





دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

دانشکده جنگلداری و صنایع چوب

پایان نامه جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد (M.Sc.) در رشته حفاظت و اصلاح چوب

بررسی مقاومت به پوسیدگی چوب صنوبر فور فوریله شده

پژوهش و نگارش:

سمیرا عشقی ستوده

استاد راهنما:

دکتر اصغر امیدوار

اساتید مشاور:

دکتر محمدرضا فراهانی ماستری

دکتر کامران رهنما

تعهدنامه پژوهشی

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان مبین بخشی از فعالیت های علمی - پژوهشی بوده و همچنین با استفاده از اعتبارات دانشگاه انجام می شود، بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به موارد ذیل متعهد می شوند:

- (۱) قبل از چاپ پایان نامه (رساله) خود، مراتب را قبلاً بطور کتبی به مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه اطلاع داده و کسب اجازه نمایند.
- (۲) در انتشار نتایج پایان نامه (رساله) در قالب مقاله، همایش، اختراع و اکتشاف و سایر موارد ذکر نام دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان الزامی است.
- (۳) انتشار نتایج پایان نامه (رساله) باید با اطلاع و کسب اجازه از استاد راهنما صورت گیرد.

اینجانب **سمیرا عشقی ستوده** دانشجوی رشته **مهندسی حفاظت و اصلاح چوب** مقطع **کارشناسی ارشد** تعهدات فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده و به آن ملتزم می شوم.

تقدیم به

یگانه حامیان زندگی ام

پدر و مادر مهربانم

سپاس بی پایان آفریننده ای را که لذت بودن، احساس کردن و اندیشیدن را به من بخشید، و روح آفریننده اش را در من به ودیعه نهاد.

و اینک تأملین جاریه ام، مدیون تمام آنانی، بسم که دلسوزانه و مهربانانه مراد عبور از مراحل مختلف زندگی ام یاری کرده اند.

سپاس از عزیزان همیشه همراهم، بزرگواران، اساتید عزیزم، که در این کوچه باغ اندیشه، یار و یاور من بوده اند. استاد دکتر جناب آقای دکتر اصغر امیدوار که در سمت استاد راهنمای اینجانب در طول انجام این پایان نامه راهنمایی و مساعدت خود را از من دریغ ننموده اند.

از جناب آقای دکتر محمد رضا ماستری فراهنی و دکتر کامران رهنا اساتید مشاور و کرانقدر که در تکمیل بسیاری از مباحث یاری ام نموده اند نهایت تشکر را دارم.

از داوران ارجمند جناب آقایان دکتر مدیهوشی و دکتر طبرساو، همچنین نایب محترم تحصیلات تکمیلی جناب آقای دکتر آزادفر که زحمات مطالعه این پایان نامه را تقبل نمودند تشکر و قدردانی نموده

و حامیان همیشه در کنارم، خانواده ام

که بودم را در آغوش کرمان آغاز کردم، راهم را در رسیدن به هدفم هموار کردند تا در راستای رسیدن به آن گام بردارم. و بسیار دوستان و آشنایانی که در این کوتاه سخن نمی گنجد.

چکیده

در این تحقیق مقاومت به پوسیدگی چوب صنوبر دلتوئیدس فورفوریله شده مورد بررسی قرار گرفت. ارزیابی تاثیر میزان جذب پلیمر (۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰٪) با استفاده از مونومر فورفوریل الکل، اتانول ۹۵٪ و آب جهت رقیق کردن و مالئیک انیدرید و اسیدسیتریک به عنوان کاتالیزور بر میزان پوسیدگی چوب- پلیمر مد نظر بوده است. نمونه‌های آزمایشی مطابق استاندارد AWA E1099 با ابعاد ۲×۲×۲ سانتی‌متر از برون چوب صنوبر بدون هر گونه عیب ظاهری تهیه و در ۵ سطح WPG اقدام به تهیه چوب- پلیمر شد. برای این منظور نمونه‌ها در آون خشک شدند و به روش سلول پر اما بدون حلال نهایی مورد اشباع قرار گرفتند سپس قارچ‌های عامل پوسیدگی سفید (*versicolor Trametes*) و قهوه‌ای (*Coniophora puteana*) جهت انجام آزمون پوسیدگی تهیه شدند. نمونه‌های آزمونی، درون محفظه‌های شیشه‌ای که حاوی خاک و ماده غذایی جهت رشد قارچ بود، بر روی ریشه‌های رشد یافته قرار داده شدند. محفظه‌های شیشه‌ای در محدوده دمایی بین ۲۵ تا ۲۷ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۷۵ درصد به مدت ۱۲ هفته داخل انکوباتور قرار داده شد. سپس، وزن نمونه‌ها اندازه‌گیری و کاهش وزن محاسبه شد. به‌طور کلی تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که اختلاف کاهش وزن بین نمونه‌ها کاملاً معنی‌دار بوده و در کلیه تیمارها مقاومت خوبی در برابر پوسیدگی قارچی ملاحظه گردید. با افزایش میزان درصد جذب پلیمر، میزان کاهش وزن و پوسیدگی در چوب- پلیمر کاهش یافت. بهترین مقاومت قارچی در تیمار ۱۰۰ درصد پلیمر در برابر قارچ مولد پوسیدگی سفید با ۲/۸۴ درصد کاهش وزن مشاهده شد و میزان کاهش وزن نمونه‌های چوب- پلیمر در معرض قارچ پوسیدگی سفید با جذب‌های متفاوت ۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درصد به ترتیب ۶۶/۷۳، ۱۱/۹۵، ۸/۳۵، ۶/۸۳ و ۴/۰۶ درصد، و در معرض قارچ پوسیدگی قهوه‌ای میزان کاهش وزن به ترتیب ۴۷/۰۱، ۱۳/۰۸، ۱۱/۸۷، ۹/۵۷، ۶/۳۶ و ۴/۹۵ درصد ملاحظه شد.

واژه‌های کلیدی: چوب- پلیمر، صنوبر دلتوئیدس، فورفوریل الکل، آزمون Soil Block، قارچ پوسیدگی سفید (*Trametes versicolor*)، قارچ پوسیدگی قهوه‌ای (*coniophora puteana*).

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

فصل اول: مقدمه و کلیات

۲	۱- کلیات	
۲	۱-۱- مقدمه	
۵	۲-۱- کلیاتی در مورد پلیمرها	
۷	۳-۱- فورفوریل الکل	
۸	۱-۳-۱- خواص فیزیکی فورفوریل الکل	
۹	۲-۳-۱- خواص شیمیایی فورفوریل الکل	
۱۰	۴-۱- تعریف چوب- پلیمر	
۱۰	۱-۴-۱- انواع چوب- پلیمر	
۱۱	۱-۴-۱-۱- چوب پلیمر حفره‌ای	
۱۱	۲-۴-۱-۱- چوب پلیمر دیواره‌ای	
۱۱	۳-۴-۱-۱- چوب پلیمر ترکیبی	
۱۲	۲-۴-۱- روش‌های تولید چوب- پلیمر	
۱۲	۳-۴-۱- کاربردهای چوب- پلیمر	
۱۳	۵-۱- ویژگی‌های گونه مورد تحقیق	
۱۳	۱-۵-۱- نوع چوب	
۱۴	۲-۵-۱- مشخصات گیاه‌شناسی صنوبر	
۱۵	۱-۲-۵-۱- ساختمان چوب صنوبر	
۱۵	۲-۲-۵-۱- مشخصات ماکروسکوپی	
۱۵	۳-۲-۵-۱- مشخصات میکروسکوپی	
۱۶	۴-۲-۵-۱- خواص فیزیکی - مکانیکی	
۱۶	۳-۵-۱- خواص عمومی چوب صنوبر	
۱۶	۴-۵-۱- موارد مصرف	

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۱۷	۵-۵-۱- ضرورت بررسی و شناخت صنوبر.....
۱۷	۶-۵-۱- وضعیت کنونی صنوبر در ایران.....
۱۸	۶-۱- قارچ‌های مخرب چوب و سایر مواد لیگنوسلولزی.....
۱۹	۱-۶-۱- پوسیدگی قهوه‌ای.....
۲۰	۲-۶-۱- پوسیدگی رشته‌ای یا سفید.....
۲۱	۳-۶-۱- پوسیدگی نرم.....
۲۱	۷-۱- عوامل و عناصر مورد نیاز قارچ‌ها.....
۲۲	۸-۱- اثرات پوسیدگی و روش‌های بررسی آن.....
۲۴	۹-۱- فرضیات و اهداف.....
۲۴	۱-۹-۱- فرضیه‌ها.....
۲۴	۲-۹-۱- اهداف.....

فصل دوم: بررسی منابع

۲۶	۲- مروری بر مطالعات انجام شده.....
----	------------------------------------

فصل سوم: مواد و روش‌ها

۳۴	۳- مواد و روش‌ها.....
۳۴	۱-۳- تهیه نمونه‌های آزمونی.....
۳۴	۲-۳- تهیه مواد شیمیایی.....
۳۵	۳-۳- مراحل تهیه فرآورده چوب- پلیمر.....
۳۵	۱-۳-۳- آماده‌سازی محلول اشباع.....
۳۵	۲-۳-۳- اشباع نمونه‌ها با مونومر فورفوریل الکل.....

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۳-۳-۳- پلیمریزاسیون مونومر در چوب	۳۶
۳-۴-۳- تهیه نمونه‌های قارچی	۳۷
۳-۴-۳-۱- تهیه نمونه قارچ پوسیدگی قهوه‌ای	۳۷
۳-۴-۳-۲- تهیه نمونه قارچ پوسیدگی سفید	۳۷
۳-۵-۳- تهیه محیط کشت مالت آگار	۳۷
۳-۶-۳- انتقال محیط کشت‌های ساخته شده به پتری دیش	۳۷
۳-۷-۳- روش کشت قارچ بر روی محیط کشت	۳۸
۳-۸-۳- انجام آزمون مقاومت به پوسیدگی	۳۹
۳-۸-۳-۱- آماده‌سازی وسایل مقدماتی	۳۹
۳-۸-۳-۲- تهیه خاک	۳۹
۳-۸-۳-۳- تهیه ماده غذایی قارچ	۳۹
۳-۸-۳-۴- استریل کردن شیشه‌های آزمونی	۴۰
۳-۸-۳-۵- کشت قارچ‌های خالص‌سازی شده در ظروف شیشه‌ای	۴۱
۳-۸-۳-۶- انتقال چوب- پلیمر به بطری‌های شیشه‌ای حاوی قارچ (آزمایش Soil Block)	۴۲
۳-۹-۳- پردازش داده‌های آماری	۴۴
فصل چهارم: نتایج	
۴-۴- نتایج	۴۶
۴-۱-۴- میزان درصد افزایش وزن	۴۶
۴-۲-۴- کاهش وزن نمونه‌ها	۴۶
۴-۳-۴- رطوبت نمونه‌های چوب- پلیمر	۴۹

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل پنجم: بحث و نتیجه گیری
۵۴.....	۵- بحث و نتیجه گیری.....
۵۸.....	۵-۱- نتیجه گیری کلی.....
۵۸.....	۵-۲- پیشنهادات.....
۵۹.....	منابع و مأخذ.....

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۱-۱- خواص فیزیکی فورفوریل الکل.....	۹
جدول ۱-۴- میانگین جذب پلیمر توسط نمونه‌ها.....	۴۶
جدول ۲-۴- میانگین- کاهش وزن نمونه‌های مورد بررسی پس از ۱۲ هفته مجاورت با قارچ‌های پوسیدگی.....	۴۶
جدول ۳-۴- تجزیه واریانس میزان کاهش وزن نمونه‌ها.....	۴۷
جدول ۴-۴- آزمون توکی میانگین کاهش وزن براساس نوع قارچ.....	۴۷
جدول ۵-۴- آزمون توکی مقایسه میانگین کاهش وزن نمونه‌ها براساس میزان جذب پلیمر.....	۴۸
جدول ۶-۴- مقایسه میانگین‌های کاهش وزن در اثر پوسیدگی براساس آزمون توکی.....	۴۸
جدول ۷-۴- رطوبت نمونه‌های تحت بررسی پس از ۱۲ هفته در مجاورت قارچ‌های عامل پوسیدگی.....	۵۰
جدول ۸-۴- تجزیه واریانس میزان جذب رطوبت نمونه‌ها.....	۵۰
جدول ۹-۴- آزمون توکی میزان جذب رطوبت نمونه‌ها.....	۵۱
جدول ۱۰-۴- مقایسه اثر میانگین قارچ و درصد جذب پلیمر بر میزان جذب رطوبت براساس آزمون توکی.....	۵۱

فهرست اشکال

عنوان	صفحه
شکل ۳-۱- قرار گرفتن نمونه‌ها در فویل آلومینیومی	۳۶
شکل ۳-۲- نمونه‌های چوب- پلیمر با درصد‌های وزنی متفاوت	۳۶
شکل ۳-۳- قارچ رشد یافته	۳۸
شکل ۳-۴- ماده غذایی جهت رشد قارچ	۴۰
شکل ۳-۵- استریل کردن شیشه‌های حاوی خاک و ماده غذایی	۴۰
شکل ۳-۶- شیشه‌های آزمونی در فضای اتاقک کشت	۴۱
شکل ۳-۷- قارچ پوسیدگی سفید رشد یافته در داخل بطری شیشه‌ای خاک	۴۱
شکل ۳-۸- انتقال نمونه چوب- پلیمر بر روی قارچ	۴۲
شکل ۳-۹- انکوباتور حاوی شیشه‌های مورد آزمایش	۴۳
شکل ۳-۱۰- نمونه چوب- پلیمر آلوده به قارچ	۴۳
شکل ۴-۱- مقایسه اثر قارچ‌های پوسیدگی سفید و قهوه‌ای بر کاهش وزن چوب- پلیمر در تیمارهای مختلف	۴۹
شکل ۴-۲- مقایسه اثر قارچ پوسیدگی سفید و قهوه‌ای بر جذب رطوبت در تیمارهای مختلف	۵۲



۱- کلیات

۱-۱- مقدمه

توسعه و پیشرفت تکنولوژی در جهان سبب گشته است تا از یک سو به علت امتیازات فرآورده‌های چوبی برای بسیاری از مصارف به ویژه در صنایع و از سوی دیگر عرضه آن به مصرف‌کننده بسته به فاکتورهایی از قبیل مقاومت، تثبیت ابعاد و عمر مفید آن در برابر عوامل مخرب بیولوژیکی نیاز به فرآورده‌های چوبی روزبه‌روز افزایش یابد. امروزه در بسیاری از کشورهای صنعتی جهان استفاده مطلوب از منابع لیگنوسلولزی و بهبود کیفیت فرآورده‌های چوبی جایگاه ویژه‌ای یافته و توجه خاصی از طرف محققین و کارشناسان صنایع چوب به آن معطوف گردیده است. این در حالی است که در بیشتر کشورهای صنعتی، خود از جمله صادرکنندگان چوب و فرآورده‌های آن می‌باشند. بدیهی است، در کشوری مانند ایران که همواره با کمبود چوب به عنوان ماده اولیه صنایع چوب مواجه بوده و بخش عمده‌ای از چوب و فرآورده‌های آن از طریق واردات تامین میشود، لازم است استفاده بهینه از منابع لیگنوسلولزی و همگام با آن کاهش فشار بر منابع طبیعی تجدید شونده کشور مورد توجه قرار گیرد (قربانی، ۱۳۸۶). با وجود اینکه چوب یکی از پرمصرف‌ترین موادی است که بشر از دیرباز برای کاربردهای گوناگون از آن استفاده می‌کند ولی به عنوان یک ماده طبیعی آلی همواره در معرض هجوم عوامل مختلف مخرب نظیر قارچ‌های چوب‌خوار، حشرات و نرم تنان دریایی که از آن تغذیه می‌کنند، هم‌کشیدگی و واکنشیدگی غیریکنواخت قرار دارد (ناجی، ۱۳۷۷). چوب به علت دارا بودن ساختمان طبیعی و مناسب برای تغذیه و اسکان بسیاری از انواع قارچها و حشرات می‌تواند به سرعت تخریب شده و موجب کاهش شدید در ارزش اقتصادی کاربردی این ماده با ارزش گردد. بعضی از چوبها به طور طبیعی دوام طبیعی بالایی دارند و در برابر تغییرات عوامل محیطی و هجوم عوامل مخرب بیولوژیکی قادرند تا چندین سال (۳۰ سال و بیشتر) هم دوام آورند، ولی بعضی از چوبها دوامشان پائین بوده و در عرض کمتر از ۵ سال از بین می‌روند. پوسیدگی به وسیله قارچ بازیدیومیست تخریب کننده

چوب قطعاً به عنوان یکی از مهمترین اشکال اضمحلال چوب بشمار می‌آید چرا که این عارضه الزاماً در مواقعی که الوار در معرض رطوبت هوا قرار می‌گیرند به طور شایع رخ می‌دهد. در نتیجه استفاده همه جانبه از این ماده نیاز به حفاظت و مراقبت از آن برای زمانهای طولانی دارد. به همین دلیل کارشناسان امر حفاظت چوب همواره می‌کوشند تا با استفاده از مواد گوناگون سمی و قارچ‌کش از تخریب چوب جلوگیری کنند. از زمانهای دور راهکارهای مختلفی برای بهره‌وری بیشتر چوب آلات پیشنهاد شده است که از آن جمله می‌توان به اصلاح روش‌های برداشت و استحصال چوب، بهره‌وری از روش‌های خشک کردن (در هوای آزاد و کوره) و استفاده از مواد حفاظتی اشاره نمود (زاهدی تجریشی، ۱۳۸۳).

با توجه به آگاهی روزافزون از خطرات استفاده از مواد سمی برای حفاظت از چوب، محدودیت‌هایی در زمینه تولید، تجارت و استفاده از مواد محافظ چوب مانند CCA (نمک، مس، کروم و آرسنیک) در کشورهای اروپایی و ایالت متحده اعمال شده است. مواد حفاظت کننده بسیار متنوعی در حال حاضر برای چوب به کار می‌رود. رایج‌ترین حفاظت کننده‌ها، آنهایی هستند که سمیت آنها برای قارچ مبنای عمل قرار گیرد (لندی^۱ و همکاران، ۲۰۰۴). اخیراً کاربرد قارچ‌کش‌ها و حشره‌کش‌ها به دلیل مسائل زیست محیطی با محدودیت مواجه شده است و محققین به دنبال جایگزینی مواد حفاظتی بی‌خطر برای محیط زیست و مناسب، برای افزایش دوام چوب آلات می‌باشند. با توجه به محدودیت استفاده از ترکیبات سمی در سیستم‌های حفاظتی، در کشورهای زیادی به ویژه در اروپا و آمریکا، روشهای اصلاح چوب بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته است. اصلاح چوب که به روشهای گوناگون صورت می‌گیرد، آسیب پذیری چوب را در برابر تخریب قارچی کاهش می‌دهد (زیممر^۲ و همکاران، ۱۹۷۰).

از آنجایی که چوب ماده‌ای رطوبت پذیر بوده و می‌تواند آب یا بخار آب را از محیط جذب کند تغییرات ابعاد در چوب در اثر تغییرات رطوبت به وجود می‌آید و می‌تواند منجر به ترک، اعوجاج، شان عسلی شدن و چین خوردگی شود. همچنین رطوبت می‌تواند بر روی مقاومت به پوسیدگی، چسب خوری، خواص حرارتی و مکانیکی و صوتی چوب اثر بگذارد. تحقیقات زیادی انجام یافته تا بتوان ابعاد چوب را به نحوی پایدار نمود که یک راه موثر جهت تثبیت ابعاد، اشباع چوب با

1-Lande
2-Zimmer

مونومرهای قطبی است که این مونومرها با نفوذ به درون دیواره سلولی منجر به بهبود پایداری ابعاد چوب می‌شوند (امیدوار، ۱۳۸۸). طی نیم قرن گذشته محققین زیادی تلاش کرده‌اند تا با استفاده از روش‌های مختلف بتوانند ابعاد چوب را تثبیت نمایند (کومار^۱، ۱۹۹۴). گرچه نتیجه تحقیقات آنها، دستیابی به مواد و روش‌هایی بوده که با استفاده از آن میتوان کارایی ضد همکشیدگی چوب را تا حد بالایی افزایش داد، لیکن اکثراً در سطح آزمایشگاهی بوده و برای کاربرد صنعتی آنها توجیه اقتصادی وجود نداشته است. در امر حفاظت چوب و افزایش مقاومت آن در مقابل قارچ‌ها و حشرات نیز موفقیت‌های چشمگیری بدست آمده است، بطوری که سالانه ده‌ها ماده شیمیایی برای حفاظت چوب، تولید و به ثبت می‌رسد (ویلکینسون^۲، ۱۹۷۹). یکی از این روش‌ها این بوده که مواد شیمیایی از طریق اشباع می‌تواند از مواد چوبی محافظت کند اما چالش بزرگ پیش روی محققین و صاحبان کارخانه‌های اشباع چوب در جهان، مشکلات زیست محیطی استفاده از مواد حفاظتی بوده است. این مسئله موجب گردیده تا پژوهشگران به دنبال ماده یا روشی باشند که علاوه بر حفاظت چوب و افزایش دوام آن، برای محیط زیست کم ضرر و یا ترجیحاً بی‌ضرر باشد. با پیشرفت علم پلیمر، محققین با گروه جدیدی از مواد شیمیایی برای اصلاح چوب آشنا شدند و نتیجه فعالیت آنها به معرفی فرآورده‌های جدیدی تحت عنوان چوب-پلیمر^۳ گردید که نیاز صنایع را تا حد زیادی به لحاظ استفاده بهینه از چوب مرتفع ساخت (امیدوار، ۱۳۸۸). در این سیستم‌ها هیچ گونه فلز یا هالوژنی به محصول افزوده نمی‌شود، این موضوع برای دستیابی به فرآورده‌ای که از نظر زیست محیطی قابل قبول باشد بسیار با اهمیت است (لندی و همکاران، ۲۰۰۴). در روش‌های جدید جهت تثبیت ابعاد و حفاظت چوب، اصلاح شیمیایی چوب توسط مونومرها می‌باشد. اصلاح شیمیایی چوب، واکنش شیمیایی بین برخی از بخشهای فعال اجزای تشکیل دهنده چوب (سلولز، همی سلولز، لیگنین) با یک مونومر است که در نهایت منجر به ایجاد پیوند بین چوب و مونومر می‌گردد (راول^۴، ۱۹۹۱). که مونومر بکار رفته در چوب تحت روش اشباع به پلیمر تبدیل گردیده و منجر به تولید فرآورده چوب-پلیمر می‌گردد. در نتیجه فرآورده حاصله، چوبی خواهد بود که حفره سلولی و بین سلولی و یا روزنه‌های ریز دیواره سلولی آن توسط پلیمر اشغال شده است. یکی از این مواد حفاظتی که دوستدار طبیعت شناخته شده

1-Kumar

2-Willkinson

3-Wood- polymer composite

4-Rowell

است فوفوریل الکل^۱ می‌باشد که ماده شیمیائی مورد استفاده (فوفوریل الکل) منشاء طبیعی داشته و از پسماندهای نیشکر و ذرت به دست می‌آید. بنابراین تهدیدی برای محیط زیست محسوب نمی‌شود، این مواد شیمیائی به خوبی در چوب نفوذ کرده و از یک طرف با گروه‌های هیدروکسیل آن واکنش می‌دهند و از طرف دیگر با ایجاد پیوند بین مونومرها، به پلیمر تبدیل می‌شود. چوب-پلیمر در مقایسه با چوب تیمار نشده دارای خواص فیزیکی و مکانیکی و مقاومت به پوسیدگی بهبود یافته‌ای می‌باشد که از این رو کاربردهای ویژه‌ای در صنایع پیدا کرده است (امیدوار، ۱۳۸۸). فوفوریل‌اسیون چوب (اصلاح چوب با فوفوریل الکل) بعنوان یک روش فوق‌العاده کارآمد برای بدست آوردن محصولات چوبی با ثبات ابعادی بالا، دوام بالا و مقاوم به اسید و باز شناخته شده است. فوفوریل الکل یک ماده شیمیائی تجدید شونده است که فوفوریل حاصل از هیدرولیز ضایعاتی که منشاء زیستی دارند مشتق می‌شود. شیمی واکنش فوفوریل الکل در چوب، که در اثر اسید کاتالیز می‌شود بسیار پیچیده است. نتیجه این می‌شود که شاخه‌های زیادی از پلیمرفوران با پیوند عرضی به پلیمرهای دیواره سلولی متصل می‌شوند. فوفوریل‌اسیون چوب از اوایل دهه (۱۹۷۰) در آمریکا بصورت تجاری درآمد. کمپانی نروژی تکنولوژیهای چوب پلیمر، فرایندهای جدیدی به وجود آورده که اخیراً بصورت تجاری در آمده‌اند (یوسف^۲ و همکاران، ۲۰۰۸).

۱-۲- کلیاتی در مورد پلیمرها

از نظر شیمیایی پلیمرها از مولکول‌های بسیار بزرگی به نام ماکرومولکول درست شده‌اند. این مولکولهای بزرگ خود از تکرار و اتصال واحدهای کوچکتر به نام مونومر تشکیل یافته‌اند. نوع تعداد مونومرها و هم‌چنین چگونگی تکرار و طرز قرار گرفتن آنها در ابعاد مختلف هر پلیمر ثابت بوده و همین تفاوت‌هاست که سبب به وجود آمدن پلیمرهای مختلف با خواص گوناگون می‌شود. واکنشی که طی آن اتصال این مولکولها بهم می‌انجامد را پلیمریزاسیون گویند (دبیری اصفهانی، ۱۳۶۷). بیشتر پلیمرها از کربن، هیدروژن و اکسیژن و نیتروژن تشکیل شده‌اند. هر چند از عناصری مانند سیلیسیم، کربون، فلور، برم، فسفر، گوگرد نیز به طور روز افزون استفاده می‌شود.

1-Furfuryl alcohol

2-Yusuf

طبقه بندی پلیمر

پلیمرها را می‌توان با توجه به نوع فعل و انفعالاتی که بین مونومرها جهت چسبیدن آنها به یکدیگر و در نتیجه تولید ماکرومولکول اتفاق می‌افتد طبقه‌بندی کرد. این نوع طبقه‌بندی گروه‌های مختلفی را شامل می‌شود. مثل پلیمریزاسیون از طریق گروه‌های عامل، پلیمریزاسیون از طریق باز شدن حلقه‌ها، پلیمریزاسیون از طریق رادیکالهای آزاد، پلیمریزاسیون از طریق کاتیون‌ها، پلیمریزاسیون از طریق آنیون‌ها و غیره (سیلانی، ۱۳۸۰).

به طور کلی پلیمرها را به دو گروه اصلی تقسیم می‌کنند، گروه اول پلیمرهای طبیعی و گروه دوم پلیمرهای مصنوعی.

پلیمرهای طبیعی به طور گسترده در طبیعت وجود دارند که زنجیره مولکولی بسیار بلند آنها از اتصال و بهم پیوستن هزاران واحد کوچک مولکولی مرسوم به مونومر تشکیل شده‌است. مواد طبیعی مانند ابریشم، لاک، قیر طبیعی، سلولز و ناخن دارای چنین ساختمانی مولکولی هستند. بشر با تلاش برای دستیابی به مواد جدید با استفاده از مواد آلی (عمدتا هیدروکربنها) موجود در طبیعت به تولید مواد مصنوعی نایل شد. این مواد عمدتاً شامل عنصر کربن، هیدروژن، اکسیژن، نیتروژن و گوگرد بوده و به نام مواد پلیمری معروف هستند. پلیمرهای مصنوعی به دو گروه پلیمرهای گرمانرم^۱ و پلیمرهای گرما سخت^۲ تقسیم می‌شوند. که به مجموعه پلیمر گرمانرم و گرما سخت، پلاستیک گفته می‌شود (امیرخیزی، ۱۳۷۳). این دو گروه تفاوت عمده‌شان در واکنش آنها به دماست. گرماسخت‌ها پلیمرهای غیر قابل ذوب‌اند، که زنجیرهای پلیمری توسط پیوند قوی کووالانسی به یکدیگر متصل شده‌اند و اتصالات عرضی بوسیله کاتالیزور و گرما به وجود می‌آید (یاوری و قائمی، ۱۳۷۰).

اما گرمانرم‌ها دارای وزن مولکولی بالا و طول زنجیر بلند بوده و هنگامی که دما از نقطه ذوب‌شان بالاتر بروند ذوب می‌شوند و مجدداً بر اثر سرد شدن سخت می‌گردند. بنابراین این مواد توانایی ذوب شدن مجدد را دارند که اگر بازیافت مورد نظر باشد به آنها در برابر گرماسخت‌ها ارجحیت می‌دهد (میلر^۳، ۱۹۹۶). در پلاستیک‌های گرمانرم تنها نیروی جاذبه واندروالسی میان زنجیرهای پلیمری وجود دارد که این جاذبه‌ها به سهولت در اثر گرما گسسته شده و در نتیجه ذوب می‌شود.

1-Thermoplastic

2-Thermoset

3-Miller

از پلیمرهای گرمانرم می‌توان به پلی‌اتیلن (سبک و سنگین)، پلی‌پروپیلن، پلی‌وینیل کلراید، پلی‌استایرن و... اشاره کرد.

از پلیمرهای گرماسخت نیز می‌توان رزین‌های فنل فرمالدئید، پلی‌استر و اوره و فرمالدئید را نام برد (حسینی و همکاران، ۱۳۸۳).

پلیمرها به علت بسیاری از خواص مثل نفوذناپذیری در مقابل گازها، مقاومت در حلال، مقاومت در برابر مواد شیمیایی و مقاومت الکتریکی برای مصارف خاص، موثر و تعیین‌کننده هستند.

به جهت خواص قابل توجه پلیمرها کاربردهای وسیعی در صنعت پیدا کرده‌اند یکی از کاربردهای آن در صنعت چوب می‌باشد. با معرفی پلیمر دانشمندان جهت اندود و اشباع چوب به تعدادی از مواد شیمیایی دست یافته‌اند و در نتیجه ایده اشباع چوب با رزین‌های طبیعی و پلیمریزاسیون آنها با هدف بهبود کیفیت چوب قوت گرفت.

ترکیبات چوب پلیمر در حدود سال (۱۹۶۰) شناخته شد و با تحقیقات گسترده در این زمینه تعداد زیادی مواد شیمیایی جدید مانند مونومرهای وینیل جهت پر کردن فضای خالی چوب و پلیمریزاسیون آن مورد استفاده قرار گرفت (حسین زاده و همکاران، ۱۳۷۱). ترکیبات چوب پلیمر به وسیله اشباع چوب با مونومر دارای توانایی پلیمریزاسیون یا پیش پلیمر و سپس انعقاد کردن مونومر یا پیش پلیمر و ایجاد آن به شکل جامد تهیه و ساخته می‌شود. چوب جامد (الوار) یا هر ماده مرکب چوبی مثل تخته و یفر و تخته فیبر با چگالی متوسط می‌تواند برای ساختن ترکیبات چوب پلیمر استفاده شود. ترکیبات چوب پلیمر یا در حفرات سلول و یا هم در حفرات سلول و هم در دیواره سلولی پلیمر دارند. این ترکیبات به طور قابل ملاحظه و قابل توجهی افزایش سختی سطح و ثبات ابعاد را به همراه دارند و بدون نیاز به پوشش سطحی، قابل پرداخت شدن هستند. فورفوریل الکل به دلیل اینکه دارای مولکولهای قطبی و کوچک می‌باشند می‌توانند وارد دیواره سلولی گردند که چوب-پلیمر حاصله از نوع دیواره‌ای بوده که در مقابل بازها خیلی مقاوم است و بخاطر رنگ تیره‌ای که دارد، پس از نفوذ به داخل دیواره، چوب را تیره می‌کند. چنین حالتی یک امتیاز محسوب آمده و بازار پسندی آن را زیاد می‌کند، زیرا قابل رقابت با چوبهای تیره مناطق استوایی می‌شود. از این رو چوبهای روشن مناطق معتدله با استفاده از فرایند فوق شبیه سازی می‌شوند تا جایگزین چوبهای تیره گردند (امیدوار، ۱۳۸۸).

۱-۳- فورفوریل الکل

مونومر قطبی فورفوریل الکل، موادی به رنگ قهوه‌ای تیره هستند که دیواره سلولی را واکنشیده کرده تا مقاومت شیمیایی و ثبات ابعادی چوب را بهبود بخشند. فورفوریل الکل از مشتقات فورفورال^۱ می باشد. فورفورال مایعی است شفاف و بدون رنگ که از پنتوزان پسماندهای کشاورزی، مانند چوب ذرت، پوسته پنبه، پوسته جودوسر، پوسته گندم، باگاس و پوسته برنج تولید می‌شود، اما به دلیل سهولت دسترسی و قیمت پایین، ماده خامی که بیشتر برای تولید فورفورال استفاده می‌شود باگاس می‌باشد (آپادھیایا^۲، ۱۹۹۶ و اپال^۳، ۲۰۰۶). پنتوزان‌ها تحت تاثیر واکنش اسیدی، فورفورال تولید می‌کنند. فورفورال به وسیله هیدروژناسیون آلدئید به صورت مایع یا بخار در حضور کاتالیزور فلزی مناسب مانند مخلوط از نیکل فلزی و اکسید منیزیم می‌تواند به فورفوریل الکل تبدیل شود. فورفوریل الکل یک پلیمرشیمیایی، با منشا گیاهی است که باعث واکنش چوب می‌شود و اغلب واکنش‌دهی به وسیله هوموپلیمریزاسیون بصورت پایدار باقی می‌ماند (دادزیک^۴، سزبا^۵، ۱۹۷۴). فورفوریل الکل ماده‌ای با سمیت بالاست. در اثر استنشاق، بلعیدن، و یا در تماس با پوست ممکن است باعث آسیب شدید یا مرگ شود. تماس با ماده گداخته ممکن است باعث سوختن شدید پوست و چشم‌ها شود. تاثیر فورفوریل الکل را بر روی موش‌های صحرایی مورد آزمایش قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که استنشاق دراز مدت بخار، منجر به آسیب در مجرای بینی گشته و همچنین تعدادی از موشها به سرطان بینی و کلیه دچار گشتند. یکی از خطرات صنعتی عمده در استفاده از فورفوریل الکل واکنش پلیمریزاسیون آن در تماس با اسیدها می‌باشد. این واکنش بسیار گرمازا است و منجر به انفجارات شدید می‌شود (توبی^۶، ۱۹۴۰). فورفوریل الکل به واسطه خواص فیزیکی و شیمیایی خود، می‌تواند در دماهای پایین و در کانتینرهای بدون پوشش و محفوظ از هوا بدون خطر انبار شود. فورفوریل الکل طی انبار کردن در مخازن فولادی، تا حدود شش ماه تغییر نمی‌کند، اما وقتی برای زمانهای طولانی‌تر

-
- 1-Furfural
 - 2-Upadhiaya
 - 3-Uppal
 - 4-Dudzik
 - 5-Szuba
 - 6-Tobie