رنگرزی الیاف طبیعی ابریشم با رنگ طبیعی استخراج شده از بخش های مختلف گیاه فیکوس یوهانیس بویس

سعیده رفیعی

استادیار، گروه فرش، دانشگاه هنر شیراز، شیراز، ایران

s_rafiei@shirazartu.ac.ir

چکیده:

معرفی مواد رنگزای طبیعی گیاهی یا حیوانی جدید با دسترسی آسان، قدرت رنگی مناسب، کم هزینه و باثبات یکی از موضوعات مهم مورد پژوهش در حیطه رنگرزی است. سازگاری با محیط زیست، فام‌های رنگی زیبا و جذاب و مسائل اقتصادی باعث شده است تا از اهمیت استفاده از رنگزاهای طبیعی، علیرغم تولید رنگزاهای شیمیایی متنوع کاسته نشود. در این پژوهش، از میوه و برگ گیاه فیکوس یوهانیس بویس در غلظت‌های مختلف به عنوان یک رنگزای گیاهی جدید دوستدار محیط زیست برای رنگرزی ابریشم در حضور چهار نوع دندانه فلزی مختلف استفاده شد. مشخصه‌های رنگی و طیف‌های انعکاسی نمونه‌های رنگرزی شده مورد بررسی و قدرت رنگی آنها محاسبه گردید. علاوه بر این تنوع فام‌های رنگی الیاف رنگ شده با میوه و برگ این گیاه در حضور دندانه‌های مختلف، همچنین ثبات‌های نوری و شستشویی آنها بررسی شد. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت رنگزا، قدرت رنگی و جذب رنگ نمونه افزایش و روشنایی کاهش می‌یابد. ارزیابی‌های کیفی و کمی صورت گرفته بر روی نمونه‌های رنگ شده اثبات کرد که میوه این گیاه قادر است در حضور دندانه سولفات آلومینیوم و سولفات روی فام قرمز ملایمی بر روی ابریشم ایجاد کند، حال آنکه با سایر دندانه‌های مورد آزمایش فام به سمت سبز متمایل شد. برگ این گیاه بر روی ابریشم فام طلایی درخشانی را ایجاد نمود. کالای رنگ شده با هر دو نوع رنگزا ثبات‌های نوری و شستشویی رضایت بخشی را نشان داد.

کلید واژه: رنگرزی طبیعی، فیکوس یوهانیس بویس، ابریشم، دندانه فلزی، ثبات رنگی

Dyeing of silk fibers with natural dye extracted from different parts of Ficus Johannis Boiss plant

Saeedeh Rafiei

Department of Carpet, Art University of Shiraz, Shiraz, Iran

s_rafiei@shirazartu.ac.ir

Abstract:

Introducing of new plant or animal natural dyes with easy access, suitable color strength, low cost and color fastness is one of the important subjects of research in the field of dyeing. Environmental compatibility, beautiful and attractive color shades beside economic issues have caused the importance of using natural dyes, despite the production of various chemical dyes. In this research, the fruit and leaves of Ficus Johannis Boiss plant with different concentrations was applied as a new environment friendly plant dye for silk fiber dyeing in the presence of four different types of metal mordant. The color characteristics and reflective spectra of the dyed samples were investigated and their color strength was calculated. In addition, the variety of color shades of the fibers dyed with the fruit and leaves of this plant in the presence of different mordents, as well as their light and washing fastness were evaluated. The results showed that by increasing the concentration of the dye, the color strength and absorption of the sample increases and the brightness decreases. Qualitative and quantitative evaluations on the dyed samples proved that the fruit of this plant is able to create a pale red tint on the silk in the presence of aluminum sulfate and Zinc sulfate mordents, while with the other tested mordents, the color turned towards green. The leaves of this plant created a brilliant golden hue on the silk. The product dyed with both types of dyes showed satisfactory light and washing fastness.

Key words: Natural dyeing, Ficus Johannis Boiss, Silk, Metal mordant, Color fastness

۱. مقدمه

فرش دستباف ایرانی در تاریخ کهنسال ملتش عمری بس دراز دارد. طبیعت زیبای ایران زمین، همواره الهام بخش دستان هنرمندانی بوده است که با تلفیق رنگ و طرح، زیباترین نقوش را به وجود می‌آوردند، فرشی که خود از طبیعت است [۱]. استفاده از ترکیباتی از جمله رنگزاهای شیمیایی مصرفی در کارگاه‌های رنگرزی، که بسیاری از آنها مقاوم در برابر تجزیه بیولوژیکی هستند، در چند دهه اخیر به طور قابل توجهی افزایش یافته است، به گونه ای که تمرکز بر روی استفاده از رنگزاهای دوستدار محیط زیست، تصفیه پساب و مدیریت پسماند حاوی این رنگدانه‌های شیمیایی می‌باشد. در این راستا، شناسایی منابع جدید رنگرزی طبیعی و بهینه سازی 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. شناسایی منابع طبیعی جدید برای کاربرد به عنوان ماده رنگزا در نساجی، نیازمند بهینه سازی فرایند کاربرد آنها و بررسی خواص ثباتی کالای رنگرزی شده می‌باشد [۲، ۳].

تحقیقات گیاه شناسی نشان داده است که حدود ۸۰۰ نوع گیاه فیکوس در دنیا موجود است که بسیاری از آنها بومی ایران، به خصوص دامنه‌های زاگرس هستند. بخش‌های مختلف این گیاهان قادرند فام‌های متنوع رنگی مانند سبز، بنفش، خاکستری و قهوه‌ای را بر روی الیاف طبیعی ایجاد کند [۴، ۵و۶]. بنابراین در صورت کسب نتایج رضایت‌بخش از ثبات‌های شستشویی، نوری و سایشی، به علت وفور و ارزان قیمت بودن این گیاه، می‌توان آن را جایگزین رنگزاهای گیاهی گران قیمتی همچون نیل و روناس کرد. از سویی دیگر نتایج تحقیقات نشان داده است استفاده از رنگزای مستخرج از انواع فیکوس خاصیت ضد باکتری قابل قبولی را به منسوج می‌بخشد[۷، ۸].

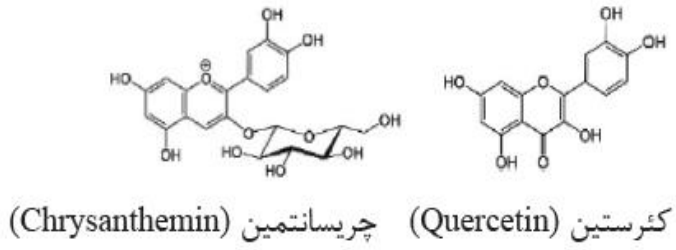
۱. ۱. معرفی گیاه

گیاه فیکوس یوهانیس[1]گیاهی است درختچه ای که بیشتر بومی استان‌های کهگیلویه و بویر احمد بوده اما در بخش‌های غربی و جنوب غربی کشور نیز یافت می‌شود. این گیاه از لحاظ گونه شناسی گیاهی یکی از ۸۰۰ انواع گیاهان فیکوس در جهان بوده که بیشتر در مناطق گرمسیر رشد می‌کند. میوه آن شبیه به انجیر بوده و مصرف خوراکی دارد و از میوه، برگ و ریشه آن می‌توان به عنوان یک ماده ضد باکتری و ضد قارچ قوی در کاربردهای پزشکی استفاده کرد. از آنجایی که این گیاه در مناطق کوهستانی به وفور رشد می‌کند، می‌توان از این گیاه ارزان قیمت در رنگرزی الیاف طبیعی مانند پشم و ابریشم سود جست. قابلیت تهیه فام‌های متنوع رنگی در حضور دندانه‌های مختلف فلزی مورد استفاده یکی دیگر از فواید استفاده از این رنگزای گیاهی می‌باشد[۱۰, ۹].

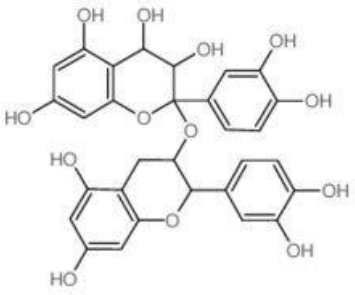
[1] Ficus Johannis

شکل ۱ : گیاه فیکوس یوهانیس بویس

شیمیدانان ساختار شیمیایی ترکیبات رنگزا با رنگ‌های متفاوت (ســـیاه، قرمز، بنفش، زرد و ســـبز) را در گیاه فیکوس یوهانیس مطالعه کردند، که شامل پلی فنول‌ها، فلاونوئیدها، و انواع آنتوسیانین‌ها بود. همچنین برگ این گیاه نیز حاوی مقدار قابل توجهی کروموژن‌های کوئرستین و چریسانتمین است که ساختار آنها در شکل ۲ و ۳ مشاهده می‌شود[۱۱].



شکل ۲ : ساختار شیمیایی برخی از ترکیبات رنگزای موجود در برگ گیاه فیکوس یوهانیس [۱۱]



شکل ۳: ساختار شیمیایی ترکیبات رنگزای آنتوسیانین موجود در میوه گیاه فیکوس یوهانیس [۱۱]

۱. ۲. پیشینه تحقیق

مواد رنگزای طبیعی شامل ترکیباتی هستند که منشاء گیاهی و از ریشه، گل، برگ، میوه و پوست تنه نباتات به دست می‌آیند[۱۲،۱۳]، یا مواد رنگزای حیوانی که موجوداتی مانند حشره قرمزدانه و صدف، ارغوان مولد آنها هستند[۱۳، ۱۴] و یا مانند خاک سرخ از معادن استخراج می‌شوند[۱۴]. رنگرزی الیاف با مواد رنگزای طبیعی علاوه بر ایجاد جلوه‌های چشمی منحصر به فرد، به منسوجات ویژگی‌های دیگری نظیر خواص ضدباکتری، ضد بید و ضد بو بخشیده و امکان ایجاد شیدهای مختلف رنگی با تغییر در شرایط رنگرزی را ایجاد کرده است. پژوهش‌های داخلی انجام شده راجع به قابلیت رنگرزی گیاهان رنگزا بر روی الیاف طبیعی محدود می‌باشند. بیشتر تحقیقات مهم انجام شده در این زمینه، در خصوص بهینه سازی و بهبود قابلیت رنگرزی و جذب رنگ تعادلی، کاهش میزان مصرف ماده رنگزای طبیعی و افزایش ثبات‌های رنگی رنگزاهای طبیعی بر روی الیاف می باشد. در ادامه به برخی از این پژوهش ها اشاره شده است.

کتاب هنر رنگرزی با گیاهان به معرفی ۲۲ گیاه رنگزا پرداخته است، در این کتاب بیشتر به جنبه سنتی رنگرزی در حضور برخی از گیاهان رنگزا نظیر بابونه، گردو، انار، سرخس، پرسیاوش، نیل، روناس اشاره شده است [۱۵]. جاوید تاش، در مقاله احیاء رنگرزی گیاهی سنتی به روش‌های علمی، در مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام استان فارس به بررسی قابلیت رنگرزی۳۴۰ نمونه از ۷۶ خانواده گیاهی بر روی الیاف پشم و ابریشم طبیعی پرداخته است. از گیاهان بکار رفته در این پژوهش می توان به انار،گردو، خرزهره، علف هفت بند، برگ بو، توت سیاه، بابونه، بلوط، نیل و .. اشاره کرد که قادرند ۷۰ تا ۷۵ درصد رنگ‌های حاصله در صنایع فرش را تأمین کنند[۱۶]. کتاب تکمیل فراورده های نساجی و رنگرزی به بررسی ۲۰ رنگ بدست آمده از گیاهان رنگزیی مانند نیل،گردو، انار، پیاز و... و روش‌های تعیین ثبات الیاف طبیعی رنگ شده اشاره کرده است[۱۷]. منتظر و همکاران [۱۸] و حاجی [۱۹] به معرفی مهمترین و پرکاربرد ترین رنگزاهای طبیعی مورد استفاده در فرش دستباف پرداخته اند. ویکتوریا جهانشاهی افشار نیز در کتاب رنگرزی الیاف با مواد طبیعی، روش سنتی رنگرزی با تعدادی گیاه رنگزا و ترکیبات رنگزا گیاهان نظیر گردو، انار،گندل، مو، روناس و.. را معرفی نموده است[۲۰]. زرگری در کتاب گیاهان دارویی به ساختار شیمیایی و خصوصیات ترکیبات رنگزای گیاهی و حضور این ترکیبات در گیاهان پرداخته است[۲۱]. مجد و همکارانش در کتاب زیست شناسی گیاهی ویژگی‌ها و راهبردهای تکاملی گیاهان به ترکیبات تانن‌ها و فلاونوئین‌ها بخصوص به آنتوسیانین‌ها اشاره کرده است[۲۲]. هابیلی و همکارانش درکتاب فیزیولوژی گیاهان برخی ترکیبات رنگی نظیر فلاونول‌ها، آنتوسیانین‌ها و بتالانین‌ها را مدنظر قرار داده است [۲۳].

در زمینه رنگرزی با بخش های مختلف گیاه فیکوس مقالات محدودی وجود دارد که می‌توان به تحقیقات زیر اشاره کرد.

ساراوانان و همکارش، رنگرزی الیاف ابریشم را با پوسته گیاه Ficus Religiosa.L در هندوستان بررسی کردند. این رنگزا در حضور چندین دندانه فلزی مختلف موفق با ایجاد طیف متنوع رنگی با ثبات‌های بالا شد[۴]. محققان هندی با به کارگیری پوسته ساقه چهار گونه مختلف فیکوس، موفق به کسب فام صورتی و ارغوانی بر روی پارچه پنبه‌ای شدند که ثبات شستشویی بالایی داشت[۲۴]. محققان ایتالیایی موفق شدند با روش‌های استخراج رنگدانه متفاوت، نخ‌های پشمی و پنبه‌ای را در حضور دندانه زاج سفید (سولفات مضاعف آلومینیوم) با میوه گیاه -Opuntia ficus indica (L.) به رنگ صورتی درآورند[۲۵]. کوندال و همکارانش در هند الیاف پشم، پنبه و پلی استر را با رنگزای استخراج شده از برگ گیاه Ficus cunia را در حضور چهار نوع دندانه فلزی مختلف رنگرزی کردند. رنگ‌های حاصله که فام زرد طلایی، قهوه‌ای، قهوه‌ای-قرمز و شتری بوده، از ثبات سایشی، شستشویی و نوری بالایی برخوردار بودند [۶]. در این پژوهش از بخش‌های مختلف گیاه فیکوس یوهانیس بویس به عنوان یک رنگزای جدید دوستدار محیط زیست برای رنگرزی ابریشم استفاده شده است. علاوه بر این تنوع فام ایجاد شده توسط بخش‌های مختلف این گیاه در حضور دندانه‌های فلزی مختلف و همینطور ثبات‌های نوری و شستشویی الیاف رنگ شده جهت دستیابی به مناسبترین نسخه رنگرزی با این گیاه بر روی الیاف ابریشم، مورد ارزیابی قرار گرفته است. از مهمترین فام‌های بدست آمده از میوه برگ گیاه فیکوس، فام های نقره ای و طلایی است که این فام‌ها اغلب بر روی الیاف ابریشم زیبایی و درخشش دو چندانی از خود نشان می‌دهند. از سویی دیگر در فرش‌های دستباف مرغوب، بخش‌های طلایی و نقره ای طرح قالی برای چشمگیری بیشتر با ابریشم بافته می شود. از این رو در این تحقیق از الیاف ابریشم جهت رنگرزی استفاده شده است.

۲. بخش تجربی

۲. ۱. مواد

در این تحقیق از الیاف ابریشمی صمغ گیری شده (با نمره ۶۳ دنیر) تولید شده در گیلان استفاده شد. تعداد قابل توجهی نمونه از ساقه، ریشه، برگ و میوه درختچه‌های فیکوس یوهانیس بویس در اوایل فصل بهار از ارتفاعات کهگیلویه و بویراحمد (شهرستان یاسوج) چیده و جمع آوری گردید. ساقه، ریشه، برگ و میوه این درختچه به صورت جداگانه در آون خشک شد (شکل ۴)، سپس هر نمونه به طور جداگانه در آسیاب برقی به صورت پودر ۱ تا ۲ میلی‌متری در آمده و درون شیشه ریخته و شماره گذاری گردید. شوینده غیریونی 100-X Triton و اگزالیک اسید با خلوص ۱۰۰٪ نیز از شرکت مرک خریداری شد. دندانه‌های مورد استفاده در این پژوهش عبارت بودند از سولفات مضاعف پتاسیم و آلومنیوم معروف به دندانه آلومینیوم یا زاج سفید، سولفات مضاعف آهن معروف به دندانه آهن یا زاج سیاه، بی‌کرومات پتاسیم معروف به دندانه کروم پتاسیم، سولفات روی و کلرید نیکل که همگی از شرکت مرک خریداری شدند.

۲. ۲. دستگاهها

بن ماری ساخت فن آزما گستر ایران برای تامین حرارت حمام رنگرزی به کار گرفته شد. در بخش ارزیابی ثبات نوری الیاف رنگ شده با میوه و برگ گیاه فیکوس یوهانیس بویس، دستگاه ثبات سنج نوری ریس سنج مدل RSX92 برای سنجش ثبات نوری نمونه‌های رنگ شده، کابینت نوری مدل ICS-TEXICON با ۴ منبع نوری متفاوت به منظور ارزیابی بصری نمونه های رنگی، بررسی تغییرات رنگ و مقایسه نمونه‌های رنگ شده با دندانه‌های مختلف استفاده شد. علاوه بر این، دستگاه ثبات سنج شستشویی ساخت فن آزما گستر ایران مدل HI-D421235 برای سنجش ثبات شستشویی و لکه گذاری نمونه‌های رنگ شده استفاده شد. اسپکتروفوتومتر انعکاسی x rite color spectrophotometer Ci60 portable برای اندازه گیری مشخصه های رنگی و روشنایی الیاف رنگ شده تحت منبع نوری D65 و زاویه مشاهده کننده ۱۰ درجه مورد استفاده قرار گرفت.

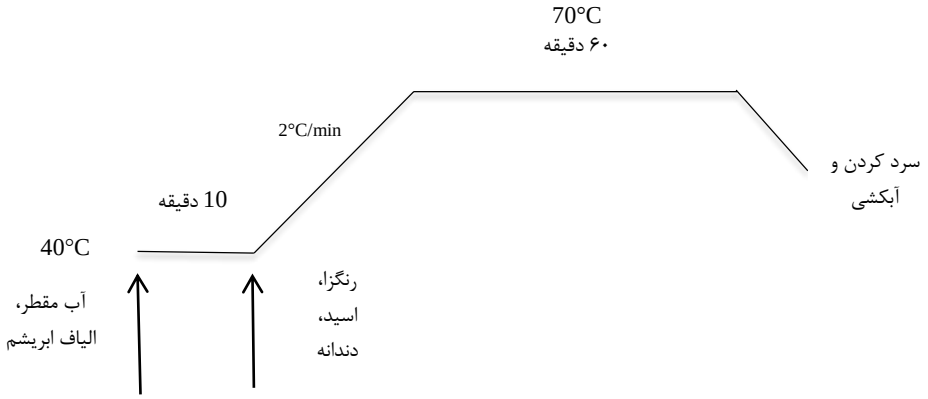
شکل ۴ : بخش های مختلف گیاه فیکوس یوهانیس بویس: الف) پوست ساقه، ب) میوه، پ) برگ، ت) ریشه، که در این پژوهش برای رنگرزی ابریشم استفاده شدند

۲. ۳. مراحل آزمایش

ابتدا برای از بین بردن آلودگی های موجود در نخ ابریشم و در نهایت رسیدن به یک رنگرزی یکنواخت، قبل از فرآیند رنگرزی کلاف نخ ابریشمی مورد شستشو قرار گرفت. برای این منظور نخست نخ ابریشمی در حمامی حاوی شوینده غیر یونی به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۴۰°C شسته و آبکشی شده و برای مرحله رنگرزی مورد استفاده قرار گرفت.

برای سنجش میزان رنگدهی میوه، برگ، پوست ساقه و ریشه گیاه فیکوس یوهانیس بویس، ابتدا ۶ حمام رنگرزی

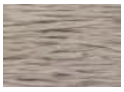
با درصدهای متفاوت از هر رنگزا (۱۰٪، ۲۰٪، ۴۰٪، ۶۰٪، ۸۰٪ و ۱۰۰٪ وزنی کالا) درحضور ۵٪ دندانه آلومینیوم و در محیط اسیدی با ۳٪ اسید اگزالیک بر روی ابریشم بر اساس شکل ۵ طراحی و انجام شد. نتایج رنگرزی نشان داد که پوست ساقه و ریشه این گیاه خاصیت رنگدهی مطلوبی ندارند، لذا در طراحی آزمایش حذف شدند. سایر بخش‌های مورد استفاده این گیاه نیز در غلظت های کمتر از۴۰٪، رنگدهی قابل توجهی نداشتند، لذا طراحی آزمایش با دندانه‌های فلزی مختلف بر مبنای درصدهای بالاتر رنگزا صورت گرفت.



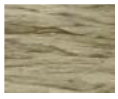
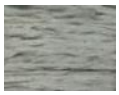
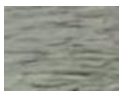
شکل ۵ : منحنی رنگرزی الیاف ابریشم با بخش های مختلف گیاه فیکوس یوهانیس بویس طبق طراحی آزمایش

در بررسی اثر غلظت رنگزاهای میوه و برگ این گیاه و همچنین تاثیر دندانه‌های متفاوت فلزی، ابتدا نخ ابریشمی شسته شده در حمام آب گرم ۳۰ تا ۴۰ درجه سانتیگراد نمدار و سپس مقدار۴۰ برابر وزن خشک الیاف، آب مقطر اضافه شد (L:R برابر با ۱:۴۰). در دمای ۴۰ درجه سانتیگراد دندانه های فلزی مورد نظر و رنگزای میوه و برگ گیاه به حمام رنگ اضافه شد. اسیدیته حمام، به کمک pHسنج بین ۳/۵ تا ۴/۵ به کمک اسید اگزالیک تنظیم گردید دمای حمام به مدت ۲۰ دقیقه از ۴۰ درجه سانتیگراد به دمای ۷۰ درجه سانتی گراد رسانیده و برای مدت ۶۰ دقیقه به طور ملایم در این دما نگه داشته شد و سپس در خاتمه رنگرزی در طی۲۰ دقیقه به تدریج حمام سرد شد. الیاف از حمام بیرون آورده سپس الیاف رنگ شده با آب سرد شسته و در سایه خشک شدند. سپس پارامتر های رنگی*L*،b*،a* و ثبات نوری و شستشویی آنها ارزیابی شد. ابریشم رنگ شده با درصدهای متفاوت میوه و برگ گیاه فیکوس یوهانیس بویس در حضور دندانه‌های مختلف در جداول ۱، ۲ و ۳ قابل مشاهده است.

جدول ۱: ابریشم رنگ شده با درصدهای متفاوت میوه گیاه فیکوس یوهانیس بویس در حضور دندانه ها ی مختلف

غلظت رنگزا (میوه گیاه فیکوس یوهانیس بویس)				
دندانه فلزی	40%	60%	80%	100%
سولفات آهن				
بیکرومات پتاسیم				
سولفات مضاعف آلومینیوم				

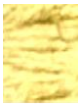
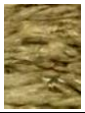
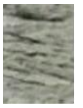
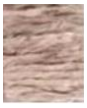
جدول ۲: ابریشم رنگ شده با درصدهای متفاوت برگ گیاه فیکوس یوهانیس بویس در حضور دندانه ها ی مختلف

غلظت رنگزا (برگ گیاه فیکوس یوهانیس بویس)				
دندانه فلزی	40%	60%	80%	100%
سولفات آهن				
بیکرومات پتاسیم				
سولفات مضاعف آلومینیوم				

جدول ۳: : ابریشم رنگ شده با مقدار ۱۰۰٪ میوه گیاه فیکوس یوهانیس بویس در حضور دندانه ها ی مختلف

غلظت رنگزا (میوه گیاه فیکوس یوهانیس بویس)				
دندانه فلزی	سولفات آهن	بیکرومات پتاسیم	سولفات روی	کلرید نیکل
غلظت ۱۰۰٪				

جدول ۴: : برخی از فامهای ایجاد شده به وسیله گیاه فیکوس یوهانیس بویس

تنوع رنگی حاصل از برگ و میوه گیاه فیکوس یوهانیس بویس روی ابریشم									
	برگ			میوه					
تنوع رنگی									
فام های ایجاد شده	طلایی	خردلی	سبز-قهوه ای	طوسی	دودی	سبز ارتشی	نقره ای	صورتی	
طول موج (نانومتر)(±10)	570	575	573	480	490	565	464	611	

جدول ۴ برخی از فام های ایجاد شده از میوه و برگ گیاه فیکوس یوهانیس بویس را بر روی ابریشم به همراه طول موج تقریبی هر فام نشان می دهد. بدیهی است که تغییرات شرایط رنگرزی به خصوص نوع دندانه به کار رفته نقش مهمی در ایجاد فام های متفاوت دارد.

۲. ۴. اندازه گیری ویژگی‌های رنگی

مولفه‌های رنگی و منحنی انعکاس نمونه ها در بازه ۳۵۰ تا ۴۰۰ نانومتر با فواصل ۱۰ نانومتری اندازه گیری و قدرت رنگی نمونه‌ها بر اساس رابطه ۱ (رابطه کیوبلکا-مانک) در هر طول موج محاسبه شد.

رابطه ۱: $$\frac{K}{S} = \frac{(1-R)^2}{2R}$$

که در این رابطه Rمقدار انعکاس (درصد انعکاس در این معادله جایگزین می‌شود) در هر طول موج می باشد.

۲. ۵. اندازه گیری ثباتها

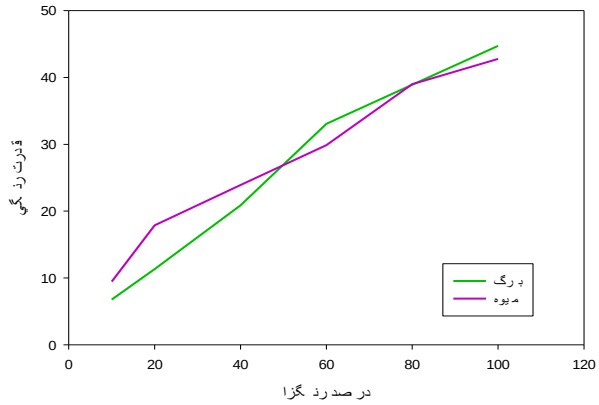
پس از عملیات رنگرزی و خشک شدن کالاها، ثبات‌های نوری و شستشویی نمونه‌ها مورد بررسی قرار گرفتند. در بررسی ثبات نوری نمونه‌ها، نمونه شسته نشده را به مدت ۷۲ ساعت در دستگاه ثبات نوری قرار داده و مطابق استاندارد ISO 105-B01: 2010 و بوسیله معیار آبی که به هشت درجه تقسیم میشود، اندازه گیری شد که در آن یک ضعیفترین و هشت بهترین حالت است. نمونه ها در دستگاه طوری قرار داده شدند که قسمتی از کالا در معرض نور قرار گیرنـد و قسمت دیگر از نور محافظت شود. اختلاف رنگ بین قسمت‌های قـرار گرفته در معرض نور با محافظت شده با معیار آبی مورد ارزیابی قـرار گرفتند. نتایج این بررسی در بخش نتایج و بحث بیان شده است.

حال به منظور تعیین ثبات شستشویی نمونه‌ها هر یک از نمونه‌های رنگرزی شده را نصف کرده و به همراه همان اندازه نمونه خام ابریشم، درون بشر حاوی پنج درصد مواد شوینده قرار داده و به L:R معادل ۵۰:۱رسانده می‌شود. بشر به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۵۰ درجه سانتی گراد تحت عملیات شستشو قرار گرفته و پس از آبگیری و خشک نمودن نمونه‌ها، بر اساس استاندارد ISO 105-C10: 2006 و بوسیله 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.

۳. نتایج و بحث

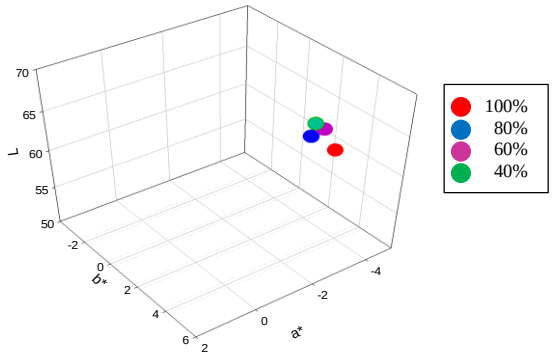
اثر افزایش غلظت رنگزای میوه و برگ گیاه فیکوس یوهانیس بویس بر قدرت رنگی در حضور دندانه آلومینیوم

در شکل ۶ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، افزایش غلظت برای هر دو نوع رنگزا منجر به افزایش قابل توجهی در می‌شود. بنابراین روند جذب رنگ لیف ها با افزایش غلظت رنگزاها رو به صـــعود اســـت و این صعود برای نمونه‌های برگ این گیاه با شیب بیشتری اتفاق افتاده است. پس می توان گفت با افزایش میزان رنگزا در حمام رنگرزی می‌توان رمق‌کشی و جذب رنگ را بالا برد.

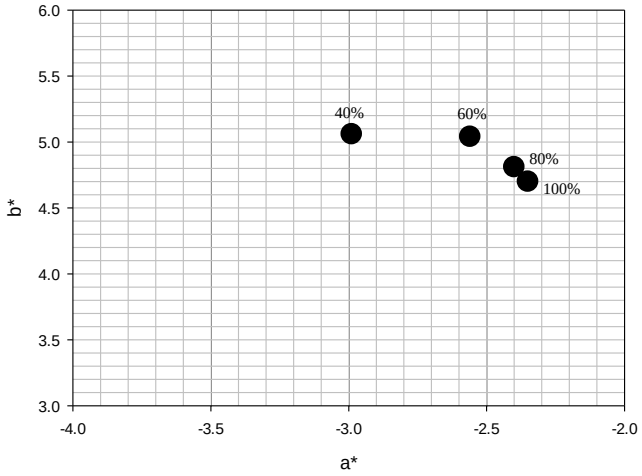


شکل ۶: مقایسه قدرت رنگی برگ و میوه گیاه فیکوس یوهانیس با درصدهای مختلف

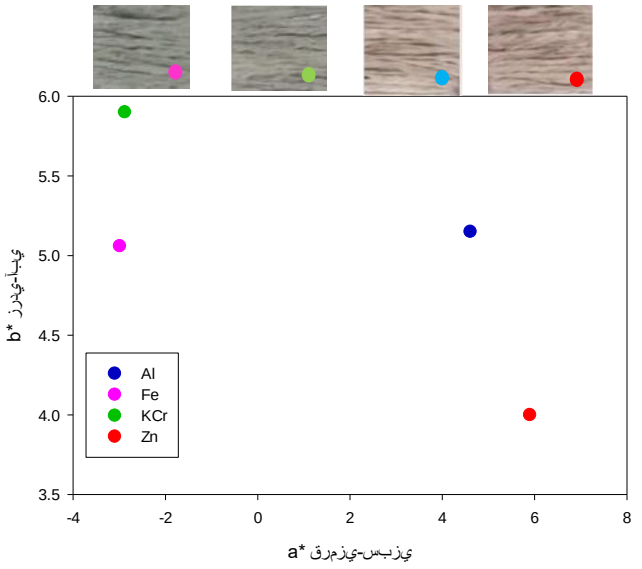
شکل۷، نموداری سه بعدی از پارامترهای رنگی (L*،b*،a*) ابریشم رنگ شده با غلظت های مختلف میوه گیاه فیکوس یوهانیس را در حضور دندانه سولفات آهن نشان می‌دهد. همانطور که دیده می شود مقدار a* در ناحیه منفی واقع شده که وجود ته رنگ سبز را اثبات می‌کند، از طرفی، پارامتر b* برای تمام درصدهای مختلف رنگزا مثبت است که وجود میزان اندکی ته رنگ زرد را مشخص می‌کند. با افزایش درصد غلظت رنگزا، میزان روشنایی کاسته می‌شود.



شکل۷: مقایسه پارامترهای رنگی (L*،b*،a*) ابریشم رنگ شده با میوه گیاه فیکوس یوهانیس با غلظت های مختلف در حضور دندانه سولفات آهن

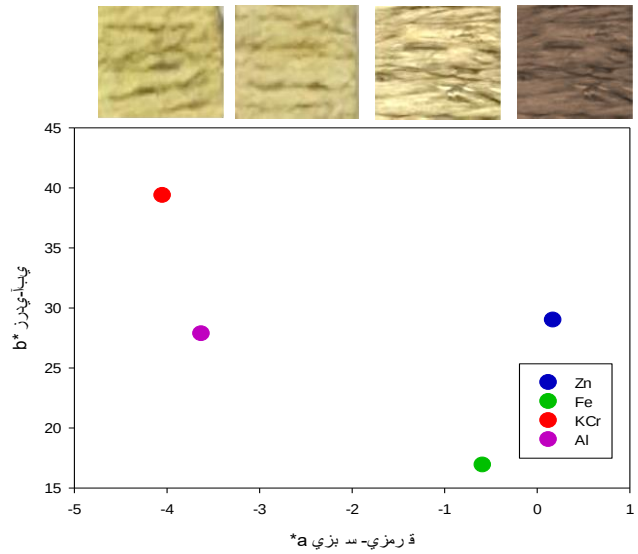


شکل ۸: مقایسه میزان زردی-آبی (*b) و میزان قرمزی-سبزی (*a) ابریشم رنگ شده با میوه گیاه فیکوس یوهانیس با غلظت‌های متفاوت در حضور دندانه سولفات آهن



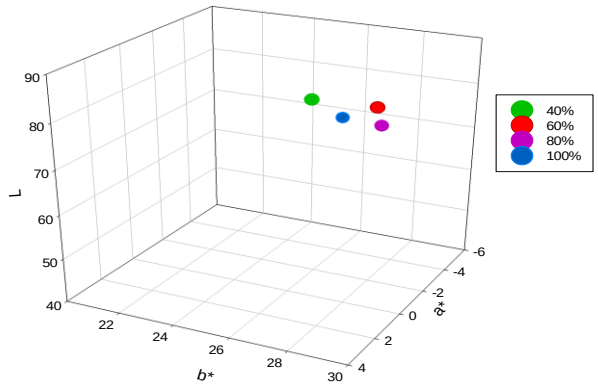
شکل ۹: مقایسه میزان زرد-آبی (*b) و میزان قرمز-سبزی (*a) ابریشم رنگ شده با میوه گیاه فیکوس یوهانیس (غلظت ۱۰۰٪) با دندانه‌های متفاوت (سولفات آهن، سولفات روی، بیکرومات پتاسیم و سولفات آلومینیوم)

همانطوری که در شکل ۹ دیده می‌شود، در الیاف ابریشم رنگ شده با ۱۰۰٪ از میوه این گیاه به عنوان رنگزا در حضور دندانه‌های سولفات روی و آلومینیوم ته رنگ قرمزی وجود دارد. در این نمونه‌ها که در شکل ۱۰ با نقطه قرمز و آبی رنگ نشان داده شده است، پارامتر a* مثبت شده که تایید کننده قرمزی کالای رنگ شده است. در تمامی نمونه‌های این شکل پارامتر b* مثبت است که نشان دهنده وجود زردی در رنگ ایجاد شده می باشد.



شکل ۱۰: مقایسه میزان زرد-آبی (*b) و میزان قرمز-سبزی (*a) ابریشم رنگ شده با برگ گیاه فیکوس یوهانیس (غلظت ۱۰۰٪) با دندانه‌های متفاوت (سولفات آهن، سولفات روی، بیکرومات پتاسیم و سولفات آلومینیوم)

همانطور که در شکل بالا (شکل ۱۰) مشخص است، در بین چهار دندانه به کار رفته در این پژوهش، الیاف ابریشم رنگ شده با برگ گیاه فیکوس یوهانیس بویس در حضور دندانه سولفات روی ته رنگ ملایمی از قرمز نشان می‌دهد، در حالی که سایر دندانه‌های به کار رفته، فام سبز ایجاد کردند. از طرفی دیگر دندانه کروم پتاسیم نسبت به سایر دندانه‌ها ته رنگ زرد قوی تری بر روی الیاف رنگ شده با برگ این گیاه ایجاد می کند.



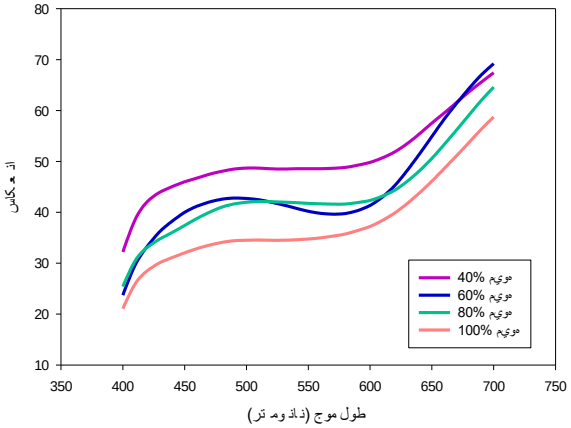
شکل۱۱: مقایسه پارامترهای رنگی (L*،b*،a*) ابریشم رنگ شده با برگ گیاه فیکوس یوهانیس با غلظت های مختلف در حضور دندانه سولفات آهن

شکل ۱۱ نموداری سه بعدی از پارامترهای رنگی (L*،b*،a*) ابریشم رنگ شده با برگ گیاه فیکوس یوهانیس با درصدهای مختلف (٪۱۰۰،٪۸۰، ٪۶۰، ٪۴۰) در حضور دندانه سولفات آهن را نشان می‌دهد. همانطور که دیده می‌شود مقدار*a در ناحیه منفی واقع شده که وجود ته رنگ سبز را اثبات می‌کند، از طرفی پارامتر*b برای تمام درصدهای مختلف رنگزا مثبت است که وجود مقدار زیادی ته رنگ زرد را مشخص می‌کند. با افزایش درصد غلظت رنگزا، میزان روشنایی کاسته می‌شود.

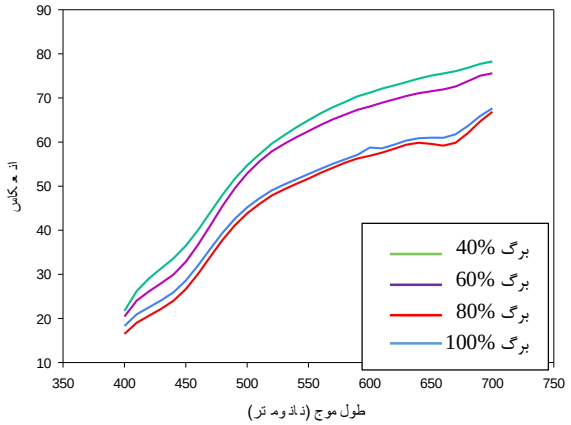
شکل ۱۲ و ۱۳ به ترتیب طیف انعکاسی الیاف ابریشم رنگرزی شده با درصدهای مختلفی از رنگزای میوه و برگ گیاه یوهانیس بویس را در حضور دندانه آلومینیوم نشان می‌دهد. نمودار طیف انعکاسی قادر است کمترین و بیشترین عمق رنگی را در بین نمونه های رنگ شده نشان دهد. در نمودار طیف انعکاسی هرچه یک نمونه طیف انعکاسی بالاتری داشته باشد، جذب رنگ کمتری دارد. در این نمودار محور افقی طول موج و محور عمودی انعکاس را به تصویر می‌کشد. با بررسی چشمی نمونه‌ها با یکدیگر در نمودارهای شکل‌های ۱۲ و ۱۳ مشاهده می‌شود که کاهش غلظت رنگزا منجر به افزایش انعکاس و در نتیجه کاهش جذب رنگ شده است.

همانطور که در شکل ۱۲ دیده می‌شود با افزایش غلظت ماده رنگزا انعکاس کاهش می‌یابد. از طرفی دیگر ابریشم رنگ شده با میوه این گیاه در طول موج ۶۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر بیشترین میزان انعکاس نور را نشان می‌دهد که این ناحیه متعلق به طیف مرئی سرخ می‌باشد. در غلظت های پایین تر رنگزای میوه، پیک ضعیفی نیز در ناحیه آبی مشاهده می‌شود که نشان میدهد میوه فیکوس یوهانیس قادر است رنگ‌های طیف صورتی- بنفش را حضور دندانه آلومینیوم بر روی الیاف ایجاد کند.

همانطور که در شکل ۱۳ دیده می‌شود، انعکاس الیاف ابریشم رنگ شده با برگ گیاه فیکوس یوهانیس بویس در حضور دندانه آلومینیوم در فاصله ۵۰۰-۶۰۰ با شیب قابل توجهی افزایش میابد که وجود طیف زرد را اثبات می‌کند. در منحنی انعکاسی برگ گیاه فیکوس یوهانیس بویس نیز همانند میوه اش، با افزایش غلظت رنگزا میزان انعکاس کاهش و میزان جذب افزایش میابد. میزان انعکاس و در نتیجه قدرت رنگزایی غلظت‌های ۸۰ و ۱۰۰ درصد از رنگزای برگ گیاه بسیار نزدیک به هم می‌باشد. علاوه بر این کمترین درصد انعکاس در محدوده طول موج مرئی متعلق به درصدهای ۸۰٪ و ۱۰۰ ٪ از رنگزای برگی می‌باشد. ارزیابی شکل‌های ۱۲ و ۱۳ نشان می‌دهد که قدرت رنگزایی میوه گیاه فیکوس یوهانیس بویس از برگ آن بیشتر است.



شکل۱۲ : طیف انعکاسی ابریشم رنگ شده با درصدهای مختلف از میوه گیاه فیکوس یوهانیس بویس در حضور دندانه آلومینیوم



شکل ۱۳: طیف انعکاسی ابریشم رنگ شده با درصدهای مختلف از برگ گیاه فیکوس یوهانیس بویس در حضور دندانه آلومینیوم

همانطور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود، رنگزای میوه فیکوس یوهانیس بویس بر روی الیاف ابریشم از ثبات شستشویی بسیار خوبی به خصوص در حضور دندانه‌های کروم پتاسیم و آهن برخوردار است. رنگزای برگ این گیاه نیز بر روی ابریشم از ثبات شستشویی خوبی برخوردار است. در مورد این رنگزا نیز ثبات شستشویی در حضور دندانه‌های سولفات آلومینیوم و سولفات روی کمی کمتر اما همچنان قابل قبول است. نتایج اثبات می‌کند که ثبات شستشویی میوه این گیاه از برگش بهتر است.

جدول ۵ : ثبات شستشویی تغییر رنگ و لکه گذاری روی نخ ابریشم خام بوسیله ابریشم رنگ شده با ۱۰۰٪ از رنگزای میوه و برگ گیاه فیکوس یوهانیس بویس

	دندانه	سولفات آلومینیوم	سولفات روی	سولفات آهن	بیکرومات پتاسیم
شستشوی تغییر رنگ	رنگزای میوه	4	4	5	5
	رنگزای برگ	3-4	3-4	4-5	4-5
لکه گذاری روی نخ ابریشمی	رنگزای میوه	4	4	5	5
	رنگزای برگ	4	4	5	5

همانطور که در جدول ۶ مشاهده می‌شود، رنگزای میوه فیکوس یوهانیس بویس بر روی الیاف ابریشم از ثبات نوری بسیار خوبی در حضور هر چهار دندانه برخوردار است. رنگزای برگ این گیاه نیز بر روی ابریشم از ثبات نوری خوبی به خصوص در حضور دندانه های سولفات آهن و سولفات روی دارد. نتایج اثبات می‌کند که ثبات نوری میوه این گیاه بر روی ابریشم از برگش بهتر است.

جدول ۶ : ثبات نوری الیاف ابریشم رنگ شده با ۱۰۰٪ از رنگزای میوه و برگ گیاه فیکوس یوهانیس بویس

	دندانه	سولفات آلومینیوم	سولفات روی	سولفات آهن	بیکرومات پتاسیم
ثبات نوری	رنگزای میوه	8	8	7-8	7-8
	رنگزای برگ	6	8	7-8	6

۴. نتیجه گیری

در این مقاله، غلظت‌های مختلف میوه و برگ گیاه فیکوس یوهانیس بویس در حضور دندانه‌های فلزی سولفات آلومینیوم، سولفات روی، کلرید نیکل، بیکرومات پتاسیم و سولفات آهن بر روی ابریشم مورد استفاده قرار گرفت. بررسی اسپکتروفوتومتری نمونه‌های رنگ شده نشان داد که با افزایش غلظت هر دو رنگزای میوه و برگ این گیاه، قدرت رنگی و جذب رنگ افزایش یافته و شدت روشنایی کم می‌شود. رنگزای مستخرج از میوه این گیاه قادر است در حضور دندانه‌های فلزی مختلف به کار رفته فام‌های رنگی متفاوتی ایجاد کند. ابریشم رنگ شده توسط میوه این گیاه در حضور دندانه سولفات آلومینیوم و سولفات روی فام صورتی داشت، در حالیکه این رنگزا در حضور سایر دندانه‌های به کار رفته فام سبز- طوسی ایجاد کرد. ابریشم رنگ شده توسط ۸۰ درصد وزنی از میوه این گیاه در حضور دندانه آلومینیوم رنگ نقره‌ای درخشان بسیار زیبایی ایجاد کرد. نمونه‌های رنگ شده با برگ این گیاه همگی مقدار بالایی از b* را داشتند که باعث ایجاد فام زرد شد. ابریشم رنگ شده با برگ این گیاه در حضور دندانه سولفات روی کمی فام قرمز نشان داد (a* مثبت) که در کنار b* بالای دست آمده باعث طوسی شدن رنگ نمونه نهایی شد در حالیکه سایر دندانه‌ها فام زرد – طلایی ایجاد کردند. ابریشم رنگ شده توسط ۱۰۰ برگ این گیاه در حضور دندانه سولفات آهن رنگ طلایی درخشان بسیار زیبای ایجاد کرد. نتایج ارزیابی بصری و کیفی توسط مشخصه‌های رنگی بدست آمده (L*،b*،a*) با اسپکتروفوتومتری انعکاسی تأیید شدند.

نتایج حاصل از ارزیابی ثبات شستشویی و لکه گذاری روی نخ ابریشمی نشان داد که رنگزای میوه فیکوس یوهانیس بویس بر روی الیاف ابریشم از ثبات شستشویی بسیار خوبی به خصوص در حضور دندانه‌های کروم پتاسیم و آهن برخوردار است. رنگزای برگ این گیاه نیز بر روی ابریشم از ثبات شستشویی خوبی برخوردار است. در مورد این رنگزا نیز، ثبات شستشویی در حضور دندانه‌های سولفات آلومینیوم و سولفات روی کمی کمتر اما همچنان قابل قبول است. در کل نتایج اثبات می‌کند که ثبات شستشویی

میوه این گیاه از برگش بهتر است. از سویی دیگر، نتایج حاصل از ارزیابی ثبات نوری نشان داد که رنگزای میوه فیکوس یوهانیس بویس بر روی الیاف ابریشم از ثبات نوری بسیار خوبی به خصوص در حضور هر چهار دندانه برخوردار است. رنگزای برگ این گیاه نیز بر روی ابریشم از ثبات نوری خوبی به خصوص در حضور دندانه‌های سولفات آهن و سولفات روی دارد.

۵. تقدیر و تشکر

این مقاله مستخرج از طرح پژوهشی اینجانب با شماره قرارداد ۹۲/۹۸/۱۴۸۸، تاریخ ۹۸/۱۰/۱۱ و عنوان رنگرزی طبیعی الیاف ابریشم با رنگ طبیعی استخراج شده از بخش های مختلف گیاه فیکوس جوهانیس بویس (فرآیندی دوستدار طبیعت) می باشد که در دانشگاه هنر شیراز به انجام رسیده شده است.

۶. فهرست منابع:

۱. دریایی ن.، زیبایی در فرش دستباف ایران. نشریه علمی_پژوهشی گلجام، ۲(۴): ۳۶-۲۵. ۱۳۸۵.

۲. موسوی و همکاران، اثر پلاسمای اکسیژن در رنگرزی الیاف پشمی به منظور اصلاح خواص سطحی الیاف و کاهش آثار زیست محیطی پساب صنایع رنگرزی. انسان و محیط زیست، ۱۳۹۰.

۳. جعفری ر.، قرنجیگ ک.، مطالعه مشخصه‌های رنگی الیاف طبیعی رنگرزی شده با مواد رنگزای طبیعی. مطالعات در دنیای رنگ، ۸(۱): p. 63-74.، ۱۳۹۱.

4. Kundal, J., et al., Extraction of Natural Dye from Ficus cunia and Dyeing of Polyester, Cotton and Wool Fabric Using Different Mordants, with Evaluation of Colour Fastness Properties. Natural Products Chemistry & Research, 4 (3): p. 1-6, 2016.

5. Jang, H.G., et al., Dyeability and Antibacterial Activity of the Fabrics with Ficus carica Extracts. Korean journal of horticultural science and technology, 22(1), 2004.

6. Saravanan P. and ChandramohanG. Dyeing of Silk with Ecofriendly Natural Dye obtained from Barks of Ficus Religiosa.L. Universal Journal of Environmental Research and Technology, 1(3): p. 268-273 2011.

۷. افشارنژاد م. و همکاران، اثر حلال‌های آلی و اسمولیت‌ها بر فعالیت و پایداری پروتئاز خالص‌شده از گیاه فیکوس یوهانیس. زیست‌فناوری مدرس. ۱۰(۴): p. 535-543.، ۱۳۹۸.

8. Tkachenko, H., et al., The in Vitro Antibacterial Properities of The Ethanolic Extracts Obtained From The Leaves of Various Ficus Species (Moraceae) Against B-Lactamase Producing Pseudomonas Aeruginosa Strain. АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ПРОФІЛАКТИЧНОЇ МЕДИЦИНИ: p. 83, 2017.

9. Reddy, B.S., et al., Ficus (Family: Moraceae), 2009.

10. Berg, C., Classification and distribution of Ficus. Experientia, 45(7): p. 605-611, 1989.

11. Mussak, R.A. and T. Bechtold, Natural colorants in textile dyeing. Handbook of natural colorants, p. 315-335, 2009.

۱۲. مردانی نژاد، ش. و همکاران، رنگرزی الیاف طبیعی به کمک تعدادی از گیاهان عالی و بررسی ثبات آنها به منظور شناسایی گیاهان رنگده، پژوهش و سازندگی، ۲ (۶۳): ۶۹- ۸۴، ۱۳۸۳.

۱۳. حیاتی، م. رنگرزی الیاف با رنگهای طبیعی، انتشارات موسسه آموزش عالی علمی - کاربردی جهاد کشاورزی، ۱۲۸، ۱۳۸۵.

۱۴. اولیائی طبائی، ا.، میرزا امینی، م. تاریخ شفاهی رنگرزی پشم در فرشبافی ایل قشقایی، گلجام، ۸۷-۱۰۸، ۳۴، ۱۳۹۷.

۱۵. اوکتایی، م.ن.، هنر رنگرزی با گیاهان. دفتر نشر خودکفایی، تهران،۵۶. ۱۳۹۰.

۱۶. جاوید تاش ا.، روشن دل ل.، احیاء رنگرزی گیاهی سنتی به روشهای علمی بر روی الیاف پشم و ابریشم طبیعی. پژوهش و سازندگی، ۵۶-۶۳، ۱۳۷۹.

۱۷. سهی‌زاده‌ابیانه, م., تکمیل فرآورده‌های نساجی و رنگرزی، انتشارات آرون. ۱۳۸۴.

۱۸. منتظر، م.، حیدری، م. ویسیان، م. طبیعت‌گرایی در رنگرزی الیاف پروتئینی (پشم و ابریشم)، مرکز ملی فرش ایران، ۱۳۸۸.

۱۹. حاجی، ا.، رنگزاهای طبیعی: علم و فناوری، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بیرجند، ۱۸۴، ۱۳۹۵.

۲۰. جهانشاهی افشار، و.، فرایند و روشهای رنگرزی الیاف با مواد طبیعی.. تهران: دانشگاه هنر، ۱۳۷۵.

۲۱. زرگری ع.، گیاهان دارویی، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۵.

۲۲. ربرت، د.، مجد، ا.، زیست شناسی گیاهی، نشر مروارید، دانشگاه اراک، ۱۳۷۶.

۲۳. گاس، ا. ج.، بحرانی، م.، فیزیولوژی گیاهان و سلولهای آنها، اهواز: دانشگاه شهید چمران ۱۳۷۰.

24. Choudhary, M.S., S.T. Upadhyay, and R. Upadhyay, Observation of natural dyes in Ficus species from Hoshangabad District of Madhya Pradesh. Bull. Environ. Pharmacol. Life Sci.; Volume,. 1: p. 34-37. 2012.

25. Scarano, P., et al., Sustainability: Obtaining natural dyes from waste matrices using the prickly pear peels of Opuntia ficus-indica (L.) Miller. Agronomy,. 10(4): p. 528, 2020.