

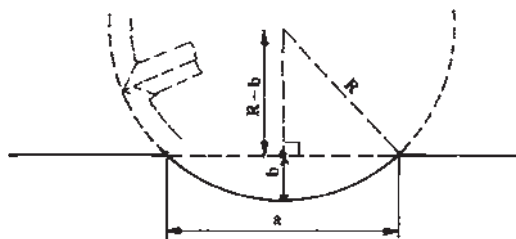
نمونه ۳۴

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

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

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

عمق اثر هر تیغه رنده روی چوب: مطابق شکل ۳-۵۹ می‌توان با استفاده از رابطه فیثاغورث و حل معادله درجه دوم عمق اثر تیغه را روی چوب (b) به دست آورد.



شکل ۳-۴۶- اثر تیغه رنده تنظیم شده

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

رابطه:

علایم اختصاری:

b: عمق اثر هر تیغه رنده (mm)

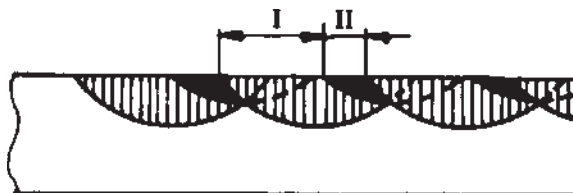
R: شعاع برنده توپی ماشین رنده (mm)

a: عرض اثر هر تیغه رنده (mm)

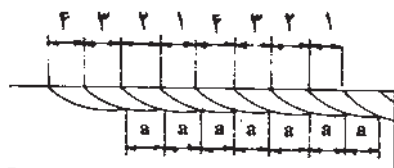
مثال نمونه «۱»: اگر عرض اثر تیغه رنده روی چوب $a = 1/5 \text{ mm}$ و شعاع دایره برنده توپی $R = 60 \text{ mm}$ باشد، عمق اثر تیغه رنده را روی چوب به دست آورید.

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

از حل این مسأله نتیجه می‌گیریم که اگر یکی از تیغه‌ها 0.05 mm از تیغه دیگر عقب‌تر نشسته باشد دیگر با آن تیغه نمی‌توان تیزی‌های ایجاد شده را بین ضربه تیغه اول و دوم بر طرف ساخت (شکل ۳-۶۰).



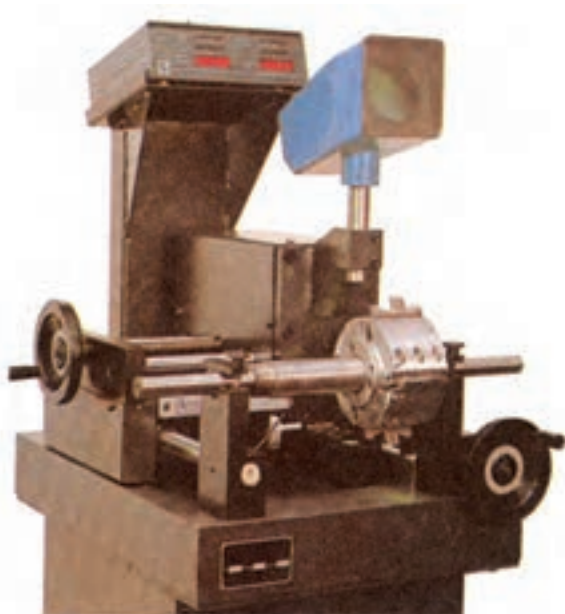
شکل ۳-۶۰- اثر تیغه رنده تنظیم نشده



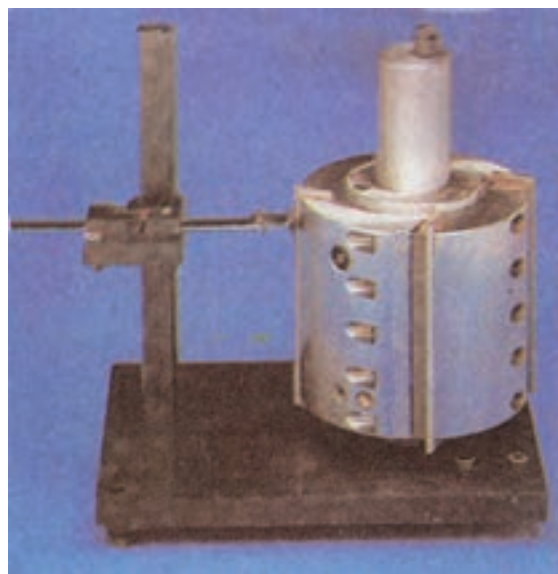
طبیعی است که بالا بردن کیفیت رنده کاری هنگامی میسر است که تیغه‌ها آن‌گونه تنظیم شوند که به یک اندازه به چوب برخورد کنند (شکل ۳-۶۱).

شکل ۳-۶۱- اثر تیغه رنده تنظیم شده

با توجه به اهمیت موضوع در شکل‌های ۳-۶۲ و ۳-۶۳ دو نمونه دستگاه تنظیم تیغه دستی و دیجیتالی روی توپی رنده نشان داده شده است.



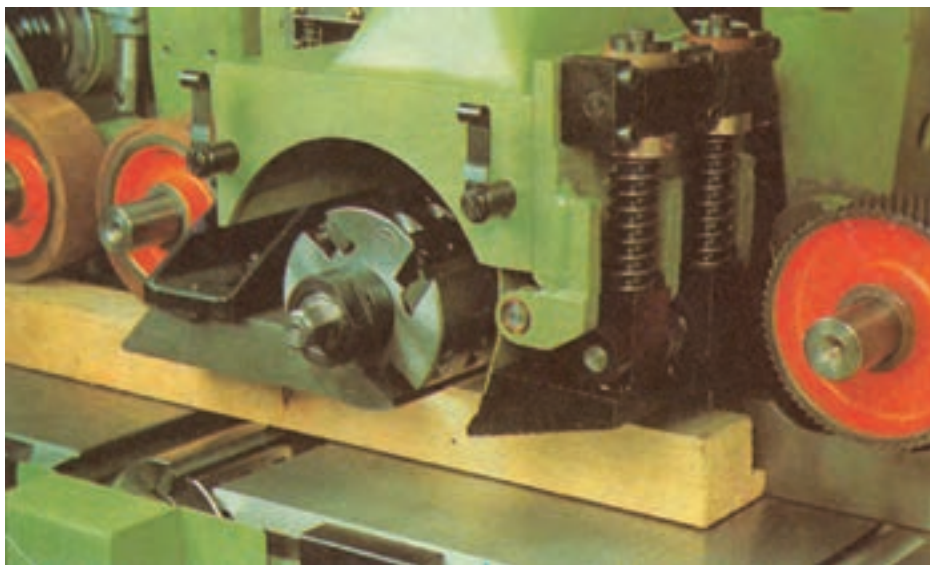
شکل ۳-۶۳- دستگاه تنظیم تیغه رنده دیجیتالی



شکل ۳-۶۲- دستگاه تنظیم تیغه رنده با دست

دستگاه رنده‌ای مطابق شکل ۶۴-۳ با مشخصات زیر موجود است.

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



شکل ۶۴-۳- دستگاه رنده

الف) اگر کیفیت سطح رنده شده چنان باشد که حداکثر گام رنده ۱ میلی متر شود سرعت پیشبرد کار تا چه اندازه باید تنظیم گردد؟
 ب) در این صورت عمق اثر تیغه رنده چقدر است؟
 حل:

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

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

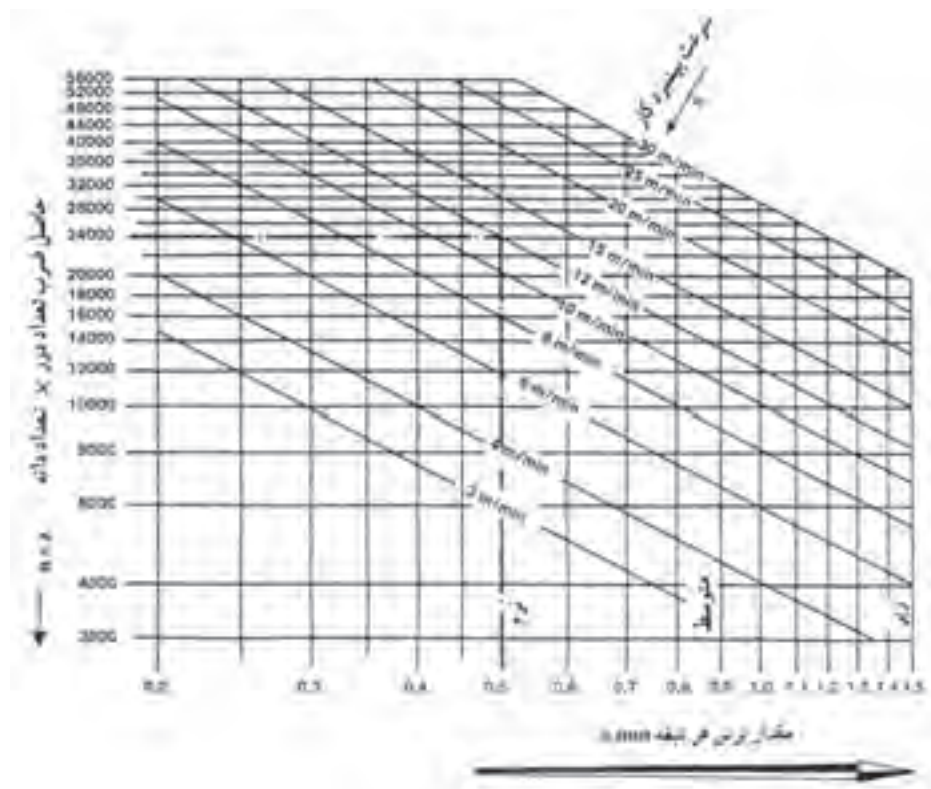
$$S = 6000 \frac{1}{\text{min}} \times 4 \times 1\text{mm} = 24000 \text{ m} / \text{min}$$

سرعت پیشبرد کار

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

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

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



نمودار ۳-۳- تعیین مقدار برش هر تیغه

نمونه ۳۶

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

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

کیفیت سطح رنده شده را با توجه به عرض اثر تیغه می توان مطابق جدول ۳-۹ درجه بندی نمود.

جدول ۳-۹- کیفیت سطح رنده شده

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

تمرین





نمونه ۳۷

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

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

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

حل: طول تخته‌ها

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

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

عرض اثر تیغه

کیفیت سطح رنده شده $(1 < 0.75 < 0.5)$ درجه ۲ خواهد بود.

ارزشیابی

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

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

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

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

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

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

۶ سطح رنده شده قطعه کاری با کیفیت درجه ۳ که عرض اثر تیغه رنده حداکثر $a=1/5\text{mm}$ باشد، لازم است. اگر ماشین رنده دارای توپی ۴ تیغه و دو تعداد دور $n_1 = 4000 \frac{1}{\text{min}}$ و $n_2 = 6000 \frac{1}{\text{min}}$ باشد؛

الف) در صورتی که سرعت پیشبرد کار 15m/min تنظیم شده باشد کدام تعداد دوران را دستگاه انتخاب می‌کنید؟

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

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

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



۷ قرار است قطعاتی را با دستگاه ماشین سنباده غلتکی مطابق شکل ۳-۶۵ سنباده نماییم. این قطعات قبلاً توسط دستگاه رنده‌ای با قطر تیغه 12cm ، دارای چهار تیغه و تعداد دور $4500 \frac{1}{\text{min}}$ رنده شده‌اند، چه سرعت پیشبرد کاری برای رنده کردن انتخاب نماییم تا عمق اثر تیغه رنده 0.5mm باشد و عملیات سنباده‌زدن ساده‌تر گردد؟

شکل ۳-۶۵- ماشین سنباده غلتکی

۸ انواع توپی‌ها با تعداد تیغه‌های متفاوت مطابق شکل ۳-۶۶ موجود است؛ که اگر هر چه تعداد تیغه بیشتر باشد می‌توان سرعت پیشبرد کار را افزایش داد یا کیفیت بهتری از کار انتظار داشت. حال اگر فرض شود در یک دستگاه فرز تعداد دور تیغه $n = 5000 \frac{1}{\text{min}}$ و سرعت پیشبرد کار $S=20\text{m/min}$ باشد، توپی چند تیغه را انتخاب می‌کنید؟ (در صورتی که عرض اثر تیغه روی سطح کار حداکثر $1/2\text{mm}$ باشد).

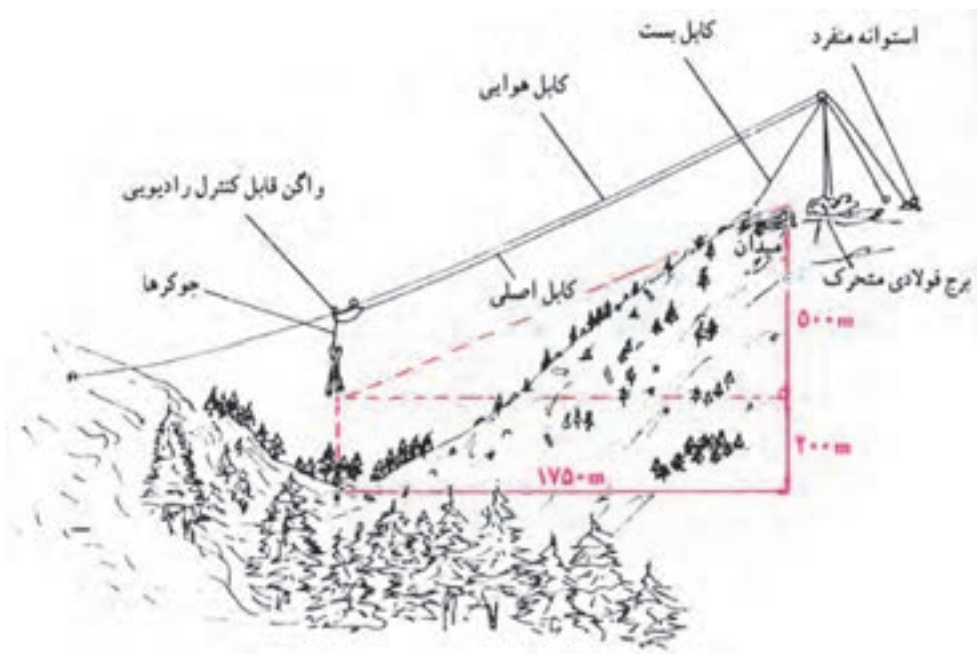


شکل ۳-۶۶- انواع توپی با تیغه‌های متفاوت

9

الف

(ب)



شکل ۶۷-۳. نمای انتقال گرده بینة از جنگل به میدان جمع آوری

3

۱۱ دستگاه فرز مطابق شکل ۶۸-۳ موجود است؛ در صورتی که 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 ۶۸-۳- دستگاه فرزا توماتیک

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

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

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

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

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

۱۳ تعداد دور میلۀ 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 میلی متر باشد چه سرعت پیشبردی را انتخاب می کنید؟ در این حالت عمق اثر هر تیغه رنده را به دست آورید.

۱۴ اگر با استفاده از دستگاه برش صفحات MDF (شکل ۶۹-۳) در صفحاتی به ابعاد ۱۸۳×۳۶۶/۳ برش طولی و ۳ برش عرضی ایجاد نماییم، چنانچه سرعت پیش برد کار دستگاه را ۳ متر بر دقیقه تنظیم کرده و ۵۰ درصد زمان برش را وقت تلف شده منظور نماییم، در یک شیفت کاری ۸ ساعته، چند صفحه برش زده می شود؟



شکل ۶۹-۳ دستگاه اره گرد خط زن تیغه اتوماتیک برش صفحات MDF

فصل ۴

مقاومت قطعات 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 با هم دارند؟ در این فصل پاسخ خود را می‌یابید و خواهید دانست چگونه می‌توان استحکام قطعات چوبی را بالا برد.

شاه کار مهندسی جنگ در رودخانه‌ای خروشان

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

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

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



البته باید اشاره کرد که این قسمت کار، بسیار خطرناک بود زیرا هر لوله با خروش و تکان شدیدی غرق می‌شد. اما در مواقعی که عمق رودخانه از ۶ متر بیش‌تر بود، برزنت به تنهایی حتی با تقویت شدن 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 به صورت خورشیدی یا طبق‌های گرد

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



مراحل ساخت و بهره‌برداری از پل بعثت



شهید حسن آغاسی

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



آیا قطعات و سازه‌های مکانیکی 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 ۴-۱)



شکل ۴-۱- خرابی و شکست قطعات

آنها در یک چیز مشترک هستند؟ خرابی

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 به کار رفته در آنها

مشکل به وجود آمده در هنگام ساخت

خرابی محیطی

استفاده نادرست از آنها

فرسودگی

فعالیت



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

چرا قطعات و سازه‌ها خراب می‌شوند؟

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

خوردگی

خستگی

بارگذاری و نیروی بیش از حد

سایش

فعالیت



در مورد روش دیگری خرابی قطعات بحث و گفتگو نمایید؟

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

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

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

در شکل ۴-۲ اسکلت سقف یک استادیوم ورزشی دیده می شود. در این ساختمان عظیم اسکلت اصلی و پوشش روی آن از قطعات چوبی ساخته شده بر طبق اصول مهندسی استفاده شده است.



شکل ۴-۲- نمای اسکلت یک گنبد چوبی که سقف یک استادیوم ورزشی را می پوشاند



شکل ۴-۳- نمای داخل یک ساختمان از سازه‌های چوبی

به شکل (۴-۳) 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.

اگر از چوب برای کارهای تزئینی نظیر دکوراسیون، مبلمان و غیره استفاده شود، استفاده از چوب با نقوش برتر ترجیح دارد. چنین چوب‌هایی گران هستند و منابع تأمین آنها نیز محدود و در حال از بین رفتن است. در حالی که قیمت چوب در حال زیاد شدن است، وظیفه سازندگان محصولات و مصنوعات چوبی استفاده حداقل از آن در تولید محصول مشخصی است؛ بدین ترتیب، استفاده از قطعات کوچکتر چوب اجتناب ناپذیر است. بدین طریق در ماده اولیه صرفه جویی شده، به سازه چوبی ظرافت و جذابیت خاصی خواهد داد. اما باید متذکر شد که یک سازه ظریف و جذاب باید بتواند نیروهای احتمالی نظیر: نشستن فرد بر صندلی کلاسیک یا معمولی، 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 ۴-۴) 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 (۴-۵) یک چهارپایه دیده می‌شود. آیا این چهارپایه قادر به تحمل وزن یک فرد است؟



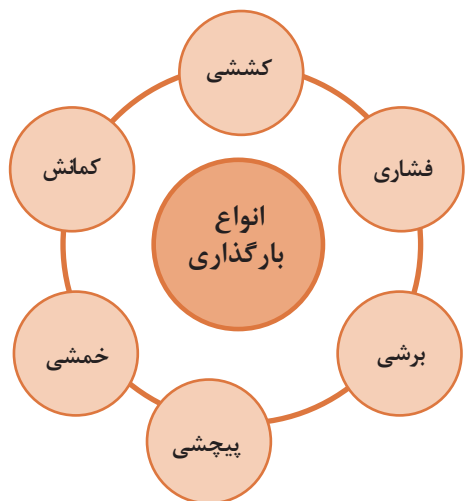
شکل ۴-۴- یک نمونه کار چوبی که باید طبقات آن قادر به تحمل وزن وسایل داخل آن باشد.

حتی در یک چهارپایه ارزان قیمت نیز باید به مقاومت چوب‌های مورد استفاده در آن دقت شود. از این نوع چهارپایه که در شکل (ج) مشاهده می‌گردد اغلب در منازل برای تمیز کردن و برداشتن اشیاء از قسمت‌های مرتفع و یا در مغازه‌ها استفاده می‌شود. اگر چهارپایه نتواند فردی که بر روی آن ایستاده است را تحمل کند، در نتیجه بر اثر شکستن چهارپایه فرد سقوط کرده، احتمال خسارت جانی بسیار است. شاید در این مورد چهارپایه ارزش زیادی نداشته باشد، ولی وارد شدن صدمه به افراد و زیان آن بسیار و جبران ناپذیر باشد. در این حالت نیز دانستن مقاومت‌های چوب برای طراحی و ساخت ضروری است.



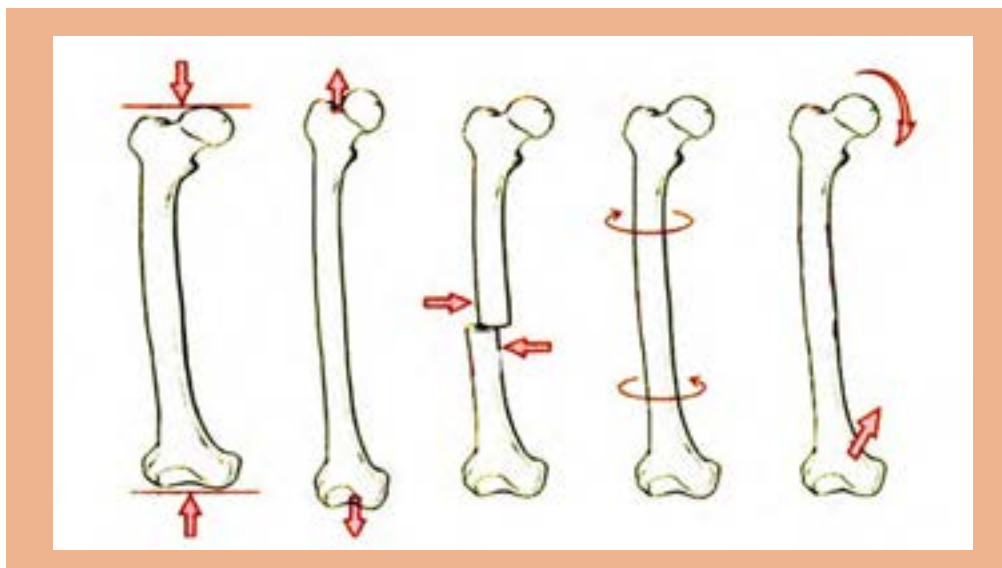
شکل ۴-۵- یک چهارپایه متداول که مورد استفاده روزمره است.

بارگذاری و نیروهای وارده بر روی قطعات چگونه است؟



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 ۶-۴). نیروها همچنین می‌توانند محوری یا عرضی بر قطعه در جهت‌های مختلف وارد شوند. قسمت‌های مختلف قطعه بایستی در مقابل این نیروها و بارگذاری‌ها هنگامی که به صورت آرام یا به صورت ضربه و یا صورت پی در پی اعمال می‌شود از خود مقاومت نشان دهند. اسکلت بدن انسان نیز از استخوان‌های مختلفی تشکیل شده است، که تحت بارگذاری‌های مختلفی قرار می‌گیرد.

برای نمونه استخوان پای انسان تحت بارگذاری کششی، بارگذاری فشاری، برشی، پیچشی و خمشی قرار می‌گیرد (شکل ۷-۴). شکل ۶-۴- انواع بارگذاری بر روی قطعات



شکل ۷-۴- انواع بارگذاری‌ها بر روی استخوان



جلوهای آفرینش

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

با استفاده از یک خط کش فلزی، انواع بارگذاری‌ها را بر روی آن اعمال کنید. همچنین به میزان جابه‌جایی خط کش در هر نوع بارگذاری توجه نمایید. بارگذاری می‌تواند با اعمال نیرو در راستای طول خط کش، عمود بر خط کش یا با ایجاد گشتاور انجام شود (شکل ۸ - ۴).

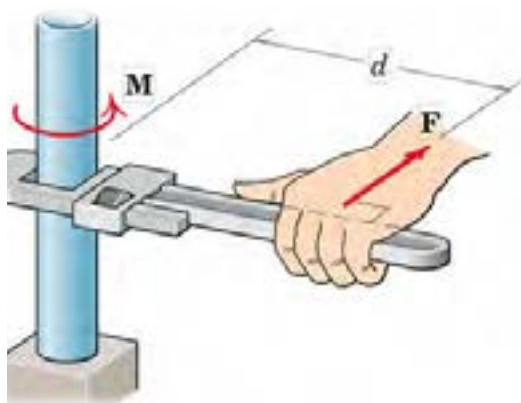
فعالیت



۸ - ۴. انواع بارگذاری بر روی خط کش فلزی



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



شکل ۹-۴- علائم گشتاور و نیرو

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

۱ وارد نمودن نیرو

۲ وارد نمودن گشتاور

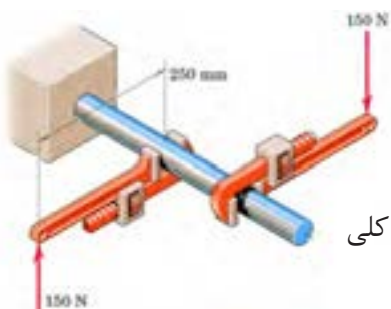
واحد نیرو نیوتن (N) و واحد گشتاور نیوتن - متر (N.m) است. به صورت شماتیک نیرو و گشتاور را به صورت زیر نشان می دهند. به d بازروی گشتاور می گویند.



حداکثر گشتاوری که شما می توانید با کمک یک دست بدون وسایل کمکی بر روی یک میله وارد کنید حدود چند نیوتن متر است؟ حداکثر نیرویی که می توانید یک طناب را بکشید چند نیوتن است (هر یک کیلو گرم نیرو حدود ۱۰ نیوتن است)؟



همانطور که دیدید بدن انسان در اعمال نیرو و گشتاور به قطعات محدودیت های دارد. تحقیق کنید با استفاده چه ابزارها و وسایلی که خود نیازمند تأمین انرژی نیستند می توان نیرو و گشتاور را تقویت و بیشتر نمود؟



شکل ۱۰-۴

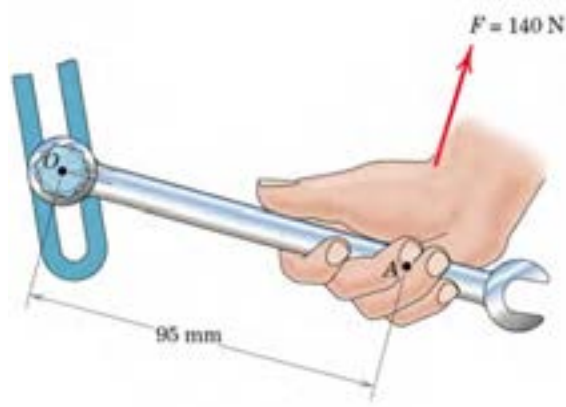
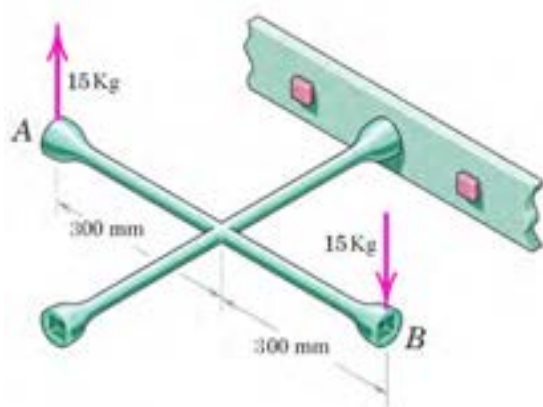
مثال: در شکل ۱۰-۴ دو آچار شلاقی یکسان بر روی میله گشتاور وارد می کنند. بازوی هر آچار ۲۵۰ میلی متر می باشد. گشتاور کلی وارده به میله را بر حسب نیوتن - متر به دست آورید.

$$75 \text{ (N.m)} = 0.25 \text{ (m)} \times 150 \text{ (N)} \times 2 = 2 \times 150 \text{ (N)} \times 0.25 \text{ (m)} = 75 \text{ (N.m)}$$
 جهت گشتاور کلی در جهت عقربه های ساعت است.



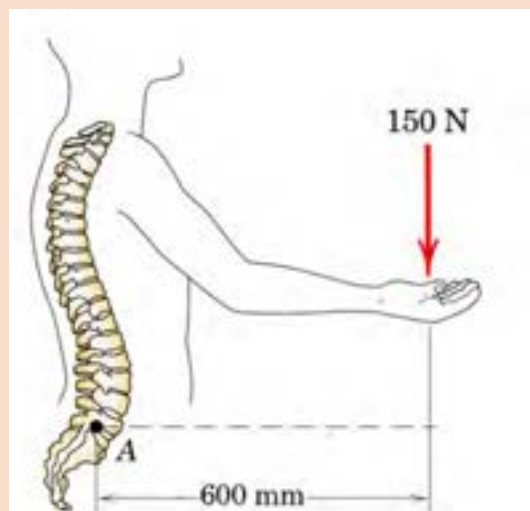
گشتاور وارده به پیچ در نقطه O را در شکل ۴-۱۱ برحسب نیوتن متر محاسبه کنید. جهت آن را نیز مشخص کنید.

گشتاور وارده به پیچ را در شکل ۴-۱۲ برحسب نیوتن متر محاسبه کرده و آن را نیز مشخص کنید.



شکل ۴-۱۲- وارد نمودن گشتاور بر پیچ از طریق آچار چرخ

شکل ۴-۱۱- وارد نمودن گشتاور بر میله از طریق آچار



در شکل ۴-۱۳ 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:

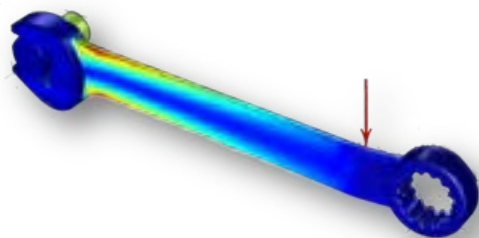
شکل ۴-۱۳- گشتاور وارده به ستون فقرات بر اثر بلند کردن بار توسط دست‌ها



برای باز کردن پیچ‌های چرخ خودرو نشان داده شده در شکل زیر ۱۰ کیلوگرم - متر گشتاور لازم است. محاسبه کنید مقدار حداکثر نیرویی وارده بر حسب نیوتن توسط دست بر روی آچار چرخ تا پیچ باز شود.

شکل ۱۴-۴ 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 زیر قسمت‌های بحرانی یک آچار را مشخص کنید. حال این پرسش‌ها را در ذهن خود مرور کنید. ۱ اگر نیرو و گشتاور وارده به یک قطعه کم باشد آیا قطعه پس از تغییر شکل به (ممکن است شما مشاهده نکنید) شکل اول خود باز می‌گردد؟

شکل ۱۵-۴ قسمت‌های بحرانی یک آچار هنگام بارگذاری

۲ اگر نیرو بیش از حد مجاز به قطعه وارد شود چه اتفاقی می‌افتد؟

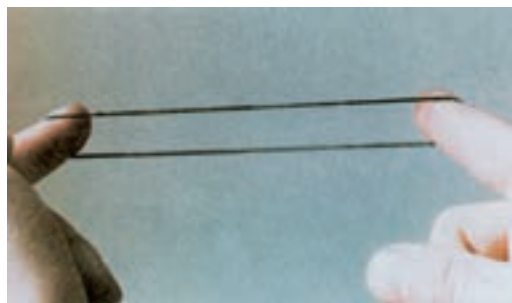
۳ اگر نیرو خیلی زیاد باشد، یا به دفعات زیاد و به صورت نوسانی وارد شود چه اتفاقی می‌افتد؟

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

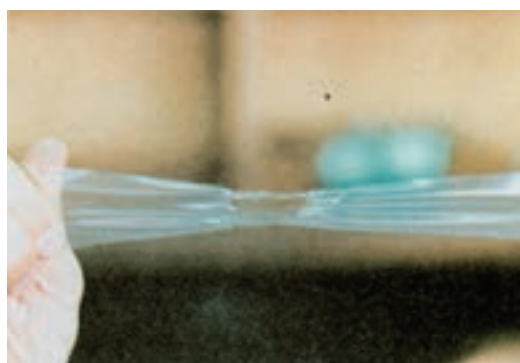
تعاریف

حالت الاستیکی (الاستیسیته):

اگر بر یک قطعه چوب نیروی معینی وارد شود و در اثر آن نیرو تغییر شکل به وجود آید، اما پس از برداشتن نیرو تغییر شکل از بین رفته و چوب به حالت اول برگردد این تغییر شکل را «تغییر شکل الاستیک» یا



شکل ۴-۱۶ - یک نوار لاستیکی کشیده شده که نشان دهنده حالت لاستیکی است.



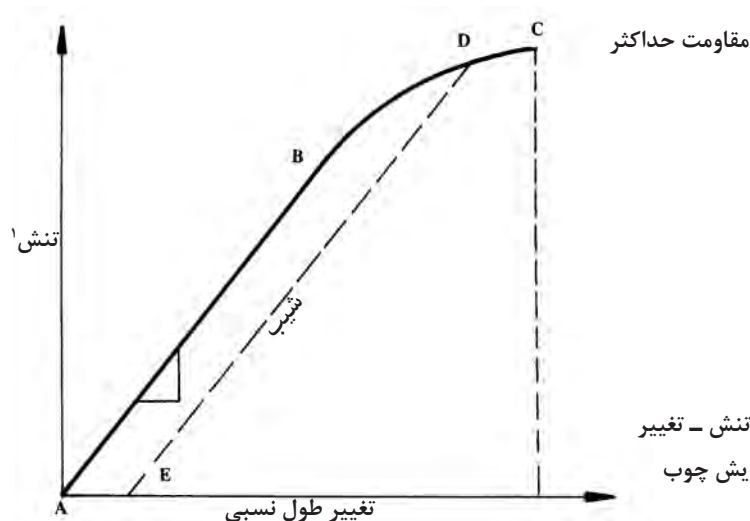
شکل ۴-۱۷ - یک نوار پلاستیکی که پس از کشیده شدن در حالت اول برگشت نداشته است.

«لاستیکی» نامند. این نوع تغییر شکل مشابه کشیده شدن یک قطعه کش نواری یا یک نوار لاستیکی است. به شکل ۴-۱۶ دقت کنید. اگر نوار لاستیکی را از حالت کشیده آزاد کنیم به حالت اول برمی گردد.

حالت پلاستیکی (پلاستیسیت):

ولی اگر مقدار نیروی وارد شده بر یک قطعه چوب به مقداری باشد که تغییر شکل به وجود آمده دائمی باشد و پس از برداشتن نیرو جسم به حالت اول خود بازنگردد آن را «تغییر شکل پلاستیکی» گویند. این نوع تغییر شکل مشابه کشیدن یک نوار پلاستیکی است (برای این آزمایش می توانید از یک کیسه پلاستیکی معمولی استفاده کنید) که پس از کشیده شدن به همان حالت تغییر شکل یافته باقی خواهد ماند. این حالت در شکل ۴-۱۷ نشان داده شده است.

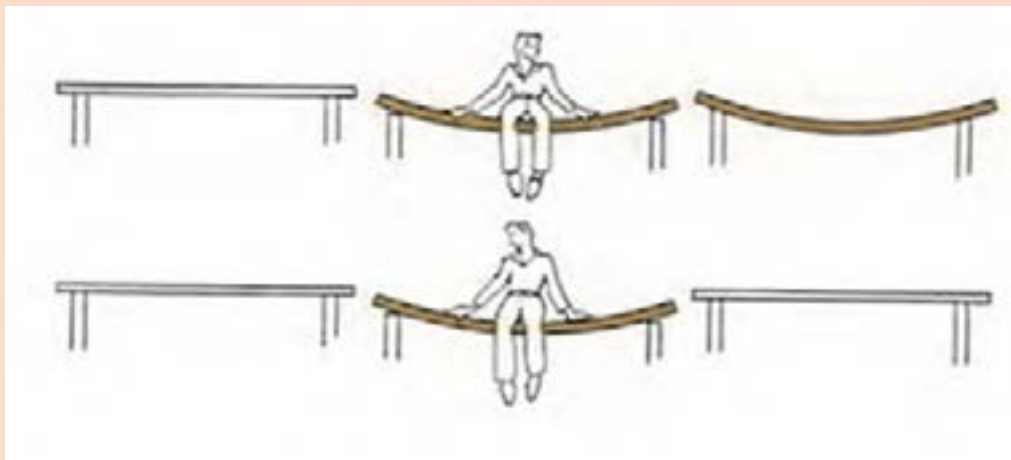
برای نشان دادن دو حالت فوق در یک قطعه چوب از منحنی تنش - تغییر طول نسبی استفاده می شود که منحنی آن که در اثر بارگذاری بر یک قطعه چوب تا نقطه شکستن آن ترسیم شده است در شکل ۴-۱۸ نشان داده شده است.



شکل ۴-۱۸ - منحنی تنش - تغییر طول نسبی در آزمایش چوب



شکل زیر موقعیت الاستیکی و پلاستیکی تخته چوبی را نشان می‌دهد.



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



شکل ۱۹-۴- حشره آسیابک

دانشمندان دریافتند حشره آسیابک (dragonfly) با طول حداکثر $8/3$ سانتی‌متر، هنگام مهاجرت هزاران کیلومتر را برفراز اقیانوس‌ها به‌طور پیوسته پرواز می‌کند. آنها معتقدند که بدن این حشرات برای سفرهای طولانی مدت تکامل یافته است. چرا که سطح بال‌های این حشرات در مقایسه با هم‌نوعان خود بسیار بیشتر بوده و امکان پرواز گلایده یا بدون بال‌زدن را برای آنان امکان‌پذیر می‌سازد. به نظر شما در طول زندگی این حشره بال‌های آن چند بار بالا و پایین می‌رود؟ در آزمایش قبل، مفتول را چند بار بالا و پایین حرکت دادید تا مفتول شکست؟ طراحی بدن هر پرنده‌ای کاری بسیار سخت و پیچیده است!

مقاومت در برابر ضربه چوب (چقرمگی)

وقتی چوب در ساخت قطعات هواپیما، کشتی، واگن، مخصوصاً وسایل ورزشی و دسته ابزار نظیر چکش و یا پله‌های ساختمان به کار برده شود، در این حالت، چوب در معرض ضربه یا به عبارت دیگر، خمش ناگهانی قرار دارد. در این حالت تأثیر نیروهایی نظیر ضربه شدیدتر از خمش استاتیک است؛ بنابراین، لازم است مقاومت در برابر ضربه چوب را بدانیم.

ضربه برای مدت خیلی کوتاه (مثلاً چند هزارم ثانیه) نیرویی برچوب اعمال می‌کند که این نیرو سعی در شکستن چوب دارد.

هنگامی که به وسیله چکش بر یک قطعه چوب ضربه‌ای وارد می‌گردد و یا یک شیء سنگینی بر روی چوب می‌افتد بر چوب برای مدت خیلی کوتاه نیرویی اعمال می‌گردد. در چنین حالتی قدرت تحمل نیروی چوب تا نقطه شکست بیش از تحمل چوب در برابر نیروهای خمشی استاتیک است و به دو برابر آن می‌رسد، یعنی برای شکستن چوب در اثر ضربه به نیروی بیشتری نیاز است.

تغییر در مقاومت چوب در برابر ضربه نشان دهنده شکنندگی یا تردی (ضربه‌پذیری) چوب است. به عبارت دیگر، مقاومت در برابر ضربه وابستگی مستقیم به توانایی چوب به جذب انرژی و دفع آن از طریق خمیده شدن دارد.

نوع شکست درآزمون استاتیک، ما را قادر به نتیجه‌گیری در کیفیت چوب نخواهد کرد، ولی از طریق روش‌های آزمون مقاومت به ضربه و نوع شکستگی به وجود آمده در اثر ضربه می‌توان به آسانی کیفیت چوب را مشخص کرد:

- اگر مقاومت در برابر ضربه چوب خیلی زیاد باشد، این چوب در اثر ضربه به صورت شکل ۴-۲۰ الف شکسته شده و اغلب در طرف فشاری نمونه چند لایه الیاف بدون شکست باقی می ماند.
- چوب با مقاومت متوسط در برابر ضربه، به صورت شکل ۴-۲۰ ب، شکسته می شود که بریدگی در آن صاف تر است.
- شکست در چوب های تُرد و پوسیده به صورت شکل ۴-۲۰ ج است.



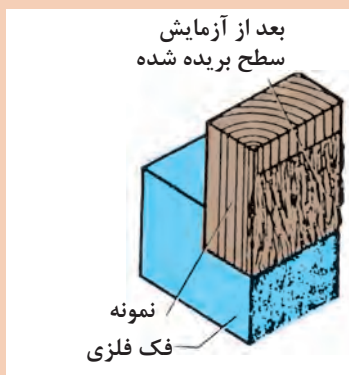
(ج)

(ب)

(الف)

شکل ۴-۲۰ نوع شکست چوب زبان گنجشک در اثر ضربه

شکل زیر نشان دهنده اثر تخریبی کدام نیرو در چوب است؟



شکل ۴-۲۱ نمونه چوب پس از شکست برشی

نیروی برشی در کدام اجزای ساختمان چوبی احتمال دارد اتفاق بیفتد؟
مقاومت چوب در برابر ضربه در چه مصارفی دیده می شود؟

فعالیت



فعالیت



با توجه به شکل زیر در مورد علت خرابی لبه های برنده ناخن گیر و دم باریک بحث و گفت و گو کنید.
به نظر شما لبه های برنده استحکام لازم را نداشته است یا اینکه به درستی از آنها استفاده نشده است؟



شکل ۴-۲۲ لبه های برنده خراب شده در ناخن گیر و دم باریک

انواع مقاومت در مقابل تغییر شکل

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

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

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

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

فعالیت



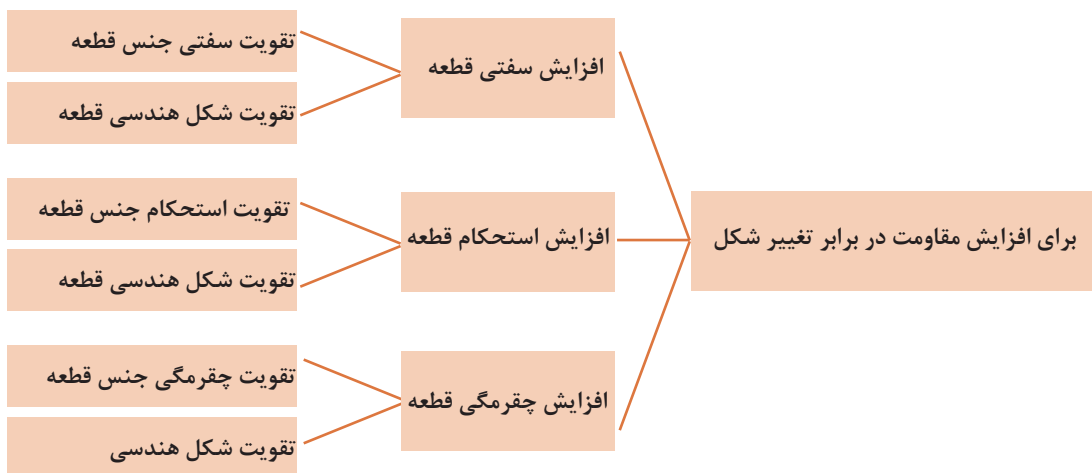
برای افزایش مقاومت در مقابل تغییر شکل بر اثر اعمال نیرو و انرژی چه کاری انجام دهیم:

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

۲- شکل، هندسی مناسب: با استفاده از شکل‌های هوشمندانه می‌توان قطعات و سازه‌ها را به گونه‌ای ساخت که بار و نیروی بیش‌تری تحمل نمایند.

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

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



نمودار ۱ روش‌های افزایش مقاومت قطعه در برابر تغییر شکل

مقاومت چوب در برابر بارگذاری کششی

اگر بار اعمال شده سبب کشیده شدن قطعه در امتداد محور بار شود، بارگذاری کششی خواهد بود. همچنین اگر بار اعمال شده سبب فشرده شدن قطعه شود بارگذاری فشاری خواهد بود، قطعات در هنگام بارگذاری کم، رفتاری همانند فنر از خود نشان می‌دهند و کشیده می‌شوند و پس از برداشته شدن بار به موقعیت اول خود بازمی‌گردند.

مقاومت کششی یا مقاومت چوب در برابر نیروهایی که سعی در کشیده کردن چوب دارند را می‌توان در دو حالت ذیل، مطرح و اندازه‌گیری کرد:

- مقاومت در برابر کشش موازی با الیاف یا مقاومت به کشش جهت الیاف؛
- مقاومت در برابر کشش عمود بر الیاف.

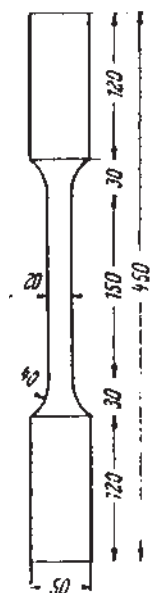
مقاومت در برابر کشش موازی با الیاف

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 ۴-۱ مقایسه‌ای از مقاومت در برابر کشش موازی با الیاف چوب با فلزات و بعضی از مواد دیگر ارائه شده است.

در جدول ۴-۱ مقاومت در برابر کشش موازی با الیاف تعدادی از چوب‌های پهن‌برگ خلاصه شده است.

نوع چوب	مقاومت در برابر کشش موازی با الیاف (نیتون بر متر مربع)
افرا	100×10^6
بید	64×10^6
تبریزی	77×10^6
راش (اروپا)	135×10^6
زبان گنجشک	165×10^6
گردوی ایرانی	100×10^6
ملج (ملج)	80×10^6
ممرز	135×10^6
نمدار	85×10^6

مأخذ: پارسا پژوه — تکنولوژی چوب



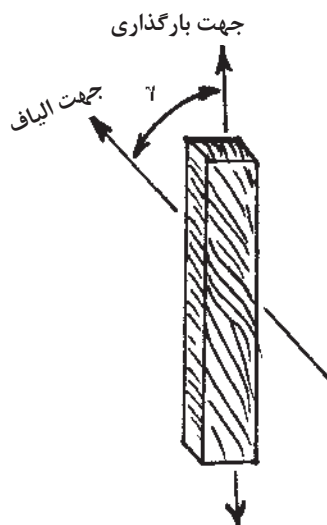
شکل ۴-۲۴ - چند نمونه استاندارد برای تعیین مقاومت در برابر کشش موازی با الیاف چوب



شکل ۴-۲۳ - طرز قرار گرفتن نمونه آزمایش کشش چوب در گیره

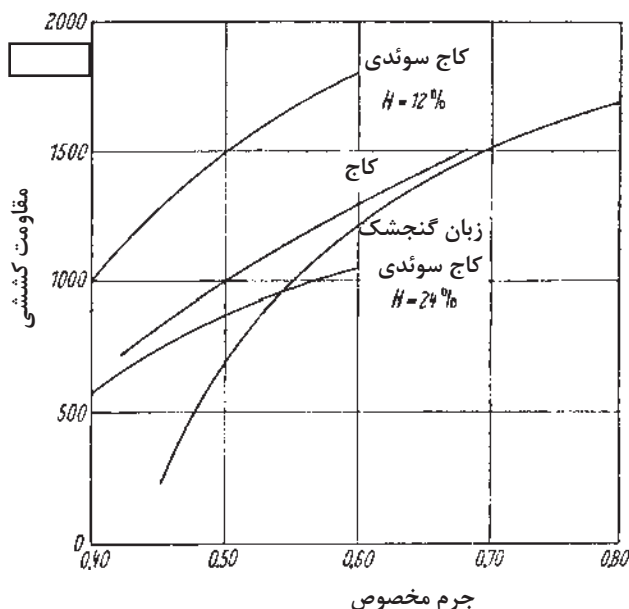
عوامل مؤثر بر مقاومت در برابر کشش موازی با الیاف

الف) زاویه الیاف: همان گونه که گفته شد مقاومت در برابر کشش موازی با الیاف چوب خیلی زیاد بوده بر عکس، مقاومت در برابر کشش عمود بر الیاف چوب فوق العاده کم است. اگر زاویه جهت بارگذاری با جهت الیاف را γ فرض کنیم رابطه زیر بین زاویه γ و مقاومت در برابر کشش وجود دارد:



شکل ۴-۲۵ - 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 به صورت خط مستقیم نبوده، و تأثیر جرم مخصوص بر مقاومت در برابر کشش موازی با الیاف به صورت منحنی است.



شکل ۲۶-۴- منحنی تأثیر جرم مخصوص بر مقاومت در برابر کشش موازی با الیاف چوب

ج) **رطوبت چوب:** در اثر زیاد شدن رطوبت مقاومت در برابر کشش موازی با الیاف چوب کم می‌شود؛ یعنی اگر چوب از حالت کاملاً خشک، رطوبت را جذب کند تا مقدار رطوبت حدود ۳۰ درصد مقاومت در برابر کشش موازی با الیاف آن کم می‌شود و بعد از این مقدار رطوبت، مقاومت تقریباً ثابت می‌ماند. حداکثر مقاومت در برابر کشش موازی با الیاف در ۸ تا ۱۰ درصد رطوبت به دست می‌آید.

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

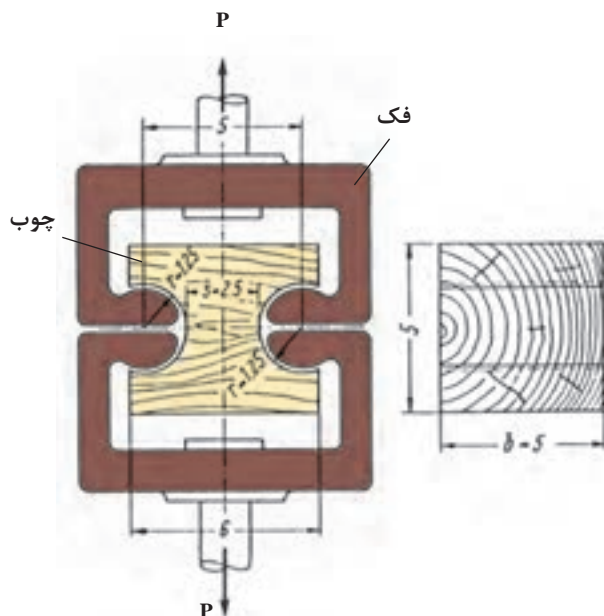
هـ) **گره:** وجود گره به کم شدن مقاومت‌های چوب می‌انجامد. این تأثیر در مورد مقاومت در برابر کشش موازی با الیاف خیلی شدیدتر از دیگر مقاومت‌های چوب است.

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 دقت نداشتن اعداد اندازه گیری شده ضرورتی به اندازه گیری این ویژگی نیست، اما برای تکمیل اطلاعات و نیاز احتمالی جهت اندازه گیری این ویژگی نمونه های مختلفی طراحی شده اند که یک نمونه آن در شکل ۴-۲۷ آورده شده است.



شکل ۴-۲۷ - نمونه آزمایش مقاومت در برابر کشش عمود بر الیاف چوب

مقاومت در برابر فشار موازی با الیاف چوب

حداکثر مقاومت در برابر فشار موازی با الیاف نقش مهمی در استفاده از چوب به صورت ستون در احداث ساختمان ایفا می کند. در سازه های چوبی معمولی نظیر میز و صندلی پایه ها 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 می رسد. 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 می شود. 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 می افتد. در اثر فشار خمیدگی به شکل S در الیاف و سلول های چوب به وجود می آید که این خمیدگی و چروکیدگی به سهولت قابل رؤیت است، در شکل (۴-۲۸) طرز شکست چوب در اثر نیروی فشاری مشاهده می گردد.



شکل ۴-۲۸ - شکست چوب در اثر نیروهای فشاری

مقاومت در برابر فشار عمود بر الیاف چوب

مقاومت چوب در برابر نیروهای فشاری عمود بر جهت الیاف از اهمیت زیادی در ساختمان سازی و تراورس راه آهن برخوردار است.

شکست چوب در برابر نیروهای فشار عمود بر الیاف معمولاً به صورت لهیدگی سلول های چوب به وجود می آید که این پدیده به طور تدریجی و بدون مشخص شدن نیروی حداکثر تا تغییر شکل خیلی زیاد ادامه خواهد یافت. اگر قطعه چوب تحت تأثیر نیروی فشار عمود بر الیاف از بلندی نسبی برخوردار باشد پدیده لهیدگی تا نقطه له شدن تمام سلول ها ادامه می یابد که در این نقطه، زیاد شدن نیرو را مشاهده می کنیم.

عوامل مؤثر بر مقاومت در برابر فشار موازی الیاف

(الف) جهت الیاف: در طراحی سازه های چوبی مخصوصاً ساختمان های چوبی اطلاع از وابستگی مقاومت در برابر فشار موازی با الیاف با جهت الیاف، بسیار با اهمیت است. میزان اختلاف بین مقاومت در برابر فشار موازی با الیاف و عمود بر الیاف چوب بستگی به جرم مخصوص و همگنی چوب دارد. هرچه چوب فشرده تر و همگن تر باشد (اختلاف در مقدار چوب بهاره و تابستانه کمتر باشد) میزان اختلاف مقاومت در جهت موازی و عمود بر الیاف کمتر است.

(ب) دانسیته (جرم مخصوص): مقاومت در برابر فشار موازی با الیاف چوب در اثر زیاد شدن جرم مخصوص زیاد می شود. این افزایش به یک گونه چوبی محدود نیست، بلکه در مورد تمام گونه های چوبی با دانسیته های متفاوت صادق است.

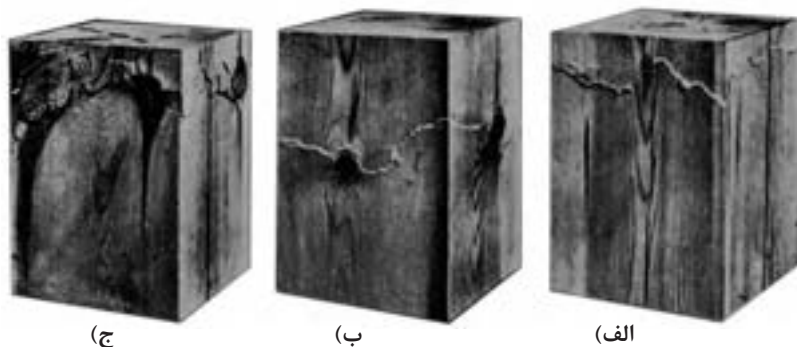
(ج) رطوبت: در رطوبت کمتر از نقطه اشباع الیاف، در اثر خشک شدن چوب، مقاومت های آن زیاد می شود.

(د) گره و ترک: تأثیر گره در مقاومت در برابر فشار موازی با الیاف چوب، شدید نیست، اما نمی توان آن را نادیده گرفت. در شکل ۴-۲۹ تأثیر گره بر مقاومت در برابر فشار موازی با الیاف نشان داده شده است.

— در شکل ۴-۲۹ (الف): که چوب بدون گره است مقاومت در برابر فشار موازی با الیاف برابر 4030 نیوتن بر سانتی متر مربع و جرم مخصوص چوب $51/0$ است.

— در شکل ۴-۲۹ (ب): که چوب دارای گره های کوچک است، مقاومت در برابر فشار موازی با الیاف برابر 3610 نیوتن بر سانتی متر مربع و جرم مخصوص چوب $53/0$ است.

— در شکل ۴-۲۹ (ج): که چوب دارای گره های بزرگتر است، مقاومت در برابر فشار موازی با الیاف برابر 3140 نیوتن بر سانتی متر مربع و جرم مخصوص چوب $57/0$ است.



شکل ۴-۲۹- تأثیر گره بر مقاومت در برابر فشار موازی با الیاف



فکر کنید

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

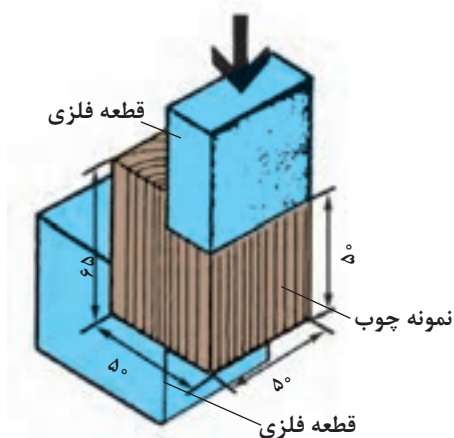
مقاومت برشی و مقاومت در برابر ضربه

مقاومت برشی چوب، با مقاومت در برابر کشش و مقاومت در برابر فشار متفاوت است، زیرا فشار برشی بخشی از چوب را در مقابل چوب مجاور می‌لغزاند.

در شکل ۴-۳۰ روش تعیین مقاومت برشی موازی با الیاف چوب نشان داده شده است و در همین شکل ۴-۳۱ طرز قرار گرفتن نمونه آزمایشی در دستگاه آزمایش



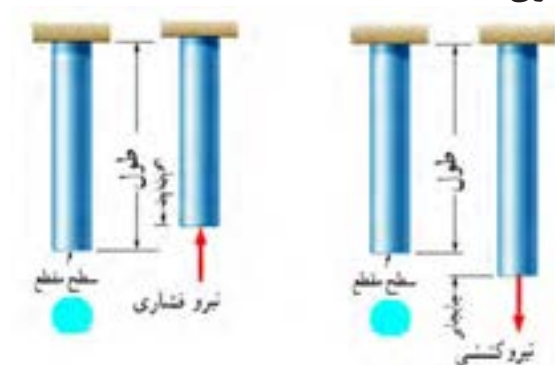
شکل ۴-۳۱- طرز قرار گرفتن نمونه چوب در دستگاه آزمایش



شکل ۴-۳۰- روش تعیین مقاومت برشی چوب

مقاومت قطعه در برابر بارگذاری کششی و فشاری

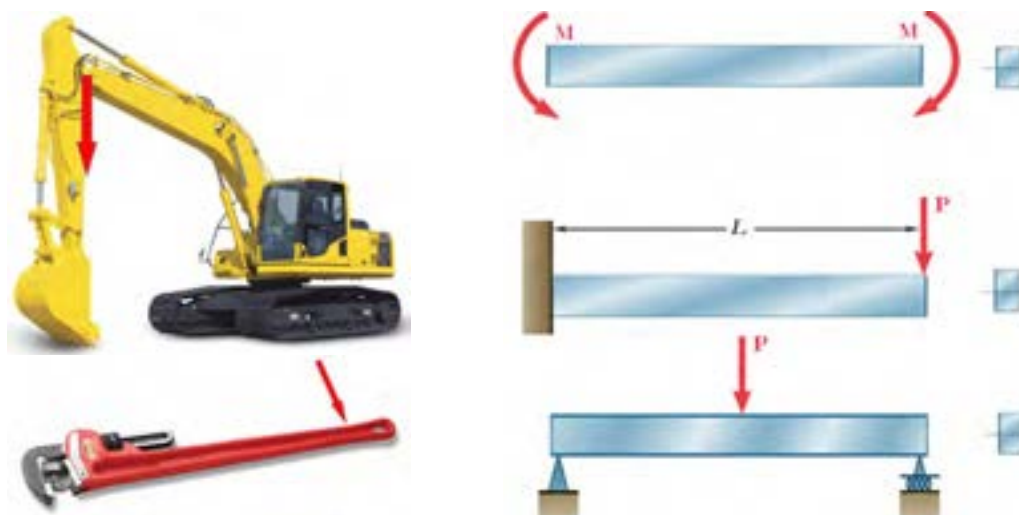
اگر بار اعمال شده سبب کشیده شدن قطعه در امتداد محور بار شود، بارگذاری کششی خواهد بود. همچنین اگر بار اعمال شده سبب فشردن قطعه شود بارگذاری فشاری خواهد بود (شکل ۴-۳۲). همانطور که قبلاً آموخته اید، قطعات در هنگام بارگذاری کم، رفتاری همانند فنر از خود نشان می‌دهند و کشیده می‌شوند و پس از برداشته شدن بار به موقعیت اول خود بازمی‌گردند.



شکل ۴-۳۲- بارگذاری کششی و فشاری

مقاومت قطعه در برابر بارگذاری خمشی

یکی دیگر از انواع بارگذاری‌ها همان‌طور که در آزمایش با خط‌کش فلزی 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 ۴-۳۳ نشان داده شده است.



شکل ۴-۳۳- انواع بارگذاری برای خمش یک تیر یا قطعه

با استفاده از روش‌های نشان داده شده در شکل ۲۰ بر روی خط‌کش فلزی بارگذاری خمشی انجام دهید؟

فعالیت



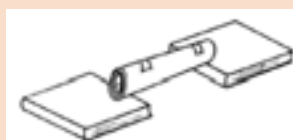
فعالیت



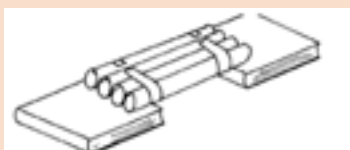
دو کاغذ A4 را نصف کنید و با استفاده از آنها آزمایش‌های زیر را انجام دهید:



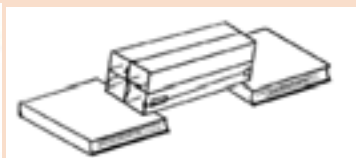
۱- کاغذها را تا کرده روی هم قرار دهید، سپس لبه‌های آن را چسب زده و آنها روی دو تکیه گاه قرار دهید. با انگشت دست بر روی وسط کاغذها نیرو وارد کنید. استحکام کاغذها در مقابل خمش شدن را حس نمایید.



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



۳- کاغذها را تک تک لوله کرده و سپس با چسب آنها را به هم وصل کنید. سپس آن را روی دو تکیه‌گاه قرار دهید. با انگشت دست بر روی وسط کاغذها نیرو وارد کنید. استحکام کاغذها در مقابل خم شدن را حس نمایید.



۴- کاغذها را تک تک به شکل قوطی در آورده و سپس با چسب آنها را به هم وصل کنید. سپس آن را روی دو تکیه‌گاه قرار دهید. با انگشت دست بر روی وسط کاغذها نیرو وارد کنید. استحکام کاغذها در مقابل خمش را حس نمایید.

پس از انجام آزمایش‌ها به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

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

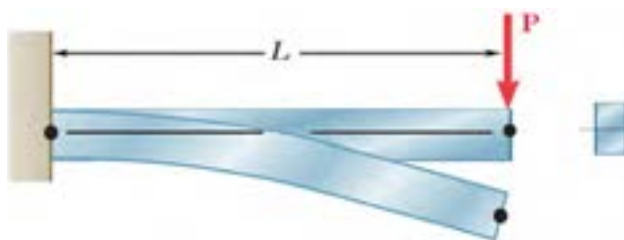
.....

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

.....

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

.....



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

شکل ۳۴-۴ خمش یک قطعه تحت بارگذاری خمشی

فعالیت



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

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.

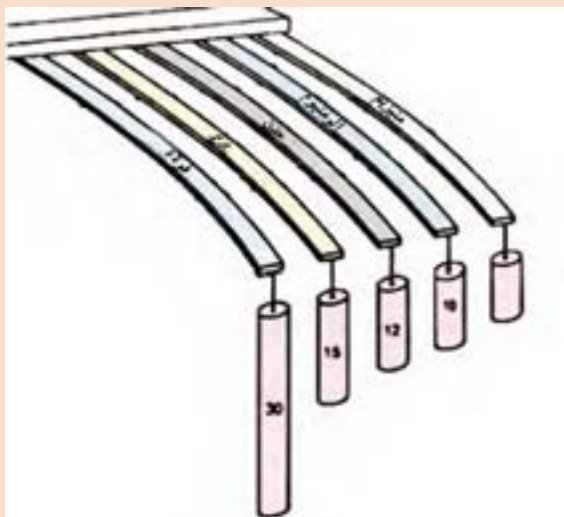
$$\frac{\text{نیرو} \times \text{طول}}{\text{سفتی جنس} \times \text{ممان اینرسی}} \propto \alpha \text{ جابه‌جایی در خمش}$$

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



شکل ۳۵-۴ جابه‌جایی قطعات در بارگذاری خمشی

سختی چوب

«سختی چوب» به صورت مقاومت آن در برابر نفوذ یک جسم جامد تعریف می‌گردد. جسم جامد باید به وسیله نیرویی سعی در نفوذ داشته باشد. سنجش سختی فلزات از طریق اثر یک ساچمه فولادی بر سطح صاف، تقریباً در وسط جسم، تعیین می‌گردد. این روش موسوم به روش «برینل» است، اما برای چوب که یک ماده «ناهمگن» و آب‌دوست است تعیین مقدار سختی تا حدی مشکل است.

در حقیقت، سختی یک ویژگی بنیادی است که به نوع ابزار کار مورد استفاده بستگی دارد؛ بنابراین، پیشنهاد شده است ارقام واقعی مورد نظر قرار نگرفته، بلکه مقدار سختی نسبی معقول‌تر است.

فعالیت



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

مقاومت در برابر ساییده شدن چوب

مقاومت در برابر ساییده شدن یکی از خواص مکانیکی خیلی مهم برای کاربردهای متفاوتی نظیر استفاده از چوب در کف پوش، قطعات چوبی ماشین‌ها و غیره است. ساییده شدن به وسیله عوامل مختلفی نظیر راه رفتن، حمل کردن، اصطکاک، اثر شن و ماسه، مواد شیمیایی، رطوبت و تغییر درجه حرارت به وجود می‌آید. مواد حفاظتی، شامل: روغن‌ها، لاک‌ها، و سیلرها می‌توانند موجب کاهش ساییدگی شوند. پدیده ساییده شدن خیلی پیچیده بوده، اندازه‌گیری آن آسان نیست؛ بنابراین، فقط می‌توان نیروهایی که در حین مصرف بر چوب وارد می‌شود را شبیه‌سازی کرد. پس نتیجه آزمایش مقاومت در برابر ساییده شدن مقایسه‌ای است. در این آزمایش می‌توان میزان کم شدن 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

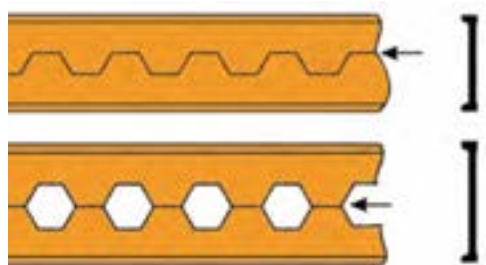


در مکان‌هایی که از کف پوش استفاده شده است. دقت کنید اثر رفت و آمد بر سطوح چوب چگونه بوده است؟

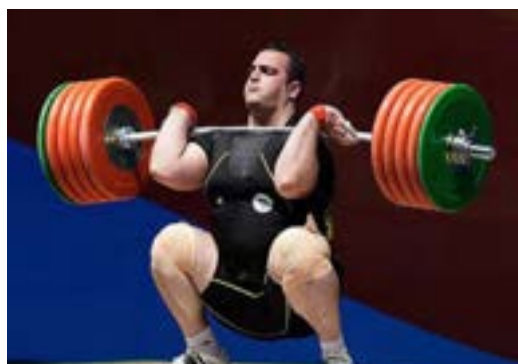
ارزشیابی



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؟



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؟



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؟

تحقیق کنید



۱- 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 نزنند تحقیق کنید و چند نمونه از آن را در دستگاه‌ها و وسایل کاری موجود در کارگاه نام ببرید.

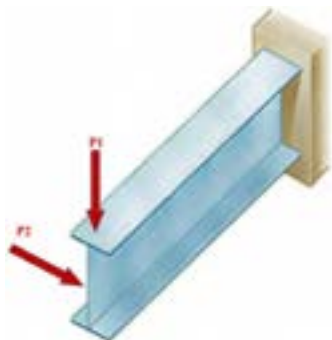


۲- همانطور که دیدید استخوان‌های بدن انسان هر کدام برای هدفی که دارند دارای شکل متفاوتی هستند. استخوان ساق پا (تیبیا) دومین استخوان بزرگ بدن بعد از استخوان ران پا می‌باشد که انواع مختلف بار (در برابر فشار) به آن وارد می‌شود. به نظر شما سطح مقطع این استخوان چرا به صورت توپری یا به شکل مربع شکل نیست؟ فکر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

آیا به عظمت پروردگار دانا و حکیم پی بردید؟

تمرین

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



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

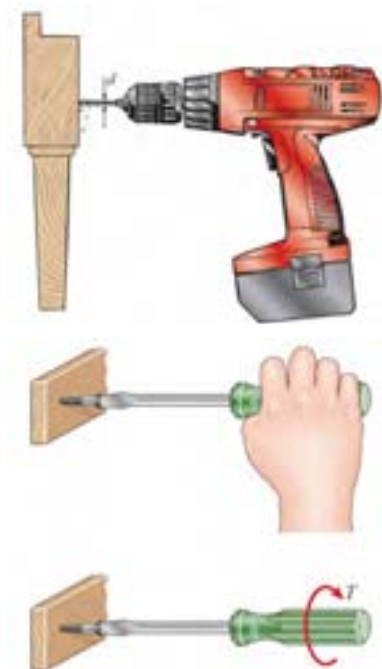


تحقیق کنید



بررسی کنید

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



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

کمانش چیست و برای استحکام قطعه در کمانش بایستی چه کاری انجام داد؟ تصاویر مربوطه را رسم نمایید.

تحقیق کنید





۱ طولانی ترین استخوان بدن را نام ببرید؟

۲ پلاستیسیته در چوب را به طور ساده توضیح دهید.

۳ مقاومت در برابر کشش عمود بر الیاف چوب نشان دهنده چیست؟

۴ کدام عامل موجب ساییده شدن چوب می شوند؟

۵ سختی چوب را تعریف کنید؟

۶ تغییر مقاومت چوب در برابر ضربه نشانه چیست؟

۷ کدام مقاومت چوب بیشتر است؟

۱- برشی ۲- خمشی ۳- فشار عمود بر الیاف ۴- کشش موازی الیاف

۸ به نظر شما ابعاد مقطع پایه یک صندلی بر اساس کدام یک از موارد زیر تعیین می گردد؟
(الف) زیبایی و مقاومت (ب) قیمت مواد اولیه (ج) سلیقه شخص طراح (د) همه موارد

۹ انحنای ایجاد شده در طبقه کتابخانه چه نوع تغییر شکلی می باشد؟
توضیح دهید که آیا با برداشتن کتاب ها طبقه شده به طور کامل به شکل اولیه بر می گردد؟



۱۰ به نظر شما تبدیل تغییر شکل الاستیک در اثر گذشت زمان به تغییر شکل پلاستیک به چه معناست؟ توضیح دهید.

منابع و مآخذ

- ۱- روشن بخش یزدی، احمد، خواجه شرف آبادی، محمدعلی، منانی، علی اصغر (۱۳۹۳).
تکنولوژی مواد، وزارت آموزش و پرورش
- ۲- حسین زاده، عبدالرحمن، جهان لیتباری، احمد (۱۳۹۳) خواص فیزیکی و مکانیکی چوب،
وزارت آموزش و پرورش
- ۳- بهادران، امیربهادر، (۱۳۹۳) محاسبات فنی (فنی و حرفه‌ای)، وزارت آموزش و پرورش
- ۴- اسدی، محمد، فرخ‌نیاورانی، علی اکبر (۱۳۹۳) محاسبات فنی صنایع چوب، وزارت آموزش
و پرورش





هنرآموزان محترم، هنرجویان عزیز و اولیای آنان می‌توانند نظراتی اصلاحی خود را درباره‌ی مطالب این کتاب از طریق نامه
برنشانی تهران - صندوق پستی ۴۸۷۴ / ۱۵۸۷۵ - گروه درسی مربوط و یا پیام‌نگار tvoccd@roshd.ir ارسال نمایند.

وب‌گاه: www.tvoccd.medu.ir

دفترتالیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش