

تاریخ دریافت مقاله: ۹۶/۷/۲۲

تاریخ پذیرش نهایی: ۹۷/۱۱/۲۴

بهبود ثبات نوری نخ پشمی رنگریزی شده با رنگزای طبیعی اسپرک توسط آنتی اکسیدان ها و جاذب اشعه ماوراءبنفش*

اخترالسادات موسوی

کارشناس ارشد فرش، دانشکده‌ی معماری و هنر، دانشگاه کاشان

احمد اکبری (نویسنده مسئول)

دانشیار گروه فرش، دانشکده‌ی معماری و هنر، دانشگاه کاشان

E-mail: akbari@kashanu.ac.ir

حسن خاتمی

استادیار گروه فرش، دانشکده‌ی معماری و هنر، دانشگاه کاشان

■ چکیده

یکی از مشکلات رنگزاهای طبیعی زرد (اسپرک) پایداری کم آن‌ها در برابر نور و سرعت رنگ‌پریدگی بالای آن است. همچنین از عوامل مخرب اصلی در رنگ‌پریدگی الیاف رنگی و کالاهایی همچون فرش دست‌باف پرتوهای فرابنفش با انرژی زیاد است که موجب شکستن پیوندهای شیمیایی و تجزیه‌ی نوری ساختارهای آلی می‌گردد. در این مطالعه، اثر چند آنتی اکسیدان (گالیک اسید، ویتامین C و جاذب UV معمول (۲) هیدروکسی بنزوفنون) به‌عنوان یک عامل مکمل به منظور بهبود خواص ثبات نوری مورد

بررسی قرار گرفت. تأثیر عوامل مؤثر بر ثبات نوری نظیر زمان تابش نور، غلظت آنتی اکسیدان، و رطوبت نسبی بهینه‌سازی شد. سپس تغییرات به وجود آمده با نمونه‌ی اصلی مقایسه و با مقادیر تغییر رنگ ΔE بیان شد. نتایج نشان داد در تمامی موارد استفاده از جاذب UV یا آنتی اکسیدان‌ها تا حدودی باعث بهبود نسبی در خواص ثبات نوری نمونه‌ها می‌شود. بهترین نتیجه در افزایش ثبات نوری در کاربرد گالیک اسید مشاهده شد.

کلید واژه‌ها: رنگزای طبیعی اسپرک، پشم، ثبات نوری، آنتی اکسیدان، جاذب UV

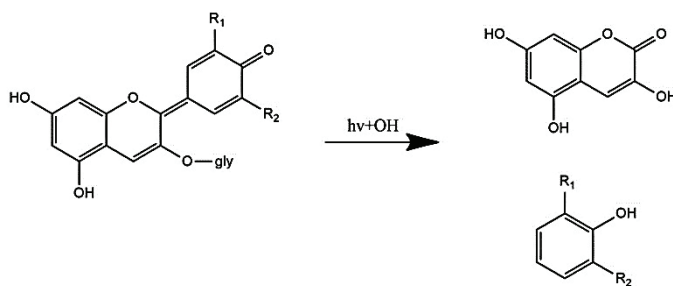
* این مقاله مستخرج از پایان نامه مقطع کارشناسی ارشد با عنوان «بهبود ثبات نوری نخ پشمی رنگ شده با رنگزاهای طبیعی زرد توسط گالیک اسید» در دانشکده‌ی معماری هنر دانشگاه کاشان به راهنمایی دکتر احمد اکبری و مشاوره دکتر حسن خاتمی است.



■ مقدمه

به مقاومت یک کالا در برابر تغییر رنگ، زمانی که در معرض نور خورشید یا یک منبع نور مصنوعی قرار می‌گیرد، ثبات نوری گفته می‌شود. امروزه تلاش برای احیاء استفاده از رنگزاهای طبیعی غیرسمی و زیست تخریب‌پذیر در رنگرزی منسوجات، خصوصاً کالاهای تولید شده با الیاف طبیعی به سرعت در حال افزایش است (Kasiri & Safapour, 2014: 1-13). در مطالعات مختلف، مشکل خاصی از جانب رنگزاهای طبیعی برای سلامتی انسان گزارش نشده است (Feng et al, 2007: 366-372)، در این میان یکی از اصلی‌ترین مشکلاتی که استفاده‌ی گسترده از رنگزاهای طبیعی را محدود می‌سازد، ثبات نوری کم تا متوسط آن‌ها است در حالی که به وسیله‌ی رنگزاهای سنتزی و شیمیایی طیف وسیعی از ثبات‌ها از ضعیف تا عالی قابل دستیابی می‌باشد. یکی از مواد رنگزای طبیعی که از حدود ۵۰۰۰ هزار سال پیش توسط رنگرزان مورد استفاده قرار گرفته است، ماده

رنگزای اسپرک است که از گیاه *Reseda luteola* L به دست می‌آید. این گیاه بومی ایران بوده و هر ساله می‌توان دو بار آن را کاشت و برداشت نمود (Mir-jalili, Nazarpour & Karimi, 2011: 1045-1051). اسپرک از منابع مهم فلاونوئیدهاست. فلاونوئیدها که از مشتقات فلاون، ایزوفلاون‌ها، چالکون^۱ و آورونس‌ها^۲ هستند، منجر به تولید رنگ زرد می‌شوند (Kumar Samanta & Konar, 2011). بر اساس مطالعات انجام شده و مندرجات مرجع رنگ، به صورت کلی ترکیبات فلاونوئیدی نسبت به ترکیبات دیگر (کینونوئیدها و آلکالوئیدها) در برابر نور پایداری کمتری دارند. دلیل این مسأله را می‌توان به پل اتصال دهنده‌ی دو گروه آروماتیک موجود در این رنگزها نسبت داد. این پیوند C-C به دلیل کشندگی الکترون از سمت حلقه‌های آروماتیک، دارای انرژی کمی بوده و به وسیله انرژی نور تابشی به راحتی تخریب و شکسته می‌شود (تصویر ۱).



تصویر ۱. مکانیزم تخریب ماده‌ی رنگزای گیاه اسپرک تحت تابش اشعه‌ی ماوراءبنفش (Bechtold & Mussak, 2009: 238-245).

می‌شود، در ابتدا انرژی نور تابشی، موجب شکستن پیوند O-C گروه هیدروکسیل و کربن موجود در حلقه‌ی آروماتیک می‌شود، در ادامه انرژی موجود در سیستم، باعث واکنش یون‌های هیدروکسیل با هم و با سایر ساختارها و ایجاد گروه‌های فعال اکسیژن (ROS) در سیستم می‌شود. این گروه‌ها، در

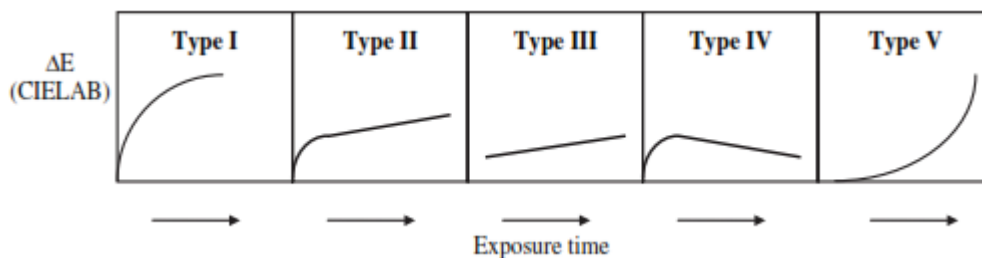
از طرف دیگر، این گروه از رنگزها به شدت آبدوست بوده و در ساختار خود گروه‌های هیدروکسیل زیادی دارند که می‌تواند سرعت تخریب این رنگزها را افزایش دهد (Bechtold & Mussak, 2009: 238-245). این عملیات، یعنی تخریب به وسیله‌ی گروه‌های هیدروکسیل، در دو مرحله انجام

حضور نور و حتی بدون حضور نور، قادر به تخریب ساختارهای آلی می‌باشند (Batchelor et al, 2003: 269-275). محوشدگی^۳ رنگ منسوجات در برابر نور یک پدیده شناخته شده است و حدود ۲۰۰ سال تحقیقات متعددی در این زمینه صورت گرفته است. مکانیزم‌هایی که طی آن رنگ‌ها دچار تجزیه نوری می‌شوند، تصور می‌شد که پروسه‌ی پیچیده‌ای باشند. با این حال، بیشتر مطالعات نشان داده که تجزیه‌ی تک مولکولی به وسیله نور UV و اکسایش نوری به وسیله‌ی نور مرئی، دو مکانیزم اصلی در محوشدگی رنگ‌ها هستند (Thiagarajan & Nalankilli, 2013: 161-164). نتایج مطالعات انجام شده تا به امروز نشان داده، برای شناسایی ارتباط بین ساختار شیمیایی و ثبات نوری، هیچ معیار سنجش و ارزش مطلق و همیشگی وجود ندارد، زیرا ثبات یک رنگ به عوامل گوناگونی بستگی دارد. برای نمونه برخی از عوامل مهم مذکور عبارتند از:

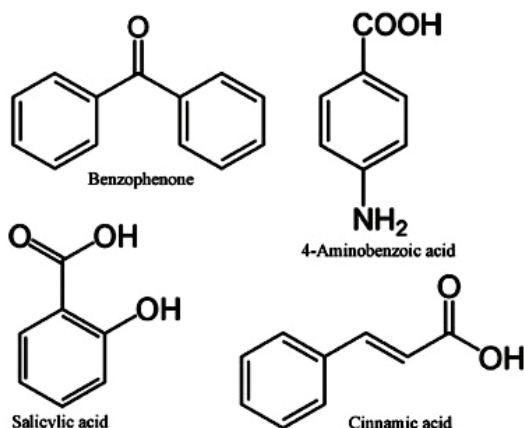
- ساختار شیمیایی
- ساختار و مشخصات بستر
- نوع دندان‌های مصرفی
- ترکیب‌های اتمسفر
- غلظت و درصد تجمع رنگزا در بستر

به طور کلی نمی‌توان حکم کلی برای ثبات نوری داد اما در مجموع دندان‌های ثبات‌های سه‌گانه را افزایش می‌دهد. نتایج برخی مطالعات نشان داده

که برهم کنش رنگ و دندان‌ها در تعیین ثبات نوری بسیار مهم است که وابسته به نوع رنگزا می‌باشد. البته تأثیر دندان‌ها مهم‌تر از تأثیر برهم کنش دندان‌ها و رنگزا است. همچنین مشخص شده است که حضور یون‌های فلزی در سیستم رنگ-دندان و لیف، به دلیل کاهش و تخلیه انرژی جمع شده در سیستم، باعث افزایش ثبات نوری می‌شود (Feng et al, 2007: 366-372). در ساختمان لوتئولین که در رنگدانه زرد از خانواده کاروتن‌ها وجود دارد ۲ گروه هیدروکسیل ثبات خوبی به همراه دارد. افزایش ثبات نوری پس از دندان‌ها دادن به این دلیل است که ترکیب با فلزات واسطه، کروموفور را از تخریب نوری حفظ می‌کند و فوتون‌های جذب شده به وسیله‌ی گروه کروموفوریک انرژی خود را به وسیله‌ی تغییرات رزونانسی داخل حلقه ۶ عنصری تشکیل شده، منتقل می‌کند و بنابراین رنگ حفظ می‌شود (احمدی، ۱۳۸۸: ۱۴). رنگ‌هایی که در پلیمرهایی با درصد ناحیه آمورف بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرند، ثبات نوری بهتری نسبت به پلیمرهای بلوری‌تر دارند. تجمع رنگ تأثیر فیلتری دارد که با افزایش غلظت رنگ، غالب‌تر می‌شود. به عنوان مثال بزرگ‌تر شدن اندازه‌ی ذره‌ی رنگزا ممکن است از فعالیت کاتالیستی آن بکاهد. در تصویر (۲) تأثیر رنگ‌پردگی نوری و غلظت رنگ در زمان‌های مختلف تابش نشان داده شده است.



تصویر ۲. تأثیر رنگ‌پردگی نوری و غلظت رنگ در زمان‌های مختلف تابش (Cristea & Vilarem, 2006: 238-245).



تصویر ۳. گروه‌های اصلی جاذب‌های فرابنفش متداول (Daneshvar et al, 2004: 39-45)

جاذب‌های فرابنفش بر روی الیاف طبیعی، به منظور بهبود ثبات نوری این الیاف و رنگزاهای استفاده شده در رنگرزی آن‌ها، مطالعاتی صورت گرفته است. (Saravanan, 2007: 53-62) جاذب‌های UV مواد افزودنی هستند که از تجزیه نوری مواد پلیمری در برابر نور UV و نور مصنوعی جلوگیری می‌کنند. این مواد پرتو UV را جذب کرده و آن را به شکل پرتوی فلئوئورسنت یا مادون قرمز دوباره منتشر می‌کنند. انرژی مولکول‌های برانگیخته که باعث تجزیه نوری می‌شود به صورت انرژی گرمایی آزاد می‌شود (Zhang, Mill-ington & Wang, 2008: 135-143). به صورت کلی حضور این مواد در بستر، موجب جذب نور توسط آن‌ها و تخریب آن‌ها می‌شود. در نتیجه مواد مفید موجود در بستر از آسیب محفوظ می‌مانند (Oda, 2012: 108-113). دسته‌ای اصلی تثبیت‌کننده‌های پرتو UV شامل مشتقات ۲-هیدروکسی بنزوفنون، ۲- (H₂ - بنزوتری‌آزول - 1y-2) - فنول‌ها، فنیل استرها، سینامیک اسیدهای جانشین شده و کی‌لیت‌های نیکل می‌شود (Dobashi, Yuyama & Ohkatsu, 2007: 1227-1233) (تصویر ۳).

در بسیاری از مطالعات مشخص شد که بنزوفنون

رنگ‌پریدگی نوع I: با سرعت باعث کاهش محو شدن رنگ می‌شود که احتمالاً در رنگ‌هایی که به صورت مولکولی یا تجمع خیلی کوچک دیسپرس شده‌اند، مشاهده می‌شود.

• رنگ‌پریدگی نوع II: در ابتدا سرعت رنگ‌پریدگی سریع و سپس به آهستگی رنگ ثابت می‌شود، که معمولاً به مخلوط دیسپرسیون رنگ به صورت مولکولی و ذره‌ای مربوط می‌شود.

• رنگ‌پریدگی نوع III: بدین صورت که منحنی میزان رنگ‌پریدگی با سرعت خطی و سپس رنگ ثابت می‌شود که نشان می‌دهد ذرات رنگ کاملاً ذره‌ای پخش شده‌اند.

• رنگ‌پریدگی نوع IV: دارای سرعت منفی ابتدایی است که رنگ‌پریدگی اتفاق نیفتاده و به disin-tegration مربوط می‌شود. این نوع محو شدن اغلب در رنگدانه‌ها رخ می‌دهد.

• رنگ‌پریدگی نوع V: رنگ‌پریدگی سریع‌تری را نشان می‌دهد که به دلیل پارگی و شکست مداوم ذرات رنگ است. این حالت بیشتر در مورد رنگ‌های محلول مخصوصاً در سلولز صحت دارد.

در چند دهه‌ی اخیر، در زمینه‌ی امکان استفاده از

و مشتقات آن بهترین جاذب‌های فرابنفش آلی سنتز و تجاری شده با کمترین آمار حساسیت‌زایی و بالاترین میزان جذب فرابنفش و مقاومت در برابر تخریب می‌باشند (Cristea & Vilarem, 2006: 238-245).

آنتی‌اکسیدان‌ها ترکیبات آلی هستند که به مواد آلی با قابلیت اکسید شدن اضافه می‌شوند تا از اکسید شدن خودبخودی آن‌ها جلوگیری کرده و در حالت کلی عمر مفید مواد را افزایش دهند (Nojavan et al., 2008: 300-305) فعالیت آنتی‌اکسیدان بر اساس واحد ظرفیت جذب رادیکال اکسیژن^۲ بیان می‌شود.

کارهای زیادی توسط محققان با تمرکز روی اثر نوع رنگ، ساختار شیمیایی، مشخصات رنگرزی و شرایط نوردهی بر خواص ثبات نوری انجام شده است. در مطالعاتی که Cristea, & Vilarem به منظور بهبود ثبات نوری رنگینه‌های طبیعی روی پنبه انجام داده‌اند مشخص شد که استفاده از ویتامین C و اسید گالیک که به‌عنوان مواد آنتی‌اکسیدان هستند می‌توانند ثبات نوری رنگینه‌های روناس، اسپرک و وسمه را بهبود بخشند. تا قبل از این آنتی‌اکسیدان تنها روی الیاف پنبه‌ای رنگ شده با رنگ‌های طبیعی استفاده شده بود. اما در این مقاله، آنتی‌اکسیدان‌ها و جاذب UV روی نمونه‌های رنگ‌شده با الیاف پشمی به کار برده شده‌اند، و تأثیر عوامل مکمل در رنگرزی الیاف پشمی با میزان یکسان رنگزا، به منظور بهبود خواص ثبات نوری و کاهش سرعت رنگ‌پریدگی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۳- بخش تجربی

۳-۱- مواد

در این تحقیق نخ پشمی نژاد بلوچی با نمره ۵ متریک دو لا مورد استفاده قرار گرفت. برای جدا کردن آلودگی‌های سطحی، نخ پشمی در محلولی حاوی ۱ گرم بر لیتر شوینده‌ی غیر یونی (Triton X-100, Mer-

ck, Germany) در آب مقطر در دمای 50°C برای ۳۰ دقیقه شسته شد. سپس لیف شسته شده در دمای اتاق به طور کامل خشک شد، (Haji, Qa- 602-607: 2014) (vamnia & Bizhaem). پودر اسپرک به‌عنوان رنگزا از شرکت دارویی باريج اسانس تهیه شد.

۳-۲- روش کار

۳-۲-۱- استخراج رنگزا

یکی از مشکلاتی که معمولاً در انجام تحقیقات آزمایشگاهی با رنگزاهای طبیعی مشاهده می‌شود عدم تکرارپذیری آزمایش‌ها به دلیل نایکناختی در کیفیت و عدم خلوص بالای ماده رنگزای مورد مصرف است، که البته خاصیت ذاتی مواد طبیعی می‌باشد. در این تحقیق برای پیشگیری از این مسأله، ابتدا رنگزای اسپرک به صورت پودر درآورده شده و سپس ماده رنگزا از آن استخراج شده و پودری با کیفیت و خلوص بالا برای تمام نمونه‌ها تهیه شد. جهت استخراج رنگزا، ۲۰ گرم پودر اسپرک در ۸۰۰ میلی‌لیتر آب با خاصیت اسیدی خنثی ریخته شده و استخراج به مدت ۲ ساعت در 80°C همراه با هم زدن انجام شد. سپس محلول حاصل توسط کاغذ صافی، صاف شده و در 70°C آب آن تبخیر شده و رنگزای استخراج شده به صورت پودر خشک تهیه شد. پودر حاصل برای رنگرزی نمونه‌ها استفاده شد.

۳-۲-۲- رنگرزی

رنگرزی نمونه‌ها در شرایط پیش‌دندان انجام شد. بدین صورت که ابتدا عملیات دندان دادن در حضور دندان سولفات آلومینیم به مقدار ۳٪ نسبت به وزن کالای خشک (۲/۵ گرم) در دمای 70°C با L:R معادل ۱:۴۰ به مدت ۶۰ دقیقه انجام شد. سپس در دمای 80°C برای هر حمام ۵۰٪ نسبت به وزن الیاف پودر رنگزا با L:R ۱:۴۰ استفاده شد. بعد از رنگرزی،



نمونه‌ها با آب مقطر شستشو داده و در معرض هوا خشک شد.

۳-۲-۳- کاربرد آنتی اکسیدان‌ها و جاذب UV

نمونه‌های خشک‌شده در محلول حاوی ۱ g/L از هر یک از آنتی اکسیدان‌ها (گالیک اسید، ویتامین C و جاذب UV ۲- هیدروکسی بنزوفنون به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۷۰°C و حین هم‌زدن عمل شد. سپس نمونه‌ها شسته شده و در معرض هوا خشک شدند.

۴-۲-۳- تعیین ثبات نوری

به این منظور طبق استاندارد تعریف شده User de- 17 No. 17 با استفاده از دستگاه ثبات نوری مدل megalosol نمونه‌های رنگ‌شده بطور جداگانه و برای زمان‌های ۱، ۳، ۶ و ۱۲ ساعت در دمای ۲۵°C و دمای صفحه سیاه ۴۵°C با رطوبت نسبی ۶۵٪ زیر منبع نور مصنوعی مجهز به رنگبر قوس زنون (James H. Heal & Co. Ltd 1500w, uk) که طول موج آن مشابه نور خورشید است پرتودهی شد. سپس تغییرات به وجود آمده با نمونه‌ی اصلی مقایسه و با مقادیر تغییر رنگ ΔE بیان شد.

۳-۲-۵- اندازه‌گیری قدرت رنگی نمونه‌ها

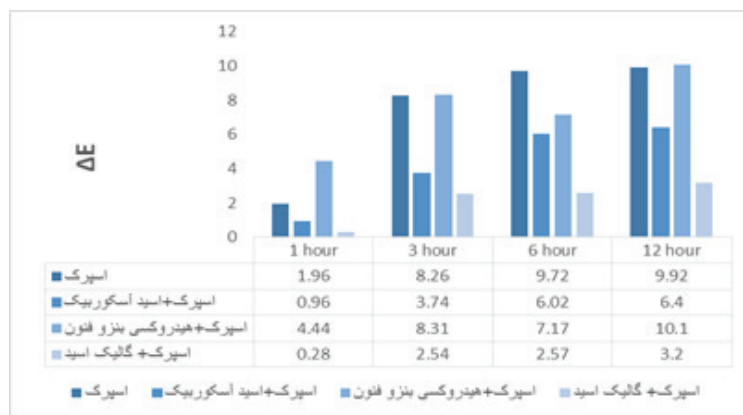
مقادیر انعکاس نمونه‌ها با استفاده از طیف‌سنج انعکاسی (Color Eye.7000A (X-rite, USA اندازه‌گیری شد. سپس خصوصیات رنگی CIELAB و تفاوت‌های رنگی ΔE بر اساس رابطه ۱ محاسبه شد.

$$(1) \Delta E = \sqrt{(L2 - L1)^2 + (a2 - a1)^2 + (b1 - b2)^2}$$

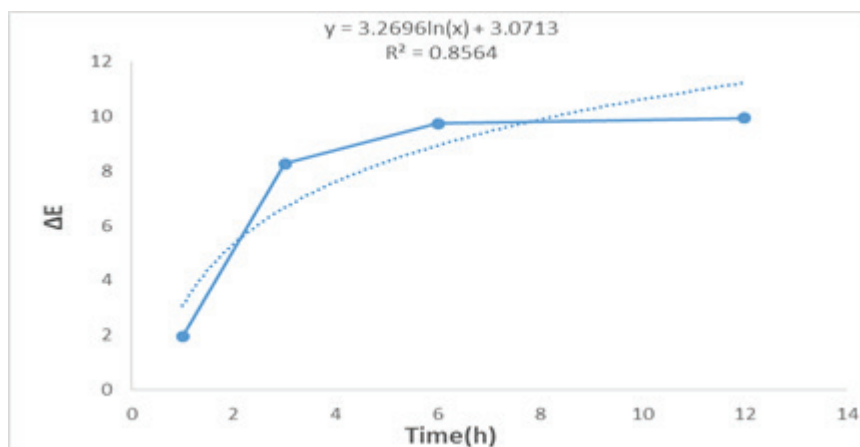
۴- یافته‌ها

۴-۱- تأثیر زمان تابش نور بر سرعت رنگ‌پریدگی

در تصویر ۴ تأثیر زمان تابش نور بر سرعت رنگ‌پریدگی نمونه‌ی رنگ‌گری شده با اسپرک مشاهده می‌شود. همان‌طور که از تصویر مشخص است محوشدگی برای نمونه‌های رنگ‌شده با افزایش زمان پرتودهی افزایش می‌یابد. اختلاف اساسی در ساعات اولیه‌ی نوردهی یعنی از ساعت ۱ تا ۳ اتفاق افتاده و بعد از ۳ ساعت این روند با شیب بسیار ملایمی افزایش پیدا کرده است. منحنی‌های میزان محوشدگی نمونه‌های عمل‌شده مشابه منحنی نمونه‌ی رنگ‌شده با رنگزای اسپرک به‌عنوان (شاهد) است، با این تفاوت که با افزایش زمان تابش میزان رنگ‌پریدگی با شیب ملایم‌تری افزایش می‌یابد. به طور کلی، کاربرد این مواد نباید تغییری در رنگ نمونه ایجاد کند، بلکه این عملیات تغییراتی را به سمت روشن‌تر و زردتر شدن به وجود می‌آورد. هیچ رنگ زرد طبیعی با ثبات قابل قبولی وجود ندارد. اغلب رنگ‌های زرد در اثر پرتودهی و رنگ‌پریدگی قهوه‌ای و تیره می‌شود (احمدی، ۱۳۸۸: ۱۲). مشاهده شد که در مورد نمونه‌های رنگ‌شده با رنگزای اسپرک، آنتی اکسیدان‌ها مؤثرتر از جاذب UV عمل کردند. تغییر رنگ نمونه‌ی رنگ‌شده‌ی بدون ماده‌ی افزودنی برابر ۱/۹۶، نمونه عمل‌شده با اسکوربیک اسید ویتامین C (۰/۹۶)، هیدروکسی بنزوفنون، ۴/۴۴ و گالیک اسید، ۰/۲۸، به دست آمد. این امر که جاذب‌های UV روی نمونه‌های رنگ‌شده با رنگ زرد کم بازده بودند نشان می‌دهد که این رنگ در برابر نور مرئی بسیار حساس است. با توجه به نتایج حاصل، افزودنی گالیک اسید کمترین تغییر رنگ را داشته است.



تصویر ۴. نمودار تأثیر زمان تابش بر سرعت رنگ‌پریدگی نمونه‌ی شاهد (اسپرک) و اصلاح شده بر حسب نوع ماده‌ی افزودنی (نگارندگان).



تصویر ۵. نمودار منحنی رنگ‌پریدگی رنگزای اسپرک بر حسب زمان تابش نور (نگارندگان).

۴-۱- بررسی نوع منحنی رنگ‌پریدگی رنگزای اسپرک (نمونه شاهد)

تصویر ۵ نوع منحنی رنگ‌پریدگی اسپرک را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود منحنی رنگ‌پریدگی از نوع اول (I) است. به این صورت که رنگ‌پریدگی در ساعات اولیه با شیب تندتری آغاز می‌شود و پس از نوردهی به آهستگی رنگ ثابت می‌شود.

۴-۲- تأثیر آنتی‌اکسیدان در ثبات نوری

نور مرئی برای تجزیه رنگ نیاز به اکسیژن دارد. استفاده از آنتی‌اکسیدان‌هایی مانند گالیک اسید و اسکوربیک اسید ویتامین (C) باعث جذب رادیکال‌های اکسیژن مورد نیاز برای تجزیه نوری می‌شود. (Alam et al, 2008: 58-65)

تغییر رنگ نمونه‌ی عمل‌شده با گالیک اسید در زمان ۱ ساعت نوردهی (۰/۲۸) کمتر از اسکوربیک

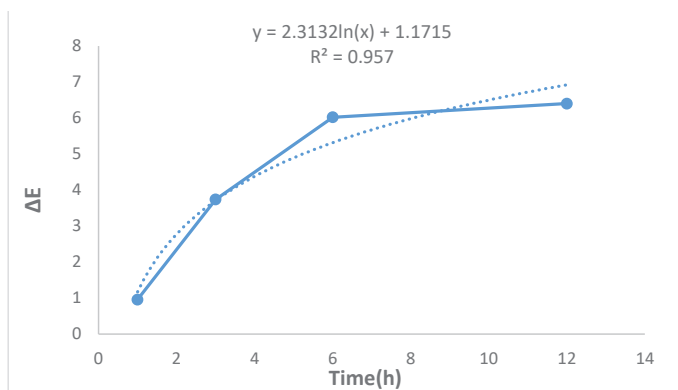
اسید (ویتامین C) (۰/۹۶) است که دلیل نتایج بهتر آن نیز همین مورد است.

۳-۴ بررسی نوع منحنی رنگ‌پریدگی اسپرک در حضور اسکوربیک اسید

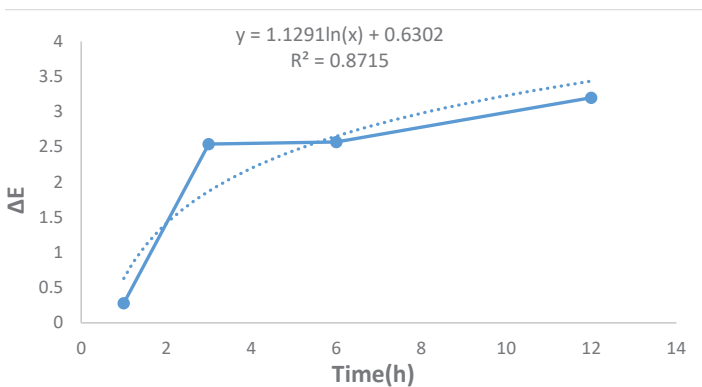
تصویر ۶ نوع منحنی رنگ‌پریدگی اسپرک در حضور اسکوربیک اسید را نشان می‌دهد. همان طور که مشاهده می‌شود منحنی رنگ‌پریدگی از نوع دوم (II) است. به این صورت که در ابتدا سرعت رنگ‌پریدگی سریع و سپس به آهستگی رنگ ثابت می‌شود. این رفتار مشابه سرعت رنگ‌پریدگی نمونه‌ی شاهد است و لیکن فرایند رنگ‌پریدگی به مراتب کمتر می‌باشد. به عبارتی حضور اسکوربیک اسید باعث افزایش ثبات نوری اسپرک می‌شود.

۴-۴ بررسی نوع منحنی رنگ‌پریدگی اسپرک در حضور گالیک اسید

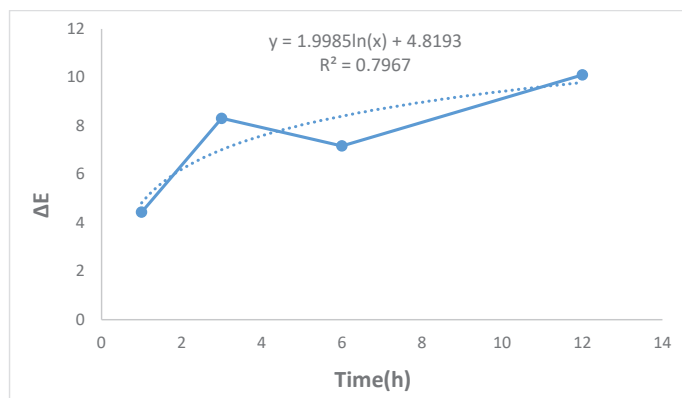
تصویر ۷ نوع منحنی رنگ‌پریدگی اسپرک در حضور گالیک اسید را نشان می‌دهد. همان طور که مشاهده می‌شود منحنی رنگ‌پریدگی از نوع دوم (II) است. به این صورت که با افزایش زمان تابش، سرعت رنگ‌پریدگی نسبت به نمونه شاهد با شیب کمتری افزایش می‌یابد. به صورتی که حضور گالیک اسید بهترین عملکرد را در افزایش ثبات نوری اسپرک نشان می‌دهد.



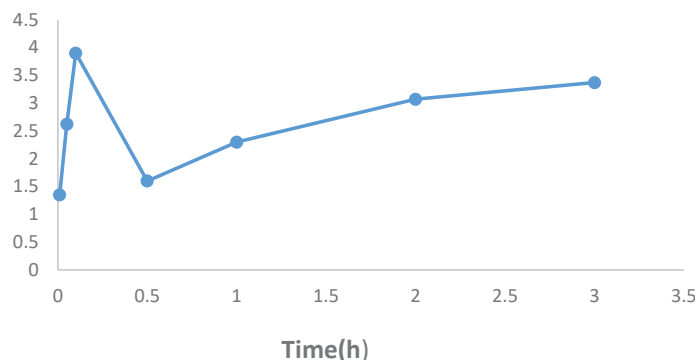
تصویر ۶ نمودار زمان تابش نور بر سرعت رنگ‌پریدگی رنگزای اسپرک در حضور اسکوربیک اسید (نگارندگان).



تصویر ۷ نمودار زمان تابش نور بر سرعت رنگ‌پریدگی رنگزای اسپرک در حضور گالیک اسید (نگارندگان).



تصویر ۸. نمودار زمان تابش نور بر سرعت رنگ‌پریدگی رنگزای اسپرک در حضور هیدروکسی بنزوفنون (نگارندگان).



تصویر ۹. نمودار غلظت گالیک اسید بر حسب درصد نسبت به زمان تابش نور (نگارندگان).

۴-۵- تأثیر جاذب UV در ثبات نوری

نور UV عامل مهمی در محوشدگی تقریباً تمام رنگ‌ها، ضعیف شدن الیاف و پارچه‌ها و تجزیه نوری بسیاری از مواد است. بنزوفنون تنها برای رنگ‌هایی که در برابر نور مرئی حساس نیستند کاربرد دارد، و حتی در این موارد هم بهبود حاصل‌شده به اندازه‌ی یک درجه افزایش در ثبات است (Saravanan, 2007: 53-62).

اثرات ۲- هیدروکسی بنزوفنون به‌عنوان جاذب اشعه‌ی ماوراءبنفش مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که ساختار I با جذب نور به سرعت

به فوتونول (ساختار II) تبدیل می‌شود و عکس این واکنش نیز با آزاد شدن حرارت انجام می‌شود که بازده نزدیک ۱۰۰٪ را نشان می‌دهد. وجود پیوند هیدروژنی بین مولکولی در ساختار، دلیلی بر سریع و مؤثر بودن این ایزومر شدن خودبخودی است. همان‌طور که در تصویر ۸ مشاهده می‌شود منحنی رنگ‌پریدگی از نوع دوم (II) است.

۴-۶- تأثیر غلظت گالیک اسید بر سرعت رنگ‌پریدگی رنگزا

رنگرزی الیاف شسته شده با ۵۰٪ اسپرک در دمای



۸۰°C به مدت ۶۰ دقیقه انجام شد. نمونه‌های خشک شده در غلظت‌های مختلف ۰/۰۵، ۰/۱، ۰/۲، ۰/۳ g/l گالیک اسید به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۸۰°C و حین هم‌زدن عمل شد. سپس نمونه‌ها شسته شده و در معرض هوا خشک شدند. همان‌طور که مشاهده می‌شود سرعت رنگ‌پریدگی با افزایش میزان غلظت گالیک اسید بیشتر می‌شود به طوری که منحنی سرعت رنگ‌پریدگی در ابتدا با شیب کندی آغاز می‌شود و سپس با افزایش غلظت گالیک اسید منحنی روند صعودی پیدا می‌کند. دلیل این اتفاق بسته به ساختار شیمیایی رنگزا و نحوه‌ی تخلیه انرژی و انتقال انرژی در سیستم، متفاوت می‌باشد، بدین صورت که در بعضی موارد افزایش غلظت موجب افزایش ثبات می‌شود و در بعضی از رنگزاها افزایش غلظت، موجب افزایش جذب نور و افزایش انرژی در سیستم، موجب افزایش سرعت تخریب می‌شود. (Giles, Duff & Sinclair, 1982: 58-65) بنابراین غلظت ۰/۱ به عنوان بهترین غلظت شناخته شد.

۴-۷- تأثیر میزان رطوبت بر سرعت رنگ‌پریدگی رنگزا

نتایج به دست آمده از تأثیر رطوبت بر سرعت رنگ‌پریدگی رنگزا در جدول ۱ ارائه شده است. رطوبت بر نرخ محوشدگی الیاف رنگ شده تحت شرایط طبیعی که در برابر نور قرار گرفته‌اند تأثیر می‌گذارد، این تأثیر به علت نفوذ آب به درون منافذ لیف و رنگ است که باعث هیدرولیز مولکول رنگ می‌شود. بدین صورت ابتدا عملیات رنگرزی با ۵۰٪ اسپرک در دمای ۸۰°C به مدت ۶۰ دقیقه انجام شد. نمونه‌های خشک‌شده در محلول حاوی ۰/۱ گالیک اسید به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۸۰°C حین هم‌زدن عمل شد. سپس نمونه مورد نظر شسته شده و پس از خشک شدن در رطوبت‌های نسبی ۲۵، ۴۵ و ۸۰ درصد قرار داده شدند. همان‌طور که مشاهده می‌شود، افزایش رطوبت نسبی تا ۸۰٪ باعث کاهش سرعت رنگ‌پریدگی در نمونه می‌شود در حالی که در رطوبت نسبی ۲۵٪ بیشترین تغییرات در روند محوشدگی وجود دارد.

جدول ۱ تأثیر میزان رطوبت بر سرعت رنگ‌پریدگی رنگزا (نگارندگان)

تغییرات ΔE	میزان رطوبت نسبی %
۸,۱۰	۲۵
۶,۴۹	۴۵
۴,۸۲	۸۰

بهبود ثبات نوری رنگ‌های طبیعی شود. بررسی منحنی‌های نرخ محوشدگی برای محاسبه تغییر رنگ در مورد نمونه‌های رنگ‌شده با رنگزای اسپرک، نشان داد که محوشدگی با افزایش مدت زمان پرتودهی افزایش می‌یابد. در بسیاری از موارد جاذب UV و آنتی‌اکسیدان‌ها در خشتی‌سازی حملات تخریب‌کننده نور UV موفقی بوده‌اند. مؤثرترین ماده‌ی افزودنی برای نمونه‌های رنگ‌شده با رنگزای اسپرک در کاربرد

■ نتیجه‌گیری

در این تحقیق از گیاه اسپرک، به‌عنوان رنگزای طبیعی برای رنگرزی کالای پشمی استفاده شد. نتایج تحقیق نشان داد این نوع رنگزای طبیعی علاوه بر کم هزینه بودن و سازگاری با محیط‌زیست، سرعت رنگ‌پریدگی بالایی در برابر نور دارد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد، استفاده از برخی مواد افزودنی مانند آنتی‌اکسیدان‌ها و جاذب UV می‌تواند سبب

■ پی‌نوشت‌ها

۱. chalcones
۲. aurones
۳. Fading
۴. Oxygen radical absorbance capacity (ORAC)

گالیک اسید مشاهده شد. همچنین تأثیر گالیک اسید بر روی رنگزای اسپرک در حضور فاکتور رطوبت نیز بررسی شد. نتایج به دست آمده نشان داد افزایش رطوبت نسبی تا ۸۰٪ باعث کاهش سرعت رنگ‌پریدگی در نمونه می‌شود. با این حال، تحقیقات بیشتری در مورد کاربرد آن‌ها روی الیاف قبل از رسیدن به بیشترین اثربخشی مورد نیاز است.

■ فهرست منابع

- احمدی، زهرا. (۱۳۸۸). مقایسه‌ی ثبات نوری در رنگزاهای طبیعی مورد استفاده در فرش دست‌باف. در مجموعه مقالات سومین همایش ملی فرش ایران (ص ۱۶-۱). مرکز ملی فرش ایران، تهران، اردیبهشت ۱۳۸۸، مرکز ملی فرش ایران.
- Alam, M., Khan, G. M., Razzaque, S. M., Hossain, M. J., Minhaz-ul-Haque, M., & Zebsyn, S. (2008). Dyeing of cotton fabrics with reactive dyes and their physico-chemical properties.
- Batchelor, S. N., Carr, D., Coleman, C. E., Fairclough, L., & Jarvis, A. (2003). The photofading mechanism of commercial reactive dyes on cotton. *Dyes and Pigments*, 59 (3), 269-275.
- Bechtold, T., & Mussak, R. (Eds.). (2009). *Handbook of natural colorants*. John Wiley & Sons.
- Cris̃tea, D., & Vilarem, G. (2006). Improving light fastness of natural dyes on cotton yarn. *Dyes and pigments*, 70 (3), 238-245.
- Daneshvar, N., Rabbani, M., Modirshahla, N., & Behnajady, M. A. (2004). Kinetic modeling of photocatalytic degradation of Acid Red 27 in UV/TiO₂ process. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 168 (1-2), 39-45.
- Dobashi, Y., Yuyama, T., & Ohkatsu, Y. (2007). Interaction of ultraviolet absorbers. *Polymer degradation and stability*, 92 (7), 1227-1233.
- Feng, X. X., Zhang, L. L., Chen, J. Y., & Zhang, J. C. (2007). New insights into solar UV- protective properties of natural dye. *Journal of Cleaner Production*, 15(4), 366-372.
- Giles, C. H., Duff, D. G., & Sinclair, R. S. (1982). The relationship between dye structure and fastness properties. *Review of Progress in Coloration and Related Topics*, 12 (1), 58-65.
- Haji, A., Qavamnia, S. S., & Bizhaem, F. K. (2014). Oxygen plasma as a pretreatment for environmentally friendly low temperature dyeing of wool natural fiber. *J. Biodiversity Environ. Sci*, 5, 602-607.
- Kasiri, M. B., & Safapour, S. (2014). Natural dyes and antimicrobials for green treatment of textiles. *Environmental chemistry letters*, 12(1), 1-13.
- Kumar Samanta, A., & Konar, A. (2011). Dyeing of textiles with natural dyes, *Natural Dyes*, Perrin Akcakoca Kumbasar E.
- Mirjalili, M., Nazarpour, K., & Karimi, L. (2011). Eco-friendly dyeing of wool using natural dye from weld as co-partner with synthetic dye. *Journal of Cleaner Production*, 19 (9-10), 1045-1051.
- Nojavan, S., Khalilian, F., Kiaie, F. M., Rahimi, A., Arabanian, A., & Chalavi, S. (2008). Extraction and quantitative determination of ascorbic acid during different maturity stages of *Rosa canina* L. fruit. *Journal of food composition and analysis*, 21 (4), 300-305.
- Oda, H. (2012). Improvement of light fastness of natural dye: effect of ultraviolet absorbers containing benzotriazolyl moiety on the photofading of red carthamin. *Coloration Technology*, 128 (2), 108-113.
- Saravanan, D. (2007). UV protection textile materials. *AUTEX Research Journal*, 7 (1), 53-62.
- Thiagarajan, P., & Nalankilli, G. (2013). Improving light fastness of reactive dyed cotton fabric with antioxi-



dant and UV absorbers.

- Zhang, H., Millington, K. R., & Wang, X. (2008). A morphology-related study on photodegradation of protein fibres. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 92 (3), 135-143.



دوفصلنامه
علمی - پژوهشی
انجمن علمی
فرش ایران
شماره ۳۳
پاییز و زمستان ۱۳۹۷

۱۲۰

