بسم الله الرحمن الرحیم

خشک کردن و نگهداری چوب

رشتهٔ صنایع چوب و کاغذ

زمینهٔ صنعت

شاخهٔ آموزش فنی و حرفه‌ای

شمارهٔ درس ۱۹۴۶

۶۷۴ جهان لتیباری، احمد
خ ۹۵۵ ج خشک کردن و نگهداری چوب / مؤلفان : احمد جهان لتیباری، عبدالرحمن حسین‌زاده.
۱۳۹۳ ــ[ویرایش دوم]/ بازسازی و تجدیدنظر : کمیسیون برنامه‌ریزی و تألیف رشتهٔ صنایع چوب و کاغذ.
ــ تهران : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۳.
۱۳۴ص. : مصور. ــ (آموزش فنی و حرفه‌ای؛ شمارهٔ درس ۱۹۴۶)
متون درسی رشتهٔ صنایع چوب و کاغذ، زمینهٔ صنعت.
۱. الوار ــ خشک کردن. الف. حسین‌زاده، عبدالرحمن. ب. ایران. وزارت آموزش و پرورش. کمیسیون برنامه‌ریزی و تألیف رشتهٔ صنایع چوب و کاغذ. ج. عنوان. د. فروست.

۱۳۹۳

همکاران محترم و دانش‌آموزان عزیز :

پیشنهادات و نظرات 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) **info@tvoccd.sch.ir**

وب‌گاه (وب‌سایت) **www.tvoccd.sch.ir**

محتوای این کتاب با توجه به برنامهٔ سالی ــ واحدی در سال ۱۳۸۸ در کمیسیون تخصصی برنامه‌ریزی و تألیف رشتهٔ صنایع چوب و کاغذ بازسازی و توسط آقای حسین رنگ‌آور تجدیدنظر گردید.

وزارت آموزش و پرورش

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

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

نام کتاب : **خشک کردن و نگهداری چوب ـ ۴۶۹/۶**

مؤلفان : **احمد جهان‌لتیباری، عبدالرحمن حسین‌زاده**

اعضای کمیسیون تخصصی : **محمد غفرانی، محمدعلی نیکنام، محمد لطفی‌نیا، حبیب نوری و امیر نظری**

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

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

تلفن : ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار : ۸۸۳۰۹۲۶۶، کدپستی : ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹،

وب‌سایت : www.chap.sch.ir

صفحه‌آرا : **راحله زادفتح‌اله**

طراح جلد : **محمدحسن معماری**

ناشر : **شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران : تهران ـ کیلومتر ۱۷جادهٔ مخصوص کرج ـ خیابان ۶۱ (داروپخش)**

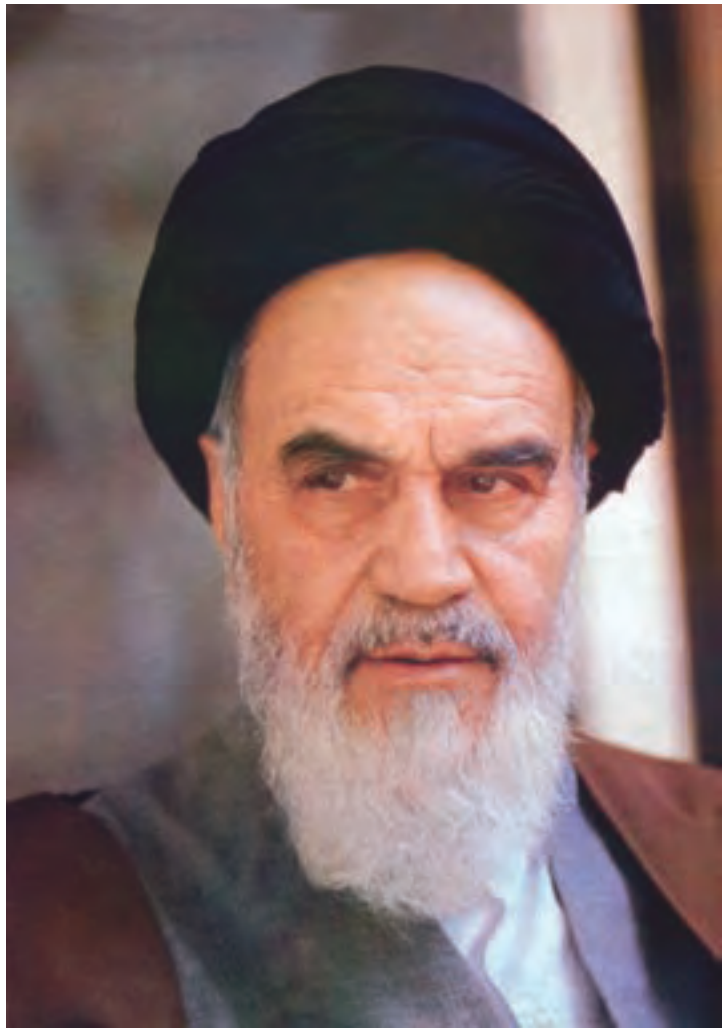
تلفن : ۵ـ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار : ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی : ۱۳۹ـ۳۷۵۱۵

چاپخانه : **کاج**

سال انتشار : **۱۳۹۳**

حقّ چاپ محفوظ است.

شابک X-۰۲۶۰-۰۵-۹۶۴ **ISBN 964-05-0260-X**



اول باید اخلاصتان را قوی بکنید، ایمانتان را قوی بکنید،...و این اخلاص و ایمان، شما را تقویت می‌کند و روحیهٔ شما را بالا می‌برد و نیروی شما جوری می‌شود که هیچ قدرتی نمی‌تواند (با شما) مقابله کند.

امام خمینی (ره)

فهرست مطالب

مقدمه ۱

فصل اوّل ــ چوب و ویژگی‌های آن در فرآیند خشک‌کردن ۳

۱ــ۱ــ مقدمه : هدف‌های خشک‌کردن چوب ۳

۱ــ۲ــ چوب پهن‌برگان و سوزنی‌برگان ۴

۱ــ۲ــ۱ــ پهن‌برگان ۴

۱ــ۲ــ۲ــ سوزنی‌برگان ۴

۱ــ۳ــ رطوبت در چوب ۷

۱ــ۴ــ روش‌های تعیین رطوبت چوب ۸

۱ــ۴ــ۱ــ روش خشک‌کردن در اتوو ۸

۱ــ۴ــ۲ــ روش هیگرومتریک ۱۰

۱ــ۴ــ۳ــ روش الکتریکی ۱۱

۱ــ۵ــ تبادل رطوبت در چوب ۱۳

۱ــ۶ــ رطوبت چوب حین مصرف ۱۷

۱ــ۷ــ جابجایی آب در چوب ۱۸

۱ــ۸ــ معایب خشک‌کردن چوب ۱۹

۱ــ۸ــ۱ــ ترک سطحی ۱۹

۱ــ۸ــ۲ــ ترک انتهایی ۲۰

۱ــ۸ــ۳ــ شکاف انتهایی ۲۱

۱ــ۸ــ۴ــ چین‌خوردگی ۲۱

۱ــ۸ــ۵ــ برون‌سختی ۲۲

۱ــ۸ــ۶ــ شانه عسلی‌شدن ۲۴

۱ــ۸ــ۷ــ معوج شدن ۲۵

۱ــ۸ــ۸ــ ترک خوردن گره ۲۵

۱ــ۸ــ۹ــ عیب‌هایی که در اثر وجود چوب واکنشی به‌وجود می‌آیند ۲۶

۱ــ۸ــ۱۰ــ کم شدن ابعاد چوب (همکشیدگی چوب) ۲۷

فصل دوم ــ خشک‌کردن چوب در هوای آزاد ۳۶

۲ــ۱ــ ویژگی‌های خشک‌کردن چوب در هوای آزاد ۳۶

۲ــ۱ــ۱ــ معایب خشک کردن چوب در هوای آزاد ۳۷

۲ــ۲ــ یارد چوب خشک‌کنی در هوای آزاد ۳۷

۲ــ۲ــ۱ــ یارد مکانیزه چوب‌خشک‌کنی در هوای آزاد ۴۰

۲ــ۳ــ نحوهٔ دسته‌بندی در یارد چوب‌خشک‌کنی ۴۲

۱ـ۳ـ۲ـ تفکیک چوب‌ها ۴۲
۲ـ۳ـ۲ـ ابعاد دسته‌بندی ۴۴
۳ـ۳ـ۲ـ نحوهٔ دسته‌بندی ۴۶
۴ـ۲ ـ روش‌های حمل و نقل در یارد چوب‌خشک‌کنی ۵۰
۵ـ۲ـ روش نصب آفتابگیر و هانگار در یارد چوب‌خشک‌کنی ۵۱
۱ـ۵ـ۲ـ نصب پوشش روی واحد دسته‌بندی ۵۱
۲ـ۵ـ۲ـ نصب آفتابگیر ۵۲
۳ـ۵ـ۲ـ هانگار ۵۲
۶ـ۲ـ نحوهٔ استفاده از حرکت هوا در چوب‌خشک‌کنی ۵۳
۷ـ۲ـ مدت خشک‌کردن چوب ۵۵
۸ـ۲ـ نحوهٔ نصب وسایل حفاظت در انبار و اندودکردن چوب ۵۶

فصل سوم ــ خشک‌کردن مصنوعی (در کوره) چوب ۵۹
۱ـ۳ـ مزایا و معایب خشک کردن چوب در کوره ۵۹
۲ـ۳ـ زمان و برنامه خشک کردن چوب در کوره ۶۱
۱ـ۲ـ۳ـ برنامه چوب‌خشک‌کنی در کوره ۶۱
۲ـ۲ـ۳ـ محاسبه زمان خشک‌کردن چوب در کوره ۶۳
۳ـ۲ـ۳ـ نمونه کنترل در کوره چوب‌خشک‌کنی ۶۳
۳ـ۳ـ مکانیسم کار کورهٔ چوب‌خشک‌کنی ۶۶
۴ـ۳ـ سیستم هوا و حرارت کورهٔ چوب‌خشک‌کنی ۶۹
۱ـ۴ـ۳ـ سیستم هوای خشک‌کن ۶۹
۲ـ۴ـ۳ـ سیستم حرارت کوره ۷۳
۵ـ۳ـ سیستم‌های کنترل در کوره چوب‌خشک‌کنی ۷۴
۶ـ۳ـ انواع کورهٔ چوب‌خشک‌کنی ۷۶
۱ـ۶ـ۳ـ کوره‌های اتاقکی ۷۶
۲ـ۶ـ۳ـ کوره پیوسته ۷۸
۳ـ۶ـ۳ـ ساختمان کوره ۷۸
۷ـ۳ـ بارگیری، خشک‌کردن و تخلیه کوره ۸۰
۱ـ۷ـ۳ـ بارگیری کوره چوب‌خشک‌کنی ۸۰
۲ـ۷ـ۳ـ خشک‌کردن ۸۳
۳ـ۷ـ۳ـ تخلیه کوره ۸۵

فصل چهارم ــ عوامل مؤثر درهزینه‌های چوب‌خشک‌کنی ۸۷
۱ـ۴ـ عوامل مؤثر در هزینه‌های چوب‌خشک‌کنی در هوای آزاد ۸۷
۱ـ۱ـ۴ـ هزینه‌های سرمایه‌ای ۸۷
۲ـ۱ـ۴ـ هزینه‌های عملیاتی ۸۸

۳ـ۱ـ۴ـ هزینه‌های مربوط به افت کیفیت چوب ۸۹
۴ـ۱ـ۴ـ ارزش (بهره) چوب در حین خشک‌شدن ۸۹
۲ـ۴ـ عوامل مؤثر در هزینه‌های چوب‌خشک‌کنی مصنوعی ۸۹
۱ـ۲ـ۴ـ هزینه‌های سرمایه‌ای ۸۹
۲ـ۲ـ۴ـ هزینه‌های عملیاتی ۹۰
۳ـ۲ـ۴ـ هزینه‌های مربوط به افت کیفیت چوب ۹۰
۴ـ۲ـ۴ـ ارزش (بهره) چوب در حین خشک‌کردن ۹۰

فصل پنجم ــ حفاظت و نگهداری چوب ۹۳
۱ـ۵ـ مقدمه ۹۳
۲ـ۵ـ عوامل تخریب و پوسیدگی چوب ۹۴
۱ـ۲ـ۵ـ عوامل بیولوژیکی تخریب چوب ۹۵
الف ــ قارچ‌ها ۹۶
ب ــ حشره‌های چوبخوار ۱۰۴
ج ــ باکتری‌ها ۱۱۴
د ــ موجودات چوبخوار دریایی ۱۱۴
پ ــ اصول مبارزه با موجودات چوبخوار دریایی و حفاظت چوب ۱۱۶
۲ـ۲ـ۵ـ عوامل فیزیکی تخریب چوب ۱۱۷
الف ــ آتش‌سوزی ۱۱۷
ب ــ هوادیدگی ۱۱۹
۳ـ۲ـ۵ـ عوامل شیمیایی تخریب‌کنندهٔ چوب ۱۱۹
۴ـ۲ـ۵ـ عوامل مکانیکی تخریب‌کنندهٔ چوب ۱۲۰

فصل ششم ــ حفاظت شیمیایی چوب ۱۲۳
۱ـ۶ـ مقدمه ۱۲۳
۲ـ۶ـ ویژگی‌های ماده حفاظتی ۱۲۴
۳ـ۶ـ طبقه‌بندی مواد حفاظتی ۱۲۵
۱ـ۳ـ۶ـ مواد حفاظتی روغنی (روغن‌ها) ۱۲۵
۲ـ۳ـ۶ ــ مواد حفاظتی حل‌شونده در روغن‌ها ۱۲۶
۳ـ۳ـ۶ـ مواد حفاظتی حل‌شونده در آب ۱۲۶
۴ـ۶ـ روش‌های آغشته کردن (اشباع) چوب ۱۲۷
۱ـ۴ـ۶ـ روش‌های فشاری ۱۲۷
۲ـ۴ـ۶ـ روش‌های غیرفشاری ۱۲۹

فهرست منابع مورد استفاده ۱۳۴

مقدمه

به گواه تاریخ و آثار باستانی به جا مانده از زمان‌های قدیم در کشور عزیزمان و در اقصی نقاط دنیا چوب ماده‌ای بادوام است. شاید عمر قدیمی‌ترین ساختمان چوبی دنیا که هم‌اکنون مورد استفاده است به حدود سه هزار سال برسد. ساختمان‌های قدیمی و مساجد باستانی این مملکت عمری طولانی داشته و هنوز پابرجا هستند. شواهد نشان می‌دهد که اگر از چوب به نحوه‌ی صحیح استفاده شود بر دیگر مواد و مصالح ساختمانی و صنعتی ارجحیت داشته و بادوام‌تر است. استفاده صحیح یعنی حفاظت و نگهداری چوب در مقابل عوامل جوی و محیطی مخصوصاً رطوبت، آفتاب... و عوامل بیولوژیکی مانند حشرات و عوامل مخرب چوب است. بنابراین لازم است چوب مصرفی به طریقی آماده گردد که در مقابل عوامل نابودکننده آن مقاوم باشد.

در این درس سعی شده است روش‌های حفاظت و نگهداری چوب بیان گردد. یکی از عوامل حفاظت‌کننده چوب در حقیقت خشک کردن آن است که قادر است چوب را در مقابل عوامل محیطی و بیولوژیکی محافظت کرده و دوام آن را زیاد کند. ابتدا خواص چوب در ارتباط با خشک کردن مطرح شده و سپس روش‌های صحیح خشک کردن در هوای آزاد و کوره را بیان خواهیم کرد.

عوامل بیولوژیک مخرب چوب و روش‌های شیمیایی حفاظت چوب نیز در دو فصل جداگانه تشریح شده است.

هنرآموزان گرامی، هنرجویان عزیز

برای آموزش و یادگیری بهتر لازم است ابتدا مطالب هر فصل در ساعات تعیین شده تدریس شده و در حین آموزش به پرسش و تمرین‌های پایانی هر فصل جواب داده شود. پس از آن در پایان کتاب به نمونه سؤال‌های آزمونی پرداخته و از طریق جوابگویی به این سؤال‌ها، خود را آماده آزمون نهایی کنید.

مؤلفان

هدف کلی کتاب

فراگیر پس از پایان این کتاب اطلاعات لازم را در مورد اهمیت خشک‌کردن چوب در هوای آزاد و کوره‌های چوب‌خشک‌کنی و نحوه حفاظت چوب در برابر عوامل مخرب مانند قارچ‌های چوبخوار، موریانه‌ها و سوسک‌های چوبخوار کسب خواهد نمود.

فصل اوّل

چوب و ویژگی‌های آن در فرآیند خشک کردن

هدف‌های رفتاری : پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود :
۱ــ چوب پهن‌برگان و سوزنی‌برگان را تعریف کند ؛
۲ــ تبادل رطوبت چوب با محیط را شرح دهد ؛
۳ــ رطوبت چوب را شرح دهد ؛
۴ــ روش‌های تعیین رطوبت چوب را شرح دهد ؛
۵ــ چگونگی خشک‌کردن چوب را بیان کند ؛
۶ ــ معایب ایجاد شده دراثر خشک‌کردن چوب را توضیح دهد ؛

زمان تدریس: ۱۶ ساعت

۱ــ چوب و ویژگی‌های آن در فرآیند خشک‌کردن

۱ــ۱ــ مقدمه: هدف‌های خشک‌کردن چوب

به طورکلی چوب دارای مقادیر چشمگیری رطوبت است. بعلاوه، چوب ماده‌ای آبدوست است ؛ یعنی، اگر در محیط مرطوب قرار گیرد، آب را جذب می‌کند و اگر در محیطی خشک باشد، رطوبت را از دست می‌دهد ؛ بنابراین، چوب باید همواره رطوبتی متناسب با محیط داشته باشد.

چوب پس از قطع شدن و استحصال حاوی مقدار زیادی رطوبت است ؛ اگر با وجود این رطوبت از آن استفاده شود، دراثر همکشیدگی ترک‌های سطحی و عمقی برمی‌دارد و از کیفیت آن کاسته می‌شود. چنانچه چوب را طبق اصول علمی خشک کنیم،در مصرف آن با مشکلی روبرو

نمی‌شویم. به‌دلایل زیر چوب را باید قبل از مصرف خشک کنیم :

ــ همکشیدگی چوب درحین مصرف کم می‌شود و از به‌وجودآمدن عیب‌هایی نظیر پیچیده‌شدن و ترک‌برداشتن جلوگیری می‌گردد.

ــ چوب در مقابل حمله قارچ‌ها، پوسیدگی و رنگی‌شدن حفاظت می‌شود.

ــ از وزن چوب و هزینه حمل‌ونقل آن کاسته می‌شود.

ــ بدون به‌وجودآمدن عیبی در چوب، مقاومت آن زیاد می‌شود.

ــ بر مقاومت چوب برای نگهداری میخ افزوده می‌شود.

ــ رنگ‌آمیزی، پرداخت وعملیات حفاظت چوب بهتر صورت می‌گیرد.

ــ درجه حرارت بالا در کوره چوب‌خشک‌کنی، قارچ‌ها و حشرات را ازبین می‌برد.

ــ ماشین‌کاری چوب خشک بهتر و آسانتر انجام می‌شود.

ــ مقاومت اتصال میان چسب و چوب خشک‌شده بیش‌تر است.

۲ــ۱ــ چوب پهن‌برگان و سوزنی‌برگان

درختان به دو گروه اصلی سوزنی‌برگان و پهن‌برگان تقسیم‌بندی می‌شوند.

۱ــ۲ــ۱ــ پهن‌برگان: که گاه «سخت‌چوب‌ها» نیز نامیده می‌شوند، دسته‌ای از درختان هستند که برگ‌های پهن دارند. اگرچه چوب این گروه اغلب سخت‌تر ازچوب سوزنی‌برگان است ولی این وجه تمایز عمومیت ندارد و چوب بعضی از پهن‌برگان (نظیر صنوبرها) نرم‌تر از چوب سوزنی‌برگان است.

همان‌طور که در شکل ۱ــ۱ می‌بینید، ساختمان چوب پهن‌برگان پیچیده‌تر از چوب سوزنی‌برگان است و از سلول‌های مختلف و با وظایف زیستی و ساختمانی متفاوت تشکیل شده است. با توجه به پیچیدگی ساختمانی، خشک کردن چوب پهن‌برگان دشوارتر از چوب سوزنی‌برگان است و باید با دقت بیش‌تری انجام شود.

اجزای تشکیل‌دهنده پهن‌برگان عبارتند : آوندها، فیبرها و پارانشیم‌ها (طولی و عرضی).

آوندها سلول‌های کشیده‌ای هستند که در جهت طولی ساقه درخت قرارگرفته‌اند و تقریباً استوانه‌ای شکل هستند که در یک یا دو انتها مانند قلم نی تراشیده می‌باشند و وظیفه انتقال آب و املاح از ریشه به طرف تاج درخت را دارند.

فیبرها که قسمت اعظم بافت چوب را تشکیل می‌دهند و قطر آن‌ها کم و طول زیاد دارند. فیبرها در دو انتها بسته‌اند و جدار سلول آن‌ها ضخیم است و نقش تأمین مقاومت مکانیکی چوب را دارند.

پارانشیم‌ها که به دو صورت طولی و عرضی (افقی یا پره‌های چوبی) دیده می‌شوند و نقش ذخیره مواد غذایی را به عهده دارند. پارانشیم‌های عرضی که به پره‌های چوبی موسومند همچنین نقش پود را در بافت چوبی ایفا می‌کنند و سبب به هم پیوستگی سایر عناصر تشکیل‌دهنده چوب می‌گردد.

از این گروه درختان پهن‌برگ می‌توان از صنوبرها (تبریزی، سپیدار، کبوده)، راش، ممرز، بلوط، افرا، توسکا، گردو، آزاد، توت و ... نام برد که در صنایع چوب موارد مصرف زیادی دارند.

شکل ۱ــ۱ــ ساختمان سه‌بعدی قطعه‌ای از چوب بلوط

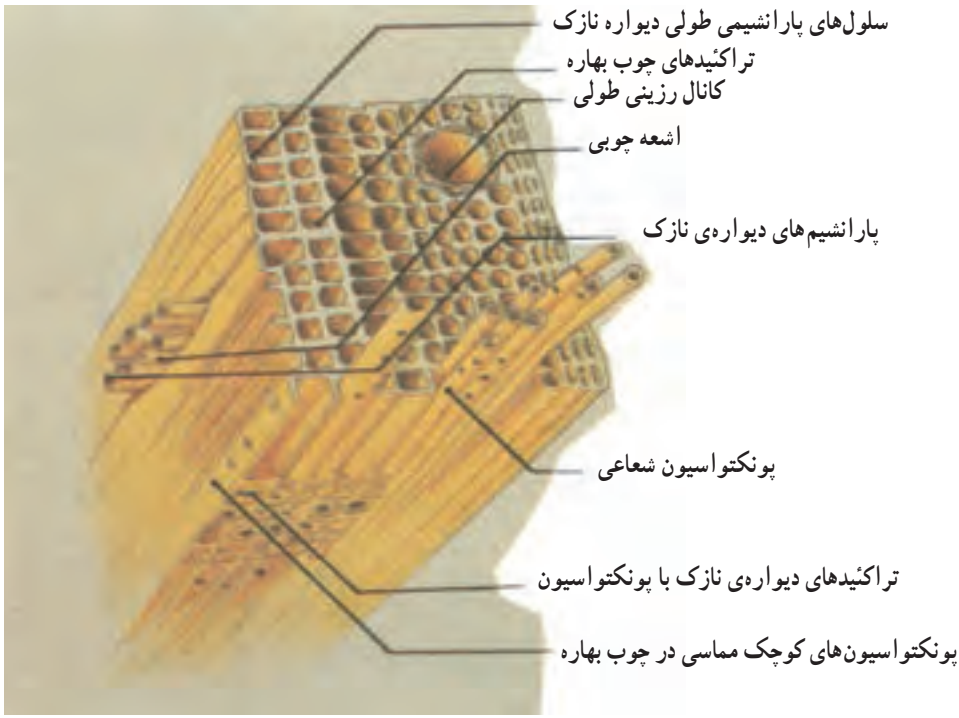
۲ــ۲ــ۱ــ سوزنی‌برگان: که در مواردی به آن‌ها «نرم‌چوب‌ها» نیز گفته می‌شود، دارای برگ‌های سوزنی شکل هستند. البته این برگ‌های سوزنی نیز عمومیت ندارد و برگ بعضی از درختان این گروه پهن است ؛ به علاوه، چوب این درختان در مواردی سخت‌تر از چوب پهن‌برگان است.

همان‌طور که در شکل ۲ــ۱ می‌بینید، ساختمان چوب سوزنی‌برگان ساده‌تر از چوب پهن‌برگان است و از سلول‌های ساده‌تری که چندین وظیفه ساختمانی و زیستی را به عهده دارند، تشکیل شده است.

عناصر تشکیل‌دهنده بافت سوزنی‌برگان شامل : تراکئیدها ؛ پارانشیم‌های طولی و عرضی و کانال‌های رزینی است.

تراکئیدها سلول‌های طویلی هستند که در جهت راستای درخت قرار گرفته‌اند و میان‌تهی می‌باشند که وظیفه هدایت شیره خام از ریشه به طرف تاج درخت را به عهده داشته و جداره سخت آن‌ها نقش تأمین مقاومت مکانیکی چوب را دارد.

نقش پارانشیم‌های طولی و پره‌های چوبی نیز مانند پهن‌برگان است و کانال‌های رزینی به شکل لوله‌ای هستند که محل دفع مواد زائد (صمغ، رزین، تربانتین) می‌باشد.



شکل ۲ــ۱ــ ساختمان سه‌بعدی قطعه‌ای از چوب سوزنی‌برگان

از گروه سوزنی‌برگان می‌توان کاج تهران، نراد (که به چوب روسی معروف است)، کاج جنگلی و ... را نام برد.

۳ــ۱ــ رطوبت در چوب

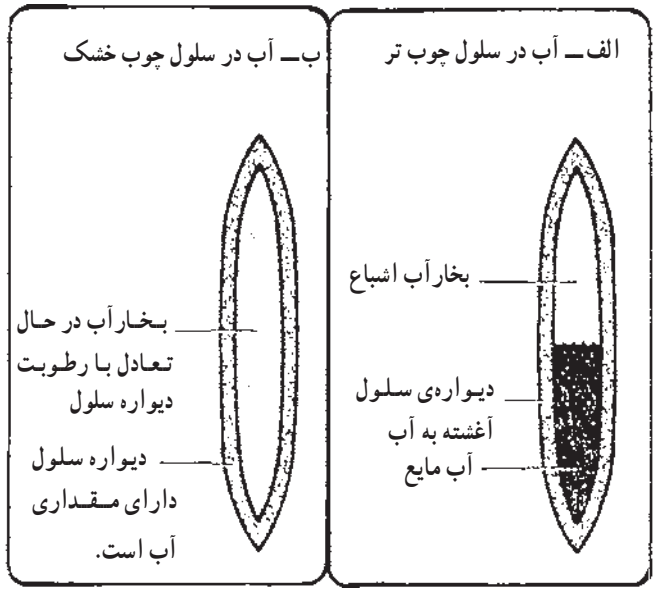
موادی که منشأ بیولوژیک (زنده) دارند (نظیر چوب)، در محیط‌های آبکی تشکیل می‌شوند ؛ بنابراین، آب به صورت ترکیبی طبیعی در کلیه قسمت‌های درخت زنده وجود دارد. در یک قطعه‌چوب که تازه قطع شده است، مقدار آب بیش از وزن ماده خشک‌چوب بوده و رطوبت در آن به بیش از صددرصد می‌رسد.

بعد از مرگ یا قطع درخت و تبدیل آن به الوار، چوب به سرعت بخشی از آب خود را به محیط اطراف انتقال می‌دهد، ولی به‌دلیل دارا بودن خواص و طبیعت بیولوژیک، در تمامی عمر مصرف در مقابل رطوبت حساس است.

در یک قطعه چوب تر یا تازه قطع‌شده، آب در دیواره‌ی سلول وحفره سلولی وجود دارد (شکل ۳ ــ۱). در این چوب مقدار آب دیواره سلول طی فصل‌های سال تقریباً ثابت است ولی به‌عقیده بعضی از پژوهشگران، احتمالاً مقدار آب درون حفره سلولی در فصول مختلف تغییر می‌کند.

آب درون حفره سلولی حاوی مواد غذایی محلول است که دراثر پدیده فتوسنتز ساخته می‌شود. همچنین دارای ترکیب‌ها و مواد آلی است که در درخت زنده به‌آن «شیره‌ی گیاهی» می‌گویند.

زمانی‌که درحین تبدیل، چوب خشک می‌شود، کلیه آب درون حفره سلولی خارج می‌گردد ولی حفره سلولی چوب حتی درحین مصرف نیز مقداری بخار آب دارد. مقدار آب درون حفره‌ی سلولی به‌شدت خشک‌شدن و محیط مصرف بستگی دارد.



شکل ۳ــ۱ــ محل قرارگرفتن آب در درون چوب

در شکل ۳ــ۱ــ الف، محل قرارگرفتن آب را در درون حفره سلولی چوب مشاهده می‌کنید. تا زمانی‌که آب به‌صورت مایع در حفره سلولی وجود دارد، دیواره سلول اشباع از آب است. اغلب ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی چوب (به‌جز وزن آن) دراثر تغییر میزان آب درون حفره سلولی تغییر نمی‌کند ؛ به‌عنوان مثال، چوب زمانی که $\frac{۱}{۴}$ حجم حفره‌ی سلولی آن پر از آب است، با زمانی که $\frac{۱}{۲}$ یا تمام آن پر از آب است، مقاومتی یکسان دارد. زمانی که هیچ‌گونه آبی در حفره وجود نداشته باشد، آب شروع به خارج‌شدن از دیواره سلول خواهد کرد. در این هنگام، کلیه آب حفره سلولی خارج می‌شود و دیواره‌ی سلول از آب اشباع می‌گردد. به این مقدار رطوبت «نقطه‌اشباع الیاف» گویند.

نقطه اشباع الیاف نقطه‌ای بحرانی است ؛ زیرا در رطوبتی کمتر از نقطه اشباع الیاف، کلیه خواص چوب دراثر کم شدن رطوبت تغییر می‌یابند.

اگر چوب در محیطی قرار گیرد که در تماس با آب نباشد، مقدار رطوبت چوب کم‌تر از نقطه اشباع الیاف خواهد بود.

۴ــ۱ ــ روش‌های تعیین رطوبت چوب

روش‌های متعددی برای اندازه‌گیری رطوبت چوب وجود دارد که از میان آن‌ها سه روش زیر را که در خشک‌کردن چوب کاربردی گسترده‌تر دارند، تشریح می‌کنیم.

۱ــ۴ــ۱ــ روش خشک‌کردن در اتوو: روش خشک‌کردن در اتوو از دقیق‌ترین روش‌هاست، ولی زمان انجام آن طولانی و مستلزم جدا ساختن نمونه از چوب است. مراحل کار در این روش به شرح زیر است :

مطابق شکل ۴ــ۱ نمونه لازم برای تعیین درصد رطوبت چوب بایستی به فاصله حداقل ۳۰ سانتی‌متر از انتهای تخته بریده شود زیرا خروج رطوبت در قسمت‌های انتهایی چوب‌آلات سریع‌تر صورت گرفته و در نتیجه رطوبت واقعی چوب را نمی‌توان محاسبه نمود.

ــ مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۲۸۹۵ برای

شکل ۴ــ ۱ــ نحوه برش نمونه از یک تخته

تعیین میزان درصد رطوبت چوب از نمونه‌های چوبی به شکل مستطیل با مقطع ۲۰×۲۰ میلی‌متر و به طول ۵±۲۵ میلی‌متر استفاده می‌گردد.

ـ جرم مرطوب نمونه چوب را با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ تعیین می‌کنیم (شکل ۵ـ۱).

شکل ۵ـ۱ـ ترازوی دقیق و نحوه توزین نمونه چوب

ـ نمونه‌ها را در یک دستگاه اتوو مناسب در دمای ۲±۱۰۳ درجه سانتی‌گراد قرار داده و خشک‌کردن نمونه تا رسیدن به جرم ثابت ادامه پیدا می‌کند (شکل ۶ـ۱).

شکل ۶ـ ۱ـ اتوو و نحوه قرار دادن نمونه‌های تعیین رطوبت در آن

جرم ثابت نمونه زمانی تعیین می‌شود که کاهش جرمی نمونه در فاصله ۶ ساعت بین دو توزین متوالی برابر یا کمتر از ۰/۵ درصد جرم نمونه باشد[۱].

ــ نمونه‌ها پس از رسیدن به جرم ثابت از اتوو خارج و در دسیکاتوری که حاوی مواد رطوبت‌گیر مانند پنتااکسید فسفر است قرار داده می‌شوند تا سرد شوند و سپس با همان ترازوی گفته شده جرم کاملاً خشک نمونه‌ها توزین می‌گردد.

شکل ۷ــ۱ــ نمونه‌های آزمون رطوبت در داخل دسیکاتور

ــ با استفاده از رابطه تعیین درصد رطوبت، درصد رطوبت چوب محاسبه می‌شود.

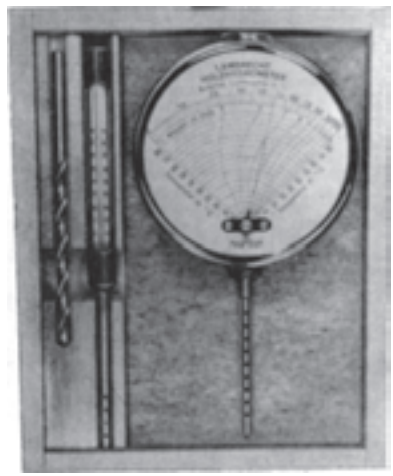
از معایب این روش، زمان طولانی آزمایش است. در دمای بین ۱۰۰ تا ۱۰۳ درجه سانتی‌گراد یک قطعه چوب به وزن ۱۰۰ گرم، تا خشک شدن کامل به زمانی بین ۲۰ تا ۶۰ ساعت نیاز دارد. به‌علاوه، استفاده از این روش در مورد چوب‌های با مواد استخراجی فرّار از دقت کافی برخوردار نیست. زیرا مواد استخراجی فرّار در اثر حرارت اتوو خارج شده و کاهش جرم نمونه بیشتر از مقدار واقعی آن در اثر خروج رطوبت می‌باشد و رطوبت چوب دقیقاً تعیین نمی‌شود.

۲ــ ۴ــ۱ــ روش هیگرومتریک :رطوبت نسبی درون سوراخی به قطر۶ میلیمتر و عمق ۹۵ میلیمتر که تازه در یک قطعه چوب به‌وجود آمده است، با رطوبت چوب اطراف آن رابطه مستقیمی دارد ؛ بنابراین، می‌توان با استفاده از یک هیگرومتر چوب (رطوبت نسبی‌سنج چوب)، مقدار رطوبت چوب را تعیین کرد.

۱ــ استاندارد ملی ایران ۲۸۹۵

سرعت این روش بیش‌تر از روش خشک‌کردن در اتوو و کمتر از روش الکتریکی است. زمان مورد نیاز برای اجرای این روش ۱۰ تا ۱۵ دقیقه است. در این روش ایجاد یک سوراخ در چوب ضروری است که به تخریب موضعی چوب می‌انجامد.

محدوده‌ی رطوبتی قابل اندازه‌گیری با هیگرومتر بین ۳ تا ۲۵ درصد است. در شکل ۸ــ۱ دستگاه هیگرومتر چوب نشان داده شده است.



شکل ۸ــ۱ــ دستگاه هیگرومتر چوب

۳ــ۴ــ۱ ــ روش الکتریکی : کار رطوبت‌سنج‌های الکتریکی براساس تغییرات ویژگی‌های الکتریکی چوب دراثر تغییرات رطوبت چوب قرار دارد. رطوبت‌سنج‌های الکتریکی طبق دو اصل متفاوت طراحی شده‌اند :

ــ رطوبت‌سنج نوع مقاومت الکتریکی که در حقیقت مقاومت چوب را در مقابل عبور جریان مستقیم الکتریسیته اندازه‌گیری می‌کند.

متداول‌ترین نوع رطوبت‌سنج از نوع مقاومت الکتریکی است که در آن مقاومت در مقابل جریان الکتریسیته بین دو الکترود یا سوزن نفوذ داده شده اندازه‌گیری و براساس آن میزان رطوبت چوب تعیین می‌شود. محدوده اطمینان رطوبت‌سنج‌های الکتریکی در محدوده رطوبت چوب بین ۶ تا ۳۰ درصد است.

در شکل۹ــ۱ نوعی رطوبت‌سنج الکتریکی را مشاهده می‌کنید. نکته جالب در مورد رطوبت‌سنج‌های الکتریکی نوع مقاومتی امکان عایق‌کردن الکترودهای دستگاه است. الکترودها را

می‌توان به‌نحوی عایق کرد که فقط انتهای آن‌ها قادر به سنجش مقاومت الکتریکی باشد. در این حالت، می‌توان رطوبت چوب را در اعماق مختلف تعیین کرد.

شکل ۹ــ۱ــ دستگاه رطوبت‌سنج الکتریکی

ــ رطوبت‌سنج نوع دی‌الکتریک که خاصیت دی‌الکتریک چوب را در محیط الکتریکی فرکانس بالا تعیین می‌کند. در شکل ۱۰ــ۱ این نوع رطوبت‌سنج الکتریکی را می‌بینید. همان‌طوری‌که از این شکل برمی‌آید،در این نوع رطوبت‌سنج هیچ‌گونه الکترود یا سوزن وجود ندارد و اندازه‌گیری رطوبت تنها از طریق تماس دستگاه (قسمت حساس دستگاه) با چوب انجام می‌گیرد.

شاید بتوان گفت که رطوبت‌سنج‌های الکتریکی ازنظر کاربردی از مناسب‌ترین انواع رطوبت سنج و روش‌های اندازه‌گیری رطوبت هستند. رطوبت‌سنج‌های الکتریکی نیز مزایا و معایبی دارند.

شکل ۱۰ــ۱ــ نوعی رطوبت‌سنج الکتریکی بدون الکترود

مزایای رطوبت‌سنج الکتریکی :

ــ زمان سنجش کوتاه است ؛

ــ اندازه‌گیری آسان است ؛

ــ این روش مخرب نیست (در این روش نیاز به قطع نمونه از چوب یا سوراخ‌کردن چوب نیست) ؛

ــ وسیله اندازه‌گیری سبک و حمل‌شدنی است ؛

ــ هزینه اندازه‌گیری رطوبت کم است.

معایب رطوبت‌سنج الکتریکی :

ــ دقت آن نسبتاً کم است ؛

ــ اندازه‌گیری رطوبت بالاتر از نقطه اشباع الیاف از دقت لازم برخوردار نیست ؛

ــ رطوبت‌سنج‌های از نوع مقاومت الکتریکی در رطوبت کم‌تر از ۶ درصد دقت ندارند ؛

ــ عوامل زیادی نظیر گونه چوبی، دانسیته، درجه‌حرارت چوب و شرایط محیط بر اندازه‌گیری تأثیر می‌گذارند.

۵ــ۱ــ تبادل رطوبت در چوب

چوب ماده‌ای آبدوست است. یعنی می‌تواند رطوبت را از محیط جذب کند یا آن را دفع نماید.

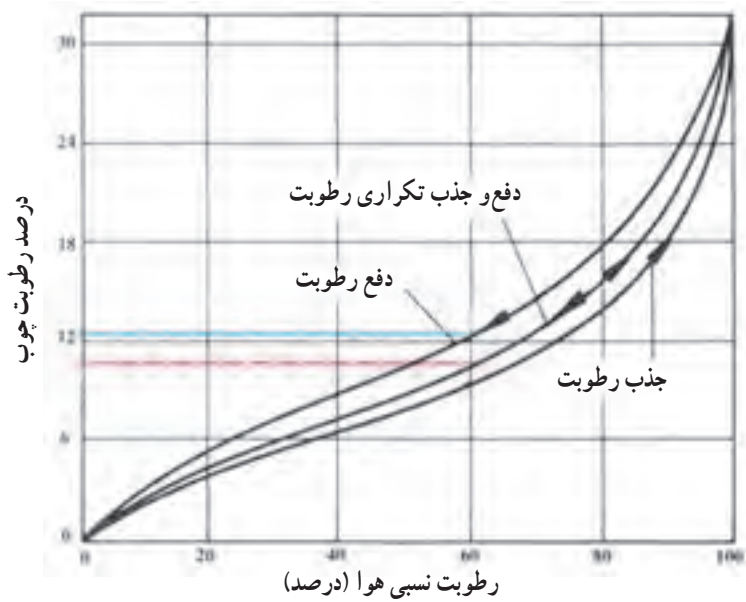
اگر قطعه‌ای چوب در محیطی مرطوب قرار گیرد، رطوبت را جذب می‌کند ؛ برعکس، اگر قطعه‌چوبی مرطوب در محیط خشک قرار گیرد، رطوبت را از دست می‌دهد ؛ به‌عنوان مثال، اگر قطعه‌چوبی را که در محیطی با درجه حرارت ۲۱ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۴۰ درصد قرار دارد، به محیطی با همین درجه‌حرارت و رطوبت نسبی ۶۰ درصد انتقال دهیم، قطعه چوب رطوبت را جذب می‌کند ؛ حال اگر همین چوب را از محیط با رطوبت نسبی ۶۰ درصد به محیط اول (یعنی رطوبت نسبی ۴۰ درصد) انتقال دهیم، رطوبت خود را از دست می‌دهد.

اگر یک قطعه چوب در محیطی با رطوبت نسبی و درجه‌حرارت ثابت قرار گیرد، پس از مدتی جذب یا دفع رطوبت آن به مقداری رطوبت ثابت خواهد رسید که به آن «رطوبت تعادل چوب[۱]» می‌گویند. حال اگر هوای محیطی که چوب در آن قرار گرفته است خشک‌تر شود، چوب رطوبت را از دست می‌دهد تا مجدداً به‌حالت تعادل رطوبت با محیط جدید برسد. برعکس، اگر هوای محیطی که

۱ــ Equilibrium Moisture Content

چوب در آن قرار گرفته است مرطوب‌تر شود (یعنی رطوبت نسبی محیط زیاد شود)، چوب رطوبت را جذب می‌کند و به‌حالت تعادل رطوبت با محیط می‌رسد.

تغییر رطوبت چوب دراثر تغییر شرایط محیط (تغییر رطوبت نسبی) به‌صورت خط مستقیم نیست بلکه همان‌طورکه در شکل ۱۱ــ۱ می‌بینید، به‌صورت منحنی است.



شکل ۱۱ــ۱ــ منحنی تغییرات رطوبت چوب در شرایط مختلف (در درجه‌حرارت ثابت)

سه پدیده را در منحنی‌های جذب رطوبت محیط به‌وسیله‌ی چوب باید درنظر گرفت :

ــ رطوبت چوب در حالت تعادل با بخار آب محیط همواره کمتر از نقطه اشباع الیاف است. رطوبت چوب در رطوبت نسبی ۱۰۰ درصد برابر رطوبت نقطه اشباع الیاف است.

ــ میزان رطوبت تعادل چوب اگر دراثر جذب رطوبت از محیط به‌دست آمده باشد، کم‌تر از رطوبت تعادل چوب دراثر دفع آب است. به شکل۱۱ــ۱ توجه کنید ؛ در رطوبت نسبی ۶۰ درصد :

ــ رطوبت چوب اگر از حالت خشک به‌دست آمده باشد، حدود ۱۰ درصد (خط قرمز) است.

ــ رطوبت چوب اگر از حالت مرطوب به‌دست آمده باشد (یعنی چوب خشک‌شده باشد)، در حدود ۱۳ درصد (خط آبی) است. توجه داشته باشید که اختلاف رطوبت چوب در این دو شرایط بالغ بر ۳ درصد است.

ــ پس از چند بار جذب و دفع رطوبت به‌وسیله چوب، منحنی به حالت تعادل می‌رسد و در این

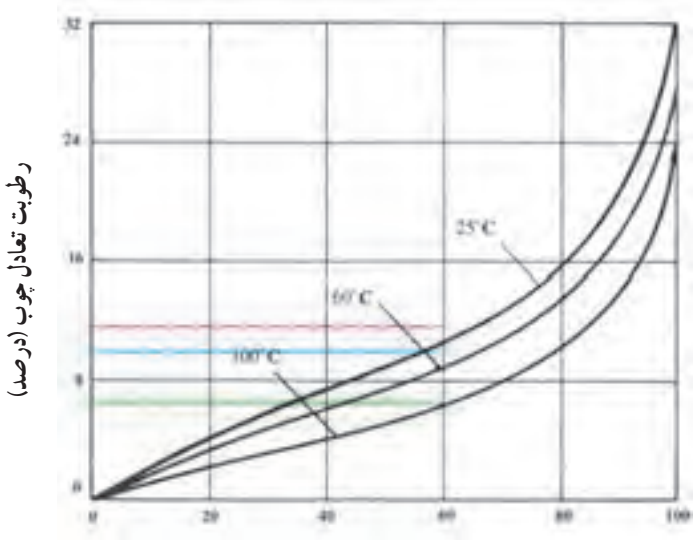
حالت، دیگر اختلافی میان رطوبت تعادل چوب از حالت خشک یا تر مشاهده نمی‌گردد (منحنی وسط در شکل ۱۱ــ۱).

درجه حرارت محیط نیز بر رابطه آب،چوب ورطوبت تعادل‌چوب تأثیر می‌گذارد ؛ البته تأثیر درجه حرارت نسبتاً کم است. همان طورکه در شکل ۱۲ــ۱می‌بینید، اگر درجه‌حرارت محیطی که چوب در آن قرار گرفته است زیاد شود، رطوبت تعادل چوب کمتر خواهد بود. به شکل ۱۲ــ۱ توجه کنید ؛ در رطوبت نسبی ۶۰ درصد :

ــ اگر درجه‌حرارت محیط ۲۵ درجه‌سانتی‌گراد باشد، رطوبت تعادل چوب در حدود ۱۰/۵ درصد است (خط قرمز).

ــ اگر درجه حرارت محیط ۶۰ درجه سانتی‌گراد باشد، رطوبت تعادل چوب درحدود ۹/۵ درصد است (خط آبی).

ــ اگر درجه حرارت محیط ۱۰۰ درجه‌سانتی‌گراد باشد، رطوبت تعادل چوب در حدود ۶ درصد است (خط سبز).



شکل ۱۲ــ۱ــ منحنی تغییرات رطوبت چوب در شرایط رطوبت نسبی و درجه حرارت متفاوت

برای سهولت در تعیین تقریبی رطوبت تعادل چوب در محیط‌های با رطوبت نسبی و درجه حرارت متفاوت، جدول ۱ــ۱ از منحنی‌های مختلف استخراج شده است که می‌توان از آن به عنوان راهنما

استفاده کرد. توجه کنید جدول ۱ ــ۱ در مورد چوب سوزنی‌برگ تهیه شده است که به‌دلیل نبود جدول مشابه برای پهن‌برگ (بویژه چوب‌های پهن‌برگ ایران) به عنوان راهنما آورده شده است.

جدول ۱ــ۱ــ رطوبت تعادل چوب (درصد) در محیط با رطوبت نسبی و درجه حرارت متفاوت

درجه حرارت محیط °C / رطوبت نسبی هوا (درصد)	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰
۱ـ	۴/۶	۶/۳	۷/۹	۹/۵	۱۱/۳	۱۳/۵	۱۶/۵	۲۱
۱۰	۴/۶	۶/۳	۷/۹	۹/۵	۱۱/۲	۱۳/۴	۱۶/۴	۲۰/۹
۲۱	۴/۵	۶/۲	۷/۷	۹/۲	۱۱	۱۳/۱	۱۶	۲۰/۵
۳۲	۴/۳	۵/۹	۷/۴	۸/۹	۱۰/۵	۱۳/۶	۱۵/۴	۱۹/۸
۴۳	۴	۵/۶	۷	۸/۴	۱۰	۱۲	۱۴/۶	۱۹/۱
۵۴	۳/۷	۵/۲	۶/۶	۷/۹	۹/۴	۱۱/۳	۱۴	۱۸/۲
۶۶	۳/۴	۴/۸	۶/۱	۷/۴	۸/۸	۱۰/۶	۱۳/۱	۱۷/۲
۷۷	۳	۴/۳	۵/۶	۶/۸	۸/۲	۹/۹	۱۲/۳	۱۶/۲

مثال: یک قطعه چوب سوزنی‌برگ برای مدت لازم در محیطی با رطوبت نسبی ۵۰ درصد و درجه‌حرارت ۲۱ درجه‌سانتی‌گراد قرار گرفته و به‌حالت تعادل رطوبت با محیط رسیده است. از جدول ۱ــ۱ میزان تقریبی رطوبت چوب را تعیین کنید.

راه حل: در جدول ۱ــ۱ خطی افقی از درجه‌حرارت ۲۱ درجه سانتی‌گراد (خط قرمز افقی) و خطی عمودی از رطوبت نسبی ۵۰ درصد ترسیم می‌کنیم (خط قرمز عمودی). محل برخورد دو خط قرمز افقی و عمودی نشان‌دهنده‌ی رطوبت چوب است. **رطوبت این چوب۹/۲ درصد** خواهد بود.

مثال: قطعه‌چوب سوزنی‌برگ مثال بالا را به محیطی با رطوبت نسبی ۷۰ درصد و درجه‌حرارت ۳۲ درجه سانتی‌گراد انتقال می‌دهیم و در محیط جدید برای مدتی نگه می‌داریم تا به‌حالت تعادل رطوبت با محیط جدید برسد. براساس جدول ۱ــ۱ رطوبت چوب را به‌طور تقریبی تعیین کنید.

راه حل: مانند راه حل مثال بالا،در جدول ۱ــ۱ ابتدا خطی افقی از درجه‌حرارت ۳۲ درجه سانتی‌گراد (خط زرد افقی) و سپس خطی عمودی از رطوبت نسبی ۷۰ درصد ترسیم می‌کنیم (خط زرد عمودی). محل برخورد دو خط زرد افقی و عمودی نشان‌دهنده‌ی رطوبت چوب در محیط

جدید است. رطوبت این چوب۱۳/۶ درصد خواهد بود.

مثال: اگر قطعه‌ای چوب سوزنی‌برگ در تعادل رطوبت با محیط با دمای ۲۱ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵۰ درصد را به محیطی دیگر با دمای ۳۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۷۰ درصد انتقال دهیم، چوب در محیط جدید به تعادل رطوبت با محیط می‌رسد. تغییر در رطوبت تعادل چوب به‌چه میزان است؟

راه حل: رطوبت تعادل چوب در محیط با دمای ۲۱ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵۰ درصد برابر ۹/۲ است. رطوبت تعادل چوب در محیط با دمای ۳۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۷۰ درصد برابر ۱۳/۶ درصد است؛ بنابراین، تغییر درصد رطوبت تعادل چوب برابر: ۴/۴ = ۹/۲ − ۱۳/۶ درصد خواهد بود؛ یعنی، در اثر جابه‌جایی چوب از محیط اول به محیط دوم، معادل ۴/۴ درصد به رطوبت چوب افزوده می‌شود.

۶ــ۱ــ رطوبت چوب حین مصرف

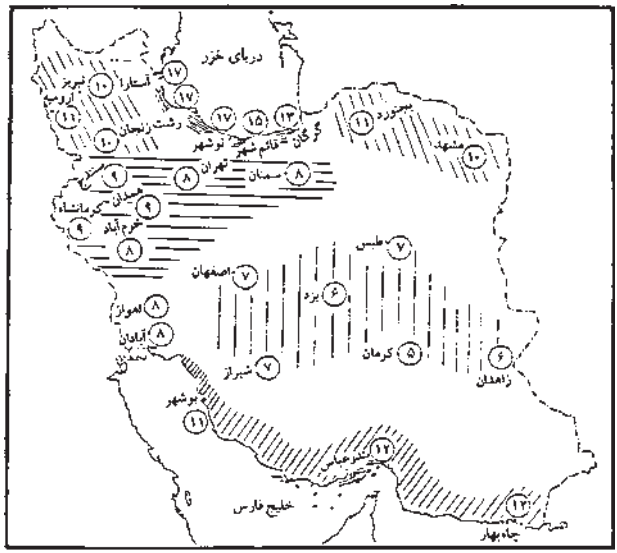
از بحث‌های گذشته به این نتیجه کلی می‌رسیم که رطوبت چوب در شرایط متفاوت آب و هوایی (رطوبت نسبی و درجه حرارت) متغیر است. به‌دنبال تغییراتی در شرایط آب وهوایی چوب همکشیده و واکشیده می‌شود. اغلب می‌بینیم که اگر صندلی، میز یا هر محصول چوبی که در شمال ایران ساخته می‌شود، به مناطق خشک‌تر کشور انتقال داده شود، اتصال‌های آن باز می‌شود. اغلب از تحمل این محصولات در مقابل نیروهای واردشده کاسته می‌شود و آن‌ها دراثر واردشدن نیروهایی می‌شکنند. دلیل بازشدن اتصال‌ها همکشیده‌شدن چوب دراثر انتقال از یک منطقه مرطوب به منطقه‌ای خشک‌تر است. به‌دنبال این انتقال،چوب رطوبت خود را از دست می‌دهد.

برای کم‌کردن و حتی از بین‌بردن میزان همکشیدگی و واکشیدگی چوب در مناطق مختلف، لازم است چوب را برای هر منطقه تا رطوبت تعادل چوب در آن منطقه خشک کرد. برای پی‌بردن به اینکه باید چوب درمناطق مختلف تا چه اندازه خشک شود، پژوهشگران با توجه به شرایط آب و هوایی (رطوبت‌نسبی و درجه‌حرارت) مناطق مختلف هر کشور، رطوبت تعادل چوب را محاسبه یا تعیین کرده و به‌صورت نقشه‌ها و جدول‌هایی ارائه داده‌اند.

ذکر این نکته ضروری است که رطوبت نسبی و درجه حرارت در ماه‌های مختلف سال در هر منطقه‌ای متغیر است بنابراین برای تعیین رطوبت تعادل چوب میانگین آن بیان می‌شود.

در شکل ۱۳ــ۱ رطوبت تعادل چوب (میانگین رطوبت تعادل چوب در فصل‌های مختلف) آمده

است که می‌تواند راهنمای خوبی برای خشک‌کردن چوب برای استفاده در مناطق مختلف ایران باشد.



شکل۱۳ــ۱ــ میانگین رطوبت تعادل سالیانه چوب در نقاط مختلف ایران
عددهای درون دایره، میانگین رطوبت چوب است.

۷ــ۱ــ جابجایی آب در چوب

خشک‌کردن چوب به معنی انتقال آب از درون چوب به سطح آن و سپس تبخیر این آب است.

هنگام خشک‌کردن چوب، معمولاً آب از مناطق مرطوب‌تر به مناطق با رطوبت کم‌تر (خشک‌تر) جریان می‌یابد. اغلب گفته می‌شود چوب ازخارج به طرف داخل خشک می‌شود ؛ به‌این معنی که اگر هدف خارج‌کردن آب از چوب است (خشک‌کردن چوب)، سطح چوب باید خشک‌تر از قسمت داخلی آن باشد.

سرعت خشک‌شدن چوب به سرعت جداسازی آب از سطح چوب، سرعت حرکت توده آب به سطح چوب و پدیده‌ی انتشار پخشندگی بستگی دارد. در مراحل ابتدایی خشک کردن، اغلب سرعت خشک کردن به وسیله تبخیر سطحی کنترل می‌شود و سپس در مراحل بعدی، سرعت خشک‌کردن به‌وسیله‌ی ویژگی‌های انتشار آب در چوب کنترل می‌گردد.

سرعت حرکت رطوبت در داخل چوب به عوامل زیر بستگی دارد :

ــ رطوبت نسبی هوای اطراف چوب

ــ شدت تغییرات یا اختلاف رطوبت در قسمت‌های مختلف چوب

ـ درجه حرارت چوب

هرچه درجه‌حرارت چوب زیادتر باشد، سرعت حرکت رطوبت از مناطق مرطوب داخلی به سطح خشک‌تر سریع‌تر است. وجود درجه‌حرارت خیلی زیاد، به چین‌خوردگی، شانه عسلی‌شدن و کم شدن مقاومت می‌انجامد.

وزن مخصوص یکی از خواص فیزیکی است که ما را در زمینه‌ی آسان یا سخت خشک شدن چوب راهنمایی می‌کند. به‌طورکلی، هرچه وزن مخصوص چوب بیش‌تر باشد، سرعت خشک شدن آن کندتر می‌شود. احتمال به‌وجودآمدن عیب‌های خشک‌کردن نیز در این شرایط بالا می‌رود.

۸ــ۱ــ معایب خشک‌کردن چوب

عیب‌هایی که از کیفیت و ارزش چوب می‌کاهند، اغلب درحین بهره‌برداری، اره‌کشی، خشک‌کردن، پرداخت و جابجایی مکانیکی به‌وجود می‌آیند. درحین خشک کردن، هدف اصلی به حداقل‌رساندن معایب ناشی از خشک‌کردن است. البته باید بگوییم که شدت مواظبت و کاستن از عیب‌های خشک‌کردن به مصرف نهایی چوب بستگی دارد.

عیب‌های خشک‌کردن چوب را می‌توان به سه گروه اصلی تقسیم کرد :

۱ــ عیب‌های ناشی از جمع‌شدن چوب و کم‌شدن ابعاد آن که در درجه‌حرارت خشک زیاد و رطوبت نسبی کم به‌وجود می‌آیند. این عیب‌ها شامل ترک، چین‌خوردگی، پیچیدگی و شانه عسلی‌شدن است.

۲ــ عیب‌های ناشی از رشد قارچ‌ها که به طور کامل در فصل ۵ شرح داده خواهد شد.

۳ــ رنگی‌شدن شیمیایی چوب که در مقاطع تحصیلی بالاتر به آن پرداخته خواهد شد.

۱ ــ۸ــ۱ــ ترک سطحی: ترک سطحی در حقیقت شکستگی در اشعه‌های چوبی در سطح تخته‌های مماسی یا دیگر انواع چوب‌هاست. اگر چوب دارای کانال‌های رزین و حاوی رگه‌های مواد معدنی هم باشد، ترک سطحی اتفاق می‌افتد. در شکل ۱۴ــ ۱ ترک‌های سطحی را پس از خشک‌شدن چوب مشاهده می‌کنید. اگر ضخامت تخته کم‌تر از حدود ۴ سانتی‌متر باشد، شانس به‌وجودآمدن ترک سطحی در ضخامت تخته خیلی کم است.

شکل ۱۴ــ ۱ــ ترک‌های سطحی در تخته

ترک سطحی معمولاً در مراحل اولیه خشک‌کردن اتفاق می‌افتد. البته همواره چنین نیست و درمورد چوب سوزنی‌برگان خطر به وجودآمدن ترک سطحی در مراحل دیگر نیز وجود دارد.

دلیل به‌وجود آمدن ترک سطحی به‌شرح زیر است :

در مراحل اولیه، با توجه به اینکه رطوبت نسبی محیط اطراف چوب پایین است، سطح چوب خیلی سریع خشک می‌شود و چون قسمت عمقی چوب هنوز مرطوب است، در سطح چوب همکشیدگی ایجاد شده و نتیجتاً، دراثر اختلاف ابعاد سطحی و عمقی ترک به‌وجود می‌آید.

خوشبختانه بسیاری از ترک‌های سطحی ــ بویژه در پهن‌برگان ــ درحین خشک‌کردن بسته می‌شوند. در محصولاتی که به پرداخت سطحی خیلی خوب نیاز دارند (نظیر کابینت، مبلمان و ...) ترک‌های بسته‌شدنی مطلوب نیستند ؛ زیرا این ترک‌ها هنگام استفاده از محصولات چوبی دراثر تغییرات رطوبت مجدداً باز خواهند شد.

اندازه ترک سطحی نیز بر مصرف چوب تأثیر می‌گذارد. ترک‌های سطحی خیلی ریز که به‌وسیله عملیات ماشینی و پرداخت ازبین می‌روند، چندان اهمیتی ندارند.

چوب‌هایی را که دراثر عملیات خشک کردن درهوای آزاد ترک‌های سطحی برداشته‌اند، نباید قبل یا درطی خشک‌کردن در کوره، خیس کرد یا در معرض رطوبت نسبی زیاد قرار داد ؛ زیرا چنین عملیاتی معمولاً ترک را بزرگ‌تر، پهن‌تر یا عمیق‌تر خواهد کرد ؛ به‌علاوه، پس از خشک‌کردن در کوره نیز نباید چوب‌های دارای ترک سطحی را خیس کرد ؛ زیرا در این حالت نیز ترک‌ها بزرگ می‌شوند.

۲ــ۸ــ۱ــ ترک انتهایی : ترک انتهایی نیز همچون ترک سطحی‌معمولاً در اشعه چوبی اتفاق می‌افتد ولی این مورد در سطح انتهایی تخته‌هاست. این ترک‌ها نیز در مراحل اولیه خشک‌کردن به وجود می‌آیند. اگر در مراحل اولیه از رطوبت نسبی بالا استفاده شود و مقاطع چوب اندود گردند میزان این نوع ترک‌ها را می‌توان به‌حداقل رساند.

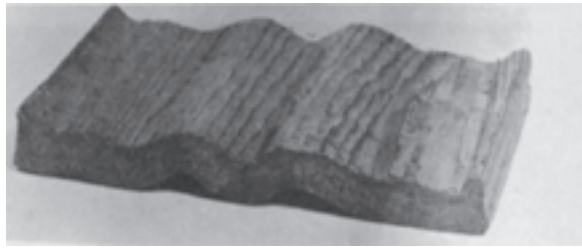
چوب‌هایی را که دارای ترک انتهایی هستند، نباید درحین خشک‌کردن یا پس از آن خیس کرد یا در معرض رطوبت نسبی زیاد قرار داد. در تمام گونه های چوبی، تمایل به بوجودآمدن ترک انتهایی با افزایش ضخامت چوب زیاد می‌شود. به‌این دلیل، در مواردی که احتمال ترک انتهایی زیاد است، باید انتهای چوب را قبل از خشک‌کردن اندود کرد. اگر اندودکردن در چوب تازه بریده‌شده و انتهای چوب بدون ترک در حالت خیس انجام گیرد، کارایی آن بیش‌تر می‌شود.

شکل ۱۵ــ۱ــ ترک انتهایی در چوب بلوط

۳ــ۸ــ ۱ــ شکاف انتهایی : اگر ترک انتهایی گسترش یابد و بزرگ شود، به شکاف انتهایی می‌انجامد ؛ بنابراین، اگر از بزرگ‌شدن و گسترش ترک انتهایی جلوگیری‌شود، امکان به‌وجودآمدن شکاف انتهایی از بین می‌رود ؛ به‌علاوه، اگر چوبدستک‌ها در انتهای دسته‌بندی چوب‌ها و محل توسعه ترک‌های انتهایی قرار گیرند، امکان ایجاد شکاف انتهایی کمتر می‌شود.

شکل ۱۶ــ۱ــ شکاف انتهایی

۴ــ۸ــ۱ــ چین‌خوردگی : چین‌خوردگی در حقیقت به‌هم‌خوردن شدید یا لهیده شدن سلول‌هاست. اگر مقدار چین‌خوردگی کم باشد، تشخیص آن مشکل و شاید غیرممکن خواهد بود ولی دراثر چین‌خوردگی شدید، سطح تخته موجدار خواهد شد. در شکل۱۷ــ۱موجدار شدن چوب نشان داده شده است.

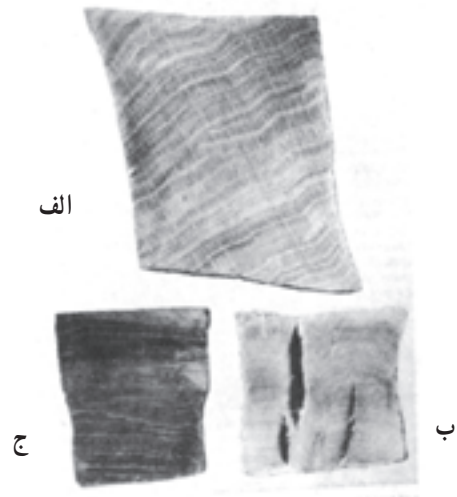


شکل ۱۷ــ۱ــ چین‌خوردگی شدید (موجدارشدن) چوب

اگر سطح چوب در مراحل اولیه خشک‌کردن، دراثر درجه‌حرارت خیلی زیاد به‌سرعت خشک‌شود، امکان چین‌خوردگی به همراه برون‌سختی و پیچیدگی شدید زیاد است ؛ به علاوه، اگر چوب را از حالت تر در کوره چوب‌خشک‌کنی خشک کنیم، احتمال چین‌خوردگی بیش‌تر می‌شود.

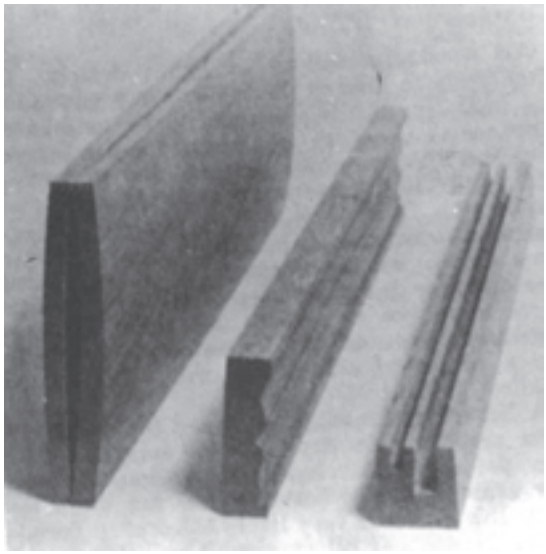
درون چوب بیش از برون چوب در معرض چین‌خوردگی قرار دارد. به‌طوری‌که اگر درون چوب بلوط را در کوره چوب‌خشک‌کنی در درجه‌حرارت ۵۰ درجه سلسیوس یا بالاترخشک کنیم، خیلی شدید چین‌خورده می‌گردد. ولی اگر همین چوب را در هوای آزاد و زیرسایه خشک‌کنیم، با چین‌خوردگی روبرو نخواهیم شد. در شکل ۱۸ــ۱ چند نوع چین‌خوردگی را مشاهده می‌کنید. در شکل ۱۸ــ۱ــ الف سطح مقطع چوب به شدّت چین‌خورده شده ولی هیچ‌گونه برون‌سختی یا ترک مشاهده نمی‌شود. در شکل ۱۸ــ۱ــب چین‌خوردگی و شانه عسلی شدن با هم اتفاق افتاده است.

در شکل ۱۸ــ۱ــج قسمت پایینی چوب که شامل درون چوب است، چین‌خورده شده ولی قسمت بالا که شامل برون چوب است، فقط همکشیده شده است.



شکل ۱۸ــ۱ــ چند نوع چین‌خوردگی در چوب اوکالیپتوس

۵ــ۸ــ۱ــ برون‌سختی: دلیل به‌وجودآمدن برون‌سختی، خشک‌کردن خیلی سریع و غیر یکنواخت است. اگر درجه حرارت خشک‌کن خیلی زیاد باشد یا رطوبت نسبی هوای درون خشک‌کن خیلی کم باشد یا در درجه‌حرارت و رطوبت نسبی تغییرات زیادی وجود داشته باشد، خشک شدن خیلی سریع و سطحی اتفاق می‌افتد. در چنین حالتی، چوب به برون‌سختی دچار می‌شود که در شکل ۱۹ــ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱۹ــ۱ــ برون‌سختی در یک‌قطعه چوب خشک

برای جلوگیری از به‌وجود آمدن برون‌سختی، باید از برنامه چوب خشک‌کنی در درجه‌حرارت پایین و رطوبت نسبی بالا استفاده کرد ؛ به‌علاوه ، درجه‌حرارت و رطوبت نسبی را باید به‌دقت کنترل کرد و از یکنواختی آن‌ها اطمینان یافت. به‌علاوه باید طی برنامه چوب‌خشک‌کنی آزمایش‌های مکرری در تعیین برون‌سختی انجام گیرد. در شکل ۲۰ــ۱ نحوه آزمایش برون‌سختی نشان داده شده است.

در شکل ۲۰ــ۱ــالف ؛ نمونه‌ی چوب تر نشان داده شده است. وقتی سه برش در چوب ایجاد می‌شود، قسمت‌های باقی‌مانده بدون انحنا می‌مانند.

در شکل ۲۰ــ۱ــب ؛ یک نمونه چوب در ابتدای خشک‌کردن نشان داده شده است. دراثر فشارهای کششی به‌طرف بیرون، بریدگی‌ها به سمت خارج متمایل می‌شوند.

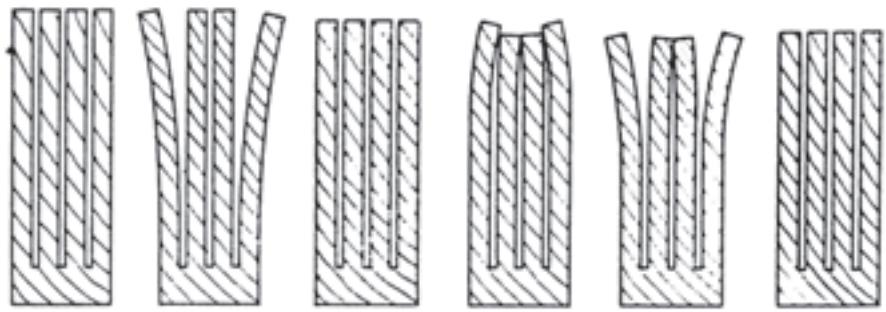
در شکل ۲۰ــ ۱ــج ؛ به‌دلیل همکشیدگی داخلی، فشارها ازبین می‌روند و بریدگی‌ها صاف می‌شوند.

در شکل ۲۰ــ۱ ــد ؛ چوب دارای برون‌سختی است.

در شکل۲۰ــ ۱ ــ هـ ؛ چوب پس از بخارزنی برگشت پیدا کرده است ؛ برون‌سختی بریدگی‌های خارجی ازبین رفته و انحنا به خارج ایجاد شده است.

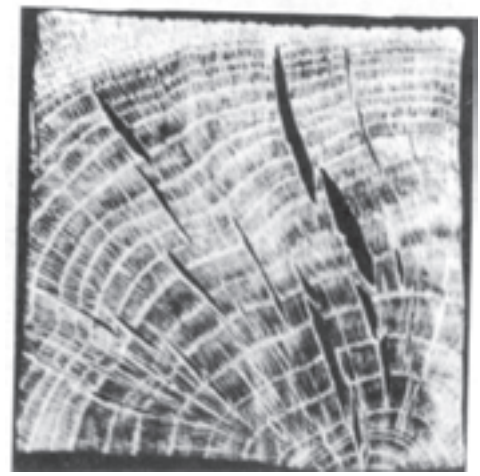
در شکل ۲۰ــ۱ ــ و ؛ چوب خیلی خوب خشک‌شده و بدون فشار است.

برون سختی همواره با ترک سطحی، پیچیده‌شدن و انحنا پیداکردن اتفاق می‌افتد. هنگام خشک‌کردن چوب‌های خیلی تر و خیلی فشرده احتمال ایجاد برون‌سختی بیش‌تر است.



شکل ۲۰ــ۱ــ نمونه‌های مختلف آزمایش برون‌سختی

۶ــ۸ــ۱ــ شانه عسلی‌شدن: شانه عسلی‌شدن در حقیقت به‌وجودآمدن سوراخ‌ها وترک‌های داخلی در چوب است. دلیل شانه عسلی‌شدن چوب درحین خشک‌شدن شکست‌های کششی در الیاف است که اغلب در اشعه‌های چوبی اتفاق می‌افتد. در شکل ۲۱ــ۱ شانه عسلی‌شدن در مقطع یک قطعه چوب بلوط نشان داده شده است.

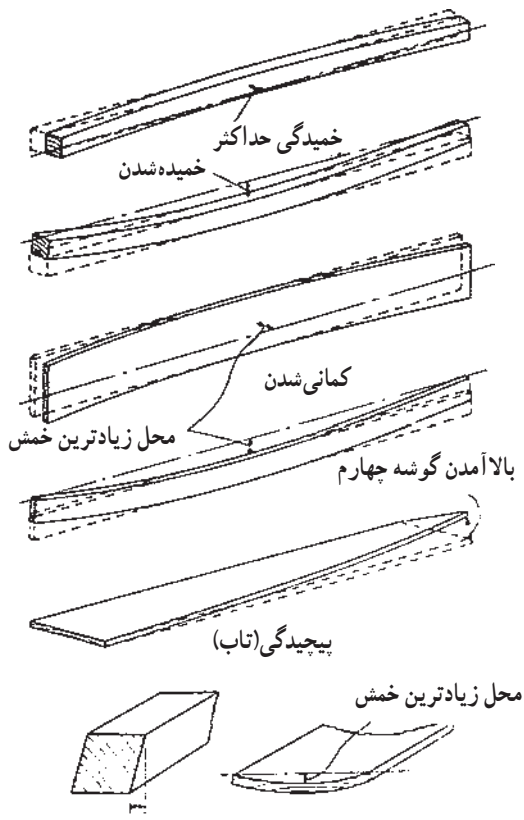


شکل ۲۱ــ۱ــ شانه عسلی‌شدن مقطع یک‌قطعه چوب بلوط

اگرچوب را زمانی که تر است و آب در حفره‌های آن وجود دارد، به‌مدت طولانی در درجه حرارت خیلی بالا نگه داریم، شانه‌عسلی در آن به‌وجود می‌آید. بنابراین وقتی که چوب دارای آب آزاد است، نباید از درجه‌حرارت زیاد استفاده شود. این امر از احتمال شانه‌عسلی‌شدن آن می‌کاهد.

شکست حلقه‌ای : شکست حلقه‌ای در امتداد و موازی دوایر رویش سالانه به‌وجود می‌آید.

۷ــ۸ــ۱ــ معوج‌شدن: به‌دلیل اختلاف در همکشیدگی شعاعی، مماسی و طولی دراثر خشک‌شدن، احتمال معوج‌شدن چوب وجود دارد. انواع معوج‌شدن‌را در شکل ۲۲ــ۱ می‌بینید.



شکل ۲۲ــ۱ــ انواع معوج شدن چوب دراثر خشک‌کردن

۸ــ۸ــ۱ــ ترک‌خوردن گره: اغلب گره‌های ترک‌خورده را از معایب می‌دانند. ترک‌ها اغلب درالیاف انتهایی گره در اشعه چوبی مشاهده می‌شود (شکل ۲۳ــ۱). دلیل به‌وجودآمدن این نوع ترک‌ها، اختلاف در میزان همکشیدگی موازی و عمود بر دوایر رویش سالانه در یک گره است. اگر در مراحل اولیه خشک‌کردن از رطوبت نسبی خیلی کم استفاده شود، این پدیده اتفاق می‌افتد؛ بنابراین، اگر از رطوبت نسبی زیاد یا رطوبت چوب زیادتر در مراحل اولیه خشک‌کردن استفاده شود، این عیب را می‌توان کنترل کرد ولی جلوگیری از آن امکان‌پذیر نیست.

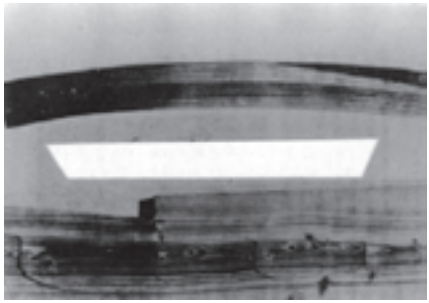
شکل ۲۳ــ۱ــ یک گره ترک‌خورده

گره شل‌شده : بعضی از گره‌ها درحین خشک‌کردن چوب شل می شوند. به شکل ۲۴ــ ۱ توجه کنید. دلیل شل شدن گره، همکشیدگی در هر دو جهت و جدا شدن آن از الیاف پیرامون خود است. رفع این عیب امکان‌پذیر نیست.

شکل۲۴ــ۱ــ یک گره شل‌شده

۹ــ۸ــ۱ــ عیب‌هایی که در اثر وجود چوب واکنشی به‌وجود می‌آیند[1]

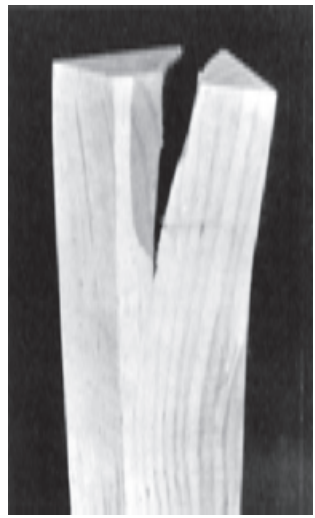
چوب فشاری: چوب فشاری معمولاً در قسمت زیرین درختان خمیده و شاخه‌های سوزنی‌برگان ایجاد می‌شود. همکشیدگی طولی چوب فشاری بیشتر از چوب نرمال است و درنتیجه، تخته‌هایی که دارای چوب فشاری هستند، دراثر خشک‌شدن کمانی‌شده، خمیده و پیچیده می‌گردند. در شکل ۲۵ــ ۱ یک تخته که در اثر وجود چوب فشاری دراثر خشک‌شدن خمیده شده است، دیده می‌شود.



شکل ۲۵ــ۱ــ وجود رگه‌ای از چوب فشاری (نوار تیره‌رنگ) به کمانی‌شدن نمونه انجامیده است.

۱ــ استاندارد ملی ایران ۱۱۲۴

اگر با مهارکردن چوب فشاری از این پدیده جلوگیری شود، چوب فشاری گسیخته می‌گردد و بریدگی عرضی در آن به‌وجود می‌آید. به شکل ۲۶ــ۱ توجه کنید. این تکه چوب در هنگام خشک شدن، به‌دلیل چوب فشاری و اختلاف همکشیدگی طولی بین چوب نرمال و فشاری، ترک‌خورده است.



شکل ۲۶ــ۱ــ ترک برداشتن یک قطعه چوب کاج دراثر وجود چوب فشاری

چوب کششی[1]: چوب کششی در قسمت بالایی تنه و شاخه خمیده درختان پهن‌برگ ایجاد می‌شود. همکشیدگی طولی تخته‌های چوب پهن‌برگ دارای چوب کششی بیش‌تر از چوب نرمال است. دراثر این پدیده، چوب پس از خشک شدن کمانی و پیچیده می‌شود.

۱۰ــ۸ــ۱ــ کم‌شدن ابعاد چوب (همکشیدگی چوب): در رطوبت کم‌تر از نقطه اشباع الیاف، اگر چوب رطوبت از دست دهد (آب آغشتگی آن جدا شود)، همکشیده می‌شود. برعکس، اگر آب وارد ساختمان دیواره سلول آن شود، چوب واکشیده می‌گردد.

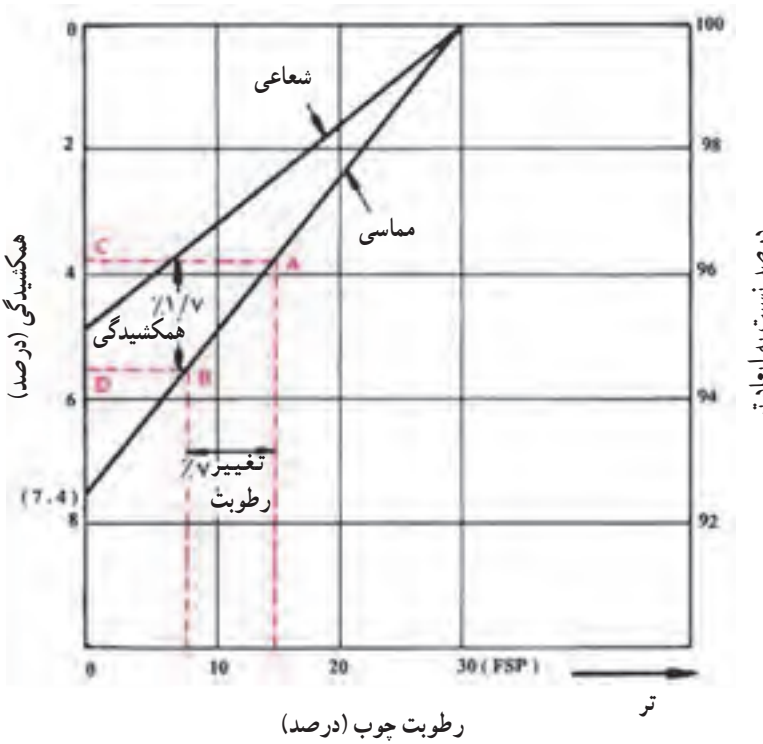
همکشیدگی و واکشیدگی قطعات کوچک چوب، پدیده‌ای برگشت‌پذیر است؛ یعنی، به‌همان اندازه که چوب دراثر جذب رطوبت واکشیده می‌شود، دراثر دفع همان رطوبت، به‌همان مقدار همکشیده می‌شود. ولی همکشیدگی و واکشیدگی قطعات بزرگ‌تر چوب به‌طور کامل برگشت‌پذیر نیست و دلیل آن، فشارهای درونی خشک‌کردن است؛ به‌عنوان مثال، وقتی چوب تا رطوبت ۱۵ درصد خشک

۱ــ استاندارد ملی ایران ۱۱۲۴

شود، حدود ۵۰ درصد کل همکشیدگی اتفاق می‌افتد ؛ به‌علاوه، اگر چوب تا ۸ درصد رطوبت خشک شود، تقریباً $\frac{۳}{۴}$ کل همکشیدگی چوب اتفاق می‌افتد.

همکشیدگی تقریبی و تغییر دراندازه چوب کاج تدا در شکل۲۷ــ۱ نشان داده شده است.

نکته جالب توجهی که از شکل ۲۷ــ۱ می‌توان آن‌را به روشنی تشخیص داد، رابطه خطی همکشیدگی دراثر تغییر رطوبت چوب است.



شکل ۲۷ــ۱ــ برآورد همکشیدگی و تغییر ابعاد چوب دراثر دفع رطوبت

همکشیدگی بعضی از چوب‌های مشابه پهن‌برگ ایران در جدول ۲ــ۱ خلاصه شده است که می‌تواند به‌عنوان راهنما مورد استفاده قرار گیرد ولی ارقام واقعی باید از طریق آزمایش تعیین شوند.

رابطه‌ی میان همکشیدگی و رطوبت چوب تقریباً خطی است و تعیین میزان همکشیدگی چوب را میان دو مقدار رطوبت امکان‌پذیر می‌سازد (اگر مقدار همکشیدگی بین حالت تر تا کاملاً خشک مشخص باشد).

جدول ۲ــ۱ ــ مقدار همکشیدگی از چوب حالت تر تا حالت کاملاً خشک

گونه	همکشیدگی		
	شعاعی	مماسی	حجمی
زبان گنجشک سفید	۴/۹	۷/۸	۱۳/۳
ملچ آمریکایی	۴/۲	۷/۲	۱۴/۶
افرا قندی	۴/۸	۹/۹	۱۴/۷
بلوط قرمز	۴	۸/۶	۱۳/۷
گردوی سیاه	۵/۵	۷/۸	۱۳/۸

مثال: مقدار همکشیدگی مماسی چوب شکل ۲۷ــ۱ را در اثر کم‌شدن رطوبت از ۱۵ درصد به ۸ درصد تعیین کنید.

راه حل: برای تعیین میزان همکشیدگی در اثر کم شدن رطوبت از ۱۵ به ۸ درصد دو راه حل وجود دارد :

راه حل اوّل : در شکل ۲۷ــ۱ دو خط عمودی از رطوبت‌های ۱۵ و ۸ درصد ترسیم می‌کنیم (خط‌های قرمز عمودی) و نقطه برخورد این دو خط عمودی را با منحنی تغییرات همکشیدگی مماسی مشخص می‌نماییم (نقطه‌های A و B).

از نقطه A و B دو خط افقی موازی محور افقی ترسیم می‌کنیم (خط‌های قرمز افقی) و محل تلاقی آن‌ها را با محور عمودی (محور تغییر همکشیدگی) مشخص می‌کنیم (نقطه‌های C و D).

نقطه C نشان‌دهنده‌ی میزان همکشیدگی در رطوبت ۱۵ درصد و نقطه D نشان‌دهنده میزان همکشیدگی در رطوبت ۸ درصد است. اختلاف این مقدار۱/۷درصد است ؛ یعنی، همکشیدگی در اثر تغییر رطوبت از ۱۵ درصد به ۸ درصد برابر۱/۷درصد است.

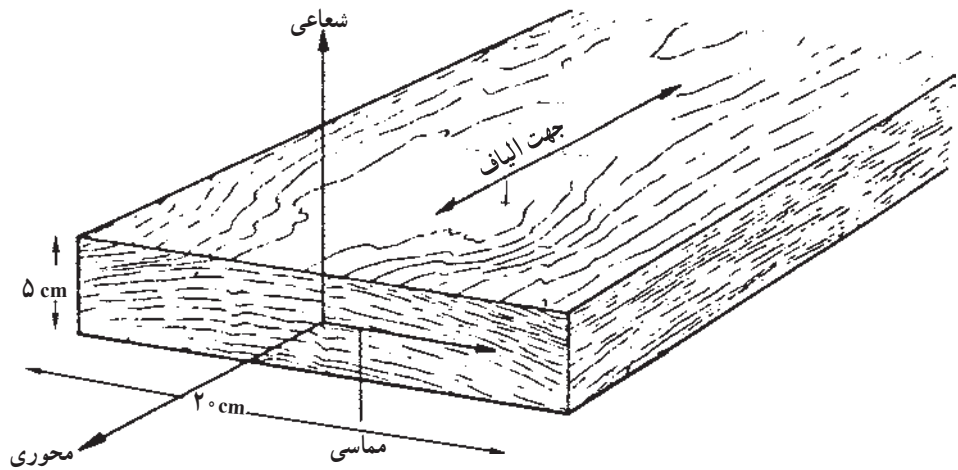
راه حل دوم: کل میزان همکشیدگی از حالت تر (۳۰ درصد رطوبت) تا کاملاً خشک (صفر درصد) طبق شکل ۲۷ــ۱ برابر ۷/۴ درصد است ؛ بنابراین، میزان همکشیدگی به ازای کم‌شدن یک درصد رطوبت چوب برابر $\frac{۷/۴}{۳۰}$ درصد معادل ۰/۲۵ درصد است (با فرض اینکه رطوبت چوب در نقطه اشباع الیاف برابر ۳۰ درصد باشد). با توجه به این‌که تغییرات رطوبت برابر ۷ درصد (۷ = ۸ − ۱۵) است، میزان همکشیدگی در اثر این مقدار کاهش رطوبت برابر :

$۰/۲۵ \times ۷ = ۱/۷۵$

درصد خواهد بود.

مثال: یک تخته مماسی گردوی سیاه به ابعاد ۲۰ سانتی‌متر در ۵ سانتیمتر را که پس از قطع با رطوبت حدود ۵۰ درصد بریده شده است تا رطوبت ۸ درصد خشک می‌کنیم. اندازه نهایی سطح مقطع تخته را تعیین کنید؟

راه حل : تخته‌ای که قسمتی از آن در شکل ۲۸ــ۱ نشان داده شده است، تخته‌ای مماسی است. در یک تخته مماسی، همکشیدگی مماسی در پهنای تخته (۲۰ سانتی‌متر) و همکشیدگی شعاعی در ضخامت تخته (۵ سانتی‌متر) اتفاق می‌افتد.



شکل ۲۸ــ۱ــ یک تخته مماسی که در آن جهت‌های سه‌گانه‌ی چوب نشان داده شده است.

بر اساس جدول ۲ــ۱ میزان همکشیدگی مماسی و شعاعی چوب گردوی سیاه از حالت تر (رطوبت نقطه اشباع الیاف را ۳۰ درصد فرض می‌کنیم) به‌حالت کاملاً خشک به ترتیب ۷/۸ درصد و ۵/۵ درصد است ؛ بنابراین :

= میزان همکشیدگی مماسی دراثر کم شدن یک درصد رطوبت

$$\text{درصد } ۰/۲۶ = \frac{۷/۸ \text{ (درصد)}}{۳۰}$$

= میزان همکشیدگی شعاعی دراثر کم شدن یک درصد رطوبت

$$\text{درصد } ۰/۱۸۳ = \frac{۵/۵ \text{ (درصد)}}{۳۰}$$

درصد ۲۲ = ۸ − ۳۰ = تغییرات رطوبت دراثر خشک شدن

درصد ۵/۷۲ = ۰/۲۶ × ۲۲ = میزان همکشیدگی مماسی دراثر خشک‌کردن از رطوبت اولیه به رطوبت ۸ درصد

درصد ۴/۰۳ = ۰/۱۸۳ × ۲۲ = میزان همکشیدگی شعاعی در اثر خشک‌کردن چوب از رطوبت اولیه به رطوبت ۸ درصد

سانتی‌متر ۱/۱۴ = $\frac{۵/۷۲}{۱۰۰}$ × ۲۰ = میزان کم‌شدن پهنای تخته

سانتی‌متر ۰/۲۰ = $\frac{۴/۰۳}{۱۰۰}$ × ۵ = میزان کم‌شدن ضخامت تخته

سانتی‌متر ۱۸/۸۶ = ۱/۱۴ − ۲۰ = پهنا = ابعاد نهایی سطح مقطع تخته

سانتی‌متر ۴/۸ = ۰/۲۰ − ۵ = ضخامت

دقت کنید : رطوبت اولیه چوب ۵۰ درصد بوده است ولی تغییر ابعاد (همکشیدگی) در رطوبت کمتر از نقطه اشباع الیاف اتفاق می‌افتد ؛ بنابراین، از رطوبت ۳۰ درصد استفاده می‌کنیم.

برای محاسبه‌ی تغییر ابعاد چوب دراثر همکشیدگی، می‌توان از رابطه‌های ریاضی استفاده کرد. همکشیدگی دراثر تغییر رطوبت براساس رابطه زیر تعیین می‌شود :

$$b_d = \frac{b.\gamma_d}{f}$$

که در آن :

b_d = همکشیدگی دراثر تغییر رطوبت به مقدار γ_d (درصد)

b = کل همکشیدگی (درصد)

γ_d = تغییر در رطوبت چوب (درصد)

f = نقطه‌ی اشباع الیاف (۳۰ درصد)

مثال: در مثال بالامیزان همکشیدگی شعاعی و مماسی تخته گردوی سیاه را دراثر خشک شدن تا رطوبت ۸ درصد تعیین کنید.

راه حل: همکشیدگی شعاعی ؛ کل همکشیدگی شعاعی چوب گردوی سیاه ۵/۵درصد است ؛ بنابراین :

درصد ۵/۵ = b

$\gamma_d = ۳۰ - ۸ = ۲۲$ درصد

$f = ۳۰$ درصد

$$b_d = \frac{(\text{درصد } ۲۲)\ (\text{درصد } ۵/۵)}{۳۰(\text{درصد})} = ۴/۰۳ \text{ درصد}$$

همکشیدگی شعاعی دراثر تغییر رطوبت از ۳۰ درصد به ۸ درصد معادل ۴/۰۳ درصد ابعاد اولیه است.

همکشیدگی مماسی: کل همکشیدگی مماسی چوب گردوی سیاه برابر ۷/۸ درصد است ؛ بنابراین :

$b = ۷/۸$ درصد

$\gamma_d = ۲۲$ درصد

$f = ۳۰$ درصد

$$b_d = \frac{(\text{درصد } ۷/۸) \times (\text{درصد} ۲۲)}{۳۰\ (\text{درصد})} = ۵/۷۲ \text{ درصد}$$

همکشیدگی مماسی دراثر تغییر رطوبت از ۳۰ درصد به ۸ درصد معادل ۵/۷۲ درصد ابعاد اولیه است.

تغییر ابعاد دراثر تغییر رطوبت از رابطه زیر محاسبه می‌شود :

$$L_d = \frac{b.\gamma_d.L_۱}{f}$$

که در آن :

L_d = تغییر ابعاد دراثر تغییر رطوبت (سانتی‌متر)

b = کل همکشیدگی (اعشاری یعنی اگر ۷/۸ درصد است،از ۰/۰۷۸استفاده شود)

γ_d = تغییر رطوبت (اعشاری)

f = نقطه اشباع الیاف (۰/۳)

$L_۱$ = ابعاد اولیه (ابعاد تر) (سانتی‌متر)

مثال: در مثال فوق، تغییر ابعاد سطح مقطع تخته گردوی سیاه را دراثر خشک‌کردن تا رطوبت ۸ درصد تعیین کنید.

راه حل : همکشیدگی در پهنا ؛تخته‌ی مورد بحث در جهت پهنا همکشیدگی مماسی دارد ؛ بنابراین :

$b = ۷/۸$ درصد $= ۰/۰۷۸$

$\gamma_d = ۳۰ - ۸ = ۲۲$ درصد $= ۰/۲۲$

$f = ۳۰$ درصد $= ۰/۳$

$L_۱ = ۲۰$ سانتی‌متر

سانتی‌متر کاهش در پهنای تخته $L_d = \frac{۰/۰۷۸ \times ۰/۲۲ \times ۲۰}{۰/۳} = ۱/۱۴$

همکشیدگی در ضخامت : تخته در جهت ضخامت همکشیدگی شعاعی دارد ؛ بنابراین :

$b = ۵/۵$ درصد $= ۰/۰۵۵$

$\gamma_d = ۰/۲۲$

$f = ۰/۳$

$L_۱ = ۵$ سانتی‌متر

سانتی‌متر همکشیدگی در ضخامت تخته $L_d = \frac{۰/۰۵۵ \times ۰/۲۲ \times ۵}{۰/۳} = ۰/۲$

ابعاد نهایی سطح مقطع :

پهنا $= ۲۰ - ۱/۱۴ = ۱۸/۸۴$ سانتی‌متر

ضخامت $= ۵ - ۰/۲ = ۴/۸$ سانتی‌متر

پرسش و تمرین

۱ــ سه هدف از خشک‌کردن چوب را بیان کنید.

۲ــ چوب پهن برگان را درفرآیند خشک‌کردن تعریف کنید.

۳ــ چوب سوزنی‌برگان را در فرآیند خشک کردن تعریف کنید.

۴ــ پس از خشک‌شدن چوب، وجود گره در آن، چه مسأله‌ای را به‌وجود می‌آورد؟

۵ ــ به شکل ۲۵ــ۱ توجه کنید ؛ چرا این چوب دراثر خشک‌شدن خمیده‌شده است؟

۶ــ یک قطعه چوب تر به وزن ۱۵۹ گرم را در اتوو خشک می‌کنیم ؛ بعد از خشک‌شدن کامل وزن آن به ۱۲۰ گرم می‌رسد. میزان رطوبت این چوب را محاسبه کنید.

۷ــ روش الکتریکی تعیین رطوبت چوب را شرح دهید.

۸ــ به شکل ۱۱ــ۱ توجه کنید ؛ در دو حالت زیر رطوبت تعادل چوب را در رطوبت نسبی ۸۰ درصد و ۴۰ درصد از روی شکل تعیین کنید.

الف ــ اگر چوب دراثر دفع رطوبت به‌حالت تعادل رطوبتی رسیده باشد.

ب ــ اگر چوب دراثر جذب رطوبت به‌حالت تعادل رطوبتی رسیده باشد.

۹ــ به شکل ۱۲ــ۱ توجه کنید ؛ رطوبت یک قطعه چوب در شرایط زیر چه مقدار خواهد بود؟

الف ــ رطوبت نسبی ۶۰ درصد و درجه‌حرارت ۲۵ درجه‌سانتی‌گراد

ب ــ رطوبت نسبی ۸۰ درصد و درجه‌حرارت ۶۰ درجه‌سانتی‌گراد

ج ــ رطوبت نسبی ۵۰ درصد و درجه‌حرارت ۱۰۰ درجه‌سانتی‌گراد

۱۰ــ از جدول ۱ــ۱ رطوبت تعادل چوب را در شرایط زیر تعیین کنید.

الف ــ رطوبت نسبی ۴۰ درصد و درجه‌حرارت ۲۱ درجه‌سانتی‌گراد

ب ــ رطوبت نسبی ۵۰ درصد و درجه‌حرارت ۴۳ درجه‌سانتی‌گراد

ج ــ رطوبت نسبی ۷۰ درصد و درجه‌حرارت ۳۲ درجه‌سانتی‌گراد

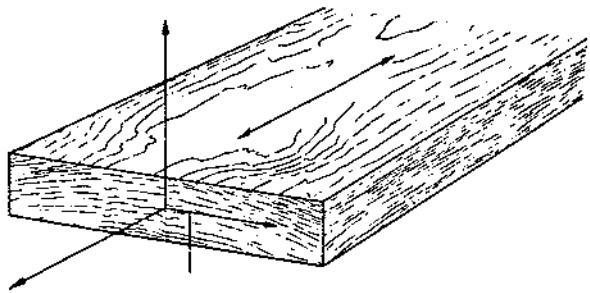
د ــ رطوبت نسبی ۸۰ درصد و درجه‌حرارت ۲۱ درجه‌سانتی‌گراد

هـ ــ رطوبت نسبی ۲۰ درصد و درجه‌حرارت ۵۴ درجه‌سانتی‌گراد

۱۱ــ اگر بخواهیم از چوب در شهرهای زیر استفاده کنیم، به‌طور تقریبی چوب مورد استفاده در شهرهای زیر، چه رطوبتی باید داشته باشد؟ (توجه کنید : به شکل ۱۳ــ۱ مراجعه کنید).

مشهد، کرمان، اصفهان، آبادان، رشت، تبریز، چابهار

۱۲ــ در شکل ۲۹ــ ۱ قسمتی از یک تخته چوبی نشان داده شده است. فلش‌ها چه مفهومی دارند؟



شکل ۲۹ــ۱

۱۳ــ پهنای تخته شکل ۲۹ــ۱ دررطوبت ۲۰ درصد، برابر ۳۰ سانتی‌متر بوده است. این تخته را تا رطوبت ۱۰ درصد خشک کرده‌ایم. با توجه به شکل ۲۷ــ۱ پهنای آن پس از خشک‌شدن چند سانتی‌متر خواهد بود؟

۱۴ــ سه عامل مؤثر بر سرعت خشک‌شدن چوب را نام ببرید.

نمونه سؤال‌های آزمونی فصل اوّل

۱ــ سه هدف خشک کردن چوب را بیان کنید.

۲ــ رطوبت چوب را شرح دهید.

۳ــ روش الکتریکی تعیین رطوبت چوب را شرح دهید.

۴ــ روش هیگرومتریک تعیین رطوبت چوب را شرح دهید.

۵ــ در درجه حرارت ۲۰ درجه سانتی‌گراد اگر یک قطعه چوب را از محیط با رطوبت نسبی ۳۰٪ به محیط با رطوبت نسبی ۸۰٪ انتقال دهیم وزن آن کم می‌شود یا وزن آن زیاد می‌شود؟

۶ــ رطوبت حین مصرف چوب در یزد زیادتر است یا در رشت؟

۷ــ تَرَک سطحی را تعریف کنید.

۸ــ تَرَک انتهایی را تعریف کنید.

۹ــ چین‌خوردگی را تعریف کنید.

۱۰ــ برون‌سختی را تعریف کنید.

۱۱ــ سه عامل مؤثر بر خشک کردن چوب را بیان کنید.

فصل دوم

خشک‌کردن چوب در هوای آزاد

هدف‌های رفتاری : پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود :

۱ــ ویژگی‌های خشک‌کردن چوب را در هوای آزاد شرح دهد ؛

۲ــ یارد چوب‌خشک‌کنی را در هوای آزاد تعریف کند ؛

۳ــ دسته‌بندی در یارد چوب‌خشک‌کنی را شرح دهد ؛

۴ــ روش‌های حمل‌ونقل را در یارد چوب خشک‌کنی بیان کند ؛

۵ــ روش نصب آفتابگیر و هانگار را شرح دهد ؛

۶ــ نحوه‌ی استفاده از حرکت هوا در چوب خشک‌کنی را شرح دهد ؛

۷ــ مدت تقریبی خشک‌کردن چوب را تعیین کند ؛

۸ــ نحوه نصب وسایل حفاظت در انبار و اندودکردن چوب را شرح دهد.

زمان تدریس: ۱۲ ساعت

۲ــ خشک‌کردن چوب در هوای آزاد

۱ــ۲ــ ویژگی‌های خشک‌کردن چوب در هوای آزاد

چوب و محصولات چوبی معمولاً مقدار قابل توجهی رطوبت دارند. اگر این رطوبت خیلی سریع از چوب خارج شود، عیب‌هایی را در چوب ایجاد می‌کند. اگر رطوبت چوب بیش از مقدار مناسب باشد، معمولاً مورد حمله قارچ‌ها و عوامل پوسیدگی قرار می‌گیرد،بنابراین، چوب باید با روش مناسبی خشک شود.

چوب را می‌توان در هوای آزاد (در یارد چوب‌خشک‌کنی) یا در کوره خشک کرد. خشک‌کردن

چوب در هوای آزاد یکی از روش‌های متداول در کارخانه‌های کوچک صنایع چوبی و کارگاه‌های درودگری است. اگرچه در خشک‌کردن چوب در هوای آزاد امکان کنترل کلیه عوامل خشک‌کردن وجود ندارد ولی این روش از مزایا ومعایبی برخوردار است.

۱ــ۱ــ۲ــ معایب خشک کردن چوب در هوای آزاد

ــ خشک‌کردن چوب در هوای آزاد به زمان طولانی‌تری نیاز دارد که در این مدت با توقف و معطلی سرمایه روبرو هستیم.

ــ در زمان طولانی خشک‌کردن، خطر تخریب چوب و پوسیدگی وجود دارد و احتمال آتش‌سوزی و از بین‌رفتن سرمایه زیاد است.

ــ برای بعضی از مصارف چوب نظیر استفاده از چوب در محصولات قابل استفاده در داخل ساختمان، میزان خشک‌شدن چوب کافی نخواهد بود. (رطوبت نهایی چوب به شرایط آب‌وهوایی بستگی دارد).

مزایای عمده و اصلی خشک‌کردن چوب در هوای آزاد به‌شرح زیر است :

ــ بی‌نیازی از تجهیزات چوب‌خشک‌کنی

ــ امکان استقرار واحد چوب‌خشک‌کنی در محلی که امکان بهره‌گیری مناسب از امکانات طبیعی نظیر انرژی خورشیدی و حرکت هوا (باد) وجود داشته باشد.

۲ــ۲ــ یارد چوب‌خشک‌کنی در هوای آزاد

خشک‌کردن چوب در هوای آزاد بستگی قابل توجهی به شرایط آب‌وهوایی و فصل سال دارد ولی یک یارد با سازماندهی خوب عامل بسیار مهمی در موفقیت عملیات خشک‌کردن در هوای آزاد است.

ــ محل مناسب یارد خشک‌کردن چوب نزدیک به کارخانه چوب‌بری یا کارخانه مصرف‌کننده چوب است. اگر کارخانه چوب‌بری به یارد خشک‌کردن چوب مجهز باشد، قادر به تولید و فروش چوب‌های خشک‌شده به مصرف‌کنندگان متعدد است ولی اگر کارخانه مصرف‌کننده چوب دارای یارد خشک‌کردن چوب باشد، در این حالت یارد فقط به یک کارخانه مصرف‌کننده چوب سرویس می‌دهد.

ــ یارد باید دارای فضای کافی بوده که در آن جریان آزاد هوا امکان‌پذیر باشد.

ــ در یارد مستطیل‌شکل و با طول زیاد، درمقایسه با یاردهای مربع هوا بهتر جریان می‌یابد

(شکل ۱ــ۲).

شکل ۱ــ۲ــ یک یارد چوب‌خشک‌کنی

ــ در یارد چوب‌خشک‌کنی نزدیک دریاچه‌ها یا رودخانه تخلیه هوا بهتر انجام می‌گیرد ؛ زیرا جریان حرکت هوا بر روی آب معمولاً قدرتمندتر است.

ــ زمین یارد باید تقریباً مسطح و با شیب خیلی کم باشد.

ــ بهترین کف‌سازی یارد از نوع شنی و بدترین آن از نوع خاکی است ؛ زیرا در نوع خاکی پس از بارش باران و برف کف آن به صورت باتلاقی درمی‌آید و علاوه بر احتمال آلودگی چوب‌آلات، به علت افزایش رطوبت نسبی محیط خشک کردن چوب را به تأخیر می‌اندازد. استفاده از کف بتونی ترجیح دارد ولی هزینه آن زیاد است.

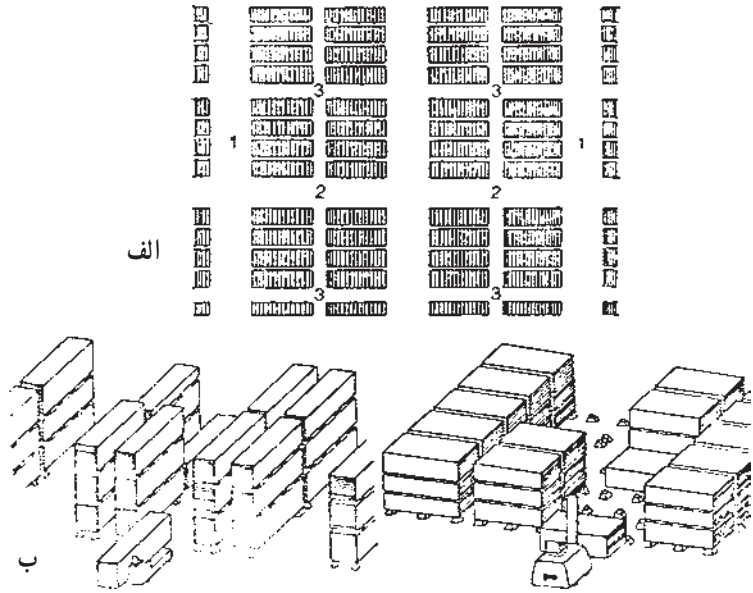
ــ یارد چوب‌خشک‌کنی نباید به‌وسیله تپه‌ها، کوه‌ها، ساختمان‌ها و درختان احاطه شود ؛ زیرا این موانع از جریان باد جلوگیری می‌کنند، زمین را مرطوب نگه می‌دارند، خشک‌کردن را به تأخیر می‌اندازند و خطر پوسیدگی و قارچ‌زدگی را افزایش می‌دهند.

ــ سطح یارد باید تمیز بوده و از وجود علف‌ها پاک شده باشد. برای علف‌کشی می‌توان از مواد شیمیایی مناسب (به‌عنوان مثال کلرات سدیم) استفاده کرد. درصورت وجود علف‌های زیاد در کف یارد، از جریان هوا در زیر دسته‌ها کاسته می‌شود و در مواردی این جریان متوقف می‌گردد.

ــ اگر یارد چوب‌خشک‌کنی درزمین‌های مرطوب قرار داشته باشد، باید به سیستم زهکشی برای جمع‌آوری آب‌های سطحی مجهز شود.

ــ یارد چوب‌خشک‌کنی باید به‌اندازه کافی بزرگ باشد تا امکان ایجاد فاصله کافی بین دسته‌های چوب وجود داشته باشد. دراین‌صورت، کوچه‌های اصلی و کوچه‌های ثانویه به‌اندازه لازم پهن هستند و از انتشار آتش‌سوزی جلوگیری می‌کنند.

در شکل ۲ــ۲ نحوه ایجاد کوچه‌ها در یک یارد چوب خشک‌کنی نشان داده شده است. در شکل ۲ــ۲ــالف تصویر افقی یارد و در شکل ۲ــ ۲ــب پرسپکتیو یارد و وسیله حمل و نقل را می‌بینید.



شکل ۲ــ۲ــ یارد چوب‌خشک‌کنی

به شماره‌های موجود در شکل ۲ــ۲ــ الف توجه کنید ؛شماره ۱ مربوط به کوچه‌های اصلی است که پهنای آن‌ها بین ۷ تا ۹/۵ متر است. در یاردهای بزرگ، پهنای کوچه‌های اصلی را می‌توان تا ۱۸ متر افزایش داد. شماره ۲ مربوط به کوچه‌های ثانویه است که در یاردهای کوچک پهنای آن‌ها دومتر و در یاردهای بزرگ تا ۷ متر است. کوچه‌های حد واسط یا میانی که معمولاً بین دسته‌های مختلف است و در شکل با شماره ۳ نشان داده شده‌اند، یک متر پهنا دارند. باید یادآوری کنیم که در مورد پهنای کوچه‌ها ارقام متفاوتی ارائه شده است که با توجه به شرایط آب‌وهوایی و جریان هوا در یارد می‌توان آن‌ها را تغییر داد.

ــ در یارد چوب‌خشک‌کنی باید از تشعشع زیاد و مستقیم نور آفتاب جلوگیری شود ؛ زیرا نور خورشید بر سرعت خشک‌کردن می‌افزاید و عیب‌های خشک‌کردن نظیر شانه‌عسلی‌شدن، ترک‌خوردن، پیچیده‌شدن و حتی در زمان طولانی‌تر پوسیدگی آبی چوب را سبب می‌شود.

ــ در طراحی یارد چوب‌خشک‌کنی باید جریان غالب باد را درنظر داشت.

۱ــ۲ ــ۲ــ یارد مکانیزه چوب‌خشک‌کنی در هوای آزاد: در طراحی یارد با توجه به وسعت و ظرفیت یارد از روش‌های سنتی یا غیر مکانیزه و مکانیزه استفاده می‌شود.

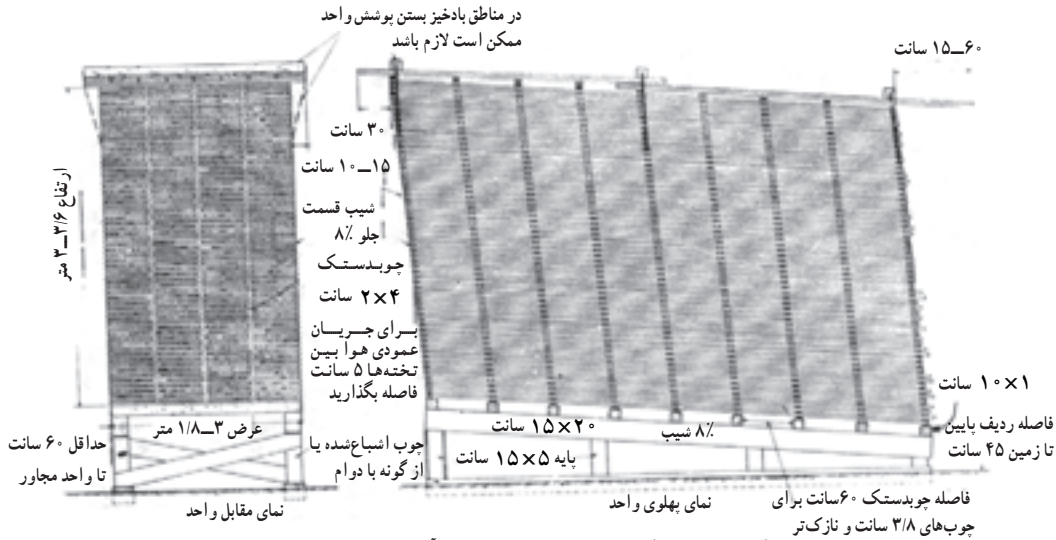
در واحدهای کوچک چوب‌خشک‌کنی نظیر کارگاه‌های کوچک درودگری، از دسته‌بندی عمودی (شکل ۳ــ۲ــ الف) و افقی(مثلثی) (شکل ۳ــ۲ــ ب) استفاده می‌شود. این سیستم خیلی کوچک است و در مقیاس محدود مورد استفاده قرار می‌گیرد.

الف ــ عمودی

ب ــ مثلثی

شکل ۳ــ۲ــ نحوه دسته‌بندی عمودی و افقی

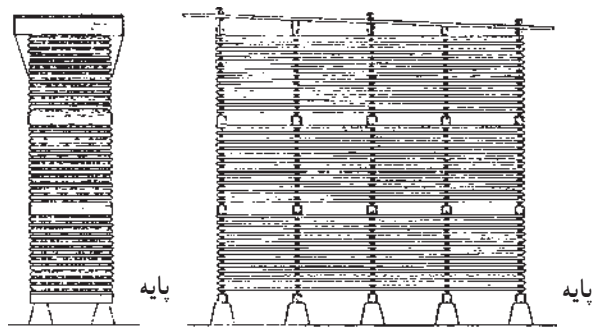
در یاردهای سنتی یا دستی، دسته‌بندی چوب‌ها وچوبدستک‌گذاری را کارگر به‌صورت دستی انجام می‌دهد. پی‌دسته‌ها اغلب شیبدار (با شیب حدود ۸٪) تهیه می‌شوند ؛ به‌علاوه باید دقت کرد که بر روی پی شیبدار فاصله چوب‌ها تا سطح زمین به‌اندازه کافی زیاد باشد تا از جریان هوا جلوگیری نکند (شکل ۴ــ۲).



شکل ۴ــ۲ــ یک واحد دسته‌بندی که در آن شیب دسته نشان داده شده است.

یارد مکانیزه مجهز به ماشین‌آلات است و بر مبنای استفاده حداکثر از جریان هوا طراحی می‌شود. لازم است پایه دسته‌بندی‌ها ارتفاعی مناسب داشته باشد که معمولاً در این نوع یاردها پایه کوتاه و متحرک است.

در این نوع یاردها از قطعات بتنی و یا قطعات چوب با مقطع مربع به ابعاد ۱۰×۱۰ یا ۱۵×۱۵ سانتی‌متر که معمولاً آغشته با مواد محافظ استفاده می‌شود. قطعات چوب پایه متحرک هستند و در هنگام حرکت وسایل نقلیه می‌توان آن‌ها را جابجا کرد. درشکل ۵ ــ۲ قطعات چوبی پایه رامشاهده می‌کنید.



شکل ۵ــ۲ــ یک واحد دسته‌بندی با سه دسته چوب که بر روی پایه‌ها قرار گرفته است.

به‌منظور جلوگیری از تماس تخته‌های قسمت زیردسته و انتقال رطوبت از زمین به چوب و همچنین جهت جلوگیری از پوسیده‌شدن تخته‌های قسمت زیردسته، در یارد چوب‌خشک‌کنی دسته‌های چوب را بر روی پایه یا پی مناسبی قرار می‌دهند.

بنابراین ، پایه هر واحد دسته‌بندی شده چوب باید :

ــ وزن واحد دسته‌بندی را تحمل کند ؛

ــ فاصله پایه‌ها بین ۲۵ تا ۱۵۰ سانتی‌متر (معمولاً ۵۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر) است که این فاصله به ضخامت و گونه چوبی بستگی دارد ؛

ــاگر تخته‌ها نازک هستند برای جلوگیری از خمیده شدن فاصله باید کمتر باشد ؛

ــ مانع تماس چوب با سطح زمین گردد. ارتفاع اولین ردیف تخته از زمین در حدود ۳۰ تا ۴۰ سانتی‌متر باشد ؛

ــ از جریان هوا در زیردسته‌بندی‌ها جلوگیری نکند. در مواردی جریان هوا از بالا و به سمت درون دسته‌بندی‌هاست وخروج آن از قسمت زیر انجام می‌گیرد. در چنین حالتی، پایه باید برای

به‌وجود آمدن جریان لازم از ارتفاع یا بلندی کافی برخوردار باشد ؛

ــ سطح بالایی پایه‌ها باید کمی شیبدار باشد ؛

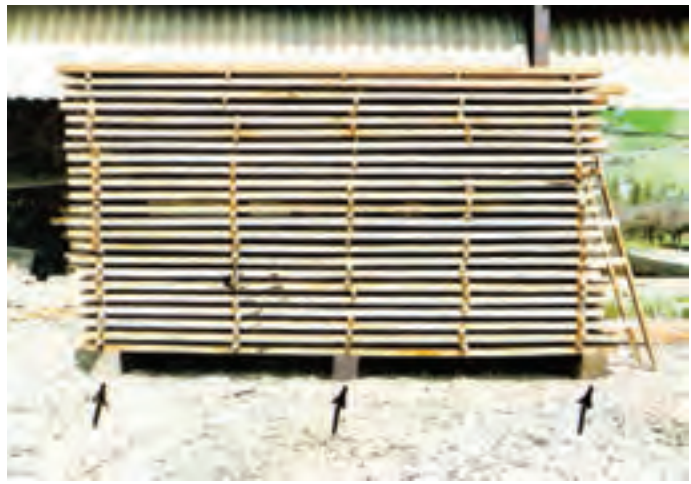
معمولاً ازمواد مختلفی به‌عنوان پایه استفاده می‌شود. متداول‌ترین این مواد عبارتند از :

ــ تیرهای طولی و عرضی چوبی و تراورسی که برای این منظور باید با مواد حفاظتی اشباع شده باشند.

ــ بتون و قطعات سیمانی

ــ تیرهای گرد چوبی یا چهار تراش با اندازه مناسب

ــ آهن نبشی، تیرآهن‌های مستعمل



شکل ۶ــ۲ــ پایه چوبی در یک یارد

۳ــ۲ــ نحوه‌ی دسته‌بندی در یارد چوب‌خشک‌کنی

در فرآیند چوب خشک‌کنی در یارد، مکانیسم و سرعت خشک‌شدن چوب گونه‌های مختلف و با اندازه مختلف متفاوت است. برای خشک‌کردن مناسب و اصولی چوب، لازم است موارد زیر در دسته‌بندی چوب‌ها مورد توجه قرار گیرد :

۱ــ۳ــ۲ــ تفکیک چوب‌ها: تفکیک چوب یا به‌عبارت دیگر جورکردن چوب بر طبق گونه چوبی و ابعاد (اندازه) انجام می‌گیرد. تأثیر گونه چوبی همان‌طور که در فصل اول گفتیم، ویژگی‌های چوب‌خشک‌کنی چوب‌های پهن‌برگ و سوزنی‌برگ و همچنین ویژگی‌های چوب گونه‌های مختلف از یک گروه متفاوت است. بعضی از چوب‌ها نظیر چوب بلوط سخت‌تر و کندتر و برخی به‌آسانی خشک

می‌شوند. لذا برای کسب اطمینان از خشک‌شدن یکنواخت چوب و جلوگیری از ایجاد معایب چوب‌خشک کنی به ویژه ترک‌ها لازم است،چوب گونه‌های مختلف به‌طور جداگانه دسته‌بندی شوند و در دسته‌های جداگانه خشک گردند ؛ به‌عنوان مثال، چوب گونه‌هایی که دیر خشک می‌شوند (نظیر بلوط)،در محلی قرار گیرد که شرایط خشک‌کردن ملایمی داشته باشد.

تأثیر ضخامت چوب : زمان لازم برای خشک‌شدن چوب‌های با ضخامت مختلف، متفاوت است. معمولاً چوب ضخیم دیرتر خشک می‌شود و چوب نازک خیلی سریع رطوبت از دست می‌دهد. مثلاً زمان خشک‌شدن گونه‌ای از چوب به ضخامت ۵ سانتی‌متر تقریباً سه تا چهار برابر همان گونه چوب با ضخامت ۲/۵ سانتی‌متر است. به‌این دلیل، باید چوب‌های با ضخامت یکسان به‌طور جداگانه دسته‌بندی شوند تا خشک‌کردن به‌طور یکسان انجام گیرد. در شکل ۷ــ۲ نحوه دسته‌بندی چوب‌های با ضخامت یکسان نشان داده شده است.

شکل ۷ــ۲ــ چوب‌های با ضخامت یکنواخت در یک دسته قرار می‌گیرند.

تأثیر طول و پهنا : پهنا تأثیر چشم‌گیری بر سرعت خشک‌شدن چوب ندارد ولی برای دسته‌بندی و دستک‌گذاری خوب و مهارکردن بهتر چوب‌ها لازم است چوب‌ها برمبنای طول دسته‌بندی شوند و چوب‌های با طول یکسان در یک دسته قرار گیرند. در شکل ۷ــ۲ نحوه دسته‌بندی چوب را بر مبنای طول می‌بینید. درشکل ۸ــ۲ چوب‌هایی با طول متفاوت در یک دسته قرار گرفته‌اند.

شکل ۸ــ۲ــ چوب‌هایی با طول متفاوت در یک دسته قرار گرفته‌اند.

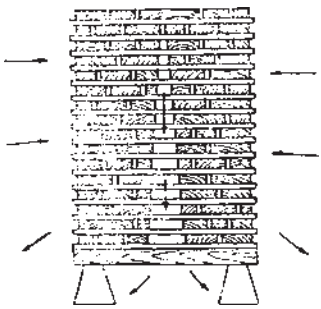
تأثیر نوع برش و درجه : تخته‌های شعاعی کندتر از تخته‌های مماسی خشک می‌شوند ؛ بنابراین، باید این دو نوع تخته به‌طور جداگانه دسته‌بندی شوند.

به‌علاوه باید دقت کرد که تخته‌های مماسی دراثر خشک‌شدن سریعتر ترک می‌خورند ؛لذا لازم است این نوع تخته‌ها در نقاطی از یارد قرار گیرند که خیلی سریع خشک نشوند.

ممکن است چوب‌های درجه بالا و مرغوب دراثر خشک‌کردن نامناسب با افت کیفیت و کاهش درجه مواجه شوند ؛بنابراین، باید چوب‌های با کیفیت یکنواخت به‌طورجداگانه خشک شوند و در خشک‌کردن چوب‌های مرغوب نظیر گردو و ... دقت بیش‌تری شود.

۲ــ۳ــ۲ــ ابعاد دسته‌بندی : ابعاد دسته چوب بر سرعت خشک‌کردن در یارد تأثیر می‌گذارد.

پهنای دسته بر جریان افقی هوا و ارتفاع دسته بر جریان عمودی هوا مؤثر است. در شکل **۹ــ۲** مسیر حرکت افقی و عمودی هوا نشان داده شده است. معمولاً هوا به‌طور افقی در مسیر جریان باد وارد دسته چوب می‌شود و دراثر تبخیر رطوبت چوب خنک می‌گردد و دراثر سنگین‌شدن به‌سمت پایین جریان می‌یابد. دراثر تبخیر تدریجی رطوبت چوب، هوا از بخارآب اشباع می‌شود و خشک‌شدن متوقف می‌گردد یا سرعت آن خیلی کند می‌شود.



شکل ۹ــ۲ــ جریان افقی و عمودی به‌طرف پایین در یک دسته چوب

اگر ارتفاع دسته چوب بیشتر شود، هوا در نقطه رطوبتی بالاتری اشباع می‌شود.

به چند طریق حرکت افقی هوا کاهش می‌یابد یا از آن جلوگیری می‌شود :

ــ اگر دسته‌ها به‌طور موازی قرار داده نشده و پی کوتاه باشد یا این‌که در زیر دسته علف سبزشده باشد و ذرات چوب در روی زمین وجود داشته باشند.

ــ در دسته‌های با پهنای زیادتر حرکت افقی کندتر و مشکل‌تر است.

عامل دوم که بر ابعاد دسته تأثیر می‌گذارد، سیستم حمل‌ونقل در یارد است.

پهنای دسته : نوع و اندازه وسیله حمل‌و نقل تعیین‌کننده پهنای دسته چوب در خشک‌کردن است. به‌علاوه میزان خشک‌شدن نیز بر پهنای دسته تأثیر می‌گذارد. اگر خشک‌کردن چوب تا رطوبت نهایی (مقدار رطوبت حین مصرف) در یارد انجام گیرد، پهنای دسته بین ۹۰ تا ۱۸۰ سانتی‌متر تغییر می‌کند و پهنای مناسب ۱۲۰ سانتی‌متر است. در هنگام دسته‌بندی احتمال دارد بین تخته‌های هر ردیف فاصله‌ای وجود داشته باشد یا این‌که تخته‌ها را چسبیده به‌هم مرتب کنند. در دسته‌های با پهنای ۱۲۰ سانتی‌متر تخته‌ها به‌صورت به‌هم چسبیده قرار می‌گیرند و در هر ردیف، فاصله‌ای وجود خواهد داشت.

اگر هدف خشک‌کردن مقدماتی در یارد و خشک‌کردن نهایی تا رطوبت مورد نظر در کوره باشد، پهنای واگن کوره تعیین‌کننده‌ی پهنای دسته و معمولاً ۱۰۰ تا ۲۴۰ سانتی‌متر متغیر است. در این حالت، بهتر است دو انتها و کناره‌های هر دسته کاملاً مرتب و صاف بوده و فاصله بین تخته‌های هر ردیف به نحوی باشد که هیچ‌کدام در کناره دسته قرار نگیرد.

نکته قابل ذکر دسته‌بندی چوب‌های با کیفیت خشک‌شدن کند است. درصورتی‌که به استفاده از پهنای بیش از ۱۲۰ سانتی‌متر در یک دسته نیاز باشد و چوب‌ها کند خشک‌شوند یا امکان باختگی و پوسیدگی باشد، لازم است بین تخته‌های هر ردیف فاصله‌ای به اندازه ۲/۵ سانتی‌متر وجود داشته باشد. در صورت نیاز به‌سرعت خشک‌شدن زیادتر می‌توان فاصله بین تخته‌های هر ردیف را بیش‌تر انتخاب کرد.

ارتفاع دسته: ضخامت چوب برای خشک‌کردن، ضخامت دستک‌ها و ظرفیت حمل وسیله حمل‌ونقل، تعیین‌کننده ارتفاع دسته است. ارتفاع متداول دسته ۱۲۰ سانتی‌متر است ولی در یک یارد چوب خشک کنی ۴ــ۳ دسته و در مواردی دسته‌های بیش‌تری را روی یکدیگر قرار می‌دهند. در شکل ۱۰ــ۲ نحوه قرارگرفتن چند دسته بر روی یکدیگر نشان داده شده است. چند دسته که روی یکدیگر قرار می‌گیرند، یک واحد دسته‌بندی را تشکیل می‌دهند.

شکل ۱۰ــ۲ــ یک واحد دسته‌بندی که از روی یکدیگر قرارگرفتن سه دسته تشکیل شده است.

رابطه‌ی پهنا و ارتفاع واحد دسته‌بندی : پهنای واحد دسته‌بندی تحت تأثیر پهنای دسته‌هایی است که آن واحد دسته‌بندی را تشکیل می‌دهند. البته درصورت امکان می‌توان پهنای واحد دسته‌بندی را با قراردادن دودسته در کنار یکدیگر دوبرابر کرد که در این‌حالت زیادکردن پهنای واحد دسته‌بندی نباید بر سرعت خشک‌کردن تأثیر منفی و مخرب داشته باشد.

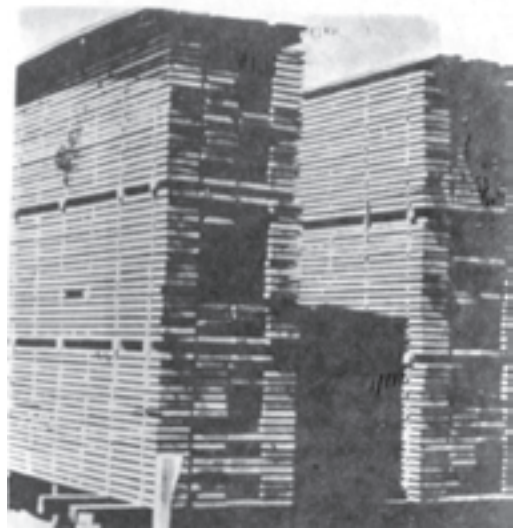
ارتفاع دسته‌بندی تحت تأثیر توان وسیله حمل‌ونقل قرار دارد ولی از ۶ متر تجاوز نمی‌کند و اغلب شامل ۴ دسته است.

درصورت کم‌بودن پهنای دسته نمی‌توان بر ارتفاع واحد دسته‌بندی افزود ؛ زیرا واحد دسته‌بندی تعادل خود را ازدست می‌دهد ؛ به‌علاوه نحوه چیدن و دستک‌گذاری نیز بر ارتفاع واحد دسته‌بندی تأثیر می‌گذارد.

در یک واحد دسته‌بندی که چند دسته بر روی یکدیگر قرار می‌گیرند، معمولاً در بین دسته‌ها چوبدستک مادر واقع می‌شود (شکل ۱۰ــ۲). طول چوبدستک مادر به اندازه طول چوبدستک معمولی و سطح مقطع آن ۱۰×۱۰ سانتی‌متر است. درشکل ۱۰ــ۲ به محل قرارگرفتن چوبدستک مادر که در زیر چوبدستک معمولی است ؛ توجه کنید.

۳ــ۳ــ۲ــ نحوه‌ی دسته‌بندی: دسته‌بندی چوب با طول یکسان آسان است ؛ در این حالت، دو انتهای دسته صاف بوده و نحوه قراردادن چوبدستک و فاصله‌گذاری بین چوبدستک‌ها آسان خواهد بود (شکل۱۱ــ۲).

در دسته‌بندی چوب‌هایی با طول متفاوت، معمولاً یک انتهای دسته صاف مرتب می‌شود و ردیف چوبدستک از یک انتها آغاز می‌گردد ولی انتهای دیگر دسته صاف نخواهد بود. در این‌حالت، ردیف چوبدستک انتهای ناصاف تا حد امکان برای دربرگرفتن تخته‌ها پیش برده می‌شود.



شکل ۱۱ــ ۲ــ نحوه قرارگرفتن چوب در یک دسته

دسته‌بندی چوب‌هایی با طول متفاوت، معمولاً به‌صورت جعبه‌ای انجام می‌گیرد ؛ به‌این‌ترتیب که تخته‌های بلند در کناره‌های دسته و تخته‌های کوتاه در وسط دسته‌بندی قرار می‌گیرند. بدین‌ترتیب، اطراف دسته صاف و مرتب می‌شود. (البته اطراف دسته همواره صاف و مرتب نخواهد بود).

چوبدستک‌گذاری : چوب یا تخته‌های یک دسته را نمی‌توان بر روی یکدیگر قرار داد بلکه باید میان آن‌ها دستک‌های چوبی را قرار داد ؛ زیرا اگر چوب‌ها، پس از برش و بدون چوبدستک بر روی یکدیگر قرار گیرند، حتی پس از گذشت زمانی بسیار کوتاه (در آب و هوای گرم) با قارچ‌زدگی و پوسیدگی روبرو می‌شوند. قارچ رنگی قادر به حمله به این‌گونه چوب‌ها پس از چند ساعت تا چند روز است.

چوبدستک، قطعاتی از چوب با سطح مقطع مربع یا مربع ــ مستطیل و با طول معادل پهنای دسته است. سطح مقطع چوبدستک ۲/۵×۲/۵ سانتی‌متر یا ۱/۵×۲/۵ سانتی‌متر است. در تکنولوژی جدید از چوبدستک پلاستیکی نیز استفاده می‌شود.

ابعاد چوبدستک باید یکنواخت باشد.

چوبدستک باید در هوای آزاد خشک‌شده باشد و از عیب‌هایی نظیر گره، چوب فشاری یا کششی، الیاف پیچی (چرخشی) که قادر به پیچیده‌کردن چوب هستند، به‌دور باشد.

ــ چوب مورد استفاده در تهیه چوبدستک باید در مقابل حمله قارچ‌ها مقاوم باشد و بهتر است از چوب درون گونه‌های مناسب تهیه شوند ؛ زیرا چوب برون مساعد حمله قارچ‌های مخرب است و

باعث انتقال این قارچ‌ها به تخته‌های مرطوب می‌گردد. بنابراین، از چوب کاج که در مقابل پوسیدگی قارچی مقاومت کمی دارد، برای این منظور نمی‌توان استفاده کرد.

ــ از چوبی که دارای مواد استخراجی زیاد است (نظیر چوب بلوط)، نمی‌توان به‌عنوان چوبدستک استفاده کرد. این مواد رنگ چوب را درحین خشک‌کردن تغییر می‌دهند.

ــ سطح مقطع و فاصله بین چوبدستک‌ها بر سرعت خشک‌شدن تأثیر می‌گذارد. چوب‌های سوزنی‌برگ را می‌توان با سرعت زیادتر خشک کرد و به‌این دلیل، این نوع چوب‌ها را می‌توان با چوبدستک با ضخامت ۲/۵ سانتی‌متر در تمام فصل‌های سال دسته‌بندی کرد. ولی در چوب بعضی از پهن‌برگان نظیر بلوط و راش دراثر ازدست‌دادن سریع رطوبت سطحی به‌آسانی ترک‌هایی به‌وجود می‌آید. در این‌نوع چوب‌ها می‌توان از چوبدستک به ضخامت ۲/۵ سانتی‌متر در پاییز و زمستان به ضخامت ۱/۵ــ۱ سانتی‌متر در بهار و تابستان استفاده کرد.

پهنای چوبدستک‌ها و فاصله‌ی میان آن‌ها براساس گونه و ضخامت تخته تنظیم می‌شود. در خشک‌کردن چوب‌سوزنی‌برگان از چوبدستک‌های کم‌تری استفاده می‌شود.

هنگام خشک‌کردن چوب سوزنی‌برگان، فاصله چوبدستک‌ها در حدود یک متر و در مورد پهن‌برگان بین ۵۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر متغیر است.

در دسته‌بندی چوب‌ها لازم است چوبدستک‌ها در مسیر عمودی بر روی یکدیگر قرار گیرند و شکل ۱۲ــ۲ نحوه قرارگرفتن صحیح چوبدستک‌ها را نشان می‌دهد.

شکل ۱۲ــ۲ــ نحوه چوبدستک‌گذاری در یک دسته چوب

در دسته‌بندی باید از چوبدستک‌هایی با ضخامت یکسان استفاده کرد. درصورتی‌که ضخامت چوبدستک‌ها یکنواخت نباشد، مسأله پیچیدگی و خمیده‌شدن تخته‌ها پیش می‌آید به شکل ۱۳ــ۲ توجه کنید.

شکل ۱۳ــ ۲ــ وجود یک چوبدستک ضخیم‌تر به کج‌شدن تخته‌ها می‌انجامد.

ــ برای کاهش سطح تماس چوبدستک با چوب و کاستن از احتمال اثرگذاری چوبدستک بر روی چوب، سطح مقطع چوبدستک را فرم‌دار انتخاب می‌کنند. به شکل ۱۴ــ۲ توجه کنید.

شکل ۱۴ــ۲ــ چوبدستک فرم‌دار

۴ــ۲ــ روش‌های حمل‌ونقل در یارد چوب‌خشک‌کنی

حجم تولید و ظرفیت چوب خشک‌کنی یک یارد تعیین‌کننده روش حمل‌و نقل است. معمولاً چوب بریده‌شده که از کارخانه چوب‌بری خارج می‌گردد، بوسیله انتقال‌دهنده‌های غلتکی یا گاری به محل دسته‌بندی منتقل می‌شود.

انتقال چوب‌های دسته‌بندی‌شده به محل خشک‌کردن به روش‌های زیر صورت می‌گیرد :

ــ اگر چوب بر روی گاری دسته‌بندی شده باشد، انتقال آن به یارد چوب‌خشک‌کنی به‌وسیله همان گاری انجام می‌گیرد. از این روش معمولاً زمانی استفاده می‌شود که خشک‌کردن مقدماتی در یارد و خشک‌کردن نهایی در کوره انجام شود.

ــ چوب دسته‌بندی‌شده را می‌توان به‌وسیله لیفت‌تراک یا وسایل مشابه به محل خشک‌کردن انتقال داد. در این‌حالت می‌توان از دسته‌های بزرگ‌تر و بلندتر استفاده کرد.

ــ برای حمل‌و نقل در یارد می‌توان از ریل و جرثقیل استفاده کرد. به این ترتیب، حمل و نقل خیلی آسان است و به یارد خیلی صاف نیازی نیست.

ــ درصورتی که از تجهیزات چرخدار یا گاری برای جابجا کردن دسته‌ها استفاده شود، مسیر حرکت باید صاف بوده و دست‌انداز نداشته باشد ؛ زیرا دراثر وجود دست‌انداز و ایجاد تکان‌هایی درحین حمل‌ونقل، چوبدستک‌ها می‌لغزند واز ردیف خارج می‌شوند. در این‌صورت، باید مجدداً دسته‌ها صاف ومرتب گردند.

شکل ۱۵ــ۲ــ استفاده از لیفت تراک در حمل‌ونقل داخل یارد

۵ــ۲ــ روش نصب آفتابگیر و هانگار در یارد چوب‌خشک‌کنی

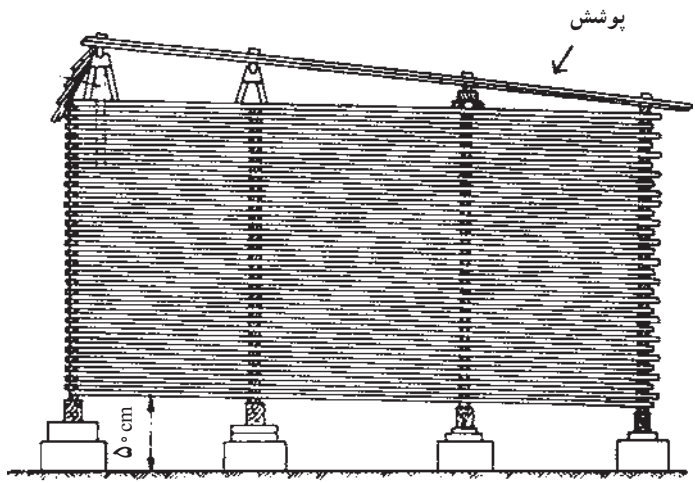
۱ــ۵ــ ۲ــ نصب پوشش روی واحد دسته‌بندی : به منظور حفاظت چوب در مقابل تابش مستقیم خورشید، باران یا برف معمولاً پوششی بر روی هر واحد دسته‌بندی قرار می‌دهند. پوشش از چوب، ایرانیت، صفحات پلاستیکی یا فلزی انتخاب می‌شود ومعمولاً شیبدار و طول آن بیش از طول دسته است (معمولاً از هر انتها به‌اندازه ۳۰ تا ۵۰ سانتی‌متر بزرگ‌تر است). پوشش باید در مقابل باد شدید مقاومت داشته باشد. اگر چوب در داخل هانگار خشک شود، نیاز به پوشش نیست.

درصورت استفاده نکردن از پوشش بر روی واحد دسته‌بندی، چوب ردیف‌های بالای واحد دسته‌بندی در معرض برف، باران و اشعه آفتاب قرار می‌گیرد.

اشعه آفتاب از طریق سرعت‌بخشیدن به خشک‌شدن چوب،شکاف‌های سطحی و عمقی در آن ایجاد می‌کند و باعث تاب‌برداشتن چوب ردیف‌های بالای واحد دسته‌بندی می‌شود.

برف و بارانی که ازبالای واحد دسته‌بندی به داخل ردیف‌ها نفوذ می‌کند، از سرعت خشک‌شدن می‌کاهد و خطر حمله قارچ‌های پوسیدگی چوب و ایجاد شکاف‌های سطحی را تشدید می‌کند. در شکل ۱۶ــ۲ نحوه قراردادن پوشش روی واحد دسته‌بندی نشان داده شده است.

استفاده از پوشش در چوب‌های مرغوب ضروری است. درصورتی‌که چوب‌ها از کیفیت کمتری برخوردار باشند، می‌توان در نصب پوشش صرفه‌جویی کرد.



شکل۱۶ــ۲ــ روش قرار دادن پوشش بر روی دسته‌بندی‌ها

۲ــ۵ــ۲ــ نصب آفتابگیر : معمولاً پوشش واحدهای دسته‌بندی از هرطرف به‌اندازه ۵۰ــ۳۰ سانتی‌متر و حداکثر ۷۵ سانتی‌متر بزرگتر از دسته است. در چنین حالتی، سطح مقطع اغلب چوب‌های هر واحد دسته‌بندی در معرض تابش مستقیم آفتاب قرار دارد که این امر سبب خشک‌شدن سریع چوب‌ها می‌شود. این پدیده در مورد چوب‌های مرغوب و با کیفیت بالا افت کیفیت را سبب می‌گردد. لذا لازم است در چنین مواردی با نصب آفتابگیر، سطح مقطع چوب هردسته را حفاظت کرد. در شکل ۱۷ــ۲ نحوه نصب آفتابگیر نشان داده شده است.

شکل ۱۷ــ۲ــ نحوه نصب آفتابگیر در اطراف واحد دسته‌بندی

چوب‌های سنگین نظیر بلوط اگر درحین خشک‌کردن در معرض بادهای گرم‌وخشک قرار گیرند، شکاف‌های سطحی در آن‌ها به‌وجود می‌آید که با نصب آفتابگیر و تعدیل جریان هوا می‌توان از بروز این پدیده کم کرد. در این حالت می‌توان از توری پلاستیکی ریزبافت یا گونی استفاده کرد (توری پلاستیکی توصیه می‌شود).

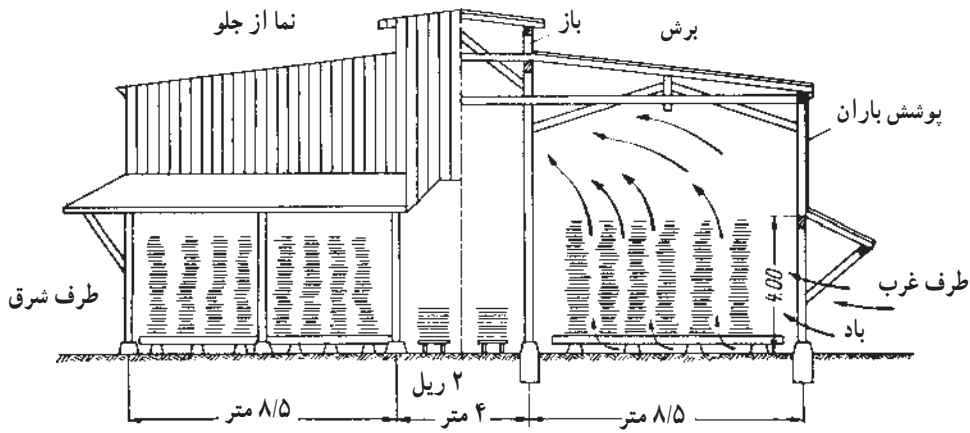
۳ــ۵ــ۲ــ هانگار : برای جلوگیری از معایب خشک‌کردن در چوب‌های مرغوب اغلب این چوب‌ها در داخل هانگار خشک می‌شوند. هانگار سقف دائمی دارد و از ریزش برف و باران بر روی واحد دسته‌بندی و تابش مستقیم آفتاب جلوگیری می‌کند. سطوح جانبی هانگار باز است و مانع از حرکت هوا نمی‌شود (شکل ۱۸ــ۲).

اگر ریزش باران باعث طولانی‌شدن زمان خشک‌کردن چوب در یارد شود،استفاده از هانگار می‌تواند زمان خشک‌کردن تا درصد رطوبت مورد نظر را کم کند.

رنگ الوارهای خشک‌شده در هانگار به‌علت این‌که در معرض باران و تابش نور خورشید

قرار نمی‌گیرند، روشن است.

شکاف و ترک سطحی در الوار خشک‌شده در هانگار بسیار کم است.



شکل ۱۸ــ۲ــ هانگار چوب‌خشک‌کنی

۶ــ۲ــ نحوه‌ی استفاده از حرکت هوا در چوب‌خشک‌کنی

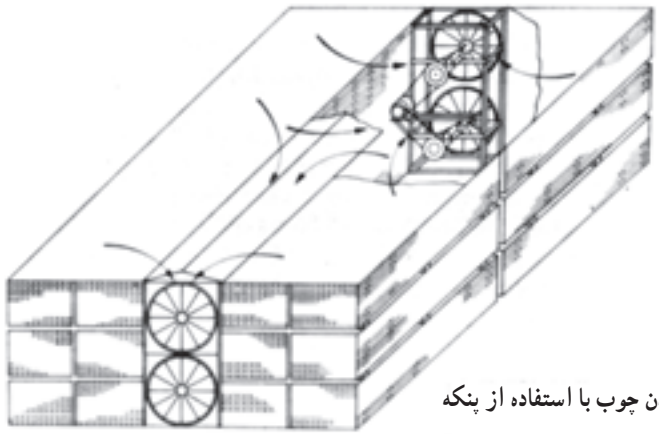
در یک سیستم خشک‌کردن چوب در یارد داخل یک واحد دسته‌بندی معمولاً از بخارآب اشباع می‌شود. بخارآب ناشی از تبخیر آب درون چوب است و مقدار آن یا رطوبت نسبی بین ردیف‌های تخته در یک دسته یا رطوبت نسبی بین واحدهای دسته‌بندی به رطوبت چوب و درجه حرارت محیط بستگی دارد. اگر به طریقی بتوان مقدار بخارآب داخل دسته چوب یا به‌عبارت دیگر، بخارآب بین ردیف‌ها و همچنین بخارآب بین دسته‌ها را کم کرد، محیط خشک‌تری به‌وجود می‌آید و عملیات خشک‌کردن سریعتر می‌شود. انتقال حرارت به چوب و تخلیه‌ی بخارآب به‌وجودآمده در بین ردیف‌های یک دسته یا بین دسته‌ها به وسیله هوا انجام می‌گیرد. بنابراین لازم است هوا دربین چوب‌ها جریان یابد.

اگر هوای جریان‌یافته در بین ردیف‌ها و دسته‌ها سرد ومرطوب باشد، نمی‌تواند حرارت را به چوب انتقال دهد و قادر به تبخیر آب درون چوب و تخلیه بخارآب به‌وجود آمده نخواهد بود. برعکس، اگر هوای گرم‌وخشک میان ردیف‌ها و دسته‌ها جریان یابد، رطوبت چوب را تبخیر می‌کند و پس از سرد و مرطوب‌شدن از میان ردیف‌ها و دسته‌ها خارج می شود ؛ بنابراین،در یارد چوب‌خشک‌کنی باید دسته‌های چوب به‌طریقی قرار گیرند که هوا در میان آن‌ها جریان یابد.

میزان جریان هوا به شرایط آب‌وهوایی بستگی دارد. در مناطق خشک نمی‌توان از جریان بسیار زیاد هوا استفاده کرد ؛ زیرا دراین شرایط، افت رطوبت چوب بسیار سریع است و باعث به‌وجودآمدن ترک‌های سطحی می‌شود. در چنین شرایطی باید از شدت جریان هوای کم‌تری استفاده کنیم. در مناطق سردومرطوب می‌توان از شدت جریان زیادتری استفاده کرد.

از دیگر مسائل مربوط به جریان هوا، مسأله‌ی جریان عمودی آن است. در یک سیستم خشک‌کردن چوب در یارد معمولاً هوای گرم از کناره‌ها و سطح بالایی وارد دسته‌ها می‌شود و پس از جذب رطوبت و در اثر سنگین‌شدن به طرف پایین حرکت می‌کند ؛ بنابراین، باید دسته‌بندی به‌طریقی انجام گیرد که جریان هوا در قسمت پی دسته‌ها به وجود آید و هوای مرطوب از قسمت زیردسته‌ها و پی خارج شود .در چنین شرایطی باید پی واحدهای دسته‌بندی بلندتر و نفوذپذیرتر باشد. اگر تخته‌های هر ردیف خیلی نزدیک به یکدیگر قرار داده شوند، از میزان جریان عمودی هوا کاسته می‌شود.

با توجه به اهمیت و نقش مفید جریان (حرکت) هوا در خشک‌کردن چوب در یارد، کوشش‌هایی برای سرعت‌بخشیدن به عملیات خشک‌کردن چوب به‌کمک جریان‌های اجباری هوا انجام گرفته است. در این روش‌ها برای به‌وجودآوردن جریان هوا از پنکه‌های (فن‌های) بزرگ استفاده می‌شود (شکل ۱۹ــ۲).



شکل ۱۹ــ۲ــ روش خشک‌کردن چوب با استفاده از پنکه

از مزایای خشک‌کردن چوب با استفاده از جریان اجباری هوا می‌توان موارد زیر را نام برد :

ــ سرمایه‌گذاری کم‌تر

ــ هزینه‌های عملیاتی کم‌تر

ـ عملیات آسان‌تر
ـ نیاز به فضای کم‌تر
ـ موجودی چوب کم‌تر

استفاده از این روش در واحدهای کوچک مزیت اقتصادی دارد و می‌تواند از مدت‌زمان خشک‌کردن بکاهد.

۷ـ۲ـ مدت خشک‌کردن چوب

سرعت خشک‌شدن چوب در یارد تحت تأثیر عوامل متعددی قرار دارد که مهمترین آن‌ها عبارت است از : گونه چوبی، ضخامت چوب، نحوه قرارگرفتن‌دوایر رویش سالانه، برون‌چوب، درون‌چوب، روش دسته‌بندی، شرایط یارد چوب و شرایط آب‌وهوایی.

چوب سوزنی‌برگان نظیر کاج‌ها و چوب پهن‌برگان سبک نظیر صنوبرها سریع‌تر خشک می‌شود ولی چوب فشرده‌تر (سنگین‌تر) پهن‌برگان به زمانی طولانی‌تر برای کاهش رطوبت تا مقدار مورد نظر نیاز دارد.

ضخامت چوب عاملی بسیار مهم در تعیین زمان خشک‌شدن است. معمولاً زمان خشک‌شدن چوب متناسب با توان دوم ضخامت چوب است ؛ بدین‌معنی که مدت خشک‌شدن یک قطعه چوب به ضخامت ۵ سانتی‌متر تا رطوبت معینی در حدود ۴ برابر همان چوب ولی با ضخامت ۲/۵ سانتی‌متر است. البته با درنظرگرفتن گونه چوبی و عوامل دیگر، تغییر زمان بین ۲ تا ۴ برابر و حتی بیش‌تر خواهد بود.

سرعت خشک‌کردن می‌تواند به ایجاد عیب‌های خشک‌کردن منجر شود یا از این عیب‌ها بکاهد. سوزنی‌برگان درمقایسه با پهن‌برگان در مقابل خشک‌کردن سریع حساسیت کم‌تری نشان می‌دهند.

مدت خشک‌کردن چوب در هوای آزاد (یارد) نسبتاً طولانی است . در جدول ۱ـ۲ زمان تقریبی برای خشک‌کردن چوب به ضخامت ۲/۵ سانتی‌متر تا رطوبت ۲۰ درصد در مورد چند گونه آمده است که می‌توان به‌عنوان راهنما از آن استفاده کرد.

همان طوری‌که از جدول ۱ـ۲ برمی‌آید، در مدت خشک‌کردن تغییرات زیادی مشاهده می‌شود که به‌دلیل اختلاف در شرایط آب‌وهوایی به‌وجود می‌آیند.

جدول ۱ــ۲ــ زمان تقریبی خشک کردن چوب تا رطوبت ۲۰ درصد (ضخامت چوب = ۲/۵ سانتی‌متر)[1]

نام چوب	زمان (روز)	نام چوب	زمان (روز)
کاج تدا	۱۵۰ــ۳۰	غان	۲۰۰ــ۷۰
نوئل	۱۸۵ــ۶۰	ملچ	۱۸۰ــ۵۰
توسکا	۱۸۰ــ۲۰	افرا	۲۰۰ــ۵۰
زبان گنجشک	۲۰۰ــ۶۰	بلوط	۲۰۰ــ۷۰
صنوبرها	۱۵۰ــ۵۰	گردو	۲۰۰ــ۷۰
راش	۲۰۰ــ۷۰		

۸ــ۲ــ نحوه‌ی نصب وسایل حفاظت در انبار و اندودکردن چوب

اگر چوب خیلی سریع خشک شود، ترک‌های انتهایی در آن به‌وجود می‌آید که از عوامل مهم افت کیفیت دراثر خشک‌کردن است. علت به‌وجود آمدن ترک‌های انتهایی تبخیر بسیار سریع رطوبت و همکشیدگی زیادتر دوانتهای چوب درمقایسه با بقیه آن است.

روش‌های زیر می‌تواند از به‌وجود آمدن ترک‌های انتهایی جلوگیری کند و یا مقدار آن را کاهش دهد :

ــ حفاظت در مقابل تابش آفتاب یا باران

ــ پوشاندن انتهای تخته‌ها با پارافین، روغن بزرک و یا مواد روغنی دیگر و ضدزنگ

ــ استفاده از آهن‌هایی به‌شکل S یا صفحات فلزی مشبک که در دو انتها کوبیده می‌شوند که البته توانایی آن‌ها کم‌تر از پوشاندن انتهای تخته‌ها به‌وسیله‌ی پارافین و نقش آن بیشتر جلوگیری از توسعه ترک‌های انتهایی است.

پس از خشک‌کردن و در زمان نگهداری چوب‌خشک‌شده در انبار، به‌دلیل تبادل رطوبت چوب با محیط باید :

ــ رطوبت نسبی انبار به‌اندازه رطوبت نسبی محیط مصرف چوب باشد.

ــ بسته‌بندی چوب با استفاده از پوشش‌های نفوذناپذیر نظیر پلاستیک.

۱ــ مأخذ : ابراهیمی، قنبر

پرسش و تمرین

۱ــ سه مزیت اصلی خشک‌کردن چوب را در هوای آزاد بیان کنید.

۲ــ آیا یارد مستطیل‌شکل بهتر است یا یارد مربع‌شکل؟چرا؟

۳ــ بهترین ماده برای کف‌سازی یارد چوب‌خشک‌کنی کدام است؟

۴ــ نظر شما درباره‌ی وجود علف و بوته در سطح یارد چیست؟ چرا؟

۵ــ در خشک‌کردن چوب در هوای آزاد، آیا باید تابش مستقیم آفتاب زیاد باشد؟ چرا؟

۶ــ پایه واحد دسته‌بندی در یک یارد را تعریف کنید.

۷ــ از چه موادی برای ساختن پایه واحد دسته‌بندی استفاده می‌شود ؟

۸ــ چرا در دسته‌بندی چوب برای خشک‌کردن، چوب‌های مختلف را تفکیک می‌کنند؟

۹ــ چرا باید چوب‌های با ضخامت یکسان را به‌طور جداگانه خشک کرد؟

۱۰ــ زمان خشک‌شدن چوب به ضخامت ۳ سانتی‌متر بیشتر است یا چوب به ضخامت ۵ سانتی‌متر؟ چرا؟

۱۱ــ آیا بهتر است چوب‌های با برش مماسی و شعاعی را در یک دسته قرار داد یا در دسته‌های جداگانه؟

۱۲ــ ابعاد مناسب یک دسته چوب برای خشک‌کردن چه اندازه است؟

۱۳ــ فرق دسته چوب و واحد دسته‌بندی چوب را بیان کنید.

۱۴ــ چرا در یک دسته بین ردیف‌ها چوبدستک قرار داده می‌شود؟

۱۵ ــ چوبدستک را تعریف کنید.

۱۶ــ اگر در یک دسته از چوبدستک‌هایی با ضخامت‌های متفاوت استفاده شود، چه اشکالی به‌وجود می‌آید؟

۱۷ــ از چه تجهیزاتی برای جابجایی و حمل‌ونقل دسته‌ها در یارد استفاده می‌شود؟

۱۸ــ چرا باید سطح بالایی دسته‌ها را پوشاند؟

۱۹ــ هانگار را تعریف کنید.

۲۰ــ هوا چه اهمیتی در خشک کردن چوب دارد؟

نمونه سؤال‌های آزمونی فصل دوم

۱ــ دو عیب اصلی خشک کردن چوب در هوای آزاد را بیان کنید.

۲ــ بهترین نوع کف سازی یارد را تعریف کنید.

۳ــ آیا در خشک کردن چوب در هوای آزاد بهتر است تشعشع آفتاب مستقیماً بر روی چوب باشد یا نه؟

۴ــ پایه واحد دسته‌بندی در یک یارد را تعریف کنید.

۵ــ تفکیک چوب‌ها در خشک کردن در هوای آزاد را تعریف کنید (خلاصه).

۶ــ ابعاد دسته‌بندی در خشک کردن در هوای آزاد را تعریف کنید.

۷ــ چوبدستک گذاری را تعریف کنید.

۸ــ روش‌های حمل و نقل در یارد را بیان کنید.

۹ــ چرا در خشک کردن چوب در هوای آزاد آفتابگیر نصب می‌کنند؟

۱۰ــ عوامل مؤثر بر مدت خشک کردن چوب در هوای آزاد را نام ببرید.

فصل سوم

خشک‌کردن مصنوعی (در کوره) چوب

هدف‌های رفتاری : پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود :

۱ــ مزایا و معایب خشک‌کردن چوب را در کوره توضیح دهد ؛

۲ــ زمان خشک‌کردن چوب را در کوره تعیین کند ؛

۳ــ برنامه خشک‌کردن چوب را در کوره توضیح دهد ؛

۴ــ مکانیسم کار کوره چوب‌خشک‌کنی را توضیح دهد ؛

۵ــ سیستم‌های هوا و حرارت کوره چوب‌خشک‌کنی را توضیح دهد ؛

۶ــ سیستم‌های متداول کنترل را در کوره چوب‌خشک‌کنی توضیح دهد ؛

۷ــ انواع متداول کوره چوب‌خشک‌کنی را توضیح دهد ؛

۸ــ بارگیری، خشک‌کردن و تخلیه کوره را توضیح دهد.

زمان تدریس : ۱۲ ساعت

۳ــ خشک‌کردن مصنوعی (در کوره) چوب

۱ ــ۳ــ مزایا و معایب خشک‌کردن چوب در کوره

همان‌طوری‌که در فصل دوم این کتاب گفتیم، خشک‌کردن چوب در هوای آزاد از متداول‌ترین روش‌های خشک‌کردن است. متأسفانه در بسیاری موارد با استفاده از روش خشک‌کردن چوب در هوای آزاد نمی‌توانیم رطوبت را تا مقدار مورد نیاز برای بعضی مصارف کاهش دهیم. لذا در چنین مواردی از تجهیزات یا کوره‌های چوب‌خشک‌کنی استفاده می‌کنیم.

با توجه به اینکه معمولاً برای خشک کردن مصنوعی چوب به تجهیزات نسبتاً گرانی نیاز است،

اغلب خشک کردن چوب در کوره در مقیاس بزرگ و با تولید انبوه انجام می‌گیرد. این بدان معنی نخواهد بود که خشک کردن چوب در کوره درمقیاس کوچک و کارگاهی قابل استفاده نیست. امروزه تجهیزاتی در مقیاس کارگاهی ساخته شده که از طریق کنترل درجه‌حرارت و رطوبت نسبی داخل کوره قادر به خشک‌کردن چوب هستند. این نوع تجهیزات کلیه ویژگی‌های کوره‌های بزرگ چوب‌خشک‌کنی را دارند. به‌این‌ترتیب،در زمان حاضر استفاده از روش خشک کردن چوب در کوره بسیار گسترده شده است. مزایای خشک کردن چوب در کوره به‌شرح زیر است :

ــ مدت خشک کردن چوب در کوره درمقایسه با خشک‌کردن چوب در هوای آزاد بسیار کوتاه است و درنتیجه، سرمایه‌ای که به‌صورت ماده اولیه چوبی است، برای مدت طولانی متوقف نمی‌شود. به این ترتیب، زمان سرمایه کم‌تری معطل می‌شود. به‌علاوه به سرمایه کم‌تری جهت تأمین ماده اولیه درحین تولید نیازمندیم.

ــ چوب خشک‌شده با این روش روشن‌تر و عاری از پوسیدگی و حشره‌زدگی است ؛ زیرا مدت دوره چوب خشک‌کنی در کوره کوتاه است و امکان به وجود آمدن معایب گفته شده بسیار کم است.

ــ تولید چوب خشک بدون پیچیدگی، ترک و گسیختگی به‌دلیل امکان کنترل دقیق شرایط خشک‌کردن.

ــ امکان خشک‌کردن چوب تا مقدار رطوبت مورد نظر ؛ به‌عنوان مثال، چوبی را که باید برای مصارف داخل ساختمان خشک شود، نمی‌توان در هوای آزاد خشک کرد.

ــ نیاز به حمل‌ونقل و جابجایی کم‌تر دسته‌های چوب در مقایسه با روش خشک کردن در هوای آزاد.

ــ کارکردن با چوب خشک‌شده در کوره آسان‌تر است.

ــ قابلیت چسبندگی چوب خشک‌شده در کوره بیش‌تر و سریع‌تر است.

ــ قابلیت رنگ‌پذیری چوب خشک شده در کوره بیش‌تر است.

روش خشک‌کردن چوب در کوره علاوه‌بر مزایای زیادی که دارد، معایبی نیز دارد که مهمترین آن‌ها عبارتند از :

ــ نیاز به خرید تجهیزات کوره که گران‌قیمت هستند.

ــ نیاز به مصرف انرژی و تجهیزات گرم‌کردن کوره که باید به‌صورت گازوئیل، گاز طبیعی یا ضایعات چوب تأمین شود.

۲ــ۳ــ زمان و برنامه خشک‌کردن چوب در کوره

ویژگی‌های چوب‌های مختلف در برابر خشک‌شدن یکسان نیست. در مورد بعضی از چوب‌ها لازم است خشک‌کردن با ملایمت انجام گیرد تا به کیفیت چوب صدمه وارد نشود. درصورتی‌که بعضی دیگر از چوب‌ها بسیار سریع رطوبت از دست می‌دهند و دراثر از دست‌دادن رطوبت، معایبی در آن‌ها به وجود نمی‌آید. در این‌حالت می‌توان از روش‌های خشک‌کردن سریع استفاده کرد.

۱ــ۲ــ۳ــ برنامه چوب‌خشک‌کنی در کوره : برنامه چوب‌خشک‌کنی در کوره در حقیقت مجموعه‌ای از شرایط دما (گرما)، رطوبت نسبی محیط و جریان هوا است که از طریق تنظیم این شرایط با سرعت مورد نظر، خشک‌کردن بدون به‌وجود آمدن عیب یا نقصی در چوب امکان‌پذیر می‌شود ؛ بنابراین، در یک برنامه چوب‌خشک‌کنی در کوره لازم است درجه‌حرارت و رطوبت نسبی محیط داخل کوره تعیین گردد.

برای اندازه‌گیری درجه‌حرارت محیط درون کوره از دماسنج معمولی استفاده می‌شود. درجه‌حرارت اندازه‌گیری شده به‌وسیله این دماسنج را «درجه‌حرارت خشک» گویند.

برای تعیین رطوبت نسبی محیط درون کوره، معمولاً از اختلاف درجه‌حرارت خشک و مرطوب استفاده می‌کنند. برای اندازه‌گیری «درجه‌حرارت‌مرطوب» معمولاً محفظه جیوه یا الکل دماسنج را لابه‌لای پارچه خیس شده با آب مقطر قرار می‌دهند. با اندازه‌گیری و تنظیم درجه‌حرارت خشک و مرطوب، شرایط مورد نظر درون کوره به‌وجود می‌آید.

معمولاً متناسب با نوع چوب و خواسته‌های مورد نظر برنامه‌های چوب‌خشک‌کنی مختلفی ابداع و تنظیم شده است. در عمل معمولاً برنامه‌های عمومی و کلی را برای خشک‌کردن چوب‌ها تنظیم می‌کنند و می‌کوشند خشک‌کردن طبق این برنامه‌ها انجام شود. به‌دلیل تغییرات بسیار زیاد در ویژگی‌های چوب، نوع و شرایط کوره، کیفیت و هزینه‌های خشک‌کردن هرگز نمی‌توان یک برنامه واحد را برای چوب‌خشک‌کنی در کوره ایده‌آل دانست بلکه درعمل برای چوب‌های مختلف پهن‌برگ و سوزنی‌برگ برنامه‌های جداگانه‌تنظیم می‌شود.

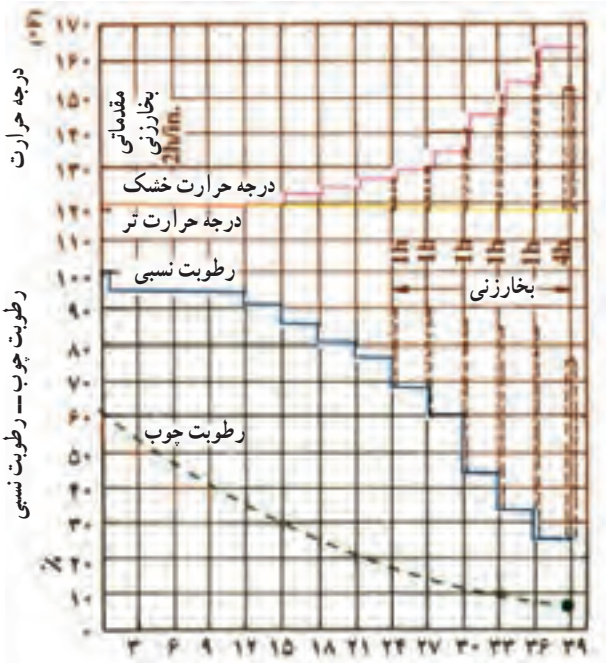
با توجه به حساسیت چوب‌های پهن‌برگ در برابر خشک‌شدن، پژوهش‌های زیادی درمورد برنامه‌های چوب‌خشک‌کنی درکوره این چوب‌ها به‌عمل آمده که به‌شکل جدول‌ها یا منحنی‌های چوب خشک‌کنی در کوره ارائه شده است. از این جدول‌ها و منحنی‌ها می‌توان به عنوان الگو استفاده‌کرد. متأسفانه در کشور ما تحقیقات اندکی در خصوص برنامه‌های خشک کردن گونه‌های چوبی پهن‌برگ داخلی صورت گرفته است که عمدتاً محدود به گونه‌های راش، بلوط، ممرز و توسکا می‌گردد و در

خصوص سایر گونه‌ها از برنامه‌های چوب خشک‌کنی مشابه خارجی استفاده می‌گردد. این برنامه‌ها برای خشک‌کردن چوب‌های با ضخامت کم‌تر از ۵ سانتی‌متر است.

با توجه به این‌که کنترل موفقیت‌آمیز معایب خشک‌کردن چوب پهن‌برگان از طریق تنظیم دقیق درجه‌حرارت و رطوبت نسبی امکان‌پذیر است، در حال حاضر اغلب برنامه چوب‌خشک‌کنی در کوره را بر مبنای میزان رطوبت چوب تنظیم می‌کنند.

در این روش، برای جلوگیری از چین‌خوردگی و شانه‌عسلی‌شدن چوب درجه حرارت آغاز خشک‌کردن را کم انتخاب می‌کنند؛ به‌علاوه، برای به حداقل‌رساندن ترک‌های سطحی و انتهایی، رطوبت نسبی باید زیاد باشد. البته حتی در چنین شرایط ملایمی نیز چوب رطوبت را ازدست می‌دهد. پس از آن، برای افزایش سرعت خشک‌کردن، درجه حرارت را افزایش می‌دهند و از رطوبت نسبی محیط درون اتاقک کوره می‌کاهند.

در شکل ۱ــ۳ برنامه خشک‌کردن چوب راش در کوره به شکل چند منحنی ارائه شده است. اگر به منحنی تغییر درجه‌حرارت خشک توجه کنیم، می‌بینیم که طی دوره ۱۵ روز اول، درجه حرارت خشک درون کوره ثابت است (منحنی قرمزرنگ). در همین دوره زمانی، رطوبت نسبی درون کوره نیز در مقدار حداکثر حدود ۹۴ درصد ثابت می‌ماند (منحنی آبی‌رنگ).



شکل ۱ــ۳ــ برنامه چوب‌خشک‌کنی در کوره چوب راش به ضخامت ۵ سانتی‌متر

پس از دوره اول، درجه‌حرارت خشک را به‌صورت مرحله‌ای زیاد می‌کنند و از رطوبت نسبی نیز به‌طور مرحله‌ای می‌کاهند.

اگر به منحنی تغییرات رطوبت چوب توجه کنیم (منحنی سبزرنگ)، می‌بینیم که مقدار رطوبت چوب از رطوبت اولیه ۶۰ درصد به تدریج و به‌طور دائم تا رطوبت نهایی ۶ درصد کم می‌شود.

در برنامه چوب‌خشک‌کنی راش باید به دو نکته دیگر نیز توجه شود :

ــ درجه حرارت مرطوب در تمامی دوره خشک کردن ثابت می‌ماند (منحنی زردرنگ).

ــ در مراحل پایانی خشک‌کردن برای به‌حالت تعادل رساندن رطوبت سطحی و درونی چوب، معمولاً بخارزنی می‌شود.

اطلاعات منحنی‌های شکل ۱ــ۳ را می‌توان به‌صورت جدول‌هایی ارائه داد که به آن‌ها «جدول‌های چوب‌خشک‌کنی در کوره» می‌گویند.

۲ــ۲ــ۳ــ محاسبه زمان خشک‌کردن چوب در کوره : اصولاً قبل از آغاز برنامه خشک‌کردن چوب در کوره لازم است مطالبی را درمورد زمان تقریبی خشک‌شدن چوب در کوره بدانیم. به‌این‌ترتیب، برنامه‌ریزی برای استفاده از کوره آسان‌تر و دقیق‌تر خواهد بود. عوامل زیادی بر زمان خشک‌شدن چوب در کوره مؤثرند که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از : نوع چوب (سوزنی‌برگ یا پهن‌برگ)، گونه چوب، ضخامت تخته، درون‌چوب و برون چوب، نوع برش چوب (شعاعی یا مماسی)، کیفیت چوب، رطوبت اولیه چوب و شدت و روش خشک‌کردن آن. با توجه به این عوامل، تغییراتی درزمان خشک‌کردن چوب در کوره مشاهده می‌شود.

در جدول ۱ــ۳ زمان تقریبی خشک‌کردن چند نوع چوب در کوره ارائه شده است. در این جدول، همچنین زمان خشک‌کردن چوب در هوای آزاد با هدف مقایسه آورده شده است.

دقت کنید که زمان خشک کردن چوب راش طبق شکل ۱ــ ۳ برابر ۳۹ روز و براساس جدول ۱ــ۳ برابر ۱۲ تا ۱۵ روز است که دلیل این اختلاف ضخامت چوب و روش خشک کردن آن است.

۳ــ۲ــ۳ــ نمونه کنترل درکوره چوب‌خشک‌کنی :دراثر خشک‌شدن چوب فشارهایی در درون آن به‌وجود می‌آید که این فشارها به ایجاد معایب خشک‌کردن چوب منجر می‌شوند. عامل به وجودآمدن این فشارهای درونی درحقیقت رطوبت چوب است. اعمال برنامه‌های چوب‌خشک‌کنی (تنظیم درجه‌حرارت و رطوبت نسبی) رطوبت مناسب را طی مدت خشک‌شدن چوب به‌وجود می‌آورد ؛ بنابراین، باید رطوبت چوب طی دوره‌ی خشک‌کردن اندازه‌گیری شود و برطبق آن، برنامه اعمال گردد.

جدول ۱ــ۳ــ زمان تقریبی خشک کردن چوب در کوره و هوای آزاد برحسب روز

نام چوب	خشک کردن در هوای آزاد از حالت تر تا رطوبت نهایی ۲۰ درصد	خشک کردن در کوره از حالت تر تا رطوبت ۶ درصد
کاج	۱۵ تا ۲۰۰	۳ تا ۱۰
زبان گنجشک	۶۰ تا ۲۰۰	۱۱ تا ۱۵
راش	۷۰ تا ۲۰۰	۱۲ تا ۱۵
ملچ	۵۰ تا ۱۸۰	۱۰ تا ۱۷
بلوط	۷۰ تا ۳۰۰	۱۶ تا ۴۰
گردو	۷۰ تا ۲۰۰	۱۰ تا ۱۶
چنار	۳۰ تا ۱۵۰	۶ تا ۱۲

در عمل، اندازه‌گیری رطوبت کلیه چوب‌های درون یک کوره چوب‌خشک‌کنی امکان‌پذیر نیست و درنتیجه، سعی می‌شود با قراردادن نمونه‌های شاخص و اندازه‌گیری و نظارت بر رطوبت آن‌ها، اطلاعاتی در مورد رطوبت چوب درون کوره به‌دست آید. به‌این نمونه چوب‌های کوچک «نمونه کنترل» گویند.

مزایای قراردادن نمونه کنترل در درون دسته‌بندی چوب به‌شرح زیر است :

ــ کاهش میزان تخریب و کیفیت چوب در کوره

ــ کنترل بهتر شرایط برای رسیدن به رطوبت نهایی مورد نظر

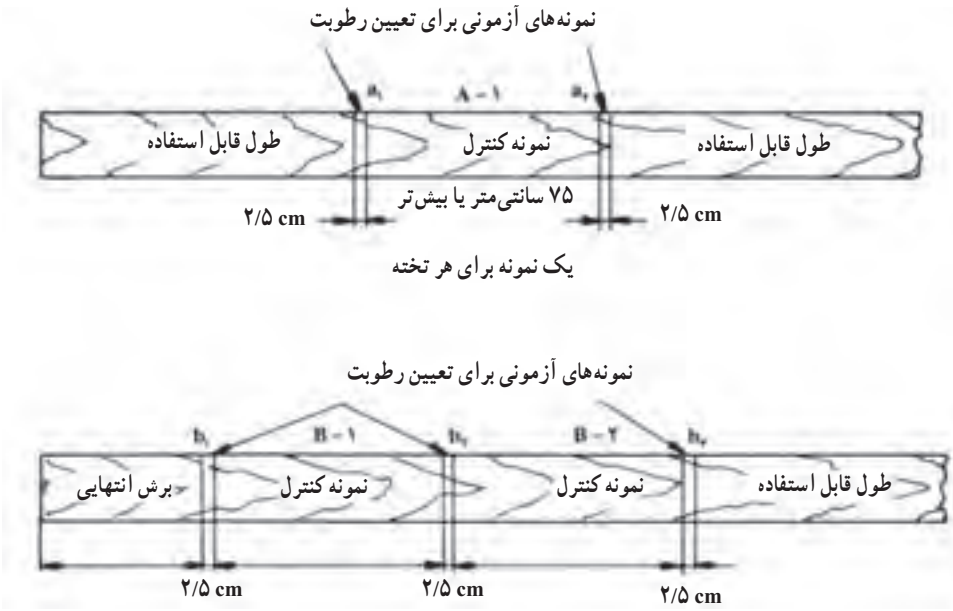
ــ کاهش زمان خشک‌کردن و بهبود کیفیت چوب

ــ تعیین زمان و برنامه چوب‌خشک‌کنی در کوره

ــ مشخص‌کردن منبع مشکل‌زا در کوره

نمونه کنترل باید از ویژگی خشک‌شدن مشابه چوب درون کوره برخوردار باشد ؛ بنابراین، لازم است در انتخاب نمونه کنترل، عواملی که بر کیفیت خشک‌شدن تأثیر می‌گذارند، درنظر گرفته شود. این عوامل عبارتند از :گونه چوبی، ضخامت، رطوبت، درون‌چوب، برون‌چوب، جهت الیاف و رطوبت نهایی.

بنابراین، نمونه کنترل معمولاً درحین دسته‌بندی چوب از همان چوب‌ها بریده می‌شود. در شکل ۲ــ۳ روش بریدن و انتخاب نمونه کنترل و نمونه رطوبت‌سنجی نشان داده شده است.



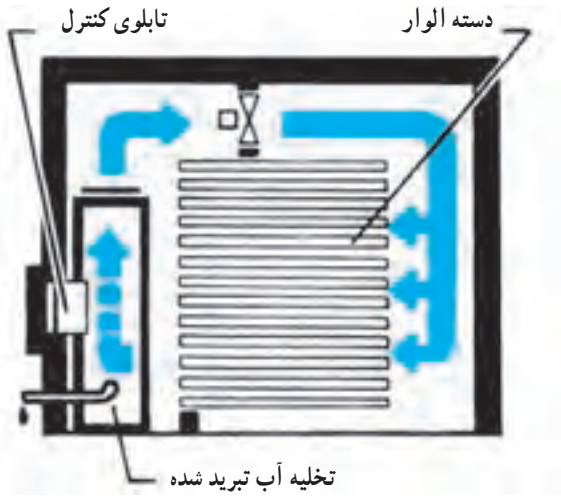
شکل ۲ــ۳ــ روش بریدن و شماره‌گذاری نمونه کنترل و نمونه تعیین رطوبت

نمونه کنترل باید به‌گونه‌ای درون دسته‌بندی قرار گیرد که در معرض شرایطی مشابه شرایط خشک شدن دسته چوب باشد. به‌این منظور، پس از برش نمونه کنترل، دو انتهای آن‌را با مواد مناسبی می‌پوشانند و پس از وزن کردن، درون محفظه‌هایی که به این منظور در دسته بندی چوب تعبیه شده‌اند، قرار می‌دهند. در شکل ۳ــ۳ محل قرارگرفتن نمونه کنترل نشان داده شده است. در قراردادن نمونه کنترل باید دقت شود که نمونه‌ها از کناره دسته خارج نشده باشند.

شکل ۳ــ۳ ــ نحوه قراردادن سه نمونه کنترل در داخل یک دسته چوب

۳ــ۳ــ مکانیسم کار کوره‌ی چوب‌خشک‌کنی

کوره چوب‌خشک‌کنی از یک یا چند محفظه، اتاقک یا تونل تشکیل شده است که در این محفظه یا اتاقک هوا در اطراف و بین دسته‌های چوب به چرخش یا گردش درآمده و چوب خشک می‌شود. در حالی‌که هوا در داخل کوره حرکت می‌کند، این هوا در تماس با رطوبت چوب قرار گرفته و پس از جذب رطوبت چوب آن را همراه مولکول‌های هوا به خارج از چوب انتقال می‌دهد (شکل ۴ــ۳).



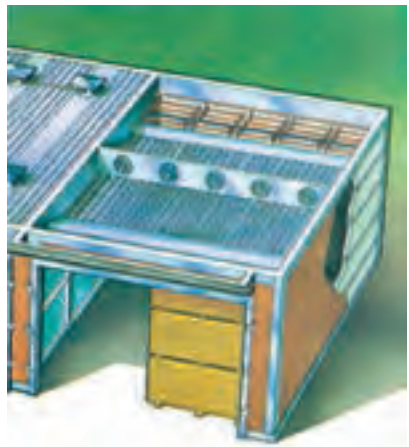
شکل ۴ــ۳ــ جریان حرکت هوا در درون کوره

در خشک‌کردن چوب در کوره با تنظیم درجه‌حرارت و رطوبت نسبی هوای درون کوره خشک‌کردن تنظیم‌شده و پس از مدتی به تدریج رطوبت چوب کم می‌شود.

همان‌طورکه در فصل اول این کتاب گفتیم چوب قادر به جذب رطوبت از محیط اطراف یا دفع رطوبت به محیط اطراف خود است. بنابراین اگر چوب در محیطی با رطوبت نسبی کم قرار گیرد، برای رسیدن به حالت تعادل رطوبتی آب از دست می‌دهد ؛ بنابراین، در کوره چوب‌خشک‌کنی شرایط به‌طریقی تنظیم می‌شود که رطوبت نسبی محیط کم‌تر از مقدار رطوبت تعادل چوب باشد و درنتیجه رطوبت از چوب به هوای اطراف آن انتقال یابد (یعنی چوب رطوبت دفع کند).

هوای گرم در تماس با رطوبت چوب به تدریج مرطوب می‌شود و باید برای ادامه خشک‌شدن چوب از رطوبت نسبی هوای مرطوب کاسته شود. برای کم‌کردن رطوبت نسبی هوای داخل کوره، در مسیر حرکت هوا کویل‌های حرارتی قرار داده شده و هوای مرطوب در تماس با کویل گرم شده و

خشک‌تر می‌گردد. در قسمت بالای شکل ۵ ــ۳ لوله‌های قرمزرنگی مشاهده می‌شوند که همان کویل‌های حرارتی هستند.



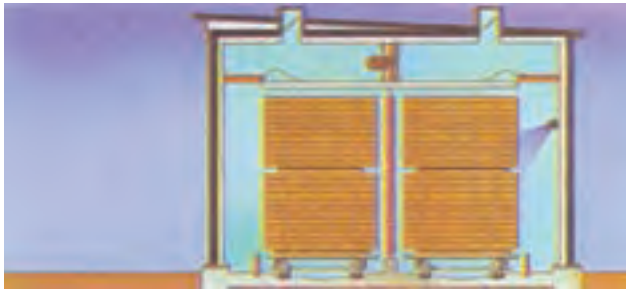
شکل ۵ــ۳ــ کویل‌های حرارتی در یک کوره

نکته قابل توجه در خشک‌کردن چوب این‌است که نباید چوب رطوبت خود را خیلی سریع دفع کند ؛ زیرا دفع سریع رطوبت چوب که دراثر تماس با هوای گرم اتفاق می‌افتد، سطحی است .حال اگر دفع رطوبت خیلی سریع انجام گیرد، سطح چوب خشک می‌شود و به همان سرعت ،رطوبت درون چوب قادر به انتقال به سطح آن نخواهد بود که دراثر این اختلاف رطوبت درلایه‌های سطحی و عمقی چوب، ترک‌هایی در سطح چوب به‌وجود می‌آید(در فصل اول،این مسأله به‌طور کامل‌تر تشریح شده است).

پس برای خشک‌شدن مطلوب و بدون عیب باید خشک کردن چوب تدریجی و به ملایمت انجام گیرد ؛ بنابراین، سعی می‌شود به تدریج از رطوبت نسبی هوای درون کوره کاسته شود و درجه حرارت آن افزایش یابد. با کم شدن رطوبت نسبی به تدریج رطوبت تعادل چوب کاهش می‌یابد. حتی در مواردی درحین خشک‌کردن، کم‌کردن درجه‌حرارت کویل‌ها یا انتشار بخارآب در درون کوره ضروری می شود. کم‌کردن تدریجی رطوبت نسبی هوای درون کوره و افزایش تدریجی درجه حرارت هوای درون کوره در شکل ۱ــ۳ نشان داده شده است.

وظیفه هوای درون کوره جذب رطوبت چوب است. پس از گذشت مدت‌زمانی، رطوبت نسبی هوای درون کوره خیلی زیاد می‌شود و قادر به جذب بیش‌تر رطوبت از چوب نخواهد بود. درچنین شرایطی مقداری از هوای درون کوره تخلیه می‌شود و هوای تازه وارد آن می‌گردد.

در شکل ۶ــ۳ نحوه بخارزنی و تخلیه هوای درون کوره را مشاهده می‌کنید. لوله آبی‌رنگ پخش‌کننده بخارآب در درون کوره و دریچه بالای اتاقک وظیفه‌ی تخلیه هوای مرطوب را دارد.



شکل ۶ــ۳ــ نحوه بخارزنی و تخلیه هوای داخل کوره

خشک‌کردن چوب در کوره را معمولاً به سه مرحله مختلف تفکیک می‌کنند. این مراحل شامل مرحله آماده‌سازی یا گرم‌کردن، مرحله خشک‌کردن و مرحله متعادل سازی است.

مرحله آماده‌سازی یا گرم‌کردن: دراین مرحله درجه حرارت هوای درون کوره تا اولین درجه‌حرارت برنامه خشک‌کردن چوب به‌صورت مرحله‌ای ولی به سرعت افزایش داده می‌شود. این درجه حرارت معمولاً بین ۴۰ تا ۶۵ درجه سلسیوس است. دراین مرحله، اختلاف درجه‌حرارت خشک‌وتر در حدود ۳ تا ۴ درجه سلسیوس ثابت نگه داشته می‌شود.

در این مرحله، اگر هدف خشک کردن الوار تر است، رطوبت نسبی هوای درون کوره را تا ۱۰۰ درصد می‌توان افزایش داد ولی برای خشک‌کردن الوارهایی که قبلاً در هوای آزاد تا مقدار رطوبت ۳۰ــ۲۵ درصد خشک شده‌اند، رطوبت نسبی هوای درون کوره ۷۵ــ۷۰ درصد باید باشد.

مرحله خشک‌کردن: در این مرحله، خشک‌کردن چوب آغاز می‌شود. شرایط هوای درون کوره به طریقی بر طبق برنامه تنظیم می‌گردد که چوب شروع به ازدست دادن رطوبت کند.

مرحله متعادل‌سازی: این مرحله بعد از پایان مرحله خشک‌کردن آغاز می‌گردد و هدف آن، متعادل ساختن رطوبت لایه‌های سطحی و درونی چوب است. زمانی که رطوبت نمونه کنترل کوره به حدود ۲ درصد کم‌تر از رطوبت نهایی موردنظر رسید (اگر هدف خشک‌کردن چوب تا رطوبت ۸ درصد باشد، رطوبت نمونه کنترل باید ۶ درصد باشد)، این مرحله را آغاز می‌کنیم.

پس از پایان خشک کردن چوب نباید دسته‌های چوب را ازکوره خارج کرد ؛ بلکه چوب درون کوره باقی می‌ماند و زمانی که درجه‌حرارت آن به حدود ۲۰ درجه سانتی‌گراد برسد، می‌توان آن را تخلیه کرد.

۴ــ۳ــ سیستم هوا و حرارت کوره‌ی چوب‌خشک‌کنی

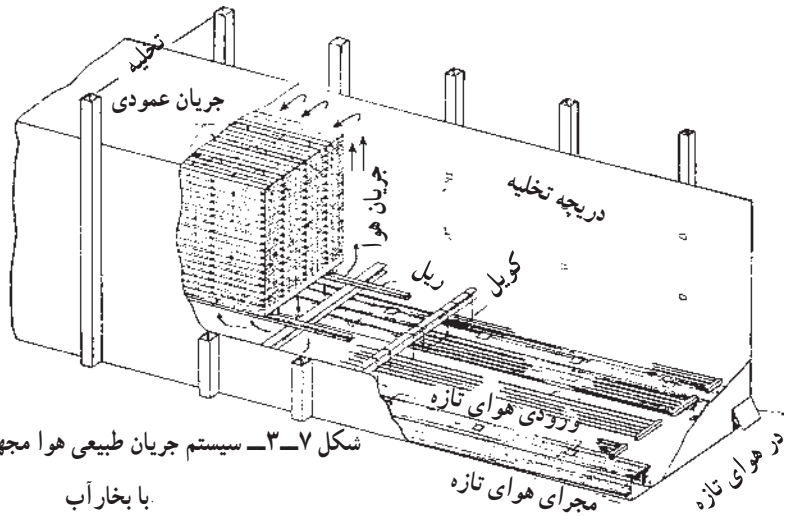
همان‌طورکه در قسمت قبل گفتیم، مکانیسم کار یک کوره چوب‌خشک‌کنی، تنظیم رطوبت نسبی هوای درون کوره طبق برنامه‌ای تدوین شده است. با توجه به این‌که چوب درتماس با هوای درون کوره خشک می‌شود،تنظیم درجه خشکی یا به‌عبارت دیگر حرارت و همچنین جریان هوا نقش مهمی در خشک‌کردن مطلوب چوب دارد.

۱ــ۴ــ۳ــ سیستم هوای خشک‌کن : سیستم هوای خشک‌کن در حقیقت نحوه دمیدن و به‌جریان‌درآوردن هوای داخل محفظه یا اتاقک خشک‌کن است. برای این منظور از چند سیستم هوا استفاده می‌شود :

ــ سیستم جریان طبیعی هوا: در این سیستم، هوا به‌طور طبیعی در داخل دسته‌بندی‌های چوب به‌جریان درمی‌آید. به شکل ۷ــ۳ توجه کنید. هوا به وسیله تعدادی کویل‌های حرارتی (گرم‌کننده) در قسمت پایین کوره گرم شده و هوای گرم که سبک‌تر است، به سوی بالا به‌جریان درمی‌آید. دراثر تماس هوای گرم بارطوبت چوب، هواخنک می‌شود و دراثر خنک‌شدن سنگین‌تر می‌گردد و به‌طرف پایین به‌جریان خواهد افتاد. هوا درحالی‌که به‌سوی پایین حرکت می‌کند،از لابه‌لای چوب‌های دسته‌بندی‌شده عبور کرده و دراثر جذب رطوبت سنگین‌تر می‌شود. این هوای سنگین مجدداً دراثر تماس با سطح گرم‌کننده‌ها، خشک و گرم می‌شود و به سمت بالا به‌جریان می‌افتد.

در این سیستم،دریچه‌های ورود هوای تازه در پایین کوره نصب شده است. دریچه‌های تخلیه‌هوای گرم و مرطوب می‌تواند در دیواره یا سقف کوره قرار گرفته باشند.

در شکل ۷ــ۳ مسیر جریان هوای درون کوره به‌صورت فلش نشان داده شده است.



شکل ۷ــ۳ــ سیستم جریان طبیعی هوا مجهز به گرم‌کننده‌های با بخارآب

ــ **سیستم جریان اجباری هوا** : در کوره‌های چوب‌خشک‌کنی برای :

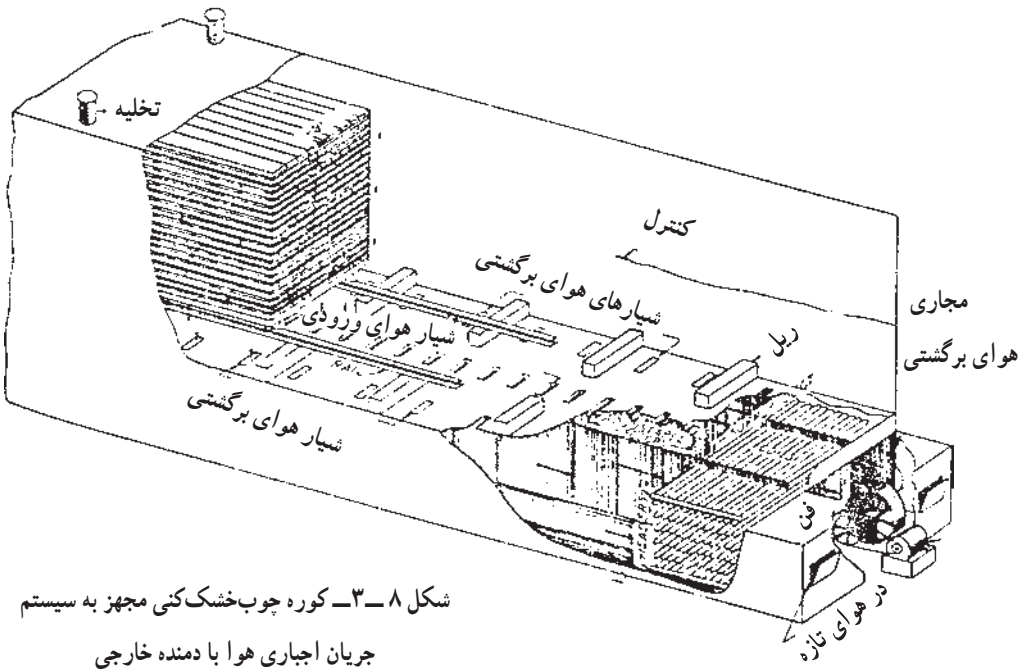
ــ انتقال حرارت از کویل‌های حرارتی یا گرم‌کننده به چوب،

ــ مخلوط کردن هوا،

ــ خارج کردن رطوبت تبخیرشده از چوب،

لازم است هوا به جریان درآید. برای ایجاد شرایط گفته‌شده در حد مطلوب و افزایش کارایی، سعی شده است از سیستم‌های جریان اجباری هوا استفاده شود. برای به‌وجودآوردن جریان اجباری هوا از دمنده‌هایی استفاده می‌شود که روش نصب آن‌ها به دو طریق زیر است :

الف ــ سیستم جریان اجباری هوا با دمنده خارجی : در شکل ۸ــ۳ یک سیستم جریان اجباری هوایی که در آن دمنده در خارج از کوره نصب گردیده، نشان داده شده است. در این سیستم، هوا به‌کمک دمنده از قسمت زیر دسته چوب‌ها به داخل و وسط دسته چوب دمیده می‌شود (در این سیستم، چوب‌های هر دسته به‌طریقی چیده می‌شوند که دربین آن‌ها دودکش به‌شکل A به‌وجود آمده باشد. در شکل ۸ــ۳ به وسط دسته چوب توجه کنید) و از طریق دودکش وسط به طرف بالا به‌جریان درمی‌آید. در شکل ۸ــ۳ در قسمت زیردسته‌ها، شیارها یا روزنه‌های ورود هوای گرم را می‌بینید.



شکل ۸ ــ۳ــ کوره چوب‌خشک‌کنی مجهز به سیستم جریان اجباری هوا با دمنده خارجی

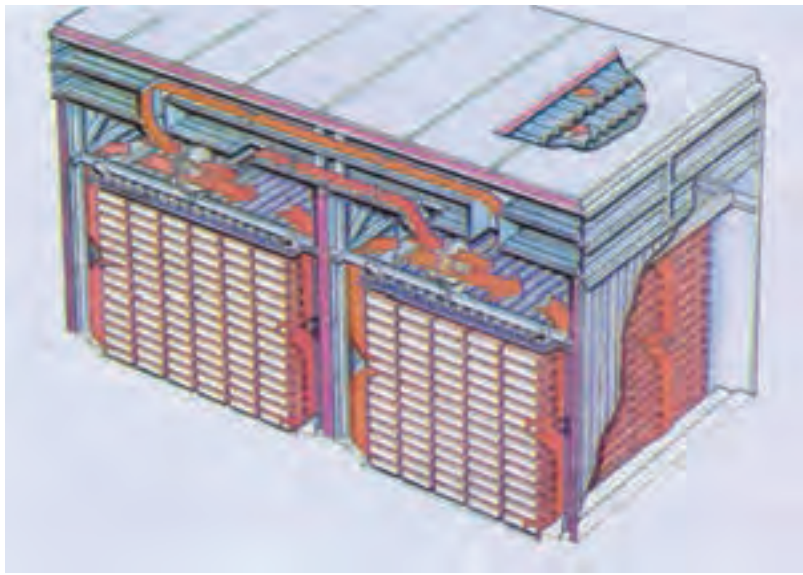
هوا درحین جریان یافتن به‌سوی بالا، وارد دسته چوب می‌شود ؛ رطوبت آن را جذب می‌کند و پس از آن از اطراف دسته به‌سوی پایین به‌جریان می‌افتد. هوایی‌که به‌سمت پایین آمده است، از دوطرف کوره جمع‌آوری می‌شود و در معرض کویل‌های حرارتی قرار می‌گیرد. درشکل ۸ــ۳ شیارها یا روزنه‌های جمع‌آوری هوای مرطوب دردوطرف کوره نشان داده شده است.

هوای مرطوب پس از گرم‌شدن، مجدداً از طریق شیارهای ورودی به‌درون کوره و داخل دسته چوب انتقال داده می‌شود.

در شکل ۸ــ۳ کوره با یک دسته چوب نشان داده شده است. کوره می‌تواند بزرگ‌تر باشد و بیش ازیک دسته چوب در آن قرار گیرد. دراین حالت، جریان هوا برای هردسته مشابه شکل ۸ــ۳ خواهد بود.

هوای گرم و مرطوب از طریق دریچه‌های تخلیه هوا خارج می‌شود و هوای تازه ازکنار دمنده وارد می‌گردد.

ب‌ــ سیستم جریان اجباری هوا با دمنده داخلی: دراین سیستم، دمنده‌ها در درون اسکلت کوره قرار می‌گیرند و هوا را به جریان درمی‌آورند. در شکل ۹ــ۳ چند طریق قرارگرفتن دمنده نشان داده شده است.

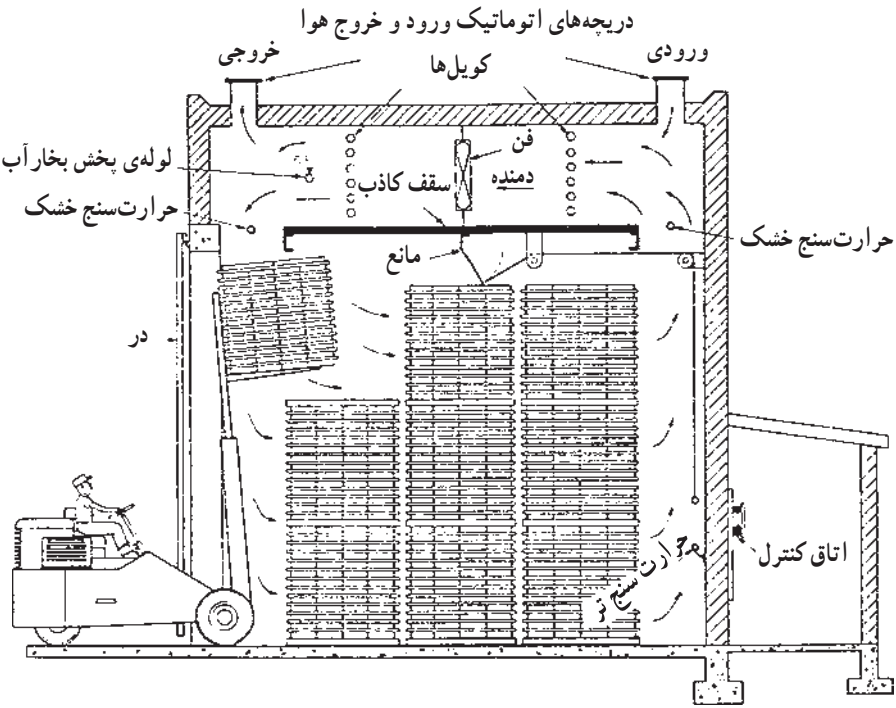


شکل ۹ــ۳ــ روش‌های نصب دمنده در کوره مجهز به سیستم جریان اجباری هوا با دمنده داخلی

در شکل۵ــ۳ نیز پرسپکتیو یک کوره مجهز به این سیستم نشان داده شده است.

اغلب اگر هدف تبدیل کوره‌های مجهز به سیستم جریان طبیعی هوا به سیستم جریان اجباری با دمنده داخلی باشد،دمنده در زیر نصب می‌شود ولی در دیگر سیستم‌ها دمنده در بالای کوره نصب خواهد شد.

در شکل ۱۰ــ۳ یک کوره چوب‌خشک‌کنی که در آن دمنده‌ها در بالا قرار گرفته‌اند، با اجزای مختلف آن نشان داده شده است.



شکل ۱۰ــ۳ــ یک کوره چوب‌خشک‌کنی مجهز به سیستم جریان اجباری هوا با دمنده داخلی

دراین سیستم، کویل‌های حرارتی در دو طرف فن دمنده قرار گرفته‌اند و هوای مرطوب، قبل یا بعد از دمنده گرم می‌شود. در این خشک‌کن، هوا از بالای کوره به جریان درمی‌آید و از سمت چپ (سمتی که لیفت تراک قرار دارد) وارد دسته چوب می‌گردد. هوا از بین چوب‌ها عبور می‌کند و پس از جذب رطوبت چوب، از طرف راست کوره به بالا جریان می‌یابد. در مسیر برگشت گرم و خشک‌تر می‌شود و مجدداً به اطراف چوب انتقال می‌یابد. مقداری هوای گرم و مرطوب از طریق دریچه‌های تخلیه در بالا خارج می‌شود. برای اطمینان‌یافتن از جریان هوا از بین چوب‌ها مانع‌هایی در بالای

چوب و زیر سقف کاذب نصب شده‌اند.

۲ــ۴ــ۳ــ سیستم حرارت کوره : به چهار دلیل در یک کوره چوب‌خشک‌کنی به حرارت نیازمندیم. این دلایل عبارتند از :

ــ گرم‌کردن چوب و آب درون آن

ــ تبخیر رطوبت چوب

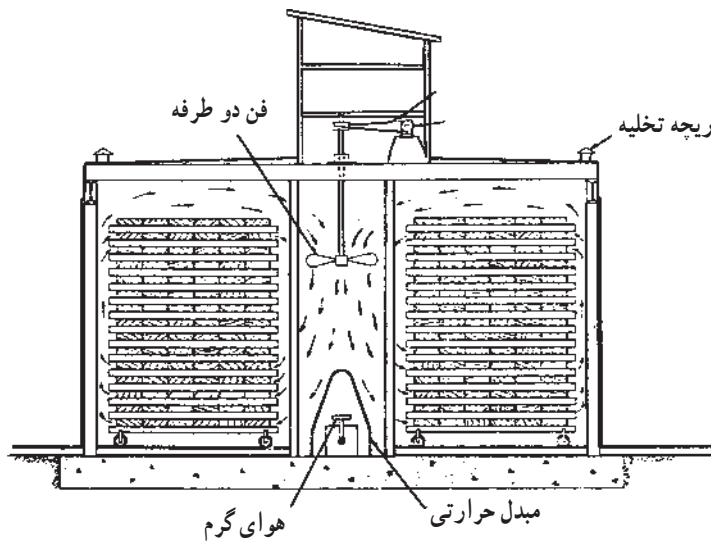
ــ گرم‌کردن هوای تازه ورودی به کوره

ــ جبران حرارت ازدست‌رفته

حرارت دادن یک کوره به دوطریق، حرارت‌دادن مستقیم و حرارت‌دادن غیرمستقیم انجام می‌گیرد .

ــ در روش حرارت‌دادن مستقیم، کوره چوب‌خشک‌کنی گازهای گرم را که از احتراق گاز طبیعی، سوخت مایع یا ضایعات چوب به‌وجود می‌آیند، با هوای کوره مخلوط می‌کنند و از بین چوب می‌گذرانند. در بعضی از انواع خشک‌کن، هوای گرم را به کانال‌هایی هدایت می‌کنند و از این کانال‌ها به درون محفظه خشک‌کن انتقال می‌دهند. در انواع دیگر شعله‌های حاصل از احتراق، به سطح فلزی برخورد کرده و آن‌را گرم می‌کنند ؛ سپس، هوای خشک کن درتماس با این سطح گرم می‌شود و به داخل دسته چوب انتقال می‌یابد.

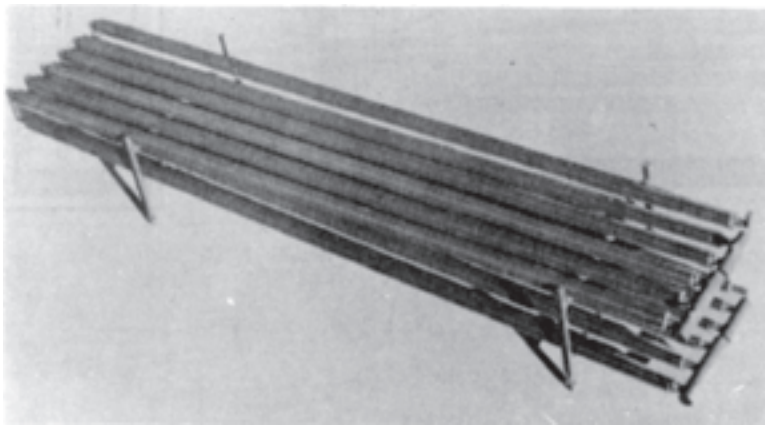
در شکل ۱۱ــ۳، این روش حرارت‌دادن نشان داده شده است.



شکل ۱۱ــ۳ــ روش حرارت‌دادن مستقیم مجهز به سطح فلزی گرم

ـ در روش حرارت‌دادن غیرمستقیم از منابع حرارتی مختلف نظیر گازهای گرم، هوای گرم، الکتریسیته و بخارآب استفاده می‌شود ولی گرم‌کردن هوای درون کوره از طریق مبدل‌های حرارتی انجام می‌گیرد. مبدل‌های حرارتی می‌توانند در درون یا بیرون محفظه خشک‌کن قرار گرفته باشند.

متداول‌ترین منبع حرارتی در این روش بخارآب است که با تنظیم فشار آن می‌توان درجه‌حرارت را تنظیم کرد. درصورت استفاده از بخار آب برای حرارت‌دادن هوای کوره خشک‌کن، بخارآب در درون کویل‌های مخصوصی به مایع تبدیل می‌شود و دراثر آن، حرارت خود را به سطح اطراف خود انتقال می‌دهد. سطوح گرم‌کننده نیز حرارت را به هوایی که با آن‌ها در تماس است، انتقال می‌دهند. در شکل ۱۲ـ۳ یک کویل حرارتی به‌کمک بخارآب نشان داده شده است. اگرچه در کوره‌های چوب‌خشک‌کنی بزرگ عمدتاً از بخارآب به‌عنوان منبع حرارت استفاده می‌شود ولی در کوره‌های کوچک می‌توان از حرارت‌دادن به وسیله‌ی الکتریسیته (المنت‌های برقی) یا دیگر روش‌ها استفاده کرد.

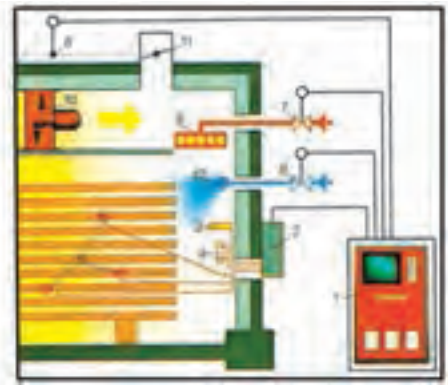


شکل ۱۲ـ۳ـ کویل حرارتی با بخار آب

۵ـ۳ـ سیستم‌های کنترل در کوره چوب‌خشک‌کنی

ازدو سیستم کنترل دستی واتوماتیک در کوره‌های‌چوب‌خشک‌کنی‌استفاده می‌شود. اگرچه سیستم کنترل اتوماتیک از دقت بیش‌تری برخوردار است و به‌طور گسترده‌تر مورد استفاده قرار می‌گیرد ولی درمواردی از سیستم دستی نیز استفاده می‌شود که کارایی مورد نیاز را دارد. سیستم کنترل کوره باید سه عامل رطوبت نسبی هوای درون کوره، رطوبت تعادل چوب و درجه‌حرارت هوای داخل کوره را اندازه‌گیری و تنظیم کند.

در شکل ۱۳ــ۳ اجزای یک سیستم اتوماتیک کنترل کوره نشان داده شده است.



شکل۱۳ــ۳ــ اجزای سیستم اتوماتیک کنترل کوره

۱ــ در سیستم‌های اتوماتیک، اطلاعات مربوط به یک کوره درحال خشک‌کردن چوب از عوامل حساس جمع‌آوری و در یک تابلوی کنترل آنالیزشده و دستورات و تنظیم‌های مورد نیاز صادر می‌شود. تابلوی کنترل می‌تواند چند محفظه کوره را به طور همزمان کنترل و تنظیم کند و همچنین مجهز به کنترل و پردازش کامپیوتری داده‌ها باشد.

۲ــ تشدیدکننده یا آمپلی‌فایر که اطلاعات جمع‌آوری‌شده را با قدرت بیش‌تری به تابلوی کنترل انتقال می‌دهد.

۳ــ اندازه‌گیری درجه‌حرارت هوای درون کوره که به‌وسیله دماسنج انجام می‌گیرد.

۴ــ اندازه‌گیری رطوبت نسبی هوای درون کوره که از طریق اندازه‌گیری درجه حرارت خشک و تر انجام می‌گیرد.

۵ــ اندازه‌گیری رطوبت چوب در حال خشک‌شدن که از طریق کوبیدن الکترود رطوبت‌سنج‌های الکتریکی دریک تا چند نقطه از یک دسته چوب انجام خواهد گرفت. در مواردی تا هشت محل اندازه‌گیری انتخاب می‌شود. در شکل ۱۴ــ۳ نحوه قرارگرفتن الکترود در چوب نشان داده شده است.

شکل ۱۴ــ۳ــ نحوه قرارگرفتن الکترود رطوبت‌سنج در چوب

۶ــ شیر کنترل بخارزنی برای تنظیم مقدار رطوبت نسبی درون خشک‌کن در مواقع لازم.
۷ــ شیر کنترل درجه حرارت و میزان گرم‌شدن هوای داخل خشک‌کن. این شیرمیزان بخارآب واردشده به کویل حرارتی را تنظیم می‌کند.
۸ــ دستگاه کنترل دریچه تخلیه هوای مرطوب و گرم.
تجهیزات کنترل باید برای تنظیم شرایط خشک‌کردن اجزای مورد نیاز را فعال کرده یامتوقف کنند. این اجزا عبارتند از :
۹ــ کویل‌های حرارتی که با استفاده از بخارآب یا منبع انرژی دیگری ایجاد گرما می‌کنند.
۱۰ــ دمنده که کنترل آن ضروری نیست.
۱۱ــ دریچه تخلیه هوای مرطوب.
۱۲ــ لوله پخش بخارآب برای مرطوب‌کردن هوای درون کوره و افزایش رطوبت نسبی آن.

۶ــ۳ــ انواع کوره‌ی چوب‌خشک‌کنی

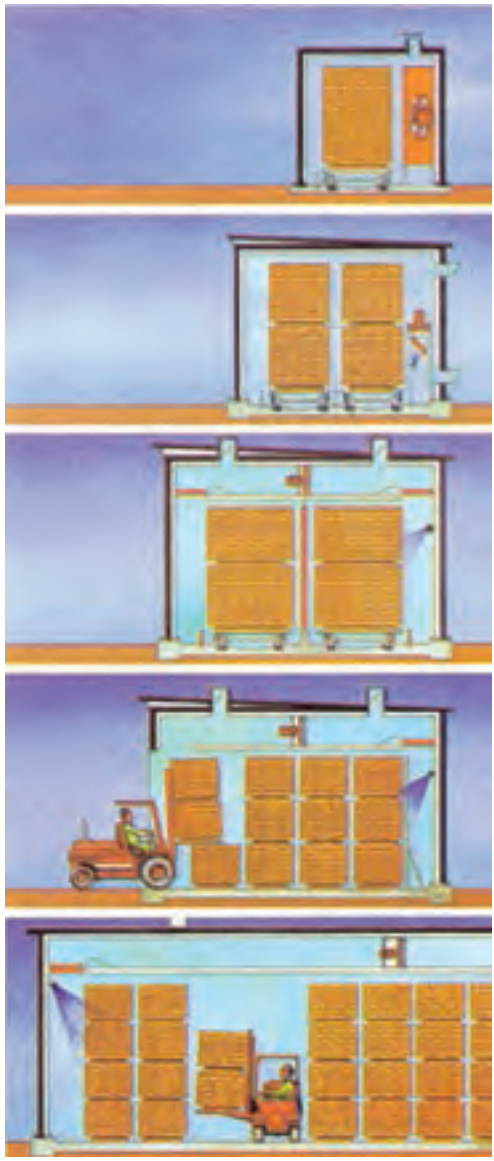
طراحی یک کوره چوب‌خشک‌کنی تأثیر بسیار زیادی بر عملیات آن و کارایی خشک‌کردن دارد. یک کوره اگر به نحو مطلوب و مناسب طراحی شده باشد و کار کند، با آن می‌توان اغلب چوب‌ها را تا رطوبت موردنظر بین ۳ تا ۱۵ درصد در زمانی نسبتاً کوتاه و بدون افت که دراثر عیب‌های خشک‌کردن پیش می‌آید، خشک کرد.
کوره‌های چوب‌خشک‌کنی را به شکل کلی می‌توان به :
۱ــ کوره‌های اتاقکی یا محفظه‌ای
۲ ــ کوره‌های پیوسته (تونلی)
تقسیم کرد و در هر دو از سیستم جریان طبیعی یا جریان اجباری هوا می‌توان استفاده نمود.
۱ــ۶ــ۳ــ کوره‌های اتاقکی : کوره های اتاقکی در اندازه‌های مختلف وجود دارد. در شکل ۱۵ــ۳ چند نوع از این کوره‌ها نشان داده شده است. ظرفیت خشک‌کردن این کوره‌ها از ۷ تا ۱۰۰۰ مترمکعب چوب در هر بارگیری است. البته کوره‌های با ظرفیت بارگیری کم‌تر حتی تا یک مترمکعب نیز وجود دارد.
در کوره اتاقکی چوب خشک‌کنی بارگیری چوب به‌طور همزمان انجام می‌گیرد و چوب در طی مدت خشک‌شدن در درون کوره به‌حالت ثابت می‌ماند. درجه حرارت و رطوبت نسبی درون اتاقک، در کل دوره‌ی خشک‌شدن تا حد امکان یکنواخت خواهد بود.

در کوره‌های چوب خشک کنی اتاقکی، درجه حرارت خشک و تر اندازه‌گیری می‌گردد و برای تنظیم شرایط خشک کردن در طی زمان خشک‌شدن چوب درجه حرارت خشک و تر تغییر داده می‌شود.

دَرِ کوره‌های چوب‌خشک‌کنی اتاقکی در یک یا دو انتها یا این‌که در کناره‌های آن قرار دارد (در قسمت ساختمان کوره انواع در گفته شده است).

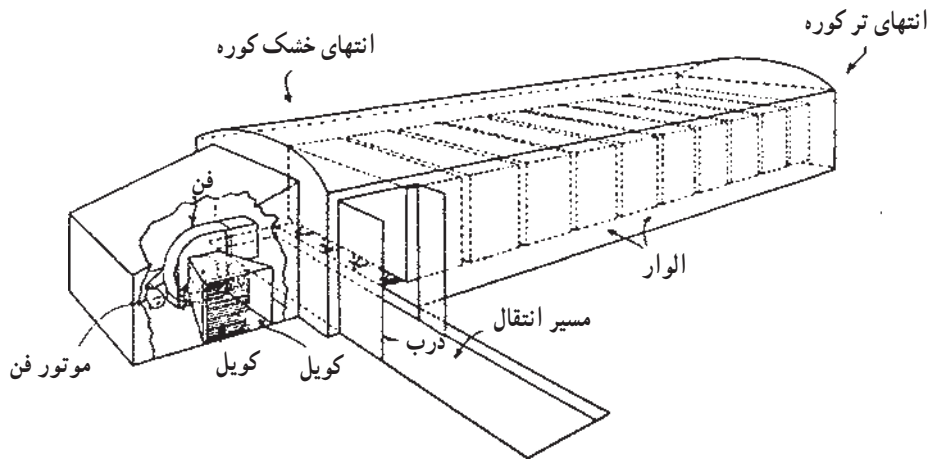
در کوره‌های چوب‌خشک‌کنی اتاقکی از روش‌های جابجایی دسته‌های چوبی بر روی واگن‌های ریلی یا بارگیری و تخلیه با لیفت‌تراک استفاده می‌شود.

در روش ریلی دسته چوب بر روی واگنت‌هایی قرار می‌گیرد و این واگنت بر روی ریل حرکت می‌کند. در روش دیگر، دسته چوب به‌کمک لیفت‌تراک به درون کوره برده می‌شود و خارج می‌گردد (روش بارگیری در قسمت بارگیری، خشک‌کردن و تخلیه تشریح شده است).



شکل ۱۵ــ۳ــ چند اندازه از کوره اتاقکی چوب‌خشک‌کنی

۲ــ۶ــ۳ــ کوره پیوسته : در کوره پیوسته چوب‌خشک‌کنی محموله چوب در حال خشک‌شدن از تعدادی دسته چوب بر روی واگنت تشکیل شده است و هر دسته چوب در یکی از مراحل خشک‌کردن قرار دارد. کوره‌های پیوسته مجهز به دَرِ بارگیری و تخلیه در دو انتها هستند (در شکل ۱۶ــ۳ یک کوره پیوسته چوب‌خشک‌کنی نشان داده شده است). خیس‌ترین دسته چوب بر روی واگنت در انتهای ورودی یا بارگیری قرار دارد (انتهای تر) و خشک‌ترین چوب بر روی واگنت در انتهای خروجی (انتهای خشک) واقع است. هرگاه یک واگنت چوب از انتهای خروجی کوره تخلیه شود، واگنت‌های باقی‌مانده در جهت خروجی حرکت می‌کنند و یک واگنت چوب تر یا نیم‌خشک به داخل کوره آورده می‌شود. روش جابجایی در این نوع کوره همواره ریلی است.



شکل ۱۶ــ۳ــ کوره پیوسته چوب خشک‌کنی مجهز به سیستم جریان اجباری هوا

در این سیستم، درجه‌حرارت هوای درون کوره در انتهای خروجی زیادتر است و به تدریج به‌سمت انتهای تر،کم می‌شود ؛ بنابراین، تغییر و تنظیم دایمی درجه‌حرارت خشک ضرورتی ندارد.

۳ــ۶ــ۳ــ ساختمان کوره : کوره‌های چوب‌خشک‌کنی در معرض شرایط نامساعد قرار دارند. این کوره‌ها اغلب در فضای باز قرار دارند و نه‌تنها باید شرایط نامساعد آب و هوایی را تحمل کنند بلکه باید تغییرات زیاد رطوبت نسبی و درجه‌حرارت داخل اتاقک را نیز متحمل شوند ؛ بنابراین، عمر کاری و مفید کوره‌های چوب‌خشک‌کنی در مقایسه با ساختمان‌های معمولی کوتاه است.

ساختمان یا اسکلت اصلی کوره چوب‌خشک‌کنی از مواد ساختمانی زیادی از جمله بتون، آجر و ورقه‌های فلزی مخصوصاً آلومینیم یا ترکیبی از این مواد ساخته می‌شوند.

چوب ارزان‌ترین ماده است که کیفیت عایق‌کنندگی خوبی دارد ولی دراثر نوسانات رطوبت که به‌دنبال تغییر شرایط خشک‌کردن به‌وجود می‌آید، واکشیده و همکشیده می‌شود و ایجاد ترک می‌کند و به بازشدن اتصال‌ها می‌انجامد ؛ به علاوه، چوب تحت تأثیر شرایط خشک‌کردن به مرور زمان پوسیده می‌شود.

موادی نظیر آجر و بتون نیز مزایا و معایبی دارند ولی در شرایط کشور ایران شاید استفاده از این دو ماده مفید باشد.

از ورقه‌های فلزی به‌ویژه ورقه‌های آلومینیمی به‌طور گسترده در ساختمان اتاقک کوره‌های چوب‌خشک‌کنی استفاده می‌شود که درصورت اقتصادی‌بودن از ویژگی‌های برتری برخوردارند.

دَرِ کوره چوب‌خشک‌کنی اغلب بزرگ است و در انتها یا کناره اتاقک کوره قرار می‌گیرد. دَرِ کوره اغلب فلزی است و از روش‌های مختلف برای بازوبسته‌کردن آن استفاده می‌کنند (در شکل ۱۷ــ۳ چند نوع دَرِ متداول کوره نشان داده شده است).

شکل ۱۷ــ۳ــ انواع در کوره چوب‌خشک‌کنی

ـ از در بادبزنی تکی یا دوتایی برای کوره‌های کوچک با پهنایی تا ۵ متر استفاده می‌شود.
ـ از در تاشو برای کوره‌های بزرگ‌تر تا پهنای ۱۲ متر استفاده می‌گردد.
ـ از در ریلی در کوره‌هایی با پهنای تا ۱۳ متر استفاده می‌شود.
ـ از در حرکت عمودی برای کوره‌های بزرگ تا پهنای ۱۴ متر استفاده می‌شود.

این نوع در را می‌توان به‌طور اتوماتیک باز وبسته کرد. برای این نوع در فضای کم‌تری مورد نیاز است.

۷ـ۳ـ بارگیری، خشک کردن و تخلیه کوره

۱ـ۷ـ۳ ـ بارگیری کوره چوب‌خشک‌کنی

دسته‌بندی: اصول کلی دسته‌بندی چوب (که در فصل خشک‌کردن چوب در هوای آزاد تشریح شد) قابل استفاده در خشک‌کردن چوب در کوره نیز است ؛ به‌علاوه، باید دقت شود که شرایط خشک‌کردن در کوره شدیدتر از هوای آزاد است و درنتیجه، هرگونه اشکالی در دسته‌بندی چوب باعث تخریب می‌شود. اگر انتهای تخته‌ها از دسته‌بندی خارج شده باشند، بر سرعت هوای خشک‌کن تأثیر می‌گذارد و باعث تغییر جهت آن و به‌وجودآمدن معوج‌شدن، ترک و غیر یکنواختی در خشک‌کردن می‌شود.

فاصله جانبی بین تخته‌ها بر جریان و گردش هوا اثر می‌گذارد ؛ بنابراین، باید تخته‌ها نزدیک‌تر قرار گیرند.

اگر حجم چوب برای یک بارگیری کفایت نکند، باید سعی شود ارتفاع دسته‌بندی ثابت بماند و از پهنای آن کاسته شود.

برای جلوگیری از معوج‌شدن تخته‌های بالای دسته‌بندی، لازم است وزنه‌هایی (بتونی یا چوبی) بر روی دسته‌بندی قرار داده شود یا این‌که دسته‌ها به نحوی مهارگردند.

چوبدستک‌گذاری: انتخاب و استفاده مناسب از چوبدستک به کم‌شدن معایب و معوج‌شدن الوار می‌انجامد و ما را از خشک‌کردن سریع و یکنواخت مطمئن می‌کند. اگر چوبدستک به‌طریق مناسب انتخاب شود، امکان شکستن و تغییرشکل آن کم می‌شود. مهم‌ترین عوامل در چوبدستک شامل اندازه، محل قرارگرفتن در دسته، گونه و کیفیت چوب آن است.

ضخامت متداول چوبدستک بین حدود ۱۶ تا ۳۲ میلی‌متر و طول آن برابر پهنای دسته‌بندی است . اگر از چوبدستک خیلی پهن استفاده شود سرعت خشک‌کردن در محل تماس چوبدستک با

الوار کند می‌شود. پهنای مناسب چوبدستک در خشک کردن چوب پهن‌برگان معمولاً ۳۳ میلی‌متر است و نباید از ۳۸ میلی‌متر تجاوز کند. در مورد سوزنی‌برگان از چوبدستک تا پهنای ۵ سانتی‌متر و حتی ۱۰ سانتی‌متر نیز می‌توان استفاده کرد.

نحوه قراردادن چوبدستک باید به‌طریقی باشد که حتماً چوبدستک در دو انتهای تخته‌ها قرار گیرد؛ زیرا دراین‌حالت، از معوج‌شدن انتهای تخته‌ها و همچنین خشک‌شدن سریع و ترک‌برداشتن انتهایی جلوگیری شده یا از خطر وقوع آن کاسته می‌شود. چوبدستک‌های میانی باید به‌طریقی در بین دو انتها قرار گیرند که قادر به جلوگیری از انحنای تخته‌ها باشند. فاصله بین چوبدستک‌های میانی به نوع چوب، ضخامت الوار و ...بستگی دارد.

دسته‌بندی چوب برای کوره با جریان اجباری هوا و به‌وسیله دمنده داخلی: با توجه به جریان متفاوت هوا در کوره‌های خشک‌کنی، به‌دلیل استفاده گسترده از کوره چوب‌خشک‌کنی با جریان اجباری هوا به‌وسیله دمنده داخلی، در این قسمت روش دسته‌بندی این نوع کوره را بیان می‌کنیم.

در بعضی از انواع کوره با جریان اجباری هوا به وسیله دمنده داخلی، دمنده در زیر دسته‌بندی قرار می‌گیرد و جریان هوا از بین تخته‌هایی که دسته‌بندی شده‌اند، به سمت بالا صورت می‌گیرد. با نصب فنرهایی در دوطرف دسته، مقدار آزاد شدن دسته دراثر همکشیدگی از بین برده می‌شود و الوار به‌طور محکم نگه‌داشته می‌شوند.

در کوره‌های مجهز به دمنده داخلی و دسته‌بندی عرضی، هوا از ابتدای کوره به انتهای دیگر آن جریان می‌یابد. جهت جریان هوا عمود بر چوبدستک‌هاست. در این حالت، فاصله حداقل ۳۸ میلی‌متر باید میان لبه تخته‌ها وجود داشته تا حرکت هوا از داخل دسته‌بندی امکان‌پذیر باشد.

جریان هوا در کوره با دسته‌بندی انتهایی مجهز به دمنده داخلی در بالا یا پایین در امتداد پهنای دسته و موازی با جهت چوبدستک‌هاست. در این حالت، اگر لبه تخته‌ها از کناره دسته‌بندی بیش‌تر بیرون باشد، از جریان هوا درعرض دسته می‌کاهد.

به‌علاوه باید از خارج‌بودن انتهای تخته‌ها جلوگیری شود.

بارگیری: طراحی کوره‌های چوب‌خشک‌کنی به‌طریقی است که هر نوع کوره با روش خاصی بارگیری می‌شود. در قسمت قبل به دو اصطلاح برخوردیم.

کوره با دسته‌بندی انتهایی یعنی کوره‌ای که در آن دسته‌بندی‌های چوب به طریق طولی بارگیری می‌شوند.

کوره با دسته‌بندی عرضی یعنی کوره‌ای که در آن دسته‌بندی‌های چوب به‌طریق عرضی بارگیری می‌گردند.

دو روش گفته شده به‌طور مستقیم بر جهت جریان هوا تأثیر می‌گذارند.

بارگیری کم یا بارگیری بیش از ظرفیت بر کیفیت خشک‌شدن چوب در کوره تأثیر می‌گذارد؛ یعنی زمانی عملیات خشک‌کردن چوب ایده‌آل خواهد بود که فضای درون کوره به‌طور کامل از چوب پر شده باشد.

بارگیری کوره‌های مختلف چوب‌خشک‌کنی متفاوت است و در این قسمت نیز بارگیری کوره با جریان اجباری هوا به‌وسیله دمنده داخلی تشریح می‌گردد.

با توجه به این‌که در کوره‌های با جریان اجباری هوا به کمک دمنده داخلی باید برای جلوگیری از جریان‌های کوتاه عرضی، سرعت جریان مناسبی از هوا در درون کوره وجود داشته باشد، نحوه بارگیری اهمیت بسیار زیادی دارد.

در کوره با دسته‌بندی عرضی از نوع ریلی و دمنده داخلی، جریان هوا موازی با چوبدستک‌ها یا عمود بر آن‌هاست؛ در صورتی‌که جریان هوا موازی با چوبدستک‌ها باشد، اگر بین دسته‌بندی‌ها فاصله‌ای در حدود ۷/۵ سانتی‌متر وجود داشته باشد و موانعی در دوانتهای کوره نصب گردد، به بهترین عملکرد می‌رسیم.

در کوره با دسته‌بندی عرضی و جریان هوای عمود بر چوبدستک‌ها معمولاً بین لبه تخته‌ها در یک دسته‌بندی فاصله ایجاد می‌شود.

در کوره با دسته‌بندی انتهایی و جریان هوای موازی با چوبدستک، فاصله بین دسته‌بندی و موانع بالای آن باید بیش از ۱۰ سانتی‌متر نباشد.

برای انتقال دسته‌بندی چوب به درون کوره دو روش متداول است:

ـ روش قراردادن دسته‌بندی چوب بر روی واگنت و حرکت آن بر روی ریل به داخل یا خارج کوره: در شکل ۱۸ـ۳ واگنت و ریل نشان داده شده است.

شکل ۱۸ـ۳ـ انتقال دسته‌بندی چوب به درون کوره با استفاده از واگنت

استفاده از واگنت نیاز به جابجایی را کم می‌کند واز هزینه‌های مربوط نیز می‌کاهد. به‌این دلیل، امروزه این روش در کارخانه‌های زیادی متداول شده است.

ــ روش دیگر انتقال دسته‌بندی به‌کمک لیفت تراک است: که در شکل ۱۹ــ۳ نشان داده شده است. در این حالت، به ریل نیازی نیست و می‌توان دسته‌بندی چوب را از محل‌های با فاصله بیش‌تر انتقال داد.

شکل ۱۹ــ۳ــ استفاده از لیفت‌تراک در انتقال دسته‌بندی چوب

۲ــ۷ــ۳ــ خشک‌کردن : خشک‌کردن در حقیقت حرارت‌دادن چوب طبق برنامه‌ای مشخص تا رسیدن به رطوبت موردنظر است. برنامه چوب‌خشک‌کنی ترکیب شرایط درجه حرارت و رطوبت نسبی و تغییر آن به‌طریقی است که چوب به‌تدریج رطوبت خود را از دست بدهد و خشک شود.

برنامه چوب خشک‌کنی گونه‌های مختلف به‌طور تجربی و آزمایشی تعیین‌شده و با هدف به حداقل رساندن زمان و معایب خشک‌کردن به اجرا درمی‌آید. مثال‌هایی از برنامه چوب‌خشک‌کنی در جدول۲ــ۳ آورده شده است.

برنامه شماره یک برای چوب‌هایی مانند افرا، ملچ و برنامه شماره ۲ برای بلوط قابل استفاده است.

خشک‌کردن چوب در کوره شامل سه مرحله است :

ــ مرحله آماده‌سازی که در حقیقت گرم‌کردن چوب است. در این مرحله سعی می‌شود به‌صورت مرحله‌ای ولی خیلی سریع، درجه‌حرارت به حدود ۶۵ــ۴۰ درجه سانتی‌گراد افزایش یابد. در این مورد قبلاً توضیح داده شده است.

ـ خشک‌کردن واقعی در مرحله دوم انجام می‌گیرد. در این مرحله، برنامه چوب‌خشک‌کنی به‌طور دقیق و طبق قضاوت پرسنل چوب‌خشک‌کنی اعمال می‌شود ؛ به‌عنوان مثال، طبق برنامه شماره یک جدول ۲ـ۳ :

اگر رطوبت چوب خیلی زیاد باشد (به‌عنوان مثال ۸۵ درصد)، درجه حرارت خشک را در ۳۵ درجه سانتی‌گراد و درجه‌حرارت تر را در ۳۰/۵ درجه سانتی‌گراد تنظیم می‌کنند و خشک‌کردن آغاز می‌شود. خشک‌کردن ادامه می‌یابد تا رطوبت چوب درون کنترل به ۶۰ درصد برسد (مشخص‌کردن رطوبت به‌کمک نمونه کنترل کوره انجام می‌گیرد).

در این مرحله، درجه حرارت خشک در ۳۵ درجه سانتی‌گراد و درجه‌حرارت تر در ۲۸/۵ درجه سانتی‌گراد تنظیم می‌شود.

خشک‌کردن تا رطوبت ۴۰ درصد ادامه می‌یابد. در این نقطه، درجه‌حرارت خشک در ۴۰ درجه سانتی‌گراد و درجه‌حرارت تر در ۳۱ درجه سانتی‌گراد تنظیم می‌شود و خشک‌کردن ادامه می‌یابد.

جدول ۲ـ۳ـ چند مثال از برنامه چوب خشک کنی

رطوبت چوب	درجه حرارت		رطوبت نسبی
٪	خشک °C	تر °C	٪
برنامه ۱			
تر	۳۵	۳۰/۵	۷۰
۶۰	۳۵	۲۸/۵	۶۰
۴۰	۴۰	۳۱	۵۰
۳۰	۴۵	۳۲/۵	۴۰
۲۰	۵۰	۳۵	۳۴
۱۵	۶۰	۴۰/۵	۲۹
برنامه ۲			
تر	۴۳	۴۱	۹۰
۴۰	۴۳	۴۰/۵	۸۷
۳۵	۴۳	۳۹/۸	۸۰
۳۰	۴۷	۴۱	۶۷
۲۵	۵۴/۵	۳۷/۸	۳۱/۵
۲۰	۶۰	۳۲	۱۱
۱۵	۸۲/۲	۵۴/۵	۳۱

۳ــ۷ــ۳ــ تخلیه کوره : پس از پایان خشک‌کردن، عملیات تخلیه کوره آغاز می‌شود. پیش از خارج‌کردن چوب از کوره لازم است عملیاتی انجام گیرد که مرحله‌ی سوم خشک‌کردن است.

مرحله سوم اندکی قبل از پایان عمل خشک کردن آغاز می‌شودو هدف آن متعادل‌سازی رطوبت لایه‌های سطحی و مغزی دسته‌بندی چوب است. زمانی‌که رطوبت نمونه کنترل کوره در حدود ۲ درصد کم‌تر از رطوبت نهایی مورد نظر است (اگر رطوبت نهایی مورد نظر ۱۰ درصد است، باید رطوبت نمونه کنترل چوب ۸ درصد باشد)، این مرحله آغاز می‌گردد.

شرایط را به‌طریقی تنظیم می‌کنیم که رطوبت نمونه کوره به ۸ درصد برسد ؛ یعنی، درجه‌حرارت را کمی افزایش می‌دهیم و رطوبت نسبی را کم می‌کنیم. خشک‌کردن تا رسیدن رطوبت نمونه تر کوره به ۱۰ درصد ادامه می‌یابد.

دسته‌های چوب خشک را نباید پس از اتمام برنامه چوب خشک‌کنی فوراً از کوره خارج کرد. بلکه باید دسته‌بندی‌ها در داخل کوره باقی بمانند تا اختلاف درجه حرارت آن‌ها با خارج حدود ۲۰ درجه سانتی‌گراد شود. در این حالت، می‌توان دسته‌بندی‌ها را از کوره تخلیه کرد.

خارج‌کردن چوب از کوره به‌وسیله‌ی واگنت و ریل یا لیفت‌تراک انجام می‌گیرد.

پرسش و تمرین

۱ ــ سه مزیت خشک‌کردن چوب را در کوره توضیح دهید.

۲ــ از جدول ۱ــ۳ زمان تقریبی خشک کردن چوب‌های زیر را در کوره محاسبه کنید.

زبان گنجشک، راش، ملچ، بلوط و گردو

۳ــ برنامه خشک‌کردن در کوره را توضیح دهید.

۴ــ «درجه‌حرارت خشک» و «درجه‌حرارت تر» را تعریف کنید.

۵ــ مکانیسم کار کوره چوب‌خشک‌کنی را به‌اختصار شرح دهید.

۶ــ سیستم هوای خشک‌کن را توضیح دهید.

۷ــ سیستم جریان طبیعی هوا را در خشک‌کن توضیح دهید.

۸ــ سیستم جریان اجباری هوا با دمنده خارجی را توضیح دهید.

۹ــ سیستم جریان اجباری هوا با دمنده داخلی را توضیح دهید.

۱۰ــ سیستم حرارت کوره را توضیح دهید.

۱۱ــ سیستم کنترل کوره چیست؟
۱۲ــ انواع کوره چوب‌خشک‌کنی را نام ببرید.
۱۳ــ کوره اتاقکی را تعریف کنید.
۱۴ــ کوره چوب‌خشک‌کنی از چه مصالحی ساخته می‌شود؟
۱۵ــ انواع در کوره را نام ببرید.
۱۶ــ دسته‌بندی چوب را برای خشک‌کردن در کوره توضیح دهید.
۱۷ــ چوبدستک را توضیح دهید.
۱۸ــ با چه روش‌های حمل‌ونقل، دسته‌بندی چوب را به‌داخل کوره می‌برند؟
۱۹ــ استفاده از واگنت و ریل بهتر است یا لیفت‌تراک؟
۲۰ــ قبل از تخلیه کوره، چه باید کرد؟

نمونه سؤال‌های آزمونی فصل سوم

۱ــ مزایای خشک کردن چوب در کوره را بیان کنید.
۲ــ معایب خشک کردن چوب در کوره را بیان کنید.
۳ــ برنامه چوب‌خشک‌کنی در کوره را تعریف کنید.
۴ــ زمان خشک کردن چوب در کوره طولانی‌تر است یا زمان خشک کردن چوب در هوای آزاد؟
۵ــ چرا در حین خشک کردن چوب در کوره بخارزنی می‌کنند؟
۶ــ مرحله متعادل‌سازی در خشک کردن چوب در کوره را تعریف کنید.
۷ــ سیستم جریان طبیعی هوا را تعریف کنید.
۸ــ سیستم جریان اجباری هوا را تعریف کنید.
۹ــ کوره اتاقکی را تعریف کنید.
۱۰ــ برای ساختن اتاقک کوره از چه مصالحی می‌توان استفاده کرد؟

فصل چهارم

عوامل مؤثر در هزینه‌های چوب‌خشک‌کنی

هدف‌های رفتاری : پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود :

۱ــ فاکتورهای مؤثر در هزینه‌های چوب‌خشک‌کنی در هوای آزاد را توضیح دهد ؛

۲ــ فاکتورهای مؤثر در هزینه‌های چوب‌خشک‌کنی مصنوعی را توضیح دهد.

زمان تدریس : ۴ ساعت

۴ــ عوامل مؤثر در هزینه‌های چوب‌خشک‌کنی

۱ــ۴ــ عوامل مؤثر در هزینه‌های چوب‌خشک‌کنی در هوای آزاد

عوامل مؤثر در هزینه‌های چوب‌خشک‌کنی در هوای آزاد را می‌توان به چند مورد زیر تقسیم کرد :

۱ــ۱ــ۴ــ هزینه‌های سرمایه‌ای : هزینه‌های سرمایه‌ای شامل خرید یا ارزش زمین یارد چوب‌خشک‌کنی، هزینه تأسیسات ساختمانی و هزینه تجهیزات است.

ــ ارزش زمین یارد چوب‌خشک‌کنی در مناطق مختلف متفاوت است. با توجه به این‌که ارزش زمین به‌صورت بهره سرمایه یا بهای زمین است، هزینه مربوط به زمین یارد به‌صورت درصدی از ارزش آن یا معادل بهره ارزش زمین درنظر گرفته می‌شود. فرض کنید وسعت یارد یک واحد چوب‌خشک‌کنی برابر یک‌هزار متر مربع و ارزش زمین واحد برابر صد هزار ریال باشد. کل ارزش زمین یارد معادل ده میلیون ریال است.

اگر بهره سرمایه نقدی را برابر پانزده درصد درنظر بگیریم، هزینه سالانه مربوط به زمین یارد

برابر :

ریال است. $۱۰/۰۰۰/۰۰۰ \times ٪۱۵ = ۱/۵۰۰/۰۰۰$

ــ ارزش تأسیسات ساختمانی شامل کف‌سازی و زهکشی یارد و احداث هانگار است. فرض کنیم در یارد واحد چوب‌خشک‌کنی هانگار احداث نشود و هزینه تأسیسات ساختمان معادل ۵۰۰۰۰ ریال برای هر متر مربع باشد، ارزش تأسیسات یک یارد به وسعت یک‌هزار متر مربع برابر ۵۰۰۰۰۰۰۰ ریال است. در تعیین هزینه این مورد دو عامل را باید درنظر گرفت :

الف ــ عمر تأسیسات را معمولاً ۲۰ ساله درنظر می‌گیرند ؛ بنابراین، هزینه سالانه‌ی تأسیسات برابر $\frac{۱}{۲۰}$ ارزش آن است :

$$۵۰۰۰۰۰۰۰ \times \frac{۱}{۲۰} = ۲۵۰۰۰۰۰ \quad \text{ریال}$$

ب ــ بهره‌ی سرمایه تأسیسات برابر ۱۵ درصد در سال معادل :

$۵۰۰۰۰۰۰۰ \times ٪۱۵ = ۷۵۰۰۰۰۰$

ریال است ؛ بنابراین، کل هزینه سالانه‌ی تأسیسات معادل :

$۲۵۰۰۰۰۰ + ۷۵۰۰۰۰۰ = ۱۰۰۰۰۰۰۰$

خواهد بود.

ــ ارزش سرمایه تجهیزات شامل هزینه خرید لیفت‌تراک، چوبدستک و ...است.

اگر هزینه تأمین تجهیزات برای یک یارد با وسعت یک‌هزار متر مربع برابر ده میلیون ریال باشد و این تجهیزات عمر پنج ساله داشته باشد، هزینه سالانه برابر دو میلیون ریال است.

۲ــ۱ــ۴ــ هزینه‌های عملیاتی: هزینه‌های عملیاتی شامل هزینه کارگر، سوخت، برق محوطه، هزینه تعمیر و نگهداری و...است.

ــ هزینه کارگر معادل تعداد کارگر × حقوق ماهانه و عیدی و پاداش سالانه و حق بیمه است.

ــ سوخت شامل هزینه تأمین سوخت لیفت‌تراک است.

ــ برق شامل هزینه روشنایی محوطه یارد است.

ــ هزینه‌های مربوط به تعمیر و نگهداری شامل هزینه تعمیر و نگهداری تأسیسات ثابت و متحرک (لیفت‌تراک) است. معمولاً این هزینه را معادل ۵ درصد ارزش تأسیسات ساختمانی و ۱۰ درصد ارزش تجهیزات درنظر می‌گیرند.

ــ هزینه‌های مربوط به بیمه.

۳ــ۱ــ۴ــ هزینه‌های مربوط به افت کیفیت چوب :اصولاً خشک‌کردن چوب در هوای آزاد با عیب‌هایی همراه است که در فصل اول این کتاب درباره آن‌ها سخن گفتیم. میزان هزینه‌های مربوط به افت کیفیت متفاوت است و به نوع چوب و ... بستگی دارد.

با اعمال روش‌های حفاظتی می‌توان از میزان این هزینه کاست ولی از بین‌بردن کامل آن امکان‌پذیر نیست. فرض کنید در یک یارد، معادل پانصد مترمکعب چوب درجه یک را به ارزش هر متر مکعب ۴۰۰۰۰۰۰ ریال، خشک می‌کنیم. پس از خشک‌کردن ۲۰ درصد چوب افت کیفیت دارد که ارزش آن در هر مترمکعب به ۲۰۰۰۰۰۰ ریال می‌رسد ؛ بنابراین، ارزش افت کیفیت برابر خواهد بود با :

مترمکعب چوب با افت کیفیت ۱۰۰ = ۲۰٪ × (متر مکعب چوب درجه یک ۵۰۰)

۴۰۰۰۰۰۰۰۰ = (ارزش هرمتر مکعب چوب درجه یک ۴۰۰۰۰۰۰) × (مترمکعب ۱۰۰)

ارزش ۱۰۰ مترمکعب چوب اولیه

۲۰۰۰۰۰۰۰۰ = (ارزش هر مترمکعب چوب با افت‌کیفیت ۲۰۰۰۰۰۰) × (مترمکعب ۱۰۰)

ارزش ۱۰۰ مترمکعب چوب پس از به‌وجود آمدن عیب

هزینه مربوط به افت کیفیت ۲۰۰۰۰۰۰۰۰ = ۲۰۰۰۰۰۰۰۰ − ۴۰۰۰۰۰۰۰۰

۴ــ۱ــ۴ــ ارزش (بهره) چوب درحین خشک‌شدن: قیمت چوب در زمان خشک‌کردن در حقیقت معطلی سرمایه‌ای معادل ارزش چوب اولیه است. بنابراین، باید بهره ارزش چوب اولیه را به‌عنوان بخشی از هزینه‌ها درنظر گرفت. خلاصه‌ای از این هزینه‌ها در شکل ۱ــ۴ آمده است.

۲ــ۴ــ عوامل مؤثر در هزینه‌های چوب‌خشک‌کنی مصنوعی

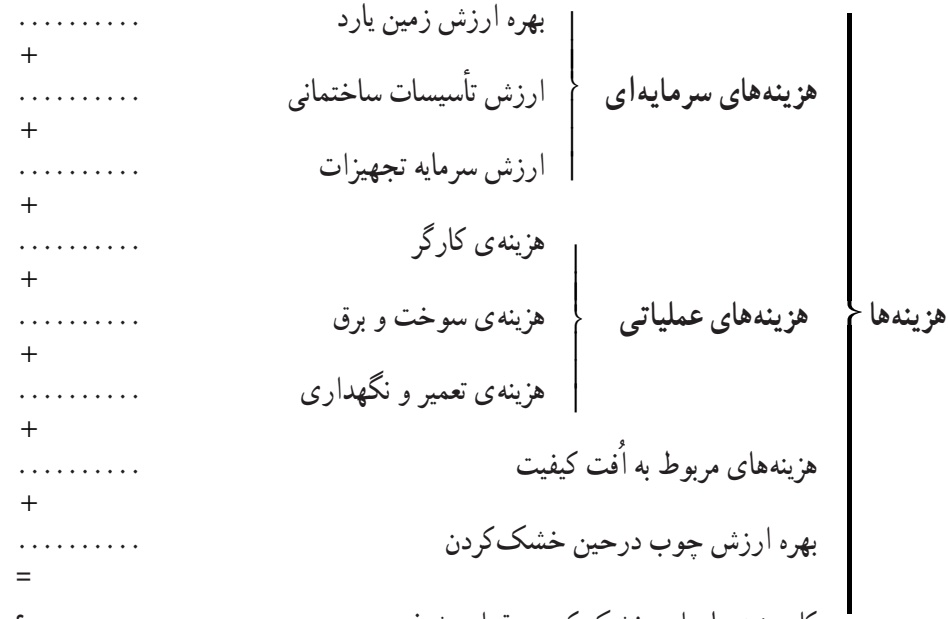
عوامل مؤثر در هزینه‌های چوب‌خشک‌کنی مصنوعی با چوب‌خشک‌کنی در هوای آزاد اختلاف جزیی دارد.

۱ــ۲ــ۴ــ هزینه‌های سرمایه‌ای: هزینه‌های سرمایه‌ای شامل :

ــ ارزش زمین احداث کوره و فضای دسته‌بندی چوب‌آلات که در مقایسه با خشک‌کردن در هوای آزاد کم‌تر است ؛ زیرا در خشک‌کردن مصنوعی به فضای کم‌تری نیاز است.

ــ ارزش تأسیسات ساختمانی خشک‌کردن در کوره شامل ارزش ساختمان کوره است. البته اگر کوره را جزءِ تجهیزات درنظر بگیریم، فقط هزینه آماده‌سازی فضای دسته‌بندی چوب‌آلات درنظر گرفته می‌شود.

ـ ارزش تجهیزات شامل کوره و ارزش وسایل حمل‌ونقل و چوبدستک است.



شکل ۱ــ۴ــ راهنمای هزینه‌های خشک کردن در هوای آزاد

۲ــ۲ــ۴ــ هزینه‌های عملیاتی

ـ هزینه کارگر

ـ هزینه سوخت، وسایل حمل‌ونقل و برق کوره

ـ هزینه‌های تعمیر و نگهداری تأسیسات و تجهیزات

ـ هزینه‌های بیمه

۳ــ۲ــ۴ــ هزینه‌های مربوط به افت کیفیت چوب : با توجه به این‌که کنترل شرایط خشک‌کردن در کوره آسان‌تر است، با افت کیفیت کم‌تری روبرو هستیم ؛ بنابراین، هزینه‌های مربوط به این مورد کم‌تر است.

۴ــ۲ــ۴ــ ارزش (بهره) چوب درحین خشک‌کردن: به‌علت این‌که زمان خشک‌کردن

مصنوعی چوب در مقایسه با هوای آزاد خیلی کوتاه است، رقم هزینه آن نیز کمتر است.

جدول خلاصه هزینه چوب‌خشک‌کنی مصنوعی مشابه شکل ۱ــ۴ است و می‌توان از آن شکل استفاده کرد.

پرسش و تمرین

۱ــ هزینه‌های سرمایه‌ای را در چوب‌خشک‌کنی در هوای آزاد نام ببرید.

۲ــ هزینه‌های عملیاتی را در چوب‌خشک‌کنی در هوای آزاد نام ببرید.

۳ــ چرا در چوب‌خشک‌کنی باید هزینه مربوط به افت کیفیت را درنظر بگیریم؟

۴ــ هزینه زمین در چوب خشک‌کنی در هوای آزاد زیادتر است یا در چوب خشک‌کنی مصنوعی؟

۵ــ هزینه تأسیسات در چوب‌خشک‌کنی در هوای آزاد زیادتر است یا در چوب خشک‌کنی مصنوعی؟

۶ــ هزینه سوخت و برق در چوب خشک‌کنی مصنوعی زیادتر است یا در چوب خشک‌کنی در هوای آزاد؟

حفاظت و نگهداری چوب

فصل پنجم

حفاظت و نگهداری چوب

هدف‌های رفتاری : پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود :

۱ــ عوامل تخریب و پوسیدگی چوب را تعریف کند ؛

۲ــ قارچ‌های چوبخوار را شرح دهد ؛

۳ــ شرایط محیطی مورد نیاز رشد قارچ‌ها را تعریف کند ؛

۴ــ مشخصات چوب‌های پوسیده را توضیح دهد ؛

۵ــ حشرات چوبخوار را شرح دهد ؛

۶ــ نحوه‌ی مبارزه بر علیه موریانه را شرح دهد ؛

۷ــ روش‌های حفاظت چوب را در برابر عوامل فیزیکی شرح دهد ؛

۸ ــ هوادیدگی را توضیح دهد ؛

۹ــ روش‌های جلوگیری از تخریب مکانیکی را توضیح دهد.

زمان تدریس : ۱۲ ساعت

۵ ــ حفاظت و نگهداری چوب

۱ــ ۵ــ مقدمه

هرچند چوب به‌دلیل ویژگی‌های طبیعی خود در مقابل عوامل خارجی آسیب‌پذیر است و در شرایط معین ممکن است مورد حمله قارچ‌ها و حشرات چوبخوار قرار گیرد، با وجود این، اگر به‌نحو مطلوب از آن محافظت و نگهداری شود، ممکن است سال‌ها و بلکه قرن‌ها دوام یابد ؛ به عنوان مثال، در طراحی و ساخت ساختمان‌های چوبی درصورتی‌که اصول فنی و علمی حفاظت و نگهداری چوب

رعایت شود و شرایط مناسب برای عوامل مخرب محدود یا کنترل گردد، دلیلی برای پوسیدن یا ازبین‌رفتن چوب وجود ندارد و ممکن است سال‌ها و بلکه قرن‌ها دوام یابد.

به شکل صفحه‌ی ۹۲ توجه کنید ؛ این ساختمان قدیمی که بزرگترین ساختمان چوبی دنیاست، درسال ۷۴۳ میلادی به‌دستور «شومائو» امپراتور وقت ژاپن ساخته شده است. علی‌رغم اینکه این ساختمان در طول تاریخ دوبار در جریان جنگ‌ها، در سال‌های ۱۱۹۵ و ۱۷۰۸ دچار آتش‌سوزی شده و در سال ۱۹۰۳ تا ۱۹۱۳ به‌مدت ۱۰سال برای اولین بار مرمت و بازسازی شده است، به‌دلیل طراحی، حفاظت و نگهداری صحیح، هنوز هم یکی از بناهای تاریخی و مکان‌های توریستی ژاپن محسوب می‌شود.

همچنین تراورس‌های چوبی راه‌آهن که در حالت طبیعی (بدون رعایت اصول حفاظتی) فقط ۵ تا ۷ سال عمر می‌کنند، درصورتی که اصول فنی و علمی حفاظت چوب درمورد آن‌ها رعایت شود، ممکن است عمر مفید آن‌ها تا ۴۰ سال افزایش یابد.

به‌طورکلی، کلید موفقیت در امر حفاظت و نگهداری چوب، شناخت دقیق عوامل پوسیدگی و تخریب‌کننده چوب و چگونگی مبارزه با آن‌ها و پیشگیری از بروز آن‌هاست.

در این فصل، ابتدا عوامل تخریب و پوسیدگی چوب را شناسایی می‌کنیم و سپس راه‌های پیشگیری و حفاظت از آن‌را به‌طور مختصر مورد بررسی قرار می‌دهیم.

۲ــ ۵ــ عوامل تخریب و پوسیدگی چوب

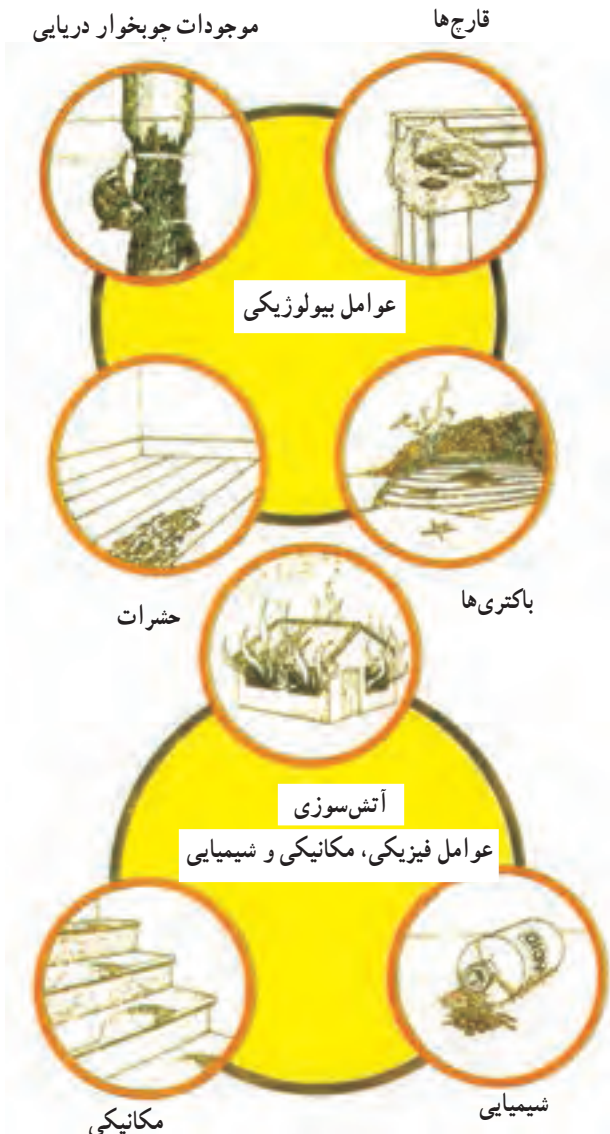
به‌طورکلی، عوامل تخریب چوب را می‌توان به چهار دسته به‌شرح زیر تقسیم کرد :

- ــ عوامل بیولوژیکی تخریب چوب
- ــ عوامل فیزیکی تخریب چوب
- ــ عوامل شیمیایی تخریب چوب
- ــ عوامل مکانیکی تخریب چوب

در شکل ۱ــ ۵، نمونه‌هایی از انواع عوامل تخریب و پوسیدگی چوب نشان داده شده است.

در میان عوامل تخریب‌کننده چوب، عوامل بیولوژیکی و فیزیکی به‌دلیل میزان صدمات زیادی که به چوب وارد می‌سازند، از اهمیت بیشتری برخوردار هستند ؛ از این رو، شما دانش‌آموزان عزیز در این درس با این دو دسته از عوامل بیشتر آشنا می‌شوید و درمورد سایر عوامل در درس‌های آینده اطلاعات بیشتری خواهید یافت.

۱ــ۲ــ۵ــ عوامل بیولوژیکی تخریب چوب : عوامل بیولوژیکی تخریب چوب به چهارگروه عمده شامل : قارچ‌ها، حشرات، موجودات دریایی چوبخوار و باکتری‌ها تقسیم می‌شوند (شکل ۱ــ۵). در بین این چهار گروه، قارچ‌ها ازنظر اقتصادی بیشترین زیان‌ها را به چوب وارد می‌سازند. معمولاً عوامل بیولوژیکی تخریب‌کننده چوب، در آب‌وهوای منطقه حاره‌ای نسبت به سایر مناطق فعال‌ترند ؛ زیرا، در این‌گونه آب‌وهوا شرایط رشد و فعالیت آن‌ها مناسبتر است. با وجود این، برخی از قارچ‌ها حتی در مناطق معتدله و سرد نیز می‌توانند خسارت‌های جبران ناپذیری به چوب وارد سازند.



شکل ۱ــ۵ــ عوامل تخریب چوب

الف ــ قارچ‌ها: به‌طور کلی، قارچ‌های عامل پوسیدگی یک سری موجودات زنده هستند که به‌صورت پارازیت[1](انگل) و یا ساپروفیت[2](گندرو یا مرده‌خوار) زندگی می‌کنند که در حالت اول، میزبان آن‌ها درختان زنده (شکل ۲ــ۵) و در حالت دوم، درخت مرده (درخت قطع‌شده یا چوب) است (شکل ۳ــ۵).

شکل ۲ــ۵ــ نمونه قارچ‌های پارازیت که میزبان آن درخت زنده است.

شکل ۳ــ۵ــ نمونه یک قارچ ساپروفیت که روی درخت مرده یا چوب زندگی می‌کند.

اختلاف عمده‌ی قارچ‌ها با گیاهان عالی عمدتاً این است که آن‌ها کلروفیل (سبزینه) ندارند و نمی‌توانند غذای خود را تولید کنند و برای ادامه زندگی ناگزیر از مواد آلی که توسط میزبان آن‌ها (گیاهان سبزینه‌دار) ساخته می‌شود، استفاده می‌کنند. برخی از این قارچ‌ها از مواد آلی ذخیره‌شده در

۱ــ Parasitic ۲ــ Saprophytic

حفره سلول‌ها و بعضی دیگر، از مواد آلی موجود در دیواره سلول‌ها تغذیه می‌کنند.

چرخه زندگی قارچ‌ها: قارچ‌های چوبخوار در سطح چوب دانه‌های ریزی به نام «هاگ» تولید می‌کنند. این هاگ‌ها در شرایط مناسب به میسلیوم یا ریسه که رشته‌های لوله‌ای شکلی هستند، تبدیل می‌شوند و از طریق روزنه‌ها به درون چوب نفوذ می‌کنند و در آنجا فعالیت خود را آغاز می‌نمایند (شکل ۴ــ۵). در مراحل اولیه حمله، اثرات پوسیدگی را نمی‌توان تشخیص داد مگر در مواردی استثنایی که ممکن است کمی باعث تغییر رنگ چوب شوند. میسلیوم پس از مدتی رشد می‌کند و موادی را از خود ترشح می‌نماید که باعث تجزیه و تخریب زنجیره طویل مولکول سلولز و لیگنین می‌شود. در این مرحله، چوب به تدریج نرم می‌شود ولی هنوز پوسیدگی را با چشم غیرمسلح نمی‌توان دید. در چنین شرایطی مقاومت چوب به تدریج کاهش می‌یابد.

شکل ۴ــ۵ــ نمایش چرخه زندگی قارچ‌ها و مراحل مختلف پوسیدگی

قارچ‌های چوبخوار را براساس نوع تغذیه و پوسیدگی که در چوب ایجاد می‌کنند، می‌توان به‌چهارگروه شامل : قارچ‌های چوبخوار، قارچ‌های رنگ‌کننده چوب، قارچ‌های خال مانند (مولدها) و قارچ‌های عامل پوسیدگی نرم تقسیم کرد که به‌ترتیب قارچ‌های مربوط به گروه اول می‌توانند به سلولز و لیگنین دیواره سلول‌های چوبی حمله کنند ؛ درحالی‌که، گروه دوم و سوم،از کربوهیدرات‌های ذخیره‌شده در چوب که نقش کمتری در تأمین مقاومت‌های چوب دارند، تغذیه می‌کنند. بالاخره، گروه آخر یا قارچ‌های عامل پوسیدگی نرم، از لحاظ نوع پوسیدگی که ایجاد می‌کنند، نسبت به گروه‌های دیگر از اهمیت کمتری برخوردار هستند ولی دامنه گسترده‌تری از چوب‌ها را دربر می‌گیرند و بخصوص پهن‌برگان مستعدتر برای حمله این قارچ‌ها می‌باشند. قارچ‌های پوسیدگی نرم در برخی موارد ممکن است به‌طور جدی سبب پوسیدگی تخته‌هایی شوند که در معرض رطوبت زیاد قرار دارد ؛ مانند تخته‌هایی که در ساخت برج‌های خنک‌کننده نیروگاه‌ها به‌کار می‌روند.

قارچ‌های چوبخوار: بیشتر قارچ‌های چوبخوار متعلق به رده بازیدیومیست‌ها[1] و تعدادی متعلق به رده‌ی آسکومیست‌ها[2] است. این دسته از قارچ‌ها خود به دو گروه : قارچ‌های عامل پوسیدگی قهوه‌ای و قارچ‌های عامل پوسیدگی سفید طبقه‌بندی می‌شوند.

قارچ‌های عامل پوسیدگی قهوه‌ای (شکل ۵ ــ ۵): عمدتاً به سلولز[3] و همی‌سلولز موجود در دیواره‌ی سلول‌های چوب حمله می‌کنند و تأثیر کمتری روی لیگنین چوب دارند. چوبی که به‌طور

شکل ۵ــ۵ــ قارچ عامل پوسیدگی قهوه‌ای که غالباً در محل‌های مرطوب (زیر زمینی) رشد می‌کند.

۱ــ Basidiomycetes = رده‌ای از قارچ‌ها هستند ــ قارچ‌هایی که به تنه درخت می‌چسبند، از این گروه هستند.

۲ــ Ascomycetes = یا قارچ‌های کیسه‌ای، بزرگ‌ترین رده قارچ‌ها هستند که هاگ‌های اصلی آن‌ها در کیسه‌های طویلی به نام آسک تولید می‌شود.

۳ــ سلولز، همی سلولز و لیگنین جزءِ ترکیبات اصلی تشکیل‌دهنده چوب هستند.

جدی این نوع قارچ به آن حمله می‌کند، پس از مدتی به رنگ قهوه‌ای مایل به زرد یا قهوه‌ای مایل به قرمز تغییر رنگ می‌دهد. این گونه چوب‌های پوسیده، معمولاً در جهت عمود در الیاف، شکاف برمی‌دارند و هنگام خرد شدن سطح چوب به قطعات مکعبی شکل (مانند آنچه که در شکل ۶ ــ ۵ نشان داده شده است) تقسیم می‌گردد.

الف ــ پوسیدگی قهوه‌ای روی سطح چوب

ب ــ پوسیدگی قهوه‌ای روی تنه درخت

شکل ۶ــ۵ــ اثر قارچ عامل پوسیدگی قهوه‌ای روی سطح چوب

این نوع قارچ‌ها ممکن است به تمام لایه‌های دیواره سلولی حمله کنند ولی بیشترین صدمه را به لایه میانی می‌زنند که حاوی سلولز بیشتری است. گاهی ممکن است تا $\frac{۲}{۳}$ کل ماده چوبی را بتدریج مصرف کنند.

قارچ‌های عامل پوسیدگی سفید: می‌توانند هم به سلولز و هم به لیگنین دیواره سلولهای چوب حمله کنند و در بیشتر موارد، چوب را بی‌رنگ یا سفیدرنگ می‌کنند. چوبهایی که مورد حمله این نوع قارچ قرار می‌گیرند، برخلاف پوسیدگی قهوه‌ای، همکشیده نمی‌شوند و ترک سطحی برنمی‌دارند ؛ آن‌ها شکل ظاهری خود را حفظ کرده ولی حالت اسفنجی پیدا می‌کنند. اثر این نوع پوسیدگی بر روی چوب بلوط در شکل ۷ــ ۵ نشان داده شده است.

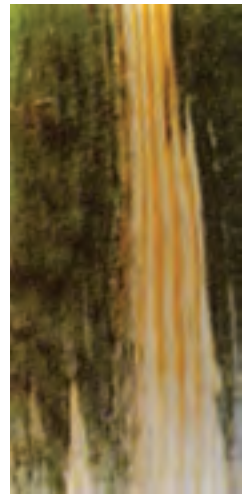
(الف)

(ب)

شکل ۷ــ۵ ــ الف: پوسیدگی سفید در چوب بلوط

ب: پوسیدگی سفید در چوب

قارچ‌های رنگ کننده چوب: قارچ‌هایی که در این گروه قرار می‌گیرند، معمولاً آسیبی به دیواره سلول‌ها وارد نمی‌کنند بلکه، بیشتر به سطح چوب یا درون حفره سلولی حمله می‌کنند ؛ از این رو، صدمات قابل توجهی به مقاومت یا سختی چوب وارد نمی‌سازند و عمدتاً باعث تغییررنگ سطح چوب می‌شوند. مهمترین گونه آن‌ها، قارچ‌های عامل لکه یا باختگی آبی است که هم به سوزنی‌برگان و هم به پهن‌برگان حمله می‌کنند (شکل ۸ ــ ۵). این گونه قارچ‌ها در صورت وجود شرایط لازم برای رشد آن‌ها حتی در زیر لایه رنگ نیز ممکن است باعث پوسیدگی چوب شوند (شکل ۹ــ ۵).



شکل ۸ ــ۵ــ چوب آلوده به پوسیدگی آبی

شکل ۹ــ۵ــ اثر لکه یا باختگی آبی بین لایه رنگ و سطح چوب

قارچ‌های رنگ‌کننده چوب معمولاً غذای موردنیاز خود را از قندها و نشاسته‌های ذخیره شده در حفره سلول‌های برون چوب تأمین می‌کنند. این نوع قارچ‌ها حداقل به ۲۵ درصد رطوبت، اکسیژن کافی و درجه حرارت مناسب نیاز دارند ؛ از این رو با خشک کردن سریع سطح چوب، خیس نگه‌داشتن یا غوطه‌ور کردن آن‌ها در محلول‌های ضدقارچ می‌توان از گسترش و فعالیت آن‌ها جلوگیری نمود. قارچ‌های رنگ‌کننده چوب عمدتاً متعلق به رده‌ی آسکومیست‌ها و یا دئوترومیست‌ها[1] می‌باشند.

قارچ‌های خال مانند (کپک‌ها[2]): این دسته از قارچ‌ها مانند قارچ‌های رنگ کننده چوب، معمولاً به مقاومت مکانیکی چوب آسیبی وارد نمی‌سازند ؛ زیرا روی سطح چوب رشد می‌کنند ولی هاگ‌هایی که تولید می‌کنند، ممکن است باعث بی‌رنگ کردن سطح چوب شود و قابلیت جذب آب چوب‌های آلوده به کپک‌ها به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد. این نوع قارچ‌ها، کاملاً شبیه کپک‌های

۱ــ Deutromycetes= رده‌ای از قارچ‌هاست.

۲ــ Molds

روی نان و پنیر هستند و در مواقعی که چوب تازه قطع شده در محیط‌های گرم و مرطوب روی هم قرار می‌گیرند، رشد نموده و رشته‌های پنبه‌ای شکل در سطح چوب تولید می‌کنند (شکل ۱۰ــ ۵). شرایط رشد این نوع قارچ‌ها شبیه قارچ‌های عامل لکه آبی است ولی میسلیوم[1] آن‌ها به اندازه‌ی قارچ‌های آبی در چوب نفوذ نمی‌کند. کپک‌ها نیز متعلق به رده آسکومیست‌ها و ایمپرفکتی است. راه مناسب برای کنترل کپک‌ها و باختگی‌های آبی خشک کردن فرآورده‌های چوبی تا کمتر از ۲۰٪ یا استفاده از حشره‌کش مناسب می‌باشد.

شکل ۱۰ــ۵ــ اثر آلودگی کپک بر روی چوب سوزنی برگ

قارچ‌های عامل پوسیدگی نرم: قارچ‌های عامل پوسیدگی نرم متعلق به رده آسکومیست‌ها و ایمپرفکتی‌ها هستند. تخریب این نوع قارچ‌ها تدریجی و از سطح چوب به‌سمت داخل است. فعالیت و تأثیر این‌نوع قارچ‌ها معمولاً کندتر از قارچ‌های رنگ‌کننده چوب است. تخریبی که حمله این‌نوع قارچ‌ها در چوب ایجاد می‌کند، معمولاً، با چشم تشخیص داده نمی‌شود ولی با میکروسکوپ بخوبی می‌توان آن را تشخیص داد. خواص چوب‌های پوسیده‌شده به‌وسیله‌ی این قارچ‌ها، به این ترتیب است که بتدریج نرم می‌شوند و حالت‌پنیری شکل پیدا می‌کنند. این‌گونه چوب‌ها در حالت خشک، ترد و شکننده‌تر از چوب سالم هستند. رنگ چوب به وسیله این قارچ‌ها قهوه‌ای کدر تا آبی خاکستری می‌گردد و در حالت خشک ظاهر سطح چوب مانند زغال گشته و ترک‌های ریز و سطحی در جهت و یا خلاف جهت الیاف بوجود می‌آید.

شرایط مناسب برای رشد قارچ‌ها: شرایط مناسب برای رشد قارچ‌ها عبارتند از : رطوبت، هوا، درجه‌حرارت، غذا و .... نبود هریک از این عوامل ممکن است باعث متوقف شدن رشد قارچ‌ها شود ؛ حتی اگر قبلاً رشد کافی کرده باشند.

۱ــ Mycelium

رطوبت: معمولاً خطر رشد و نمو قارچ‌ها در زیر نقطه اشباع الیاف (۲۵ تا ۳۵ درصد رطوبت) بسیار کم است ؛ زیرا، فقط معدودی از قارچ‌ها می‌توانند در شرایط پایین‌تر از این نقطه فعالیت کنند. در اکثر موارد، چوب باید دارای رطوبتی بیش از نقطه اشباع الیاف باشد تا قارچ بتواند به آن حمله کند، در ۲۰ درصد رطوبت یا کمتر معمولاً فعالیت قارچ‌ها متوقف می‌شود. چوب‌های خشک‌شده درکوره یا هوای آزاد، معمولاً مورد حمله قارچ‌ها قرار نمی‌گیرند، مگر اینکه رطوبت آن‌ها تا درصد مناسب افزایش یابد ؛ بنابراین، اگر چوب در حالت کاملاً خشک باقی بماند، ممکن است برای سال‌ها از خطر حمله قارچ‌ها مصون بماند.

چنانچه رطوبت چوب بسیار زیاد باشد، رشد قارچ‌ها به‌علت کمبود اکسیژن متوقف می‌شود. در بعضی از گونه‌های قارچی، ممکن است در ۵۰ درصد رطوبت حداکثر رشد را داشته باشد و در رطوبت ۸۰ درصد رشد آن متوقف گردد. درحالی‌که، در بعضی از قارچ‌های دیگر، ممکن است مناسبترین رطوبت برای رشد آن‌ها ۱۵۰ درصد باشد.

هوا (اکسیژن): اکثر قارچ‌ها هوازی هستند و به اکسیژن نیاز دارند. با این حال، در شرایطی که اکسیژن محیط اطراف آن‌ها کمی از اکسیژن آتمسفر کمتر است، می‌توانند به زندگی و رشد خود ادامه دهند. غالباً، حذف کامل اکسیژن به‌منظور جلوگیری از رشد قارچ‌ها عملاً میسر نیست ولی، در مواردی استثنایی مثلاً هنگامی که چوب از آب اشباع می‌شود به‌دلیل نبود اکسیژن، مورد حمله قارچ‌ها قرار نمی‌گیرد ؛ از این‌رو، پایه‌های اسکله که دائماً در آب هستند،مورد حمله قارچ‌ها قرار نمی‌گیرند یا در کارخانه‌های چوب‌بری، به‌منظور جلوگیری از قارچ‌زدگی، مرتباً گرده بینه‌ها را آب‌پاشی می‌کنند و یا آن‌ها را در حوضچه‌های آب نگه می‌دارند.

درجه حرارت: درجه‌حرارت مطلوب برای رشد و فعالیت قارچ‌ها بین ۲۴ تا ۳۲ درجه سانتیگراد متغیر است. بعضی از گونه‌های قارچی در درجه‌حرارت بین ۲۰ تا ۳۶ درجه سانتیگراد رشد می‌کنند. معمولاً، درجه‌حرارت کمتر از ۱۰ درجه سانتیگراد فقط باعث متوقف‌شدن رشد قارچ می‌شود و آن‌را از بین نمی‌برد. لازم به‌یادآوری است که هیچ کدام از قارچ‌های عامل پوسیدگی نمی‌توانند در حرارت درون کوره چوب خشک‌کنی یا عملیات بخاردهی و یا در هر شرایطی که حرارت به‌داخل چوب نفوذ می‌کند، زنده بمانند.

غذای مناسب: چنین به‌نظر می‌رسد که مناسبترین غذا برای رشدونمو قارچ‌ها توسّط چوب تأمین می‌شود. درسال‌های اخیر،متخصصان پژوهش‌های زیادی را درزمینه غیرقابل استفاده‌کردن ترکیبات چوب برای قارچ‌ها انجام داده‌اند. این‌گونه تحقیقات همچنان ادامه دارد.

پ ــ *هاش:* معمولاً قارچ‌ها در محیط‌های کمی اسیدی (بین ۶ــ۴) بخوبی رشدونمو می‌کنند. بعضی از قارچ‌ها می‌توانند خاصیت اسیدی (اسیدیته) چوب را تا اندازه‌ای تغییر دهند و برای شرایط خود مناسب سازند. به‌طورکلی، گونه‌های مختلف قارچ‌ها، ممکن است ازنظر نیاز به پ ــ هاش مناسب، متفاوت باشند.

ویژگی‌های چوب‌های پوسیده: هنگامی که شرایط برای حمله قارچ‌ها از هر لحاظ مناسب باشد، میزان حمله قارچ‌ها و صدمات وارده، به‌گونه چوب و قارچی که حمله می‌کند، بستگی کامل دارد. به‌طورکلی، ویژگی‌های چوب‌های پوسیده به‌شرح زیر است :

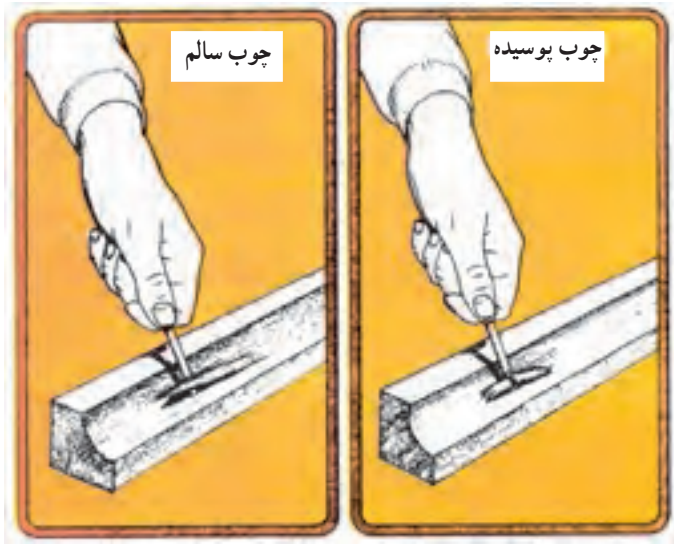
رنگ چوب: رنگ چوب ممکن است بعد از حمله بعضی از قارچ‌های عامل پوسیدگی مانند پوسیدگی قهوه‌ای، پوسیدگی سفید و لکه آبی، تغییر کند. این‌گونه تغییر رنگ می‌تواند، عامل مهمی برای تشخیص چوب‌های پوسیده باشد.

همکشیدگی: در چوب پوسیده، میزان همکشیدگی بیشتر از چوب سالم است. در حالت پوسیدگی قهوه‌ای قطعات مکعبی‌شکل که در سطح چوب ایجاد می‌شود، مشخصه خوبی برای تشخیص پوسیدگی است.

وزن مخصوص: درنتیجه حمله قارچ‌ها، وزن مخصوص (دانسیته) چوب کاهش می‌یابد. همان‌گونه که قبلاً اشاره کردیم، قارچ‌ها، پس از حمله به چوب، موادی از خود ترشح می‌کنند که باعث تجزیه ماده چوبی می‌شود و چوب را نرم و اسفنجی می‌کند و درنتیجه، وزن مخصوص آن‌را کاهش می‌دهد.

مقاومت مکانیکی: مهم‌ترین مشخصه چوب پوسیده، کاهش مقاومت مکانیکی آن است که معمولاً خیلی سریع، بعد از آلوده‌شدن چوب اتفاق می‌افتد. در این مرحله، کاهش مقاومت مکانیکی را می‌توان از طریق اندازه‌گیری تغییرات جرم ویژه نسبی یا آزمایش‌های دیگر تشخیص داد. به شکل ۱۱ــ۵ توجه کنید ؛ در آزمایشی که در این شکل نشان داده شده است، هنگامی که با کمک میله‌ای فلزی تراشه‌ای از چوب پوسیده و تراشه‌ای از چوب سالم برداشته می‌شود، در چوب سالم، تراشه‌براحتی از چوب جدا می‌شود ؛ درحالی‌که، در چوب پوسیده، تراشه از وسط شکسته می‌شود.

حرارت: با توجه به اینکه حرارت سوختن چوب به‌طور مستقیم با وزن مخصوص آن بستگی دارد، لذا، چوب پوسیده، نسبت به چوب سالم، دارای ارزش حرارتی کمتری است. به‌طورکلی، چوب پوسیده نسبت به چوب سالم در حرارت کمتری شعله‌ور می‌شود.



شکل ۱۱ــ۵ ــ در این آزمایش، چوب پوسیده هنگام تراشه‌برداشتن با میله فلزی از وسط شکسته می‌شود.

ب ــ حشره‌های چوبخوار: بعضی از حشره‌ها در مراحل مختلف ساخت مصنوعات چوبی و حتی درحین مصرف آن‌ها، چوب را مورد حمله قرار می‌دهند و خسارت‌های زیادی وارد می‌سازند. در بین این‌گونه حشره‌ها، موریانه‌ها و سوسک‌های چوبخوار بترتیب بیشترین خسارت‌ها را به چوب وارد می‌کنند. موریانه‌ها به دلیل اینکه صدمات بیشتری به چوب می‌رسانند، از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند.

موریانه‌ها: موریانه‌ها از لحاظ شکل ظاهری، اندازه و سایر مشخصات بیولوژیکی به یکدیگر شبیه هستند و به رنگ‌های سفید، قهوه‌ای روشن و سیاه دیده می‌شوند. به‌طورکلی، همگی از نور گریزانند و هرگز در هوای آزاد رفت‌وآمد نمی‌کنند. زندگی آن‌ها به‌صورت دسته‌جمعی (کلنی) و اغلب در دالان‌ها و تونل‌هایی است که در چوب یا خاک ایجاد می‌کنند. این‌گونه حشره‌ها بسیار خطرناک هستند؛ زیرا، بدون ظاهرشدن و جلب توجه انسان، ممکن است سقفی را به‌کلی ویران کنند و خسارت‌های زیادی به‌بار آورند. موریانه‌ها ازنظر نحوه‌ی زندگی به سه گروه عمده به‌شرح زیر تقسیم می‌شوند:

ــ موریانه‌هایی که در زیر خاک زندگی می‌کنند؛
ــ موریانه‌هایی که در درون چوب‌های خشک زندگی می‌کنند؛
ــ موریانه‌هایی که در چوب‌های مرطوب زندگی می‌کنند.

گروه دوم و سوم ازنظر درجه خسارتی که به چوب وارد می‌سازند، اهمیت زیادی ندارند.

موریانه‌های گروه اول، همان‌طورکه از نام آن‌ها پیداست، در زیر خاک زندگی می‌کنند. وظیفه‌ی تأمین غذا و حفر تونل‌ها و دالان‌ها به‌عهده موریانه‌های سرباز و کارگر است که شباهت زیادی به مورچه‌های بالدار دارند. غذای اصلی آن‌ها عمدتاً سلولز است که به‌وسیله‌ی کارگران هنگام حفر تونل‌ها و دالان‌ها به‌دست می‌آید. این ماده هضم‌نشدنی با ترشح تک‌یاخته‌ای‌هایی که درمعده‌ی موریانه‌ها وجود دارد، تبدیل به ماده هضم‌شدنی می‌شود. این گروه از موریانه‌ها تقریباً به انواع سوزنی‌برگان و پهن‌برگان باستثنای چوب‌هایی مانند درون چوب سرخ‌چوب، سرو تالاب و بعضی از کاج‌ها که از دوام طبیعی نسبتاً خوبی برخوردارند، حمله می‌کنند. آن‌ها با تونل‌هایی که در چوب ایجاد می‌کنند، بتدریج سبب تضعیف و کاهش مقاومت‌های مکانیکی چوب می‌شوند و در نهایت تخریب ناگهانی آن را موجب می‌گردند.

موریانه‌ها، غالباً از طریق مجاری بسیار باریک و مخفی وارد فونداسیون ساختمان می‌شوند و به‌وسیله پایه‌های چوبی که در تماس با خاک هستند یا از طریق تونل‌های زیرزمینی که معمولاً در زیر ساختمان حفر می‌شود، وارد ساختمان می‌شوند و فعالیت تخریبی خود را آغاز می‌کنند.

شکل ۱۲ــ۵ــ چرخه زندگی موریانه‌ها

چرخه زندگی موریانه‌ها:

چرخه زندگی موریانه‌ها در شکل ۱۲ــ۵ نشان داده شده است. به‌طوری که در این شکل می‌بینید، ملکه به‌دلیل اینکه هزاران تخم در شکم خود دارد، دارای اندامی بسیار درشت‌تر از سایر افراد کلنی است. کارگر کور، عقیم و بدون بال است و درواقع تخریب‌کننده اصلی چوب به‌شمار می‌رود.

سرباز سری بزرگ و فک‌هایی قوی دارد و محافظت

سایر افراد کلنی به‌عهده‌ی اوست (شکل ۱۳ــ۵).

شکل ۱۳ــ۵ــ موریانه‌های کارگر، ملکه، شاه و سرباز

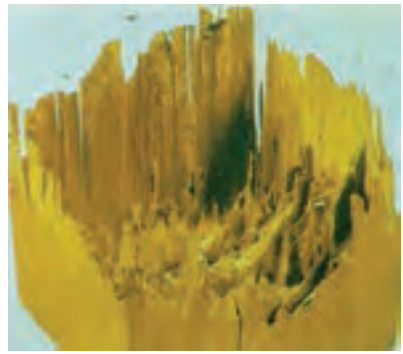
بالاخره، حشره کامل وظیفه تولیدمثل را عهده‌دار است، و به‌همین دلیل، گاه «تولیدمثل‌کننده» نیز نامیده می‌شود، می‌تواند تولیدمثل کند و کلنی جدیدی به‌وجود آورد. مجموعه‌ای از موریانه‌ها در شکل ۱۴ــ ۵ نشان داده شده است.

شکل ۱۴ــ۵ــ مجموعه‌ای از موریانه‌ها در حال تخریب چوب

در قاره آسیا، آمریکای جنوبی و سایر مناطق حاره‌ای، موریانه‌ها سالانه خسارت‌های زیادی به‌بار می‌آورند که ازنظر اقتصادی بسیار چشمگیر است.

به‌طورکلی، بیش از ۲۰۰۰ گونه موریانه وجود دارد که حدود ۸۰۰ گونه آن‌ها چوبخوار هستند. در ایران دوگونه موریانه شناخته شده است: یکی در منطقه شمال به‌نام «هودوترمس[1]» و دیگری در جنوب به‌نام «آناکانتوترمس[2]». موریانه‌ها عامل مهمی در تخریب چوب‌های ساختمانی و تراورس‌های راه‌آهن تشخیص داده شده‌اند. نمونه‌ای از تخریب موریانه در شکل ۱۵ ــ ۵ نشان داده شده است.

۱ــ Hodotermes turkestanicus ۲ــ Anacanthotermes Vegans



شکل ۱۵ــ۵ــ انتهای یک تیر ساختمانی که مورد حمله موریانه قرار گرفته است.

اصول مبارزه با موریانه‌های چوبخوار: موریانه‌های زیرزمینی معمولاً به‌وسیله حمل چوب به‌درون ساختمان انتقال نمی‌یابند بلکه بعد از ساخته‌شدن بنا از راه زمین به ساختمان راه می‌یابند ؛ بنابراین، باید ساختمان‌های چوبی به‌نحوی طراحی و ساخته شوند که در آن‌ها کلیه اصول پیشگیری رعایت گردد. چند روش متداول مبارزه با موریانه را در زیر شرح می‌دهیم.

ــ در محل‌هایی که خطر حمله موریانه زیرزمینی وجود دارد، عملی‌ترین و مناسبترین روش حفاظت از چوب، بستن راه‌های مخفی ورود آن‌ها به‌داخل ساختمان است. فونداسیون‌های ساختمان باید از بتون یا سایر مصالح ساختمانی مانند آجر، سنگ یا بلوک‌های سیمانی که برای موریانه‌ها نفوذناپذیر است، ساخته شود. درصورتی‌که، ساختمان دارای زیرزمین است، کف زیرزمین باید با بتون ساخته شود. پایه‌های چوبی که در زیرزمین نصب می‌شود، باید داخل بتون و چند سانتیمتر بالاتر از کف کار گذاشته شود. اتصالات و فاصله بین تخته‌ها باید به‌نحوی ساخته شود که عمل تهویه به‌نحو مطلوب انجام گیرد و از جمع‌شدن رطوبت جلوگیری شود و شرایط لازم برای رشدو نمو قارچ‌ها و موریانه‌ها فراهم نگردد.

ــ بعد از ساخته‌شدن اسکلت، خاک باید با محلول‌های شیمیایی مانند کلردین ضدعفونی شود، این عمل زمانی مؤثرتر خواهد بود که عملیات ضدعفونی بعد از ساخته‌شدن فونداسیون انجام گیرد.

ــ استفاده از چوب‌های اشباع‌شده با محلول‌های شیمیایی ضد قارچ و ضد حشره و با استفاده از یکی از روش‌های اشباع فشاری بهترین نتیجه را داده است. با این حال، روش‌های خیساندن چوب درمحلول‌های سرد و گرم، اسپری‌کردن و سایر روش‌های ساده نیز تا اندازه‌ای در محافظت از چوب مؤثرند.

ــ خودداری از به‌کاربردن چوب‌های اشباع‌نشده در قسمت‌های پی و سایر قسمت‌های مجاور خاک.

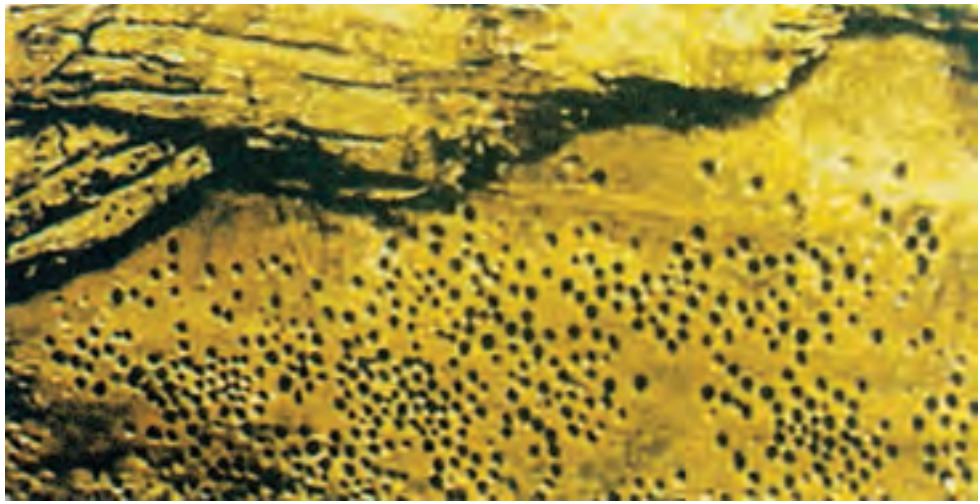
ــ پیش‌بینی وسایلی برای ایجاد موانع در مقابل هجوم موریانه به چوب.

ــ کلیه مواد و مصالح زاید، چوب‌های اضافی و مازاد بریده‌های چوب را باید از اطراف ساختمان دور کرد.

سوسک‌های چوبخوار: این نوع حشره‌ها هم به چوب‌های تازه قطع‌شده و هم به چوب‌های خشک سوزنی‌برگان و پهن‌برگان حمله می‌کنند. درختان معمولاً تا زمانی‌که زنده هستند و قطع نشده‌اند، از حشره‌ها صدمات زیادی نمی‌بینند ولی پس از قطع، نسبت به عوامل بیولوژیکی مخرب حساس‌تر و آسیب‌پذیرتر می‌شوند. به‌این دلیل،معمولاً، چون درختان پس از قطع مدتی در جنگل یا کارخانه می‌مانند، درصورتی که دراین مدت گرده‌بینه‌ها حفاظت نشوند (شکل ۱۶ــ۵)، ممکن است توسط حشراتی مانند سوسک‌های شاخک‌دراز و سوسک‌های آمبروزیا[1] مورد حمله قرار گیرند. حشرات بالغ گروه دوم معمولاً، تنه را سوراخ‌سوراخ می‌کنند و سوراخ‌های آن‌ها محل مناسبی برای رشد قارچ‌هاست (شکل ۱۷ــ۵). این‌گونه حشرات را «حشرات چوب‌های تازه» نیز می‌نامند.

شکل ۱۶ــ۵ــ سمپاشی گرده‌بینه‌های تازه قطع‌شده در جنگل برای جلوگیری از حمله قارچ‌ها و حشرات چوبخوار

۱ــ Ambrosia



شکل ۱۷ــ۵ ــ اثر حمله حشرات به روی گرده‌بینه‌های تازه قطع‌شده

پس از مدتی که گرده‌بینه‌ها خشک شدند و رطوبت آن‌ها به حد معینی رسید، چوب آن‌ها برای تغذیه گروه دیگری از حشرات مانند لیکتوس‌ها[۱] و بوستریکیدها[۲] مناسب می‌شود و مورد توجه لارو آن‌ها قرار می‌گیرد.

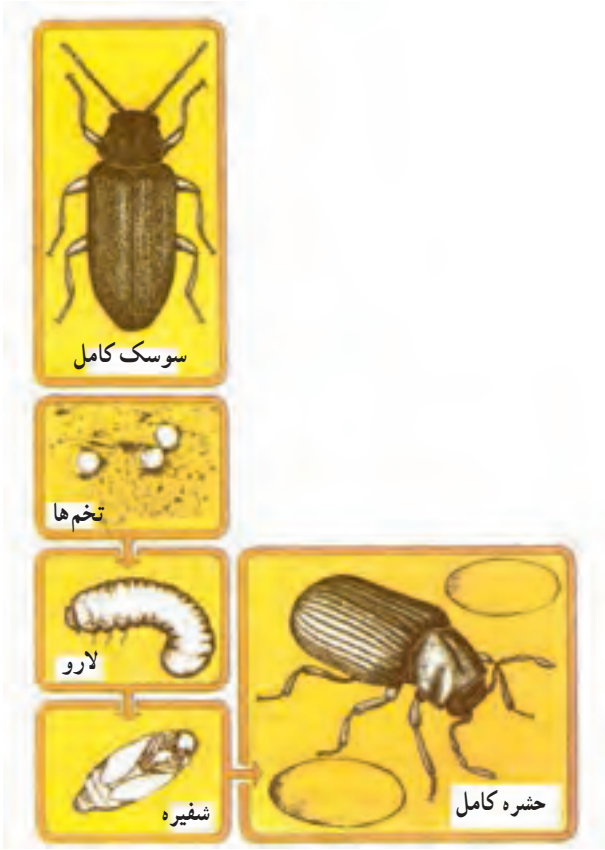
معمولاً هر دو گروه از حشرات درون آوندهای درشت پهن‌برگان تخم‌ریزی می‌کنند و پس از مدتی لاروهای آن‌ها دالان‌هایی به قطر ۱/۵ تا ۲ میلیمتر در داخل چوب ایجاد می‌کنند و فواصل معین دالان‌ها را با پودر نرم چوب پر می‌کنند. شفیره این نوع حشرات تا اواخر تابستان در دالان‌ها باقی می‌ماند تا به حشره کامل تبدیل شود و سوراخ‌هایی به قطر ۱/۵ تا ۲ میلیمتر در سطح چوب تعبیه کند واز راه آن‌ها خارج شود ؛ از این‌رو، در سطح چوب‌های آلوده‌شده سوراخ‌هایی دیده می‌شود. مهم‌ترین حشرات چوبخوار که خسارت‌های قابل توجهی به چوب وارد می‌سازند، عبارتند از :

سوسک‌های معمولی مبلمان یا آنوبیوم[۳]: این نوع سوسک غالباً، در مبلمان‌های نو و کهنه، پله‌های چوبی و وسایل تزیینی چوبی و در شرایط آب‌وهوایی سرد و مرطوب زندگی می‌کنند. چرخه زندگی این نوع حشرات در شکل ۱۸ــ۵ نشان داده شده است. به شکل ۱۹ــ۵ نگاه کنید ؛ در این شکل، پایه میزی که مورد حمله این نوع سوسک قرار گرفته است، مشاهده می‌شود.

۱ــ Lyctidae

۲ــ Bostrychidae

۳ــ Anobium Punctatum



شکل ۱۸ــ۵ ــ چرخه زندگی سوسک معمولی مبلمان

شکل ۱۹ــ۵ــ پایه یک میز پس از حمله سوسک معمولی مبلمان (آنابیوم)

۱ـ Ambrosia

چرخه زندگی: حشره ماده روی سطح ناصاف چوب خشک، حدود ۴۰ تخم می‌گذارد. تخم‌ها بعد از ۵ هفته به لارو تبدیل می‌شوند. لاروها ۳ تا ۵ سال در همین حالت درون چوب زندگی می‌کنند و به فعالیت خود ادامه می‌دهند و در پایان، در نزدیکی سطح چوب به شفیره تبدیل می‌گردند. شفیره‌ها بعد از ۶ تا ۸ هفته به حشره کامل تبدیل می‌شوند و از راه سوراخ‌هایی که در سطح چوب تعبیه می‌کنند، خارج می‌گردند(شکل ۱۸ــ ۵).

سوسک‌های پودرکننده چوب: نمونه‌ای از این نوع سوسک‌ها لیکتوس‌برونئوس[1] نام دارد که غالباً در مناطق گرمسیر به برون چوب حمله می‌کند و بسته به ارزش غذایی چوب و نوع آب‌وهوا، لارو آن از چند ماه تا دوسال زنده می‌ماند و به فعالیت خود ادامه می‌دهد. این نوع سوسک‌ها معمولاً فقط به چوب پهن‌برگان حمله‌ور می‌شوند. چرخه زندگی و نوع تخریبی که این نوع سوسک در چوب ایجاد می‌کند، در شکل ۲۰ــ۵ نشان داده شده است.

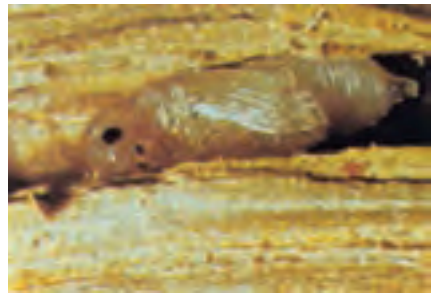
شکل ۲۰ــ۵ ــ چرخه زندگی و اثر تخریب سوسک پودرکننده چوب

اثر تخریب این نوع سوسک‌ها در چوب پهن‌برگ

۱ــ Lyctus brunncus

چرخه زندگی این نوع سوسک چوبخوار فقط یک‌سال به‌طول می‌انجامد ؛ بدین ترتیب که سوسک ماده در درون آوندهای چوب پهن‌برگان حدود ۵ تخم می‌گذارد. لاروها پس از سه هفته از تخم‌ها خارج می‌شوند و فعالیت خود را آغاز می‌کنند و معمولاً برای مدت ۱۰ تا ۱۱ ماه زنده می‌مانند. در طی این دوره، فقط از نشاسته چوب تغذیه می‌کنند و با سلولز کاری ندارند. مرحله شفیرگی آن‌ها ۲ تا ۴ هفته طول می‌کشد و سوسک کامل بین اواخر اردیبهشت تا مهرماه به‌وجود می‌آید.

سوسک شاخدار خانگی: این نوع سوسک که متعلق به خانواده سرامبیوسیدهاست، به مهمان موذی خانه معروف است. نوعی از آن که بیشتر در کشورهای اروپایی، آفریقایی جنوبی و آمریکا فعالیت دارد، «هیلوتروپس[1]» نام دارد که خسارات و صدمات ناشی از آن بیش از دو نوع سوسک قبلی است. حشره ماده درهر چرخه زندگی حدود ۲۰۰ تخم در درزها و شکاف‌های چوب می‌گذارد. لارو آن نسبتاً بزرگ است و حدود ۳۰ میلیمتر طول دارد. نمونه‌ای از لارو این نوع سوسک و حشره کامل آن‌را در شکل‌های ۲۱ــ۵ و ۲۲ــ۵ می‌بینید. لاروهای این نوع سوسک از ۳ تا ۶ سال زنده می‌مانند و به فعالیت خود ادامه می‌دهند.



شکل ۲۱ــ۵ ــ لارو یا کرم چوب سوسک شاخکدار

شکل ۲۲ــ ۵ــ سوسک چوبخوار هیلوتروپس

۱ــ Hylotrupes bajulus

زنبور چوبخوار: این نوع حشره که «سیرکس[1] » نام دارد نه‌تنها توسط لارو خود چوب را تخریب می‌کند بلکه خود حشره کامل نیز می‌تواند خسارات چشمگیری به چوب وارد سازد. این نوع حشره نه تنها چوب را می‌خورد بلکه پوشش یا پولیش روی چوب را (از هر نوعی باشد) از بین می‌برد. تصویر این نوع حشره و نوع صدماتی که به چوب وارد می‌سازد ؛ در شکل ۲۳ــ۵ نشان داده شده است.

شکل ۲۳ــ۵ ــ زنبور چوبخوار و اثر تخریبی آن روی چوب کاج

اصول مبارزه با سوسک‌های چوبخوار: چوب‌های حساس به این نوع سوسک‌ها که برای ساخت پایه‌های چوبی مورد استفاده قرار می‌گیرند، بلافاصله بعد از قطع باید با محلول‌های شیمیایی مخصوص سمپاشی شوند. حتی اگر این نوع چوب‌ها پس از خشک‌شدن سمپاشی شوند، ممکن است مؤثر باشد.

رعایت اصول بهداشتی در کارخانه‌های چوب‌بری و مبلسازی می‌تواند از حمله این نوع حشرات تا اندازه‌ای جلوگیری کند. در صورت رعایت‌نکردن اصول بهداشتی، ممکن است چوب در کارخانه به این نوع حشره‌ها آلوده شود که در این صورت، حتی در بازار فروش یا محل مصرف، لاروهای موجود در چوب (حتی اگر با رنگ یا سایر مواد پولیش شده باشد) به فعالیت خود ادامه خواهند داد.

استریل یا ضد عفونی‌کردن چوب‌آلات تازه قطع‌شده با بخارآب در ۱۳۰ درجه فارنهایت تحت شرایط رطوبت نسبی قابل کنترل برای مدت ۲ ساعت، روش مناسبی برای کنترل آلودگی چوب‌هایی با قطر تا ۲۵ سانتیمتر است. بدیهی است چوب‌های با ضخامت بیشتر به زمان بخاردهی بیشتری نیاز دارند. همچنین قرار دادن چوب‌آلات با ضخامت کم در محلول‌های نفتی حاوی ماده حشره‌کش برای

۱ــ Sirex juvencus

مدت ۳ دقیقه در جلوگیری از آلودگی مؤثر خواهد بود.

حتی اگر این نوع حشرات قبلاً در آوندها تخمگذاری کرده باشند، چوب‌های آلوده را می‌توان با رنگ‌کردن یا پولیش مناسب و درنهایت جلوگیری از به وجودآمدن شرایط مناسب برای رشد لاروها و تبدیل‌شدن آن‌ها به حشره کامل حفاظت کرد.

بعضی از سوسک‌های پودرکننده چوب از خانواده انوبیده[1] بسته به گونه مربوط ممکن است هم به چوب سوزنی‌برگ و هم به چوب پهن‌برگ حمله کنند. دوره زندگی آن‌ها ۲ سال یا بیشتر است و برای زنده‌ماندن و فعالیت به حدود ۱۵ درصد رطوبت نیاز دارند؛ بنابراین، در بیشتر ساختمان‌های مدرن که رطوبت چوب زیر ۱۵ درصد است، شرایط زندگی برای فعالیت این نوع حشرات مناسب نخواهد بود. با این حال، در مناطق گرم و مرطوب و همچنین در محل‌هایی که عمل تهویه به‌نحو مطلوب انجام نمی‌شود، ممکن است شرایط رطوبتی زندگی این نوع حشرات فراهم شود.

ج ــ باکتری‌ها: باکتری‌ها موجودات تک‌سلولی هستند که فقط با میکروسکوپ دیده می‌شوند و در هوا، آب، خاک، روی گیاهان زنده و تنه درختان افتاده یافت می‌گردند. این گونه موجودات کلروفیل ندارند و به‌صورت ساپروفیت[2] (گندروی) روی چوب یا مواد غذایی زندگی می‌کنند. باکتری‌ها معمولاً به چوب‌هایی حمله می‌کنند که در آب غوطه‌ور هستند یا برای چندین هفته یا چند ماه در معرض آبپاشی قرار گرفته‌اند یا در تماس مستقیم با خاک‌های مرطوب هستند. در مجموع محیط مطلوب آن‌ها جاهایی است که فاقد اکسیژن باشد. در بعضی موارد باکتری‌ها ممکن است نفوذپذیری چوب سوزنی‌برگان را افزایش دهند. باکتری‌ها به دلیل تأثیر اندک بر کیفیت چوب، نسبت به سایر عوامل بیولوژیکی مخرب چوب، ازاهمیت کمتری برخوردارند؛از این‌رو،از توضیح بیشتر در این مورد خودداری می‌کنیم.

د ــ موجودات چوبخوار دریایی: چوب‌هایی که در آب رودخانه‌های مشرف به دریا، دریا و آب‌های شور مورد استفاده قرار می‌گیرند (مانند پایه‌های اسکله، کشتی، بندرگاه و غیره) ممکن است مورد حمله و آسیب موجودات چوبخوار دریایی واقع شوند.

موجودات چوبخوار دریایی را می‌توان به دو گروه تقسیم کرد:

ــ نرم‌تنان سوراخ‌کننده کشتی که عمدتاً از خانواده‌ی صدف‌ها هستند؛

ــ خرچنگ‌های چوبخوار که عمدتاً متعلق به خانواده خرچنگ‌ها هستند.

به‌طورکلی، میزان خسارت و گسترش فعالیت این‌گونه موجودات به شوری آب، مقدار اکسیژن

۱ــ Anobiidae ۲ــ Saprophytes

موجود در آب و درجه‌حرارت آب بستگی کامل دارد.

نرم‌تنان سوراخ‌کننده چوب گونه‌های مختلفی دارند که همگی دارای شکلی کشیده و شبیه کرم هستند. مهمترین گونه‌های آن‌ها «تردو[1]» و «بانکیا[2]» هستند که به کرم‌های سوراخ‌کننده کشتی نیز معروفند و بیشترین خسارت را به چوب وارد می‌سازند. شکل تردو، مارتزیا و نمونه تخریبی که در چوب ایجاد می‌کنند، در شکل ۲۴ــ۵ نشان داده شده است.

شکل ۲۴ــ۵ ــ نمونه‌ای از نرم‌تنان سوراخ‌کننده چوب و اثر تخریبی آن روی چوب

خرچنگ‌های چوبخوار ازنظر اندازه و شکل و اینکه خیلی نزدیک‌تر به سطح چوب فعالیت می‌کنند، با نرم‌تنان سوراخ‌کننده کشتی تفاوت دارند. این نوع جانوران دارای اندامی کوچک (حدود ۳ تا ۴ میلیمتر) هستند و دالان‌های متعددی درون چوب ایجاد می‌کنند که به‌وسیله دیواره‌های نازکی از یکدیگر جدا می‌شوند. گونه مهم شناخته‌شده خرچنگ‌های چوبخوار «لیمنوریا[3]» نام دارد که به خانواده میگوها متعلق است. شکل این جانور و اثر تخریبی آن در شکل ۲۵ــ۵ نشان داده شده است.

۱ــ Teredo
۲ــ Bankia
۳ــ Limnoria

شکل ۲۵ــ۵ــ لیمنوریا و اثر تخریبی آن روی پایه‌ای چوبی

اصول مبارزه با موجودات چوبخوار دریایی و حفاظت چوب : استفاده از روش‌های فشاری اشباع چوب[1] با محلول‌های کرئوزوت یا مخلوط کرئوزوت و قطران زغال‌سنگ، مخلوط ئیدروکربن‌ها ، باتری بیوتیل‌تین و نفتنات‌مس نتایج مطلوبی داشته است. به‌طورکلی، موفقیّت در امر استفاده از روش‌های شیمیایی برای جلوگیری از حمله موجودات دریایی بستگی کامل به درجه‌حرارت آب دریا، گونه‌های مختلف موجودات دریایی، گونه چوب، غلظت محلول شیمیایی مورد استفاده و میزان نفوذ محلول شیمیایی در چوب دارد.

ــ استفاده از چوب‌های با دوام طبیعی زیاد نیز از راه‌های مبارزه بر علیه این نوع موجودات چوبخوار است ؛ زیرا، برخی از چوب‌ها به‌طور طبیعی حاوی مواد استخراجی ازجمله آلکالوئیدها هستند که در برابر موجودات دریایی مانند سم عمل می‌کند و باعث می‌شود که این‌گونه موجودات به چوب نزدیک نشوند ؛ به‌علاوه، وجود ترکیبات سیلیسی در چوب سبب می‌شود که دوام طبیعی آن‌ها در برابر موجودات دریایی مخرب چوب افزایش یابد. ازجمله چوب‌هایی که به‌دلیل دوام طبیعی خوبی که دارند می‌توانند در برابر موجودات چوبخوار دریایی مقاومت بیشتری از خود نشان دهند، گونه تیک، بعضی از اوکالیپتوس‌ها، ترمینالیا، برخی از کاج‌ها و ... را می‌توان نام برد.

۱ــ در مورد روش‌های فشاری اشباع چوب در فصل ششم سخن خواهیم گفت.

۲ــ۲ــ۵ــ عوامل فیزیکی تخریب چوب: ازجمله عوامل فیزیکی که باعث تخریب چوب می‌شوند، می‌توان آتش‌سوزی و هوادیدگی را نام برد که در این قسمت به‌طور مختصر در مورد آن‌ها سخن می‌گوییم.

الف ــ آتش‌سوزی: عوامل بیولوژیکی مخرب چوب (قارچ‌ها، حشرات، موجودات دریایی چوبخوار و باکتری‌ها) به آرامی چوب را تخریب می‌کنند ولی آتش این کار را بسرعت انجام می‌دهد. هرساله، مساحت زیادی از جنگل‌های دنیا و ساختمان‌های چوبی بی‌شماری دراثر آتش‌سوزی از بین می‌روند.

چوب نیز مانند سایر مواد آلی اگر در معرض حرارت زیاد قرار گیرد، تجزیه شیمیایی می‌شود و بخارآب، گازهای قابل احتراق و گازهای غیرقابل احتراق از آن متصاعد می‌گردد و زغال به‌دست می‌آید که زغال نیز بتدریج می‌سوزد و به خاکستر تبدیل می‌شود. درصورتی‌که، طی این مراحل، در مجاورت گازهای متصاعد شده شعله‌ای وجود داشته باشد، این گازها با اکسیژن هوا مخلوط می‌شوند، شعله‌ور می‌گردند و درنتیجه، حرارت، گازکربنیک و بخارآب آزاد می‌کنند.

تجزیه شیمیایی چوب معمولاً در حرارت ۶۶ درجه سانتیگراد آغاز می‌شود و تا زمانی‌که به‌رنگ قهوه‌ای تیره (رنگ زغال) درآید، ادامه می‌یابد و ممکن است ساعت‌ها و بلکه روزها طول بکشد تا چوب کاملاً به زغال تبدیل شود. در این مرحله، تغییراتی که در چوب به‌وجود می‌آید عمدتاً شامل : کاهش وزن، قابلیت جذب و دفع رطوبت و همکشیدگی است. در حرارت زیر ۱۲۰ درجه سانتیگراد، چوب هنوز شکل ظاهری خود را حفظ می‌کند ؛ از این درجه بالاتر، زغال شروع به سوختن می‌نماید و دراثر اکسیده‌شدن کامل (در حرارت ۵۰۰ درجه سانتیگراد)، چوب به خاکستر تبدیل می‌شود. هنگامی که چوب می‌سوزد، ترکیب پیچیده‌ی سلولز، هما سلولز، لیگنین و مواد استخراجی به خاکستر تبدیل می‌شوند.

با اطلاع از اینکه چوب در دمای ۵۰۰ درجه سانتیگراد بر اثر اکسید شدن به خاکستر تبدیل می‌شود، جالب است ببینیم چرا اجازه‌ی استفاده از چوب‌آلات در ساختمان‌ها داده می‌شود درحالی که می‌بینیم دمای آتش ظرف ۱۰ دقیقه‌ی نخست به ۵۰۰ درجه بالغ می‌گردد. دلیل این است که وقتی چوب‌آلات با ضخامت بیش از ۱۵ میلی‌متر در آتش قرار می‌گیرند، نمی‌توانند به سوختن ادامه دهند مگر گرمای اضافی به‌کار گرفته شود و این امر خود به این دلیل است که بر روی سطح چوب زغال تشکیل می‌شود که به‌عنوان عایقی برای لایه‌های زیرین نسبت به گرما عمل می‌کند. این اثر عایق‌بندی به توضیح اینکه چرا تیرهای چوبی ستبر از آتش‌سوزی در امان می‌مانند، کمک می‌کند

(شکل ۲۶ــ۵ــ الف)، در حقیقت در ایالات متحده یک ساختمان با چوب‌آلات ستبر و سنگین به یک اسکلت حفاظت نشده ترجیح داده می‌شود (شکل ۲۶ــ۵ــ ب). شرکت‌های بیمه نیز برای خانه‌های چوبی احتمال خطر آتش‌سوزی کمتری نسبت به مواد جایگزین درنظر می‌گیرند.

شکل ۲۶ــ۵ــ الف ــ این تیرهای چوبی در یک انبار نگهداری چوب‌آلات، پس از یک آتش‌سوزی شدید سالم ماندند چرا که لایه‌ی عایقی از زغال بر روی سطح آن ایجاد شده بود.

شکل ۲۶ــ۵ــب ــ سازه‌ای از تیر حمال فولادی که در آتش‌سوزی از بین رفته است (بریتانیای کبیر).

روشهای حفاظت چوب در برابر آتش‌سوزی: عبارت ضدآتش‌کردن چوب که غالباً در این رشته به‌کار می‌رود، درست نیست ؛ زیرا اکثر عملیاتی که به‌این منظور روی چوب انجام می‌گیرد، چوب را ضد آتش نمی‌کند بلکه تا اندازه‌ای توسعه و گسترش شعله و سوختن چوب را به‌تأخیر می‌اندازد ؛

بنابراین، عبارت «ضدآتش‌کردن» به‌معنی کندکننده‌ی آتش‌سوزی است.

مواد شیمیایی زیادی وجود دارند که برای حفاظت چوب در برابر آتش مورد استفاده قرار می‌گیرند. مهمترین آن‌ها عبارتند از : فسفات‌ها، سولفات آمونیوم، اسید بوریک، کلریدها و یا مخلوطی از آن‌ها. بیشتر این‌گونه مواد معمولاً به‌صورت مایع و با استفاده از یکی از روش‌های فشاری در چوب تزریق می‌شوند. تعداد محدودی از این مواد به‌صورت اندود، آغشته‌کردن یا اسپری‌کردن به‌کار می‌روند. این مواد اغلب از نوع نمک‌های محلول در آب هستند و فقط برای مصارف داخلی همچنین جاهایی که در معرض عوامل جوی قرار نمی‌گیرند، مورد استفاده واقع می‌شوند.

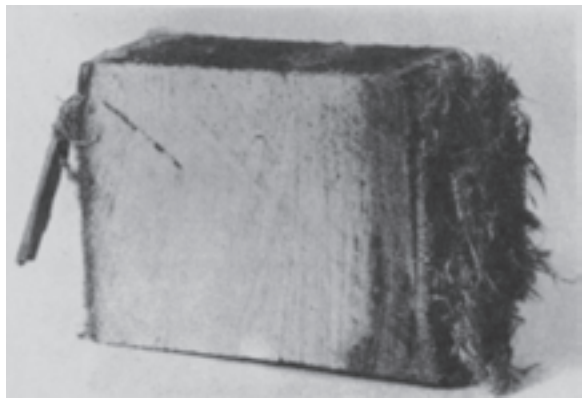
آغشته‌کردن چوب با مواد حفاظتی یا رنگ‌کردن با رنگ‌های کندکننده آتش تا اندازه‌ای از چوب حفاظت می‌کند. میزان تأثیر این گونه مواد به ترکیبات ماده حفاظتی، ضخامت لایه آن‌ها روی چوب و شدت آتش‌سوزی بستگی کامل دارد. اکثر کف‌های (فووم‌ها) مخصوص اندودکردن چوب هنگامی که در معرض حرارت قرار می‌گیرند، لایه‌ای عایق روی چوب ایجاد می‌کنند که از شدت آتش‌سوزی می‌کاهد و از سرعت تخریب چوب جلوگیری می‌کند. در مورد مواد حفاظتی کندکننده آتش در درس‌های دیگر بیشتر سخن خواهیم گفت.

ب ــ هوادیدگی: رنگ و شکل ظاهری چوب‌هایی که در درون ساختمان مصرف می‌شوند، ممکن است برای سال‌ها بدون تغییر باقی بماند ولی در خارج از ساختمان، چوب رنگ‌نشده یا حفاظت‌نشده درصورتی‌که برای مدتی در معرض عوامل جوی قرار گیرد، تغییر رنگ می‌دهد، سطح آن زبر می‌شود، ترک می‌خورد و یا شکاف برمی‌دارد. این گونه کاهش کیفیت درنتیجه تغییرات درجه‌حرارت، خشک و مرطوب‌شدن، یخبندان، تابش نور خورشید و اکسیژن هوا پدید می‌آید که دراصطلاح به «هوادیدگی» معروف است. در چنین مواردی معمولاً، اگر رنگ چوب روشن باشد، تیره می‌شودو در صورت تیره‌بودن، به‌رنگ روشن تغییر می‌یابد.

روش‌های جلوگیری از هوادیدگی: روش معمولی برای جلوگیری از بروز هوادیدگی، اندودکردن سطح چوب با رنگ‌های شیمیایی است. سایر روش‌های متداول حفاظت چوب از هوادیدگی شامل : پوشش کاغذی یا پلاستیکی، اشباع با مواد حفاظتی حل‌شدنی در آب و به‌کاربردن محلول‌های ضدآب ساخته شده از روغن‌های معدنی و پارافین است.

۳ــ۲ــ۵ــ عوامل شیمیایی تخریب‌کننده‌ی چوب : به‌طورکلی، چوب برخلاف بیشتر فلزات، در مقابل تعدادی از ترکیبات شیمیایی مقاومت زیادی از خود نشان می‌دهد. در مورد اسیدها، چوب در مقایسه با بیشتر فلزات مقاومت بیشتری دارد ؛ به عنوان مثال، آهن در پ ــ هاش ۵ شروع

به تجزیه و تخریب می‌کند ؛در حالی که،چوب،می‌تواند تا پ‌ــهاش زیر ۲ را بخوبی تحمل کند یا در مقابل اسید استیک که بسرعت بیشتر فلزات را تجزیه می‌کند، پایداری ویژه‌ای از خود نشان می‌دهد. در مورد قلیایی‌ها، چوب نسبت به فلزات از مقاومت کمتری برخوردار است ؛ به‌این‌ترتیب که فقط تا پ ــ هاش ۱۱ را تحمل می‌کند و از این حد بیشتر، لیگنین و همی‌سلولز چوب بسرعت تخریب می‌شود و الیاف آن از یکدیگر جدا می‌گردد (شکل ۲۶ــ۵ــ ج).



شکل ۲۶ــ۵ــ ج ــ چوبی که در اثر یک قلیایی تخریب شده است.

۴ــ۲ ــ۵ــ عوامل مکانیکی تخریب‌کننده‌ی چوب :چوب و وسایل چوبی که به‌گونه‌ای در محیط رفت‌وآمد شدید مردم یا در وسایل نقلیه مورد استفاده قرار می‌گیرند یا دسته ابزارهایی که زیاد از آن‌ها استفاده می‌شود، دراثر مرور زمان بتدریج فرسوده می‌شوند، تخریب مکانیکی در آن‌ها پدید می آید و از بین می‌روند. این‌گونه تخریب مکانیکی ممکن است در تراورس‌های راه‌آهن، کف چوبی کارخانه‌ها، پارکت سالن‌های عمومی یا ابزاری مانند خط‌کش‌های چوبی، ابزار کشاورزی، دسته‌ابزار مورد استفاده در آشپزخانه، ماکو و ماسوره مصرفی در صنایع نساجی و غیره ایجاد گردد. در بعضی موارد، چوب ممکن است فقط دراثر فرسودگی تخریب شود و غیر قابل استفاده گردد. در حالیکه، در مواردی دیگر ممکن است پس از فرسودگی، حمله قارچ‌های نرم‌کننده چوب به قسمت‌های فرسوده شده، تخریب مکانیکی چوب را سرعت بخشد.

روش‌های جلوگیری از تخریب مکانیکی چوب: برای جلوگیری از تخریب مکانیکی چوب یا کاهش آن، روش‌های زیادی پیشنهاد شده است ولی تاکنون هیچ‌یک نتوانسته است به‌طور کامل از تخریب مکانیکی چوب جلوگیری کند. برخی از این روش‌ها که بیش از همه مؤثر بوده‌اند و تا

اندازه‌ای تخریب مکانیکی چوب را کاهش می‌دهند، به‌اختصار عبارتند از :

ــ عایق‌کردن سطح چوب با استفاده از رنگ‌ها، مواد پولیش، رزین‌های مصنوعی و رنگ‌های متالیک ؛

ــ اشباع چوب با مواد شیمیایی مانند فنل فرم‌آلدئید، پلی‌اتیلن گلیکول و غیره ؛

ــ اشباع چوب با مونومرهایی نظیر متیل‌متا کریلات یا استیرن و سپس پلی‌مریزاسیون آن‌ها دراثر حرارت یا تابش اشعه رادیواکتیو (تهیه چوب ــ پلاستیک).

پرسش و تمرین

۱ــعوامل بیولوژیکی تخریب چوب را نام ببرید.

۲ــ چگونه قارچ‌ها چوب را تخریب می‌کنند؟

۳ــ کدام یک از عوامل بیولوژیکی خسارت بیشتری به چوب وارد می‌کنند؟

۴ــ چرا موریانه‌ها برای ساختمان‌های چوبی خطرناک هستند؟

۵ــچگونه می‌توان چوب‌های پوسیده را تشخیص داد؟

۶ــ آتش‌سوزی جزءِ کدام دسته از عوامل تخریب‌چوب به‌شمار می‌آید؟

۷ــ مهمترین قارچ‌های رنگ‌کننده چوب چه نام دارند؟

۸ ــ در چه حالتی چوب نرم می‌شود و حالت‌پنیری شکل پیدا می‌کند؟

۹ــ تاکنون چند گونه موریانه مهم درایران شناخته شده است؟ نام آن‌ها چیست؟

۱۰ــ عوامل فیزیکی و شیمیایی تخریب‌کننده چوب کدامند و چگونه باعث تخریب چوب می‌شوند؟

حفاظت شیمیایی چوب

فصل ششم

حفاظت شیمیایی چوب

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود :
۱ــ هدف از حفاظت شیمیایی چوب را توضیح دهد ؛
۲ــ تقسیم‌بندی مواد حفاظتی را شرح دهد ؛
۳ــ ویژگی‌های یک ماده حفاظتی مطلوب و ایده‌آل را شرح دهد ؛
۴ ــ انواع روش‌های آغشته‌کردن چوب را شرح دهد ؛
۵ــ روش‌های مهم و متداول فشاری آغشته‌کردن چوب را توضیح دهد ؛
۶ــ انواع روش‌های ساده غیرفشاری آغشته کردن چوب را بیان کند.

زمان تدریس: ۴ ساعت

۱ــ۶ــ مقدمه

اصطلاح حفاظت شیمیایی چوب عبارت است از : آغشته‌کردن یا اشباع چوب با محلول‌های شیمیایی به‌منظور مقاوم‌کردن آن در برابر عوامل مخرب به ویژه قارچ‌ها، حشرات، موجودات دریایی چوبخوار و آتش‌سوزی. میزان موفقیت در این امر به دو عامل عمده یعنی عمق نفوذ و میزان جذب ماده حفاظتی در چوب بستگی کامل دارد.

به‌طورکلی، اگر ماده حفاظتی تا عمق مناسب و به میزان لازم در چوب نفوذ کند، چوب به‌نحو مطلوبی در مقابل عوامل مختلف حفاظت می‌شود و عمر مفید آن ۵ تا ۱۰ برابر افزایش می‌یابد. نتایج مطالعات انجام‌شده نشان داده است که عوامل متعددی می‌توانند به‌طور مستقیم و غیرمستقیم روی این دو عامل مهم (عمق نفوذ و میزان جذب ماده حفاظتی) تأثیر گذارند. تعدادی از این عوامل که از اهمیت بیش‌تری برخوردار هستند، عبارتند از : گونه چوب، رطوبت چوب، ضخامت برون چوب و

درون چوب ، روش آماده‌سازی چوب، ویژگی‌های ماده حفاظتی و روش آغشته‌کردن یا اشباع چوب. در سال‌های آینده در مورد هریک از عوامل گفته شده به تفصیل بحث خواهیم کرد. در این فصل تنها، ویژگی‌های ماده حفاظتی و روش‌های آغشته‌کردن چوب را به اختصار بیان می‌کنیم.

۲ــ۶ــ ویژگی‌های ماده حفاظتی

مواد شیمیایی حفاظتی مختلف، ویژگی‌های متفاوتی دارند. به‌طورکلی، یک ماده حفاظتی مطلوب و ایده‌آل باید دارای ویژگی‌های زیر باشد :

الف ــ بی‌خطر باشد: ماده حفاظتی نباید برای سلامت انسان، حیوانات و محیط زیست خطرناک باشد. بعضی از مواد حفاظتی در انسان و حیوانات مسمومیت ایجاد می‌کنند و باعث آلودگی محیط زیست می‌شوند ؛ بنابراین، از این نوع مواد حفاظتی نباید استفاده کرد.

ب ــ مؤثر باشد: ماده حفاظتی باید توان کافی برای حفاظت چوب در برابر حمله قارچ‌ها، حشرات، موجودات چوبخوار دریایی یا آتش‌سوزی داشته باشد.

ج ــ بدون بو و رنگ نامطلوب باشد: در مواردی که از ماده حفاظتی برای آغشته‌کردن چوب‌های ساختمانی محل سکونت انسان، حیوانات، انبارهای مواد غذایی یا کالاهایی استفاده می‌شود که بسادگی بو می‌گیرند، باید بدون هرگونه بوی نامطبوع و رنگ باشد و قابلیت رنگ‌پذیری مناسبی داشته باشد.

د ــ بادوام باشد: برخی از مواد حفاظتی، در اثر تبخیر، شست‌وشو با آب باران یا فعل‌وانفعالات شیمیایی به مرور اثر حفاظتی خود را از دست می‌دهند ؛ از این‌رو، ماده حفاظتی مورد مصرف، باید دارای اثر حفاظتی طولانی مدت بوده و در اثر باران یا برف شسته نشود.

هـ ــ ارزان و در دسترس باشد: ماده حفاظتی باید ارزان بوده و به‌آسانی دردسترس باشد.

و ــ غیرقابل اشتعال باشد: مواد حفاظتی نباید قابلیت شعله‌ورشدن چوب را افزایش دهد بلکه باید از این قابلیت بکاهد.

ز ــ قابلیت نفوذ آن زیاد باشد: ماده حفاظتی باید به آسانی در چوب نفوذ کند و حداقل انرژی و هزینه را برای این‌کار مورد استفاده قرار دهد.

ح ــ با چسب‌ها همسویی داشته باشد: یعنی باعث تجزیه چسب‌ها نشود و هیچ‌گونه تأثیر منفی روی مقاومت اتصال چسب‌ها نداشته باشد.

۳ــ۶ــ طبقه‌بندی مواد حفاظتی

به‌طورکلی، مواد حفاظتی چوب به سه دسته عمده تقسیم می‌شوند : روغن‌ها یا مواد حفاظتی روغنی، مانند کرئوزوت، مواد حفاظتی حل‌شونده در روغن‌ها مانند پنتاکلروفنل و بالاخره مواد حفاظتی حل‌شونده در آب مانند نمک‌های روی، مس و غیره.

۱ــ۳ــ۶ــ مواد حفاظتی روغنی (روغن‌ها): یکی از متداول‌ترین و مؤثرترین مواد حفاظتی از این دسته «کرئوزوت» نام دارد که از تقطیر قطران زغال سنگ به‌دست می‌آید. کرئوزوت کم‌فرار است و از چوب در مقابل قارچ‌ها، حشرات، موجودات دریایی چوبخوار و هوادیدگی به‌خوبی حفاظت می‌کند ولی، رنگ‌پذیری ، تمیزی و بوی چوب را تغییر می‌دهد ؛ به‌علاوه،در چوب‌های تازه اشباع شده، قابلیت اشتعال را افزایش می‌دهد. نمونه‌ای از چوب آغشته‌شده با کرئوزوت در شکل‌های ۱ ــ۶ و ۲ ــ ۶ نشان داده شده است.

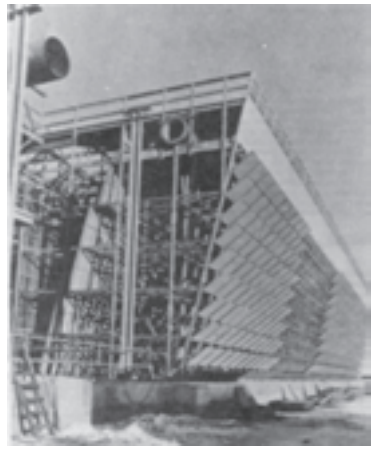
شکل ۱ــ۶ــ تراورس راه‌آهن اشباع‌شده با کرئوزوت

شکل ۲ــ۶ــ تیرهای تونلی اشباع‌شده با مواد حفاظتی روغنی

۲ ــ۳ــ۶ــ مواد حفاظتی حل‌شونده در روغن‌ها : مهم‌ترین این دسته مواد حفاظتی پنتاکلروفنل است که ترکیبی حل‌شدنی در روغن بوده و با حلال‌هایی با خواص مختلف مانند الکل، نفت سفید و غیره رقیق می‌شود. محلول‌های پنتاکلروفنل که برای اشباع چوب مورد استفاده قرار می‌گیرند، معمولاً حاوی ۷/۵ درصد (وزنی) از این ماده شیمیایی هستند ولی محلول‌های با حلال‌های فرار ممکن است حاوی درصد بیش‌تر یا کم‌تری از این ماده باشند.

۳ــ۳ــ۶ــ مواد حفاظتی حل‌شونده در آب[1] : مواد حفاظتی استاندارد که به‌صورت محلول در آب مصرف می‌شوند، اغلب شامل اسید کرمات مس، آرسنات آمونیاکی مس، کلرید کروماتی روی و کروم فلوئور هستند. امروزه استانداردهای اروپایی استفاده از کلیه ترکیبات آرسنیک‌دار را ممنوع کرده‌اند. این مواد غالباً، هنگامی که تمیزی و رنگ‌پذیری چوب مورد توجه است، به‌کار می‌روند ولی درمقایسه با دو گروه قبلی، نسبت به آبشویی مقاومت چندانی ندارند و به‌این‌جهت، بیش‌تر برای مصارف سبک، داخلی ودور از خاک و سطح زمین مورد استفاده قرار می‌گیرند (شکل ۳ــ ۶).

۱ــ از جمله مواد حفاظتی محلول در آب که از سال ۲۰۱۰ در مقیاس صنعتی مورد استفاده قرار می‌گیرند، می‌توان به CCB (ترکیبات مس، کرم و برم) و ترکیبات اسیدبوریک اشاره کرد.



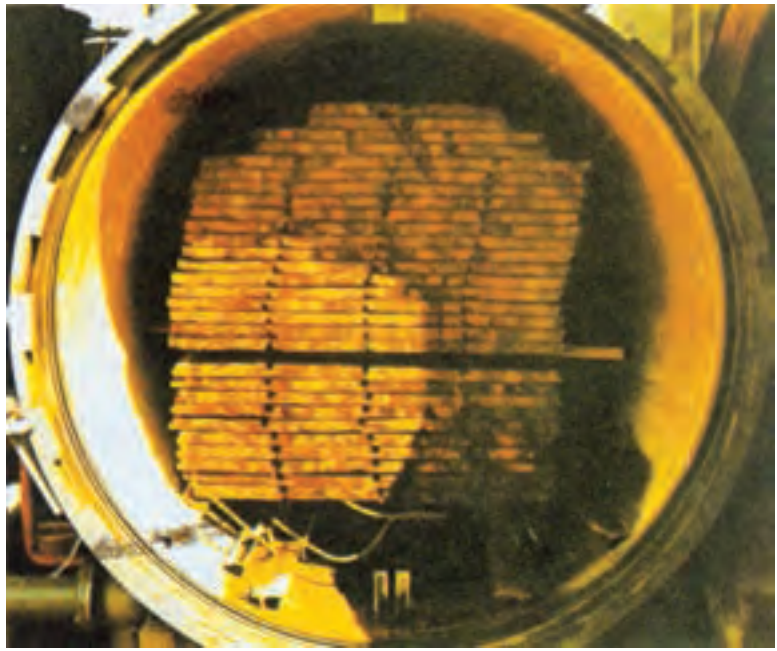
شکل ۳ــ۶ــ چوب‌های مصرفی در این برج خنک‌کننده با مواد حفاظتی کندکننده آتش اشباع شده است.

۴ــ۶ــ روش‌های آغشته‌کردن (اشباع) چوب

به‌طورکلی، روش‌های اشباع چوب با مواد حفاظتی به دو گروه عمده تقسیم می‌شوند : روش‌های فشاری و روش‌های غیرفشاری.

۱ــ۴ــ۶ــ روش‌های فشاری : مهم‌ترین و متداول‌ترین روش‌های صنعتی اشباع چوب، روش‌های فشاری است. اصول کار در این روش‌ها به‌این‌صورت است که ابتدا چوب‌ها در داخل سیلندر اشباع چیده شده و پس از بستن در آن و واردکردن محلول اشباع، تحت فشار زیاد اشباع می‌گردند (شکل‌های ۴ــ۶، ۵ــ۶ و ۶ــ۶).

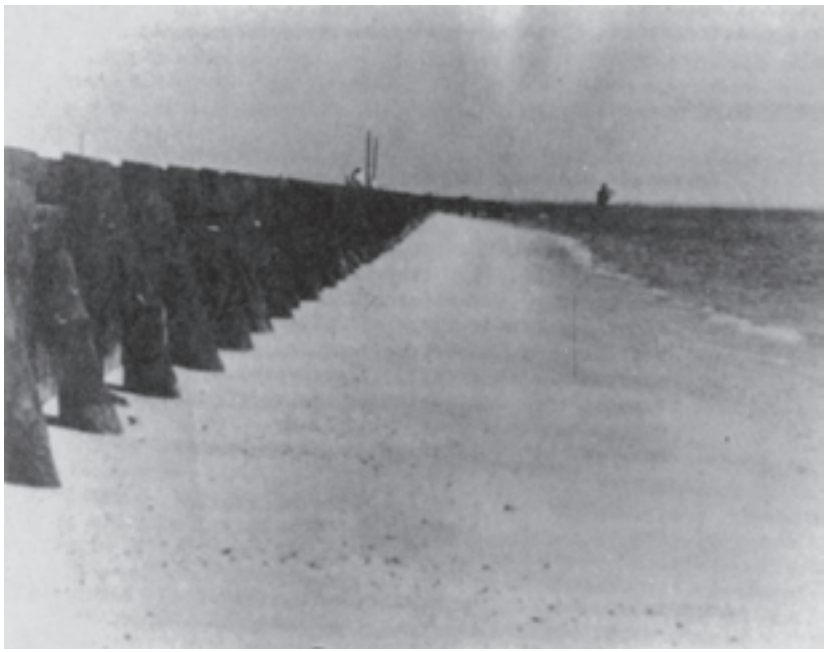
شکل ۴ــ۶ــ چوب‌های مختلف آماده برای اشباع



شکل ۵ــ۶ــ سیلندر اشباع بارگیری‌شده

شکل ۶ــ۶ــ سیلندر دربسته آماده اشباع‌کردن چوب

معمولاً در مواردی که میزان جذب و نفوذ بیش‌تر مواد حفاظتی به‌داخل چوب مورد نظر است، به‌عنوان مثال اشباع تراورس‌های راه‌آهن، تیرهای ارتباطات، پایه‌های اسکله و غیره که باید چوب در برابر حملات قارچ‌ها، حشرات یا موجودات دریایی مقاومت بیش‌تری از خود نشان دهند، ازروش‌های فشاری اشباع چوب استفاده می‌شود (شکل ۷ــ۶).



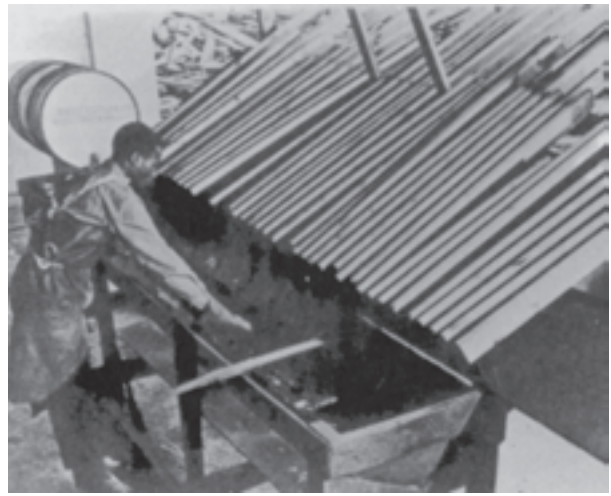
شکل ۷ــ۶ــ دیواره چوبی کنار دریا که با استفاده ازروش فشاری با کرئوزوت اشباع شده است.

۲ــ۴ــ۶ــ روش‌های غیرفشاری :در این نوع روش‌ها، چوب بدون استفاده از فشار مصنوعی و معمولاً با وسایل ساده با مواد حفاظتی آغشته می‌گردد. در این روش‌ها، معمولاً عمق نفوذ و میزان جذب مواد حفاظتی در چوب کم‌تر از روش‌های فشاری است و به‌این‌جهت، چوب‌هایی که با این روش‌ها اشباع می‌شوند، مقاومت کم‌تری در برابرحمله قارچ‌ها، حشرات و موجودات دریایی از خود نشان می‌دهند.

در حال حاضر، روش‌های غیرفشاری زیادی برای آغشته‌کردن چوب‌های مصرفی مورد استفاده قرار می‌گیرند که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از : روش‌های قلم‌مو کشیدن و اسپری، غوطه‌ورکردن، حمام سرد و گرم، روش‌های دیفیوژن، روش باندازکردن و غیره. در شکل‌های ۸ــ۶، ۹ــ۶، ۱۰ ــ ۶،

۱۱ــ ۶ چند روش ساده آغشته‌کردن نشان داده شده است.

شکل ۸ــ۶ــ روش ساده آغشته کردن پایه‌های چوبی حصارکشی در داخل بشکه



شکل ۹ــ۶ــ روش ساده آغشته کردن چوب‌های بریده‌شده با مواد حفاظتی محلول در آب

شکل ۱۰ــ۶ــ روش غوطه‌ورکردن تیرهای ارتباطی در حوضچه‌های فلزی

شکل ۱۱ــ۶ــ روش بانداژ کردن برای تیرهای نصب‌شده کهنه

پرسش و تمرین

۱ــ منظور از حفاظت شیمیایی چوب چیست؟

۲ــ موفقیت در امر حفاظت شیمیایی چوب به چه عواملی بستگی دارد؟

۳ــ عواملی را که درمیزان جذب و نفوذ ماده حفاظتی در چوب مؤثرند، نام ببرید.

۴ــ ویژگی‌های یک ماده حفاظتی خوب و ایده‌آل را شرح دهید.

۵ــ انواع مواد حفاظتی را بنویسید.

۶ــ کدام دسته از مواد حفاظتی بیش‌تر در چوب نفوذ می‌کنند؟

۷ــ کیفیت اشباع در روش‌های فشاری بیش‌تر است یا روش‌های غیرفشاری؟ چرا؟

۸ــ انواع روش‌های غیرفشاری را نام ببرید.

۹ــ کرئوزوت جزءِ کدام دسته از مواد حفاظتی است؟

۱۰ــ کرئوزوت از تقطیر چه ماده‌ای به‌دست می‌آید؟

نمونه سؤال‌های آزمونی فصل پنجم و ششم

۱ــ عوامل مختلف تخریب‌کننده چوب را تعریف کنید.

۲ــ اختلاف عمده قارچ‌ها با گیاهان عالی در چیست؟

۳ــ قارچ‌ها ازنظر چوبی که روی آن زندگی می‌کنند (میزبان)، به چند دسته تقسیم می‌شوند؟ شرح دهید.

۴ــ قارچ‌های چوبخوار متعلق به کدام رده از قارچ‌ها هستند؟

۵ــ انواع قارچ‌های چوبخوار را شرح دهید.

۶ــ مشخصات چوبی را که مورد حمله قارچ‌های عامل پوسیدگی قهوه‌ای قرار می‌گیرد، بنویسید.

۷ــ قارچ‌های رنگ‌کننده چوب معمولاً از چه نوع ترکیبات چوب تغذیه می‌کنند؟

۸ ــ چرخه زندگی قارچ‌های چوبخوار چگونه است؟

۹ــ شرایط مناسب برای رشد قارچ‌ها را بنویسید.

۱۰ــ مشخصات چوب‌های پوسیده را شرح دهید.

۱۱ــ موریانه‌ها از جهت نحوه‌ی زندگی به چند گروه تقسیم می‌شوند؟

۱۲ــ شباهت موریانه با مورچه بالدار در چیست؟

۱۳ــ موریانه چگونه وارد ساختمان‌های چوبی می‌شود؟
۱۴ــ چرخه زندگی موریانه‌ها را شرح دهید.
۱۵ــ آیا در ایران موریانه چوبخوار وجود دارد ؟ نام آن‌را بنویسید.
۱۶ــ اصول مبارزه برعلیه موریانه‌ها را شرح دهید.
۱۷ــ چند نوع سوسک چوبخوار و چگونگی حمله به چوب را شرح دهید.
۱۸ــ انواع موجودات چوبخوار دریایی را شرح دهید.
۱۹ــ تجزیه شیمیایی چوب درچه حرارتی آغاز می‌گردد؟
۲۰ــ چرا در آتش‌سوزی‌ها معمولاً ساختمان‌های چوبی دیرتر از ساختمان‌های فلزی فرو می‌ریزند؟
۲۱ــ ترکیبات شیمیایی مهمی که برای جلوگیری از آتش‌سوزی به‌کار می‌روند، کدامند؟
۲۲ــ تأثیر مواد حفاظتی کندکننده آتش بستگی به چه عواملی دارد ؟ آن‌ها را نام ببرید.
۲۳ــ پدیده‌ی هوادیدگی چوب را تعریف کنید.
۲۴ــ تخریب مکانیکی چوب چگونه پدید می‌آید؟
۲۵ــ چند روش حفاظت چوب در برابر عوامل مکانیکی را نام ببرید.
۲۶ــ عوامل شیمیایی مخرب چوب را شرح دهید.
۲۷ــ اسیدها بیش‌تر چوب را تخریب می‌کنند یا قلیایی‌ها؟
۲۸ــ روش‌های عمده حفاظت شیمیایی چوب کدامند؟
۲۹ــ یک ماده شیمیایی حفاظتی ایده‌آل باید دارای چه ویژگی‌هایی باشد؟
۳۰ــ کدام یک از روش‌های شیمیایی حفاظت چوب مؤثرتر است؟
۳۱ــ چند روش ساده‌ی آغشته‌کردن چوب با مواد حفاظتی را نام ببرید.

فهرست منابع مورد استفاده

۱ــ ابراهیمی، قنبر، ۱۳۶۲. چوب‌خشک‌کنی در هوای آزاد (ترجمه). انتشارات علمی و فنی ــ تهران

۲ ــ Haygreen, S. G. and J. L. Bowyer, 1982. Forest Products and Wood Science, An Introduction. The Iowa State University Press. Ames, Iowa, U. S. A.

۳ــ Kollman, F. F. P. and W. A. Cote, Jr. 1968. Principles of Wood Science and Technology. I. Solid Wood. Springer -Verlag, Berlin.

۴ ــ Hunt, G. and G. A. Grratt. 1968. Wood Preservation. 3rd. Ed. Mc graw-Hill, New York .

۵ ــ Nickolas, D. D. and J. F. Siau -1973. Wood Deterioration and Its Prevention By Preservative Treatments.Vol. I and II.Syracuse University Press. Syracuse, NewYork - U. S. A .

۶ــ Rasmussen, E. F. 1961. Dry Kiln Operator manual. Agriculture Handbook No. 188. Forest Service, U. S. Departnent of Agriculture. Washing on D. C. ,U. S. A.

۷ــ Wilkinson, J. C. 1979. Industrial timber Preservation, Assoeiated Business Press, London.