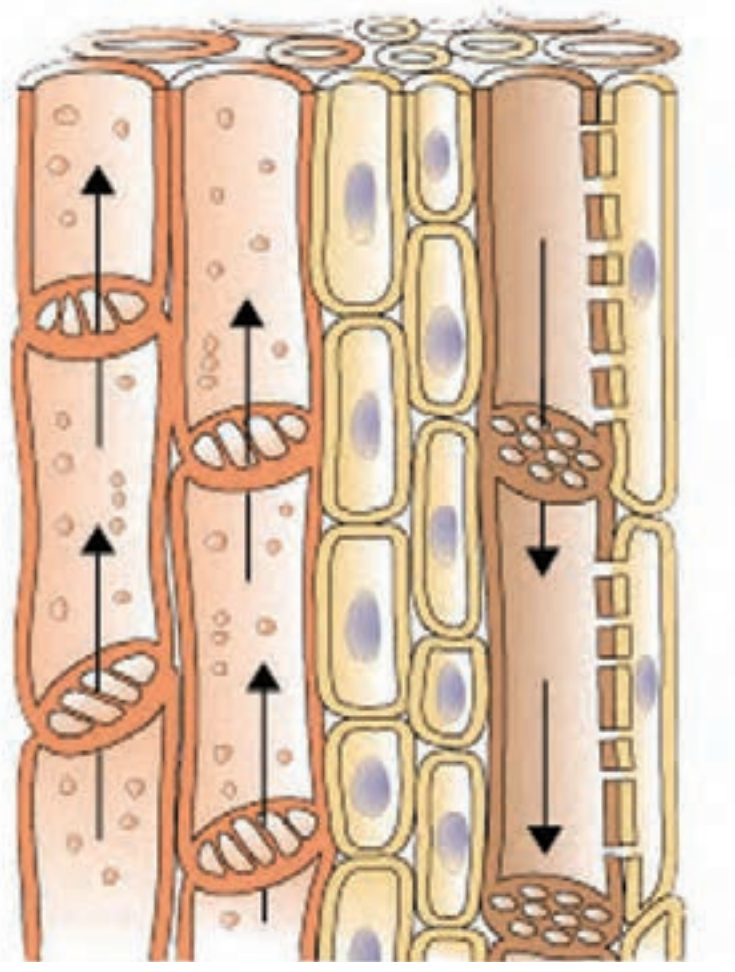
فصل سوم

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.

.....

.....

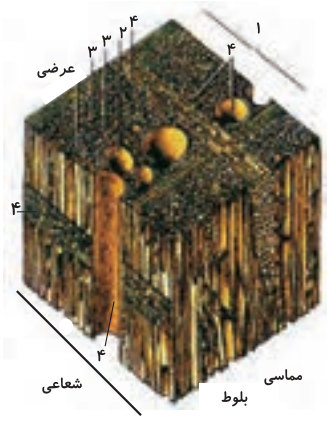
.....

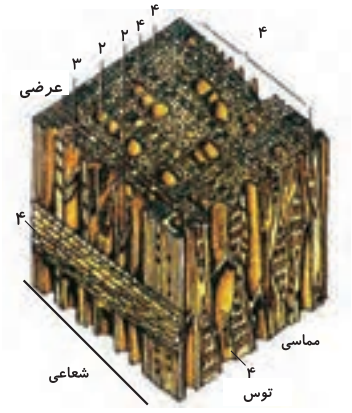
۶- چگونه درصد رطوبت چوب بیان می‌شود؟

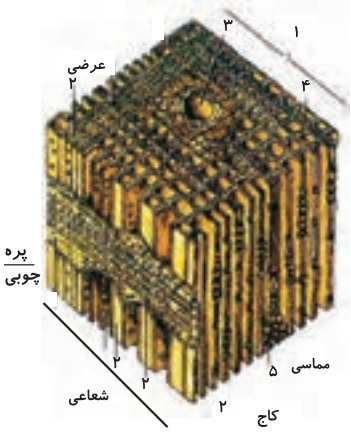
.....

.....

.....







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

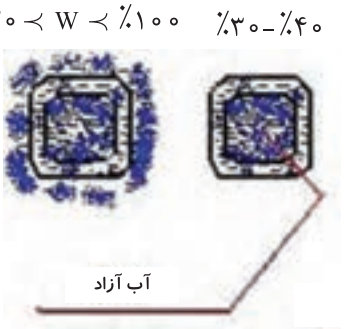
ردیف	نوع چوب	چوب درون	چوب برون	میانگین
۱	کاج	۳۰-۴۰	۱۰۰-۱۲۰	۸۸
۲	نوئل	۳۰-۴۰	۱۰۰-۱۲۰	۹۱
۳	لاریکس	۳۰-۴۰	۱۰۰-۹۰	۸۲
۵	توس	۳۰-۴۰	۷۰-۹۰	۷۸
۶	کبوده	۳۰-۴۰	۸۰-۱۰۰	۸۲

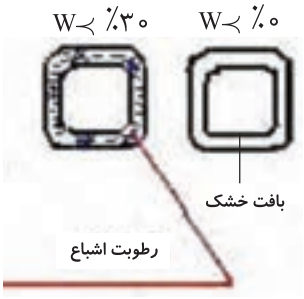
برداشـــت چـــوب از جنگل معمولاً در زمســـتان و به خاطر عـــدم فعالیت درخت صورت می‌گیرد. در این فصل مقدار رطوبت در درخت سرپا به حداقل خود می‌رسد و آسیب کمتری به آن وارد می‌شود.(شکل ۴-۳)

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

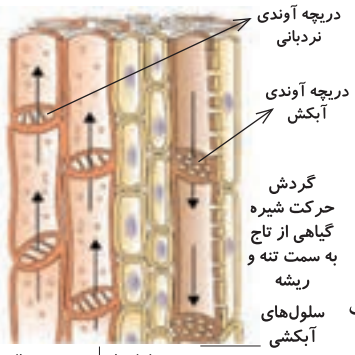
شرایط محیطی و رطوبت در چوب

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



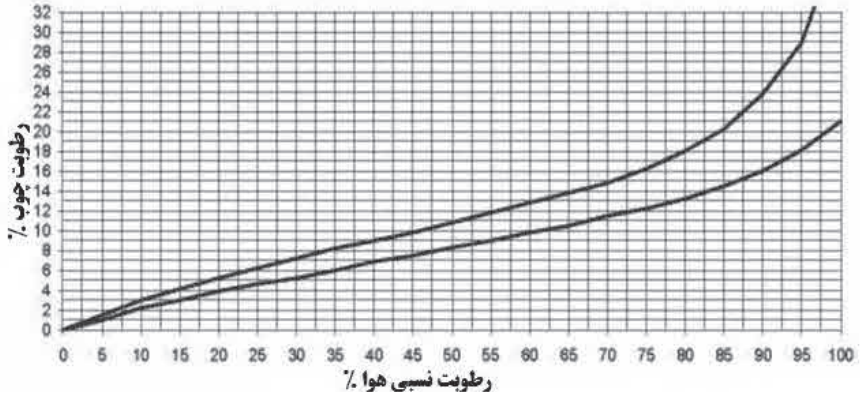
شکل ۳-۳- چرخه آب در درخت و چگونگی مصرف آن

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 $r > ۱۰^{-۵}\,cm(> ۰/۱\mu m)$

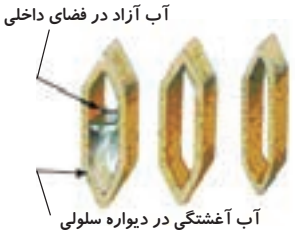
میکروکاپیلار $r \leq ۱۰^{-۵}\,cm(\geq ۰/۱\mu m)$

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)

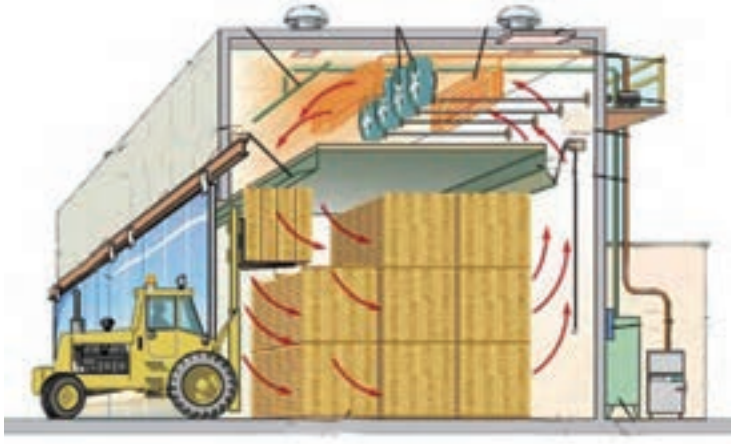
آب آزاد در تبادل رطوبت چوب و محیط مناســـب و مســـتعد بـــه راحتی ازچوب خارج می‌شـــود. لذا ارزان‌تر و سریع‌تر از آب آغشـــتگی می‌توان حتی در هوای آزاد آن را از چوب خارج کرد (شـــکل ۸-۳). در فضای باز به لحاظ اینکه چوب دارای آب آزاد اســـت، نســـبت

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.