

مطالعه تخریب نورشیمیایی کالای پنبه‌ای رنگری شده با رنگهای خمی

Study of the Photochemical Degradation of Cotton Fabric Dyed with Vat Dyes

محمد رضا حبیبی^۱، زرگر^۱، میامنگ مرادپان^۲، فیروز مهر مظاهری^۳

دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۳۰۱، دانشکده مهندسی نساجی، ۲، دانشکده مهندسی پلیمر

دریافت: ۱۳۸۵/۹/۷۵، پذیرش: ۱۳۸۵/۱۱/۷۵

چکیده

در این پژوهش، تخریب نورشیمیایی کالای پنبه‌ای رنگری شده با رنگهای خمی نامحلول بررسی می‌شود. این آزمایشها روی کالای سلولوزی رنگری شده به منظور بررسی اثر نوع و خلقت رنگ، زمان تابش دهی، گازهای موجود در جو، مواد گاهنده، عوامل تکسلی مختلف، بازدارندها و رطوبت انجام شده است. نتایج نشان می‌دهد که رنگهای خمی متداول در صنایع نساجی در دو شرایط خشک و مرطوب فعالیتهای نورتخریب متفاوتی دارند. به طوری که مخلوط کردن دو رنگ فعال و غیرفعال منجر به کاهش چشمگیر فعالیت نورشیمیایی آنها نسبت به رنگهای فعال می‌شود. افزون بر این، عواملی چون رطوبت، زمان، خلقت و نوع رنگ فعال، دما، گاز اکسیژن، نورتخریب سلولوز را افزایش می‌دهد و موادی مانند سدیم سلیکات و ترائیل سیکلوتادیون، عوامل ضد آب‌کننده و ضد چروکند و نیز مواد تکسلی حاد تابش فرابنفش نورتخریب سلولوز را کاهش می‌دهد. نتایج بررسیهای میکروسکوپی نیز تخریب نورشیمیایی پنبه را تایید می‌کند.

واژه‌های کلیدی: تخریب نورشیمیایی، کالای پنبه‌ای، رنگ خمی، رنگری، الیاف سلولوزی

Key Words: photochemical degradation, cotton fabric, vat dye, dyeing, cellulose fibers

مقدمه

پنبه یکی از مقاومترین الیاف در برابر نورتخریب است که با افزایش زمان تابش دهی دچار پدیده پیری می‌شود. برخی از رنگهای خمی این تخریب را سرعت می‌بخشد. فعالیتهای نورشیمیایی و آثار آنها روی کالا براساس مقدار انرژی جذب شده به دو دسته تقسیم می‌شوند که ترتیب مورد بحث قرار می‌گیرند [۱].

لازم است. در نتیجه، تابش دهی یا پرتوهای فرابنفش دور این امر را ممکن می‌کند و موجب تشکیل رادیکال می‌شود.

فعالیت نورشیمیایی در ناحیه فرابنفش دور یا سایر نواحی مرئی و فرابنفش نزدیک متفاوت است. اگر تون و همکارانش [۱] نورتخریب کالای پنبه‌ای را در اثر تابش فرابنفش دور بررسی کرده‌اند. در این پژوهش مشخص شده است که گاز اکسیژن در دمای معمولی و شرایط خشک نقش موثری در افزایش میزان تخریب ندارد. همچنین کلیه رنگهای خمی، که در طول موج مرئی و فرابنفش نزدیک از حساسیتهای مختلف برخوردارند، در برابر پرتوهای نواحی فرابنفش دور بطور

تخریب در اثر تابش فرابنفش دور

برای تخریب و گسستن پیوندهای شیمیایی قوی، معمولاً انرژی زیادی

انتقال و نزول الکترون به تراز پایه پدیده فلوروسان آهسته را بوجود می آورد (C→D).

گارسون [۸] با بررسی ارتباط بین ترازهای مختلف انرژی رنگها بوسیله طیف‌نمایی لومینسان و پورتر و ویندرسون [۹] با روش نورکافت درختی (flash photolysis) در فاز مایع بیان داشتند که تراز سه‌تایی یک تراز حساس کننده و مناسب جهت انجام واکنشهای تخریبی است و با عبور بین سیستمی (intersystem crossing)، که انتقال از تراز برانگیخته یکتایی به تراز سه‌تایی است، انتقال انرژی را به محیط اطراف، همچون مواد پلیمری و اکسیژن، آسان می‌کند. مکانیسم تخریب کالای سلولوزی بوسیله رنگهای فعال بر اساس دو نظریه است. اگر تون [۱۰] نظریه خود را با نام نظریه فعالسازی اکسیژن در سال ۱۹۴۸ ارائه داد. طبق این نظریه رنگ فعال برانگیخته، اکسیژن خود را به اکسیژن فعال یا یکتایی تبدیل می‌کند. این نوع اکسیژن عامل تخریب پلیمرها در اثر برخورد نور به آنها در هوای خشک است.

ناپایداری اکسیژن برانگیخته در مجاورت بخار آب، به تغییر مکانیسم عملیات در شرایط مرطوب منجر می‌شود [۱۱، ۱۲]. در این شرایط، اکسیژن فعال بطور مستقیم عامل فعال تجزیه منسوجات نیست، بلکه از راه ترکیب اکسیژن یکتایی با آب، محصول پروکسید هیدروژن تولید می‌شود که دارای یون فعال پرهیدروکسی (HO_2^-) برای اکسایش کالاست.

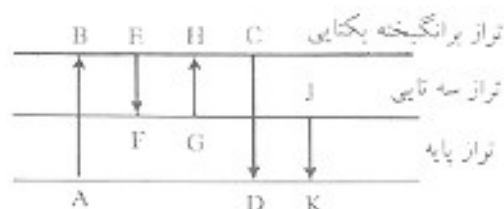
نظریه دیگر را بامفورد و دوار [۱۳] با عنوان نظریه برداشت هیدروژن یا الکترون در سال ۱۹۴۹ مطرح کردند. طبق این نظریه رنگ برانگیخته با برداشت هیدروژن از مواد پلیمری اطراف خود (همچون سلولوز) به تراز پایه منتقل پیدا می‌کند که تشکیل رادیکال در مواد پلیمری و حمله‌گاز اکسیژن به آن نقطه فعال را به همراه دارد.

تجزیه

مواد

بنه مصرفی محصول مزارع ورامین بوده و بوسیله بخش ریسنجی کارخانه ایران پوپلین به نخ نمره ۴۵/۲ تکس یا ۱۳/۲ انگلیسی تبدیل شده است. تاب نخ دولا برابر ۲۵/۰ تا ۱۰/۰ در اینج (TPI) و مقاومت تا پارگی ۱۳/۵۵ گرم بر تکس با درصد ازدیاد طول تا پارگی برابر با ۸/۷ است.

مواد شوینده مصرف شده عبارتند از: اوتتراون x، تینووتین Na، یکنواخت کننده آلبانکس پون، نرم‌کننده آیون SFC ضد آب کننده فلوئور تکس FTC، پایدارکننده به هنگام سفیدگری تینوکلاریت G.



شکل ۱- ترازهای انرژی یکتایی و سه‌تایی.

یکسان غیرحساس‌اند و در طول موج ۲۵۳۷ آنگسترم تجزیه سلولوز را کاهش می‌دهند.

تخریب در اثر نور مرئی و تابش فوایفیش نزدیک

از ویژگیهای مهم فرایند نور حساس شدن (photosensitization) اثر نور با طول موج بالاتر از ۳۴۰۰ آنگسترم بر کالای در مجاورت مواد حساس کننده همچون رنگهاست، بطوری که سرعت و میزان تخریب در این محدوده طول موج بدون وجود حساس کننده‌ها محسوس نیست. قدرت و توانایی برخی از رنگها در سرعت بخشیدن به واکنشهای شیمیایی بوسیله نور، خواص و پدیده‌های نامطلوبی را بویژه در ایفای ایجاد می‌کند [۲]. اصولاً، استحکام کالای پنبه‌ای رنگ نشده در معرض نور با گذشت زمان کاهش می‌یابد. برخی از رنگها با سرعت بخشیدن به واکنشهای نور تخریب موجب ایجاد خواص و پدیده‌های نامطلوب دیگری در این‌گونه کالاهای می‌شوند. این مواد رنگی که قابلیت جذب پرتوهای ناحیه مرئی را دارند، تخریب و اکسایش مواد مجاور خود، بویژه رنگ پریدگی و فرسودگی منسوجات، را به دنبال دارند [۶-۳]. بطور کلی، مولکول در حالت برانگیخته پس از جذب فوتون نمی‌تواند انرژی را در خود نگه‌دارد، از این رو گرایش به آزاد کردن انرژی اضافی خود دارد.

طبق نظر باون [۷]، یکی از روشهای آزادسازی انرژی، انتقال آن به شکل گرما به محیط اطراف است. پس از جذب انرژی نور بوسیله مولکول (انتقال A→B)، کل انرژی با انتقال از تراز برانگیخته یکتایی به تراز پایه به صورت گرما آزاد می‌شود (شکل ۱). ولی در حالت فلوروسان، مولکول رنگ با نشر پرتو (C→D)، به صورت فلوروسان به تراز پایه برمی‌گردد. چنین رنگهایی در عملیات تجزیه نور شیمیایی غیرفعالند. در حالت فسفرسان (I→K)، امکان از دست رفتن مقداری انرژی به صورت گرما و انتقال الکترون از تراز برانگیخته یکتایی به تراز سه‌تایی (E→F) وجود دارد، در نتیجه پدیده انتقال از تراز سه‌تایی به تراز پایه (I→K) و نیز عکس شدن اسپین الکترونها روی می‌دهد که به طولانی شدن زمان نشر پرتو منجر می‌شود. انتقال و صعود الکترون به تراز برانگیخته یکتایی (G→H) در اثر جذب مقداری انرژی و سرانجام

جدول ۱- مشخصات مواد شوینده، یکخواخت کننده، نرم کننده، ضد آب کننده و تکمیلی.

نام ماده	پایه شیمیایی	کاربرد
اولتراون LX	آنیونی	شوینده مناسب برای شستشو و سفیدگری
تیووتین ۵۰	غیر یونی (مشتقات پلی گلیکول اثر)	شوینده
آلباتکس یون	آنیونی (مشتقات سولفون دار شده آلکیل بنزایمیدازول)	یکخواخت کننده و کاهنده رنگ در رنگهای خمی
آویون SFC	غیر یونی	نرم کننده
فوبونکس FTC	کاتیونی	ضد آب کننده
نیوکلا ریت ۵	آنیونی (سدیم سیلیکات)	پایدار کننده به هنگام سفیدگری با پروکسید
سیافت W	آنیونی	جاذب تابش فرابنفش
سیافت N۲	آنیونی	جاذب تابش فرابنفش

آلباتکس یون با غلظت ۳/۰ درصد و سود ۳۶ درجه بومه برابر با ۱۲ میلی لیتر در لیتر و نیز پودر سدیم هیدروسولفیت با غلظت ۲/۵ گرم در لیتر در دمای ۸۰ درجه سانتیگراد و زمان ۳۰ دقیقه و نسبت وزن کالا به حجم حمام برابر ۱ گرم به ۲۰ لیتر.

ب- خارج کردن کالا از حمام و اضافه کردن رنگهای خمی به غلظت ۱ درصد وزنی به درون حمام.

ج- وارد کردن دوباره کالا به حمام و انجام عملیات مکانیکی به مدت ۴ تا ۵ دقیقه.

د- کاهش دمای حمام تا ۸۰ درجه سانتیگراد به مدت ۵ دقیقه. هـ- اضافه کردن پودر سدیم هیدروسولفیت به غلظت ۲/۵ گرم در لیتر در دمای ۸۰ درجه سانتیگراد و زمان ۳۰ دقیقه با نسبت وزن کالا به حجم حمام برابر ۱ گرم به ۲۰ لیتر.

اشاره می شود که جهت انجام عملیات رنگرزی مطلوب، طی چرخه رنگرزی همواره مقدار سدیم هیدروسولفیت با استفاده از کاغذ زرد خمی کنترل شد.

و- پس از پایان عملیات رنگرزی، برای نامحلول کردن رنگ لوکوی جذب شده در ایف پنبه، کالا از حمام خارج شد و به مدت ۵ دقیقه در معرض هوا جهت انجام اکسایش قرار گرفت. برای سرعت بخشیدن به این عمل از حمام اکسایش با هیدروژن پروکسید ۳۵٪ با غلظت ۵ میلی لیتر در لیتر و استیک اسید با غلظت ۱ میلی لیتر در لیتر به مدت ۱۰ دقیقه و در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد استفاده شد.

ز- برای خارج کردن رنگهای جذب شده روی سطح کالا و افزایش ثبات پس از اکسایش، ابتدا کالا با آب سرد شستشو شده و سپس، در حمامی با مواد شوینده تیووتین ۵۰ با غلظت ۵/۰ گرم در لیتر و به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۹۵ درجه سانتیگراد نیز شسته شد. پس از پایان عملیات شستشو، جهت خارج کردن مواد شوینده، کالای مزبور با آب

مواد تکمیلی سیافت W و سیافت N۲، این مواد سایر و رنگهای مصرفی از شرکت سیافگایگی تهیه شد که پایه شیمیایی و کاربرد آنها در جدول ۱ آمده است. استیک اسید، سود سوزآور، هیدروژن پروکسید و مواد دیگر مصرفی ساخت مرک بود.

دستگاه

با استفاده از دستگاه اوستر دینامات، نیرو و ازدیاد طول تا پارگی نمونه ها با روش نرخ ثابت ازدیاد نیرو (CRL) اندازه گیری شد. برای رنگرزی، از دستگاه وینچ آزمایشگاهی ساخت شرکت آهیدای سوئیس استفاده شد. تابش دهی نخ پنبه‌ای به وسیله دستگاه سنجش ثبات نور ۲۷۳ SDI ساخت شرکت شرلی انگلستان با منبع نور لامپ جیوه ۴۰۰ وات HP انجام شد.

دستگاه کلاف پیچ و تاب سنج نیز به ترتیب برای تعیین نمره نخ و میزان تاب آن بکار گرفته شد. از میکروسکوپ توری کارل زایس ژنا و میکروسکوپ الکترون پوشی کمبریج مدل ۵۳۶۰ برای بررسی نمونه ها استفاده شد.

روشها

شستو

عملیات شستو با استفاده از ماده شوینده اولتراون LX با غلظت ۱ گرم در لیتر به همراه سود با غلظت ۲ گرم در لیتر در دمای ۹۵ درجه سانتیگراد و نسبت وزن کالا به حجم حمام ۱ گرم به ۳۰ لیتر در زمان ۳۰ دقیقه انجام گرفت.

فرایند رنگرزی با رنگهای خمی نامحلول

عملیات رنگرزی شامل چند مرحله مختلف است:

الف- وارد کردن کالا در حمام دارای مواد یکخواخت کننده

جدول ۲. معادله‌های خطی و نمایی همراه با چهار پارامتر آماری برای کالای پنه‌ای رنگ‌گری شده و رنگ‌گری شده با رنگ خمی نارنجی ۷ در شرایط کاملاً خشک.

رنگ‌گری شده					
معادله	نوع معادله	γ	%CV	%E	R^2
$Y = 0.9224x - 1/4.2$	خطی	1/0.22	1/484	2/245	0.987
$Y = c^{-0.00023x} + 0.887$	نمایی	1/0.22	27/695	8/106	0.993
رنگ‌گری نشده					
$Y = 0.070x - 0/191$	خطی	1/0.22	1/604	2/517	0.994
$Y = c^{-0.00023x} + 1/30$	نمایی	1/0.22	1/484	2/245	0.991

باعث تخریب نورشیمیایی بیشتری نسبت به حالت خشک می‌شود. فعالیت نورتخریبی رنگهای خمی مختلف در شرایط خشک به ترتیب زیر از راست به چپ کاهش می‌یابد:
نارنجی ۱، قرمز ۱۳، نارنجی ۱۱، زرد ۴۶، نارنجی ۷، آبی ۱۸، آبی ۱۹، سبز ۳۰، سبز ۱، آبی ۶، آبی ۱، سبز ۳، آبی ۴، سیاه ۶۵.

اثر زمان تابش‌دهی بر تخریب

برای بررسی اثر زمان تابش‌دهی، کالای پنه‌ای در زمانهای متفاوت در معرض تابش نور قرار گرفت. کاهش استحکام و ازدیاد طول نسبی نمونه‌ها در شرایط جوی کاملاً خشک و کاملاً مرطوب در اثر افزایش زمان تابش‌دهی حاکی از آن است که زمان تابش‌دهی رابطه‌ای خطی با تخریب کالای پنه‌ای رنگ‌گری شده با رنگهای خمی فعال و غیرفعال دارد. این تغییرات بر طبق چهار پارامتر آماری ضریب همبستگی R و

سرد آبکشی شد. برای خارج کردن آب باقیمانده نمونه ساتریفوژ و در پایان این کار به مدت ۳۰ دقیقه و در دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد در وون خشک شد. یادآور می‌شود که برای دستیابی به بک جمعیت بهنجار (normalized population) بیش از ۳۰ نمونه آزمایش شد.

تابش‌دهی

برای تابش‌دهی از لامپ جیوه استفاده شد. دمای نمونه‌های آزمایش شده در حدود ۴۰ درجه سانتیگراد بود. دمای محیط آزمایش به وسیله دماسنج جیوه‌ای اندازه‌گیری شد و برای افزایش رطوبت طبق شرایط آمده در دستور راهنمای دستگاه تابش‌دهی SDI، ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر به لوله آزمایش حاوی نمونه اضافه شد.

نتایج و بحث

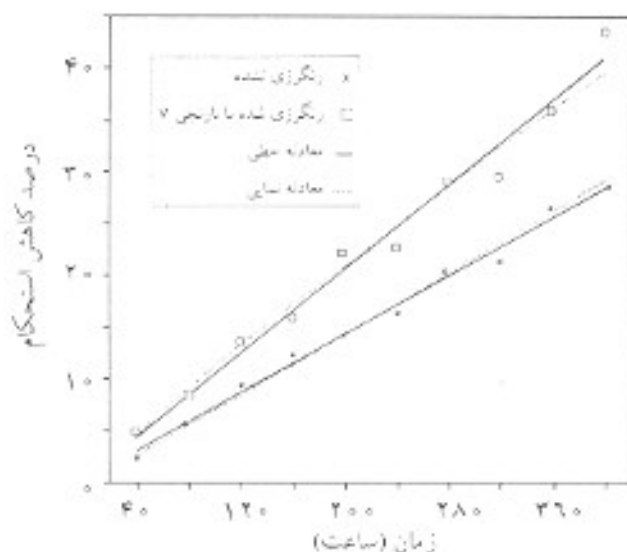
اثر نوع رنگ

در این آزمایشها رنگهای خمی فعال متداول در صنایع نساجی بررسی شده‌اند و کاهش استحکام کالای پنه‌ای رنگ‌گری شده و رنگ‌گری نشده که زیر تابش نور به مدت ۲۴۰ ساعت و در شرایط کاملاً خشک قرار گرفته با دستگاه اوستر اندازه‌گیری شده است. نتایج نشان می‌دهد که فعالیت نورتخریبی رنگهای خمی مختلف در شرایط خشک به ترتیب زیر از راست به چپ کاهش می‌یابد:

قرمز ۱۳، نارنجی ۱، زرد ۴۶، نارنجی ۱۱، نارنجی ۷، آبی ۱۸، آبی ۱۹، سبز ۳، آبی ۶، سبز ۱، سیاه ۶۵، آبی ۴، آبی ۱، سبز ۳۰.
یادآور می‌شود که عددها مقابل رنگ شماره شاخص رنگ (color index, CI) است.

اثر رطوبت

بر اساس توزیع آماری ۱ و ۱ می‌توان نتیجه گرفت که وجود رطوبت



شکل ۲. اثر زمان تابش‌دهی بر کاهش استحکام کالای پنه‌ای رنگ‌گری شده و رنگ‌گری شده با رنگ خمی نارنجی ۷ در شرایط کاملاً خشک.

جدول ۳- درصد تغییرات نیروی پارگی و ازدیاد طول نسبی کالای پنهانی رنگرزی شده با رنگهای خالص و مخلوط در شرایط کاملاً خشک.

درصد تغییرات ازدیاد طول نسبی		درصد تغییرات نیروی پارگی		رنگ خمی با شماره شاخص رنگ
مخلوط	خالص	مخلوط	خالص	
۱۲/۱۶	۱۹/۱۲	۹/۹۷	۱۵/۸۶	نارنجی ۱
	۱/۳۹		-۴/۷۲	سیاه ۶۵
۸/۴۵	۱۱/۴۳	۶/۴۹	۱۲/۶۴	زرد ۴۶
	۱/۳۷		-۰/۶۶	سبز ۳
۵/۴۰	۱۶/۴۴	۰/۹۰	۹/۱۵	نارنجی ۷
	۲/۶۷		-۵/۵۹	آبی ۴
۵/۴۸	۱۴/۹۳	۸/۶۸	۲۵/۰۰	قرمز ۱۳
	۲/۶۷		-۵/۵۹	آبی ۴

اثر اختلاط رنگهای فعال و غیرفعال

تخریب نورشیمیایی کالای پنهانی رنگرزی شده با مخلوط رنگهای فعال و غیرفعال در شرایط خشک، منجر به کاهش چشمگیر فعالیت نورشیمیایی نسبت به رنگهای فعال می‌شود. اما کاهش فعالیت در شرایط مرطوب، به علت رنگ‌پریدگی رنگهای غیرفعال، باعث نزدیک شدن

ضرایب تغییرات $\%CV$ ، $\%E$ و $\%K$ در جدول ۲ نشان داده شده است، به اثبات می‌رسد.

اثر زمان تابش‌دهی بر کاهش استحکام کالای پنهانی رنگرزی شده و رنگرزی شده با رنگ خمی نارنجی ۷ در شرایط کاملاً خشک در شکل ۲ نشان داده شده است.

جدول ۴- درصد تغییرات نیروی پارگی و ازدیاد طول نسبی کالای پنهانی رنگرزی شده با رنگهای خالص و مخلوط در شرایط کاملاً مرطوب.

درصد تغییرات ازدیاد طول نسبی		درصد تغییرات نیروی پارگی		رنگ خمی با شماره شاخص رنگ
مخلوط	خالص	مخلوط	خالص	
۲۰/۲۹	۲۲/۳۹	۱۹/۲۳	۲۱/۱۹	نارنجی ۱
	-۴/۴۸		-۲/۱۶	سیاه ۶۵
۱۰/۰۰	۱۵/۹۴	۸/۶۲	۱۳/۲۴	زرد ۴۶
	-۳/۰۳		-۰/۶۰	سبز ۳
۱۳/۰۴	۱۸/۵۷	۷/۰۹	۸/۰۱	نارنجی ۷
	-۴/۴۱		-۰/۸۸	آبی ۴
۵/۸۰	۲۰/۹۰	۱۵/۹۰	۲۶/۹۹	قرمز ۱۳
	-۴/۴۱		-۰/۸۸	آبی ۴

جدول ۵. معادله‌های خطی و نمایی و چهار پارامتر آماری برای کالای پنه‌ای رنگ‌رزی شده با رنگ خمی زرد ۴۶ در شرایط کاملاً خشک و کاملاً مرطوب.

شرایط جوی کاملاً خشک (رطوبت نسبی ۰)					
معادله	نوع معادله	γ	$\%CV$	$\%E$	R^2
$Y = 2/579x + 16/58$	خطی	-/۰۸۷	۱۵/۳۵۰	۱۸/۶۶۵	-/۹۸
$Y = c^{0.0228} x^{0.1252}$	نمایی	-/۰۷۱	۷۷/۴۵	۱۲/۳۱۶	-/۹۱
شرایط جوی کاملاً مرطوب (رطوبت نسبی ۱۰۰)					
$Y = 1/650x + 28/409$	خطی	۰/۱۰۱	۱۲/۹۰۳	۲۱/۵۲۰	-/۹۹۷
$Y = c^{0.0240} x^{0.1221}$	نمایی	۰/۰۷۶	۷۵/۲۲۷	۱۳/۱۸۳	-/۹۵۰

فعال زرد ۴۶ و غیرفعال سیاه ۶۵ بر تخریب در مدت زمان تبش‌دهی ۲۰۰ ساعت در شرایط جوی کاملاً خشک و کاملاً مرطوب نشان داده شده است.

اثر ساختار شیمیایی رنگها

بررسی اثر ساختار شیمیایی رنگها بر تخریب نورشیمیایی کالای پنه‌ای، با توجه به تعداد و نوع زیاد ساختار شیمیایی آنها، نتایج قاطعی را بدست نمی‌دهد. اما، با توجه به آن می‌توان استنباط کرد که آرایش مولکولهای رنگه، اندازه مولکول و تعداد و توزیع گروههایی که قادر به ایجاد پیوند هیدروژنی با سلولوزند از عوامل موثر مهم در تخریب نورشیمیایی سلولوزند.

اثر دما

بر اساس توزیع آماری γ ، R^2 ، $\%CV$ و $\%E$ با افزایش تسلط رنگهای فعال، تخریب سلولوز به صورت خطی افزایش می‌یابد. بستگی تخریب به غلظت رنگ غیرفعال نیز خطی، اما نیروی است. چنانچه شرایط مرطوب انتخاب شود، میزان تخریب در هر دو مورد افزایش می‌یابد.

در جدولهای ۵ و ۶ و شکل‌های ۳ و ۴ اثر غلظت رنگهای خمی

فعالیت مخلوط رنگها به فعالیت رنگهای فعال می‌شود.

کاهش درجه پوسیدگی در اثر رنگ‌رزی با مخلوط رنگهای خمی غیرفعال را می‌توان به تزلزل انرژی در اثر انتقال الکترون از سوز سمانی رنگ فعال (در برابر نور تخریب) به تراز سمانی رنگ غیرفعال که در سطح پایتتری است نسبت داد. بدین ترتیب، در این موقعیت احتمال افتت مولکول در تراز سمانی رنگ فعال، که انتقال انرژی را به محیط اطراف خود مانند سلولوز و اکسیژن آسان می‌کند، وجود ندارد. درصد تغییرات نیروی پارگی و ازدیاد طول نسبی کالای پنه‌ای رنگ‌رزی شده با مخلوط رنگهای خمی فعال و غیرفعال نسبت به کالای رنگ‌رزی شده با رنگهای خالص در جدولهای ۳ و ۴ نشان داده شده است.

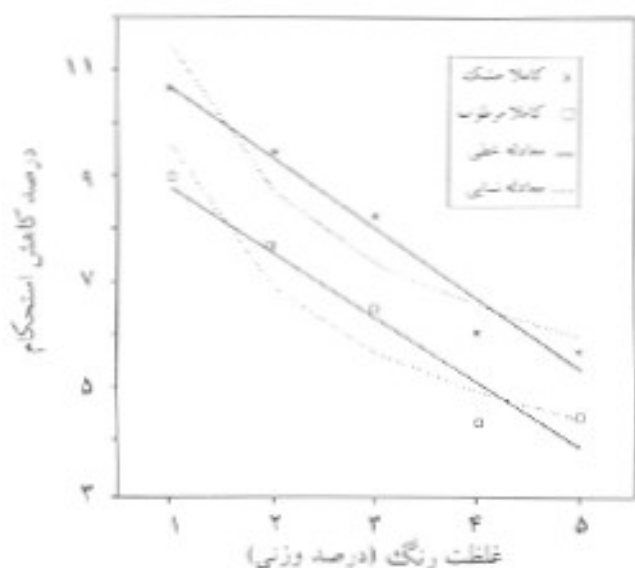
اثر غلظت

بر طبق چهار پارامتر آماری γ ، R^2 ، $\%CV$ و $\%E$ با افزایش تسلط رنگهای فعال، تخریب سلولوز به صورت خطی افزایش می‌یابد. بستگی تخریب به غلظت رنگ غیرفعال نیز خطی، اما نیروی است. چنانچه شرایط مرطوب انتخاب شود، میزان تخریب در هر دو مورد افزایش می‌یابد.

در جدولهای ۵ و ۶ و شکل‌های ۳ و ۴ اثر غلظت رنگهای خمی

جدول ۶. معادله‌های خطی و نمایی و چهار پارامتر آماری برای کالای پنه‌ای رنگ‌رزی شده با رنگ خمی سیاه ۶۵ در شرایط کاملاً خشک و کاملاً مرطوب.

شرایط جوی کاملاً خشک (رطوبت نسبی ۰)					
معادله	نوع معادله	γ	$\%CV$	$\%E$	R^2
$Y = 1/317x + 11/98$	خطی	-/۱۵۷	۷/۶۰۲	۳/۰۵۳	-/۹۷
$Y = c^{0.0238} x^{-0.0200}$	نمایی	-/۱۰۳	۱۶/۹۵	۱۷/۴۱۸	-/۸۸
شرایط جوی کاملاً مرطوب (رطوبت نسبی ۱۰۰)					
$Y = -1/249x + 10/146$	خطی	۰/۱۶۶	۹/۷۴۷	۳۱/۱۹۱	-/۹۴
$Y = c^{0.0270} x^{-0.0283}$	نمایی	۰/۱۱۱	۲۰/۲۵۷	۱۸/۳۷۶	-/۸۸



شکل ۴- اثر غلظت رنگ غیرفعال بر کاهش استحکام کالای پنبه‌ای رنگ‌رزی شده با رنگ سیاه ۶۵ در شرایط کاملاً خشک و کاملاً مرطوب.

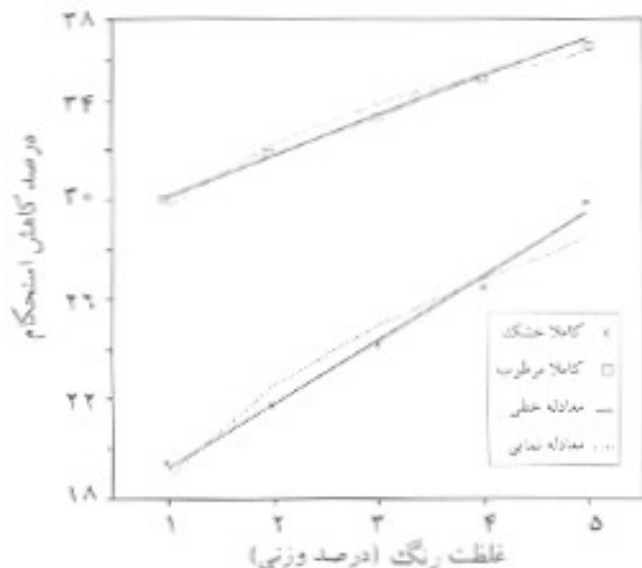
و پس از نوردن در صد کاهش استحکام و از باد طول نسبی اندازه‌گیری شد. براساس نمودار شکل ۵ می‌توان نتیجه گرفت که تخریب نورشیمیایی سلولوز رنگ‌رزی شده به دلیل اکسایش و وجود گاز اکسیژن است.

الرو عوامل ضدچروک

برای بررسی اثر عوامل نکیمیایی ضدچروک (antichroic agent) بر تخریب نورشیمیایی کالای پنبه‌ای، سه نمونه رنگ‌رزی نشده و

جدول ۷- درصد تغییرات نیروی پارگی و ازدیاد طول نسبی کالای پنبه‌ای رنگ‌رزی شده و رنگ‌رزی نشده در دو دمای مختلف در شرایط کاملاً خشک و کاملاً مرطوب.

شرایط جوی کاملاً خشک (رطوبت نسبی ۱۰)						رنگ خمی با شماره شاخص رنگ
درصد تغییرات در ۶۵°C			درصد تغییرات در ۴۰°C			
اختلاف آماری بر طبق توزیع آو ۱	ازدیاد طول نسبی	نیروی پارگی	اختلاف آماری بر طبق توزیع آو ۱	ازدیاد طول نسبی	نیروی پارگی	
دارد	۱۹/۲۸	۱۱/۳۵	دارد	۱۴/۴۵	۹/۲۳	آبی ۱۹
دارد	۲۸/۷۵	۲۶/۲۳	دارد	۱۶/۲۵	۱۶/۰۰	قرمز ۱۳
دارد	۲۲/۳۸	۱۲/۹۹	دارد	۱۹/۴۸	۴۰/۸۰	رنگ‌رزی نشده
شرایط جوی کاملاً مرطوب (رطوبت نسبی ۱۰۰)						
دارد	۲۵/۳۰	۱۸/۴۰	دارد	۱۶/۸۷	۹/۰۶	آبی ۱۹
دارد	۳۲/۵۰	۳۸/۵۸	دارد	۲۰/۰۰	۱۹/۳۸	قرمز ۱۳
ندارد	۲۸/۵۷	۱۷/۲۱	دارد	۱۶/۸۸	۷/۷۱	رنگ‌رزی نشده



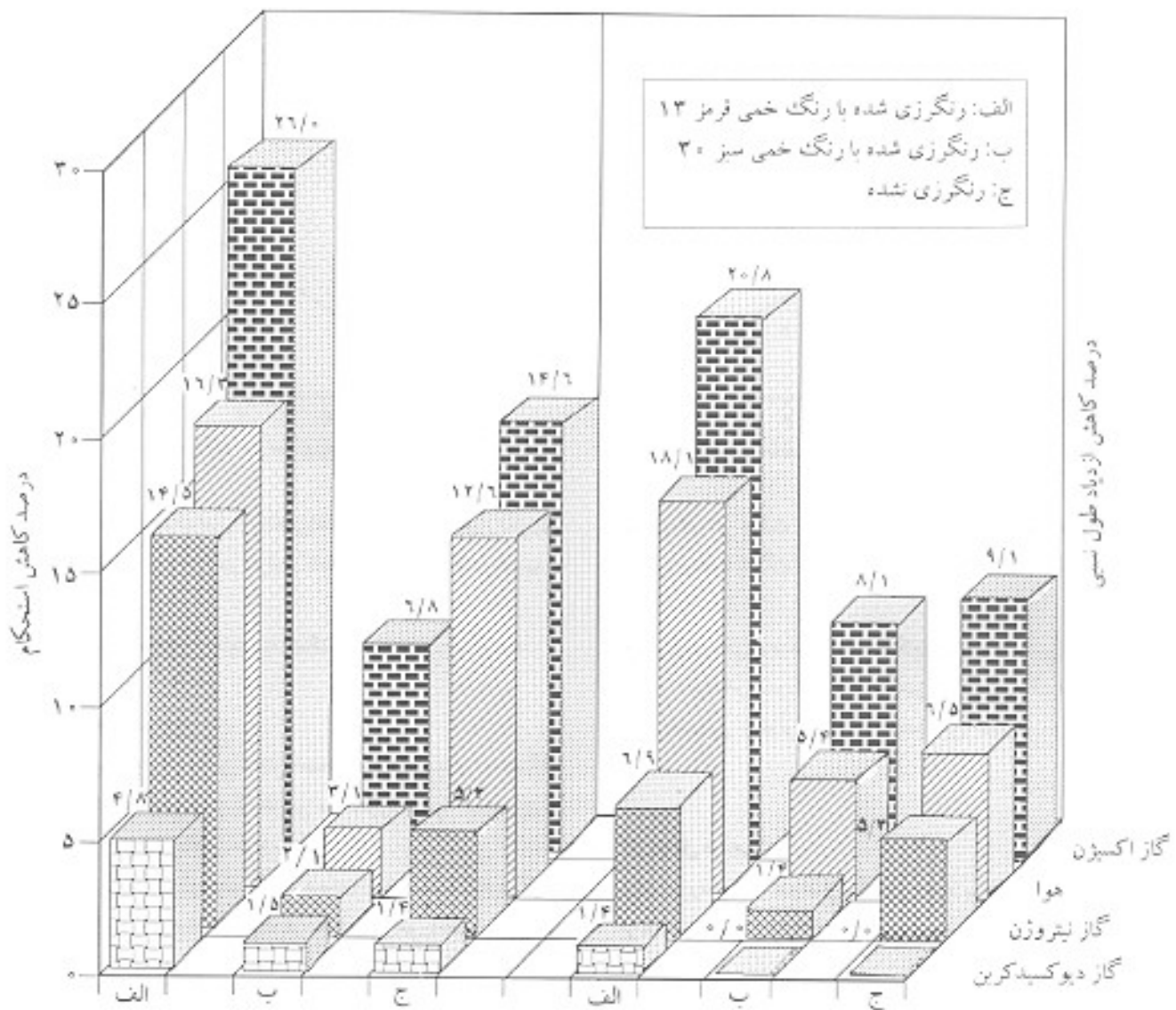
شکل ۳- اثر غلظت رنگ فعال بر کاهش استحکام کالای پنبه‌ای رنگ‌رزی شده با رنگ خمی زرد ۴۶ در شرایط کاملاً خشک و کاملاً مرطوب.

اندازه‌گیری دمای محیط آزمایش به کمک دماسنج صورت گرفت.

اثر گازهای موجود در جو

گاز اکسیژن بیشترین اثر را در کاهش استحکام کالای پنبه‌ای به هنگام ناپاشی دمی دارد و ایسن اثر تخریبی در مسوره هوا، نسبت‌وزن و دی‌اکسیدکربن به ترتیب کاهش می‌یابد.

برای انجام این آزمایشها ابتدا هوای روی نمونه که در لوله آزمایش قرار داشت خارج شد و نمونه در معرض گاز موردنظر قرار گرفت



شکل ۵- اثر گازهای موجود در جو بر کاهش استحکام و کاهش ازدیاد طول نسبی کالای پنبه‌ای رنگریزی شده و رنگریزی شده با رنگهای خمی قرمز ۱۳ و سبز ۳۰.

خود باعث کاهش استحکام کالای پنبه‌ای می‌شوند، اما در اثر تابش‌دهی به دلیل ایجاد پیوندهای عرضی بین زنجیرهای پلیمری سلولوز، که در عملیات ضدچروک کردن بوجود می‌آید، نفوذ مواد اکسیدکننده به داخل ساختار مولکولی سلولوز مشکل می‌شود. در نتیجه، کاهش فعالیت نورشیمیایی را بدنبال دارد.

در جدول ۸ درصد تغییرات نیروی پارگی و ازدیاد طول نسبی کالای پنبه‌ای رنگریزی شده و رنگریزی نشده دارای عامل ضدچروک و بدون آن نشان داده شده است.

رنگریزی شده با رنگ خمی فعال قرمز ۱۳ و غیرفعال سبز ۳۰ به روش چله‌کشی (warp beam) یعنی، بوسیله گذراندن کالا از حمام حاوی مواد تعاونی و غلتک، با درصد برداشت ۷۵٪ آزمایش شد. عمل تثبیت در ۱۶۰ درجه سانتیگراد با اوره‌فرمالدهید (Knitex TC) به غلظت ۳۰ گرم در لیتر، نرم‌کننده آویون SFC به غلظت ۵ گرم در لیتر و نیز کاتالیزور (Knitex-Katalyst Mo) به غلظت ۲ گرم در لیتر انجام گرفت.

نتایج بدست آمده حاکی از آن است که عوامل ضدچروک

جدول ۸- درصد تغییرات نیروی پارگی و ازدیاد طول نسبی کالای پنهانی رنگرزی نشده و رنگرزی شده دارای عامل ضد چروک و بدون آن در شرایط کاملاً خشک و کاملاً مرطوب.

شرایط جوی کاملاً خشک (رطوبت نسبی ۰)						رنگ خمی با شماره شاخص رنگ	
درصد تغییرات (دارای ضد چروک)			درصد تغییرات (بدون ضد چروک)				
اختلاف آماری بر طبق توزیع آوا ۱	ازدیاد طول نسبی	نیروی پارگی	اختلاف آماری بر طبق توزیع آوا ۱	ازدیاد طول نسبی	نیروی پارگی		
ندارد	۰/۰۰	۰/۸۳	دارد	۱۴/۴۶	۹/۲۳	آبی ۱۹	
دارد	۱۶/۴۴	۶/۱۶	دارد	۱۸/۳۹	۶/۵۶	زرد ۴۶	
ندارد	۱۲/۹۰	۱۱/۵۸	دارد	۱۶/۲۵	۱۶/۰۰	قرمز ۱۳	
ندارد	۱۱/۴۸	۳/۳۳	دارد	۱/۳۰	۴۰/۸۰	رنگرزی نشده	
شرایط جوی کاملاً مرطوب (رطوبت نسبی ۱۰۰٪)						رنگ خمی با شماره شاخص رنگ	
ندارد	۴/۶۲	۷/۶۹	دارد	۱۶/۸۷	۹/۰۶		آبی ۱۹
دارد	۱۲/۳۳	۶/۰۴	دارد	۱۲/۶۴	۱۷/۵۷		زرد ۴۶
ندارد	۸/۰۷	۱۳/۴۴	دارد	۲۰/۰۰	۱۹/۳۸		قرمز ۱۳
ندارد	۸/۲۰	۷/۳۸	دارد	۵/۱۹	۷/۷۱		رنگرزی نشده

اثر عوامل ضد آب کننده

برای بررسی اثر عوامل تکمیلی ضد آب کننده (waterproofing agents) بر تخریب نورشیمیایی کالای پنهانی، روی سه نمونه رنگرزی نشده و رنگرزی شده با رنگ فعال قرمز ۱۳ و غیرفعال سبز ۳۰ به روش چله کشی با درصد برداشت ۷۵ درصد آزمایش شد. عمل تثبیت در ۱۶۰ درجه سانتیگراد با مواد ضد آب کننده فوبو تکس FTC به غلظت ۲۰ گرم در لیتر، نرم کننده آویون SFC به غلظت ۵ گرم در لیتر و

کاتالیزور اسیدی به غلظت ۴ گرم در لیتر آزمایشها انجام شد.

نتایج حاصل از این آزمایشها در جدول ۹ ارائه شده است. با توجه به داده‌های این جدول معلوم می‌شود که اثر عوامل ضد آب کننده به نوع و مقدار کاتالیزور بستگی دارد، بطوری که کاتالیزور مصرف شده در شرایط خشک و مرطوب از نفوذ مواد اکسید کننده به کالا جلوگیری می‌کند و در نتیجه تخریب به میزان زیادی بر طبق توزیع آماری آوا کاهش می‌یابد.

جدول ۹- درصد تغییرات نیروی پارگی و ازدیاد طول نسبی کالای پنهانی رنگرزی نشده و رنگرزی شده ضد آب شده و ضد آب نشده با کاتالیزور و بدون آن در شرایط کاملاً خشک و کاملاً مرطوب.

درصد تغییرات در شرایط جوی کاملاً خشک (رطوبت نسبی ۰)									رنگ خمی با شماره شاخص رنگ	
ضد آب شده (با کاتالیزور)			ضد آب شده (بدون کاتالیزور)			ضد آب نشده				
اختلاف آماری بر طبق توزیع آوا	ازدیاد طول نسبی	نیروی پارگی	اختلاف آماری بر طبق توزیع آوا	ازدیاد طول نسبی	نیروی پارگی	اختلاف آماری بر طبق توزیع آوا	ازدیاد طول نسبی	نیروی پارگی		
ندارد	۱۰/۴۵	۰/۷۱	دارد	۲۱/۶۹	۱۰/۱۱	ندارد	۱۱/۹۰	۲/۸۷	سبز ۳۰	
ندارد	۴/۵۵	۵/۲۶	دارد	۱۶/۸۷	۱۹/۱۶	دارد	۱۸/۳۹	۶/۵۶	زرد ۴۶	
دارد	۱۳/۳۲	۰/۹۶	دارد	۲۸/۰۰	۳۲/۷۷	دارد	۱۶/۲۵	۱۶/۰۰	قرمز ۱۳	
ندارد	۱/۲۵	۲/۳	دارد	۱۴/۸۷	۱۲/۲۴	دارد	۱/۳۰	۴۰/۰۸	رنگرزی نشده	
درصد تغییرات در شرایط جوی کاملاً مرطوب (رطوبت نسبی ۱۰۰٪)									رنگ خمی با شماره شاخص رنگ	
ندارد	۸/۹۶	۴/۰۹	دارد	۲۲/۹۰	۱۱/۵۷	دارد	۱۱/۹۱	۶/۵۰		سبز ۳۰
دارد	۱۲/۱۲	۱۲/۲۴	دارد	۲۲/۸۹	۲۵/۴۱	دارد	۱۵/۵۶	۱۷/۵۷		زرد ۴۶
دارد	۱۰/۰۰	۱۴/۴۱	دارد	۲۵/۲۲	۳۰/۴۵	دارد	۲۰/۰۰	۱۹/۳۸		قرمز ۱۳
ندارد	۰/۰۰	۳/۸۴	دارد	۱۶/۲۲	۱۸/۶۳	دارد	۵/۲۰	۷/۷۱		رنگرزی نشده

جدول ۱۰- درصد تغییرات نیروی پارگی و ازدیاد طول نسبی کالای پنه‌ای رنگ‌گری شده و رنگ‌گری نشده با سدیم سیلیکات و بدون آن در شرایط کاملاً خشک و کاملاً مرطوب.

شرایط جوی کاملاً خشک (رطوبت نسبی ۰)						رنگ خمی با شماره شاخص رنگ	
بدون سدیم سیلیکات			با سدیم سیلیکات				
اختلاف آماری بر طبق توزیع آوا ۱	ازدیاد طول نسبی	نیروی پارگی	اختلاف آماری بر طبق توزیع آوا ۱	ازدیاد طول نسبی	نیروی پارگی		
ندارد	۴/۰۵	۴/۴۷	دارد	۱۴/۴۶	۹/۲۳	آبی ۱۹	
ندارد	۶/۴۹	۳۰/۹۰	دارد	۱۱/۹۰	۲/۸۷	سبز ۳۰	
دارد	۱۲/۶۴	۵/۶۵	دارد	۱۸/۳۹	۶/۵۶	زرد ۴۶	
دارد	۱۷/۱۰	۱۸/۹۸	دارد	۱۶/۲۵	۱۶/۰۰	قرمز ۱۳	
ندارد	۱/۳۹	۰/۸۶	دارد	۱/۳۰	۴/۰۸	رنگ‌گری شده	
شرایط جوی کاملاً مرطوب (رطوبت نسبی ۱۰۰٪)						رنگ خمی با شماره شاخص رنگ	
ندارد	۶/۷۶	۶/۷۵	دارد	۱۶/۸۷	۹/۰۶		آبی ۱۹
ندارد	۵/۱۹	۰/۰۸	دارد	۱۱/۹۰	۶/۵۰		سبز ۳۰
دارد	۱۹/۲۳	۱۱/۴۵	دارد	۱۲/۶۴	۱۷/۵۷		زرد ۴۶
دارد	۱۸/۴۲	۱۸/۴۰	دارد	۲۰/۰۰	۱۹/۳۸		قرمز ۱۳
ندارد	۱/۳۹	۲/۰۴	دارد	۵/۱۹	۷/۷۱		رنگ‌گری نشده

کاملاً مرطوب اندازه‌گیری شد که نتایج حاصل در جدول ۱۰ درج شده است. نتایج ارائه شده در این جدول حاکی از آن است که پایدارکننده در شرایط جوی خشک و مرطوب تور تخریب کالای پنه‌ای را کند می‌کند. در حالی که براساس توزیع آماری ۱ و ۱۱ اختلافی برای کالای رنگ‌گری شده با رنگهای غیر فعال سبز ۳۰ و آبی ۱۹ و کالای رنگ‌گری نشده در دو حالت تاش دیده و نابش ندیده وجود ندارد. برای نمونه‌های رنگ‌گری شده با رنگهای فعال قرمز ۱۳ و زرد ۴۶ تلاشی مشاهده می‌شود.

اثر سدیم هیدروسولفیت

با توجه به اهمیت نقش سدیم هیدروسولفیت در رنگ‌گری با رنگهای

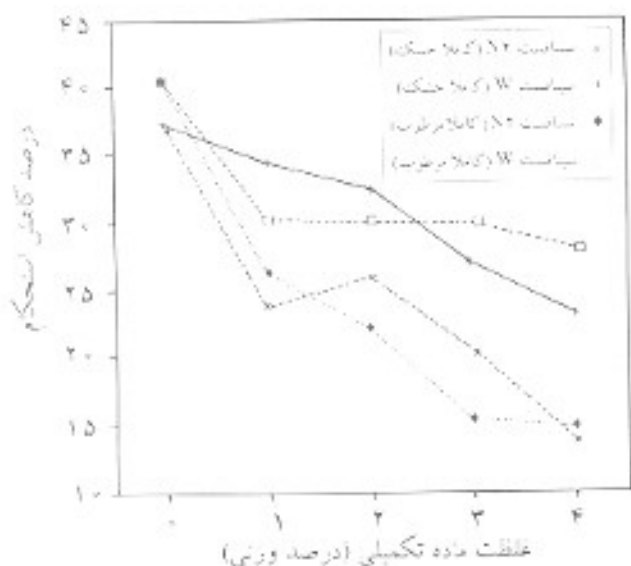
اثر سدیم سیلیکات

با توجه به توزیع آماری ۱۰ ماده سدیم سیلیکات (تیبوکلازیت ۶۰) که به عنوان پایدارکننده به هنگام سفیدگری با هیدروژن پراکسید در صنایع نساجی بکار می‌رود، کاهش تخریب مولودز بویزه در شرایط مرطوب موجب می‌شود.

آزمایشها در حمام حاوی سدیم سیلیکات به غلظت ۲ میلی‌لیتر در لیتر در شرایط نسبت وزن کالای به حجم حمام ۱ گرم به ۲۰ لیتر و دمای ۸۰ درجه سانتیگراد به مدت ۳۰ دقیقه انجام شد. درصد تغییرات نیروی پارگی و ازدیاد طول نسبی کالای پنه‌ای رنگ‌گری شده و رنگ‌گری نشده با سدیم سیلیکات و بدون آن در شرایط کاملاً خشک و

جدول ۱۱- درصد تغییرات ازدیاد طول نسبی و نیروی پارگی در اثر افزایش ترقابیل سیکوینتادیون (TPC) به کالای پنه‌ای رنگ‌گری شده و رنگ‌گری نشده در شرایط کاملاً خشک و کاملاً مرطوب.

درصد تغییرات ازدیاد طول نسبی				درصد تغییرات نیروی پارگی				رنگ خمی با شماره شاخص رنگ
کاملاً مرطوب		کاملاً خشک		کاملاً مرطوب		کاملاً خشک		
TPC با	بدون TPC	TPC با	بدون TPC	TPC با	بدون TPC	TPC با	بدون TPC	
۱/۰	۰/۰	۱/۳	۵/۳	۰/۲	۴/۷	۰/۱	۴/۱	سبز ۳۰
۳/۹	۰/۰	۳/۹	۵/۵	۵/۰	۲/۴	۲/۰	۲/۱	سبز ۳۰
۴/۱	۵/۶	۴/۱	۶/۹	۶/۸	۹/۲	۳/۲	۷/۱	سبز ۳۰
۳/۸	۴/۰	۴/۲	۸/۳	۲۷/۱	۲۵/۱	۱۳/۱	۱۷/۶	قرمز ۱۳
۰/۰	۱/۲	۲/۸	۳/۷	۷/۵	۴/۷	۲/۷	۲/۳	رنگ‌گری نشده

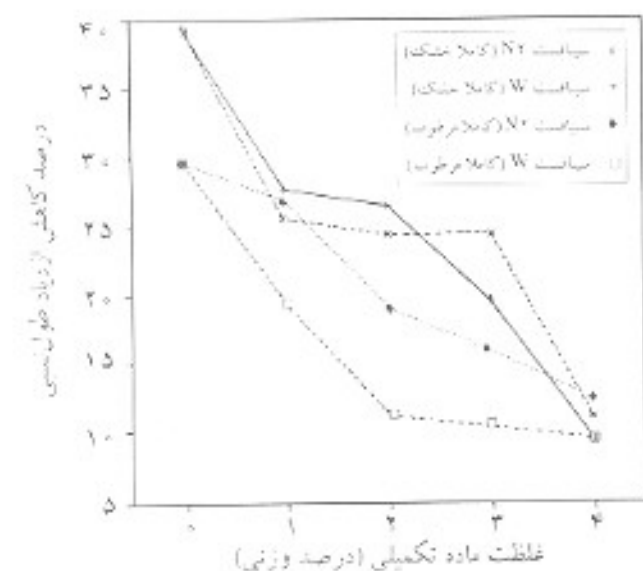


شکل ۸. اثر غلظت ماده تکمیلی بر کاهش استحکام کالای پسته ای ناشی دیده و رنگریزی شده با رنگ خمی زرد ۴۶ در شرایط مختلف.

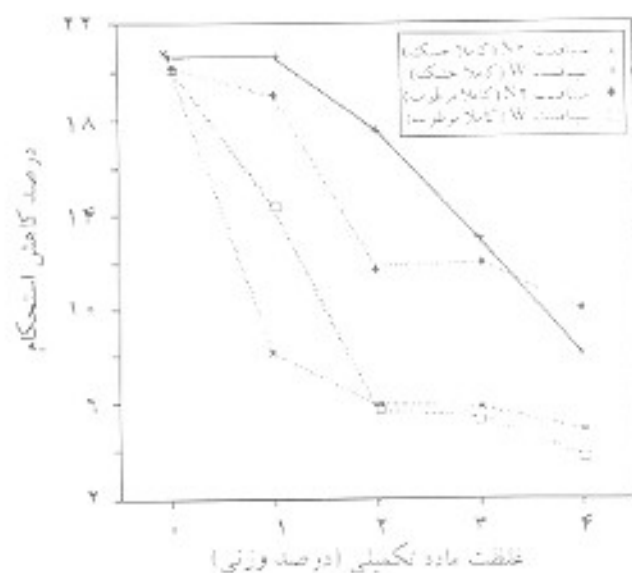
تخریب نورشیمیایی سلولوز ندارد.

اثر تترافیل سیکلو پنتادی انون

ترکیب تترافیل سیکلو پنتادی انون (TPC) به عنوان معرف جهت شناسایی اکسیژن بکابی شناخته شده است [۸]. نتایج آزمایشهای انجام شده، بویژه در شرایط کاملاً خشک، نشان می‌دهد که این ماده نقش بسزایی در کاهش تخریب نورشیمیایی سلولوز دارد.

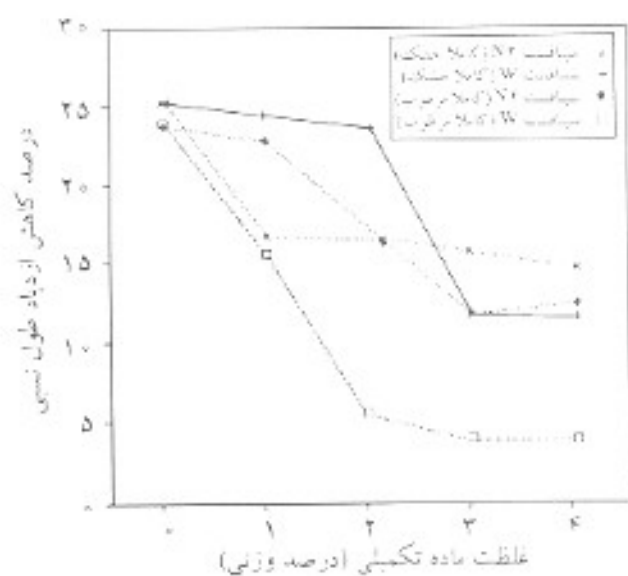


شکل ۹. اثر مواد تکمیلی بر کاهش ازبید طول کالای پسته ای ناشی دیده و رنگریزی شده با رنگ خمی زرد ۴۶ در شرایط مختلف.

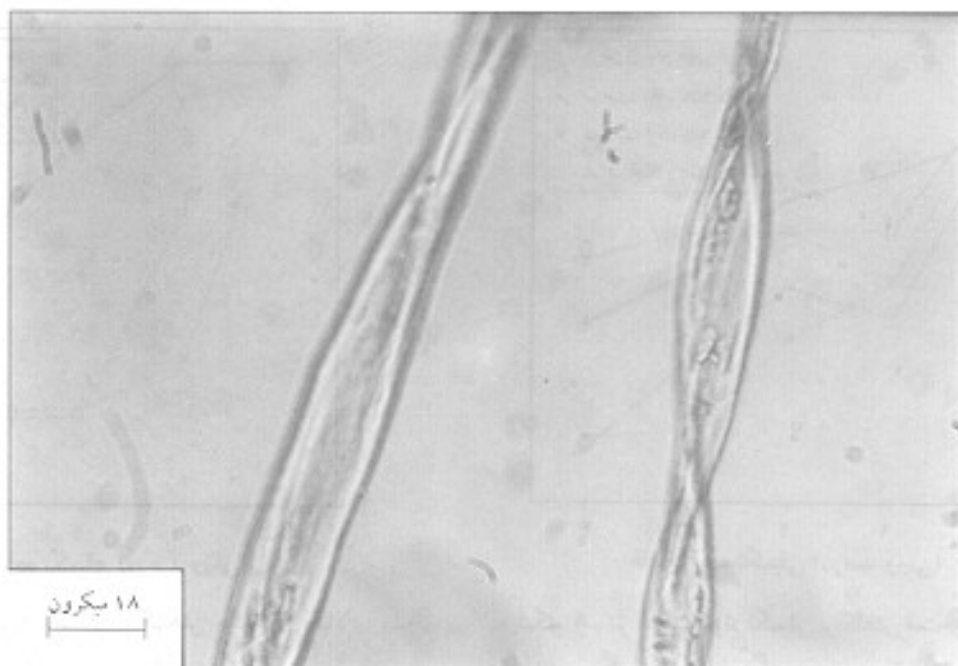


شکل ۶. اثر غلظت ماده تکمیلی بر کاهش استحکام کالای پسته ای رنگریزی نشده ناشی دیده در شرایط مختلف.

خمی نامحلول اثر این ماده نیز بررسی شد. بدین منظور، ۶ حمام حاوی این ماده با درصدهای وزنی ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ آماده‌سازی شد و کالاها با نسبت وزن کالا به حجم حمام ۱ گرم به ۳۰ لیتر و دمای ۸۰ درجه سانتیگراد به همراه سود ۳۶ درجه بوم به غلظت ۱۲ میلی‌لیتر در لیتر در آن قرار گرفت و به مدت ۲۰ دقیقه عمل آوری بعدی روی آنها انجام شد. نتایج حاصل پس از تابش دهی کالاهای مزبور به مدت ۸۰ ساعت حاکی از آن است که سدیم هیدرو سولفیت نقش مهمی در



شکل ۷. اثر غلظت ماده تکمیلی بر کاهش ازبید طول کالای پسته ای رنگریزی نشده و ناشی دیده در شرایط مختلف.



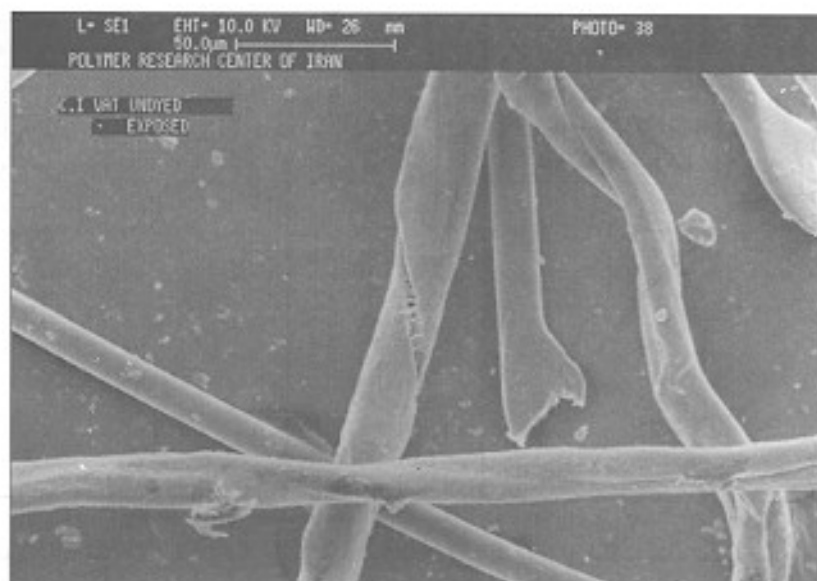
شکل ۱۰ - عکس میکروسکوپ نوری سطح طولی الیاف پنبه.

نسبی کالای مورد آزمایش نشان داده شده است.

اثر مواد جاذب پرتوهای فرابنفش

مواد تکمیلی سییافست N۲ و سییافست W در صنایع نساجی برای جلوگیری از تخریب نورشیمیایی نایلون بکار می‌روند. نتایج نشان می‌دهد که این

در آزمایشهای انجام شده کالا به محلولی از تترافنیل سیکلو پنتادی‌انون در حلال دی‌کلرومتان به غلظت ۴ گرم در لیتر و دمای ۲۵ درجه سانتیگراد منتقل و پس از ۳۰ دقیقه از آن خارج شد. کالا پس از خشک شدن به مدت ۷۰ ساعت در معرض نور قرار گرفت. در جدول ۱۱ درصد تغییرات نیروی پارگی و ازدیاد طول



شکل ۱۱ - عکس SEM سطح طولی الیاف پنبه رنگرزی نشده تابش دیده.



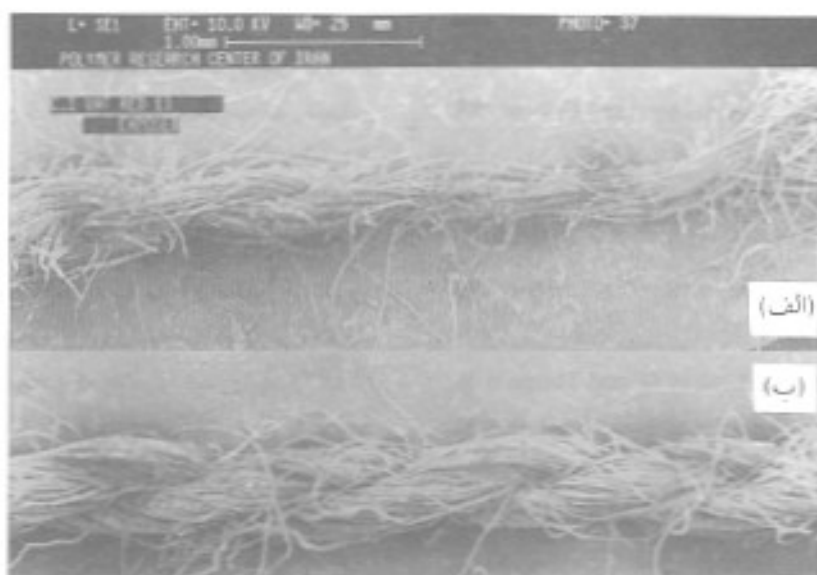
شکل ۱۲ - عکس SEM سطح طولی الیاف پنبه رنگرزی شده با رنگ خمی فعال فرمز ۱۳ تابش دیده.

سپس، نمونه‌ها در معرض تابش نور به مدت ۷۰ ساعت قرار گرفتند. در شکلهای ۶ تا ۹ درصد کاهش ازدیاد طول نسبی و استحکام کالای پنبه‌ای مورد آزمایش نشان داده شده است.

پورسهای میکروسکوپی

نتایج بررسی نمونه‌ها با استفاده از میکروسکوپیهای نوری و الکترون پرتابی نشان می‌دهد که مقدار ترکها و شکافهای عرضی در سطح

مواد نیز باعث کاهش میزان تخریب نورشیمیایی سلولوز در دو شرایط خشک و مرطوب می‌شوند. این مواد از افزایش واکنشها در عملیات نورشیمیایی که بدینسان جذب هیپروژن بوجود می‌آید، جلوگیری می‌کنند. برای بررسی اثر این دو ماده تکمیلی در نور تخریب کالای پنبه‌ای رنگرزی نشده و رنگرزی شده با رنگ خمی غیرفعال سیاه ۶۵ و فعال نارنجی ۷ به روش رمزگشی (exhaustion) با غلظتهای وزنی ۰، ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵، عملیات شیمیایی روی نمونه‌ها انجام شد.



شکل ۱۳ - عکس SEM سطح طولی الیاف پنبه رنگرزی شده با رنگ خمی فعال فرمز ۱۳ تابش دیده: (الف) تابش دیده و (ب) تابش ندیده.

خونی الیاف رنگرزی شده با رنگهای خمی فعال در دو شرایط کاملاً خشک و مرطوب چشمگیر است. بریدگیهای یادشده در سطح طولی الیاف، به دلیل کاهش میانگین قطر الیاف، به کاهش مقاومت به هنگام اعمال نیرو منجر می‌شود و این پدیده تخریب کالای سلولوزی را به همراه دارد.

در شکلهای ۱۰ تا ۱۳ ترکها و شکافهای عرضی روی سطح کالای پنبه‌ای رنگرزی شده با رنگ خمی فعال فرمز ۱۳ نشان داده شده است.

نتیجه گیری

با توجه به نتایج بدست آمده از بررسی اثر عوامل گوناگون بر تخریب کالای پنبه‌ای نتیجه گیریهای زیر حاصل می‌شود:

۱- رنگهای خمی فعال متداول در شرایط خشک فعالیت‌های تخریبی مختلفی را نشان می‌دهند.

۲- رطوبت اثر تخریب نورشیمیایی بیشتری بر رنگهای خمی فعال دارد.

۳- افزایش زمان تابش دهی با میزان تخریب کالای پنبه‌ای رابطه خطی دارد.

۴- مخلوط کردن رنگ فعال و غیرفعال، کاهش میزان تخریب نورشیمیایی سلولوز را بویژه در شرایط خشک ترویج می‌دهد.

۵- خلطت رنگ فعال به صورت خطی تخریب سلولوز را افزایش می‌دهد، ولی این ارتباط برای رنگ غیرفعال نسبت عکس دارد.

۶- بررسی اثر ساختار شیمیایی رنگها در تخریب نورشیمیایی کالای پنبه‌ای، با توجه به مقدار و تنوع زیاد ساختار شیمیایی رنگ، نتایج خاصی بدست نمی‌دهد.

۷- در تخریب نورشیمیایی سلولوز با بطور چشمگیر افزایش می‌دهد.

۸- گازهای موجود در جو به ترتیب زیر بر تخریب نورشیمیایی سلولوز اثر دارند: $CO_2 > N_2 > H_2O$

۹- مواد رایج مصرفی در عملیات تکمیلی ضدپروکت، تخریب نورشیمیایی کالای پنبه‌ای را کاهش می‌دهد.

۱۰- عوامل ضدآب کننده با توجه به نوع و مقدار کاتالیزور مصرفی تخریب نورشیمیایی کالای رنگرزی شده را کاهش می‌دهد.

۱۱- استفاده از سدیم سیلیکات که پایداری هیدروژن پروکسید را باعث می‌شود، تخریب نورشیمیایی کالای پنبه‌ای را بویژه در شرایط مرطوب، کاهش می‌دهد.

۱۲- سدیم هیدرو سولفیت نقشی در تخریب نورشیمیایی سلولوز ندارد.

۱۳- ترافیل سیکو پنتادی نون، که یک معرف برای شناسایی

اکسژن پکنایی است، تخریب نورشیمیایی سلولوز را بویژه در شرایط کاملاً خشک کاهش می‌دهد.

۱۴- وجود مواد تکمیلی بازدارنده نور تخریب ناپلون چون سیانست N۲ و سیانست W در کالای پنبه‌ای نیز میزان تخریب نورشیمیایی سلولوز را بویژه در شرایط کاملاً خشک کاهش می‌دهد.

۱۵- بررسیهای میکروسکوپی، تایید دیگری بر وقوع تخریب نورشیمیایی در کالای پنبه‌ای مورد استفاده است.

مراجع

- 1 Egerton G. S.; *J. Soc. Dyers and Colorist*; **65**, 764-780, 1949.
- 2 Venkataratnam K.; *The Chemistry of Synthetic Dyes*; Academic, New York, 1228-1270, 1952.
- 3 Egerton G. S., Attle G. S. E., Guirguis F. and Rathor M. A.; *J. Soc. Dyers and Colorist*; **79**, 49-55, 1963.
- 4 Egerton G. S. and Assad N. E. N.; *J. Soc. Dyers and Colorist*; **86**, 203-207, 1970.
- 5 Hard R. B. and Reagan B. M.; *J. Soc. Dyers and Colorist*; **106**, 2-10, 1990.
- 6 Mohammadian M., Allen N. S., Edge M. and Jones K.; *Text. Res. J.*; 690-696, 1991.
- 7 Bowen E. J.; *J. Soc. Dyers and Colorist*; **12**, 613-620, 1949.
- 8 Gareston H.; *J. Soc. Dyers and Colorist*; **96**, 537-541, 1980.
- 9 Porter B. and Windson M.; *J. Chem. Phys.*; **89**, 173, 1973.
- 10 Egerton G. S. and Morgan A. G.; *J. Soc. Dyers and Colorist*; **87**, 267-273, 1971.
- 11 Kuamoto N. and Kitao T.; *J. Soc. Dyers and Colorist*; **98**, 159-163, 1982.
- 12 Oda H. and Kito Y.; *J. Soc. Dyers and Colorist*; **103**, 205-208, 1987.
- 13 Bamford C. H. and Dewar M. J. S.; *J. Soc. Dyers and Colorist*; **65**, 674-681, 1949.
- 14 Atkinson R. C., Freedman J., Lindzay G. and Thomson R. F.; *Experimental Design Analysis*; Freedman W. H. Company, San Francisco, 17-20, 1978.
- 15 Beeth J.; *Principles of Textile Testing: An Introduction to Physical Methods*, London Newnes - Butterworths, 30-60, 1988.