رنگرزی پارچه نایلونی با رنگزای طبیعی سماق به کمک کراتین بازیافتی از پر مرغ

نیلوفر اصلاحی*، شادی مکتوبی

گروه مهندسی نساجی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

niloofar.eslahi@srbiau.ac.ir

چکیده

در این کار تحقیقاتی رنگ‌پذیری پارچه نایلونی با رنگزای طبیعی سماق بررسی شده و اثر کراتین روی خواص رنگرزی آن مطالعه شده است. برای این منظور ابتدا کراتین به روش هیدرولیز سولفیتی از الیاف ضایعاتی پر مرغ استخراج شده و در ادامه اصلاح سطح نایلون با استفاده از کراتین بازیافتی به روش رمق کشی انجام گردید. ارزیابی ساختار شیمیایی با استفاده از طیف سنجی مادون قرم انجام شد و نتایج حاصل اصلاح سطح الیاف نایلون با کراتین را اثبات نمود. نتایج رنگرزی با سماق نیز نشان دهنده رمق‌کشی بالای پارچه اصلاح شده با کراتین نسبت به پارچه خام و دندانه دار می‌باشد. لذا می‌توان از کراتین به منظور بهبود جذب رنگ با مواد رنگزای طبیعی استفاده نمود. ارزیابی پارامترهای ثباتی نیز نشان دهنده ثبات شست و شویی و سایشی بالای پارچه رنگرزی شده با سماق می باشد. در نهایت ارزیابی خاصیت ضد میکروب پارچه‌های نایلون رنگرزی شده در برابر دو باکتری *S. aureus* (گرم مثبت ATCC25923) و *E.coli* (گرم منفی ATCC25922) انجام شد و نتایج نشان‌دهنده خاصیت ضدباکتری سماق می‌باشد.

کلمات کلیدی: نایلون، کراتین بازیافتی، رنگزای طبیعی، سماق، رنگرزی

Dyeing of nylon fabrics with natural sumac dye using recycled feather keratin

Niloofar Eslahi*, Shadi Maktoobi

Department of Textile Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

niloofar.eslahi@srbiau.ac.ir

Abstract

In this research, the dyeing of nylon fabrics with sumac as a natural dye was investigated and the effect of keratin treatment on the dyeing properties was studied. For this purpose, first keratin was extracted from chicken feathers by the reduction hydrolysis method, and then surface modification of nylon fabric with the extracted keratin was performed via the exhaustion method. The chemical structure of the treated fabrics was evaluated by FTIR and the results proved the successful keratin treatment on the surface of the fabrics. The obtained results showed high dye absorption of keratin-treated fabric in comparison with mordant-treated and untreated fabrics. Thus, keratin could be used for enhancing the absorption of natural dyes. Colorfastness properties of the dyed fabrics with sumac were evaluated and high washing and rubbing fastness were attained. Finally, the antibacterial properties of the dyed fabrics against both gram-positive and gram-negative bacteria were performed and the results showed the antibacterial activity of sumac.

Keywords: Nylon, Recycled keratin, Natural dye, Sumac, Dyeing

۱- مقدمه

با توجه به رشد روز افزون جوامع انسانی و نیاز انها به منسوجات و پوشاک در زندگی روزمره و همچنین گسترش صنایع وابسته به نساجی و کمبود الیاف طبیعی روز به روز تمایل به استفاده از الیاف مصنوعی به عنوان جایگزین برای الیاف طبیعی که جوابگوی نیاز های جامعه امروزی است بیشتر شده است. در این میان الیاف پلی آمیدی نایلون به دلیل استحکام بالا، قابلیت کشش و مقاومت سایشی کاربرد گسترده ای در صنعت نساجی دارد[۱]. تحقیقات گسترده ای در زمینه اصلاح سطح الیاف مصنوعی به روش های مختلف شیمیایی و فیزیکی به منظور بهبود جذب رنگ صورت پذیرفته است[۵-۲]. از طرفی صنعت نساجی همواره با مشکل عمده ای چون آلودگی محیط زیست ناشی از پساب فرایند های رنگرزی و تکمیل مواجه است. لذا بهره گیری از فرایند های ایمن و حافظ محیط زیست بسیار حائز اهمیت است[۶]. امروزه مطالعه در زمینه رنگرزی منسوجات، چوب و چرم با رنگهای طبیعی مورد توجه بسیاری از گروههای تحقیقاتی قرار گرفته است که به علت خواص رنگهای طبیعی می‌باشد[۷, ۸]. از جمله این خواص می‌توان به سازگاری این رنگها با محیط زیست، سمیت کمتر، ضد باکتری، ضد حساسیت، ضد سرطان، ضد بو و قابلیت ایجاد شیدهای طبیعی اشاره نمود[۹, ۱۰]. برای رنگرزی نایلون با مواد رنگزای طبیعی از رنگزاهای مختلفی چون حنا، پوست پیاز، زردچوبه، زعفران، زرشک و... استفاده شده است. برای رنگرزی الیاف مصنوعی با مواد رنگزای طبیعی از دندانه های مختلفی استفاده می شود[۱۱]. النگار و همکاران از سولفات آهن، سولفات سدیم و کربنات سدیم استفاده کردند. ابتدا پارچه ها توسط دندانه ها اصلاح سطحی می شوند، سپس پارچه های اصلاح شده تحت شرایط اشعه ماوراء بنفش/ازن با رنگزای طبیعی زعفران و زرد چوبه رنگرزی می شوند. نتایج به دست آمده نشان می دهد که با افزایش زمان پرتو دهی از ۰ به ۱۲۰ دقیقه قابلیت جذب رنگ بیشتر شده است[۱۲]. رحمان و همکاران از امواج مایکروویو برای رنگرزی نایلون با مواد رنگزای طبیعی استفاده کردند[۱۳]. حاجی و همکاران با استفاده از پلاسما و دندانه دارکردن سطح نایلون باعث افزایش جذب رنگ روی لیف شدند. از سولفات مس به عنوان دندانه استفاده شد. پارچه های رنگ شده با عصاره زرشک (پس از اصلاح پلاسما و دندانه دار شدن) فعالیت ضد باکتری قابل قبولی در مقابل هر دو باکتری گرم مثبت و گرم منفی نشان دادند[۱۴]. الماتی و همکاران نیز تاثیر اشعه الکترونی را بر رنگ پذیری الیاف مصنوعی بررسی کردند. بر مبنای نتایج حاصل شرایط بهینه با دوز تابش ۳۰۰ kGy و زمان ۱ ساعت بدست آمد[۱۵]. میرجلیلی و همکاران به بررسی رنگرزی پارچه ی نایلون و رنگزای طبیعی حنا و تاثیرات آن پرداخته اند. فرایند رنگرزی و دندانه دار کردن همزمان صورت گرفت زیرا در رنگرزی الیاف مصنوعی با رنگزای طبیعی استفاده از دندانه ضروری می باشد. ماده رنگزای حنا باعث ایجاد خواص ضد باکتری بر روی پارچه ی نایلونی می گردد[۱۶]. مامون و همکاران نیز رنگرزی بدون دندانه نایلون را با رنگزای گیاهی ماهاگونی بررسی کردند. آنها تاثیر دما، زمان و pH را بر روی قدرت رنگی پارچه مطالعه

نموده و شرایط بهینه در دمای جوش به مدت ۱ ساعت در pH اسیدی بدست آمد[۱۷].

در این تحقیق از پلیمر طبیعی کراتین جهت اصلاح سطح نایلون و بهبود رنگ پذیری آن استفاده شده است. کراتین به دلیل ارزان و قابل دسترس بودن و همچنین زیست سازگار و زیست تخریب پذیر بودن مورد توجه قرار گرفته است. پر پرندگان از کراتین تقریباً خالص و از پیوند های دی سولفیدی، پیوند های هیدروژنی و بر همکنش های آبگریزی تشکیل شده است. کراتین پروتئینی نامحلول در آب و پایدار می باشد که می توان از آن در کاربردهای مختلف نساجی، پزشکی، کشاورزی، آرایشی و بهداشتی استفاده کرد[۱۸]. با توجه به تولید سالیانه میلیون ها تن پر در مرغداری ها، بازیافت کراتین از این منابع ضایعاتی نه تنها از نظر زیست محیطی لازم و ضروری است، بلکه ارزش افزوده قابل توجهی از کراتین استخراجی حاصل خواهد شد[۱۹]. از جمله مزایای استفاده از کراتین جهت اصلاح نایلون می توان به زیست تخریب پذیر بودن کراتین، استفاده از ضایعات مرغداری ها به عنوان ماده خام اولیه و در نتیجه کم بودن هزینه در مقایسه با دیگر پلیمرها و مواد پوشش دهنده ی مصنوعی، سازگار بودن کراتین پر با ساختار پروتیئنی نایلون، وجود گروههای عاملی متعدد جاذب رنگ در کراتین و زیست سازگار بودن آن اشاره کرد.

از کراتین بازیافتی از الیاف پروتیئنی ضایعاتی می توان جهت بهبود رنگ پذیری منسوجات استفاده نمود. برای مثال کانتاچ و همکاران ازکراتین استخراج شده جهت افزایش جذب رنگهای اسیدی و راکتیو (وینیل سولفونه و آلفا برمو اکریل آمید) بر روی پشم استفاده کردند. نتایج بدست آمده نشان داد که می توان از پلیمر طبیعی کراتین به عنوان جایگزین ترکیبات شیمیایی مضر در فرایند تر کالای پشمی استفاده نمود[۲۰]. وانگ و لیو پارچه های پنبه ای را با پروتیئن پر مرغ و یک عامل کاتیونی خود متصل شونده اصلاح کردند. خواص پارچه پنبه ای رنگرزی شده با رنگزای راکتیو بدون حضور نمک با پارچه رنگرزی شده با حضور نمک مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج به دست آمده از پارچه اصلاح شده نشانگر جذب و تثبیت بیشتر رنگ نسبت به پارچه بدون اصلاح است. با این حال توانایی جذب رنگ در پارچه اصلاح شده با پروتئین پر مرغ بیشتر از پارچه اصلاح شده با عامل کاتیونی می باشد. ساختار خاص کراتین پر مرغ باعث افزایش واکنش رنگ های راکتیو آنیونی و پنبه شده است. بنابراین پروتئین پر مرغ یک عامل رنگرزی بدون حضور نمک و یک عامل دوستدار محیط زیست می باشد[۲۱].

در سالهای اخیر سماق از چند منظر بررسی شده است که اثرات آنتی اکسیدانی و به خصوص ضد میکروبی از آن جمله است[۲۲]. هدف این تحقیق اصلاح نایلون با کراتین به منظور جذب بیشتر رنگزای طبیعی سماق توسط لیف و ایجاد خواص ضد میکروبی همزمان روی نایلون می باشد تا مشکلات ناشی از رنگرزی آن از بین رفته و به راحتی برای مصارف مختلف مورد استفاده قرار بگیرد.

۲- تجربیات

۲-۱- مواد

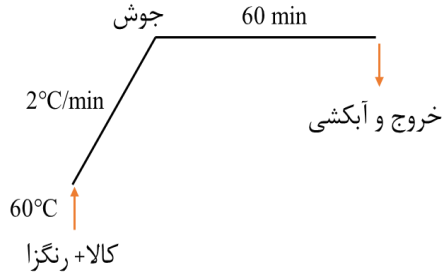
پارچه نایلون ۱۰۰٪ (وزن ۵ گرم بر متر مربع) از شرکت پارچینه خریداری شد. سایر مواد مصرفی در این پژوهش عبارتند از: اسید سیتریک، سولفید سدیم، هیدروکسید سدیم و اتانول محصول شرکت Merck آلمان.

۲-۲- استخراج کراتین از پر مرغ

ابتدا پرها با ۱ گرم بر لیتر شوینده غیر یونی در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد به مدت ۲ ساعت شسته شده و سپس چربی زدایی با استفاده از اتانول ۹۶٪ در دمای بین ۸۵ تا ۹۵ درجه سانتی گراد و زمان ۲ ساعت انجام شد. سپس پرها داخل آون در دمای ۸۰ به مدت ۱ ساعت خشک شدند و الیاف پر از ساقه جدا شد. به منظور استخراج کراتین، وزن مشخصی از پر با ۱۰ گرم بر لیتر سدیم سولفید در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد و با نسبت L:G ۳۰:۱ عمل می گردد. بعد از دو ساعت پرها حل شده و محلول غلیظی به دست می آید که به وسیله کاغذ صافی فیلتر شد. محلول رقیق به دست امده در داخل کیسه دیالیز (وزن مولکولی ۳,۵کیلو دالتون) قرار گرفت و داخل بشری که در ان اب مقطر وجود دارد به مدت ۴۸ ساعت گذاشته شد. در این مدت آب مقطر داخل بشر مکررا تعویض می گردد. پس از فرایند خشک کن انجمادی (فریز درای) پودر سفید رنگی حاصل می گردد که کراتین بازیافتی می باشد.

۲-۲- رنگرزی نایلون با سماق

ابتدا پارچه نایلونی با ۱ گرم بر لیتر شوینده غیر یونی در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱ ساعت آماده سازی می شود. جهت اصلاح سطح، پارچه نایلونی به همراه کراتین (۱٪ و۳٪) و ۱۰٪ اسید سیتریک با نسبت L:G ۳۰:۱ به مدت ۲ ساعت در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد عمل شد. پودر سماق نیز به مدت ۲ ساعت در آب با نسبت L:G ۳۰:۱ جوشانده شده و محلول صاف شده به عنوان رنگزا استفاده می شود. برای مقایسه بین کراتین و دندانه، از سولفات آلومینیوم ۱٪ و ۳٪ نیز جهت دندانه-دار کردن نایلون قبل از رنگرزی استفاده شد. در نهایت پارچه های اصلاح شده (عمل شده با کراتین و دندانه) و خام با ۳۰٪ سماق در دمای جوش به مدت ۱ ساعت طبق نمودار زیر رنگرزی شد. رنگرزی در pH های مختلف اسیدی ۲، ۳ و ۴ انجام شده و بهترین نتیجه در pH=4 بدست آمد.



پس از رنگرزی و با استفاده از طیف سنج UV-Vis (مدل M350 شرکت Camspec سوییس) مقدار درصد رمق کشی نمونه‌ها طبق رابطه زیر محاسبه می شود:

$$E=(A_0-A_1)/A_0\times100$$

به نحوی که A_0 جذب اولیه و A_1 جذب ثانویه پسابهای رنگرزی در طول موج حداکثر جذب سماق (۳۰۰ نانومتر) می‌باشد.

۲-۳- مشخصه یابی پارچه های رنگرزی شده

ساختار شیمیایی پارچه های اصلاح شده با آزمون طیف سنجی تبدیل فوریه مادون قرمز نیز در محدوده عدد موجی

۴۰۰۰-۴۰۰ بر سانتی متر به کمک دستگاه FTIR-NEXUS 870 مورد ارزیابی قرار گرفت. هم‌چنین میزان انعکاس نمونه-های رنگرزی شده به کمک دستگاه طیف سنج انعکاسی (Datacolor V2.3 plus) اندازه‌گیری شد و قدرت رنگی (K/S) نمونه‌ها در طول موج حداکثر جذب سماق با استفاده از معادله کیوبلکا-مانک محاسبه شده است:

$$K/S= (1-R)^2/2R$$

در این رابطه R انعکاس، K ضریب جذب و S ضریب انتشار می باشد.

برای آزمون استحکام کششی طبق استاندارد ملی ISIRI 2-1147از دستگاه اینسترون استفاده شد. به طوری که دستگاه نیروی لازم برای این کار را F ثبت نموده و بر سطح مقطع جسم A تقسیم کرده و عدد حاصل، بیانگر تنش وارد شده به نمونه می باشد. برای انجام این آزمون نمونه ها در ابعاد ۳×۱cm برش داده شد و در دستگاه مورد نظر با تغییرات طول ۱۰ mm/min تحت کشش در هر دو جهت تار و پود با سه تکرار قرار گرفت.

جهت تعیین ثبات شستشویی و ثبات سایشی رنگ پارچه های نایلونی رنگرزی شده به ترتیب مطابق استاندارد ISO 105 C04 1989 و BS-EN 20105 عمل شد و با استفاده از مقیاس خاکستری تغییر رنگ عدد ثبات مشخص گردید. هم چنین مطابق استاندارد ۴۰۸۴ از طریق دستگاه ثبات نوری پارچه به مدت ۵۳ ساعت در مقابل نور شبیه سازی شده خورشید قرار گرفت و ثبات نوری با معیار آبی بدست آمد.

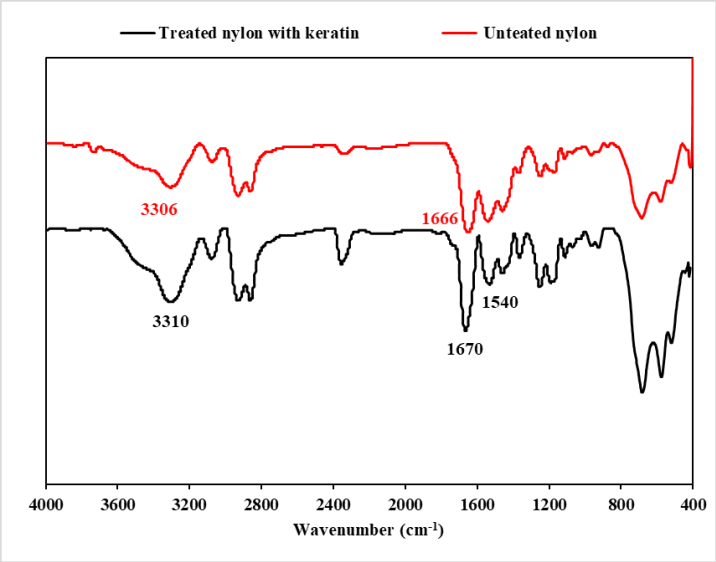
ارزیابی خاصیت ضدباکتری بر اساس روش انتشار دیسک انجام شد. برای این منظور پارچه رنگرزی شده با سماق به صورت دایره با قطر ۵۰ mm برش داده و توسط دستگاه اتو کلاو (دمای ۱۲۱°C و فشار ۱۵ lb/in^2 به مدت ۲۰ min) استریل شد. سپس ۱ ml از سوسپانسیون میکروبی 1×10^5 CFU/ml تهیه شده در محیط کشت مایع با نمونه مجاور و به مدت ۲۴ ساعت در انکوباتور و در دمای ۳۷°C قرار گرفت تا باکتری‌ها در صورت امکان رشد و تکثیر یابند. جهت بررسی فعالیت ضد میکروبی دو باکتری *S. aureus* (گرم مثبت ATCC25923) و *E.coli* (گرم منفی ATCC25922) انتخاب شدند و قطر هاله عدم رشد اندازه گیری شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- طیف سنجی FTIR

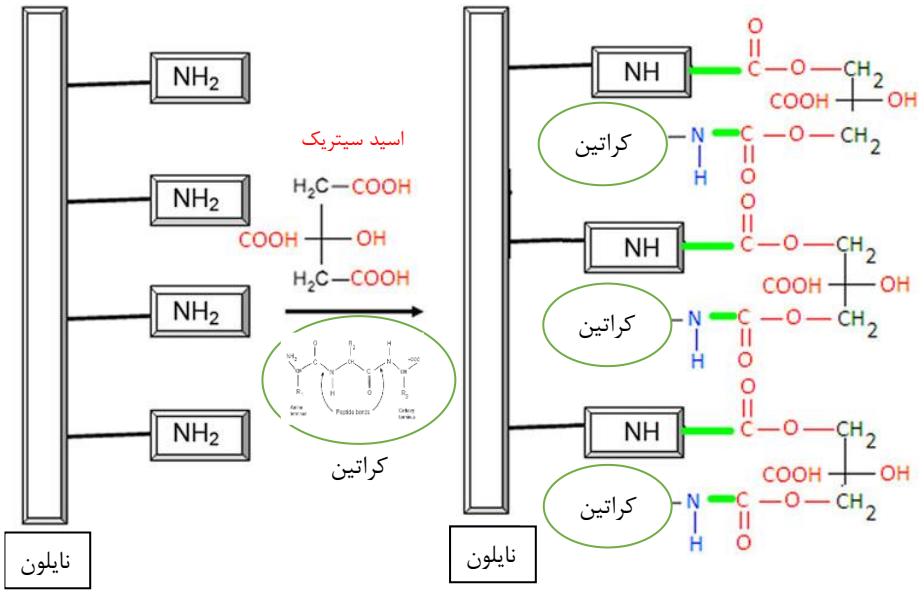
جهت ارزیابی ساختار شیمیایی از آزمون طیف سنجی مادون قرمز استفاده شد و نتایج در شکل ۱ آورده شده است. پیک‌های شاخص در طیف مادون قرمز مربوط به پیوندهای آمیدی می‌باشد که اصلی‌ترین واحد ساختاری در زنجیر نایلون است. آمید A که در محدوده ۳۲۰۰-۳۳۰۰ cm^{-1} قرار می‌گیرد، ارتعاشات کششی N-H را نشان می‌دهد. ارتعاشات کششی متیلن در محدوده ۲۸۰۰-۲۹۰۰cm^{-1} می‌باشد. ارتعاشات کششی آمید I مربوط به C=O در ناحیه ۱۶۰۰-۱۷۰۰cm^{-1} قرار می‌گیرد. آمید II که در محدوده ۱۴۸۰-۱۵۸۰cm^{-1} قرار می‌گیرد، مربوط به ارتعاشات خمشی N-H و کششی C-H و آمید III واقع در ناحیه ۱۲۲۰-۱۳۰۰ cm^{-1} ناشی از ترکیب

ارتعاشات کششی C-N و خمشی درون صفحه‌ای N-H می‌باشد[۱۲]. در مجموع با مقایسه طیف FTIR نمونه عمل شده با کراتین با طیف FTIR نمونه خام ملاحظه می‌گردد که تغییرات اساسی در ساختار شیمیایی الیاف ایجاد نشده است. هر چند شدت و پهنای پیک جذبی در محدوده $۳۲۰۰-cm^{-1}$ ۳۵۰۰ (مربوط به ارتعاشات کششی O-H و N-H) و در محدوده $۱۲۰۰-۱۷۰۰cm^{-1}$ مربوط به پیوندهای آمیدی در نمونه اصلاح شده افزایش یافته که در نتیجه اتصال پروتئین کراتین می‌باشد.



شکل ۱- طیف FTIR پارچه نایلون خام و اصلاح شده با کراتین ۳٪

واکنش اتصال کراتین به نایلون در شکل ۲ آورده شده است. با توجه به ساختار پلی آمیدی نایلون و کراتین اتصال این دو پلیمر از طریق اسید سیتریک میسر می باشد. چنانچه مشاهده می شود گروه آمین کراتین با استفاده از اتصال دهنده عرضی سیتریک اسید از طریق اتصال آمیدی به گروه آمین نایلون متصل می شود و در نتیجه اصلاح سطح نایلون با کراتین منجر به افزایش گروههای فعال نایلون می گردد.



شکل ۲- شماتیک واکنش اتصال کراتین به نایلون با استفاده از اسید سیتریک

۳-۲- نتایج رمق کشی

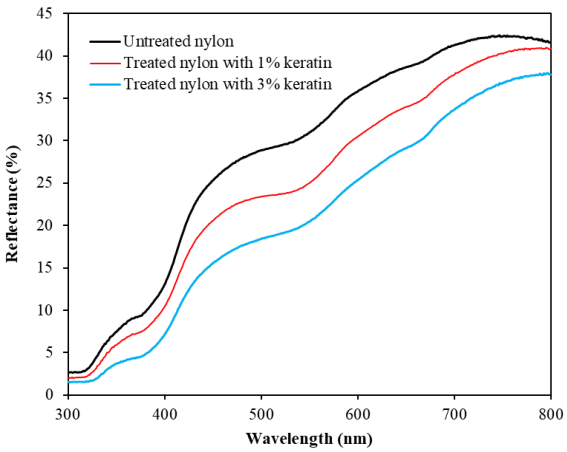
درصد رمق‌کشی نمونه‌های رنگرزی شده با سماق در جدول ۱ آورده شده است. نتایج حاصل نشان می دهد که میزان جذب رنگ بر روی نایلون اصلاح شده بیشتر از نمونه خام بوده است. این بدین معنی است که کراتین به خوبی بر روی لیف قرار گرفته و جذب رنگ را افزایش داده است. دلیل این امر وجود گروههای عاملی متعدد رنگ پذیر بر روی کراتین است که با اتصال بر روی نایلون سبب بهبود جذب رنگ می گردد[۲۳]. با توجه به نتایج درصد رمق کشی می توان گفت که کراتین بهتر از دندانه باعث افزایش جذب رنگ شده است و در مقایسه با نمونه خام حتی نسبت به نمونه دندانه دار عملکرد بهتری داشته است. به نحوی که با افزایش مقدار کراتین درصد رمق کشی افزایش قابل ملاحظه ای (بیشتر از ۳/۵ برابر) را نشان می دهد.

جدول ۱ - مقایسه رمق کشی پارچه های اصلاح شده با کراتین و دندانه

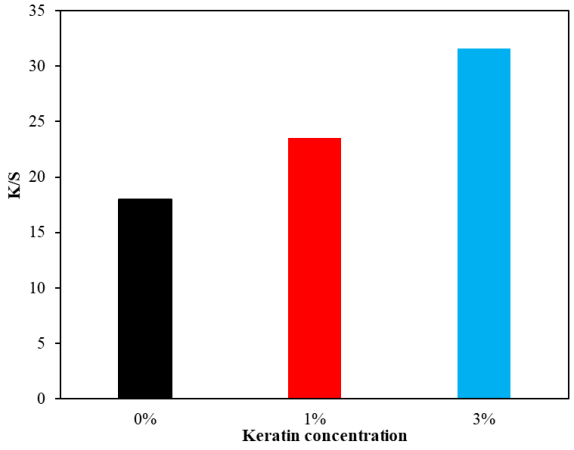
نمونه ها	جذب اولیه	جذب ثانویه	درصد رمق کشی
پارچه خام	1.20	0.95	20.6
پارچه اصلاح شده با کراتین ۱٪	1.80	0.53	70.2
پارچه اصلاح شده با کراتین ۳٪	1.57	0.38	75.9
پارچه اصلاح شده با دندانه ۱٪	1.60	0.57	64.1
پارچه اصلاح شده با دندانه ۳٪	1.04	0.55	47.1

۳-۳- آزمون طیف سنجی

منحنی انعکاسی نمونه های رنگرزی شده در شکل ۳ (الف) آورده شده است. چنانچه مشاهده می شود مقادیر انعکاس بعد از عمل با کراتین کاهش یافته است که نشان دهنده جذب رنگ بالاتر پارچه های اصلاح شده با کراتین است، به نحوی که کمترین میزان انعکاس در پارچه عمل شده با ۳٪ کراتین بدست آمده است. همان گونه که در نتایج رمق کشی ذکر شد، وجود گروههای عاملی متعدد رنگ پذیر در کراتین سبب بهبود جذب رنگ نایلون با سماق شده است. مقادیر قدرت رنگی (K/S_{max}) محاسبه شده برای نمونه های خام و اصلاح شده با ۱ و ۳٪ کراتین در شکل ۳ (ب) نشان دهنده افزایش جذب رنگ پس از عملیات اصلاح با کراتین می باشد و بیشترین مقدار قدرت رنگی مربوط به پارچه عمل شده با ۳٪ کراتین است.



الف



ب

شکل ۳- الف) منحنی انعکاسی پارچه های رنگرزی شده، ب) مقادیر قدرت رنگی محاسبه شده

۳-۴- استحکام کششی

استحکام کششی پارچه خام و اصلاح شده با استفاده از دستگاه استحکام سنج ارزیابی شد. با توجه به نتایج حاصل در جدول ۲ می‌توان گفت که استحکام در جهت تار و پود با افزایش کراتین کاهش یافته است. همچنین درصد ازدیاد طول با افزایش کراتین کم شده است که نشان می دهد عملیات اصلاح سطح با کراتین در محیط اسید سیتریک باعث کاهش استحکام پارچه نایلونی می شود به نحوی که این تغییر در مورد درصد بالاتر کراتین بیشتر بوده است. عملیات اصلاح سطح با ۱٪کراتین نسبت به پارچه خام تغییرات معناداری را در استحکام کششی پارچه نشان نمی دهد، در صورتی که در حضور ۳٪ کراتین کاهش استحکام و ازدیاد طول به لحاظ آماری معنادار است.

جدول ۲- استحکام کششی و ازدیاد طول نمونه ها

پارچه	استحکام در جهت تار (N)	ازدیاد طول در جهت تار (%)	استحکام در جهت پود (N)	ازدیاد طول در جهت پود (%)
خام	566±20	23.6±2	420±16	26.3±1
اصلاح شده با کراتین ۱٪	554±18	23.1±1	390±20	25.1±2
اصلاح شده با کراتین ۳٪	480±10	20.9±2	320±15	23.2±1

۳-٤- ارزیابی ثبات ها

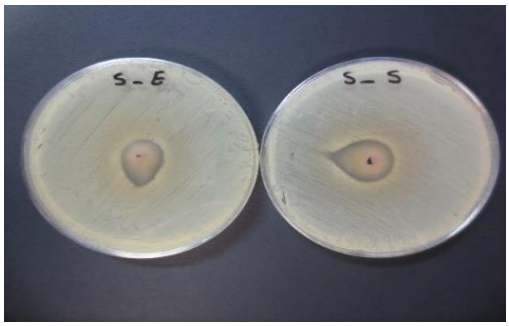
نتایج ارزیابی ثباتها در جدول ۳ آورده شده است. باتوجه به اعداد به دست امده از ثبات رنگ در برابر نور می توان گفت که پارچه رنگرزی شده با سماق (هم پارچه خام و هم پارچه تکمیل شده با کراتین) دارای ثبات نوری بالایی نمی باشد. ولی پارچه تکمیل شده با کراتین ثبات بالایی در شست و شو داشته و رنگزا به خوبی درون پارچه قرار گرفته است. همچنین مقاومت این پارچه در مقابل سایش بالا بوده و رنگرزی باعث آسیب رساندن به پارچه نشده است. به نظر می رسد عملیات تکمیل کراتین روی سطح پارچه با جذب بیشتر رنگزا سبب بهبود پارامترهای ثباتی شده است.

جدول ۳- نتایج ثبات نوری، شست و شویی و سایشی

	ثبات نوری	ثبات شست و شویی	ثبات سایشی
خام	3	3-4	3-4
اصلاح شده با کراتین ۱٪	4	4-5	5
اصلاح شده با کراتین ۳٪	4	4-5	5

۳-۵- نتایج ضد میکروب

شکل ۴ خاصیت ضد میکروب پارچه عمل شده با ۳٪ کراتین و رنگرزی شده با ۳۰٪ سماق را در مقابل هر دو باکتری گرم مثبت و گرم منفی نشان می دهد. با توجه به قطر هاله به دست امده (۲ سانتی متر) سماق دارای خاصیت ضد میکروبی است. یکی از دلایل خاصیت ضد میکروبی سماق وجود مقدار زیادی تانن است، تانن ها ترکیبات پلی فنولیک می باشند. ناصر عباس و همکاران نشان دادند که تعداد باکتری های گرم مثبت و منفی در مدت یک ساعت حضور سماق به مقدار چشم گیری کاهش می یابد[۲۴].



شکل ۴- نتایج ارزیابی خاصیت ضد باکتری پارچه رنگ شده با سماق (سمت راست: باکتری S. aureus و سمت چپ: باکتری (E.coli

۴- نتیجه‌گیری کلی

در این کار تحقیقاتی اصلاح سطحی پارچه نایلونی با استفاده از کراتین استخراج شده از پر مرغ به منظور بهبود رنگ پذیری لیف نایلون توسط رنگزای طبیعی سماق انجام شد. نتایج بدست آمده نشان داد که سماق به عنوان یک رنگزای طبیعی

قابلیت رنگرزی نایلون را دارد. استفاده از کراتین در رنگرزی نایلون تاثیر بسزایی داشت، به طوری‌که جذب رنگ بر روی نایلون را بدون نیاز به دندانه افزایش داد. هم‌چنین این عملیات اصلاح سطح بر ثبات‌های سایشی و شست و شویی نیز تاثیر نامطلوبی نگذاشته است. بعلاوه رنگزای سماق باعث ایجاد خواص ضد میکروبی بر روی پارچه نایلون شده است.

۵-مراجع

1. Deopura, B., Polyamide fibers, in Polyesters and polyamides, Woodhead Publishing Series in Textiles, 2008.

2. Pappas, D., et al., Surface modification of polyamide fibers and films using atmospheric plasmas, Surface and Coatings Technology, 201, 4384-4388, 2006.

3. Kanelli, M., et al., Surface modification of polyamide 6.6 fibers by enzymatic hydrolysis, Process Biochemistry, 59, 97-103, 2017.

4. Primc, G., Surface modification of polyamides by gaseous plasma—Review and scientific challenges, Polymers, 12, 3020. 2020.

5. Yang, W., et al., Surface modification of polyamide nanofiber membranes by polyurethane to simultaneously improve their mechanical strength and hydrophobicity for breathable and waterproof applications, Progress in Organic Coatings, 131, 67-72, 2019.

6. Varadarajan, G., Venkatachalam, P. Sustainable textile dyeing processes, Environmental chemistry letters, 14, 113-122, 2016.

7. Haji, A., Arefi, N., Application of response surface methodology in optimization of dyeing of wool with citrus aurantium leaves as natural dye, Journal of Textile Science and Technology, 8, 5-13, 2019.

8. Barani, H., Helal Bahr, S., Investigation on color and antibacterial properties of woolen yarn dyed with fruit of Ailanthus altissima tree, Journal of Textile Science and Technology, 9, 25-33, 2021.

9. Ado, A., et al., Dyeing of textiles with eco-friendly natural dyes: a review, International Journal of Environmental Monitoring and Protection, 1, 76-81, 2014.

10. Samanta, P., A review on application of natural dyes on textile fabrics and its revival strategy, in Chemistry and technology of natural and synthetic dyes and pigments, Intechopen, 2020.

11. Purwar, S., Application of natural dye on synthetic fabrics: A review, International Journal of Home Science, 2, 283-287, 2016.

12. Elnagar, K., Abou Elmaaty, T., Raouf, S., Dyeing of polyester and polyamide synthetic fabrics with natural dyes using ecofriendly technique, Journal of textiles, 2014, 363079, 2014.

13. Rehman, F.U., et al., Microwave-Assisted Exploration of Yellow Natural Dyes for Nylon Fabric, Sustainability, 14, 5599. 2022.

14. Haji, A., Mousavi Shoushtari, A., Mirafshar, M., Natural dyeing and antibacterial activity of atmospheric-plasma-treated nylon 6 fabric, Coloration Technology, 130, 37-42. 2014.

15. Elmaaty, T.A., et al., Eco-friendly Approach for Dyeing Synthetic Fabrics with Natural Dyes Using Electron Beam Irradiation, Fibers and Polymers, 23, 759-767, 2022.

16. Mirjalilia, M., et al., Effect of henna natural dye on antibacterial properties of dyed nylon fabric with various mordants, Iran. J. Org. Chem., 6, 1389-1395, 2014.

17. Mamun, A.A., et al., Mordant-free dyeing of nylon fabric with mahogany (Swietenia mahagoni) seed pods: A cleaner approach of synthetic fabric coloration, Textile Research Journal, 00405175211050526, 2021.

18. Vasconcelos, A., Cavaco-Paulo, A., The use of keratin in biomedical applications, Current drug targets, 14, 612-619, 2013.

19. Sadeghi, S., Dadashian, F., Eslahi, N., Recycling chicken feathers to produce adsorbent porous keratin-based sponge, International Journal of Environmental Science and Technology, 16, 1119-1128, 2019.

20. Kantouch, A., et al., Effect of pretreatment of wool fabric with keratin on its dyeability with acid and reactive dye, Indian Journal of Fibre & Textile Research, 37, 157-161, 2012.

21. Wang, X., Liu, Y., A comparative study of the salt-free reactive dyeing property of treated cotton fabric with a chicken-feather protein derivative agent and a linking cationic agent, Journal of Fiber Bioengineering and Informatics, 7, 363-375, 2014.

22. Sakhr, K., Khatib, S. El., Physiochemical properties and medicinal, nutritional and industrial applications of Lebanese Sumac (Syrian Sumac-Rhus coriaria): A review, Heliyon, 6, e03207, 2020.

23. Arivithamani, N., et al., Keratin hydrolysate as an exhausting agent in textile reactive dyeing process, Clean Technologies and Environmental Policy, 16, 1207-1215, 2014.

24. Nasar-Abbas, S., Halkman, A.K., Antimicrobial effect of water extract of sumac (Rhus coriaria L.) on the growth of some food borne bacteria including pathogens, International journal of food microbiology, 97, 63-69, 2004.