

توسعه مدل جدیدی از شبکه عصبی برای پیش بینی تاثیر پارامترهای غلظت رنگزای اسپرک و PH حمام رنگرزی بر روی میزان رمق کشی الیاف پشم با رویکرد حفظ محیط زیست

میرسعید حصاریان^{۱*}

s.hesarian@uut.ac.ir

جعفر طاووسی^۲

سجاد یوسفی^۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۷/۲۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۶/۲۴

چکیده

زمینه و هدف: بیشتر رنگ‌های مصنوعی مصرفی در صنعت نساجی دارای خطرات زیست محیطی هستند. از این رو، بررسی رمق‌کشی الیاف پشم بر اساس غلظت رنگزای طبیعی و PH حمام رنگرزی با استفاده از مدل جدیدی از شبکه عصبی از اهداف اصلی این مقاله می‌باشد.

روش بررسی: الیاف پشمی خام با استفاده از رنگ طبیعی اسپرک رنگرزی شد و میزان رمق کشی رنگ بررسی گردید. بنابراین، درصدهای مختلفی از مواد رنگزا با سه مقدار مختلف PH به حمام رنگرزی اضافه گردید. پارامتر رمق کشی با استفاده از روش طیف سنج عبوری اندازه‌گیری شد. برای بررسی اثر تغییرات غلظت رنگزا و PH بر روی رمق کشی الیاف پشم، مدل شبکه عصبی جدیدی توسعه یافت. با توسعه هدفمند مدل شبکه عصبی، غلظت رنگزای اسپرک با سه مقدار مختلف PH ورودی شبکه و اندازه رمق کشی الیاف پشم خروجی مدل در نظر گرفته شد. در آموزش شبکه عصبی تعداد ۸۰٪ از داده‌ها برای آموزش و ۲۰٪ باقیمانده برای تست در نظر گرفته شد. این تحقیق در سال ۱۳۹۹ انجام گرفته است.

یافته‌ها: بر اساس نتایج تجربی، با افزایش غلظت رنگزا، رمق کشی الیاف پشم افزایش می‌یابد و تغییر PH حمام رنگ، عملاً تاثیری بر روی میزان رمق کشی الیاف پشم ندارد.

۱- استادیار گروه مهندسی نساجی دانشگاه صنعتی ارومیه. * (مسوول مکاتبات)

۲- استادیار گروه مهندسی برق، دانشگاه ایلام.

۳- استادیار گروه مهندسی برق، دانشگاه فنی حرفه‌ای تهران.

بحث و نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج تجربی، با افزایش غلظت رنگزا ، رمق کشی الیاف پشم افزایش می‌یابد و تغییر PH حمام رنگ، عملاً تاثیری بر روی میزان رمق کشی الیاف پشم ندارد. نتیجه گیری نهایی می‌توان مدل پیش بینی با مدل شبکه عصبی را جایگزین انجام آزمایشهای تکراری با مواد سمی برای بررسی رفتار رنگ پذیری الیاف نمود و با این روش جان انسانها را از مرگ نجات داد.

واژه‌های کلیدی: نساجی، اسپرک ، الیاف پشم، زیست تخریب پذیر.

Development of a new neural network model to predict the effect of Esparak dye concentration and pH of dye bath on the rate of Extraction of wool fibers with an environmental protection approach

Mir Saeid Hesarian^{1*}

s.hesarian@uut.ac.ir

Jafar Tavoosi²

Sajad yousefi³

Admission Date: October 12, 2022

Date Received: September 15, 2021

Abstract

Background and Objective: Most synthetic dyes used in the textile industry have environmental hazards. Therefore, the interest in using biodegradable natural dyes prepared from plants is the main goal of this article.

Material and Methodology: Raw wool fibers were dyed using natural dye and the amount of dye extraction was investigated. Therefore, different percentages of dyes with three different pH values were added to dye bath. The extraction parameter was measured using a UV-visible method. To investigate the effect of changes in dye concentration and pH on extraction, a new neural network model was developed. By development of new neural network model, the concentration of dye spray with three different pH values was considered as the input of the network and the extraction value of wool fibers was considered as the output of the model. In neural network training, 80% of the data were considered for training and the remaining 20% for testing.

Fidings: In this paper, the experimental results are based on the values obtained from the UV-visible method and the modeling results are a prediction values of the developed neural network model as the extraction parameter.

Discussion & Conclusion: Based on the experimental and modeling results, with increasing the dye concentration, the extraction value of wool fibers increases and changing the pH of the dye bath has practically no effect on the salinization of wool fibers. Finally, the neural network prediction model can be used as an alternative to repeated experiments with toxic substances to study the dyeing behavior of fibers and thus save human lives from death.

Keyword: Textile, Esparak, Neural Network, Biodegradable.

1- Assistant Professor of Textile Engineering, Urmia University of Technology, Urmia, Iran.
*(Corresponding Author)

2- Assistant Professor of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Ilam University, Ilam, Iran.

3- Assistant Professor of Electrical Engineering, Department of Electrical Engineering, Technical and vocational University, Tehran, Iran.

مقدمه

در سال های اخیر استفاده از مواد رنگزای مصنوعی در بسیاری از صنایع مختلف و از جمله صنعت نساجی به دلیل آگاهی از میزان تخریب محیط زیست، آزادسازی مواد آلاینده و ایجاد مشکلات تنفسی، محدود و یا ممنوع شده است. از مهم ترین مزایای رنگ های طبیعی سازگاری با محیط زیست است. این مواد در مرحله تولید یا استفاده هیچ مشکل زیست محیطی ایجاد نمی کنند و تعادل زیست محیطی را حفظ می کنند. صنایع نساجی مقادیر زیادی آب در فرآیندهای رنگزای مصرف می کنند. حجم بالای مصرف آب، تصفیه پسابهای خطرناک را دشوار می کند. بنابراین، هنگامی که این پسابها به صورت تصفیه نشده یا نیمه تصفیه شده در محیط (هوا، خاک، گیاهان و آب) تخلیه می شوند، اثرات مضر دارند و باعث ایجاد بیماریهای متعدد انسانی می شوند (۱).

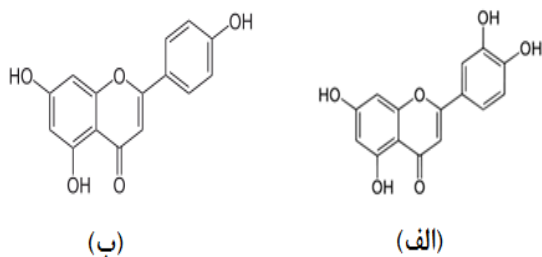
رنگ های طبیعی از قسمت های مختلف گیاهان از جمله پوست، برگ، ریشه، میوه ها یا دانه ها و گل هایی که حاوی مواد رنگی مانند تانن، فلاونوئیدها و کینونوئیدها هستند، استخراج می شوند. رنگ های طبیعی نیز از برخی انواع میکروارگانیسم ها مانند قارچ ها، جلبک ها و باکتری ها حاصل می شود. این رنگ ها می توانند نه تنها منبع غنی و متنوعی از مواد رنگی باشند، بلکه می توانند به عنوان درمان های ایمن، سازگار با محیط زیست و کم هزینه با مزایای اضافی رنگ آمیزی در یک مرحله در نظر گرفته شوند (۲).

در یک مطالعه، فرایند رنگزای با رنگ طبیعی ایندازاکتین از الیاف اکریلیک اصلاح شده با گروه های عملکردی آمینه و هیدروکسیل استفاده گردید. آنها گزارش کردند که میل رنگ و قابلیت رنگ پذیری الیاف به شدت به مقدار pH حمام رنگزای با بیشترین میزان جذب رنگ در $\text{PH} = 3$ بستگی دارد (۳). این نتیجه به عملکرد گروه های عملکردی موجود در هر دو ساختار فیبر و رنگ و کنترل تعامل یونی گروه های کربوکسیل رنگ با گروه های آمینه پروتون شده از الیاف اکریلیک اصلاح شده نسبت داده شد. امروزه، از انرژی اولتراسونیک در رنگزای منسوجات، به اصطلاح رنگزای صوتی، استفاده می شود.

رنگزای صوتی دارای مزایای قابل توجهی نسبت به رنگزای معمولی مانند کاهش دما و زمان رنگزای و کاهش مقدار رنگ و الکترولیت مورد نیاز است. الیاف پشم با استفاده از تکنیک های متداول و اولتراسونیک به عنوان یک رنگ طبیعی با لاک رنگ آمیزی می شدند (۴). حدود ۴۷٪ از افزایش جذب رنگ لاک با استفاده از رنگزای اولتراسونیک گزارش شده است، جایی که مقدار رنگ استخراج شده با روش اولتراسونیک نیز ۴۱٪ بیشتر از روش های معمول استخراج بود. مطالعه مشابهی در مورد رنگ آمیزی پارچه پنبه ای کاتیونیزه شده با همان رنگ با استفاده از هر دو روش معمولی و اولتراسونیک انجام شد و ۶۶/۵٪ بهبود رنگ لاک را با استفاده از روش رنگزای اولتراسونیک نشان داد (۵). به طور نسبی، پنبه با رنگ طبیعی اکلپتا با استفاده از رنگزای معمولی و صوتی استفاده شد. گزارش شده است که راندمان رنگزای سونیکاتور ۹٪ بیشتر از روش مرسوم است (۶). همچنین در یک مطالعه ویژگی های رنگزای الیاف اکریلیک اصلاح شده با رنگ طبیعی ایندکسانتاین با استفاده از هر دو رنگ آمیزی معمولی و صوتی مقایسه شد و ۴۹/۶۲٪ از افزایش جذب رنگ طبیعی، شستشوی بهتر و استحکام سبک را با زمان فرآیند و مصرف انرژی کمتر برای روش رنگزای صوتی گزارش گردید (۷). به همین ترتیب، در مطالعه رنگزای اولتراسونیک پنبه با رنگ طبیعی از گونه های گیاهی سیمپلوکس رمق کشی رنگ طبیعی، خواص پایداری و همچنین کاهش ضایعات در رنگزای گزارش شد (۸)، گیاهان منبع اصلی رنگ های طبیعی / ضد میکروبی در طبیعت هستند. این مواد از قسمت های مختلف گیاهان مانند پوست، برگ، ریشه و گل حاوی مواد رنگ آمیزی معمول مانند تانن، فلاونوئیدها و کینونوئیدها استخراج می شوند.

صنایع نساجی برای انسان بسیار مفید می باشد. اما به دلیل تولید فاضلاب های عظیم حاوی مواد سمی، اکو سیستم را از بین می برد. دلیل اصلی سمیت استفاده از رنگ های مصنوعی است. برای حفظ محیط زیست هیچ جایگزینی جز رنگ طبیعی وجود ندارد. لذا استفاده از رنگ های طبیعی بشکل کلی مورد مطالعه قرار گرفته است (۹). در یک مطالعه دیگر قابلیت

جنگلها و مزارع و در ایران نیز به صورت خودرو می‌روید. در مناطقی که تولید فرش دستی رونق دارد این گیاه در دسترس می‌باشد. مطابق شکل ۱، لوتئولین^۲ و آپیزنین^۳ (۱۴) مهمترین مواد رنگزا در ساختار شیمیائی اسپرک می‌باشد. مواد رنگزا در کل گیاه موجود می‌باشد ولی در گل گیاه بیشتر از سایر قسمت‌های آن یافت می‌شود (۱۵).



شکل ۱- ساختار شیمیائی الف- لوتئولین ب- آپیزنین (۱۴)

Figure 1. Chemical Structure of a) Luteolin b) Apigenin

لذا در کار حاضر، الیاف پشمی خام با استفاده از رنگ طبیعی اسپرک رنگرزی شده و میزان رمق کشی رنگ توسط این الیاف مورد بررسی قرار گرفت. در این مقاله برای اولین بار از مدل شبکه عصبی جدیدی به عنوان هوش مصنوعی برای بررسی اثر تغییرات غلظت مواد رنگزا و PH حمام بر روی میزان رمق کشی الیاف پشم استفاده گردید. خاصیت اسیدی و یا قلیایی (بازی) به یون‌های آزاد H^+ و OH^- موجود در محلول ارتباط دارد. هر چه میزان یون H^+ محلول بیشتر باشد محیط اسیدی‌تر شده و هر چه میزان یون OH^- در محلول بیشتر باشد، محیط قلیایی‌تر می‌باشد. مقدار یونهای موجود در محلول توسط عامل PH سنجیده می‌شود. محلولهایی که PH آنها پایین ۷ است اسیدی و محلولهایی که PH آنها بالای ۷ می‌باشد قلیائی است و محدوده عدد ۷ خنثی محسوب می‌شود. امروزه هوش مصنوعی کاربرد زیادی در صنایع مختلف و از جمله صنعت نساجی دارد (۱۶-۱۸). در این مدل پارامترهای

رنگرزی و ویژگیهای رنگی الیاف پشم با استفاده از پودر گیاهی و رنگزای استخراج شده از گیاه بومی جاشیر مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از اندازه‌گیری پارامترهای رنگی نخ پشمی نشان داد که استفاده از پودر استخراج شده جاشیر در رنگرزی با افزایش مقادیر جذب ماده رنگزا و همچنین قدرت رنگی نمونه‌ها همراه است (۱۰). در مطالعه دیگری، رنگ طبیعی از گل‌های^۱ S.J.L استخراج و روی پارچه سلولزی (پنبه) و پروتئینی (پشم) اعمال شد. در فرآیند رنگرزی، پارچه‌ها قبل از رنگ آمیزی با زاج آمیخته شد. با توجه به الزامات جهانی در مورد ضایعات صفر و سیاست سبز، در نظر گرفته شد که فرآیند رنگرزی تا حد امکان سازگار با محیط زیست و موثر باشد (۱۱). در تحقیقی که اخیراً انجام شده است، استفاده از مواد رنگزای طبیعی در جهت حفظ محیط زیست از طریق کاهش استفاده از مواد رنگزای شیمیایی، انجام گرفته است. به دلیل گستردگی استفاده از دو گیاه روناس و اسپرک و متفاوت بودن ساختار شیمیایی آنها، در این تحقیق از آنها برای رنگرزی نخ پشمی و از اکالیپتوس و پوست انار که جز گیاهان تانن‌دار هستند، به عنوان دندانه استفاده گردید (۱۲). در مطالعه دیگری، تأثیر عملیات تکمیلی به روش تخلیه، بر روی رنگرزی پارچه پشم با اسپرک به عنوان رنگ طبیعی مورد بررسی قرار گرفت. پارچه‌های پشمی در زمان‌های مختلف تحت عملیات تکمیلی قرار گرفتند و سپس با اسپرک در pH اسیدی رنگرزی شدند. برای مقایسه با روش رنگرزی معمولی، پارچه‌های پشمی تکمیل نشده با اسپرک در حضور اسید تانیک رنگرزی شدند. نتایج حکایت از تاثیر مطلوب تکمیل بر روی رنگرزی دارد (۱۳).

در مقاله حال حاضر، از رنگ طبیعی اسپرک برای رنگرزی نخ پشمی خام استفاده شده است. این ماده از گیاه Reseda luteola L به دست می‌آید. این رنگزا در سراسر جهان اعم از آمریکا، اروپا و آسیا به دست می‌آید. اسپرک گیاه بومی ایران نیز بوده و هر ساله می‌توان دو بار آن را کاشت و برداشت نمود. از مشخصات آن رنگ سبز مایل به زرد بوده و ارتفاع آن در حدود یک تا دو متر می‌باشد. اسپرک در مناطق مدیترانه‌ای و در کنار

2- Luteolin
3- Apigenin

1- Spartium junceum L

رنگرزی استفاده گردید. سایر مواد مورد استفاده، از نوع آزمایشگاهی و با درجه خلوص بالا بودند. همچنین برای تهیه تمامی محلولها و رنگرزی از آب مقطر استفاده گردید. قبل از رنگرزی برای از بین بردن ناخالصیهای الیاف پشم و داشتن رنگرزی یکنواخت، نخ های پشمی با ۶٪ مواد شوینده غیر یونی به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد شسته شده و آبکشی گردید. این تحقیق در سال ۱۳۹۹ انجام گرفته است.

رنگرزی

برای رنگرزی، نخهای پشمی خام با پودر رنگ اسپرک در PH=7، PH=4 و PH=9 رنگرزی گردید. برای این منظور پودر اسپرک با درصدهای متفاوت نسبت به پشم به حمام اضافه شد. قابل توجه است که اسپرک به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۵۰ تا ۶۰ درجه سانتیگراد خیس گردید. سپس نمونههای پشم وارد حمام شده و در مدت زمان ۲۵ دقیقه دما به نزدیک نقطه جوش یعنی حوالی ۹۰ درجه سانتی گراد رسید. سپس رنگرزی به مدت یک ساعت در این دما ادامه یافت. بعد نمونهها شسته شد و در دمای محیط خشک گردید. میزان رمق کشی با توجه به رابطه ۱-۲ و میزان جذب محلول رنگزا قبل و بعد از رنگرزی در بیشترین طول موج جذب ماده رنگزا که در حدود ۳۹۰ نانومتر می باشد با استفاده از طیف سنج عبوری تعیین گردید. طیف بازتاب نمونههای رنگ شده با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر مدل اندازه گیری شد. در این مطالعه، مقدار مقاومت رنگ (K/S) بر اساس معادله زیر تعیین می شود.

$$E\% = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100 \quad (2-1)$$

که A_0 میزان جذب محلول قبل از رنگرزی و A_1 جذب محلول بعد از رنگرزی میباشد.

مدل سازی با استفاده از شبکه عصبی جدید

در طراحی و انتخاب شبکه عصبی، تعداد دادهها، تغییرات و پراکندگی آنها، همبستگی و خود همبستگی دادههای ورودی، تعداد ورودی - خروجی مباحثی مهم و تعیین کننده هستند. در این مقاله با توجه به پارامترهای فوق، یک شبکه عصبی جدید طراحی و تنظیم شده است. در شکل زیر ساختار شبکه عصبی پیشنهادی ارائه شده است.

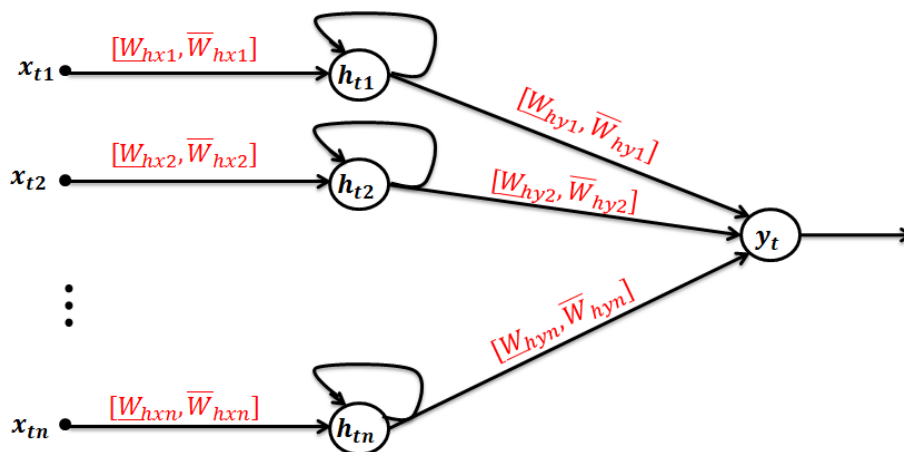
غلظت مواد رنگزای اسپرک در حمام رنگرزی و با سه مقدار مختلف PH به عنوان ورودی شبکه و میزان رمق کشی اندازه گیری شده الیاف پشم به عنوان خروجی مدل در نظر گرفته شد. توسعه مدل حال حاضر از طریق پیش بینی اثر پارامترهای مختلف بر روی خواص رنگرزی، به کارکنان آزمایشگاهی کمک می کند تا بتوانند از انجام آزمایشهای مختلف برای بررسی رنگهای مصنوعی سمی خودداری نموده و لذا این امر تحولی در حوزه کاهش آمار مرگ و میر در میان این قشر می باشد. نوآوریهای این مقاله شامل موارد ذیل می باشد.

- ایده مدل سازی تغییرات رنگزا بر رمق کشی با استفاده از هوش محاسباتی (شبکه عصبی) برای اولین بار در این مقاله مطرح شده است.
- هوش مصنوعی، در این مقاله به عنوان "تکنیک سبز" مورد تاکید می باشد. چرا که از رنگزای طبیعی به جای رنگزای مصنوعی که صدمات زیادی را به اکوسیستم طبیعی وارد می کند استفاده گردید.
- امروزه متاسفانه آمار مرگ و میر در میان کارکنان آزمایشگاهی به دلیل استفاده از مواد مصنوعی سمی در آزمایشهای مختلف، عدد معنی داری است. لذا مدل پیش بینی هوشمند توسعه یافته در این مقاله را میتوان در سطحی وسیعتر جایگزین انجام آزمایشهای تکراری با مواد سمی نمود و با این روش جان انسانها را از مرگ نجات داد.
- ارائه یک ساختار کاملاً جدید از شبکه های عصبی با وزن های بازه ای (فاصله ای) هم بین لایه اول و دوم و هم بین لایه دوم و سوم.

روش بررسی

آماده سازی مواد اولیه برای رنگرزی

در این مطالعه اسپرک (گل گیاه) از کارگاه های رنگرزی سنتی محلی شهر یزد تهیه، آسیاب و پودر گردید و مستقیماً برای رنگرزی استفاده شد. در این مطالعه از الیاف پشمی برای



شکل ۲- شبکه عصبی جدید پیشنهادی

Figure2. New proposed Neural Network

باشد. سپس تمامی وزن‌های موجود در بازه امتحان شده و بهترین وزن پیدا خواهد شد. جهت آموزش شبکه از روش گرادینان کاهش استفاده شده است که به صورت معادله ۳ عمل می‌شود.

$$W_{new} = W_{old} - \eta \frac{dE}{dW} \quad (3)$$

در رابطه بالا $E = (d_t - y_t)^2$ مربع خطای لحظه ای بوده و همچنین d_t مقدار مطلوب در لحظه t می‌باشد. نرخ (یا گام) آموزش با نماد η نشان داده شده است که می‌تواند ثابت و یا متغیر باشد.

در این مقاله از آموزش پارامتری استفاده شد. به عبارت دیگر آموزش ساختاری در سیگنال‌های پیچیده امری ضروری است اما منجر به افزایش زمان آموزش و خطر واگرایی می‌شود. لذا از آنجایی که سیگنال‌های ما در این مقاله بدون تغییرات آنی هستند، نیازی به پیچیده کردن شبکه عصبی و افزایش زمان آموزش نبود. در این مقاله از عدد 0.5 استفاده شده است. معمولاً اگر تغییرات سیگنال زیاد باشد از عدد متغیر استفاده می‌شود، اما با مشاهده نتایج شبیه سازی، سیگنال‌های ما تغییرات زیادی ندارند و لذا جهت افزایش سرعت شبکه عصبی و کاهش زمان آموزش، از نرخ یادگیری ثابت استفاده شده است.

شبکه عصبی فوق از سه لایه تشکیل شده است که عبارتند از: لایه ورودی (x ها)، لایه میانی (h ها) و لایه خروجی (y). همانطور که در شکل فوق ملاحظه می‌شود، وزن‌ها به صورت بازه‌ای (یا فاصله‌ای) هستند و این مساله وجه تمایز شبکه عصبی پیشنهادی در این مقاله با کارهای موجود است. دلیل و ایده اصلی این نوآوری در این است که در شبکه‌های عصبی تعیین مقدار اولیه پارامترها بسیار مهم است. پارامتر وزن نقشی تعیین کننده در موارد ذیل دارد. ۱- همگرایی شبکه عصبی ۲- رسیدن به نقطه بهینه ۳- گیر نیفتادن در کمینه محلی ۴- زمان آموزش. لذا اگر به جای این که یک عدد واحد را برای وزن انتخاب نماییم، بتوان یک بازه را انتخاب نمود و در پروسه آموزش کل آن بازه را جستجو نمود، می‌توان با اطمینان گفت که چالش‌های مذکور مرتفع خواهند شد. فرمول‌بندی و محاسبات شبکه عصبی پیشنهادی به صورت معادلات ۱ و ۲ است.

$$h_{ti} = W_{hxi} x_{ti} + h_{(t-1)i} \quad (1)$$

$$y_t = \sum_{i=1}^n W_{hyi} h_{ti} \quad (2)$$

در روابط بالا، x_{ti} ورودی i ام در لحظه t ، $h_{(t-1)i}$ و h_{ti} خروجی گره i ام لایه میانی به ترتیب در لحظات $t-1$ و t است. W_{hxi} و W_{hyi} به ترتیب وزن‌های بازه‌ای ورودی - میانی و میانی - خروجی هستند. برنامه طوری نوشته می‌شود که بازه به انتخاب کاربر (در این مقاله ۱۰ قسمت) می‌تواند هر عددی

نتایج اندازه‌گیری، بحث و بررسی

در جدول ۱ نتایج اندازه‌گیریهای تجربی بر اساس متغیرهای رمق کشی الیاف و غلظت ماده رنگزای اسپرک ارائه شد. بر اساس این جدول نتایج اندازه‌گیری میزان رمق کشی الیاف پشم در درصدهای مختلف رنگزای اسپرک و در PH های

مختلف حمام رنگ اندازه‌گیری و نتایج ارائه گردید. در این مقاله مقادیر ۷.۴ و ۹ برای اسیدیته محلول استفاده شده است که نتایج مربوطه در جدول به صورت ستونی برای هر PH ثبت شده است.

جدول ۱- رمق کشی الیاف پشم در غلظتهای مختلف از رنگزای اسپرک و در سه PH مختلف حمام رنگ

Table1. Dye Extraction of wool fibers in different concentrations of esparak dye and in three different pHs of dye bath

غلظت ماده رنگزای اسپرک % owf	رمق کشی الیاف پشم (E%)PH=7	رمق کشی الیاف پشم (E%) PH=4	رمق کشی الیاف پشم (E%) PH=9
۱	۱	۱/۱	۱/۰۱
۲	۲/۲	۲/۴	۲/۵
۳	۵	۴/۸	۴/۵
۴	۷/۱	۷/۹	۷/۵
۵	۹/۶	۹/۳	۹/۸
۶	۱۰/۵	۱۰/۹	۱۰/۷
۷	۱۲/۹	۱۲/۵	۱۲/۷
۸	۱۴	۱۴/۲	۱۳/۹
۹	۱۶/۵	۱۶/۳	۱۶/۷
۱۰	۱۹	۱۹/۲	۱۸/۹
۱۱	۱۹/۵	۱۹/۸	۱۹/۳
۱۲	۲۰	۱۹/۵	۱۹/۸
۱۳	۲۱	۲۱/۲	۲۰/۸
۱۴	۲۲/۳	۲۲/۵	۲۱/۸
۱۵	۲۳	۲۲/۵	۲۳/۲
۱۶	۲۴	۲۴/۲	۲۴/۵
۱۷	۲۴/۴	۲۴/۵	۲۴/۳
۱۸	۲۴/۹	۲۴/۸	۲۴/۹
۱۹	۲۵/۴	۲۵/۸	۲۵/۷
۲۰	۲۶/۲	۲۶/۳	۲۶/۱
۲۱	۲۶/۹	۲۶/۹	۲۶/۸
۲۲	۲۷/۲	۲۷/۳	۲۷/۳

۲۳	۲۷/۶	۲۷/۹	۲۷/۷
۲۴	۲۸	۲۸	۲۸
۲۵	۲۸/۱	۲۸/۰۱	۲۸/۰۵
۲۶	۲۸/۳	۲۸/۲	۲۸/۳
۲۷	۲۸/۵	۲۸/۴	۲۸/۴
۲۸	۲۸/۷	۲۸/۶	۲۸/۶
۲۹	۲۹	۲۹	۲۹
۳۰	۲۹/۱	۲۹/۰۳	۲۹/۱
۳۱	۲۹/۱۳	۲۹/۱۶	۲۹/۱۸
۳۲	۲۹/۲	۲۹/۲	۲۹/۲
۳۳	۲۹/۲۵	۲۹/۲۸	۲۹/۲۹
۳۴	۲۹/۳۱	۲۹/۳۹	۲۹/۳۷
۳۵	۲۹/۴۲	۲۹/۴۵	۲۹/۴۸
۳۶	۲۹/۴۹	۲۹/۵	۲۹/۴۸
۳۷	۲۹/۵	۲۹/۵۱	۲۹/۵۵
۳۸	۲۹/۷	۲۹/۷۵	۲۹/۷۳
۳۹	۲۹/۸	۲۹/۸۳	۲۹/۸۵
۴۰	۳۰	۳۰	۳۰
۴۱	۳۰/۵	۳۰/۵۵	۳۰/۵۷
۴۲	۳۰/۶۷	۳۰/۶۹	۳۰/۶۵
۴۳	۳۰/۷۸	۳۰/۷۹	۳۰/۸
۴۴	۳۱	۳۱	۳۱
۴۵	۳۱/۲	۳۱/۱۲	۳۱/۱۵
۴۶	۳۱/۳	۳۱/۳۵	۳۱/۳۲
۴۷	۳۱/۴۰	۳۱/۴۴	۳۱/۴۲
۴۸	۳۱/۵۰	۳۱/۵۵	۳۱/۵۹
۴۹	۳۱/۷۸	۳۱/۷۰	۳۱/۶۵
۵۰	۳۲	۳۲/۳	۳۲/۲

بررسی تاثیر پارامتر غلظت رنگزا بر روی رمق کشی رنگ

الیاف پشم

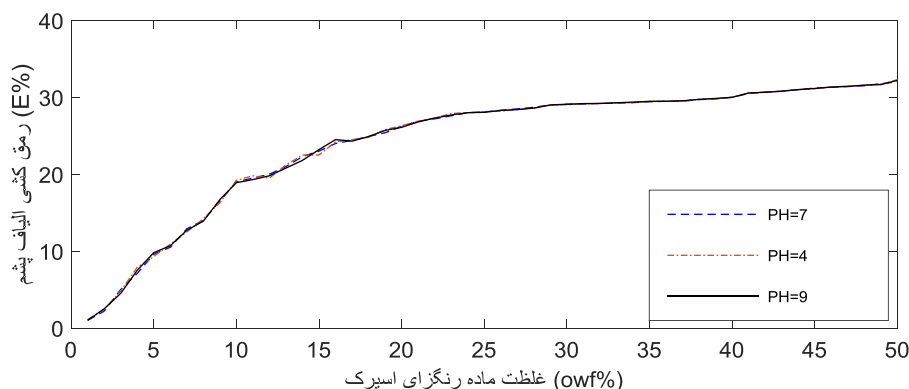
در این مقاله، برای بررسی اثر پارامتر غلظت رنگزای اسپرک بر روی رمق کشی رنگ، درصدهای مختلفی از ماده رنگزای اسپرک از ۱ تا ۵۰owf% به حمام رنگ زیاد شد و هر بار نیز مقدار

رمق کشی رنگ اندازه گیری گردید و نتایج آن در جدول ۱ ارائه شد. بررسی پارامتر رمق کشی الیاف پشم بر اساس مدل شبکه عصبی جدید توسعه داده شده در این مقاله است. در این مدل درصدهای مختلف رنگزا نسبت به الیاف پشم در حمام رنگ به عنوان پارامتر ورودی مدل و رمق کشی رنگ توسط الیاف پشم

مواد رنگزای اسپرک و روناس میزان شدت رنگ نیز در الیاف بیشتر می‌گردد.

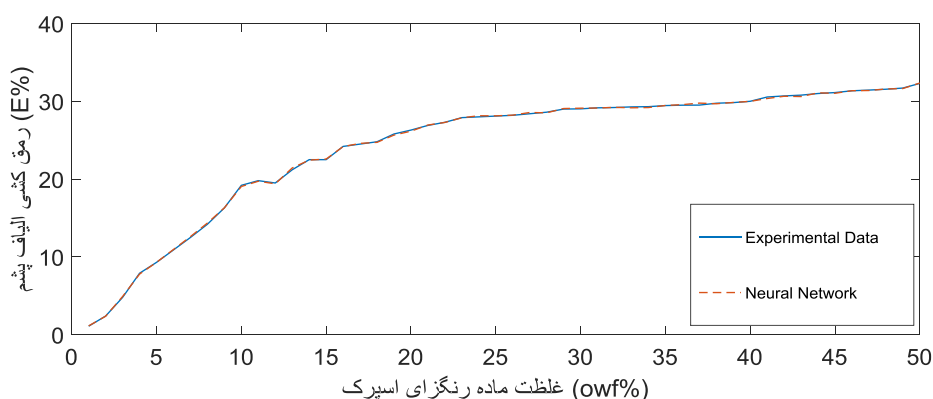
در تحقیق دیگری (۱۹)، تکمیل پلاسمائی تحت فشار اتمسفر به عنوان یک فرآیند سازگار با محیط زیست بر روی الیاف پشم پیاده سازی شد. این تکمیل قادر است سطح نساجی را اصلاح نموده و خواص ترشوندگی، چسبندگی و جذب رنگ را بهبود بخشد. در این مطالعه نیز با افزایش غلظت رنگزا برداشت رنگی افزایش پیدا کرده است و نتایج برداشت رنگی آن مشابه تحقیق حال حاضر می‌باشد. در بررسی کلیه مقالات قبلی انجام شده در این زمینه از مدل شبکه عصبی برای مطالعه اثرگذاری پارامترهای مختلف استفاده نشده است که این موضوع عامل نوآوری این مقاله می‌باشد

(E%) به عنوان پارامتر خروجی مدل در نظر گرفته شد و نتیجه مدل‌سازی در شکل ۳ ارائه گردید. بر اساس این شکل با افزایش غلظت رنگزا در حمام رنگ میزان رمق کشی الیاف پشم افزایش یافت. میزان رمق کشی در اطراف محدوده ۳۰owf% تقریباً در حال اشباع شدن بوده و لذا رفتار نسبتاً ثابت و با شیب ملایم ملاحظه گردید. بر اساس نتایج به دست آمده از مقاله (۱۰) که در آن نخ پشمی با ماده رنگزای به دست آمده از گیاه جاشیر رنگریزی شده است، می‌توان ملاحظه نمود که با افزایش غلظت ماده رنگزای جاشیر میزان برداشت رنگی پشم افزایش می‌یابد. در مطالعه دیگری که الیاف پشم با استفاده از ماده رنگزای اسپرک و روناس به عنوان مواد طبیعی گیاهی رنگریزی شده است (۱۸)، ملاحظه می‌گردد که با افزایش غلظت



شکل ۳- مدل‌سازی رمق کشی رنگ الیاف پشم بر اساس غلظت رنگزای طبیعی اسپرک

Figure 3. Modeling of wool fiber dye Extraction based on the concentration of natural dye esparak



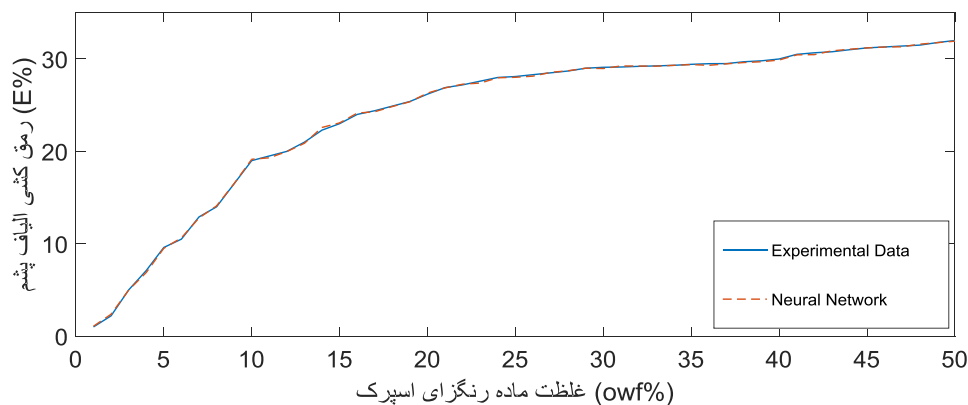
شکل ۴- مدل‌سازی رمق کشی رنگ الیاف پشم بر اساس غلظت رنگزای طبیعی اسپرک در PH=۴

Figure 4. Modeling of wool fiber dye Extraction based on the concentration of natural dye esparak at PH=4

پارامتر رمق کشی الیاف پشم در حالت تعادل تغییر چندانی در شرایط خنثی و اسیدی مشاهده نمی‌شود. در بررسی این موضوع، تاثیر PH حمام رنگ بر روی رمق کشی رنگ اسپرک به وسیله الیاف پشم توسط مدل شبکه عصبی جدیدی که در این مقاله توسعه داده شده است مدل‌سازی شده و نتیجه مدل‌سازی در شکل‌های زیر ارائه گردیده است. نتیجه مدل‌سازی با شبکه عصبی پیشنهادی جهت $PH=7$ در شکل ۵ نشان داده شده است.

بررسی تغییر PH در حمام رنگ بر روی رمق کشی رنگ الیاف پشم

یکی از پارامترهای اثرگذار در فرآیند رنگ‌رزی، پارامتر PH حمام رنگ می‌باشد. عامل PH به نوعی باعث حل شدن رنگزا در حمام رنگ گردیده و می‌تواند باعث متعادل شدن بارها در سطح الیاف پشم گردد (۲۰). برای افزایش رمق کشی مواد رنگزا توسط الیاف پشم از اسید استیک یا فرمیک برای ایجاد محیط اسیدی ضعیف استفاده می‌شود. مطابق شکل ۳، برای

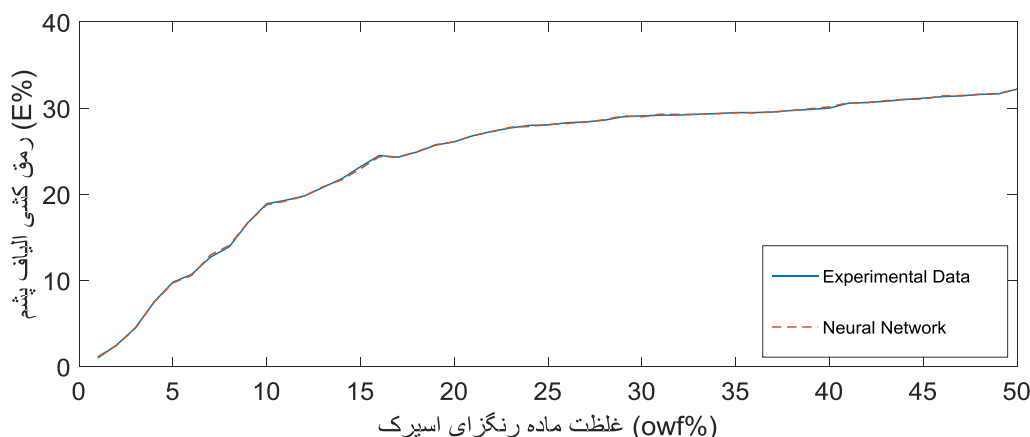


شکل ۵- مدل‌سازی رمق کشی رنگ الیاف پشم بر اساس غلظت رنگزای طبیعی اسپرک در $PH=7$

Figure 5. Modeling of wool fiber dye Extraction based on the concentration of natural dye esparak at $PH=7$

فعال را ایجاد نموده و لذا در یک محیط خنثی بین گروه‌های آمین فعال و رنگزا پیوند هیدروژنی برقرار نمود. قابل ذکر است در این محیط نیروهای یونی در افزایش پیوندهای هیدروژنی مذکور تاثیرگذار نیستند (۱۹). عملیات تکمیلی بر روی الیاف پشم از روش‌های بهبود رنگ پذیری بوده و امروزه نیز تحقیقاتی بر روی آن انجام گرفته است. در یک مطالعه ای که اخیراً انجام گرفته است (۲۰)، تأثیر تکمیل شارژ هاله‌ای بر روی رنگ‌رزی پشم با ماده رنگزای اسپرک به عنوان رنگ طبیعی مورد بررسی قرار گرفت. پس از تکمیل پارچه به این روش، پارچه‌های پشمی با اسپرک در pH اسیدی رنگ‌رزی شد. برای مقایسه با روش رنگ‌رزی معمولی، پارچه‌های پشمی تکمیل نشده، در حضور اسید تانیک با اسپرک به عنوان ماده رنگ‌رزی شدند. نتایج مطالعه نیز افزایش خاصیت رنگ پذیری را در الیاف پشم نشان می‌دهد.

بر اساس این شکل‌ها غلظت رنگزای اسپرک در حمام رنگ پارامتر ورودی و میزان رمق کشی الیاف پشم پارامتر خروجی بود. رمق کشی در ۳ مقدار مختلف $PH=4$ ، $PH=7$ و $PH=9$ حمام رنگ، اندازه گیری شده و نتایج اندازه گیری در جدول ۱ ارائه گردیده است. نتایج مدل‌سازی برای سه مقدار مختلف PH به ترتیب در شکل‌های ۴، ۵ و ۶ نشان داده شده است. این شکل‌ها نشان می‌دهد که تغییر چندانی در میزان رمق کشی الیاف پشم با تغییر PH برای سه حالت مختلف حاصل نشده است. این وضعیت البته برای پشم خام قابل پیش بینی است. چرا که در پشم خام محیط اسیدی ضعیف تأثیری بر روی رمق کشی بیشتر از طریق افزایش پیوندهای رنگزا با پشم متصور نیست و لذا در غلظت ۳۰ owf% محلول حمام به حالت اشباع از مواد رنگزا نزدیک می‌شود. ولی قابل ذکر است که با تغییراتی در ساختار شیمیایی سطح الیاف پشم می‌توان گروه‌های آمین



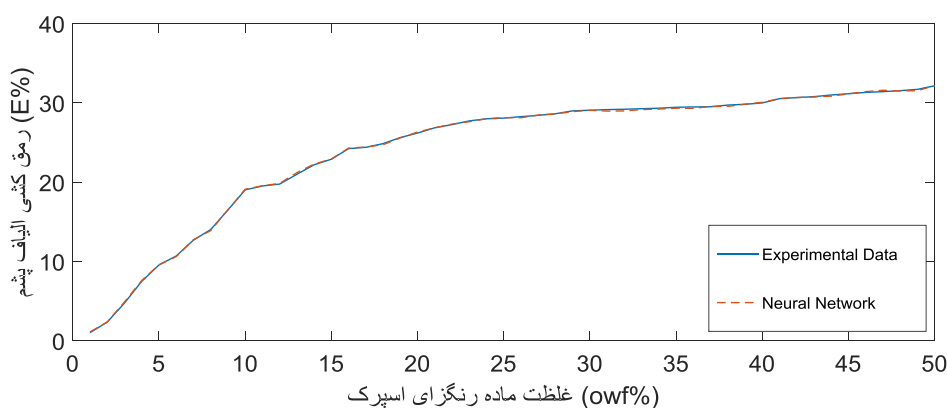
شکل ۶- مدل سازی رmq کشی رنگ الیاف پشم بر اساس غلظت رنگزای طبیعی اسپرک در PH=۹

Figure 6. Modeling of wool fiber dye Extraction based on the concentration of natural dye esparak at PH=9

بررسی افزایش رmq کشی رنگ در مقاله ذکر شده با نتیجه تحقیقات مقاله حال حاضر هدف مشترکی می باشد که دنبال شده با این تفاوت که هوش مصنوعی برای اولین بار برای تحلیل و پیش بینی رفتار رنگ پذیری الیاف پشم خام در این مقاله دنبال شده است. در مقاله دیگری (۱۰) مقایسه قابلیت رنگزایی و ویژگیهای رنگی الیاف پشم با استفاده از پودر گیاهی و پودر رنگزای استخراج شده گیاه بومی جاشیر مورد بررسی قرار می گیرد. نتایج حاصل از اندازه گیری پارامترهای رنگی نخ پشمی نشان داد استفاده از پودر استخراج شده جاشیر در رنگزایی با افزایش مقادیر جذب ماده رنگزا و همچنین قدرت رنگی نمونه ها همراه است. مقایسه نتایج این مقاله با کار حال حاضر نشان می دهد که با افزایش غلظت ماده رنگزای طبیعی در هر دو مقاله میزان جذب و رmq کشی رنگ افزایش می یابد.

همان طور که در شکل های فوق ملاحظه می شود شبکه عصبی بازگشتی پیشنهادی با دقت مناسبی توانسته است پارامترها را مدل کند. از آنجایی که PH تاثیر زیادی بر رmq کشی الیاف نداشت، در ادامه میانگین هر سه PH را به عنوان داده میانگین رmq کشی در نظر گرفته و با شبکه عصبی مدل کرده ایم. در شکل ۷ نتایج مدل سازی میانگین هر سه PH به تصویر کشیده شده است.

با نگاهی به تحقیقات انجام شده اخیر در این زمینه مشاهده می شود که از اسپرک برای رنگزایی الیاف پشم استفاده شده است (۱۲). در این تحقیق علاوه بر اسپرک از روناس به همراه آلونه ورا برای رنگزایی بهینه الیاف پشم استفاده شد. در این مطالعه اثر دنده ها و درصد آنها در حمام رنگ بر روی پارامتر جذب مورد بررسی قرار گرفت. در طول موجهای بلندتر به دلیل استفاده از زاج سفید جذب بیشتری در رنگزایی اتفاق می افتد.



شکل ۷- مدل میانگین رmq کشی الیاف پشم برای سه مقادیر مختلف PH=4,7,9

Figure 7. Average model of wool fiber extraction for three different values of PH=4, 7, 9

توجه قرار گرفته است. در مقاله حال حاضر نیز الیاف پشم خام با استفاده از مواد رنگزای اسپرک به عنوان یک رنگزای طبیعی دوستدار محیط زیست رنگرزی گردیده است. برای بررسی نحوه افزایش رمق کشی رنگ، عامل غلظت رنگزا و همچنین مقدار PH حمام رنگرزی مطالعه شد. بررسی نتایج تجربی نشان داد که رمق کشی الیاف پشمی رنگ شده که عملیات تکمیلی بروی آن انجام نگرفته است، به پارامتر غلظت رنگزا در حمام رنگ مرتبط بوده و ارتباط خاصی با PH حمام رنگ برای رنگرزی الیاف پشم خام ندارد. تجزیه و تحلیل نتایج تجربی و تئوری با استفاده از مدل سازی جدیدی از شبکه عصبی که در این مقاله توسعه داده شده است، نشان می دهد که فاکتور غلظت رنگزا مهم ترین عامل با بیشترین رمق کشی حدود ۳۲ است و از سه مقدار PH بررسی شده برای اسیدیته حمام نتایج یکسانی بر روی رمق کشی الیاف خام پشم دارد. در بررسی کارهای قبلی افزایش رمق کشی الیاف پشم با افزایش غلظت رنگزا نیز گزارش شده است. در آموزش شبکه عصبی تعداد ۸۰٪ از داده ها برای آموزش و ۲۰٪ باقی مانده را برای تست در نظر گرفته شده است. مجذور میانگین مربعات خطا در حالت آموزش ۰/۰۰۹۳ و در حالت تست ۰/۰۰۹۸ بود که در هر دو مورد خطا کمتر از یک درصد بود که نشان دهنده مناسب بودن مدل سازی می باشد. بر اساس نتایج تجربی و مدل سازی این تحقیق میتوان رفتار رنگ پذیری الیاف پشم خام را بدون استفاده از مواد رنگزا و الیاف پشم پیش بینی نمود. مدل توسعه داده شده این امکان را در اختیار محققان قرار می دهد تا رفتار رنگ پذیری الیاف پشم را با کمترین هزینه و با دقت بالا و تنها با استفاده از مدل توسعه داده شده بررسی نمایند. از طرفی توسعه هوش مصنوعی در صنعت رنگرزی و مخصوصا آزمایشگاههای رنگرزی تلاشی هدفمند برای توسعه تکنیکهای سبز بوده و ابزاری مطلوب برای حفاظت از جان پرسنل آزمایشگاهی در مقابل درگیری با مواد سمی می باشد. امروزه متاسفانه آمار مرگ و میر در میان پرسنل آزمایشگاهی به دلیل مواد مصنوعی سمی مورد استفاده در آزمایشهای مختلف و از جمله رنگرزی، عدد معنی داری است که با توسعه این روش

در آموزش شبکه عصبی تعداد ۸۰٪ از داده ها برای آموزش و ۲۰٪ باقی مانده را برای تست در نظر گرفته شده است. مجذور میانگین مربعات خطا در حالت آموزش ۰/۰۰۹۳ و در حالت تست ۰/۰۰۹۸ بود که در هر دو مورد خطا کمتر از یک درصد بود که نشان دهنده مناسب بودن مدل سازی می باشد. شبکه عصبی با ماهیت داده ها و صحت آنها کاری ندارد و هر داده ای به آن داده شود آموزش می بیند. داده های آموزش هم با دقت فراوان از سیستم تحت بررسی استخراج شده اند. با بررسی مقالات و تحقیقات قبلی ملاحظه می شود که بهره گیری از هوش مصنوعی برای اولین بار در این مقاله انجام گرفته است. از مزایای اصلی استفاده از هوش مصنوعی در رنگرزی پیش بینی خواص بر اساس پارامترهای تعریف شده می باشد. لذا توسعه هوش مصنوعی در صنعت رنگرزی یکی از مهمترین روشهای حفظ محیط زیست و جان پرسنل آزمایشگاهی می باشد. چرا که با توسعه این روش می توان بدون استفاده از مواد سمی مورد استفاده در تکمیل و رنگرزیهای آزمایشگاهی رفتار رنگ پذیری و تاثیر پارامترهای مختلف در رنگرزی را پیش بینی نموده و از انجام آزمایشهای تکراری خودداری نمود. انجام آزمایشها و سر و کار داشتن با موارد سمی آزمایشگاهی در بسیاری از موارد باعث ایجاد سرطانها و بیماریهای لاعلاج مختلف در کارکنان آزمایشگاهی می گردد و امروزه نیز تعداد این مرگ و میرها نیز بدلیل افزایش تولید مواد رنگرزی مصنوعی رو به افزایش است. لذا این مطالعه میتواند بنیانگذار تحولات شگرفی در حوزه پیاده سازی تکنیک محصول سبز در صنعت رنگرزی و انجام تحقیقات آزمایشگاهی باشد.

نتیجه گیری

تحقیقات نشان می دهد که منابع طبیعی نه تنها می توانند منبع غنی و متنوعی از مواد رنگی باشند، بلکه می توانند سازگار با محیط زیست و کم هزینه با مزایای اضافی رنگرزی در یک مرحله در نظر گرفته شوند. با توجه به آگاهی روزافزون از تاثیر پرخطر مرتبط با رنگ های مصنوعی مورد استفاده برای فرآوری منسوجات، استفاده از عصاره های طبیعی یا سبز به عنوان رنگ دهنده ها یا ضد میکروبی ها این روزها به طور فزاینده ای مورد

8. Vankar, P.S., Shanker, R., Dixit, S., Mahanta, D., Tiwari, S.C. 2008. Sonicator dyeing of natural polymers with *Symplocos spicata* by metal chelation. *Fiber Polym*, 9(2), 121–127.
9. G.A, Kanti. 2019. A Review on Sources and Application of Natural Dyes in Textiles. *International Journal of Textile Science*, 8(2), 38-40.
10. Shahparvari, M.R., Safapour, S., Gharanjigadin, K. 2016. Wool Fiber Dying with Dye Material Extracted of Jashir Plant. *International Conference, Birjand University*. (In Persian)
11. Kovačević, Z., Sutlović, A., Matin, A., and Bischof, S. 2021. Natural Dyeing of Cellulose and Protein Fibers with the Flower Extract of *Spartium junceum* L. Plant. *Journal of Material*, 14, 4091-4108.
12. Ahmadi, Z. 2021. Effect of Herbal Mordants on Dyeing of Woolen Yarn with Madder & Weld. *Journal of color Science and Technology*. 15(2), 87-101. (In Persian)
13. Talebian, A., Habibi, S., Neshat, P. 2021. Green dyeing of weld on corona discharge treated wool fabric. *The Journal of The Textile Institute* 112(1), 144-151.
14. Cristea, D., Bateau, I., Vilarem, G. 2003. Identification and quantitative HPLC analysis of the main flavonoids present in weld (*Reseda luteola* L.). *Dyes Pigm*. 57, 267–272.
15. Mirjalili, M., Nazarpour, K., Karimi, L. 2001. Eco-friendly dyeing of wool using natural dye from weld as co-partner with synthetic dye. *J. Cleaner Prod*, 19(9-10), 1045-1051.
16. Hesarian, M.S., Tavoosi, J. 2019. Green Technology used in finishing process study of wrinkled cotton fabric by radial basis function (experimental

می‌توان رفتار رنگ‌پذیری و تاثیر پارامترهای مختلف بر آنرا پیش بینی نموده و از انجام آزمایشهای تکراری خودداری نمود. جهت ادامه کار پیشنهاد می‌گردد از همین شبکه عصبی با نرخ آموزش متغییر استفاده شود و نتایج با کار موجود مقایسه شود. همچنین می‌تواند از آموزش های مبتنی بر الگوریتم های تکاملی استفاده کرد.

References

1. Ben Slama, H., Chenari Bouket, A., Pourhassan, Zeinab., and et,al . 2021. Diversity of Synthetic Dyes from Textile Industries, Discharge Impacts and Treatment Methods. *Applied Science*, 11(14), 6255-6272.
2. Samanta, A.K., Agarwal, P. 2009. Application of natural dyes on textiles. *Indian J Fibre Text Res*, 34, 384–399.
3. Guesmi, A., Ben Hamadi, N., Ladhari, N., Sakli, F. 2013. Sonicator dyeing of modified acrylic fabrics with indicaxanthin natural dye, *Ind Crops Prod*, 42, 63–69.
4. Kamel, M. M., El-Shishtawy, R.M., Youssef, B .M., Mashaly, H. 2005. Ultrasonic assisted dyeing III. Dyeing of wool with lac as a natural dye. *Dyes Pigm*, 65. 103–110.
5. Kamel, M.M., El-Shishtawy, R.M., Youssef, B.M., Mashaly, H. 2007. Ultrasonic assisted dyeing. IV. Dyeing of cationised cotton with lac natural dye, *Dyes Pigm*, 73(3), 279–284.
6. Vankar, P.S., Shanker, R., Srivastava, J. 2007. Ultrasonic dyeing of cotton fabric with aqueous extract of *Eclipta alba*. *Dyes Pigm*, 72(1), 33–37.
7. Guesmi, A., Ben Hamadi, N., Ladhari, N., Sakli, F. 2013. Sonicator dyeing of modified acrylic fabrics with indicaxanthin natural dye, *Ind Crops Pro*, 42, 63–69.

19. Eshaghloo-Galougahi, S., Safapour, S., Sadeghi-Kiakhani, M., Seyed-Saadati, S. H. 2016. Optimization of ultrasonic-assisted extraction process of hawthorn fruit natural dye. *J. Color Sci. Tech.* 9, 313-320.
20. Talebian, A., Habibi, Sima., Neshat, Pegah. 2021. Green Dyeing of Weld Corona Discharge Treated Wool Fabric. *Journal of the Textile Institute.* 112(1), 144-151.
21. Sadeghi-Kiakhani, M., Gharanjig, K., Arami, M. 2015. Grafting of prepared chitosan-poly (propylene) imines dendrimer hybrid as a biopolymer onto cotton and its antimicrobial property. *J. Ind. Eng. Chem.* 28. 78-85.
- and modeling analysis), *Advances in Environmental Technology* 5 (1), 35-45.
17. Hesarian, M.S., Tavoosi, J., Hosseini, S.H. 2020. Neuro-Fuzzy Modelling and Experimental Study of the Physiological Comfort of Green Cotton Fabric based on the Yarn Properties, *International Journal of Engineering*, 33 (12), 2443-2449.
18. Hesarian, M.S., Eshkevari, M., Rezaee, M.J. 2020. Angle analysis of fabric wrinkle by projected profile light line method, image processing and neuro- fuzzy system, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 33, 1167- 1184.