تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۰۸/۲۷
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۰۹/۱۵
صفحه ۲۵۰-۲۲۹
نوع مقاله:پژوهشی

ارزیابی مشخصه‌های رنگی و خاصیت ضد باکتری نخ پشمی رنگرزی‌شده با برگ تعدادی از گیاهان بومی استان فارس

سعیده رفیعی(نویسنده‌ی مسئول)
استادیار دانشگاه هنر شیراز، گروه فرش، دانشکده‌ی هنرهای کاربردی، دانشگاه هنر شیراز، شیراز، ایران
s_rafiei@shirazartu.ac.ir
داود شادلو
استادیار دانشگاه هنر شیراز، گروه فرش، دانشکده‌ی هنرهای کاربردی، دانشگاه هنر شیراز، شیراز، ایران

گلجام
دوفصلنامه علمی
انجمن علمی
فرش ایران
شماره ۴۰
پاییز و زمستان ۱۴۰۰
۲۲۹

چکیده

در دهه‌ی گذشته، رنگزاهای طبیعی زیست‌سازگار با خواص ضدمیکروبی جهت حفاظت از الیاف رنگرزی‌شده در فرش‌های دست‌باف در مقابل میکروارگانیسم‌ها بسیار مورد توجه قرار گرفته‌اند. در این پژوهش، از برگ ۶ گیاه بومی استان فارس اعم از بادام کوهی (ارژن)، پسته‌ی کوهی (بنه)، انجیر کوهی، آویشن شیرازی، انگور عسکری شیرازی و گردو به‌عنوان رنگزای طبیعی برای رنگرزی پشم در حضور هشت دندانه‌ی فلزی مختلف استفاده شده است. طیف‌های انعکاسی نمونه‌های رنگ‌شده به‌وسیله‌ی دستگاه اسپکتروفوتومتر انعکاسی مورد بررسی قرار گرفت. علاوه براین، مشخصه‌های رنگی، روشنایی نمونه‌های رنگ‌شده، تنوع فام‌های رنگی در حضور دندانه‌های مختلف، ثبات‌نوری و شستشوی نمونه‌ها و همچنین خاصیت ضد باکتری پشم رنگرزی شده ارزیابی شد. نتایج اسپکتروسکوپی انعکاسی نشان داد که الیاف رنگ‌شده با برگ گیاهان بادام کوهی (ارژن)، انگور، آویشن و انجیر مقادیر a^* منفی و b^* مثبت داشتند که تأییدکننده‌ی ته رنگ سبز و زرد آن‌ها است. در حالی‌که، الیاف رنگ‌شده با برگ درختان بنه و گردو مقادیر a^* و b^* مثبت داشتند که ته رنگ قرمز و زرد این نمونه‌ها را اثبات می‌کند. الیاف پشم رنگ‌شده با برگ بادام کوهی (ارژن)، انجیر و آویشن در حضور دندانه‌های فلزی مختلف بیشترین تنوع فام را ایجاد کردند. فام‌های عاجی، کرم، سبز، قهوه‌ای، زیتونی، نارنجی، آجری و بنفش بر روی الیاف پشم در حضور برگ این گیاهان به‌همراه دندانه‌های مختلف ایجاد شد. ثبات نوری و شستشویی الیاف رنگ‌شده با تمام رنگزاهای ذکرشده قابل قبول بودند. پشم رنگرزی شده با عصاره‌ی برگ آویشن و بنه حداکثر درصد بازداری (۹۹٪) را در مقابل دو نوع باکتری اشرشیاکلی و استافیلوکوکوس‌آرئوس نشان داد.

واژه‌های کلیدی: رنگرزی طبیعی، پشم، برگ گیاهان، ثبات رنگی، ضد باکتری

[Downloaded from goljaam.icsa.ir on 2026-11-02]

Evaluation of color characteristics and antibacterial properties of wool yarn dyed with the leaves of some native plants of Fars province

Saeedeh Rafiei (Corresponding Author)
Department of Carpet, Art University of Shiraz, Shiraz, Iran
s_rafiei@shirazartu.ac.ir
Davood Shadlou
Department of Carpet, Art University of Shiraz, Shiraz, Iran

Abstract

In the last decade, biocompatible natural dyes with antimicrobial properties have been given much attention to protect dyed fibers in handwoven carpets against microorganisms. In this research, the leaves of 6 native plants of Fars province, including Amygdalus scoparia (Arjan), Pistacia atlantica (Baneh), Carica Ficus, Shirazi thyme, Shirazi Askari grape (Vinifera) and Juglans, were used as natural dyes for wool dyeing in the presence of eight different metal mordants. The reflective spectra of the dyed samples were analyzed by a reflective spectrophotometer. In addition, the color characteristics, the brightness of the dyed samples, the variety of color shades in the presence of different mordents, washing and light fastness as well as the antibacterial properties of the dyed wool were evaluated. The results of reflection spectroscopy showed that dyed samples with the leaves of Argan, grape, thyme and fig plants had negative a* and positive b* values, which confirms their green and yellow undertones, While, dyed samples with the leaves of baneh and Juglans trees had positive a* and b* values, which proves the red and yellow undertones of these samples. Wool fibers dyed with Argan leaves, figs and thyme in the presence of different metal teeth created the most variety of colors. Ivory, cream, green, brown, olive, orange, brick and purple colors were created on wool fibers in the presence of the leaves of these plants along with different mordents. The light and washing fastness of dyed samples with all the mentioned dyes were acceptable. Wool dyed with thyme and Pistacia atlantica leaves extract showed the maximum percentage of inhibition (99%) against two types of bacteria, Escherichia coli and Staphylococcus aureus.

Key words: natural dyeing, wool, tree leaves, color fastness, anti-bacterial

[Downloaded from goljaam.icsa.ir on 2026-11-02]

مقدمه

فرش دست‌باف یکی از زیباترین و نفیس‌ترین نوع صنایع‌دستی در جهان به‌شمار می‌رود. این صنعت آمیخته به هنر و ارزشمند نشانی از فرهنگ و هنر کهن قوم ایرانی از گذشته‌های دور است که در گذر زمان دستخوش تغییرات و تحولات زیادی شده است (ژوله، ۱۳۸۱: ۱۴۴). رنگرزی پشم و ابریشم را می‌توان یکی از مهم‌ترین مراحل تولید فرش نامید.

استفاده از رنگزاهای طبیعی نوعی جذابیت و زیبایی به پشم می‌دهد که به مرور زمان و در اثر استفاده و قرار گرفتن در برابر نور خورشید و شستشو نه تنها آسیب نمی‌بیند، بلکه ثبات و درخشندگی و زیبایی آن نیز افزوده می‌شود. (منتظر، ۱۳۸۸، جهانشاهی‌افشار، ۱۳۸۰: ۲۴). به‌طور کلی، مواد رنگزای طبیعی شامل ترکیباتی هستند که منشاء گیاهی و از ریشه، گل، برگ، میوه و پوست تنه‌ی نباتات به‌دست می‌آیند (Pubalina et al. 2019:78) ، یا مواد رنگزای حیوانی که موجوداتی مانند حشره‌ی قرمزدانه و صدف ارغوان مولد آن‌ها هستند.Ammayappan et al 2016)) و یا مانند خاک سرخ از معادن استخراج می‌شوند (Ahsan et al, 2020; شکری، ۱۳۹۵: ۲۳). این رنگزاها ریشه در طبیعت داشته و با استفاده از منابع زیست‌بوم کشور استخراج می‌شوند، لذا تجزیه‌پذیر هستند و از نظر اقتصادی نیز مقرون به صرفه هستند. بنابراین شناسایی منابع جدید رنگرزی طبیعی و بهینه‌سازی پارامترهای مؤثر بر فرایند رنگرزی کالا مانند دما، زمان، غلظت رنگزا، pH محیط و درصد سایر مواد کمکی مورد نیاز در حمام رنگرزی اهمیت ویژه‌ای پیدا می‌کند (رفیعی، ۱۴۰۱).

شناسایی منابع طبیعی جدید برای کاربرد به‌عنوان ماده‌ی رنگزا در نساجی، نیازمند بهینه‌سازی فرایند کاربرد آن‌ها و بررسی خواص ثباتی کالای رنگرزی‌شده است (باصری، ۱۳۹۵; جعفری، ۱۳۹۷; طالب‌پور، ۱۳۹۳). با وجود مزایای بی‌شمار رنگزاهای طبیعی، برخی از محدودیت‌های این مواد رنگزا، کاربرد آن‌ها را در صنعت با محدودیت روبرو کرده است. از جمله‌ی این محدودیت‌ها عدم تنوع رنگی و همچنین قابلیت پایین بازتولید فام رنگی یکسان در حالت رنگرزی با ترکیب دو و یا چند ماده‌ی رنگزا است. عدم تنوع رنگ‌های ایجادشده توسط رنگزاهای طبیعی باعث شده است که رسیدن به اغلب فام‌های رنگی نیازمند استفاده از چندین حمام رنگ متوالی باشد. این موضوع سبب افزایش هزینه و زمان فرایند رنگرزی می‌شود (Barani, 2017; Kasiri, 2015). از طرفی، اگرچه رنگرزی سنتی در ایران دارای سابقه‌ی طولانی است، اما اداره‌ی خانوادگی این صنعت در طول تاریخ سبب‌شده که نسخه‌های کامل و قابل استناد بسیار محدودی در دسترس عموم باشد (حاجی، ۱۳۹۸). نکته‌ی دیگر این که، رنگزاهای گیاهی مستخرج از برگ گیاهان اگرچه اغلب دارای رنگدانه‌های زیادی بوده و قابلیت ایجاد رنگ‌هایی با ثبات‌های قابل قبول بر الیاف طبیعی را دارا هستند، نسبت به رنگزاهای گیاهی استخراج‌شده از سایر بخش‌های گیاه کمتر مورد پژوهش و ارزیابی قرار گرفتند (حاجی، ۱۳۹۹; طهرانی، ۱۳۹۹). از سویی دیگر، استفاده از رنگزاهای طبیعی با خواص ضد میکروبی در سال‌های اخیر توجه محققان را به خود جلب نموده است، چراکه حفاظت از الیاف رنگرزی‌شده توسط رنگزاهای طبیعی در فرش‌های دست‌باف در برابر باکتری‌های مخرب محیطی و نیز جلوگیری از ایجاد بوی نامطبوع حاصل از رشد باکتری‌ها بسیار حائز اهمیت است (واعظی، ۱۳۹۳).

استان فارس به دلیل دارا بودن شرایط آب و هوایی متنوع، گونه‌های گیاهی بسیار متنوعی دارد که بعضاً مصارف دارویی و یا رنگرزی دارند. اگرچه اقدامات و بررسی‌های انجام‌شده در مورد جمع‌آوری و شناسایی این گونه‌های گیاهی موفقیت‌آمیز بوده است، لیکن به دلیل تنوع بسیار بالای این گونه‌های گیاهی، بررسی کامل خواص دارویی و رنگ‌دهی تمام اندام‌های گیاهی (اعم از ریشه، ساقه، میوه، برگ و..) صورت نگرفته است. در سال ۱۳۶۷ مشفق و همکارانش مطالعه‌ی وسیعی تحت عنوان طرح مشترک جمع‌آوری و شناسایی گیاهان و رنگرزی

[Downloaded from goljaam.icsa.ir on 2026-11-02]

به روش‌های علمی بر روی الیاف پشم و ابریشم انجام دادند که کمک زیادی به شناسایی گونه‌های گیاهی رنگزای استان فارس نمود، اما ارزیابی‌های صورت گرفته در زمینه‌ی تنوع فام‌های ایجادشده و ثبات‌های رنگی به صورت بصری و کیفی بوده و در آن از روش‌های کمی و دستگاهی استفاده نشده است (مشفق و همکاران،۱۳۶۷). از سویی دیگر، جاویدتاش و روشندل نیز قابلیت رنگدهی و ثبات‌های عمومی رنگی ۷۲ گونه گیاهی بومی استان فارس در حضور دندانه های سولفات آلومینیوم، مس، آهن، نیکل و کلرید قلع ارزیابی کردند. نتایج نشان داد که ۷۰ درصد گونه‌های گیاهی شناسایی‌شده قابلیت رنگدهی داشته و ثبات‌های قابل قبولی را تأمین می‌کنند. این رنگزاها اغلب از ریشه، میوه، پوست میوه و گل گیاه استخراج شدند، و تمرکز کمتری بر روی قابلیت رنگدهی برگ گیاهان بومی بوده است. در تحقیقات آن‌ها تنها به بررسی قابلیت رنگدهی برگ بنه، گردو، مو، خوشک و توت پرداخته شده است. علاوه بر این، مطالعه فام‌های به‌دست آمده به صورت کیفی و بصری بوده و از روش‌های اسپکتروفوتومتری جهت شناسایی دقیق فام‌های رنگی در شرایط استاندارد، مشخصه‌های رنگی، درصد روشنایی، انعکاس و قدرت رنگی هر رنگزا استفاده نشده است. همچنین، در هیچ یک از مطالعات صورت گرفته، خواص ضدباکتری این گیاهان به‌عنوان رنگزا بر روی منسوج ارزیابی نشده است (جاویدتاش وروشندل، ۱۳۷۹).

پس از آن، جاویدتاش تحقیقات وسیعی را جهت جمع‌آوری و شناسایی ۹۴ خواص دارویی و گونه گیاهی بومی استان فارس شامل پسته‌ی کوهی (بنه)، بادام کوهی (ارژن) و همین‌طور آویشن پهن (شیرازی) انجام داد. اگر چه تحقیقات آن‌ها در حیطه‌ی شناسایی گیاهان دارویی موفقیت‌آمیز بود اما قابلیت رنگدهی این گونه‌های گیاهی مورد ارزیابی قرار نگرفت. از سویی دیگر، خواص دارویی شناسایی‌شده برای گیاهان مورد مطالعه به صورت خواص درمانی و دارویی خوراکی بوده و عملکرد ضد باکتری آن ها بر روی سطوح منسوجات مورد مطالعه قرار نگرفته است (جاویدتاش، ۱۳۸۰).

الیاف طبیعی مانند پشم و ابریشم، در برابر رشد میکروارگانیسم‌ها از جمله باکتری ها بسیار آسیب‌پذیر هستند و به دلیل جذب رطوبت بالایی که دارند، محیط مساعدی را برای رشد و نمو باکتری ایجاد می‌کنند. رشد باکتری در الیاف نه تنها باعث بوی نامطلوب آن می‌شود، بلکه ممکن است بر روی سلامت پوستی مصرف‌کننده و عمر مفید و دوام کالا نیز تأثیر منفی بگذارد. در سال‌های اخیر رنگزاهای طبیعی مورد توجه قرار گرفته که تأثیر مخربی برمحیط زیست و سلامت انسان نداشته و با داشتن خواص ضد میکروبی و ضد باکتریایی مقاومت خوبی در برابر قارچ‌ها، کپک‌ها و باکتری‌های داشته باشد و با گذشت زمان نیز تا حد زیادی این خواص را حفظ کنند (Shabbir et al, 2020). در این تحقیق به منظور ارائه ی نسخه‌ی بهینه رنگرزی پشم با برگ گیاهان و مقایسه‌ی فام‌های رنگی ایجاد شده، از برگ برخی گیاهان بومی استان فارس اعم از بادام کوهی (ارژن)، انگور عسکری شیرازی، پسته ی کوهی (بنه)، انجیر کوهی، آویشن شیرازی و گردو به‌عنوان رنگزای طبیعی اغلب خودرو، فراوان و ارزان قیمت برای رنگرزی پشم در حضور هشت دندانه فلزی مختلف جهت بررسی تنوع فام‌های رنگی، مشخصه‌های رنگی، ثبات نوری و شستشویی و ارزیابی خاصیت ضد باکتری پشم رنگ‌شده استفاده شده است.

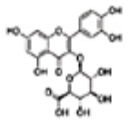
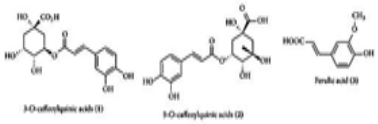
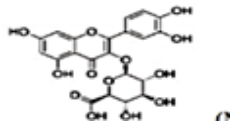
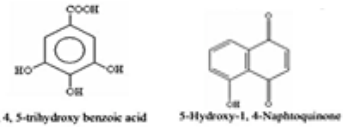
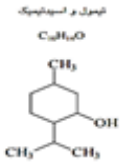
بخش تجربی

در این پژوهش الیاف پشم با رنگزای طبیعی حاصل از عصاره‌ی آبی تهیه‌شده از برگ ۶ گیاه گردو، پسته کوهی (بنه)، بادام کوهی (ارژن)، آویشن شیرازی، انجیر کوهی زاگرس و انگور عسکری شیرازی در حضور دندانه‌های فلزی مختلف برای بررسی تنوع فام و ثبات رنگرزی ایجادشده توسط این گیاهان به روش همزمان رنگرزی شد. علت استفاده از روش رنگرزی همزمان، صرفه‌جویی در زمان با توجه به تعدد رنگرزی‌های مربوطه است. فرایند

[Downloaded from goljaam.icsa.ir on 2026-11-02]

رنگرزی در دمای $100^{\circ}C$ و به مدت ۷۵ دقیقه صورت گرفت. جدول ۱ مواد رنگزای مورد استفاده در این تحقیق، نام لاتین، تصویر و مهم‌ترین ساختار شیمیایی رنگدانه‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۱- مواد رنگزای مورد استفاده در این تحقیق و مهم‌ترین ساختار شیمیایی رنگدانه‌ها

نام رنگزا / نام لاتین (زرگری، علی، جلد ۳و۴)	تصویر	ساختار شیمیایی مهم‌ترین رنگدانه ها (دین، جنی، ۱۳۸۵: ۷۵-۷۷، اکرمی، ۱۳۹۹: ۱۸ و ۲۱، حاجی شریفی، :۱۳۸۲)
برگ درخت بادام کوهی (ارژن) Amygdalus scoparia (نام محلی: ارژن، بارشین، الوک)		 میکه‌لیانین (Miquelianin)
برگ درخت انگور عسکری شیرازی Vinifera		 کترستین (Quercetin) کریسانتمین (Chrysanthemin)
برگ درخت انجیر کوهی Carica Ficus		
برگ درخت پسته کوهی (بنه) Pistacia atlantica		پلارگونیدین (Pelargonidin) 
برگ درخت گردو Juglans		 3, 4, 5-trihydroxy benzoic acid 5-Hydroxy-1, 4-Naphtoquinone
برگ آویشن شیرازی Thymus vulgaris L.		

(نگارندگان)

[Downloaded from goljaam.icsa.ir on 2026-11-02]

مواد و دستگاه‌ها

در این پژوهش از نخ پشمی با نمره‌ی ۵ متریک و ۱۰۰ تاب در متر مورد استفاده قرار گرفت. مقدار ۱۰۰ گرم از برگ گیاهان مورد پژوهش در فصل بهار چیده و جمع‌آوری شد. برگ هر گیاه به صورت جداگانه در سایه خشک و سپس هر نمونه به‌طور جداگانه در آسیاب پودر شده و در ظرف سربسته ریخته و نام‌گذاری شد. شوینده‌ی غیریونی 100-X Triton و اگزالیک اسید نیز از شرکت مرک خریداری شد. دندانه‌های فلزی مورد استفاده در این پژوهش جهت امکان‌سنجی ایجاد تنوع فام عبارت بودند

از سولفات مس، سولفات روی، کلرید قلع، سولفات آهن ۲ ظرفیتی، سولفات آهن ۳ ظرفیتی، سولفات مضاعف آلومینیوم و پتاسیم معروف به زاج سفید، کلرید نیکل و دی کرومات پتاسیم که انتخاب دندانه، مشابه تحقیقات منتظر و همکاران بوده (منتظر، ۱۳۸۵) و از شرکت مرک خریداری شدند. توجه به این نکته ضروری است که به‌کارگیری فلزات سنگین مانند کروم، نیکل، قلع و مس به‌عنوان دندانه با مشکلات زیست محیطی همراه است. لذا در این پژوهش این دندانه‌ها صرفاً جهت ارزیابی تنوع فام دندانه‌های متفاوت مورد استفاده قرار گرفته است و جهت استفاده‌ی تجاری به‌کارگیری آن‌ها توصیه نمی‌شود. از سویی دیگر جهت به حداقل رساندن خطرات احتمالی اگزالیک اسید برای سلامت انسان، اسید مورد استفاده در این پژوهش در غلظت 1% وزنی- حجمی تهیه و مورد استفاده قرار گرفت. میزان فعالیت ضد باکتری الیاف رنگرزی‌شده به روش شمارش تعداد سلول زنده و تحت شرایط تماسی مطابق با استاندارد JIS L 1902/ISO 20743 و با استفاده از دو باکتری اشرشیا کلی و استافیلو کوکوس آرئوس انجام شد.

دستگاه‌های مورد استفاده عبارت بودند از ترازو AND مدل DJ-V300A با دقت ۰/۰۰۱ گرم که جهت اندازه‌گیری نمونه‌ها و رنگزاها استفاده شد. بن‌ماری ساخت فن‌آزما گستر ایران که برای تأمین حرارت حمام رنگرزی استفاده شد، دستگاه ثبات‌سنج نوری ریس‌سنج مدل RSX92 که برای سنجش ثبات نوری نمونه‌های رنگرزی‌شده به کار رفت و اسپکتروفوتومتر انعکاسی x rite color spectrophotometer Ci60 portable برای اندازه‌گیری مشخصه‌های رنگی و روشنایی الیاف رنگ‌شده تحت منبع نوری D65 و زاویه‌ی مشاهده‌کننده‌ی ۱۰ درجه مورد استفاده قرار گرفت. همچنین از دستگاه کروماتوگرافی گازی- طیف‌سنجی جرمی (GC-MS) مدل GC-MS ساخت شرکت Agilent Technologies و کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا High Performance Liquid Chromatography (HPLC) مدل:AZURA ساخت شرکت KNAUER آلمان جهت شناسایی و اندازه‌گیری مواد مؤثره‌ی موجود در برگ گیاهان مورد مطالعه به‌کار رفته مورد استفاده قرار گرفت.

مراحل آزمایش

در ابتدا پشم با آب و دترجنت غیریونی به مدت ۱۵ دقیقه با حرارت کنترل‌شده ۴۵°C در بن‌ماری شسته و آب‌کشی شد. در مرحله‌ی عصاره‌گیری، به منظور کاهش میزان خطای ناشی از میزان رنگزای موجود در برگ‌های گیاهان و افزایش بازده رنگی آن، عملیات استخراج ماده‌ی رنگزا با حلال آب انجام شد. برای تهیه‌ی عصاره‌ی آبی هر رنگزا، ۳۰ میلی‌لیتر آب مقطر به ۳ گرم پودر برگ آسیاب‌شده اضافه شد و به مدت ۲۴ ساعت بر روی شیکر قرار گرفت. محلول مورد نظر جهت حذف ذرات بزرگ‌تر دکانته و ذرات کوچک‌تر با عبور از صافی غشائی ۰/۴۵ µm حذف شدند. عصاره‌ی حاصل در مجاورت هوا به سرعت خشک شد و پودر خشک حاصل پس از توزین در آب مقطر حل شده و به‌عنوان عصاره‌ی آبی مورد استفاده قرار گرفت (Salauddin et al. 2021) سپس، ۸ حمام رنگرزی حاوی دندانه‌های مختلف را برای هر یک از عصاره‌های گیاهی تغلیظ‌شده تهیه و سپس بشرها را به مدت ۹۰ دقیقه در

[Downloaded from goljaam.icsa.ir on 2026-11-02]

دمای ۱۰۰°C در بن‌ماری قرار گرفت. در هر یک ازحمام‌ها ۳٪ اگزالیک اسید و ۳٪ دندانه فلزی استفاده شد. رنگرزی به صورت همزمان و درL:G ، ۱:۵۰ صورت گرفت و پس از آن نمونه‌های پشم رنگ‌شده شسته و آبکشی شد.

برای آزمایش ارزیابی خاصیت ضد باکتری پشم رنگ‌شده با ۶ رنگزای برگی مذکور در حضور دندانه‌ی سولفات مضاعف آلومینیوم و پتاسیم (زاج سفید)، ابتدا دو نوع باکتری اشرشیا کلی[۱] و استافیلو کوکوس آرئوس[۲] که منشأ عفونت بوده انتخاب کرده و جهت کشت باکتری، ابتدا لوله‌های آزمایش برای استرلیزه شدن در دمای ۱۲۱°C اتوکلاو قرار گرفت تا سترون شود. جهت انجام این آزمایش حجم‌های یکسان از هر سوسپانسیون باکتریایی شامل 10^5 CFU/ml در لوله‌ی آزمایش ریخته و در شرایط انکوباتور و در دمای ۳۷°C و به مدت ۱۶ ساعت قرار گرفت. پس از آن، با استفاده از پیپت پاستور، میزان یکسانی از هر باکتری و محیط کشت نوتیرنت آگار در داخل پلیت ها ریخته شد و چندین بار جهت عقربه‌های ساعت حرکت دورانی داده و سپس خلاف جهت عقربه ساعت حرکت دورانی داده تا کاملاً باکتری‌ها و محیط کشت با هم مخلوط شود. مقدار ۰/۰۳ گرم از الیاف پشم رنگ شده با انواع رنگزاهای مورد بحث در ۱۵۰۰ میکرو لیتر سرم حاوی باکتری استافیلو کوکوس آرئوس و اشرشیا کلی به مدت ۱۶ ساعت شیک شد و سپس با روش رقت‌سازی در پلیت‌های حاوی نوترینت آگار کشت داده شدند و سپس کلنی‌ها با دستگاه کلنی کانتر شمارش شد.

اندازه‌گیری ویژگی‌های رنگی

الیاف پشم رنگرزی‌شده با انواع رنگزاهای گیاهی مدنظر، جهت بررسی مشخصه‌های رنگی ایجادشده به‌وسیله‌ی دستگاه اسپکتروفوتومتر انعکاسی مورد ارزیابی و رنگ‌سنجی قرار گرفتند. در این مرحله پارامترهای رنگی L^* و a^*, b^* که به ترتیب عبارتند از میزان سبزی یا قرمزی، میزان زردی یا آبی بودن و درصد روشنایی الیاف رنگ‌شده بررسی شد.

مؤلفه‌های رنگی و منحنی انعکاس نمونه‌ها در بازه‌ی ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر با فواصل ۱۰ نانومتری اندازه‌گیری و قدرت رنگی نمونه‌ها بر اساس معادله‌ی کیوبلکا مانک[۳] با تکنیک انعکاسی Perkin Elmer در λ_{max} (طول موج بیشینه‌ی جذب ۴۰۰ نانومتر) بر اساس رابطه‌ی زیر به‌دست آمد.

$$K/s = \frac{(1-R)^2}{2R}$$

رابطه‌ی (۱)

در این رابطه K ضریب جذب، S ضریب انتشار و R کم‌ترین مقدار انعکاس هر نمونه (بیشترین مقدار جذب) در محدوده‌ی طول موج مرئی ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر است. همچنین بیانگر بیشترین طول موج مختص به هر فام رنگی است که در محدوده‌ی طول موج مرئی ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر ظاهر می‌شود.

اندازه‌گیری ثبات‌ها

پس از عملیات رنگرزی و خشک شدن کالاها، ثبات‌های نوری و شستشویی نمونه‌ها مورد بررسی قرار گرفتند. در بررسی ثبات نوری نمونه‌ها، نمونه‌ی شسته‌نشده را به مدت ۷۲ ساعت در دستگاه ثبات نوری قرار داده و مطابق استاندارد ISO 105-B01: 2010 و به‌وسیله‌ی معیار آبی که به هشت درجه تقسیم می‌شود، اندازه‌گیری شد که در آن یک ضعیف‌ترین و هشت بهترین حالت است. نمونه‌ها در دستگاه طوری قرار داده شدند که قسمتی از کالا در معرض نور قرار گیرند و قسمت دیگر از نور محافظت شود. اختلاف رنگ بین قسمت‌های قرار گرفته در معرض نور با محافظت‌شده با معیار آبی مورد ارزیابی قرار گرفتند (منتظر و آهنکوب، ۱۳۸۴). نتایج این بررسی در بخش نتایج و بحث بیان شده است.

[Downloaded from goljaam.icsa.ir on 2026-11-02]

به منظور تعیین ثبات شستشویی نمونه‌ها، هر یک از نمونه‌های رنگرزی‌شده را نصف کرده و همراه آن به همان اندازه نمونه پشم بی رنگ، درون بشر حاوی پنج درصد مواد شوینده قرار داده و به L:R معادل ۱:۵۰ انداخته می‌شود. بشر به مدت ۲۰ دقیقه در دمای $50^{\circ}C$ تحت عملیات شستشو قرار گرفته و پس از آب‌گیری و خشک نمودن نمونه‌ها، بر اساس استاندارد ISO 105-C10: 2006 و به وسیله‌ی معیار خاکستری که به پنج درجه تقسیم می‌شود و در آن پنج بهترین و یک ضعیف‌ترین حالت است با یکدیگر مقایسه و نتایج در بخش نتایج و بحث بیان شده است.

نتایج و بحث

جداول ۲ تا ۷ تنوع فام‌های رنگی الیاف پشم رنگ‌شده با هر یک از رنگزاهای برگ درختان بادام کوهی (ارژن)، گردو، بنه، انگور عسکری شیرازی، آویشن شیرازی و انجیر کوهی در حضور ۸ دندانه‌ی فلزی مختلف نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود برگ گیاهان بومی مورد پژوهش، در حضور دندانه‌های فلزی متفاوت، اغلب تنوع فام قابل توجهی را نشان می‌دهند. از سویی دیگر، مقایسه‌ی الیاف پشم رنگرزی‌شده با هر رنگزا در حضور و عدم حضور دندانه، ضرورت وجود دندانه‌های فلزی را در ایجاد تنوع فام و ثبات‌ها مشخص می‌کند. البته برگ گیاه گردو و پسته وحشی (بنه) دارای مقادیری تانن است که سبب می‌شود الیاف پشم بدون حضور دندانه رنگ قابل قبولی داشته باشند (حنفی و همکاران، ۱۳۹۱). بنابراین الیاف پشم رنگ‌شده با این دو رنگزا، بدون حضور دندانه نیز رنگ نسبتاً قابل قبولی ارائه کردند (جداول ۳ و۴).

جدول ۲–پشم رنگ‌شده با برگ درخت بادام کوهی در حضور دندانه‌های مختلف

دندانه‌ی فلزی	آهن۳	آهن۲	مس	کروم پتاسیم	روی	نیکل	قلع	آلومینیوم	بدون دندانه
طیف رنگی									

جدول ۳– پشم رنگ‌شده با برگ درخت گردو در حضور دندانه‌های مختلف

دندانه‌ی فلزی	آهن۳	آهن۲	مس	کروم پتاسیم	روی	نیکل	قلع	آلومینیوم	بدون دندانه
طیف رنگی									

جدول ۴– پشم رنگ‌شده با برگ درخت پسته‌ی کوهی در حضور دندانه‌های مختلف

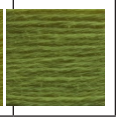
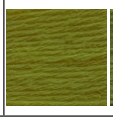
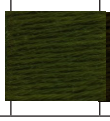
دندانه‌ی فلزی	آهن۳	آهن۲	مس	کروم پتاسیم	روی	نیکل	قلع	آلومینیوم	بدون دندانه
طیف رنگی									

[Downloaded from goljaam.icsa.ir on 2026-11-02]

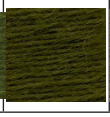
جدول ۵- پشم رنگ شده با برگ درخت انگور عسکری شیرازی در حضور دندانه های مختلف

بدون دندانه	آلومینیوم	قلع	نیکل	روی	کروم پتاسیم	مس	آهن۲	آهن۳	دندانه‌ی فلزی
									طیف رنگی

جدول ۶- پشم رنگ شده با برگ گیاه آویشن در حضور دندانه های مختلف

بدون دندانه	آلومینیوم	قلع	نیکل	روی	کروم پتاسیم	مس	آهن۲	آهن۳	دندانه‌ی فلزی
									طیف رنگی

جدول ۷- پشم رنگ شده با برگ درخت انجیر کوهی در حضور دندانه های مختلف

بدون دندانه	آلومینیوم	قلع	نیکل	روی	کروم پتاسیم	مس	آهن۲	آهن۳	دندانه‌ی فلزی
									طیف رنگی

مشخصه‌های رنگی الیاف رنگ‌شده با برگ رنگزاهای گیاهی مورد پژوهش در حضور ۸ دندانه‌ی فلزی نامبرده مطابق با جداول ۸ تا ۱۳ است. علاوه بر این، درصد انعکاس در طول موج بیشینه‌ی جذب و قدرت رنگی نیز گزارش شده است. همان‌طور که در جدول ۸ مشاهده می‌شود، مشخصه‌های رنگی الیاف رنگ شده با برگ درخت بادام کوهی (ارژن) در حضور تمام دندانه‌های مورد آزمایش به جز دندانه‌ی کروم پتاسیم مقدار a^* منفی و b^* مثبت دارند، که تأییدکننده‌ی ته رنگ سبز و زرد مشاهده‌شده در جدول ۲ است. بر طبق داده‌های جدول ۸، نمونه‌های رنگرزی‌شده در حضور دندانه‌ی قلع و نیکل بیشترین و در حضور دندانه‌ی آهن۲ کمترین درصد روشنایی را دارا هستند (در جدول ۲ از لحاظ کیفی قابل مشاهده است). بیشترین و کمترین قدرت رنگی به ترتیب متعلق به نمونه‌های رنگ‌شده با دندانه‌ی قلع و مربوط به نمونه های آهن۲ است. علاوه بر این، میزان میانگین انعکاس نمونه‌های رنگ‌شده در طول موج ۴۰۰ نانومتر برای ۱۰ نقطه از سطوح الیاف پشم رنگ‌شده جهت انتخاب درخشان‌ترین لیف گزارش شده است. با مقایسه‌ی انعکاس پشم رنگ‌شده با رنگزاهای مذکور مشاهده می‌شود که پشم رنگرزی‌شده با برگ بادام کوهی در حضور دندانه‌ی قلع، انعکاس بالاتری نشان می‌دهند که نشان از جذب رنگ کمتر این نمونه دارد. از سویی پشم رنگ‌شده در حضور دندانه‌های آهن حداکثر جذب رنگ را دارا هستند. نتایج کمی (جدول ۸) با نتایج کیفی (جدول ۲) مطابقت دارد.

[Downloaded from goljaam.icsa.ir on 2026-11-02]

جدول ۸- مشخصه‌های رنگی الیاف پشم رنگ‌شده با برگ درخت بادام کوهی

نوع دندانه‌ی فلزی	a*	b*	L*	K/S	R
آلومینیوم	۷/۲۷	۲۹/۳۳	۳۸/۸۵	۶/۱۶	۱۴/۲۴
قلع	۱۸/۸۶	۵۰/۵۳	۴۲/۶۳	۹/۷۱	۲۱/۳۶
نیکل	۶/۵۵	۲۰/۴۰	۴۱/۴۸	۶/۸	۱۵/۵۳
روی	۸/۲۶	۲۸/۳۲	۳۶/۹۹	۵/۵۸	۱۳/۰۸
کروم پتاسیم	-۶/۸۶	۱۰/۴۸	۳۱/۰۰	۶/۱۷	۱۴/۲۶
مس	۷/۷۴	۲۱/۲۲	۲۹/۱۶	۳/۱۶	۸/۱۸
آهن۲	۶/۷۲	۲۱/۱۵	۲۹/۳۰	۳/۰۱	۷/۹۶
آهن۳	۵/۱۹	۱۹/۰۹	۲۹/۷۴	۲/۹۷	۷/۸۰
بدون دندانه	-۱/۲	۲۱/۰۶	۴۹/۱۲	۲/۴۰	۱۵/۱۳

جدول ۹- مشخصه‌های رنگی الیاف پشم رنگ‌شده با برگ درخت گردو

نوع دندانه‌ی فلزی	a*	b*	L*	K/S	R
آلومینیوم	-۲/۴۷	۲۰/۳۳	۷۳/۱۵	۱۹/۲۴	۴۰/۴۵
قلع	۱/۱۲	۴۵/۹۲	۷۹/۰۶	۱۶/۷۳	۳۵/۴۲
نیکل	۳/۶۷	۳۰/۸۸	۷۷/۲۱	۱۳/۲۶	۲۸/۴۸
روی	۲/۹۸	۲۷/۹۲	۶۶/۷۳	۱۲/۸۵	۲۷/۶۶
کروم پتاسیم	۰/۵۸	۲۸/۰۳	۶۶/۱۷	۱۳/۲۵	۲۸/۴۵
مس	۱/۳۷	۲۶/۹۸	۵۵/۰۹	۷/۳۹	۱۶/۷۲
آهن۲	-۰/۰۴	۷/۸۴	۴۷/۱۴	۶/۷۵	۱۵/۴۳
آهن۳	۳/۴۵	۱۳/۳۷	۵۴/۷۴	۱۳/۴۶	۲۸/۸۸
بدون دندانه	۴/۳	۶/۲۷	۴۲/۱۲	۰/۴۵	۳۲/۱۳

جدول ۱۰- مشخصه‌های رنگی الیاف پشم رنگ‌شده با برگ پسته‌ی کوهی

نوع دندانده فلزی	a*	b*	L*	K/S	R
آلومینیوم	-۲/۱۷	۴۱/۰۷	۷۳/۴۶	۲۵/۸۴	۵۳/۶۶
قلع	۳/۵۶	۷۳/۰۰	۷۴/۸۶	۲۹/۸۴	۶۱/۶۶
نیکل	-۰/۳۱	۲۲/۰۱	۷۱/۵۸	۲۰/۷۲	۴۳/۴۰
روی	۰/۱۱	۲۲/۷۳	۶۸/۲۲	۲۰/۶۳	۴۳/۲۲
کروم پتاسیم	۱/۳۲	۳۱/۵۸	۶۳/۷۰	۱۳/۹۶	۲۹/۸۸
مس	-۳/۳۵	۲۵/۶۶	۵۷/۷۰	۱۵/۹۱	۳۳/۲۸
آهن۲	-۱/۵۲	۱۳/۰۹	۴۲/۴۷	۵/۸۷	۱۳/۶۶
آهن۳	-۰/۷	۱۱/۵۶	۴۲/۵۸	۵/۹۲	۱۳/۷۵
بدون دندانه	-۳/۲	۱۸/۱۰	۵۲/۱۲	۰/۱۲	۶۱/۱۷

جدول ۱۱- مشخصه‌های رنگی الیاف پشم رنگ‌شده با برگ انگور عسکری

نوع دندانه‌ی فلزی	a*	b*	L*	K/S	R
آلومینیوم	۰/۴۳	۵۲/۷۵	۷۵/۲۵	۲۸/۵۸	۵۹/۱۴
قلع	۱۴/۵۰	۶۰/۳۸	۷۰/۳۱	۲۸/۵۱	۵۹/۱۷
نیکل	-۱/۵۶	۲۳/۶۱	۷۱/۶۶	۲۲/۸۹	۴۷/۷۴
روی	۰/۳۰	۲۶/۴۴	۷۳/۵۸	۲۵/۰۶	۵۲/۰۹
کروم پتاسیم	۱/۹۳	۲۵/۸۴	۶۰/۶۶	۲۱/۵۷	۴۵/۱۱
مس	-۰/۹۸	۳۰/۰۵	۵۷/۶۹	۱۳/۸۷	۴۵/۱۱
آهن۲	۰/۸۴	۱۳/۵۵	۴۹/۴۲	۸/۷۲	۱۹/۳۸
آهن۳	۱/۰۴	۱۶/۹۳	۵۰/۴۷	۹/۳۳	۲۰/۶۰
بدون دندانه	۰/۲۷	۳۲/۰۹	۶۱/۸۳	۰/۱۱	۶۳/۱۳

[Downloaded from goljaam.icsa.ir on 2026-11-02]

جدول ۱۲- مشخصه‌های رنگی الیاف پشم رنگ‌شده با برگ آویشن

نوع دندانه‌ی فلزی	a*	b*	L*	K/S	R
آلومینیوم	-۰/۹۲	۴۴/۱۷	۷۵/۶۲	۲۸/۲	۵۸/۳۸
قلع	۱/۹۹	۶۲/۰۴	۷۶/۷۷	۳۱/۴	۶۴/۰۵
نیکل	-۲/۳۴	۲۹/۱۷	۷۱/۵۵	۲۳/۲۴	۴۸/۴۵
روی	-۰/۵۸	۲۸/۸۲	۷۵/۴۸	۲۷/۰۵	۵۶/۰۸
کروم پتاسیم	۱/۱۵	۲۱/۲۷	۶۷/۵۳	۱۹/۹۶	۴۱/۸۹
مس	-۲/۳۵	۲۶/۲۲	۵۴/۲۳	۱۱/۵	۲۴/۹۴
آهن۲	-۱/۰۱	۱۴/۶۰	۴۷/۶۲	۷/۹۷	۱۷/۸۸
آهن۳	-۲	۱۷/۱۵	۵۶/۸۴	۱۲/۳۴	۲۶/۶۳
بدون دندانه	-۱/۷	۴۹/۱۰	۷۷/۰۲	۰/۱۷	۵۶/۳۳

جدول۱۳- مشخصه های رنگی الیاف پشم رنگ شده با برگ انجیر کوهی

نوع دندانه‌ی فلزی	a*	b*	L*	K/S	R
آلومینیوم	-۲/۵۲	۹۳/۹۹	۶۷/۰۷	۸۲/۴۴	۸۵/۵۸
قلع	-۲/۴۶	۵۵/۱۳	۸۷/۶۸	۱۳/۰۲	۴۶/۸۳
نیکل	-۰/۶۴	۳۲/۷۰	۵۷/۴۹	۶۲/۳۸	۸۵/۴۶
روی	-۰/۱۳	۴۲/۳۰	۷۷/۴۳	۸۲/۶۴	۸۵/۰۹
کروم پتاسیم	-۰/۱۴	۱۲/۹۱	۵۶/۵۷	۸۱/۳۱	۸۳/۲۲
مس	-۰۳/۰۸	۹۳/۹۹	۶۶/۰۷	۵۱/۲۰	۸۴/۵۸
آهن۲	-۲/۴۱	۳۱/۶۷	۸۴/۱۳	۷/۹۹	۷۱/۲۹
آهن۳	-۱/۱۸	۳۱/۴۲	۲۴/۲۹	۵/۶۹	۳۱/۴۸
بدون دندانه	۰/۰۲	۸۳/۰۰	۲۸/۲۸	۰/۳۱	۰۶/۳۰

بر طبق داده‌های جدول ۹، مشخصه‌های رنگی پشم رنگ‌شده با برگ درخت گردوی بومی فارس در حضور تمام دندانه‌های مورد آزمایش به جز دندانه‌ی آلومینیوم مقادیر a* و b* مثبت داشتند که تأییدکننده‌ی ته رنگ قرمز و زرد آن‌ها است، منتظر و همکاران نیز نتایج مشابهی کسب کردند (منتظر و همکاران، ۱۳۸۸). این الیاف در حضور دندانه‌ی آلومینیوم بیشترین و در حضور دندانه‌ی مس کمترین درصد روشنایی را دارا هستند (در جدول ۳ از لحاظ کیفی قابل مشاهده است). بیشترین و کمترین قدرت رنگی به ترتیب متعلق به نمونه‌های رنگ‌شده با دندانه‌ی قلع و مربوط به نمونه‌های آهن ۳ است. علاوه بر این، همان‌طور که ذکر شد، میزان میانگین انعکاس نمونه‌های رنگ‌شده در طول موج ۴۰۰ نانومتر برای ۱۰ نقطه از سطوح الیاف پشم رنگ‌شده با این گیاه جهت انتخاب درخشان‌ترین لیف گزارش شده است. با مقایسه‌ی انعکاس مشاهده می‌شود که پشم رنگرزی شده با برگ درخت گردو در حضور دندانه‌ی آلومینیوم حداکثر انعکاس و لذا کمترین جذب رنگ را دارد. از سویی دندانه‌های آهن باعث ایجاد حداکثر جذب رنگ شده‌اند. نتایج کمی (جدول ۹) با نتایج کیفی (جدول ۳) مطابقت دارد.

همان‌طور که در جدول ۱۰ قابل مشاهده است، مشخصه‌های رنگی الیاف رنگ‌شده با برگ درخت بنه در حضور دندانه‌های قلع، روی و کروم پتاسیم مقادیر a* و b* مثبت دارند که تأییدکننده‌ی ته رنگ قرمز و زرد این نمونه‌ها است. از سویی دیگر سایر دندانه‌های مورد آزمایش مقادیر a* منفی و b* مثبت را دارا هستند که نشان‌دهنده‌ی ته رنگ سبز و زرد نخ پشمی رنگ‌شده است. نتایج کمی جدول ۱۰ با رنگ‌های جدول ۴ تطبیق دارد. بیشترین و کمترین درصد روشنایی متعلق به نمونه‌ی دندانه‌دار شده با دندانه‌ی قلع و دندانه‌ی مس هستند. مقایسه‌ی درصد انعکاس این نمونه‌ها نشان می‌دهد که بیشترین جذب را نمونه‌ی رنگ‌شده در حضور دندانه‌های آهن و کمترین جذب رنگ متعلق به پشم رنگ‌شده در حضور قلع است.

در جدول ۱۱ مشاهده می‌شود که مشخصه‌های رنگی الیاف رنگ‌شده با برگ درخت انگور در حضور تمام

[Downloaded from goljaam.icsa.ir on 2026-11-02]

دندانه‌ها به جز دندانه‌ی نیکل و مس، مقادیر a^* منفی و b^* مثبت دارند که تأییدکننده‌ی ته رنگ سبز و زرد این نمونه‌ها در جدول ۵ است. بیشترین و کمترین درصد روشنایی را به ترتیب نمونه‌های رنگی دندانه‌دار شده با دندانه‌ی آلومینیوم و دندانه‌ی آهن۳ دارند. با مقایسه‌ی انعکاس مشاهده می‌شود که پشم رنگرزی‌شده با این گیاه در حضور دندانه‌ی آلومینیوم و بدون حضور دندانه حداکثر انعکاس و لذا کمترین جذب رنگ را داراست. مجدداً دندانه‌های آهن موفق به ایجاد حداکثر جذب رنگ شده‌اند که این نتایج مجددا با نتایج تحقیقات منتظر و همکاران مطابقت دارد (منتظر و همکاران، ۱۳۸۸). نتایج کمی (جدول ۱۱) با نتایج کیفی (جدول ۵) مطابق است.

ارزیابی مشخصه‌های رنگی پشم رنگرزی‌شده با برگ آویشن در جدول ۱۲ نشان می‌دهد که این رنگزا در حضور تمامی دندانه‌های به‌کار رفته به جز دندانه‌ی قلع و کروم پتاسیم مقادیر a^* منفی و b^* مثبت دارد که تاییدکننده‌ی ته رنگ سبز و زرد مشاهده شده در جدول ۶ است. در این جدول نیز بیشترین و کمترین درصد روشنایی را نمونه‌های رنگ‌شده در حضور دندانه‌ی قلع و دندانه‌ی آهن۲ دارند. مقایسه‌ی درصد انعکاس این نمونه‌ها نشان می‌دهد که بیشترین جذب را نمونه‌ی رنگ‌شده در حضور دندانه‌های آهن و کمترین جذب رنگ متعلق به پشم رنگ‌شده در حضوردندانه‌های آلومینیوم و قلع است. همان‌طور که در جدول ۶ قابل مشاهده است، تنوع فام نمونه‌های رنگ‌شده با برگ گیاه آویشن قابل قبول است. با توجه به مشخصه‌های رنگی پشم رنگرزی‌شده بدون دندانه و ویژگی‌های رنگی دندانه‌های فلزی مورد استفاده در جدول ۱۴، نتیجه گرفته می‌شود که تنوع فام ایجادشده در مورد دندانه‌های کروم، مس، آهن ۲ و ۳ به دلیل تشکیل ترکیب رنگزا با دندانه (لاک) است. سایر دندانه های بیشتر در ایجاد ثبات‌های عمومی و شفافیت مؤثر هستند و تغییرات فام اندکی ایجاد می‌کنند.

در جدول ۱۳، مشخصه‌های رنگی الیاف رنگ‌شده با برگ درخت انجیر کوهی مقادیر a^* منفی و b^* مثبت دارند که تأییدکننده‌ی ته رنگ سبز و زرد مشاهده‌شده در جدول ۷ است. در این جدول، بیشترین درصد روشنایی متعلق به نمونه‌های رنگ‌شده در حضور دندانه‌ی قلع است. الیاف پشم رنگ‌شده با برگ انجیر کوهی بدون حضور دندانه و یا در حضور دندانه‌های آلومینیوم، قلع، نیکل و روی جذب رنگ بالایی ندارند. همان طور که در جدول ۷ مشاهده می‌شود، تنوع فام نمونه‌های رنگ‌شده با این رنگزا قابل توجه است. علاوه براین نتایج این تحقیق ثابت می‌کند که برگ انجیر کوهی در حضور دندانه‌های فلزی متفاوت، فام‌های رنگی متنوع‌تری نسبت به برگ انجیر معمولی ایجاد می‌کند (منتظر و همکاران، ۱۳۸۸).

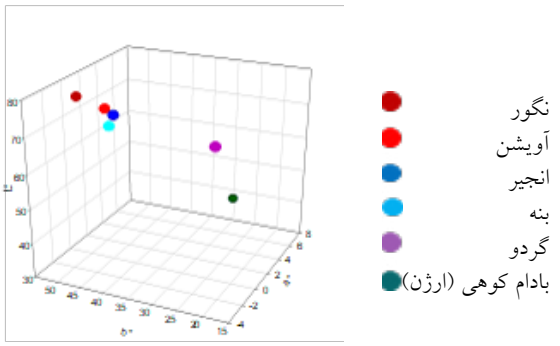
جهت ارزیابی تأثیر رنگ دندانه‌های فلزی مورد استفاده، میانگین مشخصه‌های رنگی آن‌ها (میانگین ۳ تکرار) اندازه‌گیری و در جدول ۱۴ گزارش شده است. دندانه‌های آلومینیوم، روی، قلع و نیکل به‌صورت پودر مایل به سفید رنگ هستند که مشخصه‌های رنگی آن ها نیز در جدول ۱۴ این موضوع را تأیید می‌کند. این ۴ دندانه همگی از درصد روشنایی بالایی برخوردارند. همان‌طور که تحقیقات گذشته نیز نشان می‌دهد (حسین‌نژاد و قرنجیگ، ۱۳۹۹)، این دندانه‌ها تغییر چندانی در فام رنگزا ایجاد نمی‌کنند و اغلب جهت افزایش درخشنگی، شفافیت و ثبات‌های رنگرزی مورد استفاده قرار می‌گیرند. دندانه‌های کروم، مس، آهن ۲ و ۳ دندانه‌های رنگی هستند و به ترتیب به صورت پودر یا بلورهای نارنجی، آبی، کرم تیره و سبز قهوه ای موجود هستند (منتظر و زرینه، ۱۳۸۵). داده‌های اندازه‌گیری‌شده در جدول ۱۴ مؤید این موضوع است. لذا انتظار می‌رود که در فرایند رنگرزی، علاوه بر افزایش ثبات‌های عمومی، تغییرات فام نیز ایجاد کنند. مشخصه‌های رنگی کیفی و کمی پشم رنگرزی شده با رنگزاهای مورد بحث در جداول ۲ تا ۷ و ۸ تا ۱۳ این مهم را تأیید می‌کند.

[Downloaded from goljaam.icsa.ir on 2026-11-02]

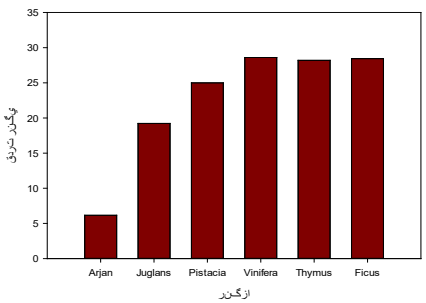
جدول ۱۴- مشخصه‌های رنگی دندانه‌های فلزی مورد استفاده

نوع دندانه‌ی فلزی	a*	b*	L*	R
آلومینیوم	-۰/۶۸	-۱/۰۳	۸۸/۶۸	۶۱/۲۵
قلع	-۱/۳۵	۲/۴۰	۷۹/۷۳	۱۶/۷۷
نیکل	-۲/۰۲	۲/۷۳	۸۴/۷۱	۳۲/۰۷
روی	۰/۱۶	۱/۰۴	۹۳/۲۴	۸۱/۵
کروم پتاسیم	۶۳/۹۵	۸۶/۰۲	۵۲/۵۳	۳/۲۱
مس	-۲۸/۰۸	-۲۳/۵۶	۶۹/۲۲	۶۴/۲۰
آهن۲	-۳/۸۶	۸/۳۸	۶۱/۵۷	۴۲/۰۹
آهن۳	-۸/۴۵	۱۴/۱۳	۴۸/۶۳	۴۱/۱۱

شکل ۱ مشخصات رنگی و درصد روشنایی نخ پشمی رنگ‌شده با ۶ رنگزای گیاهی مورد بحث را در حضور زاج سفید مقایسه می‌کند. با توجه به نتایج حاصل از ارزیابی نمودار، رنگزاهای حاصل از برگ انگور، آویشن، انجیر و بنه روشن‌تر از نمونه‌های رنگ‌شده با گردو و بادام کوهی (ارژن) هستند. از طرفی دیگر به جز رنگزای برگ انگور مابقی ته رنگ سبز دارند. تمام نمونه‌های رنگ‌شده ته رنگ زرد را نشان می‌دهند. شکل ۲ قدرت رنگی ۶ رنگزا را در شرایط یکسان رنگرزی و در حضور دندانه‌ی زاج سفید مقایسه می‌کند. همان‌طور که مشهود است برگ انگور، انجیر و آویشن حداکثر و برگ بادام کوهی (ارژن) حداقل میزان قدرت رنگی را نشان می‌دهد (Gupta et al.2020).



شکل ۱- مشخصات رنگی و درصد روشنایی نخ پشمی رنگ‌شده با ۶ رنگزای گیاهی مورد بحث در حضور دندانه‌ی زاج سفید

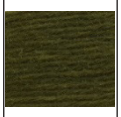
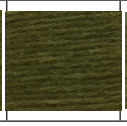


شکل ۲- مقایسه‌ی قدرت رنگی ۶ رنگزای گیاهی مورد بحث در حضور دندانه‌ی زاج سفید

نتایج ارزیابی ثبات نوری و تغییرات رنگ و روشنایی این نمونه‌های رنگ‌شده قبل و بعد از نوردهی و در جداول ۱۵ تا ۲۰ قابل مشاهده است.

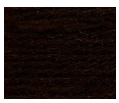
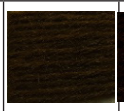
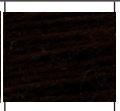
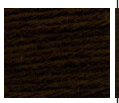
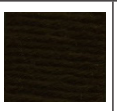
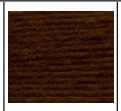
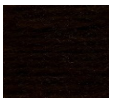
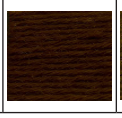
[Downloaded from goljaam.icsa.ir on 2026-11-02]

جدول ۱۵- تغییرات رنگ پشم رنگ‌شده با برگ بادام کوهی (ارژن) قبل و بعد از فرایند نوردهی

	آهن۳	آهن۲	مس	کروم پتاسیم	روی	نیکل	قلع	آلومینیوم
ثبات نوری	۶	۶	۶	۷	۷	۶	۴	۴
اولیه								
بعد از فرایند نوردهی								

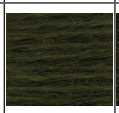
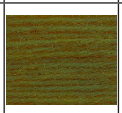
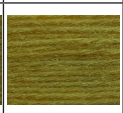
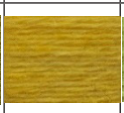
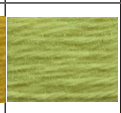
بررسی جدول ۱۵ نشان می دهد که الیاف پشم رنگ‌شده با رنگزای برگ بادام کوهی (ارژن) در حضور تمامی دندانه‌های مورد آزمایش به جز قلع و آلومینیوم، ثبات نوری الیاف حداکثری (۶-۷) را دارا هستند. ارزیابی بصری و کیفی نشان می‌دهد که تنوع رنگ ایجادشده متوسط است.

جدول ۱۶- تغییرات رنگ پشم رنگ‌شده با برگ گردو قبل و بعد از فرایند نوردهی

	آهن۳	آهن۲	مس	کروم پتاسیم	روی	نیکل	قلع	آلومینیوم
ثبات نوری	۷	۷	۷	۶	۷	۷	۶	۵
اولیه								
بعد از فرایند نوردهی								

نتایج کمی و بصری جدول ۱۶ نشان می‌دهد که الیاف پشم رنگ‌شده با رنگزای برگ گردو در حضور همه‌ی دندانه‌ها به جز زاج سفید، ثبات نوری الیاف حداکثری (۶-۷) ایجاد می‌کنند. تنوع رنگی زیادی توسط رنگزای برگ درخت گردو ایجاد نمی‌شود.

جدول ۱۷- تغییرات رنگ پشم رنگ‌شده با برگ بنه قبل و بعد از فرایند نوردهی

	آهن۳	آهن۲	مس	کروم پتاسیم	روی	یکل	قلع	آلومینیوم
ثبات نوری	۶	۶	۷	۶	۶	۵	۵	۲
اولیه								
بعد از فرایند نوردهی								

[Downloaded from goljaam.icsa.ir on 2026-11-02]

در جدول ۱۷ نیز مشاهده می‌شود که الیاف پشم رنگرزی‌شده با رنگزای برگ بنه در حضور دندانه‌های آلومینیوم، قلع و نیکل ثبات نوری کمتری نسبت به بقیه‌ی نمونه‌ها دارند. همچنین ارزیابی بصری نشان می‌دهد که رنگزای مستخرج از برگ بنه قادر به ایجاد تنوع رنگی در حضور دندانه‌های فلزی مختلف بوده است.

جدول ۱۸- تغییرات رنگ پشم رنگ‌شده با برگ انگور عسکری قبل و بعد از فرایند نوردهی

	آهن۳	آهن۲	مس	کروم پتاسیم	روی	نیکل	قلع	آلومینیوم
ثبات نوری	۸	۸	۷	۷	۷	۷	۶	۶
اولیه								
بعد از فرایند نوردهی								

بررسی جدول ۱۸ نشان می‌دهد که الیاف پشم رنگرزی‌شده با رنگزای برگ انگور درحضور تمام دندانه‌ها ثبات نوری حداکثری (۶-۷) داشته و فام‌های رنگی متنوعی ایجاد کرده است.

نتایج جدول ۱۹ نشان می‌دهد که الیاف پشم رنگرزی‌شده با رنگزای برگ آویشن درحضور تمام دندانه‌ها ثبات نوری حداکثری (۶-۷) دارد. در این جدول الیاف پشم رنگرزی‌شده با این گیاه فام‌های متنوعی دارد.

جدول ۱۹- تغییرات رنگ پشم رنگ‌شده با برگ آویشن قبل و بعد از فرایند نوردهی

	آهن۳	آهن۲	مس	کروم پتاسیم	روی	نیکل	قلع	آلومینیوم
ثبات نوری	۸	۸	۷	۷	۷	۷	۷	۶
اولیه								
بعد از فرایند نوردهی								

جدول ۲۰- تغییرات رنگ پشم رنگ‌شده با برگ انجیر کوهی قبل و بعد از فرایند نوردهی

	آهن۳	آهن۲	مس	کروم پتاسیم	روی	نیکل	قلع	آلومینیوم
ثبات نوری	۳	۳	۶	۶	۶	۶	۶	۴
اولیه								
بعد از فرایند نوردهی								

[Downloaded from goljaam.icsa.ir on 2026-11-02]

و در نهایت، در جدول ۲۰ مشاهده می‌شود که الیاف پشم رنگرزی‌شده با رنگزای برگ انجیر کوهی از ثبات نوری ۳-۶ برخوردار هستند که ثبات پایینی محسوب می‌شود.

جدول ۲۱- ثبات شستشویی تغییر رنگ و لکه‌گذاری روی الیاف پشمی رنگ‌شده با برگ گیاهان بومی فارس در حضور ۸ دندانه‌ی فلزی متفاوت

	دندانه	سولفات آلومینیوم	کلرید قلع	کلرید نیکل	سولفات روی	بیکرومات پتاسیم	سولفات مس	سولفات آهن۲	سولفات آهن۳
شستشوی تغییر رنگ	برگ درخت بادام کوهی (ارژن)	۴	۴	۵	۵	۴	۵	۴	۴
	برگ درخت گردو	۴	۴	۵	۴-۵	۴-۵	۵	۴	۴
	برگ درخت بنه	۳-۴	۳-۴	۵	۵	۴	۵	۴	۴
	برگ درخت انگور عسکری	۵	۵	۴-۵	۵	۴-۵	۵	۳-۴	۳-۴
	برگ آویشن	۴-۵	۴-۵	۴	۵	۴-۵	۵	۴	۴
	برگ درخت انجیر کوهی	۵	۵	۵	۵	۴-۵	۵	۵	۵
لکه‌گذاری روی نخ پشمی	برگ درخت بادام کوهی (ارژن)	۴	۴	۵	۵	۵	۵	۴	۴
	برگ درخت گردو	۴	۴	۵	۵	۵	۵	۴	۴
	برگ درخت بنه	۴	۴	۴	۴	۵	۵	۴	۴
	برگ درخت انگور عسکری	۵	۵	۵	۵	۴	۵	۴	۴
	برگ آویشن	۵	۵-۴	۴	۵	۵	۵	۵	۵
	برگ درخت انجیر کوهی	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵	۵

همان‌طور که در جدول ۲۱ مشاهده می‌شود، هر ۶ گونه رنگزای گیاهی بومی استان فارس که در این پژوهش مورد استفاده و ارزیابی قرار گرفتند، از ثبات شستشویی مناسبی (۴-۵) بر روی الیاف پشم برخوردار هستند. در این میان، برگ گیاه انجیر کوهی و آویشن شیرازی بهترین و برگ درختان بنه و انگور عسکری شیرازی کمترین ثبات شستشویی را بر روی الیاف پشم نشان دادند.

برای تست خاصیت ضد باکتری الیاف رنگ‌شده، ابتدا دو نوع باکتری اشرشیا کلی و استافیلو کوکوس آرئوس که منشأ رایج‌ترین عفونت‌ها بوده انتخاب‌شده و بر روی تمام الیاف رنگرزی شده در حضور دندانه‌ی سولفات آلومینیوم و همچنین نمونه‌ی کنترل (الیاف پشم بدون رنگ)، مورد کشت قرار گرفتند. از سویی دیگر، جهت ارزیابی اثر احتمالی یون آلومینیوم در دندانه و احتمال خاصیت ضد باکتری آن (Shahmoradi et al. 2021)، نمونه‌ی پشم رنگرزی‌شده با رنگزاهای مذکور بدون حضور دندانه نیز در بررسی خاصیت ضد باکتری مورد سنجش قرار گرفت.

نتایج حاصل ازکشت انواع باکتری‌ها روی تمام نمونه‌ها به‌صورت درصد بازداری و با استفاده از فرمول زیر محاسبه شده است.

$$\text{Reduction rate } \% = \frac{(A-B)}{A} \times 100$$

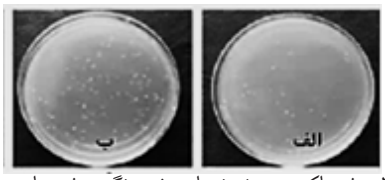
رابطه‌ی (۲)

A = تعداد کلنی باکتری اولیه

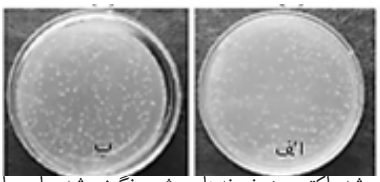
B = تعداد کلنی باکتری بعد از ۱۶ ساعت

[Downloaded from goljaam.icsa.ir on 2026-11-02]

بررسی اثر نوع رنگزای برگی مورد استفاده بر روی درصد بازداری رشد باکتری برای دو باکتری مورد آزمایش قرار گرفته در جداول ۲۲ و ۲۳ آمده است. شکل های ۳ و۴ رشد دو نوع باکتری S.areuse و E. coli در نمونه‌های پشم رنگرزی‌شده با برگ آویشن شیرازی و پسته‌ی کوهی را باکتری مدنظر نشان می‌دهد.



شکل ۳- رشد باکتری در نمونه‌های پشم رنگرزی‌شده با عصاره‌ی آبی گیاه آویشن: الف) باکتری S.areuse، ب) باکتری E. coli



شکل ۴- رشد باکتری در نمونه‌های پشم رنگرزی‌شده با عصاره‌ی آبی برگ بنه: الف) باکتری S.areuse، ب) باکتری E. coli

جدول ۲۲- درصد بازداری رشد باکتری E.coli در نمونه‌های پشم رنگ‌شده با انواع رنگزای برگی در حضور دندانه‌ی سولفات آلومینیوم

نمونه‌ها	درصد بازداری ٪	
	در حضور دندانه آلومینیوم	بدون دندانه
پشم رنگ‌شده با برگ انگور عسکری	۵۷/۱۱	۵۷/۰۱
پشم رنگ‌شده با برگ گردو	۶۲/۲۰	۶۲/۱۷
پشم رنگ‌شده با برگ بادام کوهی (ارژن)	۸۳/۵۰	۸۲/۱۴
پشم رنگ‌شده با برگ انجیر کوهی	۶۱/۱۷	۶۰/۵۰
پشم رنگ‌شده با برگ بنه	۹۹/۵۲	۹۹/۰۲
پشم رنگ‌شده با برگ آویشن	۹۹/۶۷	۹۹/۱۲
پشم بی‌رنگ (نمونه‌ی شاهد یا کنترل)	۱۱/۱۲	۱۱/۰۸

جدول۲۳- درصد بازداری رشد باکتری S.areuse نمونه‌های پشم رنگ‌شده با انواع رنگزای برگی در حضور دندانه‌ی سولفات آلومینیوم

نمونه‌ها	درصد بازداری٪	
	در حضور دندانه‌ی آلومینیوم	بدون دندانه
پشم رنگ‌شده با برگ انگور عسکری	۷۱/۳۵	۷۱/۰۹
پشم رنگ‌شده با برگ گردو	۶۳/۱۵	۶۳/۱۱
پشم رنگ‌شده با برگ بادام کوهی (ارژن)	۷۸/۱۰	۷۵/۲۱
پشم رنگ‌شده با برگ انجیر کوهی	۵۵/۶۰	۵۵/۳۲
پشم رنگ‌شده با برگ بنه	۹۹/۷۲	۹۹/۵۸
پشم رنگ‌شده با برگ آویشن	۹۹/۸۰	۹۹/۰۶
پشم بی‌رنگ (نمونه‌ی شاهد یا کنترل)	۱۸/۰۸	۱۸/۰۰

[Downloaded from goljaam.icsa.ir on 2026-11-02]

همان‌طور که نتایج جداول ۲۲ و ۲۳ نشان می‌دهد، پشم رنگرزی‌شده با انواع رنگزاهای برگی مورد استفاده، درصد بازداری قابل توجه‌ای را برای هر دو نوع باکتری نشان می‌دهند. از میان تمام نمونه‌ها، پشم رنگ‌شده با عصاره‌ی برگ آویشن و بنه حداکثر خاصیت ضد باکتریایی را دارا هستند.

جهت سنجش مواد موثره سازنده‌ی عصاره‌های آبی گیاهان مد نظر فرایند استخراج به شرح زیر انجام شد: ۰/۵ گرم از برگ آویشن و بنه خشک و پودرشده به مدت یک شب در ۲۵ میلی لیتر آب (w/v ,1:50) خیسانده و سپس فیلتر شد. این روش دو بار دیگر با آب مقطر تا به‌دست آوردن فیلتر کافی تکرار شد. سپس عصاره‌ها با استفاده از اواپراتور چرخشی در دمای ۴۰°C تغلیظ شدند تا بقایای جامد به‌دست آید. در نهایت عصاره‌های خام به‌دست آمده باروش‌های HPLC و GC-Mass آنالیز شدند. برخی از مواد شناسایی‌شده در ساختار عصاره‌های مورد پژوهش در جدول ۲۴ قابل مشاهده هستند.

جدول ۲۴- درصد برخی از ترکیبات مؤثره‌ی شناسایی‌شده در برگ آویشن شیرازی و بنه به‌وسیله‌ی کروماتوگرافی گازی و مایع

ترکیبات موثره شناسایی شده در برگ آویشن شیرازی و بنه بوسیله کروماتوگرافی گازی و مایع (٪)											
برگ بنه کوهی	Pistacia atlantica	α-Pinene	β-Pinene	Ter-pinene	Pino-car-veol	Myrte-nol	B-Bisabolene	Limo-nene	γ-Cadinene	Myrcene	Caryo-phyl-lene
		٦٨/١١	٤/٨٩	١/٣٨	٢/٦٧	٦/٤٣	٣/٨	٥/٦٣	٠/٥٣	٤/٦٧	١/٥٤
برگ آویشن شیرازی	Zataria multiflora	α-Pinene	Thy-mol	Ter-pinene	Car-vac-rol	Ros-marin-ic acid	Para- Cy-mene	Limo-nene	Gallic acid	Myrcene	Caryo-phyl-lene
		٣/٣٢	٣٠/٦١	١/١٣	٢٢/١٨	١٨/١٩	٧/٣٤	٠/٨٣	١٢/٦٣	١/٧٤	١/١٣

آویشن شیرازی از خانواده‌ی نعناعیان است که برگ‌های آن حاوی ترکیبات فنولی از قبیل: تیمول، کارواکرول و اسید رزمارینیک است که جزو مواد اصلی تشکیل‌دهنده‌ی این گیاه محسوب می‌شوند و اثرات ضد باکتریایی، ضد ویروسی، آنتی‌اکسیدانی و ضدالتهابی آن‌ها به اثبات رسیده است (بندیان و همکاران، ۱۴۰۰). تحقیقات صفاری و همکاران نیز نشان می‌دهد که خصوصیات ضد باکتریایی برگ آویشن شیرازی به دلیل داشتن ترکیبات فنلی، تیمول و کارواکرول است (Saffari et al. 2020)، که بر اساس جدول ۲۴ با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. از سویی دیگر، نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که ماده‌ی ضد میکروبی بسیار مهم آلفا- پینن[۴] (به میزان تقریبی 70%) در اسانس برگ گیاه پسته‌ی کوهی است (حنفی و همکاران، ۱۳۹۱; دوستی ۱۳۹۸)، که سبب ارزش پزشکی عصاره و روغن مستخرج از میوه‌ی این گیاه شده است (Elyasi, et al., 2022),.(Ellahi, et al. 2022).

همان‌طور که داده‌های جدول ۲۴ نشان می‌دهند، در این تحقیق نیز نتایج مشابهی کسب‌شده که مؤید خاصیت ضد باکتری قابل توجه این رنگزای گیاهی است.

[Downloaded from goljaam.icsa.ir on 2026-11-02]

همچنین نتایج نشان می‌دهند که تحت شرایط در نظر گرفته‌شده در این پژوهش، فعالیت ضد باکتری عصاره‌های گیاهی مورد آزمایش در مقابل باکتری گرم مثبت استافیلوکوکوس اورئوس بیشتر از باکتری گرم منفی اشریشیا کلای است. علت این موضوع را می‌توان به تفاوت‌های موجود در ساختار سلول باکتری‌های گرم مثبت و منفی مربوط دانست. دیواره‌ی سلولی در باکتری‌های گرم مثبت به طور کامل از پلیگلایکوژن پپتیدی تشکیل شده است که این لایه به مولکول‌های خارجی اجازه می‌دهد تا به راحتی وارد سلول شوند. این در حالی است که دیواره‌ی سلولی باکتری‌های گرم منفی دو لایه بوده و دارای یک غشای بیرونی متشکل از لیپوپلیساکارید، لیپوپروتیین و فسفولیپیدها هستند که به‌عنوان یک سد در برابر مولکول‌های خارجی عمل می‌کند (Saffari et al. 2020). از سویی دیگر، نتایج جداول ۲۲ و ۲۳ نشان می‌دهد که دندانه‌ی سولفات آلومینیوم به‌کار رفته در ایجاد خاصیت ضد باکتریال الیاف رنگرزی‌شده تأثیر قابل توجهی نداشته است.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش از برگ شش گیاه بومی استان فارس اعم از بادام کوهی (ارژن)، گردو، پسته کوهی (بنه)، انگور عسکری شیرازی، آویشن شیرازی و انجیر کوهی به‌عنوان رنگزای دوستدار محیط زیست و سلامت انسان برای رنگرزی پشم استفاده شد. این درختان در سراسر استان فارس به وفور و اغلب خودرو یافت می شوند، در نتیجه استخراج رنگزا از برگ آن‌ها در صورت دارا بودن ثبات‌های قابل قبول، بسیار مقرون به صرفه است. علاوه بر این خاصیت ضد باکتری ایجادشده توسط این رنگزاها بر روی الیاف رنگ‌شده می‌تواند فاکتور مؤثری در ارتقاء سلامت انسان باشد. رنگرزی به روش همزمان و در حضور هشت دندانه‌ی فلزی انجام شد و میزان قدرت نمونه‌های رنگرزی‌شده، تنوع فام، مشخصه‌های رنگی، ثبات نوری و شستشویی و خصوصیات ضد باکتری آن‌ها در حضور دو نوع باکتری اشرشیا کلی و استافیلو کوکوس آرئوس مورد ارزیابی قرار گرفت.

الیاف پشمی رنگ‌شده با برگ درخت بادام کوهی (ارژن) به علت دارا بودن مقدار a^* منفی و b^* مثبت، دارای ته رنگ سبز و زرد بوده، ثبات‌های نوری و شستشوی قابل قبولی داشته و تنوع فام زیادی در حضور دندانه‌های مختلف ایجاد کردند. الیاف رنگ‌شده با برگ درخت گردو بومی فارس در حضور تمام دندانه‌های مورد آزمایش به جز دندانه‌ی آلومینیوم مقادیر a^* و b^* مثبت داشتند که تأییدکننده‌ی ته رنگ قرمز و زرد نمونه‌ها بوده و تنوع رنگ چشمگیری در این رنگرزی مشاهده نشد. ثبات‌های نوری و شستشویی ایجادشده توسط این رنگزا بر روی پشم بالا بود. مشخصه‌های رنگی الیاف رنگ‌شده با برگ درخت انگور عسکری شیرازی شامل مقادیر a^* منفی و b^* مثبت بودند که تأییدکننده‌ی ته رنگ سبز و زرد آن‌ها بود. این رنگزا بر روی الیاف پشم تنوع رنگ، ثبات نوری و شستشویی متوسطی را نشان داد. از طرفی دیگر، مشخصه‌های رنگی الیاف رنگ شده با برگ درخت بنه در حضور دندانه‌های قلع، روی و کروم پتاسیم مقادیر a^* و b^* مثبت دارند که تأییدکننده‌ی ته رنگ قرمز و زرد این نمونه‌ها است. سایر دندانه‌های مورد آزمایش مقادیر a^* منفی و b^* مثبت داشتند و ته رنگ سبز و زرد بر روی نخ پشمی ایجاد نمودند. لذا این برگ درخت بنه فام‌های رنگی متنوعی را در حضور انواع دندانه‌های فلزی به‌کار رفته ایجاد کرد. ثبات نوری و شستشویی این رنگزا بر روی پشم متوسط ارزیابی شد. مشخصه‌های رنگی الیاف رنگ‌شده با برگ گیاهان آویشن، به جز دندانه‌ی قلع و کروم پتاسیم، مقدار a^* منفی و b^* مثبت دارند که تأییدکننده‌ی ته رنگ سبز و زرد آن‌ها است. تنوع فام این نمونه‌ها قابل قبول بود و ثبات‌های نوری و شستشویی حداکثری نشان دادند. در نهایت، الیاف رنگ‌شده با برگ درخت انجیر کوهی با مقادیر a^* منفی و

[Downloaded from goljaam.icsa.ir on 2026-11-02]

b* مثبت، ته رنگ سبز و زرد داشتند. و از تنوع فام، ثبات نوری و ثبات شستشویی خوبی برخوردار بودند. در تمامی نمونه‌های پشمی رنگ‌شده کمترین درصد انعکاس در طول موج بیشینه جذب و بیشترین میزان جذب رنگ متعلق به نمونه‌های رنگ شده با دندانه‌های آهن بودند. از سویی دیگر الیاف پشمی رنگ‌شده با همه‌ی رنگزاها به جز برگ درخت گردو و پسته کوهی، به علت عدم وجود تانن، جذب رنگ قابل توجهی نشان ندادند. همچنین نتایج ارزیابی کشت باکتری نشان داد که رنگزاهای مورد پژوهش قادر هستند بر روی نخ پشی رنگرزی‌شده خاصیت ضد باکتریایی قابل قبولی ایجاد کنند. از بین گیاهان بومی مورد استفاده برگ آویشن و بنه بیشترین خاصیت ضد باکتری را در حضور دو نوع باکتری اشرشیا کلی و استافیلو کوکوس آرئوس نشان دادند. بررسی‌های فیتوشیمیایی نشان داد که وجود ترکیبات مؤثره و متابولیت‌های ثانویه‌ی موجود در ساختار این رنگزاهای گیاهی مسبب خاصیت ضد باکتریال آن‌ها است.

تقدیر و تشکر

از همکاری و حمایت مادی و معنوی دانشگاه هنر شیراز کـه امکـان انجام این پژوهش را فراهم کردند قدردانی می‌نماید.

پی‌نوشت

1- Escherichia coli
2- Staphylococcus aureus
3- Kublka-Munk
4- α-pinene

فهرست منابع

- اکرمی، محمد. (۱۳۹۹). *گیاهان دارویی و مواد مؤثره*. تهران: نشر کاروان جهانگردان (ایرانگردان).
- باصری، سمیه. (۱۳۹۵). مروری بر رنگرزی الیاف طبیعی (پشم و ابریشم) در حلال سازگار با محیط‌زیست. *مطالعات در دنیای رنگ*، ۶(۳)، ۳-۱۶ .
- بندیان، لیلا. محمد مقدم و معصومه بحرینی. (۱۴۰۰). بررسی اثر ضد باکتریایی و خاصیت سینرژیستی عصاره‌ی اتانولی آویشن شیرازی (Zataria mulstiflora)، مریم گلی بنفش (Salvia verticillata) و اناریجه (Froriepia subpin-nata) بر باکتری‌های عامل پوسیدگی سبزیجات. میکروب‌شناسی مواد غذایی، ۸ (۱):۴۵-۵۷.
- جاویدتاش, ایرج. (۱۳۸۰). گیاهان دارویی استان فارس. *تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران*، ۱۱(۱), ۱۰۳-۱۴۸.
- جاویدتاش، ایرج، و لیلا روشندل. (۱۳۷۹). جمع‌آوری و شناسایی گیاهان رنگده استان فارس و رنگرزی الیاف پشم و ابریشم طبیعی به روش‌های علمی. *تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران*، (۶)، ۶۷-۹۶.
- جعفری، راضیه. کمال‌الدین قرنجیگ. (۱۳۹۷). مطالعه‌ی مشخصه‌های رنگی الیاف طبیعی رنگرزی‌شده با مواد رنگزای طبیعی. *مطالعات در دنیای رنگ*، ۸(۱), ۶۳.
- جهانشاهی‌افشار، ویکتوریا. (۱۳۸۰). *فرایند و روش‌های رنگرزی الیاف با مواد طبیعی*. تهران: دانشگاه هنر.

[Downloaded from goljaam.icsa.ir on 2026-11-02]

– حاجی، امین‌الدین. (۱۳۹۸). رنگرزی پارچه‌ی پشمی با ماده‌ی رنگزای طبیعی اسپنددانه: بررسی عوامل مؤثر بر قدرت رنگی به کمک روش رویه پاسخ. *علوم و فناوری رنگ*، ۱۳، ۱۴۰.
– امین‌الدین و نجمه عارفی. (۱۳۹۹). کاربرد روش رویه پاسخ در بهینه‌سازی رنگرزی الیاف پشم با برگ درخت نارنج به‌عنوان رنگزای طبیعی. علوم و فناوری *نساجی*، ۸ (۳)، ۵.
– حاجی شریفی، احمد. (۱۳۸۲). *اسرارگیاهان دارویی*. تهران: انتشارات حافظ نوین.
– حسین‌نژاد، مژگان، کمال‌الدین قرنجیگ. (۱۳۹۹)، مروری بر دندانه‌های طبیعی و فلزی برای کاربرد در رنگرزی الیاف. *مطالعات در دنیای رنگ*، ۱۰(۴)، ۲۱.
– حنفی، قربان محمد. شعله درویشی، نازیلا درویشی، سید مهدی سیدین اردبیلی و فردین میر احمدی. (۱۳۹۱). بررسی خواص ضد باکتریایی اسانس شیره‌ی درخت بنه بر روی باکتری‌های استافیلوکوکوس اورئوس، اشریشیاکلی وکلوستریدیوم اسپوروژنس. *مجله‌ی علمی دانشگاه علوم پزشکی کردستان*، ۱۷، ۱–۱۱.
– جین، دینی. (۱۳۸۵). رنگ وحشی (ترجمه‌ی کوروش کریم‌شاهی). مرکز ملی فرش ایران، وزرات بازرگانی.
– دوستی، بهروز. (۱۳۹۸). مقایسه‌ی اثرات ضد باکتریایی و ضد قارچی صمغ درخت بنه (Pistacia atlantica) با برخی آنتی‌بیوتیک‌های رایج درمانی. *مجله‌ی پژوهش‌های گیاهی (مجله‌ی زیست‌شناسی ایران)*، ۳۲ (۱)، ۳۲–۴۳.
– رفیعی، سعیده. (۱۴۰۱)، رنگرزی الیاف ابریشم با رنگ طبیعی استخراج‌شده از قسمت های مختلف گیاه فیکوس یوهانیس بویس، *مجله‌ی علوم و فناوری پوشاک و نساجی*. ۱۱، ۱–۱۷.
– زرگری, علی. (۱۳۶۸). *گیاهان دارویی*. تهران: موسسه‌ی چاپ و نشریات امیر کبیر.
– ژوله، تورج. (۱۳۸۱). *پژوهشی در فرش ایران*. تهران: یساولی.
– شکری، لطف الله. (۱۳۹۵). *رنگزاهای طبیعی*. تهران: شمال پایدار.
– طالب‌پور، فریده و سید محمد ویسیان. (۱۳۹۳). رنگرزی نخ خامه پشمی با گل زعفران، بررسی تأثیر دندانه و اسید. *نشریه علمی–پژوهشی گلجام*, ۱۰(۲۵)، ۲۹.
– طهرانی، مجید. یحیی بایگان و فاطمه شاهمرادی قهه. (۱۳۹۹). بررسی پارامترهای مؤثر بر رنگرزی نخ پشمی مرینوس با برگ گیاه کاسنی. *علوم و فناوری نساجی و پوشاک*, ۹(۴), ۱۷.
– مشفق، علی اکبر ، ایرج جاویدتاش،حمید حبیبیان. (۱۳۶۷). گزارش نهایی طرح مشترک جمع‌آوری و شناسایی گیاهان و رنگرزی به روش‌های علمی بر روی الیاف پشم و ابریشم طبیعی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.
– منتظر مجید، آهنکوب سعید. (۱۳۸۴). تأثیر آمونیاک قبل از رنگرزی بر رنگ‌پذیری و تغییر رنگ پشم رنگرزی‌شده با رنگزاهای طبیعی ایرانی. *نشریه‌ی علمی گلجام*، ۱، ۸–۱۵.
– منتظر، مجید، و سعید زرینه. (۱۳۸۵). بررسی تأثیر اوره در رنگرزی نخ پشمی با روناس. *نشریه‌ی علمی گلجام*، ۳، ۶۷–۸۴.
– منتظر، مجید، محمد ابراهیم حیدری، محمد ویسیان. (۱۳۸۸). طبیعت‌گرایی در رنگرزی الیاف پروتئینی (پشم و ابریشم). تهران: مرکز ملی فرش ایران.
– واعظی، محمدرضا. ملکه افشاری، سمیه اکبری و امیر حسنجانی روشن. (۱۳۹۲). حفاظت الیاف پشم فرش‌های دست‌باف رنگرزی‌شده بارنگزای طبیعی روناس در برابر باکتری‌های مخرب محیطی توسط نانو ذرات نقره‌ی کلوئیدی. *مواد و فناوری‌های پیشرفته*، ۲(۲), ۵۳–۵۷.
- Ahsan, R., Masood, A., Sherwani, R., & Khushbakhat, H. (2020). Extraction and Application of

[Downloaded from goljaam.icsa.ir on 2026-11-02]

Natural Dyes on Natural Fibers: An Eco-Friendly Perspective. *Review of Education, Administration & Law*, 3(1), 63-75.
- Ammayappan, L., Shakyawar, D. B. B. (2016). Dyeing of Carpet Woolen Yarn using Natural Dye from Cochineal. *Journal of Natural Fibers*, 13(1), 42-53.
- Barani, H., Boroumand, M. N., & Rafiei, S. (2017). Application of silver nanoparticles as an antibacterial mordant in wool natural dyeing: synthesis, antibacterial activity, and color characteristics. *Fibers and Polymers*, 18(4), 658.
- Ellahi, H., Khalili, Sadrabad, E., Hekmatimoghaddam, S., Jebali, A., Sadeghizadeh-yazdi, J., Rastiani, F., Akrami, M, F. (2019). Antimicrobial Activity and Chemical Composition of Pistachia Atlantica Gum Sub Sp. Kurdica. Essential Oil. *journal of nutrition and food security*, 4 (3), 186-190.
- Elyasi, G. A., Saeedi, M., Khanavi, M., Mojtabavi, S., Kobarfard, F., Faramarzi, M. (2022). Chemical Composition and Biological Effects of Pistacia atlantica Desf. Oleoresin Essential Oil. *Research Journal of Pharmacognosy (RJP).* 9(3), 2022: 25–33
- Gupta, V. K. (2020). Fundamentals Of Natural Dyes and Its Application On Textile Substrates. Chemistry and Technology of Natural and Synthetic Dyes and Pigments. https://doi.org/10.5772/intechopen.pages:304.
- Kasiri, M. B & Safapour, S. (2015). Exploring and exploiting plants extracts as the natural dyes/antimicrobials in textiles processing. Progress in Color. *Colorants and Coatings*, 8, 87.
- Pubalina, S. (2020). A Review on Application of Natural Dyes on Textile Fabrics and Its Revival Strategy, In book: Chemistry and Technology of Natural and Synthetic Dyes and Pigments, IntechOpen. doi: 10.5772/intechopen. Pages: 304.
- Saffari S. E., Jooyandeh, H., Alizadeh, B. B. (2020). Evaluation of reciprocal pharmaceutical effect and antimicrobial activity of Shirazi thyme essential oil against some Gram-positive and Gram-negative bacteria. *Journal of food science and technology*, 17, 1-11.
- Salauddin Sk, M., Mia, R., Haque, M.A. i Shamim, A.M. (2021). Review on Extraction and Application of Natural Dyes. *Textile & Leather Review*, 4 (4), 218-233.
- Shabbir, M., Luqman Rather, J., Azam, M., Qazi, M., Haque, R., Ali Khan, M., Mohammad, F. (2020). Antibacterial Functionalization and Simultaneous Coloration of Wool Fiber with the Application of Plant-Based Dyes. *Journal of Natural Fibers*437-449 :(3)17 , .
- Shahmoradi, Gh. F., Kamali Moghaddam, M., Tehrani, M. (2021). Comparison of the effect of metal mordants and bio-mordants on the colorimetric and antibacterial properties of natural dyes on cotton fabric. *colaration technology,* 137(6), 689-698.

[Downloaded from goljaam.icsa.ir on 2026-11-02]