل[۲] 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_1S) و دو رویه صاف (S_2S) می‌توان تولید کرد. تخته فیبر سخت دارای ضخامتی بین ۲/۵ تا ۸ میلی‌متر و دانسیته بالایی (حدود ۱/۱ تا ۰/۹ g/cm^3) است.

۱ـ Fiber hard board

۲ـ لورل شهری است در ایالت می‌سی‌سی‌پی.

امروزه نوعی تخته فیبر سخت به نام هارد بُرد (***HDF***)[1] 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 به‌صورت مسطح یا فُرم‌دار تولید می‌گردد در مقابل فرسایش و خراشیدگی مقاوم و در برابر تغییرات دما، و رطوبت پایدار است. این فرآورده قابلیّت خم‌شدن و پوشش داده‌شدن (لامینه‌شدن[2]) را با استفاده از فیلم‌های پلاستیکی، روکش فشرده ملامینه (***HPL***) و روکش‌های چوبی دارد. از مواد پوششی رنگی[3] 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 ۷۵ـ۲ـ روکوب خارجی منقش

۱ـ 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، مُشبّک) تولید می‌شود (شکل ۷۵ـ۲).
دو نوع از این تخته‌ها عبارتند از:
روکوب گونیایی: این صفحات دارای رنگ‌های مختلفی، مانند: مرمری روشن و تیره هستند و گاهی رنگ آنها را به‌صورت 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 مربعی‌شکل: گاهی صفحات روکوب را به شکل کاشی (مربع) درمی‌آورند و برای پوشش دیوار فروشگاه‌ها، آشپزخانه، حمام، لابراتور، سرویس‌ها و غیره به‌کار می‌برند.

شکل ۷۶ـ۲ـ ورقه دیوارکوب نقش‌دار

۲ـ تخته دیوارکوب خارجی: در گذشته تخته دیوارکوب به ابعاد ۱۲۰ × ۲۴۰ سانتی‌متر بدون پرداخت و به‌صورت ساده به‌کار می‌رفت ولی اخیراً خط پرداخت و نقش‌دارکردن 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 ۷۶ـ۲).
۳ـ تخته‌های صنعتی: بیش از ۲۵ درصد تولیدات تخته فیبر سخت به‌صورت 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- پُلی‌استر، نیم‌پلی‌استر، سیلر، شلاک ولاتکس و ...

تزئینات: 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 ونقل: جعبهٔ 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 افزار، 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 هنگامی‌که 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 حک‌شده باشد.
تخته فیبرهای ساخته‌شده باید کاملاً چهارگوش و گونیایی باشد.
تخته فیبر باید دارای ابعاد استاندارد باشد.

جدول ۵ ـ۲ـ 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 ـ۲ـ 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 به‌صورت منظم (جهت‌دار) یا به‌حالت 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 به‌طور خاص برای ساختمان‌سازی استفاده می‌گردد (شکل ۷۷ـ۲).

شکل ۷۷ـ۲ـ نمونه‌هایی از پانل‌های چوبی با اتصال معدنی

ترکیبات چوب ـ پلاستیک (*WPC*)[1]: این فرآورده‌ها دامنهٔ گسترده‌ای از محصولات ترکیبی را شامل شده و به ۲ گروه عمده تقسیم می‌گردند:

الف) فرآورده‌های چوب پلاستیکی که در آنها پلاستیک‌های گوناگون با مواد اتصال‌دهنده پرکننده‌ای ترکیب شده‌اند.

این مواد اتصال‌دهنده ـ پرکننده انواع مواد اولیه و ضایعاتی لیگنوسلولزی را شامل می‌گردند.

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 پُرکاربرد ساخته می‌شوند. مادهٔ اولیهٔ چوبی می‌تواند از ضایعات صنایع چوب به‌ویژه صنایع مبلمان و ... به‌صورت خاک اره[2] و کمتر از ۵۰٪ پلاستیک باشد. این فرآورده‌ها با

۱ـ Wood Plastic Composite

۲ـ Saw dast

استفاده از روش اکستروژن پیوسته تولید می‌گردند (شکل ۷۸ـ۲).

شکل ۷۸ـ۲ـ نمونه‌هایی از فرآورده‌های چوب ـ 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 این‌که تمام خصوصیات کار با چوب را دارا بوده و قابلیّت رنگ‌پذیری 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 پُرکردن 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*)[۱]: 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 ۷۹ـ۲).

۱ـ 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 ۷۹ـ۲ـ 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 ۸۰ـ۲).

شکل ۸۰ـ۲ـ نمونه‌هایی از فرآورده‌های قالبی چوب

ارزشیابی پایانی فصل ۲

۱ پراکندگی انواع چوب‌های پهن‌برگ و سوزنی‌برگ در جنگل‌های ایران را به‌صورت 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 کدام‌یک 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 به‌صورت یک گزارش ارائه دهید.

۴ با تحقیق اینترنتی انواع چوب و فرآورده‌های آن را از نظر رنگ روکش‌ها باهم مقایسه کنید.

فصل ۳

اندازه‌گیری و محاسبات آن

محاسبه مقدار مواد اولیه لازم برای ساخت مصنوعات چوبی

اندازه‌گیری و یکاهای آن

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، به‌طور 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 فیزیک و شیمی به‌صورت 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 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 به‌گونه‌ای انتخاب شود که در شرایط فیزیکی تعیین‌شده 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 به‌طور مستقل تعریف شده‌اند کمیت اصلی و یکاهای آنها را یکاهای اصلی می‌نامند. کلیه کمیت‌های اصلی در جدول ۱ـ۳ 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 کمّیتی برحسب طول و زمان به حساب می‌آید.

کمیت‌های اصلی سیستم SI

جدول ۱ـ۳ـ کمیت‌های اصلی در سیستم SI

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

پیشوندهای یکاهای SI (ضرایب): برای نشان دادن کوچک‌ترها (اجزاء) و بزرگ‌ترها (اضعاف) از هر یکا، از پیشوندهای جدول ۲ـ۳ استفاده می‌شود که این پیشوندها در جلوی یکای اصلی قرار می‌گیرند.

جدول ۲ـ ۳ـ پیشوندهای یکاهای سیستم SI

نماد	پیشوند	ضریب
T	ترا	$۱۰^{۱۲} = ۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰$
G	گیگا	$۱۰^{۹} = ۱۰۰۰۰۰۰۰۰۰$
M	مگا	$۱۰^{۶} = ۱۰۰۰۰۰۰$
k	کیلو	$۱۰^{۳} = ۱۰۰۰$
h	هکتو	$۱۰^{۲} = ۱۰۰$
da	دکا	$۱۰^{۱} = ۱۰$
d	دسی	$۱۰^{-۱} = ۰/۱$
c	سانتی	$۱۰^{-۲} = ۰/۰۱$
m	میلی	$۱۰^{-۳} = ۰/۰۰۱$
μ	میکرو	$۱۰^{-۶} = ۰/۰۰۰۰۰۱$
n	نانو	$۱۰^{-۹} = ۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۱$
p	پیکو	$۱۰^{-۱۲} = ۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۱$
f	فمتو	$۱۰^{-۱۵} = ۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۱$
a	آتو	$۱۰^{-۱۸} = ۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۰۱$

یکاهای اندازه‌گیری طول

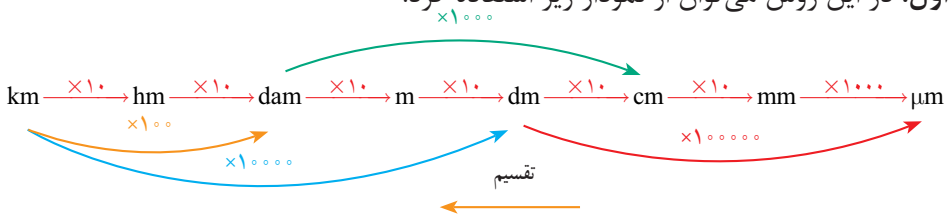
یکای طول: یکای طول در سیستم بین‌المللی SI برابر متر است.

جدیدترین تعریف متر:

یک متر طول مسیری است که نور در خلأ در زمان کوتاه $\frac{۱}{۲۹۹۷۹۲۴۵۸}$ ثانیه طی می‌کند.

تبدیل یکای طول

روش اول: در این روش می‌توان از نمودار زیر استفاده کرد.



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

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

تمرین

نمونه ۱

الف) $۲/۶\,cm = ?\,\mu m$

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

ب) $۸۲۰۴/۶\,mm = ?\,hm$

$۸۲۰۴/۶\,mm \xrightarrow{\div ۱۰^{۵}} ۸/۲۰۴۶\times ۱۰^{-۲}\,hm$

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.

$$mi \underset{\div}{\overset{\times ۱۶۰۹}{\rightleftarrows}} yd \underset{\div}{\overset{\times ۳}{\rightleftarrows}} ft \underset{\div}{\overset{\times ۱۲}{\rightleftarrows}} in \underset{\div}{\overset{\times ۲۵/۴}{\rightleftarrows}} mm$$

تمرین

نمونه ۲

الف) $۲\frac{۱}{۸}\,in = ?\,mm$

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

ب) $۲/۸\,mi = ?\,m$

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

ج) $۲۸\frac{۵}{۸}\,in = \ldots\ldots\ldots ft$

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

فعالیت عملی ۱:

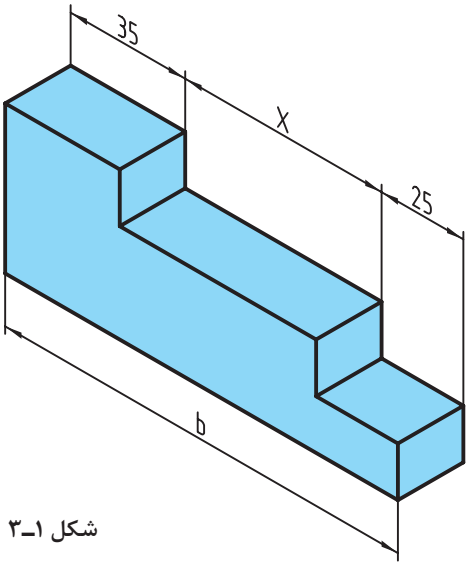
۱ اندازه‌های زیر را برحسب یکای خواسته‌شده به دست آورید.

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

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

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

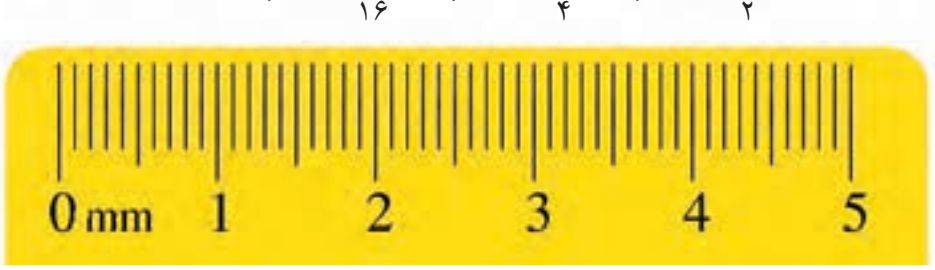
۳ در شکل ۱ـ۳ زیر مقدار $b = ۱۲۰\,mm$ است مقدار X را برحسب متر، سانتی‌متر، میلی‌متر و اینچ به‌دست آورید.



شکل ۱ـ۳

۴ بر روی خط‌کش زیر شکل ۲ـ۳ محل تقریبی اندازه‌های خواسته‌شده را مشخص کنید.

$$A = ۱in \quad , \quad B = \frac{۹}{۱۶}in \quad , \quad C = ۱\frac{۳}{۴}in \quad , \quad D = ۱\frac{۱}{۲}in$$



شکل ۲ـ۳

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

الف) $\mu m \rightarrow \square\ cm \rightarrow \square\ hm \rightarrow \square\ km$

ب) $km \rightarrow \square\ dam \rightarrow \square\ dm \rightarrow \square\ mm$

مقیاس

مقیاس ارتباط بین اندازه‌های ترسیمی‌با اندازه‌های حقیقی، در دنیای واقعی را مشخص می‌کند. انتخاب مقیاس از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. مقیاس در حقیقت توصیف یک نسبت است. به‌عبارتی 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 افزاینده (بزرگ‌تر از ۱:۱) ترسیم می‌کنند (جدول ۳ــ۳).

جدول ۳ــ ۳

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

نکته

نقشهٔ قطعه‌کار با هر مقیاسی که ترسیم شود اندازه‌گذاری آن برحسب ابعاد حقیقی قطعه انجام می‌شود.

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.

به‌طور مثال مقیاس ۱:۱۰۰ نشان می‌دهد هر یک سانتی‌متر از نقشه معادل ۱۰۰ سانتی‌متر در اندازه واقعی است.

مقیاس‌های افزاینده و کاهنده استاندارد شده برابر نمودار زیر است:

تمرین

نمونه ۳

تابلو راهنما به طول ۴/۲ متر با مقیاس ۱:۲۰ ترسیم شده است. اندازهٔ ترسیمی آن در نقشه چند میلی‌متر خواهد بود؟ (شکل ۳ـ۳)

شکل ۳ـ ۳

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

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

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

تمرین

نمونه ۴

مقدار ترسیمی‌اندازه‌های حقیقی جدول ۴ـ۳ را به دست آورید.

جدول ۴ـ ۳

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

تمرین

نمونه ۵

برای طراحی اجزای سازندهٔ یک ساعت مچی عقربه‌ای، از یک نقشه با مقیاس ۵۰:۱ استفاده شده است. در صورتی‌که اندازهٔ 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 ۴ـ۳)

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

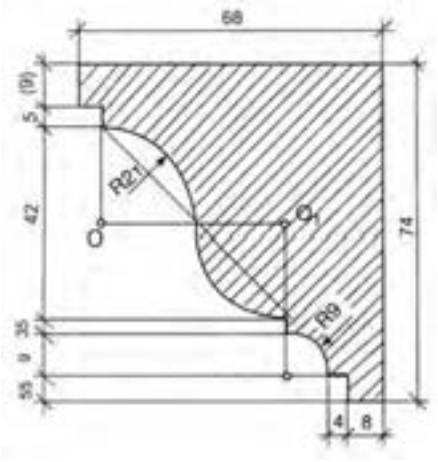
$$\frac{۵۰}{۱} = \frac{\text{اندازهٔ ترسیمی}}{۴}$$

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

شکل ۴ـ ۳

فعالیت عملی ۲:

۱ در شکل ۵ـ۳ مقادیر مورد نظر را با مقیاس ۳:۱ به‌دست آورید.



شکل ۵ ـ ۳

۲ اندازهٔ ترسیمی‌برای اندازه‌های واقعی زیر را با مقیاس ۴:۱ به‌دست آورید.

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

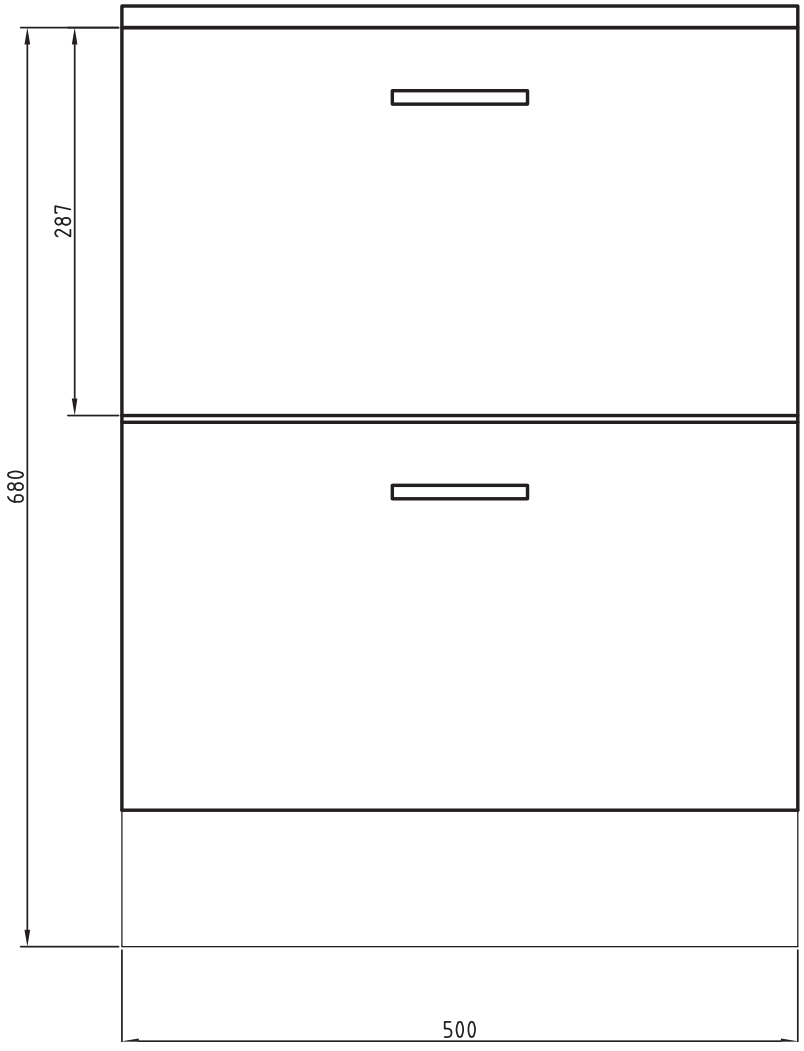
۳ جدول زیر را با توجه به مقیاس ۱:۲/۵ کامل کنید.

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

۴ جدول زیر را کامل کنید.

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

۵ اندازه‌های داده شده برای شکل زیر مقادیر واقعی آنهاست. درصورتی‌که بخواهیم این نقشه را با مقیاس ۱:۵ ترسیم کنیم، مقادیر اندازه‌های ترسیمی‌را به‌دست آورید.



شکل ۶ ـ ۳ـ نمای اصلی فایل اداری

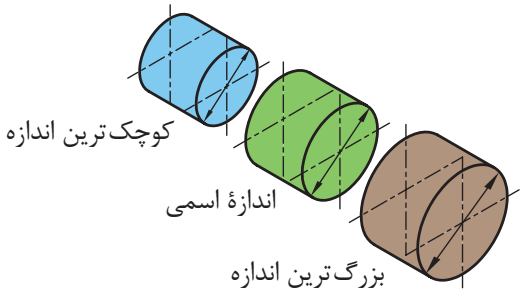
تولرانس (رواداری)

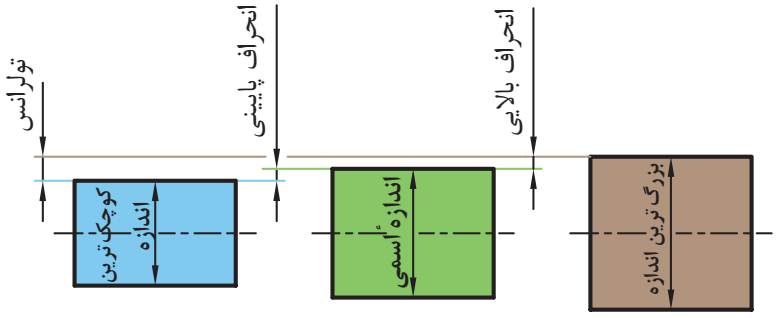
در تولید قطعات صنعتی به‌دست آوردن اندازه دقیق اسمی[1] به‌دلیل وجود خطاهای ابزارهای تولید، امری کاملاً محال است. تولیدکنندگان سعی می‌کنند که اندازه‌های تولیدی به اندازه‌های اسمی برسد، از این رو طراح مقدار خطای مجاز اندازه را در نقشه ذکر می‌کند که به آن تولرانس می‌گویند (شکل ۷ـ۳).

این خطاها را در نقشه به‌صورت عدد کنار اندازهٔ اسمی می‌نویسند، طوری که انحراف بالایی را بدون نماد در بالا و انحراف پایینی را بدون نماد در پایین اندازهٔ 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 ۷ـ۳

نکته

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

انحراف بالایی + اندازهٔ اسمی = بزرگ‌ترین اندازه

انحراف پایینی + اندازهٔ اسمی = کوچک‌ترین اندازه

۱ـ اندازه‌ای که در نقشه نوشته می‌شود.

به‌طور نمونه در $۲۵^{+۰/۳}_{-۰/۲}$ مقدار ۰/۳ را انحراف بالایی، ۰/۲- را انحراف پایینی می‌گویند و مقدار تولرانس از روابط زیر به‌دست می‌آید.

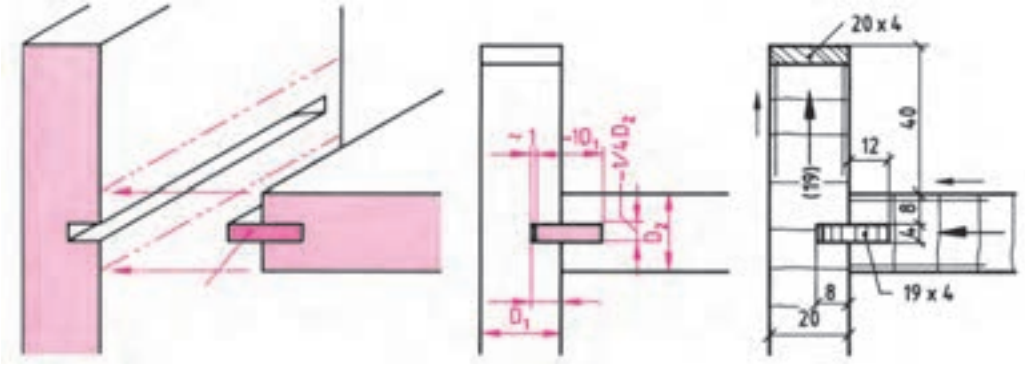
T = بزرگ‌ترین اندازه − کوچک‌ترین اندازه = ۲۵/۳ − ۲۴/۸ = ۰/۵

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

تمرین

نمونه ۶

در یک کارخانه صنایع چوبی تعدادی طبقه کتابخانه‌ای، توسط اتصال قلیف زبانه بلند باید مونتاژ شود. در صورتی‌که عمق شکاف بدنه $۸^{+۰/۵}_{-۰/۲}$ میلیمتر در نظر گرفته شده باشد. مقادیر بزرگترین اندازه، کوچکترین اندازه و تولرانس را به دست آورید. (شکل ۸ـ۳).



شکل ۸ـ۳ـ ترسیم علائم اتصال قلیف زبانه بلند، زبانه به اندازه ۲۰×۵ میلی‌متر در برش و نمای رو به رو، جنس زبانه از تخته چند لایه

تمرین

نمونه ۷

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 پایهٔ عصا تغییر ارتفاع را $۱۸^{+۰/۵}_{-۰/۲}$در نظر بگیرد مقادیر بزرگ‌ترین اندازه، کوچک‌ترین اندازه و تولرانس را به‌دست آورید (شکل ۹ـ۳).

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

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

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

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

شکل ۹ ـ ۳

تمرین

نمونه ۸

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

$+32\,\mu m = +0/032\,mm \quad , \quad +120\,\mu m = +0/120\,mm$

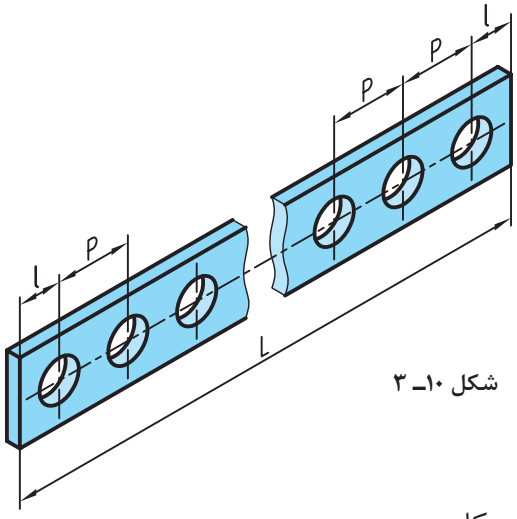
بزرگ‌ترین اندازه $= 53 + 0/120 = 53/120\ mm$

کوچک‌ترین اندازه $= 53 + 0/032 = 53/032\ mm$

تولرانس $= +0/120\,mm - (+0/032\,mm) = 0/088\,mm$

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 ۱۰ـ۳).



شکل ۱۰ـ ۳

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

L = طول قطعه‌کار

l = طول لبه قطعه‌کار تا مرکز اولین سوراخ

P = فاصله بین مرکز دو سوراخ متوالی (گام)

n = تعداد سوراخ

نکته

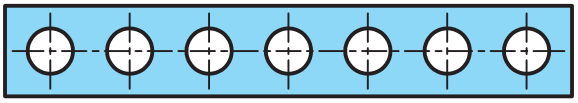
۱ـ همان‌طور که مشاهده می‌شود تعداد سوراخ‌ها از تعداد فاصله بین سوراخ‌ها، یکی بیشتر است.

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

تمرین

نمونه ۹

در روی ریل سه مرحله ای (تلسکوپی) تسمه‌ای مطابق شکل ۱۱ــ۳ سوراخ ایجاد شده است .L=۵۰۰ میلی‌متر و طول لبه کار تا اولین مرکز سوراخ ۴۰ میلی متر است.حال فاصله بین مرکز سوراخ‌ها را به‌دست آورید.



شکل ۱۱- ۳

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

$$P = \frac{۵۰۰ - (۲ \times ۴۰)}{۷ - ۱} = \frac{۴۲۰}{۶} = ۷۰ \text{ mm}$$

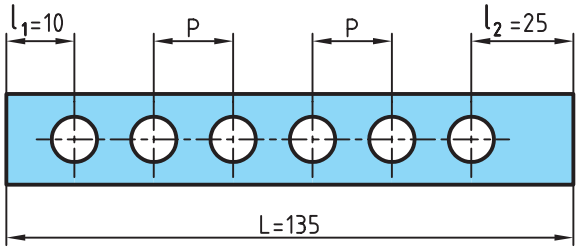
تذکر: در صورتی‌که فاصله مرکز سوراخ‌های ابتدایی و انتهایی از لبه قطعه‌کار با هم مساوی نباشند رابطه ذکرشده به‌صورت زیر است:

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

تمرین

نمونه۱۰

در شکل۱۲ـ۳ یک قطعه دیده می‌شود، فاصله برابر بین سوراخ‌ها (P) چقدر خواهد بود؟



شکل ۱۲ـ ۳

$$P = \frac{L - (l_1 + l_2)}{n - 1} \longrightarrow P = \frac{۱۳۵ - (۱۰ + ۲۵)}{۶ - ۱} = \frac{۱۰۰}{۵} = ۲۰ \text{ mm}$$

محاسبه محیط

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

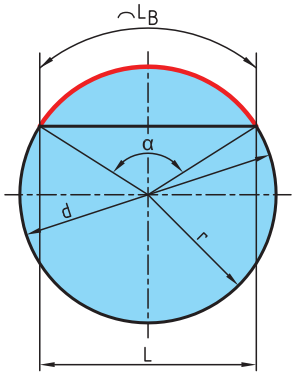
به طول پیرامون اشکال هندسی محیط گفته می‌شود.

هر قطعهٔ صنعتی می‌تواند از یک یا چند شکل هندسی تشکیل شده باشد. برای محاسبهٔ محیط قطعه ابتدا باید آن را به اجزای ساده‌تر که دارای روش‌های محاسبهٔ ساده‌تری هستند تقسیم کرد. در پایان با جمع‌کردن محیط اجزای تقسیم‌شده می‌توان محیط کل قطعه را به‌دست آورد.

در محاسبه اندازهٔ محیط شکل‌های دوبعدی، کافی است طول بیرونی پیرامون شکل را به‌دست آورد.

در شکل‌های چندضلعی مجموع طول اضلاع مقدار محیط است.

محاسبهٔ محیط دایره، طول قوس دایره (شکل ۱۳ـ ۳)



شکل ۱۳ـ ۳

$U = \pi \times d$

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

U = محیط

L_B = طول قوس قطاع یا قطعه دایره

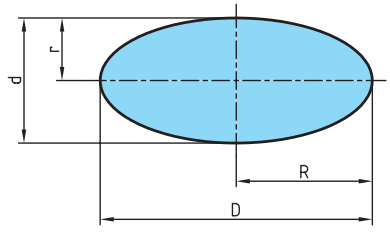
α = زاویه مرکزی مقابل به کمان (درجه)

d = قطر دایره

r = شعاع دایره (d = ۲ r)

L = طول وتر دایره (محاسبه این طول در صفحه ۸۹ گفته خواهد شد.)

محاسبه محیط بیضی (شکل ۱۴ـ ۳)



شکل ۱۴ـ ۳

$U \approx \pi \times \frac{D + d}{۲}$

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

با دقت بیشتر

U = محیط

D = قطر بزرگ بیضی

R = شعاع بزرگ بیضی

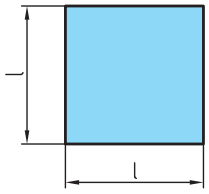
d = قطر کوچک بیضی

r = شعاع کوچک بیضی

محیط اشکال هندسی

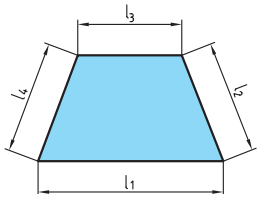
U= محیط l = طول ضلع b= عرض n= تعداد اضلاع

مربع



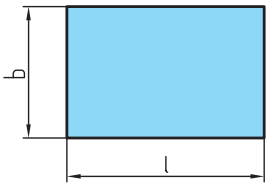
$U = ۴ \times l$

ذوزنقه



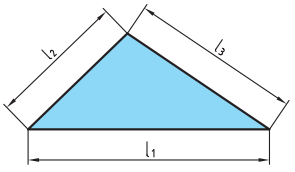
$U = l_۱ + l_۲ + l_۳ + l_۴$

مستطیل



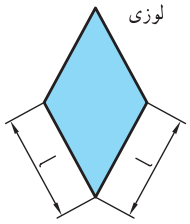
$U = ۲ \times (l + b)$

مثلث



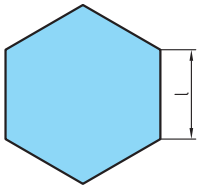
$U = l_۱ + l_۲ + l_۳$

لوزی



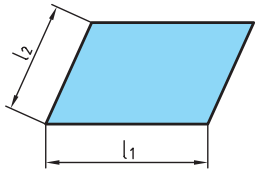
$U = ۴ \times l$

چندضلعی منتظم



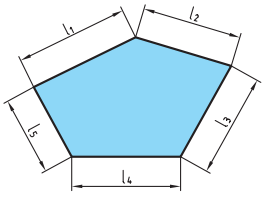
$U = n \times l$

متوازی‌الاضلاع



$U = ۲ \times (l_۱ + l_۲)$

چندضلعی غیرمنتظم



$U = l_۱ + l_۲ + l_۳ + l_۴ + l_۵$

شکل ۱۵ـ۳

نکته

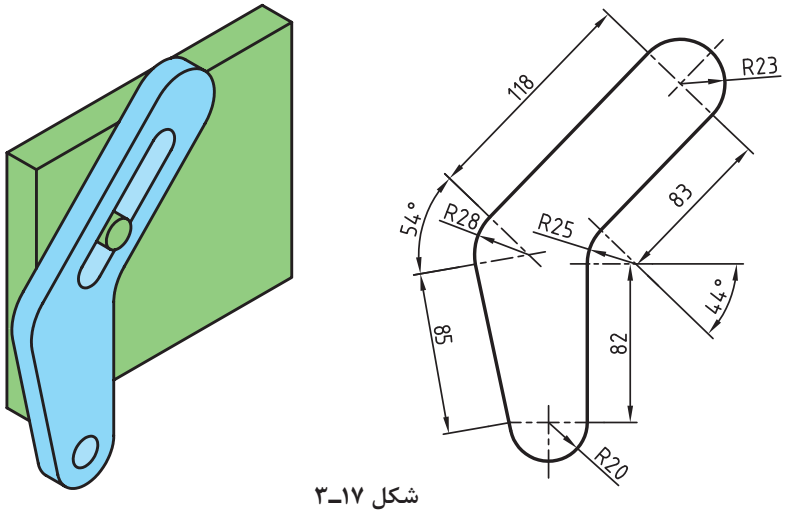
به طور کلی در اشکال هندسی ۱۵ـ ۳ محیط برابر مجموع اندازهٔ ضلع های پیرامون آن شکل است.

فعالیت عملی ۳:

۱ در آلاچیق مطابق شکل ۱۶ـ۳ که با قطر ۲/۳ متر ساخته شده است. طول قسمت نرده‌کاری‌شده را به‌دست آورید.

۳ـ۱۶

۲ قطعه‌ای مطابق شکل ۱۷ـ۳ با روش برش لیزر از ورق آلومینیمی‌ساخته شده است. طول مسیر برش را حساب کنید.



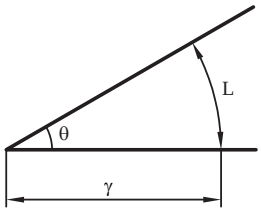
شکل ۱۷ـ۳

۳ در شکل ۱۸ـ۳ اندازه محیط استخر به طول ۸/۴ m و عرض ۵/۲ m را به‌دست آورید و در صورتی‌که از کاشی‌های ۴۰ cm × ۴۰ cm برای کاشی‌کاری دور استخر استفاده شود، چه تعداد کاشی لازم است؟

شکل ۱۸ـ۳

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 ۱۹ـ۳).



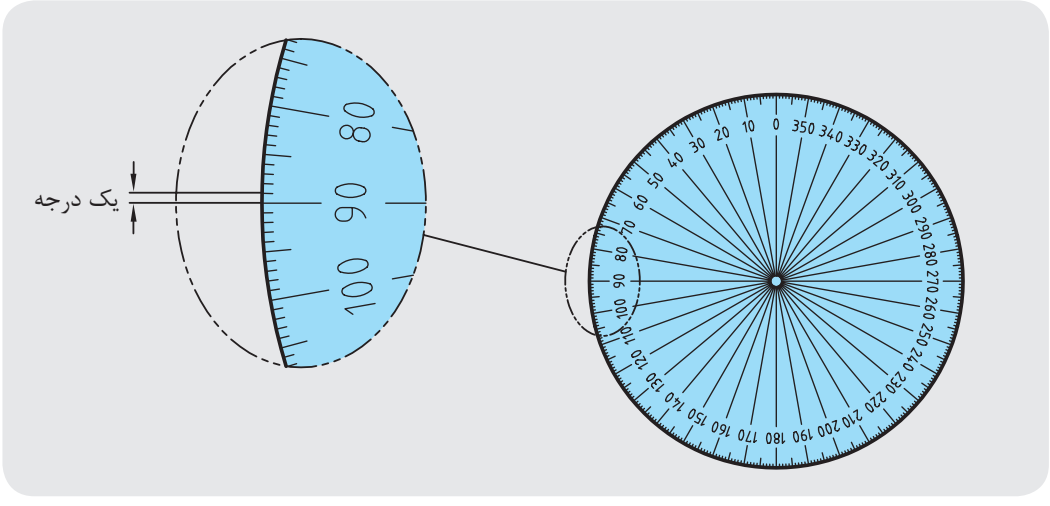
شکل ۱۹ـ ۳

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

توجه: برای نمایش درجه از علامت (°) استفاده می‌شود.

درجه: اگر محیط یک دایره دلخواه را به ۳۶۰ قسمت مساوی تقسیم کنیم و هر قسمت را به مرکز دایره وصل کنیم، اندازه زاویه حاصل را یک درجه می‌نامند (شکل ۲۰ـ۳).

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



شکل ۲۰ـ ۳

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

هر دقیقه برابر $\frac{۱}{۶۰}$ درجه است.

$۱′ = \frac{۱}{۶۰} \times ۱^\circ$ ۱ دقیقه

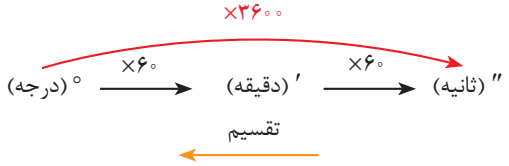
هر ثانیه برابر $\frac{۱}{۶۰}$ دقیقه یا $\frac{۱}{۳۶۰۰}$ درجه است.

$۱″ = \frac{۱}{۶۰} \times ۱′ = \frac{۱}{۳۶۰۰} \times ۱^\circ$ ۱ ثانیه

به عبارتی:

$۱^\circ = ۶۰ \square = ۳۶۰۰″$

تبدیل اجزای زاویه:



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

تمرین

نمونه ۱۱

مقدار زاویه ″۳۵ و ′۴۲ و ۲° را برحسب الف) درجه، ب) دقیقه و ج) ثانیه حساب کنید.

ب)

$۲^\circ = ۲ \times ۶۰ = ۱۲۰′$ +

$۴۲′$ +

$۳۵″ = ۳۵ \div ۶۰ = ۰/۵۸۳′$ =

$۱۶۲/۵۸۳′$

الف)

۲° +

$۴۲′ = ۴۲ \div ۶۰ = ۰/۷^\circ$ +

$۳۵″ = ۳۵ \div ۳۶۰۰ = ۰/۰۰۹۷^\circ$ =

$۲/۷۰۹۷^\circ$

ج)

$۲^\circ = ۲ \times ۳۶۰۰ = ۷۲۰۰″$ +

$۴۲′ = ۴۲ \times ۶۰ = ۲۵۲۰″$ +

$۳۵″$ =

$۹۷۵۵″$

فعالیت عملی ۴:

۱ مقدار زاویه‌های زیر را برحسب دقیقه به‌دست آورید.

الف) $۶۲/۸۶^\circ$ ب) $۴۸۲۱''$ ج) $۴۲^\circ, ۲۷''$

۲ مقادیر خواسته‌شده را برحسب درجه به‌دست آورید.

الف) $۳۴^\circ, ۱۲', ۴۸''$ ب) $۲۲', ۳۵''$ ج) $۱۴^\circ, ۵۲''$

۳ مقادیر خواسته‌شده زیر را بر حسب درجه و دقیقه و ثانیه به‌دست آورید.

A	B	A+B	A−B
$۵۲^\circ, ۴۵', ۲۰''$	$۳۸^\circ, ۲۱', ۴۶''$		
$۴^\circ, ۲۵', ۴۴''$	$۲^\circ, ۴۵''$		

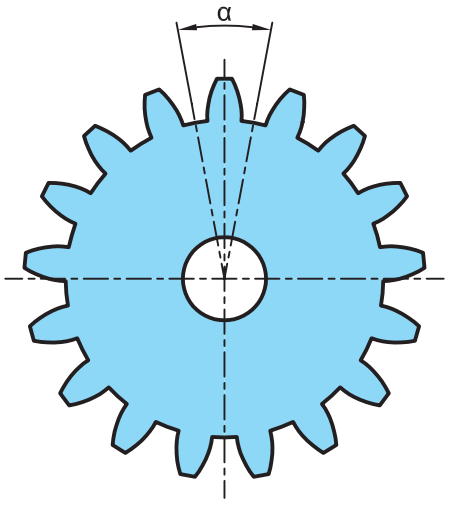
۴ چرخ‌دندهٔ شکل (۲۱ـ۳) ۱۷ دندانه دارد. زاویهٔ α را برحسب موارد خواسته شده به‌دست آورید.

الف) درجه

ب) دقیقه

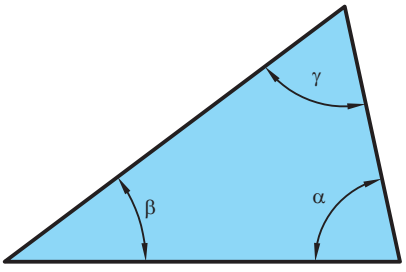
ج) ثانیه

د) درجه و دقیقه



شکل ۲۱ـ۳

۵ در مثلث مطابق شکل ۲۲ـ ۳ زاویه γ را برحسب درجه و دقیقه به‌دست آورید.

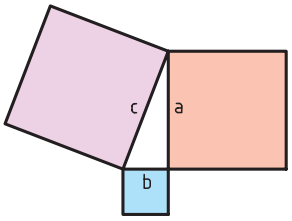


شکل ۲۲ـ۳

$\beta = ۳۶^\circ$ $\alpha = ۷۶^\circ, ۱۱'$

محاسبهٔ روابط مثلث

قضیهٔ فیثاغورس: در مثلث قائم‌الزاویه مطابق شکل ۲۳ـ۳ می‌توان نوشت:



شکل ۲۳ـ ۳

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

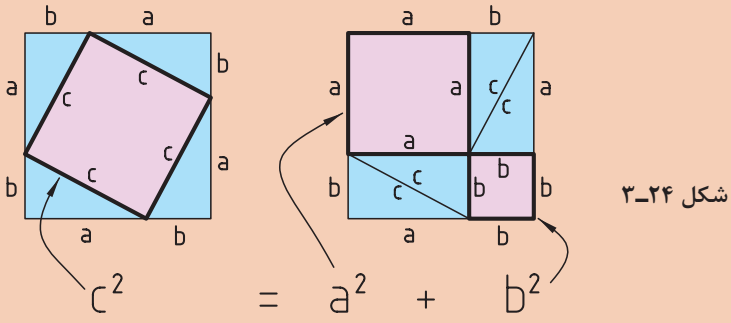
a , b = اضلاع مجاور به زاویهٔ قائمه c = ضلع مقابل به زاویهٔ قائمه (وتر)

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 قضیهٔ فیثاغورس را نشان می‌دهد.



شکل ۲۴ـ۳

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

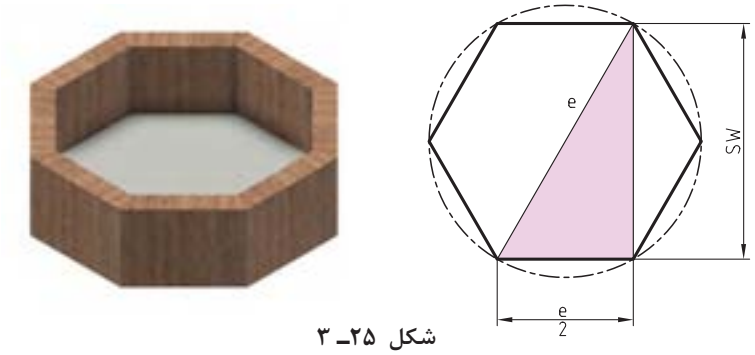
تمرین

نمونه ۱۲

در یک ظرف شکلات خوری شش‌گوشه (مطابق شکل ۲۵ـ۳).

الف) رابطه‌ای بین اندازه ضلع شکلات خوری (sw) و اندازه گوش تا گوش (e) را به‌دست آورید.

ب) اگر طول ضلع آن ۱۵ میلی‌متر باشد اندازه یک ضلع و گوش تا گوش آن چند میلی‌متر است؟



شکل ۲۵ـ ۳

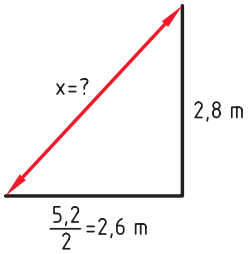
الف) $e^{۲} = sw^{۲} + (\frac{e}{۲})^{۲} \rightarrow sw^{۲} = e^{۲} - \frac{e^{۲}}{۴} = \frac{۴e^{۲} - e^{۲}}{۴} = \frac{۳e^{۲}}{۴} \rightarrow sw = \frac{\sqrt{۳}}{۲}e$

ب) $\frac{e}{۲} = ۱۵\,mm \rightarrow e = ۲ \times ۱۵ = ۳۰\,mm \quad , \quad sw = \frac{\sqrt{۳}}{۲} \times ۳۰ = ۲۵/۹۸\,mm \simeq ۲۶\,mm$

تمرین

نمونه ۱۳

در طراحی یک شیروانی، مطابق شکل ۲۶ـ۳، طول وتر هر شیروانی را برحسب سانتی‌متر به‌دست آورید.

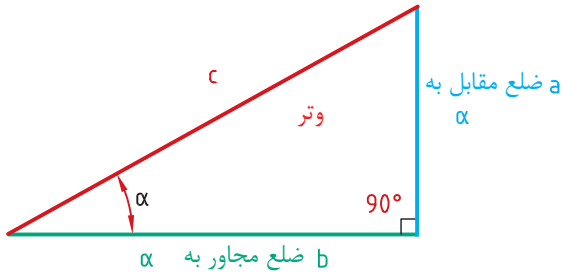


$c^{۲} = a^{۲} + b^{۲} \rightarrow x^{۲} = ۲/۶^{۲} + ۲/۸^{۲} = ۱۴/۶$

$x = \sqrt{۱۴/۶} \rightarrow x = ۳/۸۲m \xrightarrow{\times ۱۰۰} x = ۳۸۲\,cm$

شکل ۲۶ـ ۳

روابط مثلثاتی: برای تعریف توابع مثلثاتی از یک مثلث قائم‌الزاویه استفاده می‌کنیم (شکل ۲۷ـ۳).



شکل ۲۷ـ ۳

c = وتر

a = ضلع مقابل به زاویه α

b = ضلع مجاور به زاویه α

در مثلث شکل ۲۷ـ۳

$$\alpha \text{ سینوس} = \frac{\text{ضلع مقابل زاویه } \alpha}{\text{وتر}} \rightarrow \sin\alpha = \frac{a}{c}$$

$$\alpha \text{ کسینوس} = \frac{\text{ضلع مجاور زاویه } \alpha}{\text{وتر}} \rightarrow \cos\alpha = \frac{b}{c}$$

$$\alpha \text{ تانژانت} = \frac{\text{ضلع مقابل زاویه } \alpha}{\text{ضلع مجاور زاویه } \alpha} \rightarrow \tan\alpha = \frac{a}{b}$$

$$\alpha \text{ کتانژانت} = \frac{\text{ضلع مجاور زاویه } \alpha}{\text{ضلع مقابل زاویه } \alpha} \rightarrow \cot\alpha = \frac{b}{a}$$

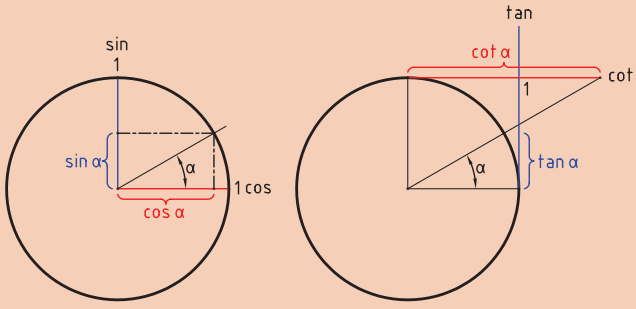
مطالعه آزاد

نتایج مهم

۱ـ برای هر زاویه‌ای نسبت اضلاع معین وجود دارد.

۲ـ برای هر نسبت، زاویه مشخصی وجود دارد.

۳ـ مقادیر روابط مثلثاتی بر روی دایره واحد مطابق شکل زیر است.



شکل ۲۸ـ۳

نسبت‌های مثلثاتی زاویه‌های معین

جدول ۵ـ ۳

	۰	۳۰°	۴۵°	۶۰°	۹۰°
sin	۰	$\frac{۱}{۲}$	$\frac{\sqrt{۲}}{۲}$	$\frac{\sqrt{۳}}{۳}$	۱
cos	۱	$\frac{\sqrt{۳}}{۲}$	$\frac{\sqrt{۲}}{۲}$	$\frac{۱}{۲}$	۰
tan	۰	$\frac{\sqrt{۳}}{۳}$	۱	$\sqrt{۳}$	∞
cot	∞	$\sqrt{۳}$	۱	$\frac{\sqrt{۳}}{۳}$	۰

مطالعه آزاد

تابع‌های وارون مثلثاتی

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

$$x = \sin\alpha \rightarrow \alpha = \arcsin x$$
$$x = \cos\alpha \rightarrow \alpha = \arccos x$$
$$x = \tan\alpha \rightarrow \alpha = \arctan x$$
$$x = \cot\alpha \rightarrow \alpha = \operatorname{arccot} x$$

تمرین

نمونه ۱۴

برای زاویه‌های زیر نسبت‌های مثلثاتی را در جدول ۶ ـ۳ کامل کنید.

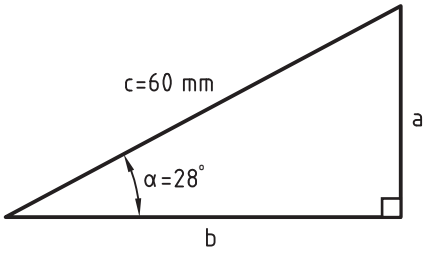
زاویه	نسبت مثلثاتی			
α	sin α	cos α	tan α	cot α
۱۰°	۰/۱۷۳۶	۰/۹۸۴۸	۰/۱۷۶۳	۵/۶۷۱۳
۳۳° و ۴۰′	۰/۵۵۴۴	۰/۸۳۲۳	۰/۶۶۶۱	۱/۵۰۱۳
۴۲/۷°	۰/۶۷۸۱	۰/۷۳۴۹	۰/۹۲۲۷	۱/۰۸۳۶
۱۲° و ۲۰′	۰/۲۱۳۶	۰/۹۷۶۹	۰/۲۱۸۶	۴/۵۷۳۶

جدول ۶ ـ ۳

تمرین

نمونه ۱۵

اندازه ضلع a و b را در مثلث شکل ۲۹ـ۳ به‌دست آورید.



شکل ۲۹ـ ۳

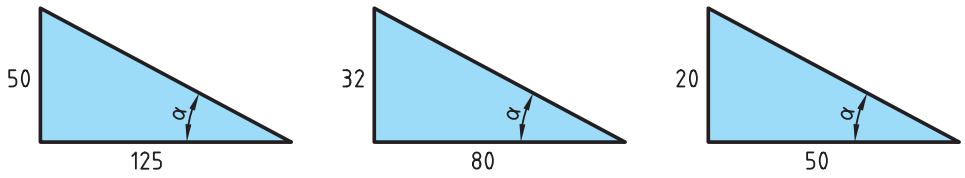
$$\sin\alpha = \frac{\text{ضلع مقابل زاویه } \alpha}{\text{وتر}} \rightarrow \sin ۲۸^\circ = \frac{a}{۶۰} \rightarrow a = ۶۰ \times \sin ۲۸^\circ = ۶۰ \times ۰/۴۶۹ = ۲۸/۱۴ \text{ mm}$$

$$\cos\alpha = \frac{\text{ضلع مجاور زاویه } \alpha}{\text{وتر}} \rightarrow \cos ۲۸^\circ = \frac{b}{۶۰} \rightarrow b = ۶۰ \times \cos ۲۸^\circ = ۶۰ \times ۰/۸۸۲ = ۵۲/۹۲ \text{ mm}$$

تمرین

نمونه ۱۶

در هر یک از مثلث‌های شکل ۳۰ـ۳ مقدار زاویه α را حساب کنید.



شکل ۳۰ـ ۳

$$(۱)\ \tan\alpha = \frac{۵۰}{۱۲۵} = ۰/۴ \Rightarrow \alpha = ۲۱/۸۰^\circ \quad \text{یا} \quad ۲۱^\circ, ۴۸'$$

$$(۲)\ \tan\alpha = \frac{۳۲}{۸۰} = ۰/۴ \Rightarrow \alpha = ۲۱/۸۰^\circ \quad \text{یا} \quad ۲۱^\circ, ۴۸'$$

$$(۳)\ \tan\alpha = \frac{۲۰}{۵۰} = ۰/۴ \Rightarrow \alpha = ۲۱/۸۰^\circ \quad \text{یا} \quad ۲۱^\circ, ۴۸'$$

نتیجهٔ مهم: اگر نسبت اضلاع با هم برابر باشند با وجود تغییر اندازهٔ اضلاع، زوایا برابر می‌شوند.

یکای اندازه‌گیری سطح

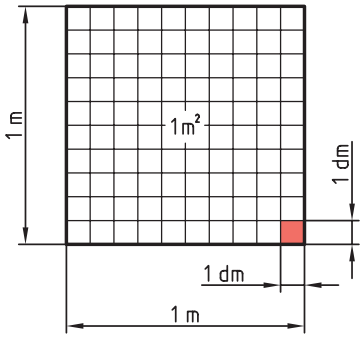
یکای اندازه‌گیری سطح در سیستم SI متر مربع و آن سطح مربعی است که طول ضلع آن ۱ متر است.

$$1m \times 1m = 1m^2$$

$$10dm \times 10dm = 10^2 dm^2$$

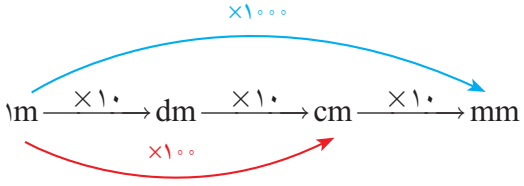
$$100cm \times 100cm = 100^2 cm^2$$

$$1000mm \times 1000mm = 1000^2 mm^2$$

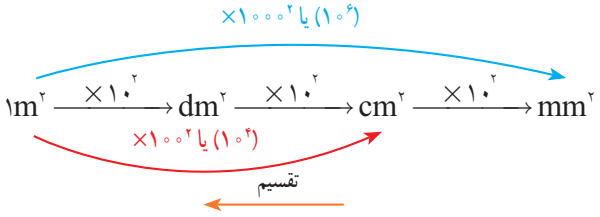


شکل ۳۱ـ۳

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



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



توجه: در نمودار مقابل برای تبدیل یکای کوچک‌تر از عمل تقسیم و در جهت عکس نمودار استفاده می‌شود.

به عبارت دیگر :

$$1m^2 = 10^2 dm^2 = 100^2 cm^2 = 1000^2 mm^2$$

اگر بخواهیم ضرایب را به توانی از ده تبدیل کنیم، عبارت فوق به‌صورت زیر تبدیل می‌شود:

$$1m^2 = 10^2 dm^2 = 10^4 cm^2 = 10^6 mm^2$$

تمرین

نمونه ۱۷

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

الف) $9\,mm^2 = ...\,cm^2$ جواب: $9mm^2 \xrightarrow{\div 10^2} 0/09\,cm^2$

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

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

فعالیت عملی ۵:

۱ اندازه‌های زیر را به یکاهای خواسته شده تبدیل کنید.

$۸/۵\ mm^۲$	$\ldots\ldots\ dm^۲$	$۰/۶۵\ mm^۲$	$\ldots\ldots\ m^۲$
$۲۵۱۰\ dm^۲$	$\ldots\ldots\ m^۲$	$۲۵۳\ dm^۲$	$\ldots\ldots\ cm^۲$
$۱/۴۵\ cm^۲$	$\ldots\ldots\ dm^۲$	$۹۵\ cm^۲$	$\ldots\ldots\ m^۲$

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

الف) $۳۳/۴۵\ dm^۲ + ۰/۴۵\ m^۲ + ۵۰/۲\ cm^۲ = \ldots\ dm^۲$

ب) $۱۱۰\ cm^۲ + ۴m^۲ - ۲۰\ dm^۲ = \ldots\ mm^۲$

ج) $۶۲\ m^۲ - ۱۱۰۰\ mm^۲ + ۱۲\ cm^۲ - ۴۰\ dm^۲ = \ldots\ cm^۲$

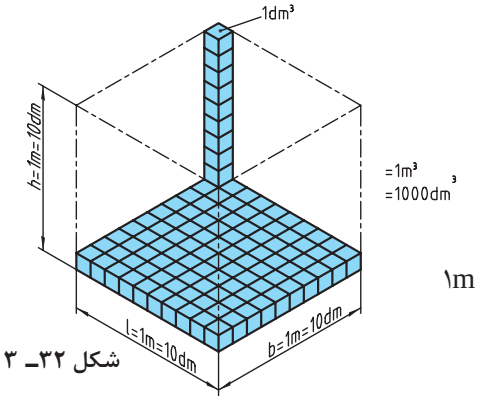
۳ مقادیر زیر را به یکای مورد نظر تبدیل کنید.

الف) به دسی‌مترمربع $۱۱/۲۵\ cm^۲, ۲/۸۷\ m^۲, ۱۴/۷۵\ mm^۲$

ب) به سانتی‌متر مربع $۲۹/۹\ dm^۲, ۰/۷۸۶\ m^۲, ۲۲/۷۵\ mm^۲$

یکاهای اندازه‌گیری حجم

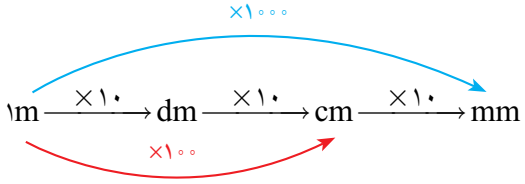
یکای اندازه‌گیری حجم در سیستم SI مترمکعب و آن عبارت است از حجم مکعبی که طول، عرض و ارتفاع آن ۱ متر باشد (شکل ۳۲ـ۳).



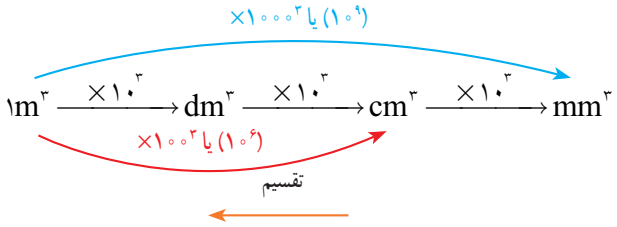
شکل ۳۲ـ ۳

$۱m \times ۱m \times ۱m = ۱m^۳$

همان‌طور که قبلا 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 به‌صورت زیر می‌شود:



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

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

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

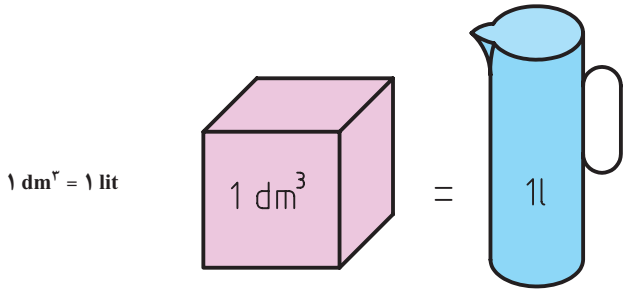
بنابراین :

$$1m^3 = 10^3 dm^3 = 100^3 cm^3 = 1000^3 mm^3$$

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

$$1m^3 = 10^3 dm^3 = 10^6 cm^3 = 10^9 mm^3$$

یکای اندازه‌گیری مایعات: یکای اصلی حجم مایعات در سیستم SI متر مکعب است و یکای کوچک‌تر آن دسی‌متر 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 دسی‌متر است (شکل ۳۳ـ۳).



شکل ۳۳ـ ۳

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

$$1l = 1 dm^3 = 1000 cm^3 = 1000 ml = 1000 cc$$

فعالیت عملی ۶:

۱ اندازه‌های زیر را به یکاهای خواسته شده تبدیل کنید.

۲/۵ m^3	..... cm^3	۵۲۳۰ mm^3	..... m^3
۲۴۰ dm^3	..... mm^3	۲۱/۵ dm^3	..... cm^3
۱۵/۶۲ cm^3	..... mm^3	۸۴ cm^3	..... m^3
۰/۲۵۶ m^3	..... dm^3	۱۸۰۵ mm^3	..... dm^3

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

الف) $۴۲۸۱۰۰\,mm^3 + ۰/۰۰۳۵\,m^3 + ۲۷۰۸/۲\,cm^3 = ...\,dm^3$

ب) $۲۱\,cm^3 + ۰/۰۰۴۸m^3 - ۴/۶\,dm^3 = ...\,mm^3$

ج) $۰/۰۰۱۶m^3 - ۱۹۲۰۰\,mm^3 + ۲۲\,cm^3 - ۰/۱۸\,dm^3 = ...\,cm^3$

۳ مقادیر زیر را به یکای مورد نظر تبدیل کنید.

الف) به دسی‌مترمکعب $۸۴۰/۲۵\,cm^3, ۱/۲۸۲m^3, ۴۰۵/۱۲\,mm^3$

ب) به سانتی‌مترمکعب $۰/۸۹۰dm^3, ۰/۰۶۵m^3, ۱۴۴۵\,mm^3$

وزن

شکل ۳۴ـ ۳

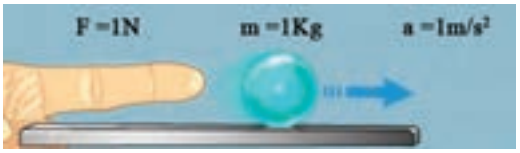
وزن، برآیندی از مجموعه نیروهای وارد شده بر جرم جسم است. تمامی‌اجسام به نسبت جرم و فاصله‌ای که نسبت به هم دارند با نیرویی به طرف همدیگر کشیده می‌شوند. این نیروها می‌تواند شامل نیروهای جاذبه زمین، جاذبه خورشید، ماه و اجرام آسمانی باشد. برآیند این نیروها همان نیروی جاذبه زمین یا وزن جسم است.(شکل ۳۴ـ۳).

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.

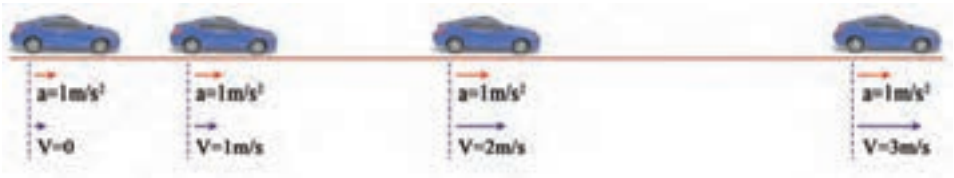
یکای نیرو: یکای نیرو در سیستم SI نیوتن است که آن را با N نشان می‌دهند.

یک نیوتن: مقدار نیرویی است که به جسمی‌به جرم یک کیلوگرم شتابی معادل $\frac{m}{s^2}$ ۱ می‌دهد (شکل ۳ـ۳۵).



شکل ۳ـ۳۵

$\frac{m}{s^2}$ ۱: شتابی است که در هر ثانیه به سرعت جسم $\frac{m}{s}$ ۱ اضافه شود.



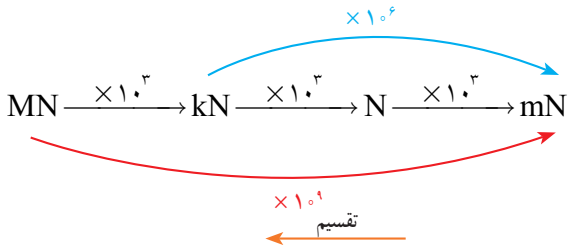
محاسبه نیرو:

شتاب جسم × جرم جسم = نیروی وارد بر جسم

$$F = m \times a$$

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

تبدیل یکاهای اندازه‌گیری وزن



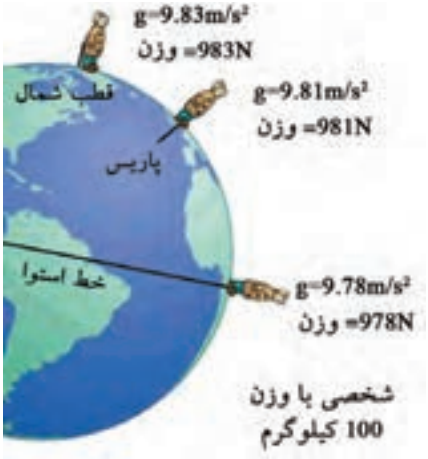
توجه: برای تبدیل یکاهای کوچک‌تر به بزرگ‌تر از عمل تقسیم و در جهت عکس نمودار استفاده می‌شود.

به عبارت دیگر:

$$۱\ MN = ۱۰^۳\ kN = ۱۰^۶\ N = ۱۰^۹\ mN$$

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

شتاب اجسام در حال سقوط را شتاب ثقل زمین می‌نامند.



شکل ۳۶ـ ۳

شتاب ثقل زمین در نقاط مختلف متفاوت است.شتاب ثقل زمین در پاریس $۹/۸۱\ m/s^۲$، در منطقه استوا $۹/۷۸\ m/s^۲$ و در نواحی قطبی $۹/۸۳\ m/s^۲$ است. از این جهت وزن در نقاط مختلف کره زمین متفاوت است. به عنوان مثال وزن شخصی به جرم ۱۰۰ کیلوگرم در پاریس ۹۸۱ N، در منطقه استوا ۹۷۸ N و در نواحی قطبی ۹۸۳ N است (شکل ۳۶ـ۳).

شتاب ثقل در کره‌های مختلف نیز متفاوت است. شتاب ثقل درکره ماه $۱/۶۲\ m/s^۲$، در سیاره مشتری $۲۴/۹۱\ m/s^۲$ و در خورشید $۲۷۰\ m/s^۲$ است (شکل ۳۷ـ۳).

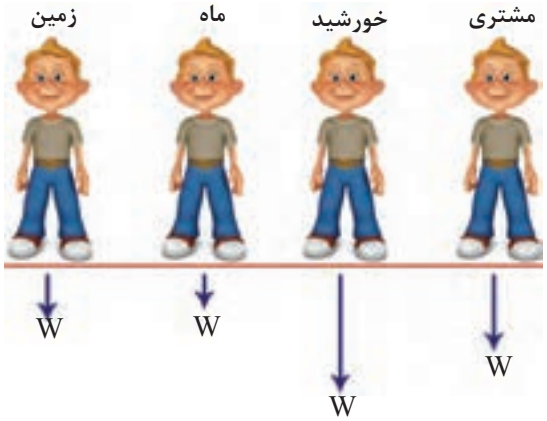
در حل مسائل فنی مقدار شتاب ثقل زمین را معادل شتاب ثقل در عرض جغرافیایی ۴۵°(پاریس) در نظر می‌گیرند.

$$g = ۹/۸۱ \frac{m}{s^۲}$$

شتاب ثقل × جرم جسم = وزن

$$W = m \times g$$

$g =$ شتاب ثقل $(\frac{m}{s^۲})$ $\quad m =$ جرم جسم (kg) $\quad W =$ وزن (N)

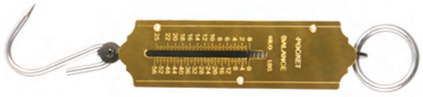


زمین	ماه	خورشید	مشتری
$m = ۶۳/۵\ kg$	$m = ۶۳/۵\ kg$	$m = ۶۳/۵\ kg$	$m = ۶۳/۵\ kg$
$g = ۹/۸۱ \frac{m}{s^۲}$	$g = ۱/۶۲ \frac{m}{s^۲}$	$g = ۲۷۰ \frac{m}{s^۲}$	$g = ۲۴/۹۱ \frac{m}{s^۲}$
$W = ۶۲۳\ N$	$W = ۱۰۳\ N$	$W = ۱۷۱۴۵\ N$	$W = ۱۵۸۲\ N$

شکل ۳۷ـ۳

اندازه‌گیری وزن

از آنجایی که وزن به نیروی جاذبه بستگی دارد نمی‌توان آن را با ترازوی شاهین‌دار اندازه گرفت و برای اندازه‌گیری از ترازوی فنردار استفاده می‌شود (شکل ۳۸ـ۳).



شکل ۳۸ـ۳

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

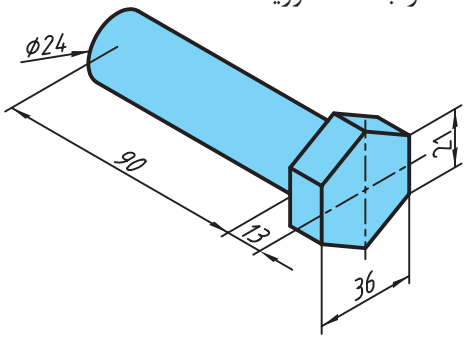
وزن در کرهٔ زمین $W = m \times g = ۱kg \times ۹/۸۱ \frac{m}{s^۲} = ۹/۸۱ N$

وزن در کرهٔ ماه $W = m \times g = ۱kg \times ۱/۶۲ \frac{m}{s^۲} = ۱/۶۲ N$

تمرین

نمونه ۱۹

وزن قطعه فولادی مطابق شکل۳۹ـ۳ را به‌دست آورید.



شکل۳۹ـ۳

$\rho = ۷/۸۵ \frac{kg}{dm^۳}$ ⟵ از جدول

محاسبه حجم شش گوش آچارخور $A_۱ = \frac{n \times l \times d}{۴} = \frac{۶ \times ۲/۱ \times ۳/۶}{۴} = ۱۱/۳۴ cm^۲$

$V_۱ = A_۱ \times h = ۱۱/۳۴ \times ۱/۳ = ۱۴/۷۴ cm^۳$

محاسبه حجم میله استوانه‌ای $A_۲ = \frac{\pi \times d^۲}{۴} = \frac{۳/۱۴ \times ۲/۴^۲}{۴} = ۴/۵۲ cm^۲$

$V_۲ = A_۲ \times h_۲ = ۴/۵۲ \times ۹ = ۴۰/۶۸ cm^۳$

$V = V_۱ + V_۲ = ۱۴/۷۴ + ۴۰/۶۸ = ۵۵/۴۲ cm^۳ \xrightarrow{\div ۱۰^۳} ۰/۰۵۵۴۲ dm^۳$

$W = \rho \times V \times g = ۷/۸۵ \times ۰/۰۵۵۴۲ \times ۹/۸۱ = ۴/۲۶ N$

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 $۷/۸۵ \frac{kg}{dm^۳}$ را به‌دست آورید.

شکل ۴۰ـ ۳

$$A = l \times l = ۵ \times ۵ = ۲۵\,cm^۲$$

$$V = A \times h = ۲۵ \times ۸ = ۲۰۰\,cm^۳ \xrightarrow{\div ۱۰۰۰} ۰/۲\,lit \quad \text{یا} \quad ۰/۲dm^۳$$

$$m = \rho \times V = ۷/۸۵ \times ۰/۲ = ۱/۵۷\,kg$$

جرم حجمی

ذرات تشکیل دهنده مواد مختلف به یک اندازه متراکم 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.

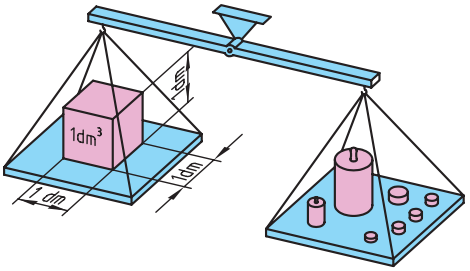
توجه: تغییرات دما سبب تغییر حجم جسم می‌شود. بنابراین، با تغییر دما جرم حجمی یک ماده تغییر می‌کند. از این رو جرم حجمی اغلب مواد را در دمای ۲۵° سانتی‌گراد معین می‌کنند. مقدار جرم حجمی مستقل از شتاب گرانشی است.

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

$$\rho = \text{جرم مخصوص } (\frac{kg}{m^۳}) \qquad m = \text{جرم } (kg) \qquad V = \text{حجم } (m^۳)$$

یکای جرم حجمی در سیستم SI کیلوگرم بر مترمکعب $(\frac{kg}{m^۳})$ است، ولی می‌توان آن را برحسب $\frac{mg}{mm^۳}$ ، $\frac{gr}{cm^۳}$ ، $\frac{kg}{lit}(\frac{kg}{dm^۳})$ ، $\frac{t}{m^۳}$ بیان کرد.

به عنوان مثال جرم مخصوص فولاد $۷/۸۵ \frac{kg}{dm^۳}$ است (جدول ۷ـ۳).



شکل ۴۱ـ ۳

جدول ۷ـ۳ جرم حجمی مواد

آلومینیم	$۲/۷ \frac{kg}{dm^3}$	مس	$۸/۹ \frac{kg}{dm^3}$
آب	$۱ \frac{kg}{dm^3}$	فولاد	$۷/۸۵ \frac{kg}{dm^3}$
چدن	$۷/۲۵ \frac{kg}{dm^3}$	سرب	$۱۱/۳۵ \frac{kg}{dm^3}$
برنج	$۸/۵ \frac{kg}{dm^3}$	قلع	$۷/۳ \frac{kg}{dm^3}$

وزن بر حسب حجم و جرم حجمی

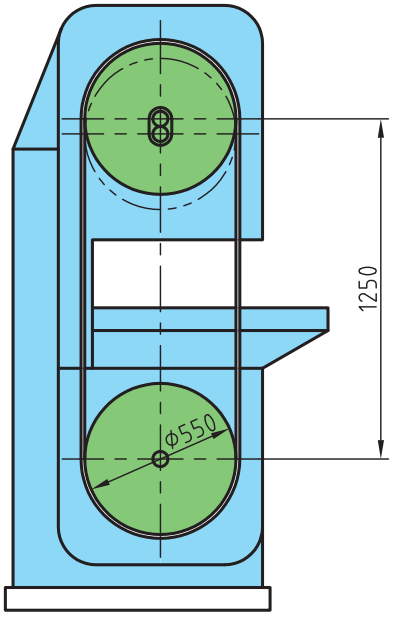
$m = \rho \times V$

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

$V =$ حجم جسم (dm^3) یا (lit)

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

۱ دستگاه اره نواری مطابق شکل ۴۲ـ۳ برای بریدن چوب به‌کار می‌رود. طول تیغه اره را به‌دست آورید.

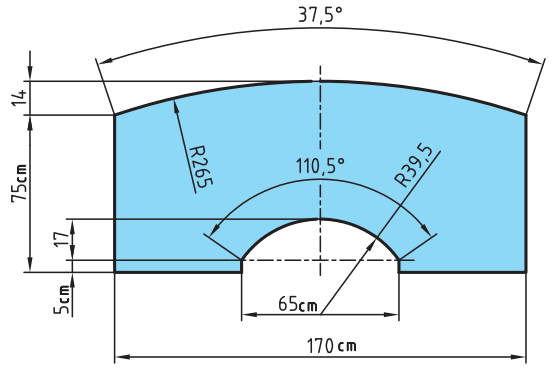


شکل ۴۲ـ۳

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 به‌دست آورید.

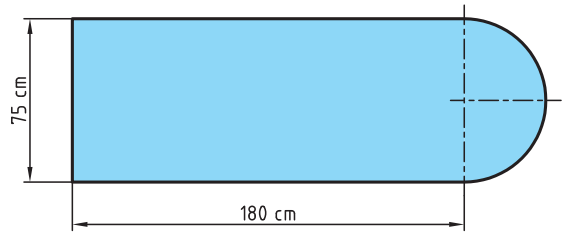
شکل ۴۳ـ۳

۳ مساحت سطح میزی مطابق شکل ۴۴ـ۳ را به‌دست آورید.



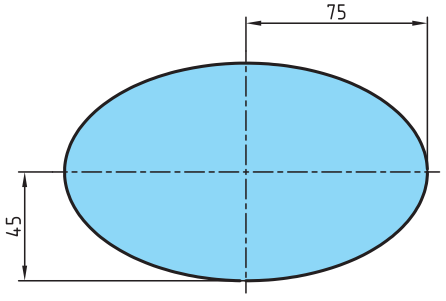
شکل ۴۴ـ۳

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



شکل ۴۵ـ۳

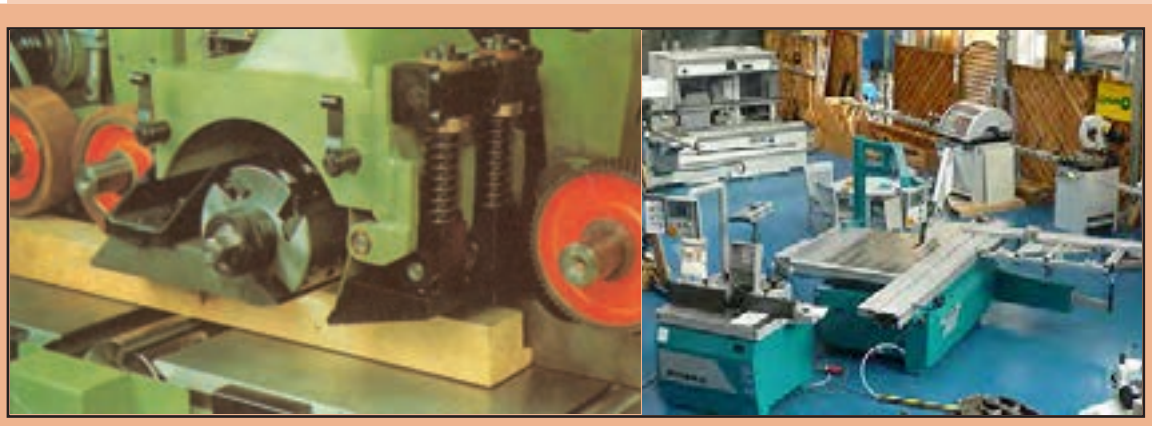
۵ برای تولید آینه موتورسیکلت مطابق شکل زیر چند mm^2 شیشه لازم است؟



شکل ۴۶ـ۳

فصل ۴

حرکت



شناسایی

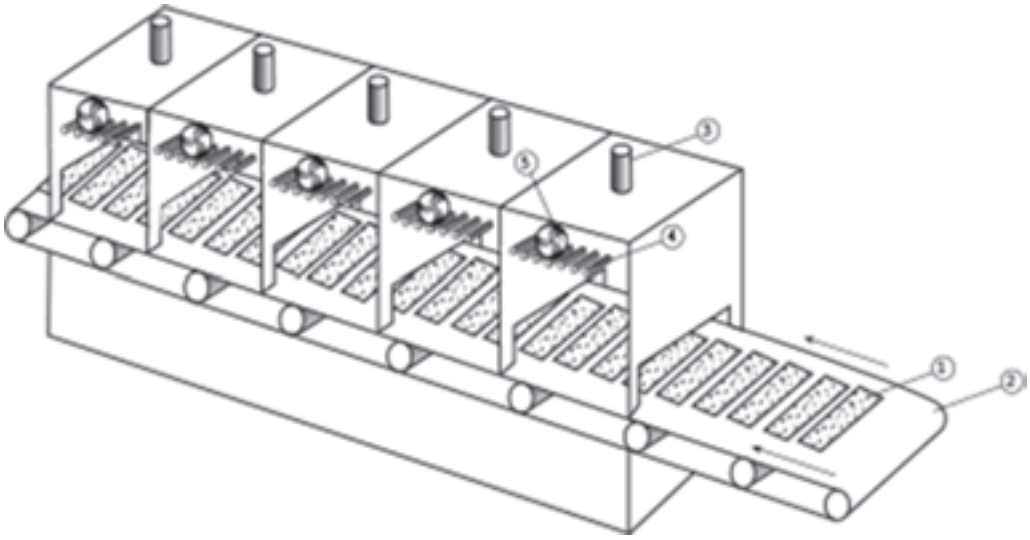
حرکت

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 اره‌گرد، 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 دردستگاه روکش خشک‌کن اتاقکی و نظایر آن (شکل ۱ـ۴).



شکل ۱ـ۴

با توجه به تفاوت مشاهده شده در موارد پیش‌گفته 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 به‌صورت 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:

علایم اختصاری:
v: سرعت s: مسافت t: زمان

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

تمرین

نمونه ۱

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

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

سرعت حرکت روکش

$$v = \frac{۱۲m}{۹۶s} = ۰/۱۲۵m/s$$

تمرین

نمونه ۲

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

زمان عبور سه اتاقک و ورود به اتاقک چهارم

$$v = \frac{s}{t} \Rightarrow t = \frac{۹m}{۰/۱۲۵m/s} = ۷۲s$$

سرعت خطی غیر یکنواخت:
جسمی‌که 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 بسته بندی به انبار روکش یک مسیر ۳۰۰ متری را در زمان ۲ دقیقه طی می‌کند. سرعت متوسط لیفتراک را محاسبه کنید.

حل:

$$v = \frac{۳۰۰}{۲} = ۱۵۰m/min$$

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

سرعت متوسط

$$v = ۱۵۰ \times ۶۰ = ۹۰۰m/h \rightarrow ۹۰۰۰ + ۱۰۰۰ = ۹km/h$$

واحد سرعت: معمولاً در صنعت بر حسب مورد واحدهای مختلفی برای سرعت درنظر گرفته می‌شود که متداول‌ترین آنها عبارتند از:

ـ سرعت حرکت وسایل نقلیه: km/h (کیلومتر بر ساعت)

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

ـ سرعت نقاله‌ها: m/min یا m/s (متر بر دقیقه یا متر بر ثانیه)

ـ سرعت برش تیغه‌های برنده: m/s (متر بر ثانیه)

ـ 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 به‌دست آورید؛ در صورتی‌که 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 می‌شود؟ (درصورتی 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 ۲متر و ارتفاع آن ۵ متر باشد چه زمانی طول خواهد کشید تا سیلو پر شود؟

۴ در یک دستگاه خشک‌کن 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 می‌توان خشک کرد؟ (حرکت روکش در دستگاه خشک‌کن به‌صورت عرضی است.)

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

۶ برای جا به جایی پالت‌های تخته سه‌لایی از دو لیفتراک استفاده شده است. در مدت ۳ساعت لیفتراک اولی ۱۲ پالت و دیگری ۱۵ پالت را در یک مسیر ۱۰۰ متری جا به جا نموده‌اند، محاسبه نمایید سرعت لیفتراک دومی‌چقدر 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 جابه‌جا کند.)

۷ دو اتومبیل A و B همزمان از یک نقطه، حرکت را شروع می‌کنند. بعد از مدت ۵۰ ثانیه اتومبیل A، ۱۵متر از اتومبیل B جلو می‌افتد، اگر اتومبیل B دارای سرعت متوسط ۶۰ متر بر دقیقه باشد، سرعت متوسط وسیله A و مسافت طی شده هر دو را به‌دست 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: سرعت محیطی (m/s)

d: قطر چرخ (m)

n: تعداد دوران چرخ نسبت به واحد زمان (rpm یا دور بر ثانیه[1])

$$v = d.\pi.n$$

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.

$$d = ۹۰mm \div ۱۰۰۰ = ۰/۰۹۰m$$

$$n = ۲۸۵۰\,۱/min \div ۶۰ = ۴۷/۵\frac{۱}{s}$$

$$v = d.\pi.n = ۰/۹m \times ۳/۱۴ \times ۴۷/۵ = ۱/s = ۱۳/۴۲۳۵ \simeq ۱۳/۴m/s$$

تمرین

نمونه ۴

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

$$d = ۴۵۰ \div ۱۰۰۰ = ۰/۴۵m$$

$$v = ۴/۳۵\ m/s \times ۶۰ = ۲۶۱\ m/min$$

$$n = \frac{v}{d.\pi} \Rightarrow n = \frac{۲۶۱m/min}{۰/۴۵m \times ۳/۱۴} \simeq ۱۸۴/۷\frac{۱}{min}$$

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 به‌وسیله تیغهٔ برنده از روی سطح در واحد زمان (ثانیه) جدا می‌شود. بنابراین سرعت برش برابر است با:

$$v = d.\pi.n$$

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

تمرین

نمونه ۵

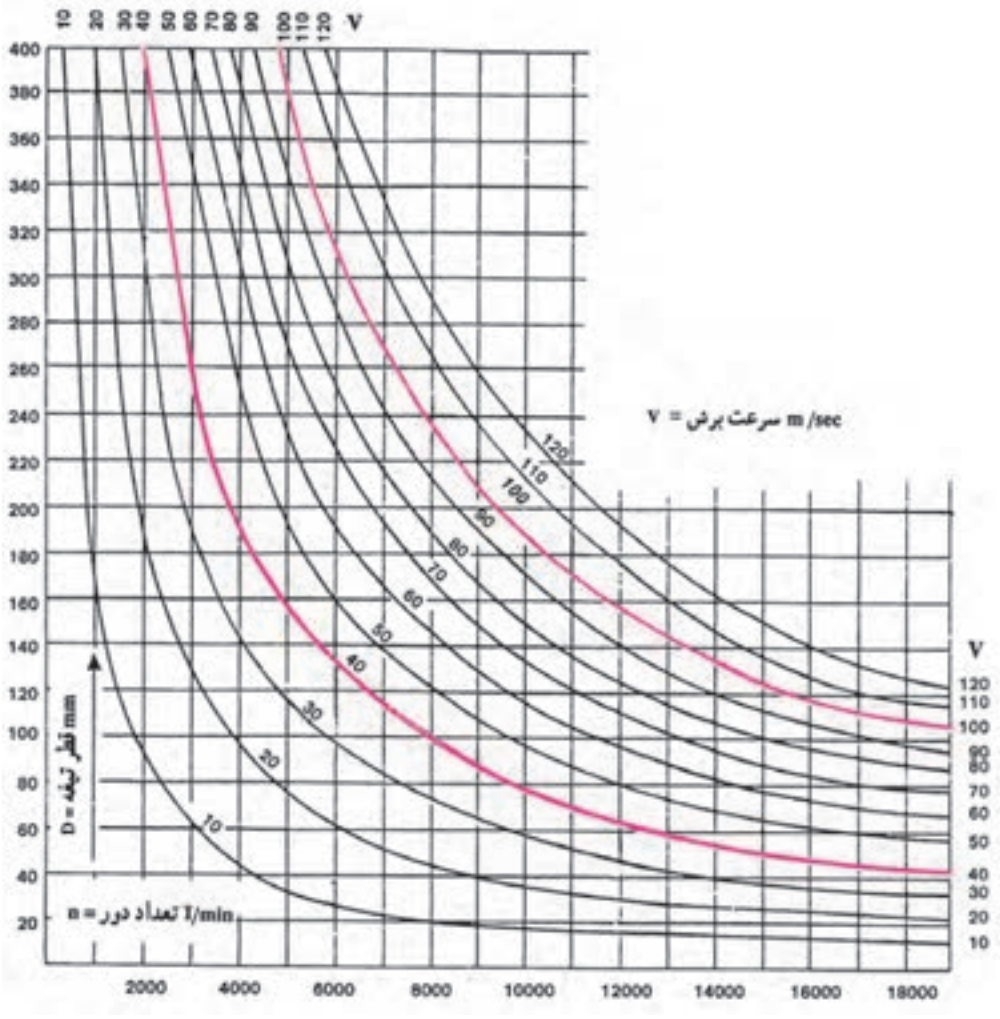
یک ماشین مته برقی دستی مطابق شکل ۲ــ۱ دارای دو دور ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ دور بر دقیقه است، اگر لازم باشد به وسیله آن و با مته‌ای به قطر ۸ میلی‌متر و با سرعت برش ۲۵ متر بر دقیقه قطعه‌ای را سوراخ کنیم، ماشین را روی کدام یک از دورهای موجود باید تنظیم کرد؟

$d=۸mm÷۱۰۰۰=۰/۰۰۸m$

$$n=\frac{v}{d.\pi}=\frac{۲۵m/min}{۰/۰۰۸m\times۳/۱۴}=۹۹۵/۲\frac{۱}{min}\simeq۱۰۰۰\frac{۱}{min}$$

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 شکل۲ـ۴ استفاده کرد.



نمودار۱ـ۴ـ سرعت برش (هنگام محاسبه باید به واحدهای آنها توجه کرد)

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

روش استفاده از نمودار سرعت برش

تمرین

نمونه ۶

دستگاهی با تعداد دور $۷۰۰۰ \frac{۱}{min}$ و قطر تیغه‌ای برابر ۱۸۰mm مفروض است سرعت برشی آن چند متر بر ثانیه می‌باشد؟

جواب: قطر تیغه را (۱۸۰mm) از ستون عمودی و تعداد دور را ($۷۰۰۰ \frac{۱}{min}$) از ردیف افقی انتخاب کرده بر هم عمود می‌کنیم تا منحنی مورد نظر (سرعت برش) به‌دست آید که در این مثال، محل تقاطع بین دو منحنی ۶۰ و ۷۰ قرار می‌گیرد؛ بنابراین، سرعت برشی تقریباً معادل ۶۵ متر بر ثانیه به دست می‌آید.

در صنایع چوب با توجه به نوع ماده چوبی و جنس تیغه پیشنهاد می‌شود از سرعت‌های برش جدول ۱ـ۴ استفاده شود.

جدول ۱ـ۴

نوع تیغه / نوع چوب	تیغه از جنس TC	تیغه از جنس HSS
چوب‌های نرم	۵۰ـ۹۰ m/s	۴۰ـ۸۰ m/s
چوب‌های سخت	۵۰ـ۸۰ m/s	۴۰ـ۷۰ m/s
تخته‌های آغشته به چسب	۳۵ـ۶۰ m/s	ــ
تخته خرده چوب	۶۰ـ۸۰ m/s	ــ
تخته فیبر سخت	۳۰ـ۶۰ m/s	ــ
تخته‌های با روکش ملامینه	۴۰ـ۶۰ m/s	ــ

فعالیت عملی ۲:

۱ دستگاه سنگ تیغ تیزکنی دو طرفه دارای تعداد دور $۳۰۰۰ \frac{۱}{min}$ است. اگر قطر یکی از سنگ‌ها ۱۲cm و دیگری ۱۵cm باشد، اختلاف سرعت محیطی دو سنگ را به‌دست آورید.

۲ فرز برقی دستی با ۲۷۰۰۰ دور بر دقیقه مفروض است، اگر از تیغه فرزهای با قطرهای داده شده استفاده شود سرعت محیطی برای هر تیغه را به‌دست آورید.

$d_۱$=۱۵mm $d_۳$ =۲۵mm

$d_۲$=۱۸mm $d_۴$ =۳۰mm

۳ برای برش صفحات تخته خرده چوب نیاز به سرعت برشی معادل ۷۰ متر بر ثانیه است. اگر تعداد دور میله گردنده دستگاه اره گرد ۴۵۰۰ 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 به‌دست آمده از نمودار ۱ـ۳مقایسه نمایید.

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

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 به‌دست 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 چه‌قدر 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 چقدر است؟

۹ در دستگاه برش ارّه 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 به‌دست آورید.

شکل ۲ـ۴

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، رابطهٔ محاسبهٔ سرعت پیشبرد کار بدین شرح است:

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

علایم 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)

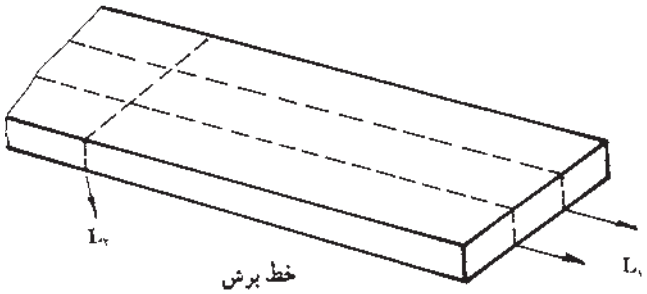
سرعت پیشبرد کار به عواملی از جمله موارد زیر بستگی دارد:

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

تمرین

نمونه ۷

تعداد ۱۰ عدد تخته به طول ۵ متر و به عرض ۲۲ سانتی‌متر موجود است، اگر بخواهیم آنها را به قطعاتی به طول ۲٫۵ متر و عرض ۷ سانتی‌متر تبدیل کنیم (مطابق شکل ۳ـ۴) درصورتی که سرعت پیشبرد کار ۴ متر بر دقیقه و اتلاف وقت ۲۰٪ منظور گردد زمان انجام کار را محاسبه نمایید.



شکل ۳ـ۴

حل:

برش طولی $L_۱ = ۱۰ \times ۵ \times ۲ = ۱۰۰ m$

برش عرضی $L_۲ = ۲۲ \times ۱۰ = ۲۲۰ cm = ۲/۲ m$

مقدار برش $L = L_۱ + L_۲ = ۱۰۰ + ۲/۲ = ۱۰۲/۲ m$

$$۲۵/۵۵ + (۲۵/۵۵ \times \frac{۲۰}{۱۰۰}) = ۲۵/۵۵ + ۵/۱۱ = ۳۰/۶۶ \min$$

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

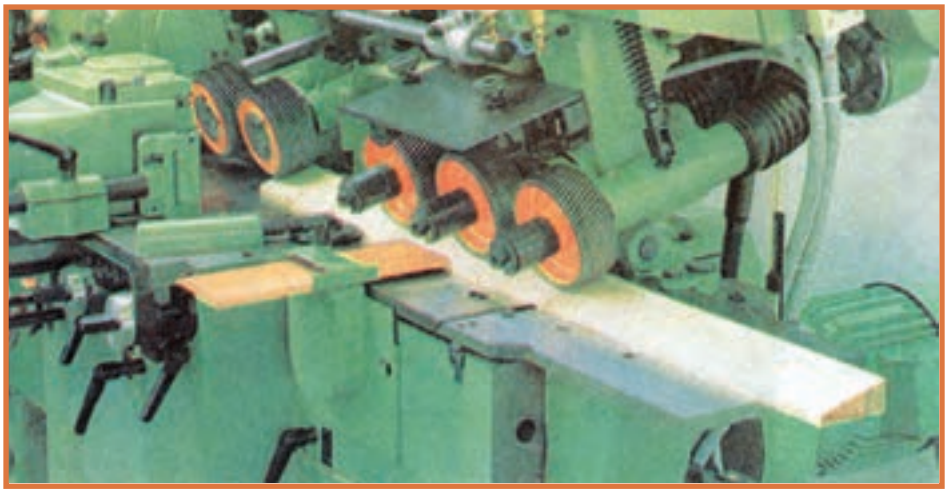
فعالیت عملی ۳:

۱ قطعه‌کاری را به دو روش می‌توانیم آماده کنیم. از این دو حالتی که ذکر می‌شود، کدام یک زمان کمتری را می‌برد؟

الف) ۳۰ متر برش به وسیله اره نواری با سرعت پیشبرد ۱۲ متر بر دقیقه، هم‌چنین ۶۰ متر رنده‌کاری با سرعت پیشبرد ۱۵ متر بر دقیقه.

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

۲ سرعت پیشبرد یک دستگاه فرز مطابق شکل ۴ـ۴، ۴متر بر دقیقه است. اگر ۲۰٪ اتلاف وقت منظور گردد، این دستگاه در هر ساعت چند متر کار را افزار می‌زند.



شکل ۴ـ۴ـ دستگاه فرز اتوماتیک

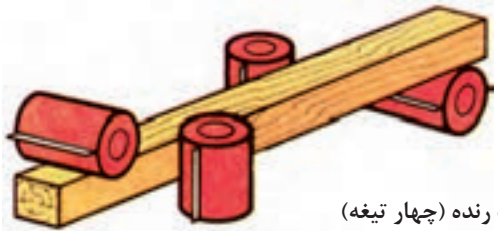
۳ لبه ۱۰ عدد صفحه میزگرد به قطر ۹۵ سانتی‌متر را می‌خواهیم فرز بزنیم. اگر سرعت پیشبرد دستگاه فرز ۲/۵ متر بر دقیقه باشد و زمان آماده‌سازی قبل از فرزکاری برای هر صفحه ۲دقیقه در نظر گرفته شود، زمان انجام کار را در مجموع تعیین نمایید.

۴ برای پوشش دیواری به تعدادی تخته نیازمندیم. با توجه به کارهای پیشنهادی، زمان ساخت قطعات پوششی را مطابق با شکل ۵ـ۴ محاسبه نمایید.

شکل ۵ـ۴ـ مقطع قطعات پوششی

الف) ۴۰ متر برش توسط اره نواری با سرعت پیشبرد ۱۰ متر بر دقیقه؛
ب) ۸۰ متر رنده‌کاری 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 ۶ـ۴ـ چهار طرف رنده (چهار تیغه)

الف) دستگاه چهار طرف رنده مطابق شکل ۶ـ۴ با سرعت پیشبرد ۵ متر بر دقیقه که ۱۰درصد زمان برای جابه‌جا کردن قطعات افزوده می‌شود و هزینهٔ 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 ۷ـ۴ 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 ۴تا 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 ۷ـ۴ـ پنجره

۸ برای لبه چسبانی ۵۰۰ عدد صفحهٔ میز ناهارخوری مستطیل شکل به ابعاد $۱۵۰cm \times ۹۰cm$ از جنس نوار PVC از ماشین لبه چسبان اتوماتیک (مطابق شکل) ۸ـ۴ با سرعت پیشبرد کار $۱۰ \frac{m}{min}$ استفاده می‌شود. محاسبه کنید:

الف) طول نوار PVC موردنیاز برحسب متر با درنظر گرفتن ۵٪ دورریز و صرف‌نظر 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 ۸ـ۴

مقدار برش هر دندانه اره یا تیغه رنده

طول برش هر دندانه اره: هنگام برش، یکی از عوامل ایجاد سطحی مقبول، تعداد دندانه‌های تیغه اره است. زیرا اگر تعداد دندانه‌های تیغه اره کم باشد مقدار برش هر دندانه افزایش یافته سطحی ناصاف ایجاد خواهد شد و بر عکس، اگر تعداد دندانه‌های تیغه اره افزایش یابد مقدار برش هر دندانه کاهش یافته، سطحی صاف به‌دست می‌آید؛ البته صحت این مطلب هنگامی‌مشهودتر 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 دندانه‌ها می‌توان مقدار برش هر دندانه را با توجه به این رابطه محاسبه نمود:

$$I = \frac{s \times ۱۰۰۰}{n.z}$$

علایم اختصاری:

l: مقدار برش هر دندانه (mm)

S: سرعت پیشبرد کار (m/min)

z: تعداد دندانه

تمرین

نمونه ۸

n: تعداد دور دستگاه $(۱/min)$

تعداد دور دستگاه اره گردی $n = ۱۲۰۰ ۱/min$ می‌باشد، اگر سرعت پیشبرد کاری $s = ۲۰ m/min$ و تعداد دندانه‌های تیغه اره ۵۰ عدد باشد، مقدار برش هر دندانه را به‌دست آورید.

$$I = \frac{s \times ۱۰۰۰}{n.z} \Rightarrow I = \frac{۲۰ \times ۱۰۰۰}{۱۲۰۰ \times ۵۰} = ۰/۳۳ mm$$

مقدار برش هر دندانه باید نسبت به نوع ماده اولیه انتخاب شود تا کیفیت برش به حد مطلوب برسد. در جدول ۲ـ۴ مقدار برش تعدادی از ماده اولیهٔ چوبی نمایان است.

جدول ۲ـ۴ـ مقدار برش هر دندانه اره نسبت به ماده اولیه

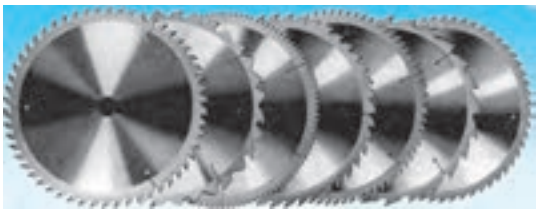
ماده اولیه چوبی	چوب ماسیو در راه الیاف	تخته خرده چوب	تخته لایه	چوب‌های فشرده‌شده	چوب‌های روکش‌شده	صفحات با روکش ملامینه
مقدار برش هر تیغه I(mm)	۰/۱۰ـ۰/۲۰	۰/۰۵ـ۰/۲۵	۰/۰۵ـ۰/۲۵	۰/۰۳ـ۰/۰۸	۰/۰۳ـ۰/۱۰	۰/۰۳ـ۰/۰۶

تمرین

نمونه ۹

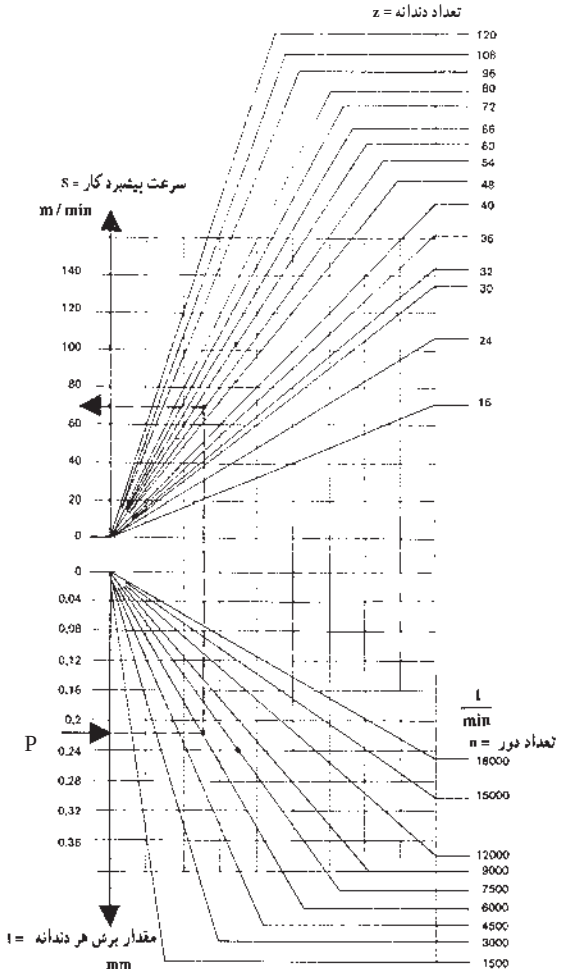
دستگاه اره گردی با تعداد دور $n = ۴۵۰۰ / ۱ \, min$ موجود است. قرار است صفحات تخته خرده چوبی را با سرعت پیشبرد کار $s = ۶۰ m / min$ برش بزنیم. اگر مقدار برش هر دندانه $I = ۰ / ۲۴ mm$ در نظر گرفته شود، تعداد دندانه‌های تیغه اره را محاسبه نمایید.

$$z = \frac{S \times ۱۰۰۰}{n.l} = \frac{۶۰۰۰۰}{۴۵۰۰ \times ۰ / ۲۴} = ۵۵ / ۵ \simeq ۵۶ \text{ عدد}$$



شکل ۹ـ۴ـ انواع تیغه اره گرد

به منظور سهولت در امر محاسبات برای تعیین مقدار برش هر دندانه اره می‌توان از نمودار ۲ـ۴ استفاده نمود.



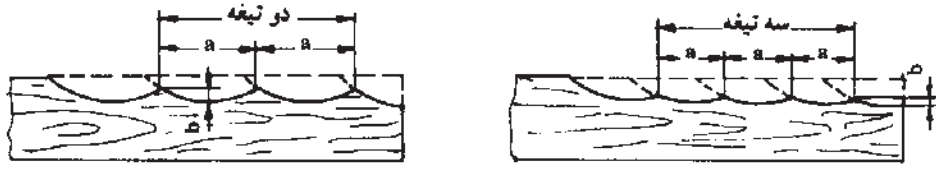
نمودار ۲ـ۴ـ مقدار برش هر دندانه

روش استفاده از نمودار (۲ـ۴)

مثال: تعداد دندانه یک اره گرد z=۵۴ عدد و تعداد دوران آن ۶۰۰۰ دور بر دقیقه است، چنانچه مقدار برش هر دندانه ۰/۲۲ میلی‌متر در نظر گرفته شود، سرعت پیشبرد کار را محاسبه کنید.

راه‌حل: عدد ۰/۲۲ را از ستون مربوط به مقدار برش هر دندانه (ستون قسمت پایین نمودار) انتخاب نموده به‌صورت افقی حرکت می‌کنیم تا خط مورّب مربوط به تعداد دوران، یعنی n=۶۰۰۰ را قطع کند؛ سپس از تقاطع به دست آمده حرکت عمودی به طرف بالا انجام داده تا خط مورّب مربوط به تعداد دندانه (z=۵۴) 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 ۷۰ m/min به‌دست خواهد آمد.

عرض اثر هر تیغه رنده (گام رنده ــ داغ رنده) روی چوب در ماشین‌های رنده: فرورفتگی‌هایی که هنگام رنده کردن بر اثر تیغه رنده در امتداد طول چوب پهلوی یکدیگر قرار می‌گیرند، به تعداد دور رنده، تعداد تیغه‌های رنده، سرعت پیشبرد کار و پرتیغ یا کم تیغ بودن ماشین بستگی دارد. هر چه تعداد فرورفتگی‌ها بیشتر و فاصله آنها کمتر باشد، سطح رنده شده صاف‌تر است (شکل ۱۰ـ۴).



شکل ۱۰ـ۴ـ اثر تیغه رنده

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

الف) عرض اثر هر تیغه رنده روی چوب:

رابطه:

$$a = \frac{S \times ۱۰۰۰}{n \times z}$$

علایم اختصاری:

a: عرض اثر تیغه رنده(mm)

S: پیشبرد کار(m/min)

n: تعداد دور دستگاه (۱/min)

z: تعداد تیغه

تمرین

نمونه ۱۰

عرض اثر هر تیغه رنده را روی چوب ماشین رنده‌ای با این مشخصات به‌دست آورید:

$S = ۱۶ \frac{m}{min}$ z=۲ $n = ۴۰۰۰ \frac{۱}{min}$

عرض اثر هر تیغه روی چوب

$$a = \frac{S \times ۱۰۰۰}{n.z} \qquad a = \frac{۱۶ \times ۱۰۰۰}{۴۰۰۰ \times ۲} = ۲mm$$

تمرین

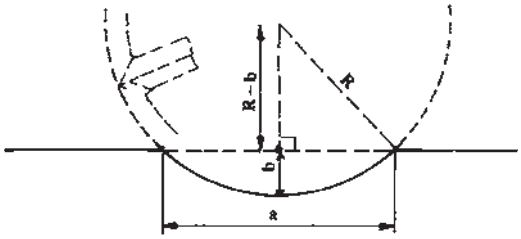
نمونه ۱۱

عرض اثر هر تیغه رنده روی چوب ماشینی را با مشخصات یاد شده، درصورتی که تعداد تیغه ۳ عدد باشد، به‌دست آورید.

$$a=\frac{S\times ۱۰۰۰}{n.z}=\frac{۱۶\times ۱۰۰۰}{۴۰۰۰\times ۳}\Rightarrow a=۱/۳۳mm$$

بنابراین، اگر بخواهیم پیشبرد کار را در ماشین رنده زیاد کنیم و در عین حال، سطح رنده شده هم‌چنان 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 ۱۱ـ۴ می‌توان با استفاده از رابطه فیثاغورث و حل معادلهٔ درجه دوم عمق اثر تیغه را روی چوب (b) به‌دست آورد.



شکل ۱۱ـ۴ـ اثر تیغه رنده تنظیم شده

رابطه:

$$b=R-\sqrt{R^{۲}-(\frac{a}{۲})^{۲}}$$

علایم اختصاری:

b: عمق اثر هر تیغه رنده (mm)

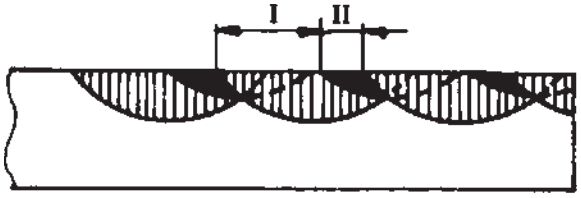
R: شعاع برندهٔ توپی ماشین رنده (mm)

a: عرض اثر هر تیغه رنده (mm)

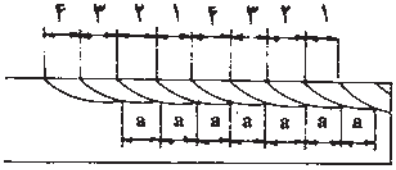
مثال نمونه «۱»: اگر عرض اثر تیغه رنده روی چوب a=۱/۵mm و شعاع دایره برنده توپی R=۶۰mm باشد، عمق اثر تیغه رنده را روی چوب به‌دست آورید.

$$b=R-\sqrt{R^{۲}-(\frac{a}{۲})^{۲}}\Rightarrow b=۶۰-\sqrt{۶۰^{۲}-(\frac{۱/۵}{۲})^{۲}}\simeq ۰/۰۰۵mm$$

از حل این مسأله نتیجه می‌گیریم که اگر یکی از تیغه‌ها ۰/۰۰۵ 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 (شکل۱۲ـ۴).



شکل ۱۲ـ۴ـ اثر تیغه رنده تنظیم نشده



طبیعی است که بالا بردن کیفیت رنده کاری هنگامی‌میسر است که تیغه‌ها آن‌گونه تنظیم شوند که به یک اندازه به چوب برخورد کنند (شکل۱۳ـ۴).

شکل ۱۳ـ۴ـ اثر تیغه رنده تنظیم شده

با توجه به اهمیت موضوع در شکل‌های ۱۴ـ۴ و ۱۵ـ۴ دو نمونه دستگاه تنظیم تیغه دستی و دیجیتالی روی‌توپی رنده نشان داده شده است.

شکل۱۴ـ۴ـ دستگاه تنظیم تیغه رنده با دست

شکل۱۵ـ۴ـ دستگاه تنظیم تیغه رنده

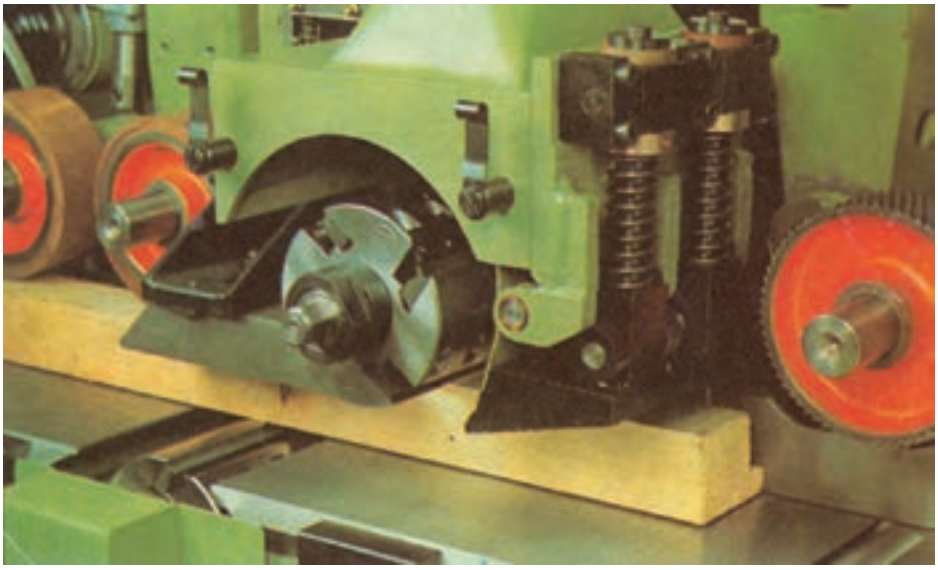
تمرین

نمونه ۱۲

دیجیتالی

دستگاه رنده‌ای مطابق شکل ۱۶ـ۴ با مشخصات زیر موجود است.

$z=۴ \quad n=۶۰۰۰\frac{۱}{min}$ (شعاع توپی‌رنده) $R=۸cm$



شکل ۱۶ـ۴ـ 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:

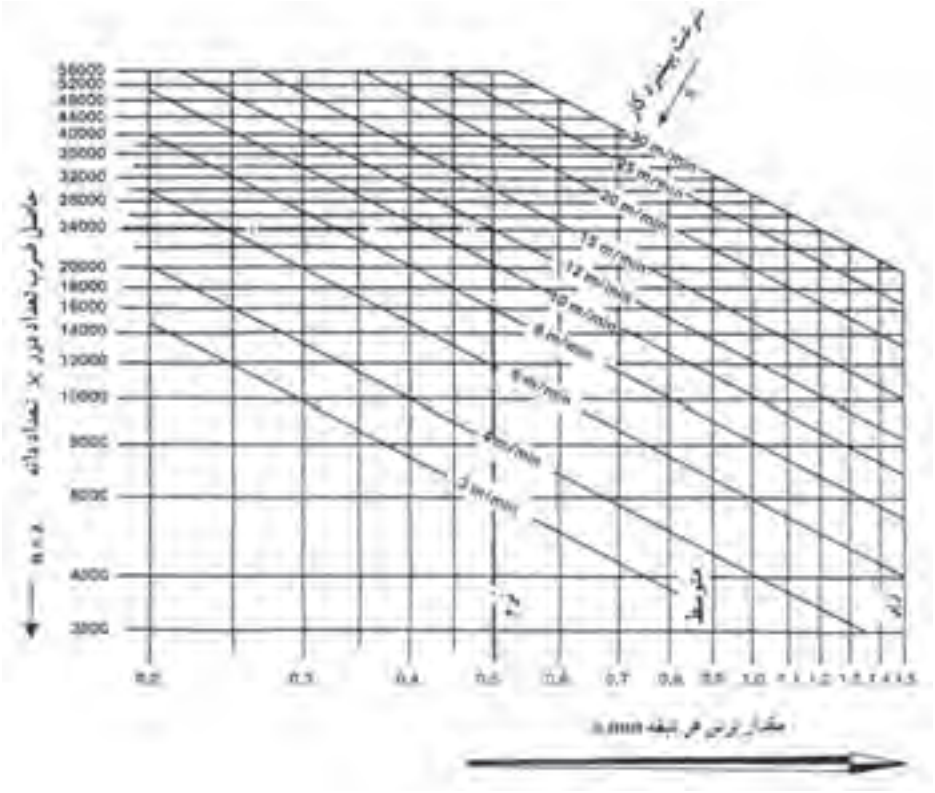
الف) $S=\frac{S\times z\times n}{۱۰۰۰}$ $\qquad a=\frac{S\times ۱۰۰۰}{n\times z}$

سرعت پیشبرد کار $S=۶۰۰۰\frac{۱}{min}\times ۴\times ۱mm=۲۴۰۰۰m/min$

$۲۴۰۰۰\div ۱۰۰۰=۲۴\frac{m}{min}$

ب) $b=R-\sqrt{R^{۲}-(\frac{a}{۲})^{۲}}\Rightarrow b=۸۰-\sqrt{۸۰^{۲}-(\frac{۱}{۲})^{۲}}\Rightarrow b\simeq ۰/۰۰۲mm$

علاوه بر روش محاسباتی برای به دست آوردن عرض اثر تیغه می‌توان از نمودار ۳ـ۴ استفاده نمود.



نمودار ۳ـ۴ـ تعیین مقدار برش هر تیغه

تمرین

نمونه ۱۳

دستگاه کف رندی با تعداد دوران $۶۰۰۰ \frac{۱}{min}$ و با ۴ عدد تیغه موجود است. اگر سرعت پیشبرد کار را $۱۲ m/_{min}$ اختیار کنیم، مقدار برش هر تیغه را به‌دست آورید.

حل: با تعیین مقدار $n \times z$ ($n \times z = ۶۰۰۰ \times ۴ = ۲۴۰۰۰$) در ستون سمت چپ، افقی حرکت کرده تا خط پیشبرد کار که به‌صورت مورب قرار گرفته را قطع کند و از تقاطع به‌دست آمده به طرف پایین حرکت کرده تا مقدار برش هر تیغه به‌دست آید.

کیفیت سطح رنده شده را با توجه به عرض اثر تیغه می‌توان مطابق جدول ۳ـ۴ درجه‌بندی نمود.

جدول ۳ـ۴ـ کیفیت سطح رنده شده

کیفیت سطح رنده شده (درجه پرداخت)	درجه یک	درجه دو	درجه سه
عرض اثر تیغه	۰/۱ـ۰/۵	۰/۵ـ۱/۰	۱/۰ـ۱/۵

تمرین

نمونه ۱۴

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

$n=۵۰۰۰\ ۱/min$ $z=۴$

حل: طول تخته‌ها $۲۰۰\times۴/۵m=۹۰۰m$

$$S=\frac{۹۰۰m}{۶۰min}=۱۵m/min$$

عرض اثر تیغه $$a=\frac{S}{n\times z}\Rightarrow a=\frac{۱۵m/min\times۱۰۰۰}{۵۰۰۰\frac{۱}{min}\times۴}=۰/۷۵mm$$

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

۱ـ انتقال حرکت

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.

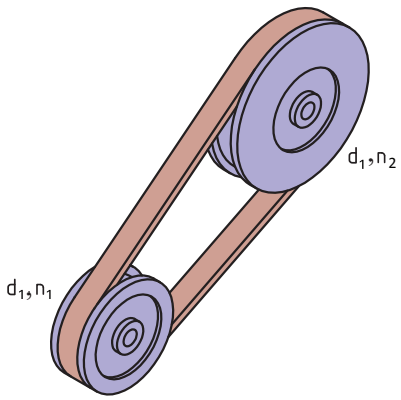
نسبت انتقال حرکت ساده: اگر دو چرخ تسمه محرک و متحرک با تسمه‌ای بدون لغزش به همدیگر مرتبط شوند دوران و گشتاور از چرخ محرک به متحرک منتقل شده و بسته به تغییر قطر دو چرخ، دوران و گشتاور در چرخ متحرک تغییر می‌کند وخواسته‌های طراحی برآورده می‌شود. در این انتقال حرکت، سرعت محیطی چرخ محرک، چرخ متحرک و تسمه مساوی است و محاسبات آن طبق فرمول زیر است: (شکل ۱۷ـ۴)

$n_۱$ = دوران چرخ محرک

$n_۲$ = دوران چرخ متحرک

$d_۱$ = قطر چرخ محرک

$d_۲$ = قطر چرخ متحرک



شکل ۱۷ـ۴

$$v_۱=v_۲$$
$$\pi\times n_۱\times d_۱=\pi\times n_۲\times d_۲$$
$$n_۱\times d_۱=n_۲\times d_۲$$
$$\frac{n_۱}{n_۲}=\frac{d_۲}{d_۱}$$

در روابط صفحهٔ قبل نسبت دور چرخ محرک به چرخ متحرک را نسبت انتقال می‌نامند و آن‌را با i نشان می‌دهند.

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

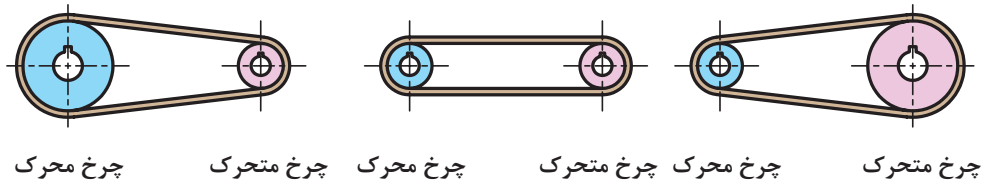
$$\text{نسبت انتقال حرکت} = \frac{\text{قطر چرخ متحرک}}{\text{قطر چرخ محرک}} \rightarrow i = \frac{d_2}{d_1}$$

نکته

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

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 می‌دهد، که تعداد دوران محور متحرک کم، زیاد و یا بدون تغییر می‌گردد. جدول زیر این تغییرات را نشان می‌دهد (شکل۱۸ـ۴).

$i>1$	$i=1$	$i<1$
دوران چرخ متحرک کم می‌شود	دوران تغییر نمی‌کند	دوران چرخ متحرک زیاد می‌شود



شکل ۱۸ـ۴

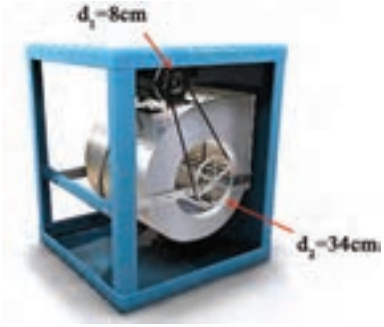
نکته

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

تمرین

نمونه ۱۵

اگر تعداد دوران الکترو موتور ۱۴۲۵ دور در دقیقه باشد و قطر چرخ تسمه (پولی) روی محور موتور و پروانه مطابق شکل ۱۹ـ۴ باشد.



شکل ۱۹ـ۴

الف) نسبت انتقال حرکت را به‌دست آورید.

ب) تعداد دوران پروانه کولر را به‌دست آورید.

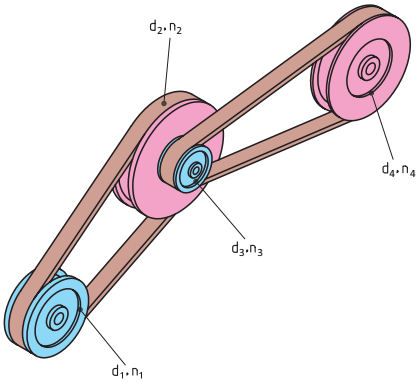
$$n_1 = ۱۴۲۵ \frac{۱}{min} \qquad d_1 = ۸cm \qquad d_2 = ۳۴cm$$

الف) $$i = \frac{d_2}{d_1} = \frac{۳۴}{۸} = ۴/۲۵$$

ب) $$i = \frac{n_1}{n_2} \rightarrow ۴/۲۵ = \frac{۱۴۲۵}{n_2} \rightarrow n_2 = \frac{۱۴۲۵}{۴/۲۵} = ۳۳۵/۳ \frac{۱}{min}$$

۲ـ نسبت انتقال حرکت به‌وسیله چرخ تسمه مرکب

انتقال حرکت مرکب از دو نسبت انتقال حرکت ساده تشکیل می‌شود (شکل ۲۰ـ۴):



شکل ۲۰ـ۴

d_1 و d_3 = قطر چرخ‌های محرک

d_2 و d_4 = قطر چرخ‌های متحرک

na = تعداد دوران اولین چرخ محرک

i_1 = نسبت انتقال بین چرخ تسمه ۱ و ۲

i_2 = نسبت انتقال بین چرخ تسمه ۳ و ۴

n_3 و n_1 = تعداد دوران چرخ‌های محرک

n_4 و n_2 = تعداد دوران چرخ‌های متحرک

ne = تعداد دوران آخرین چرخ متحرک

i = نسبت انتقال کلی

$$i = i_1 \times i_2$$

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

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

با توجه به اینکه چرخ تسمه ۲ و ۳ هم‌محور هستند و هر دو با تعداد دوران برابر می‌چرخند، می‌توان آنها را از صورت و مخرج حذف کرد، بنابراین:

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

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

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

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

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

۳ــ انتقال حرکت با تسمه‌های ذوزنقه‌ای

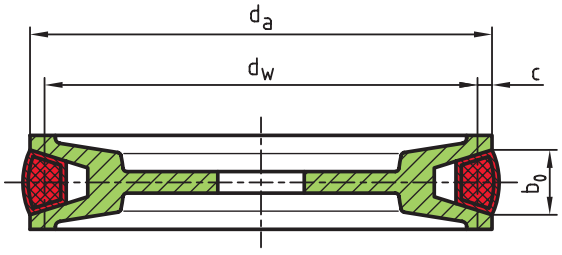
محاسبه انتقال حرکت با تسمه‌های با مقطع ذوزنقه‌ای نیز مانند تسمه‌های تخت است، با این تفاوت که در چرخ تسمه‌های ذوزنقه‌ای، به جای قطر خارجی (d)، قطر مؤثر (dw) را در رابطهٔ مربوطه قرار می‌دهیم:

d_a = قطر خارجی چرخ تسمه

d_w = قطر مؤثر چرخ تسمه

c = فاصله قطر مؤثر تا قطر خارجی چرخ تسمه

b_o = پهنای بالایی تسمه



شکل ۲۱ــ۴

برای به‌دست آوردن قطر مؤثر، از این فرمول استفاده می‌شود: $d_w = d_a - 2c$

مقدار c به پهنای تسمه b_o بستگی دارد و مقدار آن را می‌توان از جدول ۴ـ۴ به‌دست آورد.

جدول ۴ـ۴

اندازه‌ها به mm	DIN ۲۲۱۵ تسمه معمولی								DIN ۷۷۵۳ تسمه باریک				
پهنای تسمه b_o	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 dw روابط انتقال حرکت در چرخ تسمه‌های ذوزنقه‌ای به‌صورت زیر است.

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

$$i = \frac{d_{w_2}}{d_{w_1}} \qquad i = \frac{n_1}{n_2}$$

تمرین

نمونه ۱۶

قطرمؤثر چرخ تسمه محرک ۱۲۸ میلی‌متر و تعداد دوران آن ۶۰۰ دور بر دقیقه است. موارد خواسته شده را به‌دست 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 صورتی‌که پهنای بالای تسمه b_o=۱۳ mm باشد. (اگر b_o=۱۳ mm باشد طبق جدول ۱ـ۳ c = ۲/۸ mm خواهد بود)

الف) $n_1 \times d_{w_1} = n_2 \times d_{w_2} \rightarrow d_{w_2} = \frac{n_1 \times d_{w_1}}{n_2} = \frac{۶۰۰ \times ۱۲۸}{۴۰۰} = ۱۹۲ \text{ mm}$

ب) $i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{۶۰۰}{۴۰۰} = ۱/۵$ $\qquad i = \frac{d_{w_2}}{d_{w_1}} = \frac{۱۹۲}{۱۲۸} = ۱/۵$

ج) $d_{a_1} = d_{w_1} + 2c = ۱۲۸ + (۲ \times ۲/۸) = ۱۳۳/۶ \text{ mm}$

$d_{a_2} = d_{w_2} + 2c = ۱۹۲ + (۲ \times ۲/۸) = ۱۹۷/۶ \text{ mm}$

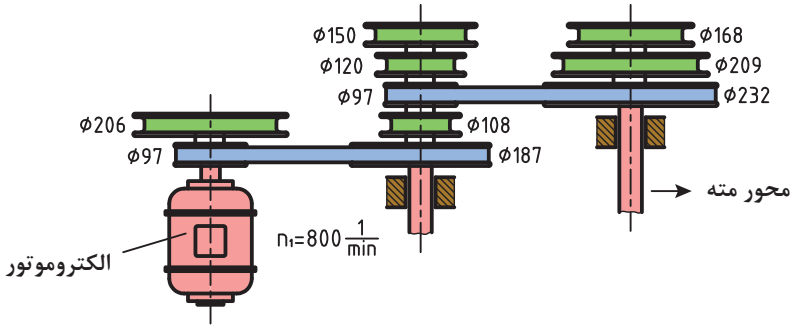
فعالیت عملی ۴:

۱ در دستگاه انتقال حرکت ماشین مته مطابق شکل ۲۲ـ۴ 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 ۲۲ـ۴

۲ در جدول ۵ـ۴ مقادیر خواسته شده را به‌دست آورید.

جدول ۵ـ۴

	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
$n_1(\frac{1}{min})$	۱۴۴۰	۲۸۰	۳۱۵
$n_4(\frac{1}{min})$	؟	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 چرخ‌تسمه‌ها، علاوه برانتقال حرکت، تغییر تعداد دوران چرخ متحرک را نیز انجام می‌دهد، که مقدار آن به‌نسبت 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:

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

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

تمرین

نمونه ۱۷

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.

$$n_1 = ۱۲۰۰ \frac{۱}{min} \quad \text{و} \quad d_1 = ۱۵cm \quad \text{و} d_2 = ۵cm$$

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} \Rightarrow \frac{۱۲۰۰}{n_2} = \frac{۵}{۱۵}$$

$$\Rightarrow n_2 = \frac{۱۲۰۰ \times ۱۵}{۵} = ۳۶۰۰ ۱/min$$

تمرین

نمونه ۱۸

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.

$$n_1 = ۴۰۰۰ \frac{۱}{min} \text{ و } n_2 = ۲۰۰۰ \frac{۱}{min} \text{ و } d_2 = ۱۲۰ mm$$

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} \Rightarrow d_1 = \frac{d_2 \times n_2}{n_1} \Rightarrow d_1 = \frac{۱۲۰ \times ۲۰۰۰}{۴۰۰۰}$$

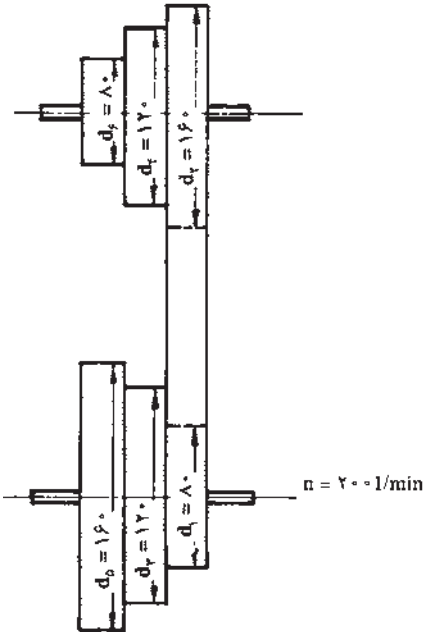
$$d_1 = ۶۰ mm$$

فعالیت عملی ۵:

۱ الکتروموتوری با تعداد دور ۳۶۰۰ دور بر دقیقه و قطر چرخ تسمه ۵۰ میلی‌متر موجود است، این الکتروموتور یک ماشین سنباده با قطر پولی ۱۰۰ میلی‌متر را به‌حرکت درمی‌آورد. تعداد دوران دستگاه را محاسبه کنید.

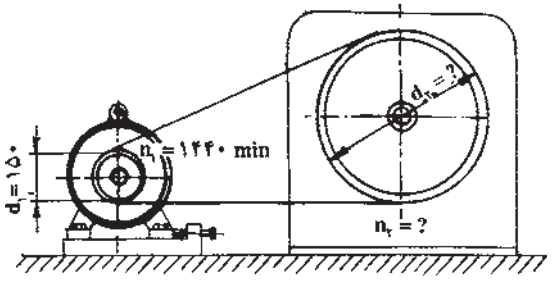
۲ الکتروموتور یک ماشین رنده ۱۵۰۰ دور در دقیقه می‌زند. هرگاه چرخ متحرک ماشین ۱۲۰ میلی‌متر و تعداد دورانی معادل ۴۰۰۰ دور در دقیقه داشته باشد، قطر چرخ محرک را به‌دست آورید.

۳ در یک ماشین خراطی، الکتروموتوری با تعداد دوران ۲۰۰ دور در دقیقه و قطر پولی‌های ۸۰ و ۱۲۰ و ۱۶۰ میلی‌متر نصب شده است. در صورتی‌که قطر پولی‌های دستگاه به‌صورت قرینه باشد ـ تعداد دورهای آن را حساب کنید (شکل ۲۳ـ۴).



شکل ۲۳ـ۴ـ چرخ‌های پله‌ای

۴ در دستگاه مطابق شکل ۲۴ـ۴ اگر نسبت انتقال ۳ باشد، مطلوب است مقادیر n_2 و d_2.



شکل ۲۴ـ۴

ارزشیابی پایانی فصل ۴

۱ در صورتی که تعداد دوران ماشین گندگی $۴۰۰۰ \frac{۱}{min}$ و تعداد تیغه‌های آن ۴ عدد و سرعت پیشبرد کار ۲۰ m/min باشد مقدار برش هر تیغه دستگاه گندگی را به‌دست آورید.

۲ در صورتی که تعداد دور دستگاه اره گردی ۳۰۰۰ ۱/min، و سرعت پیشبرد کار ۶۰ m/min باشد، تعداد دندانه‌های تیغه‌اره حداقل چه‌قدر باشد، تا مقدار برش هر تیغه از ۰/۲۵mm 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=۴ S=۱۵m/min a =۰/۷۵mm

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

۵ اره گردی که دارای z=۷۲ دندانه و $n = ۴۵۰۰ \frac{۱}{min}$ است: الف) برای به‌دست آوردن i=۰/۲mm چه سرعت پیشبرد کاری را باید انتخاب نمود؟

ب) اگر سرعت پیشبرد کار را دو برابر کنیم مقدار برش هر دندانه چقدر خواهد شد؟

۶ سطح رنده شده قطعه کاری با کیفیت درجه ۳ که عرض اثر تیغه رنده حداکثر a=۱/۵mm باشد، لازم است. اگر ماشین رنده دارای توپی ۴ تیغه و دو تعداد دور $n_۱ = ۴۰۰۰ \frac{۱}{min}$ و $n_۲ = ۶۰۰۰ \frac{۱}{min}$ باشد؛

الف) در صورتی‌که سرعت پیشبرد کار ۱۵m/min تنظیم شده باشدکدام 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 ۵۰۰ متر قطعه کار رنده شود، اختلاف زمان را به‌دست آورید.

د) اگر قطر توپی دستگاه ۱۲ سانتی‌متر باشد عمق اثر تیغه رنده را به‌دست آورید.

۷ قرار است قطعاتی را با دستگاه ماشین سنباده غلتکی مطابق شکل ۴ـ۲۵ سنباده نماییم. این قطعات قبلاً توسط دستگاه رنده‌ای با قطر تیغه ۱۲cm، دارای چهار تیغه و تعداد دور $۴۵۰۰ \frac{۱}{min}$ رنده شده‌اند، چه سرعت پیشبرد کاری برای رنده کردن انتخاب نماییم تا عمق اثر تیغه رنده ۰/۰۰۵ mm باشد و عملیات سنباده‌زدن ساده‌تر گردد؟

شکل ۴ـ۲۵ـ ماشین سنباده غلتکی

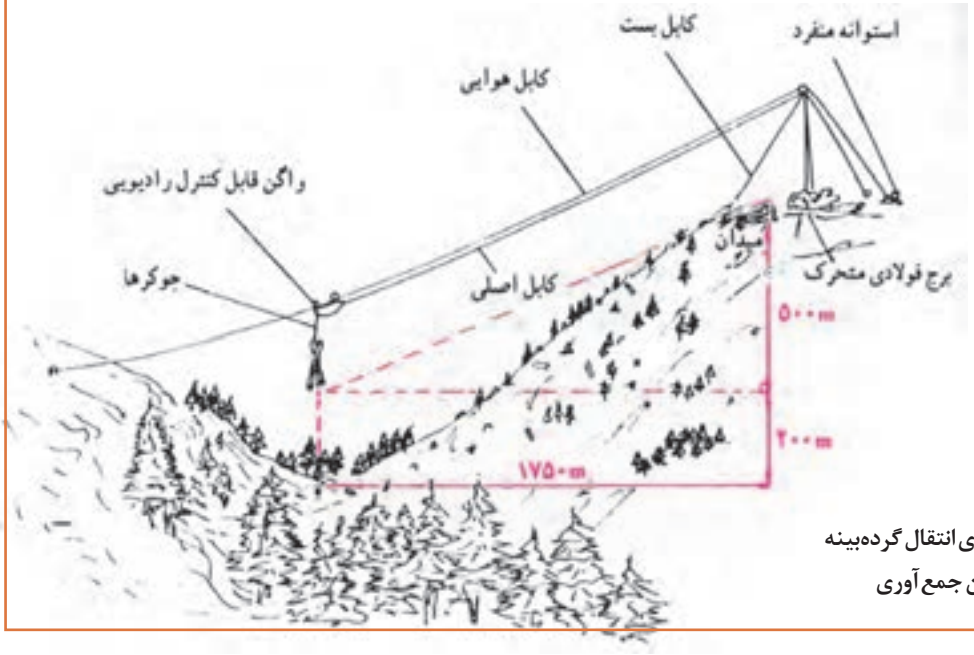
۸ انواع توپی‌ها با تعداد تیغه‌های متفاوت مطابق شکل ۲۶ـ۴ موجود است؛ که اگر هر چه تعداد تیغه بیشتر باشد می‌توان سرعت پیشبرد کار را افزایش داد یا کیفیت بهتری از کار انتظار داشت. حال اگر فرض شود در یک دستگاه فرز تعداد دور تیغه $n = ۵۰۰۰ \frac{۱}{min}$ و سرعت پیشبرد کار $S=۲۰ m/min$ باشد، توپی چند تیغه را انتخاب می‌کنید؟ (در صورتی که عرض اثر تیغه روی سطح کار حداکثر ۱/۲mm باشد.)

شکل ۲۶ـ۴ـ انواع توپی با تیغه‌های متفاوت

۹ زمان انتقال گرده بینه را از پایین دره به بالای تپه مطابق شکل ۲۷ـ۴ محاسبه کنید؛ درصورتی که گرده بینه‌ها دو نوع حرکت خواهند داشت:

الف) حرکت عمودی به ارتفاع ۲۰۰ متر با سرعت ۴۰ متر بر دقیقه.

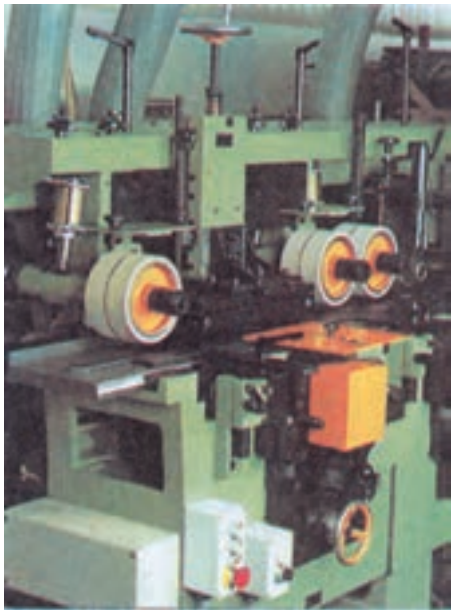
ب) حرکت در مسیر کابل هوایی با سرعت ۶۰ متر بر دقیقه.



شکل ۲۷ـ۴ـ نمای انتقال گرده‌بینه از جنگل به میدان جمع‌آوری

۱۰ قطر تیغه اره گردی را به‌دست آورید که تعداد دوران میلهٔ آن $۶۰۰۰\frac{۱}{min}$ و سرعت برشی معادل ۸۰ متر بر ثانیه داشته باشد. اگر گام هر دندانه ۶/۵ میلی‌متر باشد، تیغه دارای چند دندانه خواهد بود؟

۱۱ دستگاه فرز مطابق شکل ۲۸ـ۴ موجود است؛ در صورتی‌که با آن بتوان در مدت ۲ ساعت ۷۵۰ شاخه زهوار ۲/۵ متری را فرز زد و همچنین ۱۲ درصد اتلاف وقت برای این دستگاه منظور شود، سرعت پیشبرد کار را حساب کنید.



شکل ۲۸ـ۴ـ دستگاه فرزاتوماتیک

۱۲ مشخصات تیغه اره گردی عبارت است از: قطر ۲۵ سانتی‌متر، عرض هر دندانه ۸میلی‌متر. اگر با سرعت پیشبرد کاری معادل ۸۰ متر بر دقیقه از این تیغه استفاده شود و برش برای هر دندانه ۰/۲۵ میلی‌متر باشد:
الف) کدام یک از تعداد این دورها را برای میله دستگاه انتخاب می‌کنید:

$$n_۱ = ۳۰۰۰\frac{۱}{min}$$

$$n_۲ = ۴۵۰۰\frac{۱}{min}$$

$$n_۳ = ۶۰۰۰\frac{۱}{min}$$

ب) با انتخاب تعداد دور مناسب چه تغییری برای برش هر دندانه صورت می‌گیرد؟

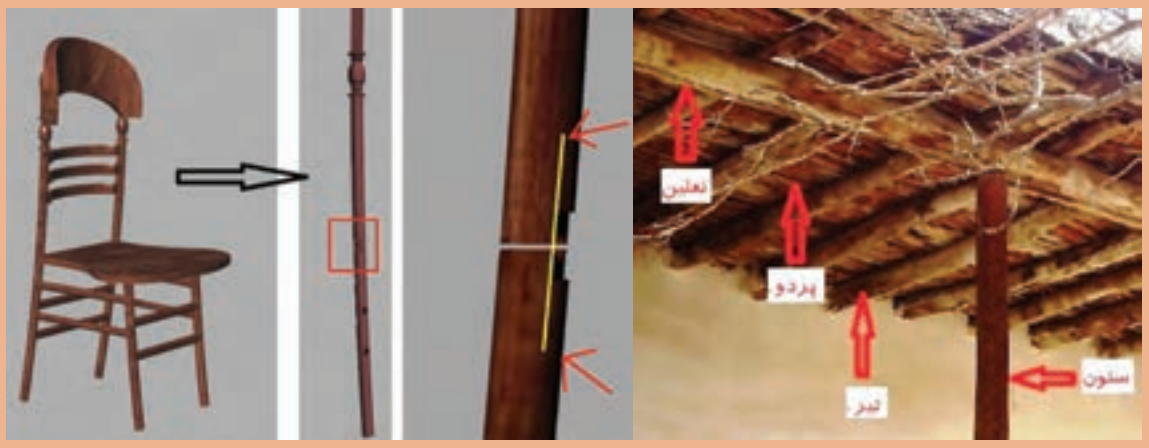
۱۳ تعداد دور میلهٔ کف رندی ۵۵۰۰ دور بر دقیقه است. اگر توپی دستگاه ۶ تیغه رنده و ۱۲cm قطر داشته باشد و برای قطعه کاری انتظار سطح رنده شده درجه ۲ معادل عرض اثر تیغه ۰/۸ میلی‌متر باشد چه سرعت پیشبردی را انتخاب می‌کنید؟ در این حالت عمق اثر هر تیغه رنده را به‌دست آورید.

۱۴ اگر با استفاده از دستگاه برش صفحات MDF (شکل ۲۹ـ۴) در صفحاتی به ابعاد ۱۸۳×۳/۳۶۶ برش طولی و ۳ برش عرضی ایجاد نماییم، چنانچه سرعت پیش‌برد 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 می‌شود؟

شکل ۲۹ـ۴ـ دستگاه اره گرد خط‌زن تیغه اتوماتیک برش صفحات MDF

فصل ۵

مقاومت قطعات چوبی در برابر تغییر شکل



چگونه می‌توان 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 می‌یابید و خواهید دانست چگونه می‌توان 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 ناموفق‌بودن آن، احداث پل بر رویِ 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 ومصالح 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 خلیج‌فارس 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 غرق‌شدن آنها قبل از اتصال به بقیه، از درپوش‌های برزنت و پلاستیک استفاده می‌شد و برای محکم‌کردن درپوش به دور تا دورِ سرِ لوله، تسمه‌های پلاستیکیِ مخصوصِ کارتن‌بندی به‌کار می‌رفت. بعد ازاتصال لوله‌ها به هم و تنظیم محل غرق‌نمودن 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 رشتهٔ لوله‌ها برای اتصال لوله‌های بعدی و ادامهٔ کار، روی آب باقی می‌ماند.

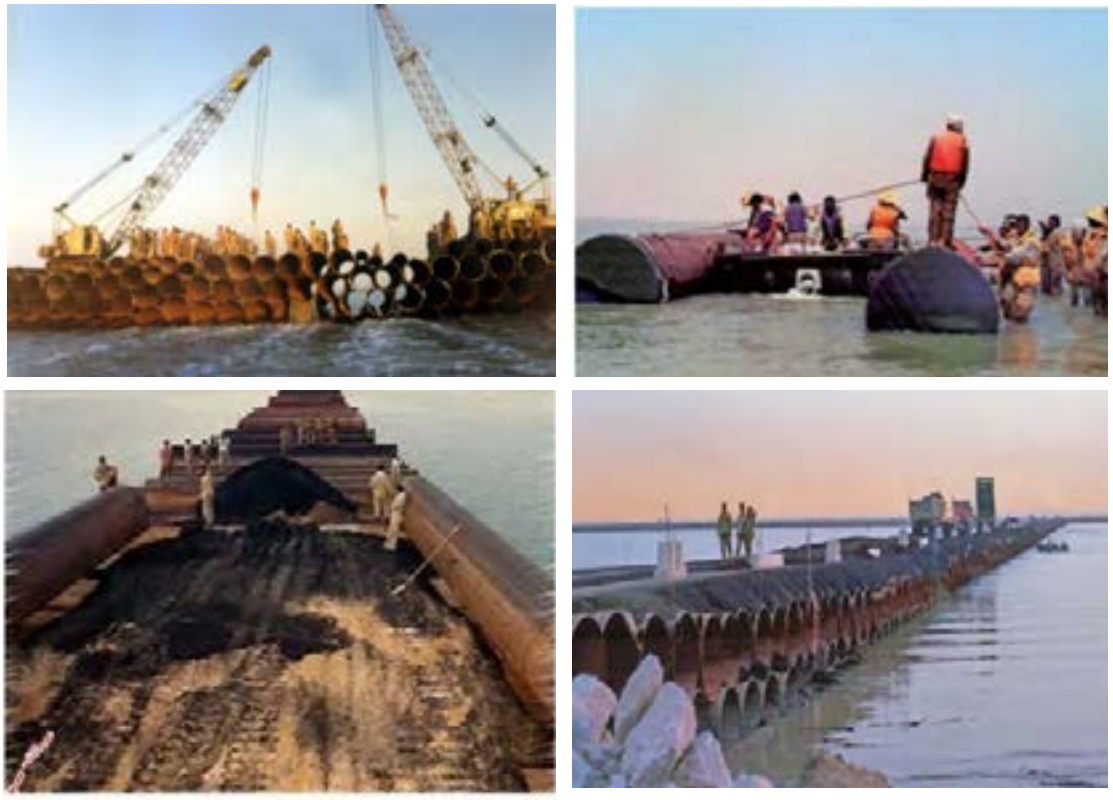
شکل ۱ـ۵

البته باید اشاره کرد که این قسمتِ کار، بسیارخطرناک بود زیرا هر لوله با خروش و تکانِ شدیدی غرق می‌شد.

اما در مواقعی که عمق رودخانه از ۶ متر بیش‌تر بود، برزنت به‌تنهایی حتی با تقویت‌شدن به وسیله میل‌گرد و غیره قادر نبود نیروهای فشاری آب را تحمل نماید.

گذاشتن تخته چوبی در پشت برزنت مشکل را حل می‌کرد، تخته‌های چوبی به‌صورت خورشیدی یا طبق‌های گرد

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



شکل ۲ـ۵ـ مراحل ساخت و بهره‌برداری از پل بعثت

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 ۳ـ۵ـ شهید حسن آغاسی

شکل ۴ـ۵

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 ۵ـ۵).

شکل ۵ـ۵ـ خرابی و شکست قطعات

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

فعالیت

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؟

دلایل اصلی خرابی قطعات عبارتند از

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

فعالیت

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

چرا قطعات و سازه ها خراب می‌شوند؟

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

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

فعالیت

در مورد روش دیگری خرابی قطعات بحث و گفتگو نماید؟

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 به‌صورت یک ماده صنعتی ـ ساختمانی به کار ببرد، در استفاده از آن به دو پدیده کلی پی می‌برد. بدون شک چوب جزء اولین موادی است که انسان‌های قبل از تاریخ استفاده‌های متعددی از آن می‌کردند، در حالی که به مرور زمان در انواع روش‌های استفاده از چوب تغییراتی به وجود آمده است، ولی در حال حاضر نیز چوب ماده‌ای است که با استفاده‌های 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 می‌یابد، اما در مجموعه مواد ساختمانی صنعتی از اهمیت آن کاسته نخواهد شد، بلکه به مرور زمان بر اهمیت آن افزوده می‌شود.

چوب در کلیه موارد مصرف باید تحمل نیروهای اعمال شده را داشته باشد. هنگامی‌که از چوب برای احداث ساختمان‌های مسکونی، تجاری، خدماتی، ورزشی و یا در ساخت قایق‌های چوبی و یا در ساخت پل‌ها و اسکله‌ها و امثال آن استفاده می‌شود چوب به‌صورت یک ماده ساختمانی مورد بحث بوده که باید قادر به تحمل مستقیم نیروی وارد بر آن باشد.

در شکل ۶ـ۵ اسکلت سقف یک استادیوم ورزشی دیده می‌شود. در این ساختمان عظیم اسکلت اصلی و پوشش روی آن از قطعات چوبی ساخته شده بر طبق اصول مهندسی استفاده شده است.

شکل ۶ـ۵ـ نمای اسکلت یک گنبد چوبی که سقف یک استادیوم ورزشی را می‌پوشاند.

به شکل ۷ـ۵ 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 ۷ـ۵ـ 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 حالی‌که 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.

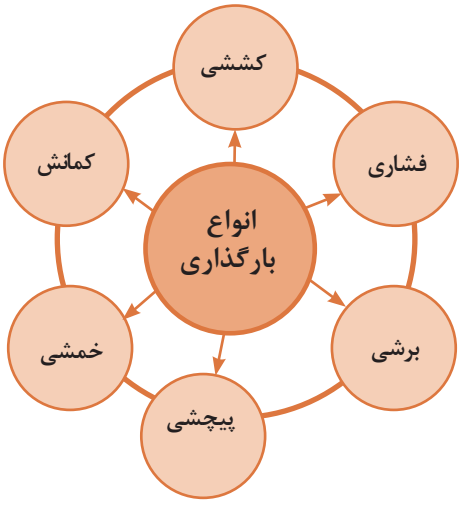
در شکل ۸ـ۵ یک بوفه زیبا و ظریف دیده می‌شود. این بوفه باید قادر به تحمل وزن خود و وزن وسایل داخل آن و روی آن باشد. یا در شکل ۸ـ۵ یک چهارپایه دیده می‌شود. آیا این چهارپایه قادر به تحمل وزن یک فرد است؟

شکل ۸ـ۵ـ یک نمونه کار چوبی که باید طبقات آن قادر به تحمل وزن وسایل داخل آن باشد.

شکل ۹ـ۵ـ یک چهارپایه متداول که مورد استفادهٔ 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 ۹ـ۵ مشاهده می‌گردد اغلب در منازل برای تمیزکردن و برداشتن اشیا 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.

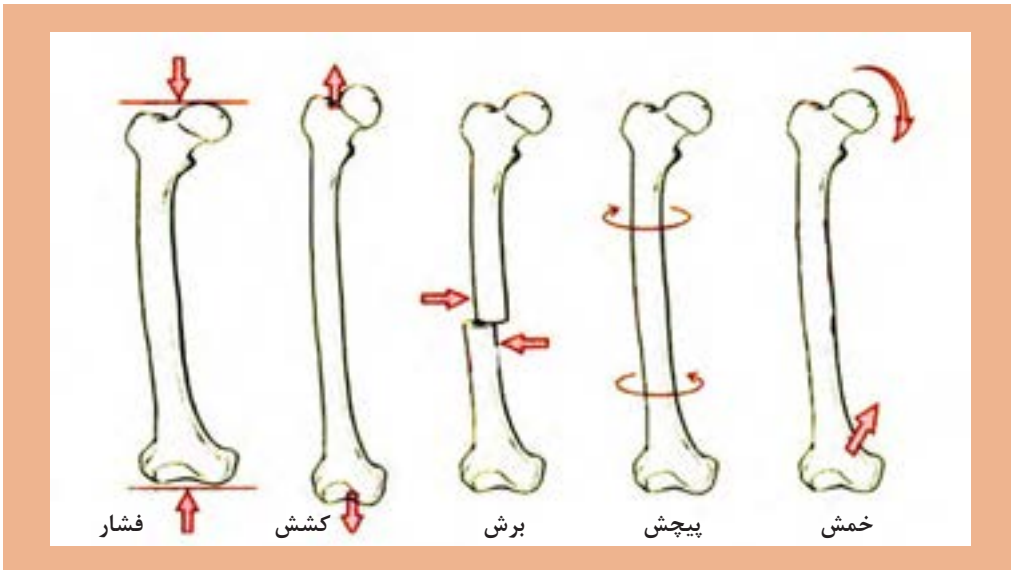
بارگذاری و نیروهای وارده بر روی قطعات چگونه است؟



شکل ۱۰ـ۵ـ 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 ۱۰ـ۵). 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 به‌صورت آرام یا به‌صورت 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 تحـت بارگـــذاری کششی، بارگذاری فشاری، برشی، پیچشی و خمشی قرار می‌گیرد (شکل ۱۱ـ۵).



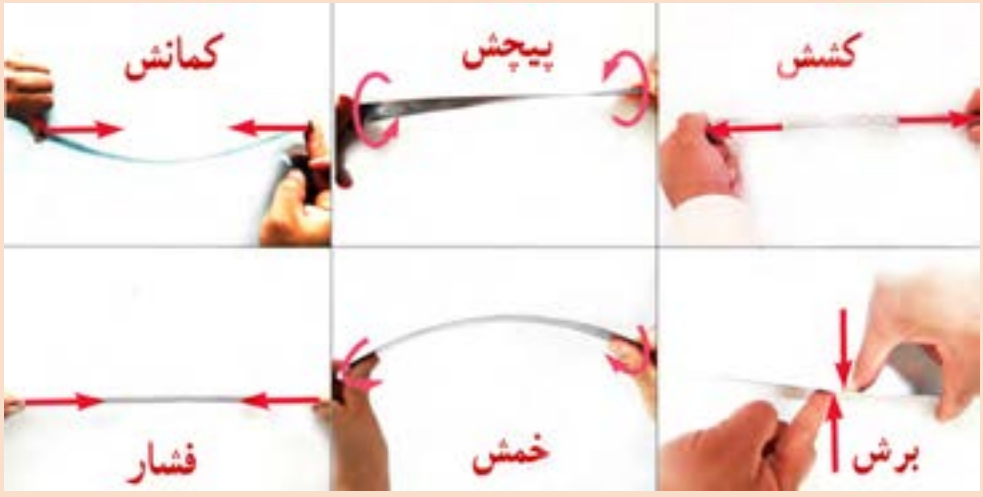
شکل ۱۱ـ۵ـ انواع بارگذاری‌ها بر روی استخوان

جلوه‌های آفرینش

در بدن انسان اسکلت و استخوان‌هـا وظایف گونـاگونی 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 استخوان ها 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.

فعالیت

با استفاده از یک خط‌کش فلزی، انواع بارگذاری‌ها را بر روی آن اعمال کنید. همچنین به میزان جابه‌جایی خط‌کش در هر نوع بارگذاری توجه نمایید. بارگذاری می‌تواند با اعمال نیرو در راستای طول خط‌کش، عمود بر خط‌کش یا با ایجاد گشتاور انجام شود (شکل ۱۲ـ۵).



شکل ۱۲ـ۵ ـ انواع بارگذاری بر روی خط‌کش فلزی

پرسش

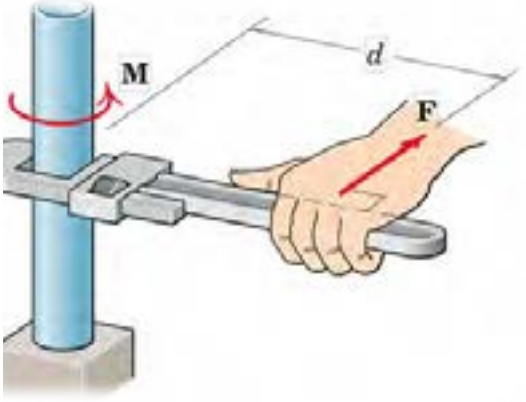
در کدام نوع از بارگذاری خط‌کش در مقابل جابه‌جایی مقاوم‌تر است؟ در گروه خود بحث کنید.

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 ـ متر (N.m) است. به‌صورت شماتیک نیرو و گشتاور را به‌صورت زیر نشان می‌دهند. به d بازوی گشتاور می‌گویند.



شکل ۱۳ـ۵ـ علائم گشتاور و نیرو

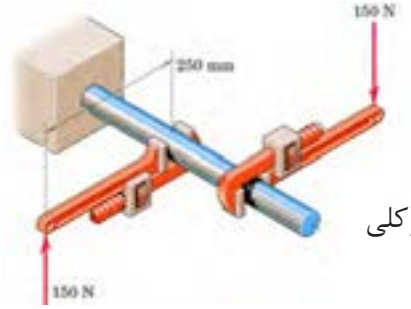
فعالیت

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)؟

تحقیق کنید

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 ۱۴ـ۵ دو آچار شلاقی یکسان بر روی میله گشتاور وارد می‌کنند. بازوی هر آچار ۲۵۰ میلی‌متر می‌باشد. گشتاور کلی وارده به میله را برحسب نیوتن ـ متر به‌دست آورید.



شکل ۱۴ـ۵

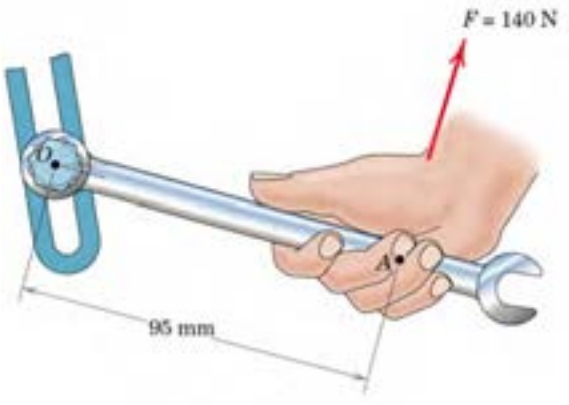
گشتاور کلی = گشتاور هر آچار × ۲ = ۲×۱۵۰ (N) ×۰,۲۵ (m) = ۷۵(N.m)

جهت گشتاور کلی در جهت عقربه‌های ساعت است.

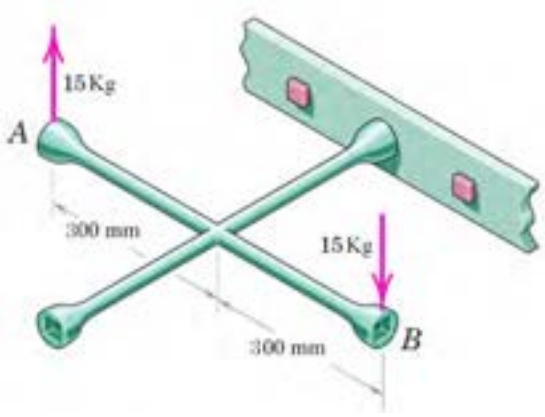
فعالیت

گشتاور وارده به پیچ در نقطه O را در شکل ۱۵ـ۵ برحسب نیوتن متر محاسبه کنید. جهت آن را نیز مشخص کنید.

گشتاور وارده به پیچ را در شکل ۱۶ـ۵ برحسب نیوتن متر محاسبه کرده و آن را نیز مشخص کنید.



شکل ۱۵ـ۵ـ وارد نمودن گشتاور بر میله از طریق آچار



شکل ۱۶ـ۵ـ وارد نمودن گشتاور بر پیچ از طریق آچار چرخ

تحقیق کنید

در شکل ۱۷ـ۵ 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 ۱۷ـ۵ـ گشتاور وارده به ستون فقرات بر اثر بلندکردن بار توسط دست‌ها

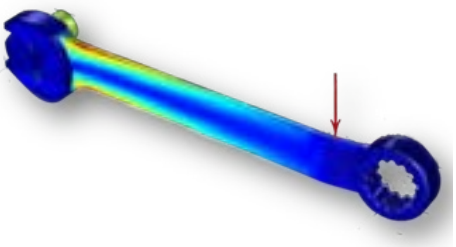
فعالیت

برای باز کردن پیچ‌های چرخ خودرو نشان داده شده در شکل (۱۸ـ۵) ۱۰ کیلوگرم ـ متر گشتاور لازم است. محاسبه کنید مقدار حداکثر نیرویی وارده برحسب نیوتن توسط دست بر روی آچار چرخ تا پیچ باز شود.

شکل ۱۸ـ ۵ـ 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 ۱۹ـ۵ قسمت‌های بحرانی یک آچار را مشخص کنید. حال این پرسش‌ها را در ذهن خود مرور کنید.



شکل۱۹ـ۵ـ 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 به‌صورت نوسانی وارد شود چه اتفاقی می‌افتد؟

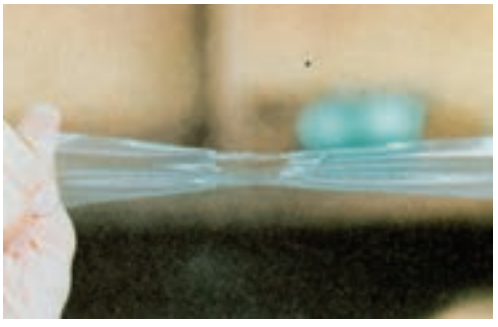
اگر نیرویی، حتی خیلی کم بر یک قطعه چوب وارد گردد تغییر شکل فوری در آن به‌وجود می‌آید. با زیاد شدن مقدار نیروی وارد شده بر چوب میزان تغییر شکل نیز زیادتر می‌شود. به طور کلی در تغییر شکل مواد ـ که چوب نیز جزء آنها می‌باشد ـ دو حالت کلی را می‌توان مشاهده کرد.

تعاریف

حالت الاستیکی (الاستیسیته):

اگر بر یک قطعه چوب نیروی معینی وارد شود و در اثر آن نیرو تغییر شکل به‌وجود 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 ۲۰ـ۵ دقت کنید. اگر نوار لاستیکی را از حالت کشیده آزاد کنیم به حالت اول برمی‌گردد.

شکل ۲۰ـ۵ـ یک نوار لاستیکی کشیده شده که نشان دهنده حالت لاستیکی است.

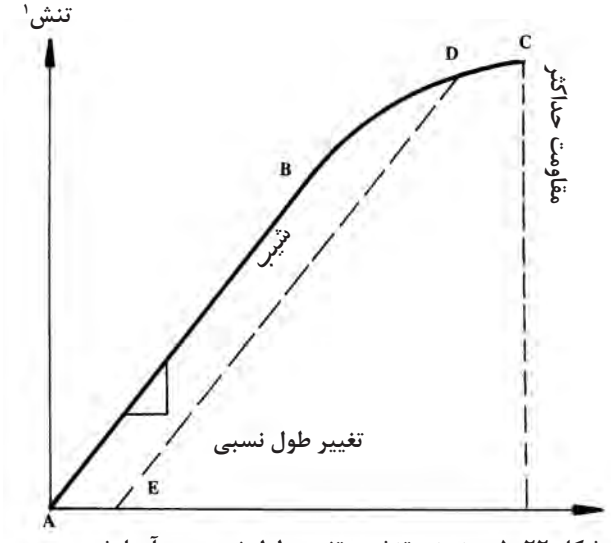


شکل ۲۱ـ۵ـ یک نوار پلاستیکی که پس از کشیده شدن در حالت اول برگشت نداشته است.

حالت پلاستیکی (پلاستیسیته):

ولی اگر مقدار نیروی وارد شده بر یک قطعه چوب به مقداری باشد که تغییر شکل به وجود آمده دائمی‌باشد و پس از برداشتن نیرو جسم به حالت اول خود بازنگردد آن را «تغییر شکل پلاستیکی» گویند. این نوع تغییرشکل مشابه کشیدن یک نوار پلاستیکی است (برای این آزمایش می‌توانید 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 ۲۱ـ۵ نشان داده شده است.

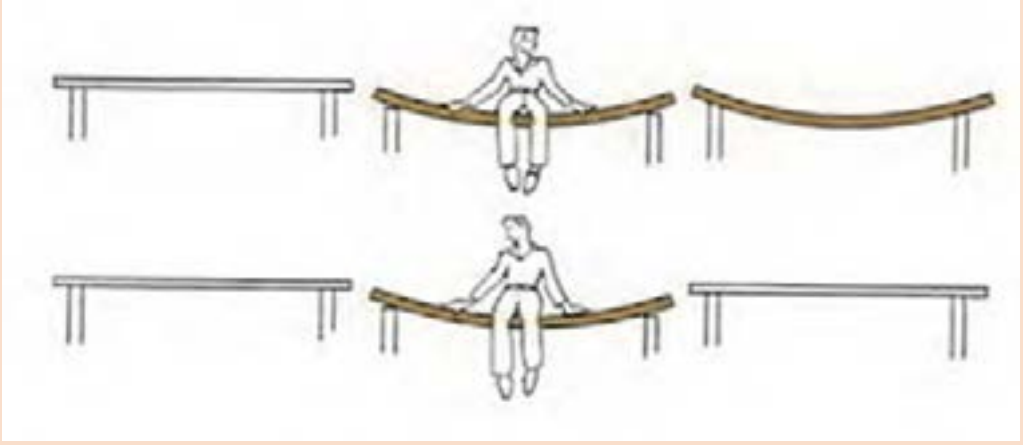
برای نشان دادن دو حالت فوق در یک قطعه چوب از منحنی تنش ـ تغییر طول نسبی استفاده می‌شود که منحنی آن که در اثربارگذاری بر یک قطعه چوب تا نقطه شکستن آن ترسیم شده است در شکل ۲۲ـ۵ نشان داده شده است.



شکل ۲۲ـ۵ـ منحنی تنش ـ تغییر طول نسبی در آزمایش چوب

فعالیت

شکل ۲۳ـ۵ 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 ۲۳ـ۵

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 برنگشت، می‌گویند قطعه در ناحیه پلاستیک (مومسان همانند موم و پلاستیک) است و وقتی قطعه از یک نقطه جدا شود می‌گویند شکست اتفاق افتاده است.

جلوه آفرینش

دانشمندان دریافتند حشره آسیابک (dragonfly) با طول حداکثر ۸/۳ 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؟

شکل ۲۴ـ۵ـ حشره آسیابک

مقاومت دربرابر ضربه چوب(چقرمگی)

وقتی چوب درساخت قطعات هواپیما، کشتی، واگن، مخصوصاً وسایل ورزشی و دسته ابزار نظیر چکش و یا پله‌های ساختمان به کار برده شود، دراین حالت، چوب در معرض ضربه یا به عبارت دیگر، خمش ناگهانی قراردارد. دراین 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 درشکستن چوب دارد.

هنگامی‌که 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 دراثر ضربه به نیروی بیشتری نیاز است.

تغییر درمقاومت چوب دربرابر ضربه نشان دهنده شکنندگی یا تُردی (ضربه‌پذیری) چوب است. به عبارت دیگر، مقاومت دربرابر 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 به‌آسانی کیفیت چوب را مشخص کرد:

ـ اگر مقاومت دربرابر ضربه چوب خیلی زیاد باشد، این چوب دراثر ضربه به‌صورت شکل ۲۵ـ۵ الف شکسته شده و اغلب در طرف فشاری نمونه چند لایه الیاف بدون شکست باقی‌می‌ماند.
ـ چوب با مقاومت متوسط در برابر ضربه، به‌صورت شکل ۲۵ـ۵ ب، شکسته می‌شود که بریدگی درآن صاف‌تر است.
ـ شکست در چوب‌های تُرد و پوسیده به‌صورت شکل ۲۵ـ۵ ج است.

الف) ب) ج)

شکل ۲۵ـ۵ـ نوع شکست چوب زبان گنجشک دراثر ضربه

مقاومت چوب در برابر ضربه در چه مصارفی دیده می‌شود؟

فعالیت

شکل ۲۶ـ۵ نشان دهنده اثر تخریبی کدام نیرو در چوب است؟

شکل ۲۶ـ۵ـ نمونه چوب پس از شکست برشی

نیروی برشی در کدام اجزای ساختمان چوبی احتمال دارد اتفاق بیفتد؟

فعالیت

با توجه به شکل ۲۷ـ۵ در مورد علت خرابی لبه‌های برنده ناخن‌گیر و دم باریک بحث و گفت‌وگو کنید.
به نظر شما لبه‌های برنده استحکام لازم را نداشته است یا اینکه به درستی از آنها استفاده نشده است؟

شکل ۲۷ـ۵ـ لبه‌های برنده خراب شده در ناخن‌گیر 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 دائمی‌بر اثر اعمال نیرو را گویند. هرچه قطعه نیروی بیشتری تحمل کند قبل از این که تغییر شکل دائمی‌بدهد 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.

فعالیت

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؟

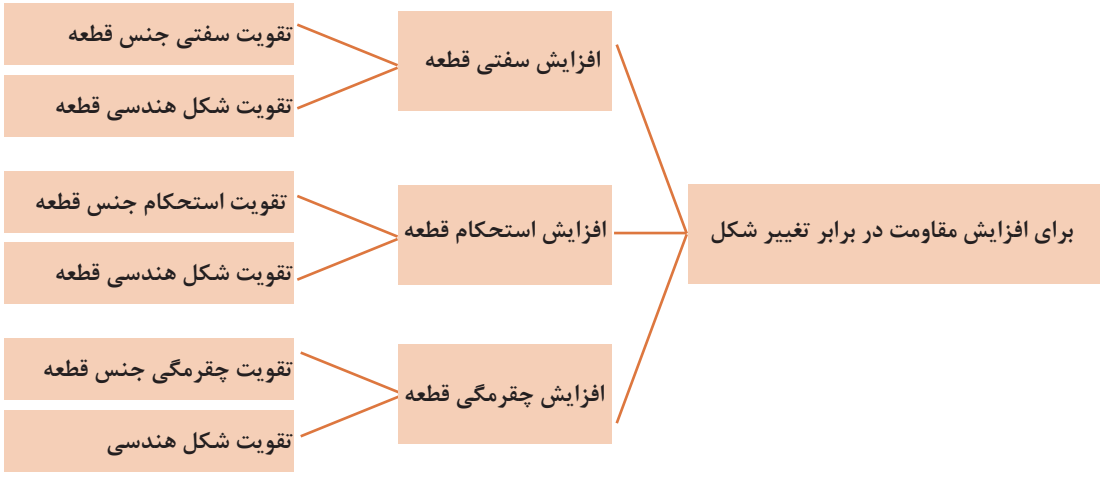
برای افزایش مقاومت در مقابل تغییر شکل بر اثر اعمال نیرو و انرژی چه کاری انجام دهیم:

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

۲ـ شکل هندسی مناسب: با استفاده از شکل‌های هوشمندانه می‌توان قطعات و سازه‌ها را به‌گونه‌ای ساخت که بار و نیروی بیش‌تری تحمل نمایند.

۳ـ استفاده از تکیه‌گاه و ایجاد شرایط مناسب: وجود تکیه گاه‌های خوب سبب می‌شود که قطعات نیروی بیشتر تحمل کنند.

در نمودار ۱ـ۵ـ روش‌های افزایش مقاومت قطعه در برابر تغییر شکل بر اثر اعمال نیرو نشان داده شده است:



نمودار ۱ـ۵ـ روش‌های افزایش مقاومت قطعه در برابر تغییر شکل

۱ـ 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:

ـ مقاومت در برابر کشش موازی با الیاف یا مقاومت به کشش جهت الیاف؛

ـ 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 ۱ـ۵ مقاومت در برابرکشش موازی با الیاف تعدادی از چوب‌های پهن‌برگ خلاصه شده است.*

جدول ۱ـ۵

نوع چوب	مقاومت در برابر کشش موازی با الیاف (نیوتن بر متر مربع)
افرا	۱۰۰×۱۰^۶
بید	۶۴×۱۰^۶
تبریزی	۷۷×۱۰^۶
راش (اروپا)	۱۳۵×۱۰^۶
زبان گنجشک	۱۶۵×۱۰^۶
گردوی ایرانی	۱۰۰×۱۰^۶
ملچ (ملچ)	۸۰×۱۰^۶
ممرز	۱۳۵×۱۰^۶
نمدار	۸۵×۱۰^۶

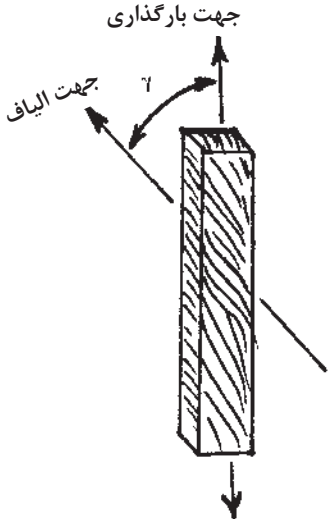
* مأخذ: پارسا پژوه ــ تکنولوژی چوب

شکل ۲۹ـ۵ـ طرز قرار گرفتن نمونه آزمایش کشش چوب در گیره

شکل ۳۰ـ۵ـ یک نمونه استاندارد برای تعیین مقاومت در برابر کشش موازی با الیاف چوب

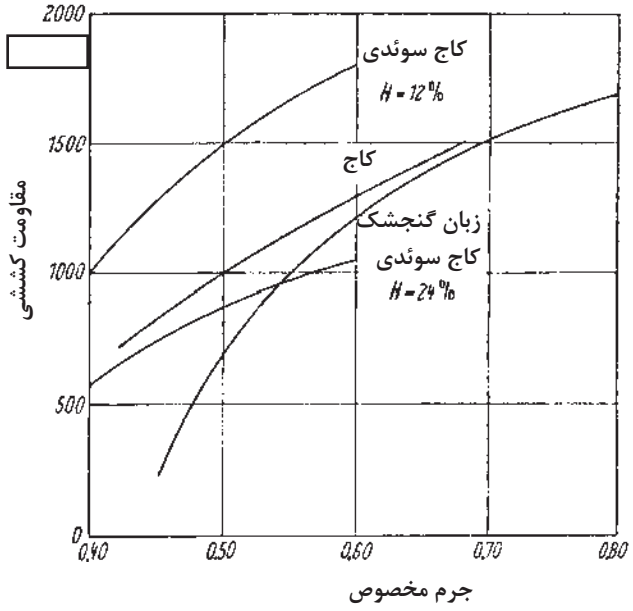
عوامل مؤثر بر مقاومت دربرابر کشش موازی با الیاف

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 فوق‌العاده کم است. اگر زاویه جهت بارگذاری با جهت الیاف را γ فرض کنیم رابطه زیر بین زاویه γ و مقاومت در برابر کشش وجود دارد (شکل ۳۱ـ۵):



شکل ۳۱ـ۵ـ زاویه γ در یک قطعه چوب

ب) جرم مخصوص: رابطه خطی بین جرم مخصوص و مقاومت در برابر کشش موازی با الیاف چوب سوزنی‌برگان وجود دارد، اما در مورد چوب پهن‌برگان این رابطه به‌صورت خط مستقیم نبوده، و تأثیر جرم مخصوص بر مقاومت در برابر کشش موازی با الیاف به‌صورت منحنی است (شکل ۳۲ـ۵).



شکل ۳۲ـ۵ـ 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 به‌دست می‌آید.

د) دمای محیط: تأثیر دما بر مقاومت در برابر کشش موازی با الیاف چوب، به شدت دیگر مقاومت‌های چوب نیست.

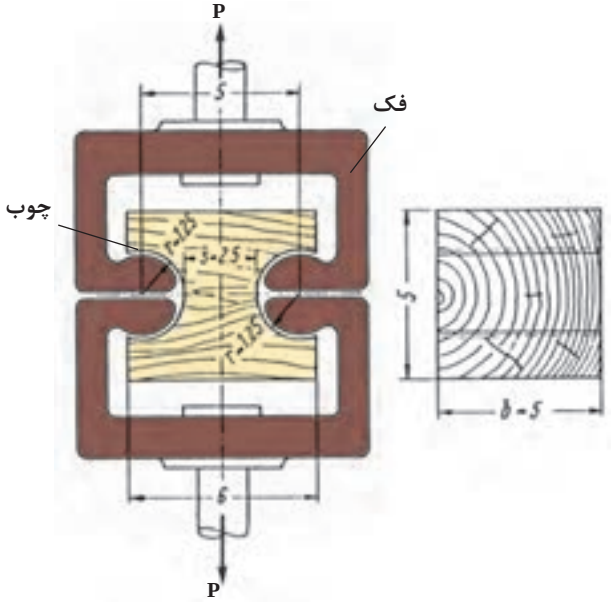
هـ) گره: وجود گره به کم شدن مقاومت‌های چوب می‌انجامد. این تأثیر در مورد مقاومت در برابر کشش موازی با الیاف خیلی شدیدتر از دیگر مقاومت‌های چوب است.

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 دقت‌نداشتن اعداد اندازه‌گیری‌شده 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 ۳۳ـ۵ آورده شده است.



شکل ۳۳ـ۵ـ نمونه آزمایش مقاومت در برابر کشش عمود بر الیاف چوب

۲ـ مقاومت چوب در برابر بارگذاری فشاری

الف) مقاومت در برابر فشار موازی با الیاف چوب

حداکثر مقاومت در برابر فشار موازی با الیاف نقش مهمی‌در استفاده از چوب به‌صورت 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.

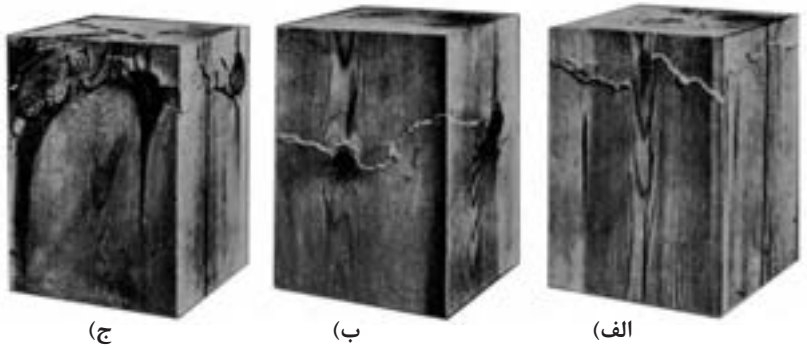
تغییرات در رفتار چوب در برابر نیروهای کششی و فشاری به ساختمان الیاف چوبی مربوط می‌شود. به طوری که مکانیسم شکست در حالت تحت فشار کاملاً با حالت تحت کشش متفاوت است. در کار ابتدا خمیدگی در اثر ناپایداری در ساختمان تک تک الیاف اتفاق می‌افتد. در اثر فشار خمیدگی به شکل S در الیاف و سلول‌های چوب به وجود می‌آید که این خمیدگی و چروکیدگی به‌سهولت قابل رؤیت است، در شکل ۳۴ـ۵ طرز شکست چوب در اثر نیروی فشاری مشاهده می‌گردد.

شکل ۳۴ـ۵ـ 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 ساختمان‌سازی و تراورس راه‌آهن برخوردار است.
شکست چوب در برابر نیروهای فشار عمود بر الیاف معمولاً به‌صورت لهیدگی سلول‌های چوب به وجود می‌آید 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 سلول‌ها ادامه می‌یابد که در این نقطه، زیاد شدن نیرو را مشاهده می‌کنیم.

عوامل مؤثر بر مقاومت در برابر فشار موازی الیاف

الف) جهت الیاف: در طراحی سازه‌های چوبی مخصوصاً ساختمان‌های 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 فشرده‌تر و همگن‌تر 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 می‌شود. این افزایش به یک گونه چوبی محدود نیست، بلکه در مورد تمام گونه‌های چوبی با دانسیته‌های متفاوت صادق است.
ج) رطوبت: در رطوبت کمتر از نقطه اشباع الیاف، در اثر خشک شدن چوب، مقاومت‌های آن زیاد می‌شود.
د) گره و ترک: تأثیر گره در مقاومت در برابر فشار موازی با الیاف چوب، شدید نیست، اما نمی‌توان آن را نادیده گرفت. در شکل ۳۵ـ۵ تأثیر گره بر مقاومت در برابر فشار موازی با الیاف نشان داده شده است.
ـ در شکل۳۵ـ۵ (الف): که چوب بدون گره است مقاومت در برابر فشار موازی با الیاف برابر ۴۰۳۰ نیوتن بر سانتی‌متر مربع و جرم مخصوص چوب ۰/۵۱است.
ـ در شکل ۳۵ـ۵ (ب): که چوب دارای گره‌های کوچک است، مقاومت در برابر فشار موازی با الیاف برابر ۳۶۱۰ نیوتن برسانتی‌متر مربع و جرم مخصوص چوب ۰/۵۳ است.
ـ در شکل ۳۵ـ۵ (ج): که چوب دارای گره‌های بزرگتر است، مقاومت در برابر فشار موازی با الیاف برابر ۳۱۴۰ نیوتن بر سانتی‌متر مربع و جرم مخصوص چوب ۰/۵۷ است.



شکل ۳۵ـ۵ـ تأثیر گره بر مقاومت در برابر فشار موازی با الیاف

فعالیت

فکر کنید

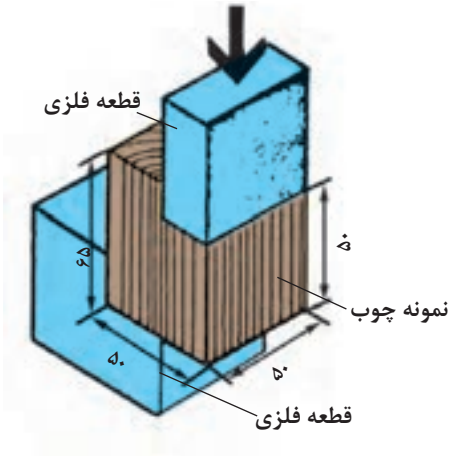
ستون خانه‌های چوبی تحت چه نیرویی قرار می‌گیرد؟
نیروی فشاری در یک صندلی چوبی به کدام قسمت‌های صندلی وارد می‌شود؟
وجود گره در قید صندلی چه تاثیری در مقاومت آن دارد؟

۳ــ مقاومت برشی

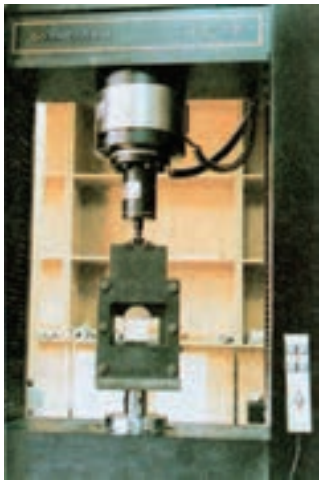
مقاومت قطعه در برابر بارگذاری کششی و فشاری

مقاومت برشی چوب، با مقاومت دربرابر کشش ومقاومت دربرابر فشار متفاوت است، زیرا فشار برشی بخشی از چوب را درمقابل چوب مجاور می‌لغزاند.

در شکل ۳۶ـ۵ روش تعیین مقاومت برشی موازی با الیاف چوب نشان داده شده است و در همین شکل ۳۷ـ۵ طرز قرار گرفتن نمونه آزمایشی دردستگاه آزمایش نشان داده شده است.

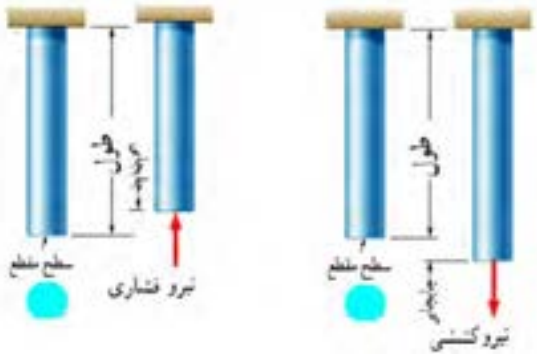


شکل ۳۶ـ۵ـ روش تعیین مقاومت برشی چوب



شکل ۳۷ـ۵ـ طرز قرار گرفتن نمونه چوب در دستگاه آزمایش

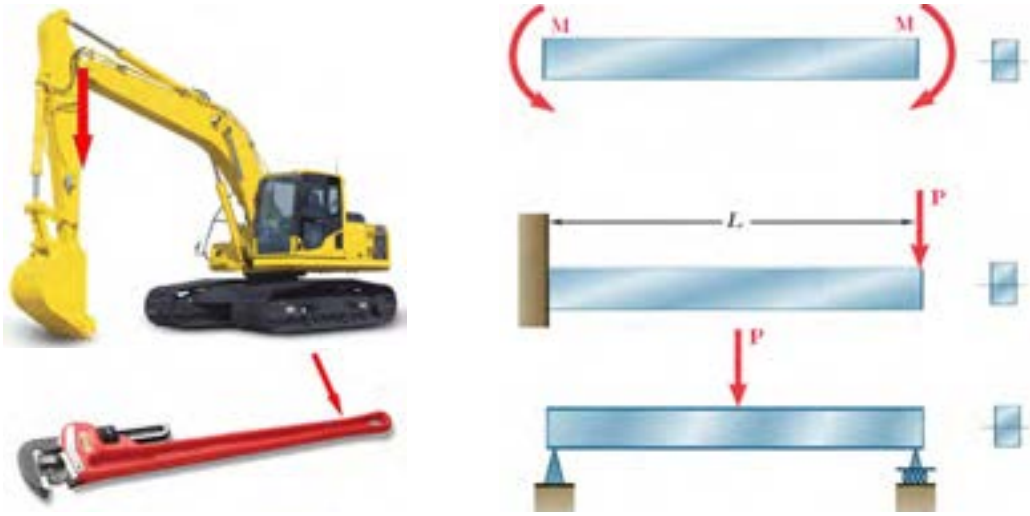
اگر بار اعمال شده سبب کشیده شدن قطعه در امتداد محور بار شود، بارگذاری کششی خواهد بود. همچنین اگر بار اعمال شده سبب فشرده شدن قطعه شود بارگذاری فشاری خواهد بود (شکل ۳۸ـ۵). همانطور که قبلا آموخته اید، قطعات در هنگام بارگذاری کم، رفتاری همانند فنر از خود نشان می‌دهند و کشیده می‌شوند و پس از برداشته شدن بار به موقعیت اول خود بازمی‌گردند.



شکل ۳۸ـ۵ـ بارگذاری کششی و فشاری

۴ـ 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 ۳۹ـ۵ نشان داده شده است.

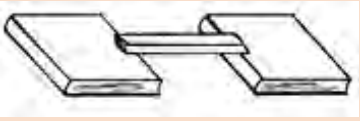


شکل ۳۹ـ۵ـ انواع بارگذاری برای خمش یک تیر یا قطعه

فعالیت

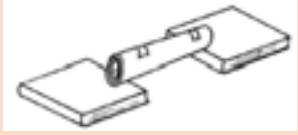
دو کاغذ A۴ را نصف کنید و با استفاده از آنها آزمایش‌های زیر را انجام دهید:

۱ـ 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.



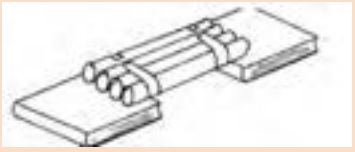
(الف)

۲ـ کاغذها را روی هم قرار دهید، سپس آن را لوله کرده و با چسب لبه‌های آن را بچسبانید. سپس آن را روی دو تکیه‌گاه قرار دهید. با انگشت دست بر روی وسط کاغذ ها نیرو وارد کنید. استحکام کاغذها در مقابل خمش را حس نمایید.



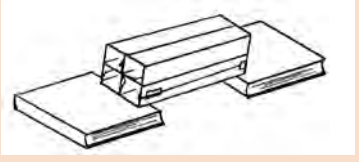
(ب)

۳ـ 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.



(ج)

۴ـ کاغذها را تک تک به شکل قوطی در آورده و سپس با چسب آنها را به هم وصل کنید. 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.



(د)

شکل ۴۰ـ۵

پس از انجام آزمایش‌ها به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

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

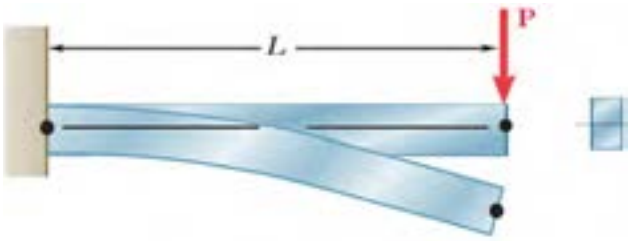
.....

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؟

.....



شکل ۴۱ـ۵ـ خمش یک قطعه تحت بارگذاری خمشی

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.

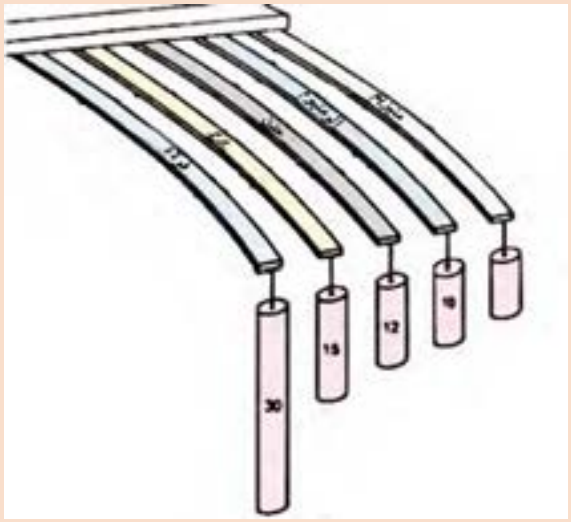
فعالیت

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

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.

فعالیت

در گروه در مورد ۱ـ نیرو و گشتاور، ۲ـ سفتی جنس، ۳ـ جابه‌جایی و ۴ـ طول قطعات در شکل زیر، بحث و گفت‌وگو نمایید و دلیل جابه‌جایی ثابت آنها را توضیح دهید؟



شکل ۴۲ـ۵ـ جابه‌جایی قطعات در بارگذاری خمشی

۶ـ سختی چوب

«سختی چوب» به‌صورت 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 برسطح 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.

فعالیت

تعدادی قطعه چوب تهیه نموده و با میخ چگونگی سختی آنها را مشخص کنید.

۷ـ 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 کف‌پوش، 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 به‌وجود 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 درحین مصرف برچوب 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.

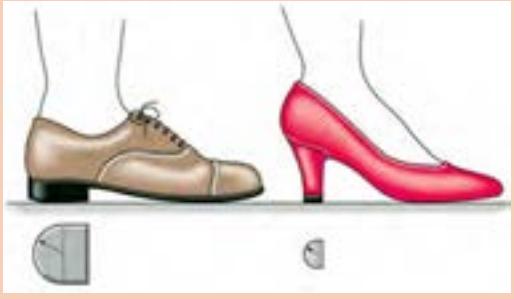
جرم مخصوص بر میزان ساییده شدن تأثیر دارد و هرچه جرم مخصوص بیشتر باشد میزان کاهش ضخامت چوب در آزمایش سائیدگی کمتر است.

فعالیت

در مکان‌هایی که از کف پوش استفاده شده است. دقت کنید اثر رفت و آمد بر سطوح چوب چگونه بوده است؟

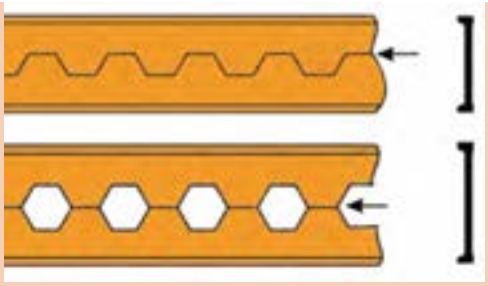
فعالیت

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؟



شکل ۴۳ـ۵

۲ از روش‌های تولید تیرهای آهنی برش و جوشکاری تیر آهن به شکل لانه زنبوری است. چرا این نوع از تیر آهن‌ها در مقابل خمش استحکام بیشتری دارند؟ (شکل ۴۴ـ۵)



شکل ۴۴ـ۵

۳ در وزنه‌برداری گشتاور زیادی به میله وزنه‌برداری وارد می‌شود که آن را خم می‌کند. برای اینکه استحکام میله در بارگذاری خمشی بالا رود چه راه حلی پیشنهاد می‌نمایید؟ (شکل ۴۵ـ۵)

شکل ۴۵ـ۵

تحقیق کنید

۱ـ همانطور که می‌دانید در مدارهای برقی خودرو، ساختمان یا وسایل فیوزها نقش حفاظتی از دیگر قطعات برقی را بر عهده دارند. یعنی اینکه اگر برق بخواهد به قطعه‌ای صدمه وارد کنند، فیوز از این کار محافظت می‌کند و خود را قربانی می‌کند. به همین صورت در وسایل مکانیکی نیز فیوز مکانیکی وجود دارد. فیوز مکانیکی سبب می‌شود تا نیرو و گشتاور بیش از حدی به قطعات مکانیکی وارد نشود و آنها دچار خرابی و شکست نشوند. فیوزهای مکانیکی انواع مختلفی دارند که پین‌های برشی از این جمله هستند. شما همراه گروه خود در زمینه انواع فیوزهای مکانیکی که خود را قربانی دیگر قطعات می‌کنند تا به آنها صدمه نزند تحقیق کنید و چند نمونه از آن را در دستگاه‌ها و وسایل کاری موجود در کارگاه نام ببرید.

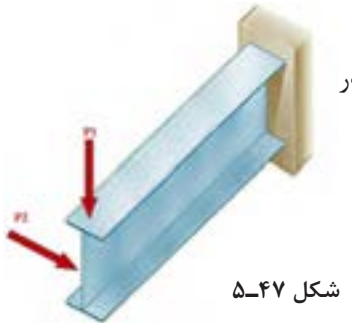
۲ـ همانطور که دیدید استخوان‌های بدن انسان شکل ۴۶ـ۵ هر کدام برای هدفی که دارند دارای شکل متفاوتی هستند. استخوان ساق پا (تیبیا) دومین استخوان بزرگ بدن بعد از استخوان ران پا می‌باشد که انواع مختلف بار (در برابر فشار) به آن وارد می‌شود. به نظر شما سطح مقطع این استخوان چرا به‌صورت توپر یا به شکل مربع شکل نیست؟ فکر می‌کنید طراح آن چرا این شکل را که شبیه دایره تو خالی می‌باشد انتخاب کرده است؟ به‌صورت گروهی تحقیق کنید.

آیا به عظمت پروردگار دانا و حکیم پی بردید؟

شکل ۴۶ـ۵

تمرین

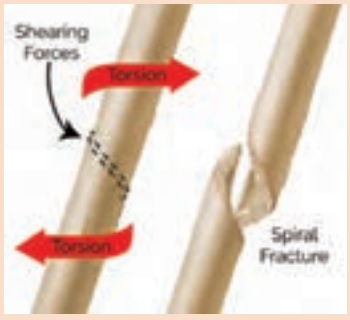
در شکل ۵ـ۴۷ اگر نیروی P_1 و P_2 با هم برابر باشند، جابه‌جایی تیر در جهت افقی بیشتر است یا در جهت عمودی؟ علت را توضیح دهید.



شکل ۵ـ۴۷

تحقیق کنید

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.



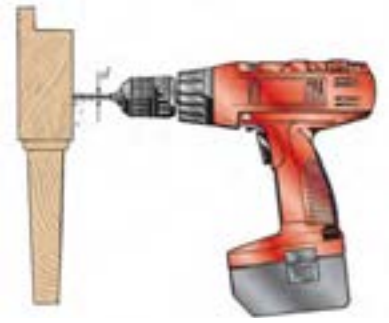
شکل ۵ـ۴۸

شکل ۵ـ۴۹

بررسی کنید

یکی از موارد رایج در هنگام کار شکست مته هنگام سوراخ کاری است. دلایل شکست مته هنگام کار را بررسی نمایید.

شکل ۵ـ۵۰



شکل ۵ـ۵۱

هنگام پیچ کردن قطعات چوبی برای استحکام بالا بایستی چه مواردی را در نظر گرفت؟

شکل ۵ـ۵۲

شکل ۵ـ۵۳

تحقیق کنید

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 به‌صورت گزارش به هنرآموز خود تحویل دهید.
الف) زیبایی و مقاومت ب) قیمت مواد اولیه ج) مقدار نیروی وارده د) همه موارد

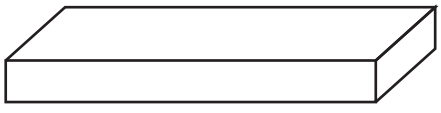
شکل ۵۴ ـ ۵

۲ انحنای ایجاد شده در طبقه کتابخانه چه نوع تغییر شکلی می‌باشد؟
توضیح دهید که آیا با برداشتن کتاب‌ها طبقه خمیده شده به‌طور کامل به شکل اولیه بر می‌گردد؟

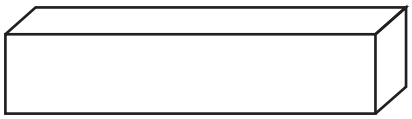
۳ به نظر شما تبدیل تغییر شکل الاستیک در اثر گذشت زمان به تغییر شکل پلاستیک به چه معناست؟ در کلاس با دوستان خود بحث نموده و نتیجه را با مثال عملی به هنرآموز خود اعلام کنید.

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 به‌صورت عرضی قرار می‌گیرد یا ضخامت؟ چرا؟ در کارگاه هنگام ساخت به‌طور 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

ـ براساس استاندارد ارزشیابی پیشرفت تحصیلی:

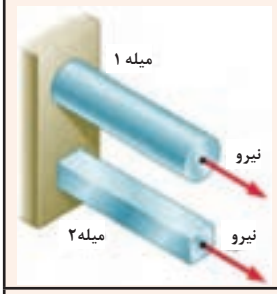
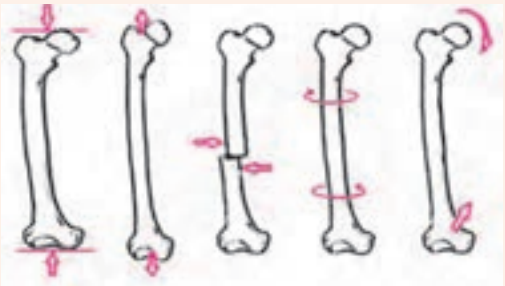
عنوان فصل	تکالیف عملکردی (واحدهای یادگیری)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج مورد انتظار	شاخص تحقق	نمره
مقاومت قطعات	۱ـ مقایسه سفتی قطعات مکانیک ساده در بارگذاری‌های خالص ۲ـ مقایسه استحکام قطعات مکانیک ساده در بارگذاری‌های خالص	مقایسه نسبی سفتی قطعات در بارگذاری کششی، فشاری، برشی، پیچشی، خمشی ساده با توجه مشخصات هندسی و جنس آنها	بالاتر از حد انتظار	مقایسه نسبی سفتی و استحکام قطعات در بارگذاری کششی، برشی، پیچشی و خمشی	۳
			در حد انتظار	مقایسه نسبی سفتی و استحکام قطعات در بارگذاری کششی، برشی، پیچشی	۲
			پایین‌تر از حد انتظار	مقایسه نسبی سفتی و استحکام قطعات در بارگذاری کششی و برشی	۱
	نمره مستمر از ۵				
	نمره واحد یادگیری از ۳				
	نمره واحد یادگیری از ۲۰				

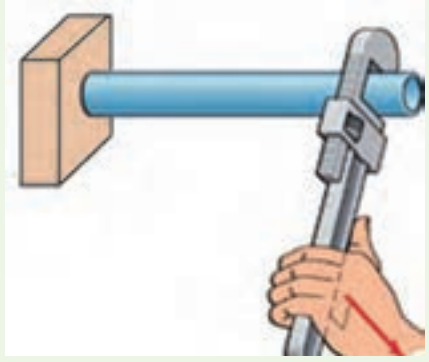
نمونه آزمون: ارزشیابی پایانی فصل مقاومت قطعات در برابر تغییر شکل

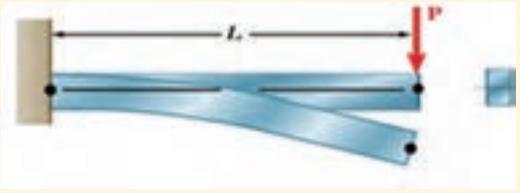
قابل توجه هنرجویان عزیز:

- نمره این آزمون به‌صورت ۱ یا ۲ یا ۳ خواهد بود که در عدد ۵ ضرب می شود و با نمره مستمر جمع می‌گردد و نمره فصل محاسبه و در کارنامه ثبت می گردد.
- **نمره ۱** را در صورتی می‌توانید کسب کنید که **از ۵ سؤال بخش اول ۳ سؤال را کامل پاسخ دهید.**
- **نمره ۲** را زمانی کسب می‌کنید که علاوه بر نمره ۱ **از ۳ سؤال بخش دوم ۲ سؤال را کامل پاسخ دهید.**
- **نمره ۳** را زمانی کسب می‌نمایید که علاوه بر نمره ۲ **از ۳ سؤال بخش سوم ۲ سؤال را کامل پاسخ دهید.**

مدت آزمون: ۹۰ دقیقه

بخش اول	سؤال ۱	اگر طول یک میله دو برابر شود و بقیه ابعاد و جنس ثابت بماند، سفتی کششی میله چند برابر می‌شود؟ محاسبه کنید.
	سؤال ۲	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؟
	سؤال ۳	یک میله و یک شمش فلزی دارای سطح مقطع و طول یکسان هستند، جنس میلگرد از مس و دیگری از فولاد است، محاسبه کنید جابه‌جایی انتهای کدام‌یک کمتر است؟ 
	سؤال ۴	برای اینکه تحت بارگذاری برش پیچ برش نخورد چه راه‌حل‌هایی پیشنهاد می‌کنید؟
	سؤال ۵	نام انواع بارگذاری‌های انجام شده بر روی استخوان پا در شکل نشان داده شده را بنویسید؟ 

بخش دوم	سؤال ۱	اگر گشتاور پیچشی و طول میله دو برابر شود، زاویه پیچش در انتهای میله به چه میزان تغییر می‌کند. محاسبه کنید.
	سؤال ۲	دو میله هم وزن، هم طول و همجنس که یکی از آنها توپر و دیگر توخالی (لوله) است را با یک گشتاور ثابت در نظر بگیرید، تنش در کدام‌یک بیشتر است؟ محاسبه کنید. 
	سؤال ۳	برای جلوگیری از برش پیچ در بارگذاری پیچشی چه راه‌حل‌هایی را پیشنهاد می‌کنید؟

بخش سوم	سؤال ۱	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 نسب به حالت قبل چه تغییری می‌کند؟ 
	سؤال۲	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.
	سؤال ۳	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؟

منابع و مآخذ

۱ـ برنامه درسی رشته صنایع چوب و مبلمان ـ دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش سال ۱۳۹۴.

۲ـ روشن‌بخش یزدی، احمد، خواجه شرف آبادی، محمدعلی، منانی، علی‌اصغر (۱۳۹۳). تکنولوژی مواد، وزارت آموزش و پرورش.

۳ـ حسین‌زاده، عبدالرحمن، جهان لیتباری، احمد (۱۳۹۳) خواص فیزیکی و مکانیکی چوب، وزارت آموزش و پرورش.

۴ـ بهادران، امیربهادر، (۱۳۹۳) محاسبات فنی (فنی و حرفه‌ای)، وزارت آموزش و پرورش.

۵ـ اسدی، محمد، فرخ‌نیاورانی، علی اکبر (۱۳۹۳) محاسبات فنی صنایع چوب، وزارت آموزش و پرورش.

هنرآموزان محترم، هنرجویان عزیز و اولیای آنان می‌توانند نظرهای اصلاحی خود را دربارهٔ مطالب این کتاب از طریق نامه به نشانی تهران- صندوق پستی ۴۸۷۴ / ۱۵۸۷۵- گروه درسی مربوط و یا پیام نگار tvoccd@roshd.ir ارسال نمایند.

وب گاه: www.tvoccd.medu.ir

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش