

۱-۱- مقدمه

طی دهه گذشته در کشورهای مختلف تشکلهای گوناگون طرفدار محیط زیست، هشدارهایی راجع به تأثیر مواد شیمیایی بر روی محیط زیست داده‌اند. هدف مهم این انجمن‌ها، تشویق صنایع مختلف به استفاده و تولید مواد و محصولات دوستدار محیط زیست است که منجر به استفاده سودمند از مواد خام و به حداقل رساندن تولید مواد زاید می‌گردد. در این میان توجه و تمایل بسیار زیادی به تولید چند سازه‌های قابل بازیافت تقویت شده با الیاف گیاهی معطوف گردیده است (کریشهف و آناستاس^۱، ۲۰۰۲). ساخت چند سازه‌هایی با استفاده از پلیمرهای مصنوعی - به عنوان ماده چسبنده و پیوند دهنده - و نیز الیاف طبیعی شامل چوب به صورت خاک اره، پودر و آرد - به عنوان پرکننده - مورد توجه محققین و تولیدکنندگان قرار گرفته است [۴۰]. از سوی دیگر رشد استفاده از چندسازه‌های چوب - پلاستیک (WPC)^۲ در مصارف بیرونی نیازمند اطلاع از دوام این محصول است. لازم است این دوام و ماندگاری در برابر عواملی چون: هوازدگی، حرارت، آتش‌گیری، جذب رطوبت و به ویژه حملات قارچی مورد بررسی قرار گیرد [۴۵]، چرا که با وجود اصلاحات و پیشرفت‌هایی که در روش ساخت این محصولات به منظور افزایش دوام آن‌ها صورت گرفته است، شواهد نشان می‌دهند که این مواد کاملاً در برابر

^۱- Kirchhoff and Anastas

^۲- Wood Plastic Composite

تخریب و پوسیدگی مصون نمی‌باشند. به ویژه اگر این چندسازه‌ها در محل‌هایی به کار روند که به طور دوره‌ای یا ثابت و همیشگی در معرض رطوبت نسبی بالا و یا رشد قارچی هستند، بیش‌تر مستعد رشد و تجمع قارچی و فساد بیولوژیکی خواهند بود [۱۴]. لذا با توجه به کاربرد این چند سازه‌ها در صنایع مختلف به ویژه ساختمان سازی و جهت کاربردهای بیرونی از جمله: دیوارکوب‌های نمایی ساختمان، سطوح خارجی ایوان‌ها، کف‌پوش‌ها و غیره و با توجه به مستعد بودن الیاف لیگنوسلولزی مورد استفاده در چندسازه‌ها در برابر هجوم عوامل مخرب نظیر قارچ‌ها و تاثیر زیاد پوسیدگی بر خواص فیزیکی و مکانیکی آن‌ها، بررسی دوام این محصولات در برابر عوامل مخرب بیولوژیکی اهمیت ویژه‌ای خواهد داشت. از طرفی به دلیل شایع بودن پوسیدگی سفید ناشی از قارچ رنگین کمان (*Trametes versicolor*) در شرایط محیطی، به منظور تعیین دوام این محصولات، معمولا از این قارچ استفاده می‌گردد که در عین حال به عنوان یکی از قوی‌ترین قارچ مولد پوسیدگی مطرح می‌باشد.

از سوی دیگر نسبت اختلاط خاک اره^۱ و پلاستیک و نیز چگونگی و نحوه توزیع و پراکنش این مواد از چالش‌های مهم و قابل تعمق در این فرآورده می‌باشد، چرا که به نظر می‌رسد فضاهای خالی مابین ذرات خاک اره و پلاستیک می‌تواند ظرفیت جذب آب این چند سازه را بالا برده و منجر به افزایش نفوذ میسلیم‌های قارچ در این بخش‌ها گردد. جهت بررسی دقیق‌تر و بهتر این موارد انجام مطالعات میکروسکوپی بر روی این فرآورده سودمند و قابل استفاده خواهد بود.

¹- Sawdust

۱-۲- چندسازه

۱-۲-۱- تعریف چند سازه

چند سازه یا فرآورده مرکب از ترکیب و اختلاط دو یا چند ماده حاصل می‌شود. در اینجا منظور ترکیب و اختلاط فیزیکی است نه شیمیایی، به طوری که اجزا تشکیل دهنده ماهیت شیمیایی و طبیعی خود را کاملاً حفظ کنند. گرچه در برخی از چند سازه‌های پیشرفته جهت بهبود خواص انجام اصلاحات شیمیایی جزئی سطحی در مورد مواد تشکیل دهنده ضروری است. در واقع چند سازه از یک یا چند فاز ناپیوسته که درون یک فاز پیوسته قرار گرفته‌اند، تشکیل می‌شود. فاز ناپیوسته معمولاً سخت‌تر و محکم‌تر از فاز پیوسته می‌باشد و تقویت کننده خوانده می‌شود، در حالی که فاز پیوسته، ماتریس^۱ یا ماده زمینه نام دارد [۲].

معمولاً چندسازه‌های چوب - پلاستیک در اثر مخلوط شدن فیبر گیاهی و پلیمر یا با افزودن فیبر گیاهی به عنوان پرکننده در داخل ماده زمینه ای و پرس یا قالب گیری تحت فشار و حرارت بالا ساخته می‌شوند. در واقع الیاف چوبی دارای پتانسیلی برای کاربرد به عنوان الیاف تقویت کننده در رزین‌های ترموپلاستیک می‌باشند.

۱-۲-۲- تاریخچه چندسازه

چند سازه‌های الیاف چوب - پلیمر در بیش از دو دهه اخیر به طور وسیعی مورد مطالعه قرار گرفته‌اند [۱۹]. چوب - پلاستیک به مفهوم مدرن آن، طی سال‌های دهه ۱۹۷۰ در ایتالیا و پس از آن در اوایل سال‌های ۱۹۹۰ در آمریکای شمالی متولد شد. با آغاز قرن ۲۱، این صنعت تا هند،

¹- Matrix

سنگاپور، مالزی، ژاپن و چین نیز گسترش یافت (پریچارد^۱، ۲۰۰۴). در سال ۱۹۸۳ در ایالات متحده آمریکا، شرکت امریکن وود استاک^۲ با استفاده از تکنولوژی اکستروژن ایتالیایی شروع به تولید پانل‌هایی برای اتومبیل نمود. پلی پروپیلن (PP)^۳ به همراه تقریباً ۵۰ درصد آرد چوب در دستگاه اکستروژن به شکل صفحه‌ای صاف و مسطح درآمد که سپس آن را به شکل و فرم‌های مختلفی درآورده و در ساخت این پانل‌ها به کار بردند. این یکی از کاربردهای اولیه مهم تکنولوژی چوب - پلاستیک در ایالات متحده بود (اسچوات^۴، ۱۹۹۹).

در سال‌های اولیه ۱۹۹۰ شرکت‌های آئرت و موبایل کمیکال^۵ که بعدها نام آن به ترکس^۶ تغییر یافت، شروع به تولید چوب - پلاستیک‌هایی با ۵۰ درصد پلی اتیلن (PE)^۷ و فیبرهای چوبی نمودند (یانگ کوئیست^۸، ۱۹۹۵). همچنین در همین سال‌ها شرکت استرنندکس^۹، روشی را جهت اکستروژن نمودن چندسازه‌هایی با درصد چوب بالا که مستقیماً و بدون نیاز به ماشین‌های آسیاب یا شکل دهی مجدد به تخته نهایی تبدیل می‌شدند، به ثبت رساند. استرنندکس این کار را ادامه داد تا امتیاز رسمی این تکنولوژی را کسب نمود. در سال ۱۹۹۳ شرکت اندرسون^{۱۰} دست به تولید چارچوب برای درهای فرانسوی از فیبرهای چوبی و پلی وینیل کلراید نمود (اسچوات، ۱۹۹۹). این تولیدات این امکان را برای این شرکت فراهم آورد تا از مزاد و بازیافت چوب و پلاستیک در محصولات خود استفاده نماید.

¹- Pritchard

²- American Woodstock

³- PolyPropylene

⁴- Schuat

⁵- AERTand Mobil Chemical

⁶- Trex

⁷- PolyEthylene

⁸- Youngquist

⁹- Strandex

¹⁰- Andersen

در سال ۱۹۹۱ اولین کنفرانس بین المللی چندسازه‌های الیاف چوب - پلاستیک با هدف گردآوری یافته‌ها و اطلاعات و عرضه پیشرفت‌های صنعتی در زمینه این چندسازه‌ها در مادیسون-ویسکانسین^۱ برگزار گردید. در سال بعد کنفرانس مشابه دیگری در تورنتو-انتاریو^۲ برگزار شد و به همین ترتیب در سال‌های بعد نیز ادامه یافت. در سال ۲۰۰۳ در مادیسون، هفتمین کنفرانس در این زمینه برپا شد. با رشد و پیشرفت تجارت این چندسازه، همایش‌های دیگری در آمریکای شمالی و نیز کشورهای دیگر برگزار گردید.

۱-۲-۳- خواص چند سازه

مانند هر چندسازه دیگری خواص چندسازه چوب - پلاستیک به خواص اجزا ترکیب کننده آن، توزیع آن‌ها و اثر متقابل بین آن‌ها بستگی دارد [۱۶]. خصوصیات مانده: مقاومت کششی الیاف، نسبت وزنی الیاف، ویژگی‌های ماده زمینه [۱۷]، روش ساخت، گرانیوی چندسازه در طی مراحل ذوب، اختلاط و قالب گیری، نقش مهمی در تعیین ویژگی‌های نهایی این چندسازه ایفا می‌کند [۲۰].

عدم واکنش پذیری مجدد چوب - پلاستیک‌ها ناشی از خاصیت بی‌کنش پلاستیک‌هایی است که در ساخت آن‌ها به کار می‌روند. این خصلت ترموپلاستیک‌های پلی اولفینی ناشی از ساختار شیمیایی آن‌ها، به ویژه وجود ترکیب غیرقطبی هیدروکربنی به عنوان جزء اصلی و نیز نیاز به گروه‌های واکنشی فعال در آن‌ها می‌باشد. به عنوان مثال پلی پروپیلن، ترموپلاستیکی است که شامل ترکیب هیدروکربنی با گروه‌های ضمیمه ای غیرفعال متیل می‌باشد. اکثر مواد چسبنده نیاز به

^۱- Madison – Wisconsin

^۲- Toronto – Ontario

گروه‌های واکنشی سطحی حاوی هیدروژن فعال مانند فنل‌ها، الکل‌ها و اسیدهای کربوکسیلیک دارند که باعث سهولت شکل‌گیری و ایجاد پیوندهای شیمیایی مابین ماده چسبنده و سطح پلیمر شوند.

اجزاء چوبی تشکیل دهنده چوب - پلاستیک‌ها حاوی گروه‌های فعال قطبی‌اند که به راحتی به چسبنده‌های اپوکسی متصل شده و منجر به اتصال محکم اجزا چوبی به یکدیگر می‌شوند. به منظور بهبود اتصال و چسبندگی در این چندسازه‌ها، چهار عامل کمک‌کننده باید در نظر گرفته شوند: گروه‌های اتصال دهنده مکانیکی، زنجیره‌هایی از عوامل توزیع‌کننده خارجی، گروه‌های فعال الکترواستاتیکی و گروه‌های فعال شیمیایی. زمانی که بهبود اتصال در پلیمرها مدنظر است، عامل گروه‌های فعال شیمیایی اهمیت بیش‌تری نسبت به سه گروه دیگر دارند [۱۶]. در مجموع روش‌های مختلفی جهت بهبود خواص پانل‌های چوب - پلاستیک وجود دارد. مثلاً: استفاده از مواد خام اولیه به میزان مناسب، ترکیب و مخلوط کردن کافی، آماده‌سازی مواد جهت تولید و افزودن مقادیر کمی از مواد افزودنی [۴۷].

۱-۲-۴- کاربرد

در دهه اخیر چشم‌انداز برخی صنایع پلاستیک به طور چشم‌گیری تغییر یافته و به سمت پیشرفت در تولیدات مختلف چندسازه چوب - پلاستیک، کسب اطلاعات بیش‌تر و شناخت بهتر چوب، توسعه تجهیزات تولیدی و ورود این صنعت در تجارت‌های جدید به ویژه ساختمان سازی به صورت انبوه، گرایش پیدا کرده است. صنایع تولیدات جنگلی نیز در حال تغییر دادن چشم‌انداز خود هستند. آن‌ها به چوب - پلاستیک به عنوان راهی برای افزایش دوام چوب با

صرف کم‌ترین هزینه نگهداری برای مصرف‌کننده می‌نگرند که یکی از مسائل مهم در امر فروش به شمار می‌رود. این تحولات از یک سو در نتیجه نیاز مصرف‌کننده و از سوی دیگر تجارب صنایع تولیدی رخ می‌دهند [۱۲]. از جمله کاربردهای این چندسازه، در ساخت کف‌پوش‌ها، نرده، چارچوب پنجره، پوشش سقف، دیوارکوب، صنایع ساختمان‌سازی و صنایع اتومبیل می‌باشد [۳۹].

۱-۲-۵- مزایا

چندسازه‌های چوب - پلاستیک بسیار خوش آتیه‌اند. چرا که از نظر صنعتی دوستدار طبیعت و محیط زیست بوده و دستیابی به محصولی با دوام و ماندگاری بالا، بدون استفاده از مواد شیمیایی سمی را میسر می‌سازند [۱۰]. همچنین داشتن خواصی چون: قابلیت بازیافت، قابلیت پوسیدگی بیولوژیکی کم‌تر در مقایسه با چوب ماسیو، فرسودگی کم‌تر دستگاه‌های خط تولید، خطرات تنفسی پایین در حین کار کردن و قیمت پایین، تولید و مصرف این چند سازه‌ها را بیش‌تر توجیه می‌نماید (وامبوآ و همکاران^۱، ۲۰۰۳).

۱-۲-۶- معایب

چند سازه‌های چوب - پلاستیک دارای نقاط ضعفی نیز می‌باشند. برخی از این معایب عبارتند از: سازگاری ضعیف مابین الیاف آب دوست و رزین‌های آب‌گریز، مقاومت حرارتی پایین نسبت به درجه حرارت‌های بالاتر از ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد، قابلیت جذب رطوبت، دانسیته

¹- Wambua et al

هر دو سطح قطعه در تماس با قالب قرار می‌گیرد. عمل پر کردن قالب پس از بسته شدن قالب یا در حین بسته شدن انجام می‌گیرد.

تکنیک‌هایی که به طور معمول استفاده می‌شوند عبارتند از:

اکستروژن - قالب گیری تزریقی - قالب گیری انتقالی - قالب گیری فشاری - شکل

گیری حرارتی [۳].

۱-۲-۷-۱ اکستروژن^۱

این روش متداول‌ترین روش در ساخت فرآورده‌های ترموپلاستیک در حجم بالاست. محصولات گوناگونی در سراسر جهان با این روش تولید می‌گردند، از جمله: لوله‌های پلاستیکی، غشاءها، صفحات، پروفیل‌ها و پوشش کابل‌ها [۳].

خصوصیات روش اکستروژن شامل: فرآوری مخلوطی از مواد مذاب با گرانش بالا و شکل‌گیری به طول بلند و پروفیل‌های به هم پیوسته می‌باشد. این پروفیل‌ها باید خشک شده و پیش از تغذیه آن‌ها به اکسترودر باید رطوبتی کم‌تر از ۱/۵ درصد داشته باشند. با ایجاد یک سوراخ روی یک صفحه یا قطعه، ساده‌ترین نوع قالب اکستروژن می‌شود. این سوراخ اگر گرد باشد، قطعه تولیدی میله پلاستیکی و اگر فرم شکاف مستطیل شکل باشد، به طوری که نسبت طول به عرض آن زیاد باشد، محصول صفحه‌ای است [۳].

^۱- Extrusion

۱-۲-۷-۱ اکسترودر^۱ تک ماریچه

در برخی روش‌ها جهت دستیابی به شکل و فرم نهایی، پلیمرها به داخل اکسترودرهای تک ماریچه ریخته می‌شوند. در این روش میزان محصول بیش‌تری تولید می‌شود، اگر چه بایستی هزینه زیادی صرف انعطاف پذیری تجهیزات ترکیب کننده شود [۷].

۱-۲-۷-۲ اکسترودر دو ماریچ

در روش‌های دیگر برای دستیابی به شکل نهایی طی یک مرحله از این اکسترودرها استفاده می‌شود (میپل استون^۲، ۲۰۰۱). در این نوع اکسترودر، ماریچ‌ها یا موازی و به صورت هم‌گرد یا غیر هم‌گرد می‌باشند و یا به صورت اندکی مخروطی و غیر هم‌گرد نسبت به هم قرار گرفته‌اند. در این روش به وسیله دو پیچ چرخان، مواد پلیمری مخلوط شده با پرکننده را از عقب به بیرون دستگاه انتقال می‌دهد [۳].

۱-۲-۷-۲ قالب گیری تزریقی

این فن آوری در صنایع ترموپلاستیک‌ها به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرند، به ویژه زمانی که تولید محصول به صورت سری سازی انجام می‌شود. این روش برای قالب گیری مصنوعات پلاستیکی از رزین‌های گرمانرم به کار می‌رود. رزین‌ها در یک اکسترودر ذوب شده و به طور اتوماتیک و تحت فشار از انتهای اکسترودر به داخل یک قالب سرد تزریق می‌گردد. قالب

^۱- Extruder

^۲- Mapleston

پس از سرد شدن به طور اتوماتیک باز شده و محصول سفت از آن خارج می‌گردد. سپس قالب بسته شده و فرآیند مجدداً تکرار می‌شود [۳].

۱-۲-۷-۳- قالب گیری فشاری

در این روش قالب‌ها از یک محفظه و یک فشاردهنده به نام سنبه تشکیل شده‌اند. پین‌های راهنما قرار گرفتن صحیح این دو قسمت را نسبت به هم تنظیم می‌کنند. محفظه یک قسمت از قطعه فرم داده شده را شکل می‌دهد و مواد پلاستیکی در این قسمت بارگذاری می‌شوند. سنبه قسمت دیگر قطعه را فرم می‌دهد و وظیفه اش فشردن مواد به داخل محفظه در زمان بسته بودن قالب می‌باشد [۳].

۱-۲-۷-۴- قالب گیری انتقالی

این روش مشابه قالب گیری فشاری است، با این تفاوت که رزین ابتدا در یک مخزن جداگانه ذوب شده و سپس به درون یک قالب گرم منتقل می‌شود. این روش نیز برای رزین‌های گرما سخت به کار رفته و معمولاً برای ساخت قطعاتی که در داخل خود فلز دارند، مورد استفاده قرار می‌گیرد [۳].

۱-۲-۷-۵- شکل دهی حرارتی

در این فرآیند یک ورق از ماده گرمانرم داغ، تحت فشار شکل یک قالب را به خود می‌گیرد. این صفحه را می‌توان از طریق یک قالب دیگر در بالای آن (قالب نر) و یا با استفاده از فشار هوا

در بالای ورق، تحت نیرو قرار دارد. مصنوعاتی از قبیل تابلوهای بزرگ یا سینی‌های بزرگ با این روش ساخته می‌شوند [۳].

در کل فرمول بندی چندسازه باید با خصوصیات روش تولید هماهنگی و سازگاری داشته باشد [۱۲].

۱-۳- مواد افزودنی

چندسازه‌های ترمو پلاستیکی صرفاً شامل الیاف/پرکننده و رزین‌های ترمو پلاستیکی نیستند، بلکه علاوه بر آن مقدار اندکی مواد افزودنی به منظور ایجاد خواص بهتر، به فرآورده‌های نهایی اضافه می‌شوند. این مواد شامل: عوامل سازگار کننده، رنگدانه‌ها، روان کننده‌ها، ضدقارچ‌ها و عوامل کف‌زا می‌باشند. مهم‌ترین عملکرد مواد افزودنی در چندسازه‌های چوب-پلاستیک عبارتند از:

- بهبود خواص مکانیکی
- فراهم نمودن شرایط جهت تثبیت شیمیایی طی زمان فرآوری
- بهبود و اصلاح جریان ترکیب و اختلاط مواد

به طور کلی پرکننده‌ها باعث افزایش سختی ترموپلاستیک‌ها می‌شوند، ولی مقاومت به ضربه

چندسازه را کاهش می‌دهند (سورش^۱ و همکاران، ۲۰۰۶).

سازگار کننده بین ماده زمینه (پلاستیک) و الیاف طبیعی از طریق شیمیایی و فیزیکی پیوند

برقرار می‌سازد (جائوتیر^۲ و همکاران، ۱۹۹۹). افزودن عوامل سازگار کننده، باعث بهبود خاصیت

ذاتی پیوند ضعیف، مابین فیلر چوبی آب دوست و پلیمر آب گریز شده و به بازگرداندن بخشی از

مقاوت به ضربه چندسازه کمک می‌نماید. روان کننده‌ها موجب افزایش روانی و جریان مواد

ترکیب شده می‌گردند، گر انرژی آن‌ها را کاهش داده، باعث توزیع و پراکنش بهتر الیاف در ماده

زمینه ای (پلیمر) میشوند. در عین حال موجب کاهش چسبندگی رزین به مارپیچ‌های دستگاه

اکسترودر و در نتیجه کاهش اصطکاک مابین رزین و تجهیزات فرایند می‌گردند. رنگدانه‌ها و

تثبیت کننده‌های نور و حرارت نیز باعث بهبود خواص این چندسازه‌ها می‌شوند. اکثر محققان

جهت بدست آوردن بهترین نتایج از جفت کننده‌هایی چون: مالئیک انیدرید پلی پروپیلن

(MAPP)^۳ و مالئیک انیدرید پلی اتیلن (MAPE)^۴ استفاده می‌کنند (سورش و همکاران، ۲۰۰۶).

¹- Suresh

²- Gauthier

³- maleated polypropylene

⁴- maleated polyethylene

مالئیک انیدرید پلی پروپیلن انواع مختلفی از نظر وزن مولکولی و درجه جایگزین سازی مالئیک انیدرید وجود دارد [۱۲]. این ماده موجب تقویت و تشدید آمیختگی و سازگاری مابین ماده زمینه ای پلیمری و ماده تقویت کننده می گردد [۳۲].

۱-۴- مواد تقویت کننده

چوبی که در ساخت چندسازه‌های چوب - پلاستیک به کار می‌رود، اغلب به شکل ذرات کوچک مانند آرد چوب یا فیبرهای بسیار کوچک چوبی می‌باشد [۱۲].

فیبرها می‌توانند به دو گروه بزرگ تقسیم شوند: مصنوعی و طبیعی. فیبرهای طبیعی دارای قابلیت برای بازگرداندن ارزش افزوده بیش‌تر قابلیت نگهداری بالاتر قابلیت تجدید و بازیافت می‌باشند.

در کل فیبرهای طبیعی بر اساس منشأ آنها تقسیم‌بندی می‌شوند: به دست آمده از گیاهان، حیوانات و یا کانی‌ها. تمام فیبرهای گیاهی از سلولز تشکیل شده‌اند، در حالی که فیبرهای حیوانی مانند پشم یا ابریشم مرکب از پروتئین می‌باشند. الیاف گیاهی بر اساس این‌که از چه قسمتی از گیاه به دست آمده‌اند تقسیم‌بندی می‌شوند. پسماندهای کشاورزی مانند: کاه گندم، سبوس برنج، باگاس و ساقه ذرت منابعی از الیاف گیاهی هستند که درصد سلولز پایین‌تری نسبت به چوب دارند و در ساخت چندسازه‌های چوب - پلاستیک به کار می‌روند (پیج^۱ و همکاران، ۲۰۰۲).

^۱- Peij

مواد تقویت کننده غیرآلی متداول مانند الیاف شیشه بسیار گران هستند. بنابراین یکی از موارد ممکن جهت کاهش هزینه تولید چندسازه، استفاده از الیاف چوبی آلی مانند خاک اره به دلیل فراوانی، هزینه پایین و سختی نسبتا بالا می باشد. در صنایع چوبی مثل صنعت مبلمان یا صنعت کاغذ، اغلب مقدار زیادی از تراشه ها یا آرد چوبی به صورت خاک اره دور ریخته می شوند. این محصولات فرعی معمولا به عنوان سوخت و یا در تولید تخته های چندلایه به کار می روند. به دلیل در دسترس بودن و قیمت پایین خاک اره، این ماده می تواند به شکل با ارزش تری در ترکیب با پلاستیک ها به کار رفته و در چندسازه ها موجب بهبود خواصی مانند سهولت فرآوری می گردد [۳۲].

۱-۵- پلاستیک

پلاستیک ها عمدتا به دو گروه پلاستیک های گرمانرم^۱ و گرماسخت^۲ تقسیم می شوند. تفاوت این دو گروه در واکنش آنها نسبت به دماست. گرمانرم ها هنگامی که دما از نقطه ذوبشان بالاتر رود، ذوب شده و مجددا بر اثر سرد شدن، سخت می شوند، بنابراین این مواد توانایی ذوب شدن مجدد را داشته و با کاهش حرارت طی فرآیند ساخت به راحتی تثبیت می گردند. در حال حاضر بسیاری از صنایع برای ساخت محصولات جهت مصارف بیرونی از این رزین ها استفاده می کنند. پلی وینیل کلراید (PVC)^۳ قوی ترین نوع رزین است که در اثر اعمال حرارت، ذوب شده و مجددا بر اثر سرد شدن سخت می شوند. بنابراین این مواد توانایی ذوب شدن مجدد را دارند و در

^۱- Thermoplast

^۲- Thermoset

^۳- PolyVinylCholorid

صورتی که بازیافت مد نظر باشد، نسبت به گرماسخت‌ها ارجحیت دارند. دو نوع عمده از مواد گرمانرم وجود دارد: بی‌شکل و بلوری. اکثر پلاستیک‌ها بی‌شکل نبوده و کم و بیش بلوری می‌باشند. از میان پلیمرهای گرمانرم، پلی اتیلن با دانسیته بالا (HDPE)^۱، پلی اتیلن با دانسیته پایین (LDPE)^۲، پلی پروپیلن و پلی وینیل کلراید در ساخت چندسازه‌های الیاف طبیعی پلاستیک به کار می‌روند. گرماسخت‌ها پلاستیک‌هایی هستند که قابلیت ذوب مجدد را ندارند و شامل رزین‌هایی مانند اپوکسی‌ها و فنولیک‌ها می‌باشند. (پنساپولاکال و همکاران، ۲۰۰۶). انتخاب نوع رزین بکار رفته در چندسازه‌های ترموپلاستیک به عوامل بسیاری بستگی دارد.

پلی اتیلن ارزان‌ترین نوع رزین ترموپلاستیک است که سختی و مقاومت به ضربه بالایی دارد، ولی در برابر حرارت، از کیفیت پایینی برخوردار است. این رزین هم به شکل خالص و هم به شکل بازیافتی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. تمام انواع آن، شامل: پلی اتیلن با دانسیته پایین، پلی اتیلن با دانسیته متوسط (MDPE)^۳ و پلی اتیلن با دانسیته بالا را دارد، ولی در عین حال شکننده‌ترین نوع رزین می‌باشد. همچنین دارای بالاترین قابلیت سختی، مقاومت مکانیکی و مقاومت به هوازگی است. این رزین‌ها در ساخت چارچوب‌های پنجره و اخیراً در ساخت کف پوش‌ها نیز بکار می‌روند.

پلی پروپیلن خواص کاربردی حرارتی مطلوبی داشته و در عین حال در مقایسه با رزین‌های دیگر کم‌ترین دانسیته را دارد. چندسازه‌های ساخته شده از پلی پروپیلن، مناسب‌ترین محصول جهت صنایع اتومبیل سازی بوده و اخیراً در مصارف ساختمانی نیز استفاده می‌شوند (سورش و

¹- High Density PolyEthylene

²- Low Density PolyEthylene

³- Medium Density PolyEthylene

همکاران، ۲۰۰۶). در حال حاضر، صنعت چوب - پلاستیک سالیانه بیش از ۶۸۵ هزار تن رزین - های ترموپلاستیک مصرف می‌کند. در آمریکای شمالی، پلی اتیلن رزین اصلی مصرفی است که ۸۳ درصد از کل رزین‌های مصرفی را به خود اختصاص داده است. همچنین میزان مصرف پلی پروپیلن، ۹، پلی وینیل کلراید، ۷ و رزین‌های دیگر حدود ۱ درصد می‌باشد [۱۲].

۶-۱- بررسی دوام طبیعی چوب

روش‌هایی که برای مطالعه دوام طبیعی چوب مورد استفاده قرار می‌گیرند، عبارتند از:

- روش‌های آزمایشگاهی که مشتمل بر ۴ روش می‌باشند:

روش Scanning Test، روش Threshold Test (آزمایش‌های تعیین آستانه مصونیت

به پوسیدگی)، روش Kolleschale و روش Soil Block Test.

در روش Soil Block Test، پس از آماده سازی نمونه‌ها و تهیه محیط کشت، قارچ مورد

نظر تکثیر یافته و سپس قارچ خالص شده در مجاورت نمونه‌های مورد نظر در شیشه‌های مربایی

به مدت ۱۲ هفته در انکوباتور و در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۷۵ درصد، قرار

می‌گیرند. پس از این مدت، نمونه‌ها از انکوباتور خارج شده و به منظور تعیین دوام نمونه‌ها به

روش فایندلی^۱ درصد کاهش جرم آن‌ها محاسبه می‌گردد.

¹ - Findlay

- روش‌های صحرایی^۱ که به دو صورت آزمایش در حالت تماس با خاک^۲ و آزمایش در حالت بدون تماس با خاک یا بالاتر از سطح زمین^۳، می‌باشند. نتایج به‌دست آمده در این نوع آزمایشات نسبت به نتایج حاصله از آزمون‌های آزمایشگاهی، از تجدید شونده‌گی کمتری برخوردارند. با این وجود نتایج، بیشتر به شرایط عملی نزدیک‌ترند، چرا که آزمون‌ها به صورتی انتخاب می‌شوند که تا حد ممکن محیط‌های طبیعی در حین کار را برای چوب آلات شبیه‌سازی کنند. از اینرو این آزمایشات، بیشتر دلالت بر عمر مفید چوب دارند. از سوی دیگر امتیاز روش کار در آزمایشگاه، دستیابی سریع‌تر به نتایج درست و نیز علمی‌تر بودن آن است.

۱-۷- قارچ‌های مخرب چوب و سایر مواد لیگنوسلولزی

در طبیعت تعداد بی‌شماری از قارچ‌ها وجود دارند که اکثر مواد آلی را مورد حمله قرار می‌دهند. چوب و مواد لیگنوسلولزی یکی از مواد آلی است که به وسیله گروهی از قارچ‌های مولد پوسیدگی تخریب می‌گردد. مهم‌ترین قارچ‌های مولد پوسیدگی چوب و مواد لیگنوسلولزی متعلق به گروه بازیدیومیست‌ها^۳ هستند که در چهار خانواده طبقه‌بندی می‌شوند:

Thelephoraceae -

Hydnaceae -

Agaricaceae -

Polyporaceae -

¹- Field Tests

³- Soil Contact Exposure

⁴- Above Ground Exposure

²- Soil Contact Exposure

³- Basidiomycetes

قارچ‌هایی که قادر به پوساندن چوب باشند در گروه آسکومیست‌ها^۱ نیز وجود دارند. بیشتر قارچ‌هایی که رنگ‌های تاریک در چوب‌های روشن ایجاد می‌نمایند، متعلق به این گروه هستند. بیشتر قارچ‌های ریز که به کپک معروفند نیز در این گروه جای دارند. این قارچ‌ها فقط باعث ایجاد تغییر در زیبایی و تا حدودی رنگی شدن چوب شده و خسارت چندانی به وجود نمی‌آورند. این قارچ‌ها قادر نیستند مستقلاً با استفاده از گاز کربنیک موجود در هوا مواد کربن‌دار مورد لزوم خود را بسازند، بنابراین برای ادامه زندگی ناگزیر به استفاده از مواد آلی ساخته شده به وسیله سایر موجودات هستند. برخی از قارچ‌ها به دلیل استفاده از مواد آلی موجودات زنده دیگر به عنوان انگل^۲ مطرح می‌باشند؛ البته بعضی از آنها از بافت مرده تغذیه می‌کنند و نقش گندروب را دارند. قارچ‌هایی که به چوب و مواد لیگنوسلولزی حمله می‌کنند، تجزیه کننده قوی هستند و قادرند با ترشح آنزیم سلولاز، مواد موجود در دیواره سلولی را شکسته و تغذیه نمایند [۷].

۱-۷-۱- تغذیه قارچ‌ها

قارچ‌ها از نظر تغذیه جزء موجودات جذب کننده محسوب می‌شوند. به علت عدم توانایی قارچ‌ها در فتوسنتز، نیاز به کربن خود را با متابولیسم سلول‌های موجودات دیگر مرتفع می‌سازند. به همین جهت قارچ‌ها از مواد غذایی موجود در چوب و مواد لیگنوسلولزی استفاده می‌نمایند. آنها از موادی همچون پلی ساکاریدها، سلولز، همی سلولز و لیگنین که ۹۵٪ ساختمان چوب و مواد لیگنوسلولزی را تشکیل می‌دهند، استفاده می‌نمایند. البته قارچ‌ها مواد نشاسته‌ای موجود در

^۱- Ascomycetes

^۲- Parasite

پارانشیم‌های چوبی که جزء غذایی یک گیاه به حساب می‌آیند را نیز مورد استفاده قرار می‌دهند. برخی دیگر که جزء قارچ‌های رنگ کننده چوب محسوب می‌شوند، عموماً به چوب‌های تازه یا درختان تازه قطع شده حمله‌ور می‌شوند و کربن مورد نیاز خود را از قندهای محلول در آب حفرات سلولی تهیه می‌نمایند. این گروه آسیب مکانیکی به چوب وارد نمی‌کنند و صرفاً کیفیت ظاهری چوب را از نظر بازار پسندی کاهش می‌دهند. در ضمن نیتروژن که به مقدار کم در چوب پراکنده است (بین ۰/۱ تا ۰/۳ درصد)، با همین مقدار کم، نیاز قارچ در یک پوسیدگی را سریعاً مرتفع می‌سازد.

علاوه بر این، قارچ جهت تغذیه خود بافت چوب (تیامین و ویتامین B₂) را مصرف می‌کنند. بنا بر تحقیقات و بررسی‌های آزمایشگاهی، عناصر مورد نیاز اکثر قارچ‌ها و یا شاید تمامی آنها، عبارتند از: کربن، اکسیژن، هیدروژن، ازت، فسفر، پتاسیم، منیزیم، گوگرد، منگنز، مس، مولیبدن، آهن و روی [۷].

۱-۷-۲- عوامل و عناصر مورد نیاز قارچ‌ها

دمای مناسب، اکسیژن و آب، سه رکن اصلی در زندگی قارچ‌ها به شمار می‌روند. دمای مطلوب برای رشد قارچ‌ها معمولاً ۲۰ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد است و رطوبت مناسب برای رشدشان بین ۲۰٪ تا ۴۰٪ و pH مورد نیاز آنها بین ۵ تا ۷، به معنای کمی اسیدی تا خنثی است. تمامی قارچ‌های مولد پوسیدگی برای رشد به غذا (چوب)، دمای مناسب و آب و اکسیژن کافی نیاز دارند. اگر هر یک از این شرایط وجود نداشته باشد، قارچ یا می‌میرد و یا به صورت خواب یا نهفته باقی می‌ماند تا شرایط مناسب به وجود آید. البته در عمل مهم‌ترین فاکتور برای ایجاد