دانشگاه پیام نور

چوب‌شناسی و حفاظت چوب

دکتروحید تذکررضایی
مهندس رضا حسین‌پورپیا
دکتراسماعیل یساری

من یشکر المخلوق لم یشکر الخالق

بر خود لازم میدانم تا از استاد فرهیخته و بزرگوارم جناب آقای دکتر داود پارساپژوه که آموخته‌های خود در علم حفاظت چوب را مدیون و مرهون ایشان هستم،تقدیر و تشکر ویژه بنمایم.

وخید تذکررضایی

بهار ۱۳۹۱

فـهـرست

بخش اول

فصل ۱: ساختمان چوب

۱-۱.تعریف گیاه‌شناسی ۳
۱-۲.تعریف تجارتی ۳
۱-۳.تعریف صنعتی ۳
۱-٤.روش کار کامبیوم ۵
۱-۵.حلقه های رویش ۸
۱-٦.چوب پایان، چوب آغاز، چوب بهاره و چوب تابستانه ۹
۱-۷.دوایر نادرست ۱۰
۱-۸.دوایر بریده ۱۱
۱-۹.چوب‌درون و چوب‌برون **۱۱**

فصل ۲: طبقه بندی گیاهان چوبی

۲-۱.اختلاف عمده سوزنی برگان و پهن برگان ۱۸
۲-۱-۱.پراکندگی ۱۸
۲-۱-۲.تولید مثل ۱۹
۲-۱-۳.شکل درخت ۱۹
۲-۲.نیاز درخت ۱۹
۲-۳.مشخصات چوب ۲۰
۲-٤.ساختمان بافت چوبی ۲۰
۲-٤-۱.آوندها ۲۱
۲-٤-۲.فیبرها ۲۱
۲-٤-۳.تیل ۲۲
۲-٤-٤.پره چوبی ۲۲
۲-٤-۵.پارانشیم طولی ۲۲

۲-۵.نقوش چوب..... ۲٤
بخش دوم: حفاظت چوب
فصل ۳ : تاریخچه حفاظت چوب
۳-۱. اهمیت حفاظت چوب ۳۵
۳-۲.هدف از انجام عملیات حفاظت چوب ٤۰
فصل ٤ : عوامل موثر در حفاظت چوب
٤-۱.عوامل مخرب زنده چوب ٤۵
٤-۱-۱.قارچها ٤۵
٤-۱-۱-۱.کپک‌ها ٤۸
٤-۱-۱-۲.قارچ های عامل باختگی چوب برون ٤۸
٤-۱-۱-۳. مورفولوژی قارچها ٤۹
٤-۱-۱-۳-۱. تغذیه قارچها ٤۹
٤-۱-۱-۳-۲. رطوبت مورد نیاز قارچها ٤۹
٤-۱-۱-۳-۳. دمای موردنیاز قارچها ۵۰
٤-۱-۱-۳-٤. ارتباط قارچها با نور ۵۰
٤-۲.ویژگی‌های چوب‌های پوسیده ۵۰
٤-۲-۱.رنگ چوب ۵۱
٤-۲-۲.بوی چوب ۵۱
٤-۳.هدایت آب و ظرفیت نگهداری رطوبت ۵۱
٤-٤.تغییرات ابعاد چوب ۵۱
٤-۵.جرم ویژه چوب پوسیده ۵۲
٤-٦.سایر اثرات پوسیدگی بر روی چوب ۵۲
٤-۷.مقاومت مکانیکی **۵۲**
٤-۸.حشرات چوبخوار **۵۳**
٤-۸-۱.سوسک‌های پودر کننده چوب **۵۳**

٤-٨-٢.سوسک پودر کننده واقعی ٥٣
٤-٨-٢-١.خانواده لیکتوس..... ٥٣
٤-٨-٣.سوسک‌های پودرکننده کاذب..... ٥٤
٤-٨-٣-١.خانواده بوستریکیده..... ٥٤
٤-٨-٤. سوسک‌اثاثیه منازل یا مبل خوار ٥٥
٤-٨-٤-١.خانواده آنوبیوم ٥٥
٤-٨-٥.سوسک‌های شاخک دراز ٥٦
٤-٨-٥-١. خانواده سرامبیسیده..... ٥٦
٤-٩.مورچه‌های نجار..... ٥٧
٤-١٠.موریانه..... ٥٩
٤-١١.زنبورهای نجار..... ٦٠
٤-١٢.حفاران دریائی چوب..... ٦١
فصل٥ : تاثیر کیفیت چوب در حفاظت آن
٥-١. گونه‌های چوبی و ساختمان آنها..... ٧١
٥-٢.دوام طبیعی و مواد استخراجی چوب‌ها..... ٧٥
٥-٣.ارتباط خواص فیزیکی چوب با حفاظت آن..... ٧٤
٥-٣-١.وزن مخصوص..... ٧٤
٥-٣-٢.آب و هوای داخل چوب..... ٧٥
٥-٣-٣. حرارت ٧٦
٥-٣-٤.شکل چوب..... ٧٧
٥-٤.تأثیر تغییرات هوای محیط بر روی چوب یا هوازدگی چوب ٧٧
٥-٥. نفوذ پذیری چوب ٧٨
فصل٦ :حفاظت چوب توسط مواد شیمیایی
٦-١.خواص چوب درارتباط با اشباع و آغشتگی ٨٤

٦-١-١.خواص ساختمانی چوب..... ٨٥
٦-١-٢.خواص فیزیکی ٨٦
٦-١-٣.خواص شیمیایی **٨٦**
فصل٧ : مواد حفاظتی در ارتباط با اشباع‌و آغشتگی
٧-١.خواص کلی مواد حفاظتی..... ٩١
٧-٢.مواد و نمک‌های معدنی محلول در آب..... ٩٢
٧-٢-١. سولفات مس متبلور ($cu\ so_{٤},\ ٥H_{٢}o$) (کات کبود) ٩٢
٧-٢-٢.سایر نمک‌های مس ٩٤
٧-٢-٣.نمک‌های روی..... ٩٤
٧-٢-٤.نمک‌های جیوه..... ٩٥
٧-٢-٥.نمکهای قلیائی و قلیائی ـ خاکی ٩٦
٧-٢-٦.ترکیبات کرم..... ٩٧
٧-٢-٧.نمک‌های فلوئور..... ٩٧
٧-٢-٨.نمک‌های آرسنیک..... **٩٩**
٧-٣.مواد آلی حفاظت چوب..... ١٠٠
٧-٣-١. قیرها..... ١٠٠
٧-٣-٢.مواد حفاظتی نفتی ١٠٣
٧-٣-٣.مشتقات فنلی..... ١٠٤
٧-٣-٤.مواد حفاظتی تجارتی..... ١٠٥
فصل٨ : روش‌های حفاظت چوب
٨-١.روش‌های حفاظت چوب ١١١
٨-٢..روش اسمز..... ١١٤
٨-٣.روش کیان..... ١١٦
٨-٤.سایر روشهای اشباع بطریقه خیساندن..... ١١٨

۸-۵.روش‌های اشباع عمیق ۱۱۹
۸-۵-۱.روش بتل ۱۱۹
۸-۵-۲.روش دسه موند ۱۲٤
۸-۵-۳.روش روپینگ ۱۲٤
۸-۵-٤.روش استراد و روش توام خشک کردن و شکاف دادن ۱۲۸
۸-٦.روش‌های دیگر اشباع عمیق ۱۲۹
۸-۷.روش اشباع مضاعف ته تیر ۱۳۰
۸-۸.روش افزودن عمر مفید قطعات نصب شده ۱۳۱
۸-۸-۱.نوار پیچی ۱۳۱
۸-۸-۲. روش کبرا ۱۳۱

مقدمه

چوب یکی از اولین موادی است که بطور طبیعی و فراوان در دسترس بشر قرار داشته و از مهمترین مصالح ساختمانی تمدن انسانی بشمار می‌رود. باید دانست که نه تنها نوع بشر، به سابقه هوش و فراست خویش، پایه تمدن خود را بر روی چوب استوار ساخته است، بلکه شمار بسیاری از جانوران روی زمین نیز، به حکم غریزه از این ماده مفید طبیعت بهره‌مند شده‌اند و امروز هم زندگی تعداد کثیری از مخلوقات کره خاکی بستگی کامل به چوب دارد. آشنای نمودن انسان‌های قدیم به ادوات مناسب جهت تبدیل این جسم، به طوری که تاریخ نشان می‌دهد، مصرف آنرا محدود ساخته بود ولی با پیشرفت زندگی و امکانات بهتر، تبدیل چوب به صورت های مختلف هرچه بیشتر توسعه یافته است. در کاوشهای باستانی در کنار دریاچه‌های سوئیس، ساووآ(در حوزه آلپ)، ایتالیا و بسیاری از نقاط دیگر که در گذشته در آب قرار داشته‌اند، پایه‌های چوبی خانه‌های شناور مربوط به دوران پارینه سنگی، نوسنگی و عصر آهن هنوز بدست می‌آید که نشانه قدمت استفاده از چوب در ساختمان، وسایل کار و منزل می‌باشد و نشان می‌دهد که انسان‌های قدیم چوب را به شکل خیلی ابتدایی به خصوص برای پایه و پوشش پناهگاه خود بکار می‌بردند. جالب اینکه هنوز هم در بعضی نقاط جهان مثل اقیانوسیه و مالاکا، خانه‌های شناور در آب توسط بومی‌ها به همان صورت‌های ابتدایی ساخته می‌شود. با یک نظر کوتاه به موزه علوم طبیعی لندن آشکار می‌گردد که بشر حدود ۱۰۰۰۰ سال قبل با نیزه چوبی به شکارمی‌پرداخته و به وسیله تنه درختان از رودها عبور می‌کرده و نزدیک به ۵۰۰۰ سال قبل در اروپای شمالی استفاده از قایقها و سورتمه‌های چوبی متداول بوده است. طبیعی است که تکامل صنایع چوب بستگی خاصی به وضع و درجه ترقی اجتماعات مختلف انسانی و دسترسی ملت‌ها به منابع چوب داشته است، ولی در حقیقت درخشندگی صنایع چوب را می‌توان در مصر باستان جستجو نمود. در کتابهای مذهبی نیز به استفاده از چوبها اشاره بسیار شده است به طوری

که حضرت نوح کشتی خود را با چوب تیک ساخته بـود و بـه حضـرت موسـی وحی شد که فرامین الهی را در جعبه‌ای از چوب شیطم که اقاقیا مـی‌باشـد، قـرار دهد. در دوره ماقبل تاریخ، مصر (از ظهور انسان در دره نیل تا ۳۲۰۰ سال قبل از میلاد مسیح) و به خصوص در دوره نئولی تیک (عصر حجر جدید)، مصـریها راه استفاده از چوب را به خوبی می‌دانسته‌اند و در این دوره رودخانـه‌هـای خـود را، برای دفاع، با نرده‌های چوبی محافظت می‌نمودند (حجازی).

در دوره انئولی تیک (دوره استعمال سنگ) صنایع مربوط بـه چـوب ترقـی شایانی نموده و در این عصر ساختن تخت‌خوابها و تابلوهای چوبی رایج بـوده و حتی در همین دوره از قطعات مس برای ساختن ابزارهای ساده نجـاری اسـتفاده شده است، تا اینکه در زمان پادشاهان تین، ترقی و رونق صنایع چوبی بـه حـدی رسید که از جمله تشریفات دربار پادشاهان، عصای چوبی سـلطنتی و چوبدسـت فرماندهی بوده و به علاوه در کاخهای سلطنتی درب های بزرگی تعبیـه مـی‌شـده که چهارچوبهای آنرا از تیرهای بزرگ می‌ساختند. ولـی از آنجـایی کـه در مـورد تاریخ مصر مدارک و شواهد کافی در دست است، اسناد موجود نشان می‌دهند که صنایع چوب در مصر باستان چنان توسعه داشته است که تخت توتان خامون کـه یکی از فراعنه بزرگ مصر بود، از چوب آبنوس ساخته شده بود و حکـاکی یـک تصویر بر روی چوب افرا حدود ٤٢٠٠ سال قبل نشـان از اهمیـت بـالای چـوب برای طبقات مختلف مردم در آن زمان را نشان مـی دهـد. در امپراطـوری رم نیـز صنایع چوب قدر و منزلتی بس شایان داشته اسـت و حتـی مـی‌تـوان گفـت کـه رومیها از اصول جنگلداری و بخصوص احداث جنگلهای شـاخه زاد بـرای تهیـه چوب، جهت داربست موکاری و تولید سوخت، اطـلاع کامـل داشـته‌انـد. حتـی مدارک تاریخی نشان می‌دهد که صنعت روکش‌سازی که از مصر به بابل و آسـور و از آنجا به روم قدم گذاشته بود، به قدری اهمیت داشت کـه در حـدود ٦٣ ق.م گرامیترین وسیله زینتی امپراطور روم را یک میز روکش‌سازی زیبا تشکیل مـی‌داد که قیمتی برای آن متصور نبوده است.

پس از میلاد مسیح نیز صنعت چوب در اروپا رو به توسعه می‌گذارد، چنانکه در ۱۷۰۰ سال قبل رومیها کشتیهای چوبی بسیار بزرگی می‌ساختند که از آن برای حمل گندم از مصر استفاده می‌نمودند و به تدریج صنایع کشتی‌سازی چنان ترقی یافت که اقوام وایکینگ علت پیروزی خود را داشتن کشتیهای مجهز و محکمی می‌دانستند که از چوبهای بلوط ساخته شده بود. از مطالعات که در آثار تاریخی موجود در ایران بدست آمد، نشان می‌دهد مردمان بومی ایران که قرنها قبل از مهاجرت آریایی‌ها در ایران می‌زیستند، در حدود ٤٢٠٠ سال قبل از میلاد مسیح، چوب را در کلبه‌سازی خود بکار می‌بردند. چوب در دوران ساسانی در ساخت افزارهای موسیقی مورد استفاده قرار می‌گرفت و سازهایی از قبیل عود، چنگ و رود را از چوب می‌ساختند. پس از ورود اسلام به ایران، آثار مهم صنایع چوب و به خصوص صنایع مربوط به ساختمان و تزئینات درب وپنجره را میتوان در ابنیه مذهبی و مساجد جستجو نمود و بخصوص در ساختمان منبرهای چوبی شاهکارهای هنری بسیار بکار رفته است.برای نمونه مصرف چوب در بنای مساجد می‌توان از مسجدی که ابومسلم خراسانی در نیشابور بنا نهادو سپس عمروبن لیث آنرا به پایان رسانده نام برد، که در این مسجد محلی که مخصوص منبر می‌باشد بر روی استوانه‌های چوبی مستقر بوده است. در دوران صفویه که علاقه زیادی به ساخت مساجد با معماری گنبدی شکل داشته‌اند، آثاری نشان دهنده اهمیت استفاده از چوب در آن دوران است و از این نمونه می‌توان به نخل سوگواری در میدان امام یزد اشاره نمود که این نخل به طول ۸ متر است و از چوبهای صنوبر به عنوان پایه، از چنار به عنوان بدنه‌ها و از چوب توت به عنوان معجرها استفاده شده است.

از زمان شروع قرون معاصر (حدود ۳۰۰ سال پیش) صنایع چوب عصر جدیدی آغاز کرد و سرانجام در سال ۱۸۰۸ در انگلستان اولین ماشین چوب بری که شامل یک اره تسمه‌ای بود، که در پیرامون دو گردونه می‌چرخید، ساخته شد تدریجاً در سایر نقاط صنعتی اروپا این روش معمول گردید.

از این تاریخ چهره تبدیل چوب در جهـان عـوض شـد و چـوب درختـان قطور به سرعت به قطعات نازک برای مصارف مختلف قابل تبدیل شد و استفاده از چوب ابعاد عظیم و متنوعی پیدا کرد و با کشف نیروی برق و سیستم تلگراف، ارتباط نقاط دور با یکدیگر و انتقال انرژی مشکلی ایجاد می‌کرد که ایـن بـار نیـز تیر چوبی حامل سیم، تنها راه‌حل به‌شمار مـی‌رفـت، بطـوری‌کـه در اوایـل قـرن نوزدهم مصرف تیر ارتباطات بطور بیشماری بالا رفت. مصرف چـوب بـه‌عنـوان تکیه‌گاه (تراورس) خطوط قطار (ریل) استفاده دیگری است که اهمیت چـوب را در انتقال انسانها در خشکی‌ها بازگو می‌کنـد. بـه عـلاوه سـاختن انـواع و اقسـام محفظه‌های متحرک چوبی مثل واگن، اطاق ماشین، قطار و اتومبیل هر یک بازگو کننده نقش چوب در تکامل تمدن انسان‌ها می‌باشد، که تا حـال حاضـر همچنـان برقرار است. همانطور که صنایع چـوب بـا پیـدایش ماشـین اره در اروپـا تحـول تازه‌ای یافت، در سایر نواحی دنیا به مرور زمان دستگاه‌های دستی تبـدیل چـوب به ماشینهای پیشرفته‌تر تغییر یافت، و در ایران نیز ابتدا چوب‌بری‌ها و سپس سایر کارخانه‌های تبدیل چوب مثل کبریت سازی، تخته چند لایه سـازی، فیبـرسـازی، تخته خرده چوب(نئوپان) سازی، تخته فیبـر بـا دانسـتنیه متوسـط[1]، کاغذسـازی، مقواسازی و امروزه کارخانه‌های تولید فرآورده‌های مرکب مانند چوب پلاسـتیک و چوب سیمان‌سازی و... آغاز به کار کرده‌اند.

۱- Medium Density Fiberboaed

This document was created with Win2PDF available at http://www.daneprairie.com.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.

فصل اول
ساختمان چوب

تعریف چوب بسته به اینکه این ماده را در چه قسمت بخواهیم مورد مطالعه قرار دهیم متفاوت می‌باشد و بطور کلی می‌توان سه تعریف برای آن بکار برد.

۱-۱. تعریف گیاه‌شناسی

چوب عبارت است از مجموعه‌ایی از بافتهای ثانویه لیگنینی شده گیاهان آوندی که در بین مغز و لایه زاینده (کامبیوم) ساقه، ریشه و شاخه‌ها قرار می‌گیرد. نظیر چوب درختان راش، صنوبر، گلابی، کاج، انار، چنار و غیره.

۱-۲. تعریف تجارتی

چوب عبارت است از قسمت داخلی ساقه، ریشه و شاخه درختان و درختچه‌ها که قابل تبدیل برای استفاده در مصارف گوناگون می‌باشد و می‌توان با کار کردن بر روی آن به ارزش و مرغوبیت آنها افزود، نظیر تهیه تخته چند لایه از چوب راش.

۱-۳. تعریف صنعتی (فنی)

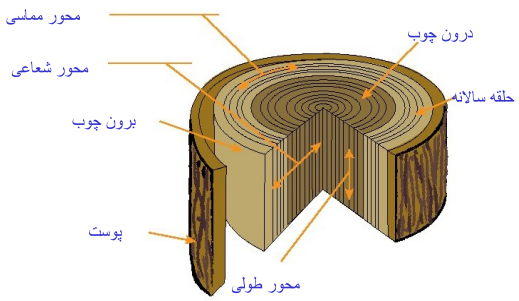
چوب عبارت است از ماده جامد متخلخل فیبری شکل، که دارای ساختمان یاخته‌ای سازمان یافته، هرسو نایکسان و ناهمگن می باشد و با توجه به این موضوع و اینکه این ماده حاصل زندگی درخت و دائماً دستخوش تغییرات محیط است، در یک گونه بخصوص هم، خواص آن در زمان و مکان متفاوت، تغییر می‌یابد.

در بین تعاریف مذکور تعریف صنعتی (فنی) چوب برای ما بیشتر اهمیت پیدا می‌کند و در مباحث مختلف بر آن استناد می‌کنیم. از این تعریف مشخص می‌شود که این ماده مانند هر موجود زنده از یاخته‌های بیشماری که هر دسته از آنها به بافت معینی اختصاص یافته و وظیفه‌ای به خصوص را انجام می‌دهند، تشکیل یافته است. باتوجه به

تعریف چوب و خواص ویژه آن، این جسم دارای اختلافاتی با سایر مواد جامد می‌باشد که ذیلاً از آنها نام برده می‌شود.

۱- چوب ناهمگن[۱] می‌باشد. چون اجزاء تشکیل دهنده آن از انواع مختلف یاخته‌ها مثل فیبرها، اشعه چوبی، پارانشیم، آوندها و غیره می‌باشد. به علاوه هر یک از این عناصر در مواقع مختلف فصول رویش گیاهی شکل خاصی دارند (نظیر چوب‌بهاره و چوب تابستانه).

۲- چوب هرسو نایکسان [۲] می‌باشد. چون بافتهای مختلف آن در جهات مختلف متفاوت قرار گرفته‌اند. عده‌ای در جهت راستای درخت قرار دارند (آوندها و الیاف) و عده‌ای در جهت عمود بر راستای درخت قرار گرفته‌اند (اشعه چوبی). از خاصیت هر سو نایکسان بودن و ناهمگنی چوب نتیجه‌گیری می‌شود که، چوب دارای سه جهت می‌باشند. جهت طولی، که در جهت الیاف، آوندها و فیبرها (در پهن برگان) و تراکئید (در سوزنی برگان) می‌باشد، که در واقع موازی با طول درخت است. جهت مماسی، که برای توجیه بهتر آن می‌توان گفت که چنانچه بخواهیم یک جزءتشکیل دهنده چوب نظیر فیبرچوبی را از لحاظ ضخامت اندازه‌گیری کنیم جهت خط اندازه‌گیری ما بطور موازی با خط مماس بر دایره سالانه قرار می‌گیرد. و سرانجام جهت دیگر چوب، جهت شعاعی است که هم جهت با خط فرضی مستقیمی است که از ناحیه پوست به ناحیه مغز درخت منتقل می‌شود (شکل ۱-۱).



شکل ۱-۱.

۱. Heterogene
۲. Anisotrope

شناسایی ساختار سلولی چوب در سطح میکروسکوپی امکان درک صحیحی از عملکرد این ماده که در گونه‌های مختلف دارای خواص نسبتاً متفاوتی است، را فراهم می‌آورد. در پیرامون تنه درخت، لایه پوست به راحتی قابل تشخیص می باشد. سطح داخلی پوست که توسط بخش حجیمی از ساقه احاطه شده است، چوب نامیده می‌شود که به‌وسیله تعداد زیادی حلقه رویش که در اطراف مغز متمرکز شده‌اند تشکیل گردیده است. بین پوست و چوب لایه نازک میکروسکوپی با سلول‌های زنده به نام کامبیوم قرار گرفته‌است، که حاوی پروتوپلاسم در حفره سلولی خود می‌باشد. در قسمت ساقه درخت تعداد بیشماری سلول قرار گرفته است که به‌عنوان واحد اساسی ساختار گیاه می‌باشند. هر سلول حاوی دیواره بیرونی می‌باشد که دیواره داخلی حفره سلول را احاطه کرده است، در داخل بعضی از سلول ها پروتوپلاسم قرار گرفته در حالی‌که در برخی تنها شیره گیاه و یا حتی فضای پر شده از هوا قرار دارد.

۱-٤. روش کار کامبیوم

سلولهای کامبیوم قابلیت تقسیم دارند و در اثر تقسیم آنها بطرف داخل یک طبقه چوب و به طرف خارج یک طبقه آبکش به‌وجود می‌آید. هر یک از سلولهای کامبیوم، در جهت موازی با محور درخت و عمود بر اشعه چوبی تقسیم می‌شوند و طبقات چوبی و آبکشی را به وجود می‌آورند. در ضمن باید دانست سلولهایی که توسط کامبیوم به طرف داخل و یا خارج بوسیله تقسیم به وجود می‌آیند و به ترتیب سلولهای چوبی و آبکش را به وجود می‌آورند فوراً تغییر شکل نمی‌دهند.

کامبیوم از دو نوع سلول تشکیل می‌شود:

الف- سلولهای دوکی شکل که در جهت طول درخت کشیده می‌باشند و عناصر طولی بافتهای چوبی را به وجود می‌آورند (مانند آوندها، فیبرها و غیره).

ب- سلول مادری پره‌ها که به مراتب از سلولهای دوکی شکل کوچکتر هستند و از طرف خارج پره‌های بافت آبکشی و از طرف داخل پره‌های بافت چوبی را به‌وجود می‌آورند.

بطور کلی باید در نظر داشت، دسته‌های آبکش اولیه و دسته‌های چوبی اولیه در اثر فعالیت کامبیوم به وجود می‌آیند، بطوری‌که ایجاد دسته‌های آبکش اولیه بطور مغزگرا صورت می‌گیرد ولی تولید دسته‌های چوبی اولیه مغز گریز می‌باشد، یعنی اولین سلولهای این بافت در مجاور مغز ظاهر می‌گردد و بتدریج به طرف خارج منتشر می‌گردند. بافتهای که در اثر فعالیت مریستم ابتدایی تا ظهور کامبیوم به وجود می‌آید و باعث رویش طولی گیاه می‌شود، به نام بافتهای اولیه خوانده می‌شوند و این مرحله رویش را رویش اولیه می‌گویند. رویش اولیه در یک ساقه تا زمانی ادامه می‌یابد که درخت به حداکثر بلندی طبیعی خود برسد و بعد از آن، بجای جوانه انتهایی نوک ساقه، جوانه‌های انتهای شاخه‌های فرعی به رشد خود ادامه می‌دهند.

پس از این مرحله بطوری‌که گفته شد، کامبیوم شروع به فعالیت می‌کند یعنی سلولهای آن در جهت موازی با محور ساقه و عمود بر اشعه وسطی تقسیم می‌شوند و در هر دوره رویش گیاهی یک طبقه چوب به طرف داخل و یک طبقه آبکش به طرف خارج تولید می‌نماید و به همین روش در دوره رویش گیاهی سالهای بعد طبقات جدید چوب و آبکش تشکیل می‌شود و بر قطر ساقه افزوده می‌گردد.

همانطورکه در مورد رشد اولیه بیان گردید، در این مرحله نیز طبقات چوبی و آبکش در هر دوره رویش گیاهی از فعالیت کامبیوم به وجود می‌آیند و به همان شکل، ایجاد طبقات چوبی بطور مغز گریز وتشکیل طبقات آبکش شکل مغزگرا صورت می‌پذیرد. طبقات چوبی و آبکشی را که در اثر فعالیت کامبیوم ایجاد می‌شوند، بافتهای ثانویه می‌نامند و این دوره رویش را رویش ثانویه می‌گویند. رویش ثانویه درخت تا پایان عمر آن ادامه دارد.

قسمت اعظمی از چوب توسط سلول‌های طولی که در ساقه درخت قرار گرفته‌اند تشکیل شده‌است. بزرگترین سلول‌های شناسایی شده، در گونه‌هایی نظیر بلوط و ماهاگونی وجود دارند (شکل ۱-۲) که با چشم غیر مسلح قابل روئیت می‌باشد و این در حالی است که در اکثر گونه‌ها این سلول‌ها بسیار کوچک بوده بطوری‌که بدون میکروسکوپ قابل شناسایی نمی‌باشند.

شکل ۱-۲.

گروهی از سلول‌ها در چوب پراکنده می‌باشند، که در جهت عمود بر ساقه درخت از مغز به سمت پوست قرار گرفته‌اند، و به اشعه چوبی معروفند. اشعه‌های چوبی وظیفه انتقال شیره گیاهی در جهت عرضی را بر عهده دارند و بعضی از سلولهای آنها توانایی ذخیره واحدهای کربوهیدرات مورد نیاز دیگر سلول‌ها (مانند سلول‌های تازه تشکیل شده در طی رشد) را دارند. اندازه اشعه‌های چوبی مطابق با محتویات سلول‌های آنها متفاوت است، به هر ترتیب بسیار کوچک بوده و در اکثر گونه‌ها بجز راش و بلوط قابل مشاهده نمی‌باشند.

اجتماع سلول‌هایی با وظیفه و نوع مشابه، بافت را به وجود می‌آورند، چوب و پوست به دلیل اینکه یک‌باره به‌وجود آمده و بالغ می‌گیرند و قادرند شکل و اندازه خود را حفظ نمایند، از بافتهای پایدار می‌باشند. سلول‌های بوجود آمده از بافت های مولد (بافتهای مریستمی) قابلیت تقسیم به سلولهای جدید را دارند. رشد این سلولها در بخش‌های خود سبب رشد درخت می‌گردد. سلولهای مغز در مرکز ساقه با افزایش رشد بوسیله مریستم‌های انتهایی در طول درخت امتداد می‌یابند، تمام رشد عرضی درخت در نتیجه فعالیت مولد بخش کامبیوم به وسیله مریستم جانبی می‌باشد.

درخت دارای فعالیت‌های داخلی پویایی در طی فصل رشد خود است (شکل۲-۳) . آب از طریق خاک و بوسیله ریشه وارد درخت شده و از بین سلول‌های چوب به سمت برگ‌ها بالا می‌رود، قسمت اعظمی از آب جذب شده توسط درخت از طریق تبخیر در سطوح برگ‌ها از آن خارج می‌گردد، این تعرق سبب خنک شدن برگ‌ها می‌گردد. بعلاوه برگ‌ها مکانی برای یک عمل بسیار جالب به‌نام فتوسنتز هستند،

که در آن آب بدست آمده از خاک با دی‌اکسیدکربن موجود در اتمسفر در حضور کلروفیل و انرژی بدست آمده از نور خورشید به عنوان کاتالیزور ترکیب می‌شود.

شکل ۱-۳. بخش‌های مختلف درخت.

۱-۵.حلقه‌های رویش

فعالیت کامبیوم تا مدتی که درخت در حالت سلامت بوده و شرایط محیطی مناسب باشد، ادامه می‌یابد. در شرایط آب و هوایی معتدل مانند شمال ایران، حلقه‌های سالانه شامل فصل رشد و فصل خواب می‌شوند. سلول های چوب در اکثر درختان به صورت لایه‌های رشد نسبتاً مشابه‌ایی، قابل مشاهده می‌باشند، که به آنها حلقه‌های رویش ویا حلقه‌های سالانه می‌گویند. این حلقه ها در نتیجه شرایط نایکسان رشد، دارای ابعاد و ویژگی‌های متفاوتی در گونه های مختلف می‌باشد (شکل ۱-٤). با بررسی ضخامت، ابعاد و یا پراکندگی انواع مختلف ساختار سلول می‌توان تمایز بین حلقه‌های رشد در گونه‌های بخصوص را تعیین نمود.

شکل ۱-٤: تنوع حلقه‌های رویش و تمایز چوب آغاز و پایان در گونه کاج جنوبی.

۱-٦. چوب پایان، چوب آغاز، چوب بهاره و چوب تابستانه

اینک که روش پیدایش طبقات بافت چوبی روشن شد، یک مقطع عرضی از چوب را در زیر میکروسکوپ مورد مطالعه قرار می‌دهیم. مطالعه این مقطع نشان می‌دهد که قسمتی از یک طبقه بافت چوبی(یک حلقه سالانه) که در ابتدا دوره رویش توسط کامبیوم به وجود می‌آید، به واسطه جریان زیاد آب دارای سلولهایی با حفره سلولی بزرگ و غشا نازک می‌باشند و رنگ مجموع این قسمت روشن به نظر می‌آید که آنرا چوب آغاز یا چوب بهاره می‌گویند. ولی قسمت دیگر یک طبقه بافت چوبی که در پایان دوره رویش ایجاد می‌گردد، به واسط نقصان جریان آب دارای حفره سلولی تنگ و غشاء ضخیم می‌باشد و رنگ مجموع این قسمت اغلب تیره‌تر از چوب آغاز به نظر می‌رسد و آنرا چوب پایان یا چوب تابستانه می‌خوانند که تمایز چوب آغاز و پایان در شکل ۱-٤ کاملاً مشخص می باشد.

در جنگلهای مناطق استوایی که در تمام مدت سال حرارت و رطوبت مطلوب جهت رشد گیاه وجود دارد، آغاز و پایان دوره رویش گیاهی بستگی به شروع و پایان بارانهای استوایی داشته و در این مناطق ممکن است در عرض یکسال چندین لایه چوب آغاز و پایان به‌وجود آید، که به هیچ‌وجه معرف سن درخت نخواهد بود. ولی در مناطق معتدله، که دوره رویش اغلب در فصل بهار آغاز می‌گردد و در اواخر تابستان پایان می‌پذیرد، بجای دوره رویش اصطلاح دوره رویش سالیانه را به کار می‌برند و در این صورت بجای اصطلاح چوب آغاز و چوب پایان، به ترتیب اصطلاحات چوب بهاره و چوب تابستانه استعمال می‌شود. در ضمن یک طبقه بافت چوب را، که در یک

دوره رویش سالیانه به وجود می‌آید، یک طبقه سالانه می‌گویند و چوب بین چوب تیره رنگ تابستانه سال گذشته و چوب روشن سال جدید یک حد مشخص دیده می‌شود، این حد را دایره سالانه می‌خوانند، که با شمردن طبقات یا دوایر سالانه می‌توان سن درختان مناطق معتدله را تشخیص داد. ولی در مورد درختان مناطق استوایی چون آغاز و پایان دوره رویش بستگی به وضع بارندگی در طول سال دارد و ممکن است شدت بارندگی در سال چندین بار تکرار گردد، اصطلاحات فوق بدون ذکر کلمه سالیانه استعمال می‌شود و بطوری‌که گفته شد با شمارش دوایر مناطق استوایی نمی‌توان سن آنها را بدست آورد. در این مورد متوسط تعداد دوایری را که در یک‌سال در یک گونه بخصوص به‌وجود می‌آید، اندازه‌گیری کرده و با استفاده از اطلاعات هواشناسی و و اقلیم‌شناسی سن درخت را اندازه‌گیری می‌کنند و همچنین می‌توان تمام اتفاقاتی را که در دوران زندگی درخت در پیرامون آن انجام گرفته مشخص نمود، و حتی امروزه در بعضی از مناطق می‌توانند از این طریق امکان وقوع زلزله را نیز در آینده پیش‌بینی نمایند، این علم امروزه به علم گاهشناسی معروف است.

۱-۷. دوایر نادرست

در بعضی از درختان مناطق معتدله در یک دوره رویش سالیانه چند دایره رویش دیده می‌شود که آنها را دوایر رویش نادرست می‌گویند. در صورتی‌که طبقه رویش سالیانه فقط شامل یک دایره نادرست باشد، آنرا دایره مضاعف می‌گویند و اگر چند دایره نادرست وجود داشته باشد، آنرا چند دایره می‌خوانند.

علل ایجاد دوایر نادرست بسیار زیاد است ولی مهمترین عوامل عبارتند از: سرمای دیررس بهاره که بطور موقت باعث از بین رفتن برگها می‌شوند، از بین رفتن برگها به واسطه حمله حشرات و قارچها، ظهور یک دوره خشکی پس از بارندگی شدید (به خصوص هنگامی که در موقع بارندگی حرارت مطلوب برای رویش درخت موجود باشد) و بالاخره تجدید فعالیت رویش در اواخر تابستان و یا اوایل پاییز در اثر گرمای بی‌موقع. در بین چوبهای ایران دوایر نادرست به خصوص در درختانی از قبیل ارس و زربین دیده می‌شود، که ممکن است در برآورد سال این درختان اشتباهات زیادی به وجود آورد. معمولاً در تابستاهای بسیار خشک مناطق استپی ایران مانند کرج، احتمال تشکیل دوایر نادرست زیاد است.

۱-۸.دوایر بریده

در برخی از موارد چوب درختان کهن سال یـا درختـانی کـه در شـرایط مسـاعد زیست نمی‌کنند و به خصوص آنهایی‌که تاج یک طرفه دارند، دوایری دیده می‌شود کـه منقطع می‌باشد.

عوامل مختلفی در بروز این امر دخالت دارند ولی یکی از مهمترین آنها این است که، در بعضی شرایط ممکن است که به واسطه نرسیدن غذای کافی به کامبیوم، سـلولها برای یک یا چند فصل بحالت خفته باقی مانند و مجدداً به فعالیت خود ادامه مـی‌دهنـد در این صورت مشاهده می‌شود که در بعضی نقاط مقطع درخت، یک یا چند دایره بهم پیوسته است.

۱-۹.چوب‌درون و چوب‌برون

در درختان جوان وظیفه طبقات چوب، بالا بردن آب (شیره خام) توسط آوندها یا تراکئیدها همچنین استقامت ساقه درخت می‌باشد. بخشی از چوب کـه اطـراف چـوب درون (در صورت وجود) را دربرگرفته و تا پوسـت زنـده ادامـه دارد را چـوب بـرون می‌نامند. سلولهای این بخش از چوب در تنه درخت سرپا زنده‌اند و نقش هـدایت آب و املاح را بر عهده دارند. در گونه‌هایی که چوب درون آنها با تأخیر تشکیل می‌شـود، مقطع عرضی آنها از نظر رنگ ومقدار رطوبت تفاوتی را نشان نمی‌دهد، از این‌رو آنها را به عنوان گونه‌هایی چوب برونی مشخص می‌کنند (شکل۱-۵).

شکل۱-۵: گونه چوب برونی.

به بخش دربرگیرنده مغز که اغلب به رنگ تیره بوده و از چوب برون با رنگ روشن متمایز است و هیچ سلول زنده‌ای در آن وجود ندارد، چوب درون گفته می‌شود. چوب درون هنگامی آغاز می‌شود که پهنای چوب برون مورد نیاز به وجود آمده باشد و به شرایط خاک، اقلیم، محل استقرار درخت و نوع گونه بستگی دارد. رنگهای چوب درون به عنوان عامل شناسایی گونه‌های چوبی، مورد استفاده قرار می‌گیرند (شکل ۱-٦).

شکل ۱-٦ : گونه دارای چوب درون مشخص.

بطور کلی چوب‌درون به واسطه آنکه سلولهای آن با مواد (استخراجی مانند: رزین، صمغ، تانن) مختلف آغشته شده‌است، دارای وزن مخصوص بیشتر(با تساوی درصد رطوبت چوب، زیرا چوب برون اغلب دارای رطوبت بیشتری است و گاهی ممکن است از چوب درون سنگین‌تر باشد) و رنگ تیره‌تری نسبت به چوب برون است، به علاوه وجود این مواد استخراجی در چوب درون سبب گردیده تا این قسمت از چوب دارای خاصیت ضد قارچ و حشره گریز شود. در صورت تساوی رطوبت، مقاومت الکتریکی چوب درون و چوب برون یکسان است، زیرا عمل چوبی شدن غشا زود و در مجاورت کامبیوم انجام می‌گیرد و در این صورت بین چوب درون و چوب برون از لحاظ غشاء فرقی نخواهد بود ولی چوب برون دارای آب (شیره خام) بیشتری است و در صورتی‌که چوب تر مورد آزمایش قرار گیرد ممکن است چوب برون دارای مقاومت کمتری باشد ولی گاهی استثنائاتی هم وجود دارد، چنانکه با تساوی شرایط و رطوبت، چوب برون اقاقیا از چوب درون آن مقاومت کمتری دارد. در بعضی از درختان چوب برونی، هر چند قسمت میانی ساقه از نظر فیزیولوژیکی مرده است، ولی اختلاف رنگی با چوب برون نشان نمی‌دهند مانند چوب راش و ممرز.

در یک گونه بخصوص قطر چوب‌برون در نقاط فوقانی درخت (نقاط جوان) بیش از نقاط تحتانی (کنده) است. تاج درخت در قطر چوب برون گونه درخت دخالت دارد، بطوری‌که درختان قوی و دارای تاج پرپشت اغلب دارای چوب برون قطورتری هستند.

در بعضی از درختان مانند راش و غیره که چوب درون آن رنگی نمی‌شود و از ظاهر نمی‌توان چوب درون آنها را تشخیص داد، گاهی در مغز ساقه قسمتی به رنگهای سبز خاکستری یا قهوه‌ای مایل به قرمز دیده می‌شود که ظاهراً در اثر حمله قارچها به وجود می‌آید و این قسمت به‌نام چوب درون کاذب و یا دل قرمزی نامیده می‌شود، که در تولید مصنوعات چوبی از این گونه با ارزش، اهمیت خاصی دارد.

فصل دوم
طبقه‌بندی گیاهان چوبی

در جدول طبقه‌بندی گیاهان دو گروه متمایز از گیاهان چوبی وجود دارند:

۱- بازدانگان که بدون استثناء دارای گیاهان چوبی هستند.

۲- نهاندانگان که در آنها فقط بعضی از گیاهان و برخی از خانواده‌های طبقه دولپه‌ای‌ها، گیاهان چوبی ایجاد می‌نمایند، از نظر گیاهشناسی اختلاف مهم بازدانگان و نهاندانگان در این است که در گروه اول، اولاً تخمک گیاه[۱] بدون پوشش می‌باشد، ثانیاً در بافت چوبی ساقه آنها عناصری به نام تراکئید وجود دارد که هم وظیفه انتقال آب و هم نقش مقاومت مکانیکی ساقه را به عهده دارند. در صورتی‌که در گروه نهاندانگان، اولاً تخمک در محفظه‌ای به نام تخمدان دیده می‌شود، ثانیاً در بافتهای چوبی ساقه آنها، بجای تراکئید، آوندها وجود دارند که برای انتقال آب بکار می‌روند و همچنین فیبرها یا الیاف چوبی ملاحظه می‌شوند که منحصراً نقش مقاومت مکانیکی ساقه درخت را ایفا می‌کنند.

باید در نظر داشت که طبقه‌بندی فوق در علوم نظری گیاه شناسی بکار می‌رود و در علم چوب شناسی برای سهولت کار، گیاهان چوبی را به دو گروه قراردادی زیر تقسیم می‌کنند:

الف) گروه A

سوزنی برگان[۲]

ب) گروه B

پهن برگان[۳]

البته در تقسیم‌بندی فوق استثنائاتی نیز وجود دارد بطور مثال کونیفر که به معنی مخروط‌داران است و به سوزنی برگان اطلاق می‌شود. در واقع غالب گونه‌های

۱.Ovule

۲.Needle leaved Trees, Evergreens, soft wood Trees, Conifers

۳. Hard wood Trees , Board leaved Trees

سوزنی‌برگان از جمله نوئل، کاج وغیره دارای میوه مخروطی هستند ولی جنس‌هایی مانند ژنوریه و سرخدار که در جنگلهای کشور ما نیز وجود دارند، فاقد میوه مخروطی می‌باشد. درباره اصطلاح نرم چوب نیز، با وجود اینکه چوب اغلب درختان این گروه نسبتاً نرم می‌باشد ولی درختانی مانند ارس، که یکی از مهمترین درختان جنگلی ایران می‌باشد، دارای چوب سخت است.

در مورد گروه B اولاً اصطلاحات مذکور در تقسیم‌بندی فوق، که به معنی برگ پهن می‌باشد، مطلق نبوده، چنانکه گونه‌های گز دارای برگهای بسیار ریز هستند، ثانیاً اصطلاح سخت چوب هم در بعضی گونه‌ها دور از حقیقت به نظر می‌رسد، زیرا درخت نمدار که نام آن معرف نرمی چوبش می‌باشد.

۲-۱.اختلاف عمده سوزنی برگان و پهن برگان

اختلاف اساسی سوزنی‌برگان و پهن‌برگان از نظر گیاه‌شناسی به دلیل عدم، یا وجود تخمدان و تراکئید می‌باشد، اما از نظر یک متخصص چوب‌شناسی اختلافات زیر در بین سوزنی برگان و پهن برگان دیده می‌شود:

۲-۱-۱. پراکندگی

سوزنی‌برگان از پهن برگان قدیمی‌تر هستند و از میلیون‌ها سال قبل در غالب نقاط زمین تشکیل جنگلهای انبوهی را می‌دادند. این گونه‌ها به واسطه مقاومت بالا در برابر شرایط سخت جوی در عرض‌های جغرافیایی بالا و نزدیک به قطب جنگلهایی را به وجود آورده‌اند که از آن نمونه می‌توان به جنگلهای نوئل، کاج و نراد در روسیه اشاره نمود. ولی پهن‌برگان در برابر شرایط جوی بسیار حساس می‌باشند، این گونه‌ها جنگل‌هایی را از نزدیکی خط استوا (به دلیل شرایط بسیار مطلوب رشد) تا مناطق معتدله و مدیترانه ایجاد نموده‌اند.

با این وجود، عده معدودی از سوزنی‌برگان در مناطق استوایی هم دیده می‌شوند بطوری‌که یک گونه أرس[۱] در کنیا دیده می‌شود.

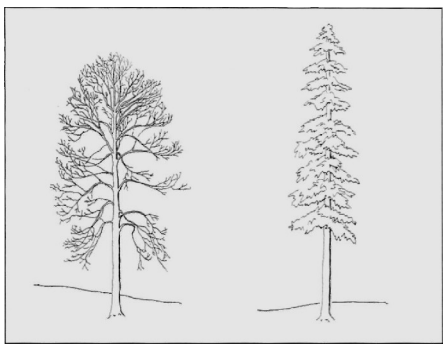
۱.Juniperus procera Mochet

۲-۱-۲. تولید مثل

غالب درختان سوزنی برگ به روش جنسی، یعنی به وسیله بذر، زادآوری می‌کنند و فقط معدودی از آنها مانند: سرو خمره‌ای و کالیتریس می‌توانند به وسیله غیر جنسی نیز (مانند پاجوش) تکثیر نمایند. در صورتی که پهن برگان اغلب هم به روش جنسی و هم به روش غیر جنسی ازدیاد می‌کنند.

۲-۱-۳. شکل درخت

درختان سوزنی برگ اغلب دارای ساقه راست می‌باشند، که تا جوانه انتهایی ادامه دارد ولی ساقه اغلب پهن برگان در محل تاج و حتی در قسمتهای پایین‌تر منشعب می‌شود شکل(۲-۱۰). به طور کلی ضریب شکل در سوزنی برگان بزرگتر از پهن برگان است و به همین دلیل در موقع استحصال چوب، افت کمتری تولید می‌کنند و از طرف دیگر چون ساقه سوزنی برگان اغلب مستقیم تر و بدون انحنا می‌باشد، برای تیرهای تلفن و تلگراف و شمعهای معدن، و الیاف بلند و مناسب آنها برای صنعت کاغذسازی بیشتر از پهن برگان مورد استفاده قرار می‌گیرند.



شکل۲-۱: سمت راست یک درخت سوزنی برگ و سمت چپ یک درخت پهن برگ.

۲-۲. نیاز درخت

سوزنی‌برگان به طور کلی کم نیازتر از از پهن برگان می‌باشند، به طوری که در ارتفاعات بالا، مناطق سردسیر با خاکهای فقیر تولید چوبهای متراکم و بسیار مقاوم با جرم ویژه بالا و مناسب برای مصارف مقاومتی و استحکامی می‌نمایند.

۲-۳. مشخصات چوب

چوب سوزنی برگان همانطور که گفته شد، اغلب سبک و نرم بوده و به خوبی رنده می‌شود و به اصطلاح نجاران خوش بوم می‌باشد و ماشینهای چوب بری آنها ساده‌تر و ارزان قیمت‌تر است. از طرف دیگر چوب این‌گونه‌ها زودتر و بهتر از چوب پهن‌برگان خشک می‌شود و از همه مهمتر آنکه چوب سوزنی‌برگان دارای مصارف زیادی می‌باشد، چنانکه در کاغذسازی، شمع معادن، جعبه‌سازی، خانه‌سازی، هواپیماسازی، وسایل موسیقی، قالب بتون و غیره از چوب این گروه درختان استفاده می‌شود. با وجود این چوب سوزنی‌برگان دارای معایبی نیز می‌باشد، چنانکه به‌واسطه داشتن مواد رزینی به‌خوبی لاک و الکل نمی‌پذیرند و در اصطلاح پرداخت نمی‌شوند و چون اغلب شاخه‌های مرده آنها مدتی در روی ساقه باقی می‌ماند، این گونه چوبها دارای گره‌های مرده زیادتری هستند که در مباحث بعد بیشتر در این رابطه توضیح داده خواهد شد.

اما در چوب پهن برگان باید گفت که این گروه چوبها اغلب دارای رنگها و نقوش متنوع می‌باشند و به همین دلیل در صنایع مبل سازی و تزئینات ساختمانها مورد استفاده فراوان قرار می‌گیرند، غالب آنها بخوبی لاک و الکل می‌پذیرند و به آسانی پرداخت می‌شوند، ولی عیب بزرگ پهن‌برگان این است که هر کدام از آنها دارای مصارف محدودی هستند، چنانکه چوب گردو در ایران در درجه اول به مصرف مبل‌سازی و روکش‌گیری و به طور محدود برای قنداق تفنگ و قالب کفش به کار می‌رود. بطور کلی چوب پهن‌برگان سخت‌تر و سنگین‌تر از چوب سوزنی‌برگان می‌باشد، و به همین دلیل گونه‌های بسیار مهمی از چوب پهن برگان (بخصوص برخی از پهن برگان مناطق استوایی) کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرند. حتی در کشور ما نیز چوبهایی مانند انجیلی بواسطه همین سختی و سنگینی مورد استفاده زیادی ندارد و ابزارهای قطع این قبیل درختان نیز گران قیمت می‌باشد.

۲-٤. ساختمان بافت چوبی

طبقات بافت چوبی از فعالیت سلولهای کامبیوم به وجود می‌آید ولی باید دانست که ساختمان هر یک از طبقات چوب با یکدیگر مشابه است. منتهی یک طبقه بافت

چوبی از سلولهای کاملاً یکنواخت و مشابه تشکیل نشده‌است، بلکه از نظر وظایف اعضاء آن از عناصر مختلفی تشکیل می‌گردد، که این عناصر در چوب پهن برگان و سوزنی‌برگان تا اندازه‌ای متفاوت است. در چوب سوزنی برگان، تنها گروههایی از چوب که دارای مجاری مترشحه صمغی (ملز،کاج‌ها) و یا فاقد مجاری مترشحه صمغی(نراد، سرخدار) می‌باشند، به علت تنوع ساختمانی بین آنها از یکدیگر قابل تشخیص هستند.

پهن برگان به دو دسته اصلی، بخش روزنه‌ایی و پراکنده آوند تقسیم می‌شوند. چوبهای بخش روزنه‌ایی واجد اشعه چوبی پهن و قابل تشخیص با چشم غیر مسلح هستند. حفرات آوندی چوب تابستانه در گروههای شعاعی به حالت شعله‌ای (مشعل آتش) قرار گرفته‌اند. معمولاً درون چوب تیره رنگ دارد مانند: بلوط، نارون، زبان‌گنجشک.

بسیاری از گونه‌های چوبهای پراکنده آوند را نمی‌توان با اطمینان از هم تشخیص داد، و لازمه آن تجربه زیاد در زمینه شناسایی چوب می‌باشد. گونه‌هایی مانند: گردو، ممرز، توسکا را در این گروه طبقه بندی می‌نمایند.

۲-٤-۱.آوندها

سلولهای هادی شیره خام هستند. در مقطع عرضی، آوندها را حفرات آوندی می‌نامیم و نحوه پراکنش آنها در چوبهای مختلف متفاوت است، بطوری‌که در چوبهای بخش روزنه‌ای قطر حفرات آوندی در چوب بهاره چند برابر قطر آوندهای چوب تابستانه است. در چوبهای پراکنده آوند، حفرات آوندی چوب بهاره و چوب تابستانه تقریباً با هم برابرند.

۲-٤-۲.فیبرها

فیبرها قسمت اعظم بافت چوبی را تشکیل می‌دهند و به طور تقریبی زمینه این بافت را به وجود می‌آورند. شکل الیاف یا فیبرها مانند دوکهای بسیار کشیده است که دو انتهای آن تیز می‌باشد و نقش مهم آنها تأمین مقاومت مکانیکی ساقه است.

۲-٤-۳.تیل

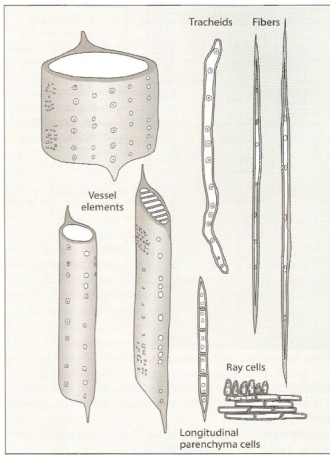
در چوب پهن برگان تیل دیده می‌شود که زائده دیواره‌ای سلول پارانشیمی کـه از روزنه منفذ جداره آوندی مقابل خود عبور کرده و حفره آوند را مسدود می‌نمایـد و در گونه‌های بخش روزنه‌ای مانند اقاقیا و نارون دیده می‌شود.

۲-٤-٤.پره چوبی

پره چوبی از سلولهای مادری پره‌ها به وجود مـی‌آینـد و ایـن سـلولها پارانشـیمی هستند. سلولهای پره‌های چوبی اغلب دارای جدار نازک هستند و مدتها پـس از مـرگ آوندها و فیبرها زنده باقی می‌مانند و وظیفه عمده آنها هدایت شیره پـرورده از قسـمت آبکش به طرف کامبیوم و ذخیره مواد غذایی می‌باشد. این پـره‌هـا بـه تـدریج بـر قطـر درخت می‌افزایند.

۲-٤-۵.پارانشیم طولی

بافت متشکل از سلولهای کم و بیش هم اندازه (از لحاظ ابعـاد) کـه روی دیـواره خود منافذ ساده دارند، هستند و وظیفه اصلی آنها ذخیره مواد غذایی می‌باشد.



شکل۲-۲:در این شکل عناصر آوندی(vessel elements)، تراکئید(Tracheid)، فیبر(fiber)، اشعه چوبی(Ray cells) و سلولهای پارانشیم طولی(Longitudinal parenchyma cells) نشان داده شده‌است.

ساختار سوزنی‌برگان با توجه به به مطالبی که ذکر شد ساده‌تر و ابتدایی‌تر از پهن برگان می‌باشد و حرکت شیره گیاهی از طریق تراکئیدها (شکل۲-۲) صورت می‌گیرد، بطوری‌که ساختمان اشعه چوبی و دیواره تراکئیدها دارای اشکال متفاوت است.

ساختار چوبی سوزنی برگان و پهن برگان دارای تفاوت و شباهت‌هایی می‌باشند، وزن مخصوص چوب در ارتفاع معینی از ساقه از طرف مغز به طرف خارج تغییر می‌یابد، این تغییر در سوزنی‌برگان سبب گردیده که اغلب چوب نزدیک به مغز ساقه دارای حداقل وزن مخصوص باشد. زیرا دوایر نزدیک به مغز ساقه پهن‌تر هستند و میزان چوب بهاره آنها بیشتر است و بتدریج که دوایر باریکتر می‌شوند وزن مخصوص چوب اضافه می‌گردد.

در چوب سوزنی‌برگان، تراکئیدهای چوب تابستانه دارای حفره کوچکتر و غشاء ضخیم‌تر از تراکئیدهای بهاره هستند، در این‌صورت وزن یک حجم معینی از چوب در قسمت چوب تابستانه بیش از چوب بهاره است یا در حقیقت می‌توان گفت که وزن مخصوص چوب تابستانه بیش از چوب بهاره می‌باشد و در نتیجه مقاومت چوب تابستانه بیش از چوب بهاره است. در این‌صورت چوبهایی از سوزنی‌برگان که در آنها نوارهای تیره رنگ تابستانه پهن‌تر هستند، مقاوم تراز چوبهایی هستند که در آنها نوارهای روشن چوب بهاره پهن‌تر می‌باشد. تغییرات پهنای چوب تابستانه و چوب بهاره با تغییرات پهنای دایره سالانه متناسب نیست، بطوری‌که با اضافه شدن پهنای دوایر سالانه حجم چوب تابستانه به مراتب کمتر ازچوب بهاره تغییر می‌کند. در این صورت هر چه دوایر سالانه چوب سوزنی برگان باریکتر باشد، چوب سنگین‌تر و مقاومتر است و بلعکس هر چه دوایر پهن تر باشد، چوب سبکتر و نامقاوم تر می‌باشد.

در چوبهای بخش روزنه‌ای، برخلاف چوب سوزنی برگان، پهنای نوار چوب بهاره با افزایش پهنای دوایر سالیانه کمتر تغییر می‌یابد. در این‌صورت دوایر پهن تر واجد حجم بیشتری از چوب تابستانه می‌باشند و در نتیجه دارای وزن مخصوص بیشتر و مقاومت زیادتری هستند، در صورتی‌که چوبهای واجد دوایر سالیانه باریک مجموعاً متخلخل تر به نظر می‌رسند (زیرا قسمت اعظم دایره باریک از چوب بهاره متخلخل تشکیل می‌شود) و در نتیجه سبک تر و کم مقاومت‌تر هستند.

اثر پهنای دوایر سالیانه در خواص چوب گونه‌های پراکنده آوند، چندان محسوس نیست و این پدیده به واسطه آن است که در چوبهای پراکنده آوند برخلاف چوبهای بخش روزنه‌ای، تفاوت معنی داری بین چوب بهاره و چوب تابستانه وجود ندارد.

در نهایت آنچه که در کلیه گونه‌ها نمایان است، این است که مقاومت چوب، مستقل از پهنای دوایر سالانه، درصد چوب تابستانه، وزن مخصوص و غیره به عوامل دیگری بستگی دارد که یکی از مهمترین آنها چگونگی مواد ساختمانی جدار سلولها آنها می‌باشد، بطوریکه عده‌ای از محققین مقدار لیگنین جدار سلولها را از مهمترین عوامل موثر بر مقاومت چوب می‌دانند که در فصول بعدی به وضوح در این رابطه بحث خواهیم نمود.

۲-۵.نقوش چوب

ظاهر و نقوش چوب یکی از فاکتورهای بسیار مهم در کاربرد، بازار پسندی و شناسایی آن می‌باشد. عوامل متعددی از جمله نوع برش روی گرده بینه، ساختمان آناتومیکی چوب، رویشگاه، شرایط محیطی و مواد استخراجی در تعیین نقش چوب تأثیر دارند. شناسایی نوع چوب از روی ظاهر آن به سادگی امکانپذیر نمی‌باشد، حتی متخصصان علوم چوب بدون بررسی میکروسکوپی قادر به تشخیص نوع چوب در برخی موارد نمی‌باشند، و آن بدین دلیل است که چوب در شرایط مختلف رفتارهای متفاوتی از خود نشان داده و سبب تغییر رنگ و بافت می‌گردد، بدین سبب در بسیاری از موارد در مورد این ماده نمی‌توان با قطعیت اظهار نظر نمود. در این بخش برخی از گونه های پهن برگ و سوزنی برگ مهم در ایران را مورد بررسی قرار خواهیم داد.

گونه راش[۱] یکی از مهمترین چوبهای پهن برگ مورد استفاده در ایران را به خود اختصاص داده است، این چوب دارای مصارف بسیار زیادی می‌باشد که از آن جمله میتوان به صنعت روکش، تخته چند لایه، تهیه مصنوعات چوبی(میز وصندلی)، مبل‌سازی، تراورس راه‌آهن، کاغذسازی، قالب کفش و ساخت بسته‌بندی‌های سبک نام برد. چوب راش در برش شعاعی دارای نمای بسیار زیبایی از تلألؤ پره(اشعه)های چوبی، که در اصطلاح پرمگسی نامیده می‌شود، می‌باشد (شکل۲-۲).

---

۱. Beech

شکل ۲-۳: برش شعاعی نشان دهنده پرمگس‌ها در گونه راش می‌باشد.

گونه بلوط[۱] یکی دیگر از انواع ارزشمند پهن برگان ایران می‌باشد، و از خانواده بخش روزنه‌ای بوده و دارای منافذ بسیار درشتی می‌باشد. با توجه به توضیحاتی که ذکر گردید، اگر چوب بلوط در مناطق جلگه‌ایی و با خاک غنی رشد کرده باشد، می‌تواند چوبی بسیار محکم و مناسب برای مصارف استحکامی مانند ساختمان تولید نماید ولی چوب بلوطی که در ارتفاعات و خاکهای فقیر رشد کرده باشد دارای بافت بسیار نرم و ضعیفی است. تحمل به نیرو این چوب در سطح شعاعی به دلیل وجود اشعه‌های چوبی فراوان و پهن، کم بوده و به سادگی شکافته می‌شود. بطور کل چوب بلوط برای تهیه روکش، تخته لایه، چوب‌آلات ساختمان (گونه‌های رشد یافته در جلگه‌ها)، پارکت‌سازی، اسکله‌سازی، تأسیسات بندری، بشکه‌سازی و تراورس راه آهن مناسب می‌باشد(شکل۲-٤).

شکل ۲-٤: چوب بلوط.

۱.Oak

گونه گردو[۱] نیز از پهن‌برگان با ارزش ایران می باشد. این گونه معمولاً به صورت تک پایه در جنگل رشد می‌نماید. درخت گردو دارای خاصیت آلئوپاتی[۲] بوده که این خصیصه سبب مصرف بسیار بالای اکسیژن می‌گردد و این موضوع باعث می‌شود تا در اطراف آن درختان دیگر قادر به رشد نباشند. چوب‌های قسمت پایین ساقه درخت گردو دارای نقش‌هایی به‌نام لوپ بوده که بصورت درهم پیچیدگی الیاف می‌باشد و در صنعت روکش، دارای ارزش بسیار زیادی است. از چوب گردو برای مصارف مبل‌سازی، منبت‌کاری، خراطی، روکش‌های بسیار ارزشمند، به دلیل ضریب الاستیسیته بالا و مقاومت به ضربه مناسب، برای ساخت قنداق تفنگ نیز از آن استفاده می‌گردد (شکل ۲-۵).

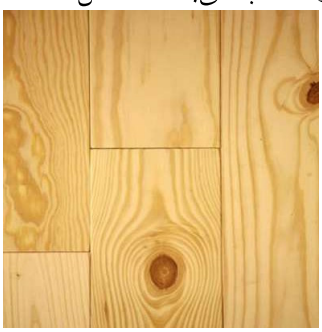
شکل ۲-۵: نمایی از چوب گردو.

جنگل‌های ایران از لحاظ گونه‌های پهن برگ به مراتب غنی‌تر از سوزنی برگ می‌باشند، و مقدار کمی از سوزنی برگان موجود در بازار از منابع داخلی تأمین می‌شوند.

گونه کاج[۳] از سوزنی‌برگان مهم موجود در بازار ایران می‌باشد. کاج‌های رشد یافته در مناطق کوهستانی با خاک‌های فقیر تولید چوبهایی بسیار محکم و مناسب برای مصارف استحکامی می‌نماید و درختان رشد یافته در خاکهای جلگه‌ایی و غنی، چوبهایی سبک و ضعیف تولید می‌کنند. در بافت چوب کاج کانال‌های صمغی به چشم می‌خورد و این گونه دارای گره‌های زنده و مرده بسیار زیادی است. (محل اتصال

۱. Walnut
۲. Aleopati
۳. Pinus

شاخه به تنه که پس از خشک و قطع شدن اشکال مختلف با رنگ‌های متفاوت تیره و روشن در بافت چوب ایجاد کرده و باعث ایجاد محیطی ناهمگن می‌شوند و سبب کاهش ارزش چوب می‌گردند) از مهمترین مصارف این چوب، تیر برق و تیر ارتباطات، میز ونیمکت (با چوبهای رشد یافته در مناطق کوهستانی) و به دلیل الیاف بلند، برای کاغذ سازی بسیار مناسب می‌باشد (شکل۲-٦).



شکل۲-٦: شمایی از چوب کاج، در این شکل وجود گره‌ها کاملاً مشخص می‌باشد.

از دیگر گونه‌های ارزشمند که معمولاً به صورت وارداتی در بازار کشور ما وجود دارد، گونه نراد[۱] می‌باشد. این گونه از نظر ظاهری تقریباً شبیه به کاج بوده ولی از نظر میکروسکوپی و تکنولوژیکی بسیار متفاوت می‌باشد. نراد برخلاف کاج دارای مجاری صمغی نمی‌باشد و از گونه کاج کم دوام‌تر است. این چوب به دلیل خاصیت رزونانس مناسبی که دارد برای آلات موسیقی (شکم‌دار وجعبه‌دار) بسیار ارزشمند می‌باشد. از چوب نراد برای ساخت اسکلت ساختمان، تیر ارتباطات، جعبه‌سازی، دسته افزار و برای تولید خمیر کاغذ سفید و روشن استفاده می‌گردد (شکل۲-۷).

شکل ۲-۷: نمایی از چوب نراد.

۱.fir

بخش دوم
حفاظت چوب

فصل سوم
تاریخچه حفاظت چوب

قدمت حفاظت از چوب به اعصار خیلی دور می‌رسد. باستانی‌ترین زمان حفاظت از چوب طبق اسناد تاریخی و کتاب‌های آسمانی(تورات) به زمان حضرت نوح نبی(ع)می‌رسد. در این اسناد می‌خوانیم که به آن حضرت وحی گردید تا شناور بزرگی از چوب بسازد و داخل و خارج آن را قیراندود نماید تا بادوام‌تر شود و در مقابل نفوذ آب محفوظ بماند. در آثار تاریخ‌نویسان و دانشمندان قدیم به کتاب شانزدهم پلین[۱] طبیعی‌دان یونانی برمی‌خوریم که در سال ۲۸ قبل از میلاد نوشته شده و در آن از حفاظت چوب با روغن نارد یا ماده معطر استخراج شده از یک نوع والریاناسه[۲] (به‌نامNardostachys) نام برده شده است.

یونانیان با این روغن مجسمه چوبی دیانا (خدای جنگل و شکار) آغشته و اشباع کرده و در معبد افس[۳] قرار داده بودند که پس از گذشت سیصد سال سالم مانده بود ولی در اثر آتش‌سوزی(Erostrate) از بین رفت.

قیراندود کردن و سوزاندن سطحی پایه و ستون‌های چوبی برای استقرار در زمین (داخل خاک) نیز از قدیم‌الایام رایج بوده و درحال حاضر هم در بسیاری از مناطق ایران هم بعنوان یک روش سنتی معمول می‌باشد. در کشور پهناور چین در زمان باستان غوطه‌ور کردن چوب در آبهای شور دریاچه‌های نمک به منظور حفاظت آن یک روش مرسوم و رایج بوده است.

در منطقه خاورمیانه و بین‌النهرین علاوه بر داستان کشتی نوح و حفاظت از چوب آن که در بالا اشاره شد به سند دیگری برمی‌خوریم مبنی بر اینکه به حضرت موسی(ع) وحی گردید که فرامین الهی را در صندوقی از چوب شطیم(چوب گونه‌ای از درخت اقاقیا) قرار دهد و در زیرزمینی محفوظ نماید، پس از سیصدسال که این صندوق چوبی

۱.Pelin
۲. valerianceae
۳. ephes

بر اثر اتفاقات و حوادثی از دل خاک بیرون آورده شده، چوب آن سالم مانده بود (تاریخ اورشلیم...) درحال حاضر آزمایشات دوام چوب نشان می‌دهد که چوب اقاقیا یکی از بادوام‌ترین چوب‌ها بشمار می‌رود حتی اگر هیچوقت تیمار حفاظتی بر روی آن انجام نشود. در ایران گاه به قطعات و یا ابنیه چوبی برمی‌خوریم که در محیط نامساعد توانسته‌اند دوام بیاورند و ساختمان طبیعی خود را حفظ نمایند.

بطور کلی مطالعات منظم برپایه روش‌های علمی از اوایل قرن هفدهم میلادی (حدود ۳۵۰ سال پیش) بر روی چوب آغاز گردید. گرچه مطالعات آن زمان بیشتر بر شناسایی ساختمان و تشخیص چوب تکیه داشت ولی موضوع حفاظت چوب نیز با این گونه مطالعات مورد توجه دانشمندان قرار گرفت، بطوری که در ١٦٧٥ میلادی گلوبر[1] از محلول بی‌کلرور جیوه ($HgCl_2$) برای حفاظت چوب استفاده نمود. در ۱۷۳۲م. از قطران چوب که ماده سیاه رنگ بدبوئی است برای محافظت چوب استفاده گردید. تا آن تاریخ کلیه روش‌ها و تیمارها بر روی چوب‌های خشک (دارای رطوبت تعادل در شرایط محیط) انجام می‌گرفت.

در١٨٢٤ یک افسر انگلیسی به‌نام کیان[2] برای حفاظت چوب‌های مورد استفاده در ارتش انگلستان، روش غوطه‌وری طولانی مدت چوب را در مواد و محلول‌های حفاظتی ارایه کرد که هنوز به‌نام روش کیان معروف می‌باشد. نامبرده برای حفاظت چوب از ماده سوبلیمه که در بالا ذکر شد استفاده می‌کرد، البته مصرف این ماده بعداً به‌علت تصعید بخارات سمی جیوه، با آنکه از مواد حفاظتی بسیار مناسبی برای چوب به‌شمار می‌رفت، ممنوع گردید.

در ۱۸۲۲ فردی به‌نام شامپی[3] روش ایجاد خلاء در اثر حرارت را در چوب ابداع کرد. بدین ترتیب که چوب را در پیه مذاب در حرارت $200^{\circ}c$ برای مدتی می‌جوشانید و در این درجه از حرارت، کلیه آب چوب از آن خارج می‌گردید و در نتیجه حالت خلاء در آن ایجاد می‌شد که چوب به سهولت می‌توانست مواد حفاظتی را به خود جذب کند. همانطور که می‌دانیم در این روش به علت حرارت زیاد، عناصر

---

۱. glober
۲. Kyan
۳. Champy

تشکیل‌دهنده چوب آسیب فراوان می‌دید و به‌خصوص تحمل آن در برابر نیروها سریعاً و به شدت کاهش می‌یافت و از این‌رو پس از مدتی این روش نیز منسوخ گردید.

در ۱۸۳۱ فردی به‌نام برآنت[۱] با قراردادن چوب در ظروف سربسته و اعمال ایجاد خلاء و سپس فشار توانست مواد حفاظتی را به‌سهولت در چوب تزریق و آنرا به حالت اشباع از آن ماده درآورد.

این روش که اساساً روش اشباع چوب در تاسیسات و کارگاه‌های حفاظت چوب به‌شمار می‌رود بعداً توسط فردی به‌نام بتل[۲] تکمیل‌تر گردید که در حال حاضر هم به‌نام روش سلول‌پر[۳] یا روش بتل معروف می‌باشد. بعداً حالت دیگری از این روش منشعب گردید که به آن روش روپینگ[٤]یا روش سلول خالی می‌گویند که گاه چون این عمل دوباره برای اشباع چوب و به‌طور متوالی به‌کار می‌رود به آن روپینگ مضاعف[٥] می‌گویند که مخصوص تزریق و اشباع مواد محافظتی در چوب‌های راش و کاج می‌باشد.

در ۱۸۹۳ روش کم‌هزینه‌تر و اقتصادی‌تری در آلمان ابداع و به‌کار گرفته شد که براساس عمل اسمزی یعنی اختلاف فشار بین ماده حفاظتی با مواد داخل چوب استوار و به روش اسمز[٦] معروف است. این روش برای چوب‌های تازه قطع شده (با ظرفیت زیاد) بسیار مناسب می‌باشد، هرچه غلظت ماده حفاظتی بیشتر باشد، نتیجه بهتری می‌دهد.

۳-۱.اهمیت حفاظت چوب

مساله حفاظت چوب همان‌طور که بدان اشاره شد از چندین قرن پیش به طور علمی و اصولی و از اعصار باستانی به‌عنوان یک تجربه در مجامع انسانی با توجه به چوب‌های هر منطقه و شرایط آن توجه محققین و انسان را به‌طور کلی به‌خود معطوف داشته است. از مطالعه خواص چوب متوجه می‌شویم که به‌علت اینکه چوب یک ماده

---

۱. Breant
۲. Bethell
۳. Full Cell
٤. Rueping
٥. Double Rueping
٦.Osmose

بیولوژیک است و هر ماده بیولوژیک می‌تواند دستخوش عوامل تخریب حیوانی و گیاهی ویژه‌ای قرار گیرد، چوب هم از این اصل کلی مستثنی نیست؛ لذا باید آن را در برابر هجوم عوامل مخرب حفاظت و نگهداری نمود. چوب در مصارف معمولی در برابر تغییرات شیمیایی و فیزیکی هوا مقاوم است و به‌عبارت دیگر در مقابل اثر گاز کربنیک و رطوبت هوا در مقایسه با سنگ‌ها و فلزات که در اکسیداسیون و هوادیدگی خاصیت خود را از دست می‌دهند و مضمحل می‌گردند، تجزیه نمی‌شود و همانند بتن در اثر یخبندان و یا پلاستیک خرد و شکننده نشده و همواره سالم می‌ماند.

چوب در آب به‌نحو مطلوبی دوام می‌آورد و حتی یکی از راه‌های حفاظت چوب، نگهداری آن در حوضچه‌های آب و یا زیر آب‌پاشی مداوم است. با این همه چون چوب یک ماده بیولوژیک است و در معرض تهدید و تخریب عوامل مخرب بیولوژیک نظیر قارچ‌ها و حشرات چوب‌خوار و نرم‌تنان و سخت‌پوستان دریایی است، و اینگونه عوامل مخرب بیشترین خسارت را به‌چوب وارد می‌آورند. گرچه چوب در معرض نور شدید، سرما، گرما به پیری زودرس و نوعی هوادیدگی مبتلا می‌شود ولی اینگونه مسایل در مقایسه تخریب بیولوژیک از اهمیت کمتری برخوردار است.

شاید بتوان گفت که پس از عوامل مخرب بیولوژیک، آتش‌گیری سریع چوب نیز دارای اهمیت خاصی است که لازم است به آن توجه کافی معطوف داشت. امروزه یکی ازمهمترین مسائل تهیه اوراق چوبی مسطح[۱] نظیر تخته چند لایه، تخته خرده چوب، فیبر و تخته ردیفی و حتی چوب‌های ساختمانی و تیرهای لایه‌ای[۲] پردام‌کردن و تاخیرانداختن آستانه آتش‌گیری در برابر حرارت و ضد آتش کردن آنها و حفاظت و نگهداری آنها در برابر عوامل مخرب بیولوژیک است.

در هر یک از زمینه‌های مصرف چوب روش، مواد و تیمارهای خاص حفاظتی بسته به نوع چوب و عوامل مخرب و محیط مصرف قابل توصیه است و اهمیت مسأله به‌قدری است که برای مطالعه این کار، مراکز تحقیقاتی خاصی را دایر کرده‌اند. برای نمایاندن اهمیت اقتصادی و موضوع کافی است که یک نگاه اجمالی به مصرف تراورس‌های چوبی راه‌آهن بیاندازیم.

۱.Wood panel
۲. Laminated wood

همانطور که مطلع هستیم، در حال حاضر بیشترین مقدار تراورس راه‌آهن در دنیا چوبی می‌باشد. بارها سعی گردیده است که ماده دیگری جایگزین چوب نمایند، ولی موفقیت چندانی حاصل نشده است. در کشورهای پیشرفته اروپایی صحبت از بتن و فولاد زیاد شده است و در بعضی از شبکه‌خطوط قطار شهری (مترو) که نیاز به نظافت و زیبایی دارد و استفاده از تراورس چوبی اشباع‌شده با مواد حفاظتی سمی برای انسان و محیط‌زیست مضر می‌باشد و یا در خطوط با ترافیک سبک و تناژ پایین از بتن و فولاد استفاده می‌نمایند ولی این موضوع نتوانسته است در مسافت‌های طولانی قطارهای منطقه‌ای بین شهری و یا در شبکه‌های پرترافیک و باعبور واگن‌های سنگین، موقعیت مناسب به دست آورد و معمولاً تراورس‌های بتنی بعد از حدود ۱۲ تا ۱۵ سال عمر مفید[۱] خود را از دست می‌دهند و یا تراورس‌های فولادی در مناطق مرطوب و در مناطق شور و در محل اتصالات ریل به تراورس (پیچ و مهره‌ها) کیفیت خود را از دست داده و یا در اثر اکسیداسیون، ضعیف و فرسوده می‌شوند. البته قابل ذکر است که در مناطق کوهستانی با شیب زیاد (شیب محوری یا شیب عرضی) به‌علت چنگک‌هایی که در زیر تراورس فولادی تعبیه شده و باعث استقرار بهتر آن در زمین می‌شود، اجباراً از این نوع تراورس استفاده می‌گردد که هرچند سال یکبار تعویض و جایگزین (بین ۸ تا ۱۰ سال) می‌گردد.

به‌هرحال چوب همچنین در این زمینه بی‌رقیب است و البته طبق تحقیقات (IRG/WP) که یک سازمان تحقیقات بین‌المللی در زمینه حفاظت چوب می‌باشد، در کانادا تراورس‌های لایه- لایه را که در حقیقت نوعی تخته چندلایه با ضخامت زیاد می‌باشد، توانسته‌اند جایگزین چوب ماسیو[۲] نمایند که اخیراً اینگونه تراورس‌ها چهلمین سال خود را با موفقیت پشت سر گذاشتند[۳]. البته قابل ذکر است که مواد حفاظتی همواره در اینگونه تراورس‌ها مصرف گردیده و در واقع چوب تراورس‌های لایه- لایه بدون تیمار حفاظتی نبوده‌اند. چوب مورد مصرف تراورس را طبق نتایج حاصله باید از گونه‌های نیمه سنگین با وزن ویژه حدود ۰/٦٥ gr/cm انتخاب نموده تا این ماده

۱. Service life
۲. solid wood
۳. Document of IRG/ wp

بتواند به راحتی (بدون لغزش و بدون وجود قلوه سنگ‌ها در آن) بر روی بالاست[۱] که بستر سنگی متشکل از قلوه سنگ‌های با ابعاد و اندازه‌های خاص می‌باشند. مستقرشده و بعلاوه قابلیت مته‌زنی، پیچ‌گیری، اشباع‌پذیری و ضربه‌خوری مناسبی داشته باشد. کلیه خصوصیات ذکر شده به‌نحو بارزی در چوب راش تجلی می‌کند و از همین رو است که در کشورهای اروپایی به‌عنوان بهترین گونه چوب برای مصرف تراورس راه‌آهن به‌کار می‌رود.

در ایران نیز که دارای جنگل‌های انبوه راش می‌باشد، برای مصرف تراورس اغلب از این چوب استفاده می‌نماید. ولی با وجود خواص مناسبی که این چوب از نظر استفاده برای تهیه تراورس دارد، دارای دو خصیصه نامطلوب است. اولاً اینکه چوب راش در مناطق مرطوب و معتدل، نظیر آب و هوای شمال ایران یا مناطقی که در مجاورت خاک با رطوبت زیاد است، بسیار سریع فاسد می‌گردد و توسط عوامل تخریب قارچی به‌سرعت دچار پوسیدگی می‌شود، به‌طوری‌که عمر مفید آن به کمتر از ۷ سال می‌رسد. ثانیاً راش حاصل از درختان بعضی از رویشگاه‌ها دارای درون چوب کاذب یا دل قرمز[۲] می‌باشد که علاوه بر فسادپذیری نسبت به نفوذ مواد حفاظتی اشکالات زیاد ایجاد می‌کند.

با توجه به دو موضوع ذکر شده حتماً این چوب باید با تیمارهای ویژه‌ای حفاظت گردد و قبل از اشباع و آغشتگی، چوب‌های راش دل قرمز را که دل‌قرمزی آنها بیش از میزان قابل قبول است، از مصرف تراورس حذف نمود.

همانطور که گفته شد چنانچه این چوب خام مصرف شود تا حدود ۷ سال بیش‌تر دوام نخواهد آورد و پس از این مدت باید تعویض و جایگزین شوند. در حالی‌که چناچه به‌خوبی آنرا با مواد مناسب اشباع نمایند می‌تواند تا چهل سال و بیشتر هم دوام آورد. مثلاً در آلمان، فرانسه و سوئیس تراورس راش چهل ساله فراوان دیده می‌شود ولی معمولاً، طبق استانداردهای موجود، عمر متوسط تراورس بین ۲۵ تا ٦۰ سال منظور می‌شود، یعنی حدود ٤ برابر دوام طبیعی آن. در ایران طبق یک مطالعه که بر روی تراورس‌های چوبی شبکه سراسری راه‌آهن انجام پذیرفته است (پارسا پژوه، د و

---

۱. Ballast
۲. Red heart

همکاران ۱۳٦۸)، در نواحی شمالی عمر متوسط تراورس چوبی بین ٤ تـا ٥ سـال و در نواحی خشک‌تر آذربایجان، خراسان و مناطق مرکزی و جنوبی بین ۷ تا ۸ سال برآورد شده است.

ناگفته نماند که تراورس‌های مورد بحث بـا مـاده کرئـوزت و بـه‌روش اشـباع در سیلندر تیمار شده و ماده حفاظتی ظاهراً آنها را آغشته نموده است، ولـی علیـرغم ایـن موضوع با صرف هزینه زیاد نتیجه مطلوبی حاصل نمی‌گردد. دقت بر روی ایـن مسـأله بسیار مهم بوده و از نظر اقتصادی قابل تعمق و بررسی است.

علاوه بر مساله تراورس چوبی که به آن اشاره شد، حفاظت تیرهای چـوبی بـرق، مخابرات، قطعات سـاختمانی نظیـر تیـر سـقف، سـتون، شـیروانی، تاسیسـات بنـادر و اسکله‌های چوبی، قطعات چوبی برج‌های خنک‌کننده در نیروگاه‌ها، وسایل پـارک‌هـای شهری، چوب‌های حصارکشی، قـیم گیاهـان زراعـی و باغـات میـوه و حفاظـت اوراق مسطح چوبی و تیرهای لایه‌ای همه در ابعاد وسیعی قابل بررسی و اهمیت مـی‌باشـد و به‌خاطر همین موضوعات است کـه در حـال حاضـر در کشـورهای پیشـرفته صـنعتی، مصرف‌کنندگان چوب و تولیدکنندگان قطعات چوبی برای حفاظت این مـاده گـران‌بهـا حتی از دولت‌های خود کمک هزینه و مشاورت‌های علمی و فنی دریافت می‌دارند.

در زمینه حفاظت چوب در ایران می‌توان ماخذی (پارسا پژوه ۱۳٦٦) تحت عنوان « بررسی‌اجمالی وضعیت حفاظت چوب در ایران» را مـورد مطالعـه قـرار داد. اهمیـت مساله حفاظت چوب در ایران خیلی بیش از کشورهای اروپایی و کشـورهای پیشـرفته دیگر است که دارای جنگل‌ها و منابع انبوه تولید و تامین چوب می‌باشـند. متاسـفانه در یک نگرش کلی متوجه می‌شویم که از هنگام قطع درخـت تـا هنگـام تولیـدات چـوبی به‌صورت نهایی یا نیمه نهایی بین ۳۰ تا ٤۰ درصـد از چـوب‌هـا دچـار هجـوم عوامـل تخریب گردیده و تقریباً از استاندارد مصرف خارج گشته‌اند و لـذا توجـه بـه موضـوع حفاظت چوب یکی از گام‌های مهم در رسیدن بـه‌خودکفـایی، حفاظـت بهتـر از منـابع طبیعی و گردش مطلوب‌تر دیگر واحدهای تولیدی در این رشته است.

۳-۲. هدف از انجام عملیات حفاظت چوب

در خیلی از حالات که چوب در داخل و یا خارج از ساختمان به‌کار می‌رود، می‌توان چوب را توسط یک تیمار سطحی (اندودکردن) و یا توسط یک تیمار عمقی (اشباع کردن) حفاظت نمود. اما باید توجه داشت که عمل حفاظت چوب حالت تزئینی و زیبایی چوب‌هایی را که در داخل ساختمان به‌کار می‌رود دستخوش تغییر قرار ندهد ولی، در هرصورت برای حفاظت چوب ناگزیر هستیم که این تیمار را به‌کار ببریم و از این‌رو سعی می‌شود که برای چوب‌های داخل ساختمان از مواد و روش‌هایی استفاده شود که حداقل تغییرات را از نظر زیبایی به چوب‌های داخلی ساختمان و مواد تولید شده از چوب وارد سازد و در مورد چوب‌های مصرف شده در خارج از ساختمان کمترین کاهش تحمل را در برابر نیروها باعث گردد. بدین منظور و به‌خصوص با توجه به محل مصرف، هدف از انجام عملیات حفاظت چوب در مراحل مختلف از قطع درخت و تهیه گرده بینه گرفته تا مراحل انبارکردن، تبدیل در کارخانه، خشک‌کردن، تهیه انواع قطعات و وسایل چوبی چه در داخل و چه خارج از ساختمان همگی در جهت افزایش عمر مفید[۱] و پایدارکردن این ماده و تولیدات آن صورت می‌گیرد که ممکن است به‌عنوان تیمارهای پیش‌گیری کننده یا متوقف‌کننده عوامل تخریب چوب به‌کار رود.

---

۱. Service Life

فصل چهارم
عوامل موثر در حفاظت چوب

برای درک بهتر این موضوع ذیلاً عواملی که سبب تغییرات خواص و حالات چوب می‌شوند نام می‌بریم این عوامل عبارتند از:

۱- رطوبت طولانی مدت و یا دوره‌ای که منشأ ایجاد تغییر رنگ و مهیاکننده هجوم عوامل مخرب قارچی به‌چوب است.

۲- تغییرات شدید و سریع رطوبت نسبی و حرارت هوا که سبب ظهور شکاف‌ها و تغییرشکل قطعات چوبی می‌گردد.

۳- تشعشعات شدید خورشیدی، به‌خصوص چنانچه همراه با بارندگی‌های متناوب باشد که این‌کار سبب اضمحلال رنگ و تجزیه قسمت‌های سطحی چوب و تغییرشکل آن می‌گردد.

٤- حرارت زیاد، به‌خصوص بین $80^{\circ}c$ تا $100^{\circ}c$ که سبب تغییر رنگ، ایجاد شکاف و کاهش تحمل چوب نسبت به نیروها می‌گردد. بدیهی است که چنانچه چوب به آستانه آتش‌گیری برسد، (حرارت حدود $280^{\circ}c$)، آتش‌سوزی آغاز شده و با ادامه آن چوب نابود می‌گردد.

۵- تجمع گرد و خاک و غبار در سطح چوب که سبب تغییر رنگ چوب می‌گردد.

٦- باد و باران که سبب فرسایش مکانیکی چوب می‌گردد.

۷- هجوم حشرات چوبخوار که سبب تخریب، توخالی شدن و از دست رفتن تحمل مکانیکی چوب می‌گردد. در این زمینه تخریب موریانه‌ای و نرم‌تنان دریایی نیز جای خاصی دارند.

۸- سایش چوب تحت تاثیر تماس مداوم اجسام سخت‌تر که سبب تغییرشکل، تحلیل رفتن و محوشدن کامل چوب می‌گردد.

قابل ذکر است که اهمیت هر یک از این عوامل مخرب ذکر شده برحسب نوع مصرف، گونه چوب مصرف شده، مدت مصرف و وضعیت چوب در هنگام مصرف متغیر بوده و شدت و ضعف می‌یابد.

از طرف دیگر مشاهده می‌شود که در پاره‌ای از موارد برخی از چوب‌ها به‌خصوص در خانه‌های چوبی کوهستانی در اروپای مرکزی، آسیای جنوب شرقی و هندوستان پس از گذشت چندین قرن سالم مانده و عوامل مخرب فوق‌الاشاره به نسبت تاثیر چندانی بر آنها نداشته‌اند.

با توجه به نکاتی که به آنها اشاره شد چهار موضوع مهم قابل توجه است:

الف) استقرار و کاربرد صحیح و آماده‌کردن چوب برای یک سازه و یا یک مصرف مشخص که در این ارتباط باید از دستورالعمل‌های خاصی و یا استانداردهای موجود استفاده نمود.

ب) انتخاب صحیح‌گونه چوبی که با توجه به نوع مصرف و تولیدات چوبی خاص لازم است به‌کار روند تا تخریب به حداقل برسد.

ج) حفاظت سطحی چوب که بتواند به‌عنوان عایقی مناسب بین عوامل مخرب محیط و چوب و تولیدات چوبی عمل نماید.

د) حفاظت شیمیایی چوب با مواد مناسب که اغلب به‌صورت تزریق عمیق در آن صورت می‌گیرد و رعایت نکات و دستورالعمل‌های پس از این نوع حفاظت.

به‌طور کلی چون چهار موضوع ذکر شده اغلب به‌صورت توأم ممکن است به‌کار روند، می‌توان گفت که آنها مکمل یکدیگر می‌باشند و رعایت توامی از این اعمال احتمال خطر تخریب چوب را به‌حداقل ممکن تقلیل می‌دهد و یا به‌عبارت دیگر باعث هر چه طولانی‌تر شدن عمر مفید چوب می‌گردد.

با توجه به عوامل تخریب و نتایجی که در بالا به‌آنها اشاره شد می‌توان شمای زیر را بین حفاظت چوب و مسایلی که با آن در ارتباط می‌باشند، نشان داد.

با توجه به شمای فوق درمی‌یابیم که هدف اصلی ما حفاظت چوب است و لذا ابتدا نکاتی که در مورد چوب به‌عنوان میزبان عوامل مخرب بیولوژیک و ماده‌ای که دستخوش تغییرات محیطی واقع می‌شود را بیان می‌داریم.

٤-١.عوامل مخرب زنده چوب

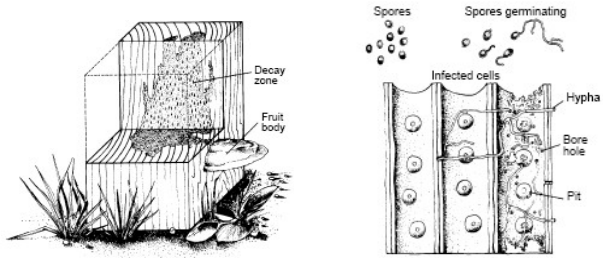
٤-١-١. قارچها

قارچ‌ها گیاهانی هستند که فاقد کلروفیل بوده و قادر به تولید غذای خود نیستند، بنابراین از سلول‌های موجود در چوب تغذیه و توسط آنزیم آن را تجزیه نموده و سبب کاهش استحکام آن می‌گردند. چوب فراوانترین منبع سلولزی است که در واقع مهمترین ماده غذایی برای این قارچها می‌باشد. در این ماده، میکروفیبریلهای سلولز در جهت‌های مختلف و بسته به لایه‌های اولیه و ثانویه در دیواره سلول قرار دارند. با توجه به خسارتی که قارچ‌ها ایجاد می نمایند، به دو گروه عمده تقسیم می‌شوند:

قارچ‌های عامل پوسیدگی و قارچ‌های عامل باختگی (لکه‌دار کردن)

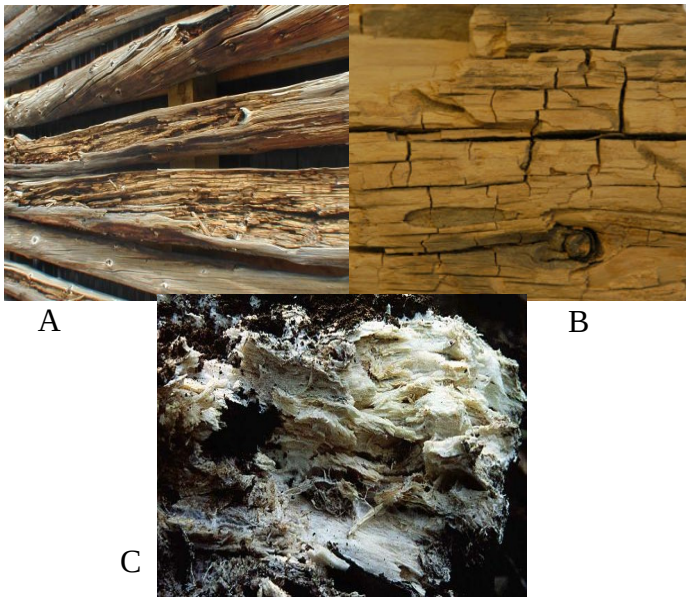
بطور کلی، قارچ‌های عامل پوسیدگی چوب اساساً به سه گروه قهوه‌ای، سفید و نرم طبقه‌بندی می‌شوند. این پوسیدگی‌ها را می‌توان بوسیله رنگ و ظاهر و شکل چوب پوسیده تشخیص داد.

اساساً قارچها در مراحل اولیه فرایند پوسیده شدن، خود را به داخل بافت گیاهی مملو از مواد غذایی می‌رسانند و سپس ریسه‌ها در بافتهای مجاور که شامل دیواره‌های سلول می‌باشد گسترش می‌یابند. قارچهای مولد پوسیدگی سفید، آنزیمی به حفرهٔ سلول ترشح می‌کنند و دیواره‌های سلول را تخریب می‌نماید.



شکل ٤-١: مراحل نختلف فرایند پوسیده شدن چوب.

ابتدا لایهٔ S_3 شروع و سپس، به ترتیب لایه‌هایS_2 وS_1 نیز تخریب می‌شوند. بنابراین دیواره‌های سلول بتدریج نازکتر می‌شوند. قارچ پوسیدگی قهوه‌ای انحصاراً لایه S_2 دیواره سلول را تخریب می‌کند و بنظر می‌رسد که عامل مخرب پوسیدگی مکعبی باشد که بداخل قسمتهای میانی‌تر نفوذ می‌کند. بنابراین در مراحل نهایی پوسیدگی، لایه S_1 بطور کلی تخریب می‌شود اما لایهS_3 بدون خسارت جدی باقی می‌ماند. قارچ پوسیدگی نرم میسیلوم‌های خودش را در طول میکروفیبریل‌های سلولز در لایه S_2 گسترش می‌دهد و حفره‌های منحصر بفردی که دراثر حل شدن میکروفیبریل‌های سلولز بوجود می‌آیند در آن باقی می‌گذارد.



شکل ٤-٢: پوسیدگی قهوه‌ای (A,B) و پوسیدگی سفید (C).

باوجود این، انواع مختلف پوسیدگی‌ها، به فاکتورهای غیر بیولوژیکی، تاکزوئومیکی و اکولوژیکی آن قارچها و همچنین به خواص فیزیکی و شیمیایی مواد لیگنو سلولزی که مواد غذایی آنها بوده بستگی دارد. قارچ پوسیدگی سفید، هم لیگنین و هم پلی‌ساکاریدها (سلولز وهمی سلولز) را مورد حمله قرار می‌دهد. در حالی‌که قارچ پوسیدگی قهوه‌ای پلی‌ساکاریدها را ترجیح می‌دهد. با این وجود، قارچ پوسیدگی نرم اساساً پلی ساکاریدها و خیلی کمتر لیگنین را تخریب می‌کند. (شکل ٤-٢)

بطورکلی قارچ‌های پوسیدگی قهوه‌ای به عنوان قارچهایی معرفی می‌شوند که سوزنی‌برگان را ترجیح می‌دهند و به ساختمانهای چوبی که از سوزنی برگان ساخته شده‌اند حمله می‌کنند در حالی‌که قارچ‌های مولد پوسیدگی سفید پهن‌برگان را ترجیح می‌دهند و نسبت به قارچهای پوسیدگی قهوه‌ای طیف وسیعتری از نظر گوناگونی نسبت به پوسیدگی قهوه‌ای از خود نشان داده‌اند. پوسیدگی‌های نرم، عموما چوبهای خیس را انتخاب کرده و مواد چوبی را تخریب می‌کند در حالی‌که پوسیدگی سفید و قهوه‌ای نمی‌توانند در محیطهای خیس و مرطوب با آن رقابت کنند.

عوامل مخرب بیولوژیکی چوب همچنین تحت تاثیر پارامترهای فیزیولوژیکی مانند شرایط ماده غذایی، محیط هوازی و غیر هوازی، pH ، رطوبت و دمای محیط قرار دارند. یکی دیگر از تفاوتهای بین قارچ‌های پوسیدگی سفید و قهوه‌ای از نظر الگوی تخریب سلولز می‌باشد.

٤-١-١-١.کپک‌ها

کپک نوعی قارچ است که در مواد گیاهی یا جانوری زندگی می‌کند. در بعضی مواقع کپک را با قارچ عامل پوسیدگی چوب اشتباه می‌گیرند.

کپک‌ها اگرچه می‌تواند چوب را بی‌رنگ کنند اما نمی‌تواند به فیبرها (الیاف) حمله کنند و یا آنها را بشکنند بنابراین، ساختار چوب را ضعیف نمی‌کنند. کپک‌ها می‌توانند ظرفیت جذب آب را در چوب افزایش داده و شرایط را برای رشد عوامل دیگر فراهم سازند.

٤-١-١-٢. قارچ‌های عامل باختگی چوب برون

این قارچ‌ها می‌توانند از قسمت برون‌چوب نفوذ کرده و چوب را بی‌رنگ کند (بویژه در چوب‌های نرم و سبک) و توسط برس یا رندیدن می‌توان آنها را از سطح چوب پاک نمود. این نوع از قارچها موجب کاهش استحکام الوار و چوب‌آلات نمی‌شوند. گاهی اوقات هم می‌توانند برای برخی از استفاده‌ها محدودیت ایجاد کنند مانند تراورس راه آهن، زیرا می‌توانند شرایط را برای فعالیت سایر قارچ‌ها فراهم نمایند.

معمولاً مرئی‌اند و موجب بی‌رنگ شدن چوب (اغلب متمایل به آبی) می‌شوند (شکل ٤-٣) و مانند قارچ‌های عامل پوسیدگی از لحاظ خسارت، زیاد مهم نیستند ولی حضورشان، شرایط را برای رشد سایر قارچ فراهم می‌کند. گاهی اوقات لکه‌های آبی ایجاد شده موجب استفاده بیشتر در امر دکوراسیون می‌شود و نسبت به سایر چوب‌ها از قیمت بیشتری نیز برخوردار است.

شکل ٤-۳: قارچ عامل باختگی چوب‌برون در گونه سوزنی‌برگ.

٤-۱-۱-۳. مورفولوژی قارچها

٤-۱-۱-۳-۱. تغذیه قارچها

نظر به اینکه قارچها قابلیت فتوسنتز ندارند بنابراین نیاز به کربن خود را در متابولیسم سلولهای موجودات دیگر می‌یابند که در این رابطه پلی‌ساکاریدها شامل سلولز و همی سلولزها و لیگنین که ۹۵٪ ساختار چوب را تشکیل می‌دهد می‌تواند مادهٔ غذایی مناسبی برای رشد قارچها باشد.

بیشتر قارچها ابتدا مواد نشاسته‌ای موجود در پارانشیم را مورد استفاده قرارمی‌دهند و بعضی هم که جزء قارچهای باختگی چوب می‌باشند عموماً به چوبهای تازه قطع شده محدود می‌شوند و کربن مورد نیاز خود را از قندهای محلول در آب حفرات سلولی تهیه می‌نمایند. این گروه به خواص مکانیکی چوب لطمه وارد نمی‌کنند و فقط کیفیت ظاهری آنرا کاهش می‌دهند عناصر موردنیاز اکثرقارچها طبق نظر محققین عبارتند از کربن، اکسیژن، ئیدروژن، فسفر، پتاسیم، منیزیم، گوگرد، منگنز، مس، مولیبدن، آهن و روی. بطور کلی بهترین منبع تولیدکربن برای قارچهاگلوکزمی‌باشد.

٤-۱-۱-۳-۲. رطوبت مورد نیاز قارچها

قارچهای مختلف، خود را با رطوبتهای متفاوت تطبیق می‌دهند مثلاً کپکها می‌توانند در رطوبت پائین تر از ۱۵٪ به فعالیت بپردازند. قارچهای پوسیدگی نرم به چوبهای با رطوبت بسیار بالا حمله‌ور می‌شوند و در حالی‌که رطوبت مورد نیاز برای

پوسیدگی قهوه‌ای خیلی بیشتر از کپکها می‌باشد. به عنوان مثال حد مناسب رطوبت برای رشد قارچهای پوسیدگی قهوه‌ای در کاج جنگلی و نراد بین ۳۰ تا ۵۰٪ دمای مورد نیاز آن $^{\circ}C$ ۲۰ تا $^{\circ}C$ ۳۰ و رطوبت نسبی اپتیمم ۹۵ تا ۹۸٪ می‌باشد.

٤-١-١-٣-٣. دمای موردنیاز قارچها

بیشتر قارچها در همان دمای ملایم مناسب برای رشد گیاهان سبز به فعالیت می‌پردازند و معمولاً $^{\circ}c$ ۲۰ تا $^{\circ}c$ ۳۰ را ترجیح می‌دهند و پیشرفت پوسیدگی در دمای زیر $^{\circ}c$ ۱۰ و بیش از $^{\circ}c$ ۳۲ نسبتاً ناچیز است. بطوری‌که در دمای $^{\circ}c$ ۰ و $^{\circ}c$ ۳۷ کاملاً متوقف می‌گردد البته دمای زیر صفر درجه سانتیگراد به قارچ لطمه نمی‌زند ولی دمای بالای ناشی از نور خورشید یا کورهٔ چوب خشک‌کنی قارچها را از بین می‌برند و رابطه بین رشد و دما در محیط کشت قارچ رنگین کمان تا $^{\circ}c$ ۳۰ خطی است.

٤-١-١-٣-٤. ارتباط قارچها با نور

نفوذ عمیق عوامل مخرب بیولوژیک به داخل چوب دلیل این ادعاست که آنها در غیاب نور می‌توانند فعالیت بیشتری داشته باشند که در این رابطه می‌توان به عدم تکامل کلاهک قارچهای مخرب چوب در تیرهای تونلی در معادن اشاره نمود. نور در تولید اندام زایشی قارچهای مخرب می‌تواند موثر باشد ولی در تولید اندام رویشی کم‌اهمیت است.

نور همچنین در تنظیم اثرات آنزیم در قارچها و انطباق فشان با محیط بسیار موثر می باشد. نور قوی باعث کند کردن رشد قارچ و در بعضی از آنها باعث تقویت رنگ در هیف‌ها می‌شود.

٤-٢.ویژگی‌های چوب‌های پوسیده

مراحل پیشرفته پوسیدگی همیشه با تغییر در رنگ چوب که به سادگی قابل تشخیص است و گاهی اوقات با بوی خاص همراه است شناسایی و تشخیص سایر تغییرات مهم در خواص فیزیکی چوب مبتلا به قارچ پوسیدگی دشوارتر است.

٤-۲-۱. رنگ چوب

تغییرات رنگ چوب که ناشی از مراحل پیشرفته پوسیدگی است کاملاً مشخص است اما همیشه چنین امکانی وجود ندارد که قارچ مربوط به پوسیدگی را از طریق شکل ظاهری پوسیدگی پیشرفته آن شناسایی کنیم. این قبیل تغییرات رنگ چوب ناشی از تمرکز هیف‌های مهاجم و ناشی از نابودی یا تغییرات شیمیایی یک یا چند جزء مهم دیواره سلولی و مواد رنگدانه‌ای موجود در چوب می‌باشد و در برخی موارد نیز از بعضی مواد رنگی مشخص که توسط قارچها تشکیل می‌شود ناشی می‌گردد.

٤-۲-۲.بوی چوب

مراحل پیشرفته پوسیدگی ممکن است با بوی خاص همراه باشد چنین بوهایی از نظر ویژگی و شدت با یکدیگر متفاوتند و تا حدودی به بوی سبزی زمستان شباهت دارند در بعضی موارد چنین بوهایی ممکن است از لحاظ تشخیص پوسیدگی ارزشمند باشد که در اکثر موارد فقط مزاحمت ایجاد می‌کند ولی در بعضی از انواع مصرف چوب ممکن است یک مشکل جدی را بوجود آورد.

٤-۳. هدایت آب و ظرفیت نگهداری رطوبت

چوب پوسیده سریعتر از چوب سالم آب را جذب می‌کند و ظاهراً علت آن وجود سوراخهای ریز در جداره‌های سلول چوب است که توسط هیف‌های قارچ بوجود آمده است و این امر ورود سریع آب به داخل چوب را امکان‌پذیر می‌سازد. بنابراین، یک قطعه چوب مبتلا به پوسیدگی برای مدت طولانی‌تر از یک قطعه چوب سالم که در همان شرایط قرار گرفته است برای رشد قارچها مساعد خواهد بود.

٤-٤. تغییرات ابعاد چوب

چوب حاوی قارچ پوسیدگی در مرحله پیشرفته، بیش از چوب سالم به هنگام خشک شدن همکشیده می‌شود. در یک مرحله قابل مقایسه پوسیدگی، مقاومت در میزان همکشیدگی در پوسیدگیهای قهوه‌ای مشخص‌تر از پوسیدگی سفید رنگ می‌باشد و مشاهده شده که فروپاشی چوب را می‌توان به پوسیدگی ابتدایی و اولیه نسبت داد. چون

در اکثر موارد فقط در مناطق بی‌رنگ شده حاصل از محل رشد قارچها یا باکتریها رخ می‌دهد.

٤-٥.جرم ویژه چوب پوسیده

با پیشرفت پوسیدگی به دلیل از بین رفتن مواد چوب، از میزان تراکم و وزن ویژه چوب کاسته می‌شود. کاهش وزن ویژه چوب که به صورت درصد وزن اصلی چوب خشک بیان می‌شود، می‌تواند به صورت یک مقیاس کمّی، مقدار مواد چوب در اثر پوسیدگی مورد استفاده قرار گیرد لیکن وزن ویژه پائین به تنهایی برای وجود پوسیدگی علامت و نشانه کافی به‌شمار نمی‌رود چون وزن ویژه کم ممکن است در نتیجه شرایط رشد، مختلف متفاوت باشد.

٤-٦. سایر اثرات پوسیدگی بر روی چوب

چوب خشک و پوسیده راحت‌تر از چوب سالم آتش می‌گیرد لیکن ارزش و مقدار انرژی حرارتی چوب پوسیده متناسب با مقدار چوب نابود شده در اثر قارچها کاهش می‌یابد. چوب حاوی پوسیدگی آسانتر مورد حمله و هجوم بعضی از حشرات قرار می‌گیرد. این امر تا حدودی بخاطر نرم شدن چوب مبتلا به پوسیدگی است که دسترسی و ورود به داخل چوب را برای نوزاد یا لارو حشرات آسانتر می‌کند و نیز تا حدودی بخاطر تبدیل مواد سلولزی چوب توسط واکنش قارچها به صورت فرآورده‌های تغییر یافته است که بسادگی توسط حشرات جذب می‌شود.

٤-٧. مقاومت مکانیکی

مهمترین ویژگی مشخصه چوب پوسیده، کاهش مقاومت مکانیکی آن است که معمولاً بعد از آلودگی چوب بسرعت بوقوع می‌پیوندد دراین مرحله تشخیص کافی مقاومت از طریق آزمایشات میکروسکوپی یا در آزمایشگاه مکانیک میسر می‌باشد.

نتایج تحقیقات حاکی از آن است که مقاومت به ضربه با سرعت بیشتری نسبت به سایر مقاومتهای مکانیکی کاهش پیدا می‌کند در حالیکه مقاومت خمشی با سرعتی کمتر و تدریجا کاهش یافته و مقاومت به سختی دیرتر از سایر مقاومتها کاهش می‌یابد.

٤-٨.حشرات چوبخوار

٤-٨-١.سوسک‌های پودر کننده چوب

سوسک‌های پودر کننده[۱] چوب به دو گروه سوسک‌های پودر کننده واقعی و سوسک‌های پودرکننده کاذب دسته‌بندی می‌شوند.

شکل ٤-٤: سوسکهای پودرکننده چوب.

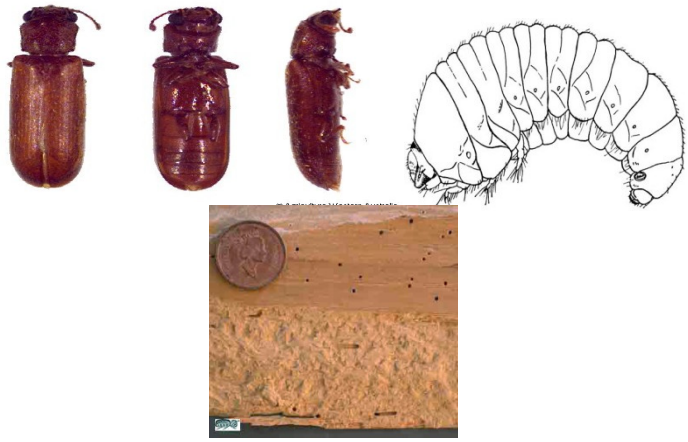
همگی آنها تقریباً به یک شکل به چوب صدمه می‌زنند و روش‌های کنترل مشابهی نیز دارند. در سطح چوب مورد هجوم، سوراخ‌های گرد، کوچک و فراوان که هرکدام اندازه‌ای حدود سر مداد دارند، مشاهده می‌شود و هرگونه تکان دادن چوب، باعث خروج پودر از این سوراخ‌ها می‌گردد. برش یا شکستن چوب تخریب شده، می‌تواند توده‌های پودر بسته‌ای را نشان دهد که توسط تغذیه لارو و تا حد کمتری توسط سوسک‌های بالغ تولید شده‌است.

٤-٨-٢.سوسک‌های پودر کننده واقعی

٤-٨-٢-١.خانواده لیکتوس[۲]

این سوسک، کوچک، باریک، مسطح و سیاه تا قهوه‌ای مایل به قرمز می‌باشد. طول آن، از حدود ۳ تا ۵ میلیمتر متفاوت است. (شکل ٤-٥)

۱.Powderpost beetle
۲. Lyctidae



شکل ٥-٥: لارو، سوسک و نمونه سوراخ کردن چوب توسط سوسک لیکتوس.

سوسک ماده، تخم‌هایش را در منافذ چوب می‌گذارد. این سوسک‌ها فقط به چوب‌های پهن‌برگ حمله کرده و فقط برون‌چوب که حاوی نشاسته مورد نیاز در رژیم غذایشان می‌باشد را می‌خورند.

زمانی که لاروهای جوان سر از تخم درمی‌آورند، به چوب نفوذ می‌کنند. آنها برخلاف موریانه‌ها قادر به هضم سلولز نیستند. بنابراین بیشتر چوب خورده شده، از لارو عبور کرده و بعنوان مدفوعی پودر مانند، باقی می‌ماند. در نتیجه، آسیب لیکتوس، با پودر نرمی که از سوراخ‌های سطح چوب، پایین می‌ریزد، مشخص می‌گردد.

٤-٨-٣.سوسک‌های پودرکننده کاذب

٤-٨-٣-١.خانواده بوستریکیده[١]

سوسک‌پودر کننده کاذب بالغ، تنومندتر از سوسک پودر کننده واقعی است. بدنش استوانه‌ای، با سطح سینه زبر می‌باشد. معمولاً سرش از بالا قابل دیدن نیست، رنگش از قهوه‌ای تیره تا سیاه متفاوت است و طولش از ٣ تا ٦ میلیمتر در تغییر است. (شکل٤-٦) مانند سوسک‌های پودر کننده واقعی، نشاسته موجود در چوب را هضم می‌کند اما سلولز را هضم نمی‌کند. سوسک‌های بوستریکیده، علاوه بر پهن برگان، به سوزنی برگان نیز

١.Bostrichidae

حمله می‌کنند. برخلاف سوسک‌های لیکتوس و آنوبیوم، سوسک‌های بوستریکیده، مستقیماً چوب را برای تخم‌گذاری سوراخ می‌کنند.

شکل ٤-٦: سوسک بوستریکیده.

٤-٨-٤. سوسک‌اثاثیه منازل (مبل خوار)

٤-٨-٤-١.خانواده آنوبیوم [1]

سوسک‌های آنوبیوم معمولاً دارای طول ٤ تا ٦ میلیمتر و قرمز، قهوه‌ای تا سیاه هستند. آنها تخم‌هایشان را در ترک‌ها و شکاف‌های تمام انواع چوب خشک شده می‌گذارند، گرچه به‌نظر می‌رسد این سوسک‌ها برون چوب درختان سوزنی برگ را ترجیح می‌دهند، ولی برخلاف سایر سوسک‌های پودر کننده، آنوبیوم‌ها، یک آنزیم گوارشی دارند که به آنها امکان می‌دهد سلولز را هضم کنند. تخریب آنها از طریق مدفوع پودری که حاوی گلوله‌های گرد است مشخص می‌گردد.(شکل ٤-٧)

در میان این گروه، سوسک ساعت مرگ، چوب ساختمانی و نیز اثاثیه را مورد هجوم قرار می‌دهد. این سوسک‌های چوب‌خوار، الوار ساختمانی در مناطق مستهلک را ترجیح می‌دهند. نام آن از صدای تیک مانندی که توسط سوسک بالغ تولید می‌شود، گرفته شده که می‌تواند در سکوت شب شنیده شود.

۱.Anobiidae

شکل ٤-٧: سوسک آنوبیوم.

٤-٨-٥. سوسک‌های شاخک دراز

٤-٨-٥-١.خانواده سرامبیسیده[١]

گونه‌های این خانواده (بیش از ١٢٠٠ گونه در ایالات متحده) وقتی لارو هستند از درختان زنده، درختانی که به تازگی قطع شده و از کنده چوب تغذیه می‌کنند. لاروها دالان‌های وسیعی در چوب‌سوزنی برگ خشک شده، حفر می‌کنند(کاج). (شکل٤-٨)

شکل ٤-٨: سوسک شاخک‌دراز.

سوسک‌های بالغ در حدود ١٥ تا ٢٥ میلیمتر طول داشته و قهوه‌ای مایل به خاکستری تا سیاه، با دو قطعه سفید در بال جلویی می‌باشند. سطح پشتی، بطور متراکم از موهای کمرنگی پوشیده شده‌است.

١.cerambycidae

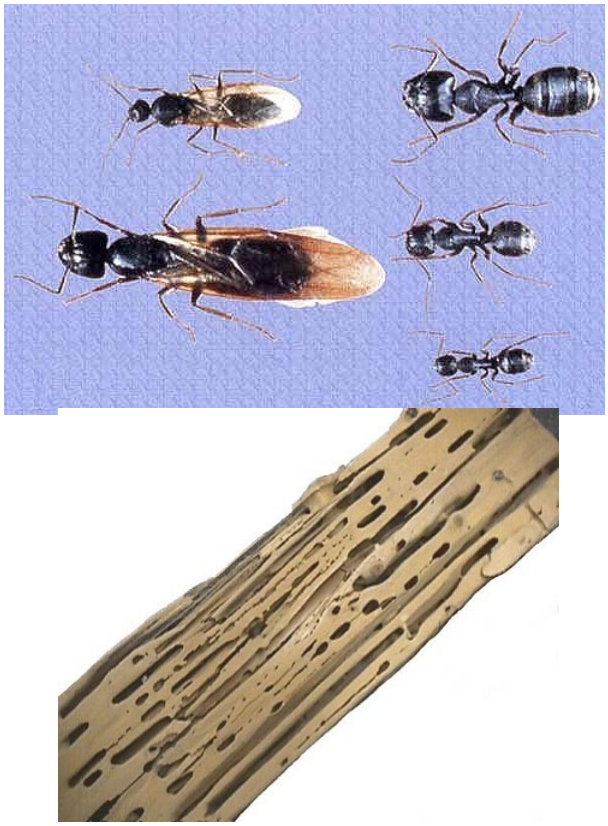
سوسک‌های این خانواده، تخم‌های خود را در ترک‌ها یا شکاف‌های موجود در پوست درخت یا روی سطح ناصاف اره شده الوار می‌گذارند. لارو رشد کرده، آن بزرگ است، و دارای بدن بلند و باریک است که رنگ کرم روشن دارد. قسمت عقب سر، تا حدی به بدن کشیده شده، بنابراین فقط آرواره‌ها و دیگر زائده‌های نزدیک دهان براحتی قابل دیدن است. لارو آن سوراخ‌کننده سرگرد نامیده می‌شود. سوراخ‌های خروجی این نوع سوسک، بیضی شکل بوده و قطری حدود ٦ تا ١٥ میلیمتر دارد.

طول عمر سوراخ‌کننده خانه‌های قدیمی، بین ٣ تا ١٢ سال نوسان دارد، از آنجا که این سوسک طول عمر بسیار طولانی دارد و می‌تواند به یک قسمت چوب بارها و بارها هجوم برند، ممکن است سال‌های زیادی قبل از اینکه آسیب جدی ساختمانی تشخیص داده شود، وجود داشته باشند.

٤-٩.مورچه‌های نجار[١]

گونه‌های بسیار زیادی از مورچه‌های نجار در آمریکای شمالی وجود دارند که چند گونه از آنها برای جستجوی غذا وارد ساختمان‌ها شده و برخی نیز در ساختمان‌ها لانه می‌کنند. اما این دو عادت(جستجوی غذا و لانه‌سازی در ساختمان)، بعلاوه اندازه بزرگ و فعالیت شدیدشان، نادیده گرفتن این مهاجمان را غیرممکن می‌سازد. مورچه‌های نجار، همان‌گونه که از نامشان پیداست در چوب کار می‌کنند اما آن را هضم نمی‌کنند. (شکل ٤-٩)

١.Carpenter ant



شکل ٤-۹: مورچه نجار و نحوهٔ خسارت آنها به چوبها.

وقتی مورچه‌های نجار کارگر، دالان‌های لانه را حفره می‌کنند، از آروارهایشان بعنوان یک اسکنه نجاری استفاده کرده و با تراشیدن و بیرون ریختن تکه‌های کوچک، تونل می‌سازند. آنها برخلاف موریانه‌ها، چوب نمی‌خورند. چوب برای آنها هیچ ارزش غذایی ندارد و آنها آن را با بیرون انداختن از منطقه لانه یا با کپه کردن در یک مکان و بعداً دور ریختن کل توده رها می‌کنند. یک لانه یا اجتماع ممکن است چندین هزار سکنه را پناه دهد، اجتماعات بزرگ مورچه‌های نجار در مناطق حساس ساختمان‌ها، می‌توانند باعث آسیب‌های ساختمانی شوند.مورچه‌های نجار همیشه مکان‌های مرطوب را ترجیح می‌دهند.

٤-۱۰. موریانه[۱]

حرکت دسته جمعی حشرات کوچک تیره، نزدیک یا داخل یک ساختمان، افراد را به وحشت می‌اندازد. متخصصان باید بتوانند تکثیر مورچه و موریانه را تشخیص داده و تفاوت‌ها را به روشنی و بدون شبهه به مشتریان خود اطلاع دهند.

تفاوت‌های اساسی از این قرارند:

– مورچه‌ها دگردیسی کاملی دارند. یعنی تخم، لارو، شفیره و مراحل بلوغ، که همگی آنها متفاوت از دیگران است .

موریانه‌ها دگردیسی تدریجی دارند، آنها مراحل تخم، نوزاد و بالغ را از سر می‌گذرانند.

– مورچه‌ها کمری باریک (که petiole نامیده می‌شود) بین سینه و شکم دارند.

کمر موریانه‌ها باریک نیست. بدن موریانه‌ها کناره‌های صافی دارد. سینه و شکم به یکدیگر آمیخته است.

– مورچه‌ها شاخک‌های پیچ خورده دارند، یک بخش بلند مستقیم به سر متصل می‌شود. بخش‌های باقیمانده منحنی و خمیده هستند.

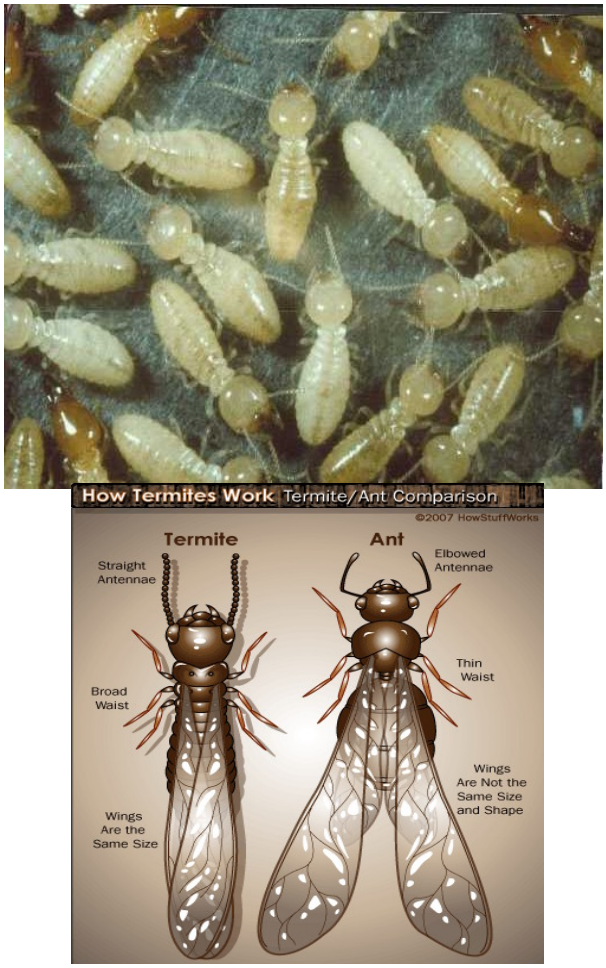
شاخک موریانه، کاملاً انعطاف‌پذیر است. این شاخک‌ها از بخش‌های کوچک بسیاری تشکیل شده که مانند مهره امتداد یافته است. موریانه‌ها آنها را به سمت جلو حرکت می‌دهند از آنها برای لمس کردن و احساس کردن استفاده می‌کنند.

– نوزادهای مورچه دو جفت بال دارند. جفت بال‌های جلویی، پهن‌تر است و بطور محسوسی بلندتر از جفت بال‌های عقبی است. مورچه‌ها اغلب، نقطه‌ای سیاه نزدیک نوک بال‌های جلویی دارند و رگه‌های بال تیره می‌تواند دیده شود بال‌های مورچه به آسانی قطع نمی‌شوند. (شکل ٤-۱۰)

بال موریانه بلند و باریک است، هردو جفت یک شکل هستند و تقریباً هم‌اندازه، بال‌های موریانه با یک اشاره می‌شکند. اگر موریانه‌ها سینه‌خیز بروند، بال‌های شکسته آنها منطقه اجتماع را به هم می‌ریزد. رگه‌های بال موریانه را نمی‌توان با چشم غیرمسلح دید.

---

۱. termite



شکل ٤-١٠: زندگی دسته‌جمعی موریانه‌ها و تفات بین موریانه و مورچه.

٤-١١.زنبورهای نجار

زنبورهای نجار، حشرات منزوی هستند که فقط یک سال زندگی می‌کنند. این زنبور، حشره بزرگی است با سینه زرد و پرمو و شکمی براق و سیاه که از نظر ظاهری، به زنبورهای عسل نزدیک‌تر می‌باشند.

زنبورهای نجار، چوب را حفر کرده و تونل بلندی می‌سازند که برای تخم‌هایشان، با گرده تأمین می‌شود. همچنین آنها جذب جاهایی می‌شوند که قبلا توسط ماده‌های دیگر تونل زده‌باشند. تخم‌گذاری و فراهم کردن تونل در بهار اتفاق می‌افتد. زنبور نر،

اطراف ورودی تونل پرواز می‌کند، درحالی که ماده، لانه و تخم‌گذاری را مقرر می‌کند. (شکل ٤-١١)

نرها به سرعت به‌سوی متجاوزین بطور خصمانه حمله می‌کنند اما نمی‌توانند صدمه‌ای وارد کنند، آنها نیش ندارند واز آنجا که این زنبورها، اجتماعی نیستند، برای محافظت از لانه، هیچ طبقه کارگری وجود ندارد. نیش زدن توسط ماده‌ها نیز نادر است.

شکل ٤-١١: زنبورنجار و نحوه خسارت آن به چوب.

٤-١٢.حفاران دریائی چوب (آبزیان مخرب چوب)[١]

حفاران دریائی در حال حاضر دارای اهمیت زیادی می‌باشند بخصوص در مناطق و کشورهائی که به دریاهای آزاد دسترسی و دارای حمل و نقل دریائی و تأسیسات بندری هستند، این موضوع می‌تواند بسیار قابل توجه و مهم باشد. حفاران دریائی تقریباً درهمه گونه آبهای آزاد اعم از دریاها و اقیانوسها، بعلت تنوع و مطابق با شرایط اکولوژیک آبها، پراکنده‌اند بطوری‌که در آبهای سرد دریای شمال و سواحل سرد روسیه و کشورهای اسکاندیناوی و کانادا مشاهده شده و تا آبهای مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری پراکنده‌اند، خساراتی که اینگونه عوامل مخرب به‌چوب شناورها و پایه‌ها و تأسیسات واقع در آب وارد می‌سازند بسیار زیاد می باشد، بعنوان مثال در سواحل ایالات متحده امریکا، طبق برآوردی که در سال ١٩٨٥ شده است رقمی بین ٢٥٠ تا

١. Marine borer

۵۰۰ میلیون دلار در سال خسارت وارد ساخته و تأسیسات وسازه‌های چوبی واقع در آب را صدمه می‌زنند.

چنانچه چوبی در آب واقع شود، بعد از زمان کوتاهی تحت تأثیر موجودات زنده آبزی قرار می‌گیرد که این موجودات ذره‌بینی ریز در واقع پیشاهنگان حمله به چوب هستند، پس از این مرحله چنانچه چوب حفاظت شیمیائی و یا مکانیکی نشده باشد، حفاران دریائی از نوع نرم‌تنان و سخت‌پوستان به‌آن حمله‌ور می‌گردند و بالاخره خواص خوب آنرا تنزل می‌دهند. البته این موضوع متفاوت از این است که چوب در خشکی تحت تأثیر لارو حشرات در مناطق معتدله و یا تخریب موریانه‌ای در مناطق خشک و گرم قرار می‌گیرد که در هر دو زمینه عوامل تخریب حشره‌ای محسوب می‌گردند، ولی در محیط آبی، حشرات حضور ندارند. بطور کلی در آبهای آزاد دریاها و اقیانوس‌ها دو راسته از جانوران بعنوان حفاران دریائی چوب شناخته شده‌اند که عبارتند از:

سخت‌پوستان [۱] و نرم‌تنان [۲].

الف- نرم‌تنان دریائی (حلزونها) مخرب چوب:

در این راسته خانواده‌های مختلفی فعالند که عبارتند از:

Teredini deae- Pholadideae- Cirripedia از بین این خانواده ها، خانواده Teredinideae بیشترین خسارات را به‌چوب‌های شناور در آبهای آزاد دریاها وارد می‌سازند، که گونه مهم و معروف آن Teredo navalis می‌باشد.

غیر از جنس Teredo جنس‌های مهم دیگری از این سخت‌پوستان به‌نام Lyro dus و به‌نام Martesia , Banleia نیز مشهور است. گاه گونه Teredo navalis را کرم کشتی [۳] نیز می‌نامند و بطور کلی از دو کفه‌ایها (Bivalvia) محسوب می‌گردد. این جانور تخم‌گذار است و تخم‌ها پس از طی یک دوره لاروی کوتاه یا طویل که بسته بگونه متفاوت است، به موجود کامل تبدیل می‌گردد. تخم‌ها به تعداد بسیار زیاد در آب پراکنده شده و بعد از مدت کوتاهی تبدیل به لارو مژک‌دار می‌گردند که می‌توانند مستقلاً در آب شنا نماید. بعد از مدتی دو پوسته صدفی نازک همزمان و یک‌باره

۱.Crustacean Borers
۲.Mollouscan Borers
۳. Ship worm

تشکیل می‌گردد. اندازه لارو در این هنگام از ۰/۲۵mm تجاوز نمی‌کند. چنانچه در این حالت لارو تردو به چوب برسد محکم به آن می‌چسبد و با ترشح ماده‌ای که توسط پا (Padia) تشکیل می‌گردد به چوب محکمتر می‌شود. صدف نازک بعداً در اثر فعالیت در قسمت خلفی و قدامی، سخت و صخره‌ای می‌شود و بدین ترتیب لارو بسرعت سطح چوب را سوراخ می نماید. دیده شده است که تعداد بسیار زیاد تردو در سطح چوب فعالیت دارد و لذا طول آنها کوچکتر می باشد. قطر ترد و ۲۵ mm دیده شده است. قابل توجه است که همواره هر تردو در یک سوراخ یافت می شود و بعبارت دیگر تردو لانه خود را با دیگران تقسیم نمی‌کند و از این رو جانوری انفرادی است. اگر احتمالاً دو سوراخ نزدیک هم دیده شود، تنها دیوار مشترک آنها آستر گچی است که یکی از آنها ترشح کرده و تولید تیغه ای را بین دو سوراخ همسایه داده است.

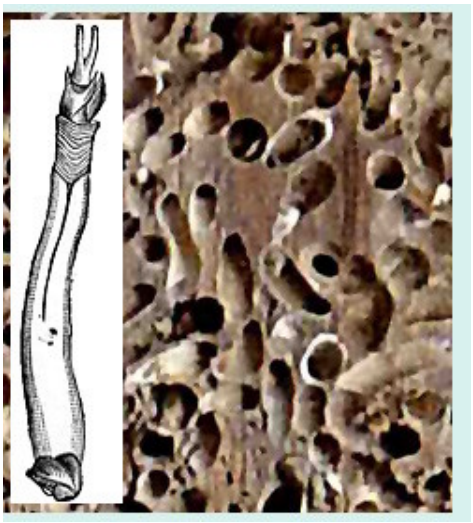
چنانچه تخم تردو متعدد باشد چندین لارو کوچک از آنها پدید می‌آید، ولی چنانچه تعداد آنها کم باشد لاروهای بزرگتری از آن بوجود می‌آید.

اغلب در سطح گرده‌بینه‌هائی که در کناره دریا انبار شده‌اند و یا در آبگیرهای ساحلی قرار داشته‌اند آثار حفار دریائی تردو مشاهده می‌گردد که در سوراخ‌های آن تردو تخمگذاری کرده و بعداً در هنگام استفاده از چوب آنها، تخم‌ها خود تبدیل به لارو شده و مجدداً به حفر سطح چوب می‌پردازند. تردو قادر است در مدت کوتاهی در حدود ده تا چهارده روز در محیط خشک (خارج از آب) زنده مانده و در واقع زندگی خفته‌ای داشته باشد و همین عامل زنده مانی و پایداری در خشکی سبب می‌گردد تا در مدتی هم که کشتی‌ها و شناورها برای تعمیرات در تعمیرگاههای ساحلی لنگر انداخته و یا به بیرون از آب کشیده شوند دوام آورند و حتی به سایر شناورهای چوبی سرایت نمایند. بعلاوه این آبزیان قادرند مدتی هم (حدود یک ماه) در آبهائی که میزان شوری آنا کم می‌باشد (در مصب رودخانه‌ها) زنده بمانند، بعنوان مثال میزان شوری آب دریاها ۳۵ گرم در لیتر (۳/۵٪) می‌باشد، این جانوران تا میزان نمک ۱۰ gr در لیتر (۱ ٪) به زندگی معمولی خود قادرند ادامه دهند، ولی چنانچه میزان شوری آب از ۵ gr در هزار (۰/۵ ٪) پائین‌تر آید، در ظرف چند هفته نابود می‌گردند. اطلاع از این وضعیت اکولوژی زیستی تردو مهم است.

اغلب در بنادر سعی می‌نمایند تا آب شیرین رودخانه‌ها را کاتالیزه کرده و بسوی آنجا روانه سازند تا در زمان تعمیرات شناورها مبارزه بیولوژیکی با تردو نموده و توسط کاهش غلظت شوری آب، آنها را نابود سازند. حرارت نیز در فعالیت تردو موثر است، این جانور در آبها گرمتر مناطق گرمسیری فعال‌تر از آبهای معتدل است، هم‌چنین در بنادر که بر اثر لنگراندازی کشتی‌ها و شناورها، آب گرمتر می‌شود، فعالیت زیادتری از این جانور دیده می‌شود.

جنس تردو دارای گونه‌های متعددی است و همانطور که گفته شد از آبهای سرد مناطق نزدیک قطب (آبهای روسیه و اسکاندیناوی) گرفته تا آبهای گرمتر مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری فعالیت دارد، از گونه‌های مهم این جنس می‌توان گونه‌های زیر را نام برد:

که در آبهای مناطق سردسیر (سوئد و روسیه) Teredo navalis ودر آبهای برزیل وآبهای معتدله Teredo norvedica نیمه گرمسیری فعالیت می‌کنند.(شکل ٤-١٢)



شکل ٤-١٣:کرم کشتی یک نرم‌تن دریایی است که آسیب جدی به سازه‌های دریائی و لنج‌ها وارد می‌سازد.

ب- سخت پوستان مخرب چوب یا خرچنگ‌های چوبخوار

یکی از خانواده‌های مهم راسته سخت‌پوستان Limnorieae می‌باشد که گاه به‌آنها پا قرینه‌ها (Isopoda) می‌گویند. در این خانواده جنس لیمنوریا[1] از همه مهمتر می‌باشد و دارای گونه‌های متعددی است که عبارتند از: لیموزیای چوب‌زی Limnoria Lignorum و Limnoria cfuadra punctatum و Limnoria tripunctatum که هر سه گونه در آبهای معتدله تا گرم فعالیت دارند.

غیر از جنس لیمنوریا، جنس Sphaeroma از خانواده Sphaeromatideae نیز از سخت‌پوستان بعنوان عامل مخرب تأسیسات و سازه‌های آبی شناخته شده است و دارای سه گونه S.Squoyanum و S.terebrans و S.pentodom می باشد که گونه دوم خسارات بیشتری وارد می‌سازد و در آبهای گرم و نیمه گرم فعالیت دارند. بعلاوه اغلب دیده شده است که همراه با جنس لیمنوریا گونه دیگری از سخت‌پوستان که بسیار شبیه به لیمنوریا و از همان خانواده می‌باشد به‌نام Chelura terebruns باعث تخریب سازه‌های آبی و شناورها می‌گردند. گونه اخیر اغلب بعد از حمله لیمنوریا وارد عمل می‌شود. گونه دیگر آن Chelura insulae می‌باشد که در آبهای استرالیا فعالیت دارد.

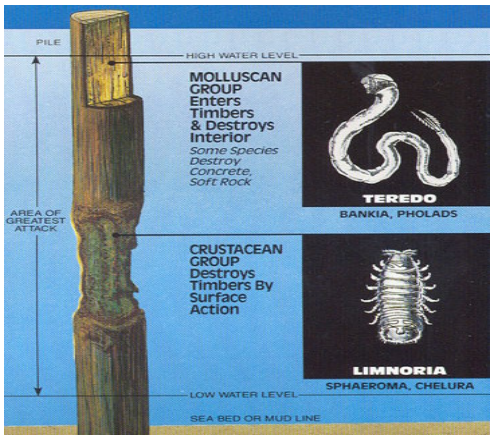
از آنجا که بین جنس‌های فوق‌الذکر جنس لیمنوریا و بخصوص گونه L.lignorum بنام موریانه دریائی خسارات عمده‌ای به تأسیسات و سازه‌های آبی وارد می‌سازد.

- لیمنوریای چوبخوار Li. Lignorum یا موریانه دریائی Gvibble

این جانور دریائی در گروه پا قرینه‌ها (پا مساویها- Isopoda) یا خانواده (Limnorideae) قرار می‌گیرد و دارای ۷ جفت پای برابر و یکسان که در هنگام کامل شدن در طرفین شکم خود دارد. طول موریانه دریائی از ۵ mm تجاوز نمی‌کند و دالانهائی که در چوب حفر می‌کند گاه بطول ۵ سانتیمتر می‌رسد. (شکل٤-١٣)

---

١. Limnoria



شکل ٤-١٤: سخت‌پوستان و نرم‌تنان دریایی و نحوه آسیب‌رساندن آنها به چوب.

دالان‌های حفر شده نزدیک به سطح چوب می‌باشد و سوراخ‌های ورودی بعلت حفر اریب دالانها بیضی شکل است. بعلاوه دالان‌هایی برای ورود آب بطور عمود بر دالان اصلی دیده می‌شود. بدین‌ترتیب لیمنوریا از مقدار آب کافی که حاوی اکسیژن لازم برای زندگی خود می‌باشد، استفاده می‌نماید.

در داخل گالری یک جانور نر نزدیک جانور ماده بسر می‌برد، جانور ماده در انتهائی‌ترین بخش گالری پناه می‌گیرد و در واقع جانور ماده است که وظیفه اصلی حفاری را بعهده دارد و جانور نر بعد از آن در داخل گالری حرکت می‌کند. معمولاً در هر بار تولید مثل بیش از دوازده لارو تولید نمی‌گردد و لاروها نیز به‌نوبه خود شروع به حفر گالری در جوانب گالری اصلی والدین خود می‌نمایند. بعد از رشد کامل لاروها از داخل دالان خارج شده و در آب دریا به شنا می‌پردازند تا بالاخره چوبهای دیگر را پیدا کرده‌اند و تخریب نمایند. طرز تغذیه لیمنوریا متفاوت از کرم کشتی است، بطوری‌که کرم کشتی همانطور که گفته شد از آب دریا استفاده می‌کند، در حالی‌که لیمنوریا چوب را جویده و می‌بلعد و در دستگاه هاضمه خود با ترشح آنزیم (cellulolyticAmylolytic,)، قندها و سلولز چوب را هضم و قابل استفاده می‌نماید، مطالعه با میکروسکوپ الکترونی نشان داده است که باکتریهائی در محتویات هاضمه لیمنوریا وجود دارد که در مواقع عادی دیده نمی‌شود ولی پس از بلعیدن چوب ظاهر شده و فعالیت می‌نمایند. عده‌ای معتقدند که چوبهای تازه نمی‌توانند مورد حمله

لیمنوریا واقع شوند ولی بعد از دو سه سال آمادگی خورده شدن را پیدا می‌نمایند، که این پدیده را ناشی از فعالیت بعضی از قارچهای نرم کننده چوب تصور می‌نمایند ولی به‌اثبات نرسیده است.

کلیه موجودات جانوری ذکر شده از نرم‌تنان و سخت‌پوستان مخرب، در محدوده آبهای ساحلی و در ارتفاع بین جذر و مد آب فعال می‌باشند. زیرا به مقدار کافی به‌وجود اکسیژن نیازمند می‌باشند.

فصل پنجم

تاثیر کیفیت چوب در حفاظت آن

۵-۱.گونه‌های چوبی و ساختمان آنها

همان‌طور که مطلع هستیم هر یک از گونه‌های چوبی دارای نقوش و خواص و کیفیت‌های ویژه‌ای است. حتی در مورد کاج‌ها، بلوط‌ها، و برخی گونه‌هایی که در مقابل تغییر شرایط محیط حساس هستند و سریعاً عکس‌العمل رویشی از خود بروز می‌دهند، در داخل یک گونه نیز تغییر خواص و کیفیت‌ها دیده می‌شود. در گونه‌های تند رشد کاج که ساختمان چوب سست‌تر است، مشاهده می‌شود که دوام طبیعی آنها نیز کمتر می‌باشد و کلاً خواص فیزیکی و اشباع‌پذیری آنها در ارتباط با حفاظت چوب افزایش می‌یابد و یا از طرف دیگر درختان جوان نسبت به درختان پیر از خود اشباع‌پذیری آسان‌تری نشان می‌دهند و کلاً در برابر جریان مایعات و گازها راحت‌تر عمل می‌کنند. در حالی‌که درختان پیر و مسن‌تر در بخش تخلخل خود مملو از مواد استخراجی می‌باشند و عموماً چناچه از سن‌اپتیمم بهره‌برداری گذشته باشند، چوب حساس‌تری در ابتلاء به انواع عوامل تخریب بیولوژیک دارند.

به‌طور کلی گونه چوبی، شرایط رویشی برای افراد یک گونه، سن درخت و معایبی که در هنگام رویش آن را مورد تعرض قرار داده‌اند از عواملی است که در مساله سالم‌بودن چوب مدنظر قرار می‌گیرند و تصمیم‌گیری را برای حفاظت آن متغیر می‌سازد. مثلاً نمی‌توان چوب‌های کاج را همانند چوب‌های آبیس و یا پیسه‌آ اشباع حفاظت نمود. در ارتباط با شرایط رویشگاه، مسأله مهم در چوب راش، ابتلاء این درخت به دل‌قرمزی[۱] و یا درون چوب کاذب است که در رویشگاه‌هایی که دارای خاک نسبتاً اسیدی می‌باشند بیشتر دیده می‌شود. دل‌قرمزی در حفاظت چوب یک عیب اساسی در مرحله اشباع‌پذیری به‌شمار می‌رود و از طرف دیگر، قسمت دل‌قرمز عمر

۱.Red heart

مفید کوتاه‌تری نسبت به چوب طبیعی راش دارد. درحالیکه برای تهیه روکش و تهیه لایه ممکن است یک امتیاز باشد، زیرا که رنگ پخته‌تر و دل‌پذیری دارد.

موضوع دیگری که در ارتباط با ساختمان چوب می‌توان بیان داشت این است که بعضی از گونه‌های چوبی، به‌خصوص در بین پهن‌برگان به‌علت داشتن آوندهای درشت مأمن مناسبی برای تخم و لارو حشرات می‌باشند، به عبارت دیگر قالب آنهاست، نظیر چوب‌های بلوط، اقاقیا، زبان گنجشک، نارون، آزاد، افراها و.... که چون آوندهای آنها به‌خصوص در بخش تخلخل بهاره، بیش از ۵۵ میکرون قطر دارند، حشره لیکتوس برای تخم‌گذاری از این چوب‌ها به‌عنوان پناهگاه استفاده می‌نمایند که البته بعد از پایان دوره‌لاروی، حشره کامل چوب را به‌صورت سوراخ سوراخ، نظیر آبکش درآورده و از آن خارج می‌گردد.(حجازی. ر ۱۳٦۷ با همکاری پارسا پژوه. د)

۵-۲.دوام طبیعی و مواد استخراجی چوب‌ها

به‌طور کلی دوام طبیعی چوب‌ها را باید بیشتر در ارتباط با مواد استخراجی آنها دانست به‌عبارت دیگر نوع مواد استخراجی و مقدار آن در یک چوب می‌تواند در کاهش یا افزایش دوام طبیعی چوب‌ها مستقیماً موثر باشد. قبلاً چوب‌های سوزنی برگان که به‌طور کلی دارای پارانشیم کمتر و نتیجتاً مواد ذخیره‌ای فند کمتری نسبت به چوب‌های پهن‌برگ می‌باشند و غالباً هم مواد استخراجی صمغی حشره‌گریز دارند، دارای دوام طبیعی بیشتری می‌باشند. و یا در بین پهن‌برگان گونه‌هایی که واجد چوب درون مشخص هستند در قسمت چوب درون دوام طبیعی بیشتری دیده می‌شود، که این موضوع به‌علت وجود مواد تاننی و اسید تانیک است که در آن مواد آلی حلقوی شکل حشره گریز و قارچ‌کش زیادتر وجود دارد. درحالی‌که برعکس در گونه‌هایی نظیر افراها، ممرز، صنوبرها و غیره که فاقد چوب درون مشخص می‌باشند و یا به‌عبارت دیگر در آنها مواد ذخیره‌ای قندی محلول در آب زیادتر وجود دارد، دارای دوام طبیعی کوتاهی می‌باشند. در این بین چوب انجیلی با آنکه فاقد چوب درون مشخص است، ولی دارای دوام طبیعی نسبتاً خوبی در مقایسه با گونه‌های اخیرالذکر است، که البته این موضوع از یکسو در ارتباط با ساختمان متراکم و بافت‌ریز این گونه است و از سوی دیگر وجود مواد استخراجی شبیه تانن، این موضوع در مورد چوب شمشاد نیز قابل ذکر است. باید توجه داشت که همواره در قسمت جوانتر و در هر حال زنده چوب که

نزدیک‌تر به لایه زاینده و پوست درخت می‌باشند و در گونه‌های با درون چوب مشخص به‌آن چوب برون (یا برون چوب) گفته می‌شود، مواد نشاسته‌ای و پروتئینی تغییر و تحول یافته و از مشتقات آنها مواد حلقوی و انواع روغن‌ها، الکل‌ها و اسیدها که چندان هم مناسب تغذیه عوامل مخرب بیولوژیک نیستند، حاصل می‌گردد.

برخی از این مواد گاه حتی حشره‌گریز و قارچ‌کش هم می‌باشند و لذا در مقایسه چوب‌ها با یکدیگر لازم است قسمت‌های درون چوب (قسمت‌های مسن‌تر) درختان با یکدیگر مقایسه شوند. به‌عنوان مثال در یک تنه بلوط مسن (مثلاً ۱۵۰ ساله) از مقایسه دو قسمت چوب برون و چوب درون آن دارای دو رنگ کاملاً متفاوت با یکدیگر هستند نتیجه می‌گیریم که قسمت چوب برون آن در طبقه چوب‌ها کم‌دوام و قسمت چوب درون آن در طبقه چوب‌های با دوام قرار می‌گیرد.

از مقایسه مواد استخراجی این دو قسمت با یکدیگر مشاهده می‌گردد که در چوب برون قندهای محلول در آب مناسب تغذیه قارچ‌ها و حشرات وجود دارد، ولی در چوب درون مواد تاننی و ترکیبات الکلی که مضر برای این‌گونه عوامل مخرب هستند، دیده می‌شود. به طور کلی مقدار تانن در چوب‌های با درون مشخص، در قسمت برون چوب حدود $\frac{1}{3}$ (یا کمتر از قسمت) درون چوب می‌باشد.

از مقایسه چوب تابستانه با چوب بهاره نیز مشاهده می‌شود که چوب تابستانه دارای مواد سمی محلول در آب می‌باشند که بدین لحاظ با دوام‌تر از چوب بهاره واجد مواد قندی و نشاسته‌ایی ذخیره‌ایی است. مثلاً در گونه سرخ چوب[۱] این موضوع به‌خوبی نمایان است و این در بین سروها گونه تویا[۲] دارای درون چوب خیلی بادوام است که در تعیین و اندازه‌گیری مواد استخراجی و روغن‌های فرار[۳] ملاحظه می‌گردد که تنها چوب این‌گونه دارای مواد مذکور می‌باشد. طبق تحقیقات فندلای،[٤] معلوم گردید، درختانی که در روی خاک‌ها حاصلخیز می‌رویند دارای چوب کم‌دوام‌تر از درختانی از همان‌گونه که در خاک‌های فقیر روییده شده‌اند، می‌باشند. علت این موضوع

---

۱. Seqouia Sem
۲. Thuya Plicata
۳.volaitil oils
٤. Findly

را وی، وجود مواد ازته بیشتر و جذب آن توسط درخت در روی خاک‌های حاصلخیز می‌داند.

نظر فوق را دانشمندان دیگری نیز به اثبات رسانیده‌اند. در سوزنی برگان وجود صمغ،[۱] روغن‌های فرار از قبیل اولئورزین از عوامل دوام طبیعی آنها به‌شمار می‌رود. البته صمغ و روغن‌های فرار در بخار داغ از چوب شسته شده و خارج می‌گردند. وجود اولئورزین در چوب‌های مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری نیز از عوامل موثر در دوام طبیعی زیادتر آنهاست. البته در این‌گونه چوب‌ها وجود مواد معدنی سمی نظیر ترکیبات آرسنیک، روی و فلوئور می‌تواند از عوامل مهم در دوام طبیعی آنها محسوب گردد.

۵-۳.ارتباط خواص فیزیکی چوب با حفاظت آن

۵-۳-۱.وزن مخصوص

براساس تجربیات حاصله می‌توان قبول کرد که به‌طور کلی در داخل یک گونه، چوب‌های سنگین‌تر دارای دوام بیشتری در برابر عوامل مخرب می‌باشند. ولی در بین گونه‌ها وزن مخصوص یک عامل تعیین‌کننده و اساس مقایسه و قضاوت برای دوام چوب‌ها به‌حساب نمی‌آیند. به‌عنوان مثال همان‌طور که قبلاً گفته شد چوب سرو (نوش)[۲] با وزن مخصوصی حدود gr/cm ۰/۳۳ خیلی بادوام است در حالی‌که چوب نوئل[۳] با وزن مخصوص حدود gr/cm ۰/٤ وگونه کاج مونتیکولا [٤] با وزن مخصوص gr/cm ۰/۳۸بسیار کم‌دوام است. در داخل یک گونه مثلاً در گونه‌های کاج تدا، کاج *P. paliustris* و کاج *P.echinata* افرادی که دارای درون چوب سنگین‌تری هستند، دوام طبیعی بیشتری هم دارند. در حالی‌که چوب برون این گونه‌ها در برابر تغییرات وزن مخصوص از خود حساسیت ملموس و معنی‌داری از نظر دوام طبیعی نشان نمی‌دهند و همگی کم‌دوام هستند. به‌عبارت دیگر چناچه همه شرایط دیگر در چوب یکسان باشد، چوب‌های سنگین‌تر دارای ماده چوبی بیشتری برای تغذیه عوامل مخرب

---

۱. Resin
۲. Thuya Plicata
۳. Picea Sp
٤. Pinus monticola

بیولوژیک می‌باشند و مدت طولانی‌تری دوام می‌آورند و لذا در انتخاب چوب‌های یک گونه، چوب‌های سنگین‌تر از نظر دوام طبیعی ترجیح داده می‌شوند.

۵-۳-۲.آب و هوای داخل چوب

به‌طور کلی چوب‌های مرطوب مناسب فعالیت قارچ‌ها و چوب‌های خشک مناسب فعالیت حشرات چوب‌خوار می‌باشند. مثلاً کونه قارچ *Lenzites Saepiaria* هنگامی می‌تواند در چوب کاج *P. echinata* فعالیت نماید که رطوبت این چوب زیاد باشد و در محیطی با رطوبت نسبی ۹۵٪ قرار گیرد (رطوبت چوب حدود ۳۰٪) به‌عبارت دیگر هنگامی‌که موازنه بین رطوبت و هوا در چوب به‌مقدار معینی برسد، قارچ به‌خصوصی می‌تواند شروع به فعالیت نماید و این موازنه معمولاً بین رطوبت ۲۵ تا ۳۰ درصد که همان نقطه اشباع الیاف می‌باشد صورت می‌پذیرد.

در صورتی که رطوبت چوب به کمتر از ۲۰٪ برسد، قارچ‌های چوب‌خوار نمی‌توانند توسط ریسه‌ها و آنزیم‌های ترشحی خود مواد موجود در حفره و دیواره سلول‌های چوبی را به‌صورت محلول درآورده و جذب نمایند.

افزایش زیاد رطوبت در چوب از هوای لازم در این ماده می‌کاهد و نتیجتاً قارچ‌های چوب‌خوار که از گیاهان هوازی می‌باشند، به‌حالت خفگی و عدم فعالیت می‌رسند و لذا هم خشک‌کردن چوب و هم زیاد مرطوب نگهداشتن آن، نوعی از عملیات حفاظتی چوب محسوب می‌گردد. آزمایشی که بر روی چوب سبک پیسه‌آ با وزن مخصوص ٠/٣٤ gr/cm به‌عمل آمده است، نشان می‌دهد که شرایط مطلوب رویش قارچ‌ها در این چوب در رطوبت ۱۵۰٪ و حد توقف رویش در رطوبت بین ۱۹۰ تا ۲۰۰٪ می‌باشد. در چوب برون کاج زرد با وزن مخصوص ٠/٤٤ gr/cm ، رویش مطلوب قارچ چوب‌خوار در رطوبت ۱۰٪ و رطوبت توقف فعالیت قارچ بین ١٤٥تا ۱۵۰٪ می‌باشد.

در چوب دوگلاس این حالت در رطوبت ۷۰ درصد و ۱۲۰- ۱۱۰٪ و در چوب درون کاج زرد با وزن مخصوص ٠/٧gr/cm به ترتیب در ۵۰٪ و ۷۵ تا ۸۰٪ می‌باشد. با توجه به این اعداد معلوم می‌گردد که هر قدر وزن مخصوص افزایش یابد شروع و توقف فعالیت قارچ‌ها در رطوبت‌های پایین‌تری در چوب حادث می‌گردد. به‌عبارت دیگر در وزن مخصوص‌های زیاد حفرات چوب کمتر است و لذا هوای کمتری را در

خود جای می‌دهد و اگر رطوبت زیاد باشد، چوب به حالت خفگی می‌رسد و مانع فعالیت قارچ‌ها می‌گردد. بدین‌جهت است که یکی از بهترین حالت‌های حفاظت چوب در کارخانه‌ها، انبارکردن آنها در استخرهای بزرگ و آبگیر کنار رودخانه‌هاست.

این روش در کشورهای اسکاندیناوی و کانادا ومناطقی که کارخانه‌های صنایع چوب را در جوار راه‌های آبی مستقر می‌نمایند، بسیار مرسوم و روشی کاملاً مطمئن است. حتی در این‌گونه کشورها و در آلمان با حمل چوب از طریق جریان طبیعی آب رودخانه‌ها و به حالت شناور در آنها، هم از هزینه‌حمل و نقل چوب می‌کاهند و هم روشی مطمئن برای حفاظت آنها به کار می‌برند.

برعکس‌قارچ های چوب‌خوار، حشرات چوب‌خوار، در رطوبت کمتر از ۲۰٪ فعالیت خود را آغاز می‌نمایند و حشراتی نظیر لیکتوس، آنوبیوم، سوسک‌شاخک دراز و موریانه‌ها از این قبیل می‌باشند.

۵-۳-۳.حرارت چوب

حرارت چوب یکی از عواملی است که به‌خصوص برای فعالیت قارچ‌های چوب‌خوار بسیار مهم می‌باشد. به‌طور کلی حرارت مطلوب چوب برای این دسته از عوامل مخرب بین ۲ تا ۳٦ درجه سانتی‌گراد می‌باشند. به‌عنوان مثال قارچ گریان[1] (یا قارچ معدن) در حرارت$^{\circ}$c ۲۰ درجه و قارچ *Lenzites Saepiaaria* در حرارت$^{\circ}$c ۳٦ درجه چوب بهترین فعالیت خود را می‌نمایند. در حرارت‌های بالاتر و پایین‌تر از حد فعالیت، قارچ‌های چوب‌خوار به‌حالت خفته می‌مانند. ولی در حرارت مرطوب$^{\circ}$c ٤٤ درجه چنانچه ۳/۵ روز ادامه داشته باشد و در حرارت ۵۵ درجه در مدت ۱۲ ساعت ازبین می‌روند، در حالی‌که در حرارت خشک $^{\circ}$c ۱۰۵ می‌توانند تا ۱۲ ساعت دوام آورند.

بدین‌ترتیب می‌توان نتیجه گرفت که خشک‌کردن چوب در کوره و محفظه‌های گرم یکی از راه‌های حفاظت چوب به‌شمار می‌رود. چرا که در این‌گونه کوره‌ها هم اسپور و ریسه قارچ‌ها از بین می‌روند و هم تخم و لارو حشرات چوب‌خوار.

---

۱. Merulius Lacrymans

در حالت اشباع چوب تراورس با کروئوزت و به روش روپینگ چنانچه به‌طور صحیح انجام پذیرد، حرارت چوب می‌تواند تا $90^{\circ}c$ درجه بالا رود و زمان عمل بین ٤/٥ تا ١٢/٥ ساعت ادامه یابد، در یک چنین وضعیتی چوب به‌حالت استریل درمی‌آید و کلیه عوامل مخرب بیولوژیک قارچی و حشره‌ای نابود می‌گردند.

٥-٣-٤. شکل چوب

هرچه سطوح چوب لخت و عریان‌تر باشد، هجوم عوامل مخرب در آن سریع‌تر انجام می‌پذیرد. به عبارت دیگر پوست نوعی حفاظت طبیعی برای آن به شمار می‌رود. معمولاً درختان سرپا از راه خراش‌های پوستی و ترک‌ها و شکاف‌هایی که در آنها ایجاد می‌شود، گرفتار هجوم عوامل مخرب می‌گردند.در درختان افکنده نیز پوست تا حدود سه ماه می‌تواند به‌عنوان یک لفاف حفاظتی به شمار رود ولی چنانچه از این مدت تجاوز نماید، بر اثر تغییر و کاهش رطوبت چوب، به‌علت ایجاد شکاف و ترک و جداشدن پوست از چوب، عوامل مخرب به آن حمله می‌کنند و لذا برای نگهداری طولانی مدت و انبار کردن چوب، باید آن‌را پس از مدتی پوست‌کنی نمود. این موضوع در بهره‌برداری درختان جنگل‌های گرمسیری و نیمه‌گرمسیری که اغلب دارای برون چوب می‌باشند عمل می‌گردد و برای صادرات گرده‌بینه‌ها، قسمت پوست و برون چوب را که در درازمدت فساد پذیرتر هستند، حذف می‌نمایند.

٥-٤.تأثیر تغییرات هوای محیط بر روی چوب یا هوازدگی چوب[1]

فرسایش چوب تحت تأثیر تغییرات هوا با سرعت کمی انجام می‌شود و درحدود بین ٠/١ تا ٠/٠١ میلی متر در سال است که پس از این مدت سطح چوب به‌حالت فرو رفته و برجسته درمی‌آید (چوب بهاره گود و چوب تابستانه برجسته می‌گردد). البته این حالت در مناطق مرتفع و کوهستانی بیشتر است. مثلاً اگر یک تراورس چوبی را در نظر بگیریم که حفاظت نشده باشد پس از ده سال تقریباً یک سانتی‌متر از آن تحت تاثیر فرسایش آب و هوایی قرار می‌گیرد.

تغییرات رطوبت- حرارت در طول شبانه روز، هفته، ماه و فصول سال سبب تغییرات ابعاد چوب، ترک‌خوردگی و ناجور شکلی چوب می‌گردد. و هرچه ابعاد

---

١. Weathering

چوب بزرگ‌تر باشد، مقدار آن چشم‌گیرتر است. ولی در چوب‌های نازک، حتی تغییرات کم باعث بروز ناهنجاری‌در چوب می‌گردد. به عنوان مثال به اعداد زیر توجه شود: (در هوای آزاد) (جدول ۵-۱)

جدول ۵-۱: تغییرات ابعاد قطعات چوبی در زمان معین.

قطعات چوبی و وضعیت آنها	تغییر ابعاد در مدت ۲٤ ساعت(٪)	تغییر ابعاد در چند روز(٪)	تغییر ابعاد در طی یک سال(٪)
الوار با پوششی از ماده نفوذپذیر	۰/۲	۰/۸	۲
چهارچوب درب و پنجره ورنی خورده	۰/۱	۰/۵	۱/۲

در حالت زیر سرپناه تغییرات روزانه کم است ولی در بلندمدت تقریباً همان تغییرات فوق را نشان می‌دهد.

انواع اوراق مسطح[۱] تغییرات بسیار کم‌تری از چوب ماسیو نشان می‌دهند مثلاً حداکثر بین ۰/٤ تا ۰/۳٪ است. ولی در عوض چنانچه در آب قرار گیرد، شدیداً آب جذب کرده و متورم می‌شود. به‌طوری‌که این تغییرات به بیش از ۱۰٪ هم می‌رسد.

۵-۵.نفوذپذیری چوب

چوب ماده‌ای متخلخل و دارای نیروی موئین است و در نتیجه قادر به جذب مایعات می‌باشد. عمق نفوذ و در نتیجه ارتفاع صعود و پیشروی مایعات توسط نیروی موئینگی بستگی به حالت تراوایی بافت‌های سلولی چوب دارد (انواع تراکئید) نظیر سوزنی‌برگان و یا انواع آوندهای کم و بیش فراخ نظیر پهن‌برگان و نهایتاً به کشش سطح مایع و متقابلاً به شعاع لوله موئین (سلول‌های بافت‌های چوب) دارد.

بدین‌ترتیب در چوب‌های مختلف و فرآورده‌های آن مقدار جذب مایعات کاملاً مختلف است و لذا مهاجرت مایعات در جهت الیاف خیلی بیش‌از مهاجرت و جابه‌جایی مایعات در جهت عمود الیاف است، زیرا درجهت اخیر نیروی موئینگی تقریباً عمل نمی‌نماید.

---

۱. Wood Panels

ذیلاً چندین مثال از پیشروی مایعات در جهت موازی و در جهت عمود الیاف چوب‌های مختلف را ذکر می‌کنیم. (رطوبت اولیه ۱۰٪ می‌باشد)

ازنظر حفاظت چوب و دوام طبیعی، عمق نفوذ آب تاثیر مستقیم در دوام قطعات چوبی دارد. هرچه عمق نفوذ آب بیشتر باشد، دوام چوب در برابر عوامل مخرب قارچی کمتر است. قارچ‌هایی که به چوب‌های ساختمانی حمله می‌کنند ابتدا از قسمت‌های مرطوب‌تر نزدیک پایه‌ها و یا در مجاورت رطوبت، حمله خود را آغاز می‌کنند (نظیر قارچ *Lenzites Seapiamia*).

جدول ۵-۲: تغییرات صعود و نفوذ مایعات در چوب‌های مختلف و درجهات مختلف

شماره	چوب‌های مختلف	جهات چوب	ماکزیمم ارتفاع صعود بعد از ۲٤ ساعت (میلیمتر)
۱	پیسه‌آ [۱]	⊥ ∥	۰/۱ ۵-۱۰
۲	کاج جنگلی [۲]	⊥برون‌چوب ⊥درون‌چوب ∥	۱۰ ۵ ۲۰۰-۳۰۰
۳	آییس [۳]	⊥ ∥	۲ ۱۰۰
٤	راش [٤]	⊥ ∥	۱-۵ ۱۰۰ -۲۰۰
۵	تخته خرده چوب [۵]	⊥ ∥	۱ ۵۰

⊥: جهت عمود با الیاف ∥: جهت موازی با الیاف

۱. Picea sp
۲. pinus sylvestmis
۳. Abies alba
٤. Fagus sp
۵. Particle board

فصل ششم
حفاظت چوب توسط مواد شیمیایی

قبل از بحث راجع بـه موضـوع اشـباع و آغشـتن چـوب توسـط مـواد شـیمیایی یادآوری می‌گردد که حفاظت چوب ممکن اسـت توسـط روش‌هـا و اقـداماتی غیـر از اشباع و آغشتن هم انجام‌پذیرد، به‌عنوان مثال:

– به‌کار بردن برخی نکات و اعمالی در هنگام بهره‌بـرداری نظیـر قطـع خـارج از فصـل رویـش (در زمسـتان) درختـان، حـذف درختـان آلـوده و درختـانی کـه سـرپا خشکیده‌اند، حذف قسمت‌های آسیب‌دیده درخت توسـط عوامـل مخـرب بیولوژیـک، حفاظت موقتی گرده‌بینه‌ها در هنگام جمع‌آوری و نگاهداری در جنگل و یارد کارخانـه توسط مواد سمی، مواد ضد شکافخوری و غیره و بالاخره تبـدیل سـریع چـوب‌هـا در کارخانه به قطعات و ابعاد کوچک‌تر.

– به‌کار بردن روش‌های مناسب مصرف، به‌خصوص در مورد قطعات چوب‌هـای ساختمانی. مثلاً دورکردن منشاء رطوبت از چوب، دورکردن محیط‌های مناسب عوامـل مخرب از چوب، تهویه‌گذاری و پیش‌بینی جریان هوای لازم از بین قطعات چوبی.

– خشک‌کردن قطعات چوبی مورد مصرف و رسانیدن رطوبـت آنهـا بـه‌ویـژه بـه حدی که قارچ‌ها نتوانند فعالیت داشته باشند (عموماً بین ۲۰ تا ۲۲٪ رطوبت).

– پوشانیدن سطحی قطعات چوبی توسط مواد حفاظت‌کننده نظیر انـواع رنـگ‌هـا توسط قلم‌مو، اسپری (مه‌پاشی).

– نفوذدادن مواد حفاظتی توسط روش‌های روستایی و غیرکارخانه‌ای.

– نگهداری قطعات چوبی در آب‌های جاری یا حوضـچه‌هـا و اسـتخرهای کنـار رودخانه، دریاچه‌ها و غیره.

ولی غیر از روش‌ها واقدامات احتیاطی که توضیح داده شـد، روش‌هـای اشـباع و آغشتن عمیق چوب و اجزاء تشکیل‌دهنـده آن توسـط مـواد حفـاظتی، بهتـرین طریـق حفاظت چوب در برابر انواع عوامل مخرب مـی‌باشـند. روش‌هـای اشـباع و آغشـتگی امروز در سراسر کشورهایی که چوب را به‌عنوان یک مـاده جامـد بیولوژیـک پـرارزش

محسوب می‌دارند، از ذره‌ذره این ماده گران‌بها به‌نحو مطلوبی بهره‌برداری و استفاده می‌نمایند کاملاً رایج و در سطح وسیعی انجام می‌پذیرد.

البته در بحث مفصلی که در مورد تاریخچه‌و اهداف حفاظت چوب توضیح داده شد، اهمیت و سابقه تاریخی این روش‌ها بازگو گردید و به‌طور خلاصه یادآوری می‌شود که روش‌های مختلف فنی و کارخانه‌ای از اوایل قرن نوزدهم ابداع گردیده که همچنان تکمیل‌تر و مدرن‌تر شده و در تاسیسات حفاظت چوب به‌کار می‌روند. این روش‌ها بخصوص در زمینه اشباع تیر ارتباطات (برق و مخابرات)، تیر تونلی (چوب‌های معدن)، تراورس‌های چوبی راه‌آهن، قطعات شناور و تاسیسات چوبی واقع در آب، چوب‌های ساختمانی و غیره اهمیت بسزایی یافته‌اند و هرچه بیشتر مورد توجه قرار می‌گیرند.

به‌هر حال باید این موضوع به‌وضوح خاطرنشان شود که در زمینه‌های یادشده مصرف چوب بدون انجام اعمال حفاظتی توسط مواد شیمیایی، دور ریختن و اتلاف ماده گرانبهایی است که طی ده‌ها و گاه‌صدها سال چرخه طبیعت آن را مهیا گردیده و در دسترس انسان قرار گرفته‌است.

٦-١.خواص چوب درارتباط با اشباع و آغشتگی

همچنان که چوب ماده‌ای است جامد و بیولوژیک، یعنی اینکه در طی یک فرآیند طبیعی تشکیل‌گردیده و اجزاء تشکیل‌دهنده آن دارای نظم و ترتیب خاص و واجد خواص حیاتی است، در اثر تخریب عوامل بیولوژیک نیز مضمحل می‌گردد. این موضوع ارتباط با عالم جانوری و گیاهان غیر گلدار را نیز دربرمی‌گیرند که خود مبحث گسترده‌ای است و در مبحث عوامل مخرب بیولوژیک قارچ‌ها و حشرات چوب‌خوار بررسی می‌گردد.

غیر از این خاصیت، اشباع و آغشتگی چوب وابسته به خواص ساختمانی، فیزیکی و خواص شیمیایی چوب می‌باشد که ذیلاً توضیح داده می‌شود.

٦-١-١.خواص ساختمانی چوب

با مطالعه خواص ساختمانی چوب می‌توان مشخص نمود که چرا بعضی از گونه‌ها و یا گونه‌های روییده شده در ایستگاه‌ها و رویشگاه‌های خاص آسان‌تر و بهتر از سایرین اشباع و آغشته می‌شوند و چرا برای چوب‌هایی که در اشباع‌پذیری با اشکال مواجه می‌گردند، باید روش‌ها و وسایل خاص به‌کار برد. در این زمینه ذکر چند مثال موضوع را نمایان‌تر می‌سازد.

– در بین سوزنی‌برگان، مثلاً گونه‌هایی که دارای اشعه چوبی با دیواره پر منفذ (آبکش‌شکل) می‌باشند، نظیر لاریکس و گونه‌های مختلف کاج به آسانی اشباع می‌گردند و عملاً با مشکلی مواجه نمی‌شوند، در حالی‌که اشباع چوب‌های نراد[۱] و پیسه‌آ[۲] بسیار مشکل و گاه غیرممکن است. البته اشباع‌پذیری فوق‌الذکر در جهت عمود به الیاف مورد نظر می‌باشد، چراکه در جهت الیاف یا به‌عبارت دیگر موازی با الیاف این مشکل وجود ندارد و گونه‌های سوزنی‌برگ تقریباً شبیه به هم عمل می‌کنند.

وجود درون چوب مشخص در کاج ها، لاریکس[۳] و دوگلاس[٤] عمل نفوذ مواد شیمیایی را در جهت محوری و عمود با الیاف در ناحیه چوب درون مشکل می‌سازد، در حالیکه نفوذ محوری از مقاطع چوب‌های پیسه‌آ و نراد عملاً با مشکلی روبرو نمی‌شود، زیرا این دو گونه فاقد درون چوب مشخص هستند. ولی باید توجه داشت که مثلاً در یک تیر، تراورس و یا چوب ساختمانی طویل، تنها بخشی از چوب که نزدیک به مقاطع (سر وته) قطعه قرار دارد، مثلاً تا حدود ٤ cm به‌وسیله مواد اشباع می‌گردد و من‌حیث‌المجموع اینگونه چوب‌ها سخت اشباع هستند.

– در بین پهن‌برگان، شکل و اندازه اشعه چوبی، منافذ دیواره‌های آنها، ابعاد و اندازه‌های آوندها و تزئینات دیواره آنها، در عمل اشباع‌پذیری دارای اهمیت فراوانی هستند. گاهی بعضی از چوب‌های پهن‌برگ نظیر راش، ممرز و صنوبرها به آسانی اشباع می‌شوند در حالی‌که اقاقیا، بلوط و گونه‌های واجد چوب درون مشخص به سختی اشباع می‌گردند و همینطور چوب‌هایی که وزن مخصوص آنها زیاد بوده و در اثر تراکم

---

۱. Abies
۲. Picea
۳. Larix
٤. Pseudotsuga

بیش از حد ماده چوبی و فشردگی الیاف، منافذ و فضای خالی در آنها کم است، نظیر اکالیپتوس سخت، آژوبه[۱]، کروئینگ[۲] بلوط اطلسی[۳] و ... که اکثراً از چوب‌های مناطق گرمسیری می‌باشند، به‌سختی اشباع می‌شوند.

– وجود معایب ساختمانی در چوب که گاه سبب مسدود شدن منافذ و تخلخل چوب می‌گردد، نظیر وجود دل‌قرمزی (درون چوب کاذب) در گرده بینه‌های راش، وجود تیل در داخل آوندهای بعضی گونه‌ها، وجود مواد معدنی و غیره در داخل خلل و فرج چوب، سبب اشکال در عمل اشباع‌پذیری می‌گردد.

٦-۱-۲.خواص فیزیکی

اینگونه خواص که قبلاً نیز به‌طور کلی در ارتباط با حفاظت چوب توضیح داده شد، برخی مربوط به ماهیت گونه‌های چوبی می‌باشد، نظیر وزن مخصوص و شکاف‌خوری (در ارتباط با چسبندگی عرضی الیاف) و هم‌چنین نفوذپذیری و حرکت مایعات و مواد در چوب و برخی مربوط به خواص و حالات آب و هوای خارج از چوب می‌باشند که نهایتاً سبب کاهش و یا افزایش رطوبت چوب و تغییرات میزان نفوذپذیری آن می‌گردند و در ارتباط با آن روش‌ها و نحوه اشباع و آغشتگی چوب متفاوت می‌باشند. بالاخره شکل قطعات، وجود پوست یا فقدان آن، نحوه انباشتن و چیدن چوب می‌تواند نقش موثری در اشباع وضعف آن از نظر آماده‌کردن قطعات و کوبیدن قطعات فلزی و تسمه‌های سربندی به مقاطع، ما را راهنمایی موثری خواهد کرد.

٦-۱-۳.خواص شیمیایی

خواص شیمیایی چوب کمتر از خواص ساختمانی و فیزیکی این ماده بر روی اشباع‌پذیری چوب تاثیر می‌گذارد. معهذا وجود بعضی از مواد قارچ‌کش و حشره‌گریز نظیر انواع صمغ‌ها، اسیدهای چرب[٤] و تانن و سایر مواد سمی در چوب سبب افزایش دوام طبیعی چوب می‌گردند؛ در حالی‌که قندهایی که به آسانی هیدرولیز می‌شوند،

---

۱. Lophira alata
۲.Dipterocarpus sp
۳. Grevillea sp
٤. Oleoresins

نظیرهمی‌سلولز و پنتوزان‌ها، ماده بسیار مناسبی جهت تغذیه عوامل قارچی محسوب می‌گردند.

سلولز که یک قند طبیعی با درجه پلیمریزاسیون (D.P) زیاد می‌باشد از قندهای ذکر شده با دوام‌تر است و حتی در مقایسه با لیگنین که تمایل آن به اضمحلال[۱] در اثر وجود حرارت بیش از سلولز می‌باشد، نقش کمتری در دوام طبیعی چوب‌بازی می‌کنند.

بالاخره ماهیت عناصر تشکیل‌دهنده دیواره‌های سلول‌های چوبی در تبادل اسمزی مواد شیمیایی حفاظتی در روش‌های مختلف اشباع و آغشتگی نقش بسزایی در تثبیت و یا آبشویی مواد بر روی دیواره ایفا می‌کند.

۱.Depolymerisation

فصل هفتم
مواد حفاظتی در ارتباط با اشباع و آغشتگی

مواد حفاظتی مورد مصرف در حفاظت و نگهداری چوب بسته به اینکه قطعات چوبی در چه محل و موقعیتی قرار گیرند، چه شکل و ابعادی داشته باشند و نحوه مصرف و کاربرد قطعات چگونه باشد، متفاوتند.

از طرف دیگر هر روش، ماده حفاظتی ویژه‌ای را مصرف می‌نماید، گاه ممکن است مواد روغنی در حالت گرم و تحت فشار زیاد باشند، و گاهی ممکن است مواد معدنی در حالت سرد و کاملاً محلول در آب به‌کار روند، گاه ممکن است آمیخته‌ای از مواد روغنی (آلی) و مواد معدنی نمکی مصرف گردند و بالاخره از موادی باشند که خاصیت بخصوص مثلاً حشره‌گریز، قارچ‌کش و یا ضد موریانه‌ای داشته باشند.

در هر صورت، هنگام اشباع و آغشتگی چوب در روش‌های کارخانه‌ای از یکی از سه گروه مواد:

۱- نمک‌های محلول در آب

۲- مواد آلی روغنی

۳- آمیخته‌ای از چند ماده استفاده می‌گردد که به شرح آنها می‌پردازیم:

۷-۱. خواص کلی مواد حفاظتی

مواد حفاظتی چوب باید دارای خواص عدیده‌ای باشند، در واقع باید جامع خواص باشند که بتوانند این ماده گرانبها را به خوبی حفظ نموده و در عین حال سهل‌الوصول، ارزان، مؤثر، بی‌خطر برای انسان و حیوان و... باشند. این خواص را می‌توان بصورت زیر خلاصه کرد که در بررسی‌های مواد شیمیایی تولیدی در این زمینه باید آن‌ها را در مدنظر قرار داد:

۱ـ مؤثر و مفید برای حفاظت، مبارزه و پیش‌گیری از هجوم عوامل مخرب چوب باشند.

۲ـ به آسانی در چوب نفوذ نمایند و حداقل انرژی و هزینه را برای اینکار طلب نمایند.

۳ـ به آسانی و طویل‌المدت برروی الیاف چوب تثبیت گردند، در واقع نباید به‌سهولت از چوب تبخیر شده و یا توسط آبشوئی و در زیر باران از بین بروند.

٤ـ به کیفیت‌های خوب ماده چوبی و بخصوص خواص مکانیکی آن نظیر ضربه‌پذیری و تحمل به کشش و خمش آسیبی وارد نیاورند.

۵ـ برای سلامت انسان و حیوانات و محیط زیست خطرناک نباشند و باعث آلودگی سفره‌های آبی لایه‌های زمین که به‌مصرف شرب می‌رسند نشوند.

٦ـ به اتصالات فلزی همراه چوب آسیبی وارد نسازند.

۷ـ حتی‌المقدور بدون بو، بدون رنگ باشند و یا تضادی با خوش جلوه‌تر ساختن چوب نداشته باشند.

۸ـ با چسب‌های چوب توافق و هم سوئی داشته باشند.

۹ـ از نظر تهیه ارزان قیمت باشند و حتی‌المقدور بتوانند از منابع داخلی (ملی) تأمین شده و بهر حال سهل‌الوصول باشند

با توجه به مطالب فوق‌به‌نظر می‌رسد که چنین موادی نتوانند به آسانی به‌دست آیند ولی باید سعی شود تا یک ماده حفاظتی حداقل نکات ۱، ۲، ۳، ٤ و ۵ را دربرگیرد.

۷-۲.مواد و نمک‌های معدنی محلول در آب

۷-۲-۱. سولفات مس متبلور ($cu\ so_{٤}, ۵_{H_{۲}o}$) (کات کبود) (سولفات کوئیوریک)

این نمک معدنی که به‌صورت پودر یا قطعات کوچک آبی فیروزه‌ای یافت می‌شود ازقدیم‌الایام تا کنون (از ۱۸٤۱ میلادی) برای حفاظت چوب به‌خصوص در روش بوشری[۱] برای تیرها و قطعات طویل چوبی به‌کار می‌رود. نمک مورد مصرف باید حالت ویژه‌ای داشته باشد. یعنی اینکه به‌حالت بلوری شکل (متبلور) بوده و میزان مس آن حداقل ۲٤/۹ درصد و مقدار سولفات آهن آن حداکثر ۱٪ باشد.

از این نمک به‌صورت محلول یک درصد استفاده می‌گردد. یعنی اینکه یک کیلو گرم از نمک با مشخصات فوق‌الذکر در یک‌صد لیتر آب باید به‌صورت محلول درآید و به‌کار رود. بازرسی این نمک و موثر بودن آن توسط بازرسین فنی و به‌کمک مواد شیمیایی تعیین می‌گردد. به‌طوری که بر روی مقدار معینی از محلول سولفات مس محلولی از سیانور پتاسیم آمونیاکی (یا سیانور سدیم آمونیاکی) می‌ریزند.

۱.Boucherie method

سیانور قلیایی، رنگ رسوب آبی مایل به سبز، سیانور مس (کوپروسیانور) را زایل کرده این رسوب در ابتدای واکنش شیمیایی بین مس و سیانور تشکیل می‌گردد و آن را بی‌رنگ می‌نماید. عمل رنگ‌زدایی تحت تاثیر آمونیاک انجام می‌پذیرد. از مقدار (تراکم) محلول‌معیارسنجی شده سیانور قلیایی مصرف شده، عیار محلول سولفات مس را تعیین می‌کنند (که مطابق انچه قبلاً گفته شده نباید کمتر از ۲٤/۹ درصد باشد.)

محلول سولفات مس علاوه بر روش بوشری که معمولاً برای اشباع تیرهای چوبی به‌خصوص کاج جنگلی استفاده می‌شود. در روش بتل (سلول پر)[۱] برای اشباع تراورس‌های چوبی راه‌آهن از گونه‌کاج دریایی نیز مناسب است. سولفات مس یک نمک بسیار خوب قارچ‌کش در مناطق مرطوب است ولی باید توجه داشت که دارای معایبی می‌باشد. ازجمله آنکه چناچه برای انحلال سولفات مس از آبهای آهکی استفاده شود، تولید رسوب کربنات مس می‌نماید که از خاصیت قارچ‌کشی آن کاسته می‌شود، لذا باید از آب‌های سبک غیرآهکی برای به محلول درآوردن آن استفاده نمود.

بعلاوه مس خاصیت خورندگی فلزات را دارد و چنانچه اتصالات فلزی (آهن) در چوب بکار رفته باشد تأثیر این نمک آن‌ها را به تدریج ضایع می‌نماید. از طرف دیگر چنانچه قطعات چوبی بخواهد در خاکهای آهکی قرار گیرد، باز هم قسمت‌هائی که در تماس با خاک آهکی می‌باشد بعد از هر بارندگی و افزایش رطوبت خاک، در معرض رسوب‌گذاری کربنات مس قرار می‌گیرند و از خاصیت قارچ‌کشی نمک کاسته می‌شود.

سولفات مس با وجود دو عیب ذکر شده یکی از نمک‌های بسیار خوب و مؤثر برای حفاظت چوب شناخته شده و بکار می‌رود و در مناطق خشک نتیجه بهتری می‌دهد. غیر از کاربرد سولفات مس بطور منفرد، گاه از آمیخته‌ای از سولفات کوئیوریک و بیکرومات پتاسیم یا سدیم استفاده می‌شود که به عنوان مثال به سلکور یا نمک سبز[۲] معروف است که نسبت آن‌ها ۵۰ ـ ۵۰ می‌باشد و بیشتر در آمریکا به مصرف می‌رسد.

البته در حال حاضر نمک سلکور با نسبت درصدهای زیر بعنوان یک ماده حفاظتی تجارتی بکار می‌رود سولفات مس ۵۱٪ ، بی‌کرمات پتاسیم (با سدیم) ٤۷/۵٪ و اسید کرمیک ۱/۵٪ که pH محلول فوق نباید از حدود ۳/۵ کمتر گردد با نمک مذکور

---

۱. Full Cellule

۲. Celcure و green salt

آزمایشات متعددی برروی چوب راش انجام گردید و نتایج مثبتی هم در شـرایط آب و هوائی شمال ایران داده است (پارسا پژوه ، د ۱۳٦۸) بعلاوه در حـال حاضـر اطلاعـات دیگری برای مقایسه این نمک با سایر نمک‌ها در شرف انجام است.

۷-۲-۲.سایر نمک‌های مس[۱]

املاح مس غیر از سولفات مس که توضیح داده شد، می‌تواند در حفاظـت چـوب مورد استفاده قرار گیرد. ولی حالت مطلوب‌تر آن در اخـتلاط بـا سـایر مـواد حـافظتی بدست می‌آید که عبارتند از:

کلرورکوئیوریک که به صورت متبلور با فرمول $Cucl_{۲},۲H_{۲}o$ می‌باشد و بصـورت آمیخته با اسید ارسنیک $H_{۳}ASO_{٤}$ بحالت محلول آبکی بکار مـی‌رود و دارای خاصـیت قارچ‌کشی[۲] بسیار خوبی است. در حالت محلول نمک مس تبدیل به آرسنیت مـس بـر با فرمول $Cu_{۳}(ASO_{٤})۲،۲H_{۲}o$ می‌گردد در این واکنش وجود اسـید آرسـنیک کـه سـم بسیار خطرناکی است مساله‌زا می‌باشد.

یکی از سموم حفاظت چوب، آرسنیت مس $CuH(ASO_{۳})$ بحالت محلول می‌باشد که در محلول آمونیاکی (بـا وجـود $NH_{۳}OH$) کـه تولیـد هیدروکسـید مـس $(Cu(oH)$ می‌نامید، قابل توصیه می‌باشد.

۷-۲-۳. نمک‌های روی[۳]

نمک‌های محلول روی نیز از مواد بسیار مناسب حفاظت چوب می‌باشد سالهاست در این زمینه مورد استفاده قرار می‌گیرد. یکی از مهمترین این نمـک‌هـای عبارتسـت از کلرور روی $(zncl_{۲})$ که هنوز هم مصرف دارد و گاه از آن بجای کرئوزت هم در اشـباع تراورس‌ها و تیرهای چوبی استفاده می‌شود نمک نسبتاً ارزانی است. قابلیت انحـلال آن بسیار خوبست ولـی معـایبی نیـز دارد کـه عبارتنـد از: خاصـیت حفـاظتی آن کمتـر از سولفات مس متبلور می‌باشد، خورندگی شدیدی در مـورد اتصـالات آلومینیـومی دارد، خاصیت جذب آب آن شدید است و به همین خاطر چنانچه چوب مرطوب هم باشـد، تولید اسید کلریدریک می‌نماید که احتمالاً در دراز مدت به چـوب آسـیب مـی‌رسـاند. معهذا این مسأله یک فرضیه است و هنوز کاملاً به اثبات نرسیده است.

---

۱. Cu salts
۲. Fungicide
۳. zn salts

گاه کلرور روی درآمیختـه‌ای از بـی‌کرومـات سـدیم $Na_2cr_2o_{7,2}H_2o$ بـه نسـبت ۸۱/۵٪ کلرور روی و ۱۸/۵٪ بیکرومات سدیم به کار می‌رود که این آمیخته در حفاظت چوب جای خاصی گشوده و در آمریکـا نیـز در سـطح گسـترده‌ای مصـرف مـی‌گـردد خاصیت قارچ‌کشی آمیخته اخیر بیش از کلرور روی خالص است. گاه آمیختـه دیگـری از $Zncl_2$ به مقدار ۷۳٪ ، $Na_2cr_2o_{7,2}H_2o$ بـه مقـدار ۲۰٪ و $Cucl_2$ بـه مقـدار ۷٪ بکـار می‌رود.

گاه در ایالات متحده آمریکا از متا ـ ارسنیت روی بـا فرمـول : $Zn(ASO_2)_2$ کـه باختصار Z-M-A گفته می‌شود استفاده می‌گردد این نمک در اثر واکنش شیمیایی تبخیر اکسید روی محلول و انیدریـد ارسـنیو در محـیط اسـیدی رقیـق (اسیداسـتیک) تولیـد می‌گردد. توضیح اینکه انیدرید ارسنیو تا حدودی در مجاورت محلول اسیدی حل شده و اکسید روی را احیا می‌کند. (خاصیت احیاءکنندگی دارد.)

۷-۲-٤. نمک‌های جیوه [۱]

به طور کلی فلز جیوه و املاح آن یکی از مواد بسیار سمی و خطرناک مـی‌باشـند بی‌کلرور جیوه یا سوبلیمه $Hgcl_2$ که در ترکیب کلر با جیوه حاصل مـی‌گـردد سـالهای زیادی است که مورد استفاده قرار می‌گیرد در سال ۱۸۲۳ آقـای kyan.J.H انگلیسـی از این محلول برای حفاظت چوب استفاده نمود. ولی قبل از آن هم با غلظـت بسـیار کـم به‌عنوان ضد عفونی‌کننده اجساد مردگان و یا اشیائی که لازم بـوده مـدت زمـان زیـادی دوام آورند استفاده می‌شده است در حالت عادی سوابلیمه به شکل نمک سـفید رنگـی است که در آب و در خیلی از مواد آلی بخصوص در کرئوزت و کربونیـل از مشـتقات نفتی است، قابل حل می‌باشد. ولی چنانچه محلول آبکی آنرا مدتی در برابـر تـأثیر نـور قرار دهند، خودش تجزیه و فاسد مـی‌گـردد در نتیجـه بـرای مصـرف آن و نگهـداری طویل‌المدت باید در اماکن تاریک و حتما در زیر تأسیسات مسقف آنرا بکار گرفـت از طرف دیگر در زمستانهای سرد، محلول آبکی آن بحالت یخ زده درمی‌آید.

بعلاوه خاصیت خورندگی آن بخصوص در مورد آهن بسـیار زیـاد اسـت و ایـن خاصیت برای تأسیسات حفاظت چوب که از لوله‌ها و ظروف آهنی اسـتفاده مـی‌کننـد به‌هیچ وجه مناسب نیست و حتی میخ، پیچ و مهره و سایر اتصـالات آهنـی متصـل بـه

۱.Hg salts

چوب را از بین می‌برد. در عوض قارچ‌کش و حشره‌کش بسیار قوی می‌باشد و به‌همین خاطر حتی برای انسان و حیوانات هم بسیار خطرناک است و بخصوص از بخارات آن که گفته می‌شود سرطان‌زا است و امراض ریوی ایجاد می‌کند باید موکداً دوری گزید.

از این نمک می‌توان با غلظت به نسبت ۱۵۰ قسمت آب و یک قسمت نمک، محلول $\frac{1}{50}$ برای حفاظت چوب در حالت عادی استفاده نمود و کافیست چوبها را در این محلول مدتی غوطه‌ور ساخت طرز معیار سنجی آن در چوب و آگاهی از عمق نفوذ آن در چوب به‌کمک یدور پتاسیم امکان‌پذیر است که در واکنش با کلرور جیوه تولید رسوب قرمز رنگی می‌نماید (یدور جیوه) ولی به‌علت تأثیر مواد چوبی، هنگام واکنش رنگ قرمز پس از مدتی کاملاً و گاه و گاه سیاه رنگ می‌گردد بیکرور جیوه می‌تواند با مواد دیگری آمیخته شده و در حفاظت چوب بکار رود از جمله با ماده نیتریت سدیم ($NaNo_2$).

قابل توجه است که بعلت خطرات زیاد این ماده (سوبلیمه) در اغلب کشورهای پیشرفته که توانسته‌اند ماده دیگری را جانشین نمک‌های جیوه نمایند مصرف آن را برای حفاظت از چوب ممنوع اعلام کرده‌اند.

۷-۲-۵. نمکهای قلیائی و قلیائی ـ خاکی *(k , Na , ca , Mg salts)*

همانطور که در بحث تاریخچه حفاظت چوب توضیح داده شد، از آب‌های شور دریاچه‌های نمک برای غوطه‌ور ساختن قطعات چوبی و حفاظت آن‌ها در عهد قدیم در چین استفاده می‌شده است ولی باید اذعان کرد که خاصیت حفاظتی نمک طعام (کلروسدیم) (Nacl) ضعیف می‌باشد.

نمک‌های قلیائی خاکی (نظیر نمک‌های قلیائی) در حال حاضر مصرف زیادتری برای ضد آتش کردن چوب نسبت به حرارت و تأخیر انداختن آستانه آتش‌گیری چوب پیدا کرده‌است بطوری که این کاربرد، مصرف نمک‌های مذکور را برای حفاظت در برابر عوامل تخریب بیولژیک تحت‌الشعاع خود قرار داده است. در مباحث آینده راجع به این موضوع مفصل‌تر بحث خواهد شد.

در حال حاضر نمک‌های فلوئور [۱] در بخش حفاظت اهمیت زیادتری دارد. بعنوان مثال فلوئوروسدیم (NaF) برای حفاظت چوب نمک شناخته شده‌ایست. در آمیخته‌ای از فلوئورسدیم با فلوئورآمونیم، خاصیت حفاظتی شبه فلز فلوئور بسیار چشم‌گیرتر از سدیم یا آمونیم می‌باشد.

۷-۲-٦. ترکیبات کرم (Cr)

در بین این‌گونه ترکیبات می‌توان از بیکرمات‌های قلیائی (سدیم و پتاسیم) یا بیروکرمات‌ها[۲] نام برد نظیر:

بیکرمات سدیم $Na_2cr_2o_7$ و بیکرمات پتاسیم $k_2cr_2o_7$ که کاربرد وسیعی در مخلوط با سایر نمک‌ها پیدا کرده‌اند و به‌عنوان بهترین مواد حفاظت چوب و نگهداری از این ماده در برابر فساد قارچی و تخریب حشره‌ای شناخته شده‌اند موادی که به بیکرومات‌ها اضافه می‌شود اغلب نمک‌های دی‌نیتروفنل و کلرور روی می‌تواند باشد. نمک‌های کرم خاصیت مهم دیگری چون تثبیت بهتر فلزات و املاح فلزات سنگین را و برخی مواد دیگری که به سختی روی الیاف چوب تثبیت می‌شود نظیر نمک‌های فلوئور، دارا می‌باشد. بالاخره کرم با فلوئور و آرسنیک در چوب تولید ترکیبات تقریباً غیر قابل حل در آب می‌کند که در نتیجه حفاظت طویل‌المدت چوب را بخصوص در مناطق مرطوب تضمین می‌نماید این‌گونه ترکیبات غیر محلول که خاصیت قارچ‌کشی آن‌ها بسیار زیاد است، امروزه تحت نام‌های تجارتی زیادی نظیر نمک‌های ولملانیت، کمانیت، بازیلیت و غیره عرضه می‌شوند و با یکدیگر در رقابت می‌باشند.

۷-۲-۷. نمک‌های فلوئور (Fluor , F)

بطور کلی هالوژنهای کلر و فلوئور، اهمیت بسزایی در حفاظت دارند فلوئور در طبیعت بصورت فلوئورکلسیم و به‌نام فلوئورین نامیده می‌شود (CaF_2) و به همین صورت هم یکی از مواد قوی حفاظتی چوب به‌شمار می‌رود در تولید آلومینیوم از ماده کریولیت[۳] نیز هالوژن فلوئور حاصل می‌گردد و نمک‌های قلیائی اسیدفلوریدریک (Hf)

---

۱. Fluorures salts
۲. Pyrochromates
۳. cryolithe

نیز در این زمینه و به‌خصوص فلوئورسدیم (NaF) اهمیت بسزایی در حفاظت چوب دارد. فلوئورسدیم بصورت پودر بلوری شکل سفید رنگی که قابلیت انحلال آن در ۱۵°C حرارت حدود ٤٪ می‌باشد این ماده یک کشنده بسیار قوی هم برای قارچها و هم برای حشرات می‌باشد و حتی درغلظت‌های کم و خیلی رقیق هم این خاصیت خود را حفظ می‌کند. نمک فلوئورسدیم خاصیت خورندگی آهن را ندارد و به خواص مکانیکی چوب نیز آسیبی نمی‌رساند مع‌هذا این نمک دارای معایبی هم می‌باشد.

از جمله این‌که قابلیت انحلال آن در آب کم است (تا حدود ٤٪) بسرعت توسط آب و باران از چوب شسته شده و خارج می‌گردد و لذا در حفاظت طولانی مدت بتنهایی موثر نیست و بهمین خاطر آن را با مواد دیگر تثبیت کننده نظیر نمک‌های کرم قلیائی؛ بیکرمات سدیم یا بیرکرمات پتاسیم که خود نیز نمک‌های حفاظتی می‌باشند و یا با سموم دیگری نظیر نیتروفنلب و بیکرور جیوه که برروی الیاف چوب بخوبی تثبیت می گردند به مصرف می‌رسند البته مواد دیگر قلیائی به صورت آمیخته با این نمک می‌تواند بکار رود که بطور کلی آن‌ها را فلوئور اسیدهای سدیم و پتاسیم و آمونیم می‌خوانند که دارای فرمول زیر است:

$$Na.\ HF.KF.HF.NH_{٤},HF$$

و بالاخره فلوئورخنثی روی ($ZnF_{٢}$) با وجود قابلیت انحلال کمش و فلوئور قلیائی روی (ZnoHF) که بسیار غیر محلول است ولی به‌علت خاصیت ضد قارچی و ضد حشره‌ای آن‌ها می‌توانند مورد مصرف قرار گیرند فلوئوراسیدی روی ($ZnF_{٢}٢HF$) هم که نسبتاً در آب محلولست در مخلوطی از کلرور روی ($Znf_{٢}$) و فلوئورور سدیم NaF بمصرف می‌رسد که واکنش مقابل را ایجاد می کند.

$$zncl_2 + 2Naf \rightarrow znF_2 + Nacl$$

اسید فلوئوسیلیسیک ($H_{٢}SiF٦$) که از مواد جنبی کارخانجات تولید کننده سوپر فسفات (برای مصارف کود کشاورزی) می‌باشد. بعلت این‌که در محیط محلول تولید اسید فلئوریدریک (HF) می‌نمایند یکی از مواد حفاظت چوب محسوب می‌گردد.

$$H_2ScFc \rightarrow SlF_4 + 2HF$$

از این ماده در روش آغشتگی بوسیله قلم‌مو می‌توان استفاده کرد در هر صورت مصرف، نمک‌های فلوئور حاصل از سدیم و روی مصرف گسترده‌تری دارد به‌عنوان

مثال نمک فلوئوسیلیکات سدیم (Na_2siF_6) با آن‌که به‌سختی در آب حل می‌شود ولی خاصیت حفاظتی جالبی دارد و مصرف آن توصیه می‌گردد نمک‌های فلوئوسیلیکات منیزیم و فلوئوسیلیکات روی: ($MgSiF_6$) و ($ZnScF_6$) به خوبی در آب حل شده و از نظر حفاظتی هم بسیار مؤثرند.

۷-۲-۸. نمک‌های آرسنیک[۱]

نمکهای آرسنیک مدتهای مدیدی است که به‌عنوان نمک‌های حفاظتی در چوب مورد استفاده قرار می‌گیرد در مدارک قرن هیجدهم از این نمک برای حفاظت چوب صحبت شده است. در قرن نوزدهم نیز از مصرف انیدرید آرسنیو، نمک‌های آرسنیت و نمک‌های آرسنیک زیاد صحبت شده است. از این نمک‌ها بخصوص برای حشره‌کش و موریانه‌کش استفاده می‌شده‌است.

در بازارهای تجارتی انیدرید آرسنیو (AS_2O_3) که بصورت پودر سفیدی است و از تکلیس (برشته کردن) سولفور طبیعی آرسنیک: (AS_2O_3) و (AS_2O_5) که همان زرنیخ می‌باشد بدست می‌آید که در فرانسه به‌نام‌های: Realgar و Orpiment معروفند انیدرید آرسینو در آب کم محلول است ولی در صورتی‌که آب خالص را اندکی اسیدی یا قلیائی نمائیم، حلالیت این نمک بیشتر خواهد شد.

نمک‌های آرسنیات بخوبی در آب حل می‌گردند و اغلب از آرسنیات‌های قلیائی و یا آرسنیات کرم، روی و مس در حفاظت چوب استفاده می‌شود از نمک‌های آرسنیت نیز به همین ترتیب استفاده می‌شود. معهذا باید خاطرنشان ساخت که نمک‌های آرسنیت برای انسان و حیوانات خیلی خطرناک هستند و گاه مصرف آنها را در بعضی از کشورهای اروپایی ممنوع اعلام داشته‌اند. نمک‌های آرسنیک در جلوگیری از هجوم قارچهای چوبخوار، حشرات و موریانه‌های مخرب بسیار مؤثر است و فقط گاهی بعضی از کپک‌ها در برابر آن مقاومت می‌نمایند. می‌توان نمک‌های آرسنیک را برای افزایش خاصیت حفاظتی آن با سایر مواد حفاظتی آلی و معدنی بکار برد و گاه قارچ‌کش‌ها را با مخلوط کردن مقدار کمی از نمک‌های آرسنیک به مواد حشره‌کش نیز تبدیل می‌نمایند.

۱.Arsenic

۷-۳.مواد آلی حفاظت چوب

تاریخچه استفاده از مواد آلی به اوائل قرن هفدهم می‌رسد که در آن موقع از قیر چوب (ماده سیاه باقیمانده از تقطیر و زغالگیری چوب) استفاده می‌کردند سپس استفاده از قیر زغال‌سنگ رایج گردید و در حال حاضر اغلب از موادی‌که از مشتقات قیر زغال سنگ است استفاده می‌نمایند بطور کلی این‌گونه مواد حفاظتی تحت عنوان کرئوزت معروف است بعلاوه گاه از مشتقات نفتی که در مراحل تقطیر نفت بدست می آید برای حفاظت چوب استفاده می‌نمایند.

۷-۳-۱.قیرها

قیرها مواد مرکب گوناگونی هستند که از تقطیر چوب، زغال‌سنگ، لیگنیت، تورب و سنگهای چرب بدست می‌آیند. مواد قیری مقدمتاً با روش اندود کردن (آغشتگی) با قلم‌مو برای حفاظت چوب مصرف می‌شدند. در سال ۱۸۳۸ میلادی بتل[۱] انگلیسی روشی به‌ثبت رسانید که در آن از قیر حاصل از تقطیر روغن زغال‌سنگ ماده بدبو و سیاهی بدست می‌آید که در حفاظت چوب بکار می‌برد و بعدها این روش رایج گردید و امروز برای حفاظت تیر، تراورس چوبی و قطعات واقع در آب و چوب‌های حصارکشی در سطح وسیع بکار می‌رود.

برای اطلاع بیشتر از ماده حفاظتی قیری شکل (کرئوزت) به توضیح مختصر زیر می‌پردازیم:

ـ از تقطیر روغن‌های چرب حاصل از زغال‌سنگ در حرارت زیاد (HT) که بین ۱۰۰۰c° تا ۱۱۰۰c° انجام می‌شود، هر ٦٥٠ تا ۷۵۰ کیلو زغال Coke ، حدود ۱۷۰ کیلوگرم گاز روشنایی یا سوخت بدست می‌آید، حدود ۳۵ تا ٤٠ کیلوگرم ماده قیری شکل شامل $\frac{4}{10}$ ماده روغنی (١٦ کیلوگرم) و $\frac{6}{10}$ ماده کرئوزوت (٢٤ کیلوگرم) و حدود دو تا سه کیلوگرم آمونیاک و بنزول و بقیه از مواد آهکی زائد غیر قابل استفاده بدست می‌آید.

---

۱. Bethell.j

ـ چنانچه روغن‌های چرب حاصل از زغال‌سنگ را در حرارت پایین یعنی بین ۵۵۰c تا ۶۰۰c تقطیر نمائیم، البته مقادیر گاز کمتری بدست می‌آید ولی مقدار قیر و کرئوزت آن حدود ۹۰ کیلوگرم خواهد شد که از نظر مواد روغنی شکل غنی‌تر می‌باشد بطوری‌که این مقدار برابر ۵۵ کیلوگرم خواهد شد. حدود ۱۰ کیلوگرم نیز بنزن و آمونیاک تولید می‌نماید.

چنانچه عمل تقطیر را در ماده کرئوزت حاصل از زغال‌سنگ در حرارت‌های مختلف بتدریج انجام دهید (کرئوزت حاصل از حرارت زیاد (HT) ، مواد زیر از آن بدست می‌آید:

ـ تا قبل از ۱۷۰c حرارت، بین ۱ تا ۱/۵ درصد روغن‌های سبک بر پایه بنزول[۱] ، و تا حدودی تا نزدیک به۲۱۰c گزیلل [۲] و پیریدین[۳] .

ـ در حرارت بین ۲۱۰c تا ۲۴۰c:

حدود ۲ تا ۳/۵ درصد از روغن‌های فنلی که ۳۰ تا ۴۰ درصد آنرا فنل (الکل حلقوی یک ظرفیتی) تشکیل می دهد و هم‌چنین گزیلنول [۴] و کرزول [۵]در این مرحله بدست می‌آید.

ـ در حرارت بین ۲۴۰ تا ۳۰۰c:

حدود ۱۰ تا ۱۴ درصد روغن‌های با وزن متوسط که اغلب شامل ۴۰ تا ۵۰ درصد نفتالین می‌باشد.

ـ در حرارت بین ۲۶۰ تا ۳۰۰c:

۱۵ تا ۲۰ درصد این ماده تقطیر می‌گردد که از روغن‌های آنتراسنیک شامل ۵ تا ۱۰ درصد آنتراسن، تشکیل یافته است.

ـ در حرارت ۳۶۰c :

بقیه ماده تقطیر می گردد که در آن و مواد دور ریختنی است.

---

۱. Benzol
۲.xylol
۳. Pyridine
۴. xylenol
۵. cresol

البته در سطوح (مقاطع) مختلف تقطیر ممکن‌است همواره مواد دیگری هم تصعید گردد که شناسائی آن‌ها مشکل است ولی اغلب از مواد ضدعفونی کننده و حلال‌های مختلف مواد آلی می‌باشند.

روغن‌های سبکی که در ابتدا (برش اول) تقطیر بدست می‌آید به‌عنوان منبع تولید بنزن[۱] می‌باشد که خود در بسیاری از مواد ضدعفونی‌کننده مصرف می‌گردد از جمله در کلروبنزن‌ها [۲] و آمینوبنزن‌ها یا آنیلین[۳] .

موادی نظیر بنزن، تولوئن که کم و بیش به‌حالت مخلوط با هم استخراج می‌گردند. از حلال‌های بسیار مهم برای رنگ‌ها، انواع ورنی و استات سلولز [٤] می‌باشند. این مواد هم‌چنین قابل استفاده برای تهیه فنل، نفتالین و آنتراسن [٥] می‌باشند.

روغن‌های فنلی خود تولید مشتقات زیادی می‌نمایند که در صنعت اهمیت فراوانی دارند ازجمله: فنل بفرمول (C_6H_5OH) ، کرزول [٦] بفرمول ($C_6H_4oHCH_3$) و گزیلنول [۷] بفرمول ($c_6H_3oH(cH_3)_2$) . که کلیه این مواد و بخصوص گزیلنول در تهیه مواد ضدعفونی کننده و تولید چسب‌های مصنوعی (با کلیت‌ها[۸])، که مصارف عدیده‌ای دارند، بکار می‌روند.

روغن‌های با سنگینی متوسط تولید نفتالین بفرمول ($C_{10}H_8$) می‌کنند که خود از مواد ضدعفونی کننده و حفاظتی بشمار می‌روند (نظیر کلرونفتلین) و چسبهای مصنوعی نظیر چسبهای موسوم به فتالیک و گلیسرو فتالیک. [۹]

البته از کلیه این مواد بصورت مخلوط هم بعنوان ماده ضدعفونی کننده و محافظتی در زمینه حفاظت و نگهداری چوب مصرف می‌گردد که تحت عنوان کلی کرئوزت [۱۰] معروف است و دارای دو نوع سبک و سنگین می‌باشد کرئوزت سبک که به نوع مخابراتی نیز موسوم است برای حفاظت تیرهای برق و تلفن بکار می‌رود که در

---

۱. Benzene
۲.chlorobenzenes
۳. Aminobenzenes
٤. Acetocellulose
٥.Antracen
٦.cresols
۷. xylenols
۸. Bakelites
۹.Glycerrophtalics, Phtalics
۱۰. creosote

آن باید ٦ گرم فنل در هر صد گرم کرئوزت وجود داشته باشد. کرئوزت سنگین که مخصوص تراورس راه آهن می‌باشد در هر صد گرم آن باید ۳ گرم فنل و ۷ گرم نفتالین وجود داشته باشد.

البته این اعداد و ارقام همگی در استانداردهای مربوط مشخص شده است. قابل ذکر است که از روغن‌های سنگین تقطیری روغن سنگین زغال‌سنگ، برای تهیه کربنیل [۱] که خود ماده ضد رطوبت و حفاظتی می‌باشد: استفاده می‌گردد.

از روغن‌های آنتراسنیک، قیر آسفالت و قیر مقواهای عایق رطوبت بدست می‌آید. و هم‌چنین می‌توان با روش آغشته کردن چوب آنرا بدین وسیله برای حفاظت چوب بکار گرفت مواد برای تولید رنگ‌ها و ضد زنگ فلزات و پوشش مصالح ساختماتی بکار می‌رود و لازم به توضیح است که از قیر چوب (کرئوزت چوب) برای حفاظت چوب نیز استفاده می‌نمایند. بخصوص کرئوزت حاصل از چوب سوزنی برگان دارای مواد ضدعفونی‌کننده و محافظتی مناسب‌تری از کرئوزت پهن برگان می‌باشند در سوئد به‌عنوان مثال از مخلوط زیر برای حفاظت چوب زیاد استفاده می‌نمایند:

ـ فلوئورسدیم (NaF) حدود ۷۸٪

ـ فنل حاصل از قطرات چوب (C_6H_5OH) که به آن سود (سدیم) قلیائی اضافه شده است. حدود ۲۰٪

ـ بیکرومات سدیم ($Na_2cr_2o_7$) حدود ۲٪

۷-۳-۲. مواد حفاظتی نفتی

این‌گونه مواد که اخیراً بیشتر در زمینه حفاظت چوب بکار می‌روند به عنوان مواد ضد قارچ [۲] و ضد حشره‌ای [۳] به صورت مه‌باشی (اسپری یا پولوریزاسیون) مصرف می‌گردند تقطیر نفت‌خام همان‌طور که مطلع هستیم مشتقات نفتی زیادی برحسب محل تونید (از چاههای مختلف) فراهم می‌نماید. عموماً از تقطیر گازهای مختلف نفتی، بنزین‌های مختلف و نفت سفید چراغ و بالاخره گازوئیل بدست می‌آید. چنانچه پس از تهیه گازوئیل تقطیر را ادامه دهیم، که این عمل البته تحت فشار و یا با افزودن مواد

۱.carbonyle
۲. Anticryptogamic
۳. Insecticide

کمکی انجام می‌پذیرد، مواد روغنی سبک (با هسته‌های پارافین)، مـواد روغنـی سـنگین (با هسته‌های پارافینی بی‌شکل) به‌دست می‌آید. و بـالاخره باقیمانـده آن بصـورت مـاده دور ریختنی می‌باشد که براثر پختن تولید زغال نفت[1] یا کک نفتـی مـی‌نمایـد. بـالاخره مواد سوختنی دور ریختنی در نهایت باقی می‌مانند که در هر مـوقعیتی مـی‌تـوان عمـل تقطیر را متوقف ساخت، زیرا این‌گونه مواد ارزش چندانی ندارند و به عنوان نفت کوره می‌توانند بکار روند. از این‌گونه مواد می‌توان بعنوان مواد ضـد رطوبـت و مـواد حـلال برای مواد حفاظتی آلی نظیر کرئوزت مصرف نمود.

ولی بهرحال گازوئیل، نفت، بنزین و سایر مشتقاتی که از نفـت بدسـت مـی‌آیـد. به‌صورت یک ماده مؤثر حفاظتی مطرح نیستند در حالیکه عده‌ای بغلط از آن‌ها اسـتفاده می‌نمایند. این‌گونه مواد حتی گاهی مخاطره‌آمیز می‌باشند و آسـتانه آتـش‌گیـری چـوبرا پائین آورده و این ماده آتش‌گیر را آماده‌تر برای آتش‌سوزی می‌نمایند.

۷-۳-۳. مشتقات فنلی

مشتقات فنلی در سال‌های اخیر به‌عنوان مواد حفاظتی چوب جای خاصی را بخود اختصاص داده‌اند این‌گونه مواد حفاظتی تحت عنوان کلی فنول‌ها مطـرح هسـتند ولـی اغلب آمیخته‌ای از فنل(C_6H_5OH)، سه ملکول کرزول‌اینرو ($C_6H_4OHCH_3$) و شـش ملکول گزیدنول ازومر ($C_6H_2OH(CH_3)_2$) می‌باشند.

همراه با این مواد فنل‌های حاصل از نفتـالین ($C_{10}H_8$) تحـت نامهـای β,α نفتـل ($\beta \,\&\, \alpha$ *naphtol*) بفرمول ($c_{10}H_7OH$) بکار می‌روند.

فنل خالص بعلت این‌که ماده بسیار فـراری مـی‌باشـد، بـه‌تنهـایی کمتـر مصـرف می‌شود. گاه مواد فنلی را با سود (NaoH) بکار می‌برند در حالی‌که این آمیخته مناسـب نمی‌باشد زیرا فنل با سدیم (سود) تولید کربنات سدیم Na_2Co_3 می‌نمایـد کـه خـواص خوب چوب را مورد تهاجم قرار می‌دهد. در حالیکـه در آمیختـه‌ای از هالوژنهـا (کلـر، فلوئور ....) و یا محلولهای آمونیاکی مواد فنلی اثرات مناسب‌تری می‌دهند نظیر فنـل هـا با مواد No_2, So_3H, NH_2 و یا به‌عنوان مثال مخلوط کردن با فنل‌هـا خاصـیت حفـاظتی فنل‌ها را افزایش می‌دهد و از طرفی خاصیت فرار بودن فنل‌ها را کـاهش مـی‌دهـد و از

---

[4].oil coke

حساسیت فنل‌ها و تجزیه آن ها توسط گازکربنیک هوا کم می‌کند و از سوی دیگر آتش‌گیری آن‌ها را نیز کاهش می‌دهد. در حال حاضر مراکز تولید مواد شیمیایی به ساختن این‌گونه مواد حفاظت چوب تحت نام کلی (xylochemy) فعالیت می‌نمایند.

از مشتقات فنلی همراه با هالوژن‌ها می‌توان پلی کلرفنل‌ها [۱] که در حلال‌های نفتی قرار گرفته‌اند و بوی بد و رنگ بد آن‌ها تعدیل شده‌اند نام برد. از این‌گونه مواد که خواص ظاهری بد آن‌ها اصلاح شده است، می‌توان در حفاظت چوبهای نمائی داخل ساختمان نظیر نجاری‌ها، درب و پنجره، صندوق‌سازی، پارکت‌سازی و قطعات داخل اتومبیل استفاده کرد و حتی گاه آن‌ها را به‌عنوان ضد زنگ و ضد خوردگی فلزات و یا به‌عنوان مواد مبارزه با عوامل مخرب بیولوژیک (پس از هجوم آفات و امراض) بکار می‌برند.

از مواد فنلی، می‌توان منووپلی دیتروفنل‌ها و یا کرزول‌ها و نمک‌های آن‌ها را نام برد. این‌گونه مواد در آلمان توسط کارخانجات بایر [۲] تولید شده و در حفاظت چوب مصرف می‌گردند. به‌عنوان مثال ماده‌ی نیتروفنل‌ها از مواد بسیار قوی و موثر محسوب می‌شوند معهذا گاهی خاصیت خوردگی فلزات و یا منفجره به آنها نسبت داده می‌شود که تا حدودی مصرف آن‌ها را مانع می‌گردد برای اصلاح این خاصیت نامناسب، دی‌نیتروفنل‌ها را با سایر مواد حفاظتی از جمله فلوئورسدیم و یا آنیلین [۳] که حالت دیگری از فلوئورور سدیم ماده ژله مانندی است، بکار می‌برند به‌عنوان مثال دی‌نیتروفنل آنیلین [٤] به‌صورت آمیخته حفاظتی برای حفاظت چوب در روش osmose که دارای حالت خمیری است بکار می‌رود و یا گاه با نمک بازیلیت [٥] که نمک حاصل از بی‌کرمات سدیم (یا پتاسیم)، سولفات مس و فلوئورسدیم می‌باشد و از نام بازیلیوس مالنکوویک [٦] گرفته شده است مخلوط و مصرف می‌نمایند.

۷-۳-٤.مواد حفاظتی تجارتی

۱.Polychlorophenol
۲.Bayer
۳. Aniline
٤.Dinitrophenolaniline
٥. Basilit
٦.Basilius Malenkovic

مواد حفاظتی آمیخته از چندین نمک که در بازارهای تجارتی مورد استفاده قرار می‌گیرند، بسیار زیاد هستند. از آلمان، فرانسه، انگلستان، کشورهای اسکاندیناوی، سوئیس، ایالات متحده آمریکا، استرالیا و ژاپن گرفته تا خیلی از کشورهای دیگر آسیائی و آمریکای لاتین به تهیه و مصرف این‌گونه مواد مشغولند و البته هر کدام هم مدعی هستند که مواد حفاظتی آن‌ها یکی از بهترین مواد می‌باشد. بطور کلی فهرست این مواد با نام‌های مستعار هر ساله اضافه می‌شود و گاهی نیز تعدادی از آن‌ها به‌علت نامناسب بودن از این فهرست حذف می‌شوند.

در آلمان کارخانجات مختلفی در زمینه ساخت نمک‌های تحت عنوان بازیلیت و محلول‌های بازیلیدیوم ، فعال هستند.

در ایالات متحده آمریکا در ایالات میسوری کارخانجات مواد شیمیایی (Monsanto company, st-Louish, Missouri) به تهیه مواد حفاظتی از نوع پلی‌کلروفنل‌ها (santophenes) مشغولند در فرانسه کارخانجات گزیلوشیمی (xylochimie) مواد شیمیایی تحت عنوان کریپتوژیل (cryptogils)، گزیلوفن (xylophenes) و غیره به‌بازار عرضه می‌کند و یا کارخانجات سولوی (solvay) موادی تحت عنوان گزیل آمون (xylamons) که از مواد شیمیایی معروفیست می‌سازد.

در انگلستان کارخانجات هیکسون (Hickson) نمک‌های معروف تانالیت (Tanalites) تولید می‌کند و در کشورهای مختلفی در اروپا و آسیا و آفریقا و استرالیا شعباتی تحت عنوان (Hickson company) دارد.

مجدد در آلمان در شهر مانهایم نمک‌های تحت عنوان (Rutgers satts) و سازنده روغن‌های حفاظتی I.M.P.R.A و مواد مختلف حفاظتی کمپانی کبرا (C.O.B.R.A) بخش اسمز (osmose. Herzimpragn, erungesellschatt) نمک‌های کبرا که آمیخته‌ای از نمک‌های فلوئورسدیم دی‌نیتروفنل آنیلین (Dinitrophenc laniline) و نمک‌های آرسنیو و بیکرماتهای قلیائی و خمیرهای حفاظتی (IMPREGNA) ، تولید می‌نمایند.

بطور کلی کلیه موادی که در مؤسسات فوق‌الذکر ساخته می‌شوند آمیخته‌ای از مواد زیرند:

ـ ضدعفونی‌کننده‌ها و سموم آلی نظیر پلی‌کلروفنل‌ها و دی نیتروفنل آنیلین

ـ ضدعفونی‌کننده‌ها و سموم معدنی نظیر فلوئورسدیم یا پتاسیم بخصوص

ـ مواد تثبیت‌کننده و حتی حفاظتی که اغلب بیکروماتهای قلیائی هستند.

ـ مواد شیمیایی محتوی آرسنیک مثل انیدریدآرسنیو، آرسنیک سدیم و یا آرسنیات سدیم که گاه به‌عنوان مواد کمکی به مواد ذکر شده قبلی برای افزایش خواص حفـاظتی آنها، افزوده می‌شود.

ـ مواد تقطیری حاصل از زغال‌سنگ همچنان اهمیت خود را حفظ کرده‌اند نظیـر کرئوزت که در اغلب کشورهائی که دارای تأسیسات ذوب آهن می‌باشند تهیه می‌گـردد و در ایران نیز چند سالی است که کرئوزت تهیه می‌گردد (در نزدیکی اصفهان، سـپاهان شیمی).

فصل هشتم
روش‌های حفاظت چوب

روش‌های حفاظت چوب بسیار متنوع و متعدد هستند بعضی از آن‌ها بسیار ساده و قابل اجرا در اغلب نقاط با وسائل ابتدائی می‌باشند ولی بعضی دیگر پیچیده و نیاز به وسایل و ماشین‌آلات خاص دارند که در نتیجه در تأسیسات اشباع و آغشتگی قابل اجرا می‌باشند. از نظر مدت عمل حفاظت گاه در چندین ساعت این‌عمل امکان‌پذیر است و گاه نیاز به چند روز، هفته و یا چند ماه دارد. اغلب روش‌های ذکر شده به‌کمک مواد حفاظتی که قبلاً آنها را معرفی کردیم و اصطلاحاً حفاظت شیمیایی گفته می‌شود. امکان‌پذیر است.

۸-۱. روش‌های اشباع (نفوذ عمیق مواد در چوب)[۱]

روش‌های اشباع ممکن است در حالت‌های زیر بر روی چوب انجام پذیرد:

ـ در حالت تازه که چوب‌ها دارای رطوبت زیادی هستند و در واقع در حالت بعد از قطع که هنوز حتی چوب و گرده بینه‌ها را پوست‌کنی نکرده‌اند که در این‌صورت روش مورد استفاده را روش بوشری[۲] می‌نامند و یا این‌که ممکن است روش اشباع در حالت پوست‌کنده در چوب‌های بعد از قطع و تبدیل که باز هم دارای رطوبت زیادی هستند انجام پذیرد که در این حالت آن را روش اسمز[۳] می‌نامند.

ـ در حالت خشک برروی چوب‌های تبدیلی و طبیعتاً پوست‌کنی شده انجام می‌پذیرد و یا حتی برروی چوب‌های خشک تبدیل نشده ولی پوست‌کنی شده امکان‌پذیر است، که این روش‌ها را روش‌های خیساندن و یا اشباع در اتوکلاو (سیلندر اشباع) می‌نامند.

در حالت اول که برروی چوب‌های سبز انجام‌پذیر است، عمل نفوذ ممکن است براثر فشار مایع، ایجاد شده به کمک اختلاف فشار مایع که بالاتر از سطح چوب قرار

۱.Impregnation methods
۲.Bucherie
۳.Osmose Method

گرفته است و به‌کمک نیروی اسمزی که به‌حالت طبیعی در چوب‌های سبز وجـود دارد انجام پذیرد که در واقع همان روش بوشری است.

ـ و یا ممکن است بدون فشار اضافی و تنها به کمک نیروی اسـمزی موجـود در چوب سبز انجام شود. که این روش به‌نام روش اسمز مشهور است، در حالت دوم کـه چوب‌ها با رطوبت کم (حدود ۲۲٪) قابل اشباع هستند به اشکال زیر قابل اجرا است:

ـ تحت تأثیر خلاء و سپس فشار ایجاد شده در سیلندر اشباع که آنـرا روش بتـل می‌نامند.

ـ تحت تأثیر فشار و سپس خلاء کم در داخل سیلندر اشباع برروی چوب اعمال می‌شود، انجام پذیر است که آن را روش روپینگ[۱] می‌نامند.

ـ ممکن است ابتدا یک پیش گرم کردن برروی چوب انجام شود و سپس باعمل تغلیظ که بلافاصله پس از آن می‌باشد، ماده حفاظتی را بدرون چوب وارد سازند که این روش را به‌نام روش کیان [۲] می‌نامند.

نحوه نفوذ مواد به داخل چوب به دو شکل امکان‌پذیر است:

ـ از راه منافذ و تخلخل چوب در جهت محوری که این حالت در روش بوشری در چوب‌های سبز انجام می‌شود، بطوریکه ماده حفاظتی براثر نیروی وارده بتدریج شیره گیاهی را بطرف بیرون می‌راند و خود در طول الیاف در داخل حفرات آن‌هـا جـایگزین می‌شود.

ـ از راه اشعه چوبی و منافذ دیواره جانبی سلولی که بخصـوص نفـوذ در جهـت شعاعی می‌باشد. گاه ممکن است این منافذ را در جهت شعاعی و با به‌هر حال در روی چوب با وسایل و ابزارهایی به‌طور مصنوعی ایجاد کنند. نظیر منگنه زنی چوب و ایجاد شکاف‌های طولی و عرضی در اثر خشک کردن مصنوعی.

در روش‌های خیساندن چوب، اگر چوب تا حدودی رطوبت داشته باشد و یا بـه کمک بخار داغ چوب را تا حدودی آماده نمائیم، عمل نفوذ در روش خیساندن به‌نحـو عمیقی انجام خواهد شد.

---

۱. Rüping
۲. kyan method

در روش‌های کارخانه‌ای و روش بوشری مواد حفاظتی در کل چوب و یا در قسمت چوب برون نفوذ خواهد کرد. و در روش آماده‌سازی به طریق مصنوعی ماده حفاظتی نفوذش تا حد شکاف‌ها و سوراخ‌های ایجاد شده و تا در حوالی و اطراف آن‌هاست.

پس از این مقدمه ذیلاً به توضیح مختصر هر یک از روش‌های ذکر شده می‌پردازیم:

بعد از عمل اشباع، چوب‌های تیری، پوست‌کنی و تسطیح شده و برای خشک کردن، آن‌ها را به مدت حداقل حدود ۳ ماه به شکل خاصی در محوطه دسته‌بندی می‌نمایند.

معمولاً برای تکمیل عمل اشباع قسمت پایه تیر را بعد از خشک کردن باکرئوزت نیز بطور عمیق اشباع می‌نمایند. زیرا قسمت پایه (ته) تیر بیش از بقیه نقاط آن دستخوش تخریب و اضمحلال قرار می‌گیرد این عمل حدود ۱۲ ماه پس از اولین اشباع انجام می‌گیرد.

روش بوشری که البته با عمل تزریق کوئوزت توام می‌گردد یکی از بهترین روش‌های اشباع تیر است که در حال حاضر در کشور فرانسه انجام می‌پذیرد عمل اشباع با سرعت ۱/۵ متر در روز انجام می‌شود. لذا برای یک تیر ۹ متری حدود ٦ روز وقت لازم است و مقدار جذب سولفات در تیر بعد از این مدت حدود ۵/۵ کیلوگرم سولفات مس در یک متر مکعب تیرخواهد بود. به‌عنوان مثال چنانچه یک تیر چوبی کاج که قطر ته آن ۲۵ cm و قطر سرآن ۱۹cm و طول آن ۹ متر باشد، حجم آن حدود ۰/۳٤ متر مکعب ($\frac{1}{3}$ مترمکعب) خواهد شد که میزان جذب مایع آن حدود ۱۸۵ لیتر مایع که محتوی ۱٪ سولفات مس می‌باشد خواهد شد. لذا نهایتاً مقدار جذب سولفات مس در آن ۱/۸۵ کیلوگرم می‌باشد.

عمل نفوذ سولفات مس در تیر بطور عمودی در جهت الیاف (محوری) انجام می‌پذیرد که این عمل تحت‌اثر نیروی ثقل مایع و فشار وارده حاصل از اختلاف ارتفاع بین ته تیر و سطح مایع مستقر در روی پایه مرتفع و نیز براثر نیروی وارده حاصل از وزن مایع داخل مخزن و مضافاً براثر نیروی شعریه و جریان طبیعی که هنوز در چوب سبز (تازه قطع شده) از قسمت پایین به‌طرف بالا برقرار می‌باشد، انجام می‌پذیرد غیر از

نفوذ محوری مایع، عمل نفوذ شعاعی نیز تحت تأثیر فشار اسمزی یعنی اختلاف غلظت مایع سولفات مس با شیره خام گیاهی در تیر انجام می‌پذیرد. به‌هر حال روش بوشری یکی از روش‌هائی است که توسط آن نفوذ عمیق مایع در چوب سبز (تازه) امکان‌پذیر است.

روش بوشری در آلمان و بعضی دیگر از کشورهای اروپایی نیز انجام می‌پذیرد. آلمانی‌ها عقیده دارند که برای حفاظت بهتر لازم است غلظت محلول را ۱/۵٪ گرفت یعنی برای هر متر مکعب تیر ۸ کیلوگرم ماده حفاظتی به‌مصرف برسد. عده‌ای نیز عقیده دارند که این مقدار باید به ۱۰ کیلوگرم برای هر متر مکعب افزایش یابد ولی باید توجه داشت که میزان افزایش سولفات مس هزینه‌های اشباع را بالاتر خواهد برد و احیاناً ممکن است از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نگردد.

البته هنگام اشباع با روش فوق برای تثبیت بهتر سولفات مس و یا افزایش خاصیت حفاظتی آن می‌توان از فلوئورسدیم و انواع بیکرومات‌های قلیایی نیز استفاده کرد و به مقدار کمی (۱/۲٪) بطور مخلوط با سولفات مس بکار برد.

۸-۲.روش اسمز [۱]

این روش اولین بار در ۱۹۳۱ در کشور آلمان توسط (sdchmittutz.c) ابداع شد. در این روش هم چوب‌های تازه قطع شده را بدون آن که پوست‌کنی شوند به کارگاه اشباع حمل می‌نمایند. ولی در هنگام اشباع کردن باید آنها را پوست‌کنی کرد عمل اشباع کردن در این روش شامل از آغشتن سطح چوب پوست‌کنی شده با ماده حفاظتی که به شکل خمیر درآمده می‌باشد عمل آغشتن (اندودن) با وسائل دستی (قلم‌مو) انجام می‌شود. ماده حفاظتی ممکن است متنوع باشد و یا مخلوطی از چند ماده بکار رود آغشتن به‌نحوی است که بین ۱۵۰ تا ۲۰۰ گرم ماده خمیری شکل در سطح یک متر مربع باید بکار رود یعنی تقریباً حدود ٤ کیلو برای هر متر مکعب چوب، مثلاً یکی از مواد حفاظتی که بکار می‌رود،آمیخته‌ای از چند ماده زیر است که برای ٦ لیتر آب باید نسبت‌های زیر به‌مقدار ۱۰ کیلو (مجموعاً) بکار برد:

---

۱. Osmose method

فلوئورسدیم	٪۸۵	برای ۱۰ کیلو در ٦ لیتر آب
دی نیتروفنل آنی لین	٪۱۰	
ماده کلوئیدی (ژله)	٪۵	

بعد از اینکه عمل آغشتن سطحی تیز انجام شد هر ۳٦ اصله تیر(حدود ۱۲ متر مکعب) را در کنار هم قرار داده و آن‌ها را به‌شکل با پروفیل مثلثی در می‌آورند و برروی آن‌ها حفاظ نایلونی یا برزنتی می‌کشند تا باران و آب در آن‌ها نفوذ نکند و مدت سه ماه آن‌ها را باین وضعیت نگهداری می‌نمایند. در این مدت نفوذ به تدریج براثر تبادل بین شیره خام و خمیر حفاظتی در جهت شعاعی در چوب انجام می‌پذیرد، که البته این عمل براثر فشار اسمزی ایجاد شده بین خمیر (با غلظت زیاد) و شیره خام (با غلظت کم)، تحقق می‌پذیرد.

در حال حاضر از ماده حفاظتی با نام مستعارOsmolit Uarsen بیشتر استفاده می‌گردد که در این ماده نسبت مواد بکار رفته به‌شرح زیر است:

فلوئورسدیم	NaF	۲۱ درصد
بیکرومات پتاسیم	$k_2cr_2o_7$	۳ درصد
آرسنیات سدیم	Na_2AS	۲۵ درصد
دی نیتروفنل آنی‌لین	$C_6H_4No_3$	۱۰ درصد
ماده کلوئیدی (ژله)		۵ درصد

معمولاً برای تهیه یک حجم ۱۹ لیتری از ماده حفاظتی مطابق ترکیب فوق، مقدار ۹ لیتر آب و ۱۰ لیتر از ماده حفاظتی به‌کار می‌برند (با نسبتهای فوق) مصرف اسمولیت[۱] که در آن U مخفف بیکرومات و Arsen مخفف آرسنیک است، حدود ٤ کیلوگرم برای هر متر مکعب می‌باشد. این روش خیلی ساده و کم هزینه است و به وسایل و تأسیسات خاصی احتیاج نیست و آب کمی هم مصرف می‌کند و از لحاظ احتیاطات

۱. uarsen

زیست محیطی هم مناسب‌تر است معهذا چنانکه در محوطه بدون سرپناه انجام شود، در فصول بارندگی امکان‌پذیر نیست و از طرف دیگر در هنگام یخبندان هم با اشکال انجام می‌شود، در هوای خیلی گرم نیز نتیجه خوبی نمی‌دهد. لذا محدودیت‌هایی از نظر فصول و مواقع سال ایجاد می‌کند از طرف دیگر باید هماهنگی لازم بین زمان قطع، خروج چوب و عملیات اشباع ایجاد نمود تا چوب‌های قبل از خشک شدن بتوانند اشباع شوند. سطح تیرها بعد از پایان عملیات هم باید یکبار دیگر با وسایل برنده (تیز) صاف و تسطیح شوند از این روش علاوه بر چوب‌های تیری می‌توان برای حفاظت گرده بینه‌های مصرف چوب بری و چوب‌های مرطوب سایر مصارف استفاده کرد.

بعلاوه روشی است که قابل عمل در محوطه‌های کوچک روستائی و مصرف کم چوب برای ساختمان‌سازی می‌باشد (چوب‌های حصارکشی را می‌توان به‌سهولت با این روش حفاظت نمود).

۸-۳.روش کیان [۱]

این روش در سال ۱۸۳۲ توسط یکی از افراد ارتش انگلیس به نام kyan به ثبت رسید. و روش ابتدایی اینکار مشتمل برخیساندن قطعات چوبی به مدت ۸ تا ۱۰ روز در یک حوضچه مملو از محلول سوبلیمه ($Hgcl_2$) یا بیکلرور جیوه به‌غلظت $\frac{1}{150}$ بوده است در این حالت ماده حفاظتی سوبلیمه تنها چند میلی‌متر از سطح خارجی چوب را آغشته می‌کرد و در واقع هیچ‌گونه نفوذی به اعماق چوب نداشت، معهذا به علت خاصیت سمیت شدید سوبلیمه و تثبیت مناسب آن برروی الیاف و اجزاء تشکیل‌دهنده چوب، دوام قطعات آغشته شده با این نمک، عمر طویلی پیدا می‌کرد و بسیار با دوام می‌گشت یکی از معایب مهم این نمک خورندگی فلزات همراه با چوب و سمیت شدید آن برای انسان و حیوانات می‌باشد، لذا مصرف آن توسط انسان همواره با اشکال مواجه می‌شود به خصوص اگر بخواهیم از روش اشباع در سیلندر به جای حوضچه بتنی استفاده نماییم معمولاً در صورت لزوم استفاده از سیلندر اشباع فلزی، باید داخل آن‌را با لایه ضخیمی از قیر پوشانید. یک چنین روشی در سال‌های ۱۹۲۰ در

---

۱. kyanisation

چکسلواکی برای اشباع تیرهای چوبی، تراورس‌های چوبها راه و سایر قطعات چوبی ساختمان استفاده شده است.

در زمان جنگ که به نمک سوبلیمه احتیاج زیاد بوده است، برای حفاظت چوب از آمیخته فلوئورسدیم همراه با سوبلیمه استفاده می‌شده است بطوری‌که ۰/٦٦ درصد سوبلیمه و ۱ درصد فلوئورسدیم برای اشباع چوب بکار می‌برده‌اند و بعد از جنگ جهانی دوم نیز اینکار تا مدتی ادامه داشته است.

برای افزایش عمق نفوذ به بیش از چند میلی‌متر سعی شده است که زمان خیساندن را در سوبلیمه اضافه نمایند ولی مشاهده شده است که نیمی از ماده اشباع و عمق نفوذ در همان روز اول صورت گرفته و در روز دوم بقیه مقدار نفوذ انجام شده است و عملاً بعد از آن ماده‌ای جذب نگردیده و تقریباً عمق نفوذ ثابت مانده است و یا حداکثر $\frac{5}{6}$ مقدار نهایی در این مدت جذب شده است و چنانچه مدت اشباع را به ۳۰ تا ٤۰ روز هم برسانیم، به‌تناسب افزایش مدت، مقدار ماده‌ای که جذب می‌شود بسیار ناچیز است و مدت هفت روز از نظر جذب مقدار ماده و عمق نفوذ مناسب‌تر و اقتصادی‌تر است.

باتوجه به اشکالات جذب این ماده نهایتاً سعی گردید که عمل اشباع در حوضچه‌هایی که درب آن‌ها می‌تواند محکم بسته شده و گرم گردد انجام پذیرد نحوه عمل بدین‌ترتیب است که مایع را در ظرفی آماده می‌نمایند، سپس چوب‌ها را در حوضچه بتنی که درب آن محکم و با وسائل هیدرولیکی بسته می‌شود قرار می‌دهند و بخار با حرارت $100^{\circ}C$ را به مدت ٢٤ ساعت در آن می‌دمند تا چوبها بخوبی گرم شوند، بعد از این مدت محلول سوبلیمه را در حوضچه چوبها که آب داخل آن را خارج کرده‌اند وارد می‌نمایند. سویلیمه درحرارت معمولی (سرد) وارد حوضچه می‌گردد غلظت آن $\frac{1}{150}$ می‌باشد در این روش بخار داغ وارد حفرات چوب می‌گردد و از سطح چوب هوای موجود را به داخل اعماق چوب می‌راند و راه نفوذ را برای سوبلیمه باز می‌نماید و با ورود سویلیمه، این نمک بآسانی وارد حفرات چوب می‌شود و اطراف الیاف را آغشته می نماید. مدت عمل بعد از ورود سوبلیمه به حوضچه و غوطه‌ورکردن چوبها حدود ۱۵ ساعت به‌طول می‌انجامد مقدار جذب ماده حفاظتی در

این روش حدود ۰/٤ کیلوگرم در چوب پیسه‌آ که یک چوب سخت اشباع است، می‌باشد و عمق نفوذ در این چوب از ۲میلی‌متر تجاوز نمی‌نماید. این روش اصلاح شده که سوبلیمه عمیق‌تر در چوب نفوذ می‌نماید به روش کیان عمیق معروف است.

در بعضی از کارگاه‌های اشباع باز هم روش فوق را اصلاح کرده‌اند بدین ترتیب که هنگام بخاردادن چوب به همراه بخار ماده رزینی را بصورت محلول برروی چوب می‌پاشند که نام این رزین‌تری‌کلراتیلن[۱] می‌باشد. در این روش مقدار جذب ماده سوبلیمه توسط چوب کاج به حدود ۱ کیلوگرم و در چوب پیسه‌آ بین ۰/٦ تا ۰/۸ کیلوگرم در هر متر مکعب می‌رسد.

روش اصلاح شده دیگری که برای اشباع چوب توسط سوبلیمه بکار می‌برند، عبارتست از حرارت دادن چوب در ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد که در حالت اخیر چوب‌ها شکاف برمی‌دارد و در هنگام اشباع ماده حفاظتی در زمان کوتاه و مقدار زیادتری در چوب نفوذ می‌نماید، از روش کیان در آلمان زیاد استفاده می‌گردد و با این روش چوب‌های کاج را اشباع می‌نمایند. در فرانسه هم از این روش برای اشباع چوب‌های ساپن (نراد)، پیسه‌آ و لاریکس استفاده می‌نمایند و بخصوص تیرهای مخابراتی اشباع شده با این روش را یکبار دیگر، در قسمت انتهایی آنها را کرئوزت آغشته و عمل اشباع را تکمیل‌تر می‌نمایند. در فرانسه اشباع با روش کیان را عمل کیانیزاسیون می‌نامند و چنانچه اشباع با این روش تقریباً عمیق انجام پذیرد آنرا کیانیزاسیون عمیق می‌نامند.

۸-٤. سایر روشهای اشباع بطریقه خیساندن

علاوه برروش‌های ذکر شده فوق (کیان) که چوب در حالت غوطه‌وری و غرقه شدن در ماده حفاظتی قرار می‌گیرد روش مرطوب کردن یا خیس کردن چوب با ماده حفاظتی نیز وجود دارد. اغلب در این روش‌چوب‌هائی که در سر اره و یا اره‌های ثانویه بر قطعات نازک‌تر و کوچک‌تر تبدیل شده‌اند و هنوز تا حدودی رطوبت دارند. به‌طور خیلی ساده در محلول‌های حفاظتی به مدت کوتاه خیس یا مرطوب می‌شوند تنها کافیست که قطعات تبدیلی در اره‌های مختلف، قبل از دسته‌بندی، از ظروف محتوی ماده حفاظتی عبور داده شوند و در واقع طی چند ثانیه از داخل آن‌ها بگذرند.

---

۱. Trichlorethylene

این قطعات سپس در محوطه‌ای قبل از دسته‌بندی نهایی، چیده می‌شوند تا مواد حفاظتی اضافی که قطره‌قطره در حال چکیدن هستند جمع‌آوری و مجدد به مخزن برگردند مواد حفاظتی که در این روش مصرف می‌شوند منحصراً مخلوطی ار نمک‌های محلول در آب و با مواد آلی و اغلب با نام‌های xylamons , cryptogil هستند که شرح آن‌ها قبلاً داده شده امروزه اغلب چوبهای ساختمانی که در زیر شیروانی بعنوان داربست یا خرپا بکار می‌روند و در معرض آبشوئی و یا در تماس باخاک نیستند.

این روش در کشورهاتی اروپایی یکی از روش‌های کم هزینه و مؤثر می‌باشد این روش برای چوب‌های سوزنی برگ، بخصوص کاج نتایج بسیار رضایت‌بخشی داده است.

۸-۵. روش‌های اشباع عمیق[۱]

۸-۵-۱. روش بتل[۲]

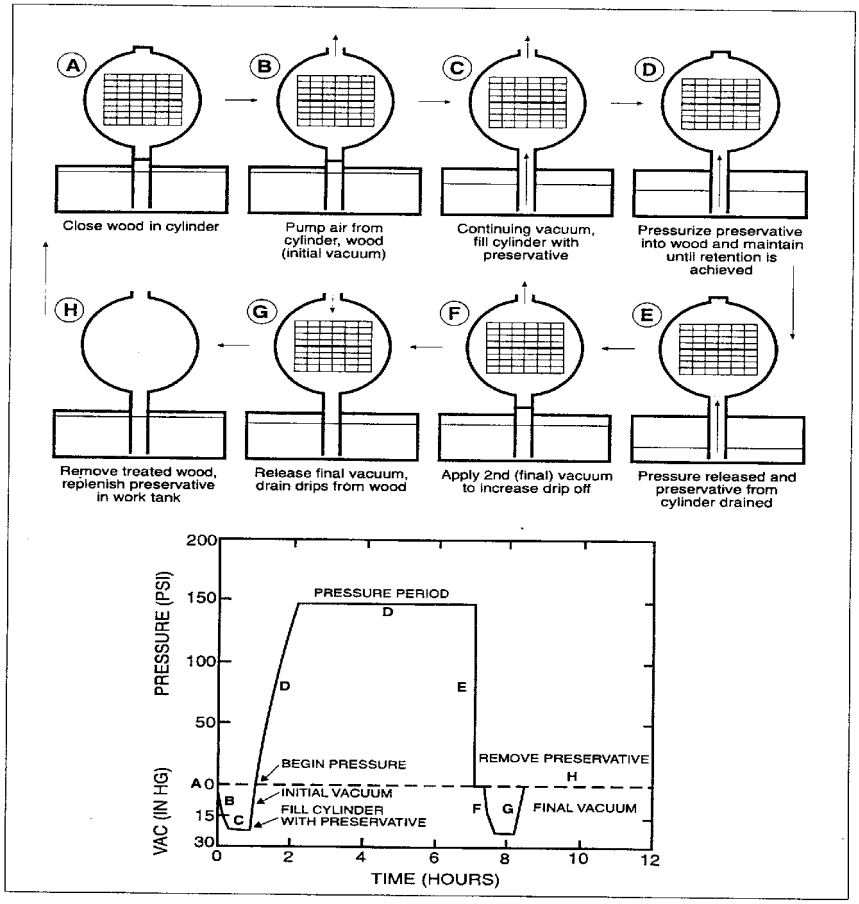
در سال ۱۸۳۱ یک نفر فرانسوی به‌نام Breant با تزریق مواد به‌طرز خاصی توانست ماده حفاظتی را بطور عمقی در چوب وارد نماید. در واقع او از یک ظرف سربسته که به‌طور متناوب تحت تأثیر خلاء و فشار قرار داده بود توانست این‌کار را عملی سازد.

۱. Impregnation methods
۲. Bethell

شکل ۸-۱: نمای یک کارخانه اشباع چوب.

عمل فوق‌الذکر که گام مهمی در امر اشباع چوب محسوب می‌گشت توسط W.Bumnett در ۱۸۳۸ ابعاد صنعتی به‌خود گرفت که وی در این هنگام از کلروروی ($zncl_2$) استفاده کرد. ولی بعداً توسط J.Bethell کامل‌تر گردید به‌طوری‌که وی توانست برای اشباع چوب از ماده کرئوزت استفاده نماید. بعدها این روش که هنوز هم رایج است به روش بتل یا روش خلاء فشار و یا روش سلول پر معروف گردید.

شمای تأسیسات اشباع برروش بتل در شکل بعد نشان داده شده‌است. (شکل ۸-۲)



شکل ۸-۲: فرآیند اشباع چوب به‌روش سلول پر.

ذیلاً به‌نحوه عمل در روش بتل برای اشباع تراورس چوبی بلوط و راش با ماده کرئوزوت اشاره می‌گردد:

در مورد تراورس راش:

-پرکردن سیلندر و اشباع توسط قطعات چوبی حدود یک ساعت

ـ افت فشار طی ۲۰ دقیقه در حد ۰/۷ اتمسفر (فشار منفی)

ـ ثابت نگهداشتن خلاء در حد ۰/۷ اتمسفر به مدت ۲۰ دقیقه

ـ حذف خلاء طی ۱۵ دقیقه

(مجموعاً ۵۵ دقیقه)

ـ ایجاد فشار:

ـ افزایش فشار از وضعیت عادی به حد ۹ اتمسفر طی ده دقیقه

ـ ثابت نگه‌داشتن فشار در حد ۹ اتمسفر طی ۹۵ دقیقه

ـ حذف ناگهانی فشار و بازگرداندن به وضعیت عادی

(مجموعا ۱۰۵ دقیقه)

ـ تخلیه:

ـ تخلیه سیلندر اشباع حدود یکساعت

در مورد تراورس بلوط:

پرکردن سیلندر اشباع توسط قطعات چوب حدود یک‌ساعت:

ـ ایجاد افت فشار طی ۲۰ دقیقه تا ۰/٦٥ اتمسفر (فشار منفی)

ـ ثابت نگهداشتن خلاء در ۰/٦٥ اتسمفر به‌مدت ۱۵ دقیقه

ـ حذف خلاء طی ۱۵ دقیقه و بازگرداندن به وضعیت نرمال (مجموعاً ۵۰ دقیقه)

ـ ایجاد فشار:

ـ افزایش فشار از وضعیت نرمال (فشار هوای معمولی) به حد ۹ آتمسفر طی ۱۲ دقیقه

ـ ثابت نگهداشتن فشار در حد ۹ آتمسفر بمدت ٦۱۰ دقیقه

ـ حذف فشار و رسانیدن بوضعیت نرمال طی ۱۲ دقیقه (مجموعاً ۷۰ دقیقه)

ـ تخلیه سیلندر اشباع حدود یک ساعت از تراورس

لذا برای یک دوره اشباع تراورس بلوط حدود ۱۲۰ دقیقه (۲/۱۵ ساعت) وقت در دیگ لازم است توضیح این‌که اشباع چوب بلوط فقط در قسمت چوب برون آن امکان‌پذیر است با احتساب یک ساعت پرکردن و یک‌ساعت تخلیه سیلندر کل زمان برای یکدوره ٤ ساعت و ۱۵ دقیقه منظور می‌شود.

لذا برای یک دوره اشباع تراورس راش حدود ۱٦۰ دقیقه (سه ساعت) وقت در دیگ لازم است توضیح این‌که تراورس راش که به‌طریقه فوق اشباع می‌گردد باید فاقد دل قرمزی باشد. با احتساب یک ساعت پرکردن و یک ساعت تخلیه سیلندر، کل زمان برای یک دوره اشباع حدود ۵ ساعت منظور می‌گردد.

در هر دو حالت ذکر شده، برای بلوط و برای راش، مقدار رطوبت چوبها باید بین ۲۲ تا ۲۵٪ (برمبنای وزن خشک چوب) باشد.

در این روش مقدار ماده جذب شده در مدت ۱۰ دقیقه تحت فشار ٦ اتمسفر توسط تیرهای کاج حدود ۳۰۰ تا ٤٥٠ لیتر در هر متر مکعب است. برای تراورس چوبی راه آهن تهیه شده ار چوب بلوط، مقدار جذب در مدت ۲ ساعت و ده دقیقه برابر ۷۰ لیتر در هر متر مکعب و مقدار جذب ماده توسط چوب راش در مدت سه ساعت برابر ۳۲۵ لیتر می‌باشد.

بدین ترتیب ملاحظه می‌گردد که این روش یک عیب بسیار بزرگ دارد و آن مقدار زیاد جذب ماده حفاظتی توسط چوب می‌باشد که ممکن است از نظر اقتصادی مقرون به صرفه نباشد و همان‌طور که دیده شد برای چوب کاج و راش بیش از ۳۰۰ لیتر در هر متر مکعب می‌باشد ودر عمل مشاهده می‌شود که تیرهای اشباع شده با کرئوزت با روش بتل (بتلیزه) بعد از عملیات بخصوص اگر محیط گرم باشد، بسیار آلوده‌کننده است و از آن کرئوزت قطره‌ـ قطره می‌چکد و لذا برای اصلاح این عمل، در پایان عملیات و قبل از خروج تیر یا تراورس چوبی از سیلندر اشباع، حدود ۲۰ دقیقه خلاء ایجاد می‌کنند تا اضافه کرئوزت از چوب‌ها خارج گردد و سطح آن ها به‌حالت تمیزی درآید.

در روش بتل که براساس استفاده از کرئوزت پایه‌گذاری شده است، می‌توان از نمک سولفات مس یا کات‌کبود ($Cuso_{٤,٥}H_{٢}o$) استفاده کرد، به‌عنوان مثال برای چوب کاج دریائی[۱] این روش توصیه می‌شود، و در فشار ۸ اتمسفر، سولفات مس به‌غلظت ۱/۵٪ حدود ۵/۵ کیلوگرم در متر مکعب جذب می‌گردد.

شخصی به‌نام W.Burnnett در سال ۱۸۳۸ از کلرور روی ($z_{n}{}_{٢}cl_{٢}$) بغلظت ۳/۵٪ برای اشباع تراورس چوبی بلوط استفاده کرد. البته در مقایسه با بلوط، تراورس‌های چوبی راش و کاج در حدود سه برابر بلوط از ماده مذکور جذب نمودند. بعدها این روش در سطح وسیعی در زمان جنگ جهانی دوم (۱۹٤٥ ـ ۱۹۳۹) رواج پیدا کرد و در آن هنگام چوب‌های مورد مصرف تهیه واگن‌های چوبی را با ماده تانالیت که آمیخته‌ای از نمک‌های کرم ـ مس و آرسنیک است و یا با ماده بازیلیت که به‌جای آرسنیک (در نمک قبلی) نمک فلوئورسدیم به همراه کرم و مس می‌باشد، استفاده و اشباع نمودند.

---

۱. Pinus pinaster

۸-۵-۲.روش دسه موند[۱]

روش اصلاح شده دیگری از روش بتل در فرانسه بکار می‌رود که به روش دسته موند معروف است، در این روش ابتدا تیرهای چوبی با کلرور روی اشباع شده و در پایان با یک عمل خلاء، ماده اضافی را از داخل تیر بیرون کشیده و آن را خالی و تمیز می‌کنند، سپس مجدداً تحت تأثیر فشار یک بار دیگر تیر را با ماده حفاظتی کرئوزت اشباع می‌نمایند و در پایان یک بار دیگر عمل پاکسازی سطح تیر را با ماده حفاظتی کرئوزت به انجام می‌رسانند. در این روش تیرهای چوبی کاج به‌طرز بسیار عمیقی (تا حدود مغز) از ماده حفاظتی کلرور روی اشباع می‌شوند و از طرف دیگر سطح چوب نیز با ماده کرئوزت آغشته می‌شود، در پایان عملیات هنگام خروج ماده اضافی از چوب، یک مخلوط از کرئوزت و کلرور روی بدست می‌آید که تقریباً غیر قابل استفاده برای عملیات بعدی است.

۸-۵-۳.روش روپینگ[۲]

بعد از حدود هفتاد سال از ابداع روش بتل در فرانسه روش اصلاح شده دیگری که تقریباً معکوس روش بتل می‌باشد در سال ۱۹۰۲ برای اشباع چوب اجرا گردید این روش که از نظر اقتصادی خیلی کم‌هزینه‌تر می‌باشد ماده حفاظتی را در حدکمتری به مصرف می‌رساند و چوب‌هایی که از نظر اشباع‌پذیری مشکل چندانی ندارند، کاملاً با آن قابل اشباع هستند. لازم به توضیح است که در این‌گونه چوب‌ها، مصرف کمتر ماده حفاظتی هیچ‌گونه خللی در قدرت حفاظتی مواد یا بعبارت دیگر در آستانه سمیت آنها وارد نمی‌سازد.

تأسیسات اشباع برای انجام این روش همان تأسیسات اشباعی است که برای روش بتل بکار می‌رود با این تفاوت که در این روش ابتدا، عمل فشار انجام می‌پذیرد و پس از فشردن مایع حفاظتی در داخل چوب در پایان یک خلاء کوتاه انجام شده و اضافه مواد حفاظتی از داخل مکیده می‌شود. (شکل۸-۳)

به‌خاطر نفوذ مقدار کمتر ماده حفاظتی در چوب این روش بنام سلول خالی نیز معروف است[۱] پس از انجام عملیات مقدار کرئوزت یا ماده حفاظتی که در چوب باقی

---

۱. Dessmond method
۲.Ruping method

می‌ماند در تیرهای کاج حدود ۱۲۰ کیلوگرم در متر مکعب در تراورس بلوط حدود ۳۰ کیلوگرم در هر متر مکعب (۲ تا ۳ کیلو برای هر تراورس) در حالی‌که این مقدار در روش بتل به‌ترتیب برای تیر کاج حدود ۳۵۰ کیلو و برای تراورس بلوط حدود ۷۰ کیلوگرم در هر متر مکعب می‌باشد.

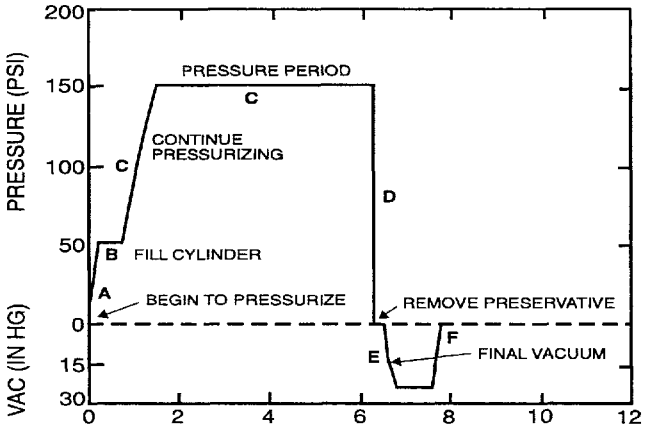
البته قابل ذکر است که در این روش زمان اعمال فشار و طول دوره اشباع بیشتر است یعنی بجای ۲/۱۵ ساعت باید سه ساعت و نیم وقت در نظر گرفت.

در مورد چوب راش از روش روبینگ مخصوصی استفاده می‌شود که در آن عملیات دوبار متوالی انجام می‌پذیرد و از این لحاظ آن را روپینگ مضاعف یا روپینگ دوبل[۲] می‌نامند. در پایان این روش مقدار جذب مواد حفاظتی در هر متر مکعب چوب راش حدود ۱۷۵ تا ۲۰۵ کیلوگرم می‌باشد. در حالی‌که این مقدار در روش بتل حدود ۳۲۵ کیلوگرم ماده می‌باشد یعنی نسبت به روش بتل بیش از $\frac{1}{3}$ وزن ماده حفاظتی در روش روپینگ صرفه‌جوئی می‌گردد. قابل ذکر است که در روش روپینگ مضاعف، مدت اشباع طولانی‌تر است و بجای ۳ ساعت در روش بتل باید ۷ ساعت و ۲۵ دقیقه وقت برای روش روپینگ دوبل منظور نمود که البته این وقت اضافی در مقایسه با ماده حفاظتی به صرفه‌تر است، زیرا در انجام عملیات، زمان پر و خالی کردن سیلندر اشباع در هر دو روش یکسان است یعنی این‌که از نظر نیروی کارگر، هیچ‌گونه اضافه هزینه‌ای انجام نمی‌پذیرد، و فقط وقت دستگاه اشباع است که اختصاص می‌یابد و نهایتاً ممکن است سالانه تعداد تراورس کمتری را با این روش (روپینگ دوبل) اشباع نمود که البته در حال حاضر در ایران مسأله خاصی بوجود نمی‌آورد.

ذیلاً نحوه عمل در روش روپینگ (دوبل) برای اشباع تراورس چوب‌های بلوط و راش توضیح داده می‌شود.

---

۱. Empty cellule
۲. Double Rüping



شکل ۸-۳: فرایند اشباع چوب توسط روش سلول خالی.

الف: در مورد تراورس بلوط:

ـ پرکردن سیلندر یا دیگ اشباع به مدت یک ساعت توسط تراورس.

ـ مرحله اعمال فشار:

افزایش فشار از وضعیت نرمال(فشار جو، یا فشار آتمسفر یک) بتدریج انجام می‌پذیرد و تا حد ۳ اتمسفر (کیلوگرم) طی تقریباً ۱۰ دقیقه می باشد. این حد فشار را حدود ۱۰ دقیقه ثابت نگه داشته و همزمان ماده حفاظتی در داخل سیلندر اشباع تزریق می‌گردد پس از پر کردن سیلندر یا ماده حفاظتی، فشار را افزایش داده و طی تقریباً ۵ دقیقه به ۷ اتمسفر (کیلوگرم) می‌رساند در این مرحله فشار ۷ اتمسفر باید حدود ۱۱۵ دقیقه ثابت نگهداشته شود.

ـ مرحله اعمال خلاء:

افت فشار را طی ۱۰ دقیقه به حد اتمسفر می‌رسانند پس از آن عمل ایجاد خلاء تا حدود ۰/۷ آتمسفر (۰/۷ کیلوگرم) طی ۱۰ دقیقه انجام و مدتی حدود ۲۰ دقیقه به همین ترتیب نگه‌داشته می‌شود و در پایان مجدداً فشار را بحد اتمسفر می‌رسانند.

ملاحظه می‌گردد که در مجموع حدود ۳ ساعت و چهل دقیقه این دوره بطول می‌انجامد.

ـ تخلیه دیگ حدود یک ساعت از تراورس:

لذا به مدت ۳ ساعت و چهل دقیقه، دو ساعت هم زمان پر و خالی کردن دیگ را باید افزود و بدین ترتیب کل مدت عملیات ۵ ساعت و چهل دقیقه به‌طول می‌انجامد لازم به تذکر است که ماده حفاظتی پس از پایان مرحله فشار را از داخل دیگ به مخزن کرئوزت یا ماده حفاظتی عودت داده می‌شود.

ب: در مورد تراورس راش:

ـ پرکردن دیگ حدود یک ساعت توسط تراورس

ـ مرحله انجام فشار:

دراین مرحله فشار دیگ از حد اتمسفر افزایش یافته و طی تقریباً ده دقیقه به حدود۳ اتمسفر می‌رسد در این هنگام ماده حفاظتی که تحت فشار بیشتری است به داخل دیگ تزریق می‌شود فشار حدود ۳ اتمسفر را به مدت تقریباً ۳۰ دقیقه ثابت نگهداشته و بعد از آن را افزایش می‌دهند و طی مدت ده دقیقه به حدود ۸ اتمسفر می‌رسانند سپس آن را در این حد از فشار مدت ۷۰ دقیقه ثابت نگهداشته و اجازه می‌دهند تا ماده حفاظتی کاملاً به‌داخل چوب نفوذ نماید. لذا این مرحله کلاً ۱۱۰ دقیقه بطول می‌انجامد.

ـ مرحله انجام خلاء:

فشار را از روی دیگ حذف و طی ده دقیقه آن‌را به‌حالت معمولی در حد فشار هوای عادی می‌رسانند سپس عمل خلاء طی ده دقیقه تا حدود ۰/۷ آتمسفر (۰/۷ ـ کیلوگرم) انجام و مدت تقریباً ده دقیقه هم آن را به همین منوال می‌گذراند.

لذا دوره اشباع مرحله اول کلا ۱۳۰ دقیقه بطول می‌انجامد.

همان‌طور که ذکر شد، برای چوب راش عمل اشباع روپینگ دوبار متوالی انجام می‌شود، لذا عمل فوق یکبار دیگر انجام می‌پذیرد (با این تفاوت که دربار دوم فشار اولیه تا ٤ اتمسفر اضافه شده، در این هنگام مدت ۳۰ دقیقه ثابت نگهداشته شده و ماده حفاظتی تزریق می‌گردد و بعد از آن فشار تا حد ۹ اتسمفر اضافه شده و طی ۱۷۰ دقیقه ثابت نگهداشته می‌شود سپس فشار حذف، ماده حفاظتی به مخزن ذخیره عودت داده شده و حدود ۰/۷ آتسمفر خلاء طی ده دقیقه انجام و مدت ۲۰ دقیقه هم در این‌حالت گذارده می‌شود سپس درب دیگ باز می‌گردد لذا ملاحظه می‌شود که برای بار دوم

مدت عملیات اشباع طولانی‌تر و به‌حدود ۲٤۰ دقیقه (٤ ساعت) بالغ می‌گردد در نتیجه کل عملیات اشباع مدت ۸ ساعت و ده دقیقه بطول می‌انجامد .

ـ تخلیه دیگ از تراورس حدود یک ساعت.

۸-۵-٤.روش استراد [۱] و روش توام خشک کردن و شکاف دادن

روش‌های اشباع عمیق که شرح آن‌ها گذشت نظیر روش بتل، دسه موند، روپینگ و روپینگ دوبل برای چوب‌های راش، بلوط، چوب‌های سبک پهن‌برگان، کاج‌ها و لاریکس بخوبی قابل اجرا می‌باشد و بیشتر قسمت برون چوب گونه‌های ذکر شده را اشباع می‌نماید. البته از نظر تئوری ممکن است این روش‌ها برای چوب‌های پیسه‌آ و آبیس هم قابل توصیه باشد ولی عملاً مشاهده می‌گردد کارائی روش‌های مذکور برای دو گونه اخیر مناسب نیست.

لذا روش مناسبتری برای تکمیل روشهای ذکر شده قبل از انجام اشباع عمیق، یعنی در مرحله آماده‌سازی چوب‌های پیسه‌آ و آبیس بکار می‌رود که استراد خوانده می‌شود استراد کلمه‌ای قلمه‌ایست که در حوزه کشورهای مدیترانه اروپایی به آب‌وهوای خاص در زیر آفتاب سوزان گفته می‌شود. (خورشید تابان مدیترانه) در واقع چون در چنین شرایطی چوب شکافته می‌شود و خشک می‌گردد نام این روش نیز به استراد معروف است. در این روش ابتدا تیرهایی که لازم است اشباع شوند کاملاً پوست‌کنی و خراطی شده و سپس دسته بندی می‌گردد بعد از مدتی درست قبل از قرار گرفتن در سیلندر اشباع، آن‌ها را مدت ٤۸ ساعت (حداقل) از داخل یک کوره گرم که حرارت آن بین $80^{\circ}c$ تا $100^{\circ}c$ می‌باشد، عبور می‌دهند در این حالت شکاف‌های طولی و در جهت شعاعی در تیرها نمایان می‌گردد این عمل را استراد کامل می‌نامند ممکن است فقط ۱۵ ساعت از کوره عبور داده شوند که در این حالت آن را روش خشک کردن و شکاف دادن می‌نامند تیرها بلافاصله پس از خروج از کوره در حالیکه گرم هستند و شکافدار می‌باشند به سیلندر اشباع هدایت شده و با روش استراد کامل بین ۱٦۰ تا ۱۸۰ لیتر کرئوزت در هر متر مکعب جذب می‌کنند و در حالتی‌که تنها خشک

۱.Estrad Method

شده باشند (حدود ۱۵ ساعت)، حدود ۱۲۰ لیتر کرئوزت در هر متر مکعب جذب می‌نمایند.

پس از اشباع ممکن است شکاف‌ها ترمیم شوند و پس از دسته‌بندی و یا استقرار در محل مصرف مجدداً شکافته شوند که شکافته شدن مجدد آن‌ها هیچ‌گونه صدمه و ضعفی در تیر آشکار نمی‌سازد زیرا سطوح شکافته شده کاملاً اشباع شده از کرئوزت می‌باشد و بعلاوه شکافهای طولی هیچ‌گونه کاهش تحمل نیرو را در تیر ایجاد نمی‌نماید زیرا سطح مقطع تیر همواره ثابت است.

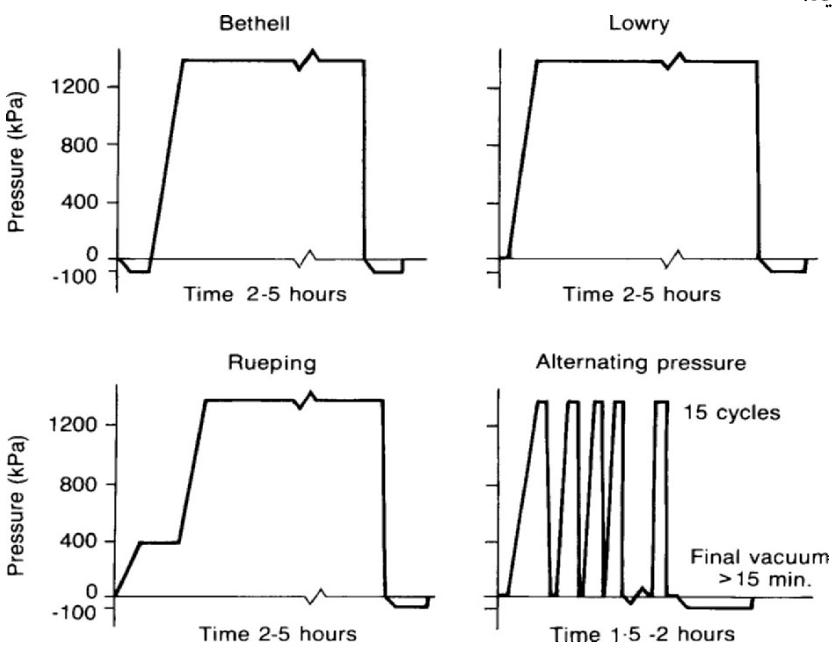
روش استراد برای تکمیل اشباع عمیق می‌تواند برای سایر چوب‌های سخت اشباع هم بکار رود ولی همواره باید توجه کرد تا هنگام خشک کردن و شکاف دادن تیرها عملیات زیاد شدید نباشد و شرایط حرارتی و تهویه کوره کاملاً کنترل و طبق دستورالعمل‌های از پیش تنظیم شده برای چوب‌های مختلف انجام پذیرد و همواره از رطوبت‌سنج‌های الکتریکی برای کنترل رطوبت تیر در هنگام ورود و خروج و قبل از اشباع استفاده گردد.

لازم به توضیح است که برای صرفه‌جوئی در مصرف انرژی حرارتی، تیرهای مربوطه و یا قطعات چوبی قبلاً مدتی در هوای آزاد و یا در زیر سرپناه انبار گردند و به ترتیب تاریخ تقدم ورود مورد تیمار قرار گیرند.

۸-٦. روش‌های دیگر اشباع عمیق

علاوه بر روش‌های ذکر شده در بعضی از کارخانجات که تأسیسات اشباع آن‌ها قابل عمل برای هر گونه روش اشباع در حالت فشار ـ خلاء ـ سرد ـ گرم و ... می‌باشد. (شکل۸-٤) ممکن است مراحل مختلف اشباع آزمایش و برای گونه‌های مختلفی بسته به ابعاد و ساختمان آن‌ها، تنظیم گردد و در این حالت حتی دو روش بتل و روپینگ بطور توأمان انجام پذیرد و یا همراه با آن‌ها روش استراد هم بکار گرفته شود و یا مثلاً در روش روپینگ عملیات افزایش فشار به صورت مرحله‌به مرحله (پلکانی) انجام پذیرد و یا گرم کردن در روش اشباع با کئروزت در هر مرحله از فشار (پل‌کانی) به مقدار معینی انجام شود و ... غیره در کلیه این حالات و روش‌ها سه اصل مهم باید مورد توجه قرار گیرد، **اولاً** این‌که خواص فیزیکی و مکانیکی چوب از حد قابل قبول

پائین‌تر نیاید، **ثانیاً** اشباعی که جهت حفاظت انجام می‌پذیرد به‌طور مناسب و با اعتماد و اطمینان انجام پذیرد و اطمینان انجام پذیرد و **ثالثاً** از لحاظ اقتصادی به صرفه و صلاح باشد و هزینه‌های اشباع قابل رقابت و در محاسبات مربوطه از حد معینی تجاوز ننماید.



شکل ۸-٤: فرایندهای متفاوت اشباع چوب در روش‌های پرفشار

۸-۷. روش اشباع مضاعف ته تیر

این روش برای احتیاط بیشتر حفاظتی در مورد تیرهائی که بطریقه کیان و یا یک بار به روش بوشری اشباع شده‌اند، انجام می‌پذیرد عمل اشباع ته تیر در داخل سیلندرهای پاندولی انجام می‌شود. این سیلندر در قسمت یک متری از انتهای خود به وسیله دو گیرنده چرخنده می‌تواند از حالت افقی به حالت عمودی درآید، حرکت سیلندر طی یک زاویه ۹۰° ممکنست به کمک کابل و چرخ‌دنده انجام پذیرد در ابتدا که تیرها را در داخل سیلندر قرار داده‌اند حدود ۰/۷ آتمسفر (۰/۷ ـ) خلاء ایجاد می‌کنند و در همین حال کرئوزت بداخل سیلندر که تیر در آن بطور عمودی قرار دارد تزریق

می‌نماید سپس مجدداً فشار داخل سیلندر را افزایش داده و برحسب گونه در ته تیـز در حدود یکصد لیتر کرئوزت اضافه برمواد اشباع قبلی تزریق می‌نمایند.

۸-۸. روش افزودن عمر مفید قطعات نصب شده

این روش اغلب برای افزودن عمر مفید تیرهای سرپا که چندین ده سال از تاریخ استقرار آن‌ها در زمین می‌گذرد، انجام می‌شود، یکی از روشهائی که طی سالهای زیادی در آلمان انجام می‌پذیرفت روش نوار پیچی[۱] است که از ۱۹۲۸ بکار می‌رود.

۸-۸-۱. نوار پیچی

در این روش قسمت یقه و حدود ۳۰ سانتی‌متر پایین‌تـر و بـالاتر از آن‌را چـه در قسمت داخل خاک و چه در قسمت بیرون از خاک، بتوسط نوارهای پارچـه‌ای آغشـته بمواد حفاظتی و مواد ضد رطوبت نوار پیچی می‌نمایند بدین ترتیـب کـه نـوار داخلـی آغشته به مواد حفاظتی و نوار خارجی روی آن که در تماس بیشتر با خاک و هوا قـرار دارد عایق رطوبت است این روش هنوز هم در بعضی از مناطق اروپـا رایـج مـی‌باشـد. مواد حفاظتی می‌تواند از نمک‌های محلول در آب و یا مـواد آمیختـه روغنـی ــ نمکـی باشد. ولی در قسمت خارجی باید از مواد قیری شکل ضد رطوبت بکار رود.

۸-۸-۲.روش کبرا[۲]

در این روش به‌کمک یک دستگاه شبیه پمپ گریسکاری اتومبیل که در داخـل آن مواد حفاظتی بحالت خمیری شکل قرار داده می‌شود، و بکمک یک دسته که‌بـرروی آن فشار وارد می‌گردد و بحالت پیستون برروی ماده حفاظتی داخل پمپ پرس شده و ماده را ازنوک سوزنی که سوراخ دار می‌باشد، از دهانه پمپ خارج و بداخل تنه تیـر تزریـق می‌نماید.

در این روش نیز باید محلی از تیر را که در معرض تخریب شدید قرار دارد یعنی حدود ۳۰cm پایینتر از یقه ۳۰cm بالاتر از یقه تیر را پس از طی چندین ده سال مجـدداً حفاظت نمود. معمولاً در این روش گرداگرد تیر را در محلی که نام برده شد به تعدادی

---

۱. Bandage
۲. Cobra method

(۷۰ تا ۱۲۰) سوراخ زده و ماده حفاظتی بعمق حدود ٦ تـا ۷mm و قطـر ۲mm بـه آن تزریق می‌کنند مواد حفاظتی که در این روش بکـار مـی‌رود اغلـب نمـک‌هـای آمیختـه به‌عنوان مثال (فلوئور ـ ارسنیک ـ کرم ـ دی‌نیتروفنل‌آمین) می‌باشد و چون روش تزریق همانند نیش زدن و یا زبان زدن مارکبرا می‌باشد، روش مذکور نیز روش کبرا خوانده می‌شود.

البته روش افزودن عمر مفید در تراورس‌های در حال کار نیز به کمک اسـپری یـا مه‌پاشی با نمک‌های حفاظتی نیز امکان‌پذیر می‌باشد گاه این عمل را با سـوراخ زدن در سطح تراورس و ریختن مواد روغنی (کرئورت) داغ بوسیله قیف انجام می‌دهند.

شکل ۸-۵: نحوه تیمار چوب‌آلات ساختمان نصب‌شدهٔ در معرض خطر پوسیدگی.

منابع فارسی

۱. پارساپژوه،د، تکنولوژی چوب، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳٦۷.

۲. حجازی، ر، چوب‌شناسی و صنایع چوب، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳٦٤،

۳. نیلوفری، پ، چوب‌شناسی، انتشارات دهخدا،۱۳٦٤

منابع لاتین

۱. Barry A.Richardson, wood preservation, Taylor& Francis e- Library,۲۰۰۳.

۲.Diana Roll,Comerical wood preservation study Guide,ohio department of Agriculture August ۲۰۰۳.

۳. Thomas Milton, The preservation of wood, Minnesota Extension Service.

This document was created with Win2PDF available at http://www.daneprairie.com.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.