در دسترس بصورت الکترونیک @ www.jscw.icrc.ac.ir

نشریه علمی ترویجی مطالعات در دنیای رنگ، جلد ۸، شماره ۱، (۱۳۹۷)۷۴-۶۳

مطالعه مشخصه‌های رنگی الیاف طبیعی رنگرزی شده با مواد رنگزای طبیعی

راضیه جعفری[۱*]، کمال الدین قرنجیگ[۲،۳]

۱- استادیار، گروه پژوهشی فیزیک رنگ، مؤسسه پژوهشی علوم و فناوری رنگ و پوشش، تهران، ایران، صندوق پستی: ۶۵۴-۱۶۷۶۵۴.

۲- استاد، گروه پژوهشی مواد رنگزای آلی، موسسه پژوهشی علوم و فناوری رنگ و پوشش، تهران، ایران، صندوق پستی: ۶۵۴ -۱۶۷۶۵۴.

۳- قطب علمی رنگ، مؤسسه پژوهشی علوم و فناوری رنگ و پوشش، تهران، ایران، صندوق پستی: ۶۵۴ -۱۶۷۶۵۴.

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۱/۰۳ تاریخ بازبینی نهایی: ۹۷/۰۳/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۳/۲۲ در دسترس به‌صورت الکترونیک: ۹۷/۰۳/۲۷

چکیده

امروزه به دلیل اهمیت و توجه بسیار زیاد به مسائل زیست محیطی تمایل به استفاده از مواد رنگزای طبیعی در رنگرزی منسوجات افزایش یافته است. در این راستا کاربرد مواد تعاونی نساجی در حین، قبل و یا بعد از فرآیند رنگرزی نیز به سمت استفاده از مواد طبیعی سوق یافته است. به عنوان مثال، استفاده از دندانه های گیاهی به جای دندانه های معدنی یا فلزی در رنگرزی الیاف طبیعی بسیار مورد توجه قرار گرفته است. هرچند که جایگزینی دندانه های فلزی با دندانه های نباتی علاوه بر تحت تأثیر قراردادن فرآیند رنگرزی بر روی فام نهایی و محدوده رنگی قابل حصول بر خواص ثباتی رنگ کالای نهایی نیز تأثیر گذار خواهد بود. در گزارش حاضر با بیان تعاریف و مفاهیم اولیه به بررسی پژوهش‌های انجام شده در زمینه تعیین مشخصه های رنگی مواد رنگزای طبیعی به‌کاررفته در کالاهای پنبه‌ای، پشمی و ابریشمی پرداخته شده و در نهایت تغییرات صورت گرفته در ثبات‌های نوری، شستشویی، سایشی مرطوب و خشک مورد بررسی و مطالعه قرار می گیرد.

واژه‌های کلیدی

مشخصه‌های رنگی، مواد رنگزای طبیعی، الیاف طبیعی، دندانه گیاهی.

چکیده تصویری

*نویسنده مسئول: jafari-ra@icrc.ac.ir

Ministry of Science, Research and Technology
Institute for Color Science and Technology

Available online @ www.jscw.icrc.ac.ir

Journal of Studies in Color World, Vol. 8, No. 1, (2018) 63-74

نشریه علمی ترویجی
مطالعات در دنیای رنگ
Journal of Studies in Color World
www.jscw.icrc.ac.ir

A Study on Colorimetric Attributes of Natural Fibers Dyed with Natural Colorants

Razieh Jafari[1*], Kamaladin Gharanjig[2,3]
1- Department of Color Physics, Institute for Color Science and Technology, P. O. Box. 16765-654., Tehran, Iran
2- Department of Organic Colorants, Institute for Color Science and Technology, P. O. Box. 16765-654., Tehran, Iran
3- Center of Excellence for Color Science and Technology, Institute for Color Science and Technology, P. O. Box. 16765-654., Tehran, Iran

Abstract
Today, due to the concerns about the importance of environmental issues, the tendency of applying of natural dyes for dyeing the textile materials has been increased. In this regard, it is preferred to apply the natural additives instead of synthetic materials for pre-, meta- and post treatment processes. As instance, the use of herbal mordant instead of those of mineral or metal for dyeing process of natural fibers has been extremely attracted attentions. However, replacement of metal mordant by the herbal ones will influence both the colorimetric attributes as well as the color fastness of the final product. In this report, the basic concepts and studies related to definition of colorimetric attributes of natural dyes employed for cotton, woolen and silk textiles have been considered, firstly. Then, the effect of applying of natural dyes on different fastness properties, i.e., light fastness, wash fastness, wet and dry rubbing fastness have been reviewed.

Keywords
Colorimetric attributes, Natural dyes, Natural fibers, Herbal Mordant.

Graphical abstract

Corresponding author: jafari-ra@icrc.ac.ir

۱- مقدمه

مسأله محیط زیست به دلیل ارتباط تنگاتنگ با حوزه سلامتی انسان همواره مورد توجه بسیاری از محققان بوده است. امروزه به دلیل اهمیت و حساسیت‌هایی که به لحاظ مسائل زیست محیطی و سلامتی انسان در استفاده از مواد رنگزای مصنوعی وجود دارد، تمایل زیادی به استفاده از مواد رنگزای طبیعی در رنگرزی منسوجات به ویژه الیاف طبیعی به وجود آمده است. مواد رنگزای طبیعی سازگار با محیط زیست بوده، تجدیدپذیر و زیست تخریب‌پذیر هستند و امروزه به طور گسترده در رنگرزی منسوجات استفاده می‌شوند [۱]. در این راستا کاربرد مواد تعاونی نساجی در حین، قبل و یا بعد از فرآیند رنگرزی نیز به سمت استفاده از مواد طبیعی سوق یافته است. یکی از پرکاربردترین مواد تعاونی در رنگرزی الیاف طبیعی، نمک‌های فلزی بوده که در قالب دندانه شناخته شده و مشهور هستند. بدیهی است کاربرد دندانه‌های گیاهی به جای دندانه‌های معدنی یا فلزی در رنگرزی الیاف طبیعی به لحاظ رعایت مسائل زیست‌محیطی بسیار حائز اهمیت است. هرچند که جایگزینی دندانه‌های فلزی با دندانه‌های نباتی علاوه بر تحت تأثیر قراردادن فرآیند رنگرزی بر روی فام نهایی و محدوده رنگی قابل حصول و نیز بر خواص ثباتی رنگ کالای نهایی تأثیر گذار خواهد بود.

در گزارش حاضر با توجه به لزوم توصیف تأثیر کاربرد مواد رنگزای طبیعی بر مشخصات رنگی کالای رنگرزی شده، ابتدا به بیان تعاریف و مفاهیم اولیه درخصوص فضارنگ‌ها و نحوه توصیف مشخصه های رنگی مواد در فضارنگ‌های مختلف پرداخته شده و در ادامه پژوهش‌های انجام شده در زمینه تعیین ویژگی‌های رنگی مواد رنگزای طبیعی به‌کاررفته در رنگرزی کالاهای پنبه‌ای، پشمی و ابریشمی بررسی می گردد. در نهایت تأثیر کاربرد مواد رنگزای طبیعی در تغییر خواص ثباتی رنگ کالای نهایی نظیر تغییرات صورت گرفته در ثبات‌های نوری، شستشویی، سایشی مرطوب و خشک مورد بررسی و مطالعه قرار می گیرد.

۱-۱-تعریف فضا رنگ

در مکالمات روزمره، بسیار متداول است که رنگ‌ها با کلماتی از قبیل روشن، تیره یا متمایل به غیره، توصیف گردند. به عنوان مثال گفته می‌شود: سبز روشن و سبز تیره یا سبز ته زرد. نظیر چنین توصیفاتی مناسب زندگی روزمره است. بدیهی است در انجام کارهای با رویکرد علمی و هنری استفاده از چنین توصیفاتی مناسب نیست. واژه‌ی سبز، بی‌اغراق می‌تواند به انواع متفاوتی از این رنگ اطلاق شود. برای دستیابی به اهداف علمی، هنری و صنعتی ضروری است که نظیر چنین تعاریف و مسائلی رفع گردد. در نتیجه به عنوان یک راه‌حل، ایجاد یک سیستم منظم با مشخصه‌های رنگی می‌تواند ظاهر یک رنگ را با دقت بسیار زیاد توصیف کند. سیستم‌های رنگ منظم یا فضا رنگ‌ها بطورکلی بر دو اساس پایه‌گذاری شده‌اند: ۱- براساس نمونه‌های واقعی مثل فضارنگ مانسل و ۲- بر اساس نمونه‌های غیر واقعی مثل سیستم CIE. با توجه به پیچیدگی‌های ذاتی در مفهوم و درک رنگ، می توان تمامی رنگ‌های شناخته شده را با استفاده از ۳ پارامتر در فضای سه‌بعدی مشخص کرد که به آن فضا رنگ گفته می‌شود. به این ترتیب، امکان تعریف هررنگ با بیان مختصات آن در فضارنگ میسر می‌گردد [۲، ۳].

فضارنگ‌های متعددی تاکنون معرفی شده‌اند. اما تعداد کمی از آنها مورد پذیرش جوامع بین المللی قرار گرفته اند. یکی از فضارنگ‌هایی که مورد تایید جامعه بین المللی رنگ قرار دارد فضارنگ مانسل است. آلبرت مانسل هنرمند آمریکایی سیستم رنگ منظم یا فضارنگ مانسل را معرفی نمود که یکی از پرکاربرد ترین مدل‌های رنگی به شمار می‌آید. فضارنگ مانسل که برمبنای درک اختلاف‌کوچک رنگ‌ها با فواصل برابر بصری است [۴] توسط فام، اشباع‌رنگی (خلوص) و روشنایی (ارزش مانسل) بیان می‌شود:

۱-فام: فام هر رنگ وابسته به طول موج نور تابیده شده است که توسط اسامی مانند زرد، قرمز و غیره بیان می‌شود.

۲-اشباع (خلوص رنگی): این ویژگی مربوط به اختلاط نور سفید با فام است که می‌تواند رنگ‌ها را از کم‌رنگ تا پررنگ نشان دهد. در واقع خلوص مانسل، اختلاف رنگ را از یک خاکستری که عمق یکسانی دارد، بیان می‌کند.

۳-روشنایی: در سیستم مانسل معادل انگلیسی ارزش[1] است که در واقع شدت رنگ بوده و متناسب با تعداد فوتون‌های رسیده به چشم است. ارزش مانسل که ارتباط رنگ را با یک خاکستری با روشنایی مشابه بیان می‌کند براساس یک سیستم خاکستری بیان می‌شود [۵-۷].

فضا رنگ مانسل با توصیف سه مشخصه رنگی اجسام یعنی فام، اشباع و روشنایی در شکل ۱ نشان داده شده است. فضارنگ مانسل یکی از بهترین و کامل‌ترین فضارنگ‌هایی است که تا به‌حال معرفی شده است. همانطور که مشاهده می شود محیط شکل مذکور رنگ‌های مختلف را با بیشینه اشباع نشان می دهد و هرچه موقعیت رنگ‌ها از محیط به محور مرکزی نزدیک می‌شود از خلوص آن‌ها کاسته می‌شود.

از طرفی در امتداد محور قائم مرکزی، تغییر در مشخصه روشنایی (ارزش مانسل) مشاهده می‌شود، بطوریکه در پایین ترین نقطه در محور مرکزی نمونه سیاه قرار گرفته است و به مرور با افزایش میزان روشنایی، خاکستری با درجات مختلف روشنایی تعریف شده است. درنهایت در بالاترین نقطه که دارای بیشترین میزان روشنایی است نمونه سفید قرار دارد [۸-۱۰]. شکل ۲ دیاگرام کروماتیسیتی سیستم CIE را براساس مشاهده‌کننده استاندارد ۲ درجه (۱۹۳۱) نشان می‌دهد. رنگ‌های طیف مریی از طول‌موج‌های کوتاه (۴۰۰nm) تا طول موج‌های بلند (۷۰۰ nm) برروی شکل مشخص شده‌اند. با مشخص نمودن موقعیت رنگ‌های طیفی از ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر حالت نعلی شکلی در این فضا بدست می‌آید که در واقع مکان هندسی رنگ‌های خالص طیفی یا همان نورهای ناشی از تفکیک نورسفید توسط منشور است. رنگ‌هایی که خارج از مرزهای منحنی نعلی شکل قرارمی‌گیرند رنگ‌های غیرواقعی هستند. دیاگرام رنگ یا دیاگرام کروماتیسیتی نشان داده شده در شکل ۲ ارتباط

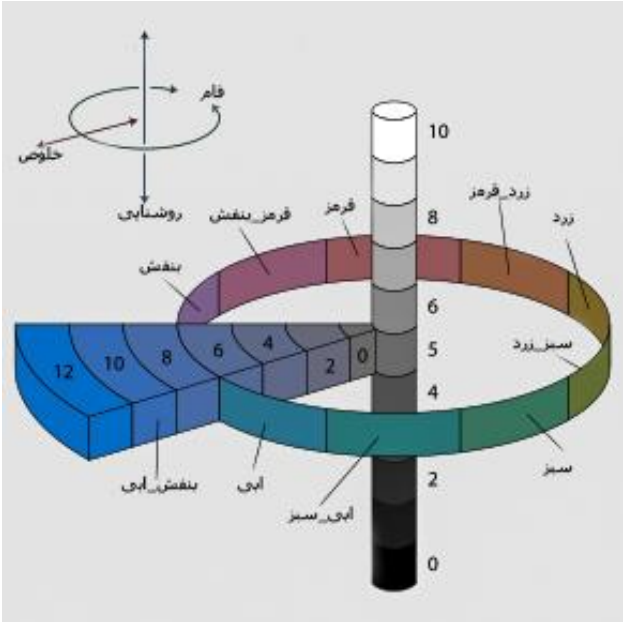
[1] Value

مقاله

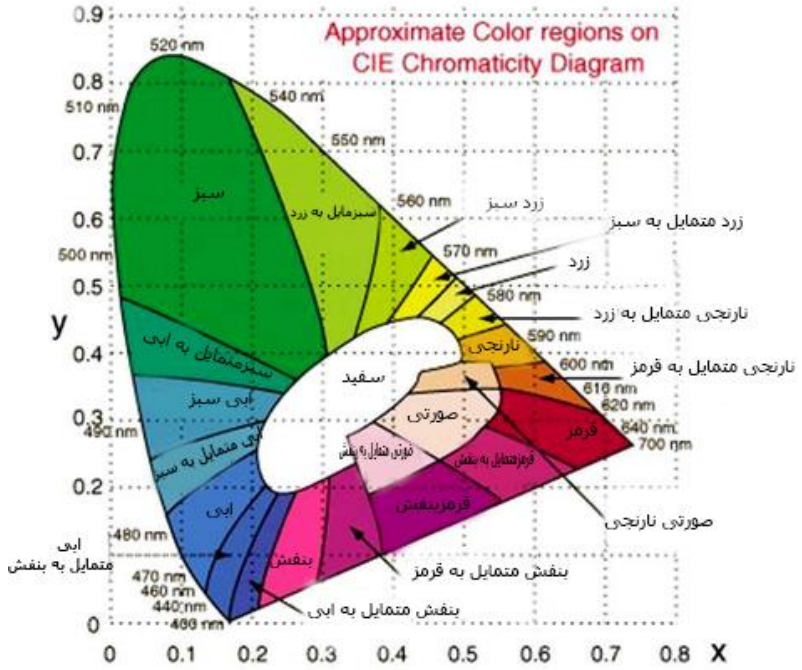
بین فام و خلوص را نشان می‌دهد. شایان ذکر است که محور Y که بیانگر روشنایی رنگ است عمود بر صفحه کروماتیسیتی تعریف می‌شود[۶].

سیستم رنگ سنجی CIE که مبتنی بر مولفه‌های رنگی نمونه‌هاست براساس ویژگی‌های رنگی اجسام و نه ویژگی‌های ظاهری آنها بیان شده است. ضمن آنکه با تغییر منبع نوری، مختصات رنگی یک سفید ایده‌آل در آن تغییر می‌کند. همچنین این سیستم به لحاظ درک ویژگی‌های رنگی، غیریکنواخت است [۱۳].

به منظور حل هر دو مشکل ظاهر رنگی و درک بصری اختلاف رنگ، پیشرفت‌های قابل ملاحظه‌ای در سال ۱۹۷۶ توسط CIE صورت گرفت و فضارنگ یکنواخت CIELAB برای توصیف و بیان رنگ معرفی گردید [۱۳، ۶]. اولین ویژگی فضارنگ CIELAB در تناظر بودن با مدل سیگنال‌های مختلفی است که احتمالا در سامانه‌ی بینایی رنگی انسان اتفاق می‌افتد.



شکل ۱- فضارنگ مانسل [۱۱].



شکل ۲- دیاگرام کروماتیسیتی CIE [۱۲].

در واقع نظیر عکس‌العمل‌هایی که در فرآیند بینایی اتفاق می‌افتد سیگنال‌هایی برای درک روشنایی، قرمز- سبز و زرد- آبی بودن توصیف می‌شوند. از آنجاکه سیستم CIELAB امکان ارائه رنگ اجسام را تحت سه بعد روشنایی، فام و خلوص میسر می‌سازد آن را فضای ظاهررنگی نیز در نظر می‌گیرند [۱۳]. شکل ۳ فضای رنگی CIELAB را که سیستمی بسیار ابتدایی برای بیان مولفه‌های رنگی در شرایط پیچیده‌ای از مشاهدات است را نشان می‌دهد.

فضارنگ CIELCH نیز که توصیف فضارنگ CIELAB در یک فضای قطبی است رنگ را تحت سه بعد توصیف می‌کند بطوری که یک رنگ مشخص در فضارنگ CIELAB دقیقا جایگاه مشابهی در فضارنگ CIELCH دارد. به عبارت دیگر این دو فضا رنگ یک رنگ مشخص را به دو روش ریاضی متفاوت توصیف می‌کنند. در فضارنگ CIELCH رنگ‌ها در یک فضای سیلندری با استفاده از پارامترهای (L*) روشنایی، (C*) خلوص و (h) زاویه فام نشان داده می‌شوند [۵]. فضارنگ CIELCH در شکل ۴ نشان داده شده است.

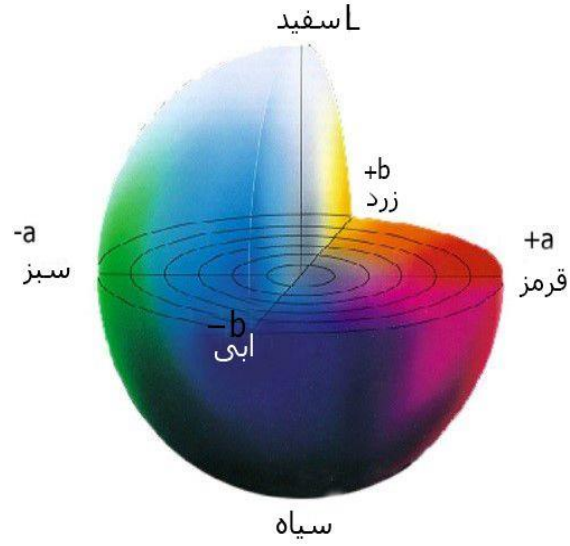
۱-۲-اهمیت کاربرد الیاف طبیعی

انتخاب جنس پوشاک به ویژه به دلیل ایجاد تماس مستقیم با پوست تأثیر بسزایی در انتخاب مشتریان دارد. تلاش نخستین انسان در تهیه لباس و پوشاک همواره معطوف به کاربرد الیاف طبیعی بوده است.

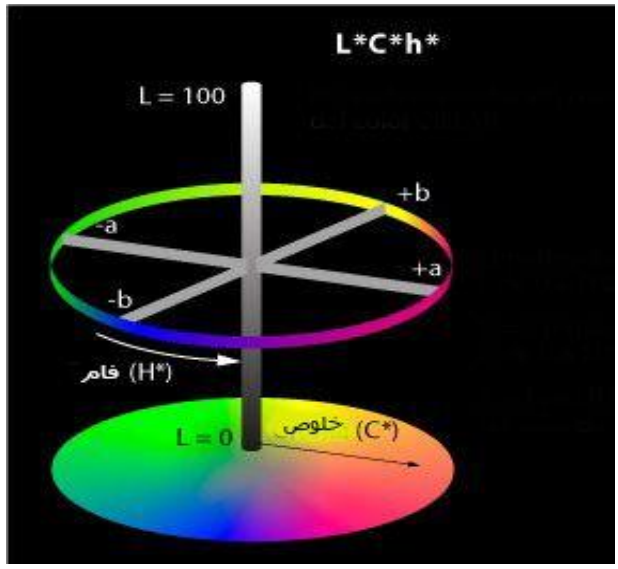
استفاده از الیاف مصنوعی به اواخر قرن نوزدهم میلادی باز می‌گردد. بدیهی است از آنجاکه الیاف مصنوعی کاملا ساخته دست بشر بوده و در تهیه آن‌ها از مواد شیمیایی بعضاً سمی و فرآیندهای غیرطبیعی استفاده می‌شود، نسبت به الیاف طبیعی بسیار فراوان تر و ارزان تر می باشند. درحالیکه الیاف طبیعی بدلیل منشأ و مبدأ طبیعی، با پوست و طبیعت انسان سازگاری بیشتری دارند. امروزه، با توجه به افزایش آگاهی و رشد فکری انسان‌ها نسبت به سلامت خود و محیط پیرامون، تقاضا برای استفاده از الیاف طبیعی به نحو چشمگیری افزایش یافته است. الیاف طبیعی به دلیل قابلیت جذب بخار آب و انتقال آن به اتمسفر، عایق حرارت بودن و حفظ گرمای بدن منجر به ایجاد حس مطلوب راحتی در بدن می گردند. ضمن آنکه نسبت به الیاف مصنوعی از نرمی، لطافت، دوام و پایداری بیشتری برخوردارند. الیاف طبیعی همچنین به دلیل قابلیت تجزیه، به لحاظ مسائل زیست محیطی بسیار مورد توجه قراردارند [۱۵-۱۸].

۱-۳- اهمیت کاربرد مواد رنگزای طبیعی

امروزه اگرچه استفاده از مواد رنگزای مصنوعی نسبت به مواد رنگزای طبیعی پیشی گرفته است اما استفاده از مواد رنگزای طبیعی دارای مزیت‌های بی‌شماری است که از جمله آن می‌توان به طبیعی بودن منبع تولید مواد رنگزا، سازگاربودن با محیط‌زیست به دلیل ماهیت مواد رنگزای طبیعی، نزدیکی فام ایجاد شده با عناصر طبیعی و در نتیجه مطابقت با فطرت و سلایق انسان‌ها و همچنین تجدید پذیر بودن منابع تولید مواد رنگزای طبیعی و خطرات بسیار کم برای سلامتی انسان اشاره داشت [۱۹، ۱۰]. در رنگرزی الیاف طبیعی با مواد رنگزای طبیعی مختلف از دندانه‌های فلزی متنوعی جهت ایجاد طیف گسترده‌ای از رنگ‌ها و همچنین افزایش ثبات شستشویی، ثبات نوری و نیز ثبات سایشی رنگ نهایی استفاده می‌شود [۲۰]. برخلاف ارزان بودن و قابلیت دسترسی بالاتر، دندانه‌های فلزی استفاده شده در فرآیند رنگرزی الیاف طبیعی با محیط‌زیست سازگار نبوده و سبب آلودگی‌های زیست‌محیطی بیشماری می‌شوند. با توجه به اهمیت حفاظت از محیط‌زیست و لزوم انجام اقدامات لازم در جهت کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی صنایع آلاینده، امکان جایگزینی دندانه‌های فلزی با دندانه‌های گیاهی وجود دارد [۲۱].



شکل ۳- فضارنگ CIELAB [۱۴].



شکل ۴- فضارنگ CIELCH [۱۴].

مقاله

البته ذکر این نکته ضروری است که با تغییر کاربرد دندانه‌های فلزی و جایگزینی‌اش با دندانه‌های گیاهی، فام نهایی الیاف رنگرزی شده دستخوش تغییر شده و در نهایت محدوده رنگی حاصله در دیاگرام کروماتیسیتی تغییر خواهد کرد.

۲- مروری بر مطالعات انجام شده

تحقیقات و مطالعات انجام شده در خصوص تعیین مشخصه های رنگی نمونه‌های رنگرزی شده با مواد رنگزای طبیعی، منجر به انجام یکسری پایان‌نامه و استخراج مقالات در داخل و خارج از کشور شده است. کالاهای مورد بررسی در تحقیقات مذکور عبارتند از پنبه، پشم و ابریشم. مواد رنگزای طبیعی متفاوت و دندانه‌های فلزی مختلفی نیز در عملیات رنگرزی مورد استفاده قرارگرفته‌اند. در این بخش نتایج تحقیقات انجام شده در حوزه تعیین ویژگی های رنگی قابل حصول از کاربرد مواد رنگزای طبیعی در فرآیند رنگرزی الیاف طبیعی ارائه و شرح داده می‌شود.

۲-۱-تعیین مشخصه های رنگی کالای پنبه ای رنگرزی شده با مواد رنگزای طبیعی

بطور کلی، اغلب مواد رنگزای طبیعی تمایلی به جذب برروی پنبه ندارند. در نتیجه برای ایجاد تمایل به جذب مواد رنگزا برروی پنبه، دو راه پیش‌رو است: کاربرد دندانه‌ها و یا استفاده از مواد رنگزا با ساختار شیمیایی مناسب. همچنین در بسیاری از موارد به دلیل عدم جذب بالا می‌بایست فرآیند رنگرزی را در چندین مرحله انجام داد تا منجر به کسب شیدهای عمیق و یا عمق رنگی مناسب گردد. علاوه بر این، اغلب مواد رنگزای طبیعی از ثبات پایینی برروی کالای پنبه‌ای برخوردارند. در واقع رطوبت موجود در الیاف پنبه‌ای، فرآیند اکسایش فتوشیمیایی رنگ را سرعت بخشیده که این امر منجر به ثبات نوری پایین می‌گردد [۱۹، ۲۲]. ازسوی دیگر، ثبات شستشویی مواد رنگزا در الیاف پنبه‌ای وابسته به نیروهای پیوند میان دندانه‌ها و الیاف و همچنین دندانه و مواد رنگزای طبیعی است. بدین ترتیب تولید محدوده وسیعی از شیدهای رنگی برروی الیاف پنبه‌ای با محدودیت و مشکلاتی روبه‌روست [۱۹].

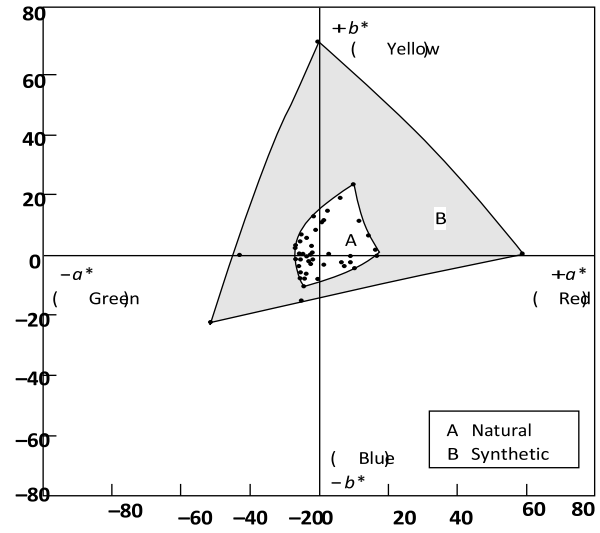
در پژوهش انجام شده امکان روشی برای کسب شماری از فام‌های تکرارپذیر برروی الیاف پنبه‌ای که در ضمن از ویژگی‌هایی نظیر ثبات‌های خوب نوری، شستشویی و سایشی برخوردار باشند، بررسی شد. بدیهی است که رنگرزی الیاف با مخلوط‌هایی ازمواد رنگزا به فام‌های آبی، زرد، قرمز و مشکی منجر به ایجاد محدوده وسیعی از شیدها خواهد گشت اما از آنجا که فرآیند رنگرزی هریک از مواد رنگزای طبیعی مختلف، متفاوت می‌باشد لذا امکان مخلوط نمودن مواد رنگزای طبیعی با یکدیگر و کسب شیدهای موردنیاز وجود ندارد. در نتیجه به منظور افزایش گستره‌ی فام‌ها و شیدهای متنوع، تصمیم برآن شد تا در یک فرایند بسیار زمان‌بر، ابتدا الیاف پنبه‌ای با مواد رنگزای مختلف رنگرزی شوند و در نهایت با مخلوط نمودن نخ‌های رنگی، شیدهای متفاوتی در نهایت کسب گردد. در این راستا از الیاف پنبه‌ای خام و پودر مواد رنگزای طبیعی و نیز مواد رنگزای مصنوعی استفاده شد. ابتدا فام‌های آبی، سبز، سیاه، زرد، قرمز و قهوه‌ای مایل به زرد با استفاده از دندانه‌های سولفات آهن، سولفات آلومینیوم پتاسیم، سولفات مس و زاج سفید برروی الیاف پنبه‌ای ایجاد شد. شایان ذکر است در روش رنگرزی به‌کاررفته، بسته به نوع مواد رنگزای طبیعی از روش‌های پیش دندانه، دندانه همزمان و دندانه‌دارکردن بعد از رنگرزی استفاده شده است. در مرحله بعد، الیاف از قبل رنگرزی شده در شش فام اصلی زرد، سبز، قرمز، آبی، سیاه و قهوه‌ای مایل به زرد با یکدیگر و با الیاف رنگرزی نشده در نسبت‌های مختلف مخلوط و ریسیده شدند و در نهایت ۲۰۴ نخ رنگی در فام‌های مختلف تهیه و بررسی‌ها برروی این ۲۰۴ نخ رنگی مختلف انجام شد [۱۹].

نتایج بررسی ثبات شش فام اصلی به‌دست آمده نشان داد که ثبات شستشویی نمونه‌ها بین ۳ تا۴ بوده است و همچنین ثبات سایشی خشک نمونه‌ها برای فام‌های آبی، سیاه و سبز در حد متوسط ۳ و برای شیدهای زرد و قهوه‌ای مایل به زرد ۴ بوده است. از طرفی ثبات سایشی مرطوب نمونه‌ها تقریبا روند مشابهی را با مقادیر نسبتا کمتری نشان داد. همچنین ثبات نوری نمونه‌ها بین ۳ تا ۴ بدست آمد که در مقایسه با نمونه‌های رنگرزی شده با مواد رنگزای مصنوعی تقریبا مشابه بوده است. نتیجه بررسی ثبات‌های مختلف الیاف پنبه رنگرزی شده در فام‌های مختلف بیانگر آن است که مخلوط‌های رنگی حاصله نیز از ویژگی‌های ثباتی خوبی برخوردار خواهند بود [۱۹]. نتایج اندازه گیری ثبات‌های مختلف شش فام اصلی در جدول۱ نشان داده شده است.

در مرحله بعد مشخصه‌های رنگی نخ‌های رنگی بدست آمده از مخلوط الیاف رنگرزی شده باهم و مخلوط الیاف رنگرزی شده با الیاف رنگرزی نشده، در فضا رنگ‌های CIELAB و CIELCH بدست آمد. این مقادیر همچنین برای الیاف پنبه‌ای رنگرزی شده با مواد رنگزای راکتیو مصنوعی و نیز نخ‌های رنگی حاصل از مخلوط‌های متفاوت اندازه‌گیری شد. در نهایت گاموت رنگی بدست آمده برای نخ‌های رنگی رنگرزی شده با مواد رنگزای طبیعی و مصنوعی با یکدیگر مقایسه شدند [۱۹]. شکل ۵ توزیع نخ‌های رنگرزی شده با مواد رنگزای راکتیو طبیعی و مصنوعی را در دیاگرام a*b* از فضارنگ CIELAB نشان می‌دهد.

جدول ۱- نتایج اندازه گیری ثباتهای مختلف شش فام اصلی [۱۹].

فام	بررسی ثبات			
	شستشویی	سایشی خشک	سایشی مرطوب	نوری
آبی	۳	۳	۲/۳	۳
زرد	۴	۴	۳	۴
قرمز	۴	۳/۴	۳	۳
سیاه	۳/۴	۳	۲/۳	۳
سبز	۳	۳	۲/۳	۴
قهوه‌ای	۴	۴	۳/۴	۳



*شکل ۵- توزیع نخ‌های رنگرزی شده با مواد رنگزای راکتیو طبیعی و مصنوعی در دیاگرام a*b* از فضارنگ CIELAB [۱۹].*

بررسی‌ها نشان داد که فام‌های پایه‌ای زرد، قرمز، آبی و سبز مرزهای خارجی محدوده رنگی را تعیین می‌کنند. همچنین برای هر دو دسته مواد رنگزای طبیعی و مصنوعی مشخص شد که محدوده‌ی زرد- قرمز در گاموت رنگی در مقایسه با نواحی زرد- سبز، سبز- آبی و قرمز- آبی ناحیه بزرگتری را به خود اختصاص می‌دهد. علاوه‌بر آن نتایج نشان داد اگرچه محدوده‌ی رنگی حاصل از رنگرزی الیاف پنبه‌ای با مواد رنگزای طبیعی و نخ‌های رنگی حاصل از مخلوط الیاف رنگرزی شده، محدوده‌ی بزرگی است اما در مقایسه با گاموت رنگی حاصل از نخ‌های رنگرزی شده با مواد رنگزای راکتیو بسیار کوچک است [۱۹].

بررسی مقادیر خلوص نیز نشان داد که مقادیر C* نمونه‌های حاصل از کاربرد مواد رنگزای طبیعی بین ۲ تا ۲۵ است. به این ترتیب که غالب نمونه‌ها خلوصی کمتر از ۱۰ داشته‌اند در حالیکه مقادیر خلوص حاصل از کاربرد مواد رنگزای راکتیو برروی نمونه‌های پنبه‌ای بین ۱۶ تا ۷۱ بوده است. همچنین فام نهایی حاصله از نخ‌های حاصل از مخلوط الیاف رنگرزی شده با مواد رنگزای طبیعی در مقایسه با مواد رنگزای مصنوعی (راکتیو) مات‌تر و کدرتر بوده است [۱۹].

۲-۲- ویژگی‌های رنگی و طیفی کالای پشمی رنگرزی شده با مواد رنگزای طبیعی

در تحقیق انجام شده که برای نخستین بار به ویژگی‌های طیفی و رنگی مواد رنگزای طبیعی مورد استفاده در قالی ایرانی پرداخت، مشخصات رنگی نمونه‌ها در فضارنگ CIEXYZ اندازه‌گیری و بررسی شد [۲۳]. همچنین به منظور بررسی رفتار طیفی مواد رنگزای طبیعی از روش‌های تحلیل اجزا اصلی[1] [۲۶-۲۴] و فاکتورگیری غیرمنفی ماتریس[2] [۲۹-۲۷] فضای طیفی استفاده شد. نمونه‌های مورد استفاده برای بررسی‌ها نیز شامل نخ‌های پشمی رنگرزی شده با مواد رنگزای طبیعی و چیپس‌های رنگی مانسل بوده‌اند. به منظور رنگرزی کلاف‌های پشمی از مواد رنگزای طبیعی مختلف نظیر پوست انار، برگ سماق، برگ حنا، پوست گردو، قرمز دانه، ایندیگو، اسپرک، بقم، بابونه و روناس استفاده شد همچنین زاج سفید، زاج سیاه، زاج سبز، کلرید قلع، دی‌کرومات سدیم، قلع، اسید سولفوریک و قلیا به عنوان دندانه استفاده گردید. به منظور تولید فام‌های بیشتر، فرآیند رنگرزی به‌صورت چند مرحله‌ای با کاربرد و ترکیب بیش از یک ماده رنگزای طبیعی نیز انجام شد. به عنوان مثال با رنگرزی الیاف پشم توسط اسپرک و دندانه‌دار کردن آن ابتدا فام زرد کسب شد و سپس با کاربرد نیل یا ایندیگو فام سبز حاصل گردید. همچنین با تغییر غلظت اسپرک و نیل و نیز کاربرد دندانه‌های متنوع، طیف وسیعی از رنگ سبز حاصل شد. علاوه بر آن در ترکیب قرمزدانه [۳۰] و روناس [۳۱] در حمام رنگرزی و دندانه‌دار کردن با دندانه‌های متنوع، طیف وسیعی از انواع فام‌های قرمز و ارغوانی به دست آمد. به منظور تکمیل نمونه‌ها و در واقع فام‌های بیشتر از کارگاه‌های سنتی بافت فرش در مراکز استان نظیر تبریز، شیراز، کاشان، اصفهان و قم هم نمونه‌های رنگی جمع‌آوری شد و در مجموع ۲۸۶ کلاف پشمی رنگی فراهم گردید [۲۲، ۲۳]. البته با توجه به ماهیت مواد رنگزای طبیعی و روش‌های سنتی فرآیند رنگرزی باید به این نکته توجه داشت که بدون شک، با تغییر منبع تهیه مواد رنگزای طبیعی، تغییر فصل برداشت گیاه و حتی نوع مزرعه، رنگ‌های نهایی حاصله نیز می‌تواند دستخوش تغییر گردد. اما در هر حال این رنگ در قالی ایرانی به‌کار برده می‌شود. هرچند تهیه مجموعه‌ای از کلیه رنگ‌های مورد استفاده در فرش ایرانی عملا امکان‌پذیر نیست.

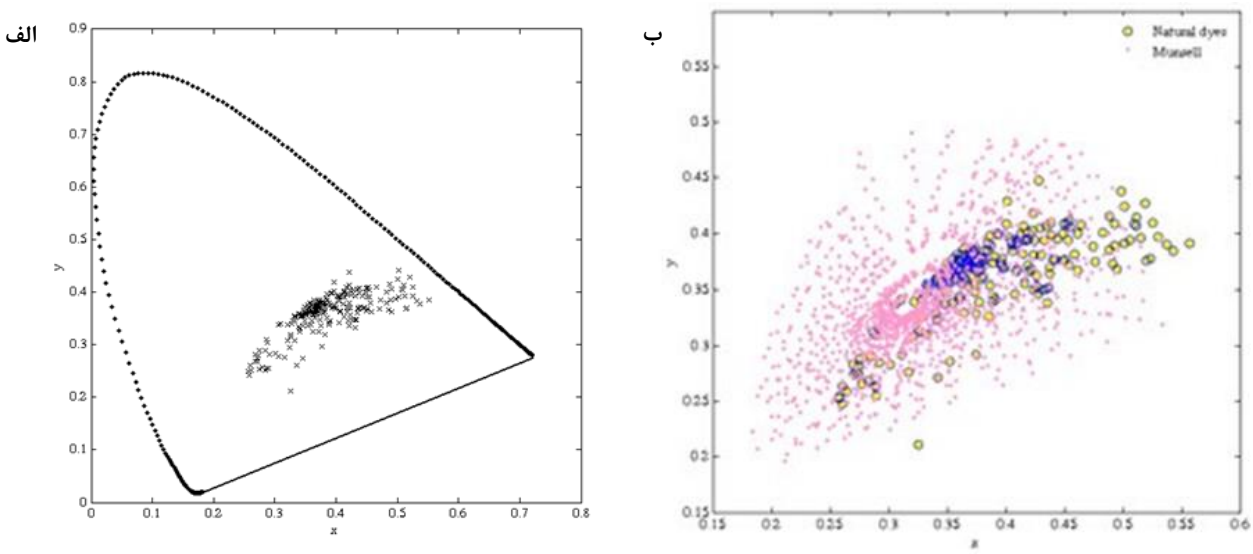
به‌منظور مقایسه رفتار طیفی و رنگی نمونه‌های پشمی رنگرزی شده با مواد رنگزای طبیعی از ۱۲۶۹ چیپس رنگی مات مانسل نیز به عنوان نمونه‌های استاندارد استفاده شد. شکل ۶ (الف) توزیع نخ‌های پشمی رنگرزی شده با مواد رنگزای طبیعی را در دیاگرام کروماتیسیتی CIExy و تحت استاندارد روشنایی D65 و مشاهده‌کننده استاندارد CIE1964 نشان می‌دهد. در شکل ۶ (ب)، مختصات کروماتیسیتی چیپس‌های رنگی مانسل در مقیاس بزرگتری از دیاگرام کروماتیسیتی CIExy و با دوایر صورتی پررنگ ارائه شده اند. همچنین به منظور مقایسه رفتار رنگی نمونه ها، نخ های پشمی رنگرزی شده با مواد رنگزای طبیعی در همان مقیاس و در یک شکل بطور هم‌زمان با چیپس‌های رنگی مانسل بصورت دوایر توخالی نشان داده شده‌اند [۲۳].

مقایسه رفتار رنگی کلاف‌های پشمی رنگرزی شده با مواد رنگزای طبیعی و چیپس‌های رنگی مانسل نشان داد که نمونه‌های طبیعی محدوده‌های کوچک‌تری از دیاگرام کروماتیسیتی را به خود اختصاص می‌دهند و در مقایسه با نمونه‌های مانسل از مقادیر خلوص کمتری برخوردار هستند. شایان ذکر است که در سری فام‌های بنفش، مواد رنگزای طبیعی با مقادیر خلوص بالاتری نسبت به نمونه‌های مانسل یافت شدند [۲۳].

[1] Principal component analysis

[2] NNMF

مقاله



شکل۶- الف) توزیع نخ‌های پشمی رنگرزی شده با مواد رنگزای طبیعی در دیاگرام کروماتیسیتی CIExy و ب) چیپس های رنگی مانسل (دوایر توپر صورتی) و نخ‌های پشمی رنگرزی شده با مواد رنگزای طبیعی (دوایر توخالی) بطور همزمان در مقیاس بزرگ شده دیاگرام کروماتیسیتی CIExy [۲۳].

جدول ۲- مقادیر واریانس تجمعی شش بردار ویژه نخست پایگاه داده های نمونه های رنگرزی شده با مواد رنگزای طبیعی و نمونه های مانسل[۲۲].

	تعداد برداروِیژه					
پایگاه داده	۱	۲	۳	۴	۵	۶
نمونه های رنگرزی شده با مواد رنگزای طبیعی	۸۰/۴۷	۹۲/۳۶	۹۷/۳۵	۹۸/۸۱	۹۹/۷۰	۹۹/۸۶
نمونه های مانسل	۷۶/۷۷	۹۲/۶۰	۹۸/۵۶	۹۹/۳۲	۹۹/۶۸	۹۹/۸۰

در بررسی رفتار طیفی نمونه‌ها، ابتدا فقدان نمونه‌های شفاف و درخشنده در کلاف‌های پشمی رنگرزی شده با مواد رنگزای طبیعی تایید گردید. کاربرد روش تحلیل اجزا اصلی و بررسی بردارهای ویژه دو فضای نمونه‌های پشمی رنگرزی شده با مواد رنگزای طبیعی و نمونه‌های مانسل بیانگر آن بود که مقادیر واریانس تجمعی بردار ویژه نخست برای نمونه‌های طبیعی بالاتر از نمونه‌های مانسل بوده است. جدول ۲ مقادیر واریانس تجمعی شش بردار ویژه نخست را برای دو پایگاه داده نمونه های رنگرزی شده با مواد رنگزای طبیعی و نمونه های مانسل نشان می‌دهد [۲۳].

همچنین با استفاده از روش فاکتورگیری غیرمنفی ماتریسی، مشخص شد که برای هر دو دسته نمونه‌های پشمی رنگرزی شده با مواد رنگزای طبیعی و چیپس‌های رنگی مانسل، توصیف طیفی نمونه‌ها در فضای سه بعدی، کاملا با فضاهای چهار، پنج و شش بعدی متفاوت است. بررسی خطاهای رنگی ناشی از فشرده‌سازی و بازسازی مجموعه داده‌های رنگی مانسل و کلاف‌های پشمی رنگرزی شده با مواد رنگزای طبیعی نشان داد که هر دو مجموعه داده در فضایی شش بعدی با خطاهای رنگی قابل اغماض، قابل توصیف هستند. ضمن آنکه در کاربرد روش تحلیل اجزا اصلی، مقادیر خطای طیفی دو مجموعه داده در استفاده از ۵ بردار ویژه در بازسازی فضای طیفی باهم برابر می‌شوند در حالیکه در کاربرد روش فاکتورگیری غیر منفی ماتریس، با کاربرد ۵ بردار، مقادیر خطای طیفی دو مجموعه داده بسیار به‌هم نزدیک هستند اما این مقدار خطا برخلاف کاربرد ۳ و ۴ بردار اصلی غیرمنفی، در کاربرد ۵ و ۶ بردار مثبت برای نمونه‌های طبیعی کمتر از نمونه‌های مانسل است [۲۳].

در بخش دیگری از تحقیق فوق ، از ۱۹۹ نمونه پشمی موجود در کاتالوگ مواد رنگزای لاناکرون[1]، لاناست[2] و لاناسول[3] محصول شرکت سیبا[4] به عنوان پایگاه داده‌های مواد رنگزای مصنوعی رایج برای رنگرزی کالای پشمی استفاده شد [۲۰]. بررسی رفتار طیفی نمونه‌ها نشان داد که فضای انعکاسی نمونه‌های پشمی رنگرزی شده با مواد رنگزای طبیعی و مصنوعی در مقایسه با فضای طیفی چیپس‌های مانسل در ابعاد کوچک‌تری قابل توصیف هستند. همچنین توزیع داده‌های رنگی مصنوعی در فضای طیفی یک بعدی از کمترین مقدار برخوردار است. در حالیکه در مقایسه داده‌های رنگی مصنوعی و چیپس‌های مانسل، نمونه‌های پشمی رنگرزی شده با مواد رنگزای طبیعی در فضای یک بعدی از جهت‌گیری بالاتری برخوردار هستند و برعکس با تغییر تعداد بردارهای ویژه از یک به سه، مقادیر واریانس تجمعی برای مجموعه

[1] Lanacron
[2] Lanaset
[3] Lanasol
[4] Ciba

مانسل بیشترین و برای مواد رنگزای مصنوعی کمترین خواهد بود. بررسی و مقایسه محدوده رنگی سه پایگاه داده نمونه‌های پشمی رنگرزی شده با مواد رنگزای طبیعی، مصنوعی و نمونه‌های مانسل نشان داد که کوچک‌ترین گاموت رنگی به مواد رنگزای طبیعی و بزرگ‌ترین محدوده نیز به چیپس‌های رنگی مانسل مربوط می‌شود. شایان ذکر است که با توجه به آماده‌سازی نمونه‌ها و مواد رنگزای طبیعی مورد استفاده در فرآیند رنگرزی، نمونه‌های پشمی رنگرزی شده با مواد رنگزای طبیعی در مقایسه با مواد رنگزای مصنوعی در نواحی سبز- آبی کمبود داشته حال آنکه در نواحی زرد- قرمز تراکم بیشتری داشته‌اند [۲۰].

در راستای یافتن منابع جدید مواد رنگزای طبیعی و بهینه سازی روش‌های فرآوری و کاربرد آنها، از گل ریواس به عنوان یک ماده رنگزای طبیعی جدید در رنگرزی الیاف پشمی استفاده شد. گل ریواس با رنگ قرمز از دیرباز در طب سنتی استفاده می‌شده است اما در تحقیق انجام شده بوسیله انصاری و همکارانش کاربرد آن به عنوان یک ماده رنگزای طبیعی مورد بررسی قرارگرفت. درتحقیق مذکور تلاش شد تا با آماده‌سازی پارچه‌های پشمی خام به کمک فناوری پلاسما، ویژگی‌های فرآیند رنگرزی نظیر جذب رنگ و ثبات رنگ بر روی لیف، بهینه‌سازی گردد. در واقع یکی از مهم‌ترین اهداف تحقیق مذکور توجه به فناوری خشک و سازگار با محیط زیست عملیات پلاسما بود که در صورت کسب نتایج مطلوب از رنگرزی پشم با ماده رنگزای طبیعی گل ریواس، امکان حذف دندانه های معدنی از فرآیند رنگرزی میسر می‌گردید[۳۲]. دندانه‌های فلزی که با هدف افزایش جذب ماده رنگزا و بهبود خواص ثباتی آن در رنگرزی الیاف پشمی با مواد رنگزای طبیعی کاربرد دارند غالبا سمی بوده و بدلیل تولید پساب‌های سمی، محیط زیست را به شدت آلوده می‌سازند [۳۳].

به‌منظور انجام عملیات رنگرزی کالای پشمی با ماده رنگزای طبیعی گل ریواس، ابتدا در طی فرآیند استخراج ماده رنگزا، پودری با کیفیت و با خلوص بالا تهیه شد. درادامه و در کاربرد فرآیند پلاسمای اکسیژن به منظور آماده‌سازی پارچه‌های پشمی، متغیرهای زمان و توان دستگاه لحاظ شدند. همچنین، در رنگرزی پارچه های پشمی، سه متغیر pH، زمان و دندانه در نظر گرفته شد. نتایج بررسی خواص رنگ‌پذیری کالای پشمی عمل شده با فرآیند پلاسمای اکسیژن بیانگر نفوذ راحت‌تر و یکنواخت‌تر رنگ درمقایسه با الیاف عمل‌آوری نشده بود. همچنین به لحاظ قدرت رنگی، نمونه های رنگرزی شده در pH= ۵ بالاترین میزان جذب رنگ را نشان دادند. ضمن آنکه پارچه پشمی عمل شده با فرآیند پلاسما و بدون استفاده از دندانه قدرت رنگی بالاتری را نسبت به پارچه پشمی خام و دندانه‌شده نشان داد. با توجه به نتایج بدست آمده در تحقیق مذکور، امکان کسب قدرت رنگی بالاتر در نتیجه کاربرد فرآیند پلاسما و درنتیجه جایگزینی آن با کاربرد دندانه‌های سمی و آلوده کننده محیط‌زیست در فرآیند رنگرزی کالای پشمی تأیید گردید [۳۲].

در تحقیق دیگری از قوزه پنبه به عنوان یک ماده رنگزای طبیعی جدید در فرآیند رنگرزی الیاف پشم عمل شده با پلاسمای اکسیژن استفاده شد. همچنین به منظور بررسی امکان جایگزینی کاربرد دندانه‌های فلزی با فرآیند زیست‌سازگار پلاسما، از بیوپلیمر ضدمیکروبی کیتوسان بر روی نمونه‌های عمل‌آوری شده با پلاسما استفاده و قابلیت رنگ‌پذیری نمونه‌ها با کالای پشمی خام و دندانه دار شده مقایسه گردید. نتایج بررسی قدرت رنگی کالای رنگرزی شده بیانگر اثر مستقیم دما و پارامترpH مابین ۷ تا ۹ بر قدرت جذب ماده رنگزای طبیعی قوزه پنبه بود. در بررسی تأثیر چهار عامل دمای فرآیند رنگرزی، غلظت دندانه (زاج سفید)، زمان عملیات پلاسما و pH بر قدرت رنگی، بیشترین و کمترین حساسیت ویژگی جذب ماده رنگزا به ترتیب برای دو فاکتور دما و غلظت دندانه مشاهده شد. به بیان دیگر، با تغییر دمای حمام رنگرزی بیشترین تغییرات در قدرت رنگی ماده رنگزای طبیعی قوزه پنبه بر روی کالای پشمی رخ خواهد داد. ضمن آنکه تانن موجود در قوزه پنبه همانند یک دندانه طبیعی عمل می‌کند بنابراین قدرت رنگی ماده رنگزای موجود کمترین حساسیت را نسبت به حضور دندانه معدنی زاج سفید نشان داده و امکان رنگرزی مطلوب کالای پشمی عمل شده با پلاسما بدون حضور دندانه معدنی وجود دارد [۳۴].

در ادامه تحقیق، اثر پوشش دهی پلیمر زیستی کیتوسان بر روی پارچه‌های پشمی خام و عمل‌شده با پلاسما در فرآیند جذب رنگ بررسی شد. نتایج نشان داد که بالاترین میزان قدرت رنگی به نمونه‌ای تعلق دارد که از پیش با فرآیند پلاسمای اکسیژن آماده‌سازی شده و سپس به محلول کیتوسان آغشته شده است. ضمن آنکه به دلیل خواص ضدمیکروبی کیتوسان، نمونه‌های مذکور بالاترین خاصیت ضدمیکروبی را در بین سایر نمونه‌های رنگرزی شده نشان دادند. نتیجه این تحقیق را می‌توان در جایگزینی دندانه‌های معدنی سمی با کاربرد عملیات آماده‌سازی بوسیله فرآیند پلاسما و پوشش‌دهی کالای پشمی با بیوپلیمر کیتوسان به عنوان فرآیندی کاملا دوست‌دار محیط‌زیست اعلام نمود [۳۴].

در تحقیق دیگری تأثیر عملیات پلاسما به همراه دندریمر پروپیلن ایمین بر قابلیت رنگپذیری الیاف پشمی با ماده رنگزای طبیعی قرمزدانه بررسی گردید. بررسی نتایج حاصل، بخوبی بیانگر اصلاحات سطحی رخ داده (بصورت آشکار شدن حفره‌های بسیار ریز زیر میکرونی) بر روی الیاف پشم در نتیجه عملیات پلاسما و دندریمر بود که منجر به افزایش خواص اصطکاک، چسبندگی، رنگ‌پذیری و ترشوندگی الیاف پشمی خواهد شد. در بررسی اثر pH بر میزان جذب ماده رنگزای قرمزدانه مشخص شد که با افزایش pH از ۴ تا ۸، میزان جذب هرسه پارچه پشمی خام و عمل شده با پلاسما و دندریمر کاهش می‌یابد و البته برای پارچه پشمی خام کمترین است. همچنین بیشترین جذب ماده رنگزا در نمونه‌های عمل شده با دندریمر مشاهده شد که به نیروی الکروستاتیک میان مولکول‌های با بار منفی ماده رنگزای طبیعی، دندریمرهای با بار مثبت و گروه‌های آمین الیاف پشمی با بار منفی نسبت داده شد. در مجموع با اعمال شرایط مختلف رنگرزی نظیر pH، دمای رنگرزی، غلظت اولیه ماده رنگزا و وزن الیاف پشمی و بررسی تأثیر هریک بر میزان جذب ماده رنگزا توسط الیاف پشمی مشخص شد که عمل نمودن کالای پشمی با پلاسما و دندریمر منجر به بهبود قابلیت رنگپذیری الیاف پشمی با ماده رنگزای طبیعی قرمزدانه می‌گردد تا حدی که می‌توان آن را به عنوان یک

مقاله

جایگزین برای نمک‌های فلزی سمی به عنوان دندانه در فرآیند رنگرزی معرفی نمود [۳۵].

۲-۳- گسترش محدوده رنگی کالای ابریشمی رنگرزی شده با مواد رنگزای طبیعی

در پژوهش دیگری تلاش شد تا با استفاده از مواد رنگزای طبیعی قابل دسترس و دندانه‌های گوناگون فلزی شیدهای متنوعی از رنگ‌ها برای الیاف ابریشم ایجاد گردد بطوریکه بتوان محدوده‌ی رنگی مواد رنگزای طبیعی را گسترش داد [۳۶]. در این پژوهش، از رنگ‌های طبیعی به تنهایی و یا از ترکیب آن‌ها برای حصول فام‌های متفاوت استفاده گردید. منابع تهیه مواد رنگزای طبیعی مورد استفاده عبارت بودند از: زردچوبه، روناس هندی، اقاقیا، اقاقیای هندی به رنگ قهوه‌ای، لاک و کلم بنفش/قرمز. همچنین به منظور افزایش ثبات رنگ برروی کالای ابریشمی، از دندانه‌های مختلفی استفاده شد. این دندانه‌ها شامل پنج نمک فلزی (سولفات پتاسیم، آلومینیوم، سولفات آهن، سولفات مس، کلرید قلع و دی‌کرومات پتاسیم) و همچنین یک دندانه طبیعی (اسید تانیک) بودند. پارچه‌های ابریشمی در طی فرآیند پیش دندانه‌دار کردن در معرض ۲ درصد دندانه طبیعی و ۵ درصد از دندانه‌های مصنوعی به مدت ۱ ساعت و در دمای $60^{\circ}C$ قرار داده شدند. درحالیکه نسبت مایع به کالا برای عملیات دندانه‌دار کردن ۳۰ به ۱ بوده است. پس از آن پارچه‌های ابریشمی دندانه‌دار شده با استفاده از مواد رنگزای طبیعی استخراج شده در آزمایشگاه رنگرزی شدند. به منظور حصول فام تک‌رنگ، رنگرزی پارچه ابریشمی با مواد رنگزای طبیعی در نسبت مایع به کالا ۲۵ به ۱، به مدت ۱ساعت و در دمای $60^{\circ}C$ انجام شد. به‌منظور حصول فام‌های ترکیبی، پارچه ابریشمی رنگ شده مجددا با ماده رنگزای طبیعی دیگری، رنگرزی گردید. در پایان مشخصه‌های رنگی نمونه‌ها، اندازه‌گیری و مقایسه شدند. بررسی‌ها نشان داد نمونه‌های ابریشمی رنگرزی شده با زردچوبه در معرض کلرید قلع روشن‌تر هستند. درحالیکه دندانه زاج سفید منجر به ایجاد زردهای درخشان‌تر می‌شود. علاوه برآن، کاربرد دندانه سولفات آهن منجر به ایجاد زردهای تیره‌تر و مات‌تر برکالای پشمی می‌گردد. در رنگرزی کالای ابریشمی با روناس، مشخص شد که پارچه‌های دندانه‌دار شده با سولفات آهن از مقادیر روشنایی کمتری برخوردار بودند در حالیکه استفاده از دندانه‌های کلرید قلع، سولفات آهن، زاج سفید و دی کرومات پتاسیم منجر به تولید قرمزهای روشن‌تری شدندکه بالاترین روشنایی را هم کلرید قلع فراهم ساخته است. از سوی دیگر بررسی ثبات‌های رنگی نظیر ثبات نوری (با استفاده از مقیاس آبی پشمی) و ثبات‌های شستشویی و سایشی (با استفاده از مقیاس خاکستری) کالای ابریشمی رنگرزی شده با مواد رنگزای طبیعی بررسی گردید. نتایج نشان داد که ثبات شستشویی نمونه‌ها، با درجات بین ۲ تا ۳ و ۳ تا ۴ برای پارچه‌های ابریشمی دندانه‌دارشده با زاج سفید، سولفات مس و کلرید قلع بدست می‌آید در حالیکه دندانه‌دار کردن با سولفات آهن و دی‌کرومات پتاسیم منجر به درجات ثباتی بالاتر ۳ تا ۴ می‌شود. همچنین ثبات سایشی خشک برای تمام نمونه‌های ابریشمی دندانه‌دار شده با نمک‌های فلزی بهتر از ثبات سایشی مرطوب آن‌ها گزارش گردید. ضمن آنکه ثبات نوری پارچه‌های ابریشمی رنگرزی شده با زردچوبه و اقاقیا هندی قهوه‌ای رنگ، با استفاده از دندانه‌های مختلف در محدوده ۳ تا ۵ و ۶ بدست آمد. نمونه‌های رنگرزی‌شده با مواد رنگزای ترکیبی با این مقدار، ثبات مشابهی نشان می‌دهند، بطوری‌که برای ابریشم رنگرزی شده با روناس و لاک و ترکیبات مختلف آن‌ها، ثبات نوری در محدوده ۶ تا ۷ و ۷ تا ۸ بدست آمد که بسیار عالی بوده است [۳۶].

در پایان از آنجا که سولفات آهن و زاج سفید، به عنوان ایمن‌ترین دندانه‌ها دربین دندانه‌های انتخابی معرفی شدند، محدوده رنگی بدست آمده برای مواد رنگزای طبیعی نظیر زردچوبه، روناس، اقاقیا هندی قهوه‌ای رنگ، لاک و کلم بنفش/ قرمز برای این دو دندانه بررسی گردید. نتایج نشان دهنده آن بود که تقریبا محدوده رنگی کاملی از این نوع رنگرزی و کاربرد این دو دندانه حاصل خواهد شد. ضمن آنکه بررسی ثبت‌های شستشویی، سایشی خشک و تر و ثبات نوری نمونه‌ها درجاتی بین متوسط تا خوب را به‌طور کلی نشان داد [۳۶].

تحقیق دیگری با هدف کاربرد مواد رنگزای طبیعی گیاهی جهت رنگرزی پارچه‌های ابریشمی سفیدگری شده انجام شد. مراحل انجام این تحقیق عبارت بودند از: استخراج ماده رنگزای گیاهی[۲۱]، دندانه‌دار کردن و رنگرزی. در این تحقیق از گیاهان بومی منطقه نظیر برگهای اکالیپتوس، چوب قرمز آفریقایی، گل حنا و یک نوع ترشک بومی (معروف به موک موکو[1]) به عنوان مواد رنگزای طبیعی استفاده شد. همچنین نمک‌های فلزی مختلف نظیر سولفات آهن، سولفات آلومینیم و کلرید قلع در فرآیندهای مختلف دندانه‌دارکردن (پیش‌دندانه، دندانه همزمان و دندانه‌دارکردن پس از فرآیند رنگرزی) به کاربرده شدند. درپایان قدرت رنگ سطحی نمونه‌های رنگرزی شده در طول موج بیشینه جذب مواد رنگزای طبیعی به کار برده شده از روی انعکاس سطحی نمونه‌های رنگرزی شده بدست آمد و ثبات‌های شستشویی، سایشی خشک و تر بررسی گردیدند. نتایج تحقیق مذکور نشان داد که بیشترین قدرت رنگی مربوط به نمونه‌های رنگرزی شده در شرایط دندانه‌دارکردن همزمان بوده است. همچنین ثبات شستشویی نمونه‌ها برای همه دندانه‌ها تحت شرایط دندانه‌دارکردن همزمان، عالی بوده است. این نتیجه در مورد ثبات سایشی برای تقریبا همه شرایط دندانه‌دار کردن کالای ابریشمی سفیدگری شده بدست آمد [۳۷].

۳- نتیجه گیری

نتایج حاصل از تحقیقات انجام شده در خصوص تغییرات محدوده رنگی کالای پنبه ای رنگرزی شده با مواد رنگزای طبیعی در مقایسه بامواد رنگزای مصنوعی نشان داد که اگرچه محدوده رنگی حاصل از رنگرزی الیاف پنبه‌ای با مواد رنگزای طبیعی و نخ‌های رنگی حاصل از مخلوط الیاف رنگرزی شده پنبه ای، محدوده بزرگی در گاموت رنگی را به خود اختصاص می دهند اما این محدوده در مقایسه با گاموت رنگی حاصل از

[1] Mokmoko

نخ‌های رنگرزی شده با مواد رنگزای راکتیو بسیار کوچک است. همچنین نمونه‌های حاصل از کاربرد مواد رنگزای طبیعی در مقایسه با مواد رنگزای راکتیو مصنوعی مات تر و کدرتر بوده و از مقادیر خلوص کمتری برخوردار بودند.

در بخش مقایسه رفتار طیفی و رنگی نمونه‌های پشمی رنگرزی شده با مواد رنگزای طبیعی، مصنوعی و چیپس‌های رنگی مات مانسل به عنوان نمونه‌های استاندارد مشخص شد که نمونه‌های طبیعی محدوده‌های کوچکتری از دیاگرام کروماتیسیتی را به خود اختصاص می‌دهند و در مقایسه با نمونه‌های مانسل بجز سری فام‌های بنفش از مقادیر خلوص کمتری برخوردار هستند. همچنین نمونه‌های پشمی رنگرزی شده با مواد رنگزای طبیعی در مقایسه با مواد رنگزای مصنوعی در نواحی سبز- آبی کمبود دارند اما در نواحی زرد- قرمز دارای تراکم بیشتری هستند. از طرف دیگر نتایج بررسی خواص رنگ‌پذیری کالای پشمی عمل شده با فرآیند پلاسمای اکسیژن با استفاده از مواد رنگزای طبیعی مختلف (گل ریواس، قوزه پنبه و قرمزدانه) بیانگر نفوذ راحت‌تر و یکنواخت‌تر ماده رنگزا درمقایسه با الیاف خام بود. همچنین پارچه پشمی عمل شده با فرآیند پلاسما و بدون استفاده از دندانه قدرت رنگی بالاتری را نسبت به پارچه پشمی خام و دندانه شده نشان داد. با توجه به نتایج بدست آمده، امکان کسب قدرت رنگی بالاتر در نتیجه کاربرد فرآیند پلاسما و در نهایت امکان جایگزینی آن با کاربرد دندانه‌های سمی و آلوده‌کننده محیط زیست در فرآیند رنگرزی کالای پشمی تأیید گردید.

در بخش افزایش گستره محدوده رنگی کالای ابریشمی با کاربرد دندانه های فلزی و مواد رنگزای طبیعی مختلف با شیدهای متفاوت مشخص شد که کاربرد دندانه های مختلف منجر به کسب خواص روشنایی و درخشش متفاوتی می گردد. همچنین بررسی ثبات‌های نوری، شستشویی و سایشی نمونه‌ها بیانگر کسب درجاتی بین متوسط تا خوب را نشان داد.

۴- مراجع

۱. امین الدین حاجی،"مروری بر روش‌ها وفناوری‌های بهبود جذب و ثبات مواد رنگزای طبیعی بر روی الیاف پنبه"، مجله علمی-ترویجی مطالعات در دنیای رنگ، ۷، ۴۴-۳۳، **۱۳۹۶**.

2. N. Ohta, A. R. Robertson,"*Colorimetry Fundamentals and Applications*", England, John Wiley & Sons Ltd, **2005**.

3. R. Tilley, "*Color and Optical Properties of Materials*", 2nd Ed ,Wiley, United Kingdom, **2011**.

4. K. Nassau," *Color for Science, Art and Technology*", Netherlands, Elsevier Sience B.V., **1998**.

5. M.D. Fairchild, "*Color Appearance Models*", 2nd Ed, England, John Wiley & Sons Ltd, **2005**.

6. R. McDonald, " *Color Physics for Industry* ",2nd Ed, England, Society of Dyers and Colourists, **1997**.

7. G. A. Klein, "*Industrial Color Physics*", New York, Springer, **2010**.

۸. ر. جعفری، "سفیدی: تعاریف، مفاهیم و اندیس ها"، مجله علمی-ترویجی مطالعات در دنیای رنگ، ۴، ۵۶-۴۹، **۱۳۹۳**.

۹. ر. جعفری، م. شاه محمدی، "بررسی جایگاه رنگ سفید در فرهنگ، ادبیات و مفاهیم قرآنی"، اولین کنفرانس بین المللی مطالعات اجتماعی فرهنگی و پژوهش دینی- غدیر، رشت، **۱۳۹۵**.

۱۰. ر. جعفری، "مروری بر مطالعات انجام شده در خصوص سیاهی"، مجله علمی-ترویجی مطالعات در دنیای رنگ، ۴، ۳۲-۲۱، **۱۳۹۳**.

11. https://en.wikipedia.org/wiki/Munsell_color_system.

12. http://www.mat.univie.ac.at/~kriegl/Skripten/CG/node9.htm.

۱۳. س. ح. امیر شاهی، ف. آگهیان، "فیزیک رنگ محاسباتی"، اصفهان، انتشارات ارکان دانش، **۱۳۸۶**.

14. http://www.pinsdaddy.com/blog-de-antonio-fern-amp-225ndez_5l24JSH5GhPKb31f*f*hyIMxMi0KnJZaBGGgk6vlPLg/Tna2g8nuWLcPbsMODdjqfdzGOStI3Q80TxhwMhAw4oSvKpJXR9RLrWMBCWNAsKiyxgNGEW0zsgY7aGg0BtpEtA.

۱۵. ب. احمدی، "شیمی نساجی"، جلد اول، نشر کتب علمی فائد با سرمایه شرکت صنایع اراک، **۱۳۶۴**.

۱۶. م. ه. سیداصفهانی، "تکمیل کالای نساجی"، جلد اول، مؤلف با همکاری دانشکده صنایع نساجی دانشگاه صنعتی امیرکبیر و با مساعدت سندیکای صنایع نساجی پنبه ای و الیاف مصنوعی ایران، **۱۳۶۴**.

۱۷. ع. مرادی،"شیمی الیاف طبیعی"،جزوه شیمی الیاف طبیعی،دانشکده نساجی، انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان، **۱۳۷۹**.

18. E. P. G. Gohl, L. D. Vilensky, "*Textile Science, An explanation of fibre properties*", 2nd Ed, Longman Cheshire, **1981.**

19. M. L. Gulrajani, R.C. Sirvastava, M. Goel, "Color gamut of natural dyes on cotton yarns", Int. J. Cloth. Sci. Tech. 28, 558-569, **2016**.

۲۰. س. قانعان، "توابع پایه رنگهای طبیعی خامه قالی ایران"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، **۱۳۸۵**.

21. A. K. Samanta, A. Konar, "Dyeing of Textiles with Natural Dyes", Indian. J. Fiber. Text. 34, 384-399, **2009**.

22. L. G.W Taylor, *"Natural dyes in textile applications", Rev. Prog. Color (coloration Technology journal)*, 16, 61-153, ***1986***.

23. M. Ghanbar Afjeh, S. Ghanean, F. Mazaheri, "Colorimetric and Spectral Properties of Natural Colorants Used in Handmade Traditional Persian Carpets", J. Text. Polym. 1, 98-104, **2013**.

24. D. Y. Tzeng, R.S. Berns, "A Review of Principal Component Analysis and its Applications to Color Technology", Color. Res. Appl. 30, 84-98, **2005**.

25. H. S. Fairman, M.H. Brill, "The principal components of reflectances", Color. Res. Appl. 29, 104-110, **2004**.

26. A. K. Romney, T. Indow,"Munsell reflectance spectra represented in three dimensional Euclidean space ", Color. Res. Appl. 28, 182-196, **2003**.

27. D. D. Lee, H. S. Seung,"Learning the parts of objects by non-negative matrix factorization", Nature. 401, 788-791, **1999**.

28. P.O. Hoyer, "Non-negative matrix factorization with sparseness constraints", J. Mach. Learn. Res. 5, 1457-1469, **2004**.

29. S. Farajikhah, S. H. Amirshahi, " Initialization of nonnegative matrix factorization by Gaussian primaries for reconstruction of spectral data", Opt. Rev. 19, 294-305, **2012**.

مقاله

۳۰. س. میرنژاد، س. صفاپور ، م. صادقی کیاخانی ،"مروری بر خواص و کاربردهای رنگ طبیعی قرمزدانه در صنایع مختلف"، مجله علمی- ترویجی مطالعات در دنیای رنگ ،۴، ۴۶-۴۴، **۱۳۹۴**.

۳۱. م. دودانگه، ک. قرنجیک،"بهینه سازی شرایط رنگرزی الیاف پشم با مواد رنگزای روناس و دندانه آلومینیم سولفات بر اساس آزمایش های تاگوچی"، مجله علمی - ترویجی علوم وفناوری نساجی،۳ ،۱۶۳-۱۶۱، **۱۳۹۱**

۳۲. ب. انصاری، م. خواجه‌مهریزی، ا. حاجی،"رنگرزی کالای پشمی آماده‌سازی شده به کمک پلاسمای اکسیژن با رنگزای طبیعی گل ریواس"، مجله علمی پژوهشی علوم و فناوری رنگ، ۹ ،۱۴۳-۱۳۵، **۱۳۹۴**

33. S. Agrawal, S. Singh, S. Verma, S. Kumar, "Antifungal activity of anthraquinone derivatives from Rheum emodi", J. Ethnopharmacol. 72, 43-46, **2000**.

34. A. Haji, M. Khajeh Mehrizi, J. Sharifzadeh, "Dying of wool with aqueous extract of cotton pods improved by plasma treatment and chitosan: optimization using response surface methodology", Fiber Polym. 17, 1480-14488, **2016**.

35. T. Sajed, A. Haji, M. Khajeh Mehrizi, M. Nasiri Boroumand, "Modification of wool protein fiber with plasma and dendrimer: Effects on dyeing with cochineal", Int. J. Biol. Macromol. 107, 642-653, **2018**.

36. P. B. Tayade, R. V. Adivarekar, "Colour gamut with easy sources of natural dyes", Int. J. Cloth. Sci. Tech. 28, 558-569, **2016**.

37. R. Jihad, "Dyeing of Silk Using Natural Dyes Extracted From Local Plants", Int. J. Sci. Eng. Res. 5, 809-818, **2014**.