بسم الله الرحمن الرحیم

کتاب کار

خواص فیزیکی و مکانیکی چوب

رشتهٔ صنایع چوب و کاغذ

زمینهٔ صنعت

شاخهٔ آموزش فنی و حرفه ای

شمارهٔ درس ۱۹۴۷

عنوان و نام پدیدآور: کتاب کار خواص فیزیکی و مکانیکی چوب [کتابهای درسی] رشتهٔ صنایع چوب و کاغذ.../ برنامه ریزی محتوا و نظارت بر تألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش؛ مؤلفان: محمد غفرانی، حبیب نوری.
مشخصات نشر: تهران: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۵
مشخصات ظاهری: ۱۸۱ ص.؛ مصور (رنگی)، جدول.
شابک: ۹-۲۱۷۷-۰۵-۹۶۴-۹۷۸
وضعیت فهرست‌نویسی: فیپا
یادداشت: شمارهٔ درس؛ ۱۹۴۷؛ شاخهٔ آموزش فنی و حرفه‌ای
موضوع: چوب - خواص مکانیکی
شناسه افزوده: غفرانی، محمد، ۱۳۳۲-
شناسه افزوده: نوری، حبیب، ۱۳۵۰-
شناسه افزوده: سازمان پژوهش و برنامه ریزی درسی آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و کاردانش
رده‌بندی کنگره: ۱۳۹۰ ۲ک/۸۲۰ TS
رده‌بندی دیویی: ۱۹۳۷ ۲ک/۲۷۲
شماره کتابشناسی ملی: ۲۲۵۷۵۵۱

۱۳۹۵

همکاران محترم و دانش‌آموزان عزیز:

پیشنهادها و نظرهای خود را دربارهٔ محتوای این کتاب به نشانی تهران ـ صندوق پستی شمارهٔ ۴۸۷۴/۱۵ دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ارسال فرمایند.

پیام‌نگار (ایمیل) tvoccd@roshd.ir

وب‌گاه (وب‌سایت) www.tvoccd.medu.ir

وزارت آموزش و پرورش
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف: **دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش**

عنوان و کدکتاب: **کتاب کار خواص فیزیکی و مکانیکی چوب ــ ۴۶۳/۲**

مؤلفان: **محمد غفرانی، حبیب نوری**

اعضای کمیسیون تخصصی: **محمد غفرانی، محمدعلی نیکنام، محمدلطفی‌نیا، امیر نظری، اردشیر عبدی، حبیب نوری**

ویراستار فنی: **علی‌اکبر چمنی گلزار، عاطفه لنبانی**

آماده‌سازی و نظارت بر چاپ و توزیع: **ادارهٔ کلّ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی**

تهران ـ ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)

تلفن: ۹ ـ ۸۸۸۳۱۱۶۱ ، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

وب‌سایت www.chap.sch.ir

مدیر امور فنی و چاپ: **لیدانیک روش**

طراح جلد: **محمدحسن معماری**

صفحه‌آرا: **فاطمه درویش، غزاله نجمی**

حروفچین: **سیده فاطمه محسنی**

مصحح: **اعظم محمدزاده، نفیسه عسگری**

آماده‌سازی خبر: **اعظم هاشمی**

امور فنی رایانه‌ای: **حمید ثابت کلاچاهی، فاطمه رئیسیان فیروزآباد**

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 ۱۳۹۵**

حقّ چاپ محفوظ است.

شابک: ۹-۲۱۷۷-۰۵-۹۶۴-۹۷۸ **ISBN:978-964-05-2177-9**

وصیت من به همه آن است که با یاد خدای متعال به سوی خودشناسی و خودکفایی و استقلال با همه ابعادش به پیش بروید بی تردید دست خدا با شماست.

امام خمینی (ره)

فهرست مطالب

مقدمه	**۱**
بخش اول: خواص فیزیکی چوب	
فصل ۱- تشریح و ویژگی‌های چوب	**۳**
تعاریف	۵
تشریح اجزای درخت	۵
برون چوب و درون چوب	۸
عناصر ساختمان چوب	۹
پهن برگان و سوزنی برگان	۱۱
دسته‌بندی عناصر ساختمانی چوب در پهن برگان و سوزنی برگان	۱۱

ناهمگنی و هر سو نایکسانی ۱۲
چوب های غیرطبیعی یا واکنشی ۱۲
چوب فشاری و چوب کششی ۱۳
تحقیق کنید ۱۴
خودآزمایی ۱۵
نمونه سؤال امتحان نهایی ۱۵
فصل ۲- رنگ، بو و طعم چوب ۱۷
عوامل مؤثر در ایجاد نقوش زیبای چوب ۱۹
نقش چوب و ترکیبات آن در رنگ، بو وطعم ۱۹
عوامل ایجاد نقش و نگار در چوب ۱۹
الف) اثر دوایر سالیانه ۲۰
ب) اثر پره چوبی ۲۰
ج) اثر پیچیدگی الیاف ۲۱
د) اثر مواد رنگی معدنی ۲۱
ر) اثر ترکیبات شیمیایی چوب ۲۲
ز) اثر درخشندگی چوب ۲۳
ه) اثر مواد استخراجی ۲۳
مشخصات کاربردی چوب ۲۵

تحقیق کنید	۲۷
خودآزمایی	۲۷
نمونه سؤال امتحان نهایی	۲۸
فصل ۳- رطوبت چوب	**۳۱**
رطوبت در درخت سرپا	۳۲
شرایط محیطی و رطوبت در چوب	۳۳
رطوبت چوب	۳۵
پایداری ابعاد چوب	۳۸
ابزار اندازه‌گیری جرم و رطوبت چوب	۳۹
محاسبه درصد رطوبت چوب	۴۰
رطوبت سنج الکتریکی	۴۰
رطوبت چوب هنگام مصرف	۴۱
تحقیق کنید	۴۲
خودآزمایی	۴۲
نمونه سؤال امتحان نهایی	۴۳
فصل ۴- جرم مخصوص (دانسیته) چوب	**۴۷**
جرم مخصوص چوب	۴۸

انواع جرم مخصوص چوب ۴۹

روش‌های اندازه‌گیری جرم مخصوص چوب ۵۱

عوامل مؤثر در تغییر جرم مخصوص ۵۲

تحقیق کنید ۵۴

خودآزمایی ۵۵

نمونه سؤال امتحان نهایی ۵۵

فصل ۵- خواص الکتریکی،حرارتی و صوتی چوب ۵۹

مقاومت و هدایت الکتریکی ۶۱

عوامل مؤثر بر خاصیت مقاومت الکتریکی چوب ۶۲

تأثیر تیمارهای مختلف بر روی خواص دی الکتریک چوب ۶۲

۱- خواص دی الکتریک چوب فشرده شده ۶۲

۲- خواص دی الکتریک چوب اصلاح شده ۶۳

۳- خواص دی‌الکتریک چوب اشباع شده با مواد مختلف ۶۳

خواص دی‌الکتریک چوب پلاستیک ۶۳

ویژگی های حرارتی چوب ۶۳

الف) انبساط حرارتی ۶۴

ب) گرمای ویژه ۶۵

ج) قابلیت هدایت حرارتی چوب ۶۵
د) قابلیت سوخت و گرمازایی چوب ۶۶
خواص صوتی ۶۶
صوت در چوب ۶۸
مقاومت امواج صوتی، کاهش انتشار صوت (اکوستیک) در چوب ۶۹
تحقیق کنید ۷۲
خودآزمایی ۷۲
نمونه سؤال امتحان نهایی ۷۳

بخش دوم: خواص مکانیکی چوب

فصل ۶- ویژگی های مقاومتی چوب ۷۷
علم مکانیک ۷۹
تغییر شکل مواد جامد در اثر وارد شدن بار به آنها ۸۰
منحنی نیرو و تغییر شکل در آزمایش چوب ۸۱
تغییر شکل الاستیک در چوب ۸۲
تغییر شکل پلاستیک (دائم) در چوب ۸۳
تعریف ویژگی‌های مقاومتی یا استحکام ۸۷

تنش	۸۸
تنش و کرنش، بارگذاری محوری	۹۱
نمودار تنش- کرنش	۹۴
الاستیسیته	۹۵
فصل ۷- مقاومت خمشی چوب	**۱۰۱**
آزمایش شماره ۱	۱۰۵
آزمایش شماره ۲	۱۰۶
آزمایش شماره ۳	۱۰۷
آزمایش شماره ۴	۱۰۸
نمونه سؤال امتحان نهایی	۱۱۰
آزمایش شماره ۵	۱۱۲
آزمایش شماره ۶	۱۱۳
مسئله‌ها	۱۱۴
فصل ۸- مقاومت کششی	**۱۱۹**
روش اندازه‌گیری مقاومت کششی چوب در جهت موازی الیاف	۱۲۳
روش اندازه‌گیری مقاومت کششی چوب در جهت عمود بر الیاف	۱۲۳
مسئله	۱۲۴

فصل ۹- مقاومت چوب در برابر فشار	**۱۳۹**
مسئله ۹-۱	۱۴۴
سؤال ۹-۱	۱۴۵
مسئله ۹-۲	۱۴۸
مسئله ۹-۳	۱۵۰
مسئله ۹-۴	۱۵۳
سؤال ۹-۲	۱۵۵
نمونه سؤال امتحان نهایی	۱۵۶
فصل ۱۰- مقاومت برشی و مقاومت در برابر ضربه	**۱۵۹**
روش اندازه‌گیری مقاومت برش موازی الیاف	۱۶۱
مسئله ۱۰-۱	۱۶۸
مسئله ۱۰-۲	۱۶۴
مسئله ۱۰-۳	۱۶۶
آزمایش در کلاس	۱۷۱
سؤال تحقیق	۱۷۴
فصل ۱۱- سختی چوب و مقاومت به سایش	**۱۷۵**
آزمایش در کلاس	۱۷۷
تمرین برای هنرجو	۱۷۹
منابع و مراجع	۱۸۱

مقـــــــدمـــــــه

گیاهـــی کوچک بی‌درنگ از دانه‌ای در محیط جنگل، که با حمایت درختان غول پیکری که شرایط مناسب را به وجود آورده‌اند (برخوردار است)، از خاک سر می کشد و سال‌ها بعد به صورت یک درخت سر بر آسمان می‌ساید. درخت، بیانگر عظمت بی‌همتای الهی و نشانه‌ای از خلقت پروردگار عالم است که از بدو خلقت در دفاع، شکار، گرمایش، پخت و پز، ساخت کلبه، کشتی، ارابه، کاغذ و حتی تابوت (برای سفر به سوی آرامگاه ابدی) همراه و مونس آدمی بوده است. این نیاز انسان به چوب و فراورده‌های آن روز به روز با تنوع بیشتر ادامه دارد.

دانش انســـان در طول تاریخ و تا به امروز در مطالعه و بررسی خواص فیزیکی و مکانیکی چوب پیشرفت‌های فوق‌العاده‌ای داشته است. چوب ماده بسیار ویژه و متفاوت از سایر مواد و مصالح موجود در طبیعت و برخلاف سایر مواد ماده‌ای هر سو نایکسان، ناهمگن، رطوبت‌پذیر و با ترکیبات شـــیمیایی متفاوت می‌باشـــد. این وضعیت از چوب ماده‌ای با جرم مخصوص و متفاوت ســـاخته و در نتیجه خواص فیزیکی و مکانیکی مختلفی در جهات سه‌گانه به وجود آورده اســـت.این تفاوت در بعضی موارد به بروز عیب و ضعف‌های بســـیاری در چوب منجر می‌شود و در بعضی موارد دیگر به عنوان حسن این ماده چوبی اعجاز طبیعت است به شمار می‌آید.

در گذشته استادکاران ساخت سازه‌های چوبی با تجربه خود سعی در برطرف کردن معایب چوب برای خلق ســـازه مقاوم و زیبا برطرف کنند و آن تجربه‌ها دســـت به دست و سینه به سینه به نسل‌های دیگر و با عبور از مرزها به کشورهای مختلف انتقال می‌یافت. اما امروزه با پیشرفت تکنولوژی و با بهره‌گیری از آزمایشگاه‌های مدرن مطالعات زیادی برای بهینه کردن خواص چوب و افزایش کارایی و کاربرد چوب و جایگزینی فراورده‌های چوبی به جای کاربرد چوب ماسیو در امور زندگی، صنعت و کشاورزی مطالعات فراوانی صورت گرفته است.به‌طوریکه قبـــل از هرگونه کاربرد چوب، خواص فیزیکـــی و مکانیکی آن مورد مطالعه دقیق قرار گیرد.

امـــروزه بر کســـی پوشـــیده نیســـت که علـــم فیزیـــک چـــوب در خـــط اول ورود به پیشـــرفت در صنایـــع آن اســـت. در حـــال حاضـــر محققـــان در گرایش‌هـــای مختلـــف رشـــته صنایع چـــوب به گونـــه‌ی تحقیق و بررســـی وجهت پیشـــبرد اهداف خـــود برای مطالعـــات خواص فیزیکی و مکانیکی چوب، نســـبت به گذشـــته بســـیار اهمیت می‌دهند.

نظـــر بـــه اینکه ســـطح جنگل‌های جهان بـــه لحاظ افزایـــش بهره‌بـــرداری از جنگل‌ها کاهش یافته اســـت صاحبـــان صنعت برای کاهـــش مصرف چوب به مطالعـــه و تحقیق هر چـــه بیشـــتر خواص فیزیکـــی و مکانیکی چـــوب و فراورده‌هـــای چوبی نیاز جـــدی دارند.

از کلیه هنرآموزان محترم و هنرجویان عزیز به دلیل پاره‌ای از اشکالات، پوزش می‌طلبیم و پیشاپیش از ارائه انتقادات و پیشنهادهای اصلاحی ایشان که راهگشای ما خواهد بود، تشکر و قدردانی می‌نماییم.

مؤلفان

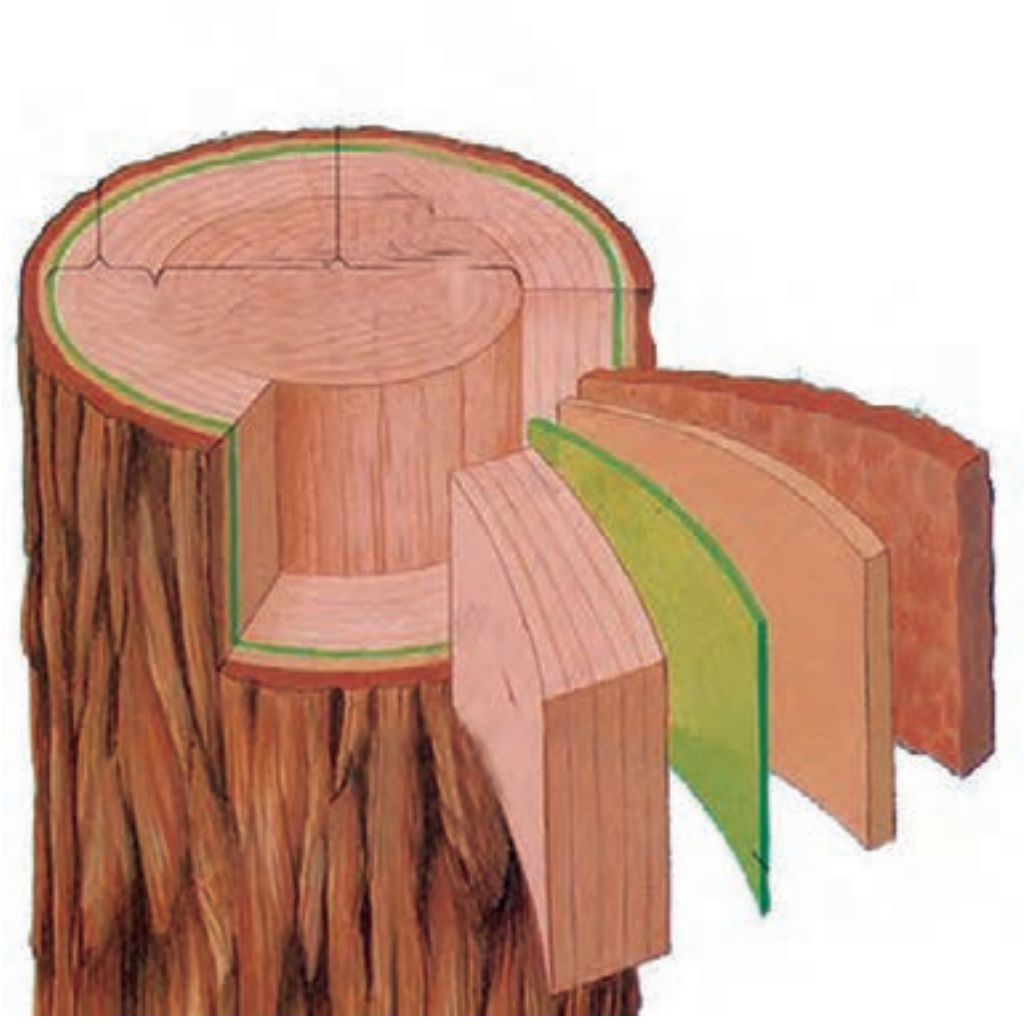
۱۳۹۰

بخش اول

خـــواص فیـــزیکی چـــوب

فصل اول

تشریح و ویژگی‌های چوب



پیش‌آزمون

۱- دلیل به وجود آمدن نقش و نگار چوب چیست؟

.....

.....

۳- چرا رنگ روی سطح چوب همانند فلزات یکنواخت نیست؟

.....

.....

.....

۴- دلیل نفوذپذیری چوب چیست؟

.....

.....

.....

۵- رابطه عناصر ساختمانی با ترکیبات شیمیایی چوب را بیان کنید.

.....

.....

.....

۶- ضرورت مطالعه خواص فیزیکی چوب را بیان کنید.

.....

.....

۹- سن درخت چگونه تعیین می گردد؟

.....

.....

۱۰- از برون چوب و درون چوب چه می دانید؟

.....

.....

۱۱- تفاوت چوب بخش روزنه ای با پراکنده آوند چیست؟

.....

.....

تعاریف:

درخت وچوب

ســـاختار درونی چوب درختان از عناصر اصلی شـــامل آوند، تراکئید و فیبر تشکیل یافته اســـت و وظیفه این اندام‌ها انتقال آب از ریشـــه به برگ ها و استحکام تنه و تاج درخت زنده می‌باشـــد، که پس از قطع شدن و تبدیل آن به چوب برای ساخت انواع سازه‌های چوبی بکار می‌رود.

(شکل ۱-۱و۲-۱)

از مواد لیگنو ســـلولزی موجود در چـــوب و بعضی گیاهان غیر چوبی(گیاهان یک ساله) برای ساخت مواد مرکب مثل انواع تخته فیبر ، تخته خرده چوب (نئوپان)، کاغذ و... استفاده می‌شود.

منبع اصلی مواد لیگنر ســـلولزی در گیاهان چوبی، تنه اصلی و شـــاخه‌ها وبه مقدار کمی ریشه می‌باشد. در گیاهان غیر چوبی نظیر گندم و برنج، کاه و کلش اصل دارای مقدار کمی الیاف سلولزی است که در تولید برخی مواد مرکب مثل MDF و کاغذ کاربرد دارد.

شکل ۱-۱- درخت کاج

شکل ۲-۱- الیاف مواد لیگنوسلولزی

تشریح اجزای درخت

قسمت‌های مختلف درخت :

پوست : مقـــدار پوست در درختان متفاوت اســـت .دربعضی از آنها، مانند پوست درخت راش کم (شکل ۴-۱)، و در برخی دیگر زیاد است مانند درخت بلوط (شکل ۵-۱)

شکل ۳-۱- چوب حاصل از استحصال درخت (گیاه چندساله)

شکل ۴-۱- پوست درخت راش

شکل۵-۱- پوست درخت بلوط

پوســـت معمولاً از ۴ تا ۲۵ درصد حجم درخت را شامل می‌شود، که با قطر تنه و شاخه، اندازه و فرم تاج، گونه چوبی ، طول عمر و شـــرایط رویشگاهی درخت ارتباط مستقیم دارد. پوست از دو بخش تشکیل می‌شود:

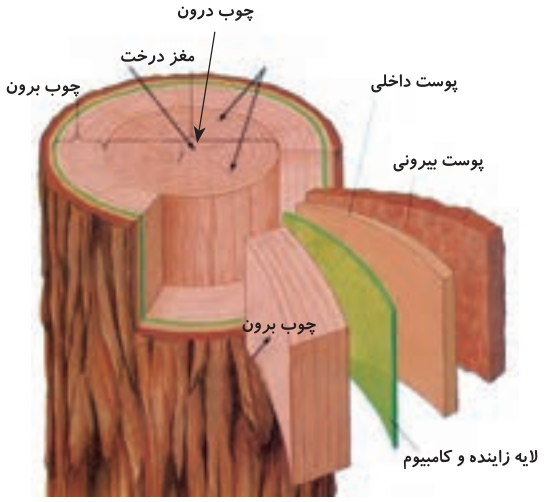
۱- پوست مرده (پوســـت بیرونی): این پوست دارای ضخامت بیشتری می‌باشد، و هیچ فعالیت زیستی ندارد و تقریباً خشک است و نقش حفاظت از تنه را به‌عهده دارد. (شکل۵-۱)

۲- پوست زنده (پوست داخلی): این پوست دارای فعالیت زیستی است، همزمان با تولید یک لایه سلول‌های چوبی در هر دوره رویش سالیانه یک لایه نازک پوست تشکیل می‌شود که محافظ اصلی چوب می‌باشد.(شکل ۶-۱)

درصد پوست انواع گونه‌های چوبی در جدول (شماره ۱) نشان داده شده است.

جدول شماره ۱-۱- درصد پوست انواع گونه‌های درخت

ردیف	گونه چوبی	درصد پوست
۱	بلوط	۱۴-۲۱
۲	راش	۴-۱۱
۳	توس	۱۳-۱۵
۴	کاج	۱۰-۱۶
۵	نوئل	۶-۱۳
۶	لاریکس	۲۲-۲۵



شکل۶-۱- لایه‌های مختلف پوست درخت و عناصر ساختمانی چوب

شکل ۷-۱- ریشه های عمیق و بلند

شکل ۸-۱- ریشه های کم عمق و سطحی

شکل ۹-۱- نقوش زیبای چوب ریشه گونه ی توس

ریشه : معمولاً به طور کامل در زیرزمین قـــرار دارد، در گـونه‌های مختلف پراکندگی در خاک و حجم آن متفاوت است و به گونه، شرایط آب و هوایی و سایر موارد بستگی دارد. در مناطق خشک برای رســیدن به رطوبت زمین در لایه‌های پایین و آب‌های زیرزمینی، عمق بیشتری دارد(شکل۷-۱) و در درختان با تاج گسترده (مناطق نیمه خشک و مرطوب) پیشـروی (انشعابات) افقی آن زیاد است. (شکل۸-۱) از ریشه‌ی بعضی از گونه‌ها روکش‌های طبیعی با نقش و نگار زیبا تهیه می‌شود مانند گونه‌ای از درخت توس (شکل ۹-۱) ولی در خیلی از درختان به لحاظ هزینه بالای استخراج ریشه و ارزش پایین، بهره‌برداری از آن صرفه اقتصادی ندارد.

طوقه: قسمتـی از درخت است که بین ریشه و تنه قرار دارد و محل اتصال انشعابات ریشه به تنه است (شکل ۱۰-۱).

دار: قسمت بالای کنده در محدودهٔ ساقه را می‌گویند. دار قسمت چوبده درخت است که از آن الوار و تراورس تهیه می‌کنند (شکل ۱۰-۱).

تیرک: از انتهای بالای ســاقه (شروع اولین شاخه) تا جوانه انتهای تاج (شاخه های تاج) را تیرک می‌گویند (شکل ۱۰-۱).

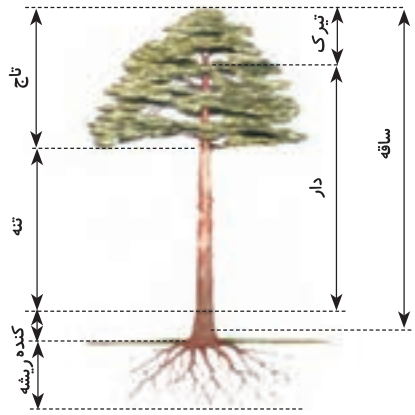
کنده: از ریشه تاحدودنیم متر بیرون از خاک را کنده می‌گویند (شکل ۱۰-۱).

ســـاقه: از محدوده‌ی طوقه تا جوانه انتهایی شـــاخه درخت را ساقه می‌گویند (شکل ۱۰-۱).

تنه: از انتهای کنده تا پیدایش اولین شاخه را تنه می‌گویند (شکل ۱۰-۱).

تـــاج: کلیه شـــاخه و برگ‌های یک درخت را تاج آن می‌گویند (شکل ۱۰-۱).

سن درخت: طول عمر درختان معمولاً ۲۰ الی ۳۰۰ سال است. در بعضی از موارد تا ۶۰۰۰ سال هم یافت می‌شود. گونه‌هایی از درختان مناطق استوایی مانند گونه درختی باوباب، و در مناطق سردسیری گونه‌هایی از درختان کاج و در سایر مناطق مانند استان یزد سرو ابرکوه با قدمت ۴۸۰۰ سال هنوز زنده است.



شکل ۱۰-۱-ساختمان و عناصر تشکیل دهنده

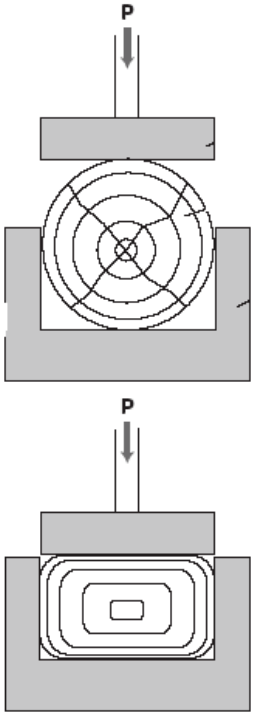
برخی از درختان کاج مناطق سردســـیری و گونه‌هایی از درختان مناطق استوایی مانند گونه درخت باوباب دارای طول عمر چند هزار ساله هستند. همچنین گونه‌ای سوزنی برگ به نام سرو ابرکوه در استان یزد قدمتی حدود ۴۸۰۰ سال دارد.

درخت سرپا: به طور کلی می‌توان درخت را به سه قسمت تقسیم کرد: تنه، ریشه و تاج، سهم هر کدام از آن‌ها برای چند گونه چوبی در جدول (شماره ۲) نشان داده شده است.

چوب از الیاف دارای تَخَلخُل (توخالی) تشکیل شده است. مقدار فضای خالی داخل و بین الیاف یک‌ســـان نیست، لذا جرم مخصوص در قسمت‌های مختلف درخت متفاوت است. جرم مخصوص واقعی چوب (بدون منافذ) ۱۵۶۰ کیلوگرم بر متر مکعب است ($1/56\ g/cm^3$) این جرم مخصوص برای چوبی است که هیچ تخلخل (فضای خالی) در داخل آن نباشد.(شکل ۱۱-۱)

فضای خالی در داخل عناصر تشـــکیل دهنده چوب (آوند، فیبر، تراکئید پارانشیم) و در فضاهای بین ســـلولی چوب وجود دارد. حجم ایـــن منافذ در چوب های مختلف خصوصاً در چوب بهاره و تابستانه متفاوت است .

چوب‌ها از نظر جرم مخصوص به گروه (سبک، متوسط و سنگین تقسیم می‌شوند) سبک مانند چوب بالزا kg/m^3 ۲۰۰-۱۲۰، متوسط مانند چوب راش kg/m^3 ۷۰۰-۵۶۰ و سنگین مانند چوب باکاوت kg/m^3 ۱۴۰۰-۱۲۰۰ تقســـیم می‌شوند. اختلاف جرم مخصوص فقط محدود به تفاوت در بین گونه‌های چوبی نیست، بلکه این اختلاف در یک گونه چوبی و در قسمت‌های مختلـــف آن نیز وجود دارد. این اختلاف ر ا می‌توان در تعدادی از گونه‌های چوبی در جدول شماره ۳ مشاهده کرد.



شکل ۱۱-۱ - چوب فشرده شده و بدون تخلخل

شکل ۱۲-۱ - تبدیل گرده‌بینه به الوار

شکل ۱۳-۱ - برش مماسی از تبدیل گرده‌بینه

جدول شماره ۲ -۱ - حجم قسمت اصلی درخت به درصد

ردیف	نوع درخت	گونه چوبی	تنه	ریشه	تاج
۱	پهن برگ	زبان گنجشک	۷۰-۵۵	۲۵-۱۵	۲۰-۱۵
۲	سوزنی برگ	لاریکس	۸۲-۷۷	۱۵-۱۲	۸-۶
۳	پهن برگ	افرا	۷۵-۶۵	۲۰-۱۵	۱۵-۱۰
۴	پهن برگ	راش	۷۰-۵۵	۲۵-۲۰	۲۰-۱۰

جدول شماره ۳-۱ - جرم مخصوص در قسمت‌های اصلی یک گونه چوبی بر حسب کیلو گرم بر متر مکعب Kg/m^3

ردیف	نوع درخت	گونه چوبی	تنه	شاخه	گره
۱	سوزنی برگ	کاج	۴۵۷	۵۳۶	۷۹۴
۲	سوزنی برگ	نوئل	۴۸۲	۵۴۵	۸۸۶
۳	پهن برگ	توس	۶۰۷	۶۷۰	۷۴۰

چوب مرغوب مورد استفاده، برای ساخت مبلمـان از قسمت قطور تنه درخت تهیه می‌شود. تنه به وسیلهٔ ماشین‌های چوب بری به تراورس و الوار تبدیل می‌گردد. (شکل ۱۲-۱) در تبدیل چوب بر اساس نوع کاربرد، فرم تنه، معایب و حداقل میزان ضایعات مسیر برش اره مشخص می‌شـود.مقاطع شـعاعی، طولی و عرضی حاصل از برش گرده‌بینـه دارای ظاهر متفاوتی می‌باشـند. مقطع مماسی اغلب به دلیل شـکل خاص قرارگیری دوایر رویش سالیانه از نظر زیبایی بر سایر مقاطع برتری دارد شکل ۱۳-۱ و به همین دلیل در برخی سازه‌های چوبی که از نظر بعدنما دارای اهمیت هستند از این برش استفاده می‌شود شکل ۱۴-۱ البته به منظور کاهـش ضایعات برش در کنار مسـئله اهمیت زیبایی مقطع مماسـی می‌توان از برش‌های ترکیبی یا بینابینی[1] (مماسـی و شـعاعی) استفاده نمود. شـکل ۱۵-۱ از معایب تخته‌های مماسـی احتمال تغییر شکل وجود دارد اما در شـعاعی تغییر شکل کمتری بروز می‌کنند.

شکل ۱۴-۱ -برش شعاعی از تبدیل گرده‌بینه به الوار

شکل ۱۵-۱ - انواع برش

برون چوب و درون چوب

تنه چوبی درخت از دو بخش چوب برون و چوب درون تشکیل می‌شود ولی این ترکیب در برخی از چوب‌ها به دلایل مختلف قابل تفکیک و رؤیت از همدیگر نیستند.

چوب برون، بخشی از چوب است که اطراف مغز در تنه‌های جوان و اطراف چوب درون در تنه‌های مسن درخت را در برگرفته وتا پوست زنده ادامه دارد. سلول‌های این بخش از چوب در تنه درخت سرپا زنده هستند و نقش هدایت آب و املاح را بر عهده دارند. رنگ چوب برون، روشن است.

چوب درون، بخشـی از چوب است که اطراف مغز تنه‌های مسن را در برگرفته رنگ آن تیره‌تر از چوب بیرون و هیچ سلول زنده‌ای در آن وجود ندارد. شکل‌های (۱۷-۱و ۱۶-۱)

شکل ۱۶-۱- چوب برون و چوب درون در مقطع گرده‌بینه چوب بلوط

شکل ۱۷-۱- چوب برون و چوب درون در مقطع گرده‌بینه چوب کاج

دایره سالیانه

دایره رویش سالیانه یا به عبارتی دیگر محدوده رویش یک‌سال فعالیت زیستی درخت در مناطق مختلف جغرافیایی شـکل‌های مختلف و کارآیی فراوان دارد، این تفاوت در شناسایی گونه‌های مناطق مختلف مؤثر است.

۱- در مناطق گرمسیری به صورت دوایر باریک و پهن دیده می‌شود که با شمارش تعداد دوایر سـالیانه و تقسیم آن بر دفعات بارندگی در سـال می‌توان سن درخت را بدست آورد. (شکل ۱۸-۱)

۲- چـوب‌های بخش روزنه‌ای به دو قسمت چوب بهاره و چوب تابستانه به ترتیب با حفره آوندی بزرگ و کوچک مشخص می‌شوند. (شکل ۱۹-۱) در چوب‌های نیمه بخش روزنه‌ای و پراکنده آوند به طور واضح بین چوب بهاره و تابستانه مرز مشخصی وجود ندارد. (شکل ۲۰-۱) برای تعیین سن درختان این مناطق سردسیری و معتدله، دوایر زوج (روشن و تیره) را در بخش روزنه‌ای یا یک دایره را در پراکنده آوند شمارش نموده و عمر درخت را تشخیص می‌دهند.(شکل ۲۱-۱)

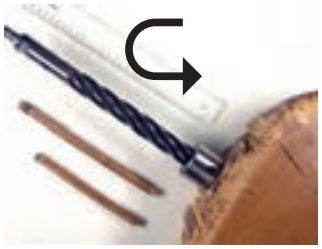
شکل ۱۸-۱-دوایر سالیانه یک گونه چوبی از مناطق گرمسیری به نام سیکامور

۱ – بینابینـی، روشـی از تبدیل گرده‌بینه به الوار اسـت که در ایـن تبدیل هدف فقط کاهش دورریز و افزایـش مقدار تولید الوار از گرده‌بینه مد نظر است. به دست آوردن زیبایی و مقاومت بالای الوار یا تخته در اولویت دوم قرار دارد.

شکل ۱۹-۱- مرز مشخص بین چوب بهاره و تابستانه در مقطع عرضی میکروسکوپی

شکل ۲۰-۱- مرز نامشخص بین چوب بهاره و تابستانه در مقطع عرضی میکروسکوپی

شکل ۲۲-۱- مرز مشخص در چوب بهاره و تابستانه چوب

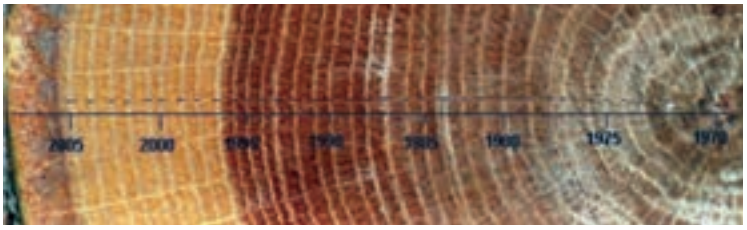


شکل ۲۳-۱- تعیین سن درخت با نمونه‌برداری به وسیله مته مخصوص

۳- دوایر سالیانه روشن وتیره در چوب های پهن برگ و سوزنی برگ با چشم غیر مسلح هم قابل رؤیت است (شکل ۲۲-۱)، با توجه به نوع گونه های چوبی کیفیت تفکیک آنها متفاوت است.

۴- در مناطق سردسیری معتدله در محدوده‌ای از سال به دلیل سرما، رکود فعالیت زیستی در درختان وجود دارد. معمولاً دایره سالیانه به راحتی قابل تشخیص است.

۵- برای تعیین عمر درختان زنده و چوب به کار رفته در بناها چوب را به وسیلهٔ مته‌ای مخصوص سوراخ می کنند و با نمونه‌برداری از آن سن درخت قابل تشخیص و تخمین خواهد بود.(شکل ۲۳-۱)

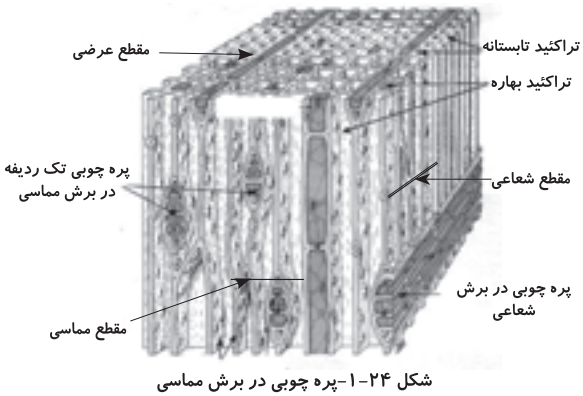


شکل ۲۱-۱- تعیین سن درخت با شمارش لایه‌های روشن و تیره

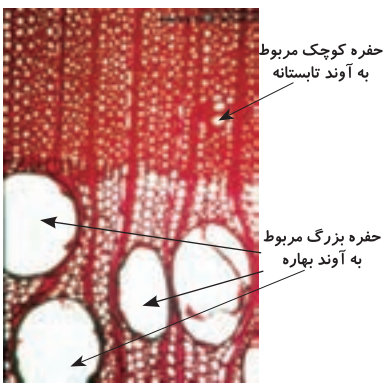
عناصر ساختمان چوب

آوند و تراکئید

چوب یک ماده هر سو نایکسان است به‌طوری‌که در جهات مختلف جهت‌گیری سلول‌ها و در نتیجه خصوصیات چوب متفاوت است، (شکل ۲۴-۱). درخت همانند یک گیاه رشد و نمو دارد، عمر آن بیشتر از یک سال است، و حاصل یک سال فعالیت آن چوب است. برای ایجاد شرایط لازم رشد درخت در طول حیات، انتقال آب از ریشه به وسیله آوندها در پهن‌برگان و از طریق تراکئیدها در سوزنی‌برگان صورت می‌گیرد. این عناصر در راستای طول درخت قرار دارند و از اولین سلول‌هایی هستند که به هنگام تولید چوب بوجود می‌آیند. آوندها و تراکئیدها در چوب بهاره به لحاظ شرایط آب و هوایی مناسب در فصل بهار و انتقال آب زیاد برای رشد و نمو بیشتر دارای حفره قطور و دیواره نازک هستند (شکل ۲۵-۱). اما در بخش تابستانه[1] کانال‌های آوندی و تراکئیدی دارای حفره کم قطر ولی با دیواره ضخیم می‌باشند و این بدلیل



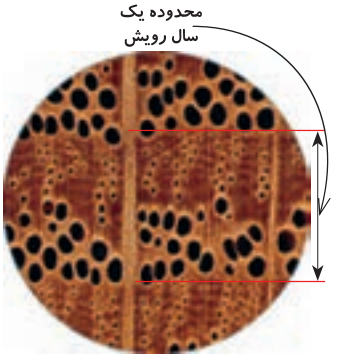
شکل ۲۴-۱-پره چوبی در برش مماسی



شکل ۲۵-۱- دیواره نازک و حفره قطور آوند جهت انتقال آب به تاج درخت

۱- بخش تابستانه، درواقع انتهای فعالیت زیستی درخت در سال زراعی است. درخت با سپری کردن زمستان با شروع فعالیت زیستی از اول بهار به تدریج به اوج فعالیت می‌رسد (بخش بهاره) و سپس کم کم فعالیت آن کاهش می‌یابد (بخش تابستانه) تا در انتهای تابستان فصل رویش خاتمه می‌یابد و سپس درخت به خواب زمستانه فرو می‌رود.

کاهش نزولات آسمانی و بی‌نیازی درخت به آب هم‌چنین کاهش فعالیت زیستی درختان در فصل تابستان است. (محدوده رویش سالیانه پهن برگان و سوزنی برگان) (شکل ۲۷-۱و۲۶-۱).



شکل ۲۶-۱- حفره آوندی بخش بهاره و تابستانه در پهن‌برگ (بلوط)

فیبر و تراکئید

در ساختمان چوب پهن برگان سلول‌های دیگری هم به‌نام فیبرها وجود دارد، که در سوزنی برگان وجود ندارند.

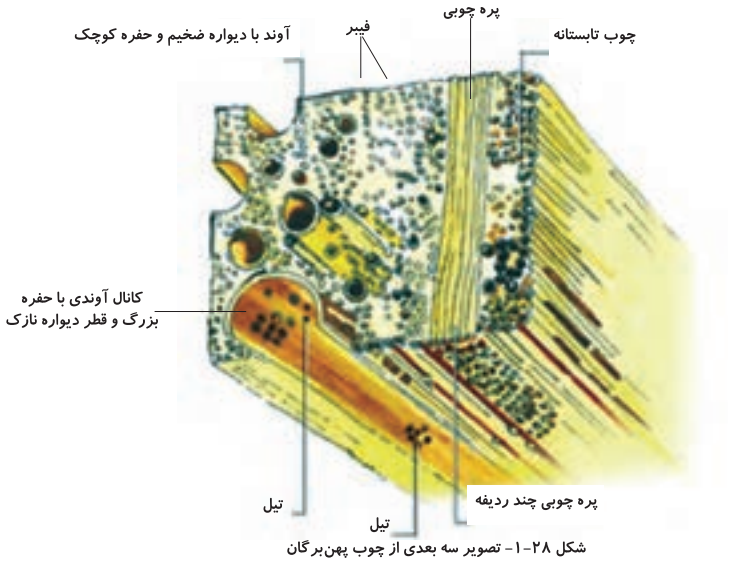
پهن‌برگان از سیستم تکامل یافته‌تری نسبت به سوزنی‌برگان برخوردار هستند ، به‌طوری که تقسیم وظایف بهتری دارند. در پهن‌برگان فیبرها وظیفه استحکام درخت و آوندها انتقال آب را عهده‌دار هستند.اما در سوزنی برگان در دو وظیفه یعنی استحکام تنه و انتقال آب بر عهده تراکئیدها می‌باشد.

جهت فیبرها در راستای طولی درخت به موازات و در بینابین و هم راستا با آوندها قرار می گیرند.

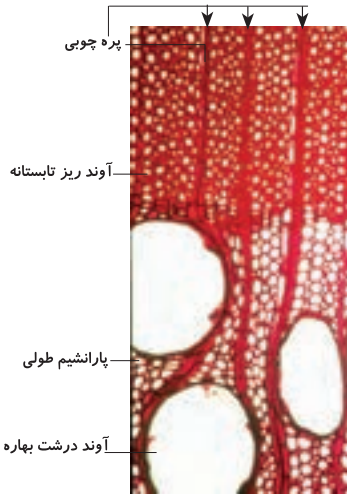
پره چوبی(پارانشیم عرضی): سلول‌های پره چوبی به صورت شعاعی در تنه درخت قرار می‌گیرند و از مغز به سمت پوست امتداد یافته و ارتباطات عرضی (افقی) را فراهم می کنند.

به لحاظ عبور از بین(لابه‌لای) الیاف طولی (فیبرها،آوندها)باعث درهم‌رفتگی الیاف شده بطوریکه آوندها و فیبرها نقش تار و پره‌های چوبی نقش پود را بازی می‌کنند و نقش بسزائی در افزایش مقاومت و استحکام چوب دارند. پره‌های چوبی یکی از فاکتورهای مهم در تشخیص ماکروسکوپی و میکروسکوپی چوب می‌باشند. به‌طوری‌که چوب‌های پره دار، با چشم غیر مسلح، خیلی سریع و دقیق شناسایی و قابل رؤیت می‌شوند. رنگ، فرم، تعداد و آرایش پره چوبی در ساختمان گونه‌های مختلف متفاوت است، لذا در شناسائی ماکروسکوپی و میکروسکوپی عامل بسیار مهمی هستند و در بررسی‌ها و مطالعات مربوط به شناسایی چوب کمک بسیاری می‌کنند(شکل‌های ۲۴-۱ تا ۲۸-۱).

شکل ۲۷-۱- حفره تراکئیدی در بخش بهاره و تابستانه در سوزنی‌برگ (کاج)



شکل ۲۸-۱- تصویر سه بعدی از چوب پهن‌برگان

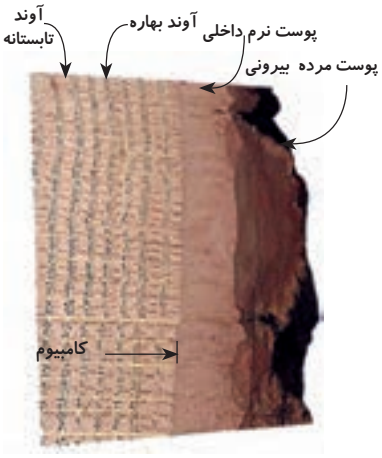


شکل۲۹-۱- مقطع عرضی میکروسکوپی در یک گونه بخش روزنه‌ای از گروه پهن‌برگان (بلوط)

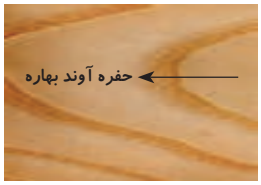
شکل ۳۰-۱- درخت صنوبر خزان کننده

شکل ۳۱-۱- کاج از درختان سوزنی‌برگ

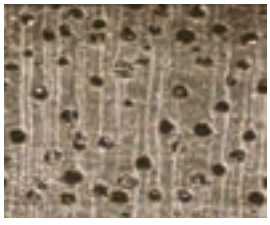
شکل ۳۲-۱- ملز از سوزنی‌برگان خزان کننده



شکل ۳۳-۱- رؤیت و تفکیک آوند بهاره و تابستانه با چشم غیر مسلح در مقطع عرضی چوب بلوط



شکل ۳۴-۱- حفرات کانال آوندی در چوب بخش روزنه‌ای زبان گنجشک



شکل ۳۵-۱- بخش نیمه‌روزنه‌ای

پارانشیم طولی

چهارمین عنصر در ساختمان چوب پارانشیم طولی نام دارد، این عنصر در بینابین آوندها و فیبرها با آرایش خاصی قرار می‌گیرد. حالت استقرار در شناسایی میکروسکوپی گونه چوبی نقش اساسی دارد. و همچنین ذخیره مواد غذایی را به‌عهده دارد.

پهن‌برگان وسوزنی‌برگان

دانشمندان در نام‌گذاری و رده‌بندی گیاهان خصوصاً گیاهان چوبی در طول سالیان گذشته تغییرات مختلفی به کار برده‌اند، مانند درختان خزان‌کننده، همیشه‌سبز، مخروط‌دار، بدون مخروط و ... به این منظورکه نام مناسب هر کدام از گروه چوب‌ها تأمین شود. ولی پس از گذشت زمان در آخرین انتخاب نام مناسب‌تری برگزیده می‌شد که اکثر گونه‌های چوبی را به‌درستی در خود جای دهد، و این نام‌ها پهن‌برگان (شکل ۳۰-۱) و سوزنی‌برگان (شکل ۳۱-۱) هستند. و تا به امروز نسبت به نام‌گذاری‌های قبلی دارای خدشه‌پذیری کمتری بوده و اکثر گونه های درختی با این نام‌گذاری به درستی در دو دسته فوق قرار می‌گیرند. البته برخی گونه‌های چوبی هم وجود دارند که از نام‌گذاری فوق استثناء هستند مانند گونه ملز (لاریکس) (شکل ۳۲-۱) در سوزنی‌برگان که یکی از چوب‌های خزان‌کننده است و گونه‌های مرکبات در پهن‌برگان که همیشه سبز هستند.

دسته بندی عناصر ساختمانی چوب در پهن برگان و سوزنی برگان

در بعضی از چوب‌ها به ندرت آوند، فیبر و تراکئید با چشم غیر مسلح قابل رؤیت هستند و رؤیت آنها فقط از طریق میکروسکوپ امکان‌پذیر است. از این نظر چوب‌ها را به سه گروه زیر تقسیم‌بندی می‌کنند (شکل ۳۳-۱و۲۹-۱)

الف) بخش روزنه‌ای

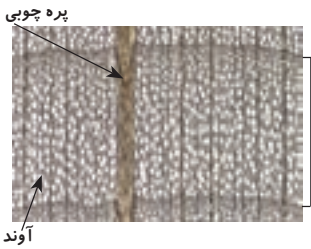
به چوب‌هایی گفته می‌شود که اختلاف قطر آوندهای بهارهٔ آنها با تابستانه زیاد است. به‌طوری‌که قطر آوند بهاره در مقطع عرضی و هم‌چنین حفره طولی کانال آوند در مقاطع مماسی و شعاعی بزرگ و با چشم غیر مسلح قابل رؤیت است (شکل ۳۴-۱و۳۳-۱)

ب) بخش نیمه‌روزنه‌ای

در این نوع چوب‌ها بخش بهاره و تابستانه نسبت به گروه اول اختلاف کمتری دارند. ولی تفاوت بین قطر آوند چوب بهاره و تابستانه قابل توجه است، این اختلاف ممکن است در بعضی گونه‌ها باچشم غیرمسلح مشاهده نشود، ولی معمولاً از طریق میکروسکوپ قابل رؤیت است (شکل ۳۵-۱)

ج) پراکنده آوند

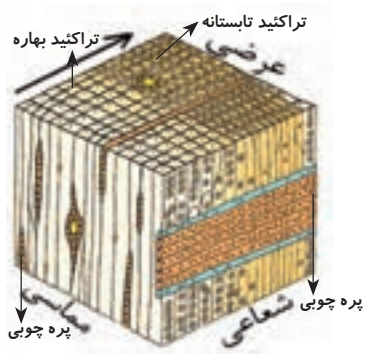
در این دســـته از چوب‌ها اختلاف بین چوب بهاره و تابســـتانه بسیار اندک است و هیچ مرز مشخصی بین چوب بهاره و تابستانه وجود ندارد لذا به این گروه از چوب‌ها پراکنده آوند می‌گویند. و مطالعات عناصر ساختمانی آن‌ها فقط از طریق بررسی میکروسکوپی امکان‌پذیر است (شکل ۳۶-۱).



شکل ۳۶-۱- عناصر ساختمانی در چوب پراکنده آوند صنوبر

✶انواع چوب سوزنی‌برگان

عناصر ساختمانی این گروه چوب‌ها همانند پهن‌برگان به دسته‌بندی خاصی نیاز ندارند، و از ساختمان ساده‌ای برخوردارند.(شکل ۳۷-۱)،تراکئید عنصر اصلی در ساختمان این گونه چوب‌ها هستند. لایه رویش سالیانه به دو لایه بهاره و تابستانه تقسیم می‌شود. که در اکثر گونه‌های این گروه تغییر چوب بهاره به تابستانه به صورت تدریجی و بدون مرز مشخص است. دارای تعداد کمی پره چوبی تک‌ردیفه بوده که معمولاً با چشم غیرمسلح قابل رؤیت نیست. در اکثر چوب‌های سوزنی‌برگان کانال‌های رزینی وجود دارد.



شکل ۳۷-۱- تصویر سه‌بعدی از یک چوب سوزنی‌برگ

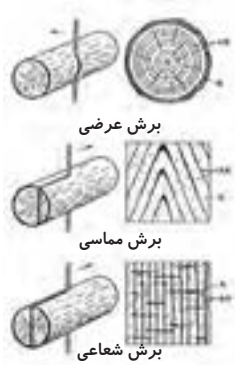
ناهمگنی و هر سو نایکسانی

با بررســـی ســـاختمان چوب و عناصرتشـــکیل دهنده آن به این نتیجه می‌رسیم که: اختلاف جهت الیاف، اندازه و ابعاد عناصر، تفاوت جرم مخصوص، بهاره و تابستانه بودن آن و دلایل دیگر، از چوب ماده‌ای ناهمگن و هر سو نایکسان ساخته است. این وضعیت باعث شده است که خواص فیزیکی چوب متفاوت گردد.

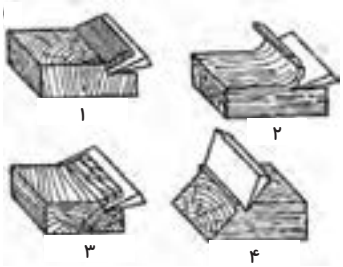
به خاطر همین چوب یک ماده با ویژگی‌های خاصی می‌باشد و از نظر خواص مقاومتی تفاوت زیادی با سایر مواد و مصالح صنعتی و ساختمانی دارد.

اگـــر توجه کنید چوب را نمی‌تـــوان در جهات مختلف به طور یکســـان اره یا رنده کرد. زیـــرا جهت الیاف در مقاطـــع مختلف چوب متفاوت اســـت. واکنش چوب بـــه پدیده‌های فیزیکـــی مانند هم‌کشـــیدگی و واکشـــیدگی، جرم مخصـــوص و ...، همچنیـــن تحمل به انواع بارها (مقاومت‌های کششـــی و ...) در یک قطعه چوب در ســـه جهت یکســـان نیست. به‌طـــوری که اره کـــردن و رنده کردن مقطـــع عرضی(در جهت عمود بر الیاف) نســـبت به جهات مماســـی و شعاعی(جهت موازی الیاف) به سختی انجام می‌شود. (شکل ۳۸ و ۳۹-۱)

خواص فیزیکی و مکانیکی چوب در جهات مماسی و شعاعی تفاوت زیادی ندارند، ولی همان جهات چوب در مقایسه با جهت عرضی (مقطع عرضی) دارای اختلاف زیادی است. (شکل ۳۹ و ۴۰-۱)



شکل ۳۸-۱- بریدن چوب در جهات سه گانه



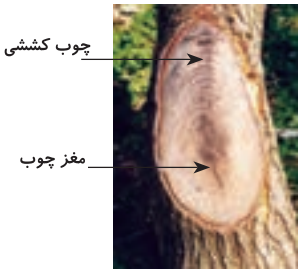
شـکل ۳۹-۱و ۴۰-۱- رندیدن چـوب در مقاطع و زوایای مختلف

۱- برش سر چوب ۲- برش در جهت الیاف
۳- برش محوری ۴- برش تحت زاویه

چوب‌های غیرطبیعی یا واکنشی

در شرایط رویشگاهی نامناسب مانند شیب‌های تند و یا انشعاب شاخه از تنه و ..... چوبی تولید شـــود که نامتقارن و تنش‌زا باشـــد. (شکل۴۲-۱ و۴۱-۱) ، به این گونه چوب‌ها«چوب

واکنشـــی» گفته می‌شـــود، چوب واکنشـــی بافت واقعی و فعال درخت است که تلاش برای رویش ارگان‌های اصلی را در شـــرایط طبیعی تغییر داده تا به حالت تعادل برسد. تفاوت در بافت این گروه از چوب‌ها با چوب‌های معمولی در این است که اختلاف پهنای دایره سالیانه در یکسوی تنه و شاخه بیشتر از سمت دیگر است و به خاطر همین مغز این گونه از چوب‌ها از مرکز گرده‌بینه خارج شده و به صورت برون مرکزی ظاهر می‌شود. (شکل ۴۳-۱)



شکل ۴۱-۱- انشعاب شاخه از تنه در پهن‌برگان و ایجاد چوب کششی در قسمت بالا

چون ناهمگنی شـــدید در تنه این گونه چوب‌ها بوجود می‌آید الیاف تخته‌های به دســـت آمده از آنها دارای اختلاف ساختاری (جهت‌گیری الیاف) بسیار شدیدی در سطح رو و زیر تخته هســـتند و غالباً دچار خمیدگی می‌شـــوند لذا اصطلاحاً به این گونه چوب‌ها چوب‌های واکنشی، (ناراحت یا تنش‌زا) می‌گویند.

اثـــر نیـــروی ثقل و تغییر تعادل وزنی به دلیل قرار گرفتن در شـــیب و ... از عوامل اصلی و مؤثر در تولید چوب واکنشـــی است. چوب واکنشـــی از نظر آناتومی "شیمیایی ، فیزیکی و مکانیکـــی" با چوب طبیعی فرق دارد و دارای ارزش فنی و اقتصادی کمتری می‌باشـــد. به همین دلیل آن‌ها را نمی‌توان در ساخت محصولات با کیفیت بالا استفاده نمود.

این نوع چوب‌ها در پهن‌برگان در بخش بالایی تنه و شاخه (در محل اتصال به تنه) ایجاد شده و به عنوان چوب کششی و در سوزنی برگان در قسمت زیرین تنه و شاخهٔ متصل به تنه به وجود می‌آید و به آنها چوب فشاری گفته می‌شود.

شکل ۴۲-۱- تنه خمیده درختان

شکل ۴۳-۱- برون مغزی در مقاطع چوب‌های واکنشی

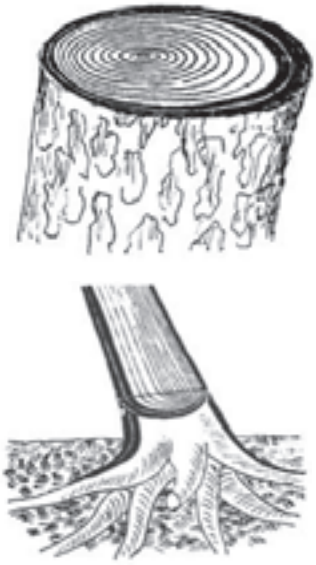
چوب فشاری و چوب کششی

چوب واکنشـــی در ســـوزنی برگان و پهن برگان به دو شـــکل متفاوت دیده می‌شـــود. درســـوزنی‌برگان تنه درخت خمیـــده، تفاوت فرم قرار گرفتن الیاف (تراکئیدها) نســـبت به سمت مقابل آن در نیمه دیگر تنه بسیار زیاد می‌شود و در تبدیل تنه (گرده بینه) به تخته، تخته‌هایی که از ســـمت خمیده به دســـت می‌آیند به آنها چوب فشاری (تنش‌زا) می‌گویند. (شـــکل ۴۴-۱) و این اشـــکال درمورد چوب شاخه‌های منشعب از ســـاقه نیز صادق است. (شـــکل۴۵-۱). از این نوع چوب‌ها تخته‌های خمیده به دســـت می‌آیـــد و به هنگام مصرف دورریز زیادی برای خارج کردن قســـمت خمیده ضایعات زیادی تولید می‌شود و تخته‌های حاصل دارای سطوح ناصاف و خشن هستند.

شکل ۴۴-۱- چوب فشاری

در پهن‌برگان چوبی که در بالای قسمت خمیده درخت تولید می‌شود ، به آن چوب کششی می‌گویند. همانند چوب فشاری سوزنی‌بـرگان ذکر شد اختلاف فرم قرار گرفتن الیاف (آوندها و فیبرها) و جرم مخصوص متفاوت و نامتقارن بودن دایره سالیانه در گرده‌بینه باعث به وجود آمدن چوب کششی در پهن برگان می‌شود. (شکل ۴۶-۱) این پدیده را چوب‌کششی (تنش‌زا) می‌گویند. به‌طور حتم این‌گونه چوب‌ها از نظر مصرف مناسب نمی‌باشند.

شکل ۴۵-۱- تنه درختان سوزنی برگ



چوب‌های کشش‌ـــی هم مانند چوب فشاری از نظر مصرف برای ساخت مبلمان، از کیفیت لازم برخوردار نیستند.

برخـــی ویژگی‌ها و خواص فیزیکی و مکانیکی چوب‌ها واکنشـــی (چوب‌های کششـــی و فشـــاری) از نظر آناتومی ، شـــیمیایی ، فیزیکی و مکانیکی با چوب طبیعی متفاوت است ، تشـــخیص چوب بهاره و تابستانه مشکل است هم کشیدگی و واکشیدگی طولی در این گونه چوب‌ها بیشتر است به دلیل افزایش لیگنین در بخش‌های واکنشی ، سختی و جرم مخصوص افزایش می‌یابد. اختلاف دوایر ســـالیانه در مقطع چوب‌های واکنشی کاملاً قابل رؤیت است. اســـتفاده از ایـــن چوب برای تهیه قطعات با اندازه و ابعاد مورد نظـــر مقدار دورریز زیاد دارد و همچنین به لحاظ تغییر جهت الیاف از ســـطوح زبری برخوردار اســـت که هزینه پرداخت و آماده‌ســـازی برای رنگ را در سازه‌های چوبی ساخته شـــده از چوب‌های واکنشی افزایش می‌دهد.

شکل ۴۶-۱- چوب کششی در تنه های خمیده درختان پهن برگ

تحقیق کنید

۱- برای تهیه روکش با نقش و نگار زیبا چه تدبیری لازم است؟

.....

.....

۲-راهکارهای مطلوب رنگ‌کاری چوب های با الیاف پیچیده را بررسی کنید.

.....

.....

۳- نقش لیگنین در چوب را بررسی کنید.

.....

.....

۴- تعـــدادی از چوب‌هـــای تجارتی و صنعتی را از نظر علمی شناســـایی کنید مانند: نام علمی، نام تجاری ، مقاطع ماکروســـکوپی و میکروســـکوپی ، دلایل تفاوت رنگ بلوط، راش ، ون ، توسکا ، افرا ، نوئل ، کاج ، نراد

(هنرجویان عزیز، شـــما در تحقیق و پژوهش می‌توانید از منابع مختلف مانند : کتاب‌های درســـی، کتاب‌های تخصصی مربوطه، اینترنت و آزمایشگاه بهره بگیرید البته در بهره‌مندی و راهنمایی مفید از هنرآموزان نیز نهایت استفاده را به عمل آورید.)

خودآزمایی

۱- دو روش برای تعیین سن درخت را شرح دهید.
۲- تقسیمات مختلف یک درخت را ترسیم کنید.
۳- چند برش در تبدیل گرده‌بینه به الوار را نام ببرید.
۴- جرم مخصوص تنه ، شاخه و گره در کدام گزینه به طور صحیح مرتب شده است؟
الف) تنه>شاخه>گره ب) گره>شاخه>تنه ج) گره>تنه>شاخه د) شاخه>گره>تنه
۵- حفره آوندی در چوب بهاره و چوب تابستانه چگونه است؟
۶- تراکئید و نقش آن در درخت سرپا را شرح دهید.
۷- ناهمگنی و هرسونایکسانی چوب یعنی چه؟
۸- چرا سر چوب را نمی‌توان خوب رندید؟
۹- یک گونه‌ی چوبی خزان‌کننده سوزنی‌برگ را نام ببرید.

نمونه سؤال امتحان نهایی

۱- (دی ماه ۱۳۸۶) چوب را تعریف کنید.
چوب ماده‌ای است که از ساقه گیاهان چوبی به دست می‌آید و از سلول‌های عمدتاً دوکی شکل و توخالی تشکیل شده است که به موازات یکدیگر و در راستای طول درخت قرار دارند.
۲- (خـــرداد ماه ۱۳۸۷) مطالعات مربوط به خواص چوب در ســـه برش یا مقطع انجام می‌شود، نام ببرید. این برش ها چگونه به دست می‌آیند؟
عرضی، شـــعاعی، مماسی. مقطع عرضی با قطعه تنه عمود بر محور طولی درخت مقطع شعاعی و مماسی هر دو طولی و با برش تنه درخت در جهت موازی با محور طولی درخت
۳- (شهریور ماه ۱۳۸۷) تفاوت چوب‌های بهاره و تابستانه را بنویسید.
چوب بهاره: در آغاز فصل رویش تشکیل می‌شود. حاوی سلول‌های درشت، دیواره (غشاء) سلولی نازک، رنگ روشن بوده و به آن چوب آغاز گویند.
چوب تابســـتانه: در پایان دوره رویش به وجود می‌آید. حفره‌های سلولی تنگ‌تر و غشاء سلولی ضخیم‌تر و رنگ تیره‌تر دارد.
۴- (دی ماه ۱۳۸۷) تفاوت چوب کششی و فشاری را بنویسید.

چوب فشـــاری در قسمت تحتانی ، شاخه و تنه در ختان سوزنی برگ اما چوب کششی در قسمت فوقانی شاخه و تنه درختان پهن برگ دیده می‌شود.

۵-(خرداد ماه ۱۳۸۸) سه جهت اصلی در چوب را نام ببرید. علامت اختصاری هر یک را ذکر کنید.

الف) جهت طولی یا محوری(L) ب) جهت مماسی (T) ج) جهت شعاعی (R)

۶- (شهریور ماه ۱۳۸۸) لایه زاینده (کامبیوم) را تعریف کنید.

این لایه بین پوســـت و چوب قراردارد و از خارج ســـلول‌های پوست (بافت آب‌کش) و از طرف داخل ، سلول های تشکیل دهنده چوب (بافت چوب) را تولید می‌کند.

۷- (دی ماه ۱۳۸۸) برون چوب را تعریف کنید.

این قســـمت از چـــوب بلافاصله بعداز لایه زاینده قرار دارد رنگ آن معمولاً روشـــن‌تر از قسمت مرکزی ساقه (یا شاخه) و حاوی سلول‌های زنده و فعال است و شیرابه را از ریشه به برگ‌ها انتقال می‌دهد.

۸- (خرداد ماه ۱۳۸۹) درون چوب چیست و خصوصیات آن را بنویسید.

بخش میانی تنه درخت به میان چوب معروف اســـت سلول های این قسمت غیر فعال بوده با تغییر تدریجی چوب برون تشـــکیل می شود در اکثر گونه‌ها رنگ آن تیره‌تر از برون است و کار آن ذخیره مواد استخراجی و تأمین مقاومت مکانیکی درخت است.

۹- (شهریور ماه ۱۳۸۹) اشعه چوبی چیست؟ وظیفه آن را بنویسید.

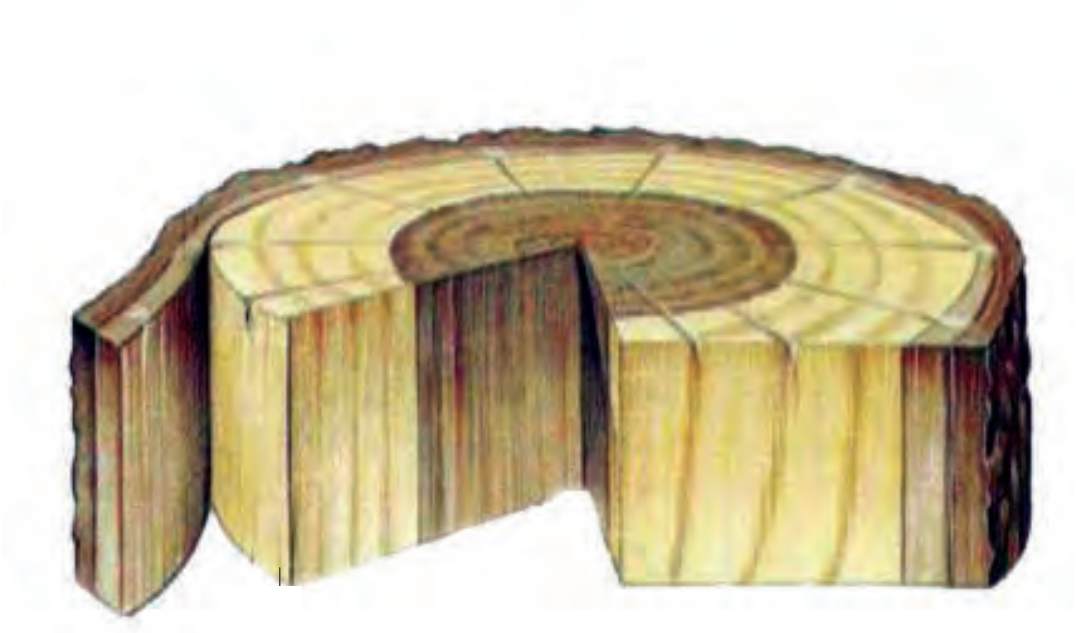
پره‌های چوبی نوارهایی هســـتند متشـــکل از یک یا چند ردیف سلول‌های شعاعی که از پوست تا مرکز درخت و عمود بر دوایر سالیانه امتداد دارند و کار آن‌ها عمدتاً انتقال و ذخیره مواد غذایی است.

۱۰- (دی ماه ۱۳۸۹) چوب‌های غیر طبیعی یا واکنشی را تعریف کنید.

معمولاً در قســـمت خمیده تنه و قســـمت‌های فوقانی و زیرین شاخه‌های درخت چوبی تشکیل می‌شودکه خصوصیات آن با چوب طبیعی یا نرمال کاملاً فرق دارد این گونه چوب‌ها در سوزنی‌برگان به چوب فشاری و در پهن‌برگان به چوب کششی معروف‌اند.

فصل دوم

رنگ ، بو و طعم چوب



پیش‌آزمون

۱- نقش بو و طعم در تشخیص چوب را بیان کنید.

.....

.....

.....

۲- چرا چوب دارای رنگ است؟

.....

.....

.....

۳- آیا مواد رنگی معدنی در رنگ آمیزی چوب نقش دارند؟

.....

.....

.....

۴- آیا رنگ چوب می‌تواند یک عامل مهم و با ثبات به شناسایی دقیق چوب کمک کند؟

.....

.....

.....

۵- کدام عنصر ساختمانی چوب نقش اصلی و اساسی در نقش و نگار چوب دارد؟

.....

.....

.....

۶- نقش لیگنین از ترکیبات شیمیایی چوب چیست؟

.....

.....

۷- مواد استخراجی چه تأثیری بر خواص فیزیکی دارد؟

.....

.....

.....

عوامل مؤثر درایجاد نقوش زیبای چوب

کیفیت و زیبایی نقوش چوب که به وسیله الیاف چوب بهاره و تابستانه به صورت دوایر سالیانه روشن و تیره جلوه می کند بستگی به فرم قرار گرفتن الیاف، انحراف الیاف از محور طولی، ضخامت دوایر سالیانه، اندازه ابعاد و پراکندگی پره‌های چوبی دارد. این زیبایی منحصر به فرد یکی از شاهکارهای خلقت است. (شکل ۱-۲)

نقش چوب و ترکیبات آن در رنگ ، بو و طعم

قبل از پرداختن به موضوع رنگ چوب، لازم است با نقوش چوب و عوامل بوجود آورنده آن آشنا شویم.

تفاوت رنگ در بافت‌های مختلف چوب نقش و نگار چوب را بوجود می‌آورد. در گونه‌های چوبی (شکل‌های ۲-۲ تا ۵-۲) نقش و نگار زیبا و ترکیب رنگی متفاوتی که در بافت‌های چوب ایجاد شده، باعث خلق جلوه‌ای زیبا گردیده است .این مظهر زیبایی نشانهٔ بسیار کوچکی از عظمت خداوند درخلقت شگفت‌انگیز طبیعت است، که همانا خداوند زیبایی را دوست دارد.

در چوب‌هایی که فاقد نقش و نگار هستند رنگ‌بندی خاصی وجود نداشته و جلوه‌ای ندارند، و رنگ بی‌روح و با پراکندگی تقریباً یکسان و مات دیده می‌شود. مانند چوب نمدار و صنوبر در (شکل ۷و۶-۲).

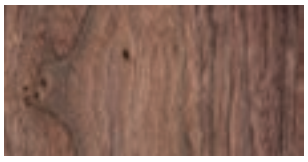
عوامل ایجاد نقش و نگار در چوب

عوامل ایجاد نقش و نگار در چوب عبارتند از :

دوایر سالیانه در مقاطع مختلف (شکل ۸-۲)، پره‌های چوبی (شکل ۹-۲) و تابیدگی الیاف(شکل ۱۰-۲) .

علت همه این تفاوت‌ها پراکنش نایکسان مواد رنگی معدنی در عناصر چوبی و فرم قرارگرفتن این عناصر در ساختار چوب می‌باشد.

شکل ۱-۲- نقوش زیبای چوب راش



شکل۲-۲- نقوش گردوی آمریکا

شکل ۳-۲- نقوش چوب ملج

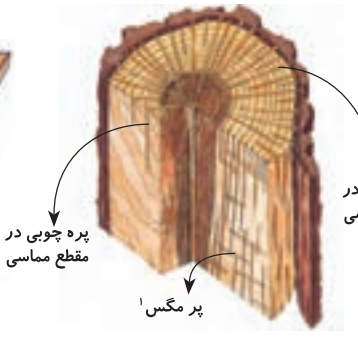
شکل ۴-۲- نقوش چوب بلوط

شکل۵-۲- نقوش چوب ونگه

شکل ۶-۲- چوب صنوبر

شکل ۷-۲- چوب نمدار

شکل ۸-۲- نقش دوایر سالیانه در سه جهت



شکل ۹-۲- پره چوبی در مقاطع مختلف چوب

شکل ۱۰-۲- تابیدگی الیاف

۱- پرمگس : پره‌های چوبی به شکل خاصی در مقطع شعاعی گفته می‌شود.

رنگ چوب

شکل ۱۱-۲- ساختمان چوبی

مواد اســـتخراجی و معدنی از ترکیبات بی‌نظیر: رنگ‌دانه،تانن، اسیدهای چرب، موم و ... تشـــکیل شـــده‌اند که یکی از عوامل ایجاد کننده رنگ در چوب هستند،کیفیت و میزان آن بســـتگی به ارتباط مستقیم با گونه چوبی، سن درخت، ترکیبات خاک جنگل و شرایط آب و هوایی محل رویش درخت و ارتفاع از سطح دریا دارد. رنگ چوب اغلب در اثر تماس با هوای محیط و تابش نور خورشید بر آن تیره‌تر می‌شود.

هر چند رنگ یکی از عوامل شناســـایی چوب است، علیرغم تنوع رنگی زیاد حتی در یک گونه چوبی به طور یقین می‌توان از رنگ برای شناسایی چوب بهره بسیار خوبی را برد.

بـــرای جلوگیری از تغییر رنگ معمولاً از پوشـــش‌های مقاوم بـــه نفوذ مخرب‌های چوب اســـتفاده می‌شود.خصوصاً زمانی که چوب به عنوان نمای ســـاختمان‌ها، پرچین و به عنوان سازه‌های چوبی که در فضای آزاد باز قرار می‌گیرند، استفاده شود. (شکل ۱۱-۲)

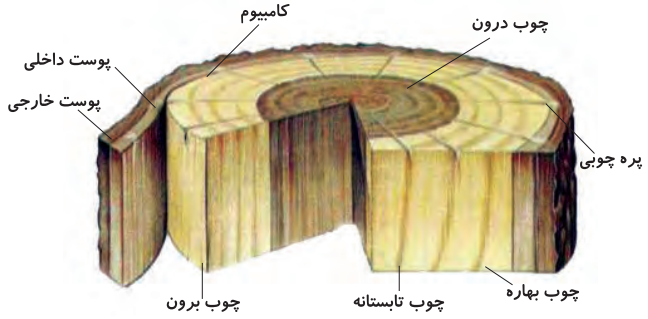
شکل۱۳-۲- چشمک در مقطع مماسی چوب راش

در بعضی مواقع صاحبان صنعت مبلمان برای از بین بردن رنگ چوب به منظور هماهنگ کردن رنگ قطعات یک سازه چوبی و یا به منظور دیگر از اسیدهای آلی رنگ بر استفاده می کنند.

شکل ۱۴-۲- پرمگس در مقطع شعاعی چوب بلوط

الف)اثر دوایر سالیانه

دوایر سالیانه نقش اصلی در ایجاد نقش و نگار در چوب را دارند. اختلاف رنگ چوب بهاره و تابستانه به صورت حلقه‌های سالیانه روشن و تیره می‌باشند، به‌طوری‌که رویش سالیانه چوب به صورت حلقه بهاره و تابستانه دراطراف مغز درخت بوجود می‌آورد. (شکل ۱۲-۲)



شکل ۱۲-۲- آثار عناصر درخت و چوب در مقاطع مختلف چوب

ب) اثر پره چوبی

پره چوبی، در مقطع مماســـی چوب به صورت کوچک و باریک‌تر مانند چشمک در چوب راش (شکل۱۳-۲) ظاهر می‌شود و در مقطع شعاعی به صورت بزرگ و پهن‌تر مانند پرمگس[1] در چوب بلوط (شـــکل ۱۴-۲) مشاهده می‌شود. در مقطع عرضی به صورت خطوط شعاعی از مغز درخت به سمت پوست (شکل ۱۲-۲) دیده می‌شود پره چوبی علاوه بر ایجاد نقش و نگار و فراهم کردن جلوه‌ای زیبا از چوب یکی از عوامل مهم در شناسایی چوب‌ها می‌باشند.

۱- پر مگس : به شکل خاص پره‌های چوبی در مقطع شعاعی و در بعضی از گونه‌های پهن برگ که با چشم غیر مسلح قابل رؤیت است گفته می‌شود.

نقوش حاصل از پرهٔ چوبی باریک (یک ردیفه) با چشم غیر مسلح در مقاطع مماسی و شعاعی قابل رؤیت نیست. مانند گونه چوبی زبان گنجشک (ون) در(شکل۱۵-۲)

در چوب‌های دارای پره چوبی (چند ردیفه) در مقاطع مختلف پره‌های چوبی با چشم غیر مسلح قابل رؤیت هستند . مانند چوب چنار و بلوط در مقاطع مختلف شکل (۱۷و۱۶-۲) و در زیبایی چوب‌ها نیز مؤثرند، و همچنین در شناسایی چوب نیز نقش کلیدی دارند.

شکل ۱۵-۲- نقوش چوب وَن

شکل ۱۶ -۲- آثار پره چوبی زیاد در چنار

ج) اثر پیچیدگی الیاف

جهت الیاف چوب معمولاً در راســـتای محور طولی درخت قرار دارد. ولی به لحاظ شرایط جغرافیایـــی، ژنتیکی و ...، و بعضاً الیاف به صورت مورب، پیچیده و یا موج دار قرار می‌گیرند. (شکل ۱۸-۲)

آثار پیچیدگی باعث بوجود آمدن نقش و نگار زیبایی می‌شـــود مانند نقوش زیبای چشم بلبلی در گونه افرای چشم بلبلی. (شکل۱۹-۲)

شکل ۱۷-۲- ظرف ساخته شده از چوب بلوط

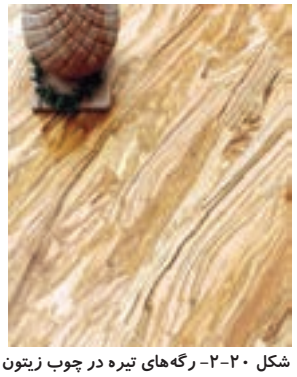
د) اثر مواد رنگی معدنی

اگـــر مواد رنگی معدنی به صورت یکنواخت در چوب پراکنده شـــوند، فقط به ایجاد رنگ در چوب منجر می‌شـــوند. هیچ نقشـــی در تنوع رنگ و خلق زیبایی چوب نخواهند داشت .

همان‌طوری‌کـــه در فصول قبل عنوان گردید چوب یک ماده هرســـو نایکســـان اســـت. یعنـــی خـــواص آن درجهات مختلـــف متفاوت اســـت. این تفـــاوت می‌تواند باعـــث ایجاد نایکنواختـــی پراکندگـــی مـــواد رنگـــی در بافت‌هـــا و مقاطـــع مختلف چوب شـــود، و در چـــوب باعـــث رنگ‌آمیزی نقوش می‌گـــردد. رگه‌های تیـــره رنگ در چوب زیتـــون و زبرانو نمونهٔ بارز از این‌گونه نقوش رنگی در چوب‌ها می‌باشد. (شکل ۲۱و۲۰-۲)

شکل ۱۸-۲-نقوش حاصل از پیچیدگی الیاف در چوب

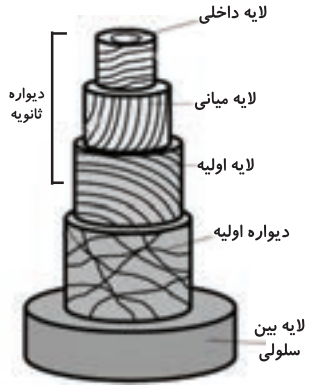
شکل ۱۹-۲- نقوش چشم بلبلی از آثار پیچیدگی الیاف چوب



شکل ۲۰-۲- رگه‌های تیره در چوب زیتون

شکل ۲۱-۲- رگه های تیره در چوب زبرانو

جذب مواد شیمیایی متفاوت در بافت‌های الیاف چوب بهاره و تابستانه، پره چوبی باعث تفاوت در شکل‌گیری رنگ‌دانه‌ها و رنگ‌آمیزی خاصی در چوب می‌شود.



شکل ۲۲-۲-ساختمان دیواره سلولی پهن‌برگان

ر) اثر ترکیبات شیمیایی چوب:

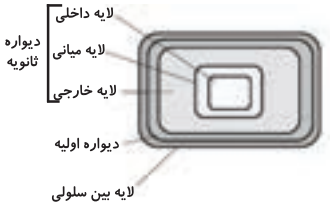
۱- سلولز ماده‌ای است به شکل تارهای نازک که در دیواره عناصر ساختمانی مانند فیبرها، تراکئیدها، آوندها، پره چوبی یافت می‌شوند و مقدار آن در چوب‌های مختلف بین ۴۰ تا ۵۱ درصد می‌باشد.(شکل ۲۳ و۲۲-۲)

۲- همی‌سلولز هم نوعی دیگری از سلولزها است و همانند سلولز در عناصر ساختمانی چوب یافت می‌شوند و مقدار آن بین ۲۴ تا ۴۰ درصد است. (شکل ۲۳و۲۲-۲)

۳- لیگنین ماده دیگری از ترکیبات شیمیایی چوب است که به عنوان ماده چسبنده و اتصال دهنده الیاف چوب در تشکیل ساختمان چوب ایفای نقش می‌کند و مقدار آن در چوب‌ها بین ۱۸ تا ۳۰ درصد است .

۴- مواد استخراجی به صورت مواد رنگی، تانن، انواع اسیدها، موم، چربی، رزین و ... که مقدار آن بین ۱ تا ۱۰ درصد می‌باشد.

۵- مواد نسوز و معدنی از قبیل فسفر، منیزیم، پتاسیم و سدیم که مقدار آن بین ۰/۲ تا ۱ درصد است. مطابق (جدول ۱-۲)



شکل ۲۳-۲- دیواره سلولی (تراکئید) در عناصر ساختمانی سوزنی‌برگان

جمع درصد در ردیف‌های افقی جدول به صددرصد نزدیک می‌شود و این به لحاظ دقت و بکارگیری از روش‌های مختلف آزمایشگاهی می‌باشد.

جدول ۱-۲ – ترکیب شیمیایی چند گونه چوبی

ردیف	گونه چوبی	سلولز	همی‌سلولز	لیگنین	مواد معدنی	مواد استخراجی قابل حل در :	
						آب	استن
۱	کاج	۵۱/۹	۲۰/۵	۲۸/۲	۰/۲	۰/۶	۲/۶
۲	نوئل	۵۸/۳	۱۹/۹	۲۹/۰	۰/۲	۱/۸	۱/۱
۳	بلوط	۳۸/۹	۲۸/۸	۲۳/۸	۰/۳	۱/۸	۴/۳
۴	صنوبر	۵۲/۴	۲۳/۱	۲۰/۳	۰/۲	۲/۲	۲/۱
۵	لاریکس	۴۵/۸	۹/۳	۲۹/۵	۱/۰	۵/۱	۳/۶
۶	نراد	۴۸/۰	۲۳/۱	۲۹/۹	۰/۷	۱/۴	۰/۹
۷	توس	۴۶/۸	۳۲/۹	۲۱/۲	۰/۴	۱/۵	۳/۰
۸	افرا	۴۱/۵	۳۳/۳	۲۳/۱	۰/۳	۰/۵	۰/۳
۹	راش	۴۲/۲	۳۶/۹	۲۰/۸	۰/۵	۰/۶	۰/۵

شکل ۲۴-۲-طول پره چوبی (پر مگس) در پهنای برش شعاعی در چوب بلوط

شکل ۲۵-۲- مقطع پره چوبی (چشمک)در برش مماسی در چوب راش

شکل ۲۶-۲-پره چوبی در برش بینابینی

شـکل ۲۷-۲- پره چوبی ریز در جهت برش مماسـی افرا

ز) اثر درخشندگی چوب

پدیده درخشـــندگی در چوب بســـتگی به فرم استقرار الیاف و پره چوبی و تعداد آنها در ســـطوح چوب و مواد اســـتخراجی موجود دارد.کیفیت درخشندگی چوب ارتباط مستقیم با افزایش درجه صافی ســـطح و جرم مخصوص چوب دارد .همچنین در مقطع شعاعی پره‌های چوبی درخشـــنده‌تر از مقطع مماســـی هســـتند و این به لحاظ قرار گرفتن دیواره فشرده و صیقلی پره چوبی (جهت طولی آن) در پهنای مقطع شعاعی می‌باشد (شکل۲۴-۲).

درصورتی‌که در مقطع مماســـی فقط مقاطع پره‌های چوبی نمایان می‌شوند و آنها اندازه کوچک‌تری از دیواره طولی، پره‌ها می‌باشند، مانند پره‌های چوبی چوب راش. (شکل ۲۵-۲)

پره چوبی در مقاطع نیمه شـــعاعی و نیمه مماســـی (بینابینـــی) در گونه‌های مختلف با درخشندگی خاص و ابعاد متفاوت ظاهر می‌شود. معمولاً از ابعاد پره چوبی در مقطع شعاعی کوچک‌تر و در مقطع مماســـی بزرگ‌تر می‌باشـــند. مانند پره چوبی در برش بینابینی چوب راش. (شکل ۲۶-۲)

بعضـــی گونه‌ها پره‌هـــای چوبی ریز، بعضـــاً پرتعداد و براق هســـتند ماننـــد چوب افرا. (شـــکل ۲۷-۲) و همچنین در گونه‌هایی از چوب‌ها درخشـــندگی پره چوبی اندک اســـت و ظاهری مات دارند. مانند چوب توسکا.

ه) اثر مواد استخراجی

مواد استخراجی نقش مؤثری در تغییر خواص فیزیکی و دوام طبیعی چوب دارد.

ترکیب و نوع رزین موجود در چوب به فاکتورهای اصلی همچون مکان رویشـــگاه، ســـن درخـــت و عوامل ژنتیکی بســـتگی دارد. بـــو و طعم چوب به دلیل وجود مواد اســـتخراجی می‌باشـــد در دما و رطوبت پایین بوی چوب ضعیف و حتی ممکن اســـت محســـوس نباشد امـــا بـــا افزایش رطوبـــت و دما، بوی چوب انتشـــار می‌یابد ومحســـوس‌تر می‌شـــود . البته بعضـــی از بوهـــای منتشـــره از چوب بـــه خاطر اثر قارچها و پوســـیدگی چوب می‌باشـــد. ایـــن قارچ ها غشـــاء ســـلول‌های چـــوب را تجزیـــه می‌کنند و باعـــث ایجاد پـــودر چوب می‌شـــوند و در این میان مواد اســـتخراجی نیز تجزیه شـــده و منشـــأ تولیـــد بو در چوب می‌شود. همچنین ممکن اســـت مواد ذخیره‌ای از قبیل پروتئین‌ها و چربی‌ها در سلول‌های پارانشـــیمی که در اثر تجزیه عوامل قارچی تولید بوی نامطلوب کنند. نوع بو در چوب‌ها به لحاظ وجود ترکیبات مواد استخراجی و غذایی مختلف متفاوت است. این تفاوت در شناسایی چوب مؤثر می‌باشد. خصوصاً چوب‌های تازه قطع شده بوی بیشتری دارند. لذا به راحتی بدون نیاز به ابزار آزمایشگاهی و تهیه نمونه و مطالعه می‌توان چوب را شناسایی کرد .

بـــو در بعضی از چوب‌ها به دوام طبیعـــی آن هم کمک می‌کند به‌طوری‌که از بوی بعضی از گونه‌های چوبی حشـــرات گریزانند . مانند چوب زربین در ســـوزنی برگان ، از چوب زربین برای ساخت کمد لباس و رختخواب استفاده می‌شود، بوی چوب زربین برای حشرات خانگی مزاحمت ایجاد می‌کند.

مواد اســـتخراجی به بعضی چوب‌ها تلألو و درخشـــندگی ویژه‌ای می‌بخشد (شکل۲۸-۲) مانند درخشـــندگی پره‌های چوبی در اغلب چوب‌ها و یا درخشـــندگی الیاف چوب. (شـــکل ۲۹-۲و ۳۰-۲)

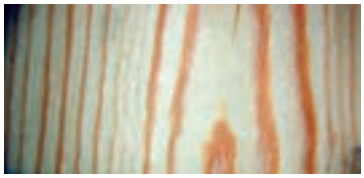
شکل۲۸-۲- درخشندگی الیاف چوب

شکل ۲۹-۲- درخشندگی پره چوبی

نفـــوذ چســـب به چوب بـــرون بیشـــتر از چوب درون اســـت، لذا خاصیت چســـبندگی بهتـــری را ایجـــاد می‌کنـــد از آنجائیکه چـــوب درون دارای مواد اســـتخراجی بیشـــتری نســـبت به چـــوب برون می‌باشـــد و چســـب‌خوری کمتـــری دارد، این امر باعث می‌شـــود اتصال‌های ایجاد شـــده با چســـب در سازه‌هایی که از چوب درون ســـاخته شده‌اند مقاومت بهتری داشـــته باشـــند. ولـــی در عوض باعـــث صرفه‌جویی در مصرف چســـب می‌شـــوند.

شکل ۳۰-۲- درخشندگی پره چوبی الیاف

نفوذ مایعات و رنگ‌پذیری چوب با افزایش مواد اســـتخراجی کاهش می‌یابد. این به لحاظ وجود مواد اســـتخراجی بیشتر در چوب تابســـتانه و چوب درون است. تجربه نشان داده، به هنگام انتقال آستری و رنگ بر روی چوب کاج، خصوصاً لاریکس به خاطر بافت فشرده و رنگ تیره چوب در بخش‌های تابستانه و چوب درون به لحاظ مواد استخراجی بیشتر، رنگ کمتری نسبت به چوب بهاره و چوب برون جذب شود. همین امر ایجاد پوشش یکنواخت روی سطوح چوب‌های مشابه کاج را با مشکل روبرو می‌کند. (شکل ۳۲-۲ و۳۱-۲)


شکل ۳۱-۲- نمای چوب کاج با چوب بهاره و تابستانه متفاوت

افزایش تانن در چوب به عنوان یکی از مواد استخراجی باعث افزایش دوام طبیعی چوب می‌شود تانن به عنوان یکی از مواد گندزدایی (ضد عفونی کننده) و همچنین یک ماده حلال اقتصادی است و آن را از چوب استخراج می کنند.

به عنوان مثال، چوب راش علیرغم جرم مخصوص بیشتر نسبت به چوب کاج، دارای دوام طبیعی کمتری می‌باشد. این به لحاظ وجود تانن بیشتر در چوب کاج است. چوب بلوط هم دارای تانن می‌باشـــد. به همین دلیل یکی از چوب‌های با دوام کشور و مناطق معتدله جهان اســـت تانن در پاک‌سازی (دباغی) پوست حیوانات برای ســـاخت چرم نیز استفاده می‌شود. (جدول ۱-۲)

شکل ۳۲-۲- نمای چوب لاریکس با چوب بهاره و تابستانه متفاوت

شکل ۳۳-۲- تصویر چوب ملز (لاریکس)

چربی چوب

چربی مانع نفوذ مایعات و خصوصاً رنگ‌های محلول در آب می‌گردد. (شکل ۳۳-۲- چوب ملز) این حالت محاســـن و معایبی خواهد داشت. این گونه چوب‌ها جذب رنگ کمتری دارند

و باعث صرفه‌جویی در مصرف رنگ می‌شـــوند. از طرف دیگر سطح چوب یک ماده ناهمگن است و ذخیره ماده چربی در بافت‌های آن متفاوت است لذا جذب آستری و رنگ یکنواخت نخواهد بود.

چربی چوب همچنین مانع نفوذ رطوبت می‌شـــود. عدم نفوذ رطوبت به چوب و یا کاهش رطوبت‌پذیری باعث رهایی چوب از پدیده هم‌کشـــیدگی و واکشـــیدگی می‌شود و در نتیجه دوام طبیعی چوب بالا می‌رود.شکل تیک از گونه‌های استوایی. (شکل ۳-۲)

شکل ۳۴-۲- چوب تیک

رنگ چوب اغلب ارتباط مســـتقیم با نوع و مقدار مواد اســـتخراجی موجود در چوب دارد. با افزایش مواد اســـتخراجی در چوب‌ها رنگ آنها تیره‌تر می‌شود. چوب‌های تیره رنگ معمولاً دوام طبیعی بیشتری دارند مانند چوب بلوط و لاریکس. (شکل ۳۵-۲)

در بین چوب‌های سفید سوزنی برگ لاریکس و چوب بلوط از پهن‌برگان دارای رنگ تیره و دوام طبیعی بالا می‌باشند.

چوب سرو خمره‌ای به عنوان یک استثناء، با رنگ روشن در بین سوزنی‌برگان دارای دوام طبیعی بیشـــتری است. مواد استخراجی موجود در چوب با ترکیبات شیمیایی مختلف است.

شکل ۳۵-۲- چوب بلوط قرمز

مشخصات کاربردی چوب

آشـــنایی با مشـــخصات فیزیکی و مکانیکی گونه‌های چوبی می‌توانـــد در انتخاب کاربرد مناســـب آنها بسیار مفید باشد . بکارگیری درســـت هرکدام از چوب‌ها در ساخت سازه‌های چوبی باعث کاهش هزینه مواد اولیه و افزایش کیفیت و طول عمر محصول می‌گردد.

به همین منظور مشـــخصات فنـــی و کاربردی تعدادی گونه‌هـــای چوبی در جدول ۲-۲ معرفی می‌شود.

در این جدول رنگ‌های موجود در چوب از روشن به تیره به ترتیب از حرف C با بالاترین ضریب (۴C) شـــروع و پس از کاهش ضریب به حرف CT و ســـپس در آخر حرف T که یک چوب تیره است مورد شناسایی و نام‌گذاری می‌شوند.

در مورد تعیین درجه سختی چوب‌ها هم نام‌گذاری مشابه شناسایی رنگ چوب می‌باشد.

جدول ۲-۲- مشخصات فیزیکی و مکانیکی تعدادی از گونه‌های چوب

ردیف	گونه چوب	جرم مخصوص kg/m^3	مقایسه رنگ	سختی چوب برای منبت‌کاری	مقاومت به فشار در جهت طولی الیاف
۱	توس	۶۵۰	۴C	۲T	۵۰۰
۲	آلبالو	۹۰۰-۶۸۰	CT	T-TM	-
۳	برگ	۶۰۰	C	۲T	-
۴	بلوط	۷۰۰	C	۲T	۵۴۰
۵	نوئل	۴۶۰	۳C	۲M	۳۲۰
۶	بید	۵۰۰-۴۵۰	۲C	۳M	-
۷	افرا	۵۷۰-۶۷۰	۳C-۲C	۲T	-
۸	لاریکس	۶۸۰	C	TM	۴۲۰
۹	نمدار	۵۰۰-۴۰۰	۴C	۴M-۲M	۳۱۵
۱۰	ارس	۷۰۰	۲C	۳M	-
۱۱	توسکا	۵۰۰	C-CT	۲M	۳۵۰
۱۲	نراد	۳۷۰-۴۴۰	۲C	۴M-۳M	۲۹۰-۳۴۰
۱۳	گردو	۶۰۰	C-CT	T-TM	۵۰۰
۱۴	کاج	۵۲۰	۲C	M-۲T	۳۴۰-۳۷۰
۱۵	زبان گنجشک	۶۸۰	C	۲T	۳۵۰-۴۰۰
۱۶	صنوبر	۴۲۵	۳C-۲C	۴M-۳M	-

☑ از رنگ خیلی روشن به رنگ خیلی تیره به ترتیب نام گذاری می شود.

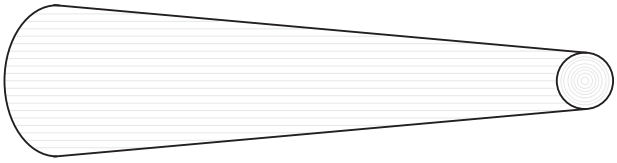
۴C ، ... ، C ، CT ، ... ، ۴T

☑ چوب نرم به چوب سخت به ترتیب حروف زیر نام‌گذاری گردیده است:

۴M، ۳M، ... ، T ، TM ، M، ... ، ۴T

تحقیق کنید

۱ــ شـــکلی ترسیم کنید که در آن اختلاف قطر میان ابتدا و انتهای گرده‌بینه مشخص و با برش و تبدیل به الوار تأثیر آن در نقش و نگار را بررسی کنید.



.....

.....

.....

.....

۲- تأثیر رنگ در نقش و نگار و ارزش اقتصادی چوب‌ها را بررسی کنید.

.....

.....

۳- تعدادی از چوب‌های تجاری و صنعتی داخل کشور را از نظر زیبایی نقوش دسته‌بندی کنید.

.....

.....

۴- به صورت گروهی در مورد شناسایی چوب‌های منطقه خود بررسی و تحقیق کنید.

.....

.....

خودآزمایی

۱- نقوش چوب آثار کدام عناصر ساختمانی می‌باشد؟

۲- نقش پره چوبی در مقاطع مماسی و شعاعی چوب‌ها چه طور ظاهر می‌شود؟

۳- بیشترین ترکیبات شیمیایی چوب مربوط به کدام ماده است؟

۴- درخشندگی چوب در کدام عنصر ساختمانی ظاهر می‌شود؟

۵- آیا بو به دوام طبیعی چوب کمک می‌کند؟ مختصر شرح دهید.

۶- مواد استخراجی چه طور بر خواص فیزیکی تأثیر می‌گذارد؟

۷-از مواردی که باعث افزایش دوام طبیعی چوب می‌شوند نام ببرید.

نمونه سؤال امتحان نهایی

۱- (دی ماه ۱۳۸۶) رنگ چوب ناشی از چه موادی است و در کجا وجود دارد؟

رنگ چوب ناشـــی از مواد شـــیمیایی، مانند: تانن، رزین‌ها، روغن‌ها، اسیدهای آلی، مواد رنگی و ... غالباً در چوب درون و به نســـبت کمتری در چوب برون ذخیره می‌شوند و به آنها مواد استخراجی می‌گویند.

۲- (خرداد ماه ۱۳۸۷) تیره رنگ شدن چوب در مجاورت هوا غالباً در برون چوب پدید می‌آید یا درون چوب؟ علت این تغییر رنگ چیست؟

در برون چوب چنین تغییر رنگی منشأ شیمیایی دارد و در نتیجه اکسیده شدن ترکیبات معدنی موجود در چوب به وجود می‌آیند.

۳- (خرداد ماه ۱۳۸۷) بوی چوب ناشی از چیست؟

بوی چوب ناشـــی از وجود مواد استخراجی فرّار در چوب است. این مواد اکثرا در دیواره سلول‌های چوب درون ذخیره می‌شوند.

۴- (شهریور ماه ۱۳۸۷) مواد استخراجی چیست، چه تأثیری بر دوام طبیعی چوب دارد؟

مواد شـــیمیایی مانند تانن، رزین‌ها، روغن‌ها، اسیدهای آلی، مواد رنگی. در مقابل حملهٔ قارچ‌های عامل پوســـیدگی چوب و حشرات مانند ســـم عمل می‌کند و از پوسیدگی چوب جلوگیری می‌نماید.

۵- (دی ماه ۱۳۸۷) به طور کلی چه عواملی باعث تغییر رنگ در چوب می‌شوند؟ چهار مورد کافی است.

رطوبت، نور، خورشـــید، قرار گرفتن در معرض هوای آزاد، ذخیره شدن بیش از حد مواد استخراجی، حمله باکتری‌ها و قارچ‌ها

۶- (دی ماه ۱۳۸۷) تأثیر بوی چوب بر دوام طبیعی آن را بنویسید.

بعضی از چوب‌ها دارای بوی مخصوصی هســـتندکه حشـــرات چوب‌خـــوار را از خود دور می‌ســـازند، به عبارت دیگر«حشره گریز» هستند به همین دلیل، دوام طبیعی آنها زیادتر از چوب‌های بی‌بوست. (مثل چوب زربین)

۷- (خرداد ماه ۱۳۸۸) علت تیره شدن چوب در مجاورت هوا را بنویسید.

این تغییر رنگ غالباً در برون چوب پدید می‌آید. چنین تغییر رنگی منشأ شیمیایی و در نتیجه اکسیده شدن ترکیبات معدنی موجود در چوب به وجود می‌آید.

۸- (شهریور ماه ۱۳۸۸) نام چهارگونه چوبی با دوام طبیعی بالا را بنویسید.

گردو، سکویا، سرو، سدر، ارس، بلوط و اقاقیا

۹- (دی ماه ۱۳۸۸) رنگ چوب توسکا پس از بریده شدن درخت به سرعت از ..... به ..... و بعد به قهوه‌ای مایل به زرد تغییر می‌یابد.

سفیدی و قرمزی

۱۰- (دی ماه ۱۳۸۸) سه گونهٔ چوبی کم‌دوام را نام ببرید.

صنوبر، بید، نمدار

۱۱- (خرداد ماه ۱۳۸۹) بوی چوب چه تأثیری بر دوام طبیعی آن دارد؟

بعضی از چوب‌ها دارای بوی مخصوصی هستند که حشرات چوب‌خوار را از خود دور می‌سازند و به عبارت دیگر حشره‌گریز هستند و به همین دلیل دوام طبیعی آنها زیادتر از چوب‌های بی‌بوست.

۱۲- (شهریور ماه ۱۳۸۹) طعم چوب ناشی از چیست؟

طعم چوب ناشی از وجود مواد استخراجی در چوب است و در تعیین کاربرد آن از جمله در ساخت ظروف غذاخوری، قاشق چوبی، چوب بستنی و ... بسیار با اهمیت است.

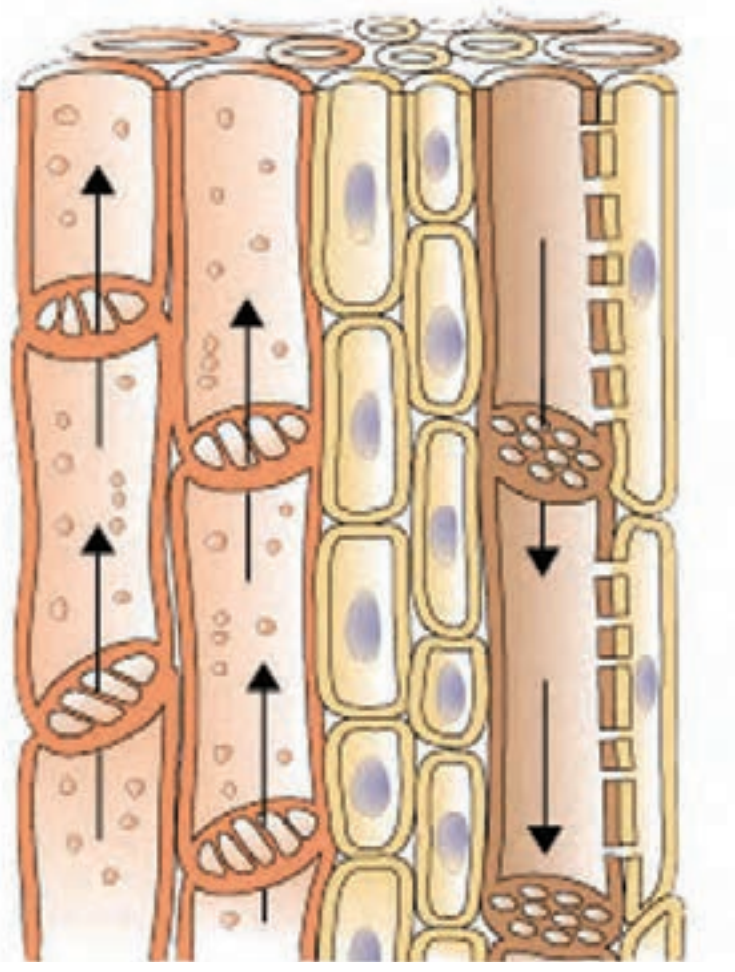
۱۳- (دی‌ماه ۱۳۸۹) جاهای خالی در متن زیر را به ترتیب در پاسخ‌نامه ذکر کنید.

«معمولاً چوبی که در معرض هوای آزاد قرار می‌گیرد، اغلب ..... می‌شود و این تغییر رنگ غالباً در ..... پدید می‌آید. چنین تغییر رنگی منشأ ..... دارد و در نتیجه اکسید شدن ..... موجود در چوب به وجود می‌آید.»

تیره رنگ - برون چوب - شیمیایی - ترکیبات معدنی

فصل سوم

رطوبت چوب



پیش‌آزمون

۱- رطوبت و آب را در درخت سرپا بیان کنید.

.....

.....

.....

۲- برداشت چوب از جنگل در چه فصلی است و چرا؟

.....

.....

.....

۳- رطوبت چوب برای ساخت مبلمان مسکونی چه مقدار می‌باشد؟

.....

.....

.....

۴- به چه دلیل پایداری ابعاد چوب مهم می‌باشد؟

.....

.....

۵- انواع ابزارهای اندازه‌گیری جرم یک قطعه چوب را نام ببرید.

.....

.....

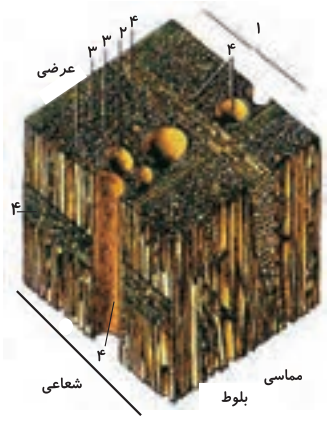
.....

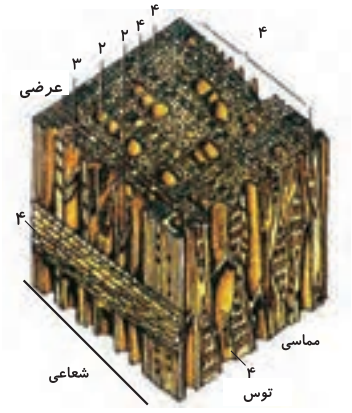
۶- چگونه درصد رطوبت چوب بیان می‌شود؟

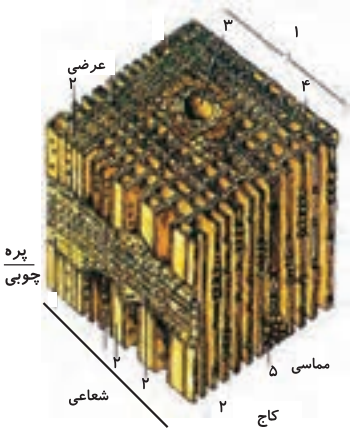
.....

.....

.....







بلوط: ۱- رویش سالیانه. ۲- آوند ۳- فیبر ۴- پره چوبی
توس: ۱- رویش سالیانه ۲- آوند ۳- فیبر ۴- پره چوبی
کاج: ۱- رویش سالیانه ۲- تراکئید بهاره ۳- حفره رزینی ۴- تراکئید تابستانه ۵- پره چوبی

شکل ۱-۳- مقاطع میکروسکوپی سه گونه چوبی

رطوبت در درخت سرپا

ساختمان میکروسکپی و ماکروسکپی چوب شرایطی را به وجود می‌آورد که می‌توان چوب را به عنوان یک ماده پرخلل و فرج به حساب آورد (شکل ۱-۳). این خاصیت شامل فضاهای موجود بین رشته‌های سلولز و میکروفیبریل‌ها از یک طرف و نیز حفره‌های سلولی

از طرف دیگر می‌باشـــد، که در مجموع چوب را یک ماده متخلخل ســـاخته است این خلل و فرج در درخت ســـرپا به وســـیله مایعات و تا حدودی از گازها پر شـــده‌اند. در حالت طبیعی چوب چه در درخت سرپا و چه به صورت تبدیل شده، اغلب مقدار معینی رطوبت (آب) دارد. (شکل ۲-۳)

در درخت سرپا (زنده) مقدار رطوبت چوب قبل از هر چیز به گونه‌ی چوبی، سن درخت، شرایط توده جنگلی و نیز فصل سال بستگی دارد.

با توجه به فیزیولوژی درخت واضح اســـت که آب از زمین و توســـط جوان‌ترین لایه‌های چوب برون به طرف بالا منتقل شـــده و مواد غذایی از طریق لایه آبکش با پوســـت درون به طرف پایین و اندام‌های مصرف‌کننده هدایت می‌شود. (شکل ۳-۳)

مجموعه این مایعات، رطوبت در درخت سرپا را تشکیل می‌دهند ، که مقدار آن بوده در گونه‌های مختلف نوسان دارد. (جدول ۱-۳)

جدول ۱-۳- متوسط درصد آب در چوب های تازه قطع شده در پاییز

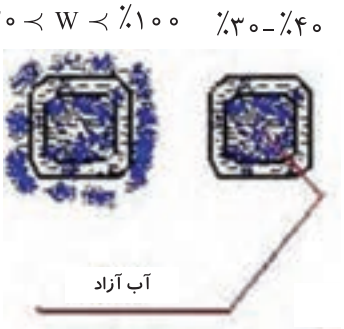
ردیف	نوع چوب	چوب درون	چوب برون	میانگین
۱	کاج	۳۰-۴۰	۱۰۰-۱۲۰	۸۸
۲	نوئل	۳۰-۴۰	۱۰۰-۱۲۰	۹۱
۳	لاریکس	۳۰-۴۰	۱۰۰-۹۰	۸۲
۵	توس	۳۰-۴۰	۷۰-۹۰	۷۸
۶	کبوده	۳۰-۴۰	۸۰-۱۰۰	۸۲

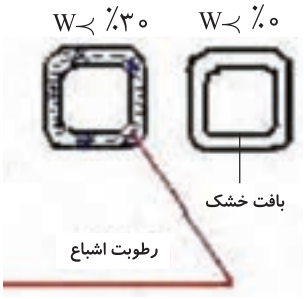
برداشـــت چـــوب از جنگل معمولاً در زمســـتان و به خاطر عـــدم فعالیت درخت صورت می‌گیرد. در این فصل مقدار رطوبت در درخت سرپا به حداقل خود می‌رسد و آسیب کمتری به آن وارد می‌شود.(شکل ۴-۳)

اما رطوبت در درخت ســـرپا در فصل بهار و تا حدودی در تابســـتان به دلیل اوج فعالیت زیستی درخت خیلی بیشتر است.

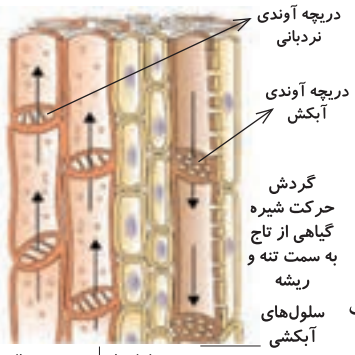
شرایط محیطی و رطوبت در چوب

مقدار رطوبت (آب) در چوب بستگی به شرایط زیستی درخت سرپا و یا محیطی که پس از قطع در آن مکان قرار می گیرد، دارد. چوب در زمان حیات به آب نیاز دارد و پس از قطع باید عاری از رطوبت باشـــد. به‌طوری‌که آب در حالت دوم، آب باعث تخریب چوب می‌شود. درخت برای رشـــد و نمو در محیط جنگل به ســـه فاکتور مهم نیـــاز دارد آب، نور، حرارت،





شکل ۲-۳- آب آزاد و رطوبت اشباع



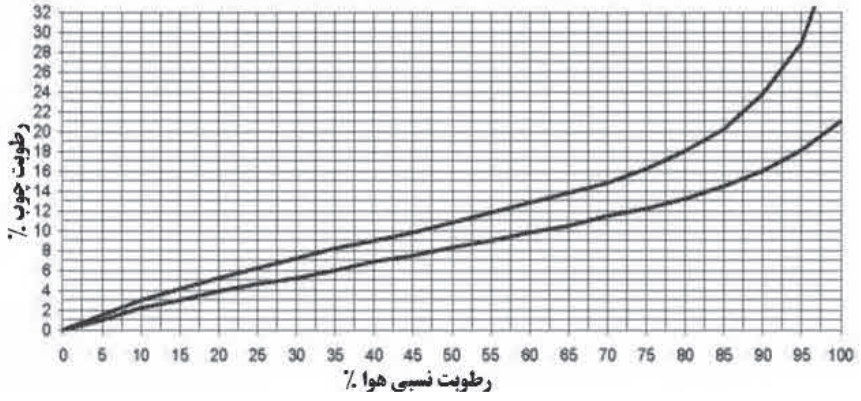
شکل ۳-۳- چرخه آب در درخت و چگونگی مصرف آن

شکل ۴-۳- استحصال چوب از جنگل با ماشین‌های مدرن

با توجه به این‌که در فصل بهار و بخشی از تابستان نزولات آسمانی، نور و حرارت مطلوب است ، بنابراین درخت در فصل بهار از بیشترین فعالیت برخوردار است. در این شرایط آب در درخت به حداکثر مقدار خود می‌رسد. پس از قطع درخت ، ادامه حضور آب در چوب شرایط مناسبی برای فعالیت قارچها و سایر عوامل مخرب چوب فراهم می‌کند ، لذا باید چوب را خشک نمود ، تا بتوان از آن در تولید مبلمان و یا سازه‌های چوبی استفاده نمود. برای این منظور بایستی رطوبت آن را به حداقل میزان ممکن (شرایط محیط مصرف) رساند. این است که، درصد رطوبت چوب را برای مصرف در محیط استقرار سازه، مشخص می‌کند.

نکته

باید به خاطر داشت چوب همیشه در حال تبادل رطوبت با محیط اطراف خود برای رسیدن به تعادل رطوبتی است. سرعت این تبادل بستگی به رطوبت نسبی هوای محیط دارد. (جدول ۲-۳ و نمودار ۵-۳)



نمودار ۵-۳- رابطه رطوبت چوب با رطوبت نسبی هوا

اگر به این مهم توجه لازم نشود، پس از قرار گرفتن سازه چوبی در یک محیط تبادل رطو بتی بین محیط و سازه برقرار می‌گردد. در این صورت اگر یک سازه چوبی (مثل صندلی) رطوبت بیشتری نسبت به محیط داشته باشد با از دست دادن رطوبت سلول‌های چوب (الیاف) جمع (هم‌کشیده) می‌شوند. (نمودار ۵-۳) که دراین وضعیت اتصالات، تخریب شده و پوشش‌های رنگی سطح چوب آسیب می‌بینند، به‌طوری که پوسته می‌شوند و از سطح چوب جدا می‌شود، یا اتصالات ضعیف شده و تخریب می‌گردند.

اما اگر رطوبت سازهٔ چوبی نسبت به محیط مجاور کم باشد، سازه چوبی در تبادل رطوبت با محیط خود برای ایجاد تعادل، رطوبت از محیط جذب و باعث تورم الیاف چوب و واکشیدگی می‌شود. در این صورت نیز به سطوح پوشیده از رنگ، اتصالات و سایر اعضاء سازه آسیب وارد می‌شود.

رطوبت چوب

قبـــل از این‌که به تأثیر متقابـــل آب و چوب بپردازیم به خـــواص آب و چوب به صورت جداگانه و به طور اختصار اشاره می‌کنیم.

حالت فیزیکی آب : آب به سه صورت مختلف در طبیعت وجود دارد.

۱ – مایع ۲ – جامد ۳ – بخار (گاز)

حالت فیزیکی چوب : چوب جســـمی اســـت مرکب ازخلل و فرج با الیاف ریز و درشت که قســـمت اعظم آن از سلولز، همی‌ســـلولز، لیگنین و مواد استخراجی تشکیل شده است. تخلل، مجموعه‌ای بنام لوله‌های بســـیار باریک (موئین) است که بدون ارتباط و یا در ارتباط با یکدیگر هستند. اگر لوله‌های موئین دارای شعاع مساوی باشند، مجموعه همگن و چنانچه شعاع لوله‌های موئین مجموعه نامساوی باشد، آن مجموعه ناهمگن است. (شکل ۶-۳)

شکل ۶-۳- انواع لوله های موئین در ساختمان چوب پهن برگان و سوزنی برگان

لوله‌های موئین به لحاظ ابعاد (ریزی ودرشتی) متفاوت هستند

ماکروکاپیلار $r > ۱۰^{-۵}\,cm(> ۰/۱\mu m)$

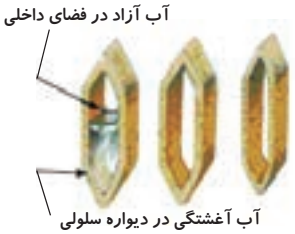
میکروکاپیلار $r \leq ۱۰^{-۵}\,cm(\geq ۰/۱\mu m)$

لوله‌های موئین درشـــت (ماکروکاپیلار) در شـــرایط موضعی قادر بـــه جذب و نیز حمل مایعات می‌باشـــد. درحالی که لوله‌های موئین ریز (میکروکاپیلار) قادر به جذب وانتقال آب نیست و فقط بخار آب را انتقال می‌دهد.

باتوجه به بحث فوق می‌توان گفت : چوب ماده‌ای متخلخل با لوله‌های موئین ناهمگن از نوع مرتبط است.

جدول ۲-۳ – تأثیر شرایط محیطی مانند دما و رطوبت نسبی هوا بر میزان درصد رطوبت چوب

ردیف	رطوبت نسبی هوا	دمای محیط درجه سلسیوس					
		۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵
۱	۹۰	۲۱/۱	۲۱/۰	۲۱/۰	۲۰/۸	۲۰/۰	۱۹/۸
۲	۸۵	۱۸/۱	۱۸/۰	۱۸/۰	۱۷/۹	۱۷/۵	۱۷/۱
۳	۸۰	۱۶/۲	۱۶/۰	۱۶/۰	۱۵/۸	۱۵/۵	۱۵/۱
۴	۷۵	۱۴/۷	۱۴/۵	۱۴/۳	۱۴/۰	۱۳/۸	۱۳/۵
۵	۷۰	۱۳/۲	۱۳/۱	۱۳/۰	۱۲/۸	۱۲/۴	۱۲/۱
۶	۶۵	۱۲/۰	۱۲/۰	۱۱/۸	۱۱/۵	۱۱/۲	۱۱/۰
۷	۶۰	۱۱/۰	۱۰/۹	۱۰/۸	۱۰/۵	۱۰/۳	۱۰/۰
۸	۵۵	۱۰/۱	۱۰/۰	۹/۸	۹/۷	۹/۴	۹/۱
۹	۵۰	۹/۴	۹/۲	۹/۰	۸/۹	۸/۶	۸/۴
۱۰	۴۵	۸/۶	۸/۴	۸/۳	۸/۱	۷/۹	۷/۵
۱۱	۴۰	۷/۸	۷/۷	۷/۵	۷/۳	۷/۰	۶/۶
۱۲	۳۵	۷/۰	۶/۸	۶/۷	۶/۴	۶/۲	۵/۸
۱۳	۳۰	۶/۲	۶/۱	۵/۹	۵/۶	۵/۳	۵
۱۴	۲۵	۵/۴	۵/۳	۵/۰	۴/۸	۴/۵	۴/۲



شکل۷-۳- آب آزاد و رطوبت اشباع (جذب شده)

حالت فیزیکی آب در چوب

آب آزاد و آب آغشـــتگی، در حقیقت آب آزاد موجود در حفرات ســـلولی و فضاهای بین سلولی قرار می‌گیرد اما آب آغشتگی رطوبت موجود در دیواره سلول‌های چوبی است. به دلیل اهمیت بالای این دو نوع رطوبت به توضیحات بیشتری در مورد هر کدام از آنها می‌پردازیم.

الف) آب آزاد: درفصل ســـوم کتاب خواص فیزیکی و مکانیکی تعریف کوتاهی از آب آزاد بعمل آمده اســـت لذا در تشـــریح این موضوع می‌توان گفت آب آزاد آبی است که فعالیت زیستی درخت را تأمین می‌نماید و محل استقرار عمده آن در درون حفره سلول آوند، تراکئید و فیبر اســـت هرچند در سایر فضاهای خالی نیز به صورت محدود وجود دارد. (شکل ۷-۳)

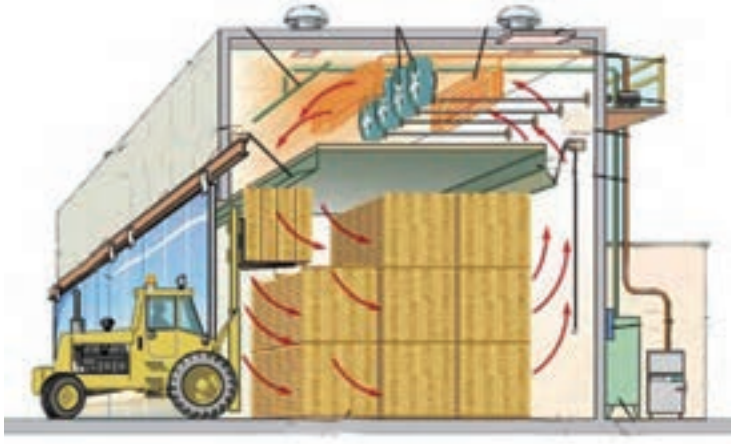
آب آزاد در تبادل رطوبت چوب و محیط مناســـب و مســـتعد بـــه راحتی ازچوب خارج می‌شـــود. لذا ارزان‌تر و سریع‌تر از آب آغشـــتگی می‌توان حتی در هوای آزاد آن را از چوب خارج کرد (شـــکل ۸-۳). در فضای باز به لحاظ اینکه چوب دارای آب آزاد اســـت، نســـبت

شکل۸-۳- خشک کردن چوب در هوای آزاد

شکل۹-۳- تبخیر آب از چوب

به محیط خود، رطوبت بیشـــتری دارد، لذا از آمادگی بیشـــتری برای خارج کردن رطوبت برخوردار است و در مدت زمان کمتری رطوبت زیادی از چوب خارج می‌شود. سرعت خروج رطوبت همان‌طوری‌که در جدول ۱-۳ مشـــخص اســـت بستگی به رطوبت نسبی هوا و دمای محیط دارد.(شـــکل ۹-۳) روشن اســـت با کاهش آب آزاد و ورود به محدوده آب آغشتگی چوب، سرعت خروج رطوبت نیز کاهش می‌یابد. برای رسیدن به درصد رطوبت حداقل یعنی رطوبت محیط مصرف ســـازه مورد اســـتفاده در محیط مسکونی ۸-۷ درصد رطوبت، زمان و هزینه خشک کردن چوب افزایش می‌یابد.

پس هـــر چه‌قـــدر رطوبت در چوب بیشـــتر باشـــد به هنگام خشـــک کردن ســـرعت خـــروج رطوبـــت بیشـــتر و هزینـــه کمتـــر و بالعکـــس، بـــه عبـــارت روشـــن‌تر می‌توان گفـــت آب آزاد را بـــا هزینـــه و زمـــان کمتـــر می‌تـــوان از چـــوب خـــارج نمـــود ولـــی آب آغشـــتگی بـــه هزینه و زمان بیشـــتری بـــرای خارج شـــدن نیاز دارد. (شـــکل ۱۰-۳)



شکل ۱۰-۳- خشک کردن با کوره

مقدار آب آزاد در چوب‌های مختلف متفاوت است، به‌طور کلی چوب‌های سبک و متخلخل امکان نگهداری آب آزاد بیشتری دارند و همچنین به لحاظ سرعت رشد بالا آب آزاد بیشتری مصرف می‌کنند.

خروج آب آزاد و آب آغشتگی نیز در این گونه چوب‌ها راحت‌تر از سایر چوب‌ها می‌باشد اما در چوب‌های ســـنگین بالعکس مقدار رطوبت در درخت ســـرپا اندک است، مانند چوب توس (جدول ۱-۳). همچنین هزینه و زمان خشـــک کردن در چوب‌های ســـنگین نسبت به چوب‌های سبک بیشتر است.

ب) رطوبت اشباع فیبر (آب آغشتگی): همانطوریکه قبلاً بیان گردید آب آغشتگی، آب موجود در دیواره ســـلول‌های چوبی اســـت. درصد رطوبتی که در آن دیواره سلولی کاملاً از آب اشـــباع شده و هنوز آب آزادی در حفره سلولی تشکیل نشـــده و آن‌را نقطه اشباع فیبر می نامند. افزایش رطوبت و ایجاد آب در حفره ســـلولی یعنی آغاز مرحله دوم و انباشت آب در حفره‌های ســـلولی و بین سلولی خواهد بود لذا رطوبت اشـــباع فیبر رطوبت چوبی است که در آن تمام نیروهای شـــیمیایی و فیزیکی نگهدارنده آب برروی دیواره سلول‌های چوبی

اشـــباع شده‌اند و حفره‌های سلولی و فضاهای بین سلولی خالی از آب هستند. (شکل ۱۱-۳)

براســـاس وضعیت جذب آب به وســـیله چوب به این موضوع می‌توان پی برد که رطوبت اشـــباع فیبر از نظر تئوری و در عمل، از اهمیت زیادی برخوردار است، چرا که رطوبت اشباع فیبر حداکثر آب ممکن اســـت که چوب در دیواره سلول‌های خود جای می‌دهد، این مقدار هنگامی تحقق می‌پذیرد که چوب توســـط هوای اشباع شده از بخار احاطه شود. به‌طور مثال اگر در فصول گرم رطوبت نسبی هوا به ۱۰۰ درصد برسد حداکثر رطوبت اشباع فیبرحدود ۳۰ درصد است، پس از طی سیکل زمانی مشخص درچوب فراهم می‌شود.

مقدار رطوبت اشـــباع فیبر را در حدود ۳۰ درصد در نظر می‌گیرند، که ممکن اســـت در بین گونه‌های مختلف ۴۰-۲۰ درصد باشـــد . با توجه به این موارد چوب‌ها را از نظر رطوبت اشباع به چند دسته تقسیم می‌کنند.

۱- چوب‌هـــای پهن‌بـــرگ پراکنـــده آونـــد بـــدون چوب درون مشـــخص مثـــل نمدار، بیـــد، تبریـــزی، توســـکا، تـــوس، راش (اروپایـــی) ممـــرز دارای رطوبـــت اشـــباع فیبر خیلـــی زیـــاد هســـتند، کـــه مقـــدار آن برابـــر ۳۵-۳۲ درصـــد اســـت .(شـــکل ۱۲-۳)

۲- چوب سوزنی‌برگان بدون چوب درون مشخص مثل نراد، نوئل و سوزنی‌برگان با چوب درون مشخص مثل کاج جنگلی و لاریکس دارای رطوبت اشباع فیبر خیلی زیاد برابر ۳۴-۳۰ درصد است. (شکل ۱۳-۳)

۳- چوب‌های ســـوزنی‌برگان با چوب درون مشخص، با مقدار رزین کم مثل کاج جنگلی، لاریکس، دوگلاس دارای رطوبت اشباع فیبر حدود ۲۸-۲۶ درصد است.

۴- چوب‌هـــای پهن‌برگان بخش روزنـــه‌ای و نیمه‌بخش روزنه‌ای، اغلـــب با چوب درون مشخص مثل اقاقیا، بلوط، زبان گنجشک، گردو و گیلاس دارای رطوبت اشباع فیبر در حدود ۲۴-۲۲ درصد است. (شکل۱۴-۳)

باید سازندگان سازه‌های چوبی به این موضوع توجه نمایند رطوبت اشباع فیبر نقش وتأثیر زیادی در خواص فیزیکی و مکانیکی چوب به عهده دارد. از آن جمله اغلب خواص مکانیکی (مقاومـــت چوب در برابر نیروهای مکانیکی در بالای رطوبت اشـــباع بـــدون ارتباط با مقدار رطوبت چوب هســـتند.) در صورتی که در حد پائین رطوبت اشـــباع نوسانات دائمی از خود نشـــان می‌دهند. همچنین در خصوص پدیده‌های فیزیکی مانند هم‌کشیدگی و واکشیدگی دربالای رطوبت اشباع الیاف روی می‌دهد، که نشان دهنده اهمیت فوق العاده رطوبت اشباع الیاف در فرآیندهایی نظیر خشک کردن انتخاب چوب برای مصرف مختلف است.

شکل ۱۱-۳- جایگاه رطوبت اشباع در دیواره سلولی

شکل ۱۲-۳ - درخت راش

شکل ۱۳-۳- درخت لاریکس از سوزنی‌برگان خزان‌کننده

شکل ۱۴-۳- چوب درون واضح در گرده‌بینه گردو

پایداری ابعاد چوب

پایداری ابعاد چوب یعنی: مقاومت به تغییر ابعاد در برابر تغییرات رطوبت.

اگر شـــرایط رطوبت در مکان تغییر یابد بدون تردید ابعاد همه سازه‌های چوبی از هر نوع

چوبی که ساخته شده باشند تغییر می‌کند . لذا با انتخاب صحیح چوب‌های مناسب برای ساخت سازه‌های چوبی در محیط‌های باز (ناپایدار به رطوبت)، می‌توان پایداری نسبی را در شرایط مصرف سازه چوبی فراهم نمود.

به طور مثال: چوب تیک در مقابل رطوبت حداقل جذب رطوبت را دارد، بنابراین در صورت استفاده از این چوب در ساخت پرچین و مبلمان باغی دوام طبیعی بالایی نسبت به سایر چوب‌ها دارد (شکل ۱۵-۳)

شکل ۱۵-۳- سازه از چوب تیک

لذا برای شرایط آب و هوایی مختلف می‌توان با انتخاب چوب مناسب پایداری نسبی و خوبی برای سازه‌های چوبی به‌وجود آورد و از تخریب زود هنگام آنها جلوگیری کرد. در این صورت با افزایش عمر سازه‌های چوبی می‌توان در مصرف منابع جنگلی صرفه‌جویی نمود.

آثار رطوبت در چوب: در محدوده آب اشباع تمام خواص فیزیکی و مکانیکی چوب ارتباط مستقیم با درصد رطوبت چوب رابطه مستقیم دارد، مانند هم‌کشیدگی و واکشیدگی عملیات رنده‌کاری، پرداخت، دوام سازه‌های چوبی، مقدار مقاومت خمشی و... لذا لازم است به برخی از آثار رطوبت در چوب توجه کنیم:

شکل ۱۶-۳ (الف) - ترازوی مکانیکی

شکل ۱۶-۳ (ب)- ترازوی دیجیتالی توزین نمونهٔ چوب

شکل ۱۶-۳(ج) - ترازوی مکانیکی

* از نظر اقتصادی، رطوبت زیاد هزینه حمل و نقل را افزایش می‌دهد .
* برای نگهداری چوب درطولانی مدت باید درصد رطوبت آن کمتر از ۱۰ درصد باشد.
* ایجاد پوشش روی سطوح چوب فقط در حالت خشک امکان‌پذیر است.
* استفاده از چسب برای ایجاد اتصالات مناسب فقط در چوب‌های خشک ممکن است.
* خشک کردن چوب ارزش افزوده دارد.
* رطوبت سازه چوبی در طول بهره‌برداری نباید افزایش یابد.
* رطوبت چوب برای ساخت سازه چوبی مورد استفاده در اماکن مسکونی با حرارت مرکزی ۸-۶ درصد و برای اماکن مسکونی یا گرمایشی بخاری ۱۰-۸ درصد است.

ابزار اندازه گیری جرم و رطوبت چوب

قبل از استفاده از چوب برای ساخت سازه چوبی باید از رطوبت آن آگاه باشید.

همان‌طوری که در درس‌های تخصصی مطالعه نمودید چوب از مقطع عرضی خود بسیار بیشتر از سایر مقاطع، رطوبت خود را از دست می‌دهد، لذا به منظور اندازه‌گیری درصد رطوبت تخته مورد نظر، ابتدا از انتهای تخته به اندازه ۵۰۰-۳۰۰ میلی‌متر برش داده، سپس نمونه‌های مورد آزمایش را براساس استاندارد به ابعاد ۲۰×۲۰ × ۲۰ میلی متر و به تعداد ۵ عدد تهیه شود. برای وزن کردن نمونه‌ها می‌توانید از ترازوهای مختلف استفاده کنید. در شکل۱۶-۳(الف،ب،ج) انواع ترازوی مکانیکی و دیجیتالی نشان داده شده است.

مراحل وزن کردن نمونه‌ها:

شکل ۱۷-۳- اتوو برای خشک کردن نمونه های چوبی در آزمایشگاه

دقت ترازوهای مورد استفاده برای این منظور تا یک صدم گرم کافیست. پس از تهیه نمونه‌ها آن‌ها را تمیز نمایید، به‌طوری‌که هیچ‌گونه خاک اره و ... بر روی آنها نماند سپس با ترازوی موجود در آزمایشگاه فیزیک و مکانیک چوب، وزن دقیق آنها را اندازه‌گیری نمایید. سپس عملیات اندازه‌گیری را در جدولی مطابق جدول شماره ۳-۴ ثبت نمایید.

نمونه‌های تهیه شده را داخل اتو و با دمای $۱۰۳^{\circ}C \mp ۲$ درجه سلسیوس قرار دهید.

- هر ۶ ساعت نمونه‌های داخل اتو و ثبت را از نظر وزنی کنترل کنید. در آخرین کنترل‌ها اگر تغییر در کاهش وزن نمونه نسبت به اندازه‌گیری ماقبل صورت نگرفت، می‌توان آخرین اندازه‌گیری را پایان عملیات اندازه‌گیری تلقی نمود. نمونه‌ها در این حالت دارای رطوبت صفر درصد هستند.

با به دست آمدن اندازه وزنی نمونه مرطوب و خشک می‌توان درصد رطوبت را با فرمول زیر محاسبه نمود، و در جدول ۳-۴ ثبت کرد:

شکل ۱۸-۳، (الف)- رطوبت‌سنج سوزنی

شکل ۱۸-۳، (ب)- رطوبت‌سنج تماسی

محاسبه درصد رطوبت چوب:

محاسبه درصد رطوبت به طریق فرمول زیر انجام می‌گیرد:

$$MC = \frac{M_m - W_{OD}}{W_{OD}} \times ۱۰۰$$

MC = درصد رطوبت

W_m = جرم چوب مرطوب، برحسب گرم

W_{OD} = جرم چوب خشک، برحسب گرم

مثال

یک قطعه چوب راش تازه قطع شده به جرم ۱۲۰ گرم است پس از خشک کردن وزن آن به ۸۰ گرم تقلیل یافت. درصد رطوبت از دست رفته چقدر است.

$$\frac{۱۲۰ - ۸۰}{۸۰} = \times ۱۰۰$$

$$MC = \frac{۴۰ \times ۱۰۰}{۸۰}$$

$$MC = \frac{۴۰۰۰}{۸۰} = ٪۵۰$$ درصد رطوبت از دست داده

رطوبت سنج الکتریکی

از وسیله دیگری نیز برای اندازه‌گیری درصد رطوبت چوب به‌نام رطوبت سنج الکتریکی می‌توان استفاده نمود. این ابزار الکتریکی براساس مقاومت در مقابل عبور جریان الکتریسیته از چوب و تبادل سیگنال بین الکترودهای آن طراحی شده است. مقدار درصد رطوبت در چوب می‌تواند بر روی سرعت عبور جریان الکتریسیته تأثیر بگذارد، لذا از این طریق محققان با بهره‌مندی از رابطه فوق دستگاه‌های کوچک و حتی جیبی طراحی و ساخته‌اند. این وسیله هر چند مقدار اندکی خطا دارد اما برای تعیین سریع مقدار رطوبت چوب کاربرد دارد، تجاراغلب از این وسیله در هنگام خرید و فروش چوب در جاهایی که دسترسی به آزمایشگاه مقدور نیست و لازم است در کمترین زمان از درصد رطوبت چوب آگاهی یابند مورد استفاده قرار می‌گیرد. (شکل ۱۸-۳الف و ب)

رطوبت چوب هنگام مصرف

معمـــولاً برای تعیین خواص فیزیکی و مکانیکی چوب اگـــر موارد مصرف ویژه‌ای برای آن عنوان نشود آزمایشات چوب در رطوبت ۱۲درصد انجام می‌گیرد.

جدول۳-۳- رطوبت چوب در شرایط مختلف

ردیف	محیط لازم جهت خشک کردن	محدوده رطوبت	شرایط دست یابی	شرایط نگهداری
۱	مرطوب در فصل بهار	MC >۱۰۰	درخت سرپا یا نگهداری طولانی داخل آب	درخت سرپا ، داخل آب
۲	چوب تازه قطع شده فصل پاییز	MC =٪۵۰-۱۰۰	رطوبت اولیه چوب پس از قطع	محیط مرطوب مانند جنگل و مزارع سرپوشیده
۳	خشک کردن در هوای آزاد	MC = ٪۱۵-۲۰	در هوای آزاد به مدت طولانی	در هوای آزاد
۴	خشک کردن در هانگار[1]	MC = ٪۸-۱۲	نگهداری طولانی در زیر سر پناه یا خشک کردن در کوره	بدون سیستم گرمایشی متمرکز،فضای سرپوشیده
۵	خشک کردن در کوره چوب خشک کنی	MC < ٪	خشک کردن کامل در کوره تحت دمای ۱۰۳ ± ۲°C	در محیط مسکونی یا اداری با سیستم گرمایشی متمرکز

ردیف	گونه چوب	مشخصات نمونه مرطوب						مشخصات نمونه خشک					
		وزن گرم	ابعاد و نمونه به سانتیمتر			حجم cm^3	جرم مخصوص g/cm^3	وزن گرم	ابعاد و نمونه به سانتیمتر			حجم cm^3	جرم مخصوص g/cm^3
			طول	پهنا	ضخامت				طول	پهنا	ضخامت		
۱													
۲													
۳													
۴													
۵													

۱ – هانگار ، به فضای سرپوشـیده‌ای با دیوارهای باز گفته می شـود که، چوب ها با دسـته بندی ابعاد در آن محل برای خشـک کردن طبیعی به مدت طولانی بر روی هم طبق اصول چیده می شوند.

تحقیق کنید

۱- رطوبت درختان سرپا را در چند گونه تجاری و صنعتی داخلی بررسی کنید.

.....

۲- چرا رطوبت در چوب بهاره و تابستانه ، چوب برون و چوب درون تفاوت دارند؟

.....

۳- رابطه رطوبت نسبی هوا و رطوبت چوب را بررسی کنید.

.....

۴- چند حالت آب در چوب وجود دارد؟

.....

۵- در خصوص مشخصات و شماره استانداردهای آزمایشگاهی زیر تحقیق کنید.

ابعاد نمونه‌های تعیین درصد رطوبت

شرایط توزین جرم چوب

فرمول‌های تعیین درصد رطوبت، درصد هم‌کشیدگی و واکشیدگی چوب

خودآزمایی

۱- تفاوت رطوبت در درخت سرپا و رطوبت چوب مصرفی را شرح دهید.

۲- چرا برداشت چوب از جنگل در پاییز انجام می‌گیرد؟

۳- چرا رطوبت چوب تحت شرایط رطوبت نسبی هوا می‌باشد.

۴- آب به چه حالت‌هایی در طبیعت وجود دارد؟

۵- چوب را از نظر حالت فیزیکی آن شرح دهید.

۶- لوله های مویین به چند دسته تقسیم می‌شوند.

۷- چرا چوب نمی‌تواند پایداری و ثبات ابعاد خود را در هر محیطی حفظ کند.

۸- اتو (آون) چه ابزاری است؟

۹- رطوبت‌سنج‌های الکتریکی کوچک و کاربرد آن‌ها را شرح دهید.

۱۰- مشخصات تعدادی از چوب‌های موجود درآزمایشگاه را بر اساس جدول شماره ۳-۴ با ابزار موجود به هر مقدار ممکن تعیین کنید.

نمونه سؤال امتحان نهایی

۱- (دی ماه ۱۳۸۶) آب نهادی را تعریف کنید:

آبی است که در ساختمان مولکولی غشاء سلولی وجود دارد و جدا کردن آن از چوب ساده نبوده و مستلزم تجزیه چوب است این آب در اندازه‌گیری مقدار رطوبت چوب تأثیری ندارد.

۲- (دی ماه ۱۳۸۶)روش‌های مختلف تعیین درصد رطوبت چوب را نام ببرید:

۱- روش خشک کردن در اتو ۲- روش تقطیر ۳- روش الکتریکی

۳- (خرداد ماه ۱۳۸۷) وزن تر قطعه چوبی ۸۰ گرم است و وزن خشک آن ۶۴ گرم است درصد رطوبت را بر اساس وزن خشک محاسبه نمایید.

$$MC = \frac{W_m - W_{OD}}{W_{OD}} \times ۱۰۰$$

$$\%MC = \frac{۸۰-۶۴}{۶۴} \times ۱۰۰ = \frac{۱۶}{۶۴} \times ۱۰۰ \rightarrow MC = \%۲۵$$

۸۰گرم = وزن تر

۶۴ گرم = وزن خشک

$$\text{درصد رطوبت} = \frac{\text{وزن خشک - وزن تر}}{\text{وزن خشک}}$$

۴- (خرداد ماه ۱۳۸۷) فرمول مربوط به هم کشیدگی را بنویسید. هم‌کشیدگی حجمی را تعریف کنید.

$$\text{درصد هم‌کشیدگی} = \frac{\text{کاهش ابعاد از حالت واکشیده}}{\text{ابعاد در حالت واکشیده}}$$

به مجموع هم‌کشیدگی طولی، مماسی و شعاعی هم‌کشیدگی حجمی می گویند.

۵- (شهریور ماه ۱۳۸۷) روش تقطیری برای تعیین درصد رطوبت چه چوب‌هایی مناسب است؟چرا؟

چوب برخی از گونه‌ها حاوی مقداری رزین است که حتی در درجه حرارت کم به سرعت تبخیر می‌شود.

۶- (شـــهریور ماه ۱۳۸۷) وزن ۲۰۰۰ کیلوگرم چوب راش بعد از خشک شدن به مقدار ۱۶۰۰کیلوگرم رسیده است. مطلوب است:

درصد رطوبت آن.

$$\% MC = \frac{W_m - W_{OD}}{W_{OD}} \times ۱۰۰$$

$$\text{درصد رطوبت} = \frac{\text{وزن خشک - وزن تر}}{\text{وزن خشک}}$$

$$\% MC = \frac{۲۰۰۰-۱۶۰۰}{۱۶۰۰} \times ۱۰۰$$

$$MC = \%۲۵$$

۷- (دی ماه ۱۳۸۷) وزن خشک ۴ تن چوب صنوبر با رطوبت ۱۰۰ را حساب کنید.

$$MC=\frac{W_m-W_{OD}}{W_{OD}}\times ۱۰۰ \qquad ۱۰۰=\frac{۴-X}{X}\times ۱۰۰ \qquad ۱\times X=۴-X \Rightarrow X+X=۴ \Rightarrow ۲x=۴$$

$$X=۲ \quad \text{تن} \quad X=\frac{۴}{۲}=۲\text{ton}$$

۸- (دی ماه ۱۳۸۷) حالات مختلف آب در چوب را بنویسید.

آب آزاد، آب آغشتگی، آب نهادی

۹- (خرداد ماه ۱۳۸۸) در مورد آب نهادی چوب موارد صحیح داخل پرانتز را انتخاب کنید.

آب نهادی عبارت اســت از آبی که در (حفره - ساختمان مولکولی) دیواره سلولی وجود دارد و جدا کردن آب از چوب (آسان سخت) نبوده و مستلزم تجزیه چوب است. این آب در اندازه‌گیری مقدار رطوبت چوب تأثیر (دارد – ندارد)

ساختمان مولکولی – آسان - ندارد

۱۰- (خرداد ماه ۱۳۸۸) اگر وزن آب موجود در چوب ۷۵ گرم و وزن خشــک آن ۱۵۰ گرم باشد درصد رطوبت آن را بر اساس وزن خشک حساب کنید.

$$\text{درصد رطوبت}=\frac{\text{وزن خشک - وزن تر}}{\text{وزن خشک}} \qquad ٪\,MC=\frac{W_m-W_{OD}}{W_{OD}}\times ۱۰۰ \qquad \frac{۷۵}{۱۵۰}\times ۱۰۰=٪۵۰$$

۱۱- (شهریور ماه ۱۳۸۸) در مورد آب آغشتگی موارد داخل پرانتز را انتخاب کنید.

آب آغشــتگی در داخل (دیواره ســلولی – حفره سلولی) وجود دارد و به کمک نیروهای (جذب ســطحی – کاپیلاریته) نگهداری می‌شود و در مقایســه با آب آزاد جدا کردن آن از چوب نیاز به انرژی (کمتر-بیشتر) است.

دیواره سلولی – جذب سطحی – بیشتر

۱۲- (شــهریور ماه ۱۳۸۸) وزن تر چوبی ۷۵۰ KG و وزن خشک آن ۵۰۰ KG است. درصد رطوبت آن را بر اساس وزن خشک حساب کنید.

$$\text{درصد رطوبت}=\frac{\text{وزن خشک - وزن تر}}{\text{وزن خشک}}$$

$$\text{درصد رطوبت}=\frac{۷۵۰\text{kg}-۵۰۰\text{kg}}{۵۰۰\text{kg}}\times ۱۰۰=\frac{۲۵۰}{۵۰۰}\times ۱۰۰=٪۵۰$$

۱۳- (دی ماه ۱۳۸۸) در مورد آب موجود در چوب موارد داخل پرانتز را انتخاب کنید.آب آزاد به صورت مایع در داخل (دیواره – حفره) سلولی یافت می‌شود و توسط نیروی (جذب سطحی - کاپیلاریته) نگهداری می‌شود. اندازه‌گیری (آب آزاد – آب نهادی) مستلزم تجزیه چوب است.

حفره – کاپیلاریته – آب نهادی

۱۴- (دی ماه ۱۳۸۸) وزن آب موجود در چوب ۲۱۰ گرم و وزن خشــک آن ۱۴۰ گرم

می‌باشد. درصد رطوبت آن را حساب کنید.

$$\text{درصد رطوبت} = \frac{\text{وزن تر - وزن خشک}}{\text{وزن خشک}} \qquad \text{درصد رطوبت} = \frac{۲۱۰}{۱۴۰} \times ۱۰۰ = ٪۱۵۰$$

۲۱۰=وزن آب = وزن خشک = وزن تر

۱۵- (دی ماه ۱۳۸۸) همکشیدگی حجمی چوب را تعریف کنید.

به مجموع همکشیدگی طولی ، شعاعی ، و مماسی هم‌کشیدگی حجمی گفته می‌شود.

۱۶- (خرداد ماه ۱۳۸۹) وزن تر یک قطعه چوب افرا ۵۰۰۰ نیوتن است که پس از خشک شـــدن وزن آن به ۴۰۰۰ نیوتن تقلیل پیدا می نماید. درصد رطوبت آن را به دســـت آورید.

$$٪\ MC = \frac{W_m - W_{OD}}{W_{OD}} \times ۱۰۰ \qquad ٪MC = \frac{۵۰۰۰ - ۴۰۰۰}{۴۰۰۰} \times ۱۰۰ = \frac{۱۰۰۰}{۴۰۰۰} \times ۱۰۰۰ = ٪۲۵$$

۱۷- (خرداد ماه ۱۳۸۹) چهار مورد از روش های پیشگیری از همکشیدگی و واکشیدگی در چوب را به اختصار بنویسید.

۱- عایق کردن چوب در برابر جذب رطوبت

۲- جلوگیری از تغییر ابعاد طریق مهار کردن

۳- اشباع چوب با مونومرها (تهیه - چوب - پلاستیک)

۴- انتخاب چوب ها و برش های مناسب

۵- اشباع چوب با مواد شیمیایی

۶- انجام عملیاتی که ضمن آن تغییرات فیزیکی و شـــیمیایی در گروه های هیدروکسیل موجود در چوب که در خاصیت جذب رطوبت نقش دارند ایجاد نماید.

۱۸- (شـــهریور مـــاه ۱۳۸۹) وزن آب موجود در یک قطعه چـــوب گردو ۵۰۰ نیوتن اســـت. اگر وزن خشـــک آن ۲۵۰۰ نیوتن باشـــد. درصـــد رطوبت آن را محاســـبه نمایید.

راه حل اول

$$٪\ MC = \frac{W_m - W_{OD}}{W_{OD}} \times ۱۰۰ \qquad ٪MC = \frac{۳۰۰۰ - ۲۵۰۰}{۲۵۰۰} \times ۱۰۰ = \frac{۵۰۰}{۲۵۰۰} \times ۱۰۰۰ = ٪۲۰$$

راه حل دوم

$$\text{درصد رطوبت} = \frac{\text{وزن آب موجود در چوب}}{\text{وزن خشک چوب}} \qquad ٪MC = \frac{۵۰۰}{۲۵۰۰} \times ۱۰۰ = \frac{۵۰۰}{۲۵۰۰} \times ۱۰۰۰ = ٪۲۰$$

۱۹- (شـــهریور ماه ۱۳۸۹) مقدار رطوبت در چوب ها تازه قطع شـــده (چوب تر) به چه عواملی بستگی دارد؟

گونه درخت - قســـمت های مختلف درخت (ســـاقه، شـــاخه، درون چوب، برون چوب و ...) - سن درخت - جرم مخصوص - میزان مواد استخراجی - نوع خاک

۲۰- (دی ماه ۱۳۸۹) رطوبت چوب را با ذکر درصد رطوبت تعریف نمایید.

تعریف اول: میزان آب و بخار آبی اســـت که به صورت آزاد و جذب شـــده توســـط غشاء سلول‌ها و اجزای تشکیل دهنده چوب، وجود دارد.

تعریف دوم: وزن آب موجود در چوب که معمولاً نسبت به وزن خشک آن سنجیده می شود.

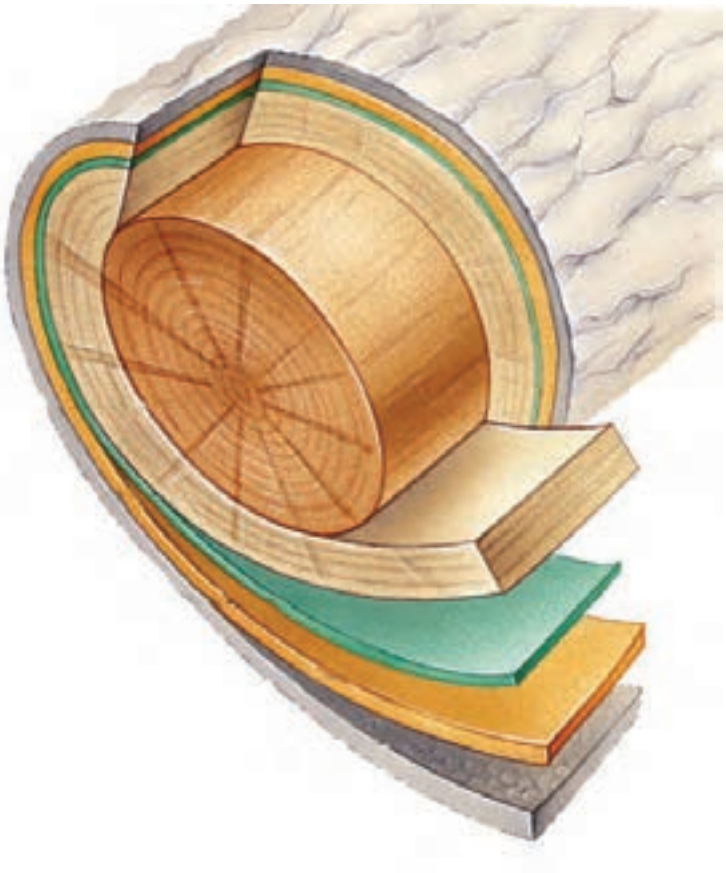
$$\text{درصد رطوبت} = \frac{\text{وزن آب موجود در چوب}}{\text{وزن خشک چوب}} \times ۱۰۰ \qquad \% MC = \frac{W_m - W_{OD}}{W_{OD}} \times ۱۰۰$$

۲۱-(دی ماه ۱۳۸۹) نقطه اشـــباع الیاف (F.S.P) را تعریف نمایید و بنویسید مقدار آن حدوداً چقدر است؟

چنان چه چوب به نحوی خشـــک شـــود که تمامی آب آزاد از چوب خارج شـــود و فقط آغشتگی در چوب مانده باشد گفته می شود که رطوبت چوب در حد نقطه اشباع الیاف است و مقدار رطوبت چوب در این نقطه حدوداً ۳۰ درصد است.

فصل چهارم

جرم مخصوص (دانسیته)چوب



پیش‌آزمون

۱- جرم مخصوص چوب چه نقشی در تعیین خواص فیزیکی و مکانیکی چوب دارد؟

.....

.....

۲- عوامل تأثیرگذار در جرم مخصوص کدامند؟

.....

.....

۳- ابزار اندازه‌گیری جرم و ابعاد چوب کدامند؟

.....

.....

۴- نقش رطوبت در کاهش و افزایش جرم مخصوص چوب چیست؟

.....

.....

۵- چرا جرم و حجم چوب اندازه‌گیری می‌شود؟

.....

.....

۶- نقش فضاهای خالی چوب در تغییرات جرم مخصوص چوب چیست؟

.....

.....

۷- ترکیبات شیمیایی چوب کدامند؟

.....

.....

جرم مخصوص (دانسیته) چوب

$$D = \frac{M}{V}$$

جرم چوب (M) نسبت به حجم (V) آن را جرم مخصوص (D) چوب می‌نامند. بر اساس معادله ۱، جرم مخصوص پایه‌گذار بحث علم فیزیک چوب می‌باشد. لذا یکی از فاکتورهای اصلی فیزیک چوب جرم مخصوص چوب است. به‌طوری‌که امروزه بدون بررسی جرم مخصوص چوب نمی‌توان به خواص فیزیکی و مکانیکی چوب پی برد.

درصد تغییر حجم در اثر خواص الکتریکی، و خواص حرارتی و انواع مقاومت‌های مکانیکی بخشی از عواملی هستند، که ارتباط مستقیم با جرم مخصوص دارند.

چوب ماده‌ای متخلخل ودارای خاصیت جذب و دفع رطوبت اســت، به همین دلیل جرم مخصوص آن در درصد رطوبت‌های مختلف متفاوت است. هنگام تعیین مقدار جرم مخصوص چوب باید گونه چوبی و درصد رطوبت آن نیز مشــخص باشــد. معمولاً در محاسبات درصد رطوبت چوب ۱۲ درصد بیان می‌شود.

معادله (۱)

$$D = \frac{M}{V}$$

D= جرم مخصوص چوب ($\frac{\text{کیلوگرم kg}}{\text{متر مکعب } m^3}$ ، $\frac{\text{گرم gr}}{\text{سانتی‌متر مکعب } cm^3}$)

M= جرم چوب= کیلوگرم یا گرم

V= حجم چوب = متر مکعب یا سانتی‌متر مکعب

مثال

مجمــوع جرم تعداد ۵ عدد الوار کاج به ابعاد ۷ ×۲۰× ۶۰۰ ســانتی‌متر ۲۱۰ کیلوگرم اســت. اگر رطوبت الوارها ۱۲ درصد باشــد جرم مخصوص آنها چقدر است. محاسبه جرم مخصوص چوب را بر اساس معادله (۱) :

$D = \frac{M}{V}$

جرم ۵ الوار

$l = ۶۰cm$
$b = ۲۰cm$
$d = ۷cm$
$n = ۵$
$m = ۲۱۰kg$

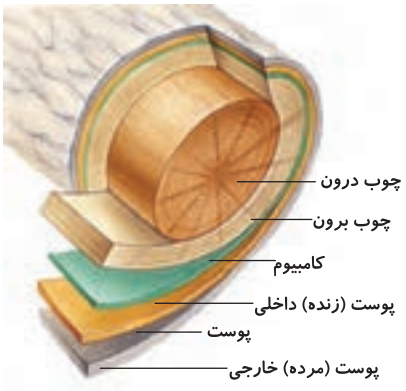
$v = L \times b \times d$
$v = ۶ \times ۰/۲ \times ۰/۷$ حجم یک الوار
$v = ۰/۴۲ m^3$ کل حجم ۵ الوار

$D = \frac{M}{V}$

$D = \frac{۲۱۰ kg}{۰/۴۲ m^3}$

$D = ۵۰۰ m^3$

همان‌طوری‌که می‌دانید چوب ماده‌ای اســت، ۱- هر سونایکسان، ۲- ناهمگن،۳- آب‌دوســت، ۴- متخلخل می‌باشد. این ویژگی‌ها برای چوب، جرم مخصوص‌های متفاوتی را بوجود آورده است.(شکل ۱-۴)



شکل ۱-۴- هرسونایکسانی و ناهمگنی در بافت چوب

انواع جرم مخصوص چوب

الف: جرم مخصوص ظاهری

نســبت جرم چوب به تمام حجم چــوب (چوب و فضاهای خالی آن) با درصد رطوبت مشخص را جرم مخصوص ظاهری می‌نامند. سبک و سنگین بودن چوب بســتگی به مقدار ماده چوبی در واحد حجم آن دارد. هر چقدر

ماده چوبی کمتر و میزان خلل و فرج بیشتر، در (فرمول زیر) مشاهده می‌شود. اگر جرم (صورت کسر) کوچک‌تر باشـــد، در نتیجه جرم مخصوص کمتر و در مورد چوب های ســـنگین و کاهش منافذ جرم مخصوص چوب بیشتر خواهد بود.

D_U- جرم مخصوص ظاهری چوب در رطوبت مشخص برحسب (گرم بر سانتی‌متر مکعب یا کیلوگرم بر متر مکعب kg/m^3)

$$D_u = \frac{M}{V_u}, (g/cm^3), (kg/m^3)$$

M- جرم مخصوص چوب (گرم یا کیلوگرم، kg یا g)

V_U- حجم چوب (سانتی‌متر مکعب یا متر مکعب، cm^3 یا m^3)

ب: جرم مخصوص بحرانی(کمترین مقدار جرم مخصوص یک چوب)

نســـبت جرم چوب کاملاً خشـــک به حجم همان چوب در وضعیت اشباع از رطوبت (حجم کاملاً واکشیده) و با تمام خلل و فرج، را جرم مخصوص بحرانی می‌نامند.

D_r- جرم مخصوص بحرانی چوب؛ گرم بر سانتی‌متر مکعب یا kg/m^3

$$D_r = \frac{M_O}{V_S}, (g/cm^3), (kg/m^3)$$

M_o- جرم کاملاً خشک چوب برحسب گرم یاکیلوگرم

V_s- حجم چوب کاملاً واکشیده بر حسب سانتی مترمکعب، متر مکعب cm^3 یا m^3

ج: جرم مخصوص واقعی چوب

جرم کاملاً خشـــک ماده چوبی به حجم چوب کاملاً خشـــک بدون خلل و فرج آن جرم مخصوص واقعـــی یـــا حقیقی می‌نامند. جرم مخصوص واقعی را می‌توان بر اســـاس معادله زیر به دســـت آورد.

مواد اصلی تشـــکیل دهنده چوب شامل سلولز، همی‌ســـلولز و لیگنین می‌باشد. هر کدام از عوامل فوق به طور جداگانه بر جرم مخصوص چوب تأثیر می‌گذارد.

$$D_W = \frac{M_O}{V'}, (g/cm^3), (kg/m^3)$$

M_o- جرم کاملاً خشک ماده چوبی، گرم یا کیلوگرم

V'- حجم خشک ماده چوبی بدون تخلخل، (cm^3 یا m^3)

جدول ۱-۴- جرم مخصوص واقعی ترکیبات شیمیایی چوب بدون در نظر گرفتن خلل و فرج

ردیف	ترکیبات	جرم مخصوص g/cm^3
۱	سلولز	۱/۶
۲	همی‌سلولز	۱/۵
۳	لیگنین	۱/۴

شکل ۲-۴- ترازوی مکانیکی

شکل ۳-۴-ترازوی دیجیتال

میزان درصد مواد فوق و همچنین مواد اســـتخراجی موجود در چوب و حفرات سلولی در گونه‌های مختلف، جرم مخصوص واقعی را برای هر گونه چوبی تعیین می‌نماید. لذا برای سادگی در محاســـبات جرم مخصوص واقعی چوب ثابت و برابر $۱/۵۶ g/cm^۳$ در نظر گرفته می‌شود.

روش‌های اندازه‌گیری جرم مخصوص چوب

همان‌طوری که می‌دانید نســـبت بین جرم به حجم یک جسم را جرم مخصوص آن جسم می‌گویند. برای تعیین جرم مخصوص چوب با توجه به میزان دقت اندازه گیری مورد نظر، اندازه وابعاد چوب با استفاده از ابزارهایی با دقت و حساسیت مختلف اندازه‌گیری می‌شود. تعدادی از وسایل اندازه‌گیری جرم چوب که در آزمایشگاه‌های رشته صنایع چوب مورد استفاده قرار می‌گیرد. در (شکل‌های ۲-۴و۳-۴) مشاهده می‌شود.

شکل ۴-۴- نحوهٔ اندازه گیری ابعاد چوب با کولیس

شکل ۵-۴- کولیس مکانیکی

ابعاد نمونه‌های چوبی برای تعیین جرم مخصوص برابر اســـتاندارد ملی به صورت (شکل ۴-۴) اندازه‌گیری می‌شوند و برای دقت در اندازه‌گیری ۵ نقطه در هر نمونه مورد اندازه‌گیری شده و میانگین آنها ثبت می‌شود.

ابعاد نمونه‌ی چوب به دو روش اندازه‌گیری می‌شود:

۱- در چوب‌هایی که دارای ابعاد منظم و بدون ترک به شـــکل استوانه یا مکعبی هستند به وســـیله انواع کولیس‌های مکانیکی (شـــکل۵-۴) و دیجیتالی (شکل۶-۴) ابعاد مورد نظر اندازه‌گیری می‌شـــود، سپس حجم قطعه چوب با اســـتفاده از فرمول‌های مربوطه مشخص می‌شـــود. واحد حجم ســـانتی‌مترمربع یا مترمربع و یا ســـایر واحدهای اندازه‌گیری مرسوم می‌باشدکه به طور مفصل در این مورد در کتاب خواص فیزیکی و مکانیکی صحبت شده است.

شکل ۶-۴- کولیس دیجیتال

۲- درچوب‌هایی که دارای ابعاد نامنظم هســـتند و امکان تعیین اندازه‌گیری ابعاد آنها با ابزارهای اندازه‌گیری وجود ندارد.می‌توان از یکی از روش‌های زیر استفاده کرد.

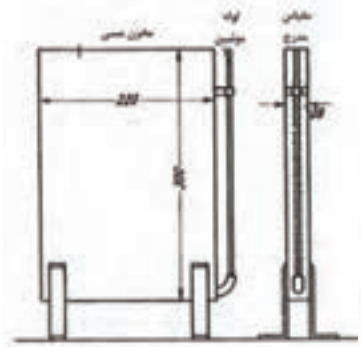
الف) غوطه وری در آب (شکل۸-۴)

ب) استفاده از حجم سنج جیوه‌ای (شکل ۹-۴)

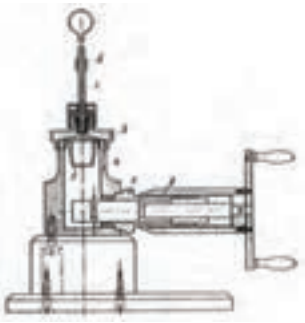
ج) تعیین حجم با اندازه‌گیری کاهش جرم در آب (شکل ۱۰-۴)

د) استفاده از تصاویر میکروسکپی (شکل۱۱-۴)

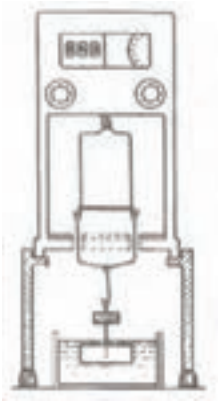
شکل ۷-۴- کولیس مکانیکی عقربه دار



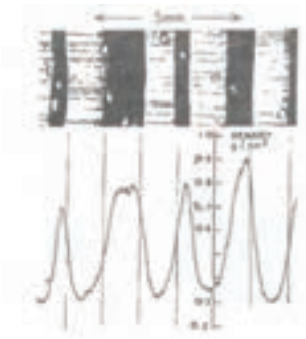
شکل۸-۴- روش غوطه وری اندازه گیری جرم مخصوص چوب



شکل ۹-۴- حجم سنج جیوه ای

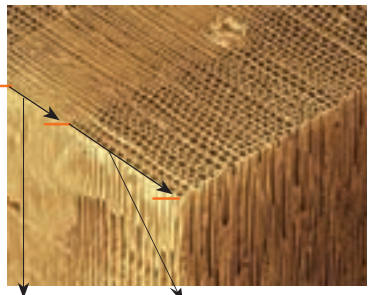


شکل ۱۰-۴- نوع دیگری از حجم سنج غوطه وری



شکل ۱۱-۴- روش رادیوگرافی سنج حجم

عوامل مؤثر در تغییر جرم مخصوص



محدوده چوب بهاره با دیواره نازک و حفره بزرگ

محدوده چوب تابستانه با دیواره ضخیم و حفره کوچک

شکل ۱۲-۴

شرایط رویش و تولید چوب در مناطق سردسیری، معتدله و گرمسیری، هر کدام تأثیرات خاص خود را دارند. این شرایط بر فرم عناصر ساختمانی چوب و چگونگی شکل‌گیری آنها و همچنین ترکیبات شیمیایی چوب تأثیر می‌گذارد. به‌طوری‌که نسبت چوب بهاره به تابستانه و پهنای دوایر سالیانه همیشه دچار تغییر می‌شود. لذا در این بخش به بررسی تعدادی از عوامل آناتومی و فیزیکی که بر روی جرم مخصوص تأثیر دارند می‌پردازیم:

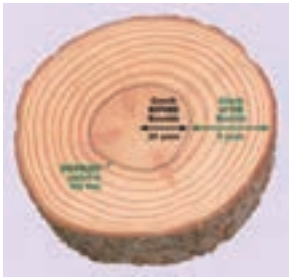
اثر چوب بهاره و تابستانه

در چوب بهاره به دلیل وجود حفره سلولی قطور و دیواره سلولی نازک در مقایسه با چوب تابستانه، با حفره سلولی کم قطر و دیواره سلولی ضخیم، نایکنواختی جرم مخصوص (شکل ۱۳-۴ و۱۲-۴) این نایکنواختی در تمام گونه‌های چوبی و حتی در یک گونه وجود دارد.(رجوع شود به جدول ۱-۴)

شکل ۱۳-۴- پهنای دایره سالیانه و نسبت چوب بهاره به تابستانه در چوب سرخ دار

اثرپهنای دایره سالیانه

پهنای دایره سالیانه و وضعیت متفاوت آن در سه حالت زیر بر تغییرات جرم مخصوص تأثیر می‌گذارد:



شکل ۱۴-۴- پهنای دایره سالیانه و نسبت چوب بهاره به تابستانه در چوب نراد

الف) در سوزنی‌برگان با افزایش پهنای دایره سالیانه به دلیل افزایش چوب بهاره پرتخلخل نسبت به چوب تابستانه است.

ب) در چوب های بخش روزنه‌ای پهن‌برگان با افزایش پهنای دایره سالیانه، جرم مخصوص افزایش می‌یابد. این به دلیل افزایش لایه پر چوب تابستانه می‌باشد. (شکل ۱۵-۴)

ج) در چوب‌های پراکنده آوند پهن‌برگان بر خلاف دو رابطه قبلی هیچ رابطه مشخص بین افزایش و یا کاهش پهنای دایره سالیانه و تغییر جرم مخصوص وجود ندارد.(شکل۱۶-۴)

شکل ۱۵-۴- افزایش چوب تابستانه با افزایش دایره سالیانه در چوب نیمه بخش روزنه‌ای پهن‌برگان در چوب بلوط

اثر سن درخت

در چوب‌های سوزنی‌برگان و پهن‌برگان معمولاً پهنای دایره سالیانه از مغز درخت به طرف پوست کاهش می‌یابد. مانند چوب سرخ‌دار (شکل ۱۷-۴). این تغییر تفاوت جرم مخصوص در سطح مقطع درخت از مغز به طرف پوست می‌شود.

شکل ۱۶-۴- چوب بهاره و تابستانه نامحسوس در یک دایره سالیانه چوب پراکنده پهن برگان

اثر شاخه

با توجه به این که شاخه تقریباً به طور افقی نسبت به تنه از درخت منشعب می‌شود ، لذا تفاوت جهت الیاف آنها بین چوب تنه و شاخه قابل مشاهده است.(شکل ۱۸-۴)

دوایر سالیانه در چوب شاخه، باریک‌تر از چوب تنه است. این امر سبب افزایش تراکم سلول‌های چوب تابستانه و بهاره در حجم مشخصی از چوب شده و در نتیجه سبب افزایش جرم مخصوص چوب شاخه می‌شود. همچنین وجود چوب واکنشی در محل اتصال شاخه می‌تواند باعث افزایش جرم مخصوص شود. این میزان افزایش جرم مخصوص در چوب سوزنی‌برگان حدود ۲۵ درصد و در پهن برگان حدود ۶ درصد می‌باشد.(مطابق جدول شماره ۲-۱ و ۳-۱ در صفحه ۷)

شکل ۱۷-۴- کاهش پهنای دایره سالیانه با افزایش سن

اثر رطوبت

مقدار رطوبت در تنه درخت سرپا تا حد زیادی تغییر می‌کند، این تغییرات در تنه درخت افتاده، با چوب مصنوعی در ساختمان، موجب به وجود آمدن تغییرات در جرم مخصوص چوب می‌گردد.

به طور کلی جرم مخصوص چوب (و جرم آن) با افزایش مقدار آب افزایش می‌یابد. در چوب‌هایی که جرم مخصوص آنها کمتر از ۱/۱ گرم بر سانتیمتر مکعب است با افزایش رطوبت، جرم مخصوص افزایش می‌یابد.

اما در چوب‌های سنگین (با جرم مخصوص بیشتر از ۱/۱ گرم بر سانتیمتر مکعب) با افزایش رطوبت تا حد نقطه اشباع فیبر، ابتدا جرم مخصوص کاهش و سپس افزایش پیدا می‌کند. چرا که در این چوب‌ها با افزایش جرمی که در اثر جذب رطوبت پدید می‌آید، نسبت به افزایش حجم حاصل از واکشیدگی تا نقطه اشباع فیبر، کمتر است، اما بعد از نقطه اشباع فیبر، چون حجم چوب ثابت است، با افزایش رطوبت، تنها جرم چوب افزایش می‌یابد و این امر سبب افزایش جرم مخصوص چوب می‌شود. برای مثال گونه باکائوت[1] از جمله چوب‌های سنگین است که جرم مخصوص آن در حدود ۱۴۰۰ - ۱۲۰۰ کیلو گرم بر متر مکعب می‌باشد و به لحاظ سنگینی این چوب، از آن برای ساخت چکش چوبی استفاده می‌شود (شکل ۲۰-۴).

شکل ۱۹-۴- چوب باکائوت

شکل ۲۰-۴- چکش چوبی

۱- از چوب‌های پهن‌برگ با جرم مخصوص بالا و از سنگین‌ترین‌چوب‌های موجود در کره زمین می‌باشد و در مناطق گرمسیری افریقا رویش دارد و به نام Bakaut معروف است

تحقیق کنید

۱- در شکل ۱۳ دلیل کاهش پهنای دایره سالیانه با افزایش سن درخت را بررسی کنید.

.....

.....

۲- چرا هیچ رابطه مشخصی با افزایش و یا کاهش پهنای دایره سالیانه در چوب‌های پراکنده آوند پهن‌برگان وجود ندارد؟

.....

.....

۳- با بررسی نتایج به دست آمده در تحقیق سؤال ۱ چه راهکارهایی برای افزایش بهره‌وری چوب از سطح جنگل‌ها را ارائه می‌دهید؟

.....

.....

۴- اطلاعات لازم جدول زیر را هر گروه از هنرجویان برای ۵ الی ۱۰ گونهٔ چوبی داخلی و خارجی به صورت آزمایشگاهی و با استفاده از کولیس و ترازو و با بهره‌مندی از پایگاه‌های تخصصی مرتبط اینترنتی و نمونه چوب ها مطابق با استانداردهای ملی و بین المللی را تکمیل کنند.

.....

.....

ردیف	گونه چوبی	ابعاد نمونهٔ چوب (طول، عرض و ضخامت)			حجم V	جرم m	جرم مخصوص
		L mm	b mm	d mm	cm^3	gr	D gr/cm^3
۱							
۲							
۳							
٤							
۵							

۵- با مشاهده چوب راش آثار عناصر ساختمانی را ترسیم کنید.

.....

.....

۶- رابطه جرم مخصوص و مقاومت اتصالات قید به پایه صندلی و سایر اتصالات مشابه را بررسی کنید.

.....

.....

۷- اگر از چوب خیس برای ساخت سازه چوبی استفاده شود، چه اتفاقی می‌افتد؟

.....

.....

خودآزمایی

۱- در شکل‌های زیر دایره سالیانه و پره چوبی را در مقاطع مختلف چوب نشان دهید.

۲- مواد رنگی معدنی چه تأثیری بر بافت چوب دارند؟

۳- جرم مخصوص چوب چه نقشی در خواص چوب دارد؟

۴- کدام نوع جرم مخصوص در محاسبات عملی کاربرد دارد؟

۵- برای اطمینان و دقت اندازه‌گیری ابعاد نمونه‌های چوبی چه باید کرد؟

۶- آیا از بوی چوب می‌توان همیشه به عنوان عاملی برای شناسایی چوب استفاده کرد؟

۷- سه مورد از عوامل مؤثر در تغییر جرم مخصوص را نام ببرید.

۸- ترکیبات شیمیایی چوب را نام ببرید.

۹- تفاوت جرم مخصوص در چوب های سبک و سنگین با افزایش رطوبت چگونه خواهد بود؟

نمونه سؤال امتحان نهایی

۱- (دی ماه ۸۶) فرمول‌های وزن مخصوص و جرم ویژه نسبی را بنویسید:

جرم ویژه نسبی $SG = \frac{D}{DW}$ وزن مخصوص $D = \frac{W}{V}$

۲- (دی ماه ۸۶) جرم ویژه نسبی ماده چوبی به روش جابه‌جایی آب و جابه‌جایی گاز هلیوم چه مقدار می‌باشد؟

۱/۴۶ جابه‌جایی گاز هلیوم ۱/۵۳ جابه‌جایی آب

۳- (خرداد ماه ۸۷) وزن مخصوص چوب را تعریف کنید. فرمول آن را بنویسید.

$$\text{وزن مخصوص} = \frac{\text{وزن چوب در حالت آزمایش}}{\text{حجم چوب در حالت آزمایش}} \qquad D = \frac{W}{V}$$

۴- (خرداد ماه ۸۷) روش اندازه‌گیری حجم نمونه چوب را با استفاده از روش جابه‌جایی آب شرح دهید.

در صورتی که نمونه آزمونی دارای شکل نامنظمی باشد می‌توان حجم آن را با فروبردن

در آب و اندازه‌گیری وزن آب جابه‌جا شـــده به‌وســـیله ترازو و سپس تبدیل وزن به حجم با استفاده از جرم ویژه آب به دست آورد.

۵- (شهریور ماه ۸۷) غالباً در اکثر گونه‌ها وزن مخصوص درون چوب بیشتر است یا برون چوب؟ چوب بهاره بیشتر است یا تابستانه؟ چوب شاخه بیشتر است یا تنه؟

درون چوب، تابستانه، شاخه

۶- (شـــهریور مـــاه ۸۷) مقدار جرم ویژه نســـبی ماده چوبی اندازه‌گیری شـــده با روش جابه‌جایی آب کمتر است یا گاز هلیم؟ چرا؟

گاز هلیم، به علت قابلیت نفوذ بیشـــتر، مولکول کوچک‌تر گاز هلیم و نشان دادن تخلخل بیشتر چوب

۷- (دی ماه ۸۷) عوامل مؤثر در تغییرات وزن مخصوص چوب را نام ببرید:

وضعیت رویش بیولوژیکی، خصوصیات آناتومیکی متفاوت، قطر و ضخامت دیواره سلولی الیاف، درصد ســـلول‌های مختلف تشـــکیل دهنده چوب، عوامل جوی مانند میزان بارندگی، درجـــه حرارت محیط، باد و عوامل دیگری مانند ســـن درخت، محـــل قرارگرفتن چوب در درخت.

۸- (دی ماه ۸۷) جرم ویژه نسبی چوب را تعریف کنید. فرمول آن را بنویسید.

عبارت است از نسبت وزن مخصوص چوب به وزن مخصوص آب در ۴ درجه سانتی‌گراد

$$SG = \frac{M}{MW}$$

یا عبارت است از نسبت جرم خشک چوب به جرم آب هم حجم آن $SG = \frac{D}{DW}$

۹- (خرداد ماه ۸۸) جرم ویژه نســـبی دیواره ســـلولی چوب را تعریف کنید و روش‌های اندازه‌گیری آن را ذکر نمایید.

جرم ویژه نســـبی دیواره ســـلولی عبارت اســـت از میانگین جرم ویژه نسبی ماده چوبی موجود در دیواره سلول‌های چوبی، روش جابه‌جایی آب، جابه‌جایی گاز هلیوم.

۱۰- (خرداد ماه ۸۸) در صورتی که جرم ویژه چوب توســـکا ۰/۴۵ گرم بر ســـانتی‌متر مکعب باشد آن‌گاه وزن ۲ متر مکعب از این چوب چقدر خواهد بود؟

$$D = \frac{W}{V} \qquad ۰/۴۵ gr/cm^۳ = \frac{W}{۲۰۰۰۰۰۰ cm^۳}$$

$$۲m^۲ = ۲\times ۱۰^۶ cm^۳ = ۲۰۰۰۰۰۰ cm^۳ \qquad \rightarrow W = ۰/۴۵ \times ۲۰۰۰۰۰۰ = ۹۰۰۰۰۰ gr$$

یا

$$D = \frac{W}{V} \qquad ۰/۴۵ gr/cm^۳ = ۴۵۰ kg/m^۳ \rightarrow ۴۵۰ = \frac{w}{۲} \rightarrow W = ۹۰۰ kg$$

۱۱- (شهریور ماه ۸۸) ساده‌ترین و سریع‌ترین روش حجم‌یابی نمونه چوبی را تعریف کنید.

ســـاده‌ترین و سریع‌ترین روش حجم‌یابی نمونه چوبی استفاده از بشرهای مدرج است. در این حالت حجم نمونه آزمونی عبارت اســـت از اختلاف بین سطح آب داخل بشر قبل و بعد

از فرو بردن نمونه آزمونی در آب

۱۲- (شـــهریور ماه ۸۸) وزن $۴m^۳$ از چوبی با جرم ویژه ۰/۳۶ گرم بر سانتی‌متر مکعب را حساب کنید.

$$D=\frac{W}{V} \qquad ۳۶۰kg/m^۳=\frac{W}{۴}\rightarrow W=۳۶۰\times۴=۱۴۴۰kg$$
$$۰/۳۶gr/cm^۳\times۱۰۰۰=۳۶۰kg/m^۳$$

۱۳- (دی ماه ۸۸) روش‌های اندازه‌گیری حجم چوب در آزمایشگاه را نام ببرید.

استفاده از کولیس، روش جابه‌جایی آب، استوانه‌ای مدرج، حجم‌سنج جیوه‌ای

۱۴- (خرداد ماه ۸۹) حجم قطعه چوبی با جرم ویژه ۰/۵ گرم بر ســـانتی‌متر مکعب که جرم آن ۲ کیلوگرم باشد چقدر است؟

$$m=۲kg\times۱۰۰۰=۲۰۰۰gr$$
$$D=\frac{m}{V}\rightarrow ۰/۵=\frac{۲۰۰۰}{V}\rightarrow V=\frac{۲۰۰۰}{۰/۵}=۴۰۰۰cm^۳$$

۱۵- (شـــهریور ماه ۸۹) به دســـت آوردن حجم نمونه به‌وسیله حجم‌سنج جیوه‌ای را به اختصار توضیح دهید.

در این روش خطر جذب آب وجود ندارد و از دســـتگاهی به نام بروئیل استفاده می‌شود، بدین ترتیب که تفاضل دو درجه قبل و بعد از قرار گرفتن نمونه در داخل حجم‌سنج از روی ورنیه‌ای که متصل به حجم‌سنج است حجم نمونه خواهد بود.

۱۶- (سؤال امتحان نهایی دی ماه ۸۹) علت اختلاف جرم مخصوص در گونه‌های مختلف چوبی و حتی در بین درختان یک گونه چیست؟

الف) خصوصیات ژنتیکی ب) وضعیت رویش بیولوژیکی ج) خصوصیات آناتومی متفاوت
د) طول، قطر و ضخامت دیواره سلولی الیاف ه) درصد سلول‌های مختلف تشکیل دهنده چوب
و) عوامل جوی متفاوت نظیر بارندگی ز) درجه حرارت محیط ح) سن درخت
ط) محل قرار گرفتن چوب در درخت ی) موقعیت جغرافیایی مانند ارتفاع از سطح دریا

فصل پنجم

خواص الکتریکی، حرارتی و صوتی چوب

پیش‌آزمون

۱- مقاومت و هدایت الکتریکی را تعریف کنید.

.....

.....

.....

۲- مفهوم خواص دی‌الکتریک چوب را بیان کنید.

.....

.....

.....

۳- خواص دی‌الکتریک چوب اصلاح شده را شرح دهید.

.....

.....

.....

۴- اصلاح خواص فیزیکی چوب را تعریف کنید.

.....

.....

.....

۵- مقاومت امواج صوتی در سالن‌های اجتماعات را شرح دهید.

.....

.....

.....

۶- عوامل مؤثر بر انتشار صوت را نام برده و هر کدام را توضیح دهید.

.....

.....

.....

مقاومت و هدایت الکتریکی

هدایت حرارتی یعنی: مقدار گرمایی که در واحد زمان از ضخامت چوبی با سطح مقطع مشخصی عبور کند.

چوب خشک عایق الکتریکی خوبی محسوب می‌شود. چوب کاملاً خشک یک عایق بسیار عالی است به‌طوری که می‌توان آن را با عایق‌هایی نظیر رزین‌های فنل‌فرم‌آلدئید مقایسه نمود. اما با افزایش رطوبت چوب، مقاومت الکتریکی آن کاهش می‌یابد.

مقاومت الکتریکی از رابطه زیر قابل محاسبه است:

r = مقاومت الکتریکی ویژه (اُهم سانتی متر)

R= مقامت الکتریکی (اُهم)

A= سطح مقطع نمونه (cm^2)

D= طول نمونه، فاصله بین الکترودها (cm)

$$r = \frac{R \times A}{D}$$

در اغلب چوب‌ها رابطه مقاومت الکتریکی خطی می‌باشد، به‌طوری که:

افزایش رطوبت در چوب سکویا تا حد نقطه اشباع فیبر (۳۰ درصد) با مقاومت الکتریکی ویژه چوب دارای یک رابطه خطی می‌باشد و پس از آن به‌صورت غیرخطی است.

هدایت الکتریکی $T = \frac{1}{r}$ (1/Ωcm)

هدایت الکتریکی چوب با افزایش رطوبت از ۰ تا ۳۰ درصد یک میلیون برابر افزایش می‌یابد، ولی با افزایش رطوبت از ۳۰ درصد به بالا (اشباع کامل تا ظهور آب آزاد) هدایت الکتریکی چوب فقط حدود ۵۰ برابر افزایش می‌یابد.

مقاومت الکتریکی ویژه چوب در مقاطع مختلف متفاوت است، به‌طوری که در جهت موازی الیاف، نصف مقدار آن در جهت عمود بر الیاف بوده ، یعنی هدایت الکتریکی موازی با الیاف تقریباً ۲ برابر هدایت الکتریکی عمود بر الیاف است. $T_{\parallel} \cong 2T_{\perp}$ و مقاومت الکتریکی عمود بر الیاف تقریباً دو برابر مقاومت الکتریکی موازی با الیاف است $r_{\perp} \cong 2r_{\parallel}$ و این مقاومت در جهت شعاعی تقریباً مساوی یا حداکثر ۱۵ درصد کمتر از جهت مماسی است. جرم مخصوص و نوع گونه چوبی در تغییرات مقاومت الکتریکی از اهمیت کمتری برخوردارند.

جدول ۱–۵ – مقاومت الکتریکی چند گونه چوبی در جهت های مختلف

ردیف	گونه چوبی	درصد رطوبت	مقاومت الکتریکی (مگا اهم MΩ)		
			طولی	شعاعی	مماس
۱	سرو قرمز	۱۴	۹	۲۲	۲۴
۲	نوئل	۱۵/۷	۱۰	۱۸	۲۰
۳	سدر زرد آلاسکا	۱۵/۶	۱۸	۲۷	۲۷
۴	دوگلاس	۱۵/۳	۱۱	۲۱	۲۳
	زاویه باالیاف چوب		موازی با الیاف $\parallel$	عمود بر الیاف $\perp$	

شکل ۱-۵-پوشش مواد عایق در تخته‌لایی

عوامل مؤثر بر خاصیت مقاومت الکتریکی چوب

تیمار چوب با مواد حفاظتی نظیر انواع ضد قارچ‌های محلول در آب یا نمک‌های ضد آتش تأثیر زیادی در کاهش هدایت الکتریکی چوب دارند.

همچنین تیمار چوب با مواد رطوبت گریز که دارای خاصیت هدایتی کم هستند مانند رزین فنل فرمالدئید ، هدایت الکتریکی چوب را کاهش می‌دهند و این تأثیر در محیط‌های با رطوبت نسبی بالا بیشتر خودنمایی می‌کنند. (شکل ۱-۵)

برای افزایش دوام و عایق کردن ابزارهای دستی الکتریکی که دسته چوبی دارند، معمولاً قسمت چوبی این نوع ابزارها را با رزین فنل فرم آلدئید اشباع می نمایند تا از جذب آب جلوگیری شود و خاصیت عایق الکتریسیته را در آنها افزایش دهند.

تأثیر تیمارهای مختلف بر روی خواص دی‌الکتریک چوب

برای دست‌یابی به خواص ویژه، چوب و فراورده‌های چوبی باید با روش‌های مختلف فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی تیمار شوند.

این تیمارها به منظور تقویت و افزایش کارایی چوب در مقابل عوامل مخرب بیولوژیکی، جوی، تغییر خواص الکتریکی، بهبود دوام طبیعی چوب و افزایش مقاومت مکانیکی چوب به‌کار می‌رود. با اعمال هر کدام از این تیمارها خواص دی‌الکتریک چوب نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرد. در ذیل به مواردی از این قبیل تیمارها اشاره می‌شود:

۱- خواص دی الکتریک چوب فشرده شده

هرگاه چوب تحت فشار خارجی قرار گیرد حجم منافذ آن کم شده و جرم مخصوص آن افزایش می‌یابد. فشردن چوب به ۶۰ درصد ابعاد اولیه آن سبب تغییر ساختار الیاف سلولزی آن نمی‌گردد. فقط سبب تغییر در جهت‌گیری الیاف در دیواره‌های سلول و کاهش فضاهای خالی آنها می‌شود. (شکل۳و۲-۵) چنین تغییراتی بر خواص دی‌الکتریک چوب تأثیر می‌گذارد به‌طوری‌که می‌توان گفت افزایش فشردگی (تراکم) چوب خشک (کوره) خواص دی‌الکتریک آن را در تمام دامنه‌های تواتر از ۲۰ تا ۱۰ هرتز افزایش می‌یابد. دلیل اصلی این تغییر افزایش جرم مخصوص چوب می‌باشد.

شکل ۲-۵ و ۳-۵ نشان دهنده پرس چوب طبیعی (ماسیو) برای کاهش حجم و افزایش جرم مخصوص در آزمایشگاه

۲- خواص دی‌الکتریک چوب اصلاح شده

اغلـــب به منظور بهینه کردن خواص فیزیکی و مکانیکی چوب آن را در معرض تیمارهای متعدد شـــیمیایی فرایند اشـــباع داخل اتوکلاو قرار می‌دهند. (شـــکل ۴-۵) تیمار چوب با رزین‌های شـــیمیایی واکشـــیدگی آن را ۲ تا ۴ مرتبه کاهش، مقاومت آن را ۲ تا ۵ مرتبه و ســـختی آن را ۸ بار افزایش می‌دهد. همچنین این تیمار به خواص دی‌الکتریک چوب ثبات می‌بخشد و دوام آن را افزایش می‌دهد.

شکل ۴-۵- اتوکلاو اشباع چوب

۳- خواص دی الکتریک چوب اشباع شده با مواد مختلف

اصلاح چوب به وسیله اشباع آن با مواد مختلف (منومرها ، الیگومرها ، رزین‌ها) و پلی‌مر شدن آنها، به منظور بهبود خواص کاربردی آن نسبت به چوب تیمار نشده انجام می‌شود.

تغییر خواص چوب به ســـبب کاهش حجم حفرات ســـلولی و پر شدن بخشی از آنها توسط پلی‌مرها ، یا تشـــکیل پلی‌مرها در دیواره ســـلول‌های چوبی است. و این عمل باعث افزایش مقاومت در مقابل عوامل جوی می‌شـــود به‌طوری که می‌توان این کمپوزیت‌های اصلاح شده که به نام تجاری چوب پلاستیک معروفند را در فضای آزاد به عنوان کف‌پوش مورد استفاده قرار دارد. (شکل ۵-۵)

شکل ۵-۵- چوب و فراورده‌های چوبی اصلاح شده

موقعیت پلی‌مرها در چوب به خواص پرکننده و روش اشباع آن بستگی دارد.

تغییر خواص دی‌الکتریک چوب در اثر بعضی اصلاحات، به وســـیله ساختار و ویژگی‌های ترکیبات پرکننده، مقدار و اثر متقابل آنها بر روی چوب تعیین می‌گردد.

خواص دی‌الکتریک چوب پلاستیک

اصلاح چوب با آمونیاک به منظور افزایش تحمل و آمادگی چوب برای تغییر شکل دادن، بالا بردن جرم مخصوص در فرایند خشک کردن و افزایش نفوذ رنگ انجام می‌شود.

مدت زمان اصلاح چوب با آمونیاک به میزان زیادی به سرعت گرم شدن چوب بستگی دارد.

استفاده از روش‌های گرم کردن سبب تقویت فرایند می‌گردد.

آمونیاک بر روی خواص دی‌الکتریک چوب تأثیر می‌گذارد، افزایش آمونیاک سبب افزایش چشمگیر در خواص دی‌الکتریک چوب می‌گردد.

به وســـیله تیمار چوب با آمونیاک و متراکم و خشک کردن متوالی آن «چوب پلاستیکی شـــده» به‌دســـت می‌آید. این فراورده جدید لیگومـــون[1] نامیده می شـــود و دارای خواص دی‌الکتریک بیشتری در جهت طولی و عرضی نسبت به چوب تیمار نشده است.

ویژگی های حرارتی چوب

در بیـــن خواص فیزیکی چوب، خواص حرارتی (گرمایی) آن یعنی واکنش چوب در برابر

1-Ligomon

حرارت از اهمیت قابل توجهی برخوردار است .

سه خاصیت حرارتی چوب را در زیر مورد مطالعه قرار می‌دهیم:

الف) انبساط حرارتی

ب) گرمای ویژه

ج) هدایت حرارتی

الف) انبساط حرارتی

مطالعه فیزیک حرارت ما را با این مفهوم آشنا می‌کند:

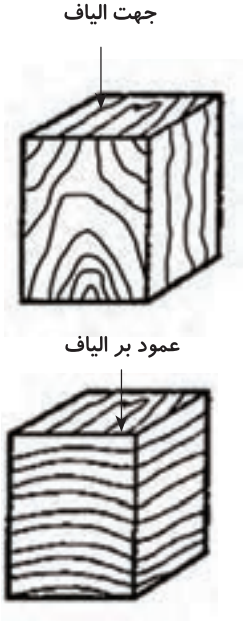
- با افزایش دمای قطعه چوب، حرکت مولکول‌های آن افزایش می‌یابد. لذا در دمای زیاد فاصله بین مولکول‌های آن بیشتر می‌شود. در نتیجه با افزایش ۱ درجه سلسیوس انبساط خطی به مقدار مشخصی که در جدول ۲-۵ آمده است افزایش می‌یابد.

با محاسبه انبساط خطی در سه جهت چوب، انبساط حجمی به‌دست می‌آید.

α- ضریب انبساط حرارتی موازی الیاف است بر اساس منابع علمی مختلف این مقدار برای چوب‌های کاملاً خشک بین($۲/۵ \times ۱۰^{-۶}$ تا $۵/۴ \times ۱۰^{-۶}$) برای یک درجه سلسیوس می‌باشد.

ضریب انبساط حرارتی عمود بر الیاف ۱۰ الی ۱۵ برابر بیشتر از ضریب انبساطی در جهت الیاف است. (شکل ۶-۵) و همچنین مقدار این ضریب در جهت مماسی ۱/۵ الی ۱/۸ برابر بیشتر ازجهت شعاعی چوب است (جدول۲-۵)

ضریب انبساط حرارتی چوب در جهت طولی (موازی) الیاف ۳ الی ۱۰ برابر کمتر از ضریب انبساط فلزات، بتن و شیشه است. با افزایش جرم ویژه چوب (d) در جهت‌های شعاعی و مماسی ضریب انبساط افزایش می‌یابد. ولی در جهت طولی هیچ تفاوتی در ضریب انبساط حرارتی چوب‌ها وجود ندارد یعنی تغییرات جرم ویژه چوب تأثیری بر آن ندارد. البته تغییر ابعاد چوب که دراثر تغییر دما ایجاد می‌شود و در مقایسه تغییر ابعاد ناشی از هم کشیدگی کوچک است. بنابراین دربیشتر موارد از انبساط حرارتی چوب صرف نظر می‌شود.



شکل ۶-۵- اعمال حرارت در جهت های مختلف چوب

جدول ۲-۵- ضریب انبساط حرارتی چند گونه چوبی کاملاً خشک برای یک درجه سلسیوس

ردیف	گونه چوبی	ضریب انبساط $\alpha \times ۱۰^{۶}$		
		موازی الیاف $\alpha_{\parallel}$ یا α_L	عمود بر الیاف جهت مماس $a_{t\perp}$	عمود بر الیاف جهت شعاع $a_{r\perp}$
۱	کاج	٤/۲	۲۹/۰	۱۵/۰
۲	نوئل	۲/۶	۵۰/۲	۲۹/۳
۳	بلوط	۳/۶	٤۱/۰	۲۹/۳
٤	توس	۲/۵	۳۰/۰	۲۷/۲
۵	راش	۵/٤	۳٤/۸	۲۲/۰

ب) گرمای ویژه

یک قطعه چوب خشـــک از دو فاز ، ماده چوبی و هوا تشکیل یافته است. حجم هوا کمتر از چوب بوده وضریب گرمایی آن به مراتب کمتر از ضریب گرمای ویژه چوب خشک است.

لذا ضریب گرمای ویژه چوب خشک تقریباً مساوی ضریب گرمای ویژه چوب است.

ضریب گرمایی ویژه چوب مستقل از گونه چوبی و جرم ویژه می‌باشد و در دمای صفر درجه سلسیوس برای چوب کاملاً خشک برابر $1/55\ kcal/kg^{\circ}c$ کیلو ژول بر کیلو گرم درجه سلسیوس است. با افزایش دما ضریب گرمای ویژه به تدریج افزایش می یابد. و در ۱۰۰ درجه سلسیوس تا ۲۵% افزایـــش مـــی یابد. ضریب گرمایی ویژه آب ۲/۵ برابر چوب اســـت. به‌خاطر همین با افزایش رطوبت چوب ضریب گرمای ویژه آن نیز افزایش می‌یابد. این افزایش از رطوبت ۰ تا ۱۳۰ درصد ۲ برابر اســـت. ضریب گرمای ویژه آن بیشتر از چوب کاملاً خشک است. گرمای ویژه چوب کمی زیاد اســـت، این خاصیت در بسیاری فرایندهای صنعتی مثل خشک کردن طبیعی چوب و اشباع چوب و غیره حائز اهمیت است.

$$C = \frac{Q}{m(\theta_2 - \theta_1)}$$

Q: انرژی جذب شده
m: جرم
$\theta_2 - \theta_1$: اختلاف دما

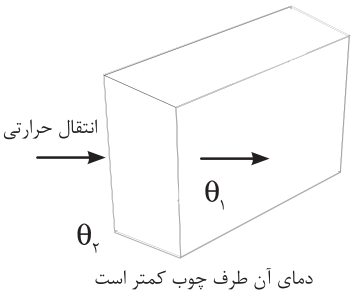
گرمـــای ویژه یک ماده، گرمای موردنیاز برای افزایش دمای ماده موردنظر از دمای θ_1 به θ_2 برحسب کالری و m جرم ماده مورد نظر بر حسب کیلوگرم و θ_1 و θ_2 دمای اولیه و ثانویه بر حسب درجه سانتیگراد است.

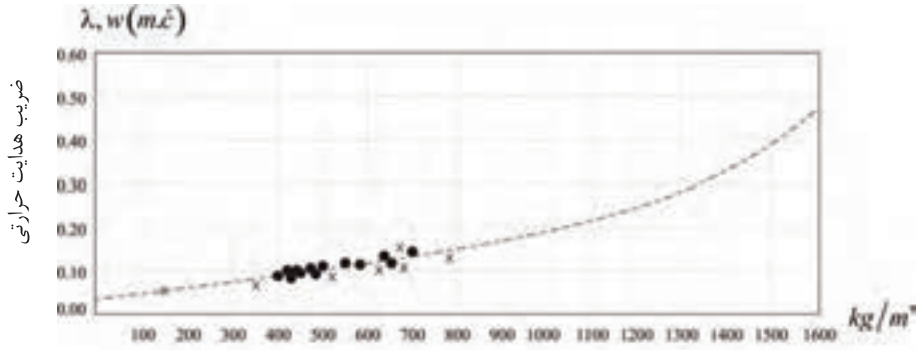
ج) قابلیت هدایت حرارتی چوب

فاکتورهای زیادی بر هدایت حرارتی λ چوب مؤثر هستند:

یکـــی از مؤثرترین فاکتورها جرم مخصوص چوب اســـت (نمـــودار ۱-۵). با افزایش جرم مخصوص چوب خشـــک هدایت حرارتی افزایش می‌یابد و این به خاطر بالا بودن هدایت حرارتی چوب نســـبت به هوا اســـت به طوری که ۲۰ برابر بیشـــتر از هوا اســـت. هدایت حرارتی هوا در حـــدود۰/۰۲۵۳ اســـت و چـــوب بـــدون منافـــذ با جـــرم مخصـــوص $1560 kg/m^3$ در حدود ۵٪ ≅ ۲۰×۲۵۳٪ ضریب هدایت حرارتی دارد.

$$\lambda = \frac{kcal}{mh^{\circ}c}$$





جرم مخصوص چوب کاملاً خشک

نمودار ۱-۵- هدایت حرارتی چوب

د) قابلیت سوخت و گرمازایی چوب

شکل۷-۵- اتو

از دیگر خواص فیزیکی چوب قابلیت سوخت و گرمازایی آن است. به‌طوری‌که چوب پس از قرار گرفتن در دمای ۲± ۱۰۳ درجه سلسیوس آب آغشتگی خود را به مرور از دست می‌دهد. نمونه‌ای از چوب مورد نظر را می‌توان با دستگاه خشک‌کن آزمایشگاهی (اتوو) با تنظیم دمای فوق به صفر درصد رطوبت رساند.(شکل ۷-۵)

تجزیه گرمایی چوب از ۱۶۰ سلسیوس به بالا شروع می‌گردد و تغییر رنگ چوب نیز از این مرحله حرارتی به بالا صورت می‌گیرد و مواد فرار از قبیل الکل، گازهای co و co_2 از چوب خارج می‌شوند، در این مرحله اگر اکسیژن به مقدار لازم به چوب برسد، با یک جرقه امکان آتش‌سوزی وجود دارد. در دمای بیش از ۲۲۰°c گازهای خروجی از چوب شعله‌ور می‌شوند و لذا دمای ۲۳۰°c را نقطه شعله‌وری می‌نامند. در دمای ۲۶۰°c چوب بدون شعله خارجی به خودی خود به سوختن ادامه می‌دهد که آن را نقطه سوختن یا آستانه آتشگیری می‌گویند.

شکل ۸-۵- اشتعال چوب

با افزایش دما تا ۴۰۰°c چوب بدون شعلهٔ تأثیرگذار خارجی به سوختن ادامه می‌دهد، (شکل ۸-۵) به این مرحله نقطه اشتعال می‌گویند. با ادامه آتش و نفوذ آن به عمق چوب در چوب‌های خشک حرارت ۱۸۰۰°c خواهد بود در چوب‌های مرطوب این مقدار حرارت کمتر بوده و مقدار آن در حدود ۱۳۰۰°c است.

قدرت گرمازایی چوب و سایر مواد در (جدول ۳-۵) قابل رؤیت می‌باشد.

جدول ۳-۵- قدرت تولید گرما زایی چوب و مواد دیگر

ردیف	ماده	قدرت گرما زایی به Kcal/kg
۱	چوب سوزنی برگان	۴۶۰۰
۲	چوب پهن برگان	۴۳۰۰
۳	زغال سنگ	۷۵۰۰
٤	گاز بوتان	۱۲۰۰۰

خواص صوتی

تعریف صدا: هر پدیده ارتعاشی موجی شکل که در رسانه‌های الاستیک یا اجسام الاستیک با تواتر بین ۱۶ تا ۲۰۰۰ هرتز ایجاد شده و به صورت حسی دریافت شود را صدا می‌نامند.

اگر به قطعه چوبی با چکش، ضربه‌ای وارد شود چوب با تواتر طبیعی یا طنین خود، شروع به ارتعاش می‌کند. این ارتعاش، امواج صوتی را به سمت هوای اطراف منتشر می‌کند.

چوب یک ماده الاستیک مناسب است و صوت را به خوبی منتشر می‌سازد. در جهت الیاف ۱۶ برابر و در جهت عمود برالیاف ۳ الی ۴ برابر بیشتر از انتشار صوت در هوا می‌باشد.

صدا به عنوان یک پدیده موجی، به وسیله خواص فیزیکی زیر مشخص می شود:

طول موج ، دامنه، تواتر و سرعت صوت. از آنجا که یک موج صوتی در یک محیط یکنواخت (همگن) با سرعت معین حرکت می‌کند، از این‌رو رابطه مشخصی بین تواتر f و طول موج λ وجود دارد که به صورت زیر است:

$$V = \lambda f \text{ یا } \lambda = \frac{v}{f}$$

سرعت صوت (V) تأثیر پذیر از گونه چوبی، جرم مخصوص، جهت الیاف، رطوبت چوب، دمای آن و تواتر امواج متفاوت است. با افزایش رطوبت انتشار صوت کاهش می‌یابد، یکی از ارزیابی‌های کیفی چوب آزمایش میزان انتشار صوت می‌باشد . به‌طوری‌که به هنگام خرید چوب ابتدایی‌ترین روش ارزیابی، وارد کردن ضربه به چوب و گوش دادن به انعکاس صدا می‌باشد. اگر صدا خوب انتشار یابد حکایت از سالم بودن چوب دارد در غیر این صورت چوب دارای پوسیدگی می‌باشد.

شکل ۹-۵- چوب توت

البته این روش پایه علمی ندارد و یک روش تجربی عملی می‌باشد. که امروز با وجود ابزارهای دستی و آزمایشگاهی دقیق توصیه نمی‌شود. بعضی از چوب‌ها ذاتاً مستعد انتشار صدا می‌باشند مانند چوب‌های توت (شکل ۹-۵)، گردو (شکل ۱۰-۵)،که در ساخت ادوات موسیقی از آنها استفاده می‌شود.

شکل ۱۰-۵- چوب گردو

در درصد رطوبت $M = 5-7$ سرعت انتشار صوت در جهت موازی الیاف بین $3200-5200\ m/s$ و در جهت عمود بر الیاف بین $900-1500\ m/s$ است. هر چه مقدار رطوبت افزایش یابد، سرعت انتشار صوت کاهش می‌یابد. هر چه تارها یا الیاف چوب موازی یکدیگر (راست تار) بوده و چوب، فاقد گره باشد، محیط مناسب‌تری برای انتشار صوت است. سرعت انتشار امواج پیچش اکوستیک به مدول پیچشی G بستگی دارد، بر اساس رابطه زیر:

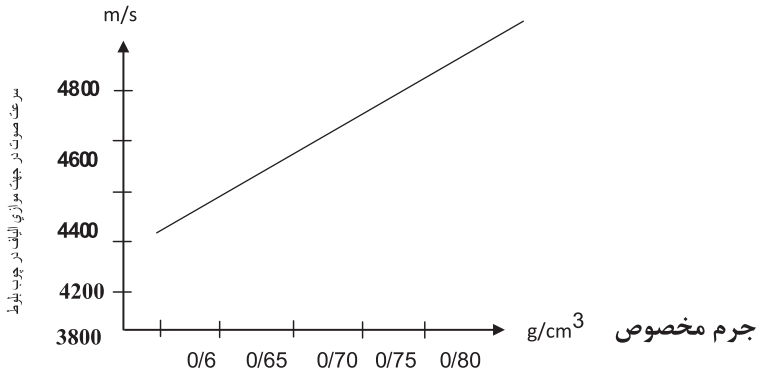
$$V = \sqrt{\frac{G}{D}}$$

از این رو موادی که ساختمان آنها همگن و هرسو یکسان است، امواج صوتی را به‌طور منظم و یکنواخت در همه جهت منتشر می‌کنند، ولی در چوب این امواج به دلیل پدیده هرسو نایکسانی به طریق دیگری انتشار می‌یابند.

با توجه به این که جرم مخصوص(D) در یک قطعه چوب مشخص، ثابت است. بنابراین نسبت سرعت صوت در جهت موازی طول الیاف($V_{\parallel}$) به سرعت صوت در جهت عمود بر الیاف ($V_{\perp}$) به صورت زیر به‌دست می‌آید.

$$\frac{V_{\parallel}}{V_{\perp}} = \sqrt{\frac{E_{\parallel}}{E_{\perp}}}$$

(پارامتر E یا مدول الاستیسیته (مدول یانگ) در بخش مکانیک آمده است.)

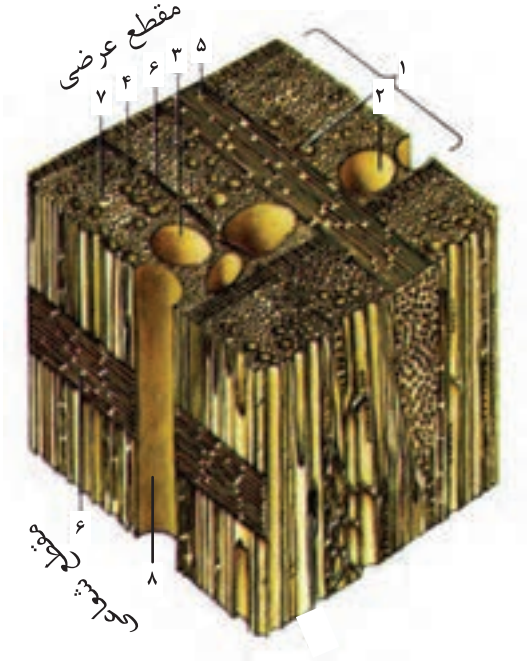


نمودار ۱ : همبستگی سرعت صوت در جهت موازی الیاف و جرم مخصوص در چوب بلوط به دو صورت اتفاق می‌افتد.

صوت در چوب

صوت در چوب به دو صورت اتفاق می‌افتد.

الف) صوت جذب چوب شده و در مدت زمان کوتاهی از شدت آن کم شده و محو می‌شود. این خاصیت را اکوستیک می‌گویند . دلیل این پدیده ساختار متخلخل چوب است. (شکل ۱۱-۵)



پرسپکتیو سه بعدی میکروسکوپ‌ها از چوب توس خاصیت تخلخل با مشخصات زیر آورده شده است.

۱- دوره رویش سالیانه
۲- حفره آوندی تابستانه
۳- حفره آوندی بهاره
۴- پره چوبی در مقطع مماسی
۵-پره چوبی در مقطع عرضی
۶- پره چوبی در مقطع شعاعی
۷- فیبر
۸- کانال آوندی

شکل ۱۱-۵ - تخلخل در مواد مرکب

ب) چوب می‌تواند صوت را منتشر کند و باعث تقویت صوت شود و حتی صوت را تولید کند این خاصیت را طنین می‌گویند. مانند انواع ادوات موسیقی چوبی و این می‌تواند به دلیل جهت‌دار بودن الیاف چوب باشد. (شکل ۱۲-۵)

شکل ۱۲-۵ انواع ادوات موسیقی

مقاومت امواج صوتی ، کاهش انتشار صوت (اکوستیک) در چوب

سرعت انتشار صدا در جهت الیاف چوب تقریباً به اندازه سرعت انتشار فلزات است در جدول ۴-۵ این انتشار برای تعدادی از مواد ذکر شده است.

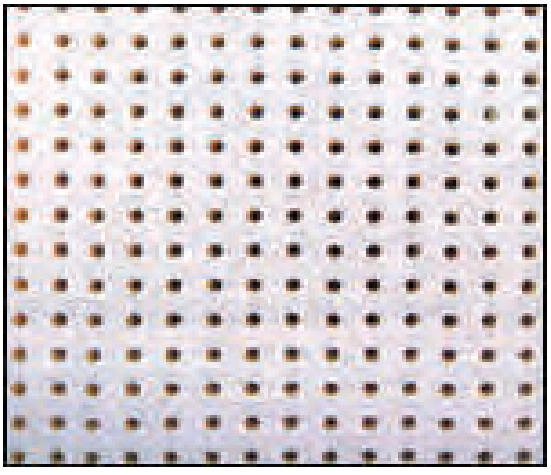
در خصوص انتخاب چوب برای ساخت آلات موسیقی توجه به جرم مخصوص چوب ضروری می‌باشد.

چوب و مواد چندسازه چوبی ماده‌ای متخلخل هستند، و لذا می‌تواند صدا را جذب کند و یا شدت آن را کاهش دهد.

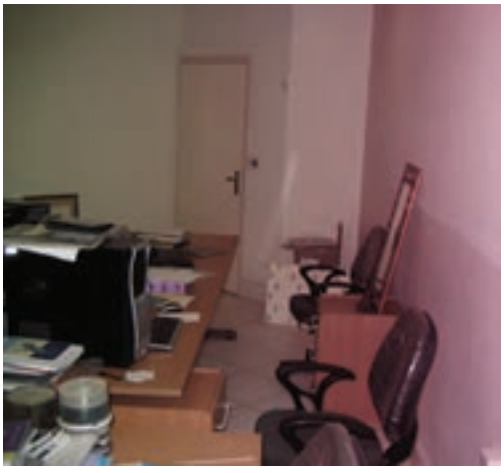
صدا به هنگام برخورد با سطوح زبر و قابل نفوذ جذب می‌شود شکل(۱۳-۵) ولی اگر با جسم صیقلی و صاف و غیر قابل نفوذ برخورد کند برگشت می‌کند و انعکاس صوت به وجود می‌آید شکل (۱۴-۵). لذا در سالن‌های استودیو و سالن‌های سینما و مشابه آن بخشی از فضای دیوار و سقف به شکل و فرم خاص و دکوراسیون زیبا از مواد عایق صدا پوشانده می‌شود. تا هم صوت را جذب نموده، و از انعکاس صدا نیز جلوگیری نماید، و هم به زیبایی و تغییر و ایجاد تنوع در پوشش‌های دیوار و سقف کمک می‌کند. حال برای دو سؤال زیر چه پاسخی دارید؟

۱- چرا باید صدا جذب شود؟

۲- خاصیت اکوستیک چه فوایدی دارد؟



شکل ۱۳-۵



شکل ۱۴-۵-دیوارهای صیقلی و تشدید صوت

صداهای قابل شـــنیدن در هوا، نوعی انرژی جنبشی هستند. آستانه شنوایی آن به انرژی محدود $10^{-16} w/cm^2$ (معادل صفر دسی بل db) محدود می‌گردد ، دامنه بالاتر که آستانه دردناکی نامیده می‌شود $10^{-4} w/cm^2$ (معادل ۱۲۰ db) است. دامنه صوتی که باید توسط گوش انسان تحمل شود، بسیار وسیع است که در (جدول ۵-۵) نشان داده شده است.

پدیده جذب صوت از موضوع عایق صوتی کاملاً متمایز است جذب صوت در مورد اجسام سبک و متخلخل مطرح می گردد در صورتی که عایق صوتی در مورد اجسام سنگین و غیرقابل نفوذ نسبت به هوا قابل طرح است. لذا در اجسامی مانند تخته چوب و سیمان (شکل۱۵-۵) دارای تخلخل بیشـــتر و زمینه ورود صدا فراهم است، در مواد و مصالحی مانند تخته mdf با ایجاد کانال‌های ورودی صدا به داخل آن می توان مواد جاذب صوت تولید کرد که به عنوان مواد اکوستیک در ساختمان‌های مسکونی، استودیوها مورد استفاده قرار می گیرند. شکل (۱۷و۱۶-۵)

شکل ۱۵-۵- تخته چوب و سیمان با خاصیت جذب صوت

شکل ۱۶-۵- تخته MDF با خاصیت جذب صوت

شکل ۱۷-۵- سالن مجهز به مواد جاذب صوت

جدول ۴–۵ – مقاومت موج صدا در مواد مختلف		
ردیف	ماده	مقاومت موج صدا(dyn. S/CM)
۱	فولاد	۳۹۵×۱۰
۲	آهن مفتولی	۲۵۸×۱۰
۳	برنج	۲۳۴×۱۰
۴	برنز	۱۶۸×۱۰
۵	چرم	۸۲/۵×۱۰
۶	چوب تیک	۳۷×۱۰
۷	چوب نراد	۲۲×۱۰
۸	چوب راش	۲۰×۱۰
۹	آب	۱۴×۱۰
۱۰	لاستیک	۱×۱۰
۱۱	هوا	۰/۰۰۴×۱۰

جدول ۵–۵– شدت صوت قابل شنیدن برای انسان			
ردیف	منبع صوت	واحد قراردادی	دسی بل
۱	حد دردناکی	۱,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۱۲۰
۲	موتور هوا در فاصله ۱/۵ متری	۱,۰۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۱۱۰
۳	کابین هواپیما پرواز عادی	۱,۰,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۱۰۰
۴	موسیقی زننده رادیو در اتاق	۱,۰۰,۰۰۰,۰۰۰	۹۰
۵	عبور و مرور سنگین جریان هوا	۱,۰۰۰,۰۰۰	۸۰,۰۰۰
۶	دفتر کار	۱,۰۰,۰۰۰	۵۰
۷	مکالمه عادی	۱,۰,۰۰۰	۳۰
۸	پچ پچ کردن در فاصله ۱/۲ متری	۱۰۰	۲۰
۹	خش خش برگ ها	۱۰	۱۰
۱۰	حد شنوایی	۱	۰

تحقیق کنید

۱- عوامل مؤثر بر هدایت الکتریکی چوب را بررسی کنید.

.....

.....

۲- تیمارهای مؤثر بر خواص دی الکتریک چوب را بررسی کنید.

.....

.....

۳- ضریب انبساط حرارتی چوب و سایر مصالح و مواد را مقایسه کنید.

.....

.....

.....

۴- در خصوص انتشار صوت در چوب تحقیق کنید.

.....

.....

۵- در خصوص خاصیت اکوستیک چوب مطالعه کنید.

.....

.....

خودآزمایی

۱- درصد رطوبت لازم برای عایق بودن چوب را توضیح دهید.

۲- خواص دی‌الکتریک چوب اصلاح شده را شرح دهید.

۳- کدام خاصیت چوب را آمونیاک اصلاح می‌کند؟

۴- گرمای ویژه چوب را شرح دهید.

۵- سرعت صوت در چوب به کدام عوامل بستگی دارد؟

۶- حداقل و حداکثر شنوایی انسان چقدر است؟

۷- در چه وضعیتی صدا جذب سطوح می‌شود؟

۸- چرا صدا انعکاس پیدا می‌کند؟

نمونه سؤال امتحان نهایی

۱- (دی ماه ۸۶) ضریب جذب صوت در چوب چیست؟

نسبت مقدار انرژی جذب شده به کل انرژی برخورد کرده با چوب را اصطلاحاً ضریب جذب صوت گویند.

۲- (خرداد ماه ۸۷) حرارت چه تأثیری بر مقاومت الکتریکی چوب خشک دارد؟

بالا رفتن درجه حرارت باعث کاهش مقاومت ویژه الکتریکی چوب خشک می‌شود.

۳- (شهریور ماه ۸۷) رطوبت چه تأثیری در سرعت انتشار صوت در چوب دارد؟

وجود رطوبت در چوب سبب کاهش سرعت انتشار صوت می‌شود.

۴- (دی ماه ۸۷) ضریب دی‌الکتریک چوب را تعریف کنید.

عبارت است از نسبت ظرفیت نگهداری الکتریکی چوب (C_1) به ظرفیت نگهداری الکتریکی هوا یا خلأ (C_2)

$$\varepsilon = \frac{C_{\text{چوب}}}{C_{\text{خلأ}}}$$

۵- (خرداد ماه ۸۸) عوامل مؤثر بر مقاومت الکتریکی چوب را نام ببرید.

درصد رطوبت، حرارت، دانسیته، جهت الیاف

۶- (شهریور ماه ۸۸) خاصیت آکوستیک چوب را تعریف کنید. دو مورد از موارد اهمیت آن را ذکر کنید.

وقتی انرژی صوتی با چوب برخورد می‌کند چوب قسمتی از انرژی صوتی را در خود جذب نموده و بقیه را در هوا منعکس می‌سازد. این خاصیت ویژه جذب انرژی صوتی و انعکاس صوت را اصطلاحاً «خاصیت آکوستیک چوب» می‌گویند. استودیوهای رادیو و تلویزیون، سالن‌های سینما، سالن‌های سخنرانی

۷- (دی ماه ۸۸) سرعت انتشار صوت در چوب به چه عواملی بستگی دارد؟

جرم مخصوص و خاصیت ارتجاعی چوب

«قدرت گرمادهی یا گرمازایی مطلق چوب» را تعریف کنید. واحد آن را بنویسید.

مقدار حرارت تولیدی توسط یک وزن معین چوب در طی روند احتراق (سوختن) که بر حسب کالری اندازه‌گیری می‌شود.

۸- (خرداد ماه ۸۹) ضریب هدایت حرارتی چوب را تعریف کنید.

عبارت است از مقدار حرارتی که در مدت یک ساعت و یا یک ثانیه از قطعه چوبی به مساحت یک متر مربع به ضخامت یک متر و یا یک سانتی‌متر مربع به ضخامت یک سانتی‌متر می‌گذرد در صورتی‌که اختلاف حرارت بین دو سطح یک درجه سانتی‌گراد باشد.

۹- (شهریور ماه ۸۹) مقاومت ویژه الکتریکی چوب را با ذکر فرمول تعریف نمایید.

مقاومت الکتریکی یک سانتی‌متر مکعب چوب را اصطلاحاً مقاومت ویژه الکتریکی چوب می‌گویند.

$$r = R \times \frac{A}{D}$$

۱۰- (دی ماه ۸۹) خاصیت طنین چوب را تعریف نمایید.

چوب می‌تواند صدا را تشدید و تقویت نموده، به صورت امواج صوتی در هوا منتشر کند. این خاصیت چوب را خاصیت طنین چوب گویند.

بخش دوم

خـــواص مـکانیـکـی چـــــوب

فصل ششم

ویژگی های مقاومتی چوب

پیش‌آزمون

۱- به نظر شما ابعاد مقطع پایه یک صندلی براساس کدام یک از موارد زیر تعیین می‌گردد؟

الف) زیبایی و مقاومت　　ب) قیمت مواد اولیه و مسائل اقتصادی

پ) سلیقه شخصی طراح و مصرف کننده　　ت) تمام موارد

۲- کدام‌یک از گزینه‌های زیر صحیح می‌باشد؟

الف) مقاومت چوب در حالت فشار موازی الیاف بیشتر از عمود بر الیاف است.

ب) مقاومت چوب در حالت فشار عمود بر الیاف بیشتر از موازی بر الیاف است.

پ) مقاومت چوب در حالت‌های موازی و عمود بر الیاف برابر می‌باشد.

۳- هنگامی که یک گلدان را بر روی صفحه میزی قرار می‌دهیم ...

الف) طول پایه میز کاهش می‌یابد.　　ب) طول پایه میز تغییری نمی‌کند.

پ) طول پایه میز در حدی که با چشم غیر مسلح قابل تشخیص نیست کاهش یافته و در صورت برداشتن گلدان به طول (شکل) اولیه بر می‌گردد.

۴- به نظر شما آیا جمله زیر صحیح است؟ توضیح دهید.

«هنگامی که بر روی قطعه چوبی باری قرار داده می‌شود با توجه به ابعاد چوب، گونهٔ چوبی، مقدار بار، رطوبت چوب و مدت زمانی که قرار است بار بر روی آن باشد، در چوب تغییر شکل دائم و یا برگشت‌پذیر ایجاد می‌شود.»

.....

.....

.....

۵- به نظر شما حد مجاز بارگذاری بر یک قطعه چوب استفاده شده در یک سازه چه میزان می‌باشد؟

الف) بارگذاری تا آستانه شکست.

ب) بارگذاری برابر نیمی از باری که منجر به شکست می‌گردد.

پ) بارگذاری تا حد تناسب (اندازه‌گیری شده در شرایط آزمایشگاه).

ت) با توجه به حد تناسب، مدت زمان بارگذاری، مسائل ایمنی، رطوبت و دمای محیط تعیین می‌شود.

۶- تنش را تعریف کنید.

.....

.....

.....

۷- کرنش را تعریف کنید.

.....

.....

۸- دو پایهٔ ساخته شده از یک گونه چوبی به ابعاد ۴×۴×۴۰ سانتی‌متر و ۴×۴× ۸۰ سانتی‌متر را در نظر بگیرید که به هر یک ۱۰۰ نیوتن بار در جهت طول (موازی الیاف) وارد شده است، به نظر شما .....

الف) کاهش طول هر دو پایه با یکدیگر برابر است.

ب) در طول پایه‌ها تغییری ایجاد نمی‌شود.

پ) کاهش طول پایهٔ کوتاه‌تر دو برابر پایهٔ بلندتر است.

ت) کاهش طول پایهٔ بلندتر دو برابر پایهٔ کوتاه‌تر است.

۹- نمودار تنش- کرنش نشان دهنده ...

الف)تغییر شکل ایجاد شده در یک ماده مشخص با توجه به مقدار تنش اعمال شده به آن و منحصر به همان ماده می‌باشد.

ب) رابطه میان تنش و کرنش بوده و به نوع ماده بستگی ندارد.

پ) رابطه میان تغییر شکل در اثر بارگذاری و ابعاد بوده و به نوع ماده بستگی ندارد.

علم مکانیک

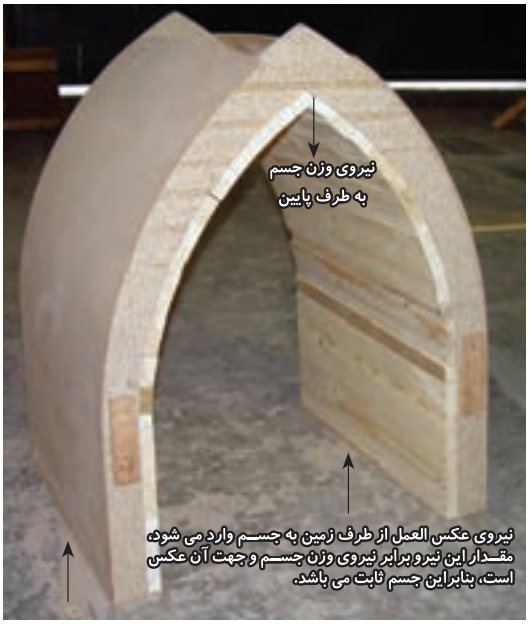
مکانیک علمی است که شرایط سکون یا حرکت اجسام تحت تأثیر نیروها[1] را پیش‌بینی و توصیف می‌کند. بخشی از این علم در مورد اجسام صلب[2] است؛ مکانیک چوب نیز بخشی از مکانیک اجسام صلب می‌باشد (مکانیک اجسام صلب به دو بخش استاتیک و دینامیک تقسیم می‌شود که بخش استاتیک با اجسام ساکن سر و کار دارد وبخش دینامیک با اجسام درحال حرکت). مکانیک یک علم فیزیکی است زیرا با مطالعهٔ پدیده‌های فیزیکی سروکار دارد. اما بعضی‌ها مکانیک را مربوط به ریاضیات می‌دانند، در حالی که خیلی ها از آن به عنوان موضوع هندسی یاد می کنند. مکانیک پایهٔ اغلب علوم هندسی است و پیش‌نیاز گریز ناپذیر مطالعهٔ آنهاست؛ فقط متکی به تجربه یا مشاهده نیست، به ریاضیات شبیه است ولی یک علم محض نیست بلکه یک علم کاربردی است.

۱- نیرو اثر یک جسم بر جسم دیگر است.

۲- اجسامی که فرض می کنیم در اثر وارد شدن نیرو تغییر شکلی در آنها ایجاد نمی شود. در طبیعت هیچ ماده صد در صد صلبی وجود ندارد.

مفاهیم بنیادی که در مکانیک به کار برده می‌شـــوند عبارتند از: فضا، زمان، جرم و نیرو. این مفاهیم را باید بر مبنای شـــهود و تجربـــه پذیرفت و به عنوان یک چارچوب مرجع برای مطالعه مکانیک به کار برد.

نیرو نمایاگر تأثیری است که یک جسم بر جسم دیگر می‌گذارد. نیروها ممکن است عملاً از راه تماس یا مثل نیروهای گرانشی و نیروهای مغناطیسی از راه دور اعمال شود. یک نیرو با نقطه اثر، بزرگی و جهت آن مشخص می‌شود و آن را با یک بردار نشان می‌دهند.



شـکل ۱-۶ (الف) نیرویی برابر وزن این مدل از طرف زمین به آن وارد می‌شـود، بنابراین جسم ساکن می‌باشد.

شـکل ۱-۶ (ب) مانعی در مقابل این اسـباب‌بازی وجود ندارد که سـبب توقف آن شود. بنابراین در جهت نیروی دست حرکت کرده و شتاب می‌گیرد. شتاب جسـم متحرک متناسب با مقدار نیرو و جرم آن می‌باشد.

شـکل ۲-۶- بـرای سـاختن ایـن سـازه به‌صـورت ایمـن محاسـبه کلیـهٔ نیروهـای وارد شـده بـه آن کامـلاً ضروری اسـت. ایـن کار با اسـتفاده از علم اسـتاتیک کـه یکی از شـاخه‌های علم مکانیک اسـت انجـام می‌پذیرد.

تغییر شکل مواد جامد در اثر وارد شدن بار به آنها

در عمل هیچ ماده‌ای به طور کامل صلب نیســـت و بر اثر بارهایی که به آن وارد می‌شـــود تغییر شکل پیدا می‌کند. سازندگان و طراحان مصنوعات چوبی ابعاد اجزای سازه‌های خود را در اندازهٔ ســـاخته و یا طراحی می‌کنند که تغییر شکل در اثر اعمال بار بسیار کوچک بوده و اثری بر تعادل سازه نداشته باشد.

هنگامی که یک فرد بالغ بر روی صندلی می‌نشیند (شکل ۳-۶ب) ارتفاع نشیمنگاه صندلی تا زمین حدود ۰/۰۳ میلی‌متر کاهش یافته و با برخاستن فرد به ارتفاع اولیه باز می‌گردد. (شکل۳-۶ الف) این کاهش طول تغییر شکلی الاستیک است.

شکل ۴-۶ پایه صندلی ساخته شده از چوب نوئل با ابعاد مقطع ۴×۴ سانتی‌متر را نشان می‌دهد. از عمر این صندلی مدت ۴ سال گذشته و در این مدت از آن به‌طور مداوم استفاده شده ، پس از گذشت این زمان در ارتفاع صندلی تغییری ایجاد نگردیده است. این عدم تغییر بدین معنی است که هر بار فردی بر روی صندلی می‌نشیند کاهش ارتفاع ایجاد شده در محدوده تغییر شکل الاستیک (برگشت‌پذیر) است.

جزئی بودن تغییر شکل اجزای سازه در بعضی حالات بارگذاری در حدی است که شاید هیچ‌کس در طول عمر خود کاهش ارتفاع پایه‌های یک صندلی چوبی را هنگامی که شخصی بر روی آن می‌نشیند، ندیده باشد (بارگذاری در جهت موازی الیاف). افزایش تغییر شکل در هر حالتی از بارگذاری به شکست منجر می‌گردد.

تغییر شکل ایجاد شده در اثر بارگذاری‌ها مبنای تعیین حداکثر باری است که هر عضو سازه قادر است در حالت‌های مختلف (کشش، خمش، فشار و ...) تحمل کند و همچنین مبنای تعیین ابعاد اعضای سازه می‌باشد.

شکل ۳-۶(الف)

شکل ۳-۶(ب)

منحنی نیرو و تغییر شکل در آزمایش چوب

فرض کنید که یک نمونه چوبی را تحت بارگذاری فشاری، خمشی و یا برشی قرار می‌دهیم؛ بارگذاری از نقطه صفر شروع شده و به تدریج تا شکست نمونه افزایش می‌یابد، همزمان با افزایش نیرو قطعه چوب بارگذاری شده تغییر شکل می‌دهد، خم می‌شود، فشرده یا بریده می‌گردد.

مرحله اول بارگذاری و تغییر شکل از نقطه صفر تا حد معینی (حد تناسب) شامل محدوده الاستیک است. اگر در محدوده الاستیک بار از روی نمونه برداشته شود تغییر شکل ایجاد شده از بین رفته و قطعه چوب به شکل اول خود بر می‌گردد.[1] ولی اگر بارگذاری ادامه پیدا کرده و مقدار آن از محدوده الاستیک تجاوز کند، دیگر پس از حذف بار نمونه به شکل اولیه بر نخواهد گشت. زیرا نیرو و تغییر شکل وارد محدوده پلاستیک شده‌اند.

تعیین محدوده الاستیک و پلاستیک و همچنین حد تناسب با استفاده از منحنی «بار- تغییر شکل» و یا «تنش- کرنش» امکان‌پذیر است.[2]

شکل ۴-۶

شکل ۵-۶- طبقه قفسه کتاب پس از چیدن یک ردیف کتاب از حالت خط صاف به قوس تغییر شکل پیدا کرده است.

۱- برای درک بهتر مفهوم الاستیک دو انتهای قطعه چوبی از گونه‌ای سبک مانند نوئل یا صنوبر به طول حدود ۶۰ سانتی متر و مقطع ۱×۱ سانتی متر را با دو دست نگه داشته و دست ها را به هم نزدیک کنید تا چوب به مقدار کمی کمانی شود، سپس دست‌ها را آزاد کنید تا چوب به شکل اول خود بازگردد ، کمانی که ایجاد کرده اید تغییر شکل الاستیک بوده که پس از حذف نیرو به شکل اول برگشته است. اگر دست‌هایتان را به مقدار بیشتری به هم نزدیک کنید چوب دیگر به شکل اول خود بر نمی‌گردد که نشان‌دهنده تغییر شکل پلاستیک است؛ در صورت اعمال نیروی بیشتر ، چوب می‌شکند (البته ممکن است در این آزمایش قادر به ایجاد تغییر شکل پلاستیک نباشید).

۲- نمودار تنش-کرنش در صفحات بعدی توضیح داده شده است.

ناحیه اول نمودار شـــکل ۶-۷ (AB) به علت ردیف نبودن در دستگاه آزمایش و ناصافی سطح به‌وجود می‌آید. این ناحیه یک رویداد ناپایدار است و پس از مختصر افزایش بار و حذف ناصافی ســـطح (در اثر فشـــردگی) پایان می‌پذیرد و بعد از آن ناحیه نیرو تغییر شکل خطی (BC) شروع می‌شود. در تحلیل مشاهدات از ناحیهٔ اول صرف‌نظر می‌گردد.

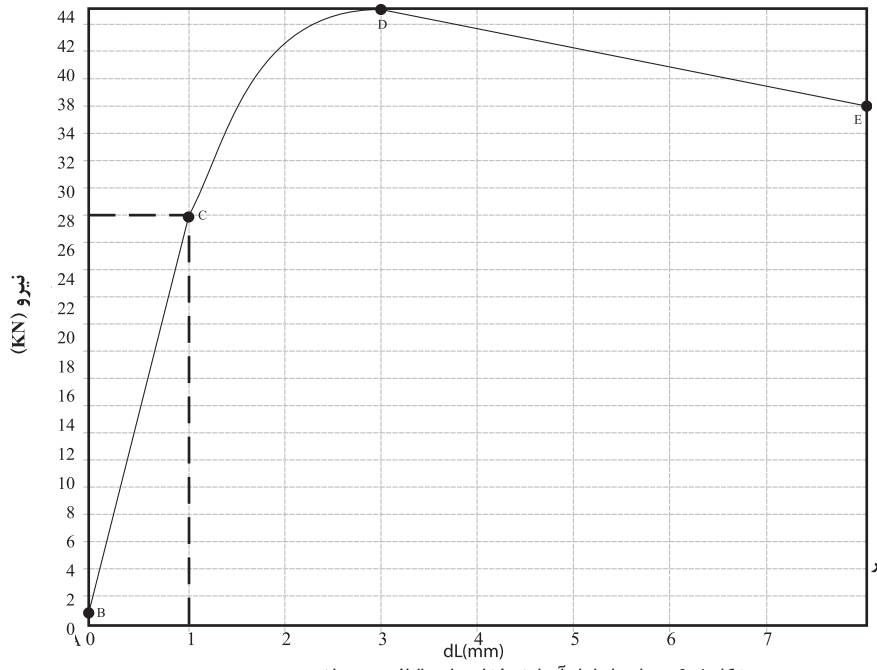
در منحنی‌های نیرو و تغییر شـــکل می‌توان خط مماسی بر ناحیهٔ دوم (BC) رسم کرد. نقطه‌ای که در آن منحنی از خط مستقیم منحرف می‌شود به حد تناسب مرسوم است. نقطه D حداکثر نیرویی اســـت که چوب قبل از شکست قادر به تحمل آن بوده است. از این نقطه به بعد با توجه به افزایش شکست ایجاد شده مقاومت نمونه نیز کاهش یافته و نمودار نزولی می‌شـــود. شکل نمودار پس از نقطه شکست با توجه به نوع آزمایش (فشار، کشش، خمش و برش) متفاوت است.

شـکل ۶-۶- نمونه چوبی شکسته شـده در اثر بار کششی

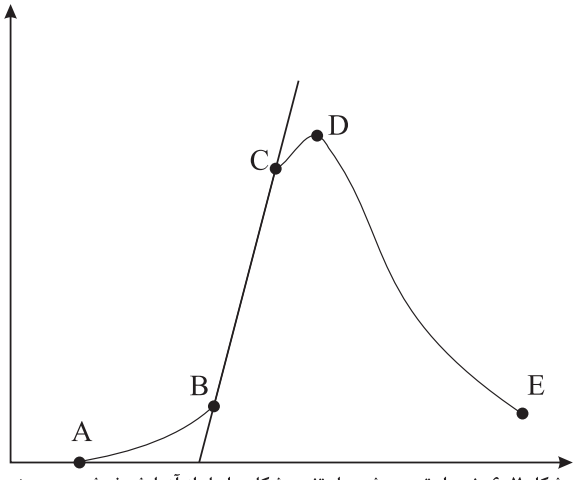
تغییر شکل الاستیک در چوب

به تغییر شـــکلی گفته می‌شود که پس از برداشته شدن بار از بین رفته و چوب به حالت اولیه باز گردد. این ناحیه بین نقاط B و C در نمودار شکل ۶-۸ نشان داده شده است.

این حالت در مواقعی که بار اعمال شده کمتر از حد تناسب (نقطه C نمودار شکل ۶-۸) باشد اتفاق می‌افتد، عواملی چون جهت اعمال بار بر چوب (طولی، شعالی و مماسی)، مدت زمان اعمال بار، رطوبت و دمای محیط بر حد تناسب مؤثر و مقدار آن را افزایش یا کاهش می‌دهد.



شکل ۶-۸ نمودار حاصل از آزمایش فشار موازی الیاف چوب راش
A: شروع منحنی
C حد تناسب (BC محدوده تناسب)
D: حداکثر مقاومت
dl: تغییر شکل طولی (deformation lexyth)



شکل ۶-۷- نمودار ترسیم شده بار تغییر شکل حاصل از آزمایش خمش چوب صنوبر
نقطه C: حد تناسب (PL)
نقطه AB: ردیف شدن اولیه
نقطه BC: الاستیک خطی
نقطه CD: ناحیهٔ پلاستیک
نقطه DE: بعد از شکست
نقطه D: حداکثر مقاومت (u)

شکل ۹-۶(الف)

شکل ۹-۶ الف- فنر، الگوی رفتار یک جسم کاملاً الاستیک است که پس از حذف نیرو (در این شکل کشش) به وضعیت اول باز می‌گردد.

شکل ۹-۶-ب- در این قطعه چوبی که مورد آزمایش مقاومت فشار موازی الیاف قرار گرفته تغییر شکل پلاستیک دائمی همراه با گسیختگی بین الیاف ایجاد شده است، اگر به این قطعه بیش از محدوده الاستیک بار وارد نمی‌شد پس از حذف بار به وضعیت اولیه خود بر می‌گشت.

شکل ۱۰-۶، تغییر شکل دائمی ایجاد شده در چوب راش پس از آزمایش فشار موازی الیاف

تغییر شکل پلاستیک (دائم) در چوب

این نوع تغییر شکل هنگامی اتفاق می‌افتد که مقدار بار اعمال شده بیش از حد الاستیک باشد، ناحیه بین نقاط C و E در نمودار شکل ۹-۶ حد پلاستیک را نشان می‌دهد، در این حالت پس از حذف بار از قطعهٔ چوبی چون تغییر شکل فراتر از حد الاستیک است به شکل اولیه برنگشته و به عبارت دیگر تغییر شکل دائم در چوب به‌وجود می‌آید؛ در نمودار شکل ۹-۶ کاهش طول نشان داده شده در محور طول تا حدود ۰/۹ میلی‌متر جزء محدوده الاستیک و پس از آن پلاستیک می‌باشد، در محدوده پایین‌تر از حد تناسب (نقطه C ۹-۶) در صورت حذف بار نمونه به حالت اول بر می‌گردد ولی در صورت بارگذاری بیش از این حد، تغییر شکل پلاستیک ایجاد می‌گردد.

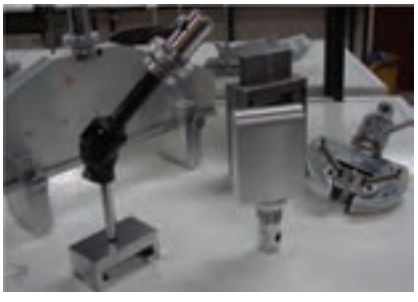
بیشتر بدانیم

دستگاه‌های تعیین مقاومت چوب تحت کشش و فشار (دستگاه تستینگ)

برای اندازه‌گیری مقاومت چوب، فلز و یا پلاستیک در برابر کشیده شدن، فشردگی، برش، خمش و غیره از دستگاه‌های کشش و فشار (تستینگ) استفاده می‌گردد.

بخش‌های اصلی این دستگاه‌ها عبارتند از: اسکلت، الکتروموتور، نیروسنج و جک هیدرولیک یا انواعی از میله‌های مارپیچ. عملکرد این دستگاه‌ها بدین ترتیب است که گیره مورد نظر با توجه به نوع آزمایش، توسط نیروی ایجاد شده به‌وسیله الکتروموتور، نمونه را در معرض کشش، فشار، خمش و برش قرار می‌دهد و همزمان با اعمال نیرو، نیروسنج دستگاه نیز که رابط میان گیره و بخش متحرک ماشین است مقاومت نمونه را اندازه‌گیری می‌نماید.

شکل ۱۱-۶، یک نمونه دستگاه مکانیکی کشش و فشار (تستینگ)، ظرفیت این دستگاه در حدود یک تُن و انتقال نیرو از موتور به بخش متحرک به وسیله میله مارپیچ می‌باشد.



شکل ۱۲-۶- تعدادی از گیره‌های مورد استفاده برای آزمایش چوب و چند سازه‌های چوبی

شکل ۱۳-۶

(سیستم اندازه‌گیری وزن در ترازوهای دیجیتالی نمونهٔ کوچکی از این نیروسنج است). در انواع جدید ماشین‌های کشش و فشار همزمان با آزمایش، نمودار نیز توسط کامپیوتر جهت استخراج اطلاعات مورد نظر ترسیم می‌گردد.

الکتروموتور دستگاه‌های مکانیکی با استفاده از کامپیوتر کنترل شده و توانایی حرکت با هر توانی را دارا می‌باشد (شکل ۱۳-۶).

در شـــکل ۶-۱۶ یک نوع ســـاده از جعبه کنترل دستگاه کشش و فشار (تستینگ) نشان داده شـــده اســـت. فرمان‌های کاربر از طریق کامپیوتر به این جعبه ارسال شده و این جعبه براساس این فرمان‌ها دستگاه را کنترل می‌کند.

شـــکل ۶-۱۷ پمپ و جعبه روغن یک نوع دستگاه هیدرولیکی کشش و فشار با سیستم ساده را نشان می‌دهد.

شکل ۶-۱۶

شکل ۶-۱۷

شـکل ۶-۱۴- دسـتگاه کشـش و فشـار هیدرولیکـی، ظرفیت این دسـتگاه حـدود ۱۵ تن بوده و حرکت آن به‌وسـیله جک هیدرولیک ایجاد می‌شـود بخش فوقانی جک هیدرولیک که با فلش نشان داده شده است نیروسنج می‌باشد.

شـکل ۶-۱۵- دستگاه کشـش و فشار با سیستم مکانیکی(انواع قدیمی‌تر) را نشـان می‌دهد. ترسیم گراف و تنظیم دسـتگاه به وسیله ادوات مکانیکی و بدون استفاده از کامپیوتر است.

سؤال و تحقیق

۱- تغییر شکل الاستیک را با ذکر چند مثال تعریف کنید.

.....

.....

.....

۲- تغییر شکل پلاستیک را با ذکر چند مثال تعریف کنید.

.....

.....

.....

۳-در شیشه و سنگ نیز قبل از شکسته شدن تغییر شکل ایجاد می‌گردد؟(با راهنمایی معلم خود در خصوص پاسخ این سؤال تحقیق کنید و نتیجه را در صورت امکان همراه با عکس توضیح دهید)

.....

.....

.....

۴- از عمر صندلی چوبی شـــکل صفحه بعد چندین ســـال می‌گذرد، هر بار فرد بالغی بر روی این صندلی می‌نشیند کرنش سنج یا ساعت اندازه‌گیر (ابزاری دقیق که قادر است تغییر

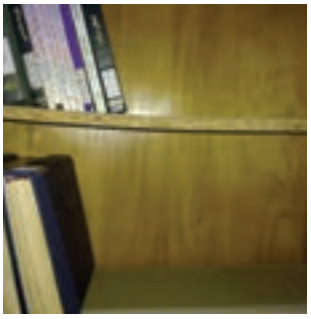
شـــکل اجســـام را به دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری نماید) کوتاه شدن ارتفاع نشیمنگاه صندلی را به اندازه ۰/۰۳ میلی‌متر نشان می‌دهد و پس از برخاستن فرد، عقربه کرنش سنج یا ساعت اندازه‌گیر به جای اول خود برمی‌گردد، کوتاه شدن نشیمنگاه صندلی چه نوع تغییر شکلی است؟ توضیح دهید.

.....

.....

.....

.....



۵- تغییر شـــکل ایجاد شـــده در این طبقه کتابخانه چه نوع تغییر شکلی است؟ توضیح دهید. (با فرض اینکه پس از برداشتن کتاب‌ها نیز طبقه به طور کامل به شکل اولیه برنگردد.)

.....

.....

.....

۶- در سر آستین و کمر برخی از لباس‌هایی که می‌پوشیم از کش استفاده شده است که باعث چسبیدن لباس به بدن می‌گردد، دلیل چسبیدن مجدد کش به بدن انسان پس از هر بار پوشیدن لباس را با توجه به اینکه کش مدل یک جسم کاملاً الاستیک است را توضیح دهید.

.....

.....

.....

۷- فرض کنید در وسط طبقهٔ کتابخانه گفته شده در سؤال ۵ در اثر چیدن کتاب ۶mm خیز ایجاد شده باشد و پس از برداشتن کتاب‌ها این خیز به ۳mm کاهش یابد، تغییر شکل حذف شده و باقیمانده را چگونه تحلیل می‌کنید.

.....

.....

.....

.....

۸- جنس تخته شیرجه از نوعی مواد پلی‌مری و در مدل‌های قدیمی چوب می‌باشد، دلیل نشکستن تخته شیرجه را با توجه به تغییر شکل‌های الاستیک و پلاستیک توضیح دهید.

.....

.....

.....

.....

۹- چند تغییر شکل پلاستیک را که تا به حال با آنها برخورد داشته‌اید با ذکر جنس ماده نامبرده در مورد آنها توضیح دهید. در صورت امکان شکل آنها را رسم نمایید.

.....

.....

.....

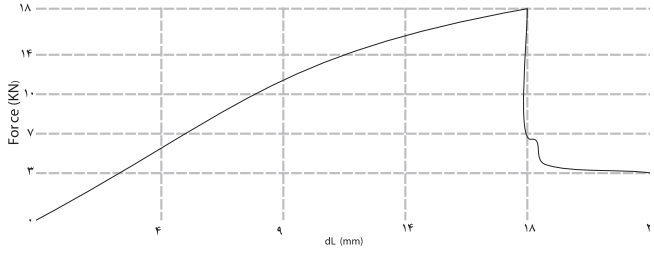
.....

۱۰- الف) محدوده ردیف شدن اولیه، الاستیک، پلاستیک و پس از شکست را در نمودارهای داده شده مشخص نمایید.

ب) کاهش طول ایجاد شده در هر یک از نمونه‌ها در صورتی که بار در نقطه وسط ناحیهٔ الاستیک از روی نمونه برداشته می‌شد از نمودار مربوط به آن استخراج نمایید.

ج) کاهش طول ایجاد شده در هر یک از نمونه‌ها را در صورتی‌که بار در نقطه وسط ناحیهٔ پلاستیک از روی نمونه برداشته می‌شد با توجه به نمودار مربوطه تعیین نمایید.

الف) نمودار حاصل از آزمایش خمش چوب صنوبر



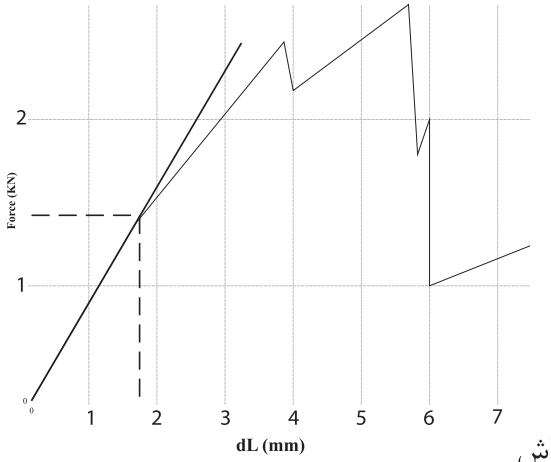
.....

.....

.....

.....

ب) نمودار حاصل از آزمایش کشش چوب نوئل



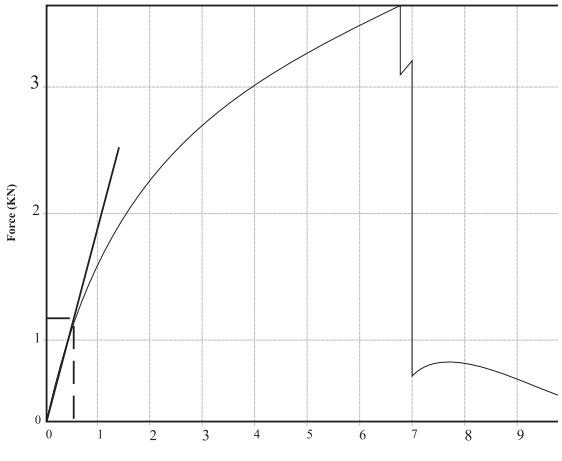
.....

.....

.....

.....

پ) نمودار حاصل از آزمایش فشار موازی الیاف چوب راش



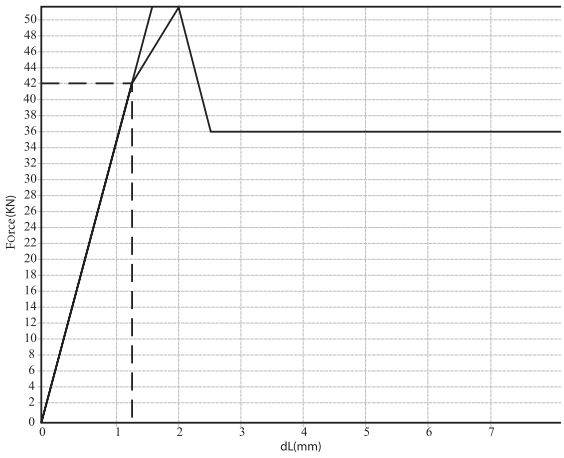
.....

.....

.....

.....

ت) نمودار حاصل از آزمایش فشار موازی الیاف چوب نوئل



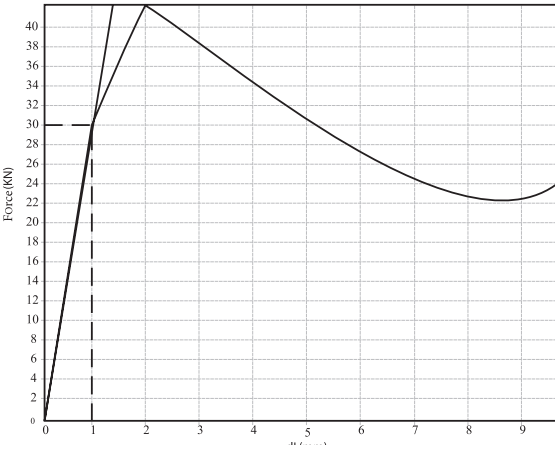
.....

.....

.....

.....

ث) نمودار حاصل از آزمایش فشار عمود بر الیاف چوب نراد



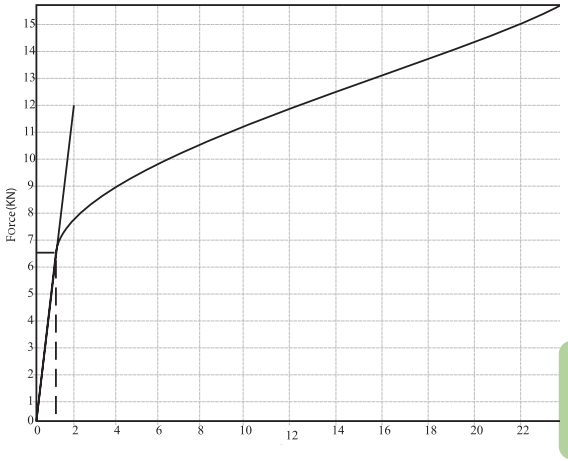
.....

.....

.....

.....

ج) نمودار حاصل از آزمایش فشار موازی الیاف چوب نراد



.....

.....

.....

.....

تعریف ویژگی‌های مقاومتی یا استحکام

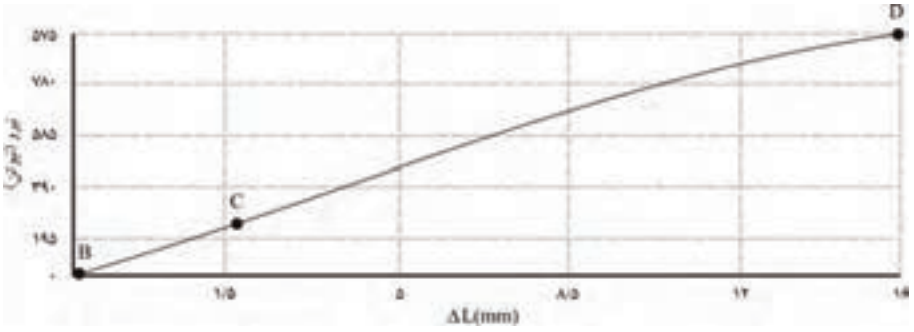
چوب نیز همانند هر ماده جامد دیگری در برابر بارهای وارد شـــده تغییر شـــکل می‌دهد. همان‌طور که در بخش اول کتاب خوانده‌اید چوب عمدتاً از عناصری دوکی شـــکل و توخالی به نام آوند و فیبر (پهن‌برگان) یا تراکئید (ســـوزنی‌برگان) تشکیل شده است؛ رفتار چوب در مقابل بارهای وارد شده نتیجه رفتار این عناصر در مقابل کشش، فشار، برش و ... متفاوت است.

هنگامی که چوب تحت بارگذاری فشـــاری، کششی، خمشی و یا ... قرار می‌گیرد با توجه به دما و رطوبت، سرعتی که بار (نیرو) وارد می شود و این که نیرو در جهت موازی با الیاف، یا عمود بر الیاف اعمال شده است، افزایش یا کاهش طول پیدا کرده، خمیده و یا در معرض برش قرار می‌گیرد؛ با افزایش بار، تغییر شـــکل ایجاد شـــده افزایش یافته و سرانجام شکست

واقع می‌گردد.

شـــکل ۱۸-۶- نمودار بار- تغییر شـــکل حاصل از آزمایش خمش چوب صنوبر می‌باشد، ناحیهٔ قبل از شکســـت این نمودار از دو بخش خطی (BC) و غیرخطی (CD) تشکیل شده که ناحیهٔ خطی به عنوان محدودهٔ الاستیک در نظر گرفته می‌شود (در محدوده الاستیک نیز در صورت طولانی شدن مدت بارگذاری تغییر شکل دائم به‌وجود می‌آید).

تعریف ویژگی‌های مقاومتی یا اســـتحکام چوب براســـاس نمودار بار - تغییر شکل ۱۸-۶ امکان‌پذیر است، در عمل با توجه به مواردی همچون تعداد دفعات بارگذاری، ایمنی، رطوبت، دما، مدت زمان بارگذاری و ... اســـتحکامی که برای چوب در نظر می‌گیرند درصدی از مقدار باری که چوب در محدوده الاستیک تحمل کرده می‌باشد (قبل از حد تناسب).



نمودار ۱۸-۶

تنش

مقاومت‌های چوب در گونه‌های یکســـان با توجه به ابعاد متفاوت اســـت؛ به عنوان مثال اگر فرض کنید میزان فشاری که در جهت موازی الیاف بر نمونه چوبی از گونه راش به ابعاد ۲×۲×۵ ســـانتی‌متر ۱۰۰ نیوتن باشـــد نمی‌توان آن را برای تمام قطعات چوب راش در نظر گرفـــت، زیرا چنانچه ابعاد همین چوب به ۳×۳×۱۵ ســـانتی‌متر تغییـــر یابد مقاومت آن نیز متفاوت خواهد بود.

بنابراین مقاومت‌های برشـــی، کششی، فشاری و ... برای انواع مصالح ساختمانی از طریق واحد تنش بیان می‌گردد. تنش عبارت اســـت از مقدار نیرو بر ســـطح مقطع که با محاسبه آن مقاومت واحد ســـطح (مانند متر مربع، اینچ مربع، ...) نســـبت به بار وارد شـــده به دست می‌آید و می‌توان مقاومت هر ســـطح دیگر از همان گونه را نیز محاســـبه نمود. مثلاً وقتی در منابع مقاومت فشـــار موازی الیاف یک گونه چوبی سوزنی برگ ۵۰ مگاپاسکال ذکر می‌شود به این معنی اســـت که می‌توان بر قطعه ای از این چوب به ابعاد سطح مقطع یک متر مربع،

۵۰ میلیون نیوتن بار وارد کرد، حال با محاسبه‌ای ساده می‌توان این مقاومت را برای سایر قطعات این چوب، با ابعاد مختلف، به دست آورد.

۷-۶-۱ تنش فشاری (عمودی):

چهار پایه‌ای را در نظر بگیرید که گلدانی روی آن قرار داده شده است (شکل ۱۹-۶). اگر جرم گلدان ۴ کیلوگرم باشد، نیرویی معادل ۴ کیلوگرم نیرو یا ۴۰ نیوتن از طرف گلدان بر پایه‌های چهار پایه وارد می‌گردد.[۱]

با فرض اینکه بر هر یک از پایه‌ها یک چهارم نیروی مذکور وارد می‌گردد پس بر هر پایه ۱۰ نیوتن نیرو وارد می‌شود. در این حالت می‌گوییم که پایه تحت اثر بارگذاری محوری است. برای محاسبه تنش (مقاومت)، نیروی وارد شده را بر سطح مقطع پایه تقسیم می‌کنیم، به دلیل عمود بودن سطح مقطع پایه بر جهت نیرو، تنش محاسبه شده را «تنش عمودی» می‌نامند. تنش عمودی با علامت σ (سیگما) نشان داده شده و با استفاده از فرمول ذیل محاسبه می‌گردد:

شکل ۱۹-۶- پایه‌های این گلدان بر زمین عمود می‌باشد.

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

(سطح مقطع) ÷ (نیرو) =(سیگما، تنش یا فشار)

F[۲]: نیروی وارد بر جسم بر حسب نیوتن

A[۳]: سطح مقطع بر حسب متر مربع (یا سایر واحدهای سطح مثل اینچ مربع، میلی متر مربع و ...)

این فرمول نشان دهنده میانگین تنش در سطح مقطع است نه تنش در نقطه خاصی از آن. واحد تنش نیوتن بر متر مربع (پاسکال) می‌باشد، بنابراین هر یک پاسکال برابر یک نیوتن بر متر مربع است.

مثال

در شکل مقابل یک قطعه چوب راش به طول ۲۰ سانتی‌متر و سطح مقطع ۲۵ سانتی‌متر مربع تحت تأثیر نیرویی برابر ۴۰ نیوتن قرار گرفته است. تنش عمودی در این قطعه چوب برابر است با:

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$\sigma = \frac{۴۰N}{۰/۰۰۲۵m^۲} = ۱۶۰۰۰KPa\ (۱۶\times۱۰^۶N/m^۲ = ۱۶MPa)$$

۱- فرمول وزن $w=mg$ است که w وزن، m جرم و g ثابت عمودی یا ثابت گرانش می‌باشد. مقدار g با دو رقم اعشار ۹/۸۱ است که معمولاً آن را ۱۰ در نظر می‌گیرند؛ بنابراین نیروی وارد شده از طرف گلدان که ناشی از وزن آن می‌باشد برابر است با $w = ۴\times۱۰ = ۴۰N$، مقدار g به ارتفاع جرم مورد نظر و همچنین عرض جغرافیایی بستگی دارد. اما وقتی که جسم عملاً بر روی سطح زمین باقی بماند اغلب محاسبات مهندسی را می‌شود با فرض g برابر ۹/۸۱ و یا ۱۰ با دقت کافی انجام داد.

۲- F: مخفف کلمه force است.

۳- A: مخفف Area به معنای مساحت است.

مسئله

۱- به یک قطعه چوب راش به ابعاد مقطع ۵×۵ سانتی‌متر ۸۶KN باری در جهت موازی الیاف وارد می‌شود، تنش عمودی در این چوب برابر است با:

$F=۸۶۰۰۰\ N$

$A=۰/۰۵m\times ۰/۰۵=٪۰۰۲۵m^۲$

$\sigma=\frac{F}{A}$ $\quad \sigma=\frac{۸۶۰۰۰N}{۰/۰۰۲۵m^۲}$

$\sigma = ۳۴/۴ \times ۱۰^۶Pa\ (N/m^۲) = ۳۴/۴MPa$

۲- به چوب چناری ۵۰ KN بار وارد شـــده است، تنش عمودی در این چوب را محاسبه نمایید. ابعاد نمونه ۳×۳×۱۵ سانتی‌متر.

.....

.....

.....

.....

۳- تنـــش عمـــودی در یـــک قطعه چـــوب ممرز بـــه ابعـــاد ۲/۵×۲/۵×۱۰ ســـانتی‌متر ۵۰۰۰ KPa است، مقدار نیروی ایجاد کننده این تنش را محاسبه نمایید.

$A = ۰/۰۲۵m \times ۰/۰۲۵ = ۰/۰۰۰۶۲۵m^۲$ $\quad \sigma=\frac{F}{A}$

$F = ?$

$\sigma = ۵۰۰۰۰۰۰Pa$ $\quad ۵۰۰۰۰۰۰=\frac{F}{۰/۰۰۰۶۲۵}$ $\quad F = ۳۱۲۵N = ۳/۱KN$

۴- ســـتون شـــکل مقابـــل حداکثر قـــادر به تحمـــل تنش معادل ۴۰۰ KPa است، محاسبه کنید که وارد شدن ۲۰ KN بار به این ستون موجب شکست آن می‌گردد یا خیر؟(ابعادمقطع ستون ۱۰×۱۰ cm).

$\sigma = ۴۰۰ \times ۱۰^۶Pa$

$A = ۰/۱ \times ۰/۱ = ۰/۰۱m^۲$

$F = ?$ نیرویی که تیر قادر به تحمل آن است.

$\sigma=\frac{F}{A}$

$۴۰۰ \times ۱۰^۶=\frac{F}{۰/۰۱}$

$F = ۴ \times ۱۰^۶N > ۳۰۰۰۰N$

چون تحمل تیر از نیروی وارد شده به آن بیشتر است شکستی اتفاق نمی افتد.

۵- قصد داریم چهار پایه‌ای مطابق شکل مقابل را از چوب صنوبر بسازیم، اگر این چوب قادر به تحمل حداکثر ۳۰Kpa تنش عمودی باشد مساحت هر پایه آن را برحسب متر مربع محاسبه کنید. قرار است به این چهار پایه ۲۰۰N بار وارد شود.

($\frac{۱}{۴}$ نیرو به هر پایه وارد می شود.)

$$F = \frac{۴۰۰}{۴} = ۵۰N$$

$$\sigma = ۳۰۰۰۰Pa$$

$$۳۰۰۰۰ = \frac{۵۰}{A}$$

$$A = ۰/۰۰۱۶m^۲$$

۶- مسئله قبل را برای حالتی که از چوب راش با تحمل حداکثر تنش ۷۰*Kpa* استفاده کنیم را محاسبه نمایید.

.....

.....

.....

.....

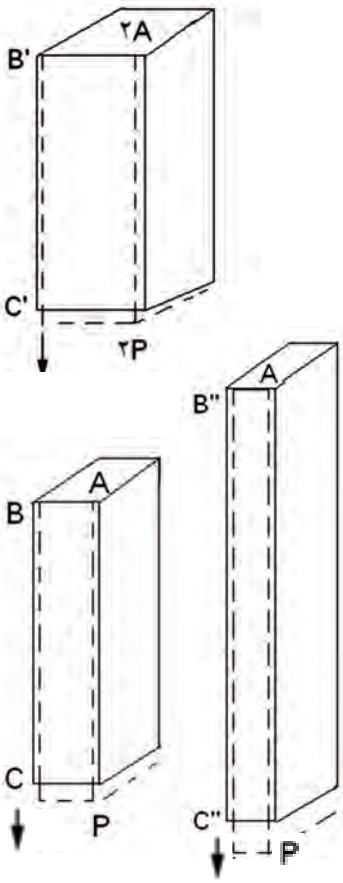
تنش و کرنش، بارگذاری محوری

کلیهٔ سازه‌های چوبی بایستی طوری طراحی شوند که در اثر بارهای وارده تغییر شکل محسوسی در آنها ایجاد نگردد، بنابراین از تحلیل تغییر شکل‌ها در تعیین حداکثر تنشی که می‌توان بر هر عضو سازه وارد ساخت استفاده می‌شود.

۸-۶-۱ کرنش عمودی تحت بار محوری

قطعه چوب BC به طول L و سطح مقطع یکنواخت A را در نظر می‌گیریم که در نقطه B ثابت شده است. اگر باری مانند F را به انتهای C وارد کنیم طول نمونه زیاد می‌شود (شکل ۲۰-۶) با رسم منحنی مقدار F نسبت به تغییر شکل ΔL (حرف یونانی دلتا) نمودار مشخصی برای بار- تغییر شکل به دست می‌آوریم (شکل ۲۱-۶).

با اینکه این نمودار شامل اطلاعاتی مفید برای تحلیل میله مورد بررسی است، از آن نمی‌توان مستقیماً برای پیش‌بینی تغییر شکل میلهٔ دیگری با همان جنس ولی با ابعاد دیگر، استفاده کرد. در حقیقت مشاهده می‌کنیم که هرگاه تغییر شکل (ΔL) ایجاد شده در میلهٔ BC بر اثر بار F باشد، در میلهٔ $B'C'$ به طول L و سطح مقطع دو برابر، ۲F بار



شکل ۲۰-۶- خط پیوسته وضعیت اولیه میله و خط چین پس از کشیده شدن را نشان می‌دهد. طول میله قرار گرفته در معرض بار کشش افزایش یافته و عرض آن کاهش می‌یابد.

لازم اســـت تا همان ازدیاد طول ایجاد شود. یادآور می‌شویم که در هر دو حالت، مقدار تنش برابر با $\sigma = \frac{F}{A}$ اســـت. از طرف دیگر، بار F وارد شـــده بر میلهٔ $B''C''$ با همان مساحت سطح مقطع میله BC ولی با طول دو برابر، باعث تغییر شکل ΔL ۲ می‌شود.

یعنی اگر طول میله دو برابر شـــود، افزایش طول ایجاد شده در اثر همان مقدار بار قبلی دو برابر خواهد شـــد، ولی در هر دو حالت نسبت تغییر شکل بر طول میله برابر است با. $\frac{\Delta L}{L}$

اکنون می‌توانیم مفهوم کرنش را معرفی کنیم:

کرنش عمودی در یک میلهٔ تحت بارگذاری محوری را با تغییر شـــکل در طول واحد آن میله تعریف می‌کنیم. با نشان دادن کرنش عمودی با ε (حرف یونانی اپسیلون) می‌نویسیم:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

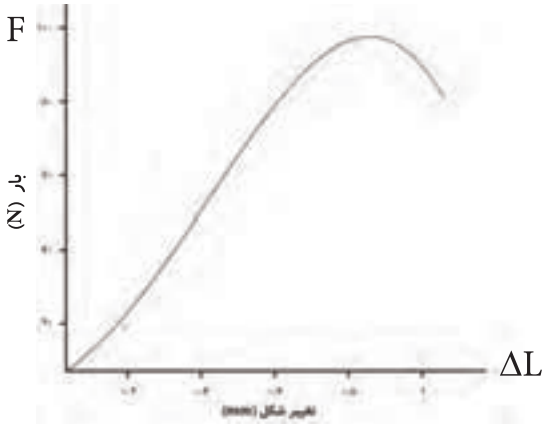
$\frac{\Delta L}{L}$: افزایش یا کاهش به‌وجود آمده در اثر اعمال نیرو

L: طول اولیه نمونه

ε: فاقد واحد و علامت (قدر مطلق آن در نظر گرفته می‌شود) است ولی واحد L و ΔL را می‌بایست یکسان در نظر گرفت.

نمودار تنش $\sigma = \frac{F}{A}$ نسبت به کرنش $\varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$ برای هر ماده مشخصه‌ای انحصاری خواص ماده بوده و به ابعاد نمونه به کار برده شده بستگی ندارد.

همان‌طور که گفته شد چون تغییر شکل و طول برحسب یکای همانندی بیان می‌شـــوند، کرنش عمودی ε که از تقســـیم ΔL بر L به دست می‌آید کمیتی بدون واحد است.



شکل ۲۱-۶

مثال

طول پایهٔ یک صندلی به طول ۴۰ ســـانتی‌متر پس از نشســـتن یک فرد بالغ بر روی آن ۰/۰۲ میلی‌متر کاهش می‌یابد، کرنش پایه عبارت است از:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

$$\varepsilon = \frac{۰/۰۲}{۴۰۰} = ۰/۰۰۰۰۵ = ۵\times ۱۰^{-۵}$$

مسئله

۱-طول یک ستون چوبی به ابعاد ۱۰×۱۰×۲۸۰ سانتی متر پس از نصب سقف ساختمان ۵ میلی‌متر کاهش یافته است، کرنش به‌وجود آمده در این ستون را محاسبه نمایید.

$\Delta L = ۵mm$

$L = ۲۸۰۰mm$

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

$$\varepsilon = \frac{۵}{۲۸۰۰} \qquad \varepsilon = ۰/۰۰۱۸ = ۱۸\times۱۰^{-۴}$$

۲- کرنش نمونه‌های ب، پ و ت سؤال ۱۰ صفحه ۸۶ را در نقطه وارد شدن حداکثر نیرو محاسبه نمایید.

طول اولیه نمونه نمودار ب: ۶۵ سانتی‌متر

طول اولیه نمونه نمودار پ: ۲۲/۵ سانتی‌متر

طول اولیه نمونه نمودار ت: ۲۲/۵ سانتی‌متر

نمودار ب:

$\Delta L = ۵/۸mm$ در نقطه حداکثر نیرو

$L = ۶۵cm = ۶۵۰mm$

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

$$\varepsilon = \frac{۵/۸۰}{۶۵۰} = ۰/۰۰۹ = ۹\times۱۰^{-۳}$$

نمودار پ:

$\Delta L = ۶/۹mm$ در نقطه حداکثر نیرو

$L = ۲۲/۵cm = ۲۲۵mm$

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

$$\varepsilon = \frac{۶/۹}{۲۲۵} = ۰/۰۳$$

نمودار ت:

شـکل ۲۲-۶ میله گرد فولادی گسیخته شده پس از انجام آزمایش کشش

$\Delta L = ۲mm$ در نقطه حداکثر نیرو

$L = ۲۲/۵cm = ۲۲۵mm$

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

$$\varepsilon = \frac{۲}{۲۲۵} = ۰/۰۰۸۹ = ۸۹ \times ۱۰^{-۴}$$

نمودار تنش– کرنش

منحنی نشـــان دهنده رابطهٔ بین تنش و کرنش در یک ماده معین مشخصه مهمی برای آن ماده است (شـــکل ۲۳-۶). برای به‌دست آوردن این منحنی معمولاً روی ماده مورد نظر آزمون کشش انجام می‌دهند (شکل ۲۲-۶ و ۲۴-۶).

ملاحظه می‌شود که هر نوع ماده دارای منحنی تنش - تغییر طول نسبی خاصی است.

برای ترســـیم نمودار تنش- کرنش (تغییر طول نسبی)، نمونه ماده مورد نظر را در داخل گیره‌های دستگاه کشش و فشار محکم می‌کنند.

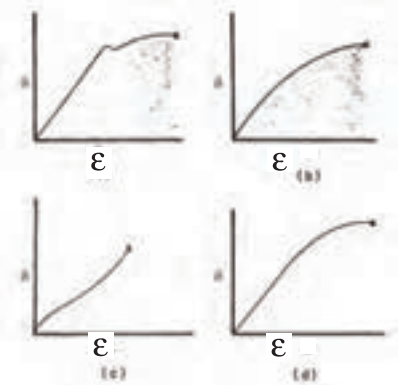
با اعمال و افزایش بار کششی، فاصله علامت گذاری شده بین دو علامت معیار (فلش‌ها در شکل ۲۴-۶) برای اندازه‌گیری تغییر طول افزایش می‌یابد. این فاصله به وسیله اندازه‌گیر عقربه‌ای (ساعت اندازه‌گیر) اندازه‌گیری و افزایش طول $\Delta L = L_۱ - L_۲$ به ازای هر مقدار F ثبت می‌شود.

تنش σ از تقســـیم بار بر مســـاحت ســـطح مقطع اولیه $L_۰$ نمونه، و کرنش از تقســـیم افزایش طول ΔL بر طول معیار اولیه $L_۰$ محاســـبه می‌شود. سپس می‌توان منحنی نمودار تنش-کرنش را با ترســـیم ε ها (کرنش ها) روی محور طول (افقی) بر σ ها (تنش ها) روی محور عرضی دستگاه مختصات به دست آورد.

در میان نمودارهای تنش- کرنش مواد مختلف می‌توان مشـــخصه‌هایی را تشخیص داد و براساس این مشخصه‌ها مواد را به دو گروه اصلی شکل‌پذیر و شکننده تقسیم‌بندی کرد.

در مواد شـــکل‌پذیر مانند فولاد ساختمانی وقتی بار وارد شده به نمونه به مقدار حداکثر می‌رســـد قطر قسمتی از نمونه شروع به کاهش می‌کند، این پدیده را باریک شدن می‌نامند. پس از باریک شـــدن کافی است بارهای کوچکی به نمونه وارد شود تا افزایش طول بیشتری ایجاد شده و در نهایت نمونه گسیخته می‌شود (شکل ۲۲-۶).

در مواد شکننده که چدن، شیشه و سنگ را شامل می‌شوند باریک شدن وجود نداشته و گســـیختگی در سطحی عمود بر بار اتفاق می‌افتد. رفتار چوب و چند سازه‌های چوبی نیز در مقابل کشیده شدن شبیه به مواد شکننده است.



شـکل ۲۳-۶، نمونه منحنی‌های تنش و تغییر طول نسبی چهار نوع مصالح
a: فولاد ساختمانی b: چدن c: لاستیک d: چوب

شکل ۲۴-۶، کرنش سـنج نصب شده به نمونه چوبی در حال کشیده شدن

رابطه بین نیرو و تغییر شکل چوب در تمام موارد متأثر از تغییرات طول مدت بارگذاری، دما و رطوبت اســت به‌طوری‌که تقریباً تمام خواص مکانیکی با افزایش طول مدت بارگذاری، دمــا و رطوبت کاهش می‌یابند، همچنین متأثر از جهت اعمال بار(موازی با الیاف یا عمود بر الیاف)، سرعت بارگذاری و مقدار تغییر شکل نیز می‌باشد.

در عمل (هنگام انجام آزمایش) تنش و تغییر طول نســبی اندازه‌گیری نمی‌شــود بلکه نیرو و تغییر شــکل اندازه‌گیری می‌گردند. در برخی دستگاه‌های مجهز به کامپیوتر، نرم‌افزار مربوطه قادر به تبدیل نیرو و تغییر شکل به تنش و تغییر طول نسبی (کرنش) است. بنابراین منحنی پیوســته تنش و تغییر طول نسبی توسط دستگاه رسم می‌شود و در غیر این صورت مقدار نیرو و تغییر شــکل به طور همزمان یادداشــت می‌شود. از منحنی نیرو و تغییر شکل می‌توان با اســتفاده از فرمول زیر برای محاســبه مدول الاستیسیته استفاده کرد و نیازی به تبدیل و رسم منحنی تنش و تغییر طول نسبی نخواهد بود.

$$E = \frac{F_{pl} L}{A \Delta L_{pl}}$$

E: مدول الاستیسیته

F_{pl} : نیرو در حد تناسب

L: طول اولیه

ΔL_{pl} : تغییر طول ایجاد شده در اثر وارد شدن نیرو (در حد تناسب)

A: سطح مقطع اولیه نمونه

الاستیسیته

الاستیسیته به این معنی است که تغییر طول نسبی (کرنش) یا تغییر شکل حاصل از وارد شدن تنش به یک جسم جامد پس از حذف آن به طور کامل ترمیم می‌شود (جسم به حالت اول بر می‌گردد). خواص الاستیک از ویژگی‌های خاص هر جسم جامد است، بدین معنی که فنر به عنوان مدلی از یک جسم کاملاً الاستیک بوده که پس از حذف نیروی وارد شده بر آن به وضعیت اول خود بر می‌گردد.

هر نوع ماده جامدی در یک حدمعین از تنش، دارای خاصیت الاستیک بوده و افزایش تنش بیش از این حد، موجب تغییر شکل پلاستیک (دائمی) و در نهایت منجربه شکست جسم می‌گردد.

حد الاســتیک مانند ســایر ویژگی‌های چوب در گونه‌های مختلف متفاوت است. در یک گونه مشــخص نیز این فاکتور مانند سایر ویژگیها با توجه به این‌که نمونه از شاخه، تنه و یا ریشه درخت استحصال شده باشد و همچنین با توجه به شرایط رویش، تغییر می‌کند.

حد الاســتیک با افزایش رطوبت تا نقطه اشــباع الیاف کاهش می‌یابد. همچنین تغییر شکل الاستیک حتی به مقدار کم ممکن است در اثر گذشت زمان (طولانی شدن مدت زمان بارگذاری)به تغییر شکل پلاستیک تبدیل گردد.

سؤال

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

.....

.....

.....

.....

Robert Hooke (۱۷۰۳-۱۶۳۵) ایده الاستیک مدرن را پی‌ریزی کرد. او در سال ۱۶۷۸ قانون معروف تناسب نیرو و تغییر مکان را بیان داشت: «قدرت هر فنر با کشش مربوط متناسب است.»

بسیاری از مواد جامد از خود رفتار الاستیک نشان می‌دهند، باید دانست که شرط اساسی رفتار الاستیک لحظه‌ای و قابل برگشت بودن تغییر شکل به طور کامل در اثر برداشتن بار است.

با وجودی که هیچ ماده‌ای حتی به ازای تغییر شکل کوچک الاستیک کامل نیست از مدل فنری که از لحاظ فیزیکی دارای رفتار الاستیک کامل می‌باشد، جهت تقریب خواص بسیاری از مواد استفاده می‌گردد.

از رسم مشاهدات تجربی تنش و تغییر طول نسبی- چنانچه تغییر طول نسبی کوچک باشد- خط مستقیمی به دست می‌آید که شیب آن ثابتی از تناسب بین تنش و تغییر طول (شکل) نسبی است. این ثابت مدول الاستیسیته یا مدول یانگ نام دارد و با E نشان داده می‌شود:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

σ سیگما تنش است اما ε اپسیلون واحد ندارد لذا واحد E با واحد تنش یکی است.
در سیستم متریک (SI)، واحد تنش پاسکال می‌باشد.

$$\left(1pa = 1N/m^2\right)$$

مسئله

۱- تنـــش، کرنش و مدل الاستیســـیته نمونه‌های ب، پ و ت ســـؤال ۱۰ صفحه ۸۶ را براســـاس بار وارد شده و تغییر شکل متناظر نقطه حدتناســـب (نقطه‌ای که منحنی از خط مستقیم منحرف می‌گردد) محاسبه نمایید.

الف) ابعاد اولیه نمونه مربوط به نمودار ب: ۶۰×۲×۲ cm

ب) ابعاد اولیه نمونه مربوط به نمودار پ: ۲۰×۲×۲ cm

پ) ابعاد اولیه نمونه مربوط به نمودار ت: ۲۰×۲×۲ cm

پاسخ الف)تنش بر اساس نمودار ب (نقطه حد تناسب):

$$\sigma_{(\text{حد تناسب})} = \frac{F}{A}$$

$$F_{(\text{حد تناسب})} = ۱/۶\ KN = ۱۶۰۰N$$

$$A = ۰/۰۲m \times ۰/۰۲m = ۰/۰۰۰۴m^۲ - ۴ \times ۱۰^{-۴}m^۲$$

$$\sigma_{(\text{حد تناسب})} = \frac{۱۶۰۰N}{۰/۰۰۰۴m}$$

$$\sigma_{(\text{حد تناسب})} = ۴۰۰۰۰۰۰Pa = ۴MPa$$

کرنش بر اساس نمودار ب (نقطه حد تناسب):

$$L = ۶۰cm = ۶۰۰mm \qquad \varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

$$\Delta L = ۱/۶mm$$

$$\varepsilon = \frac{۱/۶}{۶۰۰} \qquad \varepsilon = ۰/۰۰۲۶۶۶۶۷ = ۲۷\times۱۰^{-۴}$$

مدول الاستیسیته بر اساس نمودار ب (نقطه حد تناسب):

روش اول

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \qquad E = \frac{۴ \times ۱۰^۶\ Pa}{۰/۰۰۲۶۶۶۷} = ۱۴۹۹۹۹۸۱۲۵ = ۱/۵ \times ۱۰^۹ Pa \cong ۱/۵\ GPa$$

روش دوم

$$\Delta L = \frac{F}{EA} \qquad E = ۶۴\times۱۰^{-۸} = ۹۶۰$$

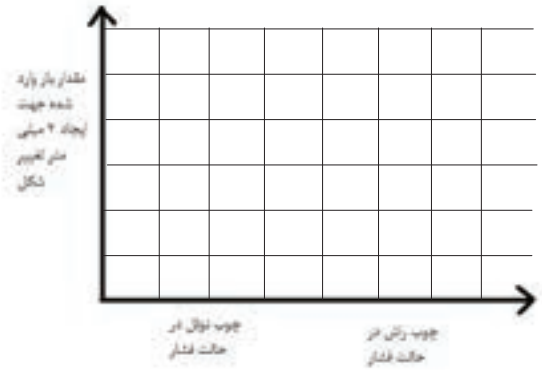
$$۰/۰۰۱۶m = \frac{۱۶۰۰N \times ۰/۶m}{E \times ۰/۰۰۰۴m^۲} \qquad E = \frac{۹۶۰}{۶۴\times۱۰^{-۸}} = ۱۵۰۰\times۱۰^۶\ pa = ۱۵۰۰\ Mpa = ۱/۵ Gpa$$

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

۲- الف: مقدار بار وارد شده به نمونه‌های ب، پ و ت سؤال ۱۰ صفحه ۸۶ برای ایجاد ۲ میلی‌متر تغییر شـــکل در هر یک از این نمونه‌ها، براساس منحنی موجود، چند نیوتن است؟

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

ب- با اســـتفاده از پاسخ بخش الف نمودار ستونی زیر را برای نمودارهای پ و ت ترسیم نمایید.



پ- براســـاس نمودار فوق دلیل اختلاف بار اعمال شـــده به نمونه‌های چوبی برای ایجاد تغییر شکل مساوی را توضیح دهید.

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

۳- در شکل‌های صفحهٔ بعد الف: لایه‌های چوب بهاره و تابستانه را مشخص کنید.

ب: با توجه به شـــکل دلیل تفاوت کیفیت ســـنباده خوری ســـطوح شعاعی و مماسی را

توضیح دهید.

.....

.....

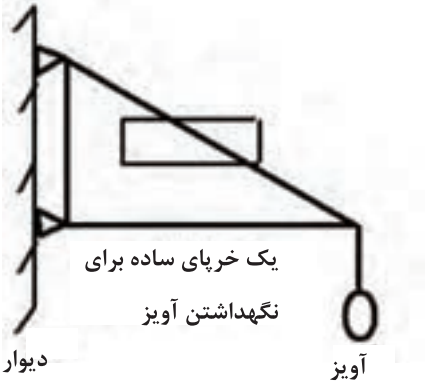
.....

.....

.....

.....

۴- ویژگی مقاومتی نشان داده شده در داخل کادر هر یک از اشکال را در زیر آن نوشته و یک شـــکل دیگر که نشان دهنده همان خاصیت مقاومتی باشد با راهنمایی معلم خود در کادر مربوطه ترسیم نمایید.


یک خرپای ساده برای
نگهداشتن آویز
دیوار
آویز

فصل هفتم

مقاومت خمشی چوب

مقدمه

فصل هفتم: مقاومت خمشی چوب

مقدمه:

مقاومت خمشی مقدار باری که می‌توان بر یک تیر چوبی[1] سقف (شکل ۱-۷) ، یک قید صندلی و یا یک قید میز ناهارخوری (شکل ۲-۷) وارد کرد را مشخص می‌سازد.

در طول تیر چوبی سقف ساختمان که در دو انتها بر روی دیوارها و یا ستون‌ها استقرار یافته است وزن مصالح سقف و برقید یک میز ناهارخوری وزن صفحه میز و اجسامی که روی آن قرار دارد ، وارد می‌شود (شکل ۳-۷) این نیروهای گسترده موجب خمیده شدن تیر ، قید یا ... می‌گردند. بنابراین قطعه چوب مورد نظر تحت تأثیر نیروی خمشی قرار دارد. خمیده شدن تخته چوبی در اثر ایستادن فردی بر وسط آن نمونه‌ای از ایجاد خمش در اثر نیروی متمرکز است.

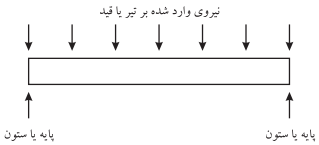
شکل ۱-۷

مقاومت خمشی یکی از خواص بنیادی در استفاده از چوب در انواع سازه‌های چوبی (مبل، طبقات کتابخانه، خانه‌های چوبی و ...) است.

تنش و تغییر طول نسبی در حالت خمش مانند کشش و فشار ساده و از طریق تقسیم نیرو بر سطح مقطع و تغییر طول بر طول اولیه ، امکان‌پذیر نمی‌باشد. مقاومت خمشی (MOR) و مدول الاستیسیته در حالت خمش (MOE) از طریق فرمول‌هایی که گفته خواهد شد محاسبه می‌گردد. قطعه چوب قرار گرفته تحت بار خمشی در بالای سطح خنثی فشرده و در پایین سطح خنثی کشیده می‌شود. انجام آزمایش شماره ۱ به درک بهتر شما از این پدیده، کمک می‌کند.

شکل ۲-۷

در آزمایش شماره ۲ سعی شده اثر افزایش نیرو بر مقدار خمش، تفاوت گونه‌های چوبی مختلف از نظر خمش ایجاد شده در آنها در اثر اعمال نیرویی برابر و همچنین تغییر شکل الاستیک و پلاستیک نشان داده شود.



شکل ۳-۷

در آزمایش شماره ۳ اثر طول نمونه بر خمش ایجاد شده (تغییر طول دهانه) و اثر تغییر محل بار متمرکز از وسط دهانه به کناره، بر خمش ایجاد شده، نشان داده شده است.

هدف از انجام آزمایش‌های شماره ۵ و ۶ بررسی اثر زاویه الیاف و محل گره بر مقاومت خمشی است.

۱- تیر عضوی است که طول آن نسبت به سایر ابعادش بسیار بزرگ است و بارگذاری به صورت عرضی بر روی آن انجام می‌شود.

پیش آزمون

۱-کدام‌یک از قطعات چوبی زیر در معرض بار خمشی قرار ندارند؟

الف) قید نشیمنگاه صندلی　　ب) پایه صندلی

ج) قید تکیه‌گاه صندلی　　د) طبقه کتابخانه

۲- سطح خنثی را در چوبی که تحت بار خمشی قرار گرفته است تعریف کنید و آن را با استفاده از شکل نشان دهید.

.....

.....

.....

۳- نواحی قرار گرفته در بالا و پایین سطح خنثی تحت نیروی کششی هستند یا فشاری؟ با استفاده از شکل توضیح دهید.

.....

.....

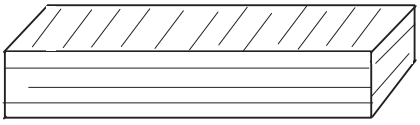
.....

۴- با توجه به شکل زیر اثر زاویه الیاف (زاویه بین الیاف و جهت طولی چوب قرار گرفته تحت بار خمشی) بر مقاومت خمشی چگونه می‌باشد؟(جهت الیاف نسبت به جهت طولی نمونه در اشکال ۵۱-۷ و ۶۱-۷ نیز نشان داده شده‌اند) .....

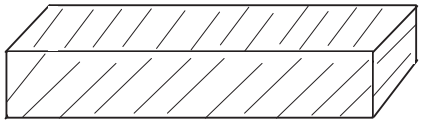
.....

.....

.....



جهت الیاف موازی جهت طولی نمونه



نمونه دارای الیاف مورب
(زاویه دار نسبت به جهت طولی نمونه)

۵- اثر گره را با توجه به اینکه در بالای سطح خنثی قرار داشته باشد یا پایین، بر مقاومت خمشی چوب توضیح دهید.

.....

.....

.....

پرسش

در تصاویر ۵-۷ تا ۹-۷ قطعاتی تحت تأثیر نیروی گسترده یا متمرکز خمشی می‌باشند. این قطعات را همراه با ذکر نوع بار (گسترده یا متمرکز) ، در هر شکل مشخص سازید.

شکل ۵-۷

.....

.....

.....

شکل ۶-۷

.....

.....

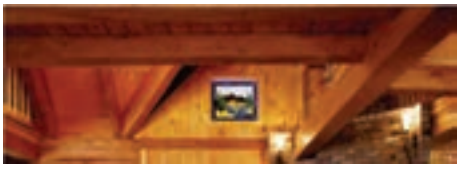
.....

شکل۷-۷

.....

.....

.....

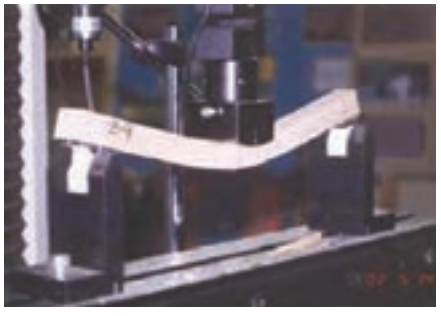


شکل ۸-۷

.....

.....

.....



شکل ۹-۷

.....

.....

.....

شما نیز از بخش‌هایی از مصنوعات چوبی یا غیر چوبی قرار گرفته در وضعیتی مشابه عکس گرفته و یا در اینترنت با استفاده از زبان فارسی و یا انگلیسی (با کلید واژه wood bending، خمش چوب) جست‌وجو کرده و پرینت عکس‌هایی را که با دوربین و یا از اینترنت گرفته‌اید در جای مربوطه بچسبانید؛ اگر عکس گرفتن با جست‌وجوی اینترنتی برای شما مقدور نیست تصاویر مورد نظر را ترسیم نمایید.

آزمایش شماره ۱

۱- در قطعه چوبی از گونه‌های سبک مانند صنوبر و یا نوئل به ابعاد ۲×۲×۴۰ سانتی‌متر از هر انتها به ترتیب به فاصله ۷ سانتی‌متر ۲ علامت و سپس به فاصله ۱۲ سانتی‌متر ۲ علامت دیگر با مداد کشیده و مشابه (شکل ۱۰-۷(الف)) چهار شیار به ضخامت ۱/۵ میلی‌متر و عمق ۱ سانتی‌متر ایجاد کنید.

۲- ۴ عدد میخ با قطر حدود ۲ میلی‌متر را به صورت ایستاده در داخل شیارها مستقر کرده و چوب را به صورتی که میخ‌ها در سطح فوقانی باشند روی پایه‌ها قرار دهید (شکل ۷-۷(ب)).

۳- وزنه‌ای به جرم حدود ۷ کیلوگرم بر روی چوب گذاشته و میخ‌های فوقانی را با دست از شیارها خارج کنید (شکل ۱۰-۷(ج)).

۴- چوب را بچرخانید به صورتی که میخ‌ها در سطح زیرین باشند(شکل ۱۰-۷(د)) ، مجدداً وزنه را روی چوب قرار داده و میخ ها را با دست از شیار بیرون بکشید.

این آزمایش را با معلم درس انجام داده و گزارش آن را با ذکر **اختلاف** نیروی لازم برای بیرون آوردن میخ‌های قرار گرفته در سطح فوقانی با نیروی لازم برای بیرون آوردن میخ‌های قرار گرفته در سطح تحتانی قطعه چوب، همچنین توضیح در خصوص علت این **اختلاف**، در زیر بنویسید.

گزارش آزمایش:

.....

.....

.....

.....

شکل ۱۰-۷،(الف) - میخ های قرار داده شده در داخل شکافهای تخته

شکل ۱۰-۷، (ب) - تخته آماده شده برای آزمایش

شکل ۱۰-۷، (ج)- مرحله اول آزمایش

شکل ۱۰-۷، (د)- مرحله دوم آزمایش

آزمایش شماره ۲

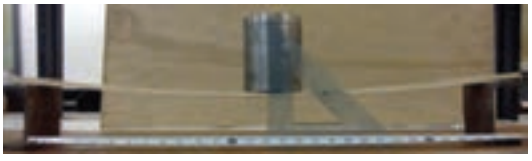
سه قطعه چوب به ابعاد ۰/۸×۸×۷۰ سانتی‌متر از گونه‌های مختلف چوبی مانند راش ، صنوبر، ممرز و... را با نظارت معلم خود در کارگاه آماده کنید .

سپس وزنه‌هایی به جرم ۷ ، ۱۲ ، ۱۷ کیلوگرم بر روی آنها قرار داده پس از ثبت خمش (خیز یا کاهش ارتفاع نمونه در وسط دهانه) در قالب جدول ۱-۷، از روی نمونه بر دارید (شکل ۱۱-۷).

گزارش این آزمایش را به همراه توضیح در خصوص رابطه میان «مقدار بار» اعمال شده و «گونه چوبی» نمونه با «خمش حاصل»، همچنین مقایسه گونه‌های مختلف از نظر خمش (خیز) ایجاد شده در آنها در اثر بار گذاری مساوی و تفسیر تغییر شکل‌های الاستیک و پلاستیک به وجود آمده ، با کمک معلم خود ، در زیر بنویسید.

جدول ۱-۷

گونه چوبی	جرم وزنه قرار داده شده (بار گذاری متمرکز)	خمش (خیز) نمونه
راش	۷	
	۱۲	
	۱۷	
صنوبر	۷	
	۱۲	
	۱۷	
ممرز	۷	
	۱۲	
	۱۷	



شکل ۱۱-۷

گزارش آزمایش:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

آزمایش شماره ۳

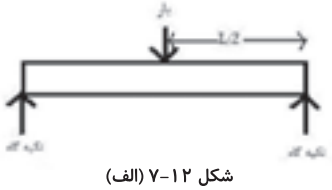
نمونـــه‌ای از چوب صنوبر و یـــا نوئل با ابعاد ۰/۸ × ۶ × ۸۰ ســـانتی‌متر را با راهنمایی معلـــم درس در کارگاه آماده کنید. ســـپس وزنه‌ای به جرم ۱۰ کیلو گرم را وســـط دهانه (بارگذاری متمرکـــز) قـــرار داده فاصله دو تکیه‌گاه را به ترتیب ۷۰، ۶۰ و ۵۰ ســـانتی‌متر تنظیم و خمش هر حالت را ثبت نمایید .

گزارش این آزمایش را به همراه تفســـیر رابطه میان طول دهانه و خمش ایجاد شده در زیر بنویســـید. این آزمایش را می‌توانید با راهنمایی معلم خود با استفاده از روش بارگذاری گسترده نیز انجام دهید.

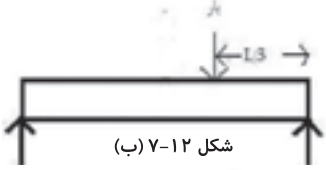
بـــرای ثبت خمش (خیز) می‌بایســـت کاهش ارتفـــاع نمونه در وســـط دهانه را پس از بارگذاری با اســـتفاده از وسایل ســـاده‌ای مانند خط‌کش (شـــکل ۱۱-۷) و یا کرنش‌سنج (ساعت اندازه‌گیر) اندازه‌گیری کرد.

آزمایش دیگری که با همین وســـایل قابل انجام است اثر تغییر محل بارگذاری متمرکز از وسط دهانه به کناره‌ها است (شکل ۱۲-۷ الف، ب و ج). محل وزنه را مطابق شکل تغییر دهید و خمش‌های ایجاد شده را با یکدیگر مقایسه و گزارش نمایید.

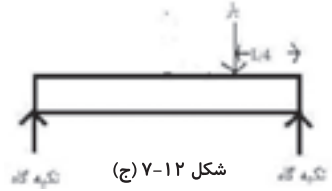
گزارش آزمایش:



شکل ۱۲-۷ (الف)



شکل ۱۲-۷ (ب)



شکل ۱۲-۷ (ج)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

آزمایش شماره۴

به نظر شما افزایش و کاهش سطح مقطع چه اثری بر مقاومت خمشی دارد؟

این سؤال را می‌توانید با انجام آزمایش زیر پاسخ دهید:

چنـــد قطعه چوب از یک گونه با مقطع مربع و طول یکســـان ولی ابعـــاد متفاوت را با راهنمایـــی معلم خود آماده کنید (شـــکل ۱۳-۷). چوب‌ها را بـــر روی تکیه‌گاه قرار داده و خمش حاصل از بار مساوی را برای هر یک از نمونه‌ها یادداشت نمایید؛ حال سؤال فوق را در قالب گزارش این آزمایش پاسخ دهید.

شـکل ۱۳-۷، مقدار خمش (خیز) ایجاد شده را می‌توان با استفاده از کرنش سنج (ساعت اندازه گیر) اندازه‌گیری کرد. امروزه این وسـیله در انواع عقربه‌ای و دیجیتالی موجود می باشد.

شکل ۱۴-۷

شـــکل ۱۴-۷ آزمایش مقاومت خمشـــی قطعات چوبی در اندازه سرویس را نشان می‌دهد. حسن این روش به دست آوردن مقاومت‌هایی صحیح‌تر نســـبت بـــه اندازه‌گیری‌های حاصل از آزمایش نمونه‌های کوچک است و معایب آن نیاز به چوب بیشتر برای ساخت نمونه‌های آزمایش و همچنین دستگاه‌های کشش و فشار با توان بالا می‌باشد.

آزمایش نمونه در اندازه سرویس عبارت است از آزمایش نمونه‌هایی که ابعاد آنها برابر ابعاد اجزاء ســـازه واقعی می‌باشـــد، به عنوان مثال مقاومت خمشـــی قطعه چوبی به ابعاد یک تیر چوبی ســـقف به وسیلهٔ یک دستگاه کشش و فشار ویژه به جای مقاومت خمشی قطعـــه چوبی به ابعاد ۲×۲×۴۰ ســـانتی‌متر اندازه‌گیری می‌شـــود، در این حالت دیگر به تعمیم نتایج به دست آمده از نمونه‌های کوچک بی‌نقصی ، به شرایط واقعی ، نیاز نیست.

گزارش آزمایش:

.....

.....

.....

.....

مسئله

نمودارهای ذیل حاصل آزمایش ســـه نمونه چوب صنوبر با ابعاد مقطع ۲×۲ سانتی‌متر و طول دهانه ۳۰ سانتی‌متر می‌باشند، مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته هریک از چوب‌های آزمایش شده را با توجه به نمودار به دست آمده محاسبه کنید.

.....

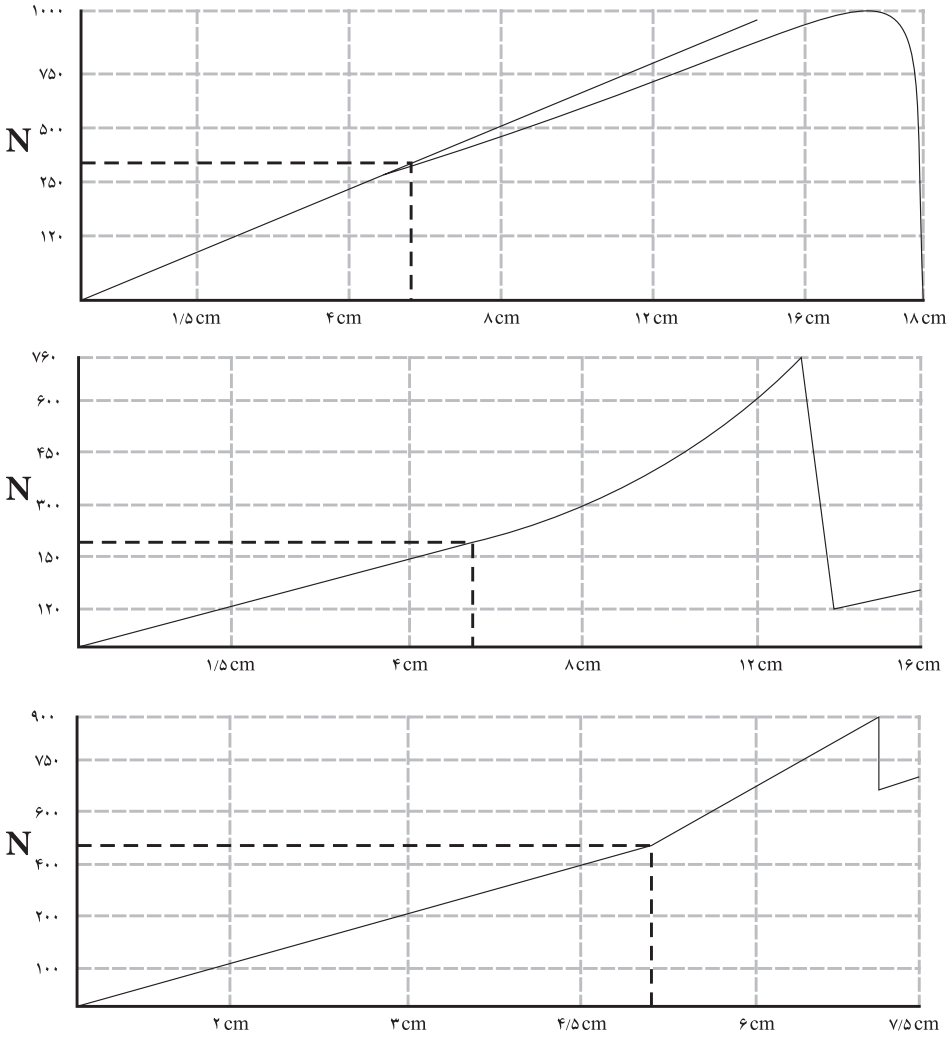
.....

.....

.....

.....

.....



نمونه سؤال امتحان نهایی

۱- (۱۳۸۹/۰۳/۰۶) اگر در آزمایش مقاومت خمشی مقطع چوب ۴×۴ سانتی‌متر باشد و تحت تأثیر نیروی به میزان ۱۵۰۰ نیوتن قرار گیرد و فاصله تکیه‌گاه ۶۰ سانتی‌متر باشد، محاسبه کنید میزان خمش ایجاد شده در نمونه آزمایش را در صورتی‌که مدول الاستیسیته آن ۱۶۲۰۰ نیوتن بر میلی‌متر مربع باشد.

$b = ۴۰mm$

$d = ۴۰mm$

$F = ۱۵۰۰N$ (نیرو در حد تناسب)

$L = ۶۰۰mm$

$MOE = ۱۶۲۰۰N/mm^۲$

$$MOE = \frac{F_{PL}L^۳}{۴db^۳D}$$

$$۱۶۲۰۰ = \frac{۱۵۰۰(۶۰۰)^۳}{۴\times۴۰\times(۴۰)^۳ D}$$

$$۱۶۲۰۰ = \frac{۳۲۴\times۱۰^۹}{(۱۰۲۴\times۱۰^۴)D}$$

$$۱۶۵۸۸۸\times۱۰^۶ D = ۳۲۴\times۱۰^۹$$

$$۱۶۵۸۸۸\times۱۰^۶ D = ۳۲۴\times۱۰^۹$$

$$D = ۱/۹۵mm$$

۲- (۱۳۸۵/۰۳/۰۸) یک قطعه چوب افرا به ابعاد سطح مقطع ۵×۵ سانتی‌متر مورد آزمایش خمش قرار گرفته است. اگر مقدار نیرو حداکثر ۵۳۰ نیوتن و فاصله دو تکیه‌گاه ۷۰ سانتی‌متر باشد مقاومت خمشی این قطعه چوب چند مگاپاسکال است؟

$b = ۰/۰۵m$

$d = ۰/۰۵m$

$F = ۵۳۰N$

$L = ۰/۷m$

$MOR = ?$

$$MOR = \frac{۱/۵FL}{bd^۲}$$

$$MOR = \frac{۱/۵\times۵۳۰N\times۷m}{۰/۰۵m\times(۰/۰۵m)^۲}$$

$$MOR = \frac{۵۵۶/۵}{۱۲۵\times۱۰^{-۶}}$$

$$MOR = ۴۴۵۲۰۰۰_{pa} = ۴/۴۵۲_{Mpa}$$

۳- (۱۳۸۸/۰۳/۰۴) مقاومت خمشی چوب راشی برابر ۴/۵ N/mm^۲ است، تحمل نیروی متمرکز F در وسط یک الوار از این چوب به پهنای ۶ و ضخامت ۴ سانتی‌متر (نیرو در جهت پهنا وارد می‌شود) را حساب کنید، فاصله بین دو تکیه‌گاه ۲ متر است.

$F = ?$

$b = ۰/۰۶m$

$d = ۰/۰۴m$

$L = ۲m$

$MOR = ۴/۵N/mm^۲ = ۴/۵Mpa = ۴۵۰۰۰۰۰pa$

$$MOR = \frac{۱/۵FL}{bd^۲}$$

$$۴/۵\times۱۰^۶ = \frac{۱/۵\times۲\times F}{۰/۰۶\times(۰/۰۴)^۲}$$

$$۴۳۲ = ۳F$$

$$F = ۱۴۴N$$

۴- (۱۳۸۶/۰۳/۰۵) مدول الاستیسیته چوب راشی ۱۲۵ Gpa $(۱۲۵\times۱۰^{۹}\ pa)$ است، اگر عرض این چوب ۴ و ضخامت ۸ سانتی‌متر و فاصله دو تکیه‌گاه آن ۲۰۰ سانتی‌متر باشد خمش به وجود آمده در اثر وارد شدن نیرویی معادل N ۶۰۰۰ را محاسبه کنید.

$MOE = ۱۲۵Gpa = ۱۲۵\times۱۰^{۹}\ pa$

$b = ۰/۰۴m$

$d = ۰/۰۸m$

$L = ۲m$

$F = ۶۰۰۰N$ (نیرو در حد تناسب)

$D = ?$

$$MOE = \frac{F_{PL}L^{۳}}{۴db^{۳}D}$$

$$۱۲۵\times۱۰^{۹} = \frac{۶۰۰۰\times(۲)^{۳}}{۴\times۰/۰۴\times(۰/۰۸)^{۳}D}$$

$$۱۰۲۴۰۰۰۰D = ۴۸۰۰۰$$

$$D = ۰/۰۰۴۷m = ۴/۷mm$$

۵- (۱۳۸۷/۰۳/۱۱) به وسط قطعه چوبی به ابعاد سطح مقطع ۵×۵ سانتی‌متر نیرویی معادل N ۵۰۰ وارد می‌شود، در صورتی که فاصله بین دو تکیه‌گاه m ۰/۷۵ باشد مقاومت خمش را بر حسب مگا پاسکال محاسبه نمایید.

روش اول

$b = ۵۰mm$

$d = ۵۰mm$

$F = ۵۰۰N$

$L = ۷۵۰mm$

$MOR = ?$

$$MOR = \frac{۱/۵FL}{bd^{۲}}$$

$$MOR = \frac{۱/۵\times۵۰۰N\times۷۵۰}{۵۰m\times(۵۰)^{۲}m}$$

$$MOR = ۴/۵Mpa$$

روش دوم

$b = ۰/۰۵m$

$d = ۰/۰۵m$

$F = ۵۰۰N$

$L = ۰/۷۵m$

$MOR = ?$

$$MOR = \frac{۱/۵FL}{bd^{۲}}$$

$$MOR = \frac{۱/۵\times۵۰۰\times۰/۷۵}{۰/۰۵\times(۰/۰۵)^{۲}}$$

$MOR = ۴/۵\times۱۰^{۶}\ pa = ۴/۵\text{Mpa}$

آزمایش شماره۵

دو قطعه چوب به ابعاد ۲/۵ × ۲/۵× ۳۵ سانتی‌متر را در کارگاه مطابق با (اشکال ۱۵-۷ و ۱۶-۷) آماده و بر روی پایه‌ها مستقر نمایید. سپس وزنه‌ای به جرم ۷ کیلوگرم در مرکز هر یک از نمونه‌ها قرار داده و عکس‌العمل آنها را با کمک ساعت اندازه‌گیر یا خط‌کش ثبت نمایید، گزارش این آزمایش را حتی‌المقدور همراه با عکس و توضیح کامل در مورد تأثیر زاویه شیب الیاف بر مقاومت خمشی چوب، در ذیل بنویسید.

این آزمایش را می‌توانید با افزایش جرم وزنه و ثبت حداکثر باری که موجب شکست نمونه می‌گردد ، به‌صورت کامل‌تر نیز انجام دهید. اندازه گیری مقاومت خمشی نمونه (شکل ۱۶-۷) با دستگاه کشش و فشار امکان‌پذیر می‌باشد.

شکل ۱۵-۷- نمونه چوب صنوبر قرار داده شده تحت بار خمشی متمرکز، جهت الیاف عمود بر جهت طولی نمونه می باشند.

شکل۱۶-۷ - در این آزمایش جهت الیاف موازی با جهت طولی نمونه می باشند .

گزارش آزمایش:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

آزمایش شماره ۶

دو قطعه چوب گره دار مطابق با شـــکل ۱۷-۷ به ابعاد تقریبی ۲×۲ ×۷۰ ســـانتی‌متر را در کارگاه آماده و بر روی پایه به گونه‌ای مســـتقر نمایید که در یکی گره در بخش فوقانی نمونه و در دیگری در زیر باشد .

ســـپس وزنه‌ای به جرم ۱۵ کیلوگرم بر مرکز هر یک از نمونه‌ها قرار داده و عکس‌العمل آنهـــا را ثبت نمایید. گزارش این آزمایش را حتی‌المقدور همراه با عکس و توضیح کامل در خصوص ارتباط میان محل گره در چوب و مقاومت خمشی در ذیل بنویسید.

شکل ۱۷-۷

گزارش آزمایش:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

مسئله ها

۱- در وســط دو نمونه چوبی راش و نوئل به ابعاد سطح مقطع ۲×۲ سانتی‌متر به ترتیب حداکثر ۲۲۵۰ و ۱۲۰۰ نیوتن نیرو قبل از شکست وارد شده است، در صورتی‌که فاصله بین دو تکیه‌گاه ۳۰ سانتی‌متر باشد، مقاومت خمشی و مدول الاستیسیته را بر حسب مگاپاسکال محاسبه نمایید.

نیروی حد تناســب در چوب راش ۷۰ نیوتن، مقدار خمش حد تناسب ۱/۷ mm، نیروی حد تناسب در چوب نوئل ۵۰ نیوتن و خمش حد تناسب ۱/۸ mm است.

چوب راش:

$b = ۰/۰۲m$

$d = ۰/۰۲m$

$F_{Max} = ۲۲۵۰N$

$L = ۰/۳m$

$MOR = ?$

$F_{PL} = ۷۰N$ در حد تناسب

$D = ۰/۰۰۱۷m$

$$MOR = \frac{۱/۵FL}{bd^۲}$$

$$MOR = \frac{۱/۵ \times ۲۲۵۰N \times ۰/۳m}{۰/۰۲m \times (۰/۰۲m)^۲}$$

$$MOR = \frac{۱۰۱۲/۵}{۸ \times ۱۰^{-۶}}$$

$$MOR = ۱۲۶/۵MPa$$

$$MOE = \frac{F_{PL}L^۳}{۴bd^۳D}$$

$$MOE = \frac{۷۰ \times (۰/۳)^۳}{۴ \times ۰/۰۲m \times (۰/۰۲m)^۳ \times ۰/۰۰۱۷}$$

$$MOE = \frac{۱/۸۹}{۱ \times ۱۰^{-۹}} = ۱۸۹۰Mpa = ۱/۸۹Gpa$$

چوب نوئل:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

۲- همان‌طور که می‌دانید کارگران ساختمانی هنگام کار بر روی داربست از تخته‌های چوبی استفاده می‌کنند، فرض کنید قرار است یک فرد بالغ با جرم ۸۰ کیلوگرم در نقطه وسط یک تخته چوبی به طول ۶ متر، مقاومت خمشی ۵۰ MPa و ضخامت ۴ سانتی‌متر به‌شکل ایستاده کار کند، عرض تخته را به گونه‌ای محاسبه کنید که تحمل وزن ۵ برابر نیروی وزن فرد مورد نظر را داشته باشد؟

$MOE = ۹۰ Gpa,\ g \simeq ۱\ {}^{N}\!/_{Kg}$

$F = mg = ۸۰ \times ۱۰ \times ۵ = ۴۰۰۰ N$

$L = ۶m$

$MOR = ۵۰ \times ۱۰^{۶}\ pa$

$d = ۰/۰۴m$

$b = ?$

$$MOR = \frac{۱/۵FL}{bd^{۲}}$$

$$۵۰ \times ۱۰^{۶} = \frac{۱/۵ \times ۴۰۰۰N \times ۶m}{b \times (۰/۰۴)^{۲}\ m}$$

$$b = ۰/۴۵m = ۴۵cm$$

۳- در مرکز طول دهانه یک تیر چوبی ساخته شده از چوب توسکا با طول ۳ متر، عرض ۵ و ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر چند نیوتن بار می‌توان وارد کرد؟ مقاومت خمشی این چوب ۱۰۰ MPa است.

$L = ۳m$

$b = ۰/۰۵m$

$d = ۰/۱m$

$F = ?$

$MOE = ۱۰۰ \times ۱۰^{۶}\ pa$

$$MOR = \frac{۱/۵FL}{bd^{۲}}$$

$$۱۰۰ \times ۱۰^{۶} = \frac{۱/۵ \times ۳F}{۰/۰۵(۰/۱)^{۲}}$$

$$۴/۵F = ۵۰۰۰$$

$$F = ۱۱۱۱۱N$$

۴- مسئله قبل را برای چوب صنوبر با مقاومت خمشی ۸۰ MPa محاسبه کنید.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

۵- اگر قرار باشد چوب به کار رفته در هر پله یک نردبان با در نظر گرفتن مسائل ایمنی ۴۰۰۰ نیوتن وزن را در نقطه مرکزی خود تحمل کند، ضخامت چوب هر پله را برای دو نردبان ساخته شده از چوب‌های بلوط و ممرز به‌طور جداگانه محاسبه کنید عرض و طول هر پله به ترتیب ۷ و ۳۰ سانتی‌متر ، مقاومت خمشی چوب بلوط را MPa ۷۰ و چوب ممرز را MPa ۱۰۰در نظر می گیریم.

چوب بلوط :

$F = ۴۰۰۰N$

$b = ۰/۰۷m$

$L = ۰/۳m$

$d = ?$

$MOR = ۷۰\times۱۰^{۶}\ pa$

$$MOR = \frac{۱/۵FL}{bd^{۲}}$$

$$۷۰\times۱۰^{۶} = \frac{۱/۵\times۴۰۰۰\times۰/۳}{۰/۰۷d^{۲}}$$

$$۴/۹\times۱۰^{۶}\times d^{۲} = ۱۸۰۰$$

$$d^{۲} = ۳۷\times۱۰^{-۵}$$

$$d \simeq ۰/۰۲m = ۲۰mm$$

چوب ممرز :

.....

.....

.....

.....

.....

۶- دو قطعه چوب توســکا و صنوبر با ابعاد ۲×۲ ×۳۰ سانتی‌متر مورد آزمایش خمش قرار گرفته‌اند، اگر خیز در نقطه حد تناسب هر دو نمونه ۰/۸ میلی‌متر ، نیروی حد تناسب در چوب توســکا ۱۳۵ و در چوب صنوبر ۱۲۵ باشد، مدول الاستیســیته این دو چوب را با هم مقایسه کنید.

چوب توسکا :

$L = ۰/۳m$

$b = ۰/۰۲m$

$d = ۰/۰۲m$

$D = ۰/۰۰۰۸m$

$F_{PL} = ۱۳۵\ N$

$MOE = ?$

$$MOE = \frac{F_{PL}L^{۳}}{۴db^{۳}D}$$

$$MOE = \frac{۱۳۵\times(۰/۳)^{۳}}{۴\times۰/۰۲\times(۰/۰۲)^{۳}\times۰/۰۰۰۸}$$

$$MOE = ۷/۱۲\times۱۰^{۹}\ pa = ۷/۱۲Gpa$$

چوب صنوبر :

.....

.....

.....

.....

.....

۷- قــرار اســت در مرکز قطعه چوبی بــه ضخامت (ارتفاع) ۴ ســانتی‌متر و طول ۲ متر وزنه‌ای به جرم ۱۰ کیلوگرم قرار داده شــود، عرض این چوب را باید به چه اندازه گرفت تا خمش آن از ۵ میلی‌متر تجاوز نکند؟($g \simeq ۱۰N, MOE = ۸۰\times ۱۰^{۹}\ N/m^{۲} = ۸۰Gpa$)

$d = ۰/۰۴m$

$L = ۲m$

$F = W = mg$

$F_{PL} = ۱۰\times ۱۰ = ۱۰۰N$

$b = ?$

$D = ۰/۰۰۵m$

$MOE = ۸۰\times ۱۰^{۹}\ pa$

$$MOE = \frac{F_{PL}L^{۳}}{۴db^{۳}D}$$

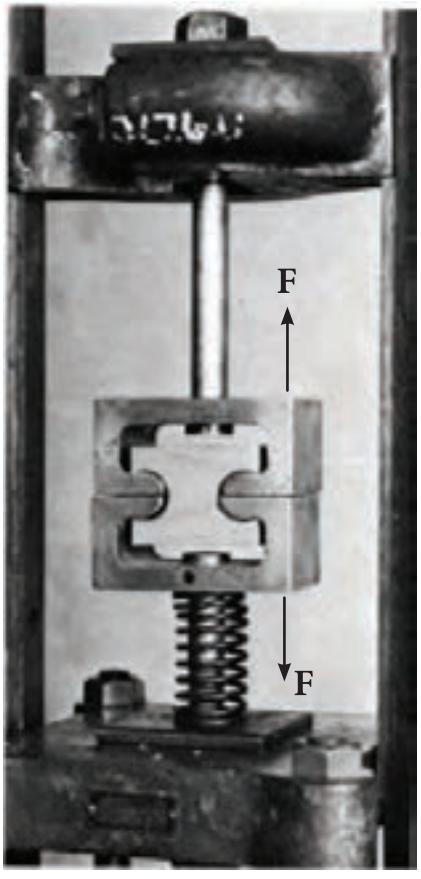
$$۸۰\times ۱۰^{۹} = \frac{۱۰۰\times ۸}{۴\times b\times (۰/۰۴)^{۳}\times ۰/۰۰۵}$$

$$۱۰۲۴۰۰b = ۸۰۰$$

$$b = ۰/۰۰۷۸m = ۷/۸mm$$

فصل هشتم

مقاومت کششی



فصل هشتم : مقاومت کششی

برعکس خرپاها و سازه‌های ساختمانی که بعضاً اعضای آنها تحت تأثیرکشش موازی الیاف هستند. اغلب اجزا در سازه‌های مبلمان در معرض فشار موازی الیاف، برش و خمش بوده و امکان مشاهده عضوی که تنها در معرض کشش موازی الیاف باشد، بسیار کم است.

اهمیت مقاومت کشش موازی الیاف چوب فوق‌العاده زیاد بودن آن نسبت به سایر مقاومت‌ها است که به همین دلیل نیز همواره از مقدار مورد نیاز بیشتر است. با توجه به کم بودن مقاومت برشی در حالت موازی الیاف (به سادگی جدا شدن الیاف چوب از کنار یکدیگر) معمولاً هنگامی که چوبی در معرض کشش موازی الیاف قرار می‌گیرد در همین جهت شکاف برداشته و می‌شکند، بنابراین اندازه‌گیری این مقاومت نیز مشکل و به ساخت نمونه‌ای با شکل و ابعاد دقیق نیاز می‌باشد.

بر عکس کشش موازی الیاف، مقاومت کشش عمود بر الیاف بسیار کم است؛ زنجیرهای سلولز هنگام کشیده شدن مقاومت زیادی از خود نشان می‌دهند (کشش موازی الیاف) ولی به راحتی از کنار یکدیگر جدا شده و در این حالت مقاومت کمی از خود نشان می‌دهند (کشش عمود بر الیاف). شکافته شدن چوب در حین کشش موازی الیاف که توضیح داده شد نیز خود شاهدی بر ضعیف بودن چوب در برابر کشش عمود بر الیاف است. این ضعف را می‌توان در اتصالات فاق و زبانه و سایر اتصالات مشابه که در آنها کام یا فاق ترک خورده است مشاهده کرد، ترک‌های موازی الیاف چوب در حین خشک شدن نیز در اثر کم بودن این مقاومت بوده و این ترک‌ها خود عامل کاهش مقاومت کشش عمود بر الیاف چوب در هنگام مصرف نهایی هستند.

هر چند ممکن است شکاف ایجاد شده در فاق یا کام اتصالاتی که در آنها دهانه فاق و کام کمتر و یا ضخامت زبانه بیشتر از مقدار لازم است، در قالب مقاومت به شکاف‌خوری، قیچی شدن و برش موازی الیاف طرح شود، ولی در هر صورت این نوع شکست نشان دهنده مقاومت کم چوب نسبت به کشش عمود بر الیاف، در مقایسه با مقاومت زیاد آن در برابر کشش موازی الیاف است.

در این فصل به توضیح علل بالا بودن مقاومت کشش موازی الیاف، مقایسه این مقاومت بین چوب ، فلزات و ... و چگونگی اندازه‌گیری آن پرداخته شده است. همچنین مباحث مربوط به چگونگی اندازه‌گیری مقاومت چوب در برابر کشش عمود بر الیاف ، کمیت این مقاومت و عوامل مؤثر بر مقاومت‌های کشش موازی و عمود بر الیاف نیز در قالب تحقیق کلاسی و اینترنتی ، سؤال همراه با جواب و ... مطرح گردیده است.

پیش‌آزمون

۱- مقاومت کششی چوب بیشتر است یا مقاومت فشاری آن؟

.....

.....

.....

۲- آیا می‌توانید عضوی از ســـازه‌های چوبی اطرافتان که تحت کشش موازی یا عمود بر الیاف قرار دارد را نام ببرید.

.....

.....

.....

.....

۳-مقاومت کشش موازی الیاف چوب از مقاومت کشش عمود بر الیاف آن .....است.

۴- آیا وجود گره بر مقاومت‌های کششی چوب مؤثر است؟ چگونه؟

.....

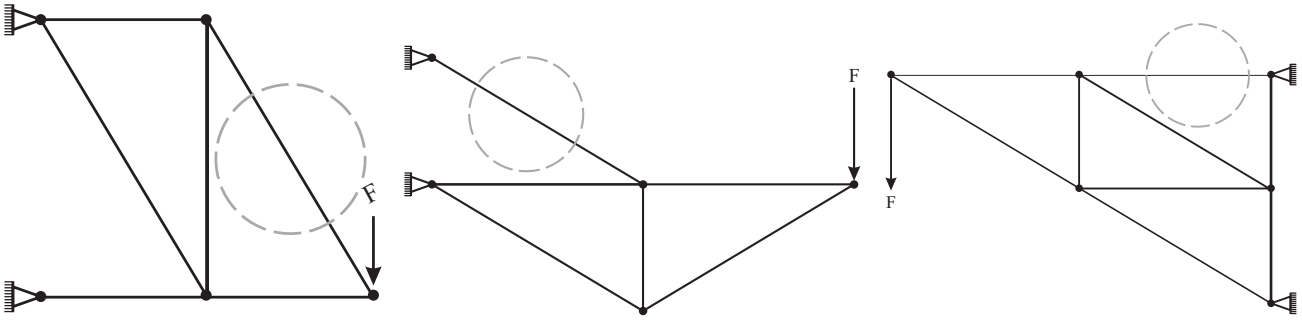
.....

.....

.....

.....

۵- یکی از مواردی که چوب در معرض کشش موازی یا عمود بر جهت الیاف قرار می‌گیرد مربوط به بعضی اجزا به کار رفته در انواع خرپاها (اســـکلت یا کلاف چوبی تعبیه شده در زیر برخی سقف‌ها و پل‌ها) می‌باشد، در اشکال زیر نمونه‌هایی از این نوع اجزا نشان داده شده‌اند، شما نیز سازه‌های اطراف خود را به دقت مورد بررسی قرار دهید، اگر عضوی از یک سازه در معرفی کشـــش موازی الیاف بود شکل سازه را در کادرهای خالی (صفحه بعد) ترسیم و جزء مورد نظر را در آن مشخص نمایید.



شکل ۱-۸، جزء مشخص شده در هر خرپا تحت کشش موازی الیاف قرار دارد.

سؤال همراه با جواب

۱-مقاومت کشش موازی با الیاف چوب نسبت به سایر مقاومت‌ها بیشتراست؟ کمتر است ؟و یا مساوی می‌باشد؟ به چه دلیل؟

جواب: بیشتر است، زیرا در اغلب گونه‌های چوبی حدود ۴۰ تا ۴۵ درصد چوب خشک از مولکول سلولز است، این مولکول ساختاری شبیه به زنجیر داشته و در جهت الیاف (جهت طولی درخت) استقرار یافته است. زنجیرهای سلولز هنگام کشیده شدن مقاومت زیادی از خود نشان داده ولی در کشش عمود بر الیاف یا برش موازی الیاف با نیروی بسیار کمتری از کنار یکدیگر جدا می‌شوند .

۲-چرا هنگام بحث در خصوص مقاومت کششی چوب گفته می‌شود : «مقاومت کششی موازی و یا عمود بر الیاف» اما در مورد فولاد تنها به ذکر «مقاومت کشش» اکتفا می‌گردد.

جواب:زیرا چوب دارای خواص وابسته به جهت(هرسونایکسانی) بوده و مقاومت‌های آن در جهات موازی و عمود بر الیاف متفاوت می‌باشد، ولی اغلب فلزها از جمله فولاد خاصیت هرسو یکسانی دارند .

تحقیق در منزل

جدول ۱-۸ نشان دهنده مقاومت کشش موازی الیاف چند گونه چوبی و مقاومت کششی چند ماده جامد دیگر می‌باشد. با استفاده از این جدول نسبت میان مقاومت چوب و سایر مواد را در ۵ خط توضیح دهید، برای اطلاعات بیشتر می‌توانید با استفاده از کلید واژه‌های پیشنهادی در خصوص مقاومت کششی مواد مختلف تحقیق نمایید :

مقاومت کششی چوب	**(wood strength tension)**
مقاومت کششی آهن	**(iron strength tension)**
مقاومت کششی سیمان(بتن)	**(cement strength tension)**
مقاومت کششی پلاستیک	**(plastic strength tension)**
مقاومت کششی مس	**(copper strength tension)**
مقاومت کششی چوپ پلاستیک	**(wood plastic strength tension)**
مقاومت کششی تخته فیبر	**(Fiber board strength tension)**

.....

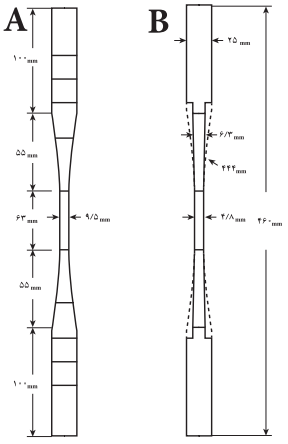
.....

.....

جدول ۱– ۸ – مقاومت کشش موازی الیاف چند گونه چوبی و مقاومت کششی سایر مواد

ردیف	ماده	مقاومت در برابر کشش (MPA)
۱	تیتانیم	۹۰۰
۲	نایلون	۷۵
۳	PVC سخت	۴۰
۴	لاستیک	۱۵
۵	گرانیت	۲۰
۶	مرمر	۱۵
۷	فولاد ساختمان	۴۰۰
۸	چدن	۱۷۰ تا ۳۴۰
۹	آلومینیوم خالص	۱۱۰
۱۰	مس	۲۲۰ تا ۳۹۰
۱۱	چوب دوگلاس (موازی الیاف)	۱۰۰
۱۲	صنوبر (موازی الیاف)	۶۰
۱۳	کاج زرد (موازی الیاف)	۵۵
۱۴	کاج کانادایی (موازی الیاف)	۹۰
۱۵	سرخدار (موازی الیاف)	۶۵
۱۶	تخته فیبر با دانسیته متوسط	۲ تا ۲۵
۱۷	تخته خرده چوب	۱۳ تا ۱۷

شکل ۲–۸ الف، نمونه آزمایش کشش موازی الیاف به شکل ساعت شنی (کاهش عرض و ضخامت از دو انتها به سمت مرکز) ساخته می شود.



شـــکل ۲–۸ ب، نمای عرضی (A) و جانبی (B) نمونه آزمایش کشش موازی الیاف

شـکل ۲–۸ ج، نمونه کشـش موازی الیاف در حال آزمایش، کرنش سنج نصب شده افزایش طول نمونه (کشیده شدن) قبل از شکست را اندازه گیری می کند.

روش اندازه‌گیری مقاومت کششی چوب در جهت موازی الیاف

برای اندازه گیری مقاومت چوب در برابر کشش موازی الیاف به ساخت نمونه هایی مطابق با شکل ۲–۸ نیاز می باشد، ساخت نمونه باید به گونه ای باشد که جهت طولی آن بر جهت الیاف چوب دقیقاً مطابقت داشـــته و جهت دوایر ســـالیانه عمود بر بعد بزرگ مقطع عرضی باشد، سرعت بارگذاری در این آزمایش ۱ میلی متر بر دقیقه است.

روش اندازه‌گیری مقاومت کششی چوب در جهت عمود بر الیاف

بـــرای اندازه گیری این مقاومت به ســـاخت نمونه هایی به شـــکل ۳–۸ نیاز می باشـــد نمونه ســـاخته شـــده پـــس از جای گـــذاری در گیرهٔ مخصـــوص آزمایش با ســـرعت ۲/۵

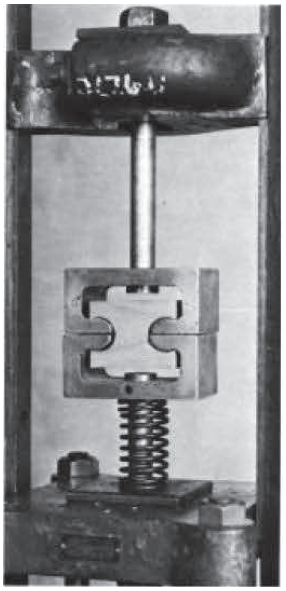
میلی‌متر بر دقیقه کشـــیده شده و حداکثر مقاومت آن ثبت می‌گردد؛ واحد مقاومت (تنش) $N/mm^2, N/m^2$ و یا kg/cm^2 می‌باشد.

در هر دو آزمایش کشش موازی و عمود بر الیاف با تقسیم مقدار حداکثر نیروی وارد شده به نمونه ، به سطح مقطع شکست، مقاومت (تنش) حداکثر محاسبه می‌گردد.

شکل ۳-۸(الف)، نمونه آزمایش کشش عمود بر الیاف

مسئله

جدول ۲-۸ نشـــان دهنده‌ی نتایج حاصل از آزمایش تعیین مقاومت کشش موازی الیاف تعدادی نمونه چوبی اســـت، مقاومت (تنش) کششی هریک از نمونه‌ها را محاسبه، جدول را کامل و نتیجه را با اعداد موجود در کتاب درسی خود و در صورت امکان اطلاعات موجود در اینترنت مقایســـه نمایید. دلیل تفاوت و تشابه نتایجی که بدست آورده‌اید با اطلاعات موجود در اینترنت را با کمک معلم خود توضیح دهید.



شـــکل ۳-۸ (ب) نمونه آزمایش کشـــش عمود بر الیاف در حال آزمایش

جدول ۲ - ۸

گونه چوبی	حداکثر نیروی وارد شده به نمونه (N)	مقطع نمونه در محل گسیختگی (mm^2)	مقاومت (تنش) کششی موازی الیاف(N/mm^2)
نوئل	۲۲۲۰	۱۰×۴	۵۵/۵
بلوط	۳۴۰۰	۶×۴	
صنوبر	۳۳۰۰	۹×۴	
کاج	۳۷۰۰	۸×۸	
راش	۷۰۰۰	۸×۷	

شـــکل۳-۸-(ج) نمونه آزمایش کشـــش عمود بر الیاف پس از شکسته شدن.

مثـــال

مقاومت چوب نوئل

$F = ۲۲۲۰N$

$A = ۱۰ \times ۴ = ۴۰mm^2$

$$P_{\parallel}(\sigma) = \frac{F}{A}$$

$$P_{\parallel}(\sigma) = \frac{۲۲۲۰N}{۴۰mm^2}$$

$$P_{\parallel}(\sigma) = ۵۵/۵Mp = ۵۵/۵ \times ۱۰^6 pa$$

در جدول ۳-۸ نتایج آزمایش مقاومت برشـــی موازی الیاف ۳ گونهٔ چوبی نشان داده شده اســـت (در فصل بعدی در مورد این مقاومت توضیحات بیشـــتری ارائه خواهد شد) مقاومت (تنش) برشـــی این گونه‌ها را محاسبه و با توجه به پاسخ مسئله قبل توضیح دهید: مقاومت کشش موازی الیاف هر گونه چند برابر مقاومت برشی آن است؟ چرا؟

جدول ۳–۸ –نتایج حاصل از آزمایش مقاومت برش موازی یا الیاف نمونه های چوبی

گونه چوبی	حداکثر نیروی وارد شده به نمونه (N)	مقطع نمونه در محل گسیختگی (mm^2)	مقاومت (تنش) برشی موازی الیاف(N/mm^2)
صنوبر	۲۳۰۰۰	۱۲۰۰	۱۹/۱۷
نوئل	۱۸۰۰۰	۲۰۰۰	
راش	۲۶۰۰۰	۱۶۰۰	

مقاومت برشی چوب صنوبر

$F = ۲۳۰۰۰N$

$A = ۱۲۰۰mm^2$

$$p_{(\tau)^1} = \frac{F}{A}$$

$$p_{(\tau)} = \frac{۲۳۰۰۰N}{۱۲۰۰mm^2}$$

$$P_{(\tau)} = ۱۹/۱۷MPa = ۱۹/۱۷ \times ۱۰^6\ Pa$$

.....

.....

.....

.....

۱- مقاومت برشی با حرف یونانی τ (تآو) نشان داده می شود.

سؤال ها

۱- الف) آیا اختلاف میان مقاومت «برش موازی الیاف چوب» با مقاومت «کشش موازی الیاف»، در چگونه شکسته شدن اجزای سازه‌های چوبی اثر دارد؟ توضیح دهید.

.....

.....

.....

.....

ب) به نظر شما چرا مقاومت برشی در جهت موازی الیاف بسیار کمتر از مقاومت کششی در این جهت است؟

.....

.....

.....

.....

۲-چند مورد شکســـت در وســـایل چوبی پیرامون خود که در اثر ضعیف بودن مقاومت کشش عمود بر الیاف ایجاد شده اند را نام ببرید.

.....

.....

.....

.....

۳-با توجه به جدول ۴-۸ رابطه میان جرم مخصوص و مقاومت (تنش) کششـــی موازی الیاف را همراه با تکمیل نمودار زیر توضیح دهید.

.....

.....

.....

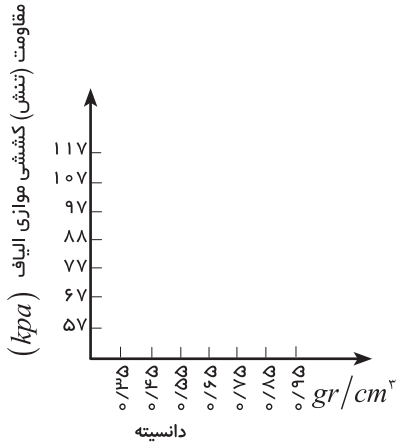
.....

.....

.....

.....

.....



۴- آیا برای ساخت نمونه‌های آزمایش مقاومت کشش موازی الیاف به فرد متخصصی در زمینه درودگری نیاز است؟ به چه دلیل؟

.....

.....

.....

.....

.....

۵- الف) با اســـتفاده از اطلاعات موجود در جدول ۴-۸ تفاوت مقاومت کششی چوب در جهت‌های موازی و عمود بر الیاف را توضیح دهید. ب) با توجه به پاســـخ بخش الف اثر زاویه الیاف (شکل ۴-۸) بر مقاومت کششی چوب چگونه است؟

.....

.....

.....

.....

.....

شکل ۴-۸ (ب)، نمونه چوبی با الیافی مورب

شکل ۴-۸- (الف)-نمونه چوبی با الیافی موازی با جهت طولی

شکل ۴-۸ (ج)، نمونه چوبی با الیافی عمود بر جهت طولی(عمود بر الیاف)

۶-با اســـتفاده از اطلاعات موجود در جدول ۴-۸ اثر جرم مخصوص بر مقاومت کششـــی عمود بر الیاف را به همراه ترسیم منحنی مشابه سؤال ۴ توضیح دهید.

.....

.....

.....

.....

.....

سؤال همراه با جواب

دلیل احتمال توسعه "تنش عمود بر الیاف" به نمونه آزمایش "مقاومت کشش موازی الیاف" را در محل گیره‌های دستگاه کشش و فشار توضیح دهید .

جواب: همان‌طور که در شکل ۵-۸ نشان داده شده گیره آزمایش مقاومت کشش موازی الیاف تشکیل شده از یک نگهدارنده فولادی یا آلومینیومی که یک طرف آن به دستگاه کشش و فشار متصل است و در طرف دیگر آن دو فک (لقمه) قرار داده می‌شود؛ فک‌ها که آج‌دار و معمولاً چدنی می‌باشند (شکل ۶-۸) دارای حرکت رفت و برگشت در جایگاه خود بوده (شکل ۷-۸) و هنگام سفت شدن گیره به سمت بالا حرکت می‌کنند که با توجه به گوه‌ای شکل بودن جایگاه به یکدیگر نزدیک و در نتیجه نمونه در داخل آنها محکم می‌گردد، سفت شدن نمونه در فک‌ها موجب اعمال تنش فشاری عمود بر الیاف به نمونه می‌گردد.

جدول ۴–۸ – برخی خواص مکانیکی مهم چند گونه چوبی (KPa)

گونه چوبی Common species names	درصد رطوبت Moisture content	دانسیته Specific gravity gr/cm³	مقاومت خمشی Modulus of rupture MPa	مقاومت فشار موازی الیاف Compression parallel to grain MPa	مقاومت فشار عمود بر الیاف Compression perpendicular to grain MPa	مقاومت برش موازی الیاف Shear parallel to grain MPa	مقاومت سختی الیاف Side hardness (کیلونیوتن) KN	مقاومت کشش موازی الیاف Tension peralel to grain MPa	مقاومت کشش عمود بر الیاف Tension perpendicular to grain MPa	مدول الاستیسیته Modelus of elasticity Mpa
عنبر سائل	٪۱۲	۰/۵۲	۸۶	۴۳	۴/۳	۱۱	۳/۸	۹۳/۸	۵/۲	۱۱۳۰۰
	سبز	–	۴۹	۲۱	۲/۶	۶/۸	۲/۷	–	۳/۷	۸۳۰۰
بید سیاه	٪۱۲	۰/۳۹	۵۴	۲۸/۳	۳	۸/۶	–	۷۳/۱	–	۷۰۰۰
	سبز	–	۳۳	۱۴/۱	۱/۲	۴/۷	–	–	–	۵۴۰۰
سدار	٪۱۲	۰/۸۸	۸۸	۴۳/۱	۵	۹/۴	۲/۸	۷۸/۶	۲/۸	۱۱۷۰۰
	سبز	–	۴۵	۲۱/۶	۲/۱	۵/۸	۱/۷	–	–	۹۰۰۰
داگلاس‌فر	٪۱۲	۰/۴۸	۹۰	۴۷/۶	۵/۳	۹/۷	۲/۷	۱۰۷/۶	۲/۷	۱۲۳۰۰
	سبز	–	۵۱	۲۳/۹	۲/۵	۶/۶	۱/۹	–	۲/۳	۹۷۰۰
نراد	٪۱۲	۰/۳۸	۷۲	۳۷	۴/۲	۷/۲	۲/۲	۷۷/۹	۲/۷	۱۰۳۰۰
	سبز	–	۴۰	۱۹	۲/۳	۵/۳	۱/۶	–	۲/۶	۸۱۰۰
هملاک	٪۱۲	۰/۴۵	۷۸	۴۹	۳/۸	۸/۶	۴/۲	۸۹/۶	۲/۳	۱۱۳۰۰
	سبز	–	۴۶	۲۳	۱/۹	۵/۹	۱/۸	–	۲	۹۰۰۰
لاریکس	٪۱۲	۰/۵۲	۹۰	۵۲/۵	۶/۴	۹/۴	۳/۷	۱۱۱/۷	۳	۱۲۹۰۰
	سبز	–	۵۳	۲۵/۹	۲/۸	۶	۲/۳	–	۲/۳	۱۰۱۰۰
کاج سفید	٪۱۲	۰/۳۵	۵۹	۳۳/۱	۳	۶/۲	۱/۷	۷۳/۱	۲/۱	–
	سبز	–	۳۴	۱۶/۸	۱/۵	۴/۷	۱/۳	–	۱/۷	–
کاج پوندِرُسا ponder-) (osa	٪۱۲	۰/۴	۶۵	۳۶/۷	۴	۷/۸	۲	۵۷/۹	۲/۹	۸۹۰۰
	سبز	–	۳۵	۱۶/۹	۱/۹	۴/۸	۱/۴	–	۲/۱	۶۹۰۰
کاج ویرجینیا	٪۱۲	۰/۴۸	۹۰	۲۳/۶	۶/۳	۹/۳	۳/۳	۹۴/۵	۲/۸	۱۰۰۰۰
	سبز	–	۵۰	۴۶/۳	۲/۷	۶/۱	۲/۴	–	۲/۶	۸۴۰۰
سرخ چوب	٪۱۲	۰/۳۵	۵۴	۳۶	۳/۶	۷/۶	۱/۹	۶۲/۷	۱/۷	۷۶۰۰
	سبز	–	۴۱	۲۱/۶	۱/۹	۶/۱	۱/۶	–	۱/۲	۶۶۰۰
نوئل	٪۱۲	۰/۳۵	۶۴	۳۰/۹	۲/۸	۸/۳	۱/۷۵	۸۴/۷	۲/۴	۹۸۰۰
	سبز	–	۳۲	۱۵	۱/۴	۴/۴	۱/۱۵	–	۱/۷	۷۱۰۰

سؤال

با اســـتفاده از اطلاعات جدول ۴-۸ اثر رطوبت را بر مقاومت کشش عمود بر الیاف همراه با ذکر مثال توضیح دهید؟

.....

.....

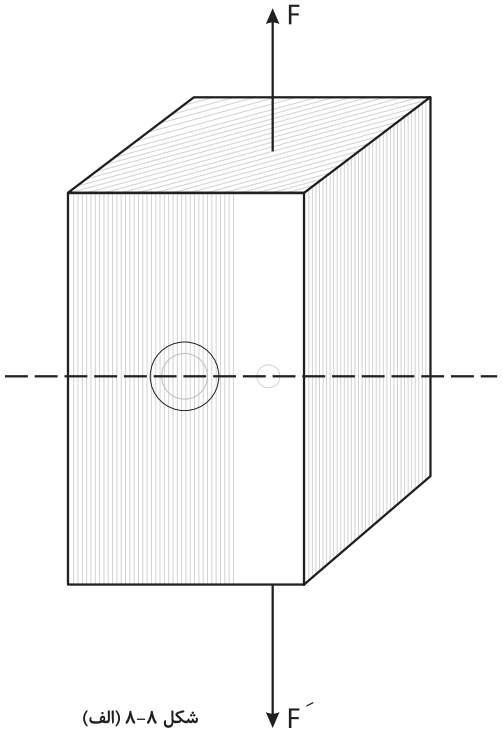
.....

سؤال همراه با جواب

به نظر شما چرا گره مقاومت کشش موازی الیاف را بیشتر از فشار موازی الیاف کاهش می دهد؟

به دو شکل زیر دقت کنید :

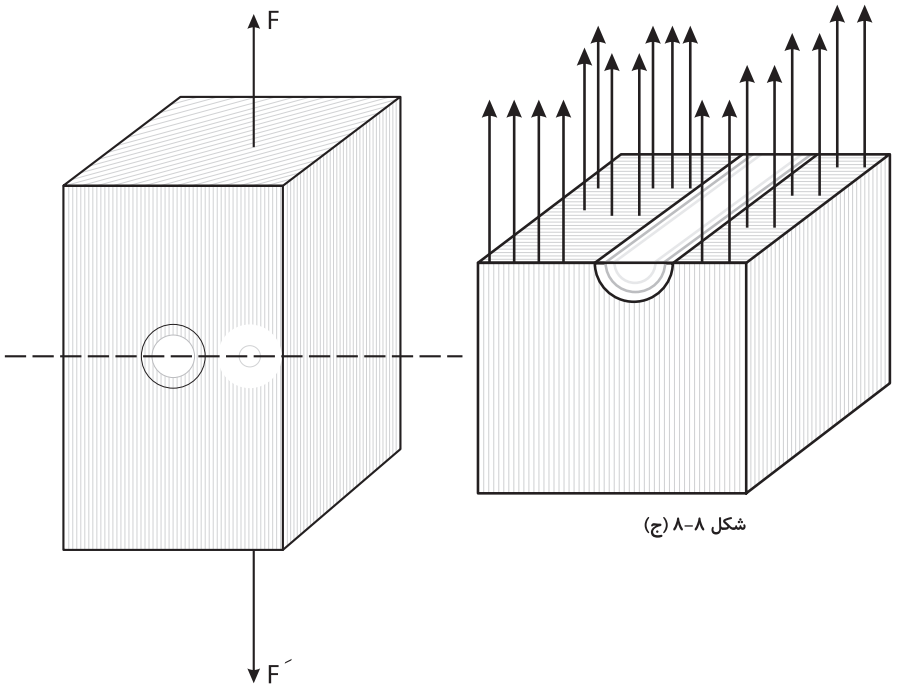
در شـــکل ۸-۸ (الف) (کشـــش) اگر در محل گره نمونه را برش بزنیم در صورتی که گره مرده باشـــد (عدم اتصال بین چوب گره با نمونه) فاقد نقش مثبت در مقاومت کششی است و در صورت زنده بودن نیز با توجه به مقاومت بسیار پایین کشش عمود بر الیاف چوب گره، (به دلیل عمود بودن جهت الیاف چوب گره به جهت طولی چوب ، به چوب گره کشش عمود بر الیاف وارد می‌شود.)



شکل ۸-۸ (الف)

می‌توان از نقش مثبت آن در این مقاومت صرف نظر کرد. درمحل گره مرده سطح مفید نمونه که دربرابر کشش از خود مقاومت نشان می‌دهد برابر اســـت با مقطع چـــوب منهای مقطع گره (شکل ۸-۸(ج)). بنابراین مقاومت نمونه در این محل کاهش یافته و شکست در آن اتفاق می‌افتد.

ولی در فشـــار شکل ۸-۸ (ب) گره چه در حالت مرده وچه زنده از خود مقاومت فشـــار عمود بر الیاف نشان می‌دهد.



شکل ۸-۸ (ب)

شکل ۸-۸ (ج)

سؤال و تحقیق

چرا در پاســـخ سؤال همراه با جواب قبل، اثر گره در قالب مقاومت «کشش و فشار عمود بر الیاف» ذکر می شود؟

.....

.....

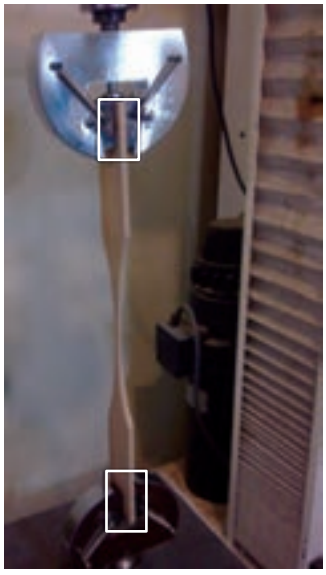
.....

.....

سؤال همراه با جواب

چـــرا نمونه‌هـــای آزمایش کشـــش موازی الیاف را به شـــکل دمبل یا ســـاعت شـــنی می‌سازند؟ (شکل ۲- ۸(ب))

به دلیل این که در محل اتصال نمونه با گیره‌های آزمایش کشش، (شکل۹-۸ ، دو بخش نشـــان داده شـــده در داخل کادر) به نمونه تنش عمود بر الیاف و برشـــی وارد می‌گردد، در صورتی‌که گســـیختگی در این محدوده اتفاق بیافتـــد نیروی اندازه‌گیری یا مقاومت (تنش) محاسبه شـــده تنها نشان دهنده مقاومت کششـــی نخواهد بود، بنابراین نمونه را به شکلی می‌سازند که سطح مقطعش در محل اتصال به گیره‌ها چندین برابر نقطه وسط آن باشد. این شکل ســـاخت موجب گسیختگی نمونه در نقطه وسط که ضعیف تر و تنها تحت اثر نیروی کششی است می‌گردد .



شکل ۹-۸

مسئله ها

۱- الف) سطح مقطع جزئی از یک خرپا ساخته شده از چوب نوئل که در معرض ۴۶۲۰ نیوتن نیروی کشـــش قرار دارد را باید چند میلی‌متـــر مربع در نظر گرفت؟ مقاومت (تنش) کشش این چوب ۸۴ نیوتن بر میلی‌متر مربع است.

گونه A :

$A = ?$
$F = ۴۶۲۰N$
$P_{\parallel}(\sigma) = ۸۴\,N/mm^{۲}$

$P_{\parallel}(\sigma) = \frac{F}{A}$
$۸۴\,N/mm^{۲} = \frac{۴۶۲۰N}{A}$

$A = \frac{۴۶۲۰}{۸۴}$
$A = ۵۵mm^{۲}$

ب) اگر این خرپا از چوب راش با مقاومت (تنش) کششـــی ۱۵۰ نیوتن بر میلی‌متر مربع ساخته شود چه سطح مقطعی برای این عضو در نظر می‌گیریم؟

.....

.....

.....

۲-در یکی از منابع مکانیک چوب مقاومت (تنش) کشش موازی الیاف دو گونه چوبی، ۴۶ MPa =گونه A و ۴۲ MPa =گونهB ذکر شده است، حداکثر نیروی کششی که می‌توان بر دو قطعه چوبی از این دو گونه با سطح مقطع مساوی $۳۲\ mm^۲$ وارد ساخت چند نیوتن است ؟

گونه A :

$P_{\parallel}(\sigma) = ۴۶\times۱۰^۶\ pa$ $\quad P_{\parallel}(\sigma) = \frac{F}{A}$

$A = ۳۲mm^۲ = ۳۲\times۱۰^{-۶}\ m^۲$

$F = ?$ $\quad ۴۶\times۱۰^۶ = \frac{F}{۳۲\times۱۰^{-۶}m^۲}$ $\quad F = ۱۴۷۲N$

گونه B :

.....

.....

.....

.....

۳-جدول زیر نشان دهنده نتایج حاصل از آزمایش مقاومت کششی موازی الیاف سه نمونه از گونه‌های چوبی مختلف است، جدول را کامل و نتیجه را با جدول ۲-۸ مقایسه کنید. آیا نتایج یکسان می‌باشند ؟ چرا ؟

جدول ۵– ۸

نوع گونه	بار کششی وارد شده (موازی با الیاف)	سطح مقطع نمونه (متر مربع)	مقاومت (تنش) بر حسب مگاپاسکال (نیوتن بر میلی متر مربع)
صنوبر	۳۷۰۰	۵۶×۱۰^{-۶}	۶۶/۰۷
راش	۷۹۰۰	۵۶×۱۰^{-۶}	
نوئل	۳۷۰۰	۶۴×۱۰^{-۶}	

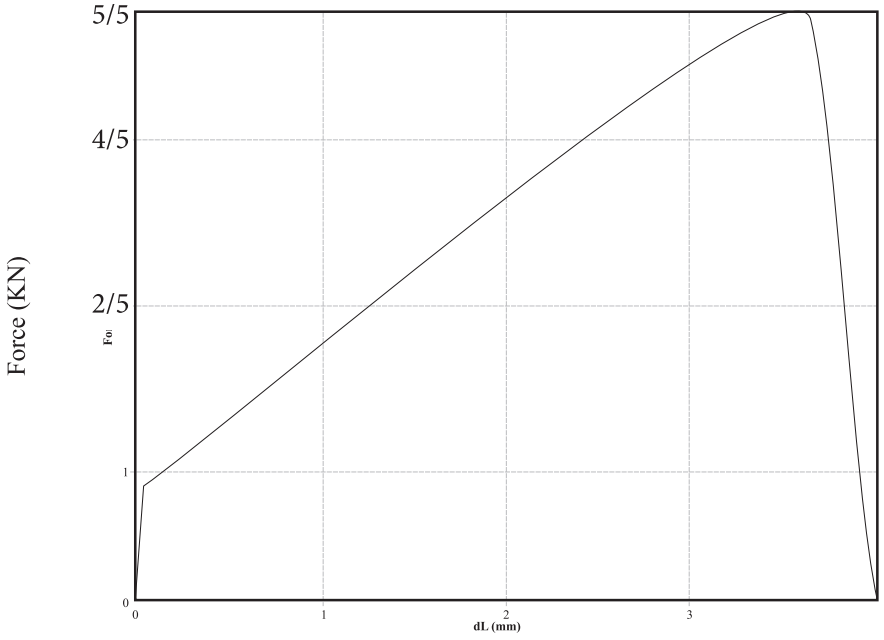
مقاومت چوب صنوبر:

$F = ۳۷۰۰N$

$A = ۵۶\times۱۰^{-۶}m^۲ = ۵۶mm^۲$ $\quad P_{\parallel}(\sigma) = \frac{F}{A}$

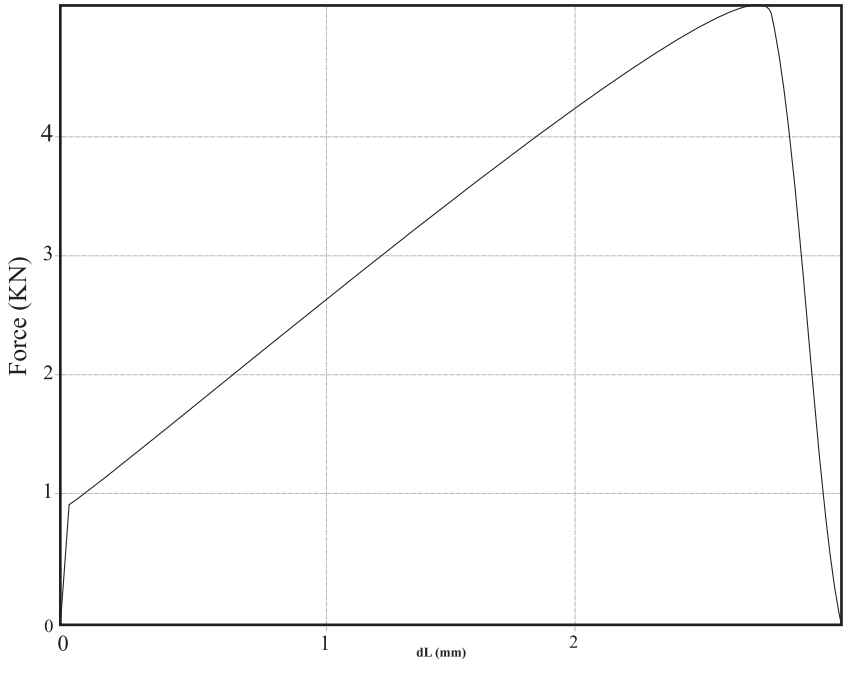
$P_{\parallel}(\sigma) = \frac{۳۷۰۰N}{۵۶mm^۲} = ۶۶/۰۷Mpa$

۴- الف) نمودار اشکال ۸-۱۰ تا ۸-۱۴ حاصل آزمایش کشش موازی الیاف نمونه های چوب صنوبر هستند، با توجه به حداکثر نیروی وارد شـــده (محور عمودی هر نمودار) مقاومت (تنش) هر نمونه را محاسبه نمایید.مقطع شکست هر نمونه $۵۰mm^۲$ در نظر گرفته شود.



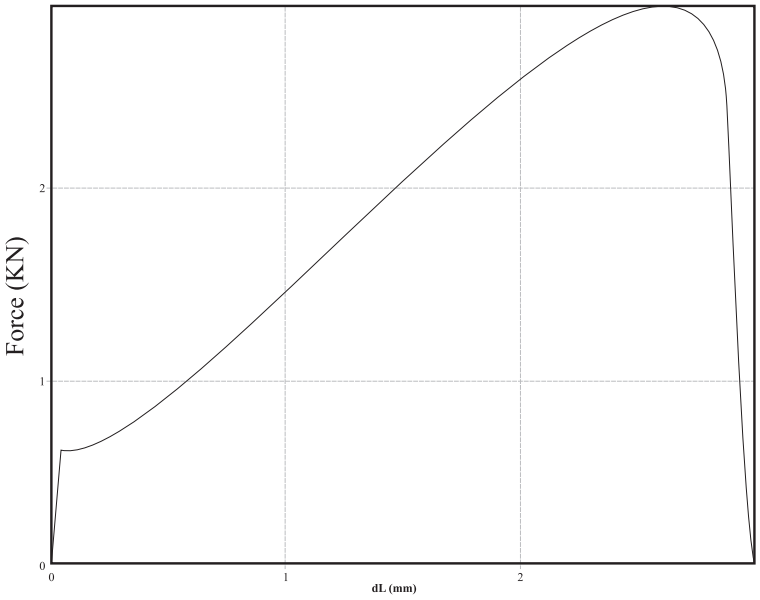
نمودار ۸-۱۰

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

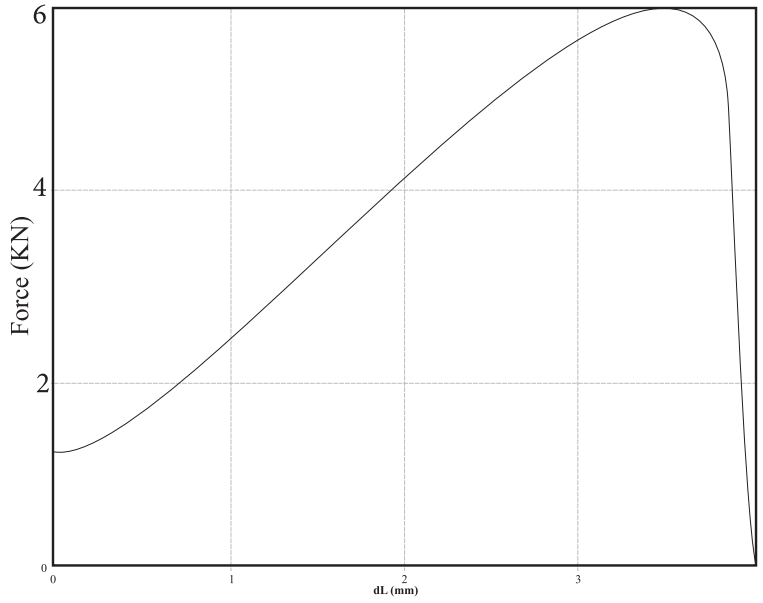


نمودار ۸-۱۱

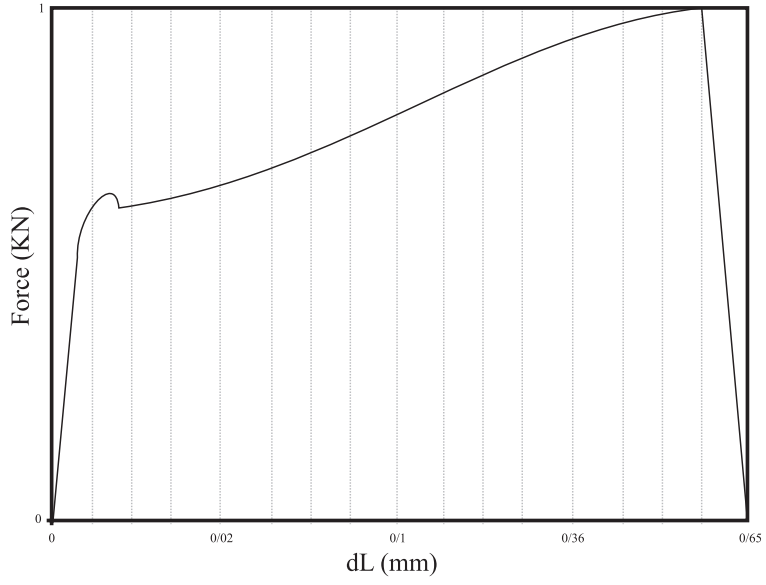
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....



نمودار ۸-۱۲

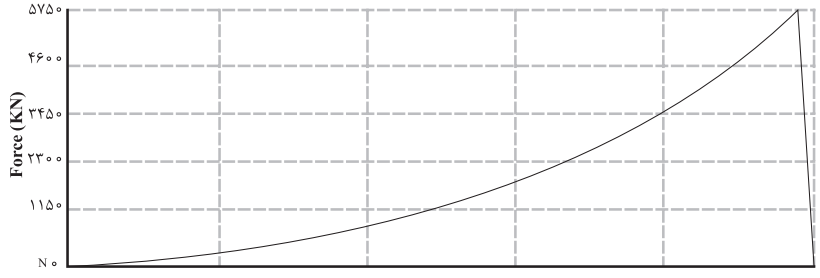


نمودار ۸-۱۳



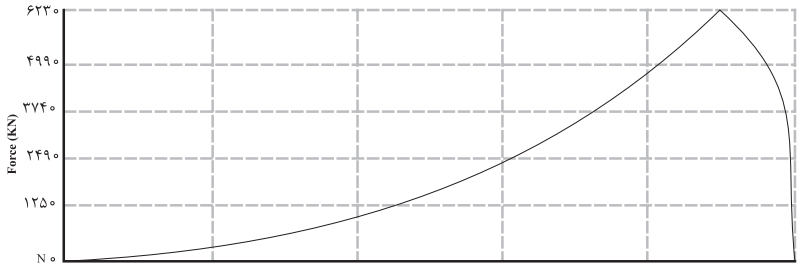
نمودار ۸-۱۴

ب) نمودار اشکال ۱۵-۸ تا ۲۰-۸ حاصل آزمایش کشش عمود بر الیاف نمونه های چوب صنوبر هستند، با توجه به حداکثر نیروی وارد شده (محور عمودی هر نمودار) و مقطع شکست، مقاومت (تنش) هر نمونه را محاسبه نمایید. مقطع شکست هر نمونه $۲۰۰ mm^۲$ در نظر گرفته شود.



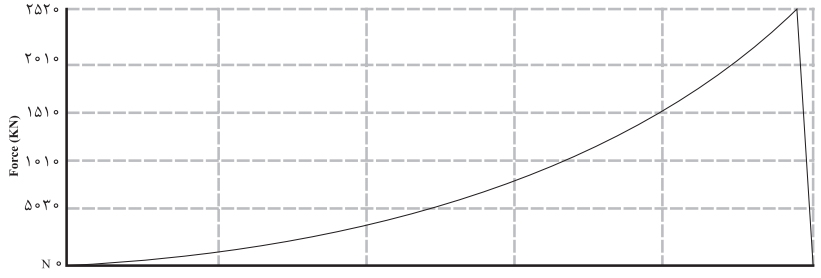
نمودار ۱۵-۸

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



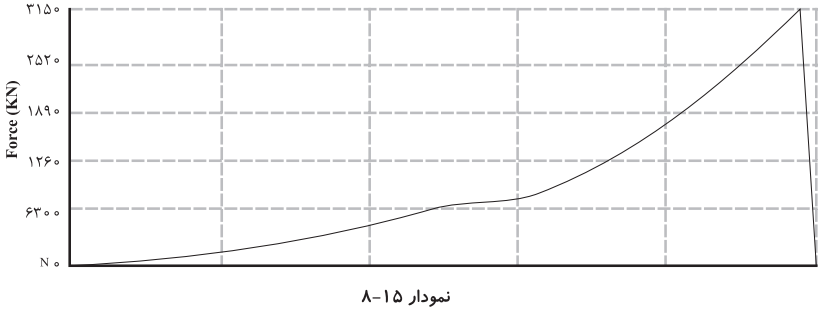
نمودار ۱۵-۸

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



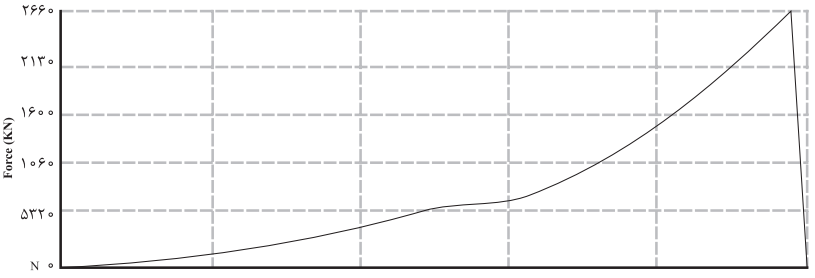
نمودار ۱۵-۸

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

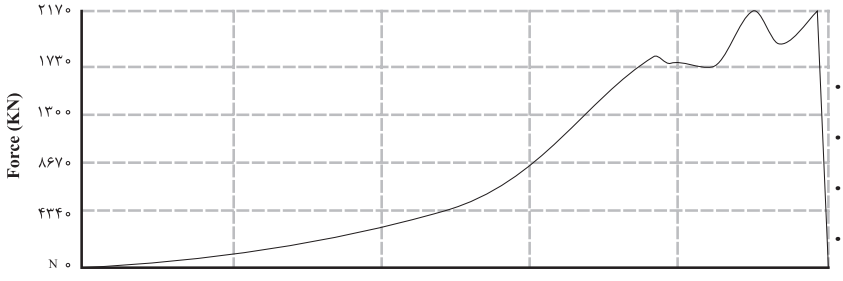


نمودار ۱۵-۸

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



نمودار ۱۵-۸



نمودار ۱۵-۸

فصل نهم

مقاومت چوب در برابر فشار

بار اعمال شده به پایه‌های میز و صندلی ، ستون‌های خانه‌های چوبی و سایر موارد مشابه موازی جهت الیاف و در زیرسری‌ها، بعضی قیدهای مبلمان، تراورس های راه آهن و ... عمود بر الیاف است؛ به همین دلیل نیز مطالعه و اندازه‌گیری مقاومت در برابر فشار موازی الیاف و عمود بر الیاف چوب یکی از مباحث مهم مکانیک چوب است.

مقاومت فشـــار موازی الیاف حدود ۵۰٪ مقاومت کششی چوب در همین جهت است که البته این رابطه متغیر و به رطوبت چوب بستگی دارد. شکسته شدن چوب قرار گرفته تحت فشـــار موازی الیاف معمولاً در اثر خمیده شـــدن، کمانش و جدا شدن الیاف از کنار یکدیگر است، در این فصل این شکل شکست با استفاده از اشکال متعددی نشان داده شده است.

پیش‌آزمون

۱-کدام‌یک از قطعات چوبی زیر در معرض فشار موازی الیاف قرار دارند؟

الف) زبانه اتصال دهنده قید صندلی به پایه　　ب) پایه میز ناهار خوری

پ) صفحه میز تلویزیون　　ت) پشت‌بند کابینت آشپزخانه

۲-به‌نظر شما مقاومت فشار موازی الیاف با افزایش طول چوب چه تغییری می‌کند؟ توضیح دهید.

.....

.....

.....

۳- خاصیت الاستیک (فنری) چوب در حالت فشار نسبت به کشش ..... می‌باشد.

۴- مقاومـــت چـــوب در حالت فشـــار موازی الیاف نســـبت به فشـــار عمود بـــر الیاف ..... است

الف) بیشتر است.　　ب) کمتر است.　　پ) مساوی می‌باشد.

۵- ســـازه‌های چوبی پیرامون خود را بررســـی و سه مورد از مواردی که چوب در معرض فشار عمود بر الیاف قرار دارد را بنویسید.

.....

.....

.....

.....

شکل ۱-۹ تصاویری از سازه‌های چوبی که اجزایی از آنها در معرض فشار موازی یا عمود بر الیاف هستند می‌باشد؛ در هر شکل این اجزا را همراه با ذکر نوع فشار (عمود یا موازی بر الیاف) مشخص نمایید.

شکل ۱-۹(الف)

شکل ۱-۹(ب)

شکل ۱-۹(پ)

شکل ۱-۹(ت)

شکل ۱-۹(ث)

.....

.....

شکل ۱-۹ (ج)

.....

.....

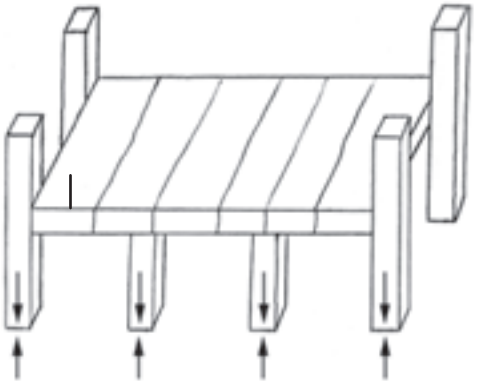
شکل ۱-۹ (چ)

.....

.....

شـــما نیز ســـازه‌های چوبی موجود در محیط خانه یا مدرسه را بررسی و اجزا تحت فشار موازی و یا عمود بر الیاف را مانند نمونه نام برده و ترسیم نمایید.

مثال



قید بلند نیمکت ۳ نفره، این قید در محل‌های مشخص شده تحت فشار عمود بر الیاف بوده و پایه‌های آن تحت فشـــار موازی الیاف قرار دارند.

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

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

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

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

مسئله ۱-۹

جـــدول ۱-۹ حاوی اطلاعات حاصل از آزمایش مقاومت فشـــار مـــوازی الیاف تعدادی از گونه‌های چوبی داخلی (ایرانی) می‌باشـــد، مقاومت (تنش) مربوط به هر گونه را محاسبه و جدول را کامل نمایید.

جدول۱-۹

گونه چوبی	سطح مقطع (mm^2)	حداکثر نیروی وارد شده (N)	مقاومت (تنش) بر حسب Mpa
نمونه شماره ۱ ممرز	۶۱۲	۴۲۴۲۰	
نمونه شماره ۱ راش	۶۲۵	۴۳۳۰۰	
نمونه شماره ۱ نوئل	۶۵۰	۲۶۳۵۰	
نمونه شماره ۱ چنار	۶۴۷	۳۰۸۲۰	
نمونه شماره ۱ صنوبر	۶۷۶	۲۰۴۷۰	
نمونه شماره ۲ ممرز	۶۱۲	۳۹۴۱۰	
نمونه شماره ۲ راش	۶۲۵	۴۳۶۱۰	
نمونه شماره ۲ نوئل	۶۲۵	۳۲۲۵۰	
نمونه شماره ۲ چنار	۶۴۸	۳۰۸۲۰	
نمونه شماره۲ صنوبر	۶۷۶	۲۳۱۹۰	

مثال: مقاومت (تنش) موازی الیاف نمونه شماره ۱ ممرز:

$F = ۴۲۴۲۰N$

$A = ۶۱۲mm^۲$

$P_{\parallel}(\sigma) = ?$

$$P_{\parallel}^{۱}(\sigma) = \frac{F}{A}$$

$$P_{\parallel}(\sigma) = \frac{۴۲۴۲۰N}{۶۱۲mm^۲} = ۶۹/۲۱\times ۱۰^۶\ pa = ۶۹/۳۱Mpa$$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

۱-به جهت اشـــتباه نشـــدن مقاومت‌های چوب آنها را با علائمی مشخص می‌کنند، به عنوان مثال اندیس || نشان دهنده وارد شدن بار در جهت موازی الیاف است.

سؤال ۱-۹

در شکل ۲-۹الف تا چ نمونه‌های شکسته شده با ضریب[۱] $\frac{L}{A} = 8$ و شکل ۲-۹ ح تا ژ نمونه‌های شکسته شده با ضریب $\frac{L}{A} = 4$ (اندازه استاندارد)، پس از آزمایش فشار موازی الیاف نشان داده شده‌اند، چگونگی شکسته شدن هر نمونه را در مقابل شکل مربوط به آن به طور خلاصه توضیح دهید.

شکل ۲-۹(الف)

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

شکل ۲-۹(ب)

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

شکل ۲-۹(پ)

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

شکل ۲-۹(ت)

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

شکل ۲-۹(ث)

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

شکل ۲-۹(ج)

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

شکل ۲-۹(چ)

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

۱- این ضریب در کتاب درسی خواص فیزیکی و مکانیکی چوب توضیح داده شده است.

➢شکل ۲-۹(ح)

.....

.....

.....

➢شکل ۲-۹(خ)

.....

.....

.....

➢شکل ۲-۹(د)

.....

.....

.....

➢شکل ۲-۹(ذ)

.....

.....

.....

➢شکل ۲-۹(ر)

.....

.....

.....

➢شکل ۲-۹(ز)

.....

.....

.....

➢شکل ۲-۹(ژ)

.....

.....

.....

تحقیق در منزل

مقاومت فشار موازی الیاف تعدادی از گونه‌های چوبی پهن‌برگ و سوزنی‌برگ را با مقاومت کشش موازی الیاف آنها مانند ۲ نمونه نوشته شده مقایسه و جدول ۲-۹ را کامل کنید. برای انجام این مقایسه می‌توانید از پاسخ مسائل این فصل، فصل قبل، جدول مقاومت‌های چوب در فصل آخر کتاب درسی خود و یا اطلاعات موجود در اینترنت استفاده کنید.

***تذکر:** با توجه به اینکه چوب ساخته دست طبیعت است، عوامل ژنتیکی و اقلیمی و این‌که نمونه مورد آزمایش از کدام بخش تنه و یا ساقه بریده شده باشد موجب اختلاف بین مقاومت‌های چوب های یک گونه می‌گردد، (مثلاً آزمایش خواص مکانیکی چوب دو درخت گردومعمولاً یکسان نمی‌باشد.) بنابراین صحیح‌ترین شکل مقایسه بین دو مقاومت، تهیه نمونه‌های آزمایشی از یک قطعه چوب است. در مواردی مشابه این سؤال که امکان برش و آزمایش نمونه‌های مورد نیاز از یک قطعه تنه ، الوار و .. وجود ندارد، می‌توان به استفاده از سایر اطلاعات اکتفا کرد.

جدول ۲-۹

گونه چوبی	مقاومت کششی (Pa)	مقاومت فشاری (Pa)	نسبت میان مقاومت کششی و فشاری	منبع اخذ شده
سرخ چوب	۶۲/۷	۳۶	۱/۷۴	جدول ۴-۸
نوئل	۸۴/۸	۳۰/۹	۲/۷	جدول ۴-۸

مسئله ۲-۹

بـــا اســـتفاده از اطلاعات جدول ۴-۸ مقاومت فشـــار موازی و عمود بـــر الیاف گونه‌های داگلاس فر، لاریکس، سرخ چوب و نوئل را در قالب جدول ۳-۹ مانند نمونه با یکدیگر مقایسه کنید.

آیا اختلاف میان مقاومت فشـــار موازی الیاف با مقاومت فشار عمود بر الیاف در هر گونه چوبی، با دانسیته آن گونه دارای رابطه است؟ توضیح دهید.

جدول ۳-۹

گونه چوبی	دانسیته	مقاومت فشار موازی الیاف	مقاومت فشار عمودبر الیاف	نسبت میان دو مقاومت
داگلاس فر	۵۲/۰	۴۷/۶	۵/۳	۹

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

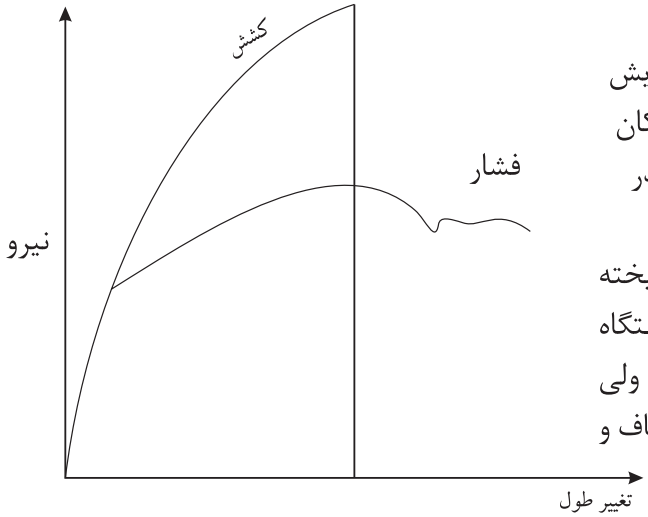
.....

.....

.....

.....

سؤال همراه با جواب



با توجه به منحنی زیر به نظر شما چرا در آزمایش فشارموازی الیاف بعد از نقطه حد تناسب تغییر مکان غیرخطی مشاهده می‌گردد (ادامه مقاومت نمونه در برابر بار وارد شده) اما در حالت کشش نه؟

زیرا در شکست حاصل از کشش ، نمونه گسیخته شده و دیگر هیچ ماده‌ای دربین گیره‌های دستگاه آزمایش وجود ندارد که از خود مقاومت نشان دهد ولی در فشار حتی پس از شکست (خمیده شدن الیاف و گسیختگی آنها از کنار یکدیگر) نمونه شکسته شده از خود مقاومت نشان می‌دهد.

بیشتر بدانیم

چرا قسمت خطی منحنی تنش-تغییر طول نسبی در کشش طولانی‌تر از همین بخش در فشار است (منحنی سؤال قبل)؟

طولانی‌تر بودن ناحیه خطی در کشش نسبت به فشار به این معنی است که خواص الاستیک (فنری) چوب در کشش بیشتر است. به بیان دیگر مقدار بار بیشتری و به تبع آن تغییر طول به نمونه تحت کشش، در محدوده الاستیک، نسبت به نمونه تحت فشار، می‌توان وارد کرد.

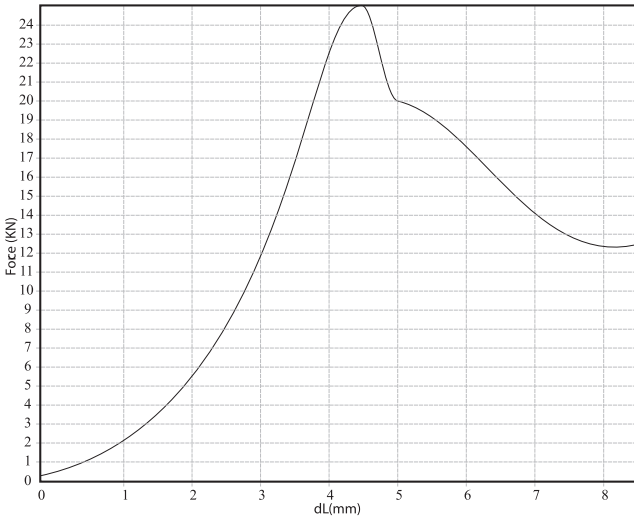
دلایل این امر را می‌توان مقاومت بالای چوب در کشش و بالا بودن نقطه حد تناسب نسبت به تبع آن، دانست.

مسئله ۳-۹

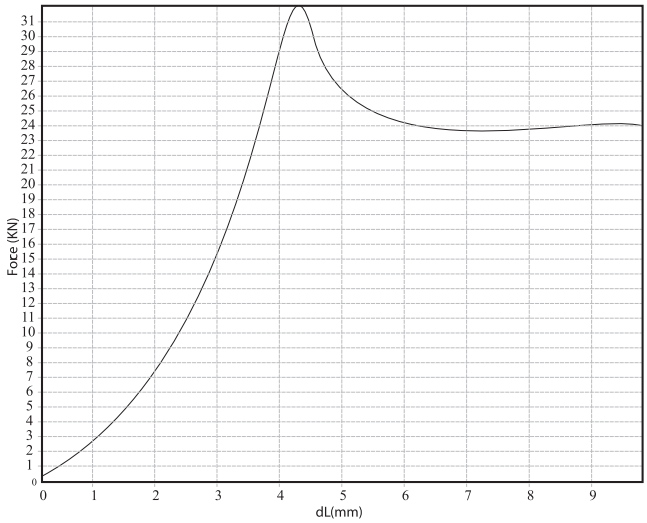
برای تعیین مقاومت چوب در برابر فشـــار موازی الیاف با توجه به استاندارد مورد استفاده می‌توان نمونه‌هایی به ابعاد ۵×۵×۲۰ سانتی‌متر، ۲/۵×۲/۵×۱۰ سانتی‌متر و یا ۲×۲×۵سانتی‌متر را به کار برد.

نمودارهای اشـــکال زیر حاصل آزمایش نمونه‌هایی از گونه‌های چوبی نوئل(نمودارشـــکل ۴-۹) توســـکا (نمودار شـــکل ۵-۹) چنار (نمودار ۶-۹) راش(نمودارهـــای ۷-۹و ۸-۹) افرا (نمودار ۹-۹) و بلوط(نمودار ۱۰-۹) با ابعاد ۲/۵×۲/۵×۱۰ سانتی‌متر (L/A=۴)[۱] می‌باشند.

الف- مقاومت (تنش) فشـــار موازی الیاف هر یک از گونه‌های چوبی را بر اســـاس نمودار مربوطه محاسبه کنید.



نمودار ۴-۹



نمودار ۵-۹

.....

.....

.....

.....

$$F = ۲۵KN = ۲۵۰۰۰N$$

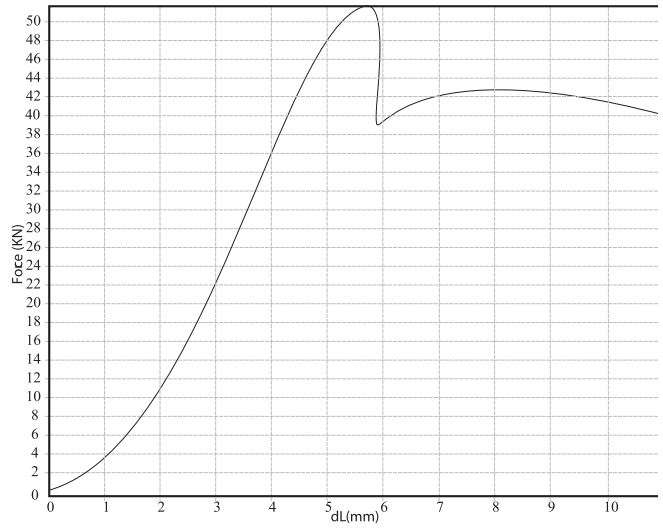
$$A = ۰/۰۲۵m \times ۰/۰۲۵m = ۰/۰۰۰۶۲۵m^۲$$

$$p_{\parallel(\sigma)} = ?$$

$$p_{\parallel(\sigma)} = \frac{۲۵۰۰۰N}{۰/۰۰۰۶۲۵m^۲}$$

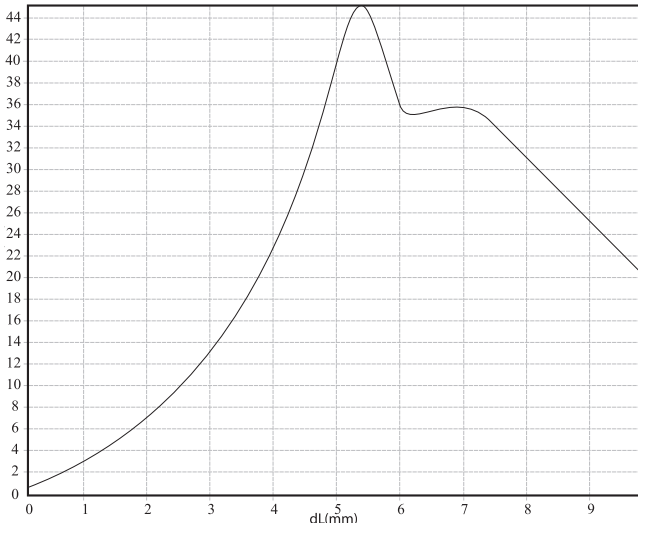
$$p_{\parallel(\sigma)} = ۴۰\times۱۰^۶ pa = ۴۰Mpa$$

۱- نسبت طول نمونه به کوچک‌ترین بعد سطح مقطع (طول:L)

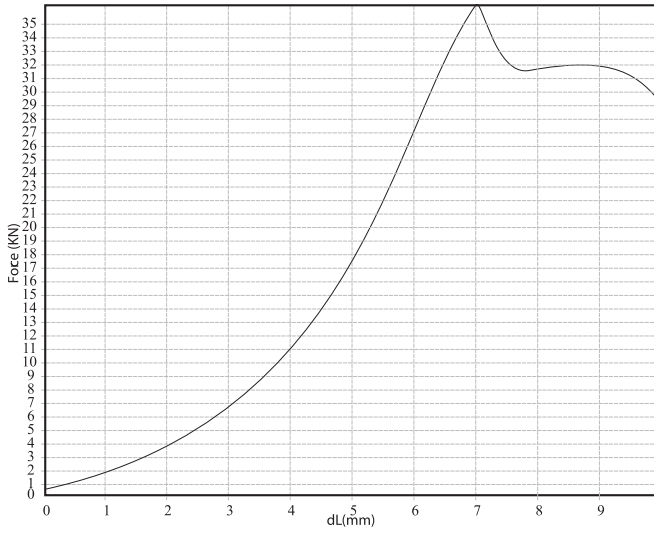


نمودار ۶-۹

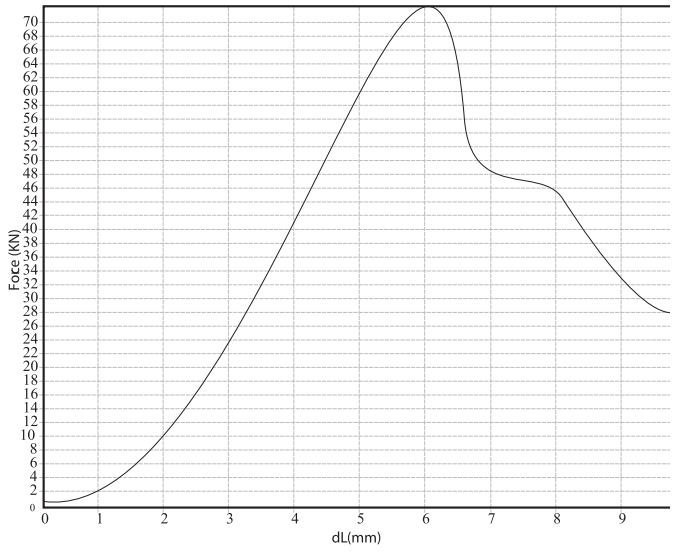
نمودار ۷-۹



نمودار ۸-۹

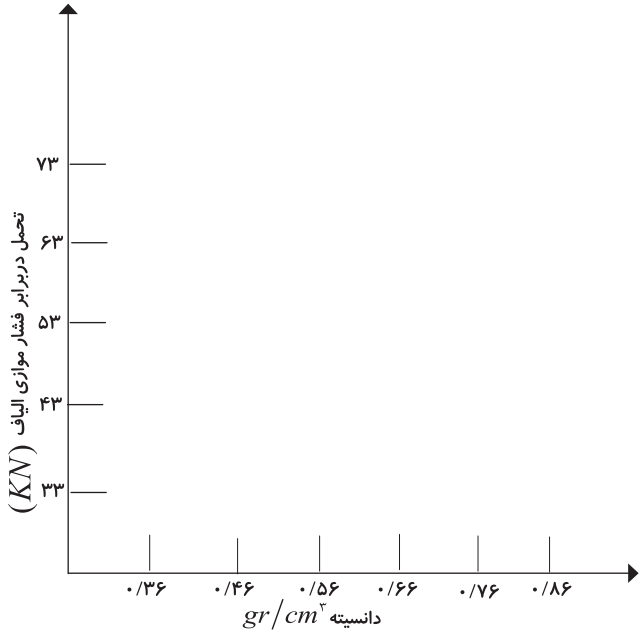


نمودار ۹-۹



نمودار ۱۰-۹

ب) جدول ۴-۹ نشان دهندهٔ بخشی از نتایج یک تحقیق می‌باشد، با توجه به این جدول نمودار داده شده را تکمیل نمایید، به نظر شما رابطه بین فشار موازی الیاف با دانسیته چگونه می‌باشد؟



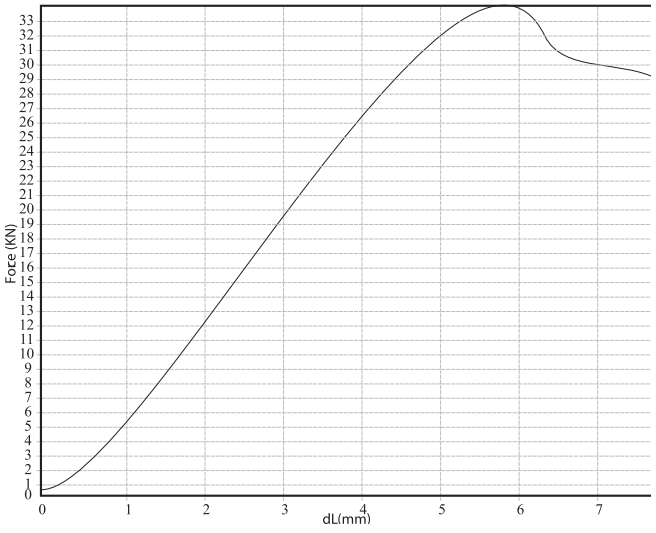
جدول ۴– ۹[۱]

گونه چوبی	دانسیته: (gr/cm^3)	حداکثر بار وارد شده به نمونه (N)
توسکا	۰/۴۶	۴۰۳۲۰
چنار	۰/۵۸	۴۵۴۰۰
نوئل	۰/۳۶	۳۳۴۶۰
راش	۰/۶۳	۵۱۰۷۰
افرا	۰/۵۴	۴۳۷۹۰
بلوط	۰/۸۶	۷۱۶۳۰

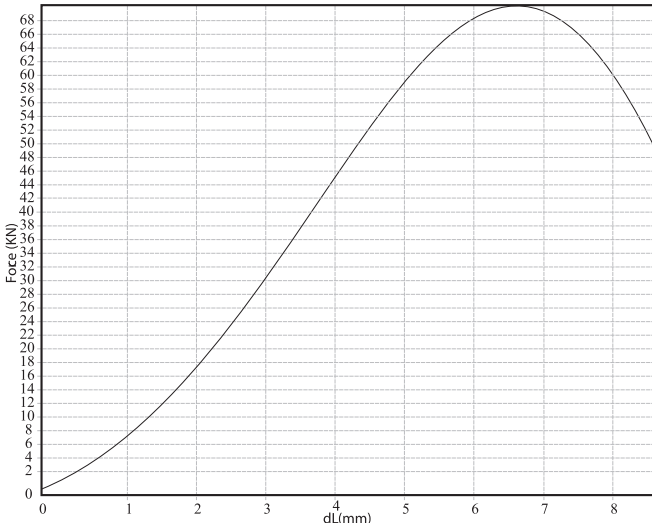
۱ – اعداد نشان داده شده در جداول و نمودارهای بخش مکانیکی این کتاب تا حدودی فرضی و با مقدار واقعی دارای کمی اختلاف می‌باشند.

مسئله ٤-٩

نمودارهای اشـــکال زیر حاصل آزمایش فشـــار مـــوازی الیاف نمونه‌هایـــی از گونه‌های چوبی مختلف می‌باشـــد.افرا (نمـــودار ۱۱-۹)، بلوط(نمودار ۱۲-۹)، توســـکا(نمودار ۱۳-۹)، راش(نمودارهای ۱۴و۱۵-۹)و نوئل (نموار۱۶-۹) با ابعاد ۲/۵×۲/۵×۲۰ سانتی‌متر (L/A=۸) می‌باشـــند. مقاومت (تنش) فشـــار موازی الیاف هر یک از گونه‌های چوبی را بر اساس شکل مربوطه محاســـبه نمایید. با توجه به نتایج مسئله ۳-۹ رابطه بین مقاومت فشار موازی الیاف با نسبت L/A راچگونه ارزیابی می کنید؟



نمودار ۱۱-۹



نمودار ۱۲-۹

.....

.....

.....

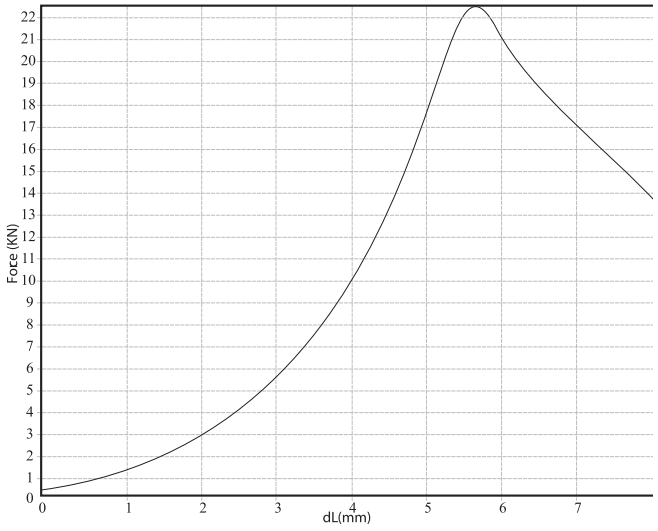
.....

.....

.....

.....

.....



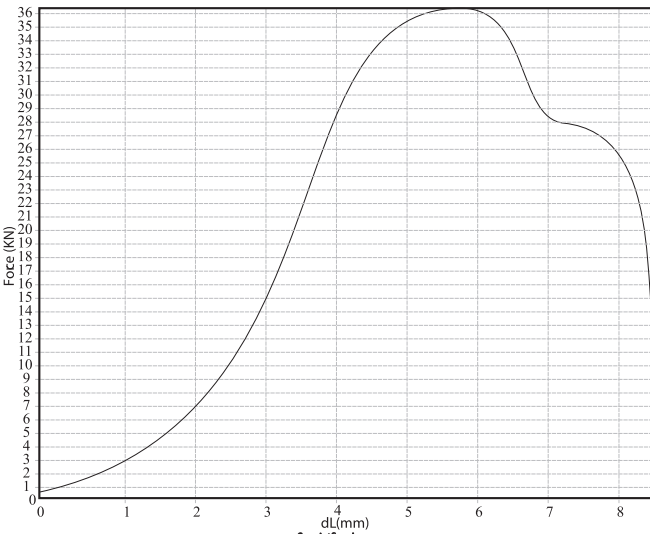
نمودار ۹-۱۳

.....

.....

.....

.....



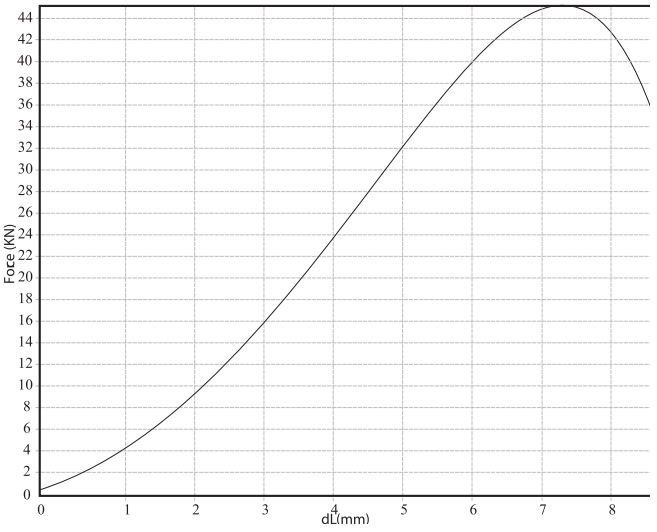
نمودار ۹-۱۴

.....

.....

.....

.....



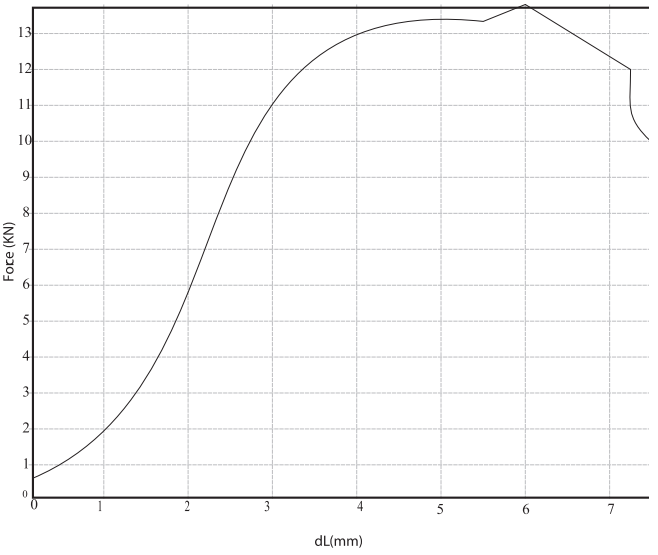
نمودار ۹-۱۵

.....

.....

.....

.....



نمودار ۹-۱۶

.....

.....

.....

.....

سؤال ۲-۹

دو نمونه چوب چنار به ابعاد ۲/۵×۲/۵×۱۰ سانتی‌متر بریده شده از یک قطعه چوب یکی سالم و یکی دارای گره‌ای به قطر ۱۲ میلی‌متر را مورد آزمایش فشار موازی الیاف قرار می‌دهیم. بر اساس نتیجه حاصل حداکثر باری که نمونه سالم قبل از شکست تحمل کرده ۳۶۰۰ نیوتن و در نمونه گره‌دار ۲۷۰۰ نیوتن است. پس از محاسبه مقاومت (تنش) هریک از این نمونه‌ها میزان اختلاف بین این دو نتیجه و دلیل این امر را توضیح دهید.

.....

.....

.....

سؤال همراه با جواب

چرا با افزایش ابعاد نمونه آزمایش از مقدار گفته شده در استاندارد دیگر نمی‌توان نتایج بدست آمده را به عنوان نتایج به دست آمده از نمونه‌های کوچک بی نقصی پذیرفت؟

زیرا یکی از روش‌های آزمایش خواص مکانیکی،آزمایش نمونه‌های کوچک چوبی (آزمایش‌های گفته شده در این کتاب) بدون عیب است. در نمونه‌های بزرگ‌تر چوبی احتمال وجود ناهنجاری بیشتر از نمونه‌های کوچک است، بنابراین نتیجه آزمایش قابل قبول نبوده و استفاده از این نمونه‌ها در این روش مناسب نمی‌باشد.

اثر معایب (گره، کج تاری و ...) بر هر مقاومتی را با ضرب کردن نتایج به دست آمده در ضریب‌های گفته شده در استاندارد و یا آزمایش نمونه‌ها در ابعاد سرویس (به طور مثال آزمایش مقاومت فشار موازی الیاف یک ستون چوبی) با استفاده از دستگاه‌های ویژه، می‌توان محاسبه نمود.

بیشتر بدانیم

جدول ۵-۹، مقایسه مقاومت در برابر فشار موازی الیاف چوب با مواد دیگر

جدول ۹–۵ – مقایسه مقاومت در برابر فشار موازی الیاف چوب با مواد دیگر

ردیف	ماده	مقاومت در برابر فشار (N/mm^2)
۱	چوب دوگلاس	۵۰
۲	چوب صنوبر	۳۹
۳	چوب کاج زرد	۳۶
۴	چوب بلوط	۴۷ تا ۵۱
۵	چوب گردو	۶۳
۶	چوب سرخدار	۴۲
۷	تخته فیبر با دانسیته متوسط	۱۷
۸	تخته خرده چوب	۱۹
۹	نایلن	۹۵
۱۰	پلی استیرن	۹۰
۱۱	گرانیت	۲۴۰
۱۲	مرمر	۱۲۵
۱۳	شیشه	۵۰

نمونه سؤال امتحان نهایی

۱- (مورخ ۱۳۸۶/۰۳/۰۵) یک قطعه چوب به ابعاد ۳×۴×۱۲ سانتی‌متر تحت اثر نیروی ۳۴۰۰۰ نیوتن شکسته شده است. مقاومت این چوب در برابر فشار موازی الیاف را به دست آورید.

$F = ۳۴۰۰۰N$

$A = ۰/۰۳ \times ۰/۰۴ = ۰/۰۰۱۲m^۲$

$P_{c\parallel}(\sigma) = ?$

$$P_{c\parallel}(\sigma) = \frac{F}{A}$$

$$P_{c\parallel}(\sigma) = \frac{۳۴۰۰۰N}{۰/۰۰۱۲m^۲} \quad P_{c\parallel}(\sigma) = ۲۸/۳۳ \times ۱۰^۶ pa$$

۲- (مورخ ۱۳۸۶/۰۳/۰۵)قطعه چوبی با رطوبت۱۶ درصد و وزن مخصوص $0/75\ gr/cm^3$ موجود می‌باشـــد. اگر در این حالت I=۸۵۰ باشـــد، حداکثر مقاومت این چوب در برابر فشار موازی الیاف را محاسبه کنید.

.....

.....

.....

.....

۳- (مورخ ۱۳۸۵/۰۳/۰۸) درصورتی که مقاومت به فشـــار موازی الیاف نمونه چوبی از جنس راش با ســـطح مقطع ۵×۵ سانتی‌متر و طول ۲۰ سانتی‌متر $37\ N/mm^2$ باشد حداکثر چند نیوتن نیرو را می‌تواند تحمل کند؟

$$A = 0/05 \times 0/05 = 0/0025 m^2$$
$$P_{c\parallel}(\sigma) = 37 N/mm^2 = 37 \times 10^6 N/m^2$$
$$F = ?$$

$$P_{c\parallel}(\sigma) = \frac{F}{A}$$
$$37 \times 10^6 = \frac{F}{0/0025 m^2} \quad F = 92/5 \times 10^3 N$$

۴- (مورخ ۱۳۸۹/۰۳/۰۶) یک قطعه چوب راش با ســـطح مقطع ۵×۵ سانتی‌متر پس از اعمال نیروی موازی الیاف به میزان ۶۵۰۰ نیوتن گسیخته می‌شود، حداکثر مقاومت این نمونه در جهت مذکور چه‌قدر است؟

$$A = 0/05cm \times 0/05cm = 0/0025 m^2$$
$$P_{c\parallel}(\sigma) = ?$$
$$F = 6500N$$

$$P_{c\parallel}(\sigma) = \frac{F}{A}$$
$$P_{c\parallel}(\sigma) = \frac{6500N}{0/0025 m^2}$$
$$P_{c\parallel}(\sigma) = 2/6 \times 10^6 pa = 2/6 Mpa$$

۵- (مورخ ۱۳۸۹/۰۳/۰۶) نمونه چوبی از گونه راش با ابعاد سطح مقطع ۵۰×۵۰ میلی‌متر تحت تأثیر نیروی فشـــار عمود بر الیاف قرار گرفته اســـت، در صورتی که حداکثر نیروی وارده ۵۰۰۰۰ نیوتن باشد، مقاومت در برابر فشار عمود بر الیاف این قطعه چوب را حساب کنید.

$$A = 50mm \times 50mm = 2500 m^2$$
$$F = 50000N$$
$$P_{c\perp}(\sigma) = ?$$

$$P_{c\perp}(\sigma) = \frac{F}{A}$$
$$P_{c\perp}(\sigma) = \frac{50000N}{2500 mm^2}$$

$$P_{c\perp}(\sigma) = 20 Mpa$$

۶- نمونه‌ای از چوب راش با سطح مقطع ۵×۵ و طول ۱۵ سانتی‌متر تحت تأثیر نیروی فشار عمود بر الیاف قرار گرفته است، چنان‌چه حداکثر مقاومت در برابر فشار عمود بر الیاف این چوب $14\ N/mm^2$ باشد نیروی حداکثر را بر حسب نیوتن حساب کنید.

$A = 0/05m \times 0/005m = 0/0025m^2$

$F = ?$

$P_{c\perp}(\sigma) = 14\ N/mm^2 = 14 \times 10^6\ N/m^2$

$P_{c\perp}(\sigma) = \frac{F}{A}$

$14 \times 10^6 = \frac{F}{0/0025m^2}$

$F = 35 \times 10^3\ N = 35\ KN$

فصل دهم

مقاومت برشی و

مقاومت در برابر ضربه

پیش آزمون

۱- به نظر شما مقدار مقاومت برشی در حالت موازی الیاف بیشتر است یا در حالت عمود بر الیاف؟

.....

.....

.....

۲- بـــر زبانه و یا دوبل اتصال در قیدهای یک صندلی و میز ناهارخوری، در محل اتصال با پایه‌ها، چه نیرویی وارد می‌شود؟

الف- برشی ب- کششی ج- کشش موازی الیاف د- کشش عمود بر الیاف

۳- کدام یک از اجزاء زیر در معرض ضربه قرار دارند؟

الف- پایه صندلی ب- چوب گلف ج- صفحه میز د- قید صندلی

هنگام آزمایش، نمونه در گیره مخصوصی (شـــکل ۲ــ۱۰ پ) قرار داده می‌شـــود، فرایند آزمایش بدین ترتیب است که بخش سفید رنگ نمونه (شکل ۲ــ ۱۰ پ) در گیره ثابت نگه داشته شده و بخش رنگی آن به طرف پایین رانده می‌شود. این فشار باعث گسیختگی نمونه در ناحیه بین دو بخش رنگی و سفید، در شکل اخیر، می‌گردد.

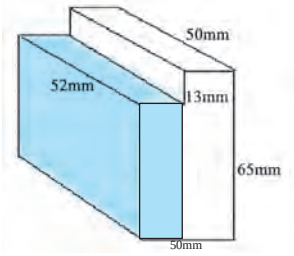
سؤال همراه با جواب

با توجه به شـــکل ۱-۱۰ که نشـــان دهنده نمونه‌های شکسته شـــده پس از آزمایش برش موازی الیاف می‌باشـــد توضیح دهید هنـــگام برش چوب در جهت مذکور، چه اتفاقی می‌افتد؟

شکل ۱-۱۰

در این نوع برش الیاف از کنار یکدیگر جدا شـــده و شکســـت ایجاد می‌شود. به بیان دیگر یک قسمت از نمونه از مقابل قسمت دیگر می‌لغزد و جدا می‌شود.

شکل ۲-۱۰ (الف)



شکل ۲-۱۰ (ب)

شکل ۲-۱۰(پ)، نمونه در حال انجام آزمایش برش موازی الیاف

روش اندازه گیری مقاومت برش موازی الیاف

برای اندازه‌گیری این مقاومت از نمونه نشـــان داده شـــده در (شکل ۲-۱۰الف، ب و پ) استفاده می‌شود. برای ســـاخت این نمونه به قطعه چوبی به ابعاد ۵۰×۵۰×۶۵ میلی‌متر که جهت الیاف آن کاملاً موازی جهت طولی باشـــد نیاز اســـت، جهت تکمیل شکل نهایی نمونه لازم است از یک طرف نمونه، پله‌ای به ارتفاع ۱۳ میلی‌متر جدا (بریده) شود.

مسئله ۱-۱۰

اطلاعات جدول ۱-۱۰ حاصل آزمایش های مقاومت برش موازی الیاف گونه های مختلف چوبی است، مقاومت (تنش) هر نمونه را برحسب $(N/m^2)pa$ یا $(N/mm^2)Mpa$ محاسبه نمایید.

مثال حل شده

گونه چوبی: چنار

حداکثر نیروی وارد شده به نمونه (N): ۲۳۰۶۰

سطح مقطع برش خورده (mm^2) : ۱۵۲۰

$$F = ۲۳۰۶۰N \qquad \text{مقاومت (تنش) برشی} = \frac{F}{A}$$

$$A = ۱۵۲۰mm^2 \qquad \text{مقاومت (تنش) برشی} = \frac{۲۳۰۶۰N}{۱۵۲۰mm^2}$$

$$\text{مقاومت (تنش) برشی} = ۱۵/۱۷Mpa = ۱۵/۱۷ \times ۱۰^6 pa$$

جدول ۱–۱۰			
ردیف	نام گونه	حداکثر نیروی وارد شده به نمونه (نیوتن)	سطح مقطع برش خورده (میلی متر مربع)
۱	راش	۴۳۳۰۰	۶۲۵
۲	راش	۳۱۳۷۰	۶۴۳
۳	راش	۳۰۲۸۰	۶۴۳
۴	نوئل	۲۶۳۵۰	۶۵۰
۵	نوئل	۳۲۲۵۰	۶۲۵
۶	صنوبر	۲۰۴۷۰	۶۷۶
۷	صنوبر	۲۳۱۹۰	۶۷۶
۸	ممرز	۲۷۴۲۰	۶۰۰
۹	ممرز	۲۵۶۷۰	۶۵۰
۱۰	ممرز	۴۴۴۲۰	۶۱۲
۱۱	ممرز	۳۹۴۱۰	۶۴۷/۷
۱۲	چنار	۳۰۸۲۰	۶۴۰

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

شکل ۳-۱۰(الف)

شکل ۳-۱۰(ب)

شکل ۳-۱۰(پ)

سؤال

(شـــکل ۳-۱۰الف، ب و پ) نشان دهنده نمونه‌هایی که در معرض برش عمود بر الیاف قرار گرفته‌اند می‌باشد، شما این شکل شکست را چگونه تشریح می‌کنید؟

.....

.....

.....

.....

بیشتر بدانیم ۱

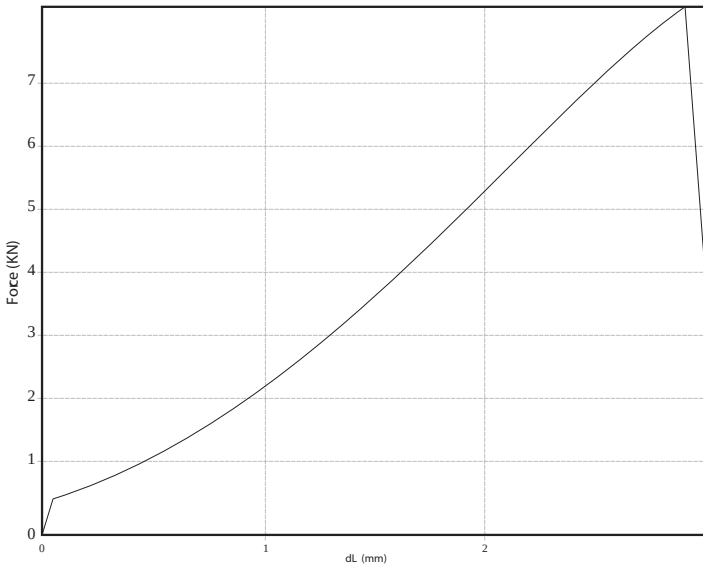
جدول ۲-۱۰، مقایسه مقاومت برشی موازی الیاف چوب با مواد دیگر

جدول ۲-۱۰- مقایسه مقاومت برشی موازی الیاف چوب با مواد دیگر

ردیف	ماده	مقاومت برشی (N/mm^2 یا M/Pa)
۱	چوب دوگلاس	۷/۶
۲	چوب صنوبر	۷/۶
۳	چوب کاج زرد	۷/۶
۴	چوب بلوط سفید	۱۳/۸
۵	چوب گردو	۱۶/۵
۶	چوب سرخدار	۶/۲
۷	نوعی پلاستیک	۴۰
۸	تخته فیبر یا دانسیته متوسط	۲
۹	تخته خرده چوب	۴
۱۰	گرانیت	۳۵
۱۱	مرمر	۲۸

مسئله ۲-۱۰

(نمودارهـــای ۴-۱۰ تا ۸-۱۰) نتیجـــه آزمایش مقاومت برش مـــوازی الیاف نمونه‌های چوب نوئل می‌باشـــند ، میانگین مقاومت برشـــی این چوب با توجه بـــه این نمودارها چند N/mm^2 است؟



نمودار ۴-۱۰ (مقطع برش خورده ۳۰۰ میلی متر مربع)

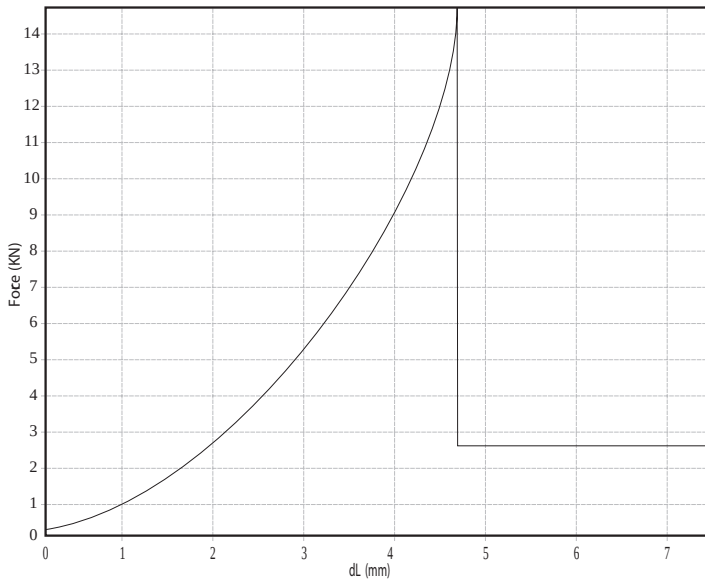
$$\text{مقاومت برشی} = \frac{F}{A}$$

$F = ۸۰۰۰N$

$A = ۳۰۰mm^2$

$$\text{مقاومت برشی} = \frac{۸۰۰۰N}{۳۰۰mm^2}$$

$$\text{مقاومت برشی} = ۲۶/۶۷Mpa$$



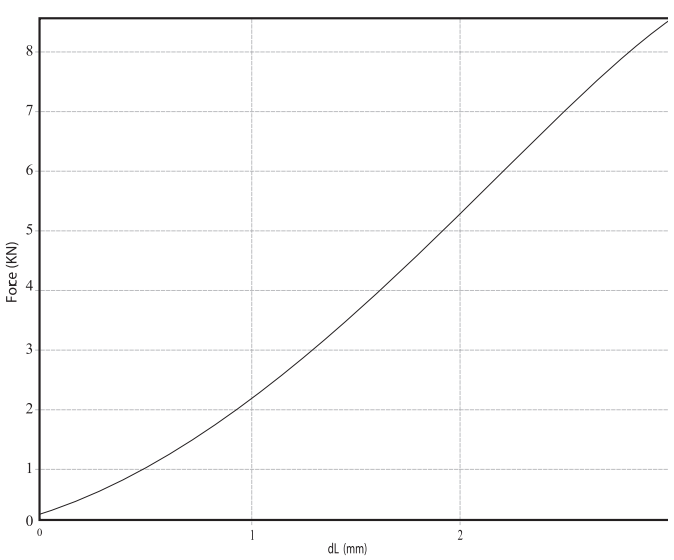
نمودار ۵-۱۰ (مقطع برش خورده ۶۰۰ میلی متر مربع)

.....

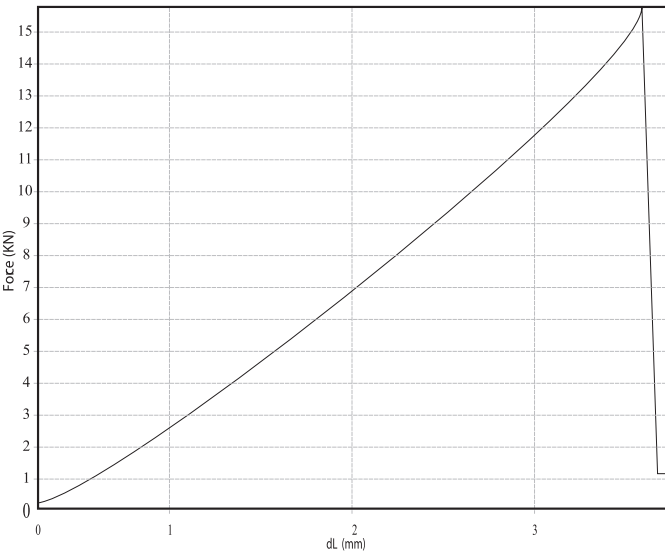
.....

.....

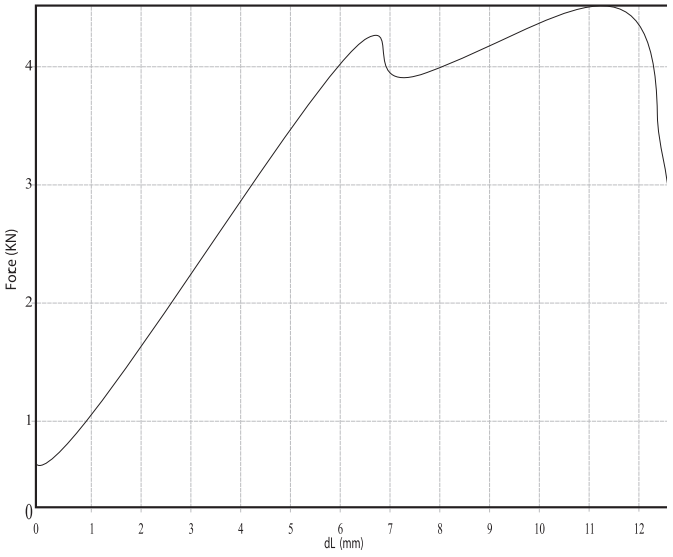
.....



نمودار ۷-۱۰ (مقطع برش خورده ۳۰۰ میلی متر مربع)



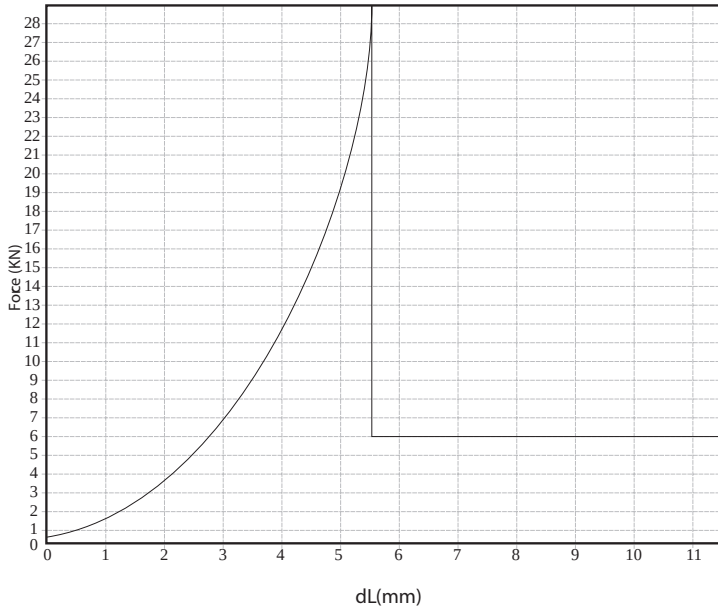
نمودار۶-۱۰ (مقطع برش خورده ۶۰۰ میلی متر مربع)



نمودار ۸-۱۰ (مقطع برش خورده ۳۰۰ میلی متر مربع)

مسئله ۳-۱۰

(نمودارهـــای ۹-۱۰ و ۱۰-۱۰) حاصـــل اندازه‌گیری مقاومت برش، موازی الیاف نمونه‌های چوب توســـکا و (نمودارهـــای ۱۱-۱۰ و ۱۲-۱۰) حاصـــل اندازه‌گیری مقاومت برش موازی الیـــاف نمونه‌های چوب صنوبر می‌باشـــند، ســـطح مقطع هر نمونه را بـــا توجه به مقاومت آن محاســـبه کنید. مقاومت برشـــی چوب صنوبر را N/mm^2 ۶۰ و چوب توسکا را N/mm^2 ۱۶۰ در نظر بگیرید.



شکل ۹-۱۰

مقاومت برشی $= ۱۶۰ N/mm$

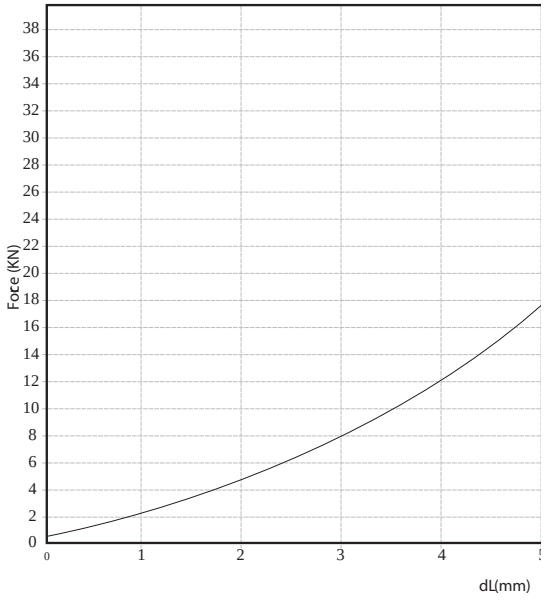
$F = ۲۹۰۰۰ N$

$A = ?$

$$\text{مقاومت برشی} = \frac{F}{A}$$

$$۱۶۰ = \frac{۲۹۰۰۰}{A}$$

$$A = ۱۸۱/۲۵ mm^2$$



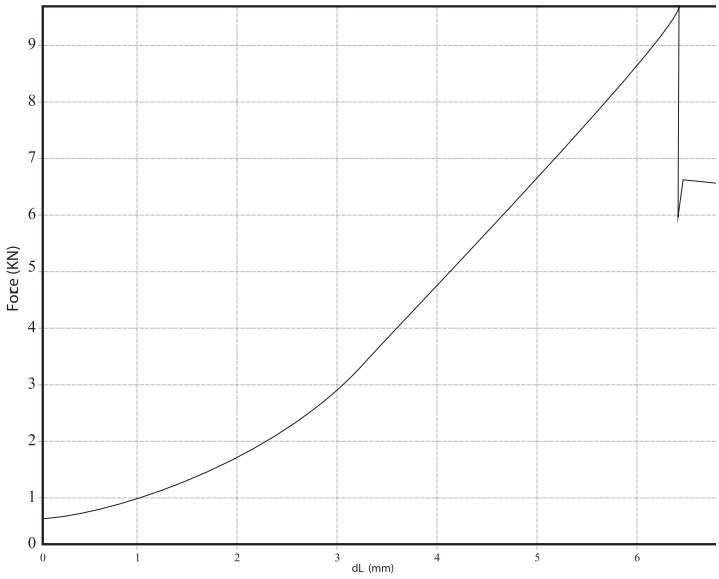
شکل ۱۰-۱۰

.....

.....

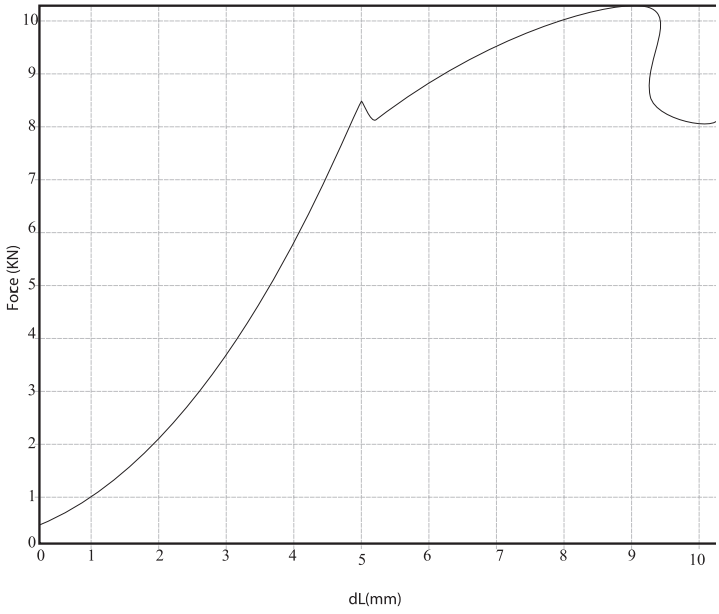
.....

.....



شکل ۱۱-۱۰

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



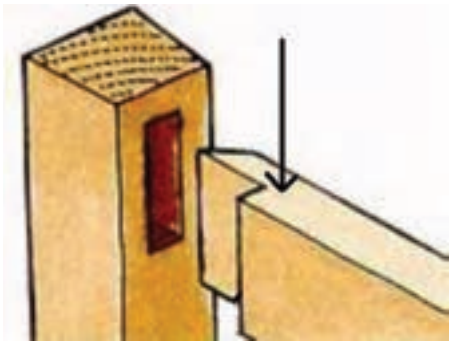
شکل۱۲-۱۰

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

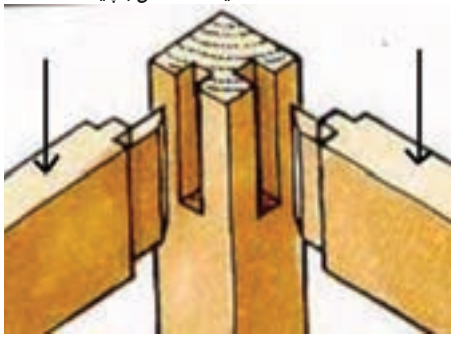
سؤال

(اشـــکال ۱۳، ۱۴ و ۱۵ -۱۰) مربوط به بخش‌هایی از ســـازه‌های چوبی قرار گرفته در معرض برش عمود بر الیاف (جهت فلش) اســـت. شما نیز تصاویر مشابهی در محل کادرهای خالی چسبانده و یا رسم نمایید.

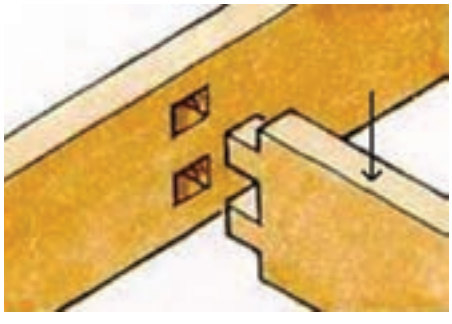
به نظر شما چرا طراحی و ساخت سازه‌های چوبی به گونه‌ای است که اتصالات در معرض این نوع برش قرار گیرند؟



۱۰-۱۳، اتصال تکیه گاه صندلی با پایه

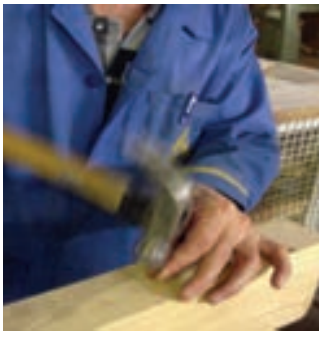


۱۰-۱۴- اتصال دو قید کف صندلی با پایه



۱۰-۱۵ - اتصال‌قید کف نیمکت با پایه

تکلیف دانش آموز



تصویر ۱۶-۱۰نشـــان دهنده یکی از حالات وارد شـــدن ضربه (خمش ناگهانی) به چوب است(دســـته چکش)، شما نیز تصاویری از سایر حالات وارد شدن ضربه (خمش ناگهانی) به چوب در کادرهای خالی چسبانده و یا رسم نمایید.

گزارش آزمایش:

مقایسه انرژی مصرف شده جهت شکستن نمونه‌های چوب صنوبر در آزمایش ضربه (خمش ناگهانی) با انرژی مصرف شده جهت شکستن نمونه‌های مشابه در آزمایش خمش.

شرح آزمایش: ۶ نمونه چوب صنوبر به ابعاد ۲×۲×۲۶ سانتی‌متر از یک تخته (نمونه‌هایی کاملاً مشابه) بریده شده بر روی ۳ نمونه آزمایش مقاومت به ضربه و بر روی ۳ نمونه دیگر آزمایش خمش انجام گرفت؛ میانگین انرژی صرف شده برای شکستن نمونه‌ها در آزمایش ضربه ۱۴/۲۵ ژول و در آزمایش خمش ۷/۹ ژول اندازه‌گیری شد.

سؤال

با توجه به این‌که در گزارش آزمایش قبل نمونه‌ها کاملاً هم اندازه و از یک الوار بریده شده بودند چه عاملی باعث تفاوت نتیجه آزمایش ضربه با خمش است؟

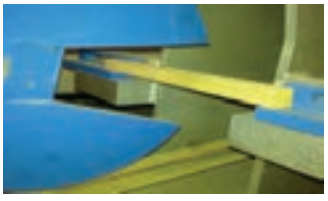
.....

.....

.....

بیشتر بدانیم ۲

در هر دو آزمایش خمش (شکل ۱۸-۱۰) و ضربه (شکل ۱۷-۱۰) نمونه بر روی دو تکیه‌گاه استقرار یافته و بار بر وسط آن وارد می‌شود، با این تفاوت که در ضربه[1] چکش رها شده از ارتفاع حدود ۱ متر بر وسط نمونه فرود می‌آید. ولی در خمش[2] فک متحرک دستگاه کشش و فشار با سرعتی ثابت (مثلاً در یکی از روش‌ها با سرعت ۲/۵ mm/min) بر نمونه فشار آورده و سبب شکسته شدن آن می‌گردد.



شکل ۱۷-۱۰

شکل ۱۸-۱۰

۱-ضربه: خمش ناگهانی یا دینامیک

۲- خمش: خمش استاتیک

بیشتر بدانیم ۳

ماشین آزمایش مقاومت به ضربه با روش پاندولی (آونگی)

ماشـــین پاندولی آزمایش مقاومت به ضربه از ۵ قسمت اصلی بدنه، پاندول (وزنه و دسته نگهدارنده)، شافت و عقربه، ترمز و حفاظ تشکیل شده است (شکل ۱۹-۱۰).

بدنه ماشـــین از ورق فولادی با ضخامت ۵ تا ۱۰ میلی متر در قســـمت‌های مختلف آن ســـاخته و سایر قسمت‌های ماشین برروی آن نصب می‌شود. پاندول (شکل ۲۰-۱۰) عبارت است از یک وزنه دایره‌ای شکل فولادی به قطر ۳۰ سانتی‌متر و وزن ۱۰۰ نیوتن که توسط میله‌ای از همین جنس به طول ۷۰ ســـانتی‌متر به شـــافت (شکل ۲۱-۱۰) متصل می‌شود؛ شافت دستگاه دارای قابلیت چرخش به دور خود بوده و از دو انتها در بدنه استقرار دارد.

وظیفه شـــافت نگه داشتن پاندول است به گونه‌ای که بتواند آزادانه و بدون لرزش به دور خود بچرخد، میزان ارتفاعی که پاندول پس از شکســـت نمونه طی می‌کند، توســـط عقربه متصل به یک انتهای شافت (شکل ۲۲-۱۰) اندازه‌گیری می‌شود.

ترمز دســـتگاه جهت نگهداشتن پاندول پس از شکست نمونه و حفاظ جهت جلوگیری از برخورد چکش با فرد آزمایشگر، تعبیه شده است.

شکل ۱۹-۱۰

شکل ۲۰-۱۰

شکل ۲۱-۱۰

شکل ۲۲-۱۰

آزمایش در کلاس:

۵ قطعه چوبی به ابعاد ۱/۵×۱/۵×۳۰ سانتی‌متر از گونه‌های چوبی موجود در کارگاه با نظارت معلم خود آماده کنید، چوب‌ها را بر روی ۴ قطعه آجر با فاصله دهانه ۲۱ سانتی‌متر مطابق (شکل ۲۳-۱۰)قرار داده و وزنه‌ای به جرم ۲ کیلوگرم را ابتدا از فاصله ۲/۵ سانتی‌متری به صورت کاملاً عمودی بر روی نمونه مورد نظر رها کنید.

شکل۲۳-۱۰

سپس وزنه را از فاصله ۵ سانتی‌متری بر روی نمونه بیندازید و هر بار ارتفاع سقوط را ۲/۵ سانتی‌متر افزایش دهید تا به ۲۵ سانتی‌متر برسد(شکل ۲۴-۱۰). در صورت شکسته نشدن نمونه، از این مرحله به بعد باید هر بار ۵ سانتی‌متر به ارتفاع سقوط وزنه افزوده شود. هنگامی که چوب شکسته شد یا خمش (خیز وسط دهانه) به ۱۵ سانتی‌متر رسید آزمایش متوقف و آخرین ارتفاع سقوط ثبت می‌شود. (شکل ۲۵-۱۰).

شکل۲۴-۱۰

شکل۲۵-۱۰

این آزمایش را که شبیه‌سازی روش «تعیین مقاومت به ضربه سقوط آزاد» است با نظارت مستقیم معلم خود انجام دهید. دقت کنید که حتماً شخص آزمایش‌گر بر روی قطعه الواری به ارتفاع ۲۰ سانتی‌متری و به فاصله ۵۰ سانتی‌متر از نمونه ایستاده و سپس وزنه را بیندازد، سایر دانش‌آموزان نیز حداقل ۱/۵ متر از نمونه و شخص آزمایش‌گر فاصله بگیرند. پس از اتمام آزمایش شکل شکست هر یک از نمونه‌ها را ترسیم و مقاومت نمونه را با توجه به آن توضیح دهید.

.....

.....

گزارش یک آزمایش:

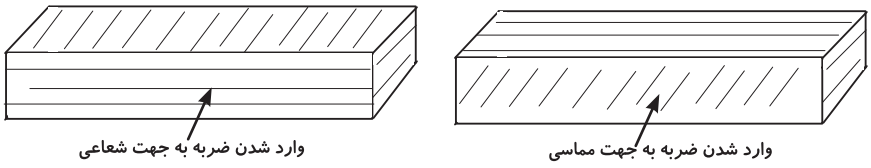
جدول ۲-۱۰ نشـــان‌دهنده انرژی جذب شده به وسیله نمونه‌های چوب نوئل (سوزنی برگ) در حالت‌های شعاعی و مماسی در آزمایش ضربه (خمش ناگهانی) است.

جدول ۲-۱۰

ردیف	انرژی جذب شده	جهتی از نمونه چوب نوئل که چکش دستگاه آزمایش به آن وارد شده است.
۱	۱۵/۵	نمونه شماره ۱ ، شعاعی
۲	۱۱/۵	نمونه شماره ۱ ، مماسی
۳	۱۸	نمونه شماره ۱ ، شعاعی
۴	۱۴/۵	نمونه شماره ۱ ، مماسی
۵	۲۳	نمونه شماره ۱ ، شعاعی
۶	۱۶/۵	نمونه شماره ۱ ، مماسی

سؤال

میانگین مقاومت به ضربه چوب نوئل را (سوزنی برگ) در حالت‌هایی که ضربه (چکش دستگاه پاندولی) به جهت شعاعی و مماسی آنها وارد شده است با یکدیگر مقایسه کنید. آیا نتیجه به دست آمده با مطلب بیان شده در کتاب درسی خواص فیزیکی و مکانیکی چوب مطابقت دارد؟



.....

.....

.....

.....

سؤال

جـــدول ۳-۱۰ نتیجـــه آزمایش مقاومت به ضربه ۳ نمونه چوبـــی که از یک قطعه چوب صنوبر بریده شده‌اند را نشان می‌دهد.

جدول ۳-۱۰

ردیف	انرژی جذب شده به وسیله نمونه (ژول)	مشخصات نمونه	شماره نمونه
۱	۸	الیاف نمونه با جهت طولی موازی می‌باشد.	۱
۲	۷	زاویه الیاف نمونه با جهت طولی آن ۲۰ درجه است.	۲
۳	۲	الیاف نمونه عمود بر جهت طولی است.	۳

الف) نتیجه به دست آمده را با فرمول $Wr = \frac{W_{\parallel} - W_{\perp}}{W_{\parallel}\sin^{x}_{r} + W_{\perp}\cos^{x}_{r}} \times ۱۰۰$ مطابقت دهید، آیا نتیجه به دست آمده از فرمول با نتیجه آزمایش مساوی است؟ چرا؟

.....

.....

.....

.....

ب) با توجه به نتیجه این آزمایش اثر زاویه الیاف (کج‌تاری) را بر مقاومت به ضربه چگونه ارزیابی می‌کنید؟

.....

.....

.....

.....

سؤال و تحقیق

جدول ۴-۱۰ نتیجه آزمایش مقاومت به ضربه ۵ نمونه چوبی مختلف را نشان می‌دهد، با راهنمایی معلم خود دانســـیته هر یک از گونه‌های چوبی را تحقیق کرده و ضمن تکمیل این جدول ارتباط میان دانسیته و مقاومت به ضربه را توضیح دهید.

جدول ۴-۱۰

ردیف	انرژی جذب شده در آزمایش مقاومت به ضربه	دانسیته Gr/cm^3	گونه چوبی
۱	۸ ژول		چنار
۲	۹ ژول		افرا
۳	۷ ژول		توسکا
۴	۱۵ ژول		راش
۵	۱۳ ژول		ممرز

.....

.....

.....

.....

فصل یازدهم

سختی چوب و مقاومت به سایش

پیش‌آزمون

۱- چند مورد از موارد کاربرد چوب که چوب در آنها در معرض سایش قرار دارد را نام ببرید.

.....

.....

.....

۲-بالا بودن کدام یک از مقاومت‌های زیر در انتخاب چوب جهت کف‌پوش، نقش بیشتری دارد؟

الف) فشاری ب) خمشی ج)برشی د)سختی

۳- به نظر شـــما آیا چوب‌هایی که در هنگام برش و یا رنده شدن مقاومت زیادی از خود نشان می‌دهند، در صورت کاربرد به عنوان کف‌پوش از کیفیت بالایی برخوردار خواهند بود؟ توضیح دهید.

.....

.....

.....

۴- به نظر شما سختی و مقاومت به ساییده شدن، با جرم مخصوص چوب رابطه مستقیم دارند یا عکس؟ چرا؟

.....

.....

.....

۵- کاربرد برخی بخش‌های ســـازه‌های چوبی نشان داده شده در(اشکال ۱-۱۱تا۵-۱۱) با ســـختی و مقاومت به سایش مرتبط می‌باشد ، بخش‌های مورد نظر را درهر شکل مشخص کرده و چگونگی ارتباط را در زیر هر شکل توضیح دهید.

شکل ۱-۱۱

شکل ۲-۱۱

.....

.....

.....

.....

شکل ۳-۱۱

.....

.....

شکل ۴-۱۱

.....

.....

شکل۵-۱۱

.....

.....

.....

.....

آزمایش در کلاس:

مقاومت چوب در برابر ساییده شدن

مراحل کار:

۱- یک ورق سنباده شماره ۴۰ یا ۶۰ را با ابعاد تقریبی ۱۵×۳۰ سانتی‌متر بر روی یک قطعه تخته خرده چوب بچسبانید (شکل ۶-۱۱).

۲- سه قطعه چوبی با ابعاد مساوی حدودی ۳×۶×۱۰سانتی‌متر از گونه‌های صنوبر ، توسکا ، راش و یا سایر چوب‌های موجود در کارگاه را با نظارت معلم خود آماده کنید. دقت نمایید چوب‌ها از قطعات گندگی شده بریده شوند که ضخامت در تمام نقاط کاملاً یکسان و یک روی آنها صاف باشد.

۳- ضخامت نمونه چوبی را در چهار گوشه با استفاده از کولیس و یا ریزسنج (شکل ۷-۱۱) دقیقاً اندازه‌گیری و ثبت نمایید.

۴- بر روی اولین نمونه وزنه‌ای به جرم ۲ کیلوگرم با استفاده از چسب ثابت کنید. (شکل ۸-۱۱) .

۵- نمونه را ۱۰۰ مرتبه از ابتدا به انتهای ورق سنباده به شکلی که نمونه بر روی سنباده نلرزد عبور دهید، برای سر خوردن نمونه به شکل صحیح می‌بایست انگشت را حتی‌الامکان در نزدیکی محل تماس سنباده با نمونه قرار و عمل حرکت دادن را به آرامی و بدون فشار به سمت پایین، انجام داد. (شکل ۹-۱۱) ، پس از جداسازی وزنه از روی آن ضخامتش را مجدداً در همان نقاط اندازه‌گیری و میانگین ضخامت‌های به دست آمده از چهار ضخامت اولیه را با چهار ضخامت ثانویه مقایسه نمایید.

۶- وزنه را از روی نمونه اول جدا کرده و مراحل فوق را برای نمونه بعدی تکرار نمایید.

۷- گزارش این آزمایش را همراه با اشاره به اختلاف مقاومت نمونه‌های چوبی نسبت به ساییده شدن، رابطه مقاومت به ساییده شدن با جرم مخصوص و پیشنهاداتی در خصوص کاربردهای مناسب هر یک از گونه‌های چوبی مورد آزمایش با توجه به مقاومت به ساییده شدن آنها ، در زیر بنویسید.

شکل ۶-۱۱

شکل ۷-۱۱

شکل۸-۱۱

شکل ۹-۱۱

گزارش آزمایش:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

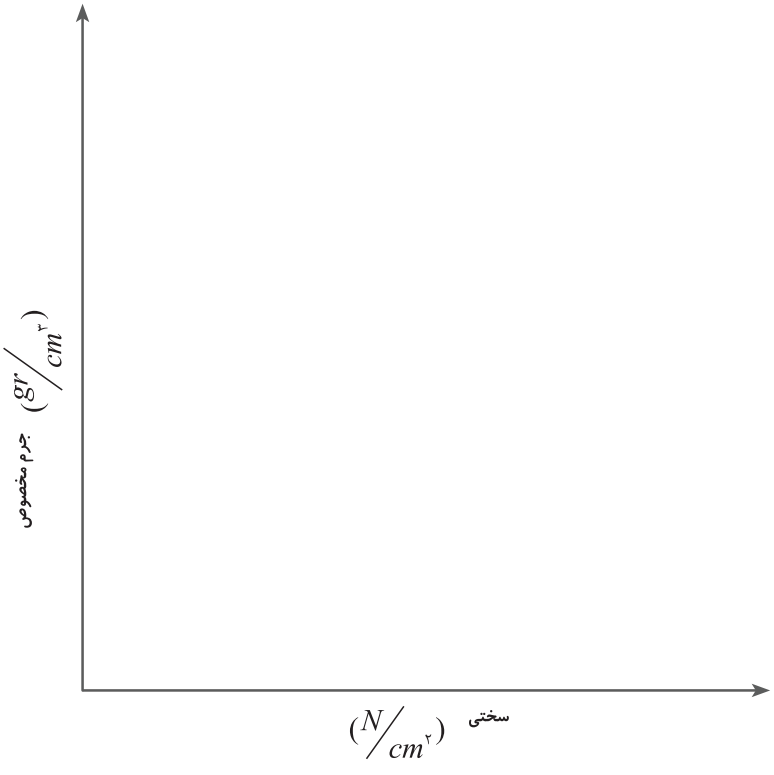
تمرین برای هنرجو

با اســـتفاده از اطلاعات جدول داده شـــده که برگرفته شده از جدول ۱-۱۱ کتاب درسی اســـت، نمودار زیر را ترســـیم نمایید. در یک خط توضیح دهید که این نمودار نشان دهنده رابطه بین چه عواملی می‌باشد؟

.....

.....

جدول ۱-۱۱		
ردیف	سختی N/cm^2	جرم مخصوص gr/cm^3
۱	۳۰۰۰	۰/۳۸
۲	۴۳۰۰	۰/۵
۳	۵۵۰۰	۰/۶
۴	۶۰۰۰	۰/۷
۵	۸۲۰۰	۰/۸
۶	۱۳۵۰۰	۰/۹۵



بیشتر بدانیم

فرآوردهـــای چوب پلاســـتیک (wpe) حاصل از ترکیب ذرات چـــوب با انواع مواد پلیمری هستند. این فرآورده مقاومت زیادی نسبت به رطوبت و سایش داشته و جهت کاربردهایی مانند کف‌پوش، پالت و ... مناسب می‌باشند.

شکل ۱۰-۱۱- پروفیل ساخته شده از چوب پلاستیک

شکل ۱۱-۱۱- دیوارکوب ساخته شده از چوب پلاستیک

شکل ۱۲-۱۱- استفاده از چوب پلاستیک در کف‌پوش پل

منـــابع و مـــراجع

۱- حسین زاده، عبدالرحمن. جهان لتیباری، احمد (۱۳۸۹)، خواص فیزیکی و مکانیکی چوب، ۱۳۸۹، وزارت آموزش و پرورش

۲- عنایتی، علی‌اکبر (۱۳۸۹)، فیزیک چوب، دانشگاه تهران

۳- ابراهیمی، قنبر (۱۳۸۶)، مکانیک چوب، دانشگاه تهران

۴- باریس، اولوگوف، (۱۹۹۰)، چوب‌شناسی، صنایع چوب مسکو

۵- ابراهیمی، قنبر، طراحی مهندسی سازه‌های چوبی

۶- باروکوف، هندبوک چوب‌شناسی (خواص فیزیکی ومکانیکی چوب).

7- WWW.Sundnadare.com

8- http://WWW.parque.IT/ru/article

9- http://1dulan.ru/Fizi checkie - Svoystua - drevesiny

10- http://guitclub.chat.ru/wood/material.html

11- http://WWW.wood.ru/ru/ddtechn.html