



بررسی رنگری کالای پنبه‌ای با ماده رنگزای ری اکتیو در حضور نانوذره

چکیده

پارچه پنبه‌ای معمولاً با رنگزای ری اکتیو رنگ می‌شود. در طی فرآیند رنگری، مقدار زیادی نمک برای دستیابی به رمق کشتی بیشتر رنگ از رنگری بر روی فیبر، لازم است. رنگری پارچه پنبه‌ای با رنگ‌های ری اکتیو به دلیل تخلیه حجم زیادی از پساب‌های بسیار رنگی و نمک، تأثیر زیادی در محیط زیست دارد. در این مقاله پارچه پنبه‌ای با استفاده از ماده N، N-dimethyl dodecylamine (NDDA) دی متیل دودسیل آمین به روش پد خشک اصلاح شده و سپس با رنگزای ری اکتیو رنگری شد. تغییرات پس از کاتیوناسیون و اثرات آن بر کاربرد عملی رنگ ری اکتیو، با روش‌های مختلف مشخص شد. قابلیت رنگ‌پذیری پارچه پنبه‌ای کاتیونی، با رنگزای ری اکتیو بلک دی ان، بدون حضور نمک به طور قابل ملاحظه‌ای بهبود یافت.

۱- مقدمه

با توجه به محبوبیت روزافزون رنگ‌های ری اکتیو برای رنگری پنبه، مشکلات زیست محیطی با استفاده از آنها، مورد توجه قرار گرفته است. الیاف پنبه وقتی در آب قرار می‌گیرد، به علت یونیزه شدن گروه‌های هیدروکسیل، از بار منفی برخوردار می‌شود. بنابراین در طی فرآیند رنگری، نیروی دافعه الکتریکی بین رنگزا و لیف باعث کاهش رمق کشتی رنگزا می‌گردد و برای بر طرف کردن دفع بین فیبر و رنگزا، مقادیر زیاد نمک در حمام رنگری، خصوصاً رنگ‌های ری اکتیو استفاده می‌شود. نمک کافی باعث رمق کشتی و جذب رنگزا بر سطح الیاف می‌گردد و در بعضی از رنگ‌ها، رمق کشتی و تثبیت رنگ ممکن است ۵۰٪ باشد؛ بنابراین فاضلاب، حاوی مقدار قابل توجهی رنگ و نمک است که منجر به مشکلات جدی زیست محیطی می‌شود.

مشخص شده است که اصلاح پنبه قبل از رنگری می‌تواند یک روش ساده و مؤثر در بهبود جذب رنگ فیبر، ارائه دهد و از نیاز به نمک به عنوان الکترولیت موجود در حمام رنگ، جلوگیری کند. اصلاح شیمیایی پنبه برای بهبود رنگری با رنگ‌های مستقیم، ری اکتیو، گوگردی یا خمی، بیشتر به معرفی گروه‌های کاتیونی به الیاف پنبه معطوف شده است. چنین اصلاحاتی، که معمولاً به عنوان کاتیونیزاسیون نامیده می‌شوند، با اصلاح پنبه با مواد شیمیایی کاتیونی با

وزن کم مولکولی یا با پلیمرهای کاتیونی (رزین) حاصل می‌شود. اکثر گروه‌های کاتیونی مشتق آمینه‌های کواترنر، سوم یا ثانویه هستند. در رنگری ری اکتیو پنبه کاتیون شده، رنگ‌های آنیونی با بارهای کاتیونی روی فیبر جذب می‌شوند. در نتیجه، راندمان بالاتر تثبیت و کاهش استفاده از نمک (یا بدون) ممکن است حاصل شود. اخیراً، تعدادی از رنگ‌های ری اکتیو حاوی گروه واکنش دهنده کاتیونی در ساختار آنها برای رنگری بدون نمک با رمق کشتی و تثبیت فوق العاده، به عنوان رنگ ری اکتیو کاتیونی مورد بررسی قرار گرفته است. گرچه تحقیقات زیادی در

مورد رنگری بدون نمک انجام شده است، اما مقاله‌های مروری وجود دارد که اکثر آنها فقط بر اصلاح پنبه تمرکز می‌کنند که استفاده از رنگ‌های ری اکتیو کاتیونی در

این زمینه چندان برجسته نیست.

محققان انواع مختلفی از معرف‌های کاتیونی را برای کاتیون سازی پنبه بررسی کرده‌اند. هر دو اصلاحات شیمیایی و فیزیکی پنبه با ترکیبات شامل مونومرها و پلیمرها به کار گرفته شدند. ترکیبات اپوکسی، ترکیبات کواترنر نوع کلروترازین، N متیلو کاریل آمید، کولین کلرید و غیره از جمله مونومرهایی هستند که معمولاً در اصلاح فیبر پنبه مورد استفاده قرار می‌گیرند.

پلیمرهای مصنوعی، پلی اپی کلرو هیدرین دی متیل آمین، پلیمرهای نوع پلی آمید، اپیکلروهیدرین، پلیمرهای نوع، پلی (۴-وینیل پیریدین) آمونوم کواترنر و پلیمرهای دندریتیک، و بیوپلیمر کیتوسان، نشاسته و مشتقات آنها ترکیبات معمولی هستند که در اصلاح پنبه استفاده می‌شوند. اصلاح شیمیایی پنبه، بیشتر توسط بسیاری از محققان به روش‌های مختلف مورد مطالعه قرار گرفته است، که به طور گسترده در مقالات موجود است.

بیشتر مواد شیمیایی مورد استفاده برای معرفی سایت‌های کاتیونی در پنبه، از لحاظ زیست محیطی ایمن نیستند. با این حال، با بهبود کیفی جذب رنگ بر روی پنبه در صورت عدم وجود نمک یا با افزودن نمک کم، می‌توان این مشکلات را بر طرف کرد.

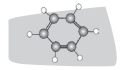
۲- تجربی

۲-۱- مواد

پارچه پنبه‌ای بافت ساده و سفیدگری شده برای این کار استفاده شده است. کربنات سدیم، اسید استیک و N، N-dimethyl dodecylamine (NDDA) از آزمایشگاهی Merck بودند. رنگزا از Reactive Black DN و کلرید سدیم NaCl از شرکت سمنان ایران و مواد پاک کننده آنیونی از Delisol Ro7 استفاده شده است.

۲-۲- اصلاح پارچه پنبه‌ای با N، N-dimethyl dodecylamine

پارچه پنبه‌ای از قبل سفیدگری شده به مدت ۱ دقیقه در محلول‌ها با غلظت



استحکام رنگ (K/S) با استفاده از طیف سنج انعکاسی با حداکثر طول موج جذب اندازه گیری شد. مقدار بالاتر K/S پارچه تیره تر را نشان می دهد و K/S پایین تر، نشان دهنده پارچه روشن تر است.

های مختلف به طور جداگانه خیس شدند (۱ گرم در لیتر، ۲ گرم در لیتر، ۳ گرم در لیتر) فرآیند پد با پیک آپ ۸۰ درصد تکمیل شد. سرانجام، پارچه پنبه ای به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۱۴۰ درجه سانتیگراد خشک شدند.

۲-۵- مشاهده مورفولوژی سطح توسط SEM

برای توصیف تغییرات مورفولوژیکی سطح، از میکروسکوپ الکترونی روبشی استفاده شد، که می تواند تأثیر فرآیند اصلاح بر روی پارچه ها را نشان بدهد.

۲-۶- اندازه گیری ثبات شست و شویی

برای اندازه گیری ثبات رنگزا در برابر شست و شوی هر یک از کالاهای رنگریزی شده، از روش استاندارد ISO 105: A 03:1995 و A-105 استفاده شد. پارچه ها در ابعاد ۴۰ × ۱۰۰ میلی متر تهیه شدند. پارچه مورد نظر در بین یک قطعه پارچه سفید پنبه ای (همجنس) و یک قطعه پارچه پشمی (غیر هم جنس) قرار داده شد و از یک سمت دوخت خورد. سپس شست و شوی با ۱ g/l صابون آنیونی و ۱ g/l کربنات سدیم در دمای ۸۰ درجه سانتی گراد به مدت ۳۰ دقیقه انجام شد. پس از اتمام شست و شوی کالاهای از حمام خارج و با آب سرد شست و شوی داده شد. پارچه ها در دمای ۱۴۰ درجه خشک شدند. تغییر رنگ و اثر لکه گذاری با معیار خاکستری مورد ارزیابی قرار گرفتند.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- بررسی تاثیر (N، N دی متیل دودسیل آمین) در جذب رنگزای ری اکتیو با غلظت مختلف نمک

در فرایند رنگریزی رملی، بیشتر مولکول های رنگ ری اکتیو به راحتی با جذب بارهای متضاد به پارچه پنبه ای اصلاح شده منتقل می شوند. بار مثبت پنبه اصلاح شده می تواند به طور موقت حرکت آنیون ها، به خصوص آنیون هیدروکسیل را محدود کند و بر این اساس هیدرولیز رنگهای ری اکتیو را کاهش دهد

بنابراین استفاده از رنگهای ری اکتیو تا حد زیادی بهبود می یابد. قابلیت افزایش رنگ پذیری پارچه اصلاح شده، احتمالاً ناشی از کاهش دافعه کولومبیک بین سطح پارچه و مولکولهای رنگ آنیونی در حضور N، N دی متیل دودسیل آمین با بار مثبت بر روی سطح است.

گروههای آمینه با بار کاتیونی ممکن است در جذب کروموسفرهای آنیونی رنگهای ری اکتیو نقش داشته باشند. توانایی بهبود رنگریزی به دلیل وجود گروه آمین موجود از N، N دی متیل دودسیل آمین است که تمایل به بهبود ساختار سلولزیک دارد.

شکل ۱ تاثیر N، N دی متیل دودسیل آمین در جذب رنگزای ری اکتیو با مقادیر مختلف نمک بر روی پارچه پنبه ای را نشان می دهد. رنگریزی بدون نمک و در حضور ۱٪ ماده آلی (N، N دی متیل دودسیل آمین) مقدار نسبتاً خوب $\sum (k/s) = 655$ را نشان داد.

۲-۳- رنگریزی ری اکتیو

در یک حمام رنگی حاوی ۸٪ Reactive Black DN با نسبت حمام ۱:۱۵، پارچه پنبه ای با دمای ۳۰ درجه سانتیگراد افزوده شد و دما در مدت ۳۰ دقیقه به ۶۰ درجه سانتیگراد افزایش یافت. سپس ۱۵ گرم در لیتر کربنات سدیم به آن اضافه شد. دمای رنگریزی به مدت ۱۰ دقیقه در ۶۰ درجه سانتیگراد نگه داشته شد، دما با شیب ۱ درجه سانتیگراد در دقیقه به ۸۰ درجه سانتیگراد افزایش یافته و رنگریزی به مدت ۹۰ دقیقه ادامه یافت. برای مقایسه، رنگریزی معمولی بر روی پارچه پنبه ای اصلاح نشده انجام شد. نمونه های رنگ شده در دمای جوش شسته شدند، سپس با محلول حاوی ۱ گرم بر لیتر مواد شوینده غیر یونی و ۱ گرم بر لیتر کربنات سدیم در ۶۰ درجه سانتیگراد به مدت ۱۵ دقیقه شستشو داده شدند و در آخر با آب سرد شستشو داده و هوا خشک شدند.

۲-۴- ارزیابی پارچه پنبه ای رنگریزی شده

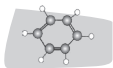
طیف سنج انعکاسی در جهت تعیین مشخصه های رنگی کالاهای رنگریزی شده مورد استفاده قرار گرفت. دستگاه طیف سنجی انعکاسی با برخورد دادن نور سفید با طیف کامل رنگی به سطح نمونه، بر اساس طیف های منعکس شده از سطح نمونه، مشخصه های رنگی کالا را ارائه می دهد. در این مقاله از دستگاه طیف سنجی انعکاسی مدل color eye7000A ساخت شرکت X-rite از کشور آمریکا، در محدوده مرئی ۴۰۰ الی ۷۰۰ نانومتر استفاده شد. مشخصات رنگی کالاها در فضای رنگی CIE Lab تحت روشنایی استاندارد D65 و مشاهده کننده ۲° اندازه گیری و ارزیابی شد.

در این فضای رنگی، L° بیانگر روشنایی، a° بیانگر قرمزی سبزی، b° بیانگر زردی-آبی، c° بیانگر خلوص رنگی و h نشان دهنده فام رنگی نمونه ها می باشد. با استفاده از رابطه ۱-۲ میزان اختلاف رنگ نمونه ها با نمونه شاهد محاسبه گردید و برای بررسی میزان تابع انعکاس نمونه ها از رابطه ۲-۲، رابطه کیوبلکا مانک استفاده شد. بدین منظور از داده های انعکاسی، مقادیر تابع انعکاس یا k/s هر یک از نمونه ها در طول موج غالب (طول موجی که حداقل انعکاس در آن نشان داده می شود) محاسبه گردید.

در این رابطه، R میزان انعکاس در هر طول موج، K ضریب جذب و S ضریب پراکندگی می باشد.

$$\Delta E^2 = (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 + (\Delta L^0)^2 \quad (1)$$

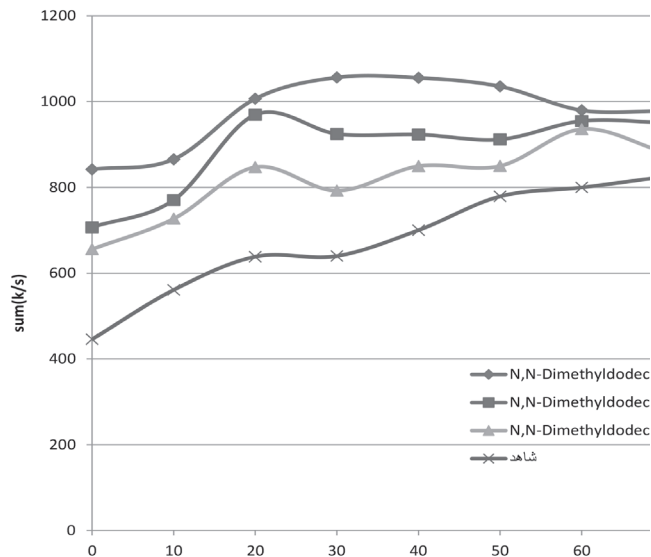
$$\frac{K}{S} = \frac{(1-R)^2}{2R} \quad (2)$$



نشان می‌دهد که این لایه مثبت ایجاد شده، به خوبی روی سطح پارچه پنبه ای منتقل شده است و نتیجه موفقیت آمیزی را در رابطه با جذب رنگزای ری اکتیو با حذف نمک و یا کاهش آن بدست آورده است.

با افزایش غلظت نمک، سرعت افزایش $\sum(k/s)$ در نمونه عمل شده، افزایش یافته است. دلیل این اتفاق را می‌توان اینگونه بیان کرد که وقتی غلظت نمک در حمام رنگرزی کم است، سایت های مثبت ایجاد شده توسط N,N دی متیل دودسیل آمین روی سطح پنبه پوشانده شده است و در نتیجه رنگزا به خوبی جذب پنبه شده است و به این ترتیب مقادیر $\sum(k/s)$ در غلظت های بالاتر نمک برای نمونه اصلاح شده بیشتر از نمونه عمل نشده می باشد و نمونه عمل شده با ۳ درصد ماده N,N دی متیل دودسیل آمین (به همراه - ۲۰ گرم در لیتر نمک مقدار $\sum(k/s)=1006.7$ گزارش شده است و نتیجه دیگر اینکه هر چه غلظت ماده N,N دی متیل دودسیل آمین بیشتر شد $\sum(k/s)$ نیز افزایش یافت و این نتیجه حاصل جذب بیشتر رنگزا بر روی کالا می باشد.

این نتایج نشان می‌دهد رنگرزی ری اکتیو در حضور ماده آلی N,N دی متیل دودسیل آمین را می‌توان بدون حضور نمک انجام داد و برای افزایش جذب بیشتر رنگزا و یا عمق رنگی بیشتر، از ۲۰ گرم بر لیتر نمک استفاده نمود. جدول ۱ مقدار $\sum(k/s)$ پارچه رنگرزی شده با ۸ درصد رنگزای ری اکتیو بلک دی ان را نشان می‌دهد.

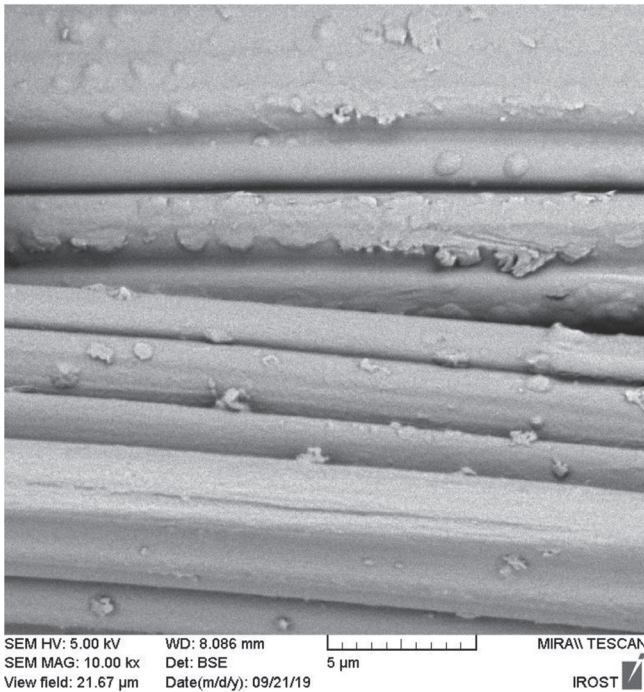
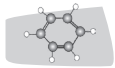


شکل ۱- تاثیر N,N دی متیل دودسیل آمین در جذب رنگزای ری اکتیو بلک دی ان بر روی پارچه پنبه ای

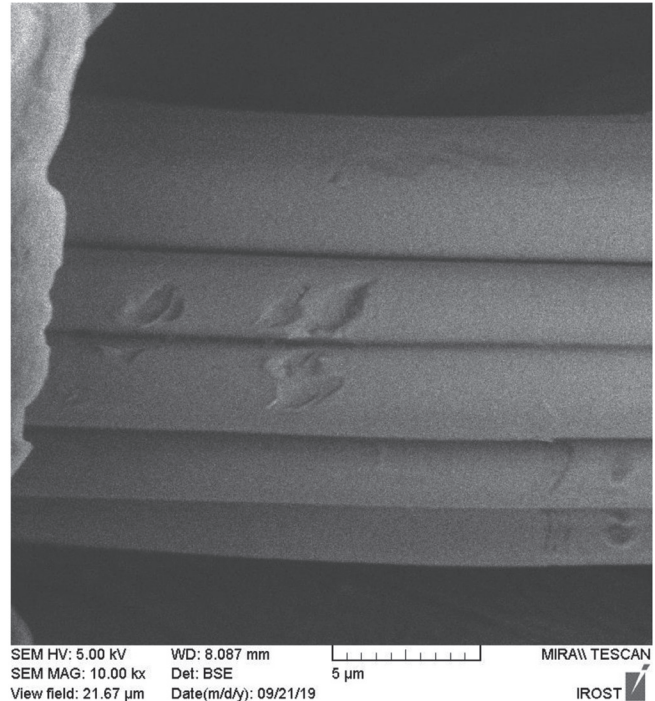
با افزایش غلظت N,N دی متیل دودسیل آمین تا ۳٪ این مقدار بدون حضور نمک به $\sum(k/s) = 842$ رسید، در حالیکه نمونه شاهد با ۱۰۰ گرم در لیتر نمک مقدار $\sum(k/s) = 868$ را ارائه داده است. نتایج بدست آمده

جدول ۳-۳- مقدار $\sum(k/s)$ پارچه پنبه ای رنگرزی شده با ۸ درصد رنگزای ری اکتیو بلک دی ان

N,N-Dimethyldodecylamine Concentration (%)	NaCl Concentration (g/l)	ΔE	Sum(k/s)
1	0	4.2	655
1	10	2.86	727
1	20	2.92	847
1	30	2.19	792
1	40	1.81	849
1	50	0.96	849
1	60	1.76	935
1	70	0.87	882
2	0	4.96	706
2	10	3.41	770
2	20	4.23	969
2	30	3.63	924
2	40	2.75	923
2	50	2.08	911
2	60	1.93	954
2	70	1.72	951
3	0	6.61	842
3	10	4.23	865
3	20	4.6	1006
3	30	4.78	1056
3	40	4.36	1055
3	50	3.02	1035
3	60	2.1	979
3	70	1.72	978



شکل ۳- پارچه پنبه‌ای سفیدگری شده و اصلاح شده و رنگریزی شده



شکل ۲- پارچه پنبه‌ای سفیدگری شده

توسط پیوند کووالانسی است زیرا هیچ رنگی از نمونه رنگ شده، خارج نمی‌شود؛ این امر از طریق ویژگی‌های ثابت نشان می‌دهد.

۴- نتیجه‌گیری

پارچه‌های پنبه‌ای با ۱،۲، ۳ گرم در لیتر ماده کاتیونی N، N دی متیل دودسیل آمین اصلاح شد. کربنات سدیم ۱۵ گرم در لیتر برای رنگریزی پنبه کاتیونی با ۸% Reactive Black DN مناسب بود. مقادیر K/S و میزان تثبیت رنگ پارچه پنبه‌ای کاتیونی رنگ شده در مقایسه با پارچه پنبه‌ای اصلاح نشده افزایش یافته است. شستشوی پارچه پنبه‌ای رنگی به ترتیب برابر و بیش از ۴-۵ درجه بود. تصاویر SEM نشان داد که مواد N، N-دی متیل دودسیل آمین به طور تصادفی توزیع و یک فیلم مداوم بر روی سطوح فیبر پنبه کاتیونی تشکیل نمی‌دهد. با استفاده از روش اصلاح پنبه، مزایای زیر مشاهده شد:

- حذف نمک به عنوان الکترولیت
- حداکثر تثبیت رنگ
- حداقل هیدرولیز رنگ
- صرفه جویی در هزینه‌های فرآیند رنگریزی
- زیست سازگار با محیط زیست

پی‌نوشت

- ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه گیلان
- ۲- عضو هیئت علمی دانشکده نساجی، دانشگاه گیلان

۳-۲- بررسی ساختار سطح پنبه با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی ساختار سطح پنبه با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی مورد بررسی قرار گرفت تا تأثیر بهبود سطح فعال کاتیونی در مورفولوژی سطح در مقیاس میکرو ارزیابی شود. شکل ۲ یک میکروگراف سطح پارچه پنبه‌ای اصلاح نشده را نشان می‌دهد که دارای سیستمی به صورت روبان و میله‌های موازی و دارای سطح صاف است.

شکل ۳ میکروگراف سطح پارچه پنبه‌ای اصلاح شده است که سطح ناصاف و خشن را نشان می‌دهد. با توجه به میکروگراف‌های الیاف اصلاح شده می‌توان نتیجه گرفت که هیچ تغییر اساسی در مورفولوژی سطح وجود ندارد. و واضح است که ماده آلی سطح پارچه پنبه‌ای را پوشانده شده است و ماده N، N دی متیل دودسیل آمین در سطح فیبر پنبه اصلاح شده وجود دارد.

۳-۳- ارزیابی ثابت شست و شویی نهایی پارچه پنبه‌ای رنگریزی شده برای اندازه‌گیری ثابت شست و شویی پارچه‌های رنگریزی شده از روش استاندارد، استفاده شد. پس از پایان شست‌وشوی و خشک کردن نمونه‌ها با مقیاس خاکستری (grey scale) و میزان لکه‌گذاری روی نمونه‌های همجنس و غیر همجنس ارزیابی شد.

در مقیاس خاکستری و لکه‌گذاری عدد ۱ نشان دهنده کمترین ثابت و عدد ۵ نشان دهنده بالاترین ثابت می‌باشد. طی تحقیقات انجام شده، پارچه پنبه‌ای اصلاح شده و رنگریزی شده با رنگزای ری‌اکتیو بلک دی ان، ثابت شست‌وشویی ۵ را نشان داد.

بنابراین اتصال مولکول‌های رنگی بر روی بستر پارچه پنبه‌ای اصلاح شده