بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده مهندسی چوب و کاغذ

پایان‌نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته
حفاظت و اصلاح چوب

بررسی اثر رطوبت بر پلیمریزاسیون و توزیع پلیمر فورفوریل الکل و آنالیز شیمیایی FTIR آن در چند سازه چوب پلیمر صنوبر

پژوهش و نگارش:
حکیمه جهانتیغ

استاد راهنما:
دکتر اصغر امیدوار

استاد مشاور:
دکتر ابوالقاسم خزاعیان

زمستان ۱۳۹۱

تعهدنامه پژوهشی

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

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 پایان‌نامه (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 پایان‌نامه (رساله) باید با اطلاع و کسب اجازه از استاد راهنما صورت گیرد.

اینجانب **حکیمه جهانتیغ** دانشجوی رشته **حفاظت و اصلاح چوب** مقطع **کارشناسی‌ارشد** تعهدات فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده و به آن ملتزم می‌شوم.

تقدیم به

پدر و مادر عزیزم

که پیوسته جرعه نوش جام تعلیم و تربیت، فضیلت و انسانیت آنها بوده‌ام

و همواره چراغ وجودشان روشنگر راه من در سختی‌ها و مشکلات بوده است.

سپاس از وجود مقدس:

آنان که ناتوان شدند تا من به توانایی برسم...

موهایشان سپید شد تا من روسپید شوم...

و عاشقانه سوختند تا گرمابخش وجودم و روشنگر راهم باشند...

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی اثر رطوبت بر پلیمریزاسیون و توزیع پلیمر در چوب- پلیمر گونه صنوبر و آنالیز شیمیایی FTIR آن انجام گرفت. اهداف اصلی این تحقیق بررسی اثر رطوبت بر درصد جذب مونومر، پلیمرو شاخص‌های تیمارپذیری (عمق نفوذ و توزیع میکروسکوپی) در همه جهات جریان (نمونه‌های بدون اندود) و جهت جانبی (نمونه‌های سر و ته اندود) و تعیین نقش آناتومیکی هر یک از عناصر در انتقال سیال و تغییرات شیمیایی چوب فورفوریله بود. به منظور دستیابی به اهداف فوق تعداد ٤٨ نمونه به ابعاد ٤×٢×٢ سانتی‌متر را به رطوبت‌های مورد نظر (٠، ١٢، ٢٥، ٤٠ درصد) رسانده و سپس در نیمی از نمونه‌ها سروته را اندود کرده تا فقط جریان عرضی برقرار باشد. نیمی دیگر از نمونه‌ها بدون اندود کنار گذاشته شد تا جریان در همه جهات برقرار گردد. برای اشباع نمونه‌ها از مونومر فورفوریل‌الکل استفاده شد. نتایج نشان داد که میزان جذب مونومر، پلیمر و شاخص توزیع، در رطوبت ١٢ درصد بیشتر از رطوبت صفر درصد بود، و بالاتر از رطوبت ٢٥ درصد میزان جذب کاهش یافت. در همه جهات جریان و همچنین در جریان عرضی، از لحاظ میزان رطوبت بر میزان جذب مونومر، پلیمر و شاخص توزیع اختلاف معنی‌دار وجود داشت. در جهات مختلف جریان (همه جهات جریان، جریان عرضی) میزان جذب مونومر، پلیمر و شاخص توزیع اختلاف معنی‌دار وجود نداشت. توزیع مایع در همه جهات جریان مناسب‌تر از جریان عرضی بود. ضمناً عمق نفوذ در همه نمونه‌ها و در همه سطوح رطوبتی کامل بود. به طور کلی بهترین توزیع مایع در رطوبت ١٢ و ٢٥ درصد بود که با توجه به صرفه اقتصادی و کاهش هزینه‌های چوب خشک‌کنی در بین ٤ سطح رطوبتی میزان رطوبت ٢٥ درصد در صنعت توصیه می‌گردد. تست FT IR حضور فورفوریل الکل در چوب- پلیمر و تغییرات چوب فورفوریله را نشان داد.

کلمات کلیدی: صنوبر دلتوئیدس، فورفوریل الکل، چندسازه چوب پلیمر، شاخص توزیع، جریان عرضی، همه جهات جریان

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول: مقدمه

۱-۱- مقدمه ۲

فرضیه ٤

اهداف ٤

۱-۲- کلیات ٥

۱-۲-۱- تعریف چوب- پلیمر ٥

۱-۲-۲- انواع چوب- پلیمر ٥

۱-۲-۲-۱- چوب- پلیمر حفره‌ای ٥

۱-۲-۲-۲- چوب- پلیمر دیواره‌ای ٦

۱-۲-۲-۳- چوب- پلیمر ترکیبی ٦

۱-۲-۳- روش‌های تولید چوب- پلیمر ۷

۱-۲-۳-۱- جریان توده‌ای ۷

۱-۲-۳-۲- روش انتشار ۷

۱-۲-٤- کاربردهای چوب- پلیمر ۷

۱-۲-٥- مواد اولیه چوب- پلیمر ۸

۱-۲-٥-۱- گونه‌های چوبی مورد استفاده ۸

۱-۲-٥-۲- انواع پلیمر در چوب- پلیمر ۹

۱-۲-٦- ضرورت بررسی و شناخت صنوبر ۱۰

۱-۲-٦-۱- مشخصات ماکروسکوپی صنوبر ۱۱

۱-۲-٦-۲- مشخصات میکروسکوپی صنوبر ۱۱

۱-۲-٦-۲-۱- آوندها ۱۱

۱-۲-٦-۲-۱- فیبرها ۱۲

۱-۲-٦-۲-۳- اشعه چوبی ۱۲

۱-۲-٦-۲-٤- پارانشیم طولی ۱۳

۱-۲-۷- جریان مایع در چوب ۱۳

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۱-۲-۷-۱- جریان توده‌ای ۱۳
۱-۲-۷-۲- انتشار ۱٤
۱-۲-۸- نفوذپذیری ۱٤
۱-۲-۹- تغییرات در نفوذپذیری ۱٤
۱-۲-۱۰- رابطه تیمارپذیری و نفوذپذیری ۱٤
۱-۲-۱۱- فرآیند تولید چوب- پلیمر ۱۵
۱-۲-۱۱-۱- تیمار (اشباع) چوب ۱۵
۱-۲-۱۱-۲- پلیمریزاسیون مونومرها در چوب ۱٦
۱-۲-۱۲- فرآیند فورفوریلاسیون چوب ۱۷
۱-۲-۱۲-۱- مونومر فورفوریل الکل ۱۷
۱-۲-۱۲-۲- شیمی چوب تیمار شده با فورفوریل الکل ۱۹
۱-۲-۱۲-۳- فرآیند تجاری فورفوریلاسیون ۲۳
۱-۲-۱۳- اثرات زیست محیطی چوب فورفوریله شده ۲۳

فصل دوم: بررسی منابع

۲- بررسی منابع ۲٦
۲-۱-اثر رطوبت بر جذب ماده حفاظتی ۲۷
۲-۲- ساختمان چوب پهن‌برگان ۳۱
۲-۳- پونکتواسیون‌ها ۳۳
۲-٤- اثر جهت جریان بر نفوذ مایع ۳۳
۲-۵- FTIR ۳۵

فصل سوم: مواد و روش‌ها

۳-۱- تهیه نمونه‌ها ۳۸
۳-۱-۱- نمونه‌های صفر درصد رطوبت ۳۸

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۳-۱-۲- نمونه‌های ۱۲ درصد رطوبت ۳۸
۳-۱-۳- نمونه‌های ۲۵ درصد رطوبت ۳۹
۳-۱-٤- نمونه‌های ٤۰ درصد رطوبت ۳۹
۳-۱-۵- اندود کردن نمونه‌ها ۳۹
۳-۲- تهیه مواد شیمیایی ٤۰
۳-۳- تهیه فرآورده مرکب چوب- پلیمر ٤۰
۳-۳-۱- تهیه محلول اشباع ٤۰
۳-۳-۲- تیمار (اشباع) چوب ٤۰
۳-۳-۳- پلیمریزاسیون مونومر در چوب ٤۱
۳-٤- اندازه گیری شاخص‌های تیمار پذیری ٤۱
۳-٤-۱- عمق نفوذ ٤۱
۳-٤-۲- بررسی وضعیت توزیع مایع ٤۲
۳-٤-۲-۱- نرم کردن نمونه‌ها ٤۲
۳-٤-۲-۲- تهیه مقاطع میکروسکوپی ٤۲
۳-٤-۲-۳- رنگ آمیزی مقاطع ٤۲
۳-٤-۲-٤- تعیین شاخص توزیع ٤۳
۳-۵- آزمون طیف سنجی FT IR ٤٤
۳-٦- تجزیه و تحلیل داده‌ها ٤۵

فصل چهارم: نتایج

٤-۱- درصد جذب مونومر ٤۸
٤-۲- درصد جذب پلیمر ۵۱
٤-۳- شاخص توزیع ۵۳
٤-۳-۱- آوندها ۵۷
٤-۳-۲- فیبرها ۵۷

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

٤-٣-٣- اشعه‌ها ٥٧
٤-٣-٤- پارانشیم طولی ٥٨
٤-٤- عمق نفوذ ٥٨
٤-٥- طیف‌سنجی FT IR ٧١

فصل پنجم: بحث و نتیجه‌گیری

٥- بحث ٧٦
٥-١- آوندها ٧٧
٥-٢- فیبرها ٧٧
٥-٣- پره‌های چوبی ٧٨
٥-٤- نتیجه‌گیری کلی ٧٩
پیشنهادات ٨٠
منابع ٨٢
پیوست ٨٧

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۱-۱- انواع منومرها و پیش پلیمرهای مورد استفاده برای ساخت چوب- پلیمر ۹
جدول ۱-۲- خواص فیزیکی فورفوریل الکل ۱۸
جدول ٤-۱- مقادیر درصد جذب مونومر، پلیمر و شاخص توزیع در همه جهات جریان ٤۸
جدول ٤-۲- مقادیر درصد جذب مونومر و پلیمر و شاخص توزیع در جهت عرضی ٤۸
جدول ٤-۳- مثالی از چگونگی محاسبه توزیع مایع در همه جهات جریان ۵۵
جدول ٤-٤- مثالی از چگونگی محاسبه توزیع مایع در جریان عرضی ۵٦
جدول ۱- تجزیه واریانس اثر رطوبت وجهات جریان بر میزان جذب مونومر ۸۸
جدول ۲- آزمون توکی اثر رطوبت و جهات جریان بر میزان جذب مونومر ۸۸
جدول ۳- تجزیه واریانس اثر رطوبت وجهات جریان بر میزان جذب پلیمر ۸۹
جدول ٤- آزمون توکی اثر رطوبت و جهات جریان بر میزان جذب پلیمر ۸۹
جدول ۵- تجزیه واریانس اثر رطوبت و جهات جریان بر شاخص توزیع ۹۰
جدول ٦- آزمون توکی اثر رطوبت و جهات جریان بر شاخص توزیع ۹۰

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱- واکنش فوفوریل الکل تحت شرایط اسیدی ۲۱
شکل ۱-۲- الگوهای اتصال عرضی زنجیرهای پلیمر فورفوریل الکل ۲۲
شکل ۱-۳- واکنش پیوندزنی فورفوریل الکل ۲۲
شکل ۳-۱- شمایی از نمونه های اندود شده و اندود نشده ٤۰
شکل ۳-۲- برش عرضی از نمونه رنگ‌آمیزی شده صنوبر دلتوئیدس ٤۳
شکل ٤-۱- نمودار اثر جهات جریان بر درصد جذب مونومر و اثر رطوبت بر درصد جذب مونومر..... ٤۹
شکل ٤-۲- نمودار اثر متقابل رطوبت و جهات جریان بر جذب مونومر ۵۰
شکل ٤-۳- نمودار میانگین درصد جذب مونومر در نمونه‌های تیمار شده ۵۰
شکل ٤-٤- نمودار اثر جهات جریان بر درصد جذب پلیمر و اثر رطوبت بر درصد جذب پلیمر..... ۵۱
شکل ٤-۵- نمودار اثر متقابل رطوبت و جهات جریان بر درصد جذب پلیمر ۵۲
شکل ٤-٦- نمودار میانگین درصد جذب پلیمر در نمونه‌های تیمار شده ۵۲
شکل ٤-۷- نمودار اثر جهات جریان بر شاخص توزیع و اثر رطوبت بر شاخص توزیع ۵۳
شکل ٤-۸- نمودار اثر متقابل رطوبت و جهات جریان بر شاخص توزیع ۵٤
شکل ٤-۹- نمودار میانگین شاخص توزیع نمونه‌های تیمار شده..... ۵٤
شکل ٤-۱۰- مقطع عرضی صنوبر دلتوئیدس. توزیع پلیمر در همه جهات جریان در رطوبت صفر درصد. بزرگنمایی ٤۰۰x ۵۹
شکل ٤-۱۱- مقطع عرضی صنوبر دلتوئیدس. توزیع پلیمر در همه جهات جریان در رطوبت ۱۲ درصد. بزرگنمایی ٤۰۰x ٦۰
شکل ٤-۱۲- مقطع عرضی صنوبر دلتوئیدس. توزیع پلیمر در همه جهات جریان در رطوبت ۲۵ درصد. بزرگنمایی ٤۰۰x ٦۱
شکل ٤-۱۳- مقطع عرضی صنوبر دلتوئیدس. توزیع پلیمر در همه جهات جریان در رطوبت ٤۰ درصد. بزرگنمایی ٤۰۰x ٦۲
شکل ٤-۱٤- مقطع عرضی صنوبر دلتوئیدس. توزیع پلیمر در جـریان عرضی در رطـوبت صفر درصـد. بزرگنمایی ٤۰۰x ٦۳

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ٤-١٥- مقطع عرضی صنوبر دلتوئیدس. توزیع پلیمر در جریان عرضی در رطوبت ١٢ درصد. بزرگنمایی x٤٠٠ ..... ٦٤
شکل ٤-١٦- مقطع عرضی صنوبر دلتوئیدس. توزیع پلیمر در جریان عرضی در رطوبت ٢٥ درصد. بزرگنمایی x٤٠٠ ..... ٦٥
شکل ٤-١٧- مقطع عرضی صنوبر دلتوئیدس. توزیع پلیمر در جریان عرضی در رطوبت ٤٠ درصد. بزرگنمایی x٤٠٠ ..... ٦٦
شکل ٤-١٨- مقطع طولی صنوبر دلتوئیدس در رطوبت صفر درصد. بزرگنمایی x٤٠٠ ..... ٦٧
شکل ٤-١٩- طولی صنوبر دلتوئیدس در رطوبت ١٢ درصد. بزرگنمایی x٤٠٠ ..... ٦٨
شکل ٤-٢٠- مقطع طولی صنوبر دلتوئیدس در رطوبت ٢٥ درصد بزرگنمایی x٤٠٠ ..... ٦٩
شکل ٤-٢١- مقطع طولی صنوبر دلتوئیدس در رطوبت ٤٠ درصد. بزرگنمایی x٤٠٠ ..... ٧٠
شکل ٤-٢٢- طیف بینی FT IR پلی فورفوریل الکل. ٧١
شکل ٤-٢٢- طیف بینی FT IR چوب صنوبر دلتوئیدس و چوب-پلیمر با رطوبت‌های مختلف ٧٢

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه

چوب به دلیل فراوانی زیاد و تجدیدپذیر بودن، از ابتدا برای بقای بشر یک ماده ضروری بوده است، که با پیشرفت تکنولوژی به عنوان سرپناه و مواد مهندسی و... مورد استفاده قرار گرفته است. ساختار سلولی ویژه چوب مقاومت بالایی نسبت به وزنش به آن بخشیده است، به همین دلیل برخی از چوب آلات با کیفیت بالا به عنوان مواد ساختمانی مورد استفاده قرار می‌گیرند. عیوب عمده چوب اساساً به دلیل وجود تعداد گروه‌های هیدروکسیل فراوان در ترکیبات اصلی دیواره چوب و وجود منافذ گوناگون و گذرگاه‌های عمده برای حرکت رطوبت در آن می‌باشد. مسدود کردن این سایت های واکنشی و پر کردن منافذ چوب نه تنها مقاومت در برابر رطوبت را افزایش می‌دهد، بلکه ثبات ابعاد، ویژگی‌های فیزیکی و تخریب طبیعی آن را نیز بهبود می‌بخشد. این عیوب چوب کاربرد آن را به عنوان یک ماده با کیفیت بالا محدود می‌کند (لی[1]، ۲۰۱۱). 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 مصرف کننده بسته به فاکتورهایی از قبیل مقاومت، تثبیت ابعاد و عمرمفید آن در برابر عوامل مخرب بیولوژیکی، نیاز به فرآورده‌های چوبی روز به روز 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. 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، در کشور مورد توجه قرار گیرد (قربانی، ۱۳۸٦). تحقیقات زیادی در زمینه تبدیل منابع با کیفیت کم به محصولاتی با کیفیت بالا صورت گرفته است که برای رسیدن به این هدف تکنولوژی‌های فراوانی نیز به وجود آمده است، از جمله تیمار چوب که برای اصلاح معایب چوب مورد استفاده قرار می‌گیرد. یکی از تکنیک‌هایی که برای بهبود ویژگی‌های چوب در چند دهه گذشته مورد توجه قرار گرفته است، ساخت چوب- پلیمر[2] می‌باشد، که در آن پلیمری از مونومرهای اشباع نشده در درون منافذ (آوندها، تراکئیدها، سلول‌های اشعه و منافذ مویین) چوب قرار می‌گیرد و

1- Li
2- Wood-Polymer

می‌تواند هم ویژگی‌های چوب را بهبود و هم ماده زمینه‌ای چوب را از حمله توسط آب و میکروارگانسم‌ها حفاظت و یا به تعویق بیاندازد. این‌گونه تیمارهای چند نقشی از آبشویی مواد حفاظتی از چوب‌هایی که به صورت شیمیایی تیمار شده‌اند در محیط زیست جلوگیری می‌کند و چوب را سازگار با محیط زیست اصلاح می‌کند (لی، ۲۰۱۱)، 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. تیمارپذیری یکی از ویژگی‌های مهم وکاربردی چوب است که به چگونگی نفوذ مایعات در آن می‌پردازد. این خاصیت چوب نقش عمده‌ای را در فرآیند اشباع چوب در چندسازه چوب- پلیمر به عهده دارد. در بررسی و ارزیابی تیمارپذیری چوب به طور معمول وسنتی دو شاخص مهم، یکی میزان جذب و دیگری عمق نفوذ مایع مورد بررسی قرار می‌گیرد. مشاهده شده است که چوب‌های تیمارشده با مواد حفاظتی، گرچه از میزان جذب و عمق نفوذ استانداری برخوردار بوده‌اند، پس ازمدت کوتاهی در سرویس دچارپوسیدگی زودرس شده‌اند. علت این پوسیدگی زودرس حمله قارچ‌های عامل پوسیدگی نرم ذکر شده است. برخی محققین معتقدند که یکی از دلایل حمله قارچ‌های پوسیدگی نرم به چوب‌های اشباع شده، نبود توزیع یکنواخت مواد حفاظتی، میان تمامی بافت‌های سلول‌های چوبی است. این موضوع نشان می‌دهد که در ارزیابی تیمارپذیری چوب، وضعیت توزیع مایع در بین سلول‌های چوب نیز باید مورد توجه قرار گیرد. به دلیل نگرانی از ایمنی محیط، اخیراً موضوع بسیاری از تحقیقات بر اساس مواد شیمیایی گیاهی برای حفاظت چوب بنا شده است. پنتوزان‌ها که از محصولات جانبی کشاورزی، از جمله باگاس به دست می‌آیند تحت تأثیر واکنش اسیدی، فورفورال[1] تولید می‌کنند. فورفورال به وسیله هیدروژناسیون می‌تواند به فورفوریل الکل تبدیل شود، که یک پلیمر شیمیایی با منشأ گیاهی (زیست پلیمر[2]) است که باعث واکشیدگی چوب می‌گردد و اغلب واکشیدگی به وسیله هوموپلیمریزاسیون به صورت پایدار باقی می‌ماند. مولکول‌های آن به اندازه کافی کوچک و قطبی هستند که بتوانند وارد دیواره سلولی چوب شوند، و از یک طرف با گروه‌های هیدروکسیل چوب واکنش می‌دهند و از طرف دیگر با ایجاد پیوند بین مونومرها، به پلیمر تبدیل می‌شود. بنابراین می‌توانند آن را به شکل یک پلیمر دیواره‌ای با ثبات ابعاد خوب و مقاوم به اسید و باز بهبود دهند (رضوانی، ۱۳۸۹).

1- Furfural
2- Bio polymer

در این تحقیق از مونومر فورفوریل الکل به منظور بررسی اثر رطوبت بر توزیع پلیمر و پلیمریزاسیون آن در چوب- پلیمر حاصل از چوب صنوبر دلتوئیدس[1] با روش حرارت‌دهی مستقیم استفاده گردید.

فرضیه‌های این تحقیق عبارت‌اند از:

۱- کاهش اثر رطوبت باعث جذب بیشتر مونومر و تبدیل آن به پلیمر می‌گردد.
۲- کاهش رطوبت منجر به توزیع یکنواخت‌تر پلیمر در چند سازه چوب- پلیمر می‌گردد.
۳- مونومر در ساختار چوب اصلاح شده تبدیل به پلیمر می‌گردد و در دیواره سلولی باقی می‌ماند.
٤- کاهش رطوبت سبب افزایش عمق نفوذ مونومر در چند سازه چوب- پلیمر می‌گردد.

اهداف این تحقیق عبارت‌اند از:

۱- تأثیر رطوبت بروی جذب مونومر و فرآیند پلیمریزاسیون آن.
۲- تعیین وضعیت توزیع پلیمر در سلول‌های چوب- پلیمر در رطوبت‌های مختلف.
۳- بررسی ساختار چوب اصلاح شده با مونومر فورفوریل الکل.
٤- بررسی عمق نفوذ مونومر در چند سازه چوب- پلیمر.

1- Populous Deltoides

۱-۲- کلیات

۱-۲-۱- تعریف چوب- پلیمر

چند سازه چوب- پلیمر چوب اصلاح شده‌ای است که در آن، ابتدا چوب با مونومری تیمار (اشباع) می‌شود، سپس طی فرآیندی مونومر تبدیل به پلیمر می‌گردد. فرآورده حاصل چوبی است که حفره‌های سلولی و بین سولی آن توسط پلیمر اشغال شده است (امیدوار، ۱۳۸۸).

۱-۲-۲- انواع چوب- پلیمر

در چوب- پلیمر، پلیمر بیشتر به داخل حفره‌های سلولی و روزنه‌های بین سلولی می‌رود و ممکن است به مقدار کمی هم در داخل دیواره نفوذ نماید. بسته به قرار گرفتن پلیمر درحفره‌های سلولی یا روزنه‌های داخل دیواره ویا هر دو، انواع چوب- پلیمر به شرح زیر است:

۱-۲-۲-۱- چوب- پلیمر حفره‌ای[1]

اگر مونومری که وارد چوب می‌شود فقط به داخل حفره های سلولی نفوذ نماید و وارد روزنه‌های دیواره سلولی نشود، به چندسازه حاصل چوب- پلیمر حفره‌ای می‌گویند (امیدوار، ۱۳۸۸؛ لی، ۲۰۱۱). اکثر مونومرهای معروف وینیلی همچون استایرن و متیل متااکریلات در این گروه قرار می‌گیرند. مونومرهای وینیلی عمدتاً حفره‌ها را اشغال می‌کنند و وارد دیواره سلولی نمی‌شوند و یا به مقدار کمی در دیواره نفوذ می‌کنند. ازآنجا که حفره‌های سلولی مهم‌ترین گذرگاه‌های موجود در چوب به حساب می‌آیند، بنابراین اشغال آنها توسط پلیمر موجب کند شدن روند جذب رطوبت به ویژه در جهت طولی چوب می‌شود. این عقیده وجود دارد که حضور پلیمر در داخل حفره‌ها باعث کاهش واکشیدگی چوب- پلیمر می‌شود و به پایداری ابعاد کمک می‌کند (امیدوار، ۱۳۸۸).

1- Cell-Lumen WPC

۱-۲-۲-۲- چوب- پلیمر دیواره‌ای[1]

اگر مونومر یا پیش پلیمری، به خاطر طبیعت قطبی بودنشان یا وزن مولکولی پایینشان بتوانند به داخل دیواره سلولی نفوذ کنند و روزنه‌های ریز آن را اشغال نمایند، در این صورت چندسازه‌ی به دست آمده را چوب- پلیمر دیواره‌ای می‌گویند. طبیعی است که این نوع چوب- پلیمرها از پایداری ابعاد بیشتری برخوردارند. وجود پلیمر در داخل روزنه‌های دیواره سلولی موجب می‌شود که چوب در حالت آماس کرده باقی بماند و دیگر هم‌کشیده نشود. همچنین چون در این حالت روزنه‌ها دیگر ظرفیتی برای جذب آب ندارند، بنابراین واکشیده نخواهند شد. مولکول فورفوریل الکل به اندازه کافی کوچک و قطبی هست که بتواند وارد دیواره سلولی چوب شود، بنابراین می‌تواند آن را به شکل یک چوب- پلیمر دیواره‌ای با ثبات ابعاد خوب و مقاوم به اسید و باز بهبود دهد. چوب- پلیمر الکل فورفوریل در مقابل بازها خیلی مقاوم است و به خاطر رنگ تیره‌ای که دارد، پس از نفوذ به داخل دیواره، چوب را تیره رنگ می‌کند. چنین حالتی یک امتیاز محسوب می‌شود. از این رو چوب‌های روشن مناطق معتدله با استفاده از فرآیند فوق، شبیه سازی می‌شوند تا جایگزین چوب‌های تیره گردند (امیدوار، ۱۳۸۸).

۲-۲-۲-۳- چوب- پلیمر ترکیبی

اگر تیمارهای دیواره‌ای را با حفره‌ای تلفیق کرد و چوب- پلیمر حاصل ترکیبی خواهد بود که خواص هر دو نوع چوب- پلیمر را داراست. مونومرهایی که اساساً وارد دیواره نمی‌شوند و موجب واکشیدگی چوب نمی‌گردند، می‌توانند توسط حلال‌های نفوذکننده به دیواره رقیق شوند و برای تیمار چوب مورد استفاده قرار گیرند. حلال‌ها در خلال عمل پخت تبخیر می‌شوند و از چوب خارج می‌شوند و پلیمر را به جای می‌گذارند. تیمار چوب- پلیمر حفره‌ای توسط مونومرهای قابل نفوذ در دیواره می‌تواند منجر به چوب- پلیمر ترکیبی شود. اختلاط مونومرهای حفره‌ای با دیواره‌ای، همچنین اضافه نمودن سازگار کننده‌های سیلانی به مونومرهای غیرواکشیده کننده و تیمار چوب- پلیمر حفره‌ای با آن به عنوان چوب- پلیمر ترکیبی می‌تواند موجب پایداری بیشتر ابعاد چوب گردد (امیدوار، ۱۳۸۸).

1- Cell-Wall WPC

۱-۲-۳- روش‌های تولید چوب- پلیمر

به طور کلی دوفرآیند برای نفوذ و جریان مونومر در داخل چوب وجود دارد. جریان توده‌ای و انتشار. مونومرها و مایعات با ویسکوزیته پایین می‌توانند با استفاده از خلاء و فشار به داخل چوب نفوذ نمایند (امیدوار، ۱۳۸۸).

۱-۲-۳-۱- جریان توده‌ای

زمانی که مونومر با استفاده از فشار استاتیک یا موییننگی وارد چوب می‌شود، جریان و حرکت آن را جریان توده‌ای می‌نامند. در این حالت حرکت مونومر در داخل چوب بیشتر از طریق لوله‌های موین موازی محور طولی سلول مانند تراکئیدها، آوندها، کانال‌های رزینی و پارانشیم‌ها صورت می‌گیرد و کمتر از طریق لوله‌های موین افقی مانند پارانشیم‌های پره چوبی، تراکئیدهای پره چوبی و کانال‌های رزین انجام می‌پذیرد. در صورتی که مونومر مورد استفاده غیرقطبی باشد، به داخل دیواره سلولی نفوذ نمی‌کند و فقط در داخل حفرات سلولی جریان می‌یابد (امیدوار، ۱۳۸۸).

۱-۲-۳-۲- روش انتشار

در صورتی که مولکول‌های مونومر یا پیش پلیمر در اثر اختلاف غلظت از منطقه‌ای با غلظت بالا به منطقه‌ای با غلظت پایین جریان پیدا کند، این فرآیند را انتشار می‌گویند (امیدوار، ۱۳۸۸).

۱-۲-٤- کاربردهای چوب- پلیمر

مزایای مهم این محصول سبب شده است همواره کاربردهای جدید برای آن ابداع گردد. برخی از کاربردهای مهم چوب- پلیمر شامل: پارکت و انواع کفپوش، سازه‌های دریایی، برج‌های خنک کننده، تراورس، انواع دسته ابزار، قنداق تفنگ، نیمکت پارک، قالب‌های صنعتی و ترانسفورماتورها، واگن قطار، اتاق کامیون، آلات موسیقی و غیره را اشاره نمود (امیدوار، ۱۳۸۸).