

بررسی ویژگی‌های رنگی و ضد باکتری نخ پشمی رنگری شده با میوه درخت آیلان (عرعر)

Investigation on Color and Antibacterial Properties of Woolen Yarn Dyed with the fruit of *Ailanthus altissima* tree

حسین بارانی^{۱*} و سکینه هلال بحر^۲

۱- دانشیار گروه آموزشی فرش، دانشکده هنر، دانشگاه بیرجند

۲- دانش آموخته کارشناسی فرش، گروه آموزشی فرش، دانشگاه بیرجند

چکیده

درخت آیلان (عرعر) یک گیاه فوق العاده مقاوم می‌باشد که در بیشتر مناطق از نظر آب و هوایی به راحتی رشد می‌کند. درخت آیلان (عرعر) گونه‌ای غیر بومی و متعلق به مناطق کوهستانی چین است که در سال‌های گذشته به ایران وارد شده و در مناطق مختلف ایران کاشته شده است. این درخت در خاک‌های فقیر، در اراضی نسبتاً شنی و در آب و هوای معتدل سرد به خوبی رشد می‌کند. در این تحقیق قابلیت رنگری نخ پشمی با میوه درخت آیلان به عنوان یک رنگری طبیعی مورد ارزیابی قرار گرفت. تاثیر شرایط مختلف رنگری از قبیل غلظت دندان (۰ تا ۰.۶٪ وزنی)، مدت زمان رنگری در دمای جوش (۳۰ تا ۹۰ دقیقه)، pH حمام رنگری (۳ تا ۸) و غلظت ماده رنگزا (۶۰ تا ۲۰۰٪ وزنی) بر قدرت رنگی نخ رنگری شده مورد ارزیابی قرار گرفت. بر اساس نتایج حاصل شده از قدرت رنگی نمونه‌ها، شرایط رنگری برای کسب بیشترین قدرت رنگی بهینه سازی شد. ویژگی ضدباکتری میوه درخت آیلان در مقابل باکتری‌های گرم منفی و گرم مثبت مورد ارزیابی قرار گرفت. متغیرهای تحقیق از قبیل مدت زمان رنگری، pH حمام رنگری و غلظت ماده رنگزا تاثیر معنی دار بر قدرت رنگی نشان داد و استفاده از دندان زاج سفید در مقادیر (۰ تا ۶ درصد وزنی) تاثیر چندانی بر قدرت رنگی نمونه‌ها نداشت. نخ پشمی رنگری شده با میوه درخت آیلان دارای ثبات شستشویی و نوری مطلوبی می‌باشد و همچنین میوه درخت آیلان در غلظت‌های کاربردی ۱۲/۵٪ تا ۱۰۰٪ دارای ویژگی ضد میکروبی در مقابل باکتری‌های گرم منفی و گرم مثبت می‌باشد.

۱- مقدمه

کالاهای رنگری شده با رنگزاهای مصنوعی بر سلامت انسان و امکان پایان یافتن منابع مواد اولیه برای تولید مواد رنگزای مصنوعی و لزوم یافتن مواد جایگزین دانست [۳]. رنگ‌های طبیعی شامل رنگ‌هایی هستند که یا منشا گیاهی داشته و از ریشه و گل و برگ و میوه و پوست تنه نباتات بدست می‌آیند و یا رنگ‌های حیوانی که موجوداتی مانند حشره قرمز دانه و صدف ارغوان مولد آن‌ها هستند و یا مانند خاک سرخ از معادن استخراج می‌شوند. ایرانیان برای رنگری پشم و ابریشم از دیرباز از گیاهان رنگ دار نظیر انار، گردو، روناس، اسپرک و همچنین از حشره قرمز دانه

مواد رنگزای طبیعی گروه بسیار مهم و گسترده‌ای از مواد رنگزا می‌باشند که قابلیت رنگری الیاف طبیعی و مصنوعی جهت کسب شیده‌های مختلف رنگی را دارند [۱ و ۲]. هم‌اکنون شواهد فراوانی وجود دارد که با وجود ثبات بالای رنگزاهای مصنوعی، تمایل زیادی برای استفاده از رنگزاهای طبیعی وجود دارد و تمایل مصرف کنندگان امروزی به استفاده از رنگزاهای طبیعی را می‌توان به دلیل توجه به مسائل زیست محیطی و خطرات ناشی از فرآیند تولید رنگزاهای مصنوعی و پساب حاصل از آن در محیط زیست، خطرات احتمالی ناشی از مصرف

کلمات کلیدی

رنگری طبیعی،
طراحی آزمایش،
دندان معدنی،
آیلان،
پشم

برگ‌های پهن و دندانه دار و به رنگ سبز می‌باشد. از درخت عرعر بیشتر در فضای سبز شهری استفاده می‌شود، به دلیل اینکه در برابر آلودگی‌های صنعتی مقاوم است. گل‌های آن بر دو نوع نر و ماده، پلی گام و دو پایه است. میوه آن خشک، ناشکوف و بال دار (سامار) می‌باشد. میوه درخت آیلان بال دار می‌باشد که پس از رسیدن به رنگ قرمز در می‌آید (شکل ۱). مطالعات زیادی برای شناسایی ترکیبات شیمیایی آیلان انجام شده است و نتایج این تحقیقات نشان دهنده وجود ترکیباتی از قبیل لیگنانها، کواسینوئیدها، آلکالوئید، کوماین‌ها، تری ترپنوئیدها و سایر مشتقات فنلی می‌باشد [۱۱ و ۱۰]. ساختار شیمیایی یکسری از ترکیبات موجود در درخت آیلان در شکل ۲ نشان داده شده است. در این پژوهش از میوه گیاه آیلان به عنوان یک ماده رنگزای طبیعی برای رنگری نخ پشمی مورد استفاده قرار گرفت و تاثیر شرایط مختلف رنگری از قبیل غلظت دندانه، غلظت رنگزا، pH حمام رنگری و مدت زمان رنگری روی قدرت رنگی نمونه‌های رنگری مورد ارزیابی قرار گرفت. هدف از این تحقیق را می‌توان به صورت معرفی میوه درخت آیلان به عنوان یک ماده رنگزای طبیعی، دستیابی به مناسبترین نسخه رنگری با میوه آیلان از نظر عمق رنگی، بررسی تاثیر حضور دندانه‌های مختلف بر کسب شیدهای متفاوت و بررسی ویژگی‌های آنتیباکتریال میوه درخت آیلان خلاصه کرد.

بخش تجربی

در این تحقیق از نخ پشمی ۲۰۰ تکس دولا تولید شده توسط شرکت ایران مریوس استفاده شد. ابتدا برای از بین بردن ناخالصی‌های موجود در نخ پشم و در نهایت رسیدن به یک رنگری یکنواخت، قبل از فرآیند رنگری نخ پشمی مورد شستشو قرار گرفت. برای این منظور، ابتدا نخ پشمی در حمامی حاوی شوینده غیر یونی به مدت ۳۰ دقیقه در دمای 50°C شسته شد، سپس آبکشی و برای مرحله رنگری استفاده شد. میوه درخت آیلان از درخت پرورش



شکل ۱- برگ و میوه درخت آیلان

استفاده کرده اند [۴-۶].

رنگزاهای طبیعی به سبب سازگاری با محیط زیست، زیست تخریب پذیر بودن، تجدید پذیری، عدم ایجاد حساسیت در مصارف پوششی و تماس با بدن انسان به عنوان مناسب ترین جایگزین برای رنگزاهای شیمیایی می‌باشند [۳]. به همین دلیل در سال‌های اخیر استفاده از رنگزاهای طبیعی به طور چشمگیری افزایش یافته و تحقیقات گسترده‌ای در خصوص بهبود خواص رنگزاهای طبیعی شناخته شده و یا معرفی منابع جدید رنگزا انجام می‌شود. استفاده از مواد رنگزای طبیعی در رنگری الیاف پشمی مورد کاربرد در فرش دستباف، قدمتی طولانی دارد. رنگری پشم با مواد رنگزای طبیعی علاوه بر ایجاد جلوه‌های چشمی منحصر به فرد، ویژگی‌های دیگری نظیر خواص ضدباکتری، ضد بید و ضدبو بخشیده و امکان ایجاد شیدهای مختلف رنگی با تغییر در شرایط رنگری وجود دارد. بیشتر تحقیقات مهم انجام شده در خصوص اصلاح ویژگی‌های الیاف با روش‌های مختلف با هدف افزایش قابلیت رنگری و جذب رنگ تعادلی و در نتیجه کاهش میزان مصرف ماده رنگزای طبیعی با روش‌های دوستدار محیط زیست از یک سو و از سوی دیگر امکان کاهش مصرف و یا حذف دندانه‌های فلزی از فرآیند رنگری و جایگزینی آنها با مواد و روش‌های جدید می‌باشد [۷ و ۸].

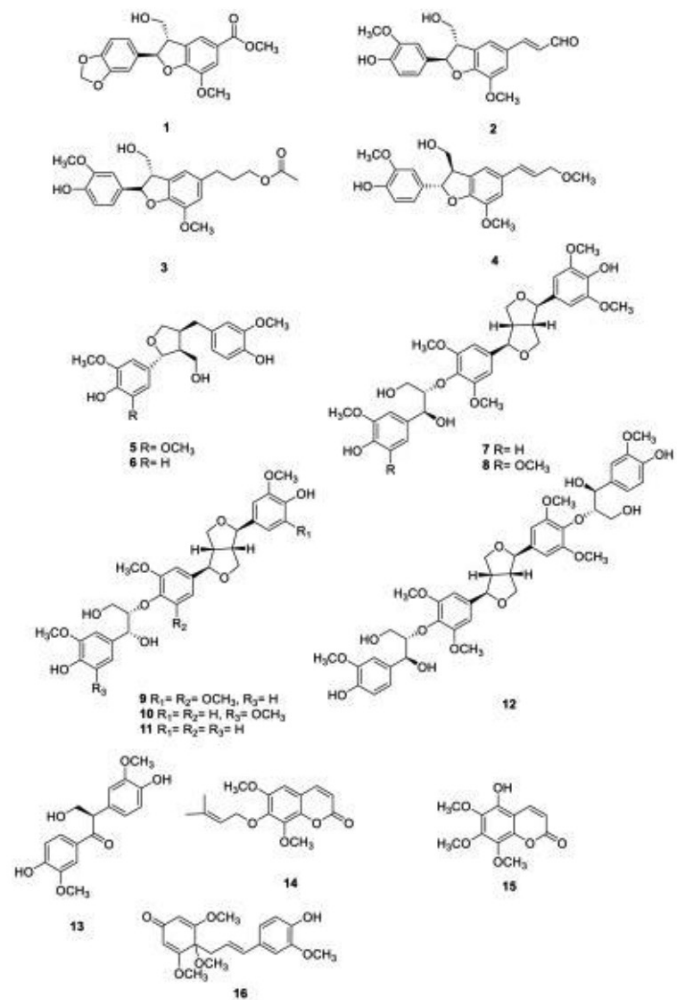
گسترش کشت گیاهان زینتی و صنعتی، علاوه بر مزایای ایجاد فضای سبز شهری و کاهش آلودگی‌های محیط زیستی، باعث توجه بشر به استفاده از این گیاهان در استخراج رنگزاهای طبیعی از آنها و معرفی روش‌هایی برای سهولت کار با آنها و دستیابی به کیفیت رنگری لازمه می‌باشد. درخت آیلان (عرعر) گونه‌ای غیر بومی و متعلق به مناطق کوهستانی چین است که به علت برخی ویژگی‌های رویشی خاص، در بسیاری از نقاط جهان کاشته شده است [۹]. این درخت در خاک‌های فقیر، در اراضی نسبتاً شنی و در آب و هوای معتدل سرد به خوبی رشد می‌کند. گونه درختی آیلان برای ایجاد پوشش زنده در آبخیز کوهستان‌ها، ایجاد بادشکن و جلوگیری از فرسایش خاک کاشته می‌شود و چوب آن برای تهیه کاغذ کاربرد دارد. این درخت در سال‌های گذشته به ایران وارد شده و در مناطق مختلف ایران کاشته شده است. با توجه به کم نیازی گونه آیلان، مقاومت فوق العاده آن به خشکی، گرما، سرما، بذراوری فراوان، سرعت رشد زیاد به عنوان درخت پرستار در جنگلکاری مناطق خشک مورد استفاده قرار گرفته است [۹]. درخت پردیس یا آیلان، گونه‌ای بسیار مهاجم است که از لحاظ سیستماتیکی متعلق به تیره عرعریان است که این تیره شامل ۲۲ سرده و ۱۰۹ گونه است که اکثریت اعضای این تیره به طور گسترده در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری توزیع شده اند [۱۰]. درخت آیلان دارای

جدول ۱- محدوده متغیرهای رنگری نخ پشمی با میوه گیاه درخت آیلان

محدوده تغییرات		متغیر	
۶	۳	۰	غلظت دندانه (درصد وزنی)
۲۰۰	۱۳۰	۶۰	غلظت محلول میوه درخت آیلان
۹۰	۶۰	۳۰	مدت زمان رنگری (دقیقه)
۸	۵/۵	۳	pH حمام رنگری

و سپس تاثیر شرایط مختلف رنگری از قبیل غلظت دندانه (۰ تا ۶٪ وزنی)، مدت زمان رنگری (۳۰ تا ۹۰ دقیقه)، pH حمام رنگری (۳ تا ۸) و غلظت ماده رنگزا (۶۰ تا ۲۰۰٪ وزنی) روی قدرت رنگی نخ رنگری شده به روش پیش دندانه مورد ارزیابی قرار گرفت. از نرم‌افزار طراحی آزمایش نسخه آزمایشی و روش رویه پاسخ برای تعیین نسخه‌های رنگری و بهینه‌سازی شرایط رنگری استفاده شد. در مرحله طراحی آزمایش از چهار متغیر مستقل استفاده شد و با در نظر گرفتن عوامل و محدوده موثر در جذب رنگزا، نسخه‌های رنگری پیشنهاد شد. محدوده عوامل موثر در رنگری نخ پشمی با میوه درخت آیلان در جدول ۱ ارائه شده است. ابتدا نخ پشمی به روش پیش دندانه با غلظت های مختلف از دندانه (طبق طراحی آزمایش انجام شده) عمل شد (شکل ۳). در مرحله رنگری، نخ پشمی عمل شده با دندانه در حضور درصدهای مختلف از ماده رنگزا و شرایط زمانی و pHهای مختلف رنگری شدند (شکل ۲). نسخه‌های پیشنهادی نرم‌افزار طراحی آزمایش در جدول ۲ ارائه شده است.

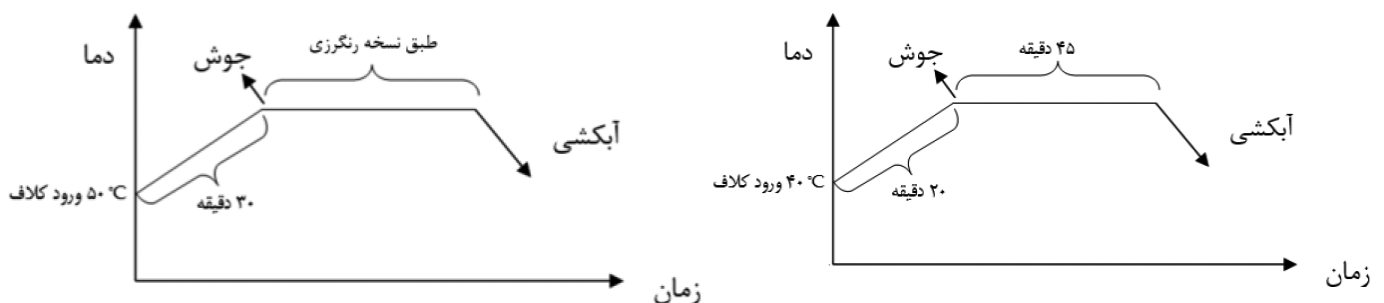
مولفه های رنگی و منحنی انعکاسی نمونه‌ها در بازه ۳۵۰-۷۰۰ نانومتر با فواصل ۱۰ نانومتری اندازه‌گیری شد و قدرت رنگی نمونه‌ها در طول موج ۴۰۰ نانومتر محاسبه گردید. ثبات نوری نمونه‌های رنگری شده با توجه با استاندارد ISO 105-B01:1994 انجام شد و با نمونه‌های استاندارد مقیاس آبی مقایسه گردید. ثبات شستشویی نمونه‌ها بر اساس استاندارد ISO 105C01:1989 تعیین گردید و تغییرات رنگی و میزان لکه‌گذاری نمونه‌ها نیز اندازه‌گیری شد. ویژگی ضدباکتری میوه درخت آیلان به روش تعیین هاله



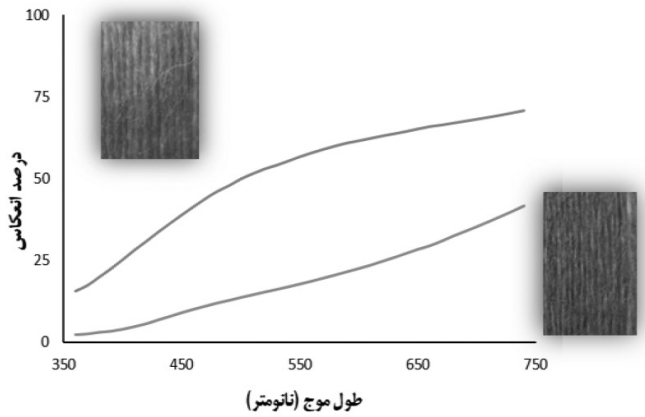
شکل ۲- ترکیبات شیمیایی موجود در درخت آیلان [۱۰].

داده شده در شهر بیرجند و در خرداد ماه جمع آوری، خشک و ماده رنگزای موجود در آن به روش آبی استخراج و از محلول ۱۰٪ آن در فرایند رنگری مورد استفاده قرار گرفت. شوینده غیریونی و اسید استیک ۹۶٪ از شرکت مرک آلمان خریداری شد.

تاثیر شرایط مختلف و همچنین نوع روش رنگری از قبیل پیش دندانه، پس دندانه و همزمان مورد ارزیابی قرار گرفت



شکل ۳، نمودار فرایند دندانه دادن (سمت راست) و رنگری (سمت چپ) به روش پیش دندانه



شکل ۴، طیف انعکاسی دو نمونه نخ پشمی رنگ‌گری شده با میوه درخت آیلان با کمترین و بیشترین قدرت رنگی

به کمک آنالیز واریانس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. قدرت رنگی نمونه‌های رنگ‌گری شده محاسبه و به کمک نرم افزار طراحی آزمایش مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. یک بخش مهمی در تجزیه و تحلیل داده‌ها، بررسی صحت و دقت مدل می باشد زیرا در صورت عدم تناسب مدل تخمین زده، نتایج گمراه کننده ای به همراه خواهد داشت. مدل‌های مختلف بر روی اطلاعات فوق برآزش شد و نتایج آنالیز واریانس حاصل از مدل‌های پیشنهادی مختلف در جدول ۲ ارائه شده است. مقدار P مدل انتخاب شده برابر با خطی ۰/۰۰۰۱ است که بسیار کمتر از ۰/۰۵ بوده و همچنین نتایج آنالیز واریانس مدل انتخاب شده را تأیید می کند. همانطور که داده‌های جدول نشان می دهد مدل درجه دو به عنوان مناسب ترین مدل برای ارتباط بین متغیرهای تحقیق و قدرت رنگی انتخاب شد.

نتایج آنالیز واریانس تاثیر متغیرهای تحقیق (غلظت دندانه، مدت زمان رنگ‌گری، pH حمام رنگ‌گری و غلظت ماده رنگزا) و مدل درجه دو انتخاب شده در فضای طراحی آزمایش بر قدرت رنگی نمونه‌های رنگ‌گری شده در جدول ۳ نشان داده شده است. مقدار P کمتر از ۰/۰۵ برای هر متغیر، نشان دهنده تاثیر معنی دار آن با سطح اطمینان ۰/۰۵ در مدل انتخاب شده بود. با توجه به مقادیر P نشان داده شده در جدول، متغیرهای تحقیق از قبیل مدت زمان رنگ‌گری، pH حمام رنگ‌گری و غلظت ماده رنگزا تاثیر معنی دار بر قدرت

عدم رشد در مقابل باکتری‌های گرم منفی (اشریشیاکلی) و گرم مثبت (استافیلوکوکوس اورئوس) مورد ارزیابی قرار گرفت.

نتایج و بحث

طیف انعکاسی دو نمونه رنگ‌گری شده با کمترین قدرت رنگی و بیشترین قدرت رنگی در شکل ۴ ارائه شده است. طیف‌های انعکاسی این دو نمونه نشان می دهد که در محدوده ۴۰۰ تا ۴۵۰ نانومتر دارای کمترین مقدار انعکاس بوده که از ویژگی‌های طیف انعکاسی رنگ زرد می باشد. علاوه بر این، مختصات رنگی نمونه‌های رنگ‌گری شده با بیشترین و کمترین عمق رنگی نشان می دهد که الیاف پشم رنگ شده دارای فام زرد متمایل به قهوه‌ای هستند. به منظور بررسی شرایط رنگ‌گری میوه درخت آیلان بر قدرت رنگی نخ پشمی رنگ شده، از روش طراحی آزمایش و روش رویه پاسخ به نام طرح مرکب مرکزی استفاده شد. یکسری آزمایشات مقدماتی برای تعیین متغیرهای موثر و همچنین تعیین مقدار متغیرها روی قدرت رنگی نمونه رنگ‌گری شده مورد ارزیابی قرار گرفت و بر اساس این آزمایشات اولیه متغیرهای غلظت دندانه (۰ تا ۰/۶٪ وزنی)، مدت زمان رنگ‌گری (۳۰ تا ۹۰ دقیقه)، pH حمام رنگ‌گری (۳ تا ۸) و غلظت ماده رنگزا (۶۰ تا ۲۰۰٪ وزنی) به عنوان عوامل تاثیرگذار روی قدرت رنگی نخ پشمی رنگ‌گری شده با میوه درخت آیلان تعیین شد. انتخاب چهار متغیر عددی مستقل، منجر به تعیین ۲۸ نسخه رنگ‌گری شد. این اجراها شامل ۶ نمونه نقطه مرکزی است که آزمایش را تکرار می کند که از سطوح میانی همه متغیرهای طراحی عبور می کند و معمولاً برای تعیین خطای طراحی استفاده می شود. تعداد ۲۸ نسخه رنگ‌گری در راستای بررسی تاثیر متغیرهای مشخص شده فوق بر قدرت رنگی نمونه‌ها رنگ‌گری شده طبق طراحی آزمایش تعیین گردید و رنگ‌گری نمونه کلاف‌های یک گرمی نخ پشمی بر اساس این نسخه‌ها انجام شد. پذیرش یا رد تاثیرگذاری معنی دار متغیرها بر پاسخ تعیین شده (قدرت رنگی نمونه)، بر مبنای مقدار P با سطح اطمینان ۰/۰۵ انجام شد. نتایج به طور کامل

جدول ۲- نتایج آنالیز واریانس حاصل از برآزش مدل‌های مختلف بر داده‌های قدرت رنگی نمونه‌های رنگ‌گری شده

مدل برآزش شده	مقدار P ^{۱۴}	ضریب تعیین تعدیل شده ^{۱۵}	ضریب تعیین ^{۱۶}
خطی ^{۱۷}	< ۰/۰۰۰۱	۰/۷۱۰۶	۰/۶۲۳۰
اثرات متقابل ^{۱۸}	۰/۰۰۱۲	۰/۸۳۴۹	۰/۷۹۳۰
درجه دوم ^{۱۹}	< ۰/۰۰۰۱	۰/۹۳۳۹	۰/۸۷۰۷
مکعبی ^{۲۰}	۰/۰۱۳۳	۰/۹۶۶۲	۰/۶۴۶۵

جدول ۳- نتایج آنالیز واریانس حاصل از برازش داده‌های متغیرهای تحقیق و مدل درجه بر قدرت رنگی نخ پشمی رنگری شده

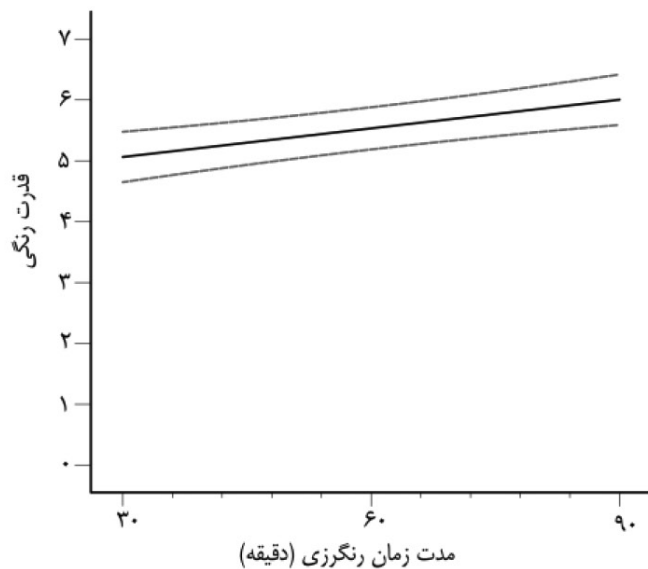
فاکتور	مقدار F	مقدار P
مدل برازش شده	۳۸/۳۲	< ۰/۰۰۰۱
غلظت ماده رنگزا-A	۱۶۲/۸۹	< ۰/۰۰۰۱
غلظت دندانانه-B	۰/۰۹۰	۰/۷۶۶۵
C-pH	۲۳۷/۱۵	< ۰/۰۰۰۱
مدت زمان رنگری-D	۱۴/۹۸	۰/۰۰۰۸
AB	۰/۰۸۱	۰/۷۷۸۹
AC	۷۳/۶۰	< ۰/۰۰۰۱
AD	۳/۱۱	۰/۰۹۱۱
BC	۰/۲۳	۰/۶۳۸۹
BD	۰/۰۱۳	۰/۹۱۰۵
CD	۰/۰۰۰۰۳	۰/۹۸۵۶
A ²	۹/۹۰	۰/۰۰۴۵
B ²	۱/۳۵	۰/۲۵۷۳
C ²	۴۰/۶۸	< ۰/۰۰۰۱
D ²	۰/۰۹۳	۰/۷۶۳۸
عدم برازش آزمون	۳/۰۸	۰/۰۳۰۳

رنگی نمونه‌ها با افزایش غلظت رنگ در محلول حمام رنگری افزایش می‌یابد. نتایج شکل ۵ نشان می‌دهد که افزایش غلظت ماده رنگزا از ۶۰ تا ۱۶۵ درصد سبب افزایش قدرت رنگ نمونه‌ها با نرخ نسبتاً زیادتری (۱۸۹٪) نسبت به درصدهای بالاتر از ۱۶۵ تا ۲۰۰ درصد شد. به نظر می‌رسد که افزایش غلظت ماده رنگزا بیش از ۱۶۵ درصد سبب نرخ آهسته (۴٪) افزایش قدرت رنگی نمونه‌ها خواهد شد. همچنین افزایش مدت زمان فرایند رنگری در دمای جوش از ۳۰ تا ۹۰ دقیقه سبب افزایش قدرت رنگی به اندازه تقریباً ۱۵٪ خواهد شد که می‌توان بیان داشت افزایش مدت زمان رنگری از ۳۰ تا ۹۰ دقیقه تاثیر اندکی بر روی میزان قدرت رنگی نمونه‌ها داشت.

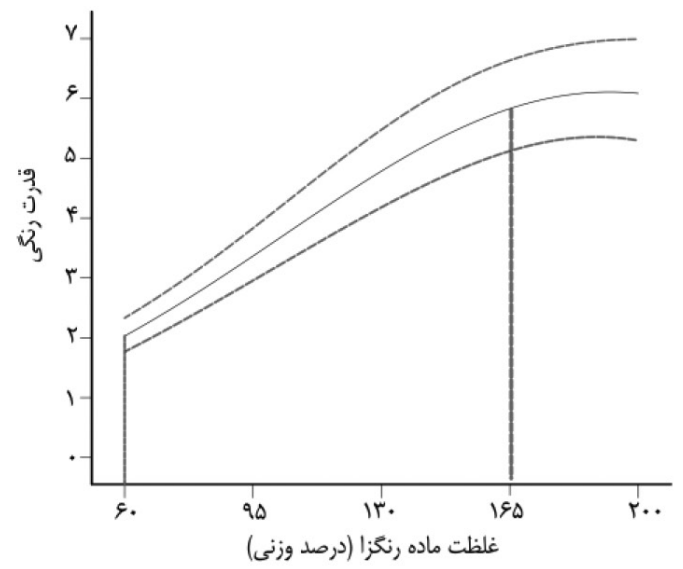
نمک‌های فلزات واسطه به عنوان دندانانه در فرایند رنگری الیاف مورد استفاده قرار می‌گیرد و معمولاً یون فلزی مانند یک پل ارتباط دهنده بین ماده رنگزا و ساختار لیف عمل قرار می‌گیرد، در نتیجه استفاده از دندانانه سبب بهبود میزان رمق کشی می‌شود. همچنین ضروری است ساختار شیمیایی ماده رنگزای طبیعی نیز بایستی در موقعیت‌های مشخص دارای گروه‌های فعال باشد تا بتواند با دندانانه فلزی پیوند برقرار نموده و کمپلکس رنگزا-دندانانه فلزی ایجاد شود. شکل ۶- الف تاثیر غلظت دندانانه (زاج سفید) بر قدرت رنگی نمونه نخ پشمی رنگری شده با میوه درخت آیلان را نشان می‌دهد. استفاده از دندانانه زاج سفید در مقادیر (۰ تا ۶ درصد وزنی) تاثیر چندانی بر قدرت رنگی نمونه‌ها نداشت، هرچند که ترکیبات شیمیایی ارائه شده در شکل ۲ توانایی ایجاد پیوند با یون فلزی را دارا بود. بنابراین برای

رنگی داشت. علاوه بر این، احتمال آزمون عدم برازش (۳/۰۸) بالاتر از ۰/۱ بود به این معنی که عدم برازش آزمون معنی دار نبود.

تاثیر غلظت ماده رنگزا بر قدرت رنگی نمونه‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت و نتایج در شکل ۵ ارائه شده است. نتایج آنالیز واریانس (جدول ۳) نیز تایید می‌کند که قدرت

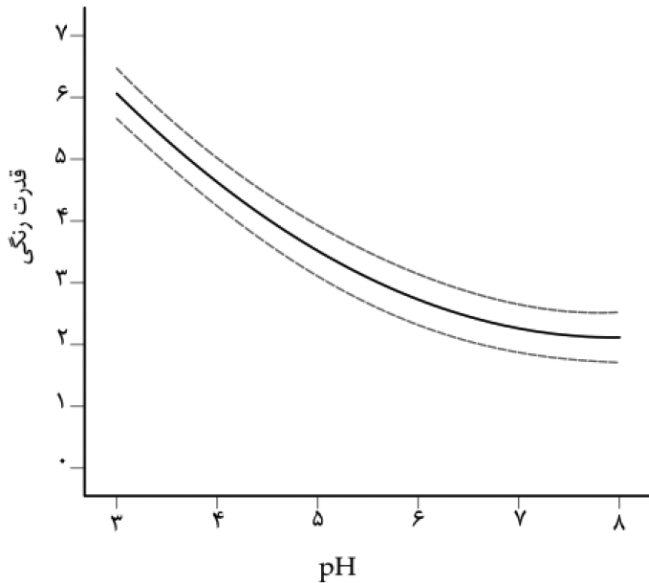


(ب)

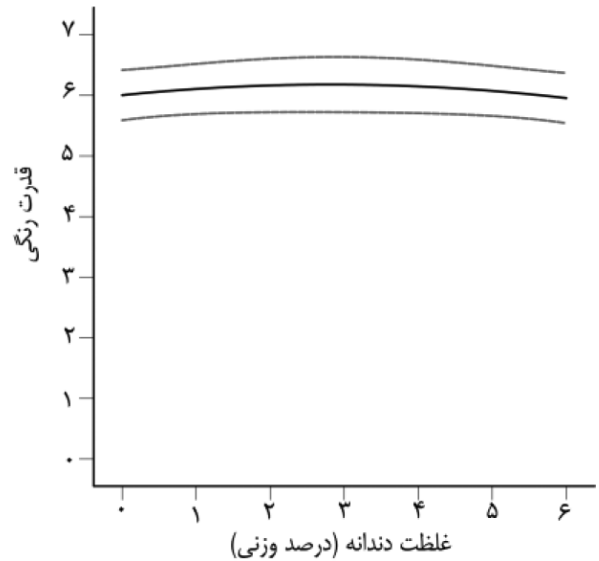


(الف)

شکل ۵- (الف) تاثیر غلظت ماده رنگزای میوه درخت آیلان و (ب) مدت زمان فرایند رنگری در دمای جوش بر قدرت رنگی نمونه نخ‌های پشمی رنگری شده در شرایط غلظت دندانانه (۰٪) و pH=۳ در حمام رنگری است.



(ب)



(الف)

شکل ۶- (الف) تاثیر غلظت دندانه زاج سفید و (ب) pH حمام رنگ‌گری بر قدرت رنگی نمونه نخ‌های پشمی رنگ‌گری شده در شرایط غلظت رنگزا (۲۰۰٪ وزنی) و مدت زمان رنگ‌گری در دمای جوش (۹۰ دقیقه)

شرایط رنگ‌گری الیاف نخ پشمی با عصاره میوه درخت آیلان بهینه و رنگ‌گری در محدوده پیشنهادی انتخاب و قدرت رنگ به عنوان پاسخ در بیشترین مقدار تنظیم شد. شرایط رنگ‌گری بهینه پیشنهادی نخ پشمی در جدول ۴ ارائه شده است. نتایج ثبات شستشوی نمونه رنگ‌گری شده (جدول ۵) با نسخه بهینه در حضور دندانه و بدون استفاده از دندانه بر اساس مقیاس خاکستری و ثبات نوری بر اساس مقیاس آبی ارزیابی شد. وجود دندانه زاج سفید (۰.۶٪ وزنی) در نسخه رنگ‌گری منجر به بهبود ثبات شستشویی در نمونه نخ پشمی رنگ‌گری شده با میوه درخت آیلان شد. استفاده از زاج سفید در نسخه رنگ‌گری تاثیر روی ثبات نوری نخ پشمی رنگ‌گری شده نداشت. ویژگی ضد میکروبی میوه درخت آیلان در غلظت‌های مختلف (۱.۰٪، ۵.۰٪، ۲۵٪ و ۱۲/۵٪ درصد

یافتن دلیل عدم تاثیر روی قدرت رنگی نمونه‌ها نیاز به انجام آزمایشات دقیق تری می‌باشد.

شکل ۶- ب نتیجه تغییرات pH حمام رنگ‌گری بر قدرت رنگی نمونه‌های رنگ‌گری شده با میوه درخت آیلان در شرایط غلظت رنگزا (۲۰۰٪ وزنی) و مدت زمان رنگ‌گری در دمای جوش (۹۰ دقیقه) را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود با کاهش pH حمام رنگ‌گری میزان قدرت رنگی افزایش یافته و بیشترین میزان قدرت رنگی در pH برابر با ۳ حاصل شد. در شرایط اسیدی گروه‌های آمینه لیف پشم بار مثبت جذب نموده و تبدیل به (-NH₃⁺) می‌شود بنابراین لیف پشم در شرایط اسیدی توانای بهتر مواد رنگزای موجود در میوه درخت آیلان را دارد و در نتیجه منجر به افزایش قدرت رنگی در حمام اسید می‌شود.

جدول ۴- شرایط پیشنهادی رنگ‌گری بهینه نخ پشمی با میوه درخت آیلان برای کسب بیشترین عمق رنگی در محدوده شرایط پیشنهادی رنگ‌گری

مدت زمان رنگ‌گری (دقیقه)	pH حمام رنگ‌گری	غلظت دندانه زاج سفید (درصد وزنی)	غلظت ماده رنگزا (درصد وزنی)
۹۰	۳	۰٪	۱.۱۸۵٪

جدول ۵- ثبات رنگی نمونه نخ پشمی رنگ‌گری شده با شرایط بهینه پیشنهادی

ثبات رنگی		غلظت دندانه زاج سفید (درصد وزنی)	
		۰٪	۰.۶٪
ثبات شستشویی		۴-۵	۵
لکه گذاری	نخ پشمی	۴	۵
	نخ پنبه ای	۵	۵
ثبات نوری		۷-۸	۷-۸

مدت زمان رنگری (۳۰ تا ۹۰ دقیقه)، pH حمام رنگری (۳ تا ۸) و غلظت ماده رنگزا (۶۰ تا ۲۰۰٪ وزنی) بر قدرت رنگی نخ پشمی رنگری شده با میوه درخت آیلان مورد ارزیابی قرار گرفت. انتخاب چهار متغیر عددی مستقل، منجر به تعیین ۳۸ نسخه رنگری شد. بر اساس نتایج آنالیز واریانس، مدل سهمی درجه دو به عنوان مناسب ترین مدل برای ارتباط بین متغیرهای تحقیق و قدرت رنگی انتخاب شد. نتایج آنالیز واریانس تاثیر متغیرهای تحقیق و مدل درجه دو انتخاب شده نشان داد که مدت زمان رنگری، pH حمام رنگری و غلظت ماده رنگزا تاثیر معنی دار بر قدرت رنگی نمونه های رنگری شده داشت. افزایش غلظت ماده رنگزا از ۶۰ تا ۱۶۵ درصد سبب افزایش قدرت رنگ نمونه ها با نرخ نسبتاً زیادتری (۱۸۹٪) نسبت به درصدهای بالاتر از ۱۶۵ تا ۲۰۰ درصد شد.

به نظر میرسد افزایش غلظت ماده رنگزا بیش از ۱۶۵ درصد سبب نرخ آهسته (۰٫۴٪) افزایش قدرت رنگی نمونه ها خواهد شد. همچنین افزایش مدت زمان فرایند رنگری در دمای جوش از ۳۰ تا ۹۰ دقیقه سبب افزایش قدرت رنگی به اندازه تقریباً ۱۵٪ شد که می توان بیان داشت افزایش مدت زمان رنگری از ۳۰ تا ۹۰ دقیقه تاثیر اندکی رو میزان قدرت رنگی نمونه ها داشته است. در شرایط اسیدی گروه های آمینه لیف پشم بار مثبت جذب نموده و تبدیل به (-NH₃) شده و بنابراین لیف پشم در شرایط اسیدی مقدار بیشتری از رنگزای موجود در میوه درخت آیلان را جذب نموده و در نتیجه نمونه رنگری شده در شرایط اسیدی دارای قدرت رنگی بیشتری بود. میوه درخت آیلان به دلیل داشتن ترکیب گاما کادینن دارای ویژگی ضد میکروبی می باشد و میوه درخت آیلان در غلظت ۱۰۰ درصد دارای بیشترین ویژگی ضد میکروبی داشت.



اشریشیاکلی

استافیلوکوکوس اورئوس

شکل ۷- قطر هاله عدم رشد باکتری در پلیت محیط کشت حاوی محلول میوه درخت آیلان در غلظت های مختلف (ابتدا نمونه اولیه ماده رنگزا با غلظت ۱۰۰٪ وزنی از میوه درخت آیلان تهیه و سپس غلظت مختلف ۱۰۰٪، ۵۰٪، ۲۵٪ و ۱۲٫۵٪ از محلول اولیه مورد ارزیابی ضد میکروبی قرار گرفت)

وزنی) در مقابل باکتری های گرم منفی و گرم مثبت در شکل ۷ نشان دهنده شده است. میوه درخت آیلان به دلیل داشتن ترکیب گاما کادینن دارای ویژگی ضد میکروبی می باشد. همانطور که مشاهده می شود در غلظت ۱۰۰ درصد دارای بیشترین ویژگی ضد میکروبی و در غلظت ۱۲٫۵ درصد دارای کمترین ویژگی ضد میکروبی بود. این ماده رنگزا در مقابل باکتری گرم مثبت قطر هاله بزرگتری ایجاد نمود بنابراین می توان اظهار داشت که اثر ضد میکروبی بهتری را در مقابل این باکتری داشت.

نتیجه گیری

طیف های انعکاسی نمونه نخ پشمی رنگری شده با میوه درخت آیلان دارای فام زرد متمایل به قهوه ای هستند. تاثیر متغیرهای رنگری از قبیل غلظت دندان (۰ تا ۶٪ وزنی)،

مراجع

- (Cichorium intybus L), J. Text. Sci. Technol., 2021
5. Amin, N., Rehman, F., Adeel, S., Ahamd, T., Muneer, M., Haji, A., Sustainable application of cochineal-based anthraquinone dye for the coloration of bio-mordanted silk fabric, Environ. Sci. Pollut. Res., 27, 6851–6860, 2019
6. Barani, H., Samaneh, A., Study on the color characteristics and fastness properties of dyed wool yarn with some yellow natural colorants, Rajshomar, 1, 51–63, 2020
7. Haji, A., A review on surface modification of wool fibers using plasma technology and its effect on dyeing properties, J. Text. Sci. Technol., 5(3), 35-43, 2015
1. Haji, A., Bahtiyari, M.I., Natural compounds in sustainable dyeing and functional finishing of textiles: Green Chemistry for Sustainable Textiles; 1st edition, Elsevier, 2021.
2. Haji, A., Naebe, M., Cleaner dyeing of textiles using plasma treatment and natural dyes: A review. J. Clean. Prod., 265, 121866, 2020
3. Shamsnateri, A., Veysian, M. Past, Present, and Future of Application of Natural Dyes in Hand-Woven Carpets, J. Stud. Color World, 11, 33–42, 2021
4. Tehrani, M., Bayegan, Y., Investigation of parameters affecting dyeing of merino wool yarn with chicory leaves plant

- Chemical constituents from *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle and chemotaxonomic significance, *Biochem. Syst. Ecol.*, 93, 104174, 2020
11. El Ayeb-Zakhama, A., Ben Salem, S., Sakka-Rouis, L., Flamini, G., Ben Jannet, H., Harzallah-Skhiri, F., Chemical composition and phytotoxic effects of essential oils obtained from *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle cultivated in Tunisia, *Chem. Biodivers.*, 11(8), 1216-1227, 2014
8. Haji, A., Arefi, N., Application of Response Surface Methodology in Optimization of Dyeing of Wool with Citrus Aurantium Leaves as Natural Dye, *J. Text. Sci. Technol.*, 8(3), 5-13, 2019
9. Mousavi, F., Majd, A., The embryology of *Ailanthus altissima* (Simaroubaceae): an invasive species from Iran, *Nov. Biol. Reper.*, 6(2), 184-197, 2019
10. Zhang, D.D., Bai, M., Yan, Z.Y., Huang, X.X., Song, S.J.,

Investigation on Color and Antibacterial Properties of Woolen Yarn Dyed with the fruit of *Ailanthus altissima* tree

Hossein Barani^{1*} and Sakineh Helalbahr²

1- Associated Professor of Carpet Department, Faculty of Art, University of Birjand, Birjand, Iran

2- Bachelor in carpet, Department of Carpet, Faculty of Art, University of Birjand, Birjand, Iran

Abstract

Ailanthus altissima is a fast-growing, deciduous, and exotic invasive tree that can germinate and grow in a wide variety of soil and site conditions. In this study, the dyeing ability of woolen yarn with the fruit of the *Ailanthus altissima* tree as a natural dye was evaluated. The effect of different dyeing conditions such as mordant concentrations (0 to 6 wt.%), dyeing time at boiling temperature (30 to 90 min), pH of the dye bath (3 to 8), and the dye concentrations (60 to 200 wt.%) on color strength of the dyed sample was studied. The color characteristics of the dyed yarns and the optimal condition of the dyeing conditions were evaluated based on the maximum color strength. The antibacterial property of *Ailanthus altissima* tree fruit extract was investigated against gram-negative (*Escherichia coli*) and gram-positive (*Staphylococcus aureus*) bacteria. Independent research variables such as dyeing time, pH of the dye bath, and dye concentration had a significant effect on color strength, and using alum as a mordant in applied amounts (0 to 6 wt. %) had a little effect on the color strength of dyed samples. The dyed woolen yarn with this natural dye has good washing and light fastness properties and presented good antimicrobial properties against gram-negative and gram-positive bacteria in applied concentrations of 12.5% up to 100%.

Keywords

Natural dyeing,
Experimental design,
Inorganic mordant,
Ailanthus altissima

(* Address Correspondence to H. Barani, E-mail: barani@birjand.ac.ir