

بررسی تاثیر استیلاسیون و آنتی اکسیدان بر روی هوازدهی چوب پلاستیک توسط طیف بینی FTIR و رنگ سنجی

پیوند دارایی*^۱، حمیده عبدالزاده^۲، علی نقی کریمی^۳، سید احمد میرشکرای^۴، کاظم دوست حسینی^۵

*۱- مسئول مکاتبات، دانشجوی دکتری علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

پست الکترونیک: pievand@yahoo.com

۲- کارشناس ارشد، علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

۳- استادگروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

۴- استاد گروه شیمی، دانشکده علوم، دانشگاه پیام نور، ایران

۵- استاد گروه علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

تاریخ پذیرش: دی ۱۳۸۸

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۸۸

چکیده

در این تحقیق هوازدهی چوب پلاستیک ساخته شده از پلی اتیلن سنگین همراه با آرد چوب صنوبر استیله شده مورد بررسی قرار گرفت. سطوح استیلاسیون متوسط و صفر (شاهد) و استفاده از آنتی اکسیدان و زمان هوازدهی به عنوان عوامل متغیر این تحقیق در نظر گرفته شده و تاثیر آنها بر روی تغییر رنگ و فرسایش نوری چوب پلاستیک بررسی گردید. به منظور بررسی تاثیر این تیمارها بر روی تغییرات ناشی از هوازدهی و تغییر رنگ ناشی از آن نمونه‌ها پس از ۰، ۲۵۰ و ۲۰۰۰ ساعت مورد آزمایش قرار گرفتند. نتایج نشان دادند که استفاده از آرد چوب استیله شده در کوتاه مدت حدود ۲۵٪ و در بلند مدت ۱۷٪ تغییر رنگ حاصل از هوازدهی را کم می‌کند. همچنین نتایج نشان داد که با بالا رفتن مدت زمان هوازدهی، استفاده از آنتی اکسیدان نمی‌تواند از تغییرات رنگ ناشی از هوازدهی جلوگیری کند. ولی در کوتاه مدت حدود ۱۲٪ از این تغییرات جلوگیری می‌کند. با مطالعه طیف FT-IR مشخص شد بعد از ۲۰۰۰ ساعت هوازدهی هیچ‌یک از تیمارها در سطح نمونه‌ها تاثیرگذار نبوده‌اند. اما آنتی اکسیدان و تا حدی استیلاسیون عمق نفوذ هوازدهی را کاهش می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: چوب پلاستیک، پلی اتیلن سنگین/ آرد چوب، استیلاسیون، آنتی اکسیدان، هوازدهی و تغییر رنگ

مقدمه

توجه به دوام آن شده است. محصولات WPC زمانی که به مدت طولانی در معرض اشعه فرابنفش (فرسایش نوری)، باران، برف و آلودگی‌های جوی قرار می‌گیرند، دچار فرسایش می‌شوند. پلاستیک زمانی که در معرض هوازدهی طبیعی قرار می‌گیرد دچار فرسایش فوتوشیمیایی شده و

در حال حاضر استفاده از فرآورده‌های مرکب چوب پلاستیک (WPCs)^۱ با سرعت در حال رشد است. افزایش مصارف این محصول در محیط بیرون از ساختمان باعث

نوری است. این رادیکال‌ها در مرحله انتشار به پلیمر حمله کرده یا با اکسیژن واکنش می‌دهند و رادیکال‌های جدیدی به وجود می‌آورند. در نهایت، زمانی که دو رادیکال آزاد با هم واکنش می‌دهند مرحله پایان رخ می‌دهد (۸). به همین دلیل دست‌یابی به روش‌هایی که به کاهش تغییرات ناشی از هوازدهی روی این فرآورده کمک کند مورد توجه پژوهشگران بوده است.

استفاده از جاذب‌های فرابنفش، تثبیت کننده‌های نوری آمینی ممانعت‌شده (HALS^۱)، آنتی‌اکسیدان‌ها و دیگر مواد افزودنی می‌تواند در پیشگیری از فرسایش موثر باشند. یکی از مهم‌ترین روش‌ها برای جلوگیری از فرسایش نوری استفاده از اصلاح شیمیایی اجزای تشکیل دهنده چوب است. محققین همواره تلاش کرده‌اند تا خواص کاربردی و مفید چوب و فرآورده‌های حاصل از آن را با ایجاد تغییراتی در ساختار آن بهبود بخشند. به طور مثال با اصلاح ساختار شیمیایی پلیمرهای دیواره سلول با استفاده از انیدریداستیک امکان بهبود خواص فیزیکی و بیولوژیکی و برخی از خواص مکانیکی چوب فراهم شده است. هدف از استیل‌کردن واکنش شیمیایی بین اسید و سلولز، همی‌سلولز و لیگنین در چوب و حذف گروه‌های هیدروکسیل انتهایی مولکول آنها است. کمک به حفظ پایداری چوب و فرآورده‌های مرکب حاصل از آن در مقابل هوازدهی در محیط‌های مرطوب و شرایط جوی متغیر، از اثرات مفید و مهم حذف این گروه‌های عاملی است. اصلاح شیمیایی چوب اساساً حاصل واکنش شیمیایی بین برخی از بخش‌های فعال اجزای سازنده چوب با یک ماده شیمیایی ساده، برای ایجاد یک پیوند بین چوب و ماده شیمیایی است (۶و۴). گروه‌های هیدروکسیل بسپارهای چوب

باعث ایجاد تغییراتی در خواص شیمیایی، فیزیکی و مکانیکی پلاستیک می‌شود. بعضی از تاثیرات این تخریب بر محصول از طریق تغییر رنگ، ترد و شکننده شدن ماده و کاهش مدول الاستیسیته و مقاومت به ضربه مشخص می‌شوند. فرسایش نوری WPCs از فرسایش ماده زمینه ترموپلاستیک و ترکیبات چوبی ناشی می‌شود. عدم ثبات رنگی این فرآورده‌ها در فضای آزاد یکی دیگر از مشکلات چوب پلاستیک می‌باشد. تغییر رنگ اگر چه یک پدیده سطحی است اما از نظر زیبایی غیر قابل قبول است. گروه‌های کربونیلی اصلی‌ترین عامل جذب نور و مسئول آغاز واکنش‌های فوتوشیمیایی پلی‌اتیلن می‌باشند (۹). ۸۰-۹۰٪ مقدار نور فرابنفشی که جذب چوب می‌شود، متعلق به لیگنین است (۸). گروه‌های فنولی، هیدروکسیلی، پیوندهای دوگانه و گروه‌های کربونیلی از جمله گروه‌های فعال رنگساز موجود در لیگنین هستند. همچنین لیگنین رادیکال‌های آزاد حدواسطی تولید کرده و در نتیجه، فرسایش آن از سلولز بیشتر است. انرژی فوتون‌ها در منطقه فرابنفش نزدیک (۲۹۰-۴۰۰ nm) بطور مشخص از انرژی پیوندها در پلی‌اولفین‌ها (برای مثال پیوندهای C-C و C-H) بیشتر است. انرژی به صورت ناحیه‌ای جذب شده و در محدوده نزدیک آن پخش می‌شود. این پدیده احتمال شکست زنجیره پلی‌اولفین را کاهش می‌دهد. بنابراین، فرسایش پلی‌اولفین‌ها اساساً ناشی از حضور کروموفورها، و سایر گروه‌های فعال است که به آسانی نور فرابنفش را جذب می‌کنند. این مواد در خلال ساخت و فرآوری و ذخیره کردن پلیمر ایجاد می‌شوند که می‌تواند شامل بقایای کاتالیزور، گروه‌های هیدروپراکسید، گروه‌های کربونیل و پیوندهای دوگانه باشند. وجود این مواد موجب تشکیل رادیکال آزاد می‌شود که آغاز کننده فرآیند اکسیداسیون

1- Hindered Amine Light stabilizer

این پژوهش در واقع بر این فرضیه استوار است که در اثر استیله شدن آرد چوب علاوه بر بهبود ثبات رنگی، مقاومت به هوازگی و فرسایش نوری چوب پلاستیک بهبود می‌یابد. همچنین استفاده از آنتی‌اکسیدان همراه با آرد چوب استیله شده یا بدون استیله، پایداری فرآورده حاصل در برابر فرسایش نوری افزایش می‌یابد. بنابراین در این تحقیق سعی شد تا تاثیر استیلاسیون و آنتی‌اکسیدان بر روی هوازگی چوب پلاستیک، توسط اسپکتروسکوپی و رنگ-سنجی مورد ارزیابی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق از خاک اره صنوبر که از الک ۴۰ مش عبور داده شد به‌عنوان تقویت‌کننده در ماتریس زمینه پلی-اتیلن سنگین (HDPE^۳) استفاده شد. خرده‌چوب‌های تهیه شده در یک دستگاه خشک‌کن ثابت با دمای حدود ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت تا رطوبت حدود صفر، خشک شدند. سپس در کیسه‌های پارچه‌ای به مدت یک ساعت در داخل دسیکاتور با اعمال خلاء قرار داده شد. بعد از این مدت انیدرید استیک به داخل دسیکاتور تزریق و ۳۰ دقیقه خلاء مجدد اعمال شد. بعد از ۲۴ ساعت غوطه‌وری در این حالت و خروج انیدرید استیک، خرده‌چوب‌های آغشته شده به مدت ۳۰ دقیقه زهکشی شدند. برای به‌دست آوردن سطح استیلاسیون مورد نظر خرده‌چوب‌ها به مدت ۲ ساعت در دمای ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و سپس به مدت ۴ ساعت در آب غوطه‌ور و آبشویی شدند. بعد از آبگیری، خرده‌چوب‌ها تا رطوبت صفر درصد خشک و آسیاب شده و آرد چوب مورد نظر تهیه شد. به منظور بررسی اثر آنتی‌اکسیدان

فعال‌ترین محل‌های واکنش می‌باشند. اصلاح شیمیایی چوب به صورت واکنش جایگزینی گروه‌های هیدروکسیل چوب با یک ماده شیمیایی پایدار، پیوندپذیر و دارای کمترین گروه‌های آب‌دوست می‌باشد (۴). در استیلاسیون، برای هر مولکول انیدرید استیک که واکنش می‌دهد، یک گروه OH تحت تاثیر قرار گرفته و یک مولکول اسید استیک تشکیل می‌شود. این واکنش به کاتالیزور نیازی ندارد و معمولاً در دمای بین ۱۲۰ تا ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد انجام می‌شود (۷).

استفاده از آنتی‌اکسیدان‌ها روشی برای ایجاد ثبات رنگی در فرآورده‌های مرکب چوبی است (۳). با بررسی تاثیر تثبیت‌کننده‌های نوری روی تغییر رنگ فرآورده‌های چوب پلاستیک و چگونگی تاثیر گروه‌های فعال و نسبت وزنی این مواد در دوام نوری این فرآورده در طی ۲۰۰۰ ساعت هوازگی طبیعی نشان داد، که هوازگی باعث تغییر رنگ چوب پلاستیک می‌شود. در طی هوازگی دو واکنش در چوب پلاستیک به رقابت می‌پردازند. نخستین واکنش که در ۲۵۰ ساعت اولیه هوازگی، فرآیند غالب می‌باشد، اکسیداسیون لیگنین است که منتج به شکل‌گیری ترکیبات رنگساز پاراکینون^۱ می‌شود. دیگری احیاء ترکیبات پاراکینون به هیدروکینون^۲ است که باعث سفید شدن چوب پلاستیک می‌شوند (۵).

تحقیقات نشان دادند که جاذب‌های فرابنفش و رنگدانه‌ها از هوازگی چوب پلاستیک حاوی پلی‌اتیلن سنگین/آرد چوب جلوگیری می‌کند. همچنین با بررسی این فرآورده پس از هوازگی تسریع شده مشخص شد رنگدانه و جاذب فرابنفش نسبت به تثبیت‌کننده نوری آمینی ممانعت شده سبک کارایی بیشتری دارند (۸).

1-Chromophric Paraquinone

2-Hydroquinone

3-High Density Poly Ethylene

می‌شود ۵۰٪ و دمای پانل‌های سیاه C ۶۳^o تنظیم شد. با کنترل میزان تشکیل گروه‌های کربونیل در پلی‌اتیلن هوازده مشخص شده که ۱ ساعت از هوازده‌گی تسریع شده با ۱۰/۳۳ ساعت از هوازده‌گی طبیعی برابر است (۸).

برای سنجش رنگ از دستگاه رنگ‌سنج Elrepho 2000 و سیستم رنگی CIELAB^۱ استفاده شد. میزان ΔL ، Δa و Δb از تفاوت میزان اولیه و نهایی L ، a و b بدست آمد و با استفاده از فرمول زیر میزان ΔE (تغییر رنگ) بعد از ۲۵۰ و ۲۰۰۰ ساعت محاسبه شد.

$$\Delta E_{ab} = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2}$$

روشنی (L) حداقل سه نمونه اندازه‌گیری شد. طیف‌بینی FTIR با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتری EQUINOX 55 (Bruker) انجام شد، با اندازه‌گیری بازتابش کلی تضعیف شده و آنالیز طیف‌های حاصل، اطلاعاتی در رابطه با گروه‌های فعال سطح نمونه فراهم گردید.

بحث و نتیجه‌گیری

برای هر نمونه قبل از هوازده‌گی و بعد از ۲۵۰ و ۲۰۰۰ ساعت هوازده‌گی مقادیر روشنی^۲ و زردی^۳ و فاکتورهای مرتبط به آنها یعنی L^* ، a^* و b^* مشخص شد. نتایج حاصل در جدول ۱ و ۲ نشان داده شده است. قبل از هوازده‌گی تیمار استیلاسیون باعث افزایش میزان روشنی تخته نسبت به تخته-های شاهد (تیمار نشده) می‌شود. بنابراین تنها می‌توان به طور نسبی تغییرات حاصله را مورد بررسی قرار داد.

IRGAFOS168، آرد چوب استیله شده و استیله نشده هر کدام به دو دسته تقسیم شدند که به یک دسته آنتی‌اکسیدان IRGAFOS168 پودری به اندازه ۱٪ وزن خشک آرد چوب، افزوده شد و دسته دیگر فاقد آنتی‌اکسیدان بود.

تخته‌ها در شرایط آزمایشگاهی و مخلوط ۴۰٪ پلی‌اتیلن و ۵۷٪ آرد چوب و ۳٪ وزن خشک کل عامل جفت‌کننده مالئیک انیدرید پلی‌پروپیلن (MAPP) با کمک پرس سرد و گرم ساخته شدند. از آرد چوب اصلاح شده در ساخت تخته‌های تیمار شده، به اندازه ۲ میلی‌متر از ضخامت تخته در یک سطح از آن استفاده شد.

عوامل متغیر این بررسی شامل:

- نوع تیمار: استیلاسیون در سطح متوسط (۸۳۹٪ بر اساس وزن خشک آرد چوب) و افزودن آنتی‌اکسیدان
- مدت زمان هوازده‌گی: قبل از هوازده‌گی و ۲۵۰ ساعت هوازده‌گی (دوره کوتاه مدت) و ۲۰۰۰ ساعت (دوره بلند مدت) بودند.

فاکتورهای ثابت این تحقیق عبارت بودند از:

- مواد به کار رفته برای ساخت تخته، درصد اختلاط (۴۰٪ به ۶۰٪)، فرآیند تولید، سطح استیلاسیون و درصد و نوع آنتی‌اکسیدان، ضخامت اسمی تخته‌ها ۱۰ میلی‌متر، دانسیته اسمی تخته‌ها ۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب بود.

برای هوازده‌گی دستگاه Atlas Xenon Test Beta LM Weatherometer استفاده شد. طبق استاندارد ASTM D2565 چرخه هوازده‌گی شامل ۱۰۲ دقیقه نور به تنهایی و به دنبال آن ۱۸ دقیقه نور و اسپری آب به طور همزمان و شدت تابش $1/5 \text{ w/m}^2$ بین طول موج ۳۰۰ و ۴۰۰ نانومتر انتخاب شد. رطوبت در فواصلی که تنها نور تابیده

¹ - Comission International Emission

² - Brightness

³ - Yellowness

جدول ۱ - مقادیر روشنی و زردی نمونه‌ها در تیمارهای مختلف، قبل و بعد از ۲۵۰ و ۲۰۰۰ ساعت هوازدهی.

نوع تیمار	مدت زمان		قبل از هوازدهی		بعد از ۲۵۰ ساعت هوازدهی		بعد از ۲۰۰۰ ساعت هوازدهی	
	زردی	روشنی	زردی	روشنی	زردی	روشنی	زردی	روشنی
شاهد	۲۹/۰۶	۴۵/۶۴	۱۲/۸۸	۶۲/۵۴	۱۳/۵۹	۷۱/۰۸		
استیله	۳۵/۱۷	۳۸/۲۵	۱۵/۸۴	۶۱/۷۷	۱۳	۷۲/۳۵		
استیله همراه آنتی‌اکسیدان	۳۴/۹۸	۳۸/۴۵	۱۴/۵۳	۶۴/۰۶	۱۲/۷۸	۷۳/۰۱		
آنتی‌اکسیدان	۲۸/۶۱	۴۶/۶۹	۱۷/۳	۵۷	۱۲/۶۵	۷۲/۴۴		

با افزایش زمان هوازدهی میزان روشنی افزایش پیدا کرده و در مقابل میزان زردی نسبت به قبل از هوازدهی شدیداً کاهش پیدا کرده است.

جدول ۲ - مقادیر L^* ، a^* و b^* نمونه‌ها در تیمارهای مختلف، قبل و بعد از ۲۵۰ و ۲۰۰۰ ساعت هوازدهی

نوع تیمار	مدت زمان			قبل از هوازدهی			بعد از ۲۵۰ ساعت هوازدهی			بعد از ۲۰۰۰ ساعت هوازدهی		
	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*
شاهد	۷۰/۸۶	۵/۳	۱۸/۵	۸۶/۲۲	۱/۸۳	۵/۵۳	۹۱/۲۷	-۰/۷۳	۷/۴			
استیله شده	۷۴/۶۳	۴/۲۳	۱۶/۰۳	۸۶/۷	۱/۷۶	۷/۱۳	۹۱/۷۴	-۰/۷۵	۷/۱			
استیله شده همراه آنتی‌اکسیدان	۷۴/۵۴	۴/۲۶	۱۶/۱۳	۸۷/۶	۱/۶	۶/۶۳	۹۱/۹۲	-۰/۷۶	۷/۰۶			
آنتی‌اکسیدان	۷۰/۸	۵/۲	۱۹/۰۶	۸۴/۲۰	۲/۶	۷/۳۳	۹۱/۶۴	-۰/۶	۶/۸۶			

کوتاه مدت آنتی‌اکسیدان می‌تواند در میزان L^* تاثیرگذار باشد. a^* و b^* هر دو با گذشت زمان نسبت به نمونه قبل از هوازدهی کاهش داشتند.

با اندازه‌گیری Δb مشخص شد که با افزایش زمان هوازدهی این مقدار کاهش می‌یابد. این امر می‌تواند ناشی از کاهش ترکیبات چوبی در سطح در اثر فرسایش نوری و به جا ماندن پلی‌اتیلن سفید رنگ که نسبت به فرسایش نوری مقاوم است، باشد. همچنین می‌توان از پدیده رنگبری نوری^۲ ترکیبات رنگساز لیگنین به عنوان عامل دیگر این پدیده یاد کرد (۸). به علاوه، کاهش زردی

فاکتورهای L^* ، که بیانگر روشنی^۱ است با گذشت زمان هوازدهی افزایش پیدا کرد (ΔL برای بیان میل به روشنی و $-\Delta L$ برای بیان میل به تیرگی هستند). قبل از هوازدهی، نمونه‌های استیله شده و بعد از آنها نمونه‌های استیله شده همراه با آنتی‌اکسیدان بیشترین میزان L^* را داشتند و نمونه‌های شاهد و حاوی آنتی‌اکسیدان دارای میزان L^* مشابهی بودند. ولی بعد از ۲۵۰ ساعت هوازدهی نمونه استیله شده همراه با آنتی‌اکسیدان بیشترین میزان L^* را پیدا می‌کند و بعد از آن نمونه استیله شده در حد نمونه شاهد قرار می‌گیرد و کمترین روشنی را نمونه دارای آنتی‌اکسیدان دارد. پس می‌توان نتیجه گرفت در

نشان می‌دهد که آنتی‌اکسیدان نه تنها در بلند مدت در کاهش روشنی تاثیر نداشته بلکه باعث افزایش آن بوده است. این مطلب ممکن است ناشی از غلظت آن باشد. زیرا این ماده در غلظت‌های بالای ۱٪ باعث تشدید اکسیداسیون می‌شود.

Δa نیز کاهش یافته و علامت آن منفی است. $-\Delta a$ و $-\Delta b$ بترتیب به این معنی است که از قرمزی و زردی نمونه کاسته شده است و مجموعاً باعث افزایش روشنی شده‌اند).

همراه با افزایش زمان هوازدهی می‌تواند در نتیجه تبدیل گروه‌های پاراکینون به هیدروکینونی باشد که این امر باعث رنگبری نوری می‌شود.

با توجه به جدول ۳ می‌توان دید که میزان تغییر رنگ (ΔE) بعد از ۲۵۰ ساعت هوازدهی در نمونه‌های شاهد (نمونه‌های بدون تیمار) از همه بیشتر بود. اما بعد از ۲۰۰۰ ساعت بیشترین تغییر رنگ را در نمونه دارای آنتی‌اکسیدان داشتیم و بعد از آن در نمونه شاهد و بعد در نمونه استیل‌شده همراه با آنتی‌اکسیدان. این نتایج

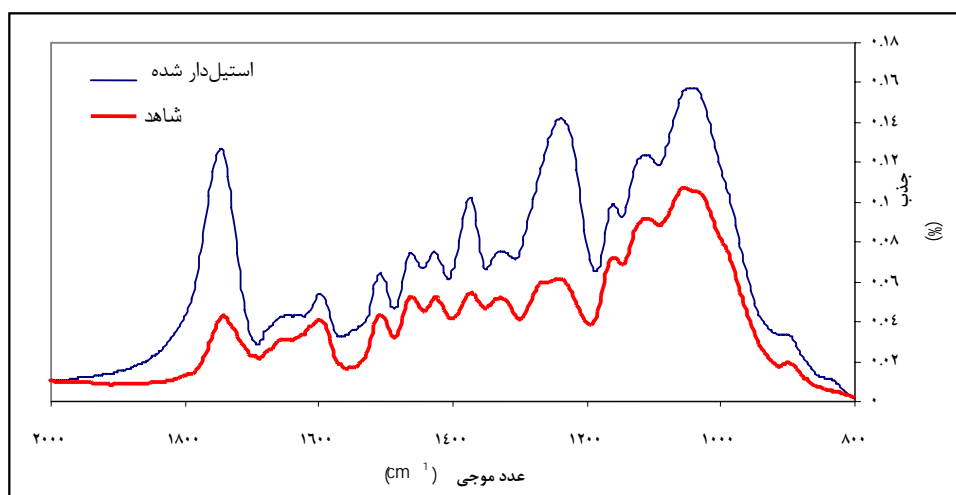
جدول ۳- مقادیر تغییر رنگ نمونه‌ها بعد از ۲۵۰ و ۲۰۰۰ ساعت هوازدهی

مدت زمان		بعد از ۲۵۰ ساعت هوازدهی				بعد از ۲۰۰۰ ساعت هوازدهی				نوع تیمار		
ΔE	Δb	Δa	ΔL	ΔE	Δb	Δa	ΔL	ΔE	Δb		Δa	ΔL
۱۵/۳۵	-۳/۴۶	-۱۲/۹۶	۲۰/۴	۲۰/۴	-۱۱/۱	-۶/۰۳	۲۰/۴۰	۲۴				شاهد
۱۲/۰۷	-۲/۴۶	-۸/۹	۱۵/۲	۱۵/۲	-۸/۹۳	-۴/۹۸	۱۷/۱	۱۹/۹۳				استیل‌شده
۱۳/۰۶	-۲/۶۶	-۹/۵	۱۳/۶۵	۱۳/۶۵	-۱۵/۳	-۳/۷	۱۶/۶۶	۲۲/۹۲				استیل‌شده همراه آنتی‌اکسیدان
۱۳/۴۰	-۲/۶	-۱۱/۷۳	۱۸	۱۸	-۱۲/۲	-۵/۸	۲۰/۸۴	۲۴/۸۴				آنتی‌اکسیدان

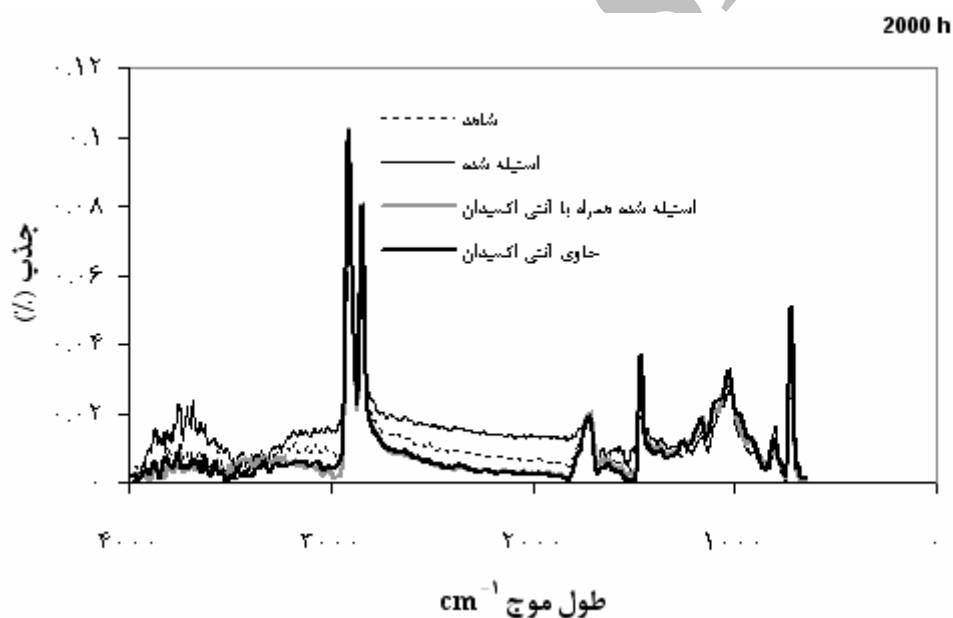
طیف سنجی

طیف FTIR آرد چوب به منظور اطمینان از انجام استیل‌اسیون در طی فرایند گرفته شد که نتیجه حاصل از آن در شکل ۱ آمده است. طیف FTIR یک طیف کاملاً کیفی است و تعیین کمیت استیل‌اسیون از طریق آن نیاز به محاسبات پیچیده فراوانی دارد. همان طور که در شکل مشخص است در اثر فرایند استیل‌اسیون شدت باند جذب مربوط به گروه‌های کربونیل (1746cm^{-1}) که حاصل جانشینی گروه‌های استیل ($\text{CH}_3\text{-CO}$) می‌باشد، افزایش داشته و نشانگر انجام تیمار استیل‌اسیون آرد چوب مورد استفاده می‌باشد.

از نمونه تخته‌هایی که به مدت ۲۵۰ ساعت و ۲۰۰۰ ساعت درون دستگاه هوازدهی قرار گرفته بودند نیز طیف FTIR تهیه شد و با نمونه شاهد بدون تیمار و نمونه‌هایی که هیچ هوازدهی روی آنها صورت نگرفته است مقایسه شدند. با مقایسه طیف‌های بدست آمده برای تمامی نمونه‌های هوازده به مدت ۲۰۰۰ ساعت تفاوت عمده‌ای در پیک‌ها مشاهده نشد. از این رو می‌توان نتیجه گرفت که هیچ‌یک از تیمارها (استیل‌اسیون و افزودن آنتی‌اکسیدان) در روند هوازدهی سطحی در بلند مدت اثری نداشته است (شکل ۲).



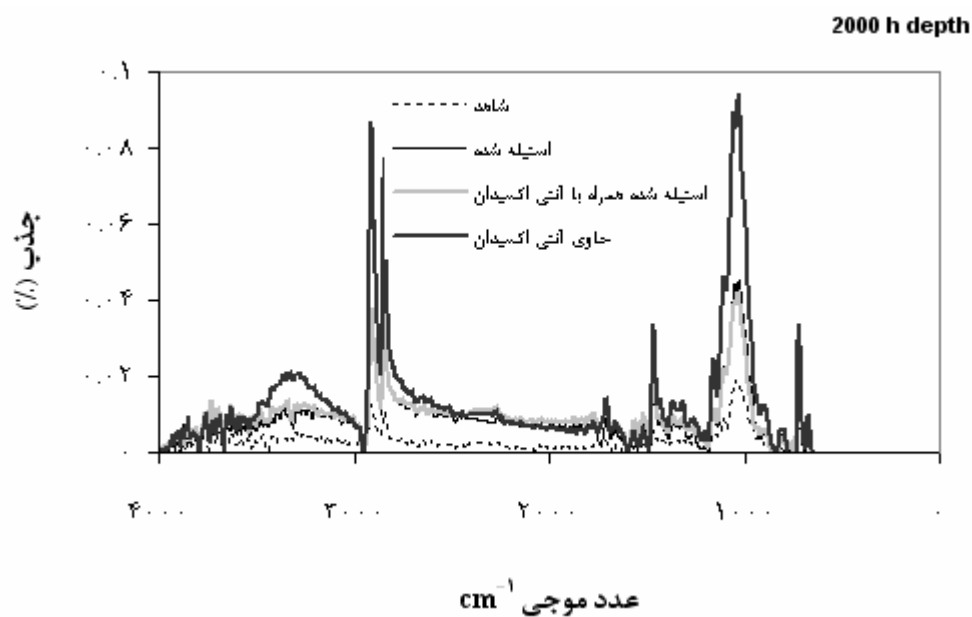
شکل ۱- طیف FTIR خرده چوبهای استیله شده و شاهد.



شکل ۲- طیف‌های FT-IR تهیه شده از سطح نمونه‌های هوازده به مدت ۲۰۰۰ ساعت.

صورت گرفت، مشخص شد که آنتی‌اکسیدان توانسته در عمق مانع تخریب بیش از حد لیگنین شود.

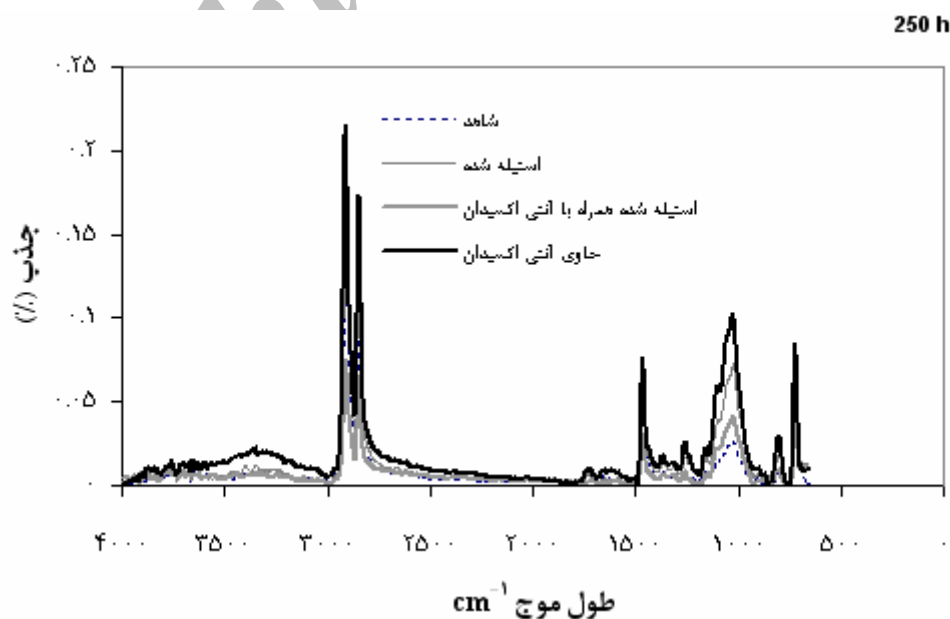
با این وجود، زمانیکه مقایسه‌ای بین طیف حاصل از عمق ۰/۲ میلیمتری از سطح تمام این نمونه‌ها با هم



شکل ۳- طیف‌های FT-IR تهیه شده از عمق ۰/۲ میلیمتری از سطح نمونه‌های هوازده به مدت ۲۰۰۰ ساعت.

اثر آنتی‌اکسیدان بر روی این رادیکال‌ها باشد. تیمار شیمیایی استیلاسیون به تنهایی و همراه با آنتی‌اکسیدان به یک اندازه می‌توانند عمق نفوذ هوازدهگی را کاهش دهند (شکل ۳).

از آنجایی که رادیکال‌های آزاد تولید شده در اثر برخورد اشعه فرابنفش با سطح چوب پلاستیک به سمت عمق پیش می‌روند و عامل پیشروی واکنشهای زنجیره‌ای هوازدهگی هستند، کاهش تخریب لیگنین می‌تواند ناشی از



شکل ۴- طیف‌های FT-IR تهیه شده از نمونه‌های هوازده به مدت ۲۵۰ ساعت.

آرد چوب تا حدی از تخریب لیگنین در عمق و بعد ۲۵۰ ساعت هوازدگی جلوگیری کرد.

منابع مورد استفاده

- Chang, T. (2001). Comparisons of the photostability of esterified wood. *Polymer Degradation and Stability*, Volume 71, Issue 2, Pages 261-266
- Cibulkova Z., Simon P., Lehocky P. and Balko J., (2005). Antioxidant Activity Of p-Phenylenediamines Studied By DSC, *Polymer Degradation And Stability*, Vol 87, Issue 479-486.
- DUNNINGHAM E. A. ; PLACKETT D. V. ; SINGH A. P. (1992). Weathering of chemically modified wood. *Natural weathering of acetylated radiata pine*. Holz. vol. 50, no11, pp. 429-432
- Larsson, P.B., 1998. Acetylation of solid wood. Ph.D. thesis: Chalmers university of technology: Goteborg, Sweden.
- Muasher M. and Sain M, (May 2005). The Efficacy Of Photostabilizers On The Color Change Of Wood Filled Plastic Composites, *Polymer Degradation And Stability*, Vol 91, Issue 5, , Pages 1156-1165.
- Rowell, R.M., 1975. Chemical modification of wood advantages and disadvantages, *proceedings Am. Wood Preservers Association*, 1-10.
- Rowell, R.M., 2006. Chemical modification of wood for improved adhesion in composites, *USDA forest service, Forest Products Laboratory, Madison, Wisconsin*.
- Stark M. Nicole (2003). Photodegradation and Photostabilization Of Weathered Flour Filled Polyethylene Composites, *Michigan Technological University*, (217).
- Stark N.M. and L.M. Matuana, (2003). Ultraviolet weathering of photostabilized wood-flour-filled high-density-polyethylene composites, *J Appl Polym Sci* 90 (10), pp. 2609-2617

بعد از ۲۵۰ ساعت طیف‌های تمام نمونه‌ها با هم مقایسه شده (شکل ۴) و همانطور که در شکل مشخص است، طیف مربوط به لیگنین در نمونه دارای آنتی‌اکسیدان از همه جذب بیشتری داشته به این معنا که لیگنین بیشتری در این نمونه باقی مانده است بعد از آن نمونه استیله و نمونه استیله دارای آنتی‌اکسیدان قرار می‌گیرند و کمترین میزان لیگنین را نمونه شاهد بدون تیمار دارد. پس می‌توان نتیجه گرفت که در کوتاه مدت نیز آنتی‌اکسیدان توانسته نسبت به نمونه بدون تیمار از لیگنین در برابر فرسایش نوری حفاظت کند. در اینجا استیلایسیون نیز تا حدی توانسته در حفظ لیگنین موثر واقع شود.

بطور کلی می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از آنتی‌اکسیدان به تنهایی می‌تواند در کوتاه مدت تغییر رنگ را نسبت به نمونه بدون تیمار در چوب پلاستیک کاهش دهد اما در بلند مدت تاثیر مثبت نداشته و همچنین تخریب لیگنین درون آرد چوب را توسط اثرگذاری روی رادیکال‌های آزاد کم کرده و عمق نفوذ هوازدگی را کاهش دهد. در رابطه با استیلایسیون T. Chang (۲۰۰۱) نشان داد که استیلایسیون چوب باعث کاهش تغییر رنگ و زردی چوب در برابر فرسایش نوری می‌شود (۱). همچنین Dunningham و همکارانش (۱۹۹۲) نشان دادند که ترک‌های ناشی از هوازدگی در روکش‌های استیله کاهش پیدا کرد (۳). در تحقیق کنون تیمار استیلایسیون

The Investigation of Acetylation and Anti-Oxidant Effect on Weathering of wood Plastic Composites By Means of FTIR and Color Metry (Color measurement)

Darabi, P.*¹, Abdolzadeh, H.², karimi, A.N.³,
Mirshokraie, A.⁴ and Doosthoseini, K.⁵

1*- Corresponding author, Ph.D., Wood and paper science & Technology, Natural Resources Faculty, University of Tehran, Iran,
Email: pievand@yahoo.com

2-M.Sc., Wood and paper science & Technology, Natural Resources Faculty, University of Tehran, Iran

3- Professor, Wood and paper science & Technology, Natural Resources Faculty, University of Tehran, Iran

4-Professor, Science Faculty, Payamenoor University, Iran

5-Professor, Wood and paper science & Technology, Natural Resources Faculty, University of Tehran, Iran

Received: Jan. 2009

Accepted: May, 2010

Abstract

In this study capability of acetylated poplar flour in manufacture of high density poly ethylene composite which expose to accelerated weathering, was investigated. The acetylation degrees at medium and zero (control) levels, use of anti- oxidant and duration of weathering were considered as variables and their effects on discoloration and photodegradation of WPC were investigated. To determine treatments influence on changes and color fade resulting from weathering, samples were tested after 0, 250, 2000 hours of weathering. The results indicated that application of acetylated wood flour in WPC can reduce about 25% of weathering discoloration in short time and about 17% in long time. Also it shows that as exposed time of weathering increase Anti oxidant loss its effect. Although in short time it can reduce 12% of weathering color changes. FTIR results show that after 2000 h of weathering all peaks samples had same decrease which mean none of the treatments were useful. But Anti oxidant can reduce depth of weathering.

Key words: Wood Plastic Composites, High Density Poly Ethylene/ Wood flour, Acetylation, Anti- Oxidant, Weathering and Discoloration