

بررسی تاثیر نوع دندانه، دما و pH حمام رنگرزی بر خواص فیزیکی نخ اکریلیکی رنگرزی شده با زردچوبه

محمد ابراهیم حیدری گلفزانی^{1*}، مینا شیرازی¹، خاطره حمزه‌زاده¹، محجوبه بیسادی¹
دانشکده مهندسی نساجی و پوشاک، واحد قائم‌شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، قائم شهر، ایران

چکیده

امروزه رنگرزی با رنگزاهای گیاهی به دلیل سازگاری با محیط زیست مورد استقبال مصرف کنندگان قرار گرفته است. زردچوبه گیاهی است با مواد رنگزای فراوان که دارای خواص درمانی فراوان و ضدباکتری و ضد میکروبی می‌باشد و توانایی رنگرزی الیاف نساجی از جمله اکریلیک را دارد. در این تحقیق سعی شده است قابلیت رنگ‌پذیری اکریلیک با رنگزای گیاهی زردچوبه با دندانه‌های متفاوت تحت شرایط مختلف بررسی گردد. تحقیقات انجام گرفته نشان می‌دهد فرآیندهایی نظیر دندانه دار کردن سطح الیاف به برقراری پیوند بین اکریلیک با زردچوبه کمک خواهد کرد. همچنین ثبات نوری و شستشویی نمونه‌ها تا حد زیادی وابسته به این فرآیندها می‌باشد. نخ اکریلیک بدون دندانه و با ۵٪ از دندانه‌های مختلف سولفات آلومینیوم پتاسیم، سولفات مس ۲ و سولفات آهن ۲ به روش پیش‌دندانه - همزمان در دو pH مختلف اسیدی ۳ و ۵ و در سه دمای متفاوت محیط، ۶۰°C و جوش با ۱۰٪ پودر رنگزای زردچوبه رنگرزی شدند. نتایج نشان داد که تمایل به جذب رنگزای زردچوبه توسط اکریلیک بالاست و رنگ زردلیمویی بدون دندانه و با دندانه سولفات آلومینیوم پتاسیم حاصل می‌گردد، همچنین زردچوبه با دندانه‌های سولفات مس ۲ و سولفات آهن ۲، شیدهای رنگی قهوه‌ای روشن تا تیره ایجاد می‌کند. اکریلیک در دمای محیط و ۶۰°C هم تمایل به جذب رنگزای را داشت ولی تغییر pH حمام رنگرزی از ۵ به ۳ تاثیری بر جذب رنگزای زردچوبه نداشت. ثبات نوری و شستشویی اکریلیک‌های رنگرزی شده با زردچوبه با دندانه‌های مختلف مناسب بود. همچنین بهترین ثباتها مربوط به نمونه‌های دندانه شده با سولفات آهن ۲ با ثبات نوری برابر ۵ و ثبات شستشویی برابر با ۸ بود.

کلید واژه: اکریلیک، زرد چوبه، رنگرزی طبیعی، دندانه فلزی، ثبات عمومی.

Investigating the effect of mordant type, temperature and pH of dyeing bath on the physical properties of acrylic yarn dyed with turmeric.

Mohammad Ebrahim Heidari Golfzani^{1*}, Mina Shirazi¹, Khatereh Hamzehzadeh¹, Mahjubah Bisadi¹

¹Department of Textile and Apparel Engineering, Qaemshahr Branch, Islamic Azad University, Qaemshahr, Iran

Abstract:

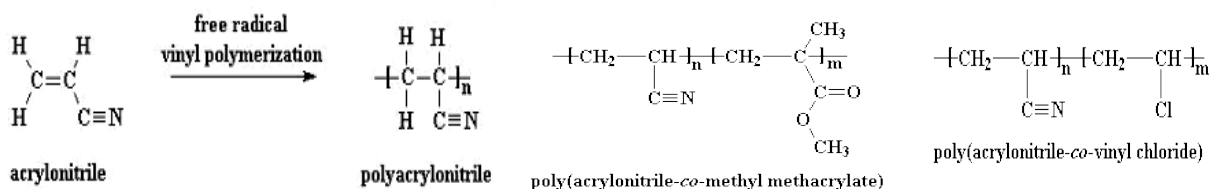
Today, dyeing with vegetable dyes is highly welcomed by consumers due to its environmental compatibility. Turmeric is a plant with many dyes, which has many therapeutic, antibacterial and antimicrobial properties, and has the ability to dye textile fibers, including acrylic. In this research, it has been tried to investigate the color acceptability of acrylic with turmeric vegetable dye with different mordant under different conditions. Research shows that processes such as mordants on the fiber surface will help establish a bond between acrylic and turmeric. Also, the optical and washing fastness of the samples is largely dependent on these processes. Acrylic thread without mordant and with 5% of different mordants of potassium aluminum sulfate, copper(II) sulfate and iron(II) sulfate by pre-simultaneously mordant in two different acid pH, 3 and 5, and in three different temperatures, room temperature, 60 °C and boiling point dyed with 10% turmeric dye powder. The results showed that the affinity to absorb the turmeric dye by acrylic is high and the lemons yellow color is obtained without mordant and with potassium aluminum sulfate mordant, and turmeric with copper(II) sulfate and iron(II) sulfate mordants creates light to dark brown colored shades. Acrylic had an affinity to absorb dye at room temperature and 60 °C, but changing the pH of the dyeing bath from 5 to 3 did not affect the absorption of turmeric dye. The light fastness and washing fastness of turmeric dyed acrylics with different mordants were suitable. Also, the best color fastness were related to samples treated with iron(II) sulfate with light fastness equal to 5 and washing fastness equal to 8.

Keywords: Acrylic, Curcumin, Natural Dyeing, Metal mordants.

۱- مقدمه

برطرف می‌کند. کومونومرهای قطبی غیر یونی با برقراری جاذبه‌های نانیونیک با رنگزا، جذب رنگ را افزایش می‌دهند. در پلیمریزاسیون پلی‌اکریلو نیتریل با سیستم آغازکننده احیایی گروههای سولفات و سولفونات که به درون پلیمر راه پیدا کرده و انتهای زنجیر پلیمری قرار می‌گیرند، افینیته لیف نسبت به رنگزاهای کاتیونی را افزایش می‌دهد. اورلون، گونه‌ای مرسوم از کوپلیمر اکریلیک دارای استحکام کششی ۲/۴ گرم بر دینر است، رطوبت بازیافتی ۱/۷ درصد و Tg آن حدود ۶۰-۸۰ درجه سانتیگراد می‌باشد [۳ و ۲].

اکریلیک (شکل ۱) لیفی است که منومر سازنده‌اش وینیل سیانید می‌باشد. پلی وینیل سیانید لیفی است ترموست که به روش محلول‌ریسی ریسندگی می‌شود و سطح مقطع آن به دو شکل دایره‌ای و دمبلی می‌باشد. اکریلیک خالص به دلیل دمای انتقال شیشه‌ای (Tg) نسبتاً بالا ($>100^{\circ}\text{C}$) امکان رنگرزی آن خیلی سخت است [۱]. کوپلیمریزاسیون اکریلو نیتریل (شکل ۱) با مونومرهای خنثایی مثل متیل متاکریلات که ساختار کریستالی پلی اکریلونیتریل را کاهش و نفوذپذیری رنگ به درون آن را ایاف افزایش می‌دهند، این مشکل را



شکل ۱: راست: کوپلیمر اکریلونیتریل وینیل کلرید. وسط: کوپلیمر اکریلونیتریل متیل متاکریلات و چپ: پلی‌اکریلونیتریل.

تشکیل دهند فلذا در دمای جوش به راحتی از لیف خارج می‌شوند اما رنگزاهای دیسپرسی مختص به اکریلیک ساخته شده‌اند که می‌توانند با برقراری پیوند داخلی بین نقاط غیرآبدوست لیف اکریلیک را رنگرزی کنند و ثبات بالایی هم دارند [۳ و ۱].

در تحقیقی که به بررسی توانایی رنگرزی اکریلیک با رنگهای طبیعی مختلف دنداندار و بدون دنداندار پرداخته‌اند، دریافتند که اکریلیک با رنگزاهای طبیعی روناس، پوست انار و قرمزخانه رنگ نمی‌شود ولی با رنگزای زردچوبه به راحتی رنگ می‌شود.

استفاده از کومونومرهای کاتیونی مثل ۲- وینیل پیریدین که شامل گروههای پیریدین یا آمینو می‌باشد به لیف خاصیت جذب رنگهای آنیونی را می‌بخشد. رنگرزی اکریلیک‌های ریسیده شده به روش تر بهتر است زیرا ایاف تولید شده به این روش دارای حفره‌های ریزی در ساختار خود می‌باشد که جذب رنگ توسط لیف را افزایش می‌دهد [۱].

اکریلیک به راحتی با رنگزاهای بازیک یا کاتیونیک رنگرزی می‌گردد اما اکثر رنگزاهای دیسپرس در رنگرزی اکریلیک رمق‌کشی محدودی دارند و نمی‌توانند باندهای قوی با لیف

آنها احتمال دادند که زردچوبه حاوی ماده رنگزای دیسپرسی است که توانایی رنگرزی اکریلیک را دارد ولی رنگزاهای موجود در گیاهان دیگر این توانایی را ندارد [۴].

شیشتاوی^۱ و همکارانش در تحقیقی که انجام دادند متوجه شدند که اکریلیک اصلاح شده با مقادیر مختلف از گروههای آمیدوکسین که حاوی گروههای عاملی نیتروژن باشد با رنگزای طبیعی زردچوبه رنگرزی می شود. آنها پارچه اکریلیکی را با دو غلظت مختلف از هیدروکسیل آمین هیدرو کلراید و آمونیوم استات عمل آوری کردند، سپس با دندانهای سولفات آلومینیوم پتاسیم و سولفات آهن ۲ به روش پیش دندان، دندان دادند و نهایتاً با زردچوبه در pH=۵ رنگرزی کردند. آنها احتمال دادند که پیوند بین زردچوبه و اکریلیک بیشتر از نوع پیوندهای فیزیکی غیرآبدوست بوده و در مکانهایی محدود احتمالاً پیوندهای یونی شکل گرفته است [۵].

امای هو و همکارانش در تحقیقی به بررسی توانایی رنگرزی الیاف نساجی با رنگهای روناس، زردچوبه و نیل پرداختند. آنها دریافتند که می توان اکریلیک را با رنگهای طبیعی رنگرزی کرد و تحقیقات زیادی باید صورت گیرد تا یک بانک اطلاعاتی و کاتالوگ رنگی جامعی برای رنگرزی منسوجات مختلف با رنگهای طبیعی تهیه گردد [۶].

گیاهان حاوی مواد متعدد رنگی و غیررنگی با اندازه های مختلف و خواص متنوعی می باشند. تعدادی از آنها دارای

خواص درمانی می باشند ولی رنگ قابل توجهی ندارند، مثلاً ترکیب غیررنگی کافئین یا تئین موجود در چای و قهوه باعث رفع سردرد و خستگی و حتی باعث بیخوابی در مصرف کنندگان آن می شود. تعدادی هم دارای رنگ فراوانی می باشند ولی خواص درمانی زیادی ندارند، مثل روناس. برخی از آنها دارای رنگ می باشند و هم دارای خواص دارویی و درمانی فراوانی می باشند همانند زردچوبه و زعفران [۷ و ۸].

گیاهان رنگزا دارای ترکیبات رنگی فراوانی می باشند، حتی در برخی از رنگهای پرکاربرد همانند روناس و اسپرک ترکیبات شناخته شده رنگی تا ۱۰ مورد و بیشتر هم می باشد. این ترکیبات رنگی برپایه رنگهای دندانهای، اسیدی، دیسپرس و غیره می باشند که با تغییر شرایط مختلف رنگرزی نظیر نوع دندان مصرفی، اسیدیته حمام رنگرزی و حرارت، رنگ آنها تغییر می کند لذا جزء دسته رنگزاهای پلی کرومیک یا پلی ژنتیک هستند. در حال حاضر تقاضا برای رنگهای طبیعی به دلیل سازگاری با محیط زیست افزایش یافته است. ساختمان شیمیایی اکثر ترکیبات رنگدار استخراج شده از گیاهان رنگدار دارای فنل می باشد که در بین ترکیبات طبیعی رنگدار، فلاونوئیدها دسته بزرگی هستند که دارای زیر گروههای کاروتنوئیدها، فلاوونها، فلاونولها، آنتوسیانینها و آنتوسیانیدینها می باشند [۹ و ۱۰].

¹ Sheshtawy

و ابریشم، با دندانه زاج سفید، رنگ زرد مایل به سبز می‌دهد، با دندانه بی‌کرومات پتاسیم انواع قهوه‌ای، با دندانه آهن، خاکستری تیره مایل به مشکی و با دندانه قلع، رنگ نارنجی بسیار شفاف‌تری را می‌دهد [۱۱].



شکل ۳: ساختمانهای شیمیایی گیاه زردچوبه

اگر با زردچوبه رنگ شود ثباتش در برابر نور بالا و در حدود ۸ و ثبات شستشویی آن ۵ می‌باشد. زردچوبه را هم می‌توان به صورت مستقیم به حمام رنگری اضافه کرد و یا اینکه ابتدا آنرا جوشانده و سپس محلول صاف شده را به حمام رنگ اضافه کرد [۱۵-۱۷].

در رنگری با رنگهای طبیعی باید به جنس لیف و نوع رنگ مورد استفاده توجه داشت و فرآیند رنگری را متناسب با آنها و صحیح انجام داد. رنگزاهای گیاهی مورد استفاده بیشتر بر پایه رنگهای دندانه‌ای، اسیدی و دیسپرس هستند لذا باید دقت شود که در صورت نیاز به استفاده از اسید یا دندانه، حتما در فرآیند رنگری از نوع متناسب آنها استفاده

رنگزای گیاهی زردچوبه^۱ (شکل ۲) با شماره کالرایندکس زرد طبیعی شماره ۳ و ساختمان شیمیایی کورکومین (شکل ۳) از گیاهان خانواده زنگباری است که از ساقه زیرزمینی آن زردچوبه معمولی را به دست می‌آورند. منشاء این گیاه جنوب آسیا، هند، ایران و چین می‌باشد. زردچوبه در ترکیب با پشم



شکل ۲: گیاه زردچوبه و ریشه آن

اسید و قلیا باعث تغییر رنگ روی الیاف رنگ شده با زردچوبه می‌گردد. توجه داشته باشید که حرارت شدید از قدرت رنگی زردچوبه کاسته و باعث رسوب آن در حمام رنگ خواهد شد [۱۲]. گیاه زردچوبه دارای خواص متعدد دارویی، درمانی، ضدباکتری و ضد میکروب می‌باشد و با قرار دادن آن در سطح منسوجات یا داخل آنها می‌توان این خواص را به سطح پوست و بدن مصرف کننده منتقل کرد و از آنها بهره جست، تحقیقات زیادی در این زمینه انجام گرفته است [۱۳ و ۱۴].

نخ پشمی رنگ شده با ۲٪ زردچوبه ثباتش در برابر شستشو مناسب است و اگر با دندانه کروم دندانه داده شود ثباتش در برابر نور هم مناسب خواهد بود. نایلون دندانه شده با کروم،

¹ Turmeric (*Curcuma longa* L.

گردد [۱۹ و ۱۸]. پس از رنگرزی نیز رنگ کالای رنگرزی شده نباید در اثر شستشو یا نور از بین برود. رنگهای طبیعی بالاخص گیاهانی مانند زعفران، زردچوبه، پوست گردو و... محاسن فراوانی دارند و دوستدار محیط زست هستند، لذا این تحقیق به بررسی قابلیت رنگ پذیری نخهای اکریلیکی با رنگزای گیاهی زردچوبه با تغییر نوع دندان، حرارت حمام رنگرزی و pH می‌پردازد.

۲- مواد و روش ها

نخ مورد استفاده کلاف کاموا اکریلیکی با نمرة ۸ متریک بود، زردچوبه با نسبت ۱۰٪ نسبت به وزن کالا استفاده گردید که به صورت پودر خوراکی مربوط به شرکت غذایی گلستان بود. نخها بدون دندان و با ۵٪ از دندانهای مختلف سولفات

آلومینیوم پتاسیم، سولفات مس ۲ و سولفات آهن ۲ به روش پیش‌دندان - همزمان در دو pH مختلف اسیدی ۳ و ۵، در سه دمای متفاوت محیط، ۶۰°C و جوش رنگرزی شدند، در ادامه مشخصات رنگی و ثبات شستشویی و نوری نمونه‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. اسیدها و دندانهای مورد استفاده خالص و مربوط به شرکت Merck آلمان بودند. همچنین میزان رنگ نمونه‌ها در دستگاه Color-Eye 3100A Macbeth اندازه‌گیری گردید. ثبات شستشویی نمونه‌ها طبق استاندارد ISO 105-CO4-2010 اندازه‌گیری و تعیین شد. ثبات نوری نمونه‌ها نیز بر اساس استاندارد ISO 105-BO6 سنجش و تعیین گردید. جهت بررسی بهتر نتایج، نمونه‌ها کدگذاری گردید که در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱: کد نمونه‌های دندان شده و رنگرزی شده

رنگ مورد استفاده	کد رنگ	دندان مورد استفاده	کد دندان	دمای حمام رنگرزی	کد دما
زردچوبه	T	بدون دندان	--	دمای محیط	T0
اسید مورد استفاده		زاج سفید	Al	۶۰ درجه سانتیگراد	T60
اسید استیک	pH=5	زاج آبی	Cu	دمای جوش	T90
اسیدسولفوریک	pH=3	زاج سبز	Fe		

روش رنگرزی نمونه‌ها از نوع رمقکشی به شکل پیش‌دندان-

همزمان بود که طی مراحل زیر انجام شد:

۱- شستشوی اولیه کلاف‌های ۲ گرمی نخ اکریلیکی در

دمای ۶۰°C به مدت ۱۵ دقیقه.

۲- دنداندار کردن نخها با سه دندان سولفات آلومینیوم

پتاسیم، سولفات مس و سولفات آهن ۲ در دمای جوش.

۳- رنگرزی نمونه‌های دندان شده با پودر گیاه زردچوبه در

سه دمای محیط، ۶۰°C و جوش.

۴- شستشوی نهایی با شوینده غیر یونی در دمای ۵۰

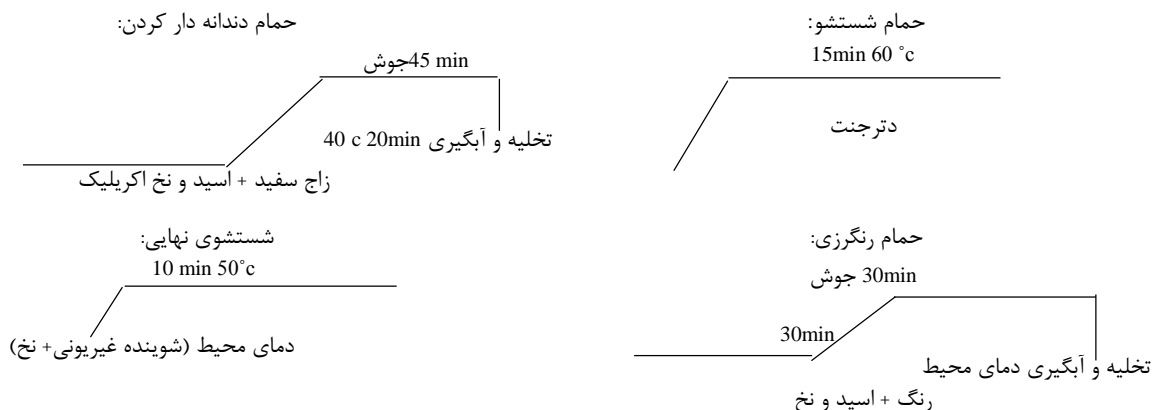
درجه سانتیگراد به مدت ۱۰ دقیقه.

۵- بررسی مشخصات رنگی (Data color) CIE L*a*b*

نمونه‌ها و تعیین ثبات شستشویی و نوری آنها.

نمودار مراحل مختلف شستشو، دنداندار کردن و رنگرزی

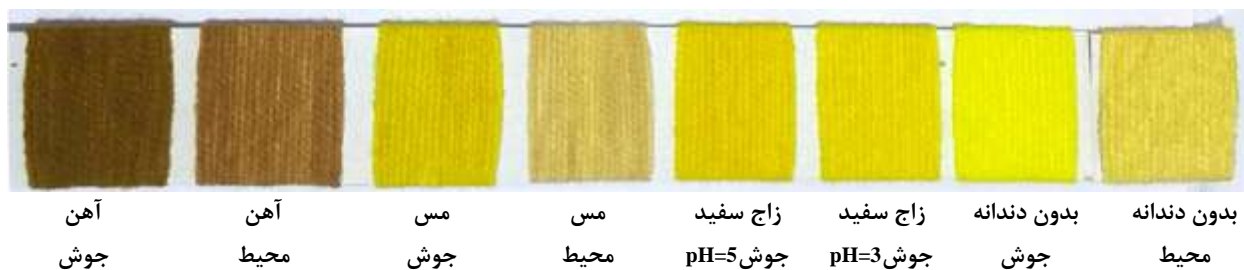
نمونه‌ها در نمودار شماره ۱ آورده شده است.



نمودار ۱: نمودار شستشو، دنداننه دادن و رنگری نخ‌های اکریلیکی با زردچوبه

۳- نتایج و بحث

پس از انجام فرآیند رنگری و شستشوی نهایی کلاف‌های نخ، نمونه‌ها خشک شدند و جهت بررسی ثبات نوری و رنگ‌سنجی (CIE $L^*a^*b^*$)، کنار یکدیگر متراکم پیچیده شدند. شکل ۴ تصویر تعدادی از نخ‌های اکریلیکی رنگری شده را که متراکم و منظم پیچیده شده‌اند را نشان می‌دهد.



شکل ۴: تصویر نخ‌های اکریلیکی بدون دنداننه و دنداننه‌دار رنگری شده با زردچوبه در شرایط متفاوت

باعث تغییر زیادی در فام و شیدرنگی نمونه‌ها گردید و لذا تنوع رنگی زیادی ایجاد نمود که احتمالاً بر افزایش ثبات شستشویی و نوری نمونه‌ها نیز تاثیر خواهد داشت.

مشخصات رنگی تعدادی از نمونه‌های رنگری شده توسط دستگاه کالریتر (Data color) تحت سیستم $L^*a^*b^*$ CIE اندازه‌گیری شد که در جدول ۲ آورده شده است. جهت تحلیل بهتر نتایج، مشخصات رنگی نمونه‌ها در نمودار ۲ و ۳ آورده شده

همانگونه که مشخص است جذب رنگ نمونه‌ها بسیار خوب و بالا بود و نخ‌های دنداننه نشده نیز جذب رنگ مناسبی داشتند، اکریلیک‌هایی که بدون دنداننه رنگری شده‌اند به رنگ زرد لیمویی شفاف می‌باشند، حرارت تاثیر مناسبی در جذب رنگ نمونه‌ها داشت، هرچند نمونه‌های رنگ شده در دمای پایین‌تر از جوش هم جذب رنگ خوبی داشتند. دنداننه دارکردن نمونه‌ها کمی از فسفری بودن و شفافیت اکریلیک‌ها کاست و

است. نمودار ۲ مشخصات کارتیزین (قرمزی و سبزی) a^* و روشنایی (L^*) نمونه‌ها را به صورت نمودار میله‌ای بیان می‌کند. (زردی و آبی) b^* نمونه را نشان می‌دهد و نمودار ۳ مقدار

جدول ۲: مشخصات رنگی ($CIE L^*a^*b^*$) تعدادی از نخ‌های اکریلیکی رنگ‌گری شده با زردچوبه

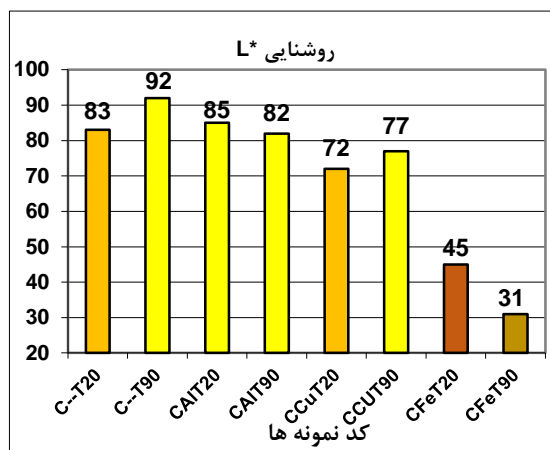
L*	a*	b*	کد نمونه	مشخصات نمونه
83	-5	67	C—T20	زردچوبه، بدون دندان، دمای محیط
92	-16	89	C—T90	زردچوبه، بدون دندان، دمای جوش
85	-7	83	C Al T20	زردچوبه، دندان زاج سفید، دمای محیط
82	-4	81	C Al T90	زردچوبه، دندان زاج سفید، دمای جوش
72	1	51	C Cu T20	زردچوبه، دندان سولفات مس، دمای محیط
77	-4	77	C Cu T90	زردچوبه، دندان سولفات مس، دمای جوش
45	14	39	C Fe T20	زردچوبه، دندان سولفات آهن، دمای محیط
31	9	33	C Fe T90	زردچوبه، دندان سولفات آهن، دمای جوش

قابل توجهی بر شیدرنگی نمونه‌ها دارد ولی تغییر اسیدیته حمام رنگ‌گری، با اسید ضعیف و اسید قوی، تاثیر قابل توجهی بر جذب و شید رنگی نمونه‌ها ندارد.

جهت تعیین ثبات شستشویی، ابتدا نخ‌های اکریلیکی رنگ‌گری شده مطابق با استاندارد ISO 105-CO4-2010 و در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه شسته شدند و سپس با مقیاس خاکستری (Gray Scale) مقایسه گردیدند. ثبات نوری نمونه‌ها نیز بر اساس استاندارد ISO 105-BO6 انجام گرفت، نمونه‌ها به مدت ۷۲ ساعت در زیر کابینت نور با منبع نوری D65 و UV قرار گرفتند و در ادامه ثبات نوری نمونه‌ها با مقیاس آبی (Blue Scale) مقایسه گردیدند که نتایج آنها در جدول ۳ آورده شده است.

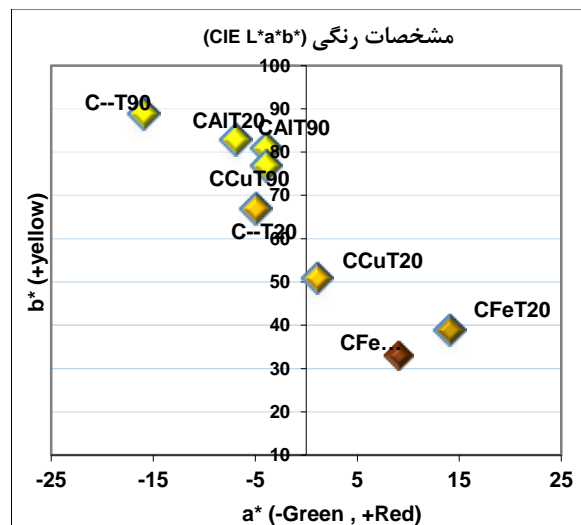
همانگونه که در جدول ۲ و نمودارهای ۲ و ۳ مشخص است بیشترین روشنایی $L^*=92$ و زردی $b^*=89$ مربوط به نمونه اکریلیکی رنگ‌گری شده بدون دندان در دمای جوش می‌باشد و پس از آن مربوط به دندان زاج سفید در دمای محیط ($b^*=83$) و جوش ($b^*=81$) می‌باشد، که هر سه این نمونه‌ها رنگ زرد فسفری دارند.

کمترین روشنایی یا بیشترین تیرگی مربوط به نمونه‌های دنداندار شده با سولفات آهن ۲ بودند که به رنگ قهوه‌ای روشن ($b^*=39$ و $a^*=14$ و $L^*=45$) و نسکافه‌ای تیره یا قهوه‌ای ($b^*=33$ و $a^*=9$ و $L^*=31$) بودند. همچنین نمونه‌های دنداندار شده با مس مقداری فام کرم و قهوه‌ای دارند. لذا نتیجه می‌گیریم که نوع دندان و دمای حمام رنگ‌گری تاثیر



نمودار ۳: نمودار میله‌ای مقدار روشنایی (L*) نمونه‌های رنگ‌گری شده

نمونه‌ها به مدت ۷۲ ساعت در زیر کابینت نور با منبع نوری D65 و UV قرار گرفتند و در ادامه ثابت نوری نمونه‌ها با مقیاس آبی (Blue Scale) مقایسه گردیدند که نتایج آنها در جدول ۳ آورده شده است.



نمودار ۲: مشخصات رنگی (a*b*) کارت‌تزینی نمونه‌های رنگ‌گری شده

جهت تعیین ثبات شستشویی، ابتدا نخ‌های اکریلیکی رنگ‌گری شده مطابق با استاندارد ISO 105-CO4-2010 و در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه شسته شدند و سپس با مقیاس خاکستری (Gray Scale) مقایسه گردیدند. ثابت نوری نمونه‌ها نیز بر اساس استاندارد ISO 105-BO6 انجام گرفت،

جدول ۳: مقادیر ثبات شستشویی و نوری نخ‌های اکریلیکی رنگ‌گری شده با زردچوبه

ثبات نوری	ثبات شستشویی	کد نمونه	مشخصات نمونه
3	3	C—T20	زردچوبه، بدون دندان، دمای محیط
4	4	C—T90	زردچوبه، بدون دندان، دمای جوش
4	4	C Al T20	زردچوبه، دندان زاج سفید، دمای محیط
5	4/5	C Al T90	زردچوبه، دندان زاج سفید، دمای جوش
5/5	4	C Cu T20	زردچوبه، دندان سولفات مس، دمای محیط
6	4/5	C Cu T90	زردچوبه، دندان سولفات مس، دمای جوش
7	4/5	C Fe T20	زردچوبه، دندان سولفات آهن، دمای محیط
8	5	C Fe T90	زردچوبه، دندان سولفات آهن، دمای جوش

شستشویی قابل قبول مربوط به اکریلیک‌های داندانه دار شده با سولفات مس و سولفات آهن بود و ثبات‌های نوری استاندارد و قابل پذیرش مربوط به اکریلیک‌های داندانه دار شده با سولفات آهن می‌باشد.

همانگونه که مشخص است کمترین ثبات‌های نوری و شستشویی مربوط به نمونه‌های رنگ‌گری شده بدون دندان می‌باشد و پس از آن نمونه‌های داندانه دار شده با زاج سفید و سولفات مس ۲ و سولفات آهن ۲ می‌باشد. ثبات‌های

نتایج حاصل از تحقیق نشان داد که اکریلیک بدون نیاز به دندانه رنگزای زردچوبه را جذب می‌کند یا به عبارتی تمایل به جذب بالایی بین اکریلیک و زردچوبه وجود دارد ولی ثبات شستشویی نمونه‌ها در حد استاندارد نبود، استفاده از دندانه‌های مختلف در فرآیند رنگرزی به روش پیش‌دندانه، علاوه بر اینکه فام و شیدرنگی نمونه‌ها را بسیار تغییر داد و از زرد فسفری تا قهوه‌ای تغییر کرد، ثبات شستشویی و نوری نمونه‌ها نیز افزایش پیدا کرد، بالاخص در دندانه سولفات آهن ۲ ثبات شستشویی و نوری نمونه‌ها بسیار بالا و در حد استاندارد بود، لذا نتیجه می‌گیریم رنگزای زردچوبه توانایی رنگرزی پایدار و بادوام لیف اکریلیک را دارد و با توجه به اینکه زردچوبه جزء دسته رنگهای پلی‌کرومیک یا پلی‌ژنتیک می‌باشد، با تغییر نوع دندانه، شیدرنگی آن به شدت تغییر می‌کند.

همچنین نتایج نشان داد که می‌توان رنگرزی را در دماهای مختلف محیط، 60°C و جوش انجام داد که با افزایش دما عمق و شیدرنگی نمونه افزایش می‌یابد اما نمونه‌هایی که در دمای پایین تر از جوش رنگرزی شده‌اند نیز دارای جذب رنگ مناسبی بودند و از ثباتهای عمومی مناسبی نیز برخوردار بودند و این امر به دلیل تمایل بالای به جذب بین رنگزای گیاهی زردچوبه و اکریلیک می‌باشد.

در ادامه نتایج نشان داد بر خلاف نتایج مطالعات دیگران، کاهش pH حمام رنگرزی یا به عبارتی افزایش اسیدیته حمام تاثیر قابل توجهی در جذب رنگ زردچوبه نداشت و تنها مقدار

کمی شیدرنگی نمونه‌ها تغییر کرد و این نشان می‌دهد که زردچوبه به تغییر pH در محدوده اسیدی حساس نیست و جذب آن افزایش پیدا نمی‌کند.

در بررسی ثبات شستشویی، با توجه به اینکه نمونه‌های دندانه دار شده و رنگرزی شده با زردچوبه جذب رنگ خوب و قابل قبولی داشتند، محدوده ثبات شستشویی نمونه‌ها نیز در محدوده ۴-۵ بود که محدوده استاندارد و قابل قبولی می‌باشد و بیانگر این است که پیوند محکمی بین رنگ، دندانه و کالا ایجاد شده است که در اثر شستشو، رنگ از سطح کالا جدا نمی‌گردد.

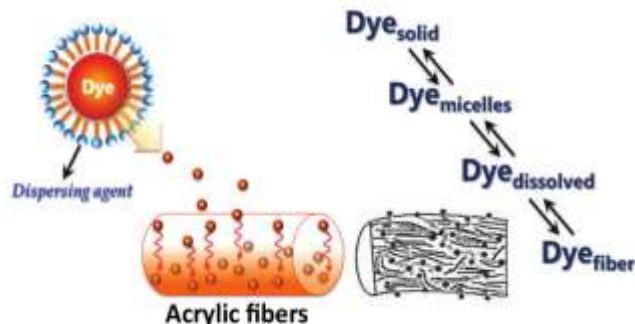
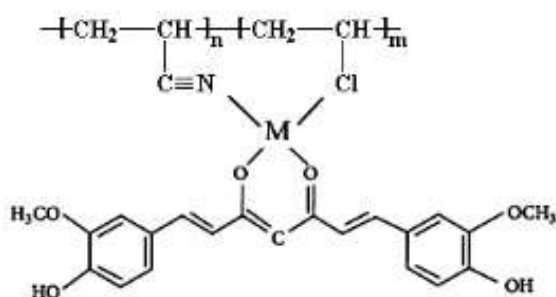
در بررسی ثبات نوری نمونه‌ها همانگونه که گفته شد، در نمونه های رنگرزی شده با زردچوبه بهترین ثبات های نوری با مقادیر ۷-۸ مربوط به نمونه های دندانه شده با سولفات آهن بود و پس از آن با مقادیر ۵-۶ مربوط به دندانه سولفات مس می‌باشد لذا می‌توان نتیجه گرفت این نمونه‌ها در محدوده استاندارد و قابل قبول می‌باشند. این امر به دلیل ساختمان ثابت و تغییر ناپذیر رنگ پس از پیوند با دندانه و اکریلیک می‌باشد به گونه‌ای که در اثر برخورد نور چرخش و یا تغییری

در ساختمان شیمیایی رنگ ایجاد نمی‌شود و پدیده رنگ پریدگی^۱ در نمونه‌ها مشاهده نگردید.

۴- نتیجه گیری

همانگونه که نتایج حاصل از تحقیق نشان داد اکریلیک با و بدون دنداننه در دمای جوش و ۶۰°C با زردچوبه رنگ شد همچنین استفاده از دنداننه‌های مختلف در فرآیند رنگریزی علاوه بر اینکه فام و شیدرنگی نمونه‌ها را بسیار تغییر داد به گونه‌ای که از زرد فسفری تا قهوه‌ای تغییر کرد همچنین باعث افزایش ثبات شستشویی و نوری نمونه‌ها نیز گردید، لذا همانگونه که در شکل ۵ نشان داده شده است نتیجه می‌گیریم رنگزای کورکومین موجود در زردچوبه با توجه به سایز کوچک و باریک بودنش می‌تواند همانند یک رنگ دیسپرس عمل کرده و در بالاتر از دمای Tg اکریلیک وارد آن شده و در آنجا

پیوندهای داخلی غیرآبدوست - غیرآبدوست در آن منطقه ایجاد کند و تثبیت شود، اما در نمونه‌هایی که دنداننه دار شده‌اند همانند شکل ۶ علاوه بر ایجاد پیوند داخلی غیرآبدوست - غیر آبدوست، دنداننه فلزی با بار مثبت، همانند یک پل، نقش واسط بین مناطق با بار منفی اکریلیک و رنگ را ایجاد می‌کند و باعث ایجاد پیوند یونی بین آنها می‌گردد و باعث می‌شود تا علاوه بر اینکه استحکام رنگ در هنگام شستشو افزایش یابد، با افزایش قوی‌تر استحکام رنگزا بین دنداننه و اکریلیک از چرخش آن در برابر نور ممانعت بعمل آورده و ثبات نوری نمونه‌ها نیز افزایش یابد. همچنین با توجه به اینکه رنگزای گیاهی زردچوبه جزء دسته رنگهای پلی کرومیک می‌باشد، با تغییر نوع دنداننه، شیدرنگی نمونه‌های رنگریزی شده به شدت تغییر می‌کند.



شکل ۵: پیوند غیرآبدوست بین رنگ و اکریلیک شکل ۶: دنداننه (M) به عنوان واسط بین کورکومین و اکریلیک

۲. شکل آبادی، ز. مرتضوی، س.م. بررسی خاصیت آنتی استاتیک پارچه اکریلیکی رنگ شده با رنگ مستقیم. پایان نامه کارشناسی ارشد شیمی نساجی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۳۸۷.

مراجع

۱. قرنجیک، ک، خسروی، ع. رنگریزی الیاف مصنوعی و استات سلولز، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی امیرکبیر. ۱۳۷۳.

¹ Fading

- بابونه. مجله علمی علوم و فناوری نساجی و پوشاک، دوره ۹، شماره ۴، پیاپی ۳۶، (۳۵-۴۲)، زمستان ۱۳۹۹.
11. V.Popescu, D.G. Astanei, A.Cocean, Sustainable and cleaner microwave-assisted dyeing process for obtaining eco-friendly and fluorescent acrylic knitted fabric. *Journal of Cleaner Production*, Volume 232, P451-461. 2019,
12. M. Wang, N. Yi, W. Chen and et all, Deep colorful antibacterial wool fabrics by high-efficiency pad dyeing with insoluble curcumin, *Che. Eng. Journal*, Volume 452, Part2, 2023.
13. N.S. Bostancı, S. Büyüksungur, A. Tezcaner, pH responsive release of curcumin from photo crosslinked pectin/gelatin hydrogel wound dressings, *Biomaterials Advances*, Volume 134, 2022.
14. A. F. M. Fahad Halim, M. T. Islam, M. M. Ul Hoque, *Book: Chemistry of sustainable coloration of textile materials*, Green Chemistry for Sustainable Textiles, Textile Institute Book Series, P.57-67, 2021.
15. Y. Zhou, R. Tang, Modification of curcumin with a reactive UV absorber and its dyeing and functional properties for silk, *Dyes and Pigments*, Volume 134, Pages 203-211. 2016,
16. M. Liu, H. Zhao, L. Zheng, Eco-friendly curcumin-based dyes for supercritical carbon dioxide natural fabric dyeing, *Journal of Cleaner Production*, Volume 197, Part 1, P.1262-1267, 2018.
17. M.A. Uddin, M.M. Rahman, A.S.M. Sayem, Textile colouration with natural colourants: A review, *Journal of Cleaner Production*. Volume 349, 2022.
18. I. Zerín, N.Farzana, J. Haider, Potentials of Natural Dyes for Textile Applications, Volume 2, Pages 873-883, 2020.
19. Rahman, M., Ireen, S., Biswas, J., Alam, S., Effects of different mordants used in turmeric dyeing with cotton fabric. *Int. J. Innovat. Appl. Stud.* 29 (4), 1184-1188, 2020.
3. Emsermann, H., "Dyeing processes of acrylic fibers: part I", *American Dyestuff Reporter*, vol. 85, n. 8, pp. 48-54, August 1996.
۴. شیرازی، م، حیدری، م، بررسی قابلیت رنگپذیری پارچه های اکریلیکی با رنگ طبیعی زردچوبه، پایان نامه کارشناسی ارشد طراحی لباس. دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائمشهر. ۱۴۰۰.
5. Reda M. El-Shishtawy et all. Dyeing of Modified Acrylic Fibers with Curcumin and Madder Natural Dyes. *Fibers and Polymers*, Vol.10, No.5, 617-624. 2009.
6. Alemayehu.T, Teklemariam.Z, Application of natural dyes on Textile, *International Journal Of research – Granthaalayah*. Vol.2 (Iss.2): November, 2014
۷. احمدی، ز. سهرابی، س. بررسی کیفیت نخ پشمی رنگرزی شده با رنگزای روناس و اسپرک در حضور مرکبات. مجله علمی علوم و فناوری نساجی و پوشاک، دوره ۱۰- شماره ۴- شماره پیاپی ۴۰- (۱-۲۲)، ۱۴۰۰.
۸. منتظر، م، ویسیان، م، حیدری، م، طبیعت گرایی در رنگرزی الیاف پروتئینی (پشم و ابریشم)، انتشارات مرکز ملی فرش ایران. ۱۳۸۸.
۹. خانی گویآبادی، م. خدای، ا. مزروعی، ز. رو شهای مختلف تکمیل کالای خواب با عصاره های طبیعی آرامش بخش گل یاسمن. مجله علمی علوم و فناوری نساجی و پوشاک، دوره جدید، شماره ۲، (۲۷-۳۶)، تابستان ۱۳۹۶.
۱۰. رحمتی، ن. اصلاحی، ن، رشیدی، ا. س. تکمیل ضد میکروب پارچه پنبه ای با استفاده از هیدروژل ابریشم و عصاره گیاه