Ministry of Science, Research and Technology
Institute for Color Science & Technology

available online @ www.jcst.icrc.ac.ir
Journal of Color Science and Technology, 16, 4(2023), 281-292
Article type: Research article
Open access

نشریه علمی علوم و فناوری رنگ
Journal of Color Science and Technology
www.jcst.icrc.ac.ir

β-Cyclodextrin as Dispersing Agent in the Dyeing of Polyester-Viscose Fabrics

Abolfazl Zare
Department of Textile Engineering, Yazd University, P.O. Box: 89195-741, Yazd-Iran

ARTICLE INFO

Article history:
Received: 16-10-2021
Accepted: 04-04-2022
Available online: 21-02-2023
Print ISSN: 1735-8779
Online ISSN: 2383-2169

DOR: 20.1001.1.17358779.1401.16.4.1.9

Keywords:
β - cyclodextrin
Dispersing agent
Polyester-viscose fabric
Viscose
Color strength

ABSTRACT

In the present study, the polyester-viscose fabric was dyed with dispersed dye and then reactive dye in the presence of β-cyclodextrin. The object of this study was to investigate the effect of β-cyclodextrin as an auxiliary and substitute for a commonly commercial dispersing agent on the dye-reactive dyeing of polyester-viscose fabric and its properties. Color strength was evaluated using tristimulus colorimetry. The results showed that β-cyclodextrin could be used satisfactorily as an additive in the dispersed dyebath without adding other auxiliaries. Also, the use of β -cyclodextrin, in comparison with the dispersing agent, improves the color strength of the samples (K/S) without loss in dyeing quality as dyeing uniformity and the fastness properties such as washing, light, and rubbing fastness.

***Corresponding author: a.zare@yazd.ac.ir**

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

نشریه علمی علوم و فناوری رنگ
Journal of Color Science and Technology
www.jcst.icrc.ac.ir

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
پژوهشگاه رنگ

دسترسی آنلاین: www.jcst.icrc.ac.ir
نشریه علمی علوم و فناوری رنگ/ ۱۶، (۱۴۰۱)۴، ۲۹۲ـ۲۸۱
نوع مقاله: پژوهشی
دسترسی آزاد

استفاده از بتاسیکلودکسترین به عنوان عامل پراکنش‌کننده در رنگرزی پارچه‌های پلی‌استر- ویسکوز

ابوالفضل زارع
استادیار، دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه یزد، یزد، ایران، صندوق پستی: ۷۴۱-۸۹۱۹۵

اطلاعات مقاله

تاریخچه مقاله:
تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۷/۲۴
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱/۱۵
در دسترس به صورت الکترونیکی: ۱۴۰۱/۱۲/۲
شاپا چاپی: ۸۷۷۹-۱۷۳۵
شاپا الکترونیکی: ۲۱۶۹-۲۳۸۳

DOR: 20.1001.1.17358779.1401.16.4.1.9

واژه‌های کلیدی:
بتاسیکلودکسترین
دیسپرس‌کننده
پارچه پلی‌استر
ویسکوز
قدرت رنگی

چکیده

درتحقیق حاضر، پارچه پلی‌استر- ویسکوز با ماده رنگزای دیسپرس در حضور بتاسایکلودکسترین و سپس ماده رنگزای راکتیو رنگرزی شد. هدف از انجام این تحقیق، بررسی اثر بتاسیکلودکسترین به عنوان یک ماده کمکی و جایگزینی آن با پراکنش‌کننده در رنگرزی دیسپرس-راکتیو منسوج پلی‌استر- ویسکوز و بررسی خواص حاصله آن است. قدرت رنگی در فرآیند رنگرزی نیز توسط مولفه‌های رنگی سه‌گانه مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج به دست آمده نشان داد بتاسیکلودکسترین می‌تواند به عنوان یک ماده کمکی در حمام رنگرزی ماده رنگزای دیسپرس بدون نیاز به پراکنش‌کننده مورد استفاده قرار گیرد. همچنین استفاده از بتاسیکلودکسترین در مقایسه با پراکنش‌کننده، باعث بهبود در قدرت رنگی نمونه‌ها (K/S) می‌گردد بدون آن‌که بر روی کیفیت رنگرزی همچون یکنواختی و خواص ثباتی همچون ثبات شست‌وشویی، نوری و ثبات مالشی تأثیر منفی داشته باشد.

***Corresponding author: a.zare@yazd.ac.ir**

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

۱ـ مقدمه

سیکلودکسترین‌ها جزء الیگوساکاریدهای حلقوی می‌باشند. آن‌ها از شش واحد گلوکوپیرانوز و یا بیشتر تشکیل شده‌اند که توسط اتصالات α-4,1- گلوکوپیرانوزی به هم متصل می‌شوند [۶-۱]. سیکلودکسترین‌ها مولکول‌های مخروطی‌شکل ناقص و توخالی هستند که از طریق پیوند کووالانسی با اتم‌های اکسیژن به هم متصل شده‌اند و از طریق پیوند هیدروژنی بین گروه‌های هیدروکسیل ثانویه در واحدهای مجاور، در حلقه حفره نگه داشته می‌شوند. به علت عدم چرخش آزاد پیوندهای بین واحدهای گلوکوپیرانوز، این مواد، استوانه‌ای نیستند. گروه‌های هیدروکسیل اولیه در سمت باریک و گروه‌های هیدروکسیل ثانویه در سمت پهن‌تر قرار دارند [۷].

امروزه سیکلودکسترین‌ها به دلایلی همچون قیمت مناسب، دردسترس بودن، ایجاد کمپلکس درهم‌جای[1]، عدم سمیت و غیره در آزمایشگاه‌های تحقیقاتی و صنعتی استفاده می‌شوند [۸]. ویژگی‌های اصلی سیکلودکسترین‌ها عبارتند از: سازگاری با طبیعت، مقرون به‌صرفه بودن و سهولت تولید در مقیاس بزرگ، ویژگی‌های فیزیک و شیمیایی (به‌عنوان مثال توانایی تشکیل کمپلکس درهم‌جای، فعالیت انحلالی، انتشار آهسته عطرها) و زیستی (مثلاً زیست سازگاری، قابلیت تجزیه زیستی، توانایی حمل دارو، حشره‌کش). این خواص را می‌توان برای کاربردهای مختلف مانند خوشبوکننده (جذب بو، تثبیت مواد فعال)، رایحه/عطر، حفاظت UV، مقاومت در برابر آب، مقاومت ضد میکروبی، ضدشعله و هم‌چنین دافع حشرات استفاده کرد [۷].

مهم‌ترین سیکلودکسترین‌ها، آلفا، بتا و گاما سیکلودکسترین هستند که در بین این مواد، بتاسیکلودکسترین به دلایلی ازجمله تولید ساده، قیمت کمتر، سازگاری بهتر با بدن انسان، فاقد حساسیت و تحریک پوستی و واکنش‌های ساده‌تر نسبت به دو نوع دیگر به طور گسترده‌تری مورد توجه پژوهشگران این حوزه قرارگرفته است [۸، ۹، ۱۰]. سیکلودکسترین‌ها در کاربردهای علمی از جمله داروسازی، غذا، لوازم آرایشی، علم شیمی، کروماتوگرافی، کاتالیزور (تجزیه)، کشاورزی، پزشکی، علم بهداشت، فناوری نانو و تولید منسوجات استفاده می‌شوند [۱۰]. از جمله کاربرد سیکلودکسترین‌ها می‌توان به مواردی همچون استفاده به عنوان حامل دارو، مواد غذایی، لوازم آرایشی و بهداشتی، کروماتوگرافی، محصولات پزشکی و بهداشتی و منسوجات اشاره نمود [۱۰-۱۳].

سایکلودکسترین‌ها یکی از پرکاربردترین مواد نانو در نساجی می‌باشند. این مواد به دلیل برخورداری از دو قسمت آبدوست و آبگریز، مکان‌های خوبی برای جذب مواد رنگزا با سازوکارهای ایجاد پیوندهای هیدروژنی و یا تشکیل محلول جامد می‌باشند. از این مواد برای اصلاح سطحی پارچه‌های پنبه، پلی‌استر، پشم، پلی‌پروپیلن و غیره استفاده شده است که در همه موارد باعث افزایش جذب رنگزا توسط پارچه و افزایش ثبات شستشویی شده است. همچنین در برخی موارد نیز گزارش شده است که ثبات سایشی منسوجات رنگ شده نیز افزایش یافته است [۱۸-۱۲].

مطالعات نشان داده است که سیکلودکسترین‌ها به دلیل ساختارشان نمی‌توانند به طور مستقیم با مواد پلیمری و منسوجات پیوند برقرار نمایند از این رو از عوامل اتصال‌دهنده عرضی استفاده می‌گردد. به‌طور کلی، سیکلودکسترین‌ها با استفاده از عوامل اتصال دهنده و اتصال عرضی بر روی مواد پیوند داده می‌شوند [۱۰]. مارتل و همکارانش سیکلودکسترین‌ها را بر روی پارچه‌های پلی‌استر توسط اسیدهای کربوکسیلیک (پلی‌اکریلیک، بوتان تترا کربوکسیلیک اسید، اسید سیتریک) به عنوان مواد اتصال‌دهنده عرضی پیوند دادند. آن‌ها بیان کردند که هیچ نوع واکنش شیمیایی بین پلی‌استر و اسیدهای کربوکسیلیک ایجاد نمی‌شود بلکه واکنش شیمیایی فقط بین سیکلودکسترین و این اسیدها انجام می‌گیرد و کوپلیمر حاصله هیچ پیوند کووالانسی با الیاف برقرار نمی‌کند بلکه به طور فیزیکی به الیاف چسبیده و یا داخل شبکه‌های لیفی‌شکل به دام می‌افتد بنابراین، اتصال بین آنها محکم و در برابر شست‌وشو پایدار و مقاوم می‌باشد [۱۹]. همچنین از مونوکلروتری آزینیل به عنوان اتصال‌دهنده عرضی برای پیوند بتاسیکلودکسترین به الیاف پنبه در روش رنگرزی معمولی با رنگزاهای راکتیو استفاده شد. نتایج نشان داد که پیوند بتاسیکلودکسترین به الیاف سلولز توسط بوتان تتراکربوکسیلیک اسید باعث بهبود خواص چروک‌پذیری پارچه پنبه‌ای می‌شود [۹]. از سیکلودکسترین‌ها در رنگرزی به عنوان یکنواخت‌کننده، تأخیردهنده و همچنین افزایش قدرت رنگی بر روی منسوجاتی همچون نایلون و اکریلیک استفاده شد [۱۱، ۲۰، ۲۱]. همچنین با استفاده از بتاسیکلودکسترین، رنگ‌پذیری الیاف پلی‌پروپیلن با سه رنگزای دیسپرس (Blue Artisil BSQ)، اسیدی (Acid Nylosane E-BM) و راکتیو (Yellow LANASOL 4G) افزایش یافت [۲۲].

الیاف پلی‌استر به الیافی با استحکام بالا، خواص ثبات ابعادی و غیره معروف می‌باشند و در میان این الیاف، پلی(اتیلن ترفتالات)(PET) با داشتن خواصی مطلوب دارای بیشترین کاربرد عمومی می‌باشد. ولی مشکل این الیاف خواص آبگریزی می‌باشد که استفاده از رنگ‌های محلول در آب را برای رنگرزی آن‌ها با محدودیت مواجه نموده است [۲۳، ۲۴].

در تحقیقی در رنگرزی الیاف پلی‌استر با ماده رنگزای دیسپرس از سیکلودکسترین‌ها به جای عوامل بهبوددهنده حلالیت (سطح‌فعال‌ها) استفاده شد. نتایج نشان داد که استفاده از بتاسیکلودکسترین منجر به افزایش یکنواختی در رنگرزی گردید. نتایج نشان داد در اثر اصلاح منسوجات با استفاده از سیکلودکسترین و مشتقاتش، ثبات نوری و شستشویی نمونه‌ها بهبود یافت [۲۵].

1-Inclusion complex

از بتاسیکلودکسترین به عنوان یک ماده کمکی به منظور کاهش ماده رنگزا در پساب و همچنین افزایش میزان جذب ماده رنگزای دیسپرس زرد ۲۱۱ توسط منسوج پلی‌آمیدی استفاده شد. نتایج نشان داد که نمونه‌هایی که توسط ماده رنگزای کمپلکس‌شده با بتاسیکلودکسترین رنگرزی شده‌اند دارای روشنایی کمتر و زردی بیشتری نسبت به نمونه‌های معمولی می‌باشند [۲۶]. نتایج چندین تحقیق نشان می‌دهد که استفاده از بتاسیکلودکسترین در رنگرزی پلی‌آمید منجر به افزایش جذب رنگ توسط لیف می‌گردد که این پدیده را مربوط به افزایش قابلیت دیسپرسیونی رنگ در فاز آبی می‌دانند [۲۹-۲۷].

ساوارینو و همکارانش برای رنگرزی پارچه‌های نایلون ۶۶ و میکرونایلون ۶ از دو نوع ماده رنگزای دیسپرس آزویی و آنتراکینونی استفاده نمودند. نتایج نشان داد که نمونه‌های عمل‌شده در حضور سیکلودکسترین دارای یکنواختی ۴ تا ۱۰ برابر و تغییرات جزئی در بازده رنگی نسبت به نمونه‌های عمل‌نشده می‌باشند [۳۰، ۲۵]. در تحقیقی خواجه‌مهریزی و همکارانش به منظور چاپ پارچه پنبه/پلی‌استر از ماده رنگزاهای دیسپرس-راکتیو استفاده نمودند. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت بتاسیکلودکسترین، قدرت رنگی نمونه‌ها کم شده است ولی قابلیت خودتمیزشوندگی نمونه‌ها با افزایش پایداری نانوذرات دی‌اکسید تیتانیم افزایش یافته است [۳۱]. پارلاتی و همکارانش از بتاسیکلودکسترین به عنوان یک افزودنی در حمام رنگرزی ماده رنگزاهای دیسپرس و دیسپرس-راکتیو استفاده نمودند. آن‌ها این دو ماده رنگزا را برای رنگرزی منسوجات مصنوعی (نایلون ۶ و پلی (اتیلن ترفتالات))، طبیعی (پنبه) و مخلوط پنبه-پلی‌استر به کار بردند. نتایج نشان داد که بتاسیکلودکسترین منجر به بهبود قدرت رنگی و یکنواختی نمونه‌های رنگی شده است. همچنین ماده رنگزای دیسپرس-راکتیو تولیدی نیز ثبات شستشویی بهتری بر روی منسوج نایلون ۶ و پنبه خواهد داشت [۳۲]. از بتاسیکلودکسترین و اسید سیتریک به منظور اصلاح پارچه پلی‌استر برای چاپ جوهرافشان استفاده شد. پارچه چاپ شده اصلاح شده دارای قدرت رنگی عالی و یکنواختی رنگی خوبی بودند [۳۳].

همچنین در تحقیق دیگر، از بتاسیکلودکسترین به عنوان یک ماده کمکی در رنگرزی پلی‌استر با ماده رنگزای دیسپرس استفاده گردید. در این تحقیق از این ماده به جای ماده سطح فعال تجاری، استفاده شد. نتایج نشان داد که بتاسیکلودکسترین با موفقیت به عنوان یک ماده کمکی در حمام رنگرزی پلی‌استر بدون نیاز به دیگر مواد کمکی مورد استفاده قرار گرفت. همچنین این ماده قادر است مشکلات زیست‌محیطی مربوط به استفاده از مواد کمکی سمی در حمام‌های رنگرزی را نیز کاهش دهد [۳۳]. پارک و همکارش از بتاسیکلودکسترین به عنوان گیرنده ماده رنگزا رنگزاهای دیسپرسی بر روی پارچه پلی‌استر استفاده نمودند. نتایج نشان داد که میزان مهاجرت رنگ بر روی نمونه‌ها به شدت کاهش یافت [۳۴].

با توجه به کارهای انجام‌شده، هدف از این تحقیق استفاده از بتاسیکلودکسترین به جای عامل دیسپرس‌کننده در رنگرزی منسوج پلی‌استر- ویسکوز می‌باشد. بدین منظور ابتدا پارچه ویسکوز-پلی‌استر در حمام ماده رنگزای دیسپرس رنگ و سپس وارد حمام ماده رنگزای راکتیو می‌شود. پس از شستشو و حذف رنگ‌های سطحی، بر روی نمونه‌ها آزمون‌هایی همچون بررسی قدرت رنگی، ثبات شستشویی، ثبات نوری و ثبات مالشی نمونه‌های رنگی انجام خواهد شد.

۲ـ بخش تجربی

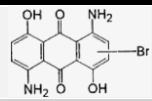
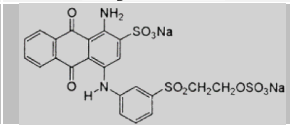
۲ـ۱ـ مواد

دراین تحقیق ازپارچه پلی‌استر- ویسکوز با ۶۵ درصد پلی استر و ۳۵ درصد ویسکوز، تراکم تاری ۴۰ در هر سانتی‌متر و تراکم پودی ۲۶ در هر سانتی‌متر، وزن گرم بر متر مربع ۱،۱۱، نمره نخ تاری ۴۰ یک لا و نمره نخ پودی ۳۰ یک لا تهیه شده از کارخانه یزدباف استفاده گردید.

مشخصات ماده رنگزاهای دیسپرس و راکتیو مورد استفاده و همچنین ساختار شیمیایی آنها در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱: مشخصات ساختاری ماده رنگزاهای استفاده شده.

Table 1: Structural characterization of used dyes.

Dye name	Dye structure	Molecular weight g/mol	Molecular formula
Disperse Blue 56		356.18	$C_{15}H_{13}BrN_2O_4$
Reactive Blue 19		626.55	$C_{22}H_{16}N_2Na_2O_{11}S_3$

سایر مواد مانند بتاسیکلودکسترین، اسید استیک ۶۰ درصد برای تنظیم pH (صنایع شیمیایی مجللی)، پراکنش کننده آنیونیک تگزامول ISN، سولفات سدیم و کربنات سدیم (شرکت قطران شیمی) برای حمام رنگرزی رنگزای راکتیو، صابون غیریونی N300 برای شستشو (اکتاواش اراک)، هیدروسولفیت سدیم و سود ۳۶ درجه بومه (شرکت قطران شیمی) برای عملیات شستشوی احیایی استفاده شده است.

۲-۲- روش کار و مشخصات دستگاه‌های مورد استفاده

۲-۲-۱- عملیات خالص‌سازی ماده رنگزای دیسپرس آبی ۵۶

ماده رنگزای دیسپرس دارای ناخالصی‌هایی مانند پراکنش‌کننده و نمک می‌باشد که برای جداسازی آن‌ها از ماده رنگزا، ۵۰ میلی‌لیتر از حلال ایزوپروپیل الکل به ماده رنگزای دیسپرس اضافه شده و سپس این محلول از کاغذ صافی عبور داده می‌شود. ماده رنگزای خالص به وسیله تبخیر از محلول جدا می‌گردد.

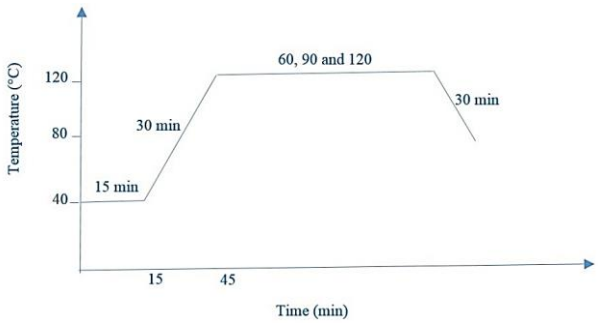
۲-۲-۲- آماده‌سازی نمونه‌های رنگی

ابتدا جزء پلی‌استر پارچه پلی‌استر- ویسکوز با روش دمای بالا (H.T.) رنگرزی شد. لازم به ذکر است که در حمام از مواد متورم‌کننده نیز به منظور نفوذ بهتر ماده رنگزای دیسپرس استفاده شده است. شکل ۱ طرحواره رنگرزی منسوج را با ماده رنگزای دیسپرس نشان می‌دهد

برای رنگرزی جزء پلی‌استر منسوج از ماده رنگزای دیسپرس آبی ۵۶ با غلظت ۰,۵ درصد (owf) و غلظت‌های مختلف دیسپرس‌کننده و بتاسیکلودکسترین در حمام رنگرزی استفاده شد (جدول ۲). برای تنظیم pH از اسید استیک ۶۰ درصد به میزان ۱۰ درصد حجمی/حجمی و نسبت وزن کالا به حجم حمام برای تمام نمونه‌ها ۴۰:۱ می‌باشد.

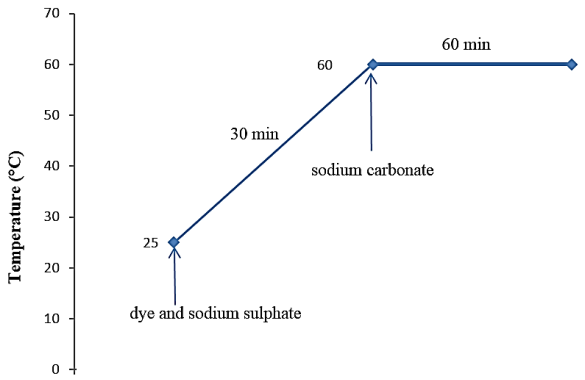
در این آزمایش، نمونه‌های موجود در سه زمان متفاوت ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه با رنگزای دیسپرس آبی۵۶ در غلظت رنگی ۰,۵ درصد رنگرزی شدند.

بعد از رنگرزی منسوج با ماده رنگزای دیسپرس، برای حذف رنگزاهای باقی‌مانده سطحی و اضافی، از عملیات شستشوی احیایی استفاده شد. این عملیات در دمای حدود ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰ دقیقه انجام شد (کربنات سدیم ۲ گرم بر لیتر و هیدروسولفیت سدیم ۲ گرم بر لیتر) [۳۲]. سپس رنگرزی جزء دوم یعنی ویسکوز با ماده رنگزاهای راکتیو انجام شد. مواد مصرفی برای حمام راکتیو شامل ۱ درصد (owf) ماده رنگزای راکتیو، کربنات سدیم (۱ گرم بر لیتر)، سولفات سدیم (۳ گرم بر لیتر) و نسبت وزن کالا به حجم محلول ۴۰:۱ می‌باشد. طرحواره رنگرزی نمونه‌ها با ماده رنگزای راکتیو در شکل ۲ نشان داده شده است [۳۳].



شکل ۱: طرحواره رنگرزی منسوج با ماده رنگزای دیسپرس آبی ۵۶.

Figure 1: Schematic of textile dyeing with Disperse Blue 56 dye.



شکل ۲: طرحواره رنگرزی جزء ویسکوز منسوج پلی‌استر-ویسکوز با ماده رنگزای راکتیو آبی ۱۹ .

Figure 2: Dyeing Schematic of viscose part of polyester-viscose fabric with Reactive Blue 19 dye.

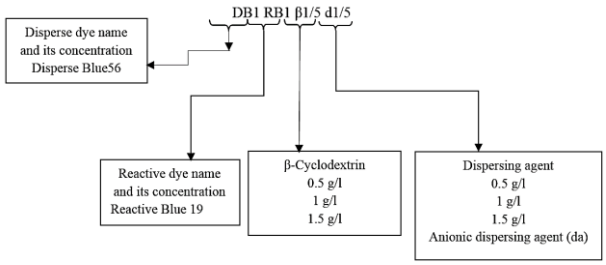
جدول ۲: رنگرزی پارچه با مقادیر مختلف بتاسیکلودکسترین و دیسپرس‌کننده در حمام رنگرزی ماده رنگزای دیسپرس.

Table 2: Fabric dyeing with different values of β-cyclodextrin and dispersing agent in disperse dye bath.

Sample Code	1	2	3	4	5	6
β-cyclodextrin (g/l)	0.5	1	1.5	-	-	-
Anionic dispersing agent (g/l)	-	-	-	0.5	1	1.5

۲ـ۳ـ کدگذاری نمونه‌ها

برای کدگذاری نمونه‌ها از روش زیر (شکل ۳) استفاده می‌شود که کد اول نشان دهنده نام ماده رنگزای دیسپرس و غلظت آن، عدد دوم نام ماده رنگزای راکتیو و غلظت آن، عدد سوم درصد بتاسیکلودکسترین و غلظت آن، عدد چهارم غلظت دیسپرس کننده و غلظت آن می‌باشد. لازم به ذکر است که به منظور مقایسه نمونه‌ها، نمونه‌ای که در حمام ماده رنگزای دیسپرس آن از بتاسیکلودکسترین و پراکنش‌کننده استفاده نشده است، به عنوان نمونه مرجع (U) در نظر گرفته شده است.



شکل ۳: روش نام‌گذاری نمونه‌ها.

Figure 3: Sample naming method

۲ـ۴ـ اندازه‌گیری قدرت رنگی

قدرت رنگی نمونه‌های رنگرزی شده با استفاده از دستگاه طیف‌سنج انعکاسی Color Eye 7000A اندازه‌گیری شد و درصد انعکاس ازطریق نمودار در طول موج بیشینه، مشخص و قدرت رنگی (K/S) از طریق رابطه کیوبلکا- مانک (رابطه ۱) محاسبه شد.

رابطه ۱ کیوبلکا-مانک

$$\frac{k}{s}=\frac{(1-R)^2}{2R} \qquad (1)$$

که K ضریب جذب رنگزا، S ضریب انتشار و R مقدار انعکاس (0-1) نمونه رنگی در طول موج بیشینه می‌باشد.

۲ـ۵ـ اندازه‌گیری ثبات شست وشویی

ثبات شست وشویی نمونه مطابق با استاندارد ISO105C03 انجام شد. ازدستگاه ثبات شست وشویی Shirley M228B/C برای تعیین ثبات رنگزا در برابر عملیات شستشویی استفاده شد. فرآیند شستشو به مدت ۳۰ دقیقه و در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد همراه با صابون غیریونی به میزان ۵ گرم برلیتر و کربنات سدیم به میزان ۲ گرم بر لیتر انجام گرفت. پس از انجام آزمایش، مقدار لکه‌گذاری رنگ برروی پارچه سفید و همچنین میزان کاهش رنگ پارچه با معیار خاکستری[1] اندازه‌گیری شد.

۲ـ۶ـ اندازه‌گیری ثبات نوری

ثبات نوری براساس استاندارد ISO105-B01 انجام می‌شود. از دستگاه ثبات نوری Shirley M237 برای تعیین ثبات نوری پارچه‌های رنگ-شده استفاده گردید. جهت تعیین ثبات رنگ در برابر نور، نیمی از نمونه رنگ‌شده را در معرض نور مصنوعی (D65/10°) و نیمی از نمونه‌ها پوشانده می‌شوند. اختلاف بین دو قسمت نمونه مورد آزمایش که در مدت زمان استاندارد ۷۲ ساعت اتفاق می‌افتد با معیار استاندارد آبی[2] مقایسه شد و به صورت عددی بین ۱ (ثبات نوری ضعیف) و ۸ (ثبات نوری عالی) گزارش شد.

۲ـ۷ـ اندازه‌گیری ثبات مالشی (خشک - مرطوب)

ثبات مالشی براساس استاندارد ISO 105-X12 انجام شد. برای انجام ثبات مالشی، دو پارچه به ابعاد ۴۰×۱۵۰ میلی‌متر مربع برش زده شدند. در هر جفت نمونه، یک پارچه در جهت تار و یک پارچه درجهت پود در دستگاه قرار گرفتند. برای ثبات مالشی مرطوب، پارچه را خیس کرده و در داخل دستگاه (Martindale abrasion tester M235) قرار می‌دهیم. دستگاه ۱۰ بار حرکت رفت و ۱۰ بار حرکت برگشت انجام می‌دهد. میزان لکه‌گذاری بر روی پارچه سفید پنبه‌ای با معیار خاکستری سنجیده می‌شود [۳۴].

۳ـ نتایج و بحث

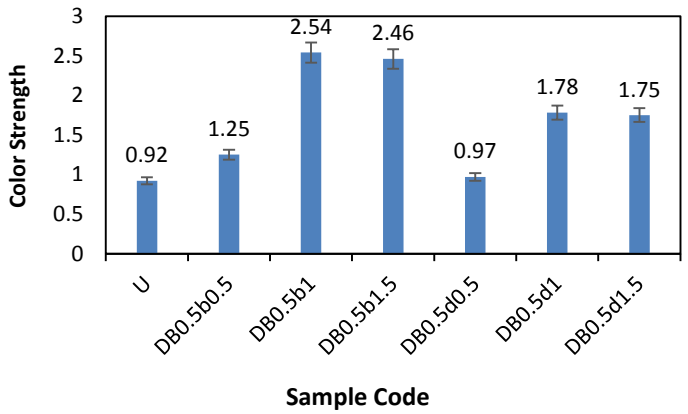
شکل ۴ تأثیر میزان غلظت بتاسیکلودکسترین و پراکنش‌کننده بر روی قدرت رنگی نمونه‌های رنگرزی‌شده با ماده رنگزای دیسپرس آبی ۵۶ را نشان می‌دهد. همان‌طور که در این شکل دیده می‌شود با افزایش غلظت پراکنش‌کننده و بتاسیکلودکسترین تا ۱ درصد، قدرت رنگی افزایش می‌یابد ولی با افزایش بیشتر این دو ماده، از قدرت رنگی نمونه-ها به میزان جزئی کاسته شده است. لازم به ذکر است که در شرایط محیطی یکسان، نمونه‌های رنگرزی‌شده با بتاسیکودکسترین دارای قدرت رنگی بالاتری می‌باشند که این خود موید استفاده از بتاسیکلودکسترین به جای پراکنش‌کننده در حمام ماده رنگزای دیسپرس می‌باشد بدون آن‌که دارای مشکلات زیست‌محیطی نیز باشد. همچنین نمونه مرجع دارای کمترین قدرت رنگی در بین نمونه‌ها می‌باشد که نشان‌دهنده تأثیر این دو ماده در جذب بیشتر ماده رنگزا توسط الیاف پلی‌استر می‌باشد. همان‌طور که بیان شد ماده بتاسیکلودکسترین دارای سطح خارجی آب‌دوست و حفره آب‌گریز می‌باشد. قسمت آب‌گریز آن می‌تواند به عنوان میزبان برای مولکول‌های ماده رنگزای آبگریز دیسپرس بوده و یک کمپلکس درهم‌جای تشکیل دهد که این کمپلکس می‌تواند با نسبت ۱:۱ یا n:۱ اتفاق بیفتد. همچنین سیکلودکسترین از تجمع نامطلوب و جذب سطحی مولکول

1-Gray Scale

2- Blue Scale

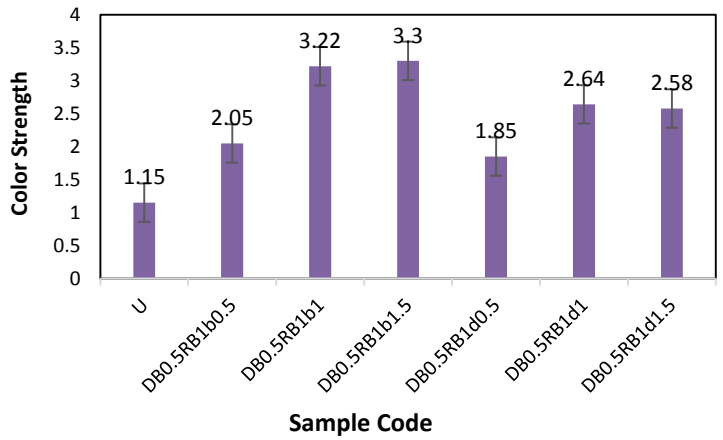
ماده رنگزا جلوگیری می‌کند [۱۲]. اندازه ذرات رنگ دیسپرس آبی ۵۶، ۳۲۶ نانومتراست. زمانی که درآب قرارمی‌گیرد ساختارش باز شده و اندازه آن ممکن است کوچک‌تر از این مقدارشود. همچنین، ماده رنگزای دیسپرس آبی ۵۶، دارای گروه هیدروکسیل می باشد که می-تواند با گروه‌های هیدروکسیل بتاسیکلودکسترین پیوند برقرارکند [۲۲]. از طرف دیگر، بتاسیکلودکسترین می‌تواند با پارچه‌ی پلی‌استر پیوند واندروالس برقرار نموده و در دمای بالا وارد پارچه شود [۱۶].

شکل ۵ تأثیر میزان غلظت بتاسیکلودکسترین و پراکنش‌کننده بر روی قدرت رنگی نمونه‌های رنگرزی‌شده با ماده رنگزای دیسپرس آبی ۵۶ و ماده رنگزای راکتیو آبی ۱۹ را نشان می‌دهد. همان‌طور که در این شکل نیز مشاهده می‌شود، بتاسیکلودکسترین و پراکنش‌کننده تأثیر مشابه‌ای بر روی قدرت رنگی نمونه‌ها داشته است. همچنین نمونه‌های عمل‌شده در حمام‌های حاوی بتاسیکلودکسترین دارای قدرت رنگی بیشتری نسبت به نمونه‌های عمل‌شده با پراکنش‌کننده و نمونه مرجع می‌باشند که می‌تواند نشان‌دهنده عملکرد بهتر بتاسیکلودکسترین در دیسپرس‌نمودن مولکول‌های ماده رنگزای دیسپرس در حمام و در نتیجه نفوذ بهتر آن بر روی پارچه‌ها باشد.



شکل ۴: تاثیر مقادیرمتفاوت بتاسیکلودکسترین و پراکنش‌کننده بر روی قدرت رنگی نمونه‌های رنگرزی شده با ماده رنگزای دیسپرس آبی۵۶ در زمان ۹۰ دقیقه .

Figure 4: Effect of different values of β-cyclodextrin and dispersing agent on the color strength of dyed samples with Disperse Blue 56 dye for 90 min.



شکل ۵: تاثیر مقادیرمتفاوت بتاسیکلودکسترین و پراکنش‌کننده بر روی قدرت رنگی نمونه های رنگرزی شده با ماده رنگزای دیسپرس آبی۵۶ در زمان ۹۰ دقیقه و ماده رنگزای راکتیو آبی ۱۹.

Figure 5: Effect of different values of β-cyclodextrin and dispersing agent on the color strength of dyed samples with Reactive Blue 19 dye for 90 min.

نکته‌ای که باید بدان توجه داشت آن است که بتاسیکلودکسترین دارای گروه‌های هیدروکسیل بر روی دیواره خارجیش می‌باشد که این گروه‌های هیدروکسیل می‌توانند با گروه‌های فعال مولکول رنگزای راکتیو واکنش داده و از جذب سریع مولکول‌های رنگزای راکتیو بر روی نمونه‌ها جلوگیری به عمل آوردند که نتیجه آن، یکنواختی بهتر نمونه‌های عمل‌شده با بتاسیکلودکسترین نسبت به نمونه‌های عمل‌شده با مواد پراکنش‌کننده و نمونه مرجع می‌باشد. همچنین سیکلودکسترین‌ها و مشتقاتشان قادر به تشکیل کمپلکس با مولکول‌های رنگزاها در محلول آبی می‌باشند که این ویژگیشان باعث می‌گردد نقش یکنواخت‌کنندگی را با تمایل به سمت رنگزا در محلول رنگرزی دارا باشند [۲۱].

جدول ۳ و ۴ به ترتیب تأثیر مقادیر مختلف بتاسیکلودکسترین و پراکنش‌کننده تجاری را بر مولفه‌های رنگی، ثبات نوری، شستشویی و مالشی نمونه‌های رنگرزی شده با ماده رنگزای دیسپرس آبی ۵۶ و نمونه‌های رنگرزی شده با ماده رنگزای دیسپرس آبی ۵۶ و ماده رنگزای راکتیو آبی ۱۹ در زمان ۹۰ دقیقه نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود با افزایش غلظت بتاسیکلودکسترین و پراکنش‌کننده تا ۱ درصد، میزان روشنایی کاهش و میزان آبی‌بودن نمونه‌ها افزایش یافته است که نشان‌دهنده میزان بهینه برای مصرف بتاسیکلودکسترین و پراکنش‌کننده در حمام رنگرزی می‌باشد. علت را می‌توان چنین توجیه نمود که با افزایش غلظت ماده بتا سیکلودکسترین و پراکنش‌کننده از یک مقدار مشخص، لیف، اشباع شده و میزان تمایل ماده رنگزا به درون لیف کاهش می‌یابد که این باعث کاهش جذب ماده رنگزا به داخل لیف و پارچه می‌گردد.

نتایج آزمون‌های ثبات، نشان می‌دهد که تمام نمونه‌های عمل شده با بتاسیکلودکسترین و دیسپرس‌کننده دارای ثبات تقریباً مشابهی می‌باشند هرچند نمونه‌های عمل‌شده با پراکنش‌کننده دارای ثبات شستشویی و مالشی کمتری می‌باشند. همچنین نمونه مرجع نیز دارای ثبات شستشویی کمتری نسبت به نمونه‌های عمل‌شده می‌باشد. بتاسیکلودکسترین به دلیل قابلیت تشکیل کمپلکس در هم‌جای با مولکول‌های ماده رنگزای دیسپرس و راکتیو می‌تواند از خروج مولکول‌های رنگزا از لیف ممانعت به عمل‌آورده و از این رو منجر به افزایش ثبات شستشویی نمونه‌های عمل‌شده با بتاسیکلودکسترین گردد.

همچنین درمورد پراکنش‌کننده، افزایش بیش ازحد مقدار دیسپرس کننده آنیونیک، باعث افزایش بارهای منفی درحمام رنگرزی شده است و به دلیل اسیدی بودن حمام، دافعه الکتریکی بین بارهای منفی پراکنش‌کننده و رنگزا به وجود می‌آید که نتیجه آن، کاهش جذب رنگ درسطح لیف می‌شود و از این رو قدرت رنگی کاهش می‌یابد.

دراین آزمایش، رنگرزی جزء پلی‌استر با ماده رنگزای دیسپرس در سه زمان ۶۰، ۹۰ و۱۲۰ دقیقه در غیاب و حضور بتاسیکلودکسترین و پراکنش‌کننده انجام شده است. جدول ۵ و ۶ تاثیر زمان رنگرزی بر قدرت رنگی نمونه‌های رنگرزی شده در حضور پراکنش‌کننده و بتاسیکلودکسترین نشان می‌دهد. نتایج نشان داد که نمونه‌های رنگرزی شده در زمان ۹۰ دقیقه با بتا سیکلودکسترین و پراکنش‌کننده جذب بالاتری نسبت به زمان ۶۰ دقیقه داشته است. همانطور که انتظار می‌رود با افزایش زمان رنگرزی، میزان جذب مولکول‌های ماده رنگزای دیسپرس بر روی الیاف پلی‌استری افزایش می‌یابد که علت آن را می‌توان بازشدن بیشتر ساختار لیف پلی‌استر و جذب بیشتر مواد رنگزا دانست. همچنین نمونه‌های رنگرزی‌شده در زمان‌های ۹۰ و ۱۲۰ دقیقه تفاوت معناداری از نظر قدرت رنگی و در نتیجه جذب رنگزا نشان نمی‌دهند.

جدول ۳: تاثیر مقادیر مختلف بتاسیکلودکسترین بر مولفه‌های رنگی، ثبات نوری، شستشویی و مالشی نمونه‌های رنگرزی شده با ماده رنگزای دیسپرس آبی ۵۶ در زمان ۹۰ دقیقه.

Table 3: Effect of different values of β-cyclodextrin on the dye coordinates, light fastness, wash fastness and rub fastness of dyed samples with Disperse Blue 56 dye for 90 min.

Sample Code	L*	a*	b*	Light fastness	Washing *fastness*	Rubber fastness	
						Wet	Dry
U	51.55	-2.44	-24.25	6-7	3	5	5
DB0.5b0.5	34.01	-2.41	-30.95	6-7	5	5	5
DB0.5b1	29.19	-4.32	-31.82	6-7	5	5	5
DB0.5b1.5	31.29	-2.83	-33.47	6-7	5	5	5
DB0.5d0.5	51.16	-3.83	-25.45	6-7	4-5	4-5	5
DB0.5d1	34.11	-2.71	-31.06	6-7	4-5	4-5	5
DB0.5d1.5	43.15	-7.61	-31.63	6-7	4-5	4-5	5

جدول ۴: تاثیر مقادیر مختلف بتاسیکلودکسترین و پراکنش‌کننده بر مولفه‌های رنگی، ثبات نوری، شستشویی و مالشی نمونه‌های رنگرزی شده با ماده رنگزای دیسپرس آبی ۵۶ در زمان ۹۰ دقیقه و ماده رنگزای راکتیو آبی ۱۹.

Table 4: Effect of different values of β-cyclodextrin on the dye coordinates, light fastness, wash fastness and rub fastness of dyed samples with Disperse Blue 56 dye for 90 min and Reactive Blue 19 dye.

Sample Code	L*	a*	Rubber fastness	Light fastness Dry	Washing fastness	Rubber fastness	
						Wet	Dry
U	50.18	-4.18	-34.65	6-7	3	5	5
DB0.5RB1b0.5	29.45	-3.44	-43.59	6-7	5	5	5
DB0.5RB1b1	27.78	-4.23	-45.78	6-7	5	5	5
DB0.5RB1b1.5	30.92	-2.38	-47.42	6-7	5	5	5
DB0.5RB1d0.5	48.98	-5.81	-35.45	6-7	5	5	5
DB0.5RB1d1	29.38	-3.27	-42.46	6-7	4-5	4-5	5
DB0.5RB1d1.5	38.55	-6.76	-43.07	6-7	4-5	4-5	5

جدول ۵: تاثیر زمان رنگرزی بر روی مولفه‌های رنگی، ثبات نوری، شستشویی و مالشی نمونه‌های رنگرزی شده با ماده رنگزای دیسپرس آبی ۵۶.

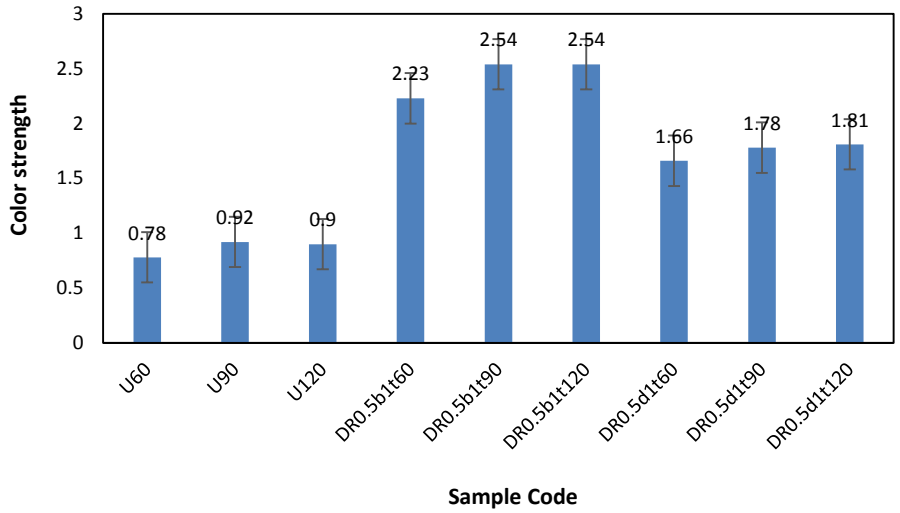
Table 5: Effect of dyeing time on the dye coordinates, light fastness, wash fastness and rub fastness of dyed samples with Disperse Blue 56 dye.

Sample Code	L*	a*	b*	Light fastness	Rubber fastness	Rubber fastness	
						Dry	Dry
U60	52.47	-2.53	-23.66	6-7	4	5	5
U90	51.51	-2.44	-24.25	6-7	4	5	5
U120	51.23	-2.44	-24.28	6-7	4	5	5
DB0.5b1t60	34.56	-4.30	-28.43	6-7	4	4-5	4-5
DB0.5b1t90	29.19	-4.32	-31.82	6-7	5	5	5
DB0.5b1t120	30.57	-2.33	-34.05	6-7	5	5	5
DB0.5d1t60	48.50	-7.81	-26.57	6-7	4-5	4-5	4-5
DB0.5d1t90	34.11	-2.71	-31.06	6-7	4-5	4-5	5
DB0.5d1t120	42.44	-6.08	-32.84	6-7	5	5	5

جدول ۶: تاثیر زمان رنگرزی بر روی مولفه‌های رنگی، ثبات نوری، شستشویی و مالشی نمونه‌های رنگرزی شده با ماده رنگزای دیسپرس آبی ۵۶ و ماده رنگزای راکتیو آبی ۱۹.

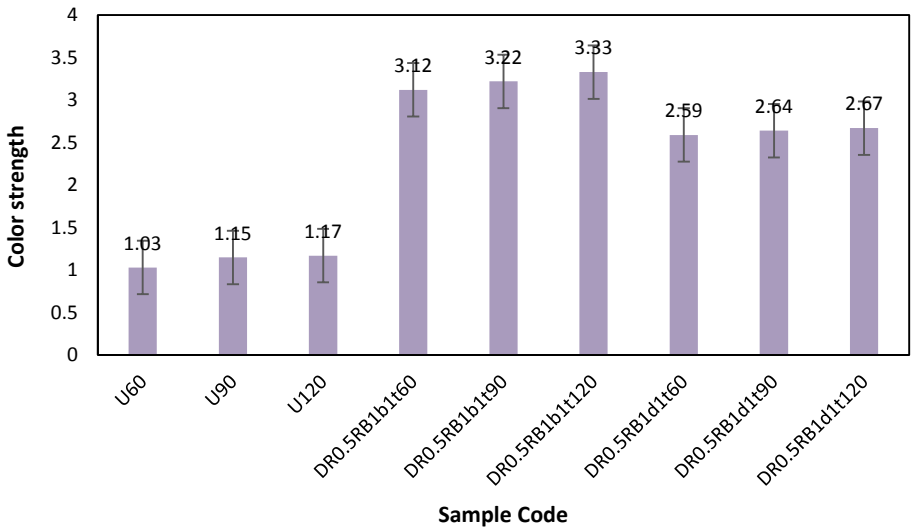
Table 6: Effect of dyeing time on the dye coordinates, light fastness, wash fastness and rub fastness of dyed samples with Disperse Blue 56 dye and Reactive Blue 19 dye.

Sample Code	L*	a*	b*	Light fastness	Rubber fastness	Rubber fastness	
						Dry	Dry
U60	51.82	-4.22	-32.14	6-7	5	5	5
U90	50.18	-4.18	-34.65	6-7	5	5	5
U120	50.08	-3.99	-35.45	6-7	5	5	5
DB0.5RB1b1t60	30.65	-4.30	-41.43	6-7	4	4-5	4-5
DB0.5RB1b1t90	27.78	-4.23	-45.78	6-7	5	5	5
DB0.5RB1b1t120	27.75	-4.33	-52.51	6-7	5	5	5
DB0.5RB1d1t60	31.53	-5.81	-38.67	6-7	4-5	4-5	5
DB0.5RB1d1t90	29.38	-3.27	-42.46	6-7	4-5	4-5	5
DB0.5RB1d1t120	28.88	-3.38	-42.64	6-7	4-5	4-5	5



شکل ۶: تاثیر زمان رنگرزی بر روی قدرت رنگی نمونه‌های رنگرزی شده با ماده رنگزای دیسپرس آبی ۵۶ درحضور بتا سیکلودکسترین و پراکنش‌کننده.

Figure 6: Effect of dyeing time on the on the color strength of dyed samples with Disperse Blue 56 dye in presence of β-cyclodextrin and dispersing agent.



شکل ۷: تاثیر زمان رنگرزی بر روی قدرت رنگی نمونه‌های رنگرزی شده با ماده رنگزای دیسپرس آبی ۵۶ و ماده رنگزای راکتیو آبی ۱۹ درحضور بتا سیکلودکسترین و پراکنش‌کننده.

Figure 7: Effect of dyeing time on the on the color strength of dyed samples with Disperse Blue 56 dye and Reactive Blue 19 dye in presence of β-cyclodextrin and dispersing agent.

همان‌طور که می‌دانید رنگرزی دیسپرس یک حبس فیزیکی رنگزا درون لیف است و هیچ‌گونه پیوند شیمیایی اتفاق نمی‌افتد. دما و زمان رنگرزی هرچه بالاتر می‌رود باعث می‌شود الیاف پلی‌استر ازهم باز شده و رنگزا بیشتر می‌تواند درون لیف نفوذ کند. همچنین جذب ماده رنگزا درحضور بتا سیکلودکسترین بهتر از پراکنش‌کننده می‌باشد که علت آن می‌تواند این باشد که حلالیت بتاسیکلودکسترین هم دردماهای بالاتر بیشتر است و توانسته است پیوندهای بیشتر با رنگ داشته باشد و همچنین نفوذ آن به داخل الیاف بیشتر شود و شاهد

جذب بالاتری از رنگ هستیم. ثبات شست وشویی، نوری و مالشی نمونه‌های رنگرزی شده در زمان ۶۰ و ۹۰ دقیقه در حضور پراکنش‌کننده نسبت به بتاسیکلودکسترین چون هنوز جذب عمیقی وجود ندارد پایین می‌باشد و فقط جذب سطحی رنگ اتفاق افتاده است و دراثر شست‌وشو و مالش از لیف جدا می‌شود.

۴ـ نتیجه‌گیری

در این پژوهش از بتاسیکلودکسترین برای اولین بار به عنوان عامل پراکنش‌کننده برای رنگرزی پارچه‌های ویسکوز-پلی‌استر استفاده شده است. استفاده از بتاسیکلودکسترین در مقایسه با پراکنش‌کننده، باعث افزایش جذب رنگ و قدرت رنگی نمونه‌ها شده است. با توجه به تحقیقات انجام‌شده، بتاسیکلودکسترین نقش گیرنده مولکول رنگزا و حبس آن به صورت فیزیکی را داشته که به صورت یک پوشش بر روی سطح پارچه عمل و از حذف مولکول‌های ماده رنگزاها بعد از شستشو جلوگیری به عمل می‌آورد. با افزایش مقدار بتاسیکلودکسترین و پراکنش‌کننده آنیونی تا غلظت ۱ درصد، قدرت رنگی و میزان جذب رنگزا بیشتر شده است ولی با افزایش بیشتر این مواد، این دو مشخصه کاهش یافته‌اند. ثبات‌های نوری، شست‌وشویی و مالشی در حضور بتاسیکلودکسترین نسبت به دیسپرس‌کننده، تفاوت قابل ملاحظه‌ای نداشته است از این رو توصیه می‌گردد که از بتاسیکلودکسترین که یک ماده دوست‌دار محیط‌زیست و زیست‌سازگار می‌باشد در حمام‌های رنگرزی رنگزاهای دیسپرس به جای دیسپرس‌کننده که معمولاً موادی سمی و سرطان‌زا بوده و خطرات زیست‌محیطی دارند، استفاده گردد.

هیچ گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.

تقدیر و تشکر

نویسنده بر خود لازم می‌داند که از دانشکده نساجی دانشگاه یزد در همکاری برای انجام آزمایش‌ها و آماده‌سازی نمونه‌ها، تقدیر و تشکر به عمل آورد.

۵ـ مراجع

1. F. M. Bezerra, M. J. Lis, H. B. Firmino, G. D. Da Silva, C. S. Valle R de, J. A. B. Valle, F. A. P. Scacchetti, A. T. Tessaro, The role of β-cyclodextrin in the textile industry—review, *molecules*, 25 (2020), 3624-3651.
2. R. Nayak, Sustainable Technologies for fashion and textiles. Woodhead Publishing, 2020, 214-215.
3. S. Fourmentin, G. Crini, E. Lichtfouse, Cyclodextrin fundamentals, reactivity and analysis, environmental chemistry for a sustainable world. Springer International Publishing AG, part of Springer Nature, 2018, 3-7.
4. E. El-Sayed, H. A. Othman, A. G. Hassabo, Cyclodextrin usage in textile industry. *J. Text. Color. Polym. Sci*. 18 (2021), 111-119.
5. Del Valle, E. M. M., Cyclodextrins and Their Uses: A Review. *Process. Biochem*. 39(2004), 1033-1046.
6. M. Shabbir, S. Ahmed, J. N. Sheikh, In frontiers of textile materials: polymers, nanomaterials, enzymes, and advanced modification techniques, Scrivener Publishing, Beverly., USA. 2020, 87-116.
7. M. Abniki, A. Moghimi, Removal and measurement of bromocresol purple dye in aqueous samples by β-cyclodextrin-modified magnetic carbon nanotube with dispersive solid-phase extraction technique. *J. Color Sci. Tech.* 15, 4(2022), 301-315. [In Persian]
8. M. Shabbir, SH. Ahmed, J. N. Sheikh, Frontiers of textile materials (polymers, nanomaterials, enzymes, and advanced modification techniques. Wiley-Scrivener, USA, 2020, 87-91.
9. Sh. Ul-Islam, B. S. Butola, The impact and prospects of green chemistry for textile technology. Woodhead Publishing, 2019, 83-87.
10. G. Crini, Review: A History of Cyclodextrins, *J. Am. Chem. Soc.*14(2014), 10940−10975.
11. P. J. Hauser, Textile dyeing. Published by InTech, 2011, 373-376.
12. M Günay, Eco-Friendly Textile dyeing and finishing, (Edi.), InTech Publisher, 2013, 53-69.
13. A. Nadi, A. Boukhriss, A. Bentis, E. Jabrane, S. Gmouh, Evolution in the surface modification of textiles: A Review, *Text. Prog*. 50(2019), 67-108.
14. C. Sodsangchan, J. Setthayanond, P. Suwanruji, Influence of monochlorotriazine-β-Cyclodextrin treatment on dyeing and fastness properties of the hot-dyeing reactive dye on cotton. *Appl. Mech. Mater*. 535(2014), 662-665.
15. L. M. T. Martínez, O. V. Kharissova, B. I. Kharisov, Handbook of Ecomaterials, Springer International Publishing, 2019,1-22
16. U. R. Bhaskara-Amrit, P. B. Agrawal, M. M. C. G. Warmoeskerken, Applications of β-Cyclodextrins in textiles. *Autex Res. J*. 11(2011), 94-101.
17. N. A. Ibrahim, Z. M. El-Sayed, H. M. Fahmy, A. G. Hassabo, M. H. Abo-Shosha, Perfume finishing of cotton/polyester fabric crosslinked with dmdheu in presence of some softeners, *Res. J. Text. Appar*. 17(2013), 58-63.
18. L. Ammayappan, J. J. Moses, An overview on application of cyclodextrins in textile product enhancement. *J. Text. Assoc*. 9(2009), 1-10.
19. B. Martel, M. Morcellet, D. Ruffin, L. Ducoroy, M. Weltrowski, Finishing of polyester fabrics with cyclodextrins and polycarboxylic acids as crosslinking agents. *J. Incl Phenom Macrocycl Chem.* 44(2002), 443-446.
20. N. Chauhan, N. Arya, N. Yadav, Application of cyclodextrins in textiles. *Int. J. Chem. Stud*. 6(2018), 2314-

2320.
21. A. Cireli, B.Yurdakul, Application of cyclodextrin to the textile dyeing and washing processes. *J. Appl. Polym. Sci.* 100(2006), 208-218.
22. Y. El -Ghoul, B. Martel, A. El Achari, Ch. Campagne, L. Razafimahefa, I. Vroman, Improved dyeability of polypropylene fabrics finished with β-cyclodextrin–citric acid polymer. *Polym. J.* 42(2010), 804-811.
23. A. Sen, A. Bhowal, S. Datta, Comparison of dyeing of polyester fibers with natural dye and biomordant. *Prog. Color Colorants Coat.* 11(2018), 165-172.
24. F. Abdelghaffar, R. A. Abdelghaffar, U. M. Rashed, H. M. Ahmed, Highly effective surface modification using plasma technologies toward green coloration of polyester fabrics. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 27(2020), 28949–28961.
25. J. Szejtli, Cyclodextrins in the textile industry, Starch. 55(2003), 191–196.
26. F. M. Bezerra, D. S. D. C. Cotre, A. Plath, H. B. Firmino, Miliane aparecida de lima4, m lis, r.b. samulewski, m.p. moises, β-Cyclodextrin: Disperse yellow 211 complexes improve coloristic intensity of polyamide dyed knits. *Text. Res. J.* 0(2011), 1–11.
27. P. Savarino, S. Parlati, R. Buscaino, P. Piccinini, I. Degani, E. Barni. Effects of additives on the dyeing of polyamide fibres. Part I: β-cyclodextrin. *Dyes Pigm*. 60(2004), 223–232.
28. P. Savarino, P. Piccinini, E. Montoneri, G. Viscardi, Effects of additives on the dyeing of nylon-6 with dyes containing hydrophobic and hydrophilic moieties. *Dyes Pigm*. 47(2000), 177–188.
29. W. C. Cromwell, K. Bystrom, M. R. Eftink, Cyclodextrin-adamantanecarboxylate inclusion complexes: Studies of the variation in cavity size. *J. Phys. Chem*. 89(1985), 326–332.
30. P. Savarino, G. Viscardi, P. Quagliotto, E. Montoneri, E. Barni, Reactivity and effects of cyclodextrins in textile dyeing. *Dyes Pigm*. 42(1999), 143-147**.**
31. F. Sahraei Ardakani, H. Bahari Moghaddam, M. Khajeh Mehrizi, S. M Bidoki, Effect of β-Cyclodextrin on Color Values and Fastness Properties of Printed Cotton/Polyester Fabrics. *J. Color Sci. Tech.* 9(2016), 287-296.
32. S. Parlati, R, Gobetto, C. Barolo, A. Arrais, R. Buscaino, C. Medana, P. Savarino, Preparation and application of a β-cyclodextrin-disperse/reactive dye complex. *J Incl Phenom Macrocycl Chem.* 57(2007), 463–470.
33. R. Carpignano, S. Parlati, P. Piccinini, P. Savarino, M. Rita De Giorgi, R. Fochi, Use of β-cyclodextrin in the dyeing of polyester with low environmental impact. *Color. Technol*. 126(2010), 201–208.
34. J. S. Park, I. S. Kim, Use of β-cyclodextrin in an antimigration coating for polyester fabric. *Color. Technol.* 129(2013), 1-5.

How to cite this article:

A. Zare, β-cyclodextrin as Dispersing Agent in the Dyeing of Polyester-viscose Fabrics. *J. Color Sci. Tech.* 16, 4(2023), 281-292.

DOR: 20.1001.1.17358779.1401.16.4.1.9