



وزارت علم و تحقیقات، فناوری
پژوهشگاه رنگ

@ دسترسی آنلاین www.jscw.icrc.ac.ir
نشریه علمی مطالعات در دنیای رنگ / ۱۱، ۴(۱۴۰۰)، ۹۱-۷۷

نوع مقاله: مروری
دسترسی آزاد

شناسنامه
مطالعات در دنیای رنگ
Journal of Studies in Color World
www.jscw.icrc.ac.ir

کاربرد مواد عمقدهننده رنگ در تکمیل منسوجات رنگرزی شده

فهیمه قیصر^۱، مهدی صفائی^{۲*}، بهزاد شیرکوند هداوند^۳

- ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه نمایش رنگ و پردازش تصاویر، پژوهشگاه فیزیک رنگ، تهران، ایران، صندوق پستی: ۱۶۷۶۵۴-۶۵۴.
- ۲- استادیار، گروه پژوهشی دوباره تولید رنگ و کنترل رنگ، پژوهشگاه فیزیک رنگ، تهران، ایران، صندوق پستی: ۱۶۷۶۵۴-۶۵۴.
- ۳- دانشیار، گروه رزین و افزودنی‌ها، پژوهشگاه فیزیک رنگ، تهران، ایران، صندوق پستی: ۱۶۷۶۵۴-۶۵۴.

چکیده

یکی از روش‌های افزایش عمق رنگی منسوجات رنگرزی شده استفاده از مواد عمقدهننده رنگ می‌باشد. این مواد از طریق تشکیل فیلم و با داشتن ضریب شکستی کمتر از ضریب شکست الیاف با کاهش انعکاس سطحی در فصل مشترک الیاف و هوا، باعث درک بیشتر عمق رنگی می‌شوند. ترکیبات شیمیایی مختلفی با این هدف معرفی شده و بصورت تجاری بطور گسترده استفاده می‌شوند. یک عمق‌دهننده بایستی هم ضریب شکست پایینی داشته باشد و هم منجر به تغییر زیردست پارچه و تغییر رنگ احتمالی کالای رنگرزی شده نشود. اما همچنان تحقیقات در زمینه سنتر و شناسایی مواد جدید، نحوه آنالیز و تعیین قدرت عملکرد اینگونه مواد ادامه دارد. در تحقیق حاضر تلاش شده است، با تعریف مواد عمقدهننده رنگ مورد استفاده در تکمیل منسوجات رنگرزی شده، انواع، مکانیزم عملکرد و نحوه ارزیابی آن‌ها مرور شود.

اطلاعات مقاله

تاریخچه مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۰۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۱/۱۷

در دسترس به صورت الکترونیکی: ۱۴۰۰/۰۱/۳۰

شاپا چاپی: ۲۲۵۱-۷۲۷۸

شاپا الکترونیکی: ۲۳۸۳-۲۲۲۳

DOR: 20.1001.1.22517278.1400.11.4.6.0

واژه‌های کلیدی:

عمقدهننده رنگ

ضریب شکست

رزین

انعکاس سطحی

رنگ‌سنجدی.



*Corresponding author: mahdisafi@icrc.ac.ir



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

Applying the Color Deepening Agents in the Finishing of Dyed Textiles

Fahimeh Gheisar¹, Mahdi Safi^{2*}, Behzad Shirkavand Hadavand³

1- Department of Color Imaging and Color Image Processing, Color Physics Faculty, Institute for Color Science and Technology, P. O. Box. 16765-654, Tehran, Iran.

2- Department of Color Control and Color Reproduction, Color Physics Faculty, Institute for Color Science and Technology, P. O. Box. 16765-654, Tehran, Iran.

3-Department of Resin and Additives, Surface Coating and Novel Technologies Faculty, Institute for Color, Science and Technology, P. O. Box. 16765-654, Tehran, Iran.

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 27-01-2022

Accepted: 06-04-2022

Available online: 19 -04 -2022

Print ISSN: 2251-7278

Online ISSN: 2383-2223

DOI:

Keywords:

Color deepening agent

Refractive index

Resin

Surface reflection

Colorimetry.

ABSTRACT

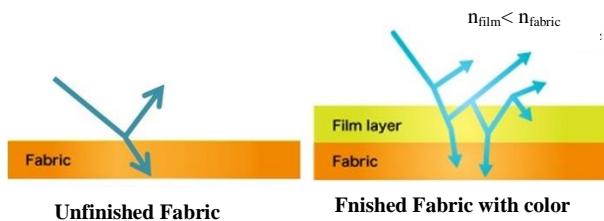
One way to increase the color depth of dyed textiles is to use color deepening agents. Through film formation and having a refractive index less than the fiber refractive index, these materials reduce the surface reflection at the interface between the fibers and the air. This result gives a more perception of the color depth. Various chemical compounds are introduced and are widely used commercially for this purpose. A deepening agent should have a low refractive index and not lead to a change in the fabric's handle and color change on the dyed good. However, research continues on the synthesis and identification of new materials, the method to analyze them and determine the performance of such materials. In the present study, an attempt has been made by defining color deepening agents used in the finishing of dyed textiles, the types and mechanism of action, and how to evaluate these materials.



*Corresponding author: mahdisafi@icrc.ac.ir



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



شکل ۱: تاثیر ضریب شکست در انعکاس سطحی [۳].

Figure 1: The effect of refractive index on the surface reflection [3].

جدول ۱: ضریب شکست انواع رزین‌ها [۴].

Table 1: Refractive index of various resins [4].

ضریب شکست	رزین پلیمری
۱/۴۷	کوپلیمر اتیلن / وینيل استات
۱/۴۵	فلوئوراکریلیک
۱/۴۸	پلی اتر-استر
۱/۵۰	پلی بورتان
۱/۴۶	آکریلیک اصلاح شده با اپوکسی
۱/۴۰	دی‌متیل سیلیکون اصلاح شده با آمینو
۱/۴۳	پلی‌دی‌متیل سیلیکون
۱/۴۸	پلی اکریلات

پس از اعمال مواد عمق دهنده بر روی پارچه، فیلم شفافی بر روی سطح پارچه تشکیل می‌شود که خواص نوری آن را دستخوش تغییر می‌کند.

هنگامی که نور به سطح پارچه برخورد می‌کند، بخشی از نور به درون آن انتقال می‌یابد، درحالی که بقیه نور در مرز بین پارچه و هوا به دلیل تغییر در ضریب شکست، منعکس می‌شود. شکست (انکسار) طبق قانون استنل صورت می‌گیرد، که بیان می‌کند وقتی نور از محیطی با ضریب شکست n_1 عبور کرده وارد محیطی با ضریب شکست n_2 می‌شود، پرتو نور مطابق رابطه ۱ تحت زاویه‌ای، خم می‌شود.

$$\frac{\sin(i)}{\sin(r)} = \frac{n_1}{n_2} \quad (1)$$

در اینجا i زاویه پرتو تابش و r زاویه پرتو شکست می‌باشد. بر مبنای تئوری فرسنل، شدت نسبی انعکاس نور با افزایش ضریب شکست پارچه و زاویه برخورد افزایش می‌یابد. بر مبنای همین تئوری، الیافی که ضریب شکست نوری آن‌ها بالا باشد شدت نسبی انعکاس نور آن‌ها نیز بالاتر است. از طرفی هر چه زاویه تابش بیشتر باشد این انعکاس نیز بیشتر خواهد بود. چنانچه از زاویه تابش صرف نظر شود رابطه ضریب انعکاس و ضریب شکست به صورت معادله ۲ خواهد بود.

$$\rho = \frac{(n-1)^2}{(n+1)^2} \quad (2)$$

۱- مقدمه

امروزه در صنعت مد و پوشاک، منسوجات دارای شیدهای تیره (خصوصاً رنگ مشکی) توجهات زیادی را به خود جلب کرده‌اند. از این رو پژوهشگران برای رسیدن به عمق رنگی بالا در شیدهای تیره، مقدار رنگرا را در فرآیند رنگرزی افزایش دادند که منجر به برنسه شدن منسوج و کاهش ثبات سایشی شد. طی مطالعات و بررسی‌های انجام شده در دهه‌های اخیر مشخص شد، بدون افزایش مقدار ماده رنگرا، می‌توان عمق رنگی پارچه را افزایش داد. روش‌های افزایش عمق رنگ به سه روش خلاصه می‌شود؛

- ۱) اصلاح شیمیایی یا فیزیکی سطح با هدف ایجاد زبری.
- ۲) بهبود جذب رنگرا با اصلاح شیمیایی لیف برای ایجاد تغییر در ویژگی‌های جذبی آن، انتخاب رنگرا با تمايل جذب بالا و عملکرد مناسب.
- ۳) استفاده از ماده عمق دهنده رنگ پس از فرآیند رنگرزی و در مرحله تکمیل منسوج [۱].

همانند زمانی که پارچه با آب (دارای ضریب شکست ۱/۳۳) خیس می‌شود و عمق رنگ پارچه افزایش می‌یابد، می‌توان پارچه را با موادی که دارای ضریب شکست پایین هستند تکمیل کرد و عمق رنگ را افزایش داد، دلیل این امر کاهش انعکاس سطحی پارچه می‌باشد. سازوکار عملکرد ماده عمق دهنده روی منسوجات از دو بخش تشکیل می‌شود؛ (الف) جذب: عمدتاً به واسطه نیروهای الکترواستاتیکی بین ماده عمق دهنده و لیف، ماده عمق دهنده روی لیف جذب می‌شود و (ب) تشکیل فیلم: مواد عمق دهنده جذب شده طی مرحله خشک شدن و پخت، تشکیل فیلم می‌دهند [۲]. فیلم تشکیل شده بر روی سطح لیف، به دلیل داشتن ضریب شکست کمتر از لیف، انعکاس سطحی را کاهش می‌دهد (شکل ۱)، که باعث افزایش عمق رنگی می‌شود.

برای کاهش انعکاس سطحی و افزایش انتقال نور به درون الیاف، رزین‌های مختلفی معرفی شده‌اند (جدول ۱) که ضریب شکست آن‌ها از ضریب شکست الیاف کمتر است و در عین حال از ضریب شکست آب بیشتر است $1/5 < n < 1/33$ [۱، ۴].

رزین‌هایی که در ترکیب مواد عمق دهنده به کار می‌روند، به طور متداول بر پایه ارگانوسیلوکسان می‌باشند، از طرفی مواد عمق دهنده بر پایه فلوئور، ضریب شکست پایین‌تری نسبت به ترکیبات سیلوکسانی دارند اما قیمت بالاتری داشته و آبگریزی بسیار زیادی به پارچه می‌دهند [۵]. همچنین مواد بر پایه پلی‌اکریلیک یا پلی‌اکریلیک اصلاح شده اثر عمق دهنده بسیار خوبی دارند، اما پارچه‌های تکمیل شده با آن‌ها سفت و سخت می‌باشند و زیردست نامطلوبی ایجاد می‌کنند و نیازهای صنعت نساجی را نمی‌توانند برآورده کنند [۱].

عمقدهنده نوع آنیونی تکمیل شدن و مولفه روشنایی * آنها به ترتیب ۱/۱ و ۰/۹ واحد کاهش یافت [۸].

۲-۲- عمقدهنده بر پایه پلی ارگانوسیلوکسان اصلاح شده با گروه آمینی و هیدروکسی

محققان چینی یک نوع پلی ارگانوسیلوکسان اصلاح شده با گروه آمینی و هیدروکسی تحت عنوان عمقدهنده مورد بررسی قرار دادند. برای تهیه این نوع پلی سیلوکسان، اکتامتیل سیکلوتراسیلوکسان D₄ و KOH به داخل راکتور اضافه می‌گردند و در دمای اتاق با هم مخلوط می‌شوند. دستورالعمل در جدول ۲ آورده شده است [۹].

دمای مخلوط پلیمری شدن در مدت زمان ۶۰ دقیقه، تا ۸۵ درجه سانتی گراد تحت گاز نیتروژن افزایش می‌یابد، هنگامی که دمای مخلوط به ۱۲۰ درجه سانتی گراد رسید، ماده N-(β-آمینوتیول)-۷-آمینوپروپیل دی متوكسی سیلان (۶۰۲) در ابتدا، در مقدار مشخصی از آب حل شده و به مخلوط راکتور اضافه می‌گردد. پلیمری شدن در ۱۲۰ درجه سانتی گراد به مدت ۷ ساعت انجام می‌شود. سپس مقدار مشخصی از آب در سه مرحله اضافه می‌گردد. پلی ارگانوسیلوکسان اصلاح شده با گروه‌های آمینی و هیدروکسیل به دست می‌آید، که واکنش پلیمری شدن آن در شکل ۲ نشان داده شده است [۹].

در مرحله بعد امولسیون سیلیکون آماده می‌شود. به این ترتیب که سطح فعال غیریونی NP-9 و NP-4 و پلیمر ارگانوسیلوکسان آب دوست DH-800 در ابتدا در مقدار مشخصی از آب حل می‌گردد. پلی ارگانوسیلوکسان اصلاح شده اضافه شده و به اندازه کافی در دمای اتاق به مدت ۲ ساعت هم زده می‌شود.

در اینجا ρ مقدار انعکاسی برای نور غیرپلاریزه بوده و n ضریب شکست می‌باشد. به عنوان مثال برای هوا ($n=1$) و یک لایه رزینی ($n=1/5$) باشد، انعکاس سطحی کل در زوایای عمود، ۴ درصد می‌باشد ($\rho=0.4$) [۶، ۷].

۲- انواع عمقدهنده رنگ

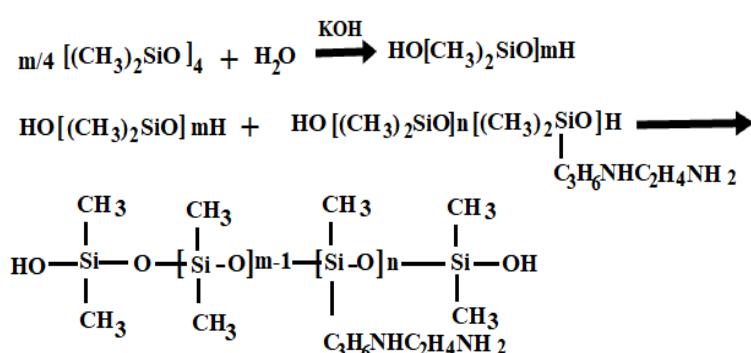
۲-۱- عمقدهنده بر پایه پلی یورتان

محققان چینی نوعی رزین پلی یورتانی را با ضریب شکست ۱/۵ به عنوان عمقدهنده معرفی کردند. یک پیش پلیمیریورتانی (A) دارای گروه انتهایی آزاد ایزوسیانات که از ترکیب پلی هیدروکسیل و مقدار اضافی پلی ایزوسیانات تهیه شده با مقدار اضافی پلی آکریلن پلی آمین، ترجیحاً در حلال کتونی برای تشکیل پلی یورتان اوره پلی آمین (B) واکنش می‌دهد و محصول نهایی با اپی هالوهیدرین واکنش داده و سپس با یک محلول آبی اسید (یا کربوکسیلیک اسید ایندیرید چند ظرفیتی حلقوی) مخلوط شده تا پلی یورتان خود امولسیون شونده کاتیونی (آنیونی) به دست آید. عمقدهنده مورد نظر تحت عملیات حرارتی و خشک شدن روی سطح لیف جذب شده و برای انواع پارچه‌های رنگرزی شده به کار می‌رود. برای پارچه‌هایی که در آب دارای بار منفی هستند، عمقدهنده کاتیونی و برای عمقدهنده آنیونی پارچه‌هایی که در آب بار مثبت ایجاد می‌کنند (پلی آمید، اکریلیک، پشم و ابریشم به کار می‌رود). پارچه‌های پلی آمید و ابریشم رنگرزی شده با رنگرای مشکی با عمقدهنده نوع کاتیونی تکمیل گردیدند و مولفه روشنایی * آنها به ترتیب ۱/۶ و ۱/۲ واحد کاهش یافت. پارچه‌های پلی استر و پنبه‌ی رنگرزی شده با رنگرای مشکی با

جدول ۲: درصد مواد اولیه به کاررفته [۹].

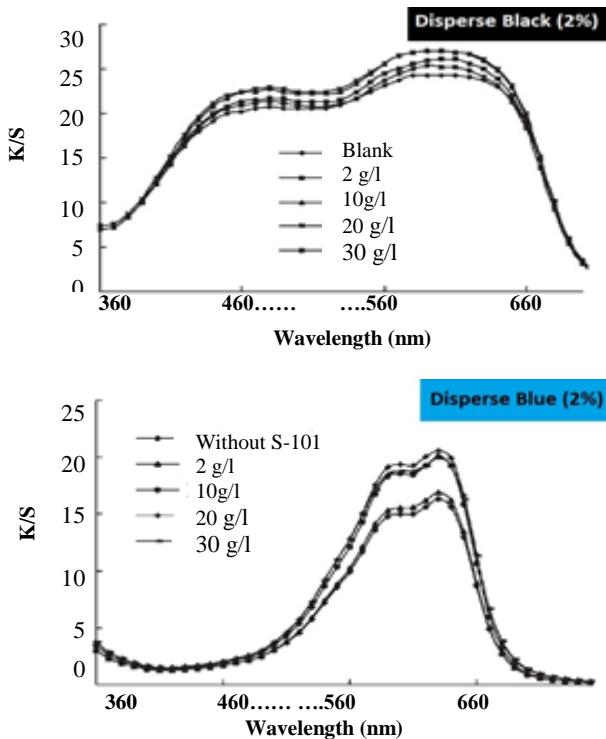
Table 2: Percentage of raw materials used [9].

مواد اولیه	D ₄	602	KOH	DH-800	OP-9	OP-4	Water
مقدار (% وزنی)	۱۱	۱/۱	۰/۰۰۵	۷/۹	۸	۲	۱۷۰



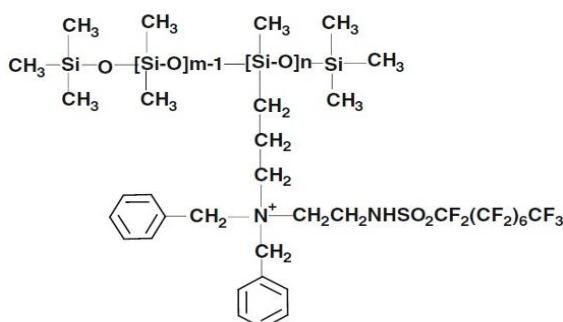
شکل ۲: واکنش پلیمری شدن پلی ارگانوسیلوکسان اصلاح شده با گروه‌های آمینی و هیدروکسی [۹].

Figure 2: The polymerization reaction of polyorganosiloxane modified with amino and hydroxy groups [9].



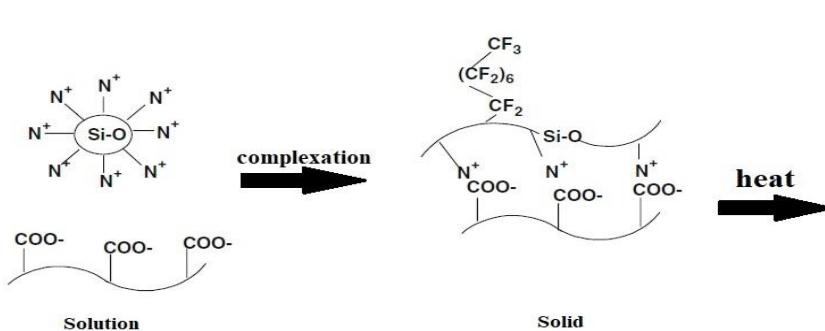
شکل ۳: تغییرات K/S نسبت به مقادیر مختلف عمقدهننده (پارچه‌های پلی استر رنگرزی شده با رنگارای دیسپرس مشکی و آبی) [۹].

Figure 3: The K/S changes with different concentrations of deepener (polyester fabrics dyed with a black and blue disperse dye) [9].



شکل ۴: ساختار پلیمر [۱۰] Si-F

Figure 4: The structure of polymer Si-F [10].



شکل ۵: از چپ به راست (سازوکار جذب، خودآرایی و تشکیل فیلم) [۱۰].

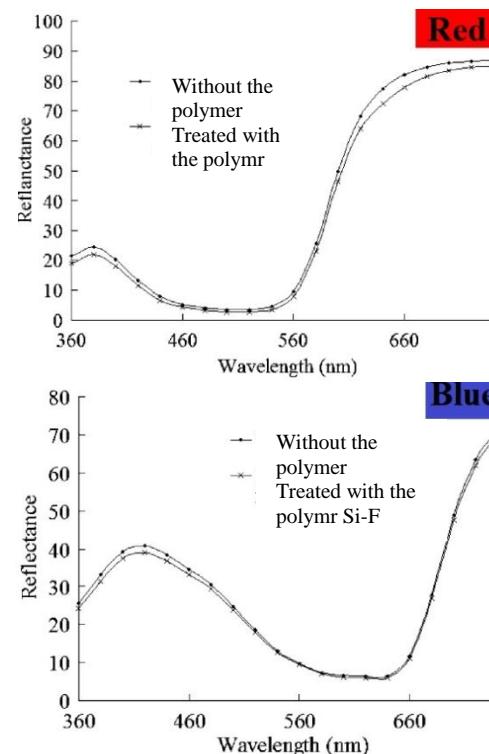
Figure 5: Left to right (mechanism of absorption, self-assembly and film formation) [10].

گروههای انتهاهی عوامل اتصال دهنده سیلانی بر روی سطوح SiNP بی حرکت می‌گردند. گروه EHSS عامل دارشده با پارچه‌های ابریشمی با استفاده از روش غوطه‌وری تحت شرایط مناسب به کار می‌رود. در طی این فرآیند گروههای اتوکسی و متوكسی در واکنش‌های تراکمی درگیر شده تا پوشش سیلیکایی اتصال عرضی شده، به صورت پیوند کووالانسی (از طریق واکنش بین گروههای EHSS و الیاف ابریشمی) به سطح لیف متصل شود (شکل ۷). این پوشش دارای ریزاساختار نانو متخلخل می‌باشد و الیاف دارای سطوح ناهموار نانویی، بیشترین کارایی را در افزایش انتقال نور و کاهش انعکاس سطحی دارند [۱۱].

پس از اعمال عمقدهنده ذکر شده بر روی پارچه ابریشم رنگرزی شده با رنگارای مشکی، مقدار K/S در طول موج بیشینه ۴۹۰ نانومتر، از ۱۵/۲۵ به ۱۹/۸۹ افزایش یافت و باعث افزایش عمقدرنگی گردید [۱۱].

۵-۲- عمقدهنده بر پایه رزین اکریلیک اصلاح شده با نانوذرات دی اکسید سیلیسیم

برای افزایش عمقدرنگی پارچه پلی استر رنگرزی شده با رنگزای مشکی، از رزین هیبریدی اصلاح شده با نانوذرات سیلیکون دی اکسید استفاده گردید. برای تهیه این عمقدهنده، حلal تتراهیدروفوران، ۳-آمینو پروپیل تری اتوکسی سیلان، N, N دی سیکلوهگزیل کربوکسیلیک ایمید (DCC) و دی متیل آمین پیریدین با یکدیگر مخلوط شدند و اکریلیک اسید تحت گاز نیتروژن به مخلوط اضافه گردید و در نهایت نانوذرات و تولوئن به این ترکیب اضافه گردید که مراحل ذکر شده در شکل ۸ به تصویر کشیده شده است. ۴۰ گرم بر لیتر از عمقدهنده ذکر شده بر پارچه پلی استر اعمال گردید و تحت دماهای ۱۲۰ و ۱۸۰ درجه سانتی گراد به ترتیب خشک و پخت گردید.

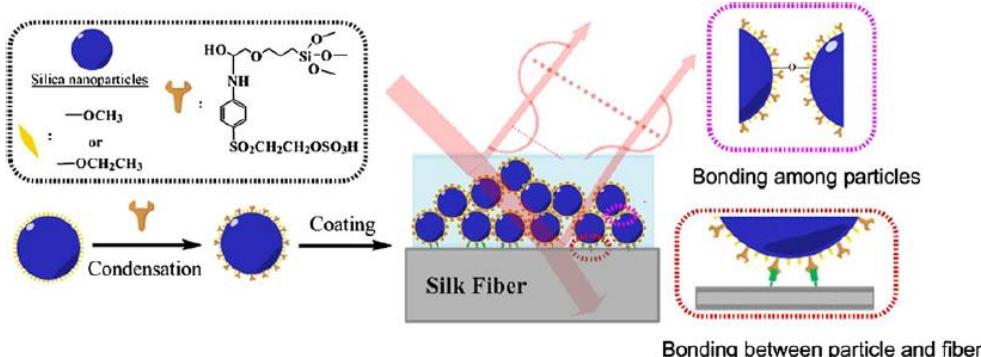


شکل ۶: تغییرات طیف انعکاسی در حضور و عدم حضور عمقدهنده Si-F [۱۰].

Figure 6: The reflectance spectrum variation with and without of deepener Si-F [10].

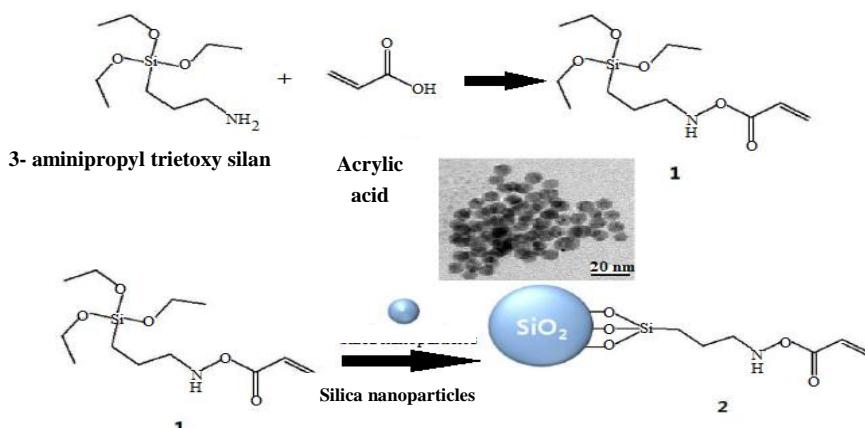
۴-۲- عمقدهنده بر پایه نانوذرات سیلیکا عامل دار شده با EHSS

از نانوذرات سیلیکا خام (SiNPs) با گروههای ۲-اتیل هیدروژن سولفونات (EHSS) عامل دار شده، به عنوان یک مسدودکننده، برای تولید پوشش ضدانعکاسی جهت پارچه ابریشمی استفاده می‌گردد. نانوذرات سیلیکا خام به روش کلاسیک Stöber تولید می‌شوند و متعاقباً با (۳-متاکریلوکسی پروپیل) تری متوكسی سیلان واکنش داده و اجازه می‌دهد سطوح ذرات خام به همراه گروههای اتوکسی و متوكسی باقی بمانند. سپس گروههای EHSS از طریق واکنش با



شکل ۷: فرآیند اتصال پوشش حاوی نانوذرات سیلیکایی با سطح لیف [۱۱].

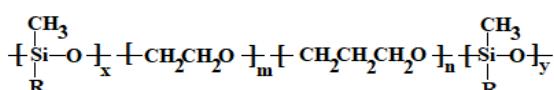
Figure 7: The process of coating bonding containing silica nanoparticles with fiber surface [11].



شکل ۸: مراحل تولید عمقدهننده بر پایه رزین اکریلیک اصلاح شده با SiO_2 [۱۲].
Figure 8: Deepener production steps based on acrylic resin modified with SiO_2 [12].

۷-۲- عمقدهننده بر پایه ارگانوفلوئوروسیلیکون کاتیونی
عمقدهننده ارگانوفلوئوروسیلیکون کاتیونی از طریق پلیمری شدن توده‌های با D4 و D3F و عامل اتصالی سیلانی KH-902 به عنوان مونومرهای اولیه و همزمان اپوکسی پروپیل لوریل دی متیل آمونیم کلراید (ELDAC) با اپی کلروهیدرین (ECH) و N,N -دی متیل دو دسیل آمین (DDTA) واکنش می‌دهد و در نهایت فلوئوروسیلیکون بوسیله ELDAC اصلاح شده، ارگانوفلوئوروسیلیکون کاتیونی بدست می‌آید. مراحل تولید ارگانوفلوئوروسیلیکون، ELDAC و واکنش این دو ماده با یکدیگر به ترتیب در شکل‌های ۱۱، ۱۰ و ۱۲ به تصویر کشیده شده است [۱۴].

عمقدهننده تولید شده بر روی پارچه مشکی، پلی استر اعمال گردید و داده‌های رنگ‌سنجدی حاصل از آن در جدول ۴ گردآوری شد. همانطور که مشاهده می‌شود مولفه روشنایی L^* حدود ۶ واحد کاهش و K/S ، به اندازه $3/13$ واحد افزایش یافته‌اند که باعث شده است، عمقدرنگی $29/7$ درصد افزایش یابد [۱۴].



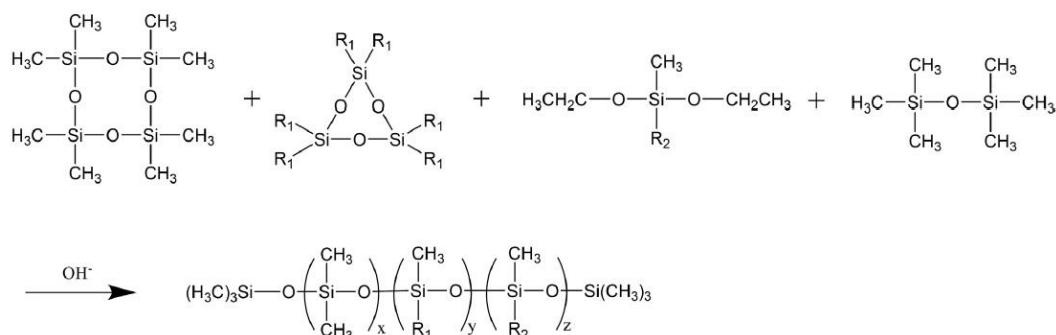
شکل ۹: ساختار شیمیایی عمقدهننده بر پایه پلیمر آمینوسیلوکسان [۱۳].
Figure 9: Chemical structure of deepener based on Amino Siloxane polymer [13].

داده‌های رنگ‌سنجدی حاصل از آن نشان داد که مولفه روشنایی از ۱۴/۲ به ۹/۷ کاهش یافت که نشان از تاثیرگذاری عمقدهننده بر عمقدرنگی می‌باشد. از طرفی ماده ذکر شده دارای خاصیت ضداستاتیکی نیز می‌باشد و خواص پارچه را بهبود بخشیده است [۱۲].

۶-۲- عمقدهننده بر پایه پلیمر آمینوسیلوکسان
در این بررسی عمقدهننده شامل ۱۰-۲۵ درصد آمید و ارگانوسیلوکسان، ۰/۵-۵ درصد ترنزی ارگانوسیلوکسان کوپلیمریزه، ۰/۵-۸ درصد آکلیل کتن، ۱/۳-۸ درصد تعلیق‌کننده و آب دیونیزه شده می‌باشد. ساختار شیمیایی این عمقدهننده در شکل ۹ نمایش داده شده است.
در این ساختار، R می‌تواند $\text{CH}_2-(\text{OC}_2\text{H}_4)_3\text{OCH}_3$ یا $(\text{CH}_2)_3-$ $\text{NH}-(\text{CH}_2)_3-\text{NH}_2$ و $m=8-15$ و $x+y=25-35$ و $n=10-15$ باشد.
ماده عمقدهننده فوق بر روی دو پارچه تریلون و پشمی رنگرزی شده با رنگزای مشکی اعمال گردید و نتایج آن در جدول ۳ گردآوری شد.
همانطور که مشاهده می‌شود، مولفه روشنایی در هردو پارچه تغییر محسوسی داشته است، خصوصاً پارچه پشمی و همچنین اختلاف رنگ (CMC) بدست آمده در پارچه پشمی تکمیل شده ۳/۹۸۴ و در پارچه تریلون تکمیل شده ۲/۵۸۱ گزارش گردید که نشان از افزایش عمقدرنگی می‌باشد [۱۳].
پارچه‌های تکمیل شده با عمقدهننده ذکر شده، تحت آزمون ثبات رنگی قرار گرفتند و درجه ثبات بالایی (۴-۵/۴) را گزارش دادند [۱۳].

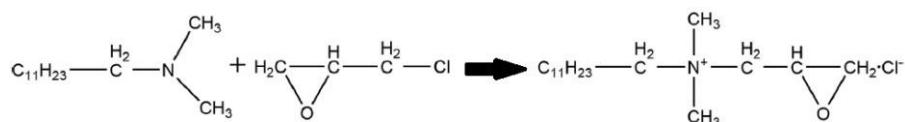
جدول ۳: داده‌های رنگ‌سنجدی مربوط به پارچه‌های تریلون و پشمی تکمیل شده با عمقدهننده [۱۳].
Table 3: Colorimetric data for terylene and wool fabrics finished with a color deepening agent [13].

نام ماده	L^*	a^*	b^*	ΔL^*	ΔC^*	ΔH^*	ΔE (CMC)
پارچه تریلون تکمیل نشده	۱۵/۸۷۶	۰/۲۸۴	-۱/۵	-	-	-	-
پارچه تریلون تکمیل شده با عمقدهننده	۱۳/۳۵۶	۰/۳۵۲	-۰/۹۸۲	-۲/۵۲	-۰/۴۸۳	۰/۱۹۸	۲/۵۸۱
پارچه پشمی تکمیل نشده	۱۷/۲۴۴	۰/۵۱۸	۰/۳۵۲	-	-	-	-
پارچه پشمی تکمیل شده با عمقدهننده	۱۲/۹۸۸	۰/۹۴	۰/۵۰۴	-۴/۲۵۶	۰/۴۴	۰/۰۸۶	۳/۹۸۴



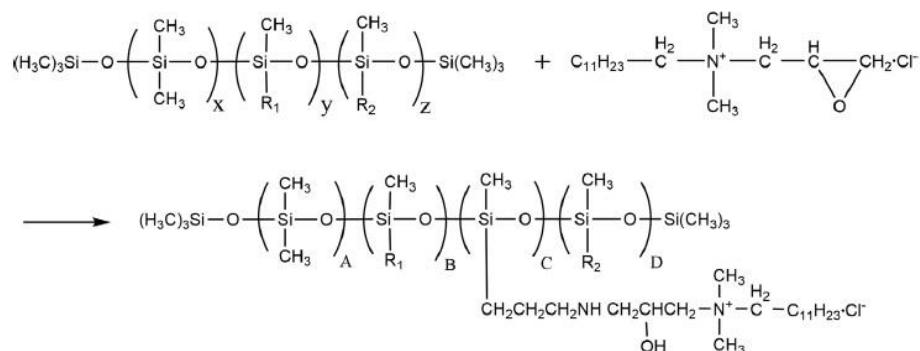
شكل ١٠- مراحل توليد ارگانوفلورو و سيليكون [١٤].

Figure 1 ·: The production steps of Organofluorosilicone [14].



شكل ١١: مراحل تولید ایوکسی، پروپیل یوریل دی متیل آمونیم کلراید (ELDAC) [١٤].

Figure 11: The production steps of epoxy propyl lauryl dimethyl ammonium chloride (ELDAC) [14].



$$R_1 = \text{CH}_2\text{CH}_2\text{CF}_3$$

$$R_2=CH_2CH_2CH_2NH_2$$

شکل ۱۲: واکنش بین ارگانوفلوئوروسیلیکون و ELDAC [۱۴].

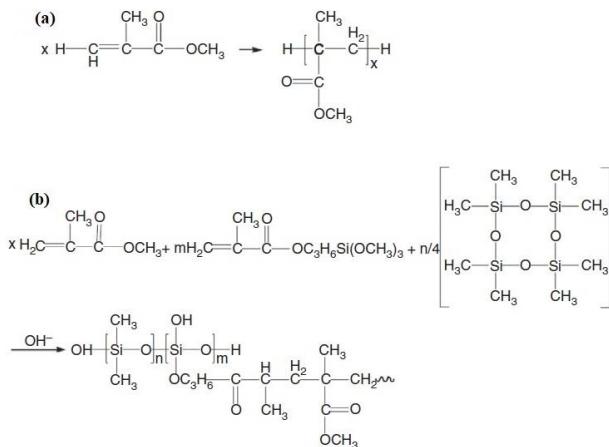
Figure 12: The reaction between organofluoro silicone and ELDAC [14].

جدول ۴: داده‌های رنگ‌سنجی حاصل از عوامل معمق دهنده ارگانوفلوروسیلیکون کاتیونی بر پارچه پلی استر مشکی [۱۴].

Table 4: Colorimetric data from the cationic organofluorosilicon deepening agent on black polyester fabric [14].

	L*	a*	b*	K/S	ΔK/S	I%
Unfinished fabric	26/73	-0/01	-3/81	10/08		
COFS darkening agent	20/-0	+1/26	1/39	13/68	3/13	29/7

با ضریب شکست پایین برای دستیابی به عمق رنگی بالا جهت لیف پلی استر، تشکیل شده است. در شکل ۱۴ نمایی از نحوه قرارگیری لاتکس بر روی سطح پارچه پلی استر نشان داده شده است [۱۵]. لاتکس بر روی سطح پارچه پلی متیل متاکریلات - پلی سیلوکسان، اتصال قوی به لیف دارد. بخشی از پلی سیلوکسان به دلیل سیالیت بالا و داشتن بار مثبت وارد حفره ها و شیارهای سطح پارچه پلی استر شده و فیلم یکنواخت از درون به بیرون شکل می گیرد.



شکل ۱۳: واکنش های شیمیایی مرتبط با (a) هسته PMMA، (b) لاتکس سیلوکسان-اکریلیک (پوسسه-هسته) [۱۵].

Figure 13: The chemical reactions related to a) PMMA Core, b) Silicone -Acrylic latex (Core-Shell) [15].

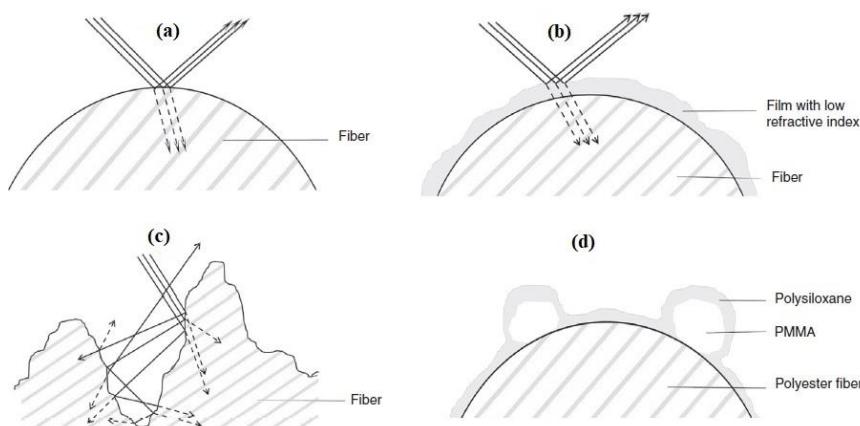
^۱ Core-Shell

۲-۲- عمق دهنده بر پایه لاتکس سیلوکسان-اکریلیک (هسته-پوسسه)^۱

ترکیب رزین ها با خصوصیات و ویژگی های متفاوت باعث ایجاد یک ساختار کامپوزیتی مناسب برای بهبود اثر عمقدهنگی می باشد. فرآیند تولید لاتکس سیلوکسان-اکریلیک (هسته-پوسسه) به شرح زیر می باشد:

پیش ماده امولسیون هسته با MMA، سطح فعال کاتیونی AEO-3، CTAB، سطح فعال غیریونی AEO-3 و آب مقطر در یک فلاسک مجهز تهیه می گردد. مقدار pH با استفاده از محلول ۱ مولار آمونیاک در محدوده ۹-۱۰ تنظیم می گردد. همزمان، پیش ماده پوسسه با یک فلاسک دیگر (مشابه اولی) تولید می شود. در مرحله بعد منومر پوسسه D4، KH-570 و آب مقطر مخلوط شده و پیش امولسیون سازی انجام می گیرد. pH پلیمری شدن بین ۱۱ تا ۲۱ توسط محلول ۱ مولار سدیم هیدروکسید تنظیم می گردد. پیش امولسیون پوسسه به درون امولسیون هسته به صورت قطره ای در مدت زمان ۲/۵ ساعت اضافه می شود و در نهایت pH با اسید هیدروسیتریک بر روی ۶ تنظیم گردید. ساختار شیمیایی بخش پوسسه و هسته لاتکس سیلوکسان-اکریلیک در شکل ۱۳ نشان داده شده است [۱۵].

این ماده سطح لیف پلی استر را زبر می کند تا یک لایه نایکنواخت پلی سیلوکسانی تولید کند. هنگامی که در یک دمای مناسب پخت می شوند، پلی متیل متاکریلات به عنوان هسته به طور ناقص ذوب می شود، در حالی که پوسسه پلی سیلوکسانی به طور کامل روی سطح پارچه ذوب می شود تا روی لیف و هسته های پلی متیل متاکریلات را پوشش دهد. در نتیجه یک لایه کامپوزیت دارای سطح زبر و یک رزین



شکل ۱۴: انعکاس نور از سطح (a) لیف تکمیل نشده با عمقدهنگ (b) لیف تکمیل شده با عمقدهنگ، (c) لیف نایکنواخت، (d) لیف تکمیل شده با لاتکس پلی سیلوکسان/PMMA هسته-پوسسه (ضریب شکست ۱/۴۹:PMMA، ۱/۴۵:سیلوکسان، ۱/۷۲۵:استر) [۱۵].

Figure 14: Light Reflection from the surface of (a) unfinished fiber with a deepener, (b) finished fiber using a deepening agent with a low refractive index, (c) uneven fiber, and (d) finished fiber using PMMA/polysiloxane core-shell latex (refractive indexes: PMMA, 1.49; polysiloxane, 1.4504; polyester, 1.725) [15].

شکست محاسبہ میں شود۔

$$n = [N + (N^2 - n_s^2)^{\frac{1}{2}}]^{1/2} \quad (3)$$

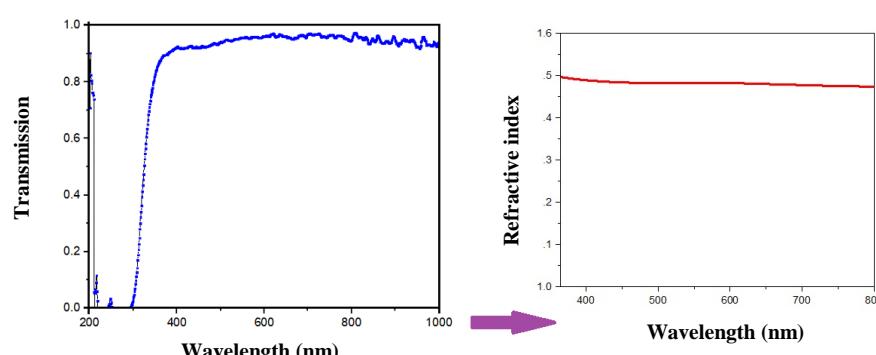
$$N = 2n_s \left(\frac{T_m - T_m}{T_m T_m} \right) + \left(\frac{n_s^2 + 1}{2} \right) \quad (4)$$

$$N = 2n_s \left(\frac{T_M - T_m}{T_M T_m} \right) + \left(\frac{n_s^2 + 1}{2} \right); \quad (\lambda \approx 300-1000 \text{ nm}) \quad (d)$$

در رابطه فوق، T_m و T_M به ترتیب کمینه و بیشینه مقدار در طیف عبوری از لایه نازک (شکل ۱۵) می‌باشند. همچنین، ضریب شکست زیرلایه می‌باشد. در این رابطه ضریب شکست تابعی از طول موج های نور پرخودی محاسبه می‌شود [۱۷].

۳-۱-۲- ارزیابی ساختار شیمیایی

در منابع مطالعاتی طبق فرآیندهای مختلف پلیمری شدن، پلیمرهای مختلفی جهت عمق دهنده‌گی تهیه شده و برای شناسایی ساختار عمق دهنده از طیفسنجی FTIR و HNMR استفاده می‌گردد [۱۴]. شکل ۱۶ ساختار شیمیایی یک عمق دهنده را از طریق طیفسنجی نشان می‌دهد که مربوط به عمق دهنده سیلیکونی حاوی گروه‌های فلورور می‌باشد. در طیفسنجی FTIR (a)، پیک‌های قوی در نواحی $1097, 1261, 2964\text{ cm}^{-1}$ و $1023, 1006\text{ cm}^{-1}$ نشان دهنده زنجیره پلی سیلوکسان Si-O-Si می‌باشند. پیک 1209 cm^{-1} متعلق به باند C-F کششی می‌باشد. N-H و O-H کششی در نواحی $3300-3500\text{ cm}^{-1}$ قرار گرفته‌اند. در طیفسنجی H-NMR شیفت‌های شیمیایی پیک‌ها بر اساس این موارد می‌باشد، $\delta\text{H}, \text{Si-CH}_3$, CH_3 , CH_2 , CH_- , NH_- , NH_2 , OH , OH_- , CDCl_3 ، Me باشد.



شکا، ۱۵؛ طیف عینی، و ضرب شکست حاصل از فیلم بلندی متبنا سبلوکسان [۱۸].

Figure 15: The transmission spectrum and refractive index of a polydimethylsiloxane film [18]

بنابراین فیلم تشکیل شده نمی‌تواند به راحتی از بین برود، که این امر باعث می‌شود اثر عمق دهنگی بعد از مراحل شستشو پایداری خود را حفظ کند. عمق دهنده ذکر شده بر پارچه مشکی اعمال گردید، مولفه روشنایی^{*} ۳/۲۴ واحد کاهاش یافت، اختلاف رنگ حاصل از مولفه‌های رنگ‌سنگی نیز ۳/۳ واحد گزارش شد که منجر به افزایش عمق رنگ، به میزان ۲۰/۴ درصد شد [۱۵].

۳- ارز بایی، مواد عمق دهنده و نگ

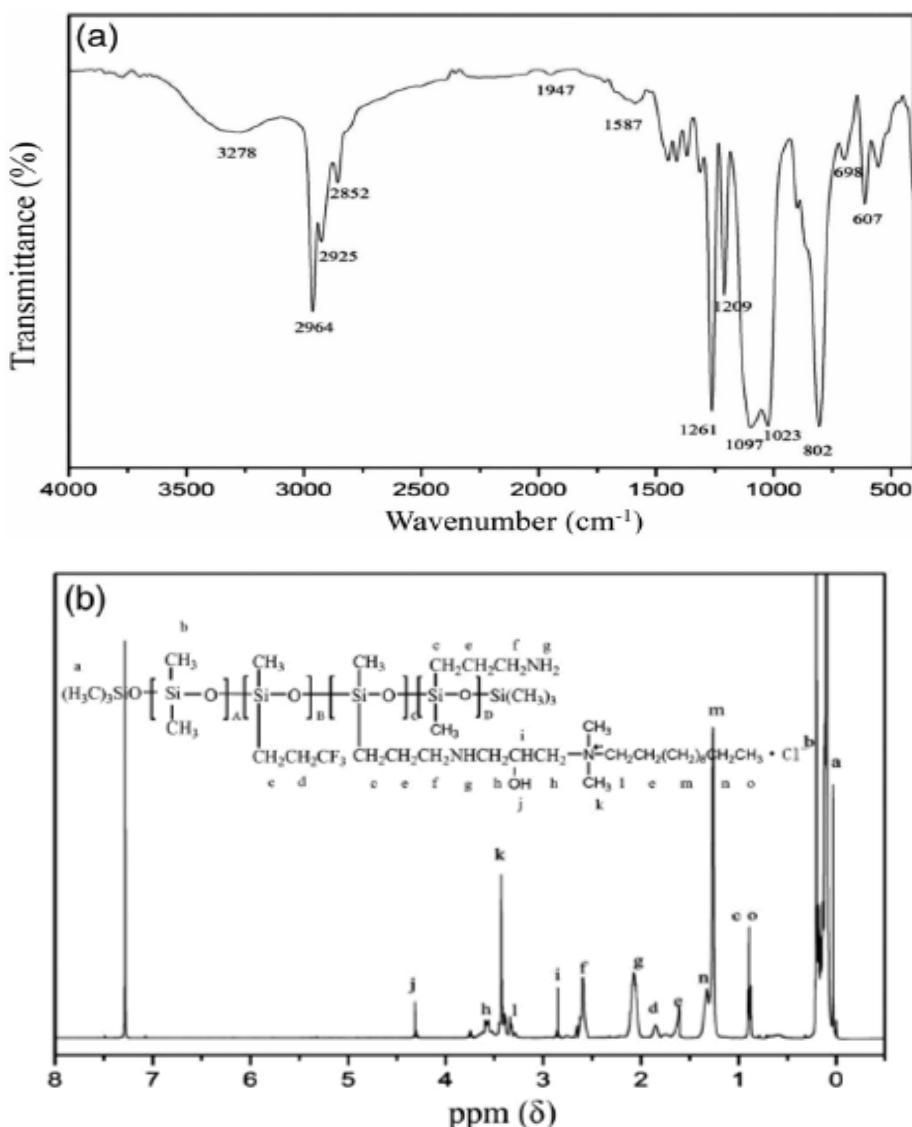
شناسایی و ارزیابی عملکرد مواد عمقدهننده رنگ، به دو روش ساختاری یا آنالیزهای دستگاهی برای ترکیب و فرمولبندي و رنگسنجی در حالتی که آن بر روی منسوج رنگرزی اعمال شده است، صورت می‌گیرد.

۱-۳- ارزیابی ساختاری

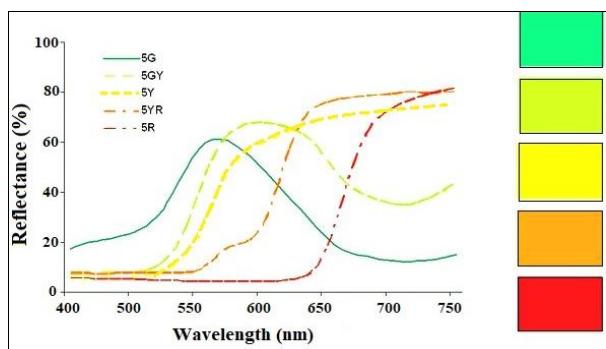
در ارزیابی ساختاری یک ماده عمق دهنده رنگ، شناسایی و تعیین ضریب شکست، گروههای عاملی و ساختار شیمیایی در بررسی عملکرد و کیفیت اثرباری آن مهم می باشد.

۱-۱-۳- اندازه‌گیری ضریب شکست

برای بررسی عمق دهنگی رزین‌ها، ضریب شکست یکی از ویژگی‌های فیزیکی مواد می‌باشد. بر اساس ISO489 دو روش برای اندازه‌گیری ضریب شکست وجود دارد: روش رفرکتومتر آبه و روش خطی که، موردنمود برای پودرها یا گرانول‌های شفاف یا مواد ریز به دست آمده از نمونه‌های در مقیاس بزرگ استفاده می‌شود. ضرایب شکست به طور معمول با استفاده از تابش یک طول موج استاندارد اندازه‌گیری می‌شوند (طول موج زرد-نارنجی $\frac{589}{3}$ نانومتر) [۱۶]. طی تحقیقات انجام شده، برای اندازه‌گیری ضریب شکست فیلم از روش Swaneopeol استفاده می‌شود که طی آن از فیلم‌های آماده شده توسط دستگاه Calc Reflectometer Nano، طیف عبوری بدست مرآید و در آدامه از طبقه، واپسی، ۳، ۴ و ۵ داده‌های، ضرب



شکل ۱۶: شناسایی ساختار عمق‌دهنده رنگ بر پایه ارگانوفلوروسیلیکون کاتیونی از طریق HNMR و FTIR [۱۴].
Figure 14: The identification of a color deepening agent's structure based on a cationic organofluoresilicon through HNMR and FTIR [14].



شکل ۱۷: منحنی انعکاسی به عنوان یک ویژگی مهم در شناسایی و آنالیز مواد رنگی [۱۹].

Figure 17: Reflective curves as an important feature in the identification and analysis of colored materials [19].

۲-۳-۱-۱- مبانی رنگ‌سنجد
وقتی نور سفید به یک جسم رنگی پشت پوش برخورد می‌کند، بخشی از آن جذب و مابقی بازتابش می‌کند. بازتابش کلی به عنوان یک ویژگی منحصر بفرد از جسم متشكل از انتشار درونی و انعکاس سطحی است. رفتار بازتابشی جسم توسط اسپکتروفوتومترهای انعکاسی و تعیین منحنی‌های انعکاسی قابل مطالعه است. همانطور که در شکل ۱۷ مشاهده می‌شود، منحنی انعکاسی فامه‌های مختلف در ۵ رنگ نمایش داده شده است، نواحی کمینه و بیشینه انعکاس برای هر رنگ، در طول موج‌های منحصر به فرد قرار دارد.

در فضارنگ CIELAB فاصله بین دو نقطه رنگی توسط رابطه اختلاف رنگ ΔE_{ab}^* نشان داده می‌شود (رابطه ۱۰).

$$\Delta E_{ab}^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (10)$$

رابطه فوق در واقع بیانگر فاصله اقلیدسی بین مختصات رنگی نمونه و استاندارد در فضارنگ CIELAB می‌باشد [۱۸]. فرمول‌های اختلاف رنگ دیگری مانند CMC(1:c) (رابطه ۸) نیز از طرف کمیته اندازه‌گیری رنگ معرفی شده‌اند که در آنها ضرایب رابطه ۱۱ به نحوی مقتضی برای انطباق نتایج با ارزیابی‌های بصری، وزن داده شده است.

$$\Delta E_{CMC} = [(\Delta L^*/IS_L)^2 + (\Delta C^*/cS_C)^2 + (\Delta H^*/S_H)^2]^{1/2} \quad (10)$$

در رابطه فوق، ضرایب وزن دهنده روشنایی (ا) و خلوص (c) متفاوتی برای اختلاف رنگ‌های قابل درک و قابل قبول، به کار می‌رود، ۱ حد رواداری نسبی روشنایی و c حد رواداری نسبی برای خلوص تعريف شده است. در سال ۱۹۹۵، اصلاحاتی بر روی رابطه ۱۰ صورت گرفت، که در نتیجه منجر به ارائه فرمول اختلاف رنگ CIE94 شد (رابطه ۱۲). در این فرمول، اختلاف رنگ میان نمونه‌های رنگی با اختلاف رنگ کوچک تا متوسط قابل بررسی است.

$$\Delta E_{94}^* = [(\Delta L^*/k_L S_L)^2 + (\Delta C_{ab}^*/k_C S_C)^2 + (\Delta H^*/k_H S_H)^2]^{1/2} \quad (12)$$

این فرمول ساده‌تر از فرمول اختلاف رنگ CMC(l:c) می‌باشد و به منظور هماهنگی بهتر میان نتایج حاصل از فرمول اختلاف رنگ CIE94 و نتایج حاصل از ارزیابی‌های چشمی منسوجات مقدار $k_L=2$ و $k_H=k_C=1$ در نظر گرفته می‌شود. در سال ۱۹۹۸ فرمول اختلاف رنگ CIELAB پس از اصلاح و وزن دهی به عوامل موثر در ارزیابی اختلاف رنگ، تحت فرمول اختلاف رنگ CIEDE2000 ارائه شد. رابطه ۱۳ فرمول اختلاف رنگ CIEDE2000 را نشان می‌دهد.

$$\Delta E_{00} = [(\Delta L'/k_L S_L)^2 + (\Delta C/k_C S_C)^2 + (\Delta H'/k_H S_H)^2 + R_T(\Delta C/k_C S_C)]^{1/2} \quad (13)$$

فرمول CIE2000 برای نمونه‌های دارای اختلاف رنگ کمتر از ۵ واحد عملکرد بهتری نسبت به CIELAB دارد. افزودن عامل وزن دهی به این فرمول باعث بهبود عملکرد آن شده بطوری که در حال حاضر به عنوان کامل‌ترین فرمول اختلاف رنگ بکار گرفته می‌شود [۲۲، ۲۳].

۲-۲-۳- ارزیابی عملکرد رنگی یک عمقدنه رنگ
همانگونه که بیان شد انعکاس کلی یک نمونه رنگی مانند یک منسوج رنگرزی شده متشكل از انعکاس سطحی و انتشار درونی است. برای افزایش عمق رنگی بایستی هر دو این عوامل تا حدی کاهش یابند. کاهش انتشار درونی با کمک افزایش غلظت رنگرا افزایش می‌باید. اما بواسطه ظرفیت محدود در اشباع و جذب الیاف، این میزان کاهش محدود می‌باشد. بنابراین بایستی انعکاس سطحی نیز به نحوی کاهش

منحنی انعکاسی رنگ سبز در محدوده طول موج ۵۰۰-۵۳۰ نانومتر انتقال یافته است. تغییر رنگ از زرد به قرمز، باعث ایجاد غلظت‌های مختلف یک رنگزای اسیدی بر روی طیف انعکاسی پارچه پشمی از طریق تعیین منحنی‌های انعکاسی نشان داده است. از طرفی برای مطالعه دقیق‌تر مواد رنگی، شکل انتقال یافته منحنی‌های انعکاسی به شکل منحنی‌های جذبی مطابق رابطه معروف کیوبلکا-مانک ترسیم و مطالعه می‌شود. (معادله ۶)

$$K = \frac{(1-R_\infty)^2}{2R_\infty} \quad (6)$$

که در آن R_∞ مقدار انعکاسی یک لایه پشت پوش از ماده رنگی (نمونه ای با ضخامت بی نهایت) می‌باشد [۲۱، ۲۰]. کمیت طیفی K/S یا همان تابع کیوبلکا-مانک رفتار جذبی نمونه را در سراسر طیف مرئی نشان میدهد. این کمیت میتواند با غلظت ماده رنگزای مصرفی تا ناحیه‌ای ارتباط معین و خطی داشته باشد.

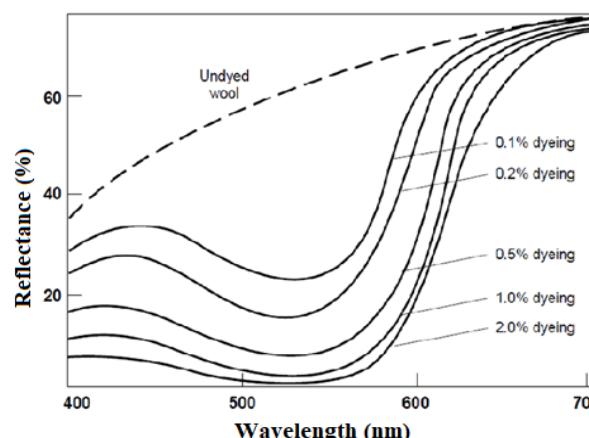
در رنگ‌سنجی تاثیر سه عامل جسم، منبع نور و مشاهده‌کننده کمی‌سازی شده و رنگ درک شده از جسم، توسط سامانه‌های پیشنهاد شده CIE از جمله CIELAB در یک فضای سه‌بعدی تعريف می‌شود (مطابق روابط ۷، ۸ و ۹).

$$L^* = 116(Y/Y_n)^{1/3} - 16 \quad (7)$$

$$a^* = 500[(X/X_n)^{1/3} - (Y/Y_n)] \quad (8)$$

$$b^* = 200[(X/X_n)^{1/3} - (Z/Z_n)^{1/3}] \quad (9)$$

a^* مقدار قرمزی و سبزی، b^* مقدار آبی و زردی را نشان می‌دهند و L^* معرف روشنایی نمونه‌ی رنگی بوده که بین یک سفید و سیاه تغییر می‌کند. X_n و Z_n محركه‌های سه‌گانه منبع نوری یا استاندارد نوری مورد استفاده می‌باشند.



شکل ۱۸: منحنی‌های انعکاس برای رنگزای اسیدی RED57 روی پشم [۵].

Figure 18: The reflection curves for acid dye RED57 on wool [5].

یافته و مولفه‌های a^* و b^* با تغییرات جزئی همراه بودند که نشان از عدم وجود ته رنگ می‌باشد. اختلاف رنگ حاصل از تغییرات مولفه‌های ذکر شده طبق رابطه $10 \times 1/4$ گزارش شده است.

از طرفی عملکرد ماده عمق‌دهنده با توجه به K/S (که از طیف انعکاسی نمونه‌ها به دست آمده) نیز بررسی شده است، طبق روابط $14 = 29/20$ میزان عمق رنگی $29/20$ درصد افزایش یافته است.

طی مطالعات انجام شده بر روی پارچه‌های رنگرزی شده و تکمیل آن‌ها با ماده عمق‌دهنده، مشخص شد که عوامل بسیاری از جمله مقدار برداشت^۱، دمای پخت^۲، مقدار ماده عمق‌دهنده مصرفی، مقدار رنگزای مصرفی و غیره بر تغییرات K/S موثر هستند. در شکل ۱۹ تغییرات عمق یک پارچه پلی‌استر مشکی رنگرزی شده با رنگزای مشکی دیسپرس (۳٪)، با تعیین در مقدار عمق‌دهنده رنگ مصرفی نشان داده شده است [۱۴].

همچنین با استفاده از یک شاخص رنگی نسبی (رابطه ۱۶) می‌توان در صورت عدم وجود ته رنگ، مقدار عمق‌دهنگی را تعیین کرد.

$$\frac{\Delta L^*}{\Delta E^*} \approx 1 \quad (16)$$

برای این مهم مولفه روشنایی تاثیر بسزایی دارد، عمق‌دهنده از طریق کاهش مولفه روشنایی باعث تیره‌تر شدن رنگ منسوج می‌شود، مولفه‌های a^* و b^* نباید تغییرات فاحشی داشته باشند، به دلیل اینکه باعث ایجاد ته رنگ می‌شوند، که مطلوب نمی‌باشد.

^۱Pick up

^۲Curing temperature

یابد. انعکاس سطحی از جنس پرتوهای نور برخوردی بوده و رنگ در آن مفهومی ندارد. از عوامل تاثیرگذار بر آن اختلاف در ضریب شکست فصل مشترک الیاف و هوا می‌باشد. هر چقدر این اختلاف کاهش یابد، انعکاس سطحی نیز کاهش می‌یابد. لذا استفاده از موادی همچون عمقدنه‌های رنگ که رزین‌هایی با ضریب شکستی کمتر از الیاف بوده و قابلیت تشکیل فیلم در فصل مشترک الیاف و هوا دارند، پیشنهاد می‌شود. مقدار کاهش انعکاس سطحی تابعی از نسبت ضریب شکست این مواد به محیط پیرامون یا همان هوا می‌باشد. بنابراین مقدار عمق رنگی افزایش یافته در منسوجات رنگی تکمیل شده با مواد عمقدنه رنگ را می‌توان از طریق تعیین منحنی‌های جزئی (K/S) و بررسی مقدار آن در λ_{max} بررسی کرد. این یک معیار خوب برای تخمین میزان عمقدنه‌گی و عملکرد ماده عمقدنه می‌باشد. برای به دست آوردن مقدار (درصد) افزایش عمق رنگی، می‌توان از روابط ۱۴ و ۱۵ استفاده کرد.

$$I\% = \frac{\Delta K/S}{K/S_0}, \text{ at } \lambda_{max} \text{ (nm)} \quad (14)$$

$$\Delta K/S = (K/S) - (K/S_0) \quad (15)$$

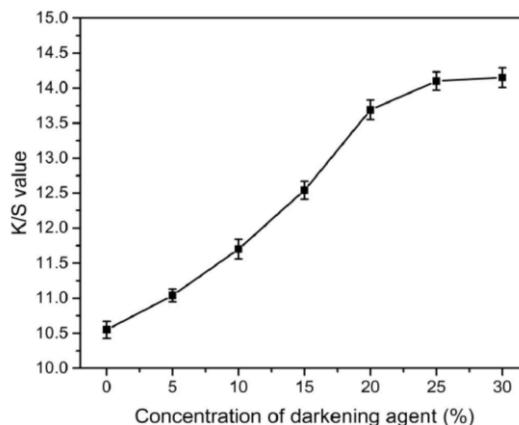
I درصد افزایش عمق رنگی بوده و $(K/S)_0$ و (K/S) مقدار تابع کیوبلک‌مانک نمونه تکمیل نشده و تکمیل شده را نشان می‌دهد [۹]. جدول ۵ مربوط به یک نوع عمقدنه‌برپایه سیلیکون-اکریلات می‌باشد، مبانی رنگ‌سنگی و عملکرد عمقدنه به خوبی بررسی شده است. در این بررسی مولفه‌های رنگی تعريف شده در فضارنگ CIELab با تغییراتی همراه شده‌اند، مولفه روشنایی L^* به اندازه $2/3$ کاهش

جدول ۵:

داده‌های رنگ‌سنگی حاصل از اعمال عمقدنه بر پارچه پلی‌استر [۱۴].

Table 5: Colorimetric data obtained by applying a deepening agent on polyester fabric [14].

Items	K/S	$\Delta K/S$	I%	L^*	a^*	b^*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*
Before finish	۸/۲	۰	۰	۳۲/۳	-۲	-۲/۲	۰	۰	۰	۰
After finish	۱۰/۵	۲/۴	٪ ۲۹/۲۰	۳۰	۱/۸	-۲	-۲/۳	۰/۲	۰/۲	۱/۴



شکل ۱۹: تغییرات K/S با مقدار مصرف ماده عمقدنه و مقدار برداشت آن [۱۴].

Figure 19: The K/S changes with concentration of darkening agent and its pick up [14].

جدول ۶: اطلاعات اولیه عمقدهننده [۲۴].

Table 6: Basic information about SARABLOOM-SL deepening agent [24].

پایداری	سازگاری	انحلال پذیری	pH محلول ۱ درصد	ماهیت	خاص ظاهری
۳-۵ ماه	۳-۵ ماه	۳-۵ ماه	۷	کم	۰.۳-۰.۴
۳-۵ ماه	۳-۵ ماه	۳-۵ ماه	۷	میان	۰.۳-۰.۴
۳-۵ ماه	۳-۵ ماه	۳-۵ ماه	۷	میان	۰.۳-۰.۴
۳-۵ ماه	۳-۵ ماه	۳-۵ ماه	۷	میان	۰.۳-۰.۴

جدول ۷: مقدار مصرف عمقدهننده برای انواع منسوجات [۲۴].

Table 7: Amount of deepening agent usage for types of textiles [24].

زیرآیند	مقدار مصرف عمقدهننده (گرم بر لیتر)	عمق رنگ
پنبه	۲۰-۳۰	% ۲۰-۳۰
پلی استر	۲۰-۳۰	% ۱۵-۲۵
پشم و ترکیبات مختلف آن	۲۰-۳۰	% ۱۵-۲۵
کتان و ترکیبات مختلف آن	۲۰-۴۰	% ۱۵-۳۰

جدول ۸: اطلاعات فنی DNG FINISH NIGHT [۲۴].

Table 8: Technical information of DNG FINISH NIGHT [24].

انحلال پذیری	درصد جامد (%)	pH	ماهیت	شكل ظاهری
۳-۵ ماه	۷	۷	میان	لیک

۵- نتیجه‌گیری

در این برسی، تعدادی رزین با ضریب شکست $n < 1/33$ به عنوان ماده عمقدهننده معرفی شدند و به دو صورت ساختاری و رنگ‌ستنجی مورد ارزیابی قرار گرفتند. مواد عمقدهننده ذکر شده توانستند عمق رنگی منسوجات رنگرزی شده را $۰/۳۰-۰/۲۰$ افزایش دهند. حضور مواد عمقدهننده در شیدهای تیره دارای اهمیت بالایی می‌باشد. با افزایش درصد رنگرا مقدار مولفه روشنایی به محدوده $۱۱-۱۵$ کاهش می‌یابد و برای کاهش بیشتر این مقدار، استفاده از عمقدهننده توصیه شده است که می‌تواند مولفه روشنایی را به مقادیر کمتر از ۱۰ برساند. میزان مصرف این مواد در صنعت تکمیل، عدد قابل توجهی می‌باشد و بیشترین کاربرد آن در تکمیل منسوجات پلی‌استر می‌باشد.

در نتیجه طبق رابطه ۱۵، هنگامی که ΔE^* متاثر از ΔL^* باشد، هرچه نسبت این دو عدد به یکدیگر به عدد ۱ نزدیکتر باشد، اثر عمقدهننگی با کیفیت بهتری گزارش می‌شود [۲۰].

۴- تکمیل منسوجات رنگی با کمک مواد عمقدهننده

رنگ

در جدول ۶ شرایط مصرف و نحوه اعمال استفاده از یک عمقدهننده تجاری با نام SARABLOOM-SL از شرکت Sarex گزارش شده است [۲۴].

شرایط اعمال برای عمقدهننده فوق عبارت است از شرایط مصرف این ماده به صورت $۱۰۰-۲۰۰$ گرم بر لیتر، $pH=4/5-5/5$ ، مقدار برداشت: $۶۵-۷۰$ و دمای پخت $۱۳۰-۱۴۰$ درجه سانتی گراد. همچنین مقدار مصرف این ماده برای الیاف دیگر در جدول ۷ گزارش شده است.

DNG FINISH از تولیدات شرکت Denge NIGHT است [۲۵]. شرایط مصرف این ماده به صورت $۱۰۰-۲۰۰$ گرم بر لیتر، $pH=5-5/5$ و مقدار برداشت: $۶۵-۷۰$ درصد می‌باشد. عمقدهننده ذکر شده برای همه نوع الیاف توصیه شده است اما بیشترین تاثیر را بر روی منسوجات سلولزی نشان داده است. به عنوان مثال ۵۰ گرم بر لیتر از این ماده برروی پارچه پنبه‌ای مشکی با افزایش $۲۰-۳۰$ درصدی در عمق رنگی همراه بوده و هیچ تغییری در زیردست پارچه ایجاد نشده است [۲۵].

پارچه‌های پلی استر به دلیل استحکام بالا، ثبات ابعادی خوب، خشک شدن سریع، مقاومت در برابر چروک و قیمت پایین به طور گسترده به کار می‌روند، از طرفی به دلیل ساختار متراکم و ضربی شکست بالا معمولاً دستیابی به عمق رنگی بالا بسیار سخت می‌باشد، از این رو مصرف عمقدهننده خصوصاً در شیدهای تیره بسیار بالا می‌باشد [۱۳]. قیمت تمام شده برای عمقدهننده با توجه به درصد ماده فعال، متفاوت است و با توجه به تحقیقات انجام شده، بدون احتساب هزینه حمل و نقل و گمرک، قیمت هر یک کیلوگرم ماده عمقدهننده از $۰/۹$ الی ۳ دلار متغیر است [۲۶، ۲۷]. مقدار مصرف این ماده در داخل کشور، سالانه حدود ۷۰۰ تن می‌باشد.

۶- مراجع

1. C. Yu, Y. Lu, F. Wu, "Darkening Agent for Polyester Fabric", Glob. J. Eng. Sci. 1-3, **2019**.
2. N. Nakashima, Y. Ishikawa, A. Kondo, M. Tumadori, "Shade enhancing agent", U.S patent, No. 5126392A, **1992**.
3. NICCA company, "What is "Color deepening agent?", Color deepening agent, viewed 26 January 2022. <https://nctexchem.com/product/process/finishing/colordeepenin/>, **2022**.
4. M. Kamali Moghaddam, "A brief overview of color deepening agents", Today's Textile Magazine, 79-17875, **1396**.
5. S. Hemmati, F. Najafi, B. Shirkavand Hadavand, "A Review on Fluoropolymers Coatings", J. Stud. Color World, 10, 1-10, **2020**.
6. R. McDonald,"Color physics for industry", Society of Dyers and Colourists, chapter 1, 1-50, 1997.
7. M. Safi, N. Khalili, "Effect of Measurement Geometry on the Colorimetry of Glossy White Samples", J.color sci. Tech. 14, 237-246, **2020**.
8. T. Sato, S. Suzuki, H. Ohmura, "Color deepening agent," U.S Patent, No.4373053A, **1983**.
9. K. Xie, J. Yu, D. Jiang, "Shade Darkening Effect of Polyorganosiloxane Modified with Amino and Hydroxy Groups on Dyed Polyester Microfiber Fabric", J. Appl. Polym. Sci. 106, 1256–1262, **2007**.
10. A. Hou, C. Si, Y. Zhou, "Self-assembly of the polysiloxane modified with cationic and perfluorocarbon groups on the polyester surface its effect on the color shade of the dyed polyester", J. Polym Res. 16, 687–692, **2009**.
11. L. Yang, H. Jiang, Y. Shen, L. Zhou, "Antireflection coating on silk fabric fabricated from reactive silica nanoparticles and its deepening color performance", J. Sol-Gel Sci. Technol. 74, 488–498, **2010**.
12. Y. Haojie, L. Fei, X. Haijun, Y. Xiaojiang, Z. Yawei, "Deepening agent and preparation method thereof, as well as method for improving color fastness of dyeing textiles", China Patent, CN103614910B, **2013**.
13. B. Lee, Y. Jin, "Synthesis of nano particles hybrid resin for color deepening effect", South Korea Patent, KR101182242B1, **2012**.
14. C. Yu, Y. Lu, F. Wu, "Cationic organofluorosilicone as deepening agent in the application of dyed polyester fabric", J. Appl. Polym. Sci. 136, 1-7, **2019**.
15. C. Yu, Y. Lu, Y. Chang, D. Yang, "Poly (methyl methacrylate) /polysiloxane core-shell latex as a deepening agent for dyed polyester fabric", Coloration Tech. 107, 1–8, **2019**.
16. J. E. Mark, "Physical Properties Of Polymers Handbook", springer, 823-825, **1984**.
17. M. Gheshlaghi, N. Bohloli, H. Hojati rad, H. maleki, "Calculate of thickness and refractive index of HfO₂ thin film by using transmission spectra", National Vacuum Conference of Iran, 41-38, **1392**.
18. F. Gheisar, M. Safi, B. Shirkavand Hadavand, "Investigation deepening of silicone resins in the finishing of dyed textiles" M.Sc. Thesis, Institute for Color Science and Technology, **1400**.
19. R S Berns, "Billmeyer and Saltzman's Principles of Color Technology", John Wiley & Sons, 3rd Ed., New York, 2000.
20. H. Amir Shahi, F. Agahian, "Computational color physics", Arkan Danesh, 21-58, **1386**.
21. A. Haji, "Wool Dyeing with Harmal Seed as a Natural Dye: Investigation of Influencing Factors Using Response Surface Methodology", J. color sci. Tech. 13, 131-140, **1398**.
22. G. L. Seung, Sh. Renzo, H. David, J. Warren, "Development of a Comprehensive Visual Dataset Based on a CIE Blue Color Center, Assessment of Color Difference Formulae Using Various Statistical Methods", Wiley, 36, 27-41, **2009**.
23. M. Scott, "Color difference equations and their assessment", <http://taga.rit.edu/2010/multimedia/pdf>, **2019**.
24. Sarex Chemicals, "PRODUCT LITERATURE SARABLOOM-SL", color blooming agent & deepening agent, viewed 26January 2022.<https://www.sarex.com/textile/product/finishing-auxiliaries/color-bloomingdeepening-agents/sarabloom-sl>, **2022**.
25. Denge company, "DNG FINISH NIGHT" Color deepening finishing material catalogue, viewed 10 november 2020, http://dengekimya.com/en/products/detay?id=106&cat_id=145
26. HANGZHOU TIANKUN CHEM CO. LTD. "Syllic® Black Deepening Agent 452 (Finishing agent/Textile auxiliaries/Color enhancer/ Fabric/Textile chemical/Cotton/Polyester)", color deepening agent, viewed 26 January 2022. <https://tiankunchem.en.made-in-china.com/product>, **2022**.
27. Guangdong Innovative Fine Chemical Co., Ltd. "CX-Y715 Textile dye auxiliary chemical Cotton fabric deepening and brightening silicone oil emulsion", color deepening agent, viewed 26January.<https://www.alibaba.com/product-detail/Deepening-Transparent-Textile-Chemical-Auxiliary>.

How to cite this article:

F. Gheisar, M. Safi, B. Shirkavand Hadavand, Applying the Color Deepening Agents in the Finishing of Dyed Textiles, *J. Stud. Color world*, 11, 4(2022), 77-91.

DOR: 20.1001.1.22517278.1400.11.4.6.0