

بهبود ثبات شستشوی رنگینه‌های مستقیم روی پشم و نایلون ۶ با استفاده از تاننهای طبیعی و مصنوعی

Improvement of Wash Fastness of Direct Dyes on Wool and Nylon 6 by Natural and Synthetic Tannins

محمود فیض*، عباس طبیعی، نیوشا محمودی کوهی

اصفهان، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده مهندسی نساجی، کد پستی ۸۴۱۵۶

دریافت: ۸۴/۲/۲۸، پذیرش: ۸۵/۵/۹

چکیده

در این پژوهش، افزایش ثبات شستشوی رنگینه مستقیم روی الیاف پشم و نایلون ۶ با استفاده از تاننهای طبیعی و مصنوعی (سینتان) به روش پس عمل آوری بررسی شده است. برای اندازه‌گیری مقدار رنگینه جذب شده روی نمونه در زمان رنگری، مقدار رنگینه خارج شده از نمونه در اثر شستشو و تعیین ثبات شستشو، از روش طیف نورسنجی انتقالی استفاده شده است. بررسی نتایج نشان می‌دهد که استفاده از تاننها و به ویژه تاننهای طبیعی باعث افزایش قابل توجه ثبات شستشوی رنگینه‌های مستقیم روی هر دو نمونه پشمی و نایلونی می‌شود.

واژه‌های کلیدی

رنگینه مستقیم، ثبات شستشو، پشم، نایلون، تانن طبیعی و مصنوعی

Key Words

direct dye, wash fastness, wool, nylon, natural and synthetic tannin

مقدمه

بررسی و مقایسه شده است. بهترین نتیجه با تانن طبیعی اصلاح شده بدست آمده است [۱]. در پژوهشی دیگر، افزایش ثبات شستشوی رنگینه کمپلکس فلزی ۱:۲ روی نایلون ۶،۶ با استفاده از سینتان همراه با کمپلکسهای مختلف بررسی و مشاهده شد که سینتان باعث افزایش ثبات

پس عمل آوری یا عملیات تکمیلی (after-treatment) روی نمونه رنگری شده به منظور افزایش ثبات رنگ همواره مورد توجه بوده است. اثر پس عمل آوری روی نایلون ۶،۶ رنگ شده با رنگینه‌های کمپلکس فلزی ۱:۲ با استفاده از ترکیب سینتان - کاتیون و تانن طبیعی (full backtan)

* مسئول مکاتبات، پیام‌نگار: m_feiz@cc.iut.ac.ir

افزایش ثبات شستشوی رنگینه‌های مستقیم روی نایلون ۶ و پشم با استفاده از سینتانها و تانها تاکنون بررسی نشده است. در این پژوهش، افزایش ثبات شستشوی رنگینه‌های مستقیم روی الیاف پشم و نایلون ۶ با استفاده از تانها و سینتانها ارزیابی شده است.

سینتانها شبیه رنگینه‌های آنیونی و با نیروهای واندروالسی جذب الیاف نایلون می‌شوند، در حالی که در تانهای طبیعی، تانیک اسید با پتاسیم آنتی‌مونیل‌تارتارات در سطح لیف ایجاد کمپلکسی می‌کند که انحلال‌پذیری بسیار کمی دارد، امکان خروج این کمپلکس از لیف وجود ندارد، در نتیجه باعث افزایش ثبات شستشو می‌شود [۱۱].

در این پژوهش، برای اندازه‌گیری مقدار رنگینه جذب شده روی نمونه در زمان رنگرزی، مقدار رنگینه خارج شده در اثر شستشو و تعیین ثبات شستشو، از روش طیف نورسنجی انتقالی و بررسی غلظت رنگینه موجود در پساب استفاده شده است. بدین منظور غلظت رنگینه باقی‌مانده در پساب پس از رنگرزی اندازه‌گیری شد. با توجه به مشخص بودن مقدار رنگینه اولیه موجود در حمام، مقدار رنگینه جذب شده روی نمونه محاسبه شد. به همین ترتیب غلظت پساب نمونه‌ها پس از شستشو نیز تعیین و مقدار رنگینه خارج شده از آنها محاسبه شد. با توجه به ثابت ماندن حداکثر طول موج جذب رنگینه‌های مورد استفاده، قبل و بعد از شستشو، انحرافی از قانون بیر - لامبرت مشاهده نشد، بنابراین می‌توان از این قانون در مورد پساب شستشو استفاده کرد [۱۲، ۱۳].

تجربی

مواد

نمونه‌های مورد استفاده پارچه‌های تریکو نایلون ۶ و نیمه فاستونی پشمی بودند. برای رنگرزی این نمونه‌ها از رنگینه‌های مستقیم با نامهای تجاری Direct Orange S (C.I. Direct Orange ۲۶) و Direct Yellow ۱۲ (C. I. Direct Yellow ۱۲) و Chrysophenine GX، همچنین برای رنگرزی و پس‌عمل‌آوری نمونه‌ها از آمونیم‌استات، فرمیک اسید، پتاسیم آنتی‌مونیل‌تارتارات و سینتان تهیه شده از شرکت Merck استفاده شد.

دستگاهها

برای اندازه‌گیری مقدار جذب پسابها طیف نورسنج انتقالی مدل Spectronic ۷۰ و برای شستشوی نمونه‌ها دستگاه Linitest از شرکت Heraeus Original Hanau بکارگرفته شد.

شستشوی نایلون می‌شود. سپس، پارچه رنگ شده و عمل‌آوری شده با سینتان با نمکهای فلزی عمل‌آوری شد که این موضوع باعث افزایش بیشتر ثبات شستشو حتی در مقایسه با تان طبیعی شد [۲]. همچنین، اثر عمل‌آوری پس از رنگرزی روی ریزالیاف و الیاف معمولی رنگ شده با رنگینه کمپلکس فلزی ۱:۲ با استفاده از ترکیب سینتان - کاتیون تجاری ارزیابی شده است. با بررسی نتایج مشخص شد که اگرچه سینتان باعث افزایش ثبات شستشو می‌شود، اما استفاده از ترکیبات کاتیونی روی نمونه رنگ شده و عمل‌آوری شده با سینتان باعث افزایش بیشتر ثبات شستشو می‌شود [۳]. در پژوهشی مشابه، مشخص شد که استفاده از ترکیب کاتیونی تجاری Fixogen AC ثبات شستشوی نایلون ۶،۶ رنگ شده با رنگینه اسیدی و عمل‌آوری شده با سینتان را افزایش می‌دهد [۴].

اثر سینتان - کاتیون بر افزایش ثبات شستشوی رنگینه‌های اسیدی و اسیدی پیش‌فلزی شده (pre-metallised) و واکنش‌پذیر روی نایلون ۶،۶ نیز بررسی شده است [۵-۷]. در این پژوهش، از سینتان کاتیونی تجاری معمولی و سینتان اصلاح شده کاتیونی که دارای گروه واکنش‌پذیر بود، استفاده شد. هدف، مقایسه اثر عوامل تثبیت‌کننده کاتیون دارای گروه واکنش‌پذیر مانند Solfix E و سینتانهای کاتیونی تجاری معمولی Fixogene CFX بود، نتایج بررسی نشان می‌دهد که استفاده از Solfix E موثرتر بوده است. برای تعیین مقدار کاهش رنگینه از طیف نورسنج انعکاسی و تعیین مقدار تغییر K/S نمونه‌ها استفاده شد [۷].

چند روش تجاری و آزمایشگاهی برای بهبود ثبات شستشوی پشم به روش پس‌عمل‌آوری مقایسه و بررسی شده است. اگرچه هنوز روش دندان‌کرومی (chrome mordant) برای افزایش ثبات شستشوی رنگینه‌های اسیدی روی پشم مورد توجه است، اما به دلیل مشکلات زیست‌محیطی استفاده از فلزات سنگین و همچنین مشکل ایجاد سایه‌های (shade) غیرکدر در این روش، نیاز به استفاده از سایر روشهای افزایش ثبات که فاقد مشکلات یادشده باشند، احساس می‌شود [۸].

رنگینه‌های مستقیم روی نایلون مشابه رنگینه‌های اسیدی و در شرایط خنثی یا کمی اسیدی بکار برده می‌شوند. ثبات شستشوی این دسته از رنگینه‌ها را می‌توان با عمل‌آوری پس از رنگرزی افزایش داد که در این حالت امکان دستیابی به ثبات شستشویی بیشتر وجود خواهد داشت [۹].

در پژوهش قبلی، افزایش ثبات شستشوی رنگینه‌های مستقیم روی نایلون و پنبه به روش پس‌عمل‌آوری با سینتان بررسی شد. در نایلون پس‌عمل‌آوری باعث افزایش ثبات شستشو شد، اما در پنبه چنین افزایشی مشاهده نشد [۱۰].

جدول ۱ مقادیر جذب بدست آمده برای پسابهای رنگرزی.

مقدار جذب	نوع لیف	نوع رنگینه
۰/۲۵۱۱ ۰/۶۸۳۸	پشم نایلون ۶	Direct Orange S
۰/۳۱۶۲ ۲/۷۴۰۲	پشم نایلون ۶	Chrysophenine GX

پس عمل آوری با تانن

برای پس عمل آوری با تانن از حمامی با مشخصات جدول ۲ استفاده شد. عملیات در دمای 70°C به مدت ۳۰ mim انجام شد. سپس، نمونه در حمامی حاوی ۲ درصد (نسبت به وزن نمونه) پتاسیم آنتی مونیل تارتارات و در دمای 70°C به مدت ۲۰ mim عمل آوری، در نهایت آبکشی و خشک شد.

پس عمل آوری با سینتان

برای پس عمل آوری با سینتان از حمامی با مشخصات جدول ۳ استفاده شد. عملیات در دمای 70°C به مدت ۳۰ mim انجام شد. سپس، نمونه آبکشی و خشک شد.

شستشو

در این مرحله ۴ نمونه عمل آوری نشده و ۸ نمونه پس عمل آوری شده در اختیار بودند. طوری که از هر رنگینه یک نمونه عمل آوری نشده روی نایلون، یک نمونه عمل آوری نشده روی پشم و دو نمونه عمل آوری شده با تانن و سینتان روی هر یک از دو لیف وجود داشت. تمامی ۱۲ نمونه برای تعیین ثبات شستشو مطابق شرایط جدول ۴ و استاندارد ISO ۱۰۵C0۳ عمل آوری شدند.

پس از پایان شستشو، مقدار جذب پساب شستشو به کمک طیف نورسنج انتقالی اندازه‌گیری شد (جدول ۵). شایان ذکر است که حداکثر طول موج جذب برای رنگینه‌های Chrysophenine GX و

جدول ۲ شرایط و مواد مصرفی در پس عمل آوری با تانن.

مقدار	مشخصه
۲٪ نسبت به وزن نمونه	تانیک اسید
۲٪ نسبت به وزن نمونه	فرمیک اسید
۵۰:۱	L:R
۲	وزن نمونه (g)

روشها

رنگرزی

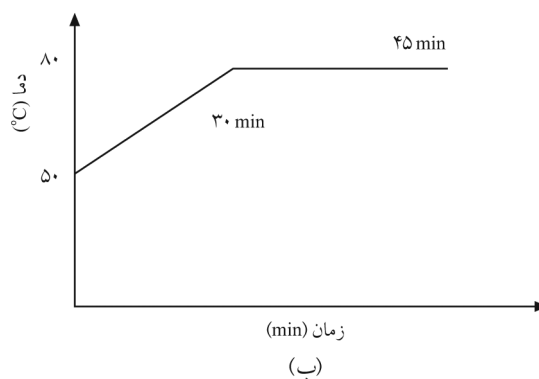
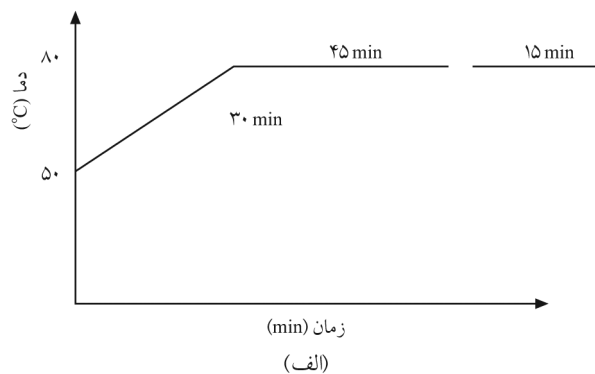
برای رنگرزی از نمونه‌های ۲ گرمی نایلون و پشم و حمامهای رنگرزی یکسان شامل ۱ درصد رنگینه، ۶ درصد آمونیوم استات و L:R برابر با ۵۰:۱ استفاده شد. بنابراین، دو نمونه پشم و دو نمونه نایلون طبق نمودار شکل ۱ رنگرزی شدند. همان طور که مشاهده می‌شود تنها اختلاف در مرحله پایانی رنگرزی دو نمونه است که برای پشم زمان رنگرزی در دمای جوش ۱۵ mim بیشتر از نایلون بوده است. نمونه‌ها پس از رنگرزی در آب معمولی شسته شدند و پساب آنها با طیف نورسنج انتقالی بررسی شد.

اندازه‌گیری غلظت پساب

از آنجا که پسابها نسبتاً غلیظ بودند، برای کاهش خطای اندازه‌گیری غلظت ناشی از انحراف از قانون بیر، به اندازه‌ای رقیق شدند تا مقدار جذب بین ۰/۲ تا ۰/۸ بدست آید. مقدار جذب پسابها در جدول ۱ آمده است.

پس عمل آوری

دو نوع پس عمل آوری به منظور افزایش ثبات شستشو، یکی با استفاده از تانن و دیگری با سینتان روی ۴ نمونه انجام شد.



شکل ۱ نمودار رنگرزی نمونه‌ها: (الف) پشم و (ب) نایلون.

جدول ۳ شرایط و مواد مصرفی در پس عمل آوری با سینتان.

مقدار	مشخصه
۲٪ نسبت به وزن نمونه	سینتان
۴*	pH
۵۰:۱	L:R
۲	وزن نمونه (g)

* با استفاده از ۰/۱ mL فرمیک اسید خالص.

جدول ۴ شرایط تعیین ثبات شستشوی نمونه‌ها.

مقدار	مشخصه
۵	صابون (g/L)
۶۰	دما (°C)
۳۰	زمان (min)
۱۵۰	حجم حمام (mL)
۱۰×۴	ابعاد نمونه‌ها (cm)

جدول ۵ مقادیر جذب پساب شستشو.

Chrysofenine GX		Direct Orange S		رنگینه نمونه
نایلون ۶	پشم	نایلون ۶	پشم	
۲/۸۹۷۴	۲/۹۹۹۶	۲/۵۱۵۶	۲/۸۱۰۶*	عمل آوری شده با تانن
۴/۵۷۸۷	۶/۶۲۳۸	۴/۳۱۰۷	۶/۲۲۰۵	عمل آوری شده با سینتان
۱۵/۷۴۳۵	۱۷/۵۳۱۰	۱۴/۸۱۰۲	۱۷/۲۱۵۰	بدون عمل آوری

* مقادیر جذب از حاصل ضرب جذب بدست آمده پس از رقیق کردن در تعداد دفعات رقیق کردن حاصل شده است.

جدول ۶ مقادیر جذب پساب و رنگینه جذب شده روی نمونه‌ها برای Chrysofenine GX.

نایلون ۶	پشم	مشخصه
۶۰	۶۰	m_1 (mg)
۲۷۴۰/۰۲	۲۷۶۲	جذب پساب رنگرزی*
۷۱۰۲	۸۶۹×۱۰ ^{-۲}	m_2 (mg)
۵۸/۸۹	۵۹۹۱	M_1 (mg)

* حداکثر طول موج جذب برابر ۴۰۰ nm است.

Direct Orange S به ترتیب ۴۰۰ و ۵۰۰ nm بوده و این مقادیر طی رنگرزی و عملیات شستشو تغییری نکرده است.

نتایج و بحث

تعیین ضریب ثبات شستشو با استفاده از غلظت رنگینه موجود در پساب
در این پژوهش، از مقدار رنگینه خارج شده از نمونه در اثر شستشو به عنوان معیار ثبات رنگ استفاده شد. بدین شکل که پس از رنگرزی با تعیین غلظت پساب، مقدار رنگینه باقی مانده در حمام و در نتیجه مقدار رنگینه جذب شده به نمونه اندازه گیری شد. همچنین، پس از شستشو مقدار رنگینه وارد شده به پساب معین شد. از مقایسه این دو مقدار و استفاده از معادله (۱) ضریب ثبات شستشو محاسبه شد. بدین منظور، با استفاده از طیف نورسنج، مقدار جذب محلولهای پساب اندازه گیری و سپس با استفاده از معادله زیر، غلظت محلولها معین شد:

$$F = \left(\frac{M_1 - M_2}{M_1} \right) \times 100 \quad (1)$$

در این معادله F ضریب ثبات شستشو برحسب درصد، M_1 مقدار رنگینه جذب شده روی نمونه (mg) و M_2 مقدار رنگینه خارج شده از نمونه (mg) در مرحله شستشو است. از اختلاف مقدار اولیه رنگینه در حمام رنگرزی (m_1) و مقدار رنگینه باقی مانده در پساب پس از رنگرزی (m_2) مقدار رنگینه جذب شده روی نمونه (M_1) مطابق معادله (۲) محاسبه شد:

$$M_1 = m_1 - m_2 \quad (2)$$

نتایج این محاسبات برای دو رنگینه روی دو نمونه پشمی و نایلونی در جداول ۶ تا ۹ آمده است.

نتایج ارائه شده در جداول ۷ و ۹ نشان می‌دهد که پس از عمل آوری لیاف با تانن در مورد هر دو رنگینه روی هر دو لیف حدود ۱۰ درصد افزایش ثبات مشاهده می‌شود. دستیابی به ضریب ثبات حدود ۹۸ درصد نتیجه‌ای بسیار خوب تلقی می‌شود. در مورد سینتان، ضریب ثبات حدود ۹۵ تا ۹۶ درصد برای هر دو رنگینه روی هر دو نمونه بدست آمده است. علت افزایش ثبات بیشتر تانن، ناشی از ایجاد کمپلکس نامحلول تر به وسیله آن در سطح لیف نسبت به سینتان است. سینتانها شبیه رنگینه‌های اسیدی به کمک نیروهای یونی (در صورت وجود) و واندروالسی جذب لیف می‌شوند، در حالی که در تاننها، تانیک اسید با پتاسیم آنتی مونیل

جدول ۷ مقادیر جذب، غلظت پساب شستشو و ضریب ثبات شستشوی رنگینه Chrysophenine GX.

عمل آوری نشده		عمل آوری شده با سینتان		عمل آوری شده با تانن		نمونه مشخصه
پشم	نایلون ۶	پشم	نایلون ۶	پشم	نایلون ۶	
۱۷/۵۳۱۰	۱۵/۷۴۳۵	۶/۶۲۳۸	۴/۵۷۸۷	۲/۹۶۹۶	۲/۸۹۷۴	جذب
۷/۴۵۵	۶/۳۳۳	۲/۶۶۵	۷/۸۴	۱/۲۰۶	۱/۱۶۵	غلظت (mg/L)
۸۷/۵۶	۸۹/۲۴	۹۵/۵۵	۹۶/۸۷	۹۷/۹۸	۹۸/۰۲	ضریب ثبات شستشو (%)

جدول ۸ مقادیر جذب پساب و رنگینه جذب شده برای Direct Orange S.

نایلون ۶	پشم	مشخصه
۶۰	۶۰	m_1 (mg)
۰/۶۸۳۸	۰/۲۵۱۱	جذب پساب رنگرزی*
۷/۱۴۳	۰/۱۰۴	m_2 (mg)
۵۸/۸۶	۵۹/۸۹	M_1 (mg)

* حداکثر طول موج جذب برابر ۵۰۰ nm است.

جدول ۹ مقادیر جذب، غلظت پساب شستشو و ضریب ثبات شستشوی رنگینه Direct Orange S.

عمل آوری نشده		عمل آوری شده با سینتان		عمل آوری شده با تانن		نمونه مشخصه
پشم	نایلون ۶	پشم	نایلون ۶	پشم	نایلون ۶	
۱۷/۲۱۵۰	۱۴/۸۱۰۲	۶/۲۲۰۵	۴/۳۱۰۷	۲/۸۱۰۶	۲/۵۱۵۶	جذب پساب شستشو
۷/۱۹۶	۶/۱۹۱	۲/۶۰	۱/۸۰۲	۱/۱۷۵	۱/۰۵۱	غلظت (mg/L)
۸۷/۹۸	۸۹/۴۸	۹۵/۶۶	۹۶/۹۴	۹۸/۰۴	۹۸/۲۱	ضریب ثبات شستشو (%)

افزایش ثبات شستشوی رنگینه‌های مستقیم روی پشم و نایلون ۶ بررسی شده است. نتایج نشان می‌دهد که هر دو ماده تکمیلی ذکر شده روی هر دو لیف افزایش ثبات قابل توجهی ایجاد می‌کنند، اگرچه استفاده از تانن طبیعی نتایج بهتری را نشان می‌دهد. همچنین، در این پژوهش برای تعیین ثبات شستشو از روش طیف نورسنجی انتقالی و اندازه‌گیری مقدار جذب پساب شستشو استفاده شد که نتایج قابل قبولی را نشان می‌دهد.

تارتارات، کمپلکسی در سطح لیف ایجاد می‌کند که انحلال پذیری بسیار کمی دارد، در نتیجه در اثر شستشو امکان خروج تانن از لیف وجود نخواهد داشت که مانع از خروج رنگینه نیز خواهد شد [۱۱].

نتیجه گیری

در این پژوهش، امکان استفاده از تانهای طبیعی و سینتانها به منظور

مراجع

1. Burkinshaw S.M. and Son Y.A., The After-treatment of Acid Dyes on Nylon 6,6 Fibres, Part I. 1:2 Pre-metallised Acid Dyes,

Dyes and Pigments, **48**, 57-69, 2001.

2. Burkinshaw S.M. and Son Y.A., After-treatment of Disulphonat-

- ed 1:2 Pre-metallised Acid Dyeing on Nylon 6,6 Using a Syntan in Conjunction with a Complexing Agent, *Dyes and Pigments*, **70**, 149-155, 2006.
3. Blackburn R.S and Burkinshaw S.M., After-treatment of 1:2 Metal Complex Acid Dyes on Conventional and Microfiber Nylon 6,6 with a Commercial Syntan/Cation System, *J. Soc. Dyers. Color.*, **114**, 96-103, 1998.
 4. Blackburn R.S and Burkinshaw S.M., After-treatment of Acid Dyes on Conventional Nylon 6,6 with a Commercial Syntan/Cation System, Part III: Improvements to the Fixogene AC System, *J. Soc. Dyers. Color.*, **116**, 3-12, 2000.
 5. Burkinshaw S.M. and Bahojb-Allafan B., The Development of a Metal-free, Tannic Acid-based After-treatment for Nylon 6,6 Dyed with Acid Dyes, Part I: Initial Studies, *Dyes and Pigments*, **58**, 205-218, 2003.
 6. Blackburn R.S. and Burkinshaw S.M., After-treatment of 1:2 Metal-complex Acid Dyes on Conventional and Microfiber Nylon 6,6 with a Commercial Syntan/Cation System, Part II: Repeated Washing, *J. Soc. Dyers. Color.*, **115**, 102-105, 1999.
 7. Burkinshaw S.M., Son Y.-A. and Chevli S.N., The Fastness, to Repeated Washing, of Reactive Dyes and Pre-metallised Acid Dyes on Nylon 6,6, *Dyes and Pigments*, **45**, 43-49, 2000.
 8. Lewis D.M., After-treatment of Wool Dyeings to Obtain Improved Wet Fastness, *J. Soc. Dyers. Color.*, **108**, 317-324, 1992.
 9. Nunn D.M., *The Dyeing of Synthetic-Polymer and Acetate Fibers*, Dyers Company Publication Trust, London, 268-269, 1971.
 10. Feiz M., Improvement of the Wash Fastness of Direct Cotton Dyes Applied to Nylon and Cotton by After-treatment with Synthetic Tanning Agents, *Iran. Polym. J.*, **6**, 205-219, 1997.
 11. Shore J., After-treatment of Anionic Dyes on Nylon Fibers, *J. Soc. Dyers. Color.*, **87**, 3-12, 1971.
 12. Feiz M., Mallakpour S. and Azizollahi M.A., The After-treatment of Direct Dyes on Wool and Nylon 6 with Synthetic Tanning Agents and Full Backtan, *Iran. Polym. J.*, **15**, 360-365, 2006.
 13. Feiz M. and Radfar Z., Improvement of Wash Fastness of Direct and Acid Dyes Applied to Silk by After-treatment with Syntan, Syntan/Cation and Full Backtan Process, *Iran. Polym. J.*, **15**, 300-305, 2006.