

بررسی تأثیر زمان هوازدهی بر ویژگی‌های فیزیکی، مکانیکی و تغییر رنگ چندسازه آرد چوب - پلی اتیلن سنگین

چکیده

این تحقیق، با هدف بررسی تأثیر مدت زمان هوازدهی بر ویژگی‌های فیزیکی، مکانیکی و تغییر رنگ چندسازه ساخته شده از آرد چوب - پلی اتیلن سنگین انجام شد. برای این منظور، آرد چوب و پلی اتیلن با نسبت وزنی ۶۰ به ۴۰ درصد به همراه ماده سازگارکننده مالئیک‌دار در دستگاه مخلوط‌کن داخلی ترکیب شده و نمونه‌های آزمونی با استفاده از روش قالب‌گیری تزریقی ساخته شد. سپس فرایند هوازدهی بر روی نمونه‌ها در دستگاه هوازدهی مصنوعی تحت اشعه فرابنفش همراه با اسپری آب در فواصل زمانی ۲۵۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ ساعت قرار گرفتند. در نهایت آزمون‌های مکانیکی و فیزیکی و رنگ‌سنجی بر روی نمونه‌ها انجام گرفت و نتایج آن با نمونه‌های شاهد (هوازده) مقایسه شد. نتایج نشان داد که با افزایش مدت زمان هوازدهی، مقاومت و مدول خمشی، مقاومت و مدول کششی در نمونه‌ها کاهش یافته، در حالی که جذب آب و واکنشیدگی ضخامت نمونه‌ها افزایش می‌یابد. همچنین نتایج نشان داد با افزایش مدت زمان هوازدهی از میزان زردی نمونه‌ها کاسته شده و به تبع آن میزان روشنی و تغییر رنگ در آنها افزایش می‌یابد.

واژگان کلیدی: هوازدهی، چندسازه چوب پلاستیک، مقاومت مکانیکی، جذب آب، روشنی، تغییر رنگ

بهزاد کرد^{۱*}

کوشا یزدان پرست^۲

وحید تذکر رضایی^۳

^۱ استادیار علوم و صنایع چوب و کاغذ، گروه سلولزی و بسته بندی، پژوهشکده شیمی و پتروشیمی، پژوهشگاه استاندارد

^۲ کارشناسی ارشد، استادیار علوم و صنایع چوب و کاغذ دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس

مسئول مکاتبات:

b.kord@standard.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۰/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۶/۱۰

مقدمه

توسعه فناوری عصر حاضر در واقع وابسته به پیشرفت‌هایی است که در زمینه مواد حاصل شده و گسترش آتی آن در گرو یافتن مواد جدید و قابل استفاده می‌باشد. از طرفی طیف وسیع نیازهای مهندسی امروزی، مشکلات زیست محیطی و هزینه تولید سبب شده است تا تولیدکنندگان با به‌کارگیری مواد افزودنی مناسب و همچنین ترکیب مواد مختلف در جهت تولید محصولاتی با خواص مهندسی مطلوب گام بردارند. در این میان چندسازه‌ها معرف قدم‌های بزرگی هستند که در راه تکامل

مواد مهندسی برداشته شده است [۱]. در سال‌های اخیر استفاده از الیاف طبیعی به عنوان تقویت‌کننده و یا پرکننده برای اختلاط با پلیمرهای گرمانرم در ساخت چندسازه مورد توجه پژوهشگران و صاحبان صنایع قرار گرفته است. دانسیته کمتر، عدم فرسایش، سهولت اصلاح سطح، افزایش سفتی، عدم شکنندگی الیاف در خمش‌های حین فرآوری و قیمت ارزان و در دسترس بودن از جمله مزایای این مواد می‌باشند. برای چندسازه‌های چوب پلاستیک مصارف سیار زیادی در صنایع خودروسازی، مبلمان و ساختمان‌سازی نظیر اجزای داخلی اتومبیل،

هوازدهی، مقاومت‌های مکانیکی در چندسازه به‌طور قابل-توجهی کاهش یافته و همچنین نمونه‌ها دچار تغییر رنگ شدید شدند [۸]. Lee و همکاران (۲۰۱۲) نتیجه گرفتند که رفتار مکانیکی در چندسازه چوب پلاستیک هوازده به تأثیر همزمان فاکتورهای نظیر اکسیداسیون سطحی، تغییرات ساختاری و جذب رطوبت وابسته است. همچنین آنها گزارش کردند که با افزایش مدت زمان هوازدهی میزان تجمع گروه‌های کربونیل و ترک‌های سطحی در چندسازه افزایش یافته، در حالی که مقاومت مکانیکی آن کاهش می‌یابد [۹]. این تحقیق با هدف بررسی تأثیر مدت زمان هوازدهی بر ویژگی‌های فیزیکی، مکانیکی و تغییر رنگ چندسازه ساخته شده از آرد چوب- پلی‌اتیلن سنگین چوب پلاستیک انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق از پلی‌اتیلن سنگین تولید شده توسط شرکت پتروشیمی اراک با شاخص جریان مذاب ۱۱ گرم بر ده دقیقه و چگالی ۰/۹۵۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب به عنوان ماده پلیمری و از پلی‌اتیلن پیوند خورده با انیدرید مالئیک (PE-g-MA) با شاخص جریان مذاب ۳۸ گرم بر ده دقیقه و چگالی ۰/۹۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب محصول شرکت بلژیکی Solvay به عنوان عامل سازگارکننده استفاده شد. همچنین از آردچوب مخلوط پهن‌برگان تهیه‌شده از شرکت آریا سلولز به عنوان ماده پرکننده با ابعاد ۱۵۰ میکرون استفاده گردید.

پس از تهیه مواد اولیه و قبل از ساخت نمونه‌ها، ابتدا آرد چوب به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۷۰ درجه سلسیوس داخل اتو قرار گرفت تا جهت ساخت نمونه، کاملاً خشک گردد. سپس آرد چوب و پلی‌اتیلن با نسبت وزنی ۴۰ به ۶۰ درصد به همراه ۴phc^۱ سازگارکننده در دستگاه مخلوط‌کن داخلی با دمای ۱۷۰ درجه سلسیوس و سرعت اختلاط ۶۰ دور در دقیقه با یکدیگر مخلوط شدند. پس از اختلاط مواد، چندسازه بی‌شکل تولید شده پس از سرد شدن آسیاب شده و به دستگاه قالب‌گیری تزریقی منتقل شد و این دستگاه پس از ذوب مجدد چندسازه، ماده مذاب را به درون قالب‌هایی تزریق نموده و نمونه‌های

مبلمان اداری و خانگی، کابینت آشپزخانه، نرده و کف-پوش، پروفیل درب و پنجره، وسایل حمل و نقل و دیگر مصالح ساختمانی وجود دارد [۱-۳]. افزایش مصارف این محصول در محیط بیرون از ساختمان باعث توجه به دوام این محصول شده‌است. چندسازه‌های چوب پلاستیک زمانی که به مدت طولانی در معرض اشعه فرابنفش (فرسایش نوری)، باران، برف و آلودگی‌های جوی بیرون از ساختمان قرار می‌گیرند، دچار فرسایش می‌شوند. فرسایش نوری چندسازه‌های چوب پلاستیک از فرسایش زمینه ترموپلاستیک و ترکیبات چوبی ناشی می‌شود. این پدیده باعث ایجاد نگرانی در مصارفی شده که این تخته‌ها در محیط‌های بیرونی ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرند [۲ و ۴]. Stark و Nicole (۲۰۰۶) بیان کردند که چرخه‌های مختلف هوازدهی می‌تواند بر روی سرعت و مقدار تغییرات سطحی چندسازه چوب پلاستیک موثر باشند. همچنین تخته‌هایی که فقط تحت اشعه فرابنفش قرار گرفتند نسبت به تخته‌هایی که بطور همزمان تحت اشعه فرا بنفش همراه با اسپری آب قرار گرفتند تغییرات کمتری در مشخصات ظاهری و خواص مکانیکی از خود نشان دادند [۵]. Akhtari و همکاران (۲۰۰۸) دریافتند که هوازدهی بر گروه‌های عاملی در سطح چوب تأثیر گذاشته و به ساختار پلیمری سطح چوب صدماتی وارد کرده و باعث ایجاد تغییرات شیمیایی و فیزیکی در چوب شده، که بیشترین تغییرات مربوط به گروه‌های عاملی لیگنین و ساختار آروماتیکی آن می‌باشد. همچنین تصاویر میکروسکوپ الکترونی نشان داد که ظهور تخریب‌های سطحی متناسب با زمان قرار گرفتن در شرایط هوازدهی است [۶]. Fabiyai و همکاران (۲۰۰۸) با بررسی تأثیر هوازدهی در شرایط طبیعی و تسریع شده بر ویژگی‌های ظاهری و تغییرات شیمیایی چندسازه چوب پلاستیک به این نتیجه رسیدند که با افزایش مدت‌زمان هوازدهی، میزان تغییر رنگ (روشنی)، تجمع گروه‌های کربونیل و کاهش وزن در نمونه‌های هوازده افزایش می‌یابد. از طرفی گزارش کردند که عامل اصلی تغییر رنگ در چندسازه چوب پلاستیک هوازده ناشی از تخریب و اکسیداسیون لیگنین است [۷]. Morreale و Mantiam (۲۰۰۸) با مطالعه فرایند هوازدهی تسریع شده بر چندسازه آردچوب- پلی‌پروپیلن نتیجه گرفتند که با افزایش مدت‌زمان

^۱Per hundred compounds

قرار گرفتند و مقایسه میانگین‌ها به کمک آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵٪ انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج آماری حاصل از تجزیه واریانس نشان می‌دهد که تأثیر زمان هوازدهی بر ویژگی‌های مکانیکی چندسازه آردچوب- پلی‌اتیلن سنگین در سطح اطمینان ۹۹٪ معنی‌دار بوده است (جدول ۱). همان‌طور که در شکل‌های ۱ تا ۴ مشاهده می‌شود با افزایش مدت‌زمان هوازدهی، مقاومت و مدول خمشی و مقاومت و مدول کششی چندسازه کاهش یافته‌است. به‌نحوی که کمترین مقدار مقاومت‌های مکانیکی مربوط به نمونه‌های قرارگرفته در معرض هوازدهی به مدت ۲۰۰۰ ساعت و بیشترین مقدار مربوط به نمونه‌های شاهد (هوازده) است. دلیل این مسئله را می‌توان به کاهش سطح اتصال بین فاز پرکننده و ماتریس پلیمری در چندسازه چوب پلاستیک نسبت داد.

فرآیند هوازدهی از طریق تخریب هم‌زمان ماده زمینه پلیمری و ترکیبات چوبی موجود در چندسازه باعث ایجاد سوراخ و ترک‌های ریزی در سطح آن شده [۶، ۹ و ۱۴]، که این مسئله با افزایش مدت‌زمان هوازدهی تشدید یافته و به افزایش تعداد و اندازه سوراخ‌ها و همچنین توسعه و عمق ترک‌ها می‌انجامد. از این‌رو قابلیت چسبندگی در سطح اتصال کاهش یافته که به نوبه خود بر مقاومت‌های مکانیکی چندسازه تأثیر منفی می‌گذارد [۱۵ و ۱۶]. نتایج این قسمت با یافته‌های Stark و Nicole (۲۰۰۶)، Lopez و همکاران (۲۰۰۵)، Mantiam و Morreale (۲۰۰۸) و Lee و همکاران (۲۰۱۲) همخوانی دارد [۵، ۸، ۹ و ۱۵].

آزمونی تهیه شدند. برای انجام فرایند هوازدهی کامل (اشعه ماوراء بنفش و آب)، نمونه‌ها در داخل دستگاه هوازدهی مصنوعی اطلس زنون با درجه حرارت ۵۰-۴۰ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵۰ درصد، اشعه ماوراء بنفش (۳۰۰ نانومتر) و اشعه مرئی (۷۵۰ نانومتر) قرار گرفتند. روش کار دستگاه مطابق استاندارد ASTM D 2565، شامل ۱۰۲ دقیقه تابش نور به‌تنهایی و به دنبال آن ۱۸ دقیقه نور و اسپری آب است. فرایند هوازدهی تسریع شده بر روی نمونه‌های ساخته‌شده در فواصل زمانی ۲۵۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ ساعت انجام و با نمونه‌های شاهد (هوازده) مقایسه شد. آزمون خمش و کشش به ترتیب مطابق استاندارد ASTM D 790 و ASTM D 638 توسط دستگاه آزمون مکانیکی (اینسترون مدل ۱۱۸۶) با سرعت بارگذاری ۵ میلی‌متر بر دقیقه بر روی نمونه‌ها انجام گرفت. همچنین آزمون‌های فیزیکی شامل جذب آب و واکنشیدگی ضخامت پس از یک ماه (۷۲۰ ساعت) غوطه‌وری مطابق استاندارد ASTM D 7031 انجام شد. برای سنجش رنگ از دستگاه رنگ‌سنج Elrepho 2000 و سامانه رنگی CLELAB استفاده شد. براین اساس میزان روشنی و زردی نمونه‌ها و همچنین میزان ΔL ، ΔA و ΔB به ترتیب از تفاوت موجود بین میزان اولیه و نهایی L ، A و B اندازه‌گیری شده، به‌دست آمد و با بهره‌گیری از معادله زیر میزان ΔE (تغییر رنگ) پس از زمان‌های مختلف هوازدهی محاسبه شد.

$$\Delta E_{ab} = (\Delta L^2 + \Delta A^2 + \Delta B^2)^{1/2} \quad \text{معادله ۱-}$$

در نهایت، نتایج به‌دست آمده از آزمون‌های فیزیکی و مکانیکی با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS در قالب طرح آنالیز واریانس یک‌طرفه با ۵ تکرار مورد تجزیه و تحلیل

جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر زمان هوازدهی بر ویژگی‌های مکانیکی چندسازه آرد چوب- پلی‌اتیلن سنگین

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	سطح معنی‌داری
مقاومت خمشی	۲۱۱/۱۷۶	۴	۵۲/۷۹۴	۴۸/۳۲۲	۰/۰۰۰**
مدول خمشی	۵۱۵۷۶۲/۳۳	۴	۱۲۸۹۴۰/۵۸۳	۳۸/۳۱۷	۰/۰۰۲**
مقاومت کششی	۳۱/۵۸۵	۴	۷/۸۹۶	۲/۹۸۷	۰/۰۰۱**
مدول کششی	۱۸۸۰۳۵۲/۳۳	۴	۴۷۰۰۸۸/۰۸۳	۱۵/۴۸۷	۰/۰۰۰**

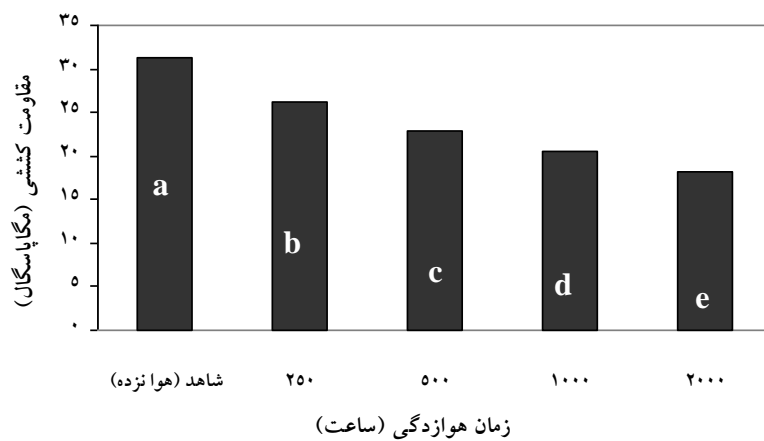
** - معنی‌دار در سطح ۱ درصد



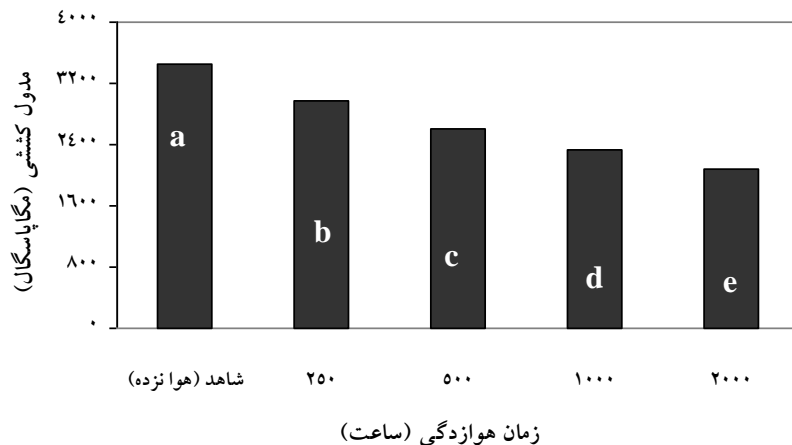
شکل ۱- تأثیر زمان هوازدهی بر مقاومت خمشی چندسازه آرد چوب- پلی اتیلن سنگین



شکل ۲- تأثیر زمان هوازدهی بر مدول خمشی چندسازه آرد چوب- پلی اتیلن سنگین



شکل ۳- تأثیر زمان هوازدهی بر مقاومت کششی چندسازه آرد چوب- پلی اتیلن سنگین



شکل ۴- تأثیر زمان هوازگی بر مدول کششی چندسازه آرد چوب- پلی اتیلن سنگین

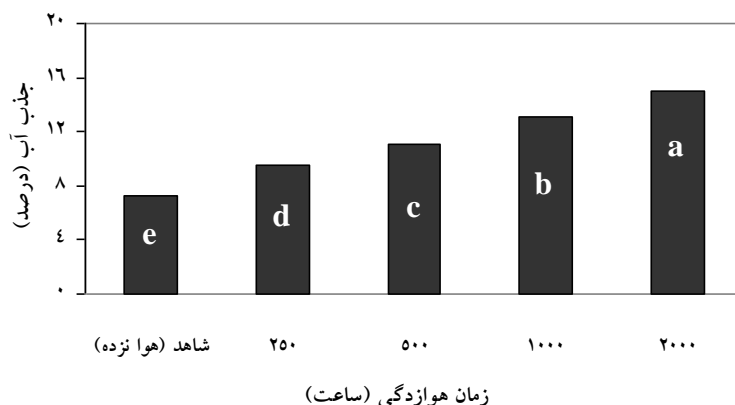
Lee و همکاران (۲۰۱۲) همخوانی دارد [۷-۹ و ۱۴]. نتایج حاصل از مقادیر روشنی و زردی نمونه‌ها در زمان‌های مختلف هوازگی در جدول ۳ ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود با افزایش مدت زمان هوازگی میزان روشنی نمونه‌ها افزایش می‌یابد. هنگامی که چوب پلاستیک در معرض هوازگی قرار می‌گیرد ترکیبات رنگی موجود در ماده چوبی نظیر گروه‌های فعال رنگ‌ساز موجود در لیگنین (شامل گروه‌های فنولی، هیدروکسیلی، پیوندهای دوگانه و گروه‌های کربونیلی) و برخی مواد استخراجی و سایر گروه‌های رنگ‌ساز (اسید کربوکسیلیک، کربونیل‌ها و کینون‌ها) دچار اکسیداسیون و تخریب شده و رنگبری می‌شوند [۴ و ۶]. بنابراین می‌توان انتظار داشت در نتیجه رنگبری این ترکیبات، میزان روشنی چندسازه چوب پلاستیک افزایش یابد. که با یافته‌های Stark و Nicole (۲۰۰۵)، Lopez و همکاران (۲۰۰۵) و Fabiyai و همکاران (۲۰۰۸) و Darabi و همکاران (۲۰۱۰) همخوانی دارد [۴، ۷، ۱۵ و ۱۶].

نتایج آماری حاصل از تجزیه واریانس نشان می‌دهد که تأثیر زمان هوازگی بر ویژگی‌های فیزیکی چندسازه آردچوب- پلی اتیلن سنگین در سطح اطمینان ۰.۹۵٪ معنی‌دار بوده است (جدول ۲). همان‌طور که در شکل‌های ۵ و ۶ مشاهده می‌شود با افزایش مدت زمان هوازگی جذب آب و واکنشیدگی ضخامت چندسازه افزایش یافته است، به نحوی که کمترین مقدار جذب آب و واکنشیدگی ضخامت مربوط به نمونه‌های شاهد (هوانزده) و بیشترین مقدار مربوط به نمونه‌های قرارگرفته در معرض هوازگی به مدت ۲۰۰۰ ساعت است. دلیل این مسئله را می‌توان این‌گونه بیان کرد که هوازگی از طریق تخریب ترکیبات شیمیایی موجود در چوب و کاهش سطح اتصال، دسترسی به گروه‌های هیدروکسیل که نقش اساسی در جذب رطوبت دارند را آسان‌تر نموده و منجر به افزایش جذب آب و واکنشیدگی ضخامت در چندسازه می‌گردد. نتایج این قسمت با یافته‌های Stark و همکاران (۲۰۰۴)، Fabiyai و همکاران (۲۰۰۸)، Mantiam و Morreale (۲۰۰۸) و

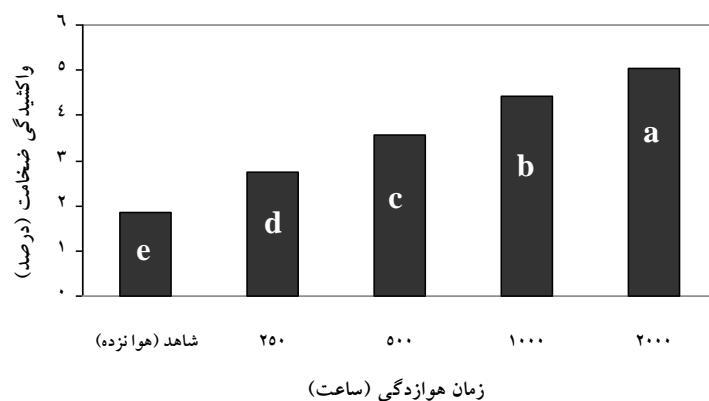
جدول ۲- تجزیه واریانس تأثیر زمان هوازگی بر ویژگی‌های فیزیکی چندسازه آرد چوب- پلی اتیلن سنگین

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	سطح معنی‌داری
جذب آب	۱۱۲/۳۰۹	۴	۲۸/۰۷۷	۲۷۲/۶۸۰	۰/۰۱۹*
واکنشیدگی ضخامت	۴/۹۶۰	۴	۱/۲۴	۵۴/۴۰۹	۰/۰۰۰**

** - معنی‌دار در سطح ۱ درصد * - معنی‌دار در سطح ۵ درصد



شکل ۵- تأثیر زمان هوازدهی بر جذب آب چندسازه آرد چوب- پلی اتیلن سنگین



شکل ۶- تأثیر زمان هوازدهی بر واكشیدگی ضخامت چندسازه آرد چوب- پلی اتیلن سنگین

روشن شدن نمونه و ΔL - بیانگر تیره شدن نمونه است). افزایش ΔL را می‌توان به افزایش روشنی نمونه‌ها در اثر هوازدهی نسبت داد زیرا فاکتور L^* بیانگر روشنی است. از طرفی با افزایش مدت زمان هوازدهی میزان Δa نمونه‌ها کاهش یافته، به عبارتی رنگ نمونه‌ها از حالت قرمز خارج شده و به سمت سبز تغییر پیدا کرده است ($+\Delta a$ بیانگر تغییر رنگ نمونه به سمت قرمز و $-\Delta a$ بیانگر تغییر رنگ نمونه به سمت سبز است). همچنین مشاهده می‌شود با افزایش مدت زمان هوازدهی میزان Δb نمونه‌ها کاهش یافته، به عبارتی رنگ نمونه‌ها از حالت زرد خارج شده و به سمت آبی تغییر پیدا کرده است ($+\Delta b$ بیانگر تغییر رنگ نمونه به سمت زرد و $-\Delta b$ بیانگر تغییر رنگ نمونه به سمت آبی است). دلیل کاهش Δb و Δa می‌تواند ناشی از

همچنین در جدول ۳ مشاهده می‌شود با افزایش مدت زمان هوازدهی میزان زردی نمونه‌ها کاهش می‌یابد. دلیل این مسئله می‌تواند در نتیجه تبدیل گروه‌های پاراکینون به هیدروکینونی باشد که این امر باعث رنگبری نوری^۱ می‌شود [۱۷]، که با یافته‌های Fabiyai و همکاران (۲۰۰۸) و Mantiam و Morreale (۲۰۰۸) و Darabi و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت دارد [۴، ۷ و ۸]. نتایج حاصل از مقادیر L^* ، a^* و b^* و تغییر رنگ نمونه‌ها در زمان‌های مختلف هوازدهی به ترتیب در جدول‌های ۴ و ۵ ارائه شده است. همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود با افزایش مدت زمان هوازدهی میزان ΔL نمونه‌ها افزایش یافته، به عبارتی رنگ نمونه‌ها روشن‌تر شده است ($+\Delta L$ بیانگر

^۱ Photo-bleaching

نمونه‌ها شده‌اند که با نتایج Lopez و همکاران (۲۰۰۵)، Fabiyai و همکاران (۲۰۰۸)، Mantiam و Morreale (۲۰۰۸) و Darabi و همکاران (۲۰۱۰) همخوانی دارد [۴، ۷، ۸ و ۱۵].

کاهش ترکیبات چوبی در سطح در اثر فرسایش نوری و بجا ماندن پلی اتیلن سفیدرنگ که نسبت به فرسایش نوری مقاوم است، باشد [۶ و ۷]. البته کاهش Δa و Δb به این معنی است که از قرمزی و زردی نمونه کاسته شده است و در مجموع باعث افزایش روشنی و میزان تغییر رنگ (ΔE)

جدول ۳- تأثیر زمان هوازگی بر مقادیر روشنی و زردی چندسازه آرد چوب- پلی اتیلن سنگین

شاهد (هوانزده)		۲۵۰ ساعت هوازگی		۵۰۰ ساعت هوازگی		۱۰۰۰ ساعت هوازگی		۲۰۰۰ ساعت هوازگی	
روشنی	زردی	روشنی	زردی	روشنی	زردی	روشنی	زردی	روشنی	زردی
۳۳/۶۸	۴۹/۰۶	۵۷/۴۹	۲۲/۱۸	۶۸/۰۳	۱۵/۴۷	۷۵/۵۱	۱۳/۸۱	۸۱/۲۷	۱۲/۳۶

جدول ۴- تأثیر زمان هوازگی بر مقادیر a^* ، L^* و b^* چندسازه آرد چوب- پلی اتیلن سنگین

شاهد (هوانزده)			۲۵۰ ساعت هوازگی			۵۰۰ ساعت هوازگی			۱۰۰۰ ساعت هوازگی			۲۰۰۰ ساعت هوازگی		
b^*	a^*	L^*	b^*	a^*	L^*	b^*	a^*	L^*	b^*	a^*	L^*	b^*	a^*	L^*
۷۲/۶۸	۵/۲۶	۱۹/۱۳	۸۵/۳۱	۲/۹۴	۹/۳	۷/۷۶	۱/۳۶	۸۸/۰۶	۶/۲۶	۱/۰۲	۹۱/۱۴	۹۴/۸۵	-۰/۸۶	۵/۵۳

جدول ۵- تأثیر زمان هوازگی بر مقادیر تغییر رنگ چندسازه آرد چوب- پلی اتیلن سنگین

ΔE	Δb	Δa	ΔL	زمان هوازگی (ساعت)
۱۶/۱۷	-۹/۸۳	-۲/۳۲	۱۲/۶۳	۲۵۰
۱۹/۵۲	-۱۱/۳۷	-۳/۹۰	۱۵/۳۸	۵۰۰
۲۳/۱۲	-۱۲/۸۷	-۴/۲۴	۱۸/۷۳	۱۰۰۰
۲۶/۷۱	-۱۳/۶	-۶/۱۲	۲۲/۱۷	۲۰۰۰

نتیجه‌گیری

این تحقیق باهدف بررسی تأثیر مدت زمان هوازگی بر ویژگی‌های فیزیکی، مکانیکی و تغییر رنگ چندسازه ساخته شده از آرد چوب- پلی اتیلن سنگین چوب پلاستیک انجام شد، و نتایج ذیل حاصل گردید:
۱- با افزایش مدت زمان هوازگی مقاومت و مدول

خمشی، مقاومت و مدول کششی در نمونه‌ها کاهش یافته، در حالی که جذب آب و واکنشیدگی ضخامت نمونه‌ها افزایش می‌یابد.
۲- با افزایش مدت زمان هوازگی از میزان زردی نمونه‌ها کاسته شده و به تبع آن میزان روشنی و تغییر رنگ در آن‌ها افزایش می‌یابد.

مراجع

- [1] Kord, B., 2008. Investigation on the physical, mechanical and morphological properties of wood flour/polypropylene/nanofiller hybrid composite, PhD Thesis, Science and Research Branch, Islamic Azad University, 208p (In Persian).

- [2] Oksman, K., and Sain, M., 2008. Wood-polymer composites, Woodhead Publishing Ltd, Great Abington, Cambridge, UK, 366p.
- [3] Tajvidi, B., 2003. Investigation on engineering and viscoelastic properties of natural fiber and thermoplastic composites with DMA analysis, PhD Thesis, Tehran University, 189p. (In Persian).
- [4] Darabi, P., Abdolzadeh, H., Karimi, AN., Mirshokraei, SA., and Doosthosseini, K., 2010. The investigation of acetylating and anti-oxidant effect on weathering of wood plastic composite by means of FTIR and colorimetry, Iranian Journal of Wood and Paper Science Research 25(1): 70-79. (In Persian).
- [5] Stark, M., and Nicole, H., 2006. Effect of weathering cycle and manufactured method on performance of wood flour and high density polyethylene composites, Journal of Applied Polymer Science 100: 3131-3140.
- [6] Akhtari, M., Hemmasi, AH., and Parsapajoo, D., 2008. Spectroscopy and electron microscopic studies of weathering in acetylated spruce wood, Journal of Agricultural Sciences 13(3): 85-96. (In Persian).
- [7] Fabiyai, J., Mcdonald, A., Wolcott, M., and Griffith, P., 2008. Wood plastic composites weathering: visual appearance and chemical changes, Polymer Degradation and Stability 93: 1405-1414.
- [8] Mantiam, F., and Morreale, M., 2008. Accelerated weathering of polypropylene/wood flour composites, Polymer Degradation and Stability 93: 1252-1258.
- [9] Lee, CH., Hung, KH., Chen, YL., Wu, TL., Chien YC., and Wu, JH., 2012. Effects of polymeric matrix on accelerated UV weathering properties of wood-plastic composites, Holzforschung 66: 981-987.
- [10] ASTM D 2565. 2008. Standard practice for xenon-arc exposure of plastics intended for outdoor applications, Philadelphia, PA., USA.
- [11] ASTM D 638. 2011. Standard test method for tensile properties of plastics, Philadelphia, PA., USA.
- [12] ASTM D 790. 2011. Standard test methods for flexural properties of un-reinforced and reinforced plastics and electrical insulating materials, Philadelphia, PA., USA.
- [13] ASTM D 7031. 2011. Standard guide for evaluating mechanical and physical properties of wood-plastic composites products, Philadelphia, PA., USA.
- [14] Stark, M., Matuana, L., Clemons, M., 2004. Effect of processing method on surface and weathering characteristics of wood-flour/HDPE composites, Journal of Applied Polymer Science 93: 1021-1030.
- [15] Lopez, JL., Sain, M., and Gooper, P., 2005. Performance of natural fiber plastic composites under stress for application: effect of moisture, temperature and ultraviolet light exposure, Journal of Applied Polymer Science 99(5): 2570-2577.
- [16] Stark, M., and Nicole, H., 2005. Effect of weathering on the lightness of high density polyethylene wood flour composites, 8th International Conference on Wood Fiber Plastic Composite, Madison, USA.
- [17] Evans, PD., Owen, L., Schmid, S., and Webster, RD., 2002. Weathering and photostability of benzoylated wood, Polymer Degradation and Stability 76: 291-303.

Effect of Weathering Time on the Physical - Mechanical Properties and Color Change in Wood Flour/HDPE Composite

Abstract

This study was carried out to investigate the effect of weathering time on the physical and mechanical properties and color change in composite made of wood flour and high density polyethylene (HDPE). For this purpose, wood flour and polyethylene at a weight ratio of 60:40 with coupling agent were compounded in an internal mixer, and the samples were made in injection molding. Then, the weathering process by ultraviolet irradiation and water spray was done on the samples at different times of 250, 500, 1000 and 2000 hours in accelerated weathering apparatus. Finally, the physical and mechanical properties and color measurement of samples were tested, and compared with control samples. Results indicated that the flexural strength, flexural modulus, tensile strength and tensile modulus decreased with an increase in weathering time; however, the water absorption increased. Also, the yellowness of wood plastic samples decreased with an increase in weathering time and due to the lightness and color change increased.

Keywords: Weathering, Wood plastic composite, Mechanical Strength, Water absorption, Lightness, color change

B. Kord^{1*}
K. Yazdanparast²
V. Tazakorrezaei³

¹Assistant Professor, Department of Paper and Packaging Technology, Faculty of Chemistry and Petrochemical Engineering, Standard Research Institute (SRI)

²MSc ³Assistant Professor, Department of Wood Science and Technology, Chalous Branch, Islamic Azad University, Iran

Corresponding author:
b.kord@standard.ac.ir

Received: 2013.01.08
Accepted: 2013.09.01

