شیمی نساجی

روشی جدید جهت پاکسازی پارچه های پلی استر رنگرزی شده بوسیله سطح فعال های دوقلوی کاتیونی

مترجم: عباس حاجی پور

در این مطالعه، عملیاتی جدید با استفاده از سطح فعال های کاتیونی جهت حذف رنگزاهای رسوب کرده دیسپرش از پارچه پلی استری به عنوان راهکاری برای فرآیند شستشوی احیائی متداول پیشنهاد شده است. بدین منظور، دو دسیل تری متیل آمونیوم برمید و دو سطح فعال دوقلوی کاتیونی (۱۲-٤-۱۲ و ۱٤-٤-۱٤) بررسی شدند و شرایط عمل بهینه با استفاده از طراحی کامپوزیت مرکزی بدست آورده شد. نتایج نشان داد که سطح فعال های دوقلوی کاتیونی می توانند به عنوان بهترین گزینه جهت حذف رنگزاهای دیسپرس رسوب کرده از پارچه های پلی استر مورد توجه باشند. این نتایج بوسیله نتایج تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی، خواص ثباتی و اسپکتروفتومتری تائید شدند.

مقدمه

پلی استر یکی از الیاف اصلی است که کاربرد وسیعی در صنعت نساجی دارد. الیاف پلی استر تقریبا، منحصرا با استفاده از رنگزاهای راکتیو رنگرزی می شوند. برای رنگرزی الیاف پلی استر با رنگزاهای دیسپرس، عملیات معمول انجام شده، شستشویی احیائی می باشد، بطوریکه لیف رنگرزی شده در حمام احیائی قوی با استفاده از یک دترجنیت آنیونیک یا نانیونیک حاوی هیدروکسید سدیم و دی تیونات سدیم در دمای ۷۰ تا ۸۰ درجه سانتیگراد برای مدت ۲۰ تا ۳۰ دقیقه عمل می شود. فرآیند شستشوی احیائی، هر رنگزای باقیمانده بر روی سطح الیاف را حذف می کند. این عمل می تواند خواص ثباتی الیاف رنگرزی شده از قبیل ثبات های شستشویی، سایشی و نوری را بهبود بخشد. بعلاوه، درخشندگی افزایش می یابد. با این حال، زمانیکه شستشوی احیائی در حالت رنگزاهای دیسپرس آزو استفاده می شوند، اتصال جانبی آزو شکسته می شود و آمین های آروماتیک می توانند آزاد شوند (شماتیک ۱). این آمین ها می توانند سرطانزا باشند. علاوه بر این، استفاده از دی تیونات سدیم جهت انجام شستشوی احیائی می تواند سبب افزایش نیاز زیستی به اکسیژن (BOD) در پساب ها شود. بنابراین، هزینه های تصفیه پساب افزایش خواهد یافت.

$$Ar - N{=}N - Ar' \xrightarrow{Na_2S_2O_4} Ar\text{-}NH_2 + Ar'\text{-}NH_2$$

شماتیک ۱. تخریب رنگزای آزو بوسیله فرایند شستشوی احیایی

اخیرا، تعداد زیادی مقاله وجود دارد که جایگزینی فرآیند شستشوی احیائی با برخی پیشنهادات را گازش کرده اند. روش شستشوی احیائی می تواند بوسیله سنتز رنگزاهای دیسپرس منو آزو قابل شستشو با قلیا جایگزین شوند. این رنگزا های بر پایه گروه های فلوئور سولفونیل، استر، فتال آمید و تیوفنف در محیط قلیایی هیدرولیز می شوند. بنابراین، نیازی به هامل شستشو احیائی برای پارچه های رنگرزی شده با چنین ترکیباتی وجود ندارد. با این حال، این روش به ساختارهای شیمیایی فضایی رنگزاهای استفاده شده بستگی دارد و در نتیجه کاربرد آن برای تمام پارچه های پلی استر رنگرزی شده تائید نمی شود.

سطح فعال های دوقلوی کاتیونی، عموما به عنوان دترجنت استفاده می شوند. عموما، این سطح فعال ها خواص منحصر به فردی از قبیل ر کمتر، فعالیت ضد باکتری خوب، و حل شوندگی، تر شوندگی و دیسپرس شوندگی بهتر نسبت به سطح فعال های کاتیونی عادی نشان می دهند. سطح فعال های دو قلوی کاتیونی از دو بخش آمفی فیل متصل شده در سطح مشابه یا در مجاورت گروه های انتهایی بوسیله یک گروه فضاگیر ساخته می شوند. در پژوهش قبل، حلالیت دو رنگزای دیسپرس مشتق شده از N–آلکیل و N–گربوکسیلیک اسید نفتال ایمید ها در حضور DTAB و دو سطح فعال دوقلوی کاتیونی (۱۲-۴-۱۲ و ۱۴-۴-۱۴) گزارش شد. نتایج افزایش در حل شوندگی رنگزاهای دیسپرس در آب حاوی سطح فعال های دوقلوی کاتیونی را نشان می دهند. هدف این مطالعه، بررسی تاثیر سطح فعال های دوقلوی کاتیونی بر روی حذف ذرات رنگزا باقیمانده بر روی سطح لیف پس از رنگرزی می باشد. برای انجام این هدف، چندین حمام با شرایط مختلف جهت شستشوی پارچه های رنگرزی شده تهیه شد و تاثیر زمان، دما و غلظت سطح فعال کایتونی بر روی حذف ذرات رنگزای رسوب کرده بررسی شد. روش طراحی

کامپوزیت مرکزی (CCD) روش سطح پاسخ جهت بررسی رابطه های بین متغیرهای توضیحی (مستقل) و متغیر پاسخ بکار برده شد.

بخش تجربی

مواد و دستگاه ها

N،N–دی متیل تترا دسیلامین، اتانول، اتیل استات، ۱، –۴دی برمو بوتان، N، N–دی متیل دو دسیلامین، دو دسیل تری متیل آمونیوم برمید (DTAB)، سدیم دی تیونیت و هیدروکسید سدیم از شرکت های Merck، Fluka و Acros خریداری شدند.

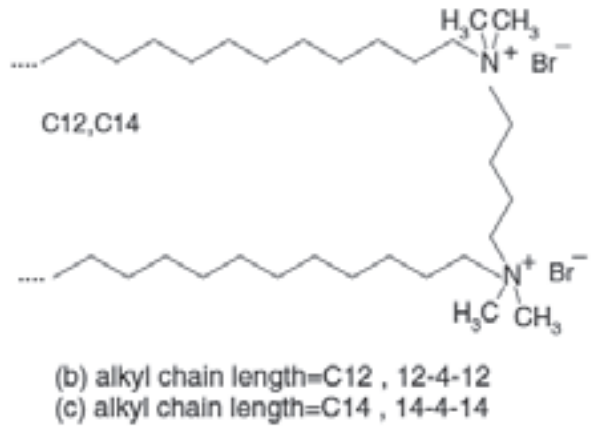
Dispertan MF و Dianix Blue AM-2G از Dystar تهیه شدند. Fanta-gen Red BSN و Serilene Brown 2B-LSN به ترتیب از Farbchemie Braun و Yorkshire group تهیه شدند. در ادامه این رنگزاها به صورت ساده آبی (Blue)، قرمز (Red) و قهوه ای (Brown) نامیده می شوند. پارچه های پلی استر (w.p.i: 42 و c.p.i: 35) در تمام این بررسی مورد استفاده قرار گرفتند. رنگرزی پارچه های پلی استری در یک ماشین رنگرزی آزمایشگاهی مادون قرمز (Rossari Co.) در نسبت حجمی ۱:۳۰ (حجم محلول رنگزا به وزن پارچه پلی استر) انجام شد. پارچه های رنگرزی شده در بشر شسته شدند. غلظت ذرات رنگزا حذف شده از پارچه های رنگرزی شده بر روی اسپکتروفتومتر پرتو مضاعف Cecil ۹,۲۰۰ اندازه گیری شد.

سنتز سطح فعال های دوقلوی کاتیونی

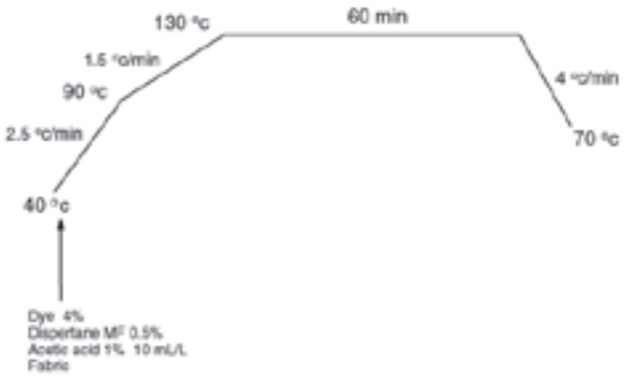
جهت سنتز سطح فعال های دوقلوی آنیونی نوع ۱۲-۴-۱۲ و ۱۴-۴-۱۴، ۱، –۴دی برمو بوتان به صورت قطره ای به محلول هم زده شده به ترتیب N،N–دی متیل دو دسیلامین و N،N–دی متیل تترا دسیلامین اضافه شد. روش سنتز سطح فعال های دوقلوی کاتیونی به جزئیات در مجله های دیگر گزارش شده است. ساختارهای شیمیایی سطح فعال های دوقلوی کاتیونی در شکل ۱ نشان داده شده است.

رنگرزی الیاف پلی استر با استفاده از رنگزاهای دیسپرس

همانطور که در شکل ۲ نشان داده است، روش دمای بالا (HT) جهت رنگرزی پارچه های پلی استر در محیط آبی با استفاده از سه رنگزای دیسپرس از قبیل



شکل۱. ساختار شیمیایی دو سطح فعال دوقلوی کاتیونی



شکل۲. رنگرزی پلی استر با ۳ رنگزای دیسپرس با استفاده از روش دمای بالا

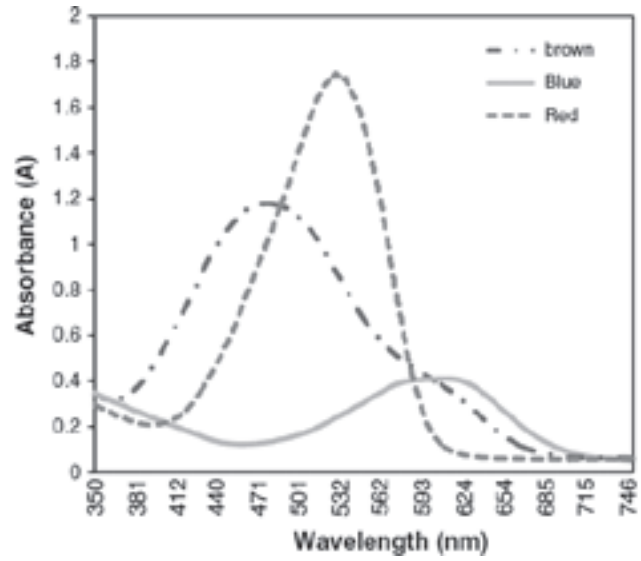
آبی، قرمز و قهوه ای در شید عمق ۴٪ نسبت به وزن پارچه رنگرزی بکار رفته شده است. حمام های رنگزا متشکل از اسید استیک ۱٪ (۱۰ میلی لیتر بر لیتر)، رنگزا (۴٪) و Dispertan MF (۰/۵ ٪) (نسبت به وزن پارچه) می باشد. در این روش، رنگرزی بوسیله افزایش دمای حمام رنگزا از ۴۰ درجه سانتیگراد به ۹۰ درجه سانتیگراد (۵/۲ درجه سانتیگراد بر دقیقه) و سپس افزایش از ۹۰ تا ۱۳۰ درجه سانتیگراد (۵/۱ درجه سانتیگراد بر دقیقه)، نگهداری در این دما برای مدت ۶۰ دقیقه، و سرد کردن تا دمای ۷۰ درجه سانتیگراد در نرخ ۴ درجه سانتیگراد بر دقیقه انجام شد.

طیف های جذبی رنگزاها و تعیین طول موج حداکثر

طیف های جذبی رنگزاها در استون بدست آورده شد. برایی منظور، ۴ محلول با غلظت های مختلف رنگزاها در استون تهیه شد و طول موج حداکثر رنگزا و منحنی کالیبراسیون آنها بدست آورده شد. طیف های جذبی رنگزاها در استون در شکل ۳ نشان داده شده است.

شستشوی نمونه های رنگرزی شد و اندازه گیری عملکرد پاکسازی

پس از رنگرزی پارچه پلی استر بوسیله ۳ رنگزای دیسپرس، پارچه های پلی



شکل۳. طیف جذبی رنگزای دیسپرس در استون

جدول ۱. طراحی آزمایش شرایط شستشو بوسیله CCD و جذب محلول خارج شده از پارچه های شسته شده

No	A: [S] (g/L)	B: T (°C)	C: t (min)	R1: absorbance								
				D-R	D-Bl	D-Br	12-R	12-Bl	12-Br	14-R	14-Bl	14-Br
1	0.5	30	15	0.599	0.352	0.352	0.584	0.268	0.321	0.517	0.283	0.266
2	3.5	30	15	0.541	0.284	0.321	0.565	0.242	0.357	0.482	0.227	0.276
3	0.5	90	15	0.570	0.278	0.299	0.558	0.217	0.280	0.489	0.228	0.253
4	3.5	90	15	0.559	0.281	0.275	0.427	0.181	0.213	0.389	0.202	0.216
5	0.5	30	45	0.587	0.357	0.349	0.569	0.310	0.330	0.521	0.278	0.283
6	3.5	30	45	0.597	0.256	0.297	0.572	0.230	0.327	0.488	0.215	0.269
7	0.5	90	45	0.571	0.320	0.283	0.561	0.291	0.283	0.425	0.229	0.251
8	3.5	90	45	0.555	0.307	0.254	0.421	0.185	0.231	0.338	0.184	0.182
9	0.5	60	30	0.589	0.320	0.337	0.588	0.214	0.335	0.434	0.250	0.274
10	3.5	60	30	0.574	0.297	0.315	0.438	0.209	0.312	0.429	0.194	0.272
11	2	30	30	0.532	0.342	0.354	0.543	0.293	0.324	0.540	0.239	0.274
12	2	90	30	0.572	0.296	0.295	0.427	0.221	0.230	0.392	0.190	0.208
13	2	60	15	0.602	0.288	0.385	0.515	0.254	0.301	0.432	0.219	0.256
14	2	60	45	0.603	0.282	0.339	0.529	0.173	0.316	0.438	0.211	0.246
15	2	60	30	0.581	0.297	0.327	0.521	0.205	0.297	0.427	0.201	0.249

ایتـر در محلـول آبـی حـاوی سـدیم دی تیونـات (۳ گـرم بـر لیتـر)، هیدروکسـید سـدیم (۲ گـرم بـر لیتـر) و دترجنـت (۱ گـرم بـر لیتـر) در دمـای ۸۰ درجه سـانتیگراد بـرای مـدت ۲۰ دقیقـه با اسـتفاده از نسـبت حجمـی ۱:۳۰ شستشـوی احیائی شـدند، سـپس بـه طـور کامـل بـا اسـتفاده از آب سـرد آبکشـی شـدند. نمونـه های دیگـر در محلـول آبـی حـاوی DTAB و سـطح فعـال هـای دوقلوی کاتیونی آبکشـی شـدند. طراحـی کامپوزیـت مرکـزی بـه منظـور معرفـی مـدل هـای چنـد جملـه ای درجـه دوم مربوطـه و شـرایط بهینـه شستشـو انجـام شـد. غلظت سـطح فعـال، دمـا و زمان شستشـو بـه عنـوان متغیرهـای توضیحـی (مسـتقل) در نظـر گرفتـه شـدند و متغیـر پاسـخ، جـذب رنگـزای دیسـپرس در پسـاب شستشـو در اسـتون بـه عنوان شـاخص کارائـی حـذف ذرات رنگـزای رسـوب کـرده بـود. ۴۵ آزمایـش بـر روی هـر رنگـزا انجـام شـد (جـدول ۱).

A:غلظـت سـطح فعـال، B: دمـای شستشـو، C: زمـان شستشـو، D-R: پارچه های پلـی استـر رنگـرزی شـده بـا قرمـز کـه بـا DTAB شستشـو شـده انـد، D-Bl: پارچـه هـای پلـی اسـتر رنگـرزی شـده بـا آبـی کـه بـا DTAB شستشـو شـده انـد، D-Br: پارچـه هـای پلـی اسـتر رنگـرزی شـده بـا قهـوه ای کـه بـا DTAB شستشـو شـده انـد، 12-R: پارچـه هـای پلـی اسـتر رنگـرزی شـده بـا قرمـز کـه بـا ۱۲-۴-۱۲شستشـو شـده انـد، 12-Bl: پارچـه هـای پلـی اسـتر رنگـرزی شـده بـا آبـی کـه بـا ۱۲-۴-۱۲شستشـو شـده انـد، 12-Br: پارچـه هـای پلـی اسـتر رنگرزی شـده بـا قهـوه ای کـه بـا ۱۲-۴-۱۲ شستشـو شـده انـد، 14-R: پارچه‌هـای پلـی اسـتر رنگـرزی شـده بـا قرمـز کـه بـا ۱۴-۴-۱۴ شستشـو شـده انـد، 14-Bl: پارچه‌هـای پلـی اسـتر رنگـرزی شـده بـا آبـی کـه بـا ۱۴-۴-۱۴ شستشـو شـده انـد، 14-Br: پارچـه هـای پلـی اسـتر رنگـرزی شـده بـا قهـوه ای کـه بـا ۱۴-۴-۱۴ شستشـو شـده انـد.

جهـت شستشـو، نمونـه هـا در ارلـن مایـر حـاوی سـطح فعـال هـای مختلـف قـرار داده شـدند. سـپس، پارچـه هـا در ابتـدا در آب گـرم و سـپس در آب جـاری سـرد آبکشـی شـدند، و در نهایـت در دمـای محیـط (جـدول ۱) خشـک شـدند.

روش اسـپکتروفتومتریک جهـت تعییـن عملکرد سیسـتم های شستشـوی پیشـنهاد شـده اسـتفاده شـد. بدیـن منظـور، پارچـه هـای آبکشـی شـده (۲/۰ گـرم) در ارلـن مایـر ۵۰ میلـی لیتـر حـاوی ۱ میلـی لیتـر اسـوت قـرار داده شـد و بـرای مـدت ۱۵ دقیقـه در دمـای اتـاق جهـت خـارج سـازی رنگزاهـای دیسـپرس رسـوب کـرده بـر روی پارچـه هـای پلـی اسـتری رنگـرزی شـده، تـکان داده شـد. جـذب هـر محلـول اسـتخراج شـده در اسـتون در طـول مـوج حداکثر جـذب با اسـتفاده از اسـپکتروفتومتر مناسـب تعیین شـد.

نتایج و بحث

رنگزاهـای دیسـپرس جهـت رنگـرزی الیـاف پلـی اسـتری بـکار بـرده شـدند. حـل شـوندگی ایـن رنگزاهـا در آب بسـیار کـم مـی باشـد. بنابرایـن، برخـی رنگزاهـای دیسـپرس خـاص مـی تواننـد بـر روی سـطح لیـف پـس از آنکـه فرآینـد رنگـرزی تمـام شـد، رسـوب کننـد. ایـن آلودگـی سـطحی مـی توانـد براقیـت شـید و خـواص ثباتـی را کاهـش دهـد. روش جدیـد جهـت حـذف رنگزاهـای رسـوب کـرده، عمـل بـا محلـول هـای حـاوی سـطح فعـال هـای کاتیونیـک مـی باشـد. در ایـن پژوهـش، ۳ رنگـزای دیسـپرس بـر روی پارچـه هـای پلـی اسـتر تـا عمـق شـید ۴٪ بـر اسـاس وزن پارچـه بـکار بـرده شـدند. سـپس، تمـام پارچـه هـای رنگـرزی شـده بـا محلـول آبـی حـاوی هیدروکسـید سـدیم و سـطح فعـال هـای مختلـف کاتیونـی آبکشـی شـدند. جهـت تعییـن شـرایط بهینـه شستشـو، طراحـی آزمایشـی بـا نـام CCD انجـام شـد. نتایـج نشـان مـی دهـد کـه سـطح فعـال بـا ۱۴-۴-۱۴ موثـر تـر از DTAB جهـت حـذف ذرات رنگـزای رسـوب کـرده از نمونـه هـا مـی باشـد. ایـن نتایـج مـی توانـد بـه حـل شـوندگی بهتـر رنگزاهـای دیسـپرس در آب حـاوی غلظـت هـای مختلـف سـطح فعـال، زمـان هـای شستشـو و دماهـای شستشـو مربـوط باشـد. ۴۵ آزمایـش بـر روی هـر رنگـزا انجـام شـد. بـرای ایـن منظـور، مـا در ابتـدا رنگزاهـای رسـوب کـرده از سـطح پارچـه را بـا اسـتفاده از اسـتون بـه عنـوان

حلال حارج کردیم. سپس غلظت محلول های استخراج شده بوسیله اسپکتروفتومتر تعیین شد. پارچه های رنگرزی شده بر طبق جدول ۱ شسته شدند. پس از آن، هر پارچه پاکسازی شده با استون در دمای اتاق عمل شد و جذب های محلول ها در طول موج حداکثر رنگزاها بوسیله اسپکتروفتومتر اندازه گیری شد. تحت بهترین شرایط (جدول ۱)، مقادیر جذب یا غلظت رنگزا در محلول های استخراج شده از پارچه ای شسته شده با سطح فعال دوقلوی کاتیونی ۱۴-۴-۱۴ برای رنگزاهای قرمز، آبی و قهوه ای به ترتیب ۰/۳۳۸، ۰/۱۸۴ و ۰/۱۸۲ بود. در حالیکه، این مقادیر برای محلول های استخراج شده از پارچه های شسته شده با استفاده از ۰/۲۵۶، ۰/۵۳۲، DTAB و ۰/۲۵۴ بود. نتایج مشابه برای ۳ رنگزای دیسپرس آزمایش شده بدست آورده شد. بنابراین، نمونه ها با سطح فعال ۱۴-۴-۱۴ شسته ششدند. بعلاوه، سطح فعال های دوقلوی کاتیونی ، CMC بسیار کم و قدرت شویندگی خوب دارند. حل شوندگی رنگزاهای دیسپرس در محلول های آبی حاوی سطح فعال های دوقلوی کاتیونی بسیار بیشتر بود. حل شوندگی قابل توجه رنگزاهای دیسپرس در محیط آبی حاوی سطح فعال ۱۴-۴-۱۴ منجر به حذف رنگزاهای رسوب کرده بر روی پارچه ها می شود. با این حال، دما و غلظت سطح فعال، جهت حذف کارآمد رنگزاهای رسوب کرده از پارچه ها بسیار مهم بودند.

به منظور بررسی تاثیر فاکتورهای مختلف و تاثیر متقابل آنها بر روی پاسخ و ارزیابی مدل، مقدار α، ۰/۰۵ در نظر گرفته شد. اگر مقدار P، کوچکتر از مقدار α باشد، فاکتور و بر همکنش آن بر روی پاسخ موثر می باشد. جدول ۲ نتایج تجزیه و تحلیل واریانس برای نتایج پارچه های پلی استری رنگرزی شده با قرمز و شسته شده با DTAB را نشان می دهد. نتایج نشان می دهد که داده ها هیچ مدلی را برازش نمی کنند؛ این به این دلیل بود که DTAB نمی تواند ذرات رنگزا را از سطح پارچه ها حذف کند. در حالت رنگزای آبی، غلظت DTAB و تاثیر متقابل آن با دما (مقادیر P، به ترتیب ۰/۰۰۱۷ و ۰/۰۰۳ می باشند)، تاثیر چشمگیری بر روی حذف رنگزای رسوب کرده بر روی پارچه ها (جدول ۲) را نشان داد، در حالیکه، دما، زمان و تاثیر متقابل آنها (مقادیر P ، ۰/۲۱۰۱، ۰/۱۹۸۹ و ۰/۲۸۴۹ می باشند) کمتر موثر بودند. جدول ۲ نشان می دهد که مقدار P غلظت سطح فعال و تاثیر متقابل غلظت سطح فعال و دما، در حذف رنگزاهای رسوب کرده (مقدار P، ۰/۰۰۱۷ و ۰/۰۰۳

جدول۲. داده های تجزیه و تحلیل واریانس برای پارچه های پلی استر با (a) قرمز،(b) آبی، (c)قهوه ای که با DTAB شستشو شده اند

Source	Sum of squares	DF	Mean square	*F* value	*P* value
(*a*)					
Mean vs total	4.9743	1	4.9743		
Linear vs mean	0.0009	3	0.0003	0.66	0.5935
2FI vs linear	0.0006	3	0.0002	0.3675	0.7786
Quadratic vs 2FI	0.0027	3	0.0009	2.2932	0.1954
Cubic vs quadratic	0.0019	4	0.0004	3,614.327	0.0125
Residual	1.36E−07	1	1.36E−07		
Total	4.9806	15	0.332		
(*b*)					
Model	0.0118	5	0.0023	8.1304	0.0037
A-Surfact.	0.0056	1	0.0056	19.3651	0.0017
B-Temp.	0.0005	1	0.0005	1.8218	0.2101
C-Time	0.0005	1	0.0005	1.923	0.1989
AB	0.0047	1	0.0047	16.2496	0.003
BC	0.0003	1	0.0003	1.2927	0.2849
Residual	0.0026	9	0.0002		
Cor total	0.0145	14			
(*c*)					
Model	0.016	6	0.0026	17.6986	0.0003
A-Surfact.	0.0024	1	0.0024	16.4833	0.0036
B-Temp.	0.0071	1	0.0071	47.0709	0.0001
C-Time	0.0012	1	0.0012	7.9894	0.0223
A^2	0.0016	1	0.0016	10.8965	0.0108
B^2	0.0018	1	0.0018	12.2251	0.0081
C^2	0.0002	1	0.0002	1.9318	0.202
Residual	0.0012	8	0.0001		
Cor total	0.0172	14			

جدول۳.داده های تجزیه و تحلیل واریانس برای پارچه های پلی استر با (a) قرمز، (b) آبی،(c) قهوه ای که با ۱۲-٤-۱۲شستشو شده اند

Source	Sum of squares	DF	Mean square	*F* value	*P* value
(*a*)					
Model	0.0383	3	0.0127	9.3528	0.0023
A-Surfact.	0.01909	1	0.019	13.9648	0.0033
B-Temp.	0.0192	1	0.0192	14.0929	0.0032
C-Time	9.00E−07	1	9.00E−07	0.0006	0.98
Residual	0.015	11	0.0013		
Cor total	0.0534	14			
(*b*)					
Model	0.0118	5	0.0023	48.6992	<0.0001
A-Surfact.	0.006	1	0.006	124.3763	<0.0001
B-Temp.	0.0043	1	0.0043	89.7759	<0.0001
C-Time	0.0001	1	0.0001	3.6254	0.0893
AB	0.0002	1	0.0002	5.9191	0.0378
A^2	0.0009	1	0.0009	19.799	0.0016
Residual	0.0004	9	4.87E−05		
Cor total	0.0122	14			
(*c*)					
Model	0.0244	6	0.004	36.1785	<0.0001
A-Surfact.	0.0011	1	0.0011	10.5587	0.0117
B-Temp.	0.0178	1	0.0178	158.2642	<0.0001
C-Time	2.25E−05	1	2.25E−05	0.1999	0.6666
AB	0.0028	1	0.0028	25.6658	0.001
A^2	0.0008	1	0.0008	7.2519	0.0274
B^2	0.0024	1	0.0024	21.5503	0.0017
Residual	0.0009	8	0.0001		
Cor total	0.0253	14			

مـی باشـند) بسـیار موثـر بودنـد. در حالیکـه دمـا، زمـان و تاثیـر متقابـل آنهـا تاثیـر چشـمگیری (مقادیـرP، ۰/۲۱۰۱، ۰/۱۹۸۹ و ۰/۲۸۴۹ بودنـد) نداشـتند. رابطـه جهـت تعییـن شـرایط بهینـه آزمایـش و مـدل هـای سـطح پاسـخ بـرای حـذف رنگزاهـای رسـوب کـرده بـر روی پارچـه هـا، رابطـه ۱ مـی باشـد:

$$A(\text{DTAB/BLUE}) = 0.43 - 0.05[S] - 1.78E - 3T - 4.17E - 4t + 5.42E - 4[S]T + 1.53E - 5T \times t \quad (1)$$

بطوریکه A، جذب، [S] غلظت سطح فعال، T دما، و t زمان می باشد.
در حالـت رنگـزای قهـوه ای، دمـا و غلظـت DTAB (مقادیـر P، بـه ترتیـب ۰/۰۰۰۱ و ۰/۰۰۳۶ مـی باشـند) در حـذف ذرات رنگـزای جـذب شـده از پارچـه هـا موثـر تـر بودنـد، امـا زمـان عملیـات کمتـر موثـر بـود (رابطـه ۲ و جـدول ۲).

$$A(\text{DTAB/BROWN}) = 0.33 + 0.03[S] + 2.69E - 3T - 3.58E - 3t + 0.01[S]^2 - 2.98E - 5T^2 + 4.74E - 5t^2 \quad (2)$$

نتایـج تجزیـه و تحلیـل واریانـس بـرای داده هـای پارچـه هـای رنگـرزی شـده شسـته شـده بـا سـطح فعـال هـای ۱۲-۴-۱۲ (جـدول ۳) و ۱۴-۴-۱۴ نشـان داد کـه غلظـت سـطح فعـال و دمـا عملیـات و تاثیـر متقابـل آنهـا، بیشـترین تاثیـر را بـر روی حـذف رنگزاهـای دیسـپرس رسـوب کـرده از سـطح پارچـه داشـتند. نتایـج مشـابه بـرای نمونـه هـای رنگـرزی شـده بـا تمـام رنگزاهـا بدسـت آورده شـد. روابـط جهـت تعیـن شـرایط بهینـه آزمایـش . مـدل هـای سـطح پاسـخ بـرای ۳ پارچـه رنگـرزی شـده شسـته شـده بـا دو سـطح فعـال در روابـط ۳ تـا ۸ و شـکل هـای ۴ و۵ نشـان داده شـده اسـت.

$$A(12-4-12/\text{RED}) = 0.67 - 0.03[S] - 1.46E - 3T + 2.0E - 5t \quad (3)$$

$$A(12-4-12/\text{BLUE}) = 0.34 - 0.05[S] - 9.63E - 4T - 2.80E - 4t + 1.33E - 4[S]T + 7.56E - 3[S]^2 \quad (4)$$

$$A(12-4-12/\text{BROWN}) = 0.26 - 0.01[S] + 3.36E - 003T + 1.0E - 4t - 4.22E - 4[S]T + 7.59E - 3[S]^2 - 3.27E - 5T^2 \quad (5)$$

$$A(14-4-14/\text{RED}) = 0.61 - 0.02[S] - 1.72E - 3T - 6.60E - 4t \quad (6)$$

$$A(14-4-14/\text{BLUE}) = 0.31 - 0.01[S] - 0.8E - 3T - 1.8E - 4t \quad (7)$$

$$A(14-4-14/\text{BROWN}) = 0.25 + 0.02[S] + 9.0E - 5T + 0.001t - 0.0003[S]T - 0.0003[S]t - 1.28E - 5T \times t \quad (8)$$

سـطح پاسـخ بهینـه بـرای نمونـه هـای شسـته شـده بـا سـطح فعـال هـای دوقلـوی کاتیونـی (۱۲-۴-۱۲ و ۱۴-۴-۱۴) تغییـر اندکـی، هنگامیکـه زمـان

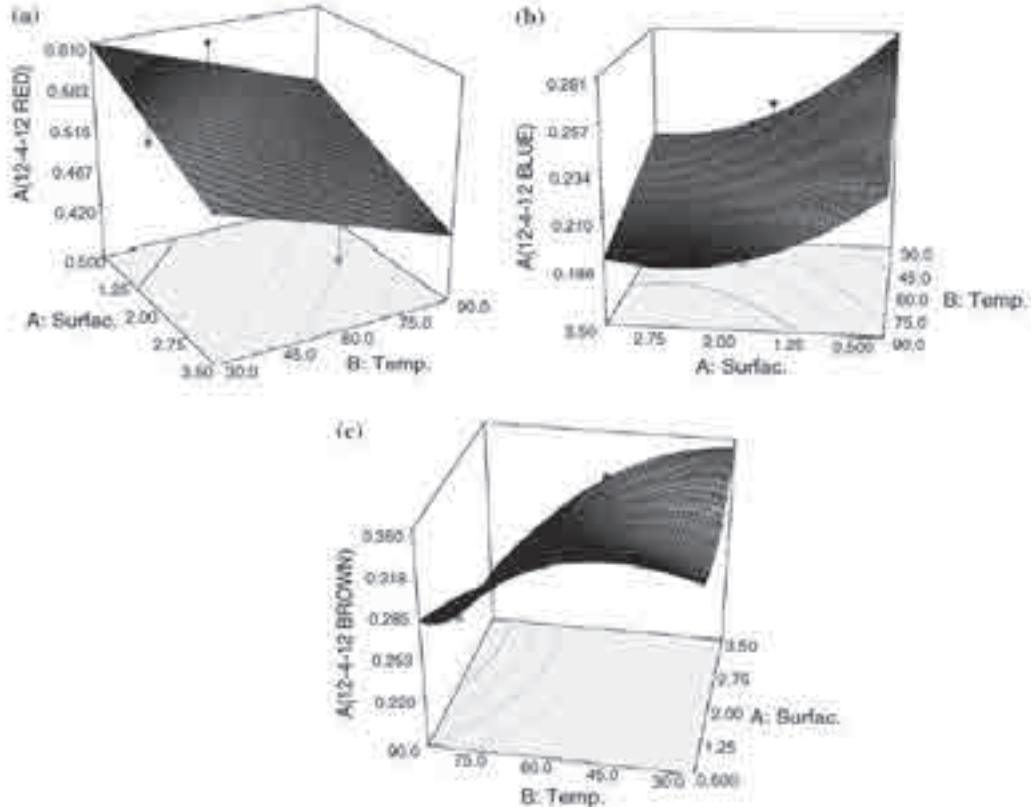
جدول٤. داده های تجزیه و تحلیل واریانس برای پارچه های پلی استر رنگرزی شده با(a) قرمز،(b)آبی،(c) قهوه ای که با ١٤-٤-١٤شستشو شده اند

Source	Sum of squares	DF	Mean square	*F* value	*P* value
(*a*)					
Model	0.0342	3	0.0114	13.51	0.0005
A-Surfact.	0.0067	1	0.0067	7.9965	0.0164
B-Temp.	0.0265	1	0.0265	31.374	0.0002
C-Time	0.0009	1	0.0009	1.1593	0.3046
Residual	0.0092	11	0.0008		
Cor total	0.0435	14			
(*b*)					
Model	0.0099	6	0.0016	8.405	0.0041
A-Surfact.	0.0012	1	0.0012	6.3276	0.0361
B-Temp.	0.0066	1	0.0066	33.5772	0.0004
C-Time	0.0001	1	0.0001	0.6537	0.442
AB	0.0013	1	0.0013	6.5601	0.0336
AC	0.0003	1	0.0003	1.9773	0.197
BC	0.0002	1	0.0002	1.3342	0.281
Residual	0.0015	8	0.0001		
Cor total	0.0115	14			
(*c*)					
Model	0.0099	6	0.0016	8.405	0.0041
A-Surfact.	0.0012	1	0.0012	6.3276	0.0361
B-Temp.	0.0066	1	0.0066	33.5772	0.0004
C-Time	0.0001	1	0.0001	0.6537	0.442
AB	0.0013	1	0.0013	6.5601	0.0336
AC	0.0003	1	0.0003	1.9773	0.197
BC	0.0002	1	0.0002	1.3342	0.281
Residual	0.0015	8	0.0001		
Cor total	0.0115	14			

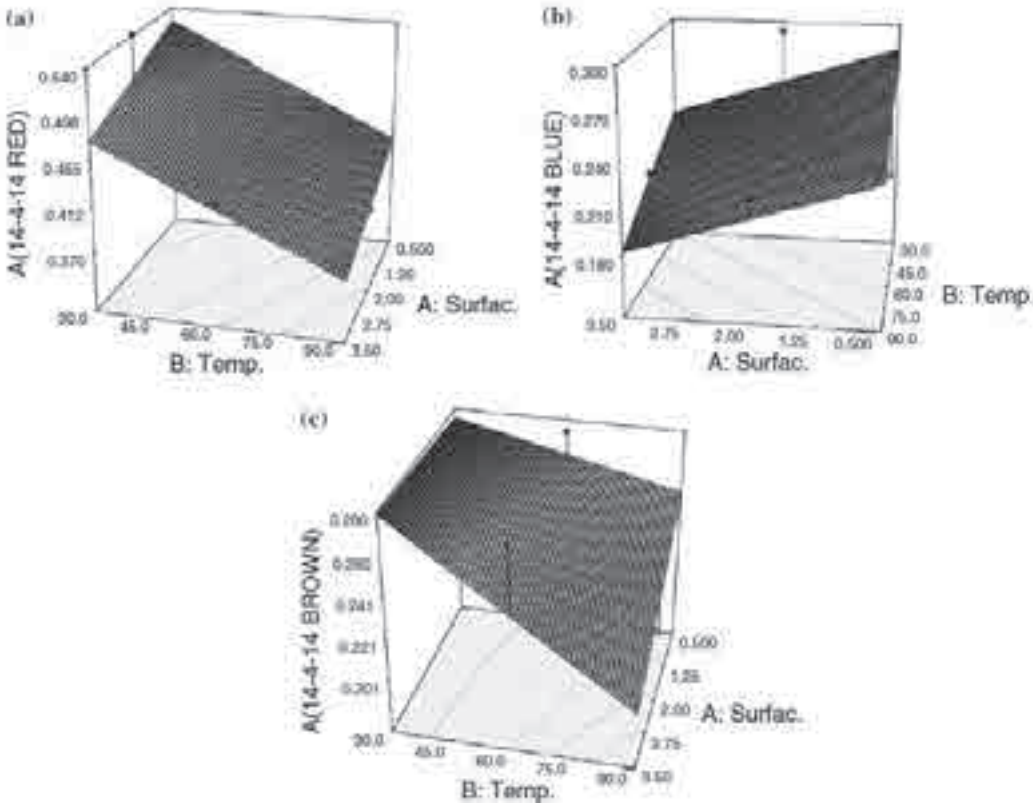
عملیـات متغیـر بـود، نشـان داد. مـدل هـای سـطح پاسـخ بهینـه بـرای تمـام پارچـه هـای رنگـرزی شـده بـرای مـدت ۳۰ دقیقـه در شـکل ارائـه شـده اسـت. نتایـج نشـان مـی دهنـد کـه سـطح پاسـخ بهینـه بـرای پارچـه هـای رنگـرزی شـده کـه بـا سـطح فعـال هـای دوقلـوی کاتیونـی شسـته شـدند، نسـبت بـه نمونـه هـای شسـته شـده بـا DTAB بزرگتـر بـوده اسـت. عـلاوه بـر ایـن، کارآئـی عملکـرد فرآینـد شستشـو بـرای تمـام پارچـه هـای شسـته شـده بـه شـکل زیـر بـود: DTAB<۱۲-۴-۱۲<۱۴-۴-۱۱۴.

خواص ثباتی پارچه های عمل شده

خاصیـت ثبـات رنـگ، هنگامیکـه رنگـرزی پارچـه هـای نسـاجی بحـث مـی شـود، یـک مشـخصه مهـم مـی باشـد. پارچـه هـا بایـد بـه انـدازه کافـی در مقابـل نـور، شستشـو، سـایش و غیـره مقـاوم باشـند، و هنگامیکـه تحـت ایـن فاکتورهـا قـرار مـی گیرنـد، متحمـل هـر تغییـر رنگـی نشـوند. چندیـن روش جهـت بـه منظـور بررسـی خاصیـت ثبـات رنـگ پارچـه هـای رنگـرزی شـده وجـود دارد. ثبـات هـای شستشـویی و سایشـی پارچـه هـای رنگـرزی شـده بـر طبـق ISO 105-C01 و ISO 105-X12 انـدازه گیـری شـد (جـدول ۵).



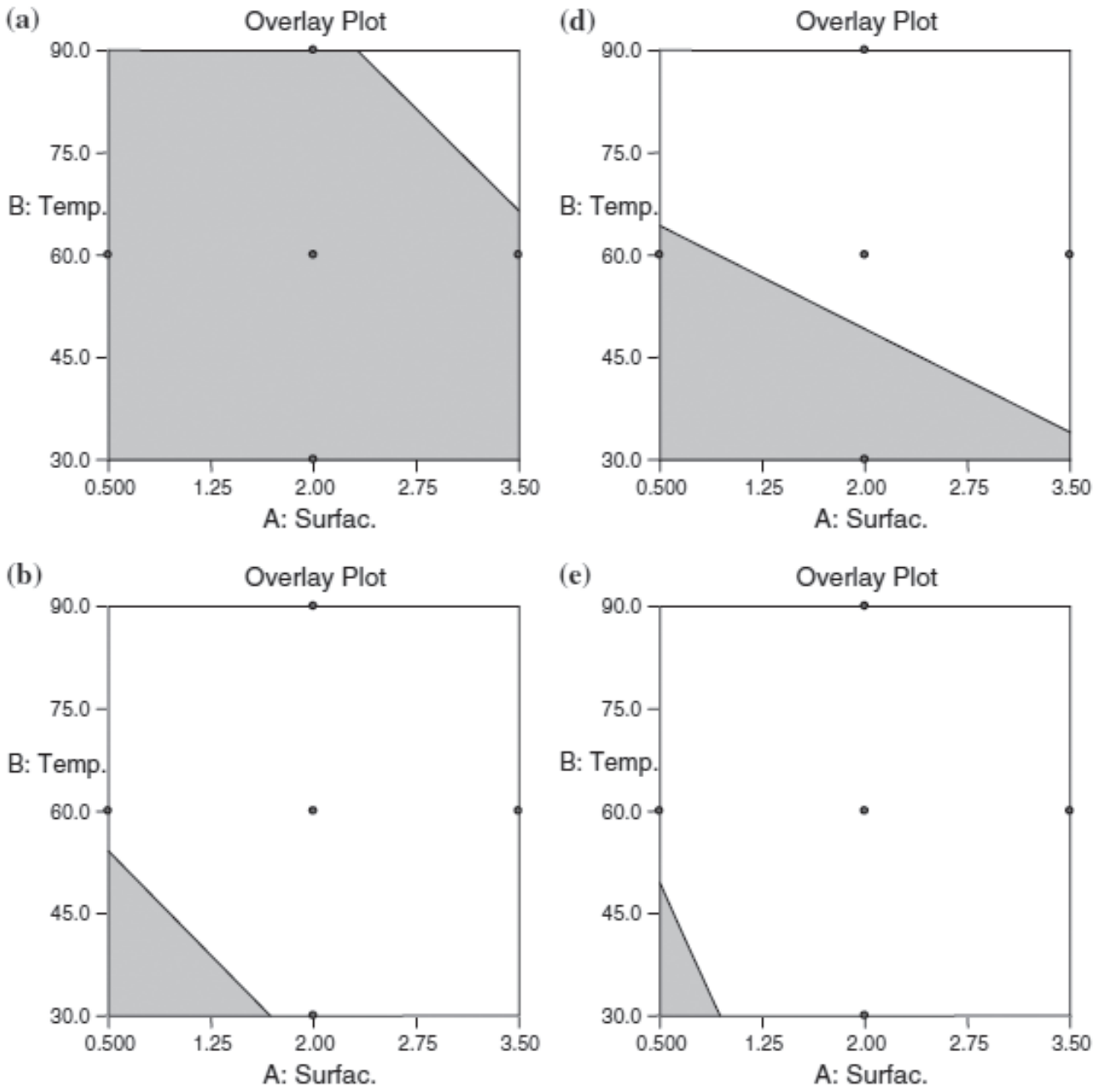
شکل٤. مدل سطح پاسخ برای پارچه های پلی استر رنگرزی شده با a قرمز، b آبی، c قهوه ای که با ١٢-٤-١٢ شستشو شده اند



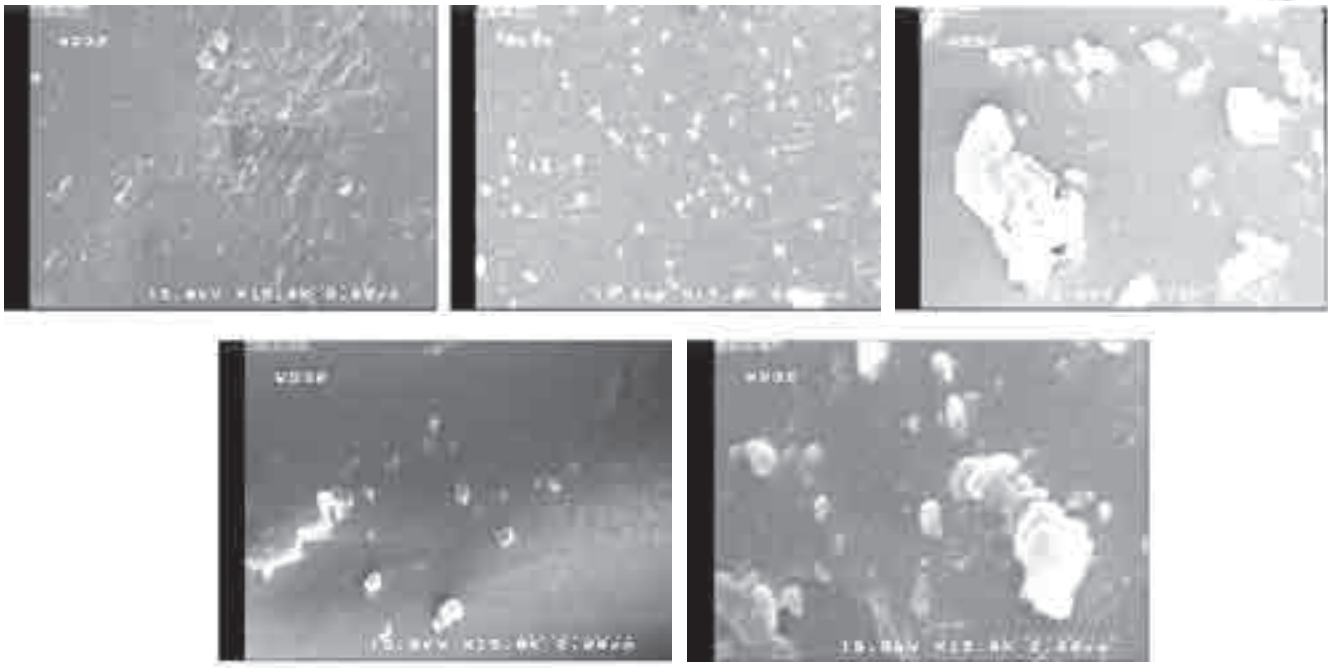
شکل٥. مدل سطح پاسخ برای پارچه های پلی استر رنگرزی شده با a قرمز، b آبی،c قهوه ای که با ١٤-٤-١٤ شستشو شده اند

جدول۵. ثبات شستشویی و سایشی پارچه های پلی استر رنگرزی شده

	Washing fastness					Dry rub fastness					Wet rub fastness				
	No	*R*	*D*	12	14	No	*R*	*D*	12	14	No	*R*	*D*	12	14
Red	4	5	4–5	5	5	3–4	4	3–4	5	5	4	4–5	4	5	5
Brown	4	5	4–5	5	5	3–4	5	4	5	5	4	5	5	5	5
Blue	4	5	4–5	5	5	3–4	5	4	5	5	4	5	4–5	5	5



شکل٦. سطح پاسخ بهینه برای پارچه های رنگرزی شده با a قرمز، bآبی، c قهوه ای و شسته شده با ۱۲-٤-۱۲ و
پارچه های رنگرزی شده با d قرمز، e آبی، f قهوه ای شسته شده با ١٤-٤-١٤



شکل۷. تصاویر SEM الیاف a ساده، b شسته نشده، DTAB c، d ۱۲-٤-۱۲، e ۱٤-٤-۱٤

همانطور که مشاهده می شود، نمونه ها بدون عملیات شستشو، ثبات شستشو و سایشی کمتر از نمونه های شسته شده با سطح فعال ها عملیات پاکسازی با استفاده از ۱۲-۴-۱۲ و ۱۴-۴-۱۴ نشان دادند. یافته ها نشان می دهند که روش پاکسازی نمونه با استفاده از سطح فعال های ۱۲-۴-۱۲ و ۱۴-۴-۱۴ می تواند جایگزین فرآیند پاکسازی احیائی شود. درجه ثبات شستشویی پارچه های رنگرزی شده عمل نشده ۴ بود، در حالیکه نمونه های پاکسیازی شده، افزایش خواص ثباتی را نشان دادند. اندازه گیری های ثبات شستشویی پارچه های پاکسازی شده با استفاده از DTAB نشان داد که این ماده قادر نمی باشد تا ثبات شستشویی را به مقدار زیادی بهبود دهد. در نتیجه، پاکسازی نمونه با استافده از سطح فعال دوقلوی کاتیونی سبب افزایش در ثبات شستشویی پارچه رنگرزی شده با رنگزاهای دیسپرس شد. ایت تاثیر حتی در تست ثبات سایشی بیشتر مشهود بود. ثبات سایشی خشک نمونه های پاکسازی نشده و آنهایی با استفاده از DTAB، ۱۲-۴-۱۲ و ۱۴-۴-۱۴ پاکسازی شدندف به ترتیب ۳-۴، ۳-۴ تا ۴-۵، ۵ و ۵ بودند. نتایج مشابه برای ثبات سایشی تر بدست آورده شد. همانطور که در جدول ۵ نشان داده شده است، درجه ثبات شستشویی و سایشی نمونه های پاکسازی شده با سطح فعال های ۱۲-۴-۱۲ و ۱۴-۴-۱۴، بود که حداکثر خواص ثباتی می باشد. این یافته ها با نتای بدست آمده تحت شرایط بهینه پیش بینی شده بوسیله روش CCD سازگاری دارند.

تصاویر SEM نمونه های پاکسازی شده

میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) جهت مشاهده تاثیر سطح فعال ها و فرآیند پاکسازی بر روی سطح پارچه ها (شکل ۷) مورد استفاده قرار گرفت. برای نمونه ها پاکسازی نشده، حضور الیگومرها و تجمع ذرات رنگزا بر روی سطوح لیف بیشتر مشهود می باشد. آلودگی چنین سطحی می تواند، براقیت شید، و همچنین نتایج ثبات های تصعیدی و سایشی را کاهش دهد.

در مقابل، نمونه های پاکسازی شده با سطح فعال های ۱۲-۴-۱۲ و ۱۴-۴-۱۴، الیگومرهای و رنگزاهای دیسپرس به صورت ذره را بر روی الیاف کمتر نشان می دهد. برای نمونه پاکسازی شده با DTAB، مقدار بیشتری رنگزا و الیگومر بر روی سطح لیف وجود داشت. کاهش مقادیر ذرات رنگزا و الیگومر بر روی پارچه های پاکسازی شده سطح فعال دو قلوی کاتیونی می تواند به حل شوندگی بهتر رنگزاهای دیسپرس و الیگومرها در آب حاوی سطح فعال های دو قلوی کاتیونی و شویندگی خوب آنها مربوط باشد.

نتیجه گیری

شستشوی احیائی فرآیند لازم برای پارچه های پلی استری رنگرزی شده با رنگزاهای دیسپرس می باشد. این فرآیند برخی ذرات دیسپرس بصورت ذره را از سطح پارچه حذف می کند. با این حال، شستشوی احیائی تعدادی معایب دارد.

کاربرد سطح فعال های دوقلوی کاتیونی در فرآیند پاکسازی برای پارچه های پلی استری رنگرزی شده با رنگزاهای دیسپرس می تواند جایگزین فرآیند شستشوی احیائی شود. در این فرآیند، تاثیر متقابل غلظت سطح فعال و دما عملیات نقش مهمی در حذف رنگزاهای رسوب کرده بر روی الیاف پلی استر ایفا می کند.