



چوب شناسی و حفاظت

چوب

دکتر وحید تذکر رضایی

مهندس رضا حسین پورپیا

دکتر اسماعیل یساری

من یشکر المخلوق لم یشکر الخالق

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

وخید تذکررضایی

بهار ۱۳۹۱

فهرست

بخش اول

فصل ۱: ساختمان چوب

- ۱-۱. تعریف گیاه‌شناسی ۳
- ۲-۱. تعریف تجارتي ۳
- ۳-۱. تعریف صنعتي ۳
- ۴-۱. روش کار کامبیوم ۵
- ۵-۱. حلقه های رويش ۸
- ۶-۱. چوب پايان، چوب آغاز، چوب بهاره و چوب تابستانه ۹
- ۷-۱. دواير نادرست ۱۰
- ۸-۱. دواير بريده ۱۱
- ۹-۱. چوب درون و چوب برون ۱۱

فصل ۲: طبقه بندی گیاهان چوبي

- ۱-۲. اختلاف عمده سوزنی برگان و پهن برگان ۱۸
- ۱-۱-۲. پراکندي ۱۸
- ۲-۱-۲. توليد مثل ۱۹
- ۳-۱-۲. شکل درخت ۱۹
- ۲-۲. نیاز درخت ۱۹
- ۳-۲. مشخصات چوب ۲۰
- ۴-۲. ساختمان بافت چوبي ۲۰
- ۱-۴-۲. آوندها ۲۱
- ۲-۴-۲. فیبرها ۲۱
- ۳-۴-۲. تیل ۲۲
- ۴-۴-۲. پره چوبي ۲۲
- ۵-۴-۲. پارانشيم طولی ۲۲

۲۴	.....۵-۲.نقوش چوب
	بخش دوم: حفاظت چوب
	فصل ۳ : تاریخچه حفاظت چوب
۳۵	.....۱-۳. اهمیت حفاظت چوب
۴۰	.....۲-۳. هدف از انجام عملیات حفاظت چوب
	فصل ۴ : عوامل موثر در حفاظت چوب
۴۵	.....۱-۴. عوامل مخرب زنده چوب
۴۵	.....۱-۱-۴. قارچها
۴۸	.....۱-۱-۱-۴. کپکها
۴۸	.....۲-۱-۱-۴. قارچ های عامل باختگی چوب برون
۴۹	.....۳-۱-۱-۴. مورفولوژی قارچها
۴۹	.....۱-۳-۱-۱-۴. تغذیه قارچها
۴۹	.....۲-۳-۱-۱-۴. رطوبت مورد نیاز قارچها
۵۰	.....۳-۳-۱-۱-۴. دمای موردنیاز قارچها
۵۰	.....۴-۳-۱-۱-۴. ارتباط قارچها با نور
۵۰	.....۲-۴. ویژگی های چوب های پوسیده
۵۱	.....۱-۲-۴. رنگ چوب
۵۱	.....۲-۲-۴. بوی چوب
۵۱	.....۳-۴. هدایت آب و ظرفیت نگهداری رطوبت
۵۱	.....۴-۴. تغییرات ابعاد چوب
۵۲	.....۵-۴. جرم ویژه چوب پوسیده
۵۲	.....۶-۴. سایر اثرات پوسیدگی بر روی چوب
۵۲	.....۷-۴. مقاومت مکانیکی
۵۳	.....۸-۴. حشرات چوبخوار
۵۳	.....۱-۸-۴. سوسک های پودر کننده چوب

- ۵۳ ۲-۸-۴. سوسک پودر کننده واقعی
- ۵۳ ۱-۲-۸-۴. خانواده لیکتوس
- ۵۴ ۳-۸-۴. سوسک‌های پودر کننده کاذب
- ۵۴ ۱-۳-۸-۴. خانواده بوستریکیده
- ۵۵ ۴-۸-۴. سوسک‌اثاثیه منازل یا مبل خوار
- ۵۵ ۱-۴-۸-۴. خانواده آنوبیوم
- ۵۶ ۵-۸-۴. سوسک‌های شاخک دراز
- ۵۶ ۱-۵-۸-۴. خانواده سرامیسیده
- ۵۷ ۹-۴. مورچه‌های نجار
- ۵۹ ۱۰-۴. مورچانه
- ۶۰ ۱۱-۴. زنبورهای نجار
- ۶۱ ۱۲-۴. حفاران دریائی چوب

فصل ۵ : تاثیر کیفیت چوب در حفاظت آن

- ۷۱ ۱-۵. گونه‌های چوبی و ساختمان آنها
- ۷۵ ۲-۵. دوام طبیعی و مواد استخراجی چوب‌ها
- ۷۴ ۳-۵. ارتباط خواص فیزیکی چوب با حفاظت آن
- ۷۴ ۱-۳-۵. وزن مخصوص
- ۷۵ ۲-۳-۵. آب و هوای داخل چوب
- ۷۶ ۳-۳-۵. حرارت
- ۷۷ ۴-۳-۵. شکل چوب
- ۷۷ ۴-۵. تأثیر تغییرات هوای محیط بر روی چوب یا هوازدگی چوب
- ۷۸ ۵-۵. نفوذ پذیری چوب

فصل ۶: حفاظت چوب توسط مواد شیمیایی

- ۸۴ ۱-۶. خواص چوب در ارتباط با اشباع و آغشتگی

- ۸۵۱-۱-۶.خواص ساختمانی چوب
- ۸۶۲-۱-۶.خواص فیزیکی
- ۸۶۳-۱-۶.خواص شیمیایی

فصل ۷: مواد حفاظتی در ارتباط با اشباع و آغستگی

- ۹۱۱-۷.خواص کلی مواد حفاظتی
- ۹۲۲-۷.مواد و نمک‌های معدنی محلول در آب
- ۹۲۱-۲-۷. سولفات مس متبلور ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) (کات کبود)
- ۹۴۲-۲-۷.سایر نمک‌های مس
- ۹۴۳-۲-۷.نمک‌های روی
- ۹۵۴-۲-۷.نمک‌های جیوه
- ۹۶۵-۲-۷.نمک‌های قلیائی و قلیائی - خاکی
- ۹۷۶-۲-۷.ترکیبات کرم
- ۹۷۷-۲-۷.نمک‌های فلئوئور
- ۹۹۸-۲-۷.نمک‌های آرسنیک
- ۱۰۰۳-۷.مواد آلی حفاظت چوب
- ۱۰۰۱-۳-۷. قیرها
- ۱۰۳۲-۳-۷.مواد حفاظتی نفتی
- ۱۰۴۳-۳-۷.مشتقات فنلی
- ۱۰۵۴-۳-۷.مواد حفاظتی تجارتي

فصل ۸: روش‌های حفاظت چوب

- ۱۱۱۱-۸.روش‌های حفاظت چوب
- ۱۱۴۲-۸.روش اسمز
- ۱۱۶۳-۸.روش کیان
- ۱۱۸۴-۸.سایر روش‌های اشباع بطریقه خیساندن

۱۱۹	.....	۵-۸	روش‌های اشباع عمیق
۱۱۹	.....	۱-۵-۸	روش بتل
۱۲۴	.....	۲-۵-۸	روش دسه موند
۱۲۴	.....	۳-۵-۸	روش روپینگ
۱۲۸	.....	۴-۵-۸	روش استراد و روش توام خشک کردن و شکاف دادن
۱۲۹	.....	۶-۸	روش‌های دیگر اشباع عمیق
۱۳۰	.....	۷-۸	روش اشباع مضاعف ته تیر
۱۳۱	.....	۸-۸	روش افزودن عمر مفید قطعات نصب شده
۱۳۱	.....	۱-۸-۸	نوار پیچی
۱۳۱	.....	۲-۸-۸	روش کبرا

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 صورت‌های مختلف هرچه بیشتر توسعه یافته است. در کاوش‌های باستانی در کنار دریاچه‌های سوئیس، ساووا (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 شکار می‌پرداخته و به وسیله تنه درختان از رودها عبور می‌کرده و نزدیک به ۵۰۰۰ سال قبل در اروپای شمالی استفاده از قایق‌ها و سورت‌های 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 بود و به حضرت موسی وحی شد که فرامین الهی را در جعبه‌ای از چوب شیطم که افاقیا می‌باشد، قرار 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)، مصریها راه استفاده از چوب را به خوبی می‌دانسته‌اند و در این دوره رودخانه‌های خود را، برای دفاع، با نرده‌های چوبی محافظت می‌نمودند (حجازی).

در دوره انئولی تیک (دوره استعمال سنگ) صنایع مربوط به چوب ترقی شایانی نموده و در این عصر ساختن تخت‌خوابها و تابلوهای چوبی رایج بوده و حتی در همین دوره از قطعات مس برای ساختن ابزارهای ساده نجاری استفاده شده است، تا اینکه در زمان پادشاهان تین، ترقی و رونق صنایع چوبی به حدی رسید که از جمله تشریفات دربار پادشاهان، عصای چوبی سلطنتی و چوبدست فرماندهی بوده و به علاوه در کاخهای سلطنتی درب‌های بزرگی تعبیه می‌شده که چهارچوبهای آنها از تیرهای بزرگ می‌ساختند. ولی از آنجایی که در مورد 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 که یکی از فراعنه بزرگ مصر بود، از چوب آبنوس ساخته شده بود و حکاکی یک تصویر بر روی چوب افرا حدود ۴۲۰۰ سال قبل نشان از اهمیت بالای چوب برای طبقات مختلف مردم در آن زمان را نشان می‌دهد. در امپراطوری رم نیز صنایع چوب قدر و منزلتی بس شایان داشته است و حتی می‌توان گفت که رومیها از اصول جنگلداری و بخصوص احداث جنگلهای شاخه زاد برای تهیه چوب، جهت داربست موکاری و تولید سوخت، اطلاع کامل داشته‌اند. حتی مدارک تاریخی نشان می‌دهد که صنعت روکش‌سازی که از مصر به بابل و آسور و از آنجا به روم قدم گذاشته بود، به قدری اهمیت داشت که در حدود ۶۳ ق.م گرامیترین وسیله زینتی امپراطور روم را یک میز روکش‌سازی زیبا تشکیل می‌داد 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 ۴۲۰۰ 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 و پنجره 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 نهاد و سپس عمرو بن 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 معجزها 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 اهر 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 جهان عوض شد و چوب درختان 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 این بار نیز تیر چوبی حامل سیم، تنها راه‌حل به‌شمار می‌رفت، بطوری‌که در اوایل قرن نوزدهم مصرف تیر ارتباطات بطور بیشماری بالا رفت. مصرف چوب به‌عنوان تکیه‌گاه (تراورس) خطوط قطار (ریل) استفاده دیگری است که اهمیت چوب را در انتقال انسانها در خشکی‌ها بازگو می‌کند. به علاوه ساختن انواع و اقسام محفظه‌های متحرک چوبی مثل واگن، اطاق ماشین، قطار و اتومبیل هر یک بازگو کننده نقش چوب در تکامل تمدن انسان‌ها می‌باشد، که تا حال حاضر همچنان برقرار است. همانطور که صنایع چوب با پیدایش ماشین اهره در اروپا تحول تازه‌ای یافت، در سایر نواحی دنیا به مرور زمان دستگاه‌های دستی تبدیل چوب به ماشینهای پیشرفته‌تر تغییر یافت، و در ایران نیز ابتدا چوب‌بری‌ها و سپس سایر کارخانه‌های تبدیل چوب مثل کبریت سازی، تخته چند لایه سازی، فیرسازی، تخته خرده چوب (نئوپان) سازی، تخته فیبر با دانستنیه متوسط^۱، کاغذسازی، مقواسازی و امروزه کارخانه‌های تولید فرآورده‌های مرکب مانند چوب پلاستیک و چوب سیمان‌سازی و... آغاز به کار کرده‌اند.

۱- Medium Density Fiberboard

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.

۲-۱. تعریف تجارتي

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.

۳-۱. تعریف صنعتی (فنی)

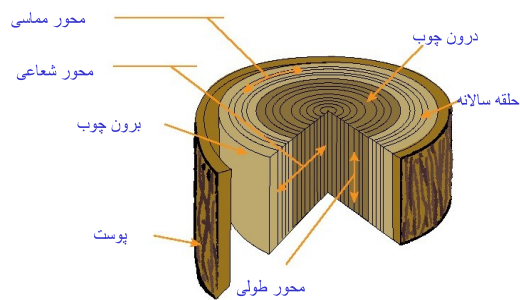
چوب عبارت است از ماده جامد متخلخل فیبری شکل، که دارای ساختمان یاخته‌ای سازمان یافته، هرسو نایکسان و ناهمگن می‌باشد و با توجه به این موضوع و اینکه این ماده حاصل زندگی درخت و دائماً دستخوش تغییرات محیط است، در یک گونه بخصوص هم، خواص آن در زمان و مکان متفاوت، تغییر می‌یابد.

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. با توجه 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 تراکتید (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 جزء تشکیل 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 می‌باشد. سطح داخلی پوست که توسط بخش حجیمی از ساقه احاطه شده است، چوب نامیده می‌شود که به وسیله 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 سلول‌ها پروتوپلاسم قرار گرفته در حالی که در برخی تنها شیره گیاه و یا حتی فضای پر شده از هوا قرار دارد.

۱-۴. 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 به‌وجود می‌آورند. در ضمن باید دانست سلولهایی که توسط کامبیوم به طرف داخل و یا خارج بوسیله تقسیم به‌وجود می‌آیند و به ترتیب سلولهای چوبی و آبکش را به‌وجود 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 به‌وجود 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 انتهایی 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 و تشکیل 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 ماه‌گونی وجود دارند (شکل ۱-۲) که با چشم غیر مسلح قابل رویت 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 به وجود آمده و بالغ می‌گیرند و قادرند شکل و اندازه خود را حفظ نمایند، از بافتهای پایدار می‌باشند. سلول‌های بوجود آمده از بافت‌های 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 (شکل ۲-۳). 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 به نام 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.



۵-۱. 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. سلول‌های چوب در اکثر درختان به صورت لایه‌های رشد نسبتاً مشابه‌ایی، قابل مشاهده می‌باشند، که به آنها حلقه‌های رویش و یا حلقه‌های سالانه می‌گویند. این حلقه‌ها در نتیجه شرایط ناپکسان رشد، دارای ابعاد و ویژگی‌های متفاوتی در گونه‌های مختلف می‌باشد (شکل ۱-۴). با بررسی ضخامت، ابعاد و یا پراکندگی انواع مختلف ساختار سلول می‌توان تمایز بین حلقه‌های رشد در گونه‌های بخصوص را تعیین نمود.



شکل ۱-۴: تنوع حلقه‌های رویش و تمایز چوب آغاز و پایان در گونه کاج جنوبی.

۱-۶. 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 واسطه 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 ۱-۴ کاملاً مشخص می‌باشد.

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 به وجود 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 دایره 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 بطوری که گفته شد با شمارش دایره مناطق استوایی نمی‌توان سن آنها را بدست آورد. در این مورد متوسط تعداد دایره را که در یک سال در یک گونه بخصوص به وجود 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. دایره نادرست

در بعضی از درختان مناطق معتدله در یک دوره رویش سالیانه چند دایره رویش دیده می‌شود که آنها را دایره رویش نادرست می‌گویند. در صورتی که 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 دایره 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 دایره 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 تابستانهای بسیار خشک مناطق استپی ایران مانند کرج، احتمال تشکیل دایره نادرست زیاد است.

۸-۱. دواير بریده

در برخی از موارد چوب درختان کهن سال یا درختانی که در شرایط مساعد زیست نمی‌کنند و به خصوص آنهایی که تاج یک طرفه دارند، دوايري دیده می‌شود که 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، سلولها برای یک یا چند فصل بحالت خفته باقی مانند و مجدداً به فعالیت خود ادامه می‌دهند در این صورت مشاهده می‌شود که در بعضی نقاط مقطع درخت، یک یا چند دایره بهم پیوسته است.

۹-۱. چوب درون و چوب برون

در درختان جوان وظیفه طبقات چوب، بالا بردن آب (شیره خام) توسط آوندها یا تراکئیدها همچنین استقامت ساقه درخت می‌باشد. بخشی از چوب که اطراف چوب درون (در صورت وجود) را دربر گرفته و تا پوست زنده ادامه دارد را چوب برون می‌نامند. سلولهای این بخش از چوب در تنه درخت سرپا زنده‌اند و نقش هدایت آب و املاح را بر عهده دارند. در گونه‌هایی که چوب درون آنها با تأخیر تشکیل می‌شود، مقطع عرضی آنها از نظر رنگ و مقدار رطوبت تفاوتی را نشان نمی‌دهد، از این رو آنها را به عنوان گونه‌هایی چوب برونی مشخص می‌کنند (شکل ۱-۵).



شکل ۱-۵: 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 ۱-۶).



شکل ۱-۶: گونه دارای چوب درون مشخص.

بطور کلی چوب درون 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 حشره‌گریز 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 صورتی که 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 اقیانیا 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 چوب برون در نقاط فوقانی درخت (نقاط جوان) بیش از نقاط تحتانی (کنده) است. تاج درخت در قطر چوب برون گونه درخت دخالت دارد، بطوری که 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 به نام 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 تراکتید وجود دارد که هم وظیفه انتقال آب و هم نقش مقاومت مکانیکی ساقه را به عهده دارند. در صورتی که در گروه نهاندانگان، اولاً تخمک در محفظه‌ای به نام تخمدان دیده می‌شود، ثانیاً در بافتهای چوبی ساقه آنها، بجای تراکتید، 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 کونيفر 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 و غیره 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 سوزنی‌برگان و پهن‌برگان

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 سوزنی‌برگان و پهن‌برگان دیده می‌شود:

۲-۱-۱. پراکندگی

سوزنی‌برگان از پهن‌برگان 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 بطوری که یک گونه ارس^۱ در کنیا دیده می‌شود.

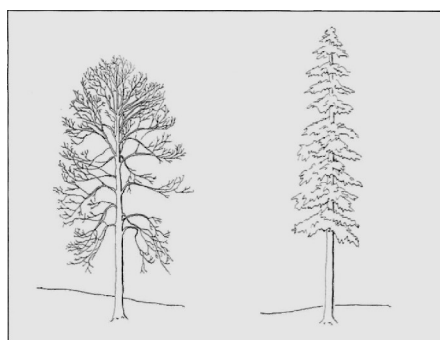
^۱.Juniperus procera Mochet

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 شمعه‌های معدن، و الیاف بلند و مناسب آنها برای صنعت کاغذسازی بیشتر از پهن برگان مورد استفاده قرار می‌گیرند.



شکل ۲-۱: سمت راست یک درخت سوزنی برگ و سمت چپ یک درخت پهن برگ.

۲-۲. نیاز درخت

سوزنی‌برگان به طور کلی کم نیازتر از 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 این گونه‌ها زودتر و بهتر از چوب پهن برگان خشک می‌شود و از همه مهمتر آنکه چوب سوزنی برگان 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 سوزنی برگان دارای معایبی نیز می‌باشد، چنانکه به واسطه داشتن مواد رزینی به خوبی 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 پهن برگان این است که هر کدام از آنها دارای مصارف محدودی هستند، چنانکه چوب گردو در ایران در درجه اول به مصرف مبل سازی و روکش گیری و به طور محدود برای قنداق تفنگ و قالب کفش به کار می‌رود. بطور کلی چوب پهن برگان سخت‌تر و سنگین‌تر از چوب سوزنی برگان 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.

۲-۴. 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 نشده است، 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 سوزنی‌برگان، تنها گروههایی از چوب که دارای مجاری مترشجه صمغی (ملز، کاج‌ها) و یا فاقد مجاری مترشجه 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.

۲-۴-۱. 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.

۲-۴-۲. 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.

۲-۴-۳. تیل

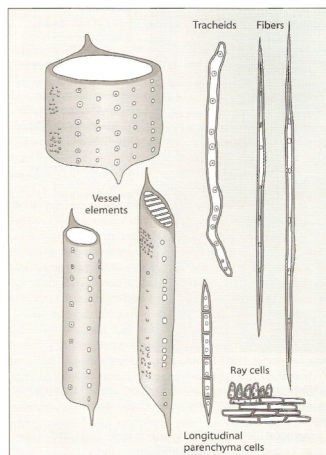
در چوب پهن برگان تیل دیده می‌شود که زائده دیواره‌ای سلول پارانشیمی که از روزنه منفذ جداره آوندی مقابل خود عبور کرده و حفره آوند را مسدود می‌نماید و در گونه‌های بخش روزنه‌ای مانند افاقیا و نارون دیده می‌شود.

۲-۴-۴. پره چوبی

پره چوبی از سلولهای مادری پره‌ها به وجود می‌آیند و این سلولها پارانشیمی هستند. سلولهای پره‌های چوبی اغلب دارای جدار نازک هستند و مدت‌ها پس از مرگ آوندها و فیبرها زنده باقی می‌مانند و وظیفه عمده آنها هدایت شیره پرورده از قسمت آبکش به طرف کامبیوم و ذخیره مواد غذایی می‌باشد. این پره‌ها به تدریج بر قطر درخت می‌افزایند.

۲-۴-۵. پارانشیم طولی

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



شکل ۲-۲: 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 پهن‌برگان می‌باشد و حرکت شیره گیاهی از طریق تراکئیدها (شکل ۲-۲) صورت می‌گیرد، بطوری‌که ساختمان اشعه چوبی و دیواره تراکئیدها دارای اشکال متفاوت است. ساختار چوبی سوزنی‌برگان و پهن‌برگان 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 این صورت 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 این صورت چوبهایی از سوزنی‌برگان که در آنها نوارهای تیره رنگ تابستانه پهن‌تر هستند، مقاوم‌تر از 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 از چوب بهاره تغییر می‌کند. در این صورت هر چه دوایر سالانه چوب سوزنی‌برگان باریک‌تر باشد، چوب سنگین‌تر و مقاوم‌تر است و بلعکس هر چه دوایر پهن‌تر باشد، چوب سبک‌تر و نامقاوم‌تر می‌باشد. در چوبهای بخش روزنه‌ای، برخلاف چوب سوزنی‌برگان، پهنای نوار چوب بهاره با افزایش پهنای دوایر سالیانه کمتر تغییر می‌یابد. در این صورت دوایر پهن‌تر 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 متخلخل‌تر به نظر می‌رسند (زیرا قسمت اعظم دایره باریک از چوب بهاره متخلخل تشکیل می‌شود) و در نتیجه سبک‌تر و کم‌مقاوم‌تر هستند.

اثر پهنای دواير 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 دواير 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

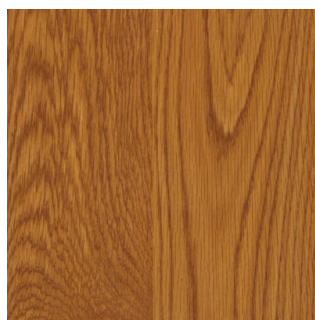
ظاهر و نقوش چوب یکی از فاکتورهای بسیار مهم در کاربرد، بازار پسندی و شناسایی آن می‌باشد. عوامل متعددی از جمله نوع برش روی گرده بینه، ساختمان آناتومیکی چوب، رویشگاه، شرایط محیطی و مواد استخراجی در تعیین نقش چوب تأثیر دارند. شناسایی نوع چوب از روی ظاهر آن به سادگی امکانپذیر نمی‌باشد، حتی متخصصان علوم چوب 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 گونه‌های 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 و صندلی)، مبل‌سازی، تراورس راه‌آهن، کاغذسازی، قالب کفش و ساخت بسته‌بندی‌های سبک نام برد. چوب راش در برش شعاعی دارای نمای بسیار زیبایی از تالو^۲ پره (اشعه)های چوبی، که در اصطلاح پرمگسی نامیده می‌شود، می‌باشد (شکل ۲-۲).

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 بنخس 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 (شکل ۲-۴).



شکل ۲-۴: چوب بلوط.

۱. Oak

گونه گردو^۱ نیز از پهن‌برگان با ارزش ایران می‌باشد. این گونه معمولاً به صورت تک پایه در جنگل رشد می‌نماید. درخت گردو دارای خاصیت آلوپاتی^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 به نام لوپ بوده که بصورت درهم پیچیدگی الیاف می‌باشد و در صنعت روکش، دارای ارزش بسیار زیادی است. از چوب گردو برای مصارف مبلمان‌سازی، منبت‌کاری، خراطی، روکش‌های بسیار ارزشمند، به دلیل ضریب الاستیسیته بالا و مقاومت به ضربه مناسب، برای ساخت قنناق 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 جلگه‌ای 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 و نیمکت (با چوبهای رشد یافته در مناطق کوهستانی) و به دلیل ایفای بلند، برای کاغذ سازی بسیار مناسب می‌باشد (شکل ۲-۶).



شکل ۲-۶: 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 و جعبه‌دار) 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 (شکل ۲-۷).



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 (به نام *Nardostachys*) 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 در حال 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 افاقیا) قرار دهد و در زیرزمینی محفوظ نماید، پس از سیصدسال که این صندوق چوبی

۱. Pelin

۲. valerianaceae

۳. ephes

بر اثر اتفاقات و حوادثی از دل خاک بیرون آورده شده، چوب آن سالم مانده بود (تاریخ اورشلیم...) در حال حاضر آزمایشات دوام چوب نشان می‌دهد که چوب اقاویا 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 ۱۶۷۵ میلادی گلوبر^۱ 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.

در ۱۸۲۴ یک افسر انگلیسی به نام کیان^۲ برای حفاظت چوب‌های مورد استفاده در ارتش انگلستان، روش غوطه‌وری طولانی مدت چوب را در مواد و محلول‌های حفاظتی ارایه کرد که هنوز به نام روش کیان معروف می‌باشد. نامبرده برای حفاظت چوب از ماده سولیمه که در بالا ذکر شد استفاده می‌کرد، البته مصرف این ماده بعداً به علت تصعید بخارات سمی جیوه، با آنکه از مواد حفاظتی بسیار مناسبی برای چوب به‌شمار می‌رفت، ممنوع گردید.

در ۱۸۲۲ فردی به نام شامپی^۳ 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

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

در ۱۸۳۱ فردی به نام برانت^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 به نام بتل^۲ تکمیل‌تر گردید که در حال حاضر هم به نام روش سلول پر^۳ یا روش بتل معروف می‌باشد. بعداً حالت دیگری از این روش منشعب گردید که به آن روش روپینگ^۴ یا روش سلول خالی می‌گویند که گاه چون این عمل دوباره برای اشباع چوب و به‌طور متوالی به‌کار می‌رود به آن روپینگ مضاعف^۵ 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^۶ 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 به‌طور 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

۴. Rueping

۵. Double Rueping

۶. 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 به عبارت 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 به نحو 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 به چوب 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 از مهمترین 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 پردازش کردن و تاخیراندختن 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 به قدری 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 راه آهن در دنیا چوبی می باشد. 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 شبکه خطوط قطار شهری (مترو) که نیاز به نظافت و زیبایی دارد و استفاده از تراورس چوبی اشباع شده با مواد حفاظتی سمی برای انسان و محیط زیست مضر می باشد و یا در خطوط با ترافیک سبک و تناژ پایین از بتن و فولاد استفاده می نمایند ولی این موضوع نتوانسته است در مسافت های طولانی قطارهای منطقه ای بین شهری و یا در شبکه های پرتراфик و با عبور واگن های سنگین، موقعیت مناسب به دست آورد و معمولاً تراورس های بتنی بعد از حدود ۱۲ تا ۱۵ سال عمر مفید^۱ خود را از دست می دهند و یا تراورس های فولادی در مناطق مرطوب و در مناطق شور و در محل اتصالات ریل به تراورس (پیچ و مهره ها) کیفیت خود را از دست داده و یا در اثر اکسیداسیون، ضعیف و فرسوده می شوند. البته قابل ذکر است که در مناطق کوهستانی با شیب زیاد (شیب محوری یا شیب عرضی) به علت چنگک هایی که در زیر تراورس فولادی تعبیه شده و باعث استقرار بهتر آن در زمین می شود، اجباراً از این نوع تراورس استفاده می گردد که هرچند سال یکبار تعویض و جایگزین (بین ۸ تا ۱۰ سال) می گردد.

به هر حال چوب همچنان در این زمینه بی رقیب است و البته طبق تحقیقات (IRG/WP) که یک سازمان تحقیقات بین المللی در زمینه حفاظت چوب می باشد، در کانادا تراورس های لایه-لایه را که در حقیقت نوعی تخته چندلایه با ضخامت زیاد می باشد، توانسته اند جایگزین چوب ماسیو^۲ نمایند که اخیراً اینگونه تراورس ها چهلمین سال خود را با موفقیت پشت سر گذاشتند^۳. البته قابل ذکر است که مواد حفاظتی همواره در اینگونه تراورس ها مصرف گردیده و در واقع چوب تراورس های لایه-لایه بدون تیمار حفاظتی نبوده اند. چوب مورد مصرف تراورس را طبق نتایج حاصله باید از گونه های نیمه سنگین با وزن ویژه حدود 0.65 gr/cm^3 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 چنانچه 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 ۶۰ سال منظور می‌شود، یعنی حدود ۴ برابر دوام طبیعی آن. در ایران طبق یک مطالعه که بر روی تراورس‌های چوبی شبکه سراسری راه‌آهن انجام پذیرفته است (پارسا پزوه، د و

۱. Ballast

۲. Red heart

همکاران ۱۳۶۸)، در نواحی شمالی عمر متوسط تراورس چوبی بین ۴ تا ۵ سال 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 با ماده کربوزت و به‌روش اشباع در سیلندر تیمار شده و ماده حفاظتی ظاهراً آنها را آغشته نموده است، ولی علیرغم این موضوع با صرف هزینه زیاد نتیجه مطلوبی حاصل نمی‌گردد. دقت بر روی این مسأله بسیار مهم بوده و از نظر اقتصادی قابل تعمق و بررسی است.

علاوه بر مسأله تراورس چوبی که به آن اشاره شد، حفاظت تیرهای چوبی برق، مخابرات، قطعات ساختمانی نظیر تیر سقف، ستون، شیروانی، تاسیسات بنادر و اسکله‌های چوبی، قطعات چوبی برج‌های خنک‌کننده در نیروگاه‌ها، وسایل پارک‌های شهری، چوب‌های حصارکشی، قیم گیاهان زراعی و باغات میوه و حفاظت اوراق مسطح چوبی و تیرهای لایه‌ای همه در ابعاد وسیعی قابل بررسی و اهمیت می‌باشد و به‌خاطر همین موضوعات است که در حال حاضر در کشورهای پیشرفته صنعتی، مصرف‌کنندگان چوب و تولیدکنندگان قطعات چوبی برای حفاظت این ماده گران‌بها حتی از دولت‌های خود کمک هزینه و مشاورت‌های علمی و فنی دریافت می‌دارند.

در زمینه حفاظت چوب در ایران می‌توان ماخذی (پارسا پژوه ۱۳۶۶) تحت عنوان «بررسی‌اجمالی وضعیت حفاظت چوب در ایران» را مورد مطالعه قرار داد. اهمیت مسأله حفاظت چوب در ایران خیلی بیش از کشورهای اروپایی و کشورهای پیشرفته دیگر است که دارای جنگل‌ها و منابع انبوه تولید و تامین چوب می‌باشند. متأسفانه در یک نگرش کلی متوجه می‌شویم که از هنگام قطع درخت تا هنگام تولیدات چوبی به‌صورت نهایی یا نیمه نهایی بین ۳۰ تا ۴۰ درصد از چوب‌ها دچار هجوم عوامل تخریب گردیده و تقریباً از استاندارد مصرف خارج گشته‌اند و لذا توجه به موضوع حفاظت چوب یکی از گام‌های مهم در رسیدن به خودکفایی، حفاظت بهتر از منابع طبیعی و گردش مطلوب‌تر دیگر واحدهای تولیدی در این رشته است.

۲-۳. 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 هر صورت برای حفاظت چوب ناگزیر هستیم که این تیمار را به‌کار ببریم و از این رو 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.

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 به چوب است.
 - ۲- تغییرات شدید و سریع رطوبت نسبی و حرارت هوا که سبب ظهور شکاف‌ها و تغییر شکل قطعات چوبی می‌گردد.
 - ۳- تشعشعات شدید خورشیدی، به خصوص چنانچه همراه با بارندگی‌های متناوب باشد که این کار سبب اضمحلال رنگ و تجزیه قسمت‌های سطحی چوب و تغییر شکل آن می‌گردد.
 - ۴- حرارت زیاد، به خصوص بین 80°C تا 100°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°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.
 - ۶- 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 موریه‌ای و نرم‌تنان دریایی نیز جای خاصی دارند.
 - ۸- سایش چوب تحت تاثیر تماس مداوم اجسام سخت‌تر که سبب تغییر شکل، تحلیل رفتن و محو شدن 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 توأمی 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.

۴-۱. عوامل مخرب زنده چوب

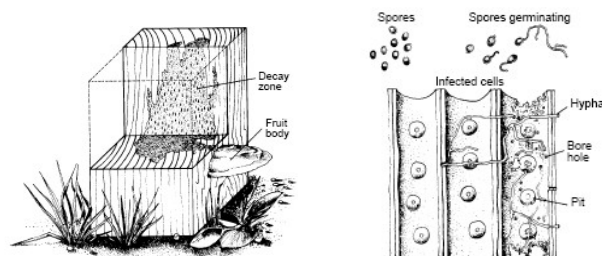
۴-۱-۱. قارچها

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 می‌نمایند، به دو گروه عمده تقسیم می‌شوند:

قارچ‌های عامل پوسیدگی و قارچ‌های عامل باختگی (لکه‌دار کردن)

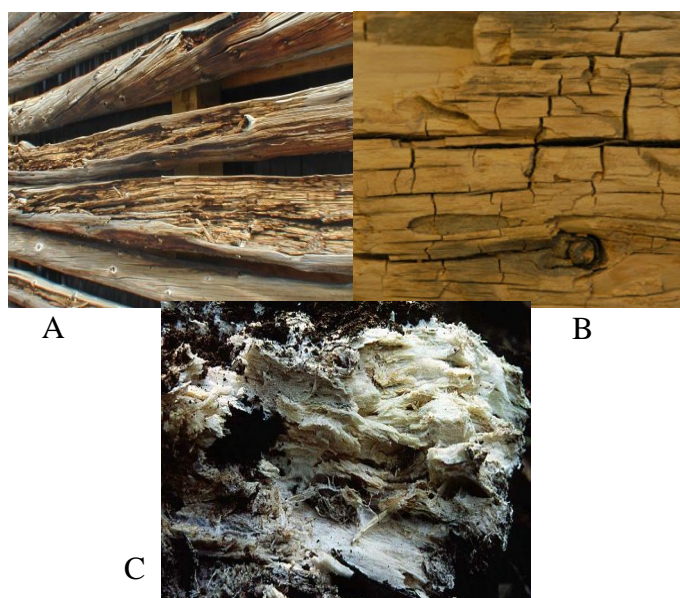
بطور کلی، قارچ‌های عامل پوسیدگی چوب اساساً به سه گروه قهوه‌ای، سفید و نرم طبقه‌بندی می‌شوند. این پوسیدگی‌ها را می‌توان بوسیله رنگ و ظاهر و شکل چوب پوسیده تشخیص داد.

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



شکل ۴-۱: مراحل مختلف فرایند پوسیده شدن چوب.

ابتدا لایه S_3 شروع و سپس، به ترتیب لایه‌های S_2 و S_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 میانی تر نفوذ می‌کند. بنابراین در مراحل نهایی پوسیدگی، لایه S_1 بطور کلی تخریب می‌شود اما لایه S_2 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 در اثر حل شدن میکروفیبریل‌های سلولز بوجود می‌آیند در آن باقی می‌گذارد.



شکل ۴-۲: پوسیدگی قهوه‌ای (A, B) و پوسیدگی سفید (C).

با وجود این، انواع مختلف پوسیدگی‌ها، به فاکتورهای غیر بیولوژیکی، تاکزوتومیکی 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 و همی سلولز) را مورد حمله قرار می‌دهد. در حالی که قارچ پوسیدگی قهوه‌ای پلی‌ساکاریدها را ترجیح می‌دهد. با این وجود، قارچ پوسیدگی نرم اساساً پلی‌ساکاریدها و خیلی کمتر لیگنین را تخریب می‌کند. (شکل ۴-۲)

بطور کلی قارچهای پوسیدگی قهوه‌ای به عنوان قارچهایی معرفی می‌شوند که سوزنی‌برگان را ترجیح می‌دهند و به ساختمانهای چوبی که از سوزنی‌برگان ساخته شده‌اند حمله می‌کنند در حالی که 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، عموماً چوبهای خیس را انتخاب کرده و مواد چوبی را تخریب می‌کند در حالی که 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 هوایی و غیر هوایی، pH، رطوبت و دمای محیط قرار دارند. یکی دیگر از تفاوت‌های بین قارچ‌های پوسیدگی سفید و قهوه‌ای از نظر الگوی تخریب سلولز می‌باشد.

۴-۱-۱-۱-۱. 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.

۴-۱-۱-۲. 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 ۴-۳) 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 ۴-۳: قارچ عامل باختگی چوب برون در گونه سوزنی‌برگ.

۴-۱-۱-۳. مورفولوژی قارچها

۴-۱-۱-۱. 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 ماده غذایی مناسبی برای رشد قارچها باشد.

بیشتر قارچها ابتدا مواد نشاسته‌ای موجود در پارانشیم را مورد استفاده قرار می‌دهند 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 مورد نیاز اکثر قارچها طبق نظر محققین عبارتند از کربن، اکسیژن، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، منیزیم، گوگرد، منگنز، مس، مولیبدن، آهن و روی. بطور کلی بهترین منبع تولید کربن برای قارچها گلوکز می‌باشد.

۴-۱-۱-۲. رطوبت مورد نیاز قارچها

قارچهای مختلف، خود را با رطوبتهای متفاوت تطبیق می‌دهند مثلاً کپکها می‌توانند در رطوبت پائین تر از ۱۵٪ به فعالیت پردازند. قارچهای پوسیدگی نرم به چوبهای با رطوبت بسیار بالا حمله‌ور می‌شوند و در حالی که 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 C ۲۰ تا C ۳۰ و رطوبت نسبی اپتیمم ۹۵ تا ۹۸٪ می‌باشد.

۴-۱-۱-۳. دمای مورد نیاز قارچها

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

۴-۱-۱-۴. 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 می‌باشد. نور قوی باعث کند کردن رشد قارچ و در بعضی از آنها باعث تقویت رنگ در هیف‌ها می‌شود.

۴-۲. 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.

۴-۲-۱. 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.

۴-۲-۲. 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.

۴-۳. 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.

۴-۴. 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.

۴-۵. 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 کمی، 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.

۴-۶. 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.

۴-۷. مقاومت مکانیکی

مهمترین ویژگی مشخصه چوب پوسیده، کاهش مقاومت مکانیکی آن است که معمولاً بعد از آلودگی چوب بسرعت بوقوع می‌پیوندد در این 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 تدریجاً کاهش یافته و مقاومت به سختی دیرتر از سایر مقاومتها کاهش می‌یابد.

۴-۸. حشرات چوبخوار

۴-۸-۱. سوسک‌های پودر کننده چوب

سوسک‌های پودر کننده^۱ چوب به دو گروه سوسک‌های پودر کننده واقعی و سوسک‌های پودر کننده کاذب دسته‌بندی می‌شوند.



شکل ۴-۴: سوسک‌های پودر کننده 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 هر کدام 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.

۴-۸-۲. سوسک‌های پودر کننده واقعی

۴-۸-۲-۱. 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 ۴-۵)

۱. Powderpost beetle

۲. Lyctidae



شکل ۵-۵: 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 غذایی‌شان می‌باشد را می‌خورند.

زمانی که لاروهای جوان سر از تخم درمی‌آورند، به چوب نفوذ می‌کنند. آنها برخلاف موربانه‌ها 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.

۴-۸-۳. سوسک‌های پودرکننده کاذب

۴-۸-۳-۱. خانواده بوستریکیده^۱

سوسک‌پودرکننده کاذب بالغ، تنومندتر از سوسک پودرکننده واقعی است. بدنش استوانه‌ای، با سطح سینه زیر می‌باشد. معمولاً سرش از بالا قابل دیدن نیست، رنگش از قهوه‌ای تیره تا سیاه متفاوت است و طولش از ۳ تا ۶ میلیمتر در تغییر است. (شکل ۴-۶) مانند سوسک‌های پودرکننده واقعی، نشاسته موجود در چوب را هضم می‌کند اما سلولز را هضم نمی‌کند. سوسک‌های بوستریکیده، علاوه بر پهن‌برگان، به سوزنی‌برگان نیز

^۱.Bostrichidae

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



شکل ۴-۶: سوسک بوستریکیده.

۴-۸-۴. سوسک‌ااثیه منازل (مبل خوار)

۴-۸-۴-۱. خانواده آنوبیوم^۱

سوسک‌های آنوبیوم معمولاً دارای طول ۴ تا ۶ 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 ۴-۷)

در میان این گروه، سوسک ساعت مرگ، چوب ساختمانی و نیز ااثیه 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 ۴-۷: سوسک آنوبیوم.

۴-۸-۵. سوسک‌های شاخک دراز

۴-۸-۵-۱. خانواده سرامبیسیده^۱

گونه‌های این خانواده (بیش از ۱۲۰۰ 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). (شکل ۴-۸)



شکل ۴-۸: سوسک شاخک‌دراز.

سوسک‌های بالغ در حدود ۱۵ تا ۲۵ 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.

^۱.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 ۶ تا ۱۵ میلی‌متر دارد.

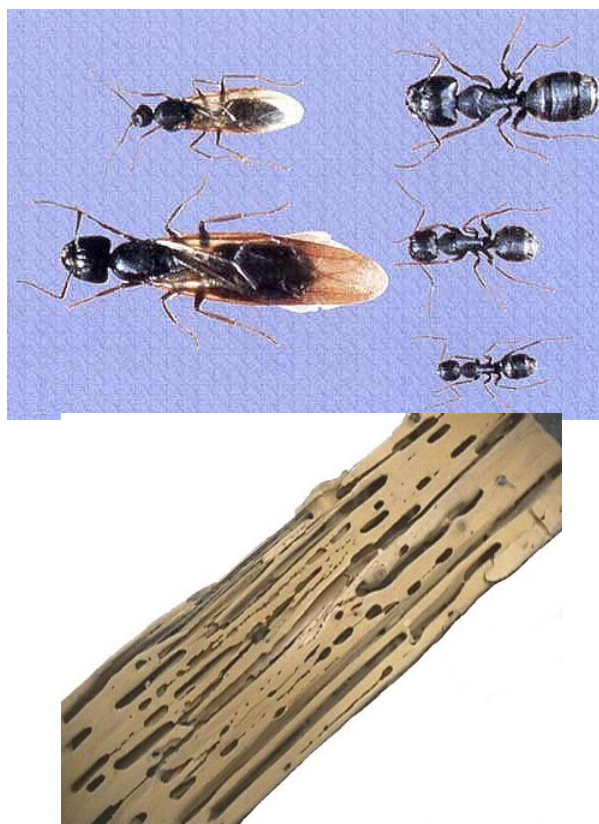
طول عمر سوراخ‌کننده خانه‌های قدیمی، بین ۳ تا ۱۲ سال نوسان دارد، از آنجا که این سوسک طول عمر بسیار طولانی دارد و می‌تواند به یک قسمت چوب بارها و بارها هجوم برند، ممکن است سال‌های زیادی قبل از اینکه آسیب جدی ساختمانی تشخیص داده شود، وجود داشته باشند.

۹-۴. مورچه‌های نجار^۱

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 ۹-۴)

^۱. Carpenter ant



شکل ۴-۹: مورچه نجار و نحوه خسارت آنها به چوبها.

وقتی مورچه‌های نجار کارگر، دالان‌های لانه را حفره می‌کنند، از آرواره‌هایشان بعنوان یک اسکنه نجاری استفاده کرده و با تراشیدن و بیرون ریختن تکه‌های کوچک، تونل می‌سازند. آنها برخلاف موریانها، 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.

۴-۱۰. 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 دگرذیسی کاملی دارند. یعنی تخم، لارو، شفیره و مراحل بلوغ، که همگی آنها متفاوت از دیگران است.

موریانه‌ها دگرذیسی 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.

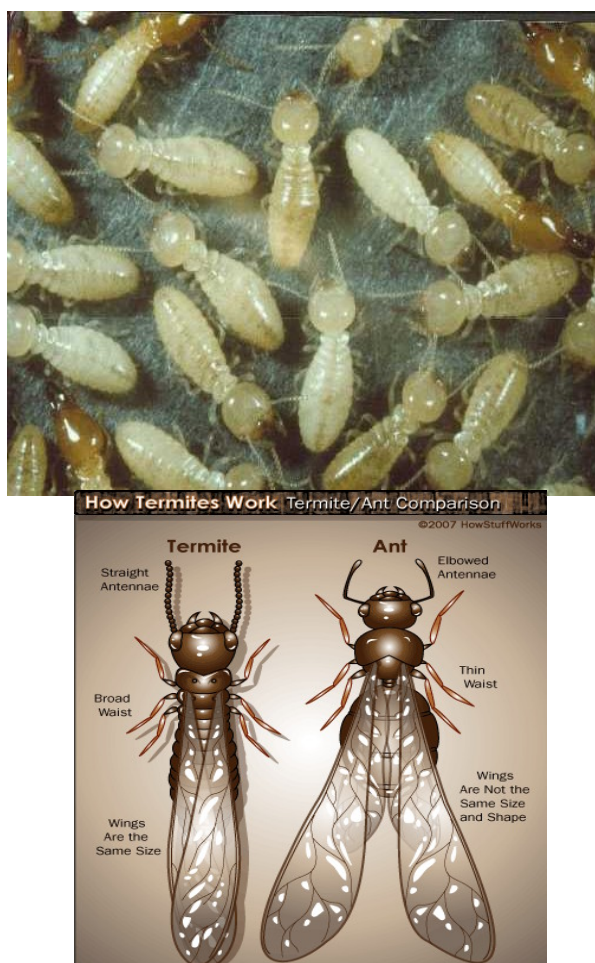
- مورچه‌ها شاخک‌های پیچ خورده دارند، یک بخش بلند مستقیم به سر متصل می‌شود. بخش‌های باقیمانده منحنی و خمیده هستند.

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 ۴-۱۰)

بال موریانه بلند و باریک است، هر دو جفت یک شکل هستند و تقریباً هم‌اندازه، بال‌های موریانه با یک اشاره می‌شکنند. 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 ۴-۱۰: زندگی دسته‌جمعی موریانها و تفات بین موریانه و مورچه.

۴-۱۱. 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 ۴-۱۱)

نرها به سرعت به سوی 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 ۴-۱۱: زنبورنجر و نحوه خسارت آن به چوب.

۴-۱۲. حفاران دریائی چوب (آبزیان مخرب چوب)^۱

حفاران دریائی در حال حاضر دارای اهمیت زیادی می‌باشند بخصوص در مناطق و کشورهای که به دریاهاى آزاد دسترسی و دارای حمل و نقل دریائی و تأسیسات بندری هستند، این موضوع می‌تواند بسیار قابل توجه و مهم باشد. حفاران دریائی تقریباً در همه گونه آبهای آزاد اعم از دریاها و اقیانوسها، بعلت تنوع و مطابق با شرایط اکولوژیک آنها، پراکنده‌اند بطوری‌که در آبهای سرد دریای شمال و سواحل سرد روسیه و کشورهای اسکانندیناوی 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 می‌باشد، بعنوان مثال در سواحل ایالات متحده امریکا، طبق برآوردی که در سال ۱۹۸۵ شده است رقمی بین ۲۵۰ تا

۱. Marine borer

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

چنانچه چوبی در آب واقع شود، بعد از زمان کوتاهی تحت تأثیر موجودات زنده آبی 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، حفران دریائی از نوع نرم‌تنان و سخت‌پوستان به آن حمله ور 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 حفران 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- Pholadidae- Cirripedia از بین این خانواده‌ها، خانواده *Teredinidae* بیشترین خسارات را به چوب‌های 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 به نام *Lyrodus* و به نام *Banleia*, *Martesia* 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 می‌تواند مستقلاً در آب شنا نماید. بعد از مدتی دو پوسته صدفی نازک همزمان و یک‌باره

۱. Crustacean Borers

۲. Mollouscan Borers

۳. Ship worm

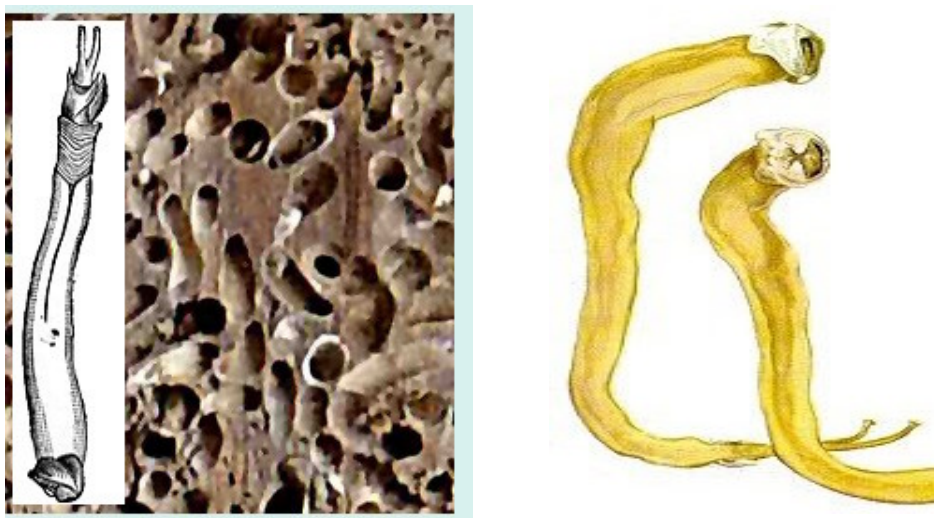
تشکیل می‌گردد. اندازه لارو در این هنگام از ۰/۲۵mm تجاوز نمی‌کند. چنانچه در این حالت لارو تردو به چوب برسد محکم به آن می‌چسبد و با ترشح ماده‌ای که توسط پا (Padia) تشکیل می‌گردد به چوب محکمتر می‌شود. صدف نازک بعداً در اثر فعالیت در قسمت خلفی و قدامی، سخت و صخره‌ای می‌شود و بدین ترتیب لارو بسرعت سطح چوب را سوراخ می‌نماید. دیده شده است که تعداد بسیار زیاد تردو در سطح چوب فعالیت دارد و لذا طول آنها کوچکتر می‌باشد. قطر ترد و ۲۵ mm دیده شده است. قابل توجه است که همواره هر تردو در یک سوراخ یافت می‌شود 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 تیغه‌ای 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 گرده‌بینه‌هایی 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 آبهایی که میزان شوری آنها 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* و در آبهای برزیل و آبهای معتدله *Teredo norvedica* نیمه گرمسیری فعالیت می‌کنند. (شکل ۴-۱۲)



شکل ۴-۱۳: کرم کشتی یک نرم‌تن دریایی است که آسیب جدی به سازه‌های دریایی و لنج‌ها وارد می‌سازد.

ب- سخت پوستان مخرب چوب یا خرچنگ‌های چوبخوار

یکی از خانواده‌های مهم راسته سخت‌پوستان Limnorieae می‌باشد که گاه به آنها پا قرینه‌ها (Isopoda) می‌گویند. در این خانواده جنس لیمنوریا^۱ از همه مهمتر می‌باشد و دارای گونه‌های متعددی است که عبارتند از: لیموزیای چوب‌زی Limnoria Lignorum و Limnoria cf. quadra punctatum و Limnoria tripunctatum که هر سه گونه در آبهای معتدله تا گرم فعالیت دارند.

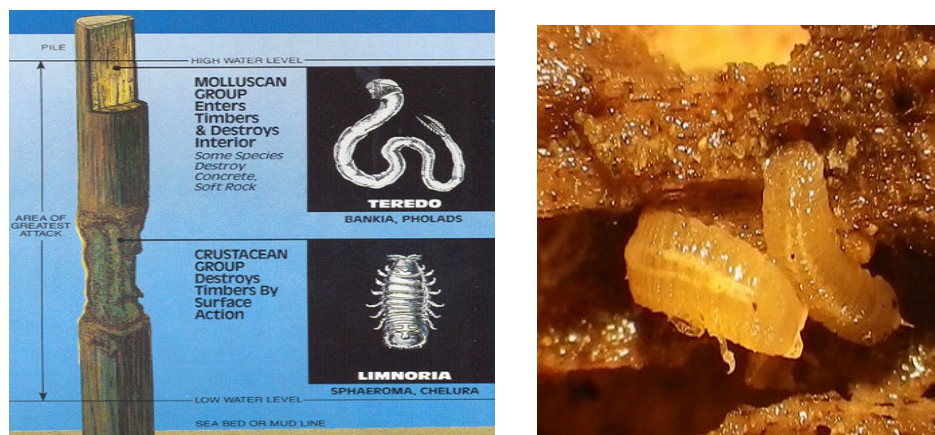
غیر از جنس لیمنوریا، جنس Sphaeroma از خانواده Sphaeromatidae نیز از سخت‌پوستان بعنوان عامل مخرب تأسیسات و سازه‌های آبی شناخته شده است و دارای سه گونه S. Squoyanum و S. terebrans و S. pentodom می‌باشد که گونه دوم خسارات بیشتری وارد می‌سازد و در آبهای گرم و نیمه گرم فعالیت دارند. بعلاوه اغلب دیده شده است که همراه با جنس لیمنوریا گونه دیگری از سخت‌پوستان که بسیار شبیه به لیمنوریا و از همان خانواده می‌باشد به نام Chelura terebrans 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 (Limnorieae) 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. (شکل ۴-۱۳)

۱. Limnoria



شکل ۴-۱۴: 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. بدین ترتیب 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 (cellulolytic Amyolytic)، قندها و سلولز چوب را هضم و قابل استفاده می‌نماید، مطالعه با میکروسکوپ الکترونی نشان داده است که باکتریهای 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 به اثبات 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 به وجود اکسیژن نیازمند می‌باشند.

فصل پنجم
تأثیر 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 حالی که درختان پیر و مسن‌تر در بخش تخلخل خود مملو از مواد استخراجی می‌باشند و عموماً چنانچه از سن اپتیمم 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 آبنیس 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 مأمّن مناسبی برای تخم و لارو حشرات می‌باشند، به عبارت دیگر قالب آنهاست، نظیر چوب‌های بلوط، اقاچیا، 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 ۱۳۶۷ 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 سوزنی‌برگان 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 حشره‌گریز و قارچ‌کش زیاده‌تر 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 زیاده‌تر 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 جواتر و در هر حال زنده چوب که

نزدیک‌تر به لایه زاینده و پوست درخت می‌باشند و در گونه‌های با درون چوب مشخص به آن 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. به عنوان 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 نشاسته‌ای ذخیره‌ایی است. مثلاً در گونه سرخ چوب^۱ این موضوع به خوبی 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 این گونه دارای مواد مذکور می‌باشد. طبق تحقیقات فندلای^۴ 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. Sequoia Sem

۲. Thuya Plicata

۳. volaitil oils

۴. Findly

را وی، وجود مواد از ته 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 فلئوئور 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 به حساب نمی‌آیند. به‌عنوان مثال همان‌طور که قبلاً گفته شد چوب سرو (نوش)^۲ با وزن مخصوصی حدود 0.33 gr/cm^3 خیلی بادوام است در حالی که چوب نوئل^۳ با وزن مخصوص حدود 0.4 gr/cm^3 و گونه کاج مونتیکیولا^۴ با وزن مخصوص 0.38 gr/cm^3 بسیار 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 حالی که 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 چنانچه 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

۴. 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 گونه 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 هنگامی که 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 ریشه‌ها و آنزیم‌های ترش‌خی 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 0.34 gr/cm^3 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 0.44 gr/cm^3 ، رویش مطلوب قارچ چوب‌خوار در رطوبت ۱۰٪ و رطوبت توقف فعالیت قارچ بین ۱۴۵ تا ۱۵۰٪ می‌باشد.

در چوب دوگلاس این حالت در رطوبت ۷۰ درصد و ۱۲۰-۱۱۰٪ و در چوب درون کاج زرد با وزن مخصوص 0.7 gr/cm^3 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. بدین جهت 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 و مناطقی 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 هزینه حمل و نقل چوب می‌کاهند و هم روشی مطمئن برای حفاظت آنها به کار می‌برند.

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

۳-۳-۵. 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 ۳۶ درجه سانتی‌گراد می‌باشند. به‌عنوان مثال قارچ گریبان^۱ (یا قارچ معدن) در حرارت ۲۰°C درجه و قارچ *Lenzites Saepiaaria* در حرارت ۳۶°C درجه چوب بهترین فعالیت خود را می‌نمایند. در حرارت‌های بالاتر و پایین‌تر از حد فعالیت، قارچ‌های چوب‌خوار به‌حالت خفته می‌مانند. ولی در حرارت مرطوب ۴۴°C درجه چنانچه ۳/۵ روز ادامه داشته باشد و در حرارت ۵۵ درجه در مدت ۱۲ ساعت از بین می‌روند، در حالی که در حرارت خشک ۱۰۵°C می‌توانند تا ۱۲ ساعت دوام آورند.

بدین ترتیب می‌توان نتیجه گرفت که خشک کردن چوب در کوره و محفظه‌های گرم یکی از راه‌های حفاظت چوب به‌شمار می‌رود. چرا که در این‌گونه کوره‌ها هم اسپور و ریشه 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 به طور صحیح انجام پذیرد، حرارت چوب می تواند تا 90°C درجه بالا رود و زمان عمل بین $4/5$ تا $12/5$ ساعت ادامه یابد، در یک چنین وضعیتی چوب به حالت استریل درمی آید و کلیه عوامل مخرب بیولوژیک قارچی و حشره‌ای نابود می گردند.

۴-۳-۵. شکل چوب

هرچه سطوح چوب لخت و عریان تر باشد، هجوم عوامل مخرب در آن سریع تر انجام می پذیرد. به عبارت دیگر پوست نوعی حفاظت طبیعی برای آن به شمار می رود. معمولاً درختان سرپا از راه خراش های پوستی و ترک ها و شکاف هایی که در آنها ایجاد می شود، گرفتار هجوم عوامل مخرب می گردند. در درختان افکنده نیز پوست تا حدود سه ماه می تواند به عنوان یک لفاف حفاظتی به شمار رود ولی چنانچه از این مدت تجاوز نماید، بر اثر تغییر و کاهش رطوبت چوب، به علت ایجاد شکاف و ترک و جدا شدن پوست از چوب، عوامل مخرب به آن حمله می کنند و لذا برای نگهداری طولانی مدت و انبار کردن چوب، باید آن را پس از مدتی پوست کنی نمود. این موضوع در بهره برداری درختان جنگل های گرمسیری و نیمه گرمسیری که اغلب دارای برون چوب می باشند عمل می گردد و برای صادرات گرده بینه ها، قسمت پوست و برون چوب را که در درازمدت فساد پذیرتر هستند، حذف می نمایند.

۴-۵. تاثیر تغییرات هوای محیط بر روی چوب یا هوازدگی چوب^۱

فرسایش چوب تحت تاثیر تغییرات هوا با سرعت کمی انجام می شود و در حدود بین $0/1$ تا $0/01$ میلی متر در سال است که پس از این مدت سطح چوب به حالت فرو رفته و برجسته درمی آید (چوب بهاره گود و چوب تابستانه برجسته می گردد). 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 سانتی متر از آن تحت تاثیر فرسایش آب و هوایی قرار می گیرد.

تغییرات رطوبت- حرارت در طول شبانه روز، هفته، ماه و فصول سال سبب تغییرات ابعاد چوب، ترک خوردگی و ناجور شکلی چوب می گردد. و هرچه ابعاد

۱. Weathering

چوب بزرگ‌تر باشد، مقدار آن چشم‌گیرتر است. ولی در چوب‌های نازک، حتی تغییرات کم باعث بروز ناهنجاری در 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.

تغییر ابعاد در طی یک سال (%)	تغییر ابعاد در چند روز (%)	تغییر ابعاد در مدت ۲۴ ساعت (%)	قطعات چوبی و وضعیت آنها
۲	۰/۸	۰/۲	الوار با پوششی از ماده نفوذپذیر
۱/۲	۰/۵	۰/۱	چهارچوب درب و پنجره و رنی خورده

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 ۰/۴ تا ۰/۳٪ است. ولی در عوض چنانچه در آب قرار گیرد، شدیداً آب جذب کرده و متورم می‌شود. به طوری که 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. بدین ترتیب در چوب‌های مختلف و فرآورده‌های آن مقدار جذب مایعات کاملاً مختلف است و لذا مهاجرت مایعات در جهت الیاف خیلی بیش از مهاجرت و جابه‌جایی مایعات در جهت عمود الیاف است، زیرا در جهت 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)

از نظر 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 در جهات مختلف

شماره	چوب‌های مختلف	جهت چوب	ماکزیمم ارتفاع صعود بعد از ۲۴ ساعت (میلیمتر)
۱	پسه آ ^۱	⊥ ||	۰/۱ ۵-۱۰
۲	کاج جنگلی ^۲	⊥ ⊥ ||	۱۰ ۵ ۲۰۰-۳۰۰
۳	آییس ^۳	⊥ ||	۲ ۱۰۰
۴	راش ^۴	⊥ ||	۱-۵ ۱۰۰-۲۰۰
۵	تخته خرده چوب ^۵	⊥ ||	۱ ۵۰

⊥: جهت موازی با الیاف

⊥: جهت عمود با الیاف

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

فصل ششم
حفاظت چوب توسط مواد شیمیایی

قبل از بحث راجع به موضوع اشباع و آغشتن چوب توسط مواد شیمیایی یادآوری می‌گردد که حفاظت چوب ممکن است توسط روش‌ها و اقداماتی غیر از اشباع و آغشتن هم انجام‌پذیرد، به‌عنوان مثال:

- به‌کار بردن برخی نکات و اعمالی در هنگام بهره‌برداری نظیر قطع خارج از فصل رویش (در زمستان) درختان، حذف درختان آلوده و درختانی که سرپا خشکیده‌اند، حذف قسمت‌های آسیب‌دیده درخت توسط عوامل مخرب بیولوژیک، حفاظت موقتی گرده‌بینه‌ها در هنگام جمع‌آوری و نگاهداری در جنگل و یارد کارخانه توسط مواد سمی، مواد ضد شکافخوری و غیره و بالاخره تبدیل سریع چوب‌ها در کارخانه به قطعات و ابعاد کوچک‌تر.

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

- خشک کردن قطعات چوبی مورد مصرف و رسانیدن رطوبت آنها به‌ویژه به حدی که قارچ‌ها نتوانند فعالیت داشته باشند (عموماً بین ۲۰ تا ۲۲٪ رطوبت).

- پوشانیدن سطحی قطعات چوبی توسط مواد حفاظت‌کننده نظیر انواع رنگ‌ها توسط قلم‌مو، اسپری (مه‌پاشی).

- نفوذ دادن مواد حفاظتی توسط روش‌های روستایی و غیرکارخانه‌ای.

- نگهداری قطعات چوبی در آب‌های جاری یا حوضچه‌ها و استخرهای کنار

رودخانه، دریاچه‌ها و غیره.

ولی غیر از روش‌ها و اقدامات احتیاطی که توضیح داده شد، روش‌های اشباع و آغشتن عمیق چوب و اجزاء تشکیل‌دهنده آن توسط مواد حفاظتی، بهترین طریق حفاظت چوب در برابر انواع عوامل مخرب می‌باشند. روش‌های اشباع و آغشتگی امروز در سراسر کشورهای چوب را به‌عنوان یک ماده جامد بیولوژیک پرارزش

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 تاریخچه و 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 خاطر نشان 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.

۶-۱. خواص چوب در ارتباط با اشباع و آغشتگی

همچنان که چوب ماده‌ای است جامد و بیولوژیک، یعنی اینکه در طی یک فرآیند طبیعی تشکیل گردیده 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.

۶-۱-۱. خواص ساختمانی چوب

با مطالعه خواص ساختمانی چوب می‌توان مشخص نمود که چرا بعضی از گونه‌ها و یا گونه‌های روئیده 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 به کار برد. در این زمینه ذکر چند مثال موضوع را نمایان‌تر می‌سازد.

- در بین سوزنی‌برگان، مثلاً گونه‌هایی که دارای اشعه چوبی با دیواره پر منفذ (آبکش شکل) می‌باشند، نظیر لاریکس و گونه‌های مختلف کاج به آسانی اشباع می‌گردند و عملاً با مشکلی مواجه نمی‌شوند، در حالی که 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 به عبارت دیگر موازی با الیاف این مشکل وجود ندارد و گونه‌های سوزنی‌برگ تقریباً شبیه به هم عمل می‌کنند.

وجود درون چوب مشخص در کاج‌ها، لاریکس^۳ و دوگلاس^۴ 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 و ته) قطعه قرار دارد، مثلاً تا حدود ۴ cm به وسیله مواد اشباع می‌گردد و من حیث‌المجموع 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 حالی که اقاچیا، 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

۴. 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.

۶-۱-۲. 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.

۶-۱-۳. خواص شیمیایی

خواص شیمیایی چوب کمتر از خواص ساختمانی و فیزیکی این ماده بر روی اشباع‌پذیری چوب تاثیر می‌گذارد. معهداً وجود بعضی از مواد قارچ‌کش و حشره‌گریز نظیر انواع صمغ‌ها، اسیدهای چرب^۴ و تانن و سایر مواد سمی در چوب سبب افزایش دوام طبیعی چوب می‌گردند؛ در حالی که قندهایی که به آسانی هیدرولیز می‌شوند،

۱. *Lophira alata*
 ۲. *Dipterocarpus* sp
 ۳. *Grevillea* sp
 ۴. *Oleoresins*

نظیر همی سلولز 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 آغستگی

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 به کار 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 موریه‌ای داشته باشند. در هر صورت، هنگام اشباع و آغستگی 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:

۱-۷. 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:

- ۱- مؤثر و مفید برای حفاظت، مبارزه و پیش‌گیری از هجوم عوامل مخرب چوب باشند.
- ۲- به آسانی در چوب نفوذ نمایند و حداقل انرژی و هزینه را برای اینکار طلب نمایند.
- ۳- به آسانی و طولیل‌المدت بر روی الیاف چوب تثبیت گردند، در واقع نباید به‌سهولت از چوب تبخیر شده و یا توسط آبشویی و در زیر باران از بین بروند.

- ۴- به کیفیت‌های خوب ماده چوبی و بخصوص خواص مکانیکی آن نظیر ضربه‌پذیری و تحمل به کشش و خمش آسیبی وارد نیاورند.
- ۵- برای سلامت انسان و حیوانات و محیط زیست خطرناک نباشند و باعث آلودگی سفره‌های آبی لایه‌های زمین که به‌مصرف شرب می‌رسند نشوند.
- ۶- به اتصالات فلزی همراه چوب آسیبی وارد نسازند.
- ۷- حتی‌المقدور بدون بو، بدون رنگ باشند و یا تضادی با خوش جلوه‌تر ساختن چوب نداشته باشند.
- ۸- با چسب‌های چوب توافق و هم سوئی داشته باشند.
- ۹- 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، ۴ و ۵ را دربرگیرد.

۷-۲. مواد و نمک‌های معدنی محلول در آب

۷-۲-۱. سولفات مس متبلور ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) (کات کبود) (سولفات کوئوریک)

این نمک معدنی که به‌صورت پودر یا قطعات کوچک آبی فیروزه‌ای یافت می‌شود از قدیم‌الایام تا کنون (از ۱۸۴۱ 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 ۲۴/۹ 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 یک صد لیتر آب باید به‌صورت محلول درآید و به‌کار رود. بازرسی این نمک و موثر بودن آن توسط بازرسی 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) محلول معیارسنجی شده سیانور قلیایی مصرف شده، عیار محلول سولفات مس را تعیین می‌کنند (که مطابق آنچه قبلاً گفته شده نباید کمتر از ۲۴/۹ 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. از جمله آنکه چنانچه 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 خوردندگی فلزات را دارد و چنانچه اتصالات فلزی (آهن) در چوب بکار رفته باشد تاثیر این نمک آن‌ها را به تدریج ضایع می‌نماید. از طرف دیگر چنانچه قطعات چوبی بخواهد در خاک‌های آهکی قرار گیرد، باز هم قسمت‌هایی 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 کوئپوریک و بیکرومات پتاسیم یا سدیم استفاده می‌شود که به عنوان مثال به سلکور یا نمک سبزی^۲ معروف است که نسبت آن‌ها ۵۰ - ۵۰ می‌باشد و بیشتر در آمریکا به مصرف می‌رسد.

البته در حال حاضر نمک سلکور با نسبت درصدهای زیر بعنوان یک ماده حفاظتی تجارتي بکار می‌رود سولفات مس ۵۱٪، بی‌کرمات پتاسیم (با سدیم) ۴۷/۵٪ 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 بر روی چوب راش انجام گردید و نتایج مثبتی هم در شرایط آب و هوایی شمال ایران داده است (پارسا پژوه ، د ۱۳۶۸) بعلاوه در حال حاضر اطلاعات 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 حفاظت چوب مورد استفاده قرار گیرد. ولی حالت مطلوب‌تر آن در اختلاط با سایر مواد حافظتی بدست می‌آید که عبارتند از:

کلروکوئوریک که به صورت متبلور با فرمول $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ می‌باشد و بصورت آمیخته با اسید ارسنیک H_3AsO_4 بحالت محلول آبکی بکار می‌رود و دارای خاصیت قارچ‌کشی^۲ بسیار خوبی است. در حالت محلول نمک مس تبدیل به آرسنیت مس بر با فرمول $Cu_2(AsO_4)_2 \cdot 2H_2O$ می‌گردد در این واکنش وجود اسید ارسنیک که سم بسیار خطرناکی است مساله‌زا می‌باشد.

یکی از سموم حفاظت چوب، آرسنیت مس $CuH(AsO_3)$ بحالت محلول می‌باشد که در محلول آمونیاکی (با وجود $NH_3 \cdot OH$) که تولید هیدروکسید مس $(Cu(OH)_2)$ می‌نماید، 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 نمک‌های عبارتست از کلرور روی $(ZnCl_2)$ که هنوز هم مصرف دارد و گاه از آن بجای کرئوزت هم در اشباع تراورس‌ها و تیرهای چوبی استفاده می‌شود نمک نسبتاً ارزانی است. قابلیت انحلال آن بسیار خوبست ولی معایبی نیز دارد که عبارتند از: خاصیت حفاظتی آن کمتر از سولفات مس متبلور می‌باشد، خوردگی شدیدی در مورد اتصالات آلومینیومی دارد، خاصیت جذب آب آن شدید است و به همین خاطر چنانچه چوب مرطوب هم باشد، تولید اسید کلریدریک می‌نماید که احتمالاً در دراز مدت به چوب آسیب می‌رساند. معهداً این مساله یک فرضیه است و هنوز کاملاً به اثبات نرسیده است.

۱. Cu salts

۲. Fungicide

۳. zn salts

گاه کلرور روی در آمیخته‌ای از بی‌کرومات سدیم $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ به نسبت $1/5$ کلرور روی و $1/5$ بی‌کرومات سدیم به کار می‌رود که این آمیخته در حفاظت چوب جای خاصی گشوده و در آمریکا نیز در سطح گسترده‌ای مصرف می‌گردد. خاصیت قارچ‌کشی آمیخته اخیر بیش از کلرور روی خالص است. گاه آمیخته دیگری از ZnCl_2 به مقدار 73% ، $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ به مقدار 20% و CuCl_2 به مقدار 7% بکار می‌رود.

گاه در ایالات متحده آمریکا از متا - ارسنیت روی با فرمول $\text{Zn}(\text{ASO}_4)_2$ که باختصار Z-M-A گفته می‌شود استفاده می‌گردد این نمک در اثر واکنش شیمیایی تبخیر اکسید روی محلول و انیدرید ارسنیو در محیط اسیدی رقیق (اسیداستیک) تولید می‌گردد. توضیح اینکه انیدرید ارسنیو تا حدودی در مجاورت محلول اسیدی حل شده و اکسید روی را احیا می‌کند. (خاصیت احیاءکنندگی دارد).

۷-۲-۴. نمک‌های جیوه^۱

به طور کلی فلز جیوه و املاح آن یکی از مواد بسیار سمی و خطرناک می‌باشند بی‌کلرور جیوه یا سوبلیمه HgCl_2 که در ترکیب کلر با جیوه حاصل می‌گردد سالهای زیادی است که مورد استفاده قرار می‌گیرد در سال ۱۸۲۳ آقای kyan.J.H انگلیسی از این محلول برای حفاظت چوب استفاده نمود. ولی قبل از آن هم با غلظت بسیار کم به‌عنوان ضد عفونی‌کننده اجساد مردگان و یا اشیائی که لازم بوده مدت زمان زیادی دوام آورند استفاده می‌شده است در حالت عادی سوبلیمه به شکل نمک سفید رنگی است که در آب و در خیلی از مواد آلی بخصوص در کرئوزت و کربونیل از مشتقات نفتی است، قابل حل می‌باشد. ولی چنانچه محلول آبکی آنرا مدتی در برابر تأثیر نور قرار دهند، خودش تجزیه و فاسد می‌گردد در نتیجه برای مصرف آن و نگهداری طویل‌المدت باید در اماکن تاریک و حتما در زیر تأسیسات مسقف آنرا بکار گرفت از طرف دیگر در زمستانهای سرد، محلول آبکی آن بحالت یخ زده درمی‌آید.

بعلاوه خاصیت خورندگی آن بخصوص در مورد آهن بسیار زیاد است و این خاصیت برای تأسیسات حفاظت چوب که از لوله‌ها و ظروف آهنی استفاده می‌کنند به‌هیچ وجه مناسب نیست و حتی میخ، پیچ و مهره و سایر اتصالات آهنی متصل به

^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 کفایت چوبها را در این محلول مدتی غوطه‌ور ساخت طرز معیار سنجی آن در چوب و آگاهی از عمق نفوذ آن در چوب به کمک 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 نیتريت سدیم (NaNO_2).

قابل توجه است که بعلمت 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.

۵-۲-۷. نمک‌های قلیائی و قلیائی - خاکی ($k, Na, ca, Mg \text{ salts}$)

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 بیولوژیک تحت‌الشعاع خود قرار داده است. در مباحث آینده راجع به این موضوع مفصل‌تر بحث خواهد شد.

در حال حاضر نمک‌های فلئوئور^۱ در بخش حفاظت اهمیت زیادتری دارد. بعنوان مثال فلئوئوروسدیم (NaF) برای حفاظت چوب نمک شناخته شده‌ایست. در آمیخته‌ای از فلئوئورسدیم با فلئوئورآمونیم، خاصیت حفاظتی شبه فلز فلئوئور بسیار چشم‌گیرتر از سدیم یا آمونیم می‌باشد.

۷-۲-۶. ترکیبات کرم (Cr)

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

بیکرمات سدیم $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ و بیکرمات پتاسیم $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 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 دی‌نیتروفل 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 فلئوئور، دارا می‌باشد. بالاخره کرم با فلئوئور 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 تجارتهای زیادی نظیر نمک‌های ولمانیت، کمانیت، بازلیت و غیره عرضه می‌شوند و با یکدیگر در رقابت می‌باشند.

۷-۲-۷. نمک‌های فلئوئور (Fluor, F)

بطور کلی هالوژنهای کلر و فلئوئور، اهمیت بسزایی در حفاظت دارند فلئوئور در طبیعت بصورت فلئوئورکلسیم و به‌نام فلئوئورین 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 فلئوئور حاصل می‌گردد و نمک‌های قلیائی اسیدفلوریدریک (Hf)

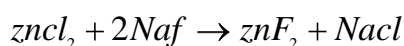
۱. Fluorures salts
۲. Pyrochromates
۳. cryolithe

نیز در این زمینه و به‌خصوص فلئورسیدیم (NaF) اهمیت بسزایی در حفاظت چوب دارد. فلئورسیدیم بصورت پودر بلوری شکل سفید رنگی که قابلیت انحلال آن در 15°C حرارت حدود ۰.۴٪ 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 فلئورسیدیم خاصیت خورندگی آهن را ندارد و به خواص مکانیکی چوب نیز آسیبی نمی‌رساند مع‌هذا این نمک دارای معایبی هم می‌باشد.

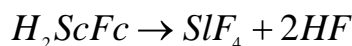
از جمله این که قابلیت انحلال آن در آب کم است (تا حدود ۰.۴٪) سرعت توسط آب و باران از چوب شسته شده و خارج می‌گردد و لذا در حفاظت طولانی مدت بتنهایی موثر نیست و بهمین خاطر آن را با مواد دیگر تثبیت کننده نظیر نمک‌های کرم قلیائی؛ بیکرمات سدیم یا بیکرمات پتاسیم که خود نیز نمک‌های حفاظتی می‌باشند و یا با سموم دیگری نظیر نیتروفلنبل و بیکرور جیوه که بر روی الیاف چوب بخوبی تثبیت می‌گردند به مصرف می‌رسند البته مواد دیگر قلیائی به صورت آمیخته با این نمک می‌تواند بکار رود که بطور کلی آن‌ها را فلئور اسیدهای سدیم و پتاسیم و آمونیم می‌خوانند که دارای فرمول زیر است:



و بالاخره فلئورخنتی روی (ZnF_2) با وجود قابلیت انحلال کمش و فلئور قلیائی روی (ZnOHF) که بسیار غیر محلول است ولی به‌علت خاصیت ضد قارچی و ضد حشره‌ای آن‌ها می‌توانند مورد مصرف قرار گیرند فلئوراسیدی روی (ZnF_2HF) هم که نسبتاً در آب محلولست در مخلوطی از کلرور روی (ZnF_2) و فلئورور سدیم NaF بمصرف می‌رسد که واکنش مقابل را ایجاد می‌کند.



اسید فلئوسیلیسیک (H_2SiF_6) که از مواد جنبی کارخانجات تولید کننده سوپر فسفات (برای مصارف کود کشاورزی) می‌باشد. بعلت این که در محیط محلول تولید اسید فلئوریدریک (HF) می‌نمایند یکی از مواد حفاظت چوب محسوب می‌گردد.



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

مثال نمک فلوئوسیلیکات سدیم (Na_2SiF_6) با آن که به سختی در آب حل می‌شود ولی خاصیت حفاظتی جالبی دارد و مصرف آن توصیه می‌گردد نمک‌های فلوئوسیلیکات منیزیم و فلوئوسیلیکات روی: (MgSiF_6) و (ZnSiF_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 موربانه‌کش استفاده می‌شده است.

در بازارهای تجارتي 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 آرسنیو در آب کم محلول است ولی در صورتی که آب خالص را اندکی اسیدی یا قلیائی نمائیم، حلالیت این نمک بیشتر خواهد شد.

نمک‌های آرسنیت بخوبی در آب حل می‌گردند و اغلب از آرسنیت‌های قلیائی و یا آرسنیت کرم، روی و مس در حفاظت چوب استفاده می‌شود از نمک‌های آرسنیت نیز به همین ترتیب استفاده می‌شود. معه‌ذا باید خاطر نشان 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 موربانه‌های 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 موادی که از مشتقات قیر زغال سنگ است استفاده می‌نمایند بطور کلی این گونه مواد حفاظتی تحت عنوان کرئوزت معروف است بعلاوه گاه از مشتقات نفتی که در مراحل تقطیر نفت بدست می‌آید 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 مقدماً با روش اندود کردن (آغشتگی) با قلم‌مو برای حفاظت چوب مصرف می‌شدند. در سال ۱۸۳۸ میلادی بتل^۱ انگلیسی روشی به ثبت 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:

- از تقطیر روغن‌های چرب حاصل از زغال‌سنگ در حرارت زیاد (HT) که بین ۱۰۰۰°C تا ۱۱۰۰°C انجام می‌شود، هر ۶۵۰ تا ۷۵۰ کیلو زغال Coke، حدود ۱۷۰ کیلوگرم گاز روشنایی یا سوخت بدست می‌آید، حدود ۳۵ تا ۴۰ کیلوگرم ماده قیری شکل شامل $\frac{4}{10}$ ماده روغنی (۱۶ کیلوگرم) و $\frac{6}{10}$ ماده کرئوزت (۲۴ کیلوگرم) و حدود دو تا سه کیلوگرم آمونیاک و بنزول و بقیه از مواد آهکی زائد غیر قابل استفاده بدست می‌آید.

۱. Bethell.j

- چنانچه روغن‌های چرب حاصل از زغال‌سنگ را در حرارت پایین یعنی بین 550°C تا 600°C 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 بطوری که 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:

- تا قبل از 170°C حرارت، بین ۱ تا $1/5$ درصد روغن‌های سبک بر پایه بنزول^۱ ، و تا حدودی تا نزدیک به 210°C گزیل^۲ و پیریدین^۳ .

- در حرارت بین 210°C تا 240°C :

حدود ۲ تا $3/5$ درصد از روغن‌های فنلی که ۳۰ تا ۴۰ درصد آنرا فنل (الکل حلقوی یک ظرفیتی) تشکیل می‌دهد و هم‌چنین گزیلنول^۴ و کرزول^۵ در این مرحله بدست می‌آید.

- در حرارت بین 240°C تا 300°C :

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

- در حرارت بین 260°C تا 300°C :

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

- در حرارت 360°C :

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

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

البته در سطوح (مقاطع) مختلف تقطیر ممکن است 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 ضدعفونی کننده 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^۴ می‌باشند. این مواد هم‌چنین قابل استفاده برای تهیه فنل، نفتالین و آنتراسن^۵ می‌باشند.

روغن‌های فنلی خود تولید مشتقات زیادی می‌نمایند که در صنعت اهمیت فراوانی دارند از جمله: فنل بفرمول (C_6H_5OH) ، کرزول^۶ 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 کلرونفتالین) و چسب‌های مصنوعی نظیر چسب‌های موسوم به فتالیک و گلیسرو فتالیک^۹.

البته از کلیه این مواد بصورت مخلوط هم به‌عنوان 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
 ۴. Acetocellulose
 ۵. Antracene
 ۶. cresols
 ۷. xylenols
 ۸. Bakelites
 ۹. Glycerophthalics, Phthalics
 ۱۰. creosote

آن باید ۶ گرم فنل در هر صد گرم کرئوزت وجود داشته باشد. کرئوزت سنگین که مخصوص تراورس راه آهن می باشد 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 روغن های سنگین تقطیری روغن سنگین زغال سنگ، برای تهیه کریبیل^۱ که خود ماده ضد رطوبت و حفاظتی می باشد: استفاده می گردد.

از روغن های آنتراسنیک، قیر آسفالت و قیر مقواهای عایق رطوبت بدست می آید. و هم چنین می توان با روش آغشته کردن چوب آترا بدین وسیله برای حفاظت چوب بکار گرفت مواد برای تولید رنگ ها و ضد زنگ فلزات و پوشش مصالح ساختمانی بکار می رود و لازم به توضیح است که از قیر چوب (کرئوزت چوب) برای حفاظت چوب نیز استفاده می نمایند. بخصوص کرئوزت حاصل از چوب سوزنی برگان دارای مواد ضد عفونی کننده و محافظتی مناسب تری از کرئوزت پهن برگان می باشند در سوئد به عنوان مثال از مخلوط زیر برای حفاظت چوب زیاد استفاده می نمایند:

- فلوئورسیدیم (NaF) حدود ۰.۷۸٪

- فنل حاصل از قطرات چوب (C_۶H_۶OH) که به آن سود (سدیم) قلیائی اضافه

شده است. حدود ۰.۲۰٪

- بیکرومات سدیم (Na_۲Cr_۲O_۷) حدود ۰.۲٪

۲-۳-۷. مواد حفاظتی نفتی

این گونه مواد که اخیراً بیشتر در زمینه حفاظت چوب بکار می روند به عنوان مواد ضد قارچ^۲ و ضد حشره ای^۳ به صورت مه باشی (اسپری یا پولوریزاسیون) مصرف می گردند تقطیر نفت خام همان طور که مطلع هستیم مشتقات نفتی زیادی برحسب محل تونید (از چاه های مختلف) فراهم می نماید. عموماً از تقطیر گازهای مختلف نفتی، بنزین های مختلف و نفت سفید چراغ و بالاخره گازوئیل بدست می آید. 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)، مواد روغنی سنگین (با هسته‌های پارافینی بی‌شکل) به دست می‌آید. و بالاخره باقیمانده آن بصورت ماده دور ریختنی می‌باشد که بر اثر پختن تولید زغال نفت^۱ یا کک نفتی می‌نماید. بالاخره مواد سوختنی دور ریختنی در نهایت باقی می‌مانند که در هر موقعیتی می‌توان عمل تقطیر را متوقف ساخت، زیرا این گونه مواد ارزش چندانی ندارند و به عنوان نفت کوره می‌توانند بکار روند. از این گونه مواد می‌توان بعنوان مواد ضد رطوبت و مواد حلال برای مواد حفاظتی آلی نظیر کربوزت مصرف نمود.

ولی بهر حال گازوئیل، نفت، بنزین و سایر مشتقاتی که از نفت بدست می‌آید. به صورت یک ماده مؤثر حفاظتی مطرح نیستند در حالیکه عده‌ای بغلط از آن‌ها استفاده می‌نمایند. این گونه مواد حتی گاهی مخاطره‌آمیز می‌باشند و آستانه آتش‌گیری چوب را پائین آورده و این ماده آتش‌گیر را آماده‌تر برای آتش‌سوزی می‌نمایند.

۷-۳-۳. مشتقات فنلی

مشتقات فنلی در سال‌های اخیر به عنوان مواد حفاظتی چوب جای خاصی را بخود اختصاص داده‌اند این گونه مواد حفاظتی تحت عنوان کلی فنول‌ها مطرح هستند ولی اغلب آمیخته‌ای از فنل (C_6H_6OH)، سه ملکول کرزول اینرو ($C_6H_4OHCH_3$) و شش ملکول گزیدنول ازومر ($C_6H_3OH(CH_3)_2$) می‌باشند.

همراه با این مواد فنل‌های حاصل از نفتالین ($C_{10}H_8$) تحت نامهای β, α نفتل ($\beta \& \alpha \text{ naphthol}$) بفرمول ($C_{10}H_7OH$) بکار می‌روند.

فنل خالص بعلت این که ماده بسیار فراری می‌باشد، به تنهایی کمتر مصرف می‌شود. گاه مواد فنلی را با سود ($NaOH$) بکار می‌برند در حالی که این آمیخته مناسب نمی‌باشد زیرا فنل با سدیم (سود) تولید کربنات سدیم Na_2CO_3 می‌نماید که خواص خوب چوب را مورد تهاجم قرار می‌دهد. در حالیکه در آمیخته‌ای از هالوژنها (کلر، فلوئور) و یا محلولهای آمونیاکی مواد فنلی اثرات مناسب‌تری می‌دهند نظیر فنل‌ها با مواد NO_2 , SO_3H , NH_2 و یا به عنوان مثال مخلوط کردن با فنل‌ها خاصیت حفاظتی فنل‌ها را افزایش می‌دهد و از طرفی خاصیت فرار بودن فنل‌ها را کاهش می‌دهد و از

۴. oil coke

حساسیت فنل‌ها و تجزیه آن‌ها 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 (xylochemistry) 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 منوئولی 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 ماده‌دی 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 فلوئورسیدیم و یا آنیلین^۳ که حالت دیگری از فلوئورور سدیم ماده ژله مانندی است، بکار می‌برند به‌عنوان مثال دی‌نیتروفنل آنیلین^۴ به‌صورت آمیخته حفاظتی برای حفاظت چوب در روش osmose که دارای حالت خمیری است بکار می‌رود و یا گاه با نمک بازلیت^۵ که نمک حاصل از بی‌کرمات سدیم (یا پتاسیم)، سولفات مس و فلوئورسیدیم می‌باشد و از نام بازلیوس مالنکوویک^۶ گرفته شده است مخلوط و مصرف می‌نمایند.

۷-۳-۴. مواد حفاظتی تجارتي

-
۱. Polychlorophenol
 ۲. Bayer
 ۳. Aniline
 ۴. Dinitrophenolaniline
 ۵. Basilit
 ۶. Basilius Malenkovic

مواد حفاظتی آمیخته از چندین نمک که در بازارهای تجارتي 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 این گونه 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 به علت نامناسب بودن از این فهرست حذف می‌شوند.

در آلمان کارخانجات مختلفی در زمینه ساخت نمک‌های تحت عنوان بازلیت و محلول‌های بازلیدیوم، 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 به بازار 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, erungesellschaft) نمک‌های کبرا که آمیخته‌ای از نمک‌های فلئورسیدیم دی‌نیتروفنل آنیلین (Dinitrophenic 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:

- ضد عفونی‌کننده‌ها و سموم آلی نظیر پلی‌کلروفنل‌ها و دی‌نیتروفنل آنیلین
- ضد عفونی‌کننده‌ها و سموم معدنی نظیر فلئورسیدیم یا پتاسیم بخصوص

- مواد تثبیت‌کننده و حتی حفاظتی که اغلب بیکروماتهای قلیائی هستند.
- مواد شیمیایی محتوی آرسنیک مثل انیدرید آرسنیو، آرسنیک سدیم و یا آرسنات سدیم که گاه به‌عنوان مواد کمکی به مواد ذکر شده قبلی برای افزایش خواص حفاظتی آنها، افزوده می‌شود.
- مواد تقطیری حاصل از زغال‌سنگ همچنان اهمیت خود را حفظ کرده‌اند نظیر کرئوزت که در اغلب کشورهایی که دارای تأسیسات ذوب آهن می‌باشند تهیه می‌گردد و در ایران نیز چند سالی است که کرئوزت تهیه می‌گردد (در نزدیکی اصفهان، سپاهان 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 وسایل 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 این عمل امکان‌پذیر است و گاه نیاز به چند روز، هفته و یا چند ماه دارد. اغلب روش‌های ذکر شده به کمک 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:

- 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 این صورت روش مورد استفاده را روش بوشری^۲ می‌نامند و یا این که 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.
- در حالت خشک بر روی چوب‌های تبدیلی و طبیعتاً پوست‌کنی شده انجام می‌پذیرد و یا حتی بر روی 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 بر روی چوب‌های سبز انجام‌پذیر است، عمل نفوذ ممکن است بر اثر 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 به کمک نیروی اسمزی که به حالت طبیعی در چوب‌های سبز وجود دارد انجام پذیرد که در واقع همان روش بوشری است.

- و یا ممکن است بدون فشار اضافی و تنها به کمک نیروی اسمزی موجود در چوب سبز انجام شود. که این روش به نام روش اسمز مشهور است، در حالت دوم که چوب‌ها با رطوبت کم (حدود ۲۲٪) قابل اشباع هستند به اشکال زیر قابل اجرا است:
- تحت تأثیر خلاء و سپس فشار ایجاد شده در سیلندر اشباع که آنرا روش بتل می‌نامند.

- تحت تأثیر فشار و سپس خلاء کم در داخل سیلندر اشباع بر روی چوب اعمال می‌شود، انجام پذیر است که آن را روش روپینگ^۱ می‌نامند.

- ممکن است ابتدا یک پیش گرم کردن بر روی چوب انجام شود و سپس با عمل تغلیظ که بلافاصله پس از آن می‌باشد، ماده حفاظتی را بدرون چوب وارد سازند که این روش را به نام روش کیان^۲ می‌نامند.

نحوه نفوذ مواد به داخل چوب به دو شکل امکان پذیر است:

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

- از راه اشعه چوبی و منافذ دیواره جانبی سلولی که بخصوص نفوذ در جهت شعاعی می‌باشد. گاه ممکن است این منافذ را در جهت شعاعی و با بهر 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 به کمک بخار داغ چوب را تا حدودی آماده نمائیم، عمل نفوذ در روش خیساندن به‌نحو عمیقی انجام خواهد شد.

۱. Rüping

۲. kyan method

در روش های کارخانه ای و روش بوشری مواد حفاظتی در کل چوب و یا در قسمت چوب برون نفوذ خواهد کرد. و در روش آماده سازی به طریق مصنوعی ماده حفاظتی نفوذش تا حد شکاف ها و سوراخ های ایجاد شده و تا در حوالی و اطراف آن هاست.

پس از این مقدمه ذیلاً به توضیح مختصر هر یک از روش های ذکر شده می پردازیم:

بعد از عمل اشباع، چوب های تیری، پوست کنی و تسطیح شده و برای خشک کردن، آن ها را به مدت حداقل حدود ۳ ماه به شکل خاصی در محوطه دسته بندی می نمایند.

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

روش بوشری که البته با عمل تزریق کوئوزت توام می گردد یکی از بهترین روش های اشباع تیر است که در حال حاضر در کشور فرانسه انجام می پذیرد عمل اشباع با سرعت ۱/۵ متر در روز انجام می شود. لذا برای یک تیر ۹ متری حدود ۶ روز وقت لازم است و مقدار جذب سولفات در تیر بعد از این مدت حدود ۵/۵ کیلوگرم سولفات مس در یک متر مکعب تیر خواهد بود. به عنوان مثال چنانچه یک تیر چوبی کاج که قطر ته آن ۲۵ cm و قطر سر آن ۱۹cm و طول آن ۹ متر باشد، حجم آن حدود ۰/۳۴ متر مکعب ($\frac{1}{3}$ متر مکعب) خواهد شد که میزان جذب مایع آن حدود ۱۸۵ لیتر مایع که محتوی ۱٪ سولفات مس می باشد خواهد شد. لذا نهایتاً مقدار جذب سولفات مس در آن ۱/۸۵ کیلوگرم می باشد.

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

نفوذ محوری مایع، عمل نفوذ شعاعی نیز تحت تأثیر فشار اسمزی یعنی اختلاف غلظت مایع سولفات مس با شیر خام گیاهی در تیر انجام می‌پذیرد. به هر حال روش بوشری یکی از روش‌هایی 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 به مصرف 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 فلئورسیدیم و انواع بیکرومات‌های فلیایی 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 وسایل دستی (قلم‌مو) انجام می‌شود. ماده حفاظتی ممکن است متنوع باشد و یا مخلوطی از چند ماده بکار رود آغشتن به نحوی است که بین ۱۵۰ تا ۲۰۰ گرم ماده خمیری شکل در سطح یک متر مربع باید بکار رود یعنی تقریباً حدود ۴ کیلو برای هر متر مکعب چوب، مثلاً یکی از مواد حفاظتی که بکار می‌رود، آمیخته‌ای از چند ماده زیر است که برای ۶ لیتر آب باید نسبت‌های زیر به مقدار ۱۰ کیلو (مجموعاً) بکار برد:

۱. Osmose method

برای ۱۰ کیلو در ۶ لیتر آب	۸۵٪	فلوئورسديم
	۱۰٪	دی نیتروفنل آنی لین
	۵٪	ماده کلوئیدی (ژله)

بعد از اینکه عمل آغشتن سطحی تیز انجام شد هر ۳۶ اصله تیر (حدود ۱۲ متر مکعب) را در کنار هم قرار داده و آن‌ها را به شکل با پروفیل مثلثی در می‌آورند و بر روی 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 بر اثر تبادل بین شیر خام و خمیر حفاظتی در جهت شعاعی در چوب انجام می‌پذیرد، که البته این عمل بر اثر فشار اسمزی ایجاد شده بین خمیر (با غلظت زیاد) و شیر خام (با غلظت کم)، تحقق می‌پذیرد.

در حال حاضر از ماده حفاظتی با نام مستعار Osmolit Uarsen بیشتر استفاده می‌گردد که در این ماده نسبت مواد بکار رفته به شرح زیر است:

۲۱ درصد	NaF	فلوئورسديم
۳ درصد	$K_2Cr_2O_7$	بيكرومات پتاسيم
۲۵ درصد	Na_2AS	آرسنیات سدیم
۱۰ درصد	$C_6H_5NO_2$	دی نیتروفنل آنی لین
۵ درصد		ماده کلوئیدی (ژله)

معمولاً برای تهیه یک حجم ۱۹ لیتری از ماده حفاظتی مطابق ترکیب فوق، مقدار ۹ لیتر آب و ۱۰ لیتر از ماده حفاظتی به کار می‌برند (با نسبت‌های فوق) مصرف اسمولیت^۱ که در آن U مخفف بیکرومات و Arsen مخفف آرسنیک است، حدود ۴ 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 کرده 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 بر خیساندن قطعات چوبی به مدت ۸ تا ۱۰ روز در یک حوضچه مملو از محلول سوبلیمه ($HgCl_2$) یا بیکلرور جیوه به غلظت $\frac{1}{150}$ 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 بر روی الیاف و اجزاء تشکیل‌دهنده چوب، دوام قطعات آغشته شده با این نمک، عمر طولی پیدا می‌کرد و بسیار با دوام می‌گشت یکی از معایب مهم این نمک خوردگی 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 آن را 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 فلئورسیدیم همراه با سوبلیمه استفاده می‌شده است بطوری‌که ۰/۶۶ درصد سوبلیمه و ۱ درصد فلئورسیدیم 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 ۴۰ روز هم برسانیم، به تناسب 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 بدین ترتیب 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°C را به مدت ۲۴ 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. سوبلیمه در حرارت 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 می‌رانند و راه نفوذ را برای سوبلیمه باز می‌نماید و با ورود سوبلیمه، این نمک باسانی وارد حفرات چوب می‌شود و اطراف لیاف را آغشته می‌نماید. مدت عمل بعد از ورود سوبلیمه به حوضچه و غوطه‌ورکردن چوبها حدود ۱۵ ساعت به طول می‌انجامد مقدار جذب ماده حفاظتی در

این روش حدود ۰/۴ کیلوگرم در چوب پیسه‌آ که یک چوب سخت اشباع است، می‌باشد و عمق نفوذ در این چوب از ۲ میلی‌متر 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 بخار دادن چوب به همراه بخار ماده رزینی را بصورت محلول بر روی چوب می‌پاشند که نام این رزین تری‌کلراتیلن^۱ می‌باشد. در این روش مقدار جذب ماده سوبلیمه توسط چوب کاج به حدود ۱ کیلوگرم و در چوب پیسه‌آ بین ۰/۶ 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 کرنوزت 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.

۸-۴. سایر روشهای اشباع بطریقه خیساندن

علاوه بر روش‌های 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 روش چوب‌هایی که در سراره 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 از 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 آبشویی و یا در تماس با خاک نیستند. این روش در کشورهای 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 به نام 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 این کار را عملی سازد.

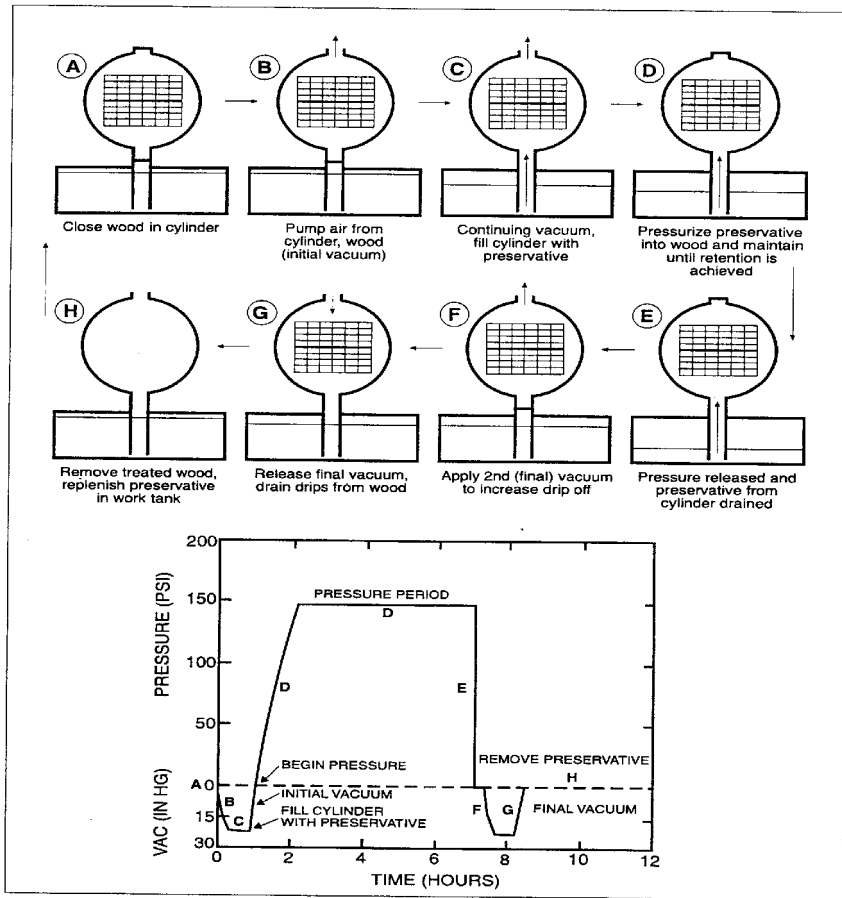
۱. Impregnation methods

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 ($znc1_2$) 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 به روش سلول پر.

ذیلاً به نحوه عمل در روش بتل برای اشباع تراورس چوبی بلوط و راش با ماده

کرتوزوت اشاره می گردد:

در مورد تراورس راش:

- پرکردن سیلندر و اشباع توسط قطعات چوبی حدود یک ساعت

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

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

- حذف خلاء طی ۱۵ دقیقه

(مجموعاً ۵۵ دقیقه)

- ایجاد فشار:

- افزایش فشار از وضعیت عادی به حد ۹ اتمسفر طی ده دقیقه
- ثابت نگه‌داشتن فشار در حد ۹ اتمسفر طی ۹۵ دقیقه
- حذف ناگهانی فشار و بازگرداندن به وضعیت عادی (مجموعاً ۱۰۵ دقیقه)

- تخلیه:

- تخلیه سیلندر اشباع حدود یکساعت

در مورد تراورس بلوط:

- پُرکردن سیلندر اشباع توسط قطعات چوب حدود یکساعت:
- ایجاد افت فشار طی ۲۰ دقیقه تا ۰/۶۵ اتمسفر (فشار منفی)
- ثابت نگه‌داشتن خلاء در ۰/۶۵ اتمسفر به مدت ۱۵ دقیقه
- حذف خلاء طی ۱۵ دقیقه و بازگرداندن به وضعیت نرمال (مجموعاً ۵۰ دقیقه)

- ایجاد فشار:

- افزایش فشار از وضعیت نرمال (فشار هوای معمولی) به حد ۹ اتمسفر طی ۱۲ دقیقه
- ثابت نگه‌داشتن فشار در حد ۹ اتمسفر به مدت ۶۱۰ دقیقه
- حذف فشار و رسانیدن بوضعیت نرمال طی ۱۲ دقیقه (مجموعاً ۷۰ دقیقه)
- 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 ۴ ساعت و ۱۵ دقیقه منظور می‌شود.

لذا برای یک دوره اشباع تراورس راش حدود ۱۶۰ 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 ۶ اتمسفر توسط تیرهای کاج حدود ۳۰۰ تا ۴۵۰ لیتر در هر متر مکعب است. برای تراورس چوبی راه آهن تهیه شده از 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 و در 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 قطره-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 آن‌ها به‌حالت تمیزی درآید.

در روش بتل که براساس استفاده از کرئوزت پایه‌گذاری شده است، می‌توان از نمک سولفات مس یا کات‌کبود ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 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 (Zn_2Cl_2) به‌غلظت 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 (۱۹۴۵ - ۱۹۳۹) رواج پیدا کرد و در آن هنگام چوب‌های مورد مصرف تهیه واکن‌های چوبی را با ماده تانالیت که آمیخته‌ای از نمک‌های کرم - مس و آرسنیک است و یا با ماده بازلیت که به‌جای آرسنیک (در نمک قبلی) نمک فلئورسیدیم 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 به طرز 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 حد کمتری به مصرف می‌رساند و چوب‌هایی که از نظر اشباع‌پذیری مشکل چندانی ندارند، کاملاً با آن قابل اشباع هستند. لازم به توضیح است که در این گونه 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. (شکل ۸-۳)

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 حالی که این مقدار در روش بتل به ترتیب برای تیر کاج حدود ۳۵۰ کیلو و برای تراورس بلوط حدود ۷۰ کیلوگرم در هر متر مکعب می‌باشد.

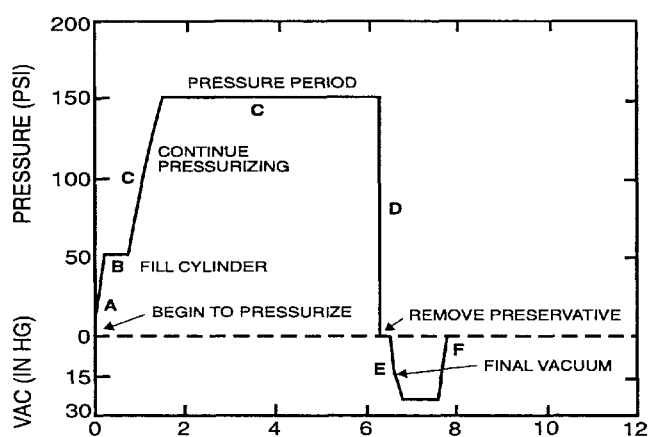
البته قابل ذکر است که در این روش زمان اعمال فشار و طول دوره اشباع بیشتر است یعنی بجای ۲/۱۵ ساعت باید سه ساعت و نیم وقت در نظر گرفت.

در مورد چوب راش از روش روپینگ مخصوصی استفاده می‌شود که در آن عملیات دوبار متوالی انجام می‌پذیرد و از این لحاظ آن را روپینگ مضاعف یا روپینگ دوپل^۲ می‌نامند. در پایان این روش مقدار جذب مواد حفاظتی در هر متر مکعب چوب راش حدود ۱۷۵ تا ۲۰۵ کیلوگرم می‌باشد. در حالی که 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 دوپل 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 این که 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 دوپل) اشباع نمود که البته در حال حاضر در ایران مسأله خاصی بوجود نمی‌آورد.

ذیلاً نحوه عمل در روش روپینگ (دوپل) 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:

- پر کردن سیلندر یا دیگ اشباع به مدت یک ساعت توسط تراورس.

- مرحله اعمال فشار:

افزایش فشار از وضعیت نرمال (فشار جو، یا فشار اتمسفر یک) بتدریج انجام می‌پذیرد و تا حد ۳ اتمسفر (کیلوگرم) طی تقریباً ۱۰ دقیقه می‌باشد. 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.

- مرحله اعمال خلاء:

افت فشار را طی ۱۰ دقیقه به حد اتمسفر می‌رسانند پس از آن عمل ایجاد خلاء تا حدود ۰/۷ اتمسفر (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.

- 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 به طول 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:

- پرکردن دیگ حدود یک ساعت توسط تراورس

- مرحله انجام فشار:

در این مرحله فشار دیگ از حد اتمسفر افزایش یافته و طی تقریباً ده دقیقه به حدود ۳ 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.

- مرحله انجام خلاء:

فشار را از روی دیگ حذف و طی ده دقیقه آن را به‌حالت معمولی در حد فشار هوای عادی می‌رسانند سپس عمل خلاء طی ده دقیقه تا حدود ۰/۷ اتمسفر (۰/۷ - کیلوگرم) انجام و مدت تقریباً ده دقیقه هم آن را به همین منوال می‌گذرانند. لذا دوره اشباع مرحله اول کلاً 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 ۴ 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 اتمسفر اضافه شده و طی ۱۷۰ دقیقه ثابت نگهداشته می‌شود سپس فشار حذف، ماده حفاظتی به مخزن ذخیره عودت داده شده و حدود ۰/۷ اتمسفر خلاء طی ده دقیقه انجام و مدت ۲۰ دقیقه هم در این حالت گذارده می‌شود سپس در دیگ باز می‌گردد لذا ملاحظه می‌شود که برای بار دوم

مدت عملیات اشباع طولانی‌تر و به‌حدود ۲۴۰ دقیقه (۴ ساعت) بالغ می‌گردد در نتیجه کل عملیات اشباع مدت ۸ ساعت و ده دقیقه بطول می‌انجامد .
- تخلیه دیگ از تراورس حدود یک ساعت.

۸-۵-۴. 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 بنحوی 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 آیس هم قابل توصیه باشد ولی عملاً مشاهده می‌گردد کارایی 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 آیس 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 ۴۸ ساعت (حداقل) از داخل یک کوره گرم که حرارت آن بین ۸۰°C تا ۱۰۰°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 ۱۶۰ تا ۱۸۰ لیتر کرئوزت در هر متر مکعب جذب می‌کنند و در حالتی که 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 وضعی 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.

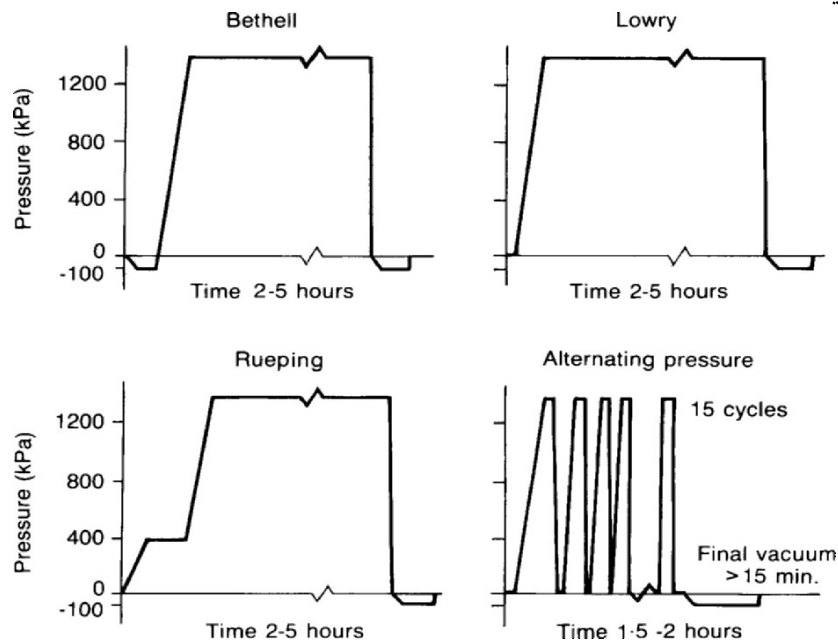
روش استراد برای تکمیل اشباع عمیق می‌تواند برای سایر چوب‌های سخت اشباع هم بکار رود ولی همواره باید توجه کرد تا هنگام خشک کردن و شکاف دادن تیرها عملیات زیاد شدید نباشد و شرایط حرارتی و تهویه کوره کاملاً کنترل و طبق دستورالعمل‌های از پیش تنظیم شده برای چوب‌های مختلف انجام پذیرد و همواره از رطوبت‌سنج‌های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

لازم به توضیح است که برای صرفه‌جویی 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.

۶-۸. 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 - خلاء - سرد - گرم و ... می‌باشد. (شکل ۸-۴) 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 کرئوزت 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

پائین تر 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 ۸-۴: فرایندهای متفاوت اشباع چوب در روش‌های پرفشار

۸-۷. روش اشباع مضاعف ته تیر

این روش برای احتیاط بیشتر حفاظتی در مورد تیرهایی 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 90° ممکنست به کمک کابل و چرخ‌دنده انجام پذیرد در ابتدا که تیرها را در داخل سیلندر قرار داده‌اند حدود 0.7 آتمسفر (0.7 -) خلاء ایجاد می‌کنند و در همین حال کرنوزت 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 تیز در حدود یکصد لیتر کرئوزت اضافه بر مواد 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 روشهایی 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 پایین‌تر و بالاتر از آنرا چه در قسمت داخل خاک و چه در قسمت بیرون از خاک، بتوسط نوارهای پارچه‌ای آغشته بر مواد حفاظتی و مواد ضد رطوبت نوار پیچی می‌نمایند بدین ترتیب که نوار داخلی آغشته به مواد حفاظتی و نوار خارجی روی آن که در تماس بیشتر با خاک و هوا قرار دارد عایق رطوبت است این روش هنوز هم در بعضی از مناطق اروپا رایج می‌باشد. مواد حفاظتی می‌تواند از نمک‌های محلول در آب و یا مواد آمیخته روغنی- نمکی باشد. ولی در قسمت خارجی باید از مواد قیری شکل ضد رطوبت بکار رود.

۸-۸-۲. روش کبرا^۲

در این روش به کمک یک دستگاه شبیه پمپ گریسکاری اتومبیل که در داخل آن مواد حفاظتی بحالت خمیری شکل قرار داده می‌شود، و بکمک یک دسته که بر روی آن فشار وارد می‌گردد و بحالت پیستون بر روی ماده حفاظتی داخل پمپ پرس شده و ماده را از نوک سوزنی که سوراخ دار می‌باشد، از دهانه پمپ خارج و بداخل تنه تیر تزریق 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 مجدداً 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 ۶ تا ۷mm و قطر ۲mm به آن تزریق می‌کنند مواد حفاظتی که در این روش بکار می‌رود اغلب نمک‌های آمیخته به‌عنوان مثال (فلوئور - آرسنیک - کرم - دی‌نیتروفلن‌آمین) 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 اسپری یا مه‌پاشی با نمک‌های حفاظتی نیز امکان‌پذیر می‌باشد گاه این عمل را با سوراخ زدن در سطح تراورس و ریختن مواد روغنی (کرثورت) داغ بوسیله قیف انجام می‌دهند.



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

منابع فارسی

۱. پارسا پزوه، د، تکنولوژی چوب، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۶۷.
۲. حجازی، ر، چوب شناسی و صنایع چوب، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۶۴.
۳. نیلوفری، پ، چوب شناسی، انتشارات دهخدا، ۱۳۶۴.

منابع لاتین

۱. Barry A. Richardson, wood preservation, Taylor & Francis e- Library, ۲۰۰۳.
۲. Diana Roll, Commercial wood preservation study Guide, Ohio department of Agriculture August ۲۰۰۳.
۳. Thomas Milton, The preservation of wood, Minnesota Extension Service.