تاریخ دریافت مقاله: ۹۶/۷/۲۲
تاریخ پذیرش نهایی: ۹۷/۱۱/۲۴

بهبود ثبات نوری نخ پشمی رنگرزی شده با رنگزای طبیعی اسپرک توسط آنتی‌اکسیدان‌ها 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

گلجام
دوفصلنامه
علمی - پژوهشی
انجمن علمی
فرش ایران
شماره ۳۴
پاییز و زمستان ۱۳۹۷

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 آنتی‌اکسیدان (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 آنتی‌اکسیدان، 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 آنتی‌اکسیدان‌ها تا حدودی باعث بهبود نسبی در خواص ثبات نوری نمونه‌ها می‌شود. بهترین نتیجه در افزایش ثبات نوری در کاربرد گالیک اسید مشاهده شد.

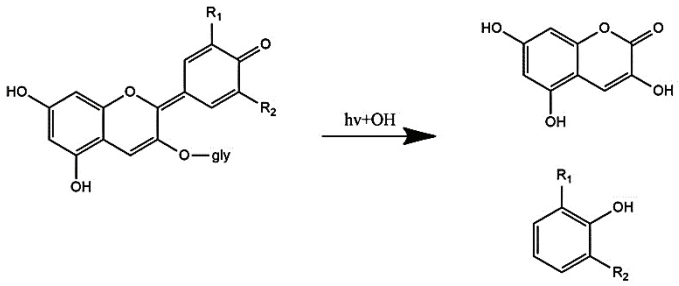
کلید واژه‌ها: رنگزای طبیعی اسپرک، پشم، ثبات نوری، آنتی‌اکسیدان، جاذب UV

* 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.

[Downloaded from goljaam.icsa.ir on 2026-11-12]
[DOR: 20.1001.1.20082738.1397.14.34.2.3]

مقدمه

بـــه مقاومت یک کالا در برابر تغییـــر رنگ، زمانی که در معرض نور خورشـــید یا یـــک منبع نور مصنوعی قرار می‌گیرد، ثبات نوری گفته می‌شود. امروزه تلاش برای احیاء اســـتفاده از رنگزاهای طبیعی غیرسمی و زیست تخریب‌پذیر در رنگرزی منسوجات، خصوصاً کالاهای تولید شـــده با الیاف طبیعی به ســـرعت در حال افزایـــش اســـت (Kasiri & Safapour, 2014: 1-13). در مطالعات مختلف، مشکل خاصی از جانب رنگزاهای طبیعی بـــرای سلامتی انسان گزارش نشده اســـت(Feng et al, 2007: 366-372) ، در ایـــن میان یکی از اصلی‌ترین مشـــکلاتی که استفاده‌ی گسترده از رنگزاهای طبیعی را محدود می‌ســـازد، ثبات نوری کم تا متوســـط آن‌ها اســـت در حالی که به وسیله‌ی رنگزاهای سنتزی و شیمیایی طیف وسیعی از ثبات‌ها از ضعیف تا عالی قابل دستیابی می‌باشد. یکی از مواد رنگـــزای طبیعی که از حدود ۵۰۰۰ هزار ســـال پیش توسط رنگرزان مورد اســـتفاده قرار گرفته است، ماده رنگزای اسپرک اســـت که از گیاه Reseda luteola L به دســـت می‌آید. این گیاه بومی ایران بوده و هر ساله می‌توان دو بار آن را کاشـــت و برداشت نمود (Mir-jalili, Nazarpoor & Karimi, 2011: 1045-1051). اســـپرک از منابع مهم فلاونوئیدهاســـت. فلاونوئیدها که از مشـــتقات فـــلاون، ایزوفلاون‌هـــا، چالکون[1] و آورونس‌ها[2] هستند، منجر به تولید رنگ زرد می‌شوند (Kumar Samanta & Konar, 2011). بـــر اســـاس مطالعات انجام شـــده و مندرجات مرجع رنگ، بـــه 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 آروماتیـــک موجود در این رنگزاها 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).

از طرف دیگـــر، این گروه از رنگزاها به شـــدت آب‌دوســـت بـــوده و در ســـاختار خـــود گروه‌های هیدروکسیل زیادی دارند که می‌تواند سرعت تخریب ایـــن رنگزاها را افزایش دهد (Bechtold & Mussak, 2009: 238-245). ایـــن عملیات، یعنـــی تخریب به وســـیله‌ی گروه‌های هیدروکسیل، در دو مرحله انجام می‌شـــود، در ابتدا انرژی نور تابشی، موجب شکستن پیوند O-C گـــروه هیدروکســـیل و کربن موجود در حلقه‌ی آروماتیک می‌شـــود، در ادامـــه انرژی موجود در سیســـتم، باعـــث واکنش یون‌های هیدروکســـیل بـــا هم و با سایر ســـاختارها و ایجاد گروه‌های فعال اکســـیژن (ROS) در سیستم می‌شود. این گروه‌ها، در

دوفصلنامه
علمی - پژوهشی
انجمن علمی
فرش ایران
شماره ۳۴
پاییز و زمستان ۱۳۹۷

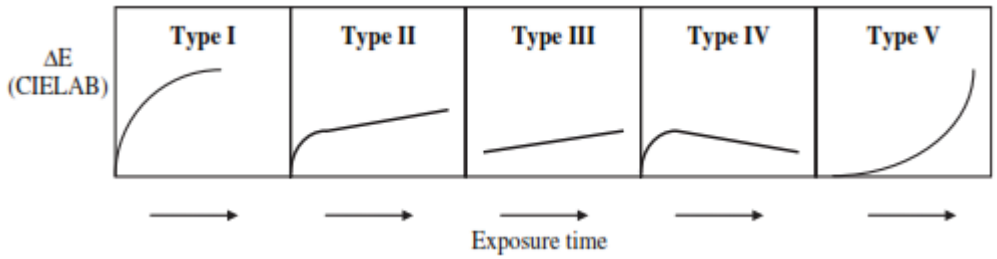
[Downloaded from goljaam.icsa.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.20082738.1397.14.34.2.3]

حضور نور و حتی بدون حضور نور، قادر به تخریب ساختارهای آلی می‌باشند (Batchelor et al, 2003: 269-275). محوشدگی[3] رنگ منسوجات در برابر نور یک پدیده شناخته‌شده 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 دندانه‌ی مصرفی
- ترکیب‌های اتمسفر
- غلظت و درصد تجمع رنگزا در بستر

به طور کلی نمی‌توان حکم کلی برای ثبات نوری داد اما در مجموع دندانه ثبات‌های سه‌گانه را افزایش می‌دهد. نتایج برخی مطالعات نشان داده که برهم کنش رنگ و دندانه در تعیین ثبات نوری بسیار مهم است که وابسته به نوع رنگزا می‌باشد. البته تأثیر دندانه مهم‌تر از تأثیر برهم کنش دندانه و رنگزا است. همچنین مشخص شده است که حضور یون‌های فلزی در سیستم رنگ- دندانه 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 دندانه 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 می‌کنند 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. به‌عنوان مثال بزرگ‌تر شدن اندازه‌ی ذره‌ی رنگزا ممکن است از فعالیت کاتالیستی آن بکاهد. در تصویر (۲) تأثیر رنگ‌پریدگی نوری و غلظت رنگ در زمان‌های مختلف تابش نشان داده شده است.

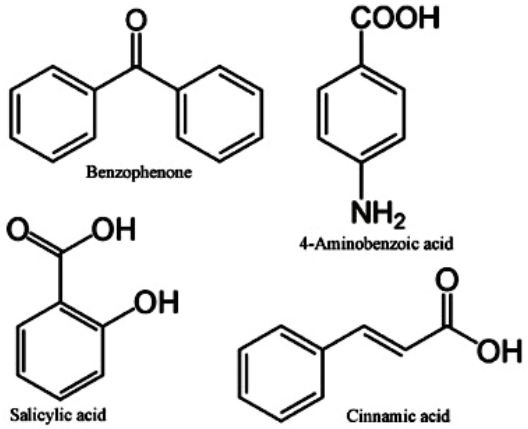


تصویر ۲. تأثیر رنگ پریدگی نوری و غلظت رنگ در زمان‌های مختلف تابش(Cristea & Vilarem, 2006: 238-245).

دوفصلنامه
علمی - پژوهشی
انجمن علمی
فرش ایران
شماره ۳۴
پاییز و زمستان ۱۳۹۷

[Downloaded from goljaam.icsa.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.20082738.1397.14.34.2.3]



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

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 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 فلوئورسنت یا مادون‌قرمز 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). دسته‌ی اصلی تثبیت‌کننده های پرتو UV شامل مشتقات ۲-هیدروکسی بنزوفنون، ۲-(H2 - بنزوتری‌آزول- 2-1y)- فنول‌ها، فنیل استرها، سینامیک اسیدهای جانشین‌شده و کی‌لیت‌های نیکل می شود (Dobashi, Yuyama & Ohkatsu, 2007: 1227-1233) (تصویر ۳).

در بسیاری از مطالعات مشخص شد که بنزوفنون

[Downloaded from goljaam.icsa.ir on 2026-11-12]
[DOR: 20.1001.1.20082738.1397.14.34.2.3]

و مشتقات آن بهترین جاذب‌های فرابنفش آلی سنتز و تجاری‌شده با کمترین آمار حساسیت‌زایی و بالاترین میزان جـذب فرابنفش و مقاومـت 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 اکسیدشدن خودبخودی آن‌ها جلوگیری کـرده و در حالت کلی عمر مفید مـواد را افزایش دهنـد .(Nojavan et al, 2008: 300-305) فعالیت آنتی‌اکسیدان بر اساس واحد ظرفیت جذب رادیکال اکسیژن[۴] بیان می‌شود.

کارهای زیادی توسـط محققان بـا تمرکز روی اثر نوع رنگ، سـاختار شیمیایی، مشخصات رنگرزی و شـرایط نوردهی بر خواص ثبات نوری انجام شده است. در مطالعاتی که Cristea, & Vilarem به منظور بهبود ثبات نـوری رنگینه‌های طبیعی روی پنبه انجام داده‌اند مشـخص شد که استفاده از ویتامین C و اسید گالیک که به‌عنوان مواد آنتی اکسیدان هستند می توانند ثبات نوری رنگینه‌های روناس، اسـپرک و وسـمه را بهبود بخشـند. تا قبل از این آنتی‌اکسـیدان تنها روی الیاف پنبه‌ای رنگ شـده با رنگ‌های طبیعی اسـتفاده شـده بود. اما در این مقاله، آنتی‌اکسیدان‌ها و جاذب UV روی نمونه‌های رنگ‌شـده با الیاف پشمی به کار برده شـده‌اند، و تأثیر عوامل مکمل در رنگرزی الیاف پشمی با میزان یکسان رنگزا، به منظور بهبود خواص ثبـات نوری و کاهـش سـرعت رنگ‌پریدگی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۳- بخش تجربی

۳-۱- مواد

در ایـن تحقیق نخ پشـمی نژاد بلوچـی با نمره‌ی ۵ متریک دو لا مورد استفاده قرار گرفت. برای جدا کردن آلودگی‌های سـطحی، نخ پشمی در محلولی حاوی ۱ گرم بر لیتر شوینده‌ی غیر یونی (Triton X-100, Merck, Germany) در آب مقطر در دمای ۵۰ °C برای ۳۰ دقیقه شسته شد. سپس لیف شسته شده در دمای اتاق به طور کامل خشک شد.(Haji, Qa- vamnia & Bizhaem, 2014: 602-607). پودر اسپرک به‌عنوان رنگزا از شرکت دارویی باریج اسانس تهیه شد.

۳-۲- روش کار

۳-۲-۱- استخراج رنگزا

یکی از مشکلاتی کـه معمـولاً در انجـام تحقیقات آزمایشگاهی بـا رنگزاهای طبیعی مشاهده می‌شود عـدم تکرارپذیـری آزمایش‌ها به دلیـل نایکنواختی در کیفیـت و عدم خلوص بالای مـاده رنگزای مورد مصرف اسـت، که البته خاصیت ذاتـی مواد طبیعی می‌باشـد. در این تحقیق برای پیشگیری از این مسأله، ابتدا رنگزای اسپرک به صورت پودر درآورده شـده و سـپس ماده رنگزا از آن اسـتخراج شده و پودری با کیفیت و خلوص بالا برای تمام نمونه‌ها تهیه شـد. جهت استخراج رنگزا، ۲۰ گـرم پودر اسپرک در ۸۰۰ میلی‌لیتر آب با خاصیت اسـیدی خنثی ریخته شده و اسـتخراج به مدت ۲ ساعت در ۸۰ °C همراه با هـم زدن انجام شـد. سـپس محلول حاصل توسط کاغذ صافی، صاف شـده و در ۷۰ °C آب آن تبخیر شـده و رنگزای استخراج شده به صورت پودر خشک تهیه شد. پودر حاصل برای رنگرزی نمونه‌ها استفاده شد.

۳-۲-۲- رنگرزی

رنگرزی نمونه‌ها در شـرایط پیش‌دندانه انجام شـد. بدین صورت که ابتدا عملیات دندانه دادن در حضور دندانه سـولفات آلومینیم به مقدار ۳٪ نسبت به وزن کالای خشـک (۲/۵ گـرم) در دمـای ۷۰ °C با L:R معادل ۱:۴۰ به مدت ۶۰ دقیقه انجام شـد. سپس در دمای ۸۰ °C برای هر حمام ۵۰٪ نسبت به وزن الیاف پودر رنگزا با L:R ۱:۴۰ استفاده شد. بعد از رنگرزی،

گلجام
دوفصلنامه علمی - پژوهشی انجمن علمی فرش ایران
شماره ۳۴
پاییز و زمستان ۱۳۹۷

[Downloaded from goljaam.icsa.ir on 2026-11-12]
[DOR: 20.1001.1.20082738.1397.14.34.2.3]

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

۳-۲-۳- کاربرد آنتی‌اکسیدان‌ها و جاذب UV

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

۳-۲-۴- تعیین ثبات نوری

به این منظور طبق اســتاندارد تعریف شده User de-fined No.17 با اســتفاده از دستگاه ثبات نوری مدل megasol 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 مقایســه و با مقادیر تغییر رنگ ΔE بیان شد.

۳-۲-۵- اندازه‌گیری قدرت رنگی نمونه‌ها

مقادیــر انعکاس نمونه‌ها با اســتفاده از طیف‌ســنج انعکاســی Color Eye.7000A (X-rite, USA) اندازه‌گیری شد. سپس خصوصیات رنگی CIELAB و تفاوت‌های رنگی ΔE بر اساس رابطه ۱ محاسبه شد.

$$\Delta E=\sqrt{(L2-L1)^2+(a2-a1)^2+(b1-b2)^2} \quad (۱)$$

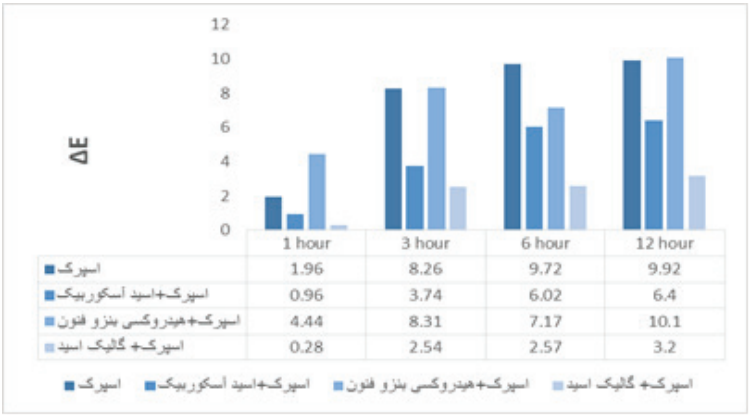
۴- یافته‌ها

۴-۱- تأثیر زمان تابش نور بر سرعت رنگ‌پریدگی

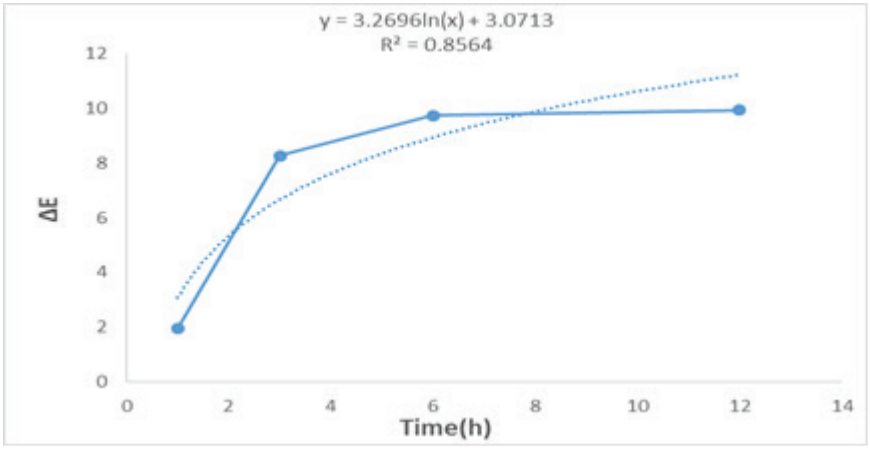
در تصویــر ۴ تأثیــر زمــان تابش نور بر ســرعت رنگ‌پریدگی نمونه‌ی رنگرزی شده با اسپرک مشاهده می‌شــود. همان‌طور که از تصویر مشــخص اســت محوشدگی برای نمونه‌های رنگ‌شده با افزایش زمان پرتودهی افزایش می‌یابد. اختلاف اساسی در ساعات اولیــه‌ی نوردهی یعنی از ســاعت ۱ تا ۳ اتفاق افتاده و بعد از ۳ ســاعت این روند با شــیب بسیار ملایمی افزایش پیدا کرده است. منحنی‌های میزان محوشدگی نمونه‌های عمل‌شده مشابه منحنی نمونه‌ی رنگ شده با رنگزای اســپرک به‌عنوان (شــاهد) اســت، 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 ســمت روشن‌تر و زردتر شدن به وجود می‌آورد. هیچ رنگ زرد طبیعی با ثبات قابل قبولی وجــود ندارد. اغلــب رنگ‌های زرد در اثر پرتودهی و رنگ‌پریدگی قهوه‌ای و تیره می‌شــود (احمدی، ۱۳۸۸: ۱۲). مشــاهده شــد کــه در مورد نمونه‌های رنگ‌شده با رنگزای اسپرک، آنتی‌اکسیدان‌ها مؤثرتر از جاذب UV عمل کردند. تغییر رنگ نمونه‌ی رنگ‌شــده‌ی بدون ماده‌ی افزودنی برابر ۱/۹۶، نمونه عمل‌شــده با اســکوربیک اســید 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 بســیار حساس است. با توجه به نتایج حاصل، افزودنی گالیک اســید کمترین تغییر رنگ را داشته است.

گلجام
دوفصلنامه
علمی - پژوهشی
انجمن علمی
فرش ایران
شماره ۳۴
پاییز و زمستان ۱۳۹۷

[Downloaded from goljaam.icsa.ir on 2026-11-12]
[DOR: 20.1001.1.20082738.1397.14.34.2.3]



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. همان طور 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 آسکوربیک

دوفصلنامه
علمی - پژوهشی
انجمن علمی
فرش ایران
شماره ۳۴
پاییز و زمستان ۱۳۹۷

[Downloaded from goljaam.icsa.ir on 2026-11-12]
[DOR: 20.1001.1.20082738.1397.14.34.2.3]

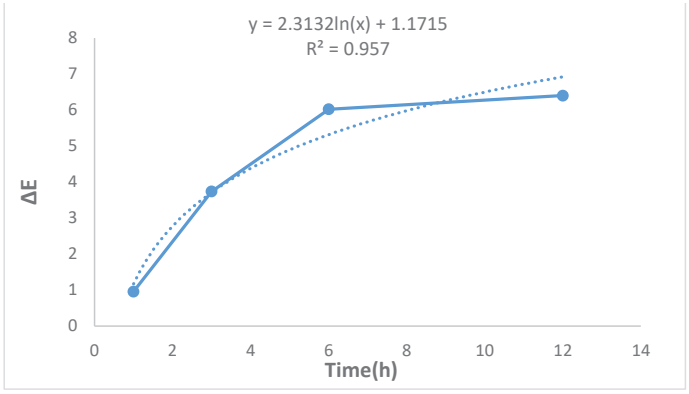
اسید (ویتامین C) (۰/۹۶) است که دلیل نتایج بهتر آن نیز همین مورد است.

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

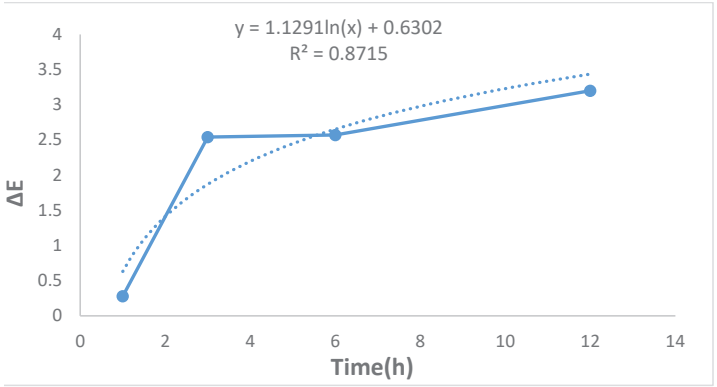
تصویر ۶ نوع منحنی رنگ‌پریدگی اسپرک در حضور اسکوربیک اسید را نشان می‌دهد. همان طور که مشاهده می‌شود منحنی رنگ پریدگی از نوع دوم (II) است. به این صورت که در ابتدا سرعت رنگ‌پریدگی سریع و سپس به آهستگی رنگ ثابت می‌شود. این رفتار مشابه سرعت رنگ‌پریدگی نمونه‌ی شاهد است و لیکن فرایند رنگ‌پریدگی به مراتب کمتر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

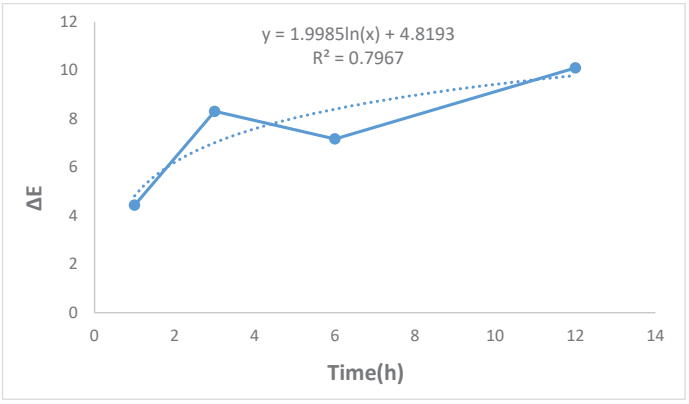


تصویر ۷. نمودار زمان تابش نور بر سرعت رنگ‌پریدگی رنگزای اسپرک در حضور گالیک اسید (نگارندگان).

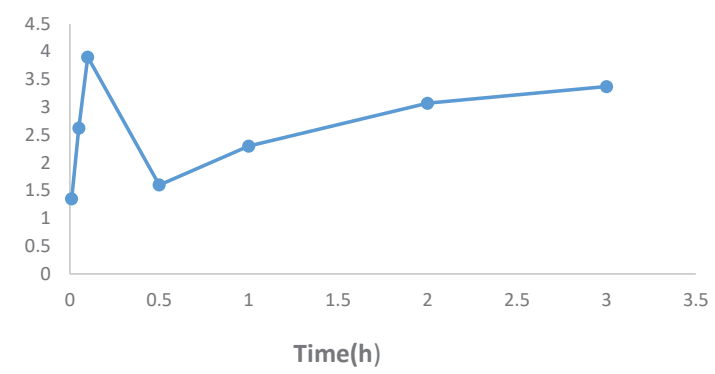
گلجام
دوفصلنامه
علمی - پژوهشی
انجمن علمی
فرش ایران
شماره ۳۴
پاییز و زمستان ۱۳۹۷

[Downloaded from goljaam.icsa.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.20082738.1397.14.34.2.3]



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- تاثیر جاذب UV در ثبات نوری

نـــور UV عامل مهمـــی در محوشـــدگی تقریباً تمام رنگ‌ها، ضعیف شدن الیاف و پارچه‌ها و تجزیه نوری بســـیاری از مواد است. بنزوفنون تنها برای رنگ‌هایی که در برابر نور مرئی حســـاس نیستند کاربرد دارد، و حتی در این موارد هم بهبود حاصل‌شـــده به اندازه‌ی یک درجه افزایـــش در ثبات اســـت .(Saravanan, 2007: 53-62)

اثرات ۲- هیدروکســـی بنزوفنون به‌عنوان جاذب اشـــعه‌ی ماوراءبنفش مورد بررســـی قـــرار گرفت و مشـــخص شد که ســـاختار I با جذب نور به سرعت به فوتوانول (ساختار II) تبدیل می شود 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 ایزومرشـــدن خودبخودی است. همان طور که در تصویر ۸ مشاهده می‌شود منحنی رنگ‌پریدگی از نوع دوم (II) است.

۴-۶- تأثیـــر غلظـــت گالیک اســـید بر ســـرعت رنگ‌پریدگی رنگزا

رنگرزی الیاف شسته شـــده با ۵۰٪ اسپرک در دمای

دوفصلنامه
علمی - پژوهشی
انجمن علمی
فرش ایران
شماره ۳۴
پاییز و زمستان ۱۳۹۷

[Downloaded from goljaam.icsa.ir on 2026-11-12]
[DOR: 20.1001.1.20082738.1397.14.34.2.3]

۸۰°C بـــه مـــدت ۶۰ دقیقـــه انجام شـــد. نمونه‌های خشـــک شـــده در غلظت‌های مختلف ۰/۰۱، ۰/۰۵ ، ۰/۱ ، ۰/۵ ، ۱، ۲، و ۳ g/l گالیک اســـید به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۸۰°C و حین هم‌زدن عمل شد. سپس نمونه‌ها شسته شـــده و در معرض هوا خشک شدند. همان طورکه مشـــاهده می‌شود سرعت رنگ‌پریدگی با افزایش میزان غلظت گالیک اســـید بیشـــتر می‌شود به طوری که منحنی ســـرعت رنگ‌پریدگی در ابتدا با شـــیب کندی آغاز می‌شود و سپس با افزایش غلظت گالیک اســـید منحنی روند صعودی پیدا می‌کند. دلیل این اتفاق بسته به ساختار شیمیایی رنگزا و نحـــوه‌ی تخلیـــه انـــرژی و انتقال انرژی در سیســـتم، متفاوت می‌باشـــد، بدین صورت که در بعضی موارد افزایش غلظت موجب افزایش ثبات مـــی‌شود و در بعـــضی از رنگزاها افزایش غلظت، موجب افزایش جذب نور و افزایش انرژی در سیـــستم، موجب افزایش سرعت تخریب می‌شـــود .(Giles, Duff & Sinclair, 1982: 58-65) بنابراین غلظت ۰/۰۱ به عنوان بهترین غلظت شناخته شد.

۴-۷- تأثیر میزان رطوبت بر ســـرعت رنگ‌پریدگی رنگزا

نتایج به دســـت آمـــده از تأثیر رطوبت بر ســـرعت رنگ‌پریدگی رنگزا در جدول ۱ ارائه شـــده اســـت. رطوبت بر نرخ محوشـــدگی الیاف رنگ شده تحت شـــرایط طبیعی که در برابر نور قـــرار گرفته‌اند تأثیر می‌گـــذارد، این تأثیر به علت نفوذ آب به درون منافذ لیف و رنگ اســـت که باعث هیدرولیز مولکول رنگ می‌شود. بدین صورت ابتدا عملیات رنگرزی با ۵۰٪ اســـپرک در دمای ۸۰°C به مدت ۶۰ دقیقه انجام شد. نمونه‌های خشک‌شده در محلول حاوی ۰/۰۱ گالیک اســـید به مـــدت ۳۰ دقیقه در دمـــای ۸۰°C حین هم زدن عمل شد. ســـپس نمونه مورد نظر شسته شده و پس از خشـــک شـــدن در رطوبت‌های نسبی ۲۵، ۴۵ و ۸۰ درصد قرار داده شـــدند. همان طور که مشاهده می‌شـــود، افزایش رطوبت نسبی تا ۸۰٪ باعث کاهش ســـرعت رنگ‌پریدگی در نمونه می‌شود در حالی که در رطوبت نســـبی ۲۵٪ بیشـــترین تغییرات در روند محوشدگی وجود دارد.

جدول۱ تأثیر میزان رطوبت بر سرعت رنگ‌پریدگی رنگزا (نگارندگان)

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

■ نتیجه‌گیری

در ایـــن تحقیق از گیاه اســـپرک، به‌عنـــوان رنگزای طبیعی برای رنگرزی کالای پشمی استفاده شد. نتایج تحقیق نشـــان داد این نوع رنگـــزای طبیعی علاوه بر کم هزینه بودن و ســـازگاری با محیط‌زیست، سرعت رنگ‌پریدگی بالایی در برابر نور دارد. نتایج حاصل از این تحقیق نشـــان داد، استفاده از برخی مواد افزودنی مانند آنتی‌اکســـیدان‌ها و جاذب UV می‌تواند ســـبب بهبود ثبات نوری رنگ‌های طبیعی شـــود. بررســـی منحنی‌های نرخ محوشدگی برای محاسبه تغییر رنگ در مورد نمونه‌های رنگ‌شده با رنگزای اسپرک، نشان داد که محوشـــدگی با افزایش مـــدت زمان پرتودهی افزایش می‌یابد. در بســـیاری از موارد جاذب UV و آنتی‌اکسیدان‌ها در خنثی‌سازی حملات تخریب‌کننده نور UV موفـــق بوده‌اند. مؤثرترین مـــاده‌ی افزودنی برای نمونه‌های رنگ‌شده با رنگزای اسپرک در کاربرد

[Downloaded from goljaam.icsa.ir on 2026-11-12]
[DOR: 20.1001.1.20082738.1397.14.34.2.3]

گالیک اســـید مشاهده شد. همچنین تأثیر گالیک اسید بر روی رنگزای اســـپرک در حضور فاکتور رطوبت نیز بررســـی شـــد. نتایج به دســـت آمده نشـــان داد افزایش رطوبت نســـبی تا ۸۰٪ باعث کاهش سرعت رنگ‌پریدگی در نمونه می‌شود. با این حال، تحقیقات بیشـــتری در مـــورد کاربرد آن‌هـــا روی الیاف قبل از رسیدن به بیشترین اثربخشی مورد نیاز است.

پی‌نوشت‌ها

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

فهرست منابع

- احمدی، زهرا. (۱۳۸۸). مقایســـه‌ی ثبات نوری در رنگزاهای طبیعی مورد اســـتفاده در فرش دســـت‌باف. 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.
- Cristea, 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., Nazarpoor, 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-

[Downloaded from goljaam.icsa.ir on 2026-11-12]
[DOR: 20.1001.1.20082738.1397.14.34.2.3]

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.

[Downloaded from goljaam.icsa.ir on 2026-11-12]

[DOR: 20.1001.1.20082738.1397.14.34.2.3]