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

available online @ www.jcst.icrc.ac.ir
Journal of Color Science and Technology, 18, 1(2024), 1-9
Article type: Research article
Open access

نشریه علمی علوم و فناوری رنگ
Journal of Color Science and Technology
www.jcst.icrc.ac.ir

Extraction and Study of the Use of Oleaster Fruit Waste as Natural Mordant in Dyeing of Wool Yarns

Mozhgan Hosseinnezhad[*1], Kamaladin Gharanjig[1], Shahid Adeel[2], Alireza Mahmoudi Nahavandi[3]
1- Department of Organic Colorants, Institute for Color Science and Technology, Tehran, P.O. Box: 16765-654, Iran
2- Department of Chemistry, Government College University Faisalabad, Faisalabad 38000, Pakistan
3- Department of Color Imaging and Color Image Processing, Institute for Color Science and Technology, P.O. Box: 16765-654, Iran

ARTICLE INFO

Article history:
Received: 20-12-2023
Accepted: 23-01-2024
Available online: 11-03-2024
Print ISSN: 1735-8779
Online ISSN: 2383-2169

DOR: 20.1001.1.17358779.1402.18.1.1.3

Keywords:
Dyeing
Oleaster
Wool
Natural mordant
Extraction

ABSTRACT

Introducing new uses for agricultural waste is important to prevent environmental pollution and reduce waste disposal costs. The oleaster, often called the Russian olive, has culinary and medicinal applications, but its byproducts (seeds and peel) are frequently thrown away. Oleaster and its components are tannin-rich and can be used as mordants in dyeing. The extraction process was carried out in the presence of ethanol and was evaluated by analytical methods (FTIR and DSC). The percentage of phenolic compounds in peel and seed of oleaster fruit was obtained by the TPC method at 81.2 and 45.5 mg/ml, respectively, which indicates the possibility of using these extracts as mordants. Dyeing was done using Reseda extract on wool yarns. Alum was utilized as a low-risk mineral mordant with a concentration of 5% to evaluate natural mordants' effectiveness. The dyeing method with a 40% concentration of Oleaster peel and reseda extract yields the greatest K/S (19.47). Finally, the dyed samples were evaluated regarding color and fastness properties.

***Corresponding author: * Hosseinnezhad-mo@icrc.ac.ir**

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

نشریه علمی علوم و فناوری رنگ
Journal of Color Science and Technology
www.jcst.icrc.ac.ir

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
پژوهشگاه رنگ

دسترسی آنلاین: www.jcst.icrc.ac.ir
نشریه علمی علوم و فناوری رنگ/ ۱۸، (۱۴۰۳)۱، ۹-۱
نوع مقاله: پژوهشی
دسترسی آزاد

استخراج و مطالعه کاربرد ضایعات میوه سنجد به‌عنوان دندانه طبیعی در رنگرزی الیاف پشم

مژگان حسین‌نژاد[1*]، کمال‌الدین قرنجیگ[2]، شهید عدیل[3]، علیرضا محمودی نهاوندی[4]

۱ـ دانشیار، گروه پژوهشی مواد رنگزای آلی، پژوهشگاه رنگ، تهران، ایران، صندوق پستی: ۶۵۴-۱۶۷۶۵۴
۲ـ استاد، گروه پژوهشی مواد رنگزای آلی، پژوهشگاه رنگ، تهران، ایران، صندوق پستی: ۶۵۴-۱۶۷۶۵۴
۳ـ دانشیار، دانشکده شیمی، دانشگاه دولتی فیصل‌آباد، لاهور، پاکستان، صندوق پستی: ۳۸۰۰۰
۴ـ استادیار، گروه پژوهشی پردازش رنگ و تصویر، پژوهشگاه رنگ، تهران، ایران، صندوق پستی: ۶۵۴-۱۶۷۶۵۴

اطلاعات مقاله

تاریخچه مقاله:
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۹/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۳
در دسترس به صورت الکترونیکی: ۱۴۰۲/۱۲/۲۱
شاپا چاپی: ۸۷۷۹-۱۷۳۵
شاپا الکترونیکی: ۲۱۶۹-۲۳۸۳

DOR: 20.1001.1.17358779.1402.18.1.1.3

واژه‌های کلیدی:
رنگرزی
سنجد
پشم
دندانه طبیعی
استخراج

چکیده

امروزه معرفی کاربردهای جدید از ضایعات کشاورزی، به دلیل جلوگیری از آلایندگی محیط‌زیست و کاهش هزینه‌های ناشی از دفع پسماند دارای اهمیت است. سنجد با نام زیتون روسی، کاربردهای غذایی و دارویی داشته اما ضایعات آن، مانند پوست و دانه اغلب دورریز است. سنجد و اجزای آن دارای تانن بوده که می‌تواند به عنوان دندانه در فرایند رنگرزی مورد استفاده قرار گیرد. فرایند عصاره‌گیری در حضور حلال اتانل انجام شد و با روش‌های دستگاهی (FTIR و DSC) مورد ارزیابی قرار گرفت. درصد ترکیبات فنلی در پوست و دانه میوه سنجد با روش TPC به ترتیب ۸۱,۲ mg/ml و ۴۵,۵ به دست آمد که نشان دهنده امکان استفاده از این عصاره‌ها به عنوان دندانه است. رنگرزی با استفاده از عصاره اسپرک بر روی نخ‌های پشم انجام شد. برای مقایسه عملکرد دندانه‌های طبیعی، آلوم به‌عنوان دندانه معدنی کم خطر با غلظت ۵ درصد استفاده شد. کاربرد غلظت ۴۰ درصد از عصاره پوست سنجد و اسپرک در فرایند رنگرزی، سبب کسب بالاترین قدرت رنگی (K/S) (۱۹,۴۷) می‌شود. در نهایت نمونه های رنگرزی شده از نظر ویژگی‌های رنگی و ثباتی با استفاده از استانداردهای ایزو مورد بررسی قرار گرفتند.

***Corresponding author: * Hosseinnezhad-mo@icrc.ac.ir**

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

۱ـ مقدمه

مواد رنگزای طبیعی غیرسمی و دوست‌دار محیط‌زیست، برای جایگزینی مواد رنگزای مصنوعی در رنگرزی منسوجات محبوبیت زیادی پیدا کرده‌اند. تحقیقات نشان داده است که مواد رنگزای طبیعی به دلیل ارزش اقتصادی بالا و اثربخشی حذف ضایعات می‌توانند در مقیاس وسیع برای رنگرزی و تکمیل پارچه مورد استفاده قرار گیرند (۱). وجود ترکیبات گیاهی فعال زیستی در بیشتر مواد رنگزای طبیعی می‌تواند برای تولید الیاف و پارچه‌های زیست فعال با ویژگی‌هایی مانند ضد اکسیدشوندگی، ضدمیکروبی و ضد قارچ استفاده شود علاوه بر آن که فام‌های تهیه شده از مواد رنگزای طبیعی منحصر به فرد است (۲). با وجود مزایای مثبت، مواد رنگزای طبیعی دارای معایبی مانند ثبات رنگ ضعیف و محدوده فامی باریک برای رنگرزی منسوجات هستند. نمک‌های فلزی به طور سنتی تحت عنوان دندانه، برای افزایش میل ترکیبی مواد رنگزا به منسوجات استفاده می‌شوند. با این وجود دندانه‌های فلزی می‌توانند، فام نهایی الیاف را تیره، روشن و یا به شدت تغییر دهند و با تخلیه یون‌های فلزات سنگین در پساب رنگرزی، اثرات مضری بر محیط‌زیست داشته باشد. بنابراین جایگزینی یون‌های فلزی سنتی با مواد طبیعی (دندانه‌های طبیعی) یک رویکرد مهم و نوین در مطالعات رنگرزی می‌باشد (۳، ۴).

جبار و همکارانش از روش ماکروویو برای رنگرزی الیاف پنبه و پشم با استفاده از عصاره Bridelia ferruginea به عنوان ماده رنگزای طبیعی و دندانه معدنی آلوم و دندانه طبیعی حنا، استفاده نمودند. نتایج نشان داد که الیاف رنگرزی شده دارای فام‌های مختلف زرد بوده که در حضور دندانه‌های طبیعی و معدنی با غلظت‌های مختلف ایجاد می‌شود. بهترین برداشت رنگی و خواص ثباتی در روش دندانه بعد به دست آمد (۵). رانی و همکارانش با استفاده از عصاره Carica .Papaya L و دندانه‌های معدنی و طبیعی، فام‌های متنوعی را بر روی الیاف پشم ایجاد نمودند. برای این منظور از دندانه آلوم و مس به عنوان دندانه معدنی و عصاره پوست پرتقال، پوست انار و هاردا[1] به عنوان دندانه طبیعی استفاده شد و یک پالت رنگی کامل به دست آمد. نتایج نشان داد که تمام نمونه‌های رنگرزی شده دارای خواص ثباتی (شستشویی و نوری) عالی هستند (۶). عصاره دانه خرما به‌عنوان دندانه طبیعی، برای رنگرزی الیاف پشم و بررسی فام و خواص ضد باکتریایی آن انتخاب شد. در این تحقیق از عصاره زینیان[2] به عنوان یک ماده رنگزای طبیعی استفاده شد و نتایج نشان داد که در حضور زینیان و عصاره دانه خرما، خاصیت پایداری به طور قابل توجهی افزایش می‌یابد (۷). بررسی نویسندگان نشان می‌دهد که چند مطالعه محدود در خصوص کاربرد دندانه‌های معدنی طبیعی انجام شده است. حسین‌نژاد و همکارانش از عصاره کدو تنبل به‌عنوان منبع طبیعی مس در رنگرزی الیاف پشم استفاده کردند. مقایسه اثر این ماده طبیعی از نظر فام و پایداری با نمک مس انجام شد. نتایج نشان داد که فام و ثبات نمونه‌های رنگرزی شده در حضور ۲۵ درصد عصاره کدو تنبل مشابه ۵ درصد سولفات مس است. در نتیجه عصاره کدو تنبل می‌تواند جایگزین نمک فلز مس با عملکرد مناسب و رقابتی باشد (۸). رویکرد جدید برای کاهش آلایندگی محیط‌زیست، استفاده از ضایعات کشاورزی در صنایع مختلف و ایجاد ارزش افزوده است. برای این منظور می‌توان از ضایعات کشاورزی در فرایند رنگرزی به عنوان دندانه و یا ماده رنگزا بهره برد.

هدف اصلی این تحقیق استفاده از ضایعات کشاورزی در فرایند رنگرزی برای کاهش آلودگی محیط‌زیست است. برای ایجاد فام زرد بر روی نخ‌های پشم از عصاره اسپرک استفاده شد و اثر استفاده از پوست و دانه سنجد به عنوان دندانه طبیعی مورد ارزیابی قرار گرفت. آلوم به عنوان یک دندانه معدنی کم‌خطر برای مقایسه نتایج به عنوان یک دندانه شاهد انتخاب شد. برای دندانه دادن از روش دندانه هم‌زمان استفاده شد. الیاف رنگرزی شده از نظر میزان برداشت رنگی مورد بررسی قرار گرفتند و خواص ثباتی آن‌ها با استفاده از استانداردهای ISO مطالعه شدند.

۲ـ بخش تجربی

۲ـ۱ـ مواد

حلال اتانل از شرکت مرک تهیه شده و بدون خالص‌سازی برای استخراج مورد استفاده قرار گرفت. آلوم به عنوان دندانه معدنی به‌صورت تجارتی از بازار تهیه و بدون خالص‌سازی مورد بهره‌برداری قرار گرفت. اسپرک و سنجد به ترتیب از شهر یزد و تهران خریداری گردید. میوه سنجد مورد استفاده با نام علمی Elaeagnus angustifolia مربوط به برداشت سال ۱۴۰۱ شمسی از استان سمنان منطقه بسطام بود. اسپرک با نام علمی Reseda lutea از کشور پاکستان تهیه گردید.

۲ـ۲ـ تجهیزات

مختصات رنگ و پایداری نوری نخ‌های رنگرزی شده به ترتیب با استفاده از طیف‌سنجی انعکاسی Gretag Macbeth 7000A و Xeno-test مورد بررسی قرار گرفت. ثبات نوری، شستشویی و سایشی به ترتیب با استانداردهای ISO 105-B02:2014(en)، ISO 105-C10 (en)2006 و ISO105-X12 2016 مورد ارزیابی قرار گرفتند. گروه‌های عاملی با روش طیف‌سنجی FTIR و با استفاده از دستگاه Nicolet 470/670/870 مورد مطالعه قرار گرفتند. آنالیز حرارتی (DSC) نمونه‌های استخراج شده با استفاده از دستگاه Differential Scanning Calorimeter 2010 TA Instruments انجام شد.

1- Harda
2- Zenian

۲ـ۳ـ استخراج ماده رنگزا و دندانه

استخراج ماده رنگزا از اسپرک آسیاب شده (۱۲۰ گرم) با اتانل: آب (۱:۱) در pH خنثی و طی دو مرحله انجام شد. ابتدا اسپرک با امواج فراصوت (قدرت ۱۰ کیلووات) در فرکانس ۱۸۰ هرتز به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد عمل‌آوری شده و سپس مخلوط استخراج شده به مدت ۱ ساعت در انکوباتور شیکر در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و صاف گردید. فرایند استخراج در همان شرایط تکرار گردید. برای حذف اتانل، کل مخلوط صاف شده و با استفاده از روتاری تحت خلاء، تغلیظ گردید (۹). عصاره تغلیظ شده برای رنگرزی نخ‌های پشمی مورد استفاده قرار گرفت. استخراج عصاره از پوست و دانه سنجد، در یک مرحله و در حلال اتانل انجام شد. برای این منظور، ۳۰ گرم از پوست یا دانه سنجد آسیاب شده در ۱۰۰ میلی‌لیتر اتانل مخلوط شده و به مدت ۱۲ ساعت در انکوباتور شیکر در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و در پایان، صاف گردید. مایع حاصل از صاف کردن، با استفاده از روتاری تغلیظ گردید و در فرایند دندانه دادن مورد استفاده قرار گرفت.

۲ـ۴ـ تعیین محتوای کلی فنلی (روش TPC)

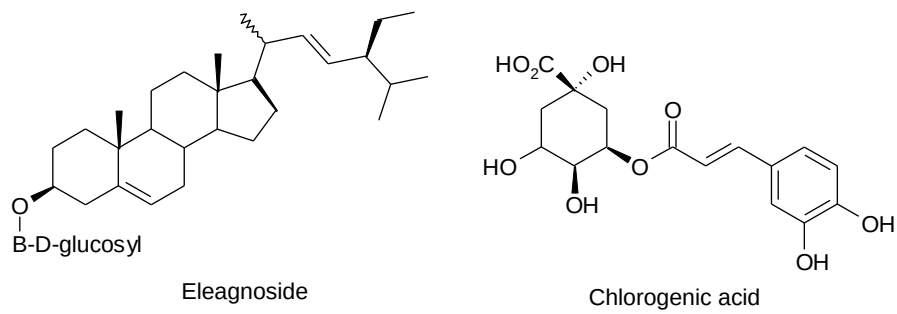
مقدار ۰٫۱ میلی لیتر از عصاره پوست یا دانه سنجد با ۲ میلی لیتر از محلول Na_2CO_3 با غلظت ۲ درصد مخلوط شده و به مدت ۲ دقیقه در دمای اتاق نگهداری گردید. ۰٫۱ میلی‌لیتر از معرف فنلی Folin-Ciocalteau با غلظت ۵۰ درصد به آن اضافه و کاملا مخلوط شد. پس از آن مخلوط تهیه شده به مدت ۳۰ دقیقه در تاریکی هم‌زده شد، جذب محلول در طول موج ۷۲۰ نانومتر با استفاده از طیف‌سنج اندازه‌گیری گردید. برای کالیبره کردن نمودار از غلظت‌های مختلف کوئرستین (mM) به عنوان استاندارد، استفاده شد. در نهایت محتوای کلی فنلی بر حسب واحد mM/mg برای هر نمونه از عصاره (mg) به دست آمد.

۲ـ۵ـ دندانه دادن و رنگرزی نخ‌های پشمی

برای از بین بردن چربی‌ها و ناخالصی‌های ناخواسته روی پشم، شستشو در محلول صابون غیریونی در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰ دقیقه مورد استفاده قرار گرفت. فرآیند دندانه دادن با روش دندانه هم‌زمان و با استفاده از دندانه معدنی با غلظت ۵ درصد و دندانه طبیعی با غلظت‌های ۱۰، ۲۰ و ۴۰ درصد انجام شد. غلظت مواد رنگزا در فرایند رنگرزی ۵، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ درصد بود. روند فرایند رنگرزی به این صورت بود که عصاره دندانه، ماده رنگزا و کالای پشمی به حمام رنگرزی اضافه و به مدت ۱۵ دقیقه در دمای محیط هم‌زده شد. سپس دمای حمام به مدت ۳۰ دقیقه تا دمای جوش افزایش یافت و هم‌زدن به مدت ۶۰ دقیقه در دمای جوش ادامه یافت. مخلوط رنگرزی تا دمای محیط سرد شده و الیاف آبکشی گردید. الیاف رنگرزی شده از نظر برداشت رنگی و خواص ثباتی با استفاده از استانداردهای ISO، مورد ارزیابی قرار گرفت.

۳ـ نتایج و بحث

سنجد با نام علمی .Elaeagnus angustifolia L متعلق به خانواده Elaeagncea بوده که با نام زیتون روسی و یا زیتون وحشی نیز از آن یاد می‌شود. درخت سنجد در سراسر جهان و بیشتر در مناطق گرمسیری وجود دارد و در ایران در استان سمنان به وفور وجود دارد. مهم‌ترین گروه‌های شیمیایی با ساختار فنلی این میوه E. angustifolia .L است که در حدود ۱۰۰-۷۰ میلی‌گرم در هر ۱۰۰ گرم از میوه خشک یافت می‌شود (۱۰). عصاره‌های آبی و غیرآبی E. angustifolia حاوی ترکیبات مختلفی مانند فلاونوئیدها و آلکالوئیدها، قندهای ساده و استرول‌های پیچیده هستند. این ترکیبات در گیاهان نیز نقش‌های متفاوتی دارند. برای عنوان مثال، آن‌ها نقش عمده‌ای در تنظیم رشد گیاه دارند اما تعیین مقدار دقیق فلاونوئیدها در هر گیاه مسئله دشواری است. مطالعات اخیر نشان داد که موقعیت جغرافیایی ممکن است بر کمیت و کیفیت فلاونوئیدها تأثیر بگذارد. دو ساختار شیمیایی شناخته شده از سنجد در شکل ۱ نشان داده شده است (۱۱).



Eleagnoside Chlorogenic acid

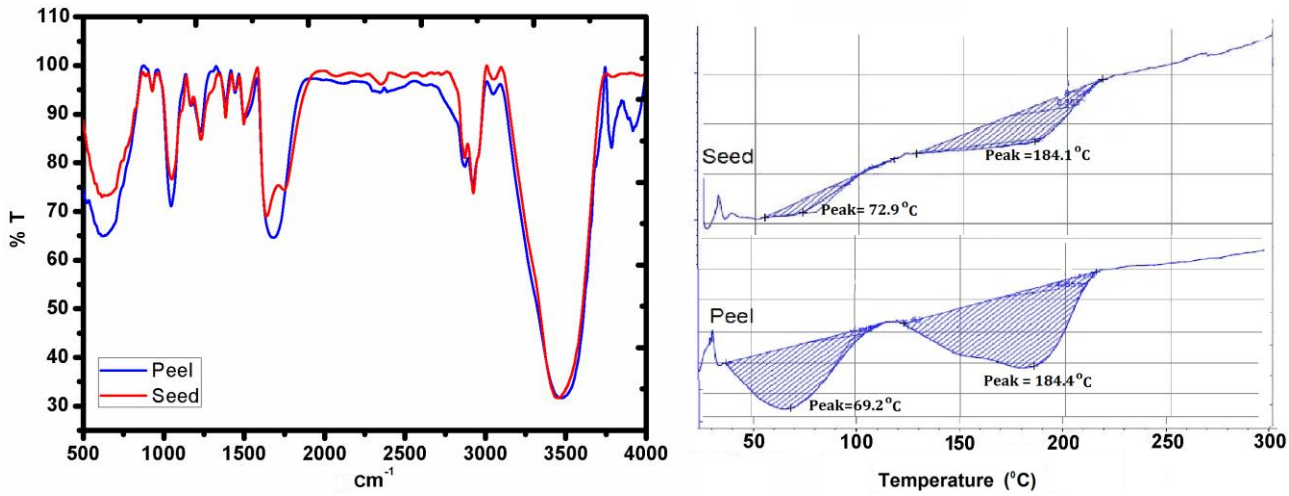
شکل ۱: دو ساختار شیمیایی موجود در سنجد (۱۱).

Figure 1: Two chemical structures in Oleaster (11).

در این پژوهش از سنجد تهیه شده از منطقه بسطام استان سمنان در ایران، که با نام سنجد بسطام نیز شناخته می‌شود، استفاده شد. این سنجد یکی از بهترین ارقام سنجد ایرانی است. پس از تمیز کردن سنجدها، اجزای مختلف آن از جمله پوست، گوشت و دانه از یکدیگر جدا شدند. پوست و دانه سنجد آسیاب شد و به روش حلالی، تحت فرایند استخراج قرار گرفت. عصاره به دست آمده به عنوان دندانه طبیعی در رنگرزی نخ‌های پشمی استفاده شد. درصد کل اجزای فنلی در هر نمونه با روش TPC مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که درصد ترکیبات فنلی در پوست و دانه میوه سنجد به ترتیب ۸۱,۲ mg/ml و ۴۵,۵ است. استفاده از پوست و دانه میوه به عنوان بخش دور ریختنی، می‌تواند سبب ایجاد ارزش افزوده و کاهش ضایعات و حفظ محیط‌زیست باشد. عصاره‌های تهیه شده با استفاده آزمون‌های FTIR و DSC مورد ارزیابی قرار گرفت. الگوی کلی طیف‌های FTIR (شکل ۲) برای هر دو نمونه مشابه بود و تفاوت‌های جزئی نشان داد. شباهت این طیف‌ها به دلیل ساختار شیمیایی مشترک آن‌ها است. طیف FTIR عصاره پوست سنجد حضور OH کششی را در ناحیه ۳۴۱۳ cm^{-1}، C-H کششی در ناحیه ۲۹۲۲ cm^{-1}، C=C کششی آروماتیک در محدوده ۱۶۲۴ cm^{-1} و ۱۴۳۰ و C-O کششی را در ناحیه ۱۰۵۶ cm^{-1} نشان می‌دهد. طیف FTIR عصاره دانه سنجد حضور OH کششی را در ناحیه ۳۴۰۹ cm^{-1}، C-H کششی در ناحیه ۲۹۱۸ cm^{-1}، C=C کششی آروماتیک در محدوده ۱۶۱۷ cm^{-1} و ۱۴۵۱ و C-O کششی را در ناحیه ۱۰۲۹ cm^{-1} نشان می‌دهد. نتایج آزمون FTIR نشان می‌دهد که پوست و دانه سنجد دارای ساختار فنلی بوده، بنابراین می‌توان از آن‌ها به‌عنوان دندانه طبیعی استفاده نمود. منحنی DSC (شکل ۲) عصاره‌های تهیه شده دارای رفتار گرمازا است. نقطه ذوب پوست و دانه سنجد به ترتیب ۱۸۵,۵ و ۱۸۴,۱ درجه سانتی‌گراد است.

به دلیل شباهت ساختار شیمیایی، طرح کلی نمودار DSC مشابه یکدیگر است. عصاره‌ها دارای رطوبت کمی هستند که اوج آن در دمای کمتر از ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده می‌شود. همان‌طور که از نمودارهای DSC مشخص است، دانه سنجد به دلیل طبیعت چوبی آن دارای سطح زیر نمودار کوچک‌تری در این ناحیه، نسبت به پوست سنجد می‌باشد.

مطالعات مختلف نشان می‌دهد که ترکیبات فنلی حاوی تانن، خواص رنگرزی را بهبود می‌بخشند (۱۲). این ترکیبات به عنوان یک دندانه طبیعی، تأثیر بسزایی در افزایش شاخص برداشت رنگی و خواص ثباتی دارند (۱۳). سنجد و اجزای آن، دارای ترکیبات فنلی بوده، بنابراین انتظار می‌رود که گزینه مناسبی برای کاربرد، به عنوان دندانه طبیعی باشند. در این پژوهش از روش دندانه همزمان با غلظت ۱۰، ۲۰ و ۴۰ درصد از دندانه طبیعی، استفاده شد. نتایج طیف‌سنجی FTIR نخها نشان می‌دهد که پیک پرشدت در ناحیه ۳۴۰۰-۳۰۰۰ cm^{-1} به دلیل پیوندهای قوی هیدورکسی و آمین ناشی از ساختار آمینواسید پشم در نخ اولیه و شسته شده، ظاهر می‌شود. ظاهر این دو طیف تغییر چشمگیری نشان نمی‌دهد زیرا با شستشوی الیاف تنها چربی‌ها و آلودگی‌های سطحی برطرف شده و ساختارها یا پیوندهای شیمیایی تغییری ندارند. رنگرزی در حضور عصاره اسپرک در غلظت‌های ۵، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ درصد انجام شد. برای مقایسه نتایج، آلوم با غلظت ۵ درصد به عنوان دندانه معدنی مورد استفاده قرار گرفت. نتایج به دست آمده برای شاخص K/S در جدول ۱ نشان داده شده است. بررسی نتایج K/S نشان می‌دهد که حضور دندانه سبب بهبود قدرت رنگی می‌شود. از طرف دیگر دندانه آلوم اثربخشی بهتری نسبت به دندانه طبیعی دارد که ناشی از برهم‌کنش‌های قوی‌تر ایجاد شده در نتیجه حضور آلومینیم و کمپلکس آلی-معدنی تشکیل شده است.



شکل ۲: نمودار FTIR و DSC اجزا سنجد.

Figure 2: FTIR and DSC curve of component of Oleaster.

جدول ۱: K/S کالاهای رنگرزی شده در حضور دندانه و اسپرک.

Table 1: K/S of dyed samples in the presence of mordant and Reseda.

Mordant		Peel			Seed			Alum 5 %	Without mordant
		10 %	20 %	40 %	10 %	20 %	40 %		
Dye 5 %	K/S	3.25	3.48	3.69	2.66	2.89	3.06	5.2	2.19
Dye 10 %	K/S	4.77	4.88	5.19	3.59	3.92	4.11	10.48	3.52
Dye 20 %	K/S	7.39	7.60	8.09	6.27	6.98	7.21	13.82	4.31
Dye 40 %	K/S	18.19	18.37	19.47	16.21	16.79	17.11	23.51	14.67

مقایسه نتایج رنگرزی در حضور دندانه طبیعی نشان می‌دهد که پوست سنجد اثربخشی بهتری نسبت به دانه داشته که این دستاورد به دلیل درصد ترکیبات فنلی بالاتر در پوست سنجد نسبت به دانه سنجد است. هلیله یک منبع طبیعی، سرشار از تانن می‌باشد که گزینه خوبی برای کاربرد به عنوان دندانه طبیعی است. رنگرزی پشم در حضور هلیله به‌عنوان دندانه طبیعی در غلظت‌های مختلف توسط آموتا و همکارانش مورد مطالعه قرار گرفت. برای استخراج تانن از روش ماکروویو استفاده شد که به دلیل مقرون به صرفه بودن، یک روش مناسب است. دندانه‌ها به روش پیش‌دندانه بر روی الیاف اعمال شدند. بهترین نتایج از نظر شاخص K/S در حضور اسید استیک به دست آمد که شرایط اسیدی ملایم ایجاد می‌کند و این شاخص را حدود ۲۰ درصد افزایش می‌دهد. علاوه بر این، ویژگی‌های ثباتی نیز در حضور دندانه، تغییرات مثبتی را نشان دادند (۱۴).

در این پژوهش دندانه‌های طبیعی و آلوم فامی بر روی الیاف ایجاد نکردند، بنابراین، نمونه‌های رنگرزی شده تغییر فام قابل‌توجهی در حضور دندانه ندارند. در برخی موارد، مانند استفاده از پوست گردو (۱۵)، دندانه فام مشخصی بر روی الیاف ایجاد می‌کند که در نتیجه آن مقادیر Lab نمونه‌های نهایی رنگرزی شده متفاوت خواهد بود. ویژگی‌های رنگی نمونه‌های رنگرزی شده در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که در محورهای رنگی، مقدار a* و b* برای تمام نمونه‌های رنگرزی شده مثبت بوده و در ربع اول (زرد- قرمز) قرار می‌گیرند. از نظر چشمی، نخ‌های رنگرزی شده دارای فام زرد بوده و با افزایش غلظت ماده رنگزا، میزان روشنایی کاهش می‌یابد. این موضوع به دلیل افزایش حضور ماده بر روی نمونه‌های رنگرزی شده است.

خواص ثباتی نخ‌های رنگرزی شده بر اساس استانداردهای ISO مورد ارزیابی قرار گرفت (جدول ۳). نتایج نشان می‌دهد که تقویت برهم‌کنش‌های شیمیایی بین ماده رنگزا و نخ به دلیل حضور دندانه، تاثیر مستقیمی بر روی خواص ثباتی داشته و آن را بهبود می‌دهد. بیشترین بهبود در ثبات نوری مشاهده شده که بدون دندانه ضعیف و در حضور دندانه متوسط تا خوب می‌باشد. ثبات مالشی و شستشویی نیز در حضور دندانه، خوب است.

جدول ۲: شاخص‌های رنگی نخ‌های رنگرزی شده در حضور دندانه و اسپرک.

Table 2: Color value of dyed yarns in the presence of mordant and Reseda.

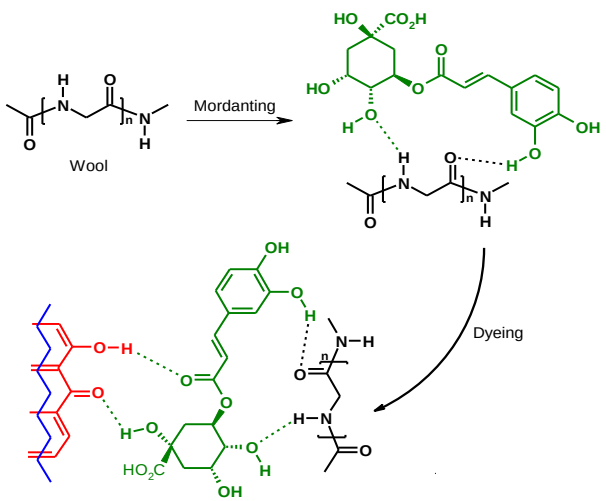
Mordant		Peel			Seed			Alum 5 %	Without mordant
		10 %	20 %	40 %	10 %	20 %	40 %		
Dye 5%	L*	69.7	71.3	73.2	68.1	68.9	71.3	76.7	65.1
	a*	6.69	6.75	6.27	8.41	9.27	9.54	1.78	1.67
	b*	21.5	21.9	21.8	16.1	16.6	16.7	37.6	24.3
	C*	22.5	22.9	22.7	18.2	19.1	19.8	37.6	24.3
Dye 10 %	L*	65.6	68.5	69.1	64.2	66.4	68.1	71.99	61.4
	a*	6.67	6.34	5.5	8.82	9.41	8.68	1.57	2.38

جدول ۲: ادامه.

Table 2: Continue.

Mordant		Peel			Seed			Alum 5 %	Without mordant
		10 %	20 %	40 %	10 %	20 %	40 %		
Dye 10 %	b*	24.2	24.6	23.9	19.8	17.9	19.5	48.9	29.2
	C*	25.1	25.4	24.6	21.6	21.2	21.7	48.9	29.2
Dye 20 %	L*	62.1	65.7	66.8	60.1	61.9	65.2	69.3	59.3
	a*	4.63	4.71	5.38	6.48	9.6	7.66	3.73	2.03
	b*	29.8	30.6	29.6	23.8	19.3	24.9	57.9	34.2
	C*	30.1	30.2	30.1	6.24	25.5	26.1	58.4	34.3
Dye 40 %	L*	60.3	62.4	65.1	58.7	60.7	61.4	68.2	55.7
	a*	4.52	4.12	5.82	5.85	8.58	6.41	4.1	1.85
	b*	36.4	36.7	36.1	31.7	32.1	32.2	54.6	37.9
	C*	36.7	39.9	36.2	32.3	32.5	32.8	54.7	38.1

پژوهش‌های متعددی در خصوص مطالعه اثر دندانه‌های طبیعی انجام شده است. در یک پژوهش ماده رنگزای طبیعی از زیره استخراج و برای رنگرزی الیاف پشم و ابریشم در حضور دندانه‌های آلوم، آهن، حنا و هلیله، مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج نشان داده است که الیاف رنگرزی شده در حضور دندانه، خواص رنگی و ثباتی بهتری نسبت به الیاف رنگرزی شده بدون دندانه دارد. از طرف دیگر الیاف رنگرزی شده در حضور دندانه آهن و حنا دارای فام تیره‌تری نسبت به دندانه آلوم و هلیله هستند (۱۶). هلیله و حنا هردو از ترکیبات غنی از تانن بوده که مانند سنجد با بهبود اتصال ماده رنگزا و الیاف، سبب افزایش خواص رنگی و ثباتی می‌گردد. در یک پژوهش، الیاف پشم با استفاده از روش پیش‌دندانه با عصاره دانه تمرهندی، اصلاح سطحی شده و سپس با روناس رنگرزی شدند. مطالعات نشان می‌دهد که عصاره دانه تمر هندی سرشار از تانن بوده و گزینه مناسبی برای استفاده به عنوان دندانه طبیعی است. خصوصیات رنگی الیاف در حضور دندانه در حدود ۲۵ درصد بهبود یافته و خواص ثباتی نیز روند رو به افزایش نشان می‌دهد (۱۷). در مطالعه حاضر نیز، بهبود خواص ثباتی و رنگی با استفاده از دندانه سنجد در رنگرزی نخ‌های پشمی مشاهده می‌شود. از عصاره دارچین برای رنگرزی پشم با استفاده از شرایط مایکروویو استفاده شد. اثر زمان رنگرزی (۱-۶ دقیقه) بررسی شد و نتایج نشان داد که زمان رنگرزی بهینه چهار دقیقه است. خواص رنگی و ثباتی الیاف رنگرزی شده در این روش نسبت به روش حمامی مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که در تمام موارد، نتایج بهتری در رنگرزی ماکروویو به دست می‌آید. علاوه بر این، عصاره دارچین دارای تانن بوده و به همین دلیل برهم‌کنش مناسبی با الیاف دارد، به صورتی که در حضور دندانه آلوم تغییر چشمگیری در مقدار K/S و خواص ثباتی مشاهده نشد. بنابراین به نظر می‌رسد که مواد رنگزای دارای تانن برای حذف فرایند دندانه دادن با دندانه‌های معدنی مناسب هستند. اما به دلیل محدودیت فام ناشی از این مواد، لازم است که دندانه دادن در استفاده از مواد رنگزای بدون تانن جدی گرفته شود (۱۹، ۱۸). سازوکار برهم‌کنش بین ماده رنگزا/دندانه/نخ پشمی در شکل ۳ نشان داده شده است. چنانکه در شکل مشخص است، برهم‌کنش‌های شیمیایی از نوع پیوند هیدروژنی در حضور دندانه، موجب ایجاد پیوند قوی بین ماده رنگزا و نخ پشمی شده که تاثیر مستقیمی در خواص ثباتی و رنگی دارد (۲۰).



شکل ۳: سازوکار برهم‌کنش نخ/دندانه/ماده رنگزا.

Figure 3: Mechanism of yarn/mordant/dye interaction.

جدول ۳: خواص ثباتی نخ‌های رنگرزی شده.

Table 3: Fastness properties of dyed yarns.

Mordant			Peel			Seed			Alum 5 %	Without mordant
			10 %	20 %	40 %	10 %	20 %	40 %		
Dye 5%	WF[1]	Ch[4]	4	5	5	4-5	4-5	5	5	3
		St[5]	3	3-4	4	3-4	3-4	4	4	3
	LF[2]		3	4	4	4	4	4	4	2
	RF[3]	W[4]	3-4	4	3-4	3-4	3-4	4	4-5	3-4
		D[5]	3-4	4	4	3-4	4	4-5	4-5	3-4
Dye 10 %	WF[1]	Ch[4]	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5	3-4
		St[5]	4	4-5	4	4	4	4	4-5	3-4
	LF[2]		4	3-4	4	3-4	4	4	4	2
	RF[3]	W[4]	4	4-5	4-5	4	4	4-5	4-5	4
		D[5]	4	4-5	4-5	4	4	4-5	4-5	4
Dye 20 %	WF[1]	Ch[4]	4	4-5	4-5	4	4	4	4-5	4
		St[5]	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4
	LF[2]		4	4	4	4	4	4-5	5	2
	RF[3]	W[4]	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	3
		D[5]	4	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4-5	3
Dye 40 %	WF[1]	Ch[4]	4	4	4-5	4-5	4-5	4-5	4-5	3
		St[5]	4	4	4-5	4	4	4-5	4-5	4
	LF[2]		4	4	4	4	4	4-5	5	2
	RF[3]	W[4]	4	4-5	4	4	4-5	4-5	4-5	3
		D[5]	4	4-5	4	4-5	4-5	4-5	4-5	3

1; WF; wash fastness, 2; LF: light fastness, 3; RF: rubbing fastness, 4; W: wet fastness, 5; D: Dry fastness.

۴ـ نتیجه‌گیری

کاهش پساب صنعت نساجی و ضایعات کشاورزی دو موضوع جدی زیست‌محیطی است. رنگرزی یکی از فرایندهای مهم در صنعت نساجی می‌باشد که دارای تولید پساب بالا و اغلب رنگی است. استفاده از مواد رنگزای طبیعی می‌تواند اثر مهمی در کاهش سمیت و مخاطرات حضور مواد رنگزای مصنوعی داشته باشد. اما اغلب مواد رنگزای طبیعی دارای تمایل ذاتی پایینی هستند و برای حل این مشکل استفاده از دندانه ضروری است. در این تحقیق از اسپرک در چهار غلظت (۵، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ درصد) به عنوان ماده رنگزای طبیعی پرکاربرد در ایجاد فام زرد استفاده شد. ضایعات سنجد شامل پوست و دانه با سه غلظت ۱۰، ۲۰ و ۴۰، به عنوان دندانه طبیعی با روش دندانه هم‌زمان مورد استفاده قرار گرفت. درصد ترکیبات فنلی پوست و دانه سنجد به ترتیب ۸۱،۲ mg/ml و ۴۵،۵ به دست آمد که نشان دهنده امکان استفاده به عنوان دندانه در فرایند رنگرزی می‌باشد. پشم یکی از نخ‌های مهم و کاربردی در تولید صنایع دستی و فرش است که در این تحقیق برای رنگرزی انتخاب شد. پیک پهن در ناحیه $3400\ cm^{-1}$ در طیف FTIR عصاره‌ها، ناشی از حضور گروه هیدروکسی بوده که به دلیل ساختار فنلی آن‌ها است. الیاف رنگرزی شده در حضور دانه سنجد دارای مقدار K/S کمتری نسبت به پوست سنجد می‌باشد که به دلیل درصد کمتر ترکیبات فنلی در دانه سنجد است. خواص ثباتی الیاف رنگرزی شده در حضور دندانه، به ویژه ثبات نوری افزایش یافته در محدوده متوسط تا خوب می‌باشد. مهم‌ترین نتیجه این تحقیق این است که پوست سنجد به عنوان یکی از ضایعات کشاورزی می‌تواند در حضور اسپرک به عنوان ماده رنگزای

طبیعی، اثری قابل قبولی به عنوان دندانه داشته باشد و سبب بهبـود خواص رنگی و ثباتی نخ‌های رنگرزی شده شود.

تعارض منافع

هیچ گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.

۵ـ مراجع

1. Zhang Y, Zhou Q, Rather LJ, Li Q. Agricultural waste of Eriobotrya japonica L. (Loquat) seeds and flora leaves as source of natural dye and bio-mordant for coloration and bio-functional finishing of wool textile. Indust Crop Prod. 2021; 169: 113633. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113633.
2. Pandey R, Patel S, Pandit P, Nachimuthu S, Jose S. Colouration of textiles using roasted peanut skin an agro processing residue. J Clean Prod 2017; 172: 1319-1326. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.268.
3. Zuber M, Adeel S, Fazal-Ur Rehman, Anjum F, Muneer M, Abdullah M, Zia, KM. Influence of microwave radiation on dyeing of bio-mordanted silk fabric using neem bark (Azadirachta indica) based tannin natural dye. J Nat Fibers. 2020; 17(10): 1410-1422. https://doi.org/10.1080/ 15440478. 2019.1576569.
4. Hosseinnezhad M, Gharanjig K, Adeel S, Mahoudi Nahavandi A. Clean dyeing of wool yarns using oleaster fruit components as new bio‐mordant: a step toward reducing agricultural waste. Clean Technol Environ Policy. 2023; 25: 3149-3160. https://doi.org/10.1007/s10098-023-02563-7.
5. Jabar JM, Owokotomo IA, Ogunsade AF. Sustainable dyeing of cotton fabric with mangiferin: Roles of microwave-rays and bio-mordants on fabric colorimetric and fastness properties. Sustain Chem Pharm 2022; 29:100822. https://doi.org/10.1016/j.scp.2022.100822.
6. Rani N, Jajpura L, Butola BS. Ecological dyeing of protein fabrics with carica papaya L. leaf natural extract in the presence of bio-mordants as an alternative copartner to metal mordants. J Institut Eng (India): Series E. 2021; 101: 19-31. https://doi.org/10.1007/s40034-020-00158-1.
7. Baseri S. Sustainable dyeing of wool yarns with renewable sources. Environ Sci Pollut Res. 2022; 29: 53238-53248. https://doi.org/10.1007/s11356-022-19629-6.
8. Hosseinnezhad M, Gharanjig K, Razani N, Jafari R, Saeb MR. Green miles in dyeing technology: metal‐rich pumpkin extracts in aid of natural dyes. Environ Sci Poll Res 2022; 29: 50608-50616. https://doi.org/10.1007/s11356-022-19389-3.
9. Hosseinnezhad M, Gharanjig K, Rouhani S, Razani N, Imani H. Environmentally friendly dyeing of wool yarns using of combination of bio-mordants and natural dyes, Environ Prog Sustain Energy. 2022; 41: e13868. https://doi.org/10.1002/ ep.13868.
10. Hamidpour R, Hamidpour S, Hamidpour M, Shalari M, Sohraby M, Shahlari N, Hamidpour R. Russian olive (Elaeagnus angustifolia L.): From a variety of traditional medicinal applications to its novel roles as active antioxidant, anti-inflammatory, anti-mutagenic and analgesic agent. J Tradition Complemen Med. 2017; 7:24-29. https://doi.org/ 10.1016/j.jtcme.2015.09.004.
11. Amiri Tehranizadeh Z, Baratian A, Hosseinzadeh H. Russian olive (Elaeagnus angustifolia) as a herbal healer. Biolmpacts. 2016; 6(3): 155-167. https://doi: 10.15171/bi.2016.22
12. Abbas Uddin M, Rahman M., Ahsanul Haque ANM, Akter Smriti S, Datta E, Farzana N, Chowdhury S, Haider J, Sayem AS. Textile colouration with natural colourants: A review. J Clean Prod. 2022; 349: 131489. https://doi.org/10.1016/j. jclepro.2022.131489.
13. Burgess R. Harvesting color: how to find plants and make natural dyes. Illustrated edition Pub., 2011; Artisan.
14. Amota K, Grace Annapoorani S, Sudhapriya N. Dyeing of textiles with natural dyes extracted from Terminalia arjuna and Thespesia populnea fruits. Indust Crop Prod. 2020; 148: 112303. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112303.
15. Singh A, Sheikh J. Cleaner functional dyeing of wool using Kigelia Africana natural dye and Terminalia chebula bio-mordant. Sustain Chem Pharm. 2020; 17: 100286. https://doi.org/10.1016/j.scp.2020.100286.
16. Prince periyasamy A. Natural dyeing of cellulose fibers using syzygium cumini fruit extracts and a bio-mordant: A step toward sustainable dyeing. Sustain Mater Technol. 2022; 33: e00472. https://doi.org/10.1016/j.susmat.2022.e00472
17. Singh G, Mathur P, Singh N, Sheikh J. Functionalization of wool fabric using kapok flower and bio-mordant. Sustain Chem Pharm. 2019; 14: 100184. https://doi.org/10.1016/j.scp. 2019.100184.
18. Adeel S, Habib N, Batool F, Amin N, Ahmad T, Arif S, Hussaan M. Environmental friendly exploration of cinnamon bark (Cinnamomum verum) based yellow natural dye for green coloration of bio-mordanted wool fabric. Environ Prog Sustain Energy. 2022; 41: e13794. https://doi.org/10.1002/ep. 13794.
19. M. Khajeh Mehrizi, F. Malakan, M. Veysian, Z. Shahi, The effect of different nanoparticles on dyed wool carpet with walnut shell natural dye, Prog Color Colorant Coat. 2023; 16(3): 231-241. https://doi.org/10.30509/pccc.2023. 167045. 1191.
20. M. Hosseinnezhad, K. Gharanjig, H. Imani, S. Rouhani, S. Adeel, Environmentally dyeing of wool yarns using of combination of myrobalan and walnut husk as bio-mordants, Prog Color Colorant Coat. 2023; 16(2): 197-205. https://doi.org/10.30509/pccc.2022.167001.1177.

How to cite this article:
Hosseinnezhad M, Gharanjig K, Adeel Sh, Mahmoudi Nahavandi AR. Extraction and Study of the Use of Oleaster Fruit Waste as Natural Mordant in Dyeing Wool Yarns. J Color Sci Tech. 2024;18(1):1-9.https://dorl.net/dor/ 20.1001.1. 17358779.1402.18.1.1.3[In Persian]