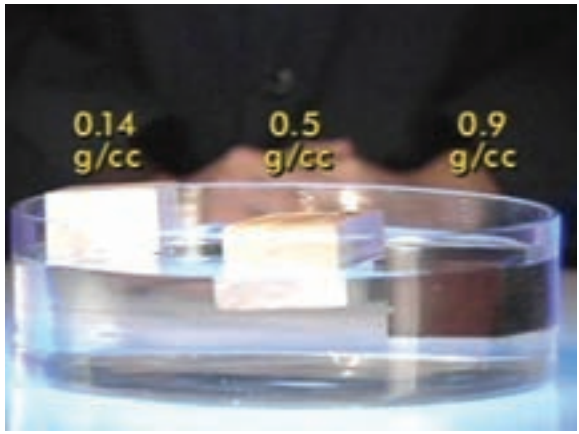
# بخش اول

# خواص فیزیکی چوب



# فصل اول

## تعاریف

**هدف‌های رفتاری:** پس از پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود :

۱ــ ساختمان ماکروسکوپی (شکل ظاهری) چوب را تشریح کند.

۲ــ پوست، چوب، برون چوب و درون چوب، مغز، پره‌های چوبی(اشعه‌های چوبی) را تعریف کند.

۳ــ اختلاف چوب بهاره و چوب پاییزه را بیان نماید.

۴ــ تفاوت «سوزنی برگان» و «پهن برگان» را توضیح دهد.

۵ــ مقاطع مختلف چوب را تعریف کند.

۶ــ تفاوت چوب‌های غیر طبیعی و چوب‌های نرمال (طبیعی) را بیان کند.

**زمان تدریس:** ۲ ساعت

**مقدمه**

در مبحث خواص فیزیکی چوب، عمدتاً صفات توارثی چوب، مانند : شکل ظاهری (نقش)، رنگ، بو و طعم، جرم ویژه نسبی، میزان رطوبت و . . . ، هم‌چنین عکس‌العمل چوب در برابر صوت، حرارت، الکتریسیته و غیره مورد بحث قرار می‌گیرند. این‌گونه صفات با آن دسته خصوصیاتی که در اثر نیروهای مکانیکی خارجی و واکنش‌های شیمیایی پدید می‌آیند کاملاً متفاوتند. خواص فیزیکی چوب در اکثر موارد به صورت پایه و اساس تعیین کاربرد یا مصارف چوب مورد استفاده قرار می‌گیرند ؛ از این‌رو، اطلاعات مربوط به فیزیک چوب از نظر طراحی سازه‌های چوبی و حداکثر استفاده از چوب‌های مختلف از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و همواره مورد توجه صاحبان صنایع و متخصصان علوم چوب و کاغذ می‌باشد.

# ۱ــ تعاریف

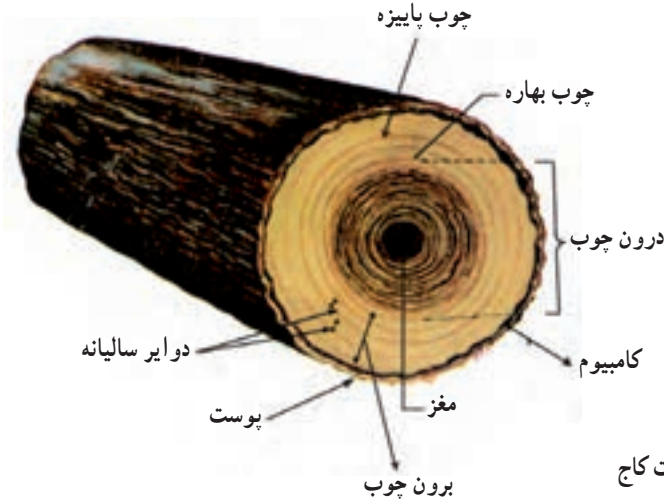
چوب ماده‌ای لیگنوسلولزی است که از ساقه، شاخه و ریشه گیاهان چوبی به‌دست می‌آید و از سلول‌های عمدتاً دوکی شکل و توخالی تشکیل شده است که به موازات یکدیگر و در راستای طول درخت قرار دارند.[۱] این ساختمان ویژه، روی خواص و کاربرد نهایی چوب تأثیر فراوان دارد ؛ بنابراین، هنگام تبدیل تنه درخت به چوب‌های بریده شده، خصوصیات آناتومیکی (تشریحی) الیاف، و یا سلول‌های تشکیل‌دهنده چوب و طرز قرار گرفتن آن‌ها، روی خواص فیزیکی، مکانیکی و شکل ظاهری چوب تأثیر می‌گذارند ؛ از این رو، دراین فصل، سعی خواهد شد، بعضی از قسمت‌ها و عناصر تشکیل دهنده ساختمان چوب ــ که درتشریح وبیان خواص فیزیکی ومکانیکی چوب نقش مهمی دارند ــ به‌طور اختصار تعریف گردد.

## ۱ــ۱ــ ساختمان ماکروسکوپی[۲] چوب

به شکل ۱ــ۱ توجه کنید. این شکل مقطع عرضی تنه یک درخت را نشان می‌دهد.

**الف) پوست:** این قسمت خود شامل دو لایه است :

**لایه‌ی مرده یا پوست بیرونی:** مرکب از سلول‌ها و بافت‌های مرده و ضخامت آن بسته به‌گونه و سن درخت متغیّر است. پوست بیرونی معمولاً خشک و چوب پنبه‌ای می‌باشد و حفاظت تنه را به عهده دارد.




**شکل ۱ــ۱ــ مقطع عرضی تنه درخت کاج**

۱ــ استاندارد ملّی ایران به شماره ۱۱۲۴

۲ــ قابل رؤیت با چشم غیرمسلح.

**لایه‌ی زنده یا پوست درونی:** مرکب از بافت‌های زنده، نرم ومرطوب است که مواد غذایی تهیه شده را به نقاط مختلف درخت هدایت می‌کند.

**ب) کامبیوم (لایه‌ی زاینده):** این لایه، بین پوست و چوب قرار دارد و از خارج، سلول‌های پوست (بافت آبکش) و از طرف داخل، سلول‌های تشکیل دهنده چوب (بافت چوب) را تولید می‌کند.

**ج) چوب:** بافت لیگنوسلولزی ساقه، شاخه و ریشه گیاهان چوبی که در حد فاصل بین مغز و لایه زاینده قرار دارد و وظیفه آن انتقال آب، ذخیره مواد غذایی و تأمین مقاومت مکانیکی است و خود به دو بخش متمایز برون چوب یا چوب برون، و درون چوب یا چوب درون تقسیم می‌شود.[1]

**د) برون چوب:** این قسمت از چوب بلافاصله بعد از لایه زاینده قرار دارد ؛ رنگ آن معمولاً روشن‌تر از قسمت مرکزی شاخه و حاوی سلول‌های زنده و فعال است و شیرابه را از ریشه به‌برگ‌ها انتقال می‌دهد.

**هـ) درون چوب:** بخش میانی تنه درخت به درون چوب معروف است، سلول‌های این قسمت غیرفعال بوده، با تغییر تدریجی چوب برون تشکیل می‌شود. در اکثر گونه‌ها، رنگ آن تیره‌تر از برون‌چوب است و کار آن ذخیره مواد استخراجی و تأمین مقاومت مکانیکی درخت می‌باشد.[2]

**و) مغز:** مغز دارای بافت نرمی است که در مرکز تنه و شاخه‌ها قرار دارد.

**ز) پره‌های چوبی (اشعه‌های چوبی) :** پره‌های چوبی نوارهایی هستند متشکل 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.[3]

**ح) چوب بهاره و چوب تابستانه:** چوبی که در آغاز فصل رویش به خصوص در چوب‌های مناطق معتدله و سردسیری تشکیل می‌شود معمولاً حاوی سلول‌هایی درشت با دیواره سلولی (غشاء) نازک است. رنگ آن روشن است و اصطلاحاً به آن «چوب بهاره» یا «چوب آغاز» می‌گویند. در حالی که چوبی که در پایان دوره‌ی رویش به‌وجود می‌آید، به دلیل کم بودن جریان آب، سلول‌هایی با حفره‌های سلولی تنگ‌تر و غشای سلولی ضخیم‌تر دارند و رنگ آن تیره‌تر از چوب بهاره است و اصطلاحاً به آن «چوب تابستانه» گفته می‌شود. به مجموع چوب بهاره وچوب تابستانه که در یک دوره رویش تولید می‌شود، «دایره (حلقه) رویش سالیانه» گویند.

---

۲،۱ و۳ــ استاندارد ملّی ایران به شماره ۱۱۲۴

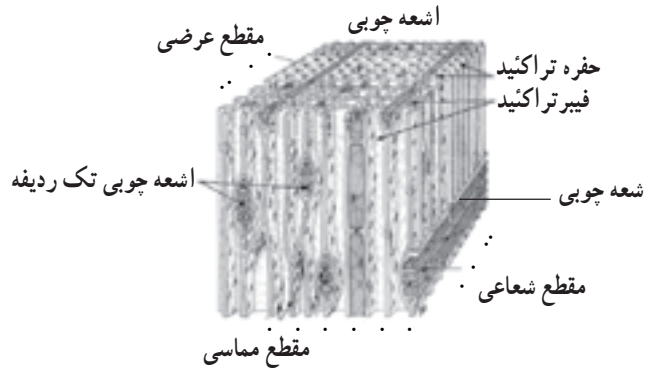
## ۲ ــ ۱ــ ویژگی‌های اختصاصی چوب

چوب یک ماده طبیعی با منشأ بیولوژیک (زنده) است ؛ بنابراین، در مورد چوب باید به دو خاصیت بنیادی و انحصاری توجه کرد :

الف ) از آن جا که دو فرد هرگز یکسان نیستند و یا دو سیب از یک درخت و حتی یک شاخه نیز هرگز کاملاً مشابه و یکسان نمی‌باشند.[۱] خصوصیات و ویژگیهای دو قطعه چوب حتی از ساقه یک درخت نیز کاملاً یکسان نخواهند بود. شایان ذکر است که این عدم یکنواختی محدود به ظاهر چوب نیست، بلکه باعث به‌وجود آمدن خواص متفاوتی می‌گردد.

ب) چوب از سلول‌هایی تشکیل شده که این سلول‌ها زمانی زنده بوده و نقش بیولوژیکی را ایفا می‌کرده‌اند. ساختمان این سلول‌ها ــ با توجه به وظیفه‌ای که داشته‌اند ــ متفاوت است، به دلیل این که از کنار یکدیگر قرار گرفتن این سلول‌های متنوع، چوب به وجود آمده است. چوب ماده‌ای «هرسو نایکسان» است بدین‌معنی که خواص آن در جهت‌های مختلف متفاوت است.

اغلب سلول‌های چوب به شکل لوله‌های بلند و باریک هستند که در جهت محور ساقه درخت و به‌طور موازی قرار گرفته‌اند. در شکل ۲ــ۱یک قطعه چوب سوزنی برگ نشان داده شده است که در آن قرار گرفتن موازی سلول‌های بلند قابل رؤیت است. در چوب پهن برگان نظیر راش، بلوط و... تنوع سلول‌ها زیادتر است و چندین نوع سلول با وظیفه‌های بیولوژیک متفاوت وجود دارد، ولی در چوب سوزنی برگان نظیر «نراد»، «نوئل»، «کاج» تنوع سلولی کم‌تر بوده و در آن میان، تراکئید از همه واضح‌تر است.

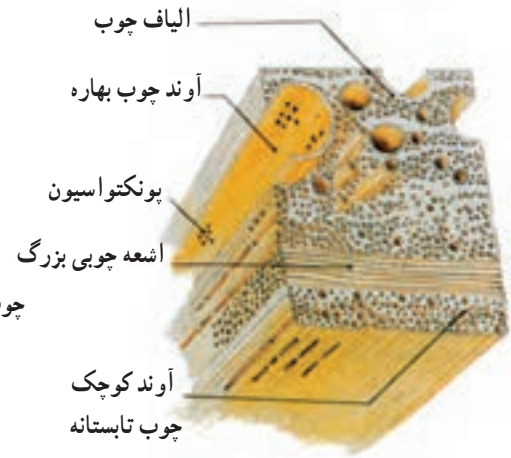



**شکل ۲ــ۱ــ طرز قرار گرفتن سلول‌ها در یک قطعه چوب سوزنی برگ**

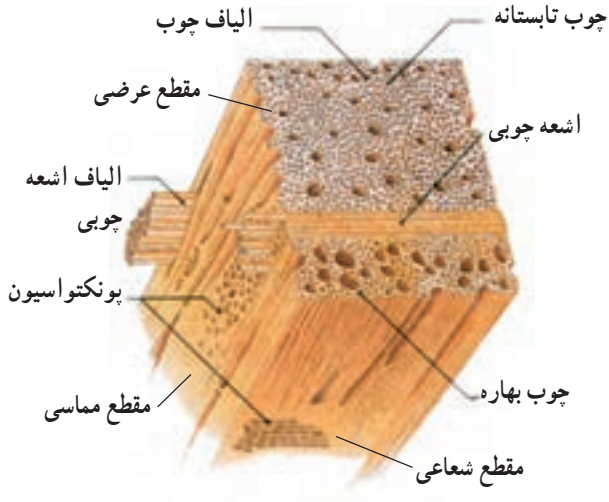
---

۱ــ به عنوان مثال مشاهده تغییرات وزن مخصوص بین گونه‌ها تا حد سی برابر و بین چوب درختان یک گونه تا حد شش برابر و نیز سه برابر در یک دایره رویش طبیعی می‌باشد.

هم‌چنین، درخت همانند انسان هر ساله رشد طولی و قطری دارد. رشد قطری درخت به‌صورت دایره‌های هم مرکزی قابل رؤیت است که در درختان با رویش قطری بهاره و تابستانه مجزا، هر «دو دایره» و در درختانی که رویش قطری بهاره و تابستانه مجزا ندارند هر «یک دایره» نشان‌دهنده رشد قطری سالیانه است. اگر درخت دارای چوب پراکنده آوند باشد مرز مشخصی بین رویش بهاره و تابستانه وجود نداردشکل(۳ــ۱ــالف). ولی در درختان بخش روزنه‌ای، در فصل بهار که مواد غذایی بیشتری در دسترس درخت است میزان رویش زیادتر بوده به دلیل نیاز به انتقال مواد غذایی بیشتر در درخت، حفره سلولی بزرگ‌تر و ضخامت دیواره سلول کمتر است و در نتیجه رنگ چوب روشن‌تر خواهد بود، اما در فصل تابستان که از میزان مواد غذایی درخت کم می‌شود حفره سلولی کوچک‌تر شده، سلول‌ها دارای دیواره ضخیم‌تر هستند ؛ بدین ترتیب، چوب تیره‌تر است. در این حالت هر دو دایره رویش (یکی بهاره روشن و دیگری تابستانه تیره) نشان‌دهنده رویش قطری یک سال است که در شکل (۳ــ۱ــ ب) نشان داده شده است.

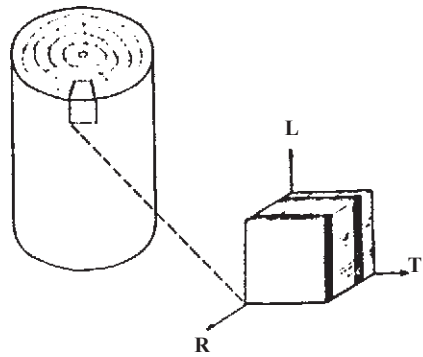



شکل ۳ــ۱ــ الف ــ یک قطعه چوب پراکنده آوند




شکل ۳ــ۱ــ ب ــ یک قطعه چوب بخش روزنه‌ای

**«هرسونایکسانی» در چوب:** برای روشن شدن ساختمان چوب در خصوص مقاومت‌های مکانیکی آن یک قطعه چوب را از یک قسمت ساقه درخت طبق شکل ۴ــ۱در نظر بگیرید. طرز قرار گرفتن سلول‌ها و اجزای تشکیل‌دهنده چوب در جهت‌های مختلف باعث به وجود آمدن خواص متفاوت در آن جهت‌ها خواهد شد.




**شکل ۴ــ۱ــ جهت‌های سه‌گانه در یک قطعه چوب**

در چوب سه جهت اصلی را می‌توان مشخص کرد :

**الف)جهت طولی یا محوری (L):** که موازی با محور اصلی درخت است و اغلب سلول‌های چوب موازی با این محور قرار گرفته‌اند. در شکل ۴ــ۱جهت طولی با حرف L[1] نشان داده شده است.

**ب) جهت مماسی (T):** که جهت مماس بر دایره‌های رویش سالیانه است. در شکل ۴ــ۱ جهت مماسی ؛ با حرف T[2] نشان داده شده است.

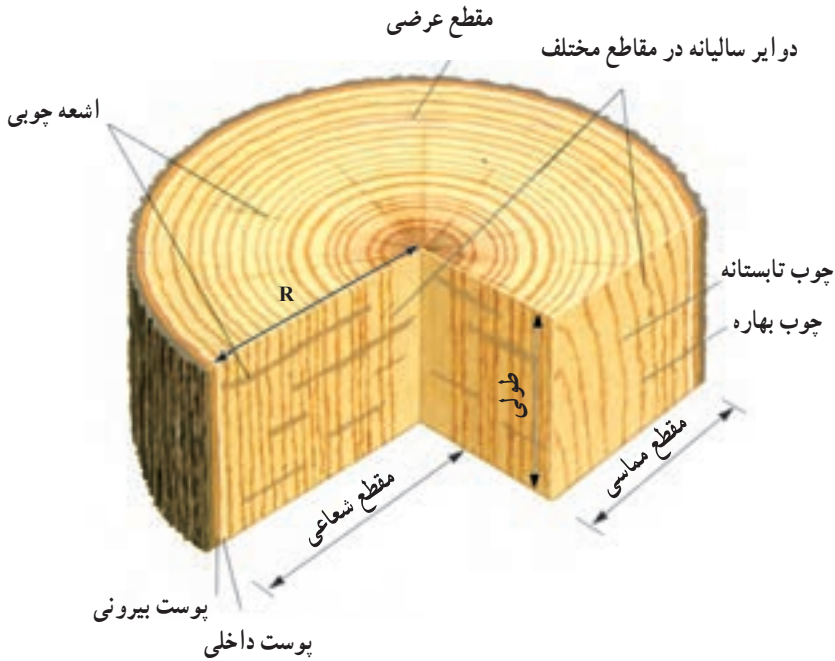
**ج) جهت شعاعی (R):** جهت شعاعی عمود بر جهت مماسی (دایره‌های رویش سالیانه) و در جهت شعاع دایره‌های سطح مقطع درخت است. جهت شعاعی دایره‌های رویش سالیانه را قطع کرده و در شکل‌های۴ــ۱ و ۵ــ۱با حرف R[3] نشان داده شده است.

---

۱ــ L، مخفف کلمه انگلیسی «Longitudinal»، به معنی طولی یا محوری است ؛ که اصطلاحاً به آن در ستون عرضی گفته می‌شود.

۲ــ T، مخفف کلمه انگلیسی Tangential، به معنی مماسی است.

۳ــ R، مخفف کلمه انگلیسی Radial، به معنی شعاعی است.




**شکل ۵ــ۱ــ مقاطع مختلف و بخشی از عناصر ساختمانی از جمله اشعه چوبی در یک قطعه چوب**

## ۳ــ۱ــ پهن برگان و سوزنی برگان

معمولاً گونه‌های درختی چوبده بـه دو گروه بزرگ «پهن بـرگان» و «سوزنی برگان» تقسیم می‌شوند. پهن برگان، اکثراً سخت چوب، نقش‌دار، دارای برگ‌های درشت و پهنی هستند و در مناطق معتدله خـزان‌کننده‌اند مـانند بلوط، راش، افرا و ... ؛ در حالی‌که سوزنی برگان اکثراً نرم چوب، بدون نقش و دارای برگ‌های سوزنی شکل می‌باشند که به جز چند گونه مانند لاریکس خزان نمی‌کنند، مانند کاج، سرو، نراّد و... .

## ۴ــ۱ــ مقاطع چوب

معمولاً، مطالعات مربوط به خواص و شناسایی چوب درسه برش یا مقطع : عرضی، شعاعی و مماسی انجام می‌شود، زیرا اغلب خصوصیات چوب در این سه مقطع متفاوت هستند. مقطع عرضی با قطع تنه عمود بر محور طولی درخت به‌دست می‌آید. مقطع شعاعی و مماسی هر دو طولی و عمود بر مقطع عرضی هستند و با برش تنه درخت در جهت موازی با محور طولی درخت به دست می‌آیند.

با این تفاوت که برش مماسی در جهت مماس بر دوایر سالیانه و برش شعاعی در جهت موازی با پره‌های چوبی یا عمود بر دوایر سالیانه می‌باشد. در درختان پس از سپری شدن مدت زمانی از عمر آنها چوب برون و چوب درون مشخص و یا نامشخص تشکیل می‌گردد که در مقطع تنه،چوب درون به رنگ تیره در قسمت داخلی و چوب برون به رنگ روشن در قسمت بیرونی قابل رؤیت می‌باشد. این سه مقطع در شکل ۶ــ۱ نشان داده شده است.

**شکل ۶ــ۱ــ مقاطع مختلف تنه درخت و چوب برون و چوب درون و مغز چوب**

## ۵ــ۱ــ چوب‌های غیرطبیعی یا واکنشی

معمولاً درقسمت‌های خمیده‌ی تنه و قسمت فوقانی و زیرین شاخه‌های درخت، چوبی تشکیل می‌شود که خصوصیات آن با چوب طبیعی یا نرمال کاملاً فرق دارد[۱]. این گونه چوب‌ها در سوزنی‌برگان به «چوب فشاری» و در پهن برگان به «چوب کششی» معروف است.[۲] بسیاری از ویژگیهای فیزیکی، مکانیکی و ... واکنشی با چوب نرمال فرق دارد.علت اصلی این تغییرات را می‌توان دانسیته بالای چوب واکنشی نسبت به چوب نرمال دانست(شکل‌های ۷ــ۱ و ۸ــ۱).

چوب فشاری که در قسمت زیرین تنه خمیده و شاخه‌های درختان سوزنی برگ به‌وجود می‌آید و وضعیّت برون مرکزی را در مقطع عرضی بوجود می‌آورد (شکل ۷ــ۱).

---

۱ــ پیدایش این نوع بافت عکس‌العمل درخت برای برگشت به وضعیّت عادی خود می‌باشد و بنابراین نام این بافت را غیر نرمال یا واکنشی گذارده‌اند.

۲ــ استاندارد ملّی ایران به شماره ۱۱۲۴

**شکل ۷ــ۱ــ برش عرضی درخت سوزنی برگ: چوب نرمال در قسمت فوقانی و چوب فشاری در قسمت تحتانی دیده می‌شود.**

چوب کششی در قسمت فوقانی تنه خمیده و شاخه‌های درختان پهن برگ تشکیل می‌شود و ازخصوصیات بارز آن این است که هنگام بریده شدن، به‌ویژه در چوب‌های‌تر، چوب به شکل کرکدار درمی‌آید که در نتیجه اره‌کشی آن بسیار دشوار می‌شود. در مقاطع عرضی این چوب نیز برون مرکزی مشاهده می‌گردد.

**شکل ۸ــ۱ــ برش عرضی درخت پهن برگ: چوب کششی در قسمت فوقانی قرار دارد وچوب نرمال در قسمت پایین قرار دارد.**

## به این پرسش‌ها پاسخ دهید

۱ــ در شکل ۹ــ۱ که یک برش عرضی تنه درخت است قسمت‌های مختلف قابل تشخیص را مشخص کنید :

**شکل ۹ــ۱ــ برش عرضی تنه یک درخت**

۲ــ لایه زاینده (کامبیوم) را تعریف کنید.

۳ــ اختلاف برون چوب و درون چوب را تشریح کنید.

۴ــ تفاوت بین سوزنی برگان و پهن برگان را بیان کنید.

۵ــ چوب بهاره و چوب پاییزه را تعریف کنید.

۶ــ چوب‌های غیرطبیعی یا واکنشی چه نوع چوب‌هایی هستند؟ در شکل ۱۰ــ۱ چوب واکنشی و چوب نرمال را مشخص کنید.

۷ــ تفاوت چوب کششی وچوب فشاری را بیان کنید.

۸ــ نمونه‌هایی از مقاطع مختلف گونه‌های چوبی را در محل زندگی خود تهیه کرده و عناصر ساختمانی آن‌را مشخص کنید.

۹ــ در قطعه‌ای از چوب شاخه سوزنی‌برگ و پهن برگ، چوب واکنشی را نشان دهید.

**شکل ۱۰ــ۱ــ برش عرضی تنه خمیده یک سوزنی‌برگ**

# فصل دوم

## آشنایی با رنگ، بو و طعم چوب

**هدف‌های رفتاری:** پس از پایان این فصل ازفراگیر انتظار می‌رود :

۱ــ علت بروز رنگ‌های مختلف را در چوب بیان کند.

۲ــ کاربرد رنگ چوب را درتشخیص چوب‌های مختلف بیان کند.

۳ــ تأثیر رنگ چوب را در دوام طبیعی آن تعریف کند.

۴ــ نقش رنگ را در زیبایی چوب بیان کند.

۵ــ علت بوی چوب را بیان کند.

۶ــ نقش بو را در تشخیص چوب تعریف کند.

۷ــ تأثیر بوی چوب را درکاربرد آن شرح دهد.

۸ــ تأثیر بو را در دوام طبیعی چوب بیان نماید.

۹ــ کاربرد طعم را در شناسایی و مصارف چوب شرح دهد.

**زمان تدریس : ۴ ساعت**

**مجموعه‌ای از رنگ‌های زیبای طبیعی چوب**

# ۲ــ رنگ، بو و طعم چوب

## ۱ــ۲ــ رنگ چوب

چوب گونه‌های مختلف دارای رنگ‌های طبیعی گوناگونی از سفید (در برون چوب اکثر گونه‌ها) تا زرد لیمویی (شمشاد)، کرم تا صورتی (راش)، خاکستری تا قهوه‌ای مایل به سیاه (گردو) و سیاه (آبنوس) و سایر رنگ‌های بینابین آن‌ها می‌باشد. حتی در یک قطعه چوب ممکن است اختلاف رنگ وجود داشته باشد ؛ مانند اختلاف رنگ درون چوب و برون چوب، چوب بهاره و چوب تابستانه، بافت پره‌های چوبی و بافت‌های مجاور آن. اختلاف رنگ بیشتر در چوب درون وجود دارد. حال آن که، چوب برون در اکثر گونه‌ها به رنگ سفید روشن است.

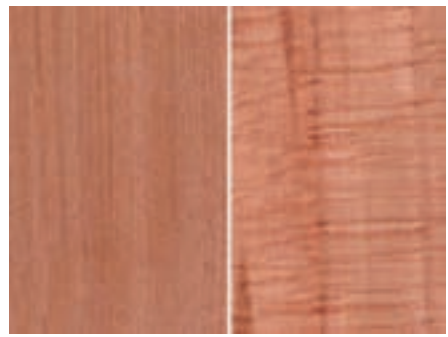
به طور کلی، رنگ چوب یکی از خصوصیات بارز در اکثر گونه‌های چوبی است، اما تشریح و بیان آن با کلمات مشکل به نظر می‌رسد. معمولاً رنگ چوب با مشاهده‌ی ظاهر آن تشخیص داده می‌شود ؛ بدین ترتیب که چوب مانند سایر اجسام در برابر روشنایی، بخشی از طیف‌های مرئی نور طبیعی را به خود جذب می‌کند و بقیه را منعکس می‌سازد و این نور منعکس شده روی حس بینایی اثر می‌گذارد و رنگ چوب مشخص می‌گردد.[1] به شکل‌های ۱ــ۲، ۲ــ۲، ۳ــ۲، ۴ــ۲، ۵ــ۲ و ۶ــ۲ نگاه کنید. دراین شکلها رنگ‌های گوناگون درمقاطع متفاوت چند گونه مختلف نشان داده شده است.

**شکل ۱ــ۲ــ رنگ سفید مایل به کرم درچوب خانواده کاج**

---

۱ــ علاوه بر خاصیت انعکاس نور توسط چوب، رنگ چوب به‌وجود مواد استخراجی و زاویه تابش نیز بستگی دارد. (استاندارد ملّی ایران به شماره ۱۱۲۳)

شکل ۲ــ۲ــ رنگ زرد لیمویی درچوب شمشاد



شکل ۳ــ۲ــ رنگ کرم تا صورتی درچوب راش

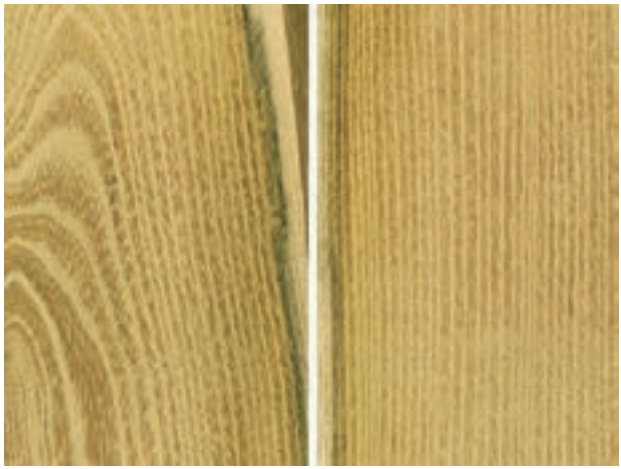
شکل ۴ــ۲ــ رنگ خاکستری تا قهوه‌ای تیره درچوب گردو

شکل ۵ــ۲ــ رنگ قهوه‌ای مایل به قرمز در چوب اوکالیپتوس

شکل ۶ــ۲ــ رنگ تیره چوب در گونه آکاسیا

معمولاً چوبی که در معرض هوای آزاد قرار می‌گیرد، اغلب تیره رنگ می‌شود و این تغییر رنگ غالباً در برون چوب پدید می‌آید. چنین تغییر رنگی منشأ شیمیایی داشته، در نتیجه‌ی اکسیده شدن ترکیبات معدنی موجود درچوب به‌وجود می آید. تغییر رنگ، ممکن است بلافاصله پس از قطع

درخت در جنگل و یا بعد از تبدیل تنه به چوب آلات مورد نظر به‌وجود آید ؛ مثلاً رنگ چوب «توسکا»، پس از بریده شدن به‌سرعت از سفیدی به قرمزی و بعد به قهوه‌ای مایل به زرد تغییر می‌یابد و یا رنگ درون چوب «اقاقیا» به سبز روشن تا قهوه‌ای تیره، تغییر می‌کند(شکل ۷ــ۲).



**شکل ۷ــ۲ــ چوب اقاقیا**

چنان‌چه چوب‌های با رنگ روشن در معرض نور خورشید، به‌ویژه در ارتفاعات قرار گیرند، رنگ آن‌ها به قهوه‌ای تبدیل می‌شود ؛ درحالی که اگر در معرض باران و یا رطوبت زیاد قرارگیرند، رنگ خاکستری تیره پیدا می‌کنند.

در برخی از چوب‌ها، مواد رنگی ممکن است آن‌قدر زیاد باشد که بتوان آن را استخراج نموده و به‌عنوان رنگ مورد استفاده قرار داد. در گذشته و قبل از متداول شدن رنگ‌های مصنوعی، از بعضی چوب‌های مخصوص، رنگ استخراج می‌شده است.

به علاوه، چوب بعضی از گونه‌ها مانند اقاقیا و تعدادی از گونه‌های مناطق استوایی دارای خاصیت «فلورسنت» هستند ؛ بدین معنی که در اثر تابش نور ماورای بنفش، رنگی می‌شوند که دراین حالت، چوب درون معمولاً به رنگ زرد براق و چوب برون به رنگ سایه روشن درمی‌آید.

ذخیره شدن بیش از حد مواد رنگی در چوب، ممکن است موجب تغییر رنگ موضعی گردد. تغییر رنگ همچنین ممکن است دراثر حمله قارچ‌ها، باکتری‌ها و یا سایر عوامل خارجی دیگر پدید آید (شکل ۸ــ۲).

**شکل ۸ــ۲ــ تغییر رنگ چوب دراثر حمله قارچ‌ها**

**۱ــ۱ــ۲ــ نقش رنگ در دوام طبیعی چوب:** معمولاً، رنگ تیره نشان‌دهنده‌ی دوام زیاد چوب است. به طورکلی، رنگ چوب ناشی از وجود مواد شیمیایی، مانند تانن‌ها، رزین‌ها، روغن‌ها، اسیدهای آلی، مواد رنگی و غیره است که غالباً در چوب درون و به نسبت کمتری در چوب برون ذخیره می‌شوند و به آن‌ها «مواد استخراجی» (Extractives) می‌گویند. این‌گونه مواد در مقابل حمله‌ی قارچ‌های عامل پوسیدگی چوب و حشرات، مانند سم عمل کرده، از پوسیدن چوب جلوگیری می‌نمایند. وجود این‌گونه مواد شیمیایی در چوب گونه‌هایی، مانند : گردو، سکویا، سرو، سدر، ارس، بلوط و اقاقیا، سبب بادوام بودن آن‌ها می‌شود. بر این اساس، درون چوب این‌گونه چوب‌ها و سایر گونه‌هایی، مانند : کاج‌ها، بادوام‌تر از برون چوب آن‌ها بوده و چوب‌هایی مانند : صنوبرها، بیدها و نمدار کم دوام محسوب می‌شوند (شکل‌های ۹ــ۲ و ۱۰ــ۲).

**شکل ۹ــ۲ــ میز تحریر ساخته شده از چوب ماهاگونی مربوط به قرن هجدهم میلادی**

**شکل ۱۰ــ۲ــ رنگ سفید مایل به کرم درچوب کم دوام بید**

لازم است یادآوری شود که رنگ روشن چوب همیشه نمی‌تواند دلیل برکم دوام بودن چوب باشد، زیرا گونه‌هایی مانند دارتالاب و بعضی از سدرها دارای رنگ روشن هستند ؛ در حالی که دوام طبیعی آن‌ها زیاد است (شکل ۱۱ــ۲).

**شکل ۱۱ــ۲ــ رنگ قهوه‌ای روشن در چوب بادوام سدر**

**۲ــ۱ــ۲ــ نقش رنگ درزیبایی چوب:** رنگ طبیعی چوب تعداد زیادی از گونه‌ها بسیار زیبا است و اکثراً کاربرد تزیینی و دکوراتیو دارند. شکل ۱۲ــ۲ دو دست لباس مردانه و زنانه ساخته شده از چوب با مجموعه‌ای از رنگ‌های زیبای چندین گونه را نشان می‌دهد. در شکل ۱۳ــ۲ میز تحریری می‌بینید که به سبکی زیبا ساخته و تزیین شده است.

**شکل ۱۲ــ۲ــ مجموعه‌ای از رنگ‌های چوب**

**شکل ۱۳ــ۲ــ میزتحریر ساخته شده از چوب شیشم**

این میز تحریر زیبا ازچوب «شیشم» یا «دالبرجیا» ساخته شده است. درون چوب اغلب گونه‌های خانواده شیشم دارای رنگ‌های متفاوتی از جمله : قهوه‌ای طلایی، قهوه‌ای شکلاتی، قهوه‌ای مایل به بنفش، نارنجی متمایل به لیمویی و غیره می‌باشد. به دلیل رنگ‌های متنوع و زیبا، چوب این گونه‌ها غالباً در ساخت مبلمان گران قیمت، پیانو و وسایل تزیینی و تجملی مورد استفاده قرار می‌گیرند. وسایل تزیینی دیگری که به دلیل زیبایی ظاهری و رنگ‌های دلپذیر از چوب گونه‌های مختلف ساخته شده‌اند در شکل‌های ۱۴ــ۲، ۱۵ــ۲، ۱۶ــ۲، ۱۷ــ۲ و ۱۸ــ۲ نشان داده شده است.

شکل ۱۴ــ۲ــ صندلی با رویه‌کوبی ساخته شده از چوب پهن‌برگ

شکل ۱۵ــ۲ــ کنده‌کاری روی چوب شمشاد

شکل ۱۶ــ۲ــ ترکیبی از رنگ تیره گردو و رنگ روشن افرا

**شکل ۱۷ــ۲ــ رنگ کرم در چوب افرا**

**شکل ۱۸ــ۲ــ گلدان زینتی ساخته شده از چوب توس**

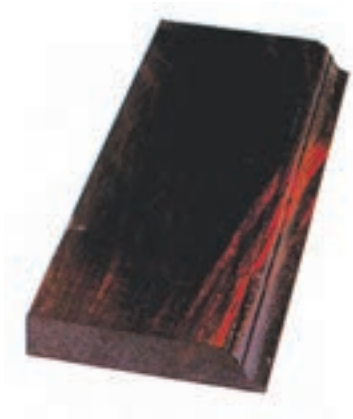
رنگ بعضی از چوب‌ها ثابت است ؛ مثلاً برخی گونه‌های خانواده مرکبات دارای رنگ زرد روشن ثابتی هستند و در خاتم‌کاری مورد استفاده قرار می‌گیرند ؛ در حالی که رنگ بیشتر چوب‌ها، پس از مدتی که در معرض نور قرار می‌گیرند تغییر رنگ می‌دهند ؛ مانند چوب توت که دارای رنگ زرد نارنجی است، ولی پس از مدتی ابتدا به رنگ طلایی درمی‌آید و بعد دراثر تابش نور، به رنگ حنایی تغییر می‌یابد.

برای جلوگیری از تغییر رنگ چوب، می‌توان از موادی نظیر «پلی‌استر» استفاده کرده و برای مدتی رنگ آن را حفظ کرد و هم‌چنین به کمک روکش کردن از مواد طبیعی و مصنوعی می‌توان رنگ آن‌ها را تغییر داد. تغییر رنگ طبیعی با عملیات بخار دادن و یا رطوبت دادن امکان‌پذیر است ؛ برای مثال، چوب بلوط هرگاه برای مدتی نسبتاً طولانی در معرض باران یا رطوبت قرار گیرد کاملاً سیاه رنگ می‌شود و یا در مبل‌سازی به منظور دستیابی به رنگ مناسب و زیبا، چوب راش را بخار می‌دهند. چوب گردو و عنبرسائل اگر در معرض بخار آب قرار گیرند، رنگ روشن برون چوب آن‌ها به تیرگی رنگ چوب درون تغییر می‌یابد. در مبل‌سازی هنگام ساختن مبل‌های ارزان قیمت اغلب ممکن است چوب‌های ارزان قیمت را با رنگ‌های مصنوعی به شکل ظاهری چوب‌های گران قیمت رنگ‌آمیزی کنند.

**۳ــ۱ــ۲ــ نقش رنگ در تشخیص چوب:** علی‌رغم تشابه زیادی که درساختمان چوب برخی از گونه‌ها وجود دارد، در بعضی موارد، رنگ چوب ممکن است در تشخیص ماکروسکپی چوب مورد استفاده قرار گیرد ؛ برای مثال، «چنار» از رنگ صورتی مایل به قرمز(شکل۱۹ــ۲) «گلابی» از رنگ زرد مایل به‌قرمز (شکل۲۰ــ۲) و «شیشم آفریقایی» از روی رنگ سیاه چوب درون آن‌ها (شکل ۲۱ــ۲) به‌خوبی قابل تشخیص وشناسایی هستند ؛ ولی باید توجه داشت که چوب بعضی از گونه‌ها فاقد رنگ مشخصی هستند و یا اگر درمعرض هوای آزاد قرار گیرند به‌سرعت تغییر رنگ می‌دهند ؛ ازاین‌رو تشخیص و شناسایی ظاهری (ماکروسکپی) کلیه چوب‌ها از روی رنگ آن‌ها امکانپذیر نیست.

**شکل ۱۹ــ۲ــ رنگ صورتی مایل به قرمز در چوب چنار**

**شکل ۲۰ــ۲ــ رنگ زرد مایل به قرمز در چوب گلابی**



شکل ۲۱ــ۲ــ رنگ سیاه درچوب شیشم آفریقایی

## ۲ــ۲ــ بو و طعم چوب

بوی چوب نیز ناشی از وجود مواد استخراجی فرّار در چوب است. در مواردی که چنین موادی در چوب وجود دارد، اکثراً، در دیواره سلول‌های چوب درون ذخیره می‌شوند. با توجه به این که این‌گونه مواد استخراجی معمولاً فرّار هستند، از این‌رو چوب تازه قطع شده در ابتدا، معطر است و پس از مدتی که در معرض هوای آزاد قرارگرفت، بوی خود را به‌تدریج از دست می‌دهد ؛ به همین دلیل در چوب‌های تازه قطع شده، بوی چوب محسوس‌تر می‌باشد ؛ هم‌چنین در برخی موارد حمله قارچ‌های چوبخوار و یا باکتری‌ها ممکن است باعث تجزیه دیواره سلولی شده، ایجاد بو در چوب کنند.

**۱ــ۲ــ۲ــ نقش بو در تشخیص چوب:** تشریح و بیان بوی چوب مانند رنگ، آسان نیست، ولی بعضی از چوب‌ها به کمک بوی مخصوص آن‌ها شناسایی می‌شوند. چوب سدرها و سروها دارای بوی مطبوعی هستند و انواع کاج نیز بوی رزین می‌دهد. در بین سایر گونه‌ها، «چوب دار تالاب»، «**ساسافراس**[۱]» و «بداغ» بعضی مواقع دارای بوی نامطبوعی می‌باشند و چوب درون «**کاتالپا**[۲]» بوی نفت می‌دهد. چوب یکی از گونه‌های **افرا**[۳] هنگامی که گرم و مرطوب است بوی مربای توت‌فرنگی می‌دهد. **چوب تیک**[۴] ، بوی چرم سوخته و چوب گونه «**سراتوپتانوس**[۵]» بوی کارامل می‌دهد. چوب بعضی از گونه‌های مناطق استوایی نیز بوهای مختلفی دارند و برحسب بویی که دارند با نام‌های

۱ــ Sassaferas album
۲ــ Catalpa specigera
۳ــ Acer pseudoplatanus
۴ــ Tectona grandis
۵ــ Ceratopetanus apetalum

چوب «کافور»، چوب «سیر»، چوب «تمشک»، چوب «عطسه» و غیره معروف می‌باشند. از چوب‌های داخلی ایران، زربین که از خانواده سروهاست دارای بوی مطبوع و سرخدار دارای بوی نامطبوعی است. با این وجود، به دلیل این که بعضی از چوب‌ها فاقد بوی به‌خصوصی هستند و به‌علاوه، بوی چوب‌ها در اثرگذشت زمان و تأثیر عوامل خارجی به‌تدریج کاهش می‌یابد ؛ بنابراین، تشخیص چوب با استفاده از بو،همیشه میسر نیست، اما در شناسایی چوب مؤثراست.

**۲ــ۲ــ۲ــ تأثیر بوی چوب درکاربرد آن:** بوی چوب، ممکن است از جمله محاسن آن محسوب شود و در تعیین کاربرد آن تأثیر به‌سزایی داشته باشد ؛ برای مثال، چوب سدر اسپانیایی[۱] که نوعی درخت پهن‌برگ است، به دلیل بوی مطبوعی که دارد، برای ساخت جعبه تزیینی (شکل۲۲ــ۲) و برخی دیگر از سدرها و سروها برای ساخت کمد لباس مورد استفاده قرار می‌گیرند. چوب بعضی از گونه‌ها مانند «صندل[۲]»، برخی از «اکالیپتوس‌ها». سدرها و سدر اسپانیایی به خاطر بوی معطر مخصوصی که دارند برای ساخت وسایل تزیینی و تجملی مانند، گلدان، مجسمه، مهره شطرنج و غیره مورد استفاده قرار می‌گیرند و یا اغلب مدادهای مرغوب به دلیل خوشبویی از چوب گونه‌های مختلف سروها و یا

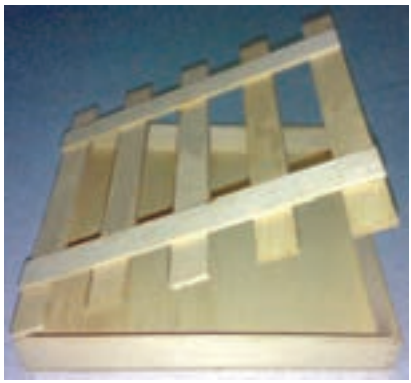
**شکل ۲۲ــ۲ــ جعبه‌ی تزیینی ساخته شده از چوب توس**

---

۱ــ Cedrela odorata

۲ــ Santalum album

«ارس» ساخته می شود ؛ در حالی که در صنعت سبدسازی و جعبه‌های حمل و نقل و بسته‌بندی موادغذایی، بوی چوب جزء معایب محسوب می‌شود، زیرا بوی چوب ممکن است روی بوی مواد غذایی تأثیر بگذارد. در این‌گونه موارد، استفاده از چوب‌های بدون بو ارجحیت دارد، در شکل ۲ــ۲۳ که یک پالت چوبی مشاهده می‌شود. در شکل ۲ــ۲۴ تصویر یک دراور از چوب گردو و در شکل ۲ــ۲۵ ظروف چوبی آشپزخانه نشان داده شده است.



شکل ۲ــ۲۳ــ پالت چوبی مورد استفاده برای حمل بار

شکل ۲ــ۲۴ــ دراور ساخته شده از چوب گردو مربوط به قرن هیجدهم

شکل ۲ــ۲۵ــ ظروف چوبی آشپزخانه

**۳ــ۲ــ۲ــ تأثیر بو در دوام طبیعی چوب:** بعضی از چوب‌ها دارای بوی مخصوصی هستند که حشرات چوبخوار را از خود دور می‌سازند و یا به عبارت دیگر «حشره‌گریز» هستند و به‌همین دلیل، دوام طبیعی آن‌ها زیادتر از چوب‌های بی‌بو است ؛ برای نمونه در شمال ایران، اغلب کمدهای لباس را از چوب «زربین» می‌سازند، زیرا چوب زربین دارای بوی مخصوصی است که باعث می شود حشرات چوبخوار به آن نزدیک نشوند و در نتیجه برای سال‌ها دوام پیداکرده، سالم می‌ماند ؛ البته گفتنی است که فقط داشتن بوی حشره گریز دلیل بادوام بودن چوب نیست، زیرا برخی از چوب‌ها وجود دارند که دارای دوام طبیعی زیادی هستند، ولی فاقد هرگونه بوی مخصوص هستند.

**۴ــ۲ــ۲ــ کاربرد طعم درشناسایی و مصارف چوب**[1]: طعم چوب نیز ناشی از وجود مواد استخراجی درچوب است که در بعضی موارد می‌تواند در شناسایی و مصارف چوب مؤثر واقع شود. طعم معمولاً در چوب‌های تازه قطع شده محسوس‌تر است که البته در چوب درون آن را بهتر می‌توان تشخیص داد. چوب‌هایی مانند بلوط و شاه بلوط که حاوی مقداری مواد استخراجی هستند طعم تلخ دارند. معمولاً طعم چوب عاملی عمده در تشخیص و شناسایی چوب محسوب نمی‌شود، اما ممکن است در بعضی موارد در تشخیص چوب‌های مختلف که از نظر ساختمان ماکروسکپی تشابه زیادی دارند، مورد استفاده قرارگیرد ؛ برای مثال، چوب گونه «لیبوسدروس[2]» و درخت «نوش[3]» از لحاظ ساختمان ظاهری بسیار شبیه هستند، اما «لیبوسدروس» دارای طعمی گس و طعم نوش تلخ است.

طعم چوب‌ها در تعیین کاربرد آن‌ها، از جمله در ساخت ظروف غذاخوری، قاشق چوبی، چوب بستنی و غیره بسیار با اهمیت است (شکل۲۶ــ۲).

**شکل ۲۶ــ۲ــ ظرف منبت‌کاری شده از چوب ون**

---

۱ــ استاندارد ملّی ایران به شماره ۱۱۲۳

۲ــ Libocedrus decurrens

۳ــ Thuya plicata

## به این پرسش‌ها پاسخ دهید

۱ــ دلیل تیره رنگ شدن چوب در مجاورت هوا چیست؟
۲ــ چرا چوب‌های تیره رنگ معمولاً دوام بیشتری دارند؟
۳ــ لزوم آشنایی بارنگ، بو و طعم چوب چیست؟
۴ــ تأثیر بوی چوب را در کاربرد آن با چند مثال بیان کنید.
۵ــ چرا تشخیص و شناسایی ماکروسکپی کلیه چوب‌ها از روی رنگ آنها میسر نمی‌باشد؟
۶ــ پنج نمونه چوب تهیه کرده رنگ، بو و... آن‌را تعیین کنید.
۷ــ درتصاویر زیر نوع چوب‌ها را از روی رنگ آن‌ها شناسایی کنید.

# فصل سوم

## رطوبت، همکشیدگی و واکشیدگی چوب

**هدف‌های رفتاری:** پس از پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود :

۱ــ رطوبت چوب را تعریف نماید.

۲ــ مقدار رطوبت چوب را محاسبه کند.

۳ــ همبستگی رطوبت با عوامل مختلف را بیان کند.

۴ــ حالات مختلف آب را در چوب تعریف کند.

۵ــ مقدار رطوبت چوب را در حالات مختلف شرح دهد.

۶ــ پدیده همکشیدگی و واکشیدگی چوب را تعریف کند.

۷ــ تأثیر همکشیدگی و واکشیدگی را در چوب توضیح دهد.

۸ ــ تفاوت همکشیدگی و واکشیدگی چوب را با انقباض وانبساط فلزات در اثر حرارت شرح دهد.

۹ــ روش‌های پیشگیری از همکشیدگی و واکشیدگی را بیان کند.

۱۰ــ روش‌های اندازه‌گیری رطوبت چوب را در آزمایشگاه توضیح دهد.

۱۱ــ نحوه‌ی اندازه‌گیری درصد رطوبت چوب، همکشیدگی و واکشیدگی چوب را توضیح دهد.

**زمان تدریس:** ۸ ساعت

# ۳ــ رطوبت چوب، همکشیدگی و واکشیدگی

## ۱ــ۳ــ تعیین رطوبت چوب

**تعریف رطوبت چوب:** میزان آب و بخار آبی است که به صورت آزاد در حفرهٔ سلول و یا جذب شده توسط غشای سلول‌ها و اجزای تشکیل‌دهنده چوب وجود دارد. رطوبت یک قطعه چوب معمولاً نسبت به وزن خشک آن سنجیده می‌شود ؛ بنابراین، طبق تعریف :

$$\text{درصد رطوبت چوب} = \frac{\text{وزن آب موجود در چوب}}{\text{وزن خشک چوب}} \times ۱۰۰$$

با توجه به این فرمول : وزن خشک چوب – وزن تر چوب = وزن آب موجود در چوب

می‌توان فرمول محاسبه درصد رطوبت چوب را به‌شکل زیر نوشت :

$$\text{درصد رطوبت چوب} = \frac{\text{وزن خشک چوب} - \text{وزن تر چوب}}{\text{وزن خشک چوب}} \times ۱۰۰$$

چنان‌چه دررابطه فوق علایم اختصاری به کاربرده شود، می‌توان فرمول محاسبه درصد رطوبت چوب را با بیان ریاضی به‌صورت زیر نوشت[۱] :

$$M.C.\text{-} = \frac{W_m - W_{OD}}{W_{OD}} \times ۱۰۰\cdot$$

که در آن :

$M.C.$ = مقدار رطوبت چوب (برحسب درصد)

$W_m$ = وزن تر چوب

$W_{OD}$ = وزن چوب کاملاً خشک

با توجه به این که در فرمول فوق، مخرج کسر، وزن خشک نمونه است، نه وزن کل نمونه (وزن خشک + وزن آب)، از این‌رو، میزان رطوبتی که بدین ترتیب به‌دست می‌آید، می‌تواند بیش‌از ۱۰۰ درصد باشد.

در بعضی موارد که اندازه‌گیری مقدار رطوبت چوب‌های با حجم زیاد مدنظر است، مانند چوب‌های هیزمی و یا چوب‌های گرد (مورد استفاده در صنایع خمیر کاغذ و یا تخته‌خرده چوب و

---

۱ــ طبق استاندارد ملّی ایران به شماره ۲۸۹۵ برای تعیین میزان رطوبت چوب از نمونه‌هایی به شکل مکعب مستطیل با قاعده‌ای به ضلع ۲۰ میلی‌متر و طول ۵ ۲۵. میلی‌متر که در امتداد الیاف چوب باشند، باید استفاده گردد.

*OD : مخفف کلمه‌ی Oven-dry به معنی کاملاً خشک است. m : مخفف کلمه‌ی moist به معنی مرطوب است.

غیره) ممکن است، درصد رطوبت چوب نسبت به‌وزن کل (وزن چوب تر) سنجیده شود که دراین حالت فرمول محاسبه به‌صورت زیر می‌باشد :

$$M.C.- = \frac{W_m - W_{OD}}{W_m} \times ۱۰۰$$

باید توجه داشت که مقدار رطوبتی که بدین‌ترتیب به‌دست می‌آید با درصد رطوبتی که نسبت به‌وزن خشک سنجیده می‌شود فرق دارد ؛ برای مثال، فرض کنید وزن «تر» یک قطعه چوب ۳۰۰ نیوتن و وزن خشک آن ۱۰۰ نیوتن است. اگر درصد رطوبت نسبت به وزن خشک سنجیده شود، خواهیم داشت :

$$\text{درصد رطوبت} = \frac{۳۰۰-۱۰۰}{۱۰۰} \times ۱۰۰ = ۲۰۰-$$

در صورتی که، طبق فرمول دوم، مقدار درصد رطوبت آن برابر :

$$\text{درصد رطوبت} = \frac{۳۰۰-۱۰۰}{۳۰۰} \times ۱۰۰ = ۶۶-$$

خواهد بود اما در عمل، اکثراً از فرمول اول استفاده می‌شود ؛ یعنی درصد رطوبت برحسب وزن خشک محاسبه می‌گردد.

## ۲ــ۳ــ حالات مختلف آب در چوب

به‌طور کلی، آب به سه حالت در چوب وجود دارد :

**الف) آب آزاد***: آب آزاد به آبی گفته می‌شود که به صورت مایع یا بخار در داخل حفره سلول‌های چوبی یافت می‌شود. با توجه به این که این آب توسط نیروی «کاپیلاریته[۱]» نگهداری می‌شود و در حالت گرم و خشک به‌سهولت از چوب خارج می‌شود و یا به‌عبارت دیگر، در فرآیند خشک‌کردن چوب، در مراحل اولیه این آب از چوب خارج می‌شود ؛ از این رو، به‌آن اصطلاحاً «آب آزاد» گفته می‌شود.

**ب) آب آغشتگی***: این‌نوع آب در داخل دیواره‌ی سلول‌های چوبی و به‌کمک نیروهای جذب سطحی به‌حالت چسبیده با مولکول‌های زنجیر سلولز قرار دارد و در مقایسه با آب آزاد، جدا کردن آن از چوب به انرژی بیشتری نیاز دارد ؛ از این‌رو، چوب هنگام خشک شدن، ابتدا، آب

---

* استاندارد ملّی ایران به شماره ۱۱۲۳

۱ــ کاپیلاریته یا نیروی موئی نیرویی است که در لوله‌های کم‌قطر باعث بالا آمدن آب می‌شود.

آزاد و بعد آب آغشتگی را از دست می‌دهد.

**ج ) آب نهادی***: آب نهادی عبارت از آبی‌است که در ساختمان مولکولی غشای 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.

## ۳ــ۳ــ مقدار رطوبت چوب در حالات مختلف

هنگامی که آب آزاد و آب آغشتگی در چوب وجود دارند (مثلاً در چوب‌های تازه قطع‌شده) اصطلاحاً به‌آن چوب، «چوب تر» و یا «چوب سبز» گفته می‌شود. در این حالت، مقدار رطوبت چوب زیادبوده و مقدارآن به عوامل مختلفی نظیر گونه‌درخت، قسمت‌های مختلف درخت (ساقه، شاخه، درون‌چوب و برون‌چوب و غیره)، سن‌درخت، جرم مخصوص، میزان مواد (استخراجی)، نوع خاک و برخی دیگر از عوامل متغیر بستگی دارد ؛ برای مثال، در گونه‌هایی که چوب آن‌ها سبک است، مانند، «صنوبر»، «بید»، «توسکا» و غیره، مقدار رطوبت بیش‌از ۱۰۰درصد است. در کاج بین ۶۰ تا ۱۰۰درصد و در گونه‌هایی نظیر «راش»، «بلوط» و «ممرز» بین ۵۵ تا ۸۰ درصد و در بعضی چوب‌های سنگین مناطق گرمسیری بین ۳۰ تا ۶۰ درصد است یا چوب‌هایی‌که مقدار زیادی صمغ دارند و یا سن آن‌ها زیاد است «چوب‌درون» و یا چوب قسمت‌های نزدیک به‌بن‌درخت، مقدار رطوبت کمتری دارند.

چنان‌چه چوب به‌نحوی خشک شود که تمامی آب آزاد از چوب خارج شود و فقط آب‌آغشتگی در چوب باقی‌مانده باشد، گفته می‌شود که رطوبت چوب درحد «نقطه اشباع الیاف» (F.S.P[1]) است ؛ بنابراین، نقطه‌ی اشباع الیاف، حد رطوبتی‌است‌که درآن حفره سلول‌های چوب از آب آزاد خالی است، ولی غشای سلول‌ها از آب اشباع می‌باشد*. مقدار رطوبت چوب دراین نقطه حدود ۳۰ درصد است، اما مقدار واقعی آن در چوب‌های مختلف بین ۲۵ تا ۳۰ درصد میزان رطوبت براساس وزن خشک متغیر است که این تغییر به گونه‌چوب بستگی دارد. نقطه‌ی اشباع الیاف، یک نقطه‌ی بحرانی بوده، آگاهی از آن در کاربرد چوب بسیار حائز اهمیت است، زیرا کاهش رطوبت از این میزان باعث بروز پدیده همکشیدگی و تغییر در مقاومت‌های چوب می‌گردد. به‌طور کلی، رطوبت چوب‌هایی که در شرایطی مورد استفاده

---

* استاندارد ملّی ایران به شماره ۱۱۲۳

۱ــ Fiber Saturation Point

*استاندارد ملّی ایران به شماره ۱۱۲۴

قرار می‌گیرند که مستقیماً با آب در تماس نیستند کمتر از نقطه‌ی اشباع فیبرهاست ؛ مثلاً، رطوبت چوب‌هایی که در قسمت‌های بیرونی ساختمان به‌کار می‌روند معمولاً بین ۱۰ تا ۱۲درصد، چوب‌های مصرفی در قسمت‌های درونی ساختمان و مبلمان‌های داخلی بین ۶ تا ۷ درصد است ؛درحالی‌که،رطوبت چوب‌های مصرفی در ساختمان‌های ساحلی و بدنه‌ی کشتی ممکن است تا ۱۰۰درصد برسد.

## ۴ــ۳ــ همبستگی رطوبت با عوامل مختلف

چوب ماده‌ای است «هیگروسکوپیک[۱]» (آبدوست) و به رطوبت در حالت‌های مایع و بخار کاملاً حساس است ؛ بدین‌معنی که وقتی قطعه چوب‌خشک در محیط مرطوب قرار گیرد، رطوبت را جذب می‌کند و اگر چوب مرطوب در محیط خشک قرار گیرد، رطوبت خودرا از دست می‌دهد.

رطوبت یکی از عوامل محیطی مهم برای چوب به‌شمار می‌رود، زیرا تقریباً روی تمامی خصوصیات فیزیکی و مکانیکی چوب تأثیرمی‌گذارد ؛ بدین‌ترتیب که با زیادشدن رطوبت جرم ویژه نسبی چوب زیاد می‌شود، ابعاد چوب افزایش می‌یابد، مقاومت‌های مکانیکی در بیشتر موارد کاهش می‌یابد و قابلیت هدایت حرارتی و الکتریکی آن زیاد می‌شود. این تغییرات معمولاً تا نقطه اشباع الیاف قابل‌توجه بوده و ادامه دارد ولی، از آن نقطه به‌بعد، تغییرات خواص به غیر از جرم مخصوص، بسیار اندک و غیر محسوس می‌باشد.[۲]

رطوبت چوب یکی از عوامل مهم مورد نیاز برای رشدو فعالیت عوامل بیولوژیکی مخرب چوب (حشرات و قارچ‌ها ) است ؛ بنابراین، وجود رطوبت در چوب، سبب رشد و فعالیت آن‌ها شده در نتیجه، باعث پایین‌آوردن دوام طبیعی و کیفیت چوب می‌گردد ؛ هم‌چنین، سایر خصوصیات چوب مانند قابلیت رنگ‌پذیری، چسب‌خوری و ماشین‌کاری چوب نیز با افزایش مقدار رطوبت تغییر می‌یابد.

## ۵ــ۳ــ تعریف همکشیدگی و واکشیدگی*

هرگاه قطعه‌چوبی را که کاملاً از رطوبت اشباع شده به‌تدریج خشک کنیم، ابتدا، آب‌آزاد موجود در حفره سلول‌های چوبی به‌تدریج بخارشده از چوب خارج می‌شود، تا این زمان تغییری در ابعاد حجم چوب دیده نمی‌شود، ولی بعد از آن‌که چوب به‌تدریج رطوبت موجود در دیواره‌های سلول آب آغشتگی را از دست بدهد، کم‌کم غشای سلول‌های چوبی همکشیده شده، ابعاد و یا در نتیجه

---

۱ــ Hygroscopic

۲ــ از این نقطه به بعد تنها وزن چوب افزایش یافته و در حجم آن تغییری ایجاد نمی‌شود.

حجم چوب کاهش پیدا می‌کند ؛ سرانجام، هنگامی فرا می‌رسد که تمامی آب‌آغشتگی از چوب خارج گردد. این پدیده‌ی کاهش ابعاد چوب را اصطلاحاً «همکشیدگی» می‌گویند. حال اگر، همین قطعه‌چوب را مجدداً در معرض رطوبت قرار دهیم، غشای سلول‌ها به‌تدریج رطوبت جذب نموده، منبسط می‌گردد و درنتیجه افزایش در ابعاد یا حجم چوب ایجاد می‌شود تا این‌که کاملاً از رطوبت اشباع شود (نقطه اشباع فیبرها) و از آن نقطه به‌بعد با کم‌و زیادشدن رطوبت، ابعاد چوب ثابت می‌ماند. این پدیده‌ی افزایش ابعاد یا حجم چوب را در اثر جذب رطوبت (تا نقطه‌ی اشباع فیبر) اصطلاحاً «واکشیدگی» می‌گویند.

معمولاً میزان همکشیدگی و واکشیدگی، برحسب درصد تغییرات ابعاد نسبت به اندازه‌ی اولیه، سنجیده می‌شود، بنابراین طبق تعریف می‌توان نوشت[1] :

$$\text{درصد همکشیدگی} = \frac{\text{کاهش ابعاد از حالت واکشیده}}{\text{ابعاد درحالت واکشیده}} \times ۱۰۰$$

$$\text{درصد واکشیدگی} = \frac{\text{افزایش ابعاد از حالت خشک}}{\text{ابعاد درحالت خشک}} \times ۱۰۰$$

**۱ــ۵ــ۳ــ اشکال مختلف همکشیدگی و واکشیدگی:** میزان همکشیدگی در چوب گونه‌های مختلف متفاوت است و حتی در یک گونه نیز در جهات مختلف (طولی، شعاعی و مماسی) یکسان نیست. تغییر ابعاد در جهات شعاعی، مماسی و طولی را به‌ترتیب همکشیدگی یا واکشیدگی «شعاعی»،«مماسی» و «طولی» گویند. به مجموع همکشیدگی یا واکشیدگی طولی، شعاعی و مماسی، «همکشیدگی یا واکشیدگی حجمی» گفته می‌شود.

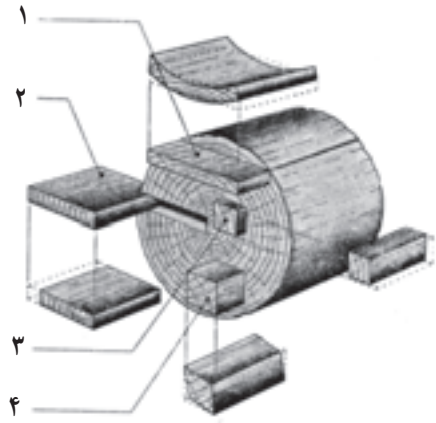
همکشیدگی طولی یا محوری که معمولاً با حرف l نشان داده می‌شود اغلب، هنگام خشک‌کردن چوب در کوره از حالت «تر» به «خشک» پدید می‌آید و مقدار آن بین ۰/۱ تا ۰/۲ درصد است، ولی در چوب‌های غیرطبیعی[2]، ممکن است به‌میزان زیادی افزایش یابد. بدین‌سبب، در اکثر موارد، مقدار این‌نوع همکشیدگی به‌علت ناچیزبودن قابل اغماض می‌باشد.

---

۱ــ استاندارد ملّی ایران به شماره ۲۸۹۸ ۲ــ چوب‌های کششی و فشاری

همکشیدگی در جهت مماسی معمولاً بیشتر از سایر جهات و در اکثر گونه‌ها دو برابر همکشیدگی شعاعی است. علت نامساوی بودن همکشیدگی در جهات مختلف عمدتاً مربوط به خصوصیات آناتومیکی (تشریحی) نظیر وجود پره‌های چوبی، فراوانی روزنه[1] در سطح شعاعی دیواره سلولی، فزونی چوب‌پاییزه در جهت شعاعی و اختلاف بین مقدار ماده چوبی موجود در دیواره یا غشای سلولی در جهت شعاعی و مماسی است[2].

**۲ــ۵ــ۳ــ تأثیر همکشیدگی و واکشیدگی:** همکشیدگی چوب یکی از معایب چوب است که هنگام خشک‌شدن چوب پدید می‌آید. چنانچه فشارهای حاصل از همکشیدگی (حین خشک‌شدن)، از مقاومت چوب زیادتر شود، عدم تحمل چوب سبب پیدایش معایبی نظیر ترک‌های سطحی، ترک‌های مقطعی، شکاف، چین‌خوردگی، تاب‌برداشتن و غیره می‌شود که در نتیجه کیفیت چوب را پایین آورده خسارات مالی زیادی به‌بار می‌آورد به شکل ۱ــ۳ توجه کنید، دراین شکل، برخی معایب و تغییرشکل‌هایی که در نتیجه همکشیدگی ممکن است در جهات مختلف چوب به‌وجود آید، نمایش داده‌شده است.




**شکل ۱ــ۳ــ تغییر شکل ابعاد چوب در روش‌های مختلف در اثر همکشیدگی**

**۱ــ در تخته پهن، همکشیدگی در پهنا زیادتر از طول یا ضخامت آن است و نسبت به محور درخت تاب برمی‌دارد.**

**۲ــ در حالتی که دو ایر رویش سالیانه عمود بر سطح برش باشد، میزان همکشیدگی به حداقل می‌رسد.**

**۳ــ دراین حالت نیز حداقل همکشیدگی پدید می‌آید.**

**۴ــ دراین‌حالت که دو ایر رویش سالیانه به‌صورت مایل هستند مقطع تخته به صورت لوزی همکشیده می‌شود.**

---

۱ــ پونکتواسیون

۲ــ به کتاب فیزیک چوب دکتر عنایتی از انتشارات دانشگاه تهران مراجعه شود.

بنابراین، آگاهی از میزان همکشیدگی در چوب‌های مختلف و در جهات مختلف چوب یک «گونه» از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و در موارد زیر می‌تواند مؤثر واقع شود :

ــ در تهیه تخته‌ها و قطعات مناسب برای کاربردهای بخصوص به‌نحوی که همکشیدگی به‌حداقل برسد ؛

ــ در تهیه برنامه چوب‌خشک‌کنی به منظور به‌کاربردن تدابیر لازم جهت جلوگیری از بروز معایب ناشی از همکشیدگی ؛

ــ در تعیین کاربرد چوب‌آلات بریده‌شده برای مصارف بخصوص ؛

ــ در صنایعی نظیر تخته چندلا و یا روکش‌سازی و تخته خرده چوب آگاهی از میزان همکشیدگی می‌تواند کمک مؤثری در نحوه‌ی قرارگرفتن لایه‌ها روی یکدیگر باشد.

**۳ــ۵ــ۳ــ تفاوت همکشیدگی و واکشیدگی با انقباض و انبساط فلزات در اثر حرارت:**

ــ افزایش بُعد طولی چوب در اثر افزایش درجه‌حرارت نسبت به فلزات بسیارکم است. در سوزنی‌برگان ضریب انبساط در جهت طولی به ازای هریک درجه فارنهایت حرارت، حدود $۱/۸\times۱۰^{-۶}$ و در پهن‌برگان حدود $۲/۵\times۱۰^{-۶}$ است که در مقایسه با ضریب انبساط آهن و آلومینیم که به‌ترتیب $۷\times۱۰^{-۶}$ و $۱۳\times۱۰^{-۶}$ است حدود چهارتا هفت برابر کمتر است.

ــ پدیده همکشیدگی و واکشیدگی در اثر تغییر رطوبت در چوب ایجاد می‌شود ؛ حال آن که انقباض و انبساط فلزات در اثر تغییر درجه حرارت است.

ــ همکشیدگی و واکشیدگی در جهات مماسی، شعاعی و طولی چوب متفاوت است و در جهت محوری (طولی) بسیاراندک و قابل اغماض است ؛ درحالی‌که در فلزات انقباض و انبساط در جهات مختلف یکسان است.

ــ در فلزات، تغییرات درجه‌حرارت مستقیماً روی فلزات اثر گذاشته، سبب انقباض و انبساط می‌شود ؛ حال‌آن‌که درچوب درجه‌حرارت روی رطوبت هوایی که چوب در آن قرار گرفته اثر می‌گذارد و بعد موجب ایجاد تغییراتی در رطوبت چوب می‌شود و در نتیجه باعث پدیدآمدن واکشیدگی یا همکشیدگی می‌شود.

**۴ــ۵ــ۳ــ روش‌های پیشگیری از همکشیدگی و واکشیدگی:** به‌منظور پیشگیری و یا کاهش میزان همکشیدگی و واکشیدگی چوب روش‌های متعددی ابداع و پیشنهاد شده‌است، اما با هیچ‌یک از این روش‌ها از تغییرات ابعاد چوب، به‌نحو مطلوب و کامل جلوگیری نشده‌است. برخی از این روش‌ها که بیش از همه مؤثر واقع شده به‌طور اختصار در این‌جا ذکر می‌گردد :

ــ عایق‌کردن چوب در برابر جذب رطوبت از طریق استفاده از رنگ‌ها، مواد پولیش، رزین‌های مصنوعی و رنگ‌های متالیک ؛

ــ جلوگیری از تغییر ابعاد از طریق مهارکردن[1]، به‌نحوی که حرکت بخارآب مشکل یا غیرممکن گردد ؛

ــ اشباع چوب با مواد شیمیایی که قادر باشد جایگزین تمامی یا دست‌کم بخشی از آب‌آغشتگی موجود در غشای سلول‌های چوبی بشود، مانند : آغشته‌کردن با فنل فرم آلدئید و یا پلی‌اتیلن گلیکول[2] ؛

ــ انجام عملیاتی که ضمن آن تغییرات فیزیکی و شیمیایی در گروه‌های هیدروکسیل[3] موجود درچوب که در خاصیت جذب رطوبت، نقش دارند، ایجاد نموده، این خاصیت را کاهش دهد ؛

ــ اشباع چوب با مونومرهایی[4]، مانند «متیل متاکریلات[5]» یا «استایرن[6]» و بعد «پلی‌مریزاسیون[7]»آن‌ها در اثر حرارت یا تابش اشعه رادیواکتیو (تهیه چوب ــ پلاستیک) ؛

ــ علاوه براین روش‌ها، موارد دیگری مانند انتخاب چوب‌ها و یا برش‌های مناسب برای کارهای بخصوص و با دقت در برش و انتخاب چوب‌آلات بریده شده در جهات مناسب می‌تواند از بروز همکشیدگی و واکشیدگی، تا اندازه‌ای جلوگیری نموده یا آن‌را به‌حداقل برساند. در صنایع تخته چندلا به‌منظور کاهش همکشیدگی، معمولاً لایه‌ها را به‌نحوی روی‌هم می‌چسبانند تا همکشیدگی در جهات مختلف یکدیگر را خنثی نماید.

**۵ــ۵ــ۳ــ روش‌های اندازه‌گیری رطوبت چوب در آزمایشگاه:** در آزمایشگاه رطوبت چوب را می‌توان به چند روش به این شرح اندازه‌گیری نمود :

**الف) روش خشک‌کردن در اتو:** دراین‌روش که یکی از متداول‌ترین روش‌های استاندارد اندازه‌گیری رطوبت چوب است،قطعه‌ای را از چوب موردنظر در اتو در درجه حرارت ۱۰۳ ± ۲

---

۱ــ مهار کردن : به‌کارگیری روش‌هایی مانند اندود کردن دو سر چوب به‌منظور جلوگیری از خروج رطوبت از دو انتهای چوب.

۲ــ پلی‌اتیلن گلیکول = Polyethylene glycol.

۳ــ گروه‌های هیدروکسیل = گروه‌های OH که بر روی مواد آلی وجود دارند.

۴ــ مونومر = Monomer ماده اولیه‌ای که از آن پلی‌مر درست می‌کنند.

۵ــ متیل متاکریلات = Methyl Methacrylate.

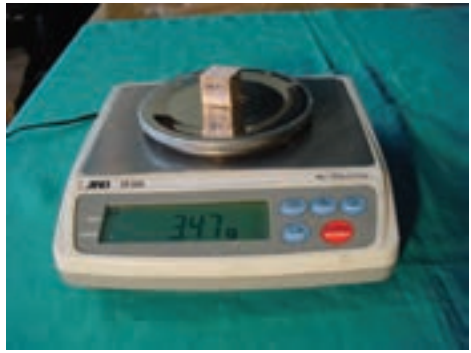
۶ــ استایرن = Styrene.

۷ــ پلی‌مریزاسیون = Polymerization به معنی پلی‌مر شدن یا سخت شدن که طی آن تعداد زیادی مولکول‌های کوچک به یکدیگر متصل شده، مولکول‌های خیلی بزرگ را درست می‌کنند.

درجه سانتی‌گراد خشک می‌کنند. مراحل کار در این روش بدین‌شرح است :

ــ نمونه‌ای با ابعاد ۵ .۲۵×۲۰×۲۰ میلی‌متر[۱] در جهت الیاف از چوب موردنظر و با فاصله حداقل ۳۰ سانتی‌متری از انتهای تخته اصلی قطع می‌شود.

ــ بلافاصله وزن تر نمونه ( $W_m$ ) با ترازو با دقت ۰/۰۱ نیوتن تعیین می‌شود[۲]. در شکل‌های ۲ــ۳، ۳ــ۳ و ۴ــ۳ چند نمونه ترازوی آزمایشگاهی نشان داده شده است.



**شکل ۲ــ۳ــ ترازوی دیجیتال برای وزن‌کردن نمونه**

**شکل ۳ــ۳ــ ترازوی سرپوش‌دار برای جلوگیری از تبخیر رطوبت**

**شکل ۴ــ۳ــ نوعی دیگر از ترازوی سرپوش‌دار برای جلوگیری از تبخیر رطوبت**

---

۱ــ استاندارد ملّی ایران به شماره ۲۸۹۵

۲ــ در ترازو معمولاً جرم نمونه اندازه‌گیری می‌شود که می‌بایست با استفاده از فرمول ذیل به محاسبه وزن پرداخت :

وزن (N) = جرم (kg) × شتاب جاذبه ($۹/۸۱ m/s^۲$)

ــ نمونه را بلافاصله در اتو با دمای ۱۰۳ ± ۲ درجه سانتی‌گراد قرار داده تا به وزن ثابت[1] برسد (شکل ۵ــ۳).

**شکل ۵ــ۳ــ نوعی اتو[2] برای خشک‌کردن چوب**

ــ پس از خشک شدن نمونه (رسیدن به وزن ثابت) با استفاده از ترازو وزن خشک آن ($W_{OD}$) تعیین می‌گردد.

ــ در این مرحله، با دردست‌داشتن وزن تر(W) و وزن خشک ($W_{OD}$)، با استفاده از فرمول اندازه‌گیری رطوبت، نسبت به هدف مورد نظر، رطوبت چوب محاسبه می‌گردد.

**مثال :** وزن یک قطعه چوب تازه قطع‌شده از گونه راش ۴۰۰ نیوتن بوده است. این قطعه چوب در کوره چوب خشک‌کنی خشک شده و وزن آن به ۲۵۰ نیوتن تنزل پیدا کرده است. درصد رطوبت این قطعه چوب قبل از خشک شدن چه‌قدر بوده است؟

**حل:**

با استفاده از فرمول اندازه‌گیری درصد رطوبت خواهیم داشت :

---

۱ــ وزن ثابت نمونه زمانی تعیین می‌شود که کاهش وزنی نمونه در فاصله ۶ ساعت بین دو توزین متوالی برابر یا کمتر از ۰/۵ درصد وزن نمونه باشد، استاندارد ملّی ایران شماره ۲۸۹۵

۲ــ اتو : یک کوره چوب خشک‌کنی کوچک آزمایشگاهی می‌باشد.

$$M.C.- = \frac{W_m - W_{OD}}{W_{OD}} \times ۱۰۰$$

جواب $= \frac{۴۰۰ - ۲۵۰}{۲۵۰} \times ۱۰۰ = \frac{۱۵۰}{۲۵۰} \times ۱۰۰ = ۶۰$- درصد رطوبت قطعه چوب

**ب ) روش تقطیر:** چوب برخی از گونه‌ها حاوی مقداری رزین است که حتی در درجه حرارت کم به‌سرعت تبخیر می‌شوند. بدین سبب رطوبت این قبیل چوب‌ها را با استفاده از روش تقطیر اندازه‌گیری می‌نمایند. دراین روش، نمونه آزمونی چوب مورد نظر را طبق روش قبلی تهیه و بعد در محلول تولوئن می‌جوشانند و بخار آب به‌دست‌آمده را در دستگاه تقطیر جمع‌آوری و آن‌را وزن می‌کنند ؛ همچنین وزن چوب خشک عاری از آب را با ترازو اندازه می‌گیرند. دراین مرحله با داشتن وزن آب و وزن چوب خشک و استفاده از فرمول تعیین درصد رطوبت نمونه آزمونی را تعیین می‌نمایند.

**ج) روش الکتریکی**[۱]: در این روش به‌منظور اندازه‌گیری درصد رطوبت چوب ازخاصیت مقاومت چوب در مقابل جریان الکتریسیته استفاده می‌شود. بدین‌ترتیب که با استفاده از رطوبت‌سنج‌های الکتریکی بدون تهیه نمونه، مستقیماً رطوبت چوب مورد نظر را اندازه‌گیری می‌نمایند. اندازه‌گیری درصد رطوبت با رطوبت‌سنج الکتریکی سریع بوده و تا حدود ۷ تا ۲۵ درصد دقت دارد. معمولاً اندازه‌گیری با این نوع دستگاه درچند نقطه انجام می‌شود و بعد میانگین درصد رطوبت محاسبه می‌گردد. لازم به‌یادآوری است که دراین روش، باید گونه مورد نظر، دمای چوب، جهت برش نمونه و ضخامت نمونه مورد توجه قرار گیرد. یک نمونه رطوبت‌سنج الکتریکی و روش استفاده از آن در شکل ۶ــ۳ نشان داده شده است.

**شکل ۶ــ ۳ــ طرز کار با رطوبت‌سنج الکتریکی**

۱ــ استاندارد ملّی ایران به شماره ۱۱۲۳

از انواع دیگر رطوبت‌سنج الکتریکی، نوع تماسی است که برای تعیین درصد رطوبت روکش‌های نازک چوبی به‌کار می‌رود. این رطوبت‌سنج‌ها قادرند رطوبت تا عمق ۳۰ میلی‌متر را در چوب اندازه‌گیری کنند (شکل ۷ــ۳). به‌دلیل کوچکی ابعاد و جابه‌جایی آسان، این دستگاه‌ها و سرعت اندازه‌گیری، در هنگام خرید چوب نیز وسیله مناسب و قابل استفاده می‌باشند.

**شکل ۷ــ ۳ــ رطوبت‌سنج تماسی**

## به‌این پرسش‌ها پاسخ دهید

۱ــ حالات مختلف آب داخل چوب را نام‌برده، شرح دهید.

۲ــ میزان رطوبت چوب به‌چه عواملی بستگی دارد؟ شرح دهید.

۳ــ نقطه‌ی اشباع الیاف را تعریف کنید.

۴ــ همکشیدگی و واکشیدگی چوب را در اثر تغییرات رطوبت شرح دهید.

۵ــ دلیل نامساوی‌بودن همکشیدگی و واکشیدگی چوب را در جهات مختلف، بیان کنید.

۶ــ تفاوت همکشیدگی و واکشیدگی چوب با انقباض و انبساط فلزات را در اثر حرارت شرح دهید.

۷ــ روش‌های پیشگیری از همکشیدگی و واکشیدگی را بیان کنید.

۸ــ روش‌های مختلف تعیین درصد رطوبت چوب را شرح دهید.

۹ــ اگر وزن آب موجود در قطعه‌چوبی ۰/۱۸ نیوتن و وزن تر آن ۰/۷۸ نیوتن باشد، درصد رطوبت این قطعه‌چوب چقدر خواهد بود؟

۱۰ــ اگر نمونه‌ی چوبی از محیط مرطوب به محیط خشک منتقل گردد و پس از مدتی حجم آن از ۳ سانتی‌مترمکعب به ۲/۵ سانتی‌مترمکعب برسد، درصد همکشیدگی آن چقدر خواهد بود؟