



تأثیر پلاسمای سرد روی کالای پنبه ای رنگ شده با رنگ های راکتیو

حمید اکبرپور ۱ ، ابو سعید رشیدی ۲ ، محمد اسماعیل یزدانشناس ۳

چکیده

در این تحقیق نمونه کالای پنبه‌ای سفیدگری شده را با رنگینه های راکتیو سرد و گرم رنگری شده، سپس نمونه‌های رنگری شده را تحت شرایط پلازما با گاز نیتروژن در زمان‌های ۱ و ۵ دقیقه قرار گرفته، و تأثیر پلازما در مورفولوژی سطحی با استفاده از میکروسکوپ الکترونی SEM مورد بررسی قرار گرفت. میزان $L^*a^*b^*$ و K/S با استفاده از اسپکتروفوتومتر انعکاسی ارزیابی شد. نتایج آزمایشات نشان داد، نمونه رنگ شده با راکتیو سرد و گرم از ثبات رنگی برخوردار بوده ولی بعد از شرایط شستشو با افزایش زمان عملیات پلازما ثبات رنگ تا حدی کاهش می‌یابد. همچنین افزایش زمان عملیات پلازما در فشار ثابت، اثر تخریب در مورفولوژی سطحی نمونه‌های رنگ شده با راکتیو گرم و سرد را بیشتر می‌کند. در نهایت، تست ATR چگونگی اثر عملیات پلازما را در تعیین ثبات رنگ و تغییر گروه‌های عاملی موجود در کالا در بعد از شستشو نشان می‌دهد.

کلمات کلیدی: پارچه پنبه‌ای، پلاسمای سرد نیتروژن، اسپکتروفوتومتر انعکاسی، میکروسکوپ الکترونی پویشی، رنگ راکتیو گرم و سرد، ثبات شستشویی، ATR-FTIR.

Abstract

In this paper, we make coloration white cotton goods samples with cold and hot reactive dye, then the colorated samples are taken under the condition of plasma with nitrogen gas in the times of 1 to 5 minutes and then we survey the influence of plasma on the surface morphology by Scanning Electron Microscopy. By the using of reflector spectrophotometer we estimate $L^*a^*b^*$ & K/S . these studies implies that the colored sample with cold and hot reactive have dye stability but after washing, with the increasing the time of plasma experience, the dye stability decreases. Also with increasing the time of plasma experience in the firm pressure, the influence of destruction on the surface morphology of dyed with cold and hot reactive samples increase. Finally, we can show the effect of plasma experience on the determination dye stability and variation of functional groups in the goods is done by test ATR-FTIR.

Keywords ; cotton fabric, nitrogen cold plasma , reflector spectrophotometer , scanning electron microscopy (SEM) , cold and hot reactive dyes , wash fastness, infrared spectroscopy ATR-FTIR.

۱. دانش آموخته و کارشناس ارشد مهندسی نساجی، گروه مهندسی نساجی، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات،

تهران، ایران. مسئول مکاتبات: Hamid.akbarpour578@gmail.com

۲. گروه مهندسی نساجی، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات، تهران، ایران.

۳. دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد یزد، یزد، ایران.

۱. مقدمه

گازهای سرد پلازما اغلب برای اصلاح سطح پلیمرها بکار برده می‌شوند و به تازگی برای اصلاح پارچه‌های نساجی حاصل از الیاف طبیعی و مصنوعی نیز استفاده می‌شوند [۲،۳،۱]. عملیات پلازما می‌تواند به طور مؤثری ویژگی‌های سطح پلیمر را همانند قابلیت جذب آب، انرژی سطحی و چسبندگی تغییر دهد. عملیات با پلاسمای گازهای مختلف، بطور گسترده ای می‌تواند موجب تغییر جذب آب از آبدوستی متعادل به حالت غیر آبدوستی زیاد شود. در واقع پلازما بسته به شرایط آزمایش می‌تواند موجب چهار تأثیر شود:

۱- تمیز کردن (خارج کردن آلودگی های آلی)

۲- خوردگی (خارج کردن مواد پلیمر و تخریب پلیمر)

۳- ایجاد پیوند عرضی (تشکیل رادیکال‌های آزاد و شاخه شاخه شدن ماکرومولکولها)

۴- تشکیل سطح جدید گروه‌های عاملی در عمق بالایی حدود ۱۰ nm [۵،۴،۱].

عملیات پلازما دارای مزیت‌هایی است که عبارتند از:

۱- دورترین نقطه خارج یک لایه نازک سطحی را اصلاح می‌کند در حالیکه خصوصیات جرمی دست نخورده باقی می‌ماند.

۲- پایین ترین مصرف شیمیایی و بالاترین ایمنی را دارد.

۳- تولید فاضلاب نمی‌کند.

۴- کمترین اثر را روی محیط زیست و در اکولوژی کارخانجات نساجی دارد [۹،۸].

عملیات پلازما با دیگر گازهای نجیب باعث می‌شود که گروه‌های عاملی مختلف تشکیل شود. در این روش، اصلاح عملیات پلازما در خصوصیات سطحی پلیمرها به خاطر عمق نفوذ محدود گونه پلازما، موثر نیست. این امر در مورد الیاف و فیبریلها به خاطر عمق نفوذ زیادشان، درست نمی‌باشد [۶،۱]. در مطالعه تأثیر پلاسمای اکسیژن روی جذب آب پارچه‌های پنبه‌ای توسط محققان، مساعدترین عملیات به وسیله تغییر فشار گاز در یک دامنه ۱ تا ۱۰۰ بار (bar) انجام شد [۷،۱].

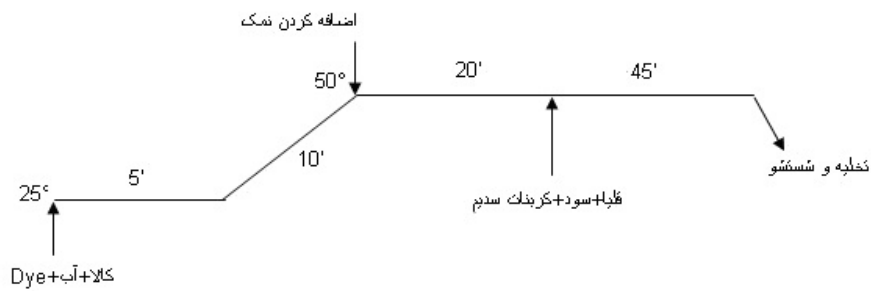
عمل آوری پارچه‌های پشم و پلی استر با پلاسمای سرد هلیوم/ آرگون در زیر فشار اتمسفر، قابلیت تر شدن پارچه را افزایش می‌دهد و موجب به وجود آمدن اشباع رنگ در میزان رنگرزی نمونه‌ها و رمق‌کشی می‌شود. پارچه‌های نایلون و پلی پروپیلن نیز در پلازما با فشار اتمسفر اصلاح می‌شود و اثبات شد که، بالا رفتن حجم اکسیژن و نیتروژن- در هر دو پلاسمای

هلیم و پلاسمای هلیم/ اکسیژن در پارچه‌های پلی پروپیلن- افزایش می‌یابد [۸، ۱۰]. از پلاسمای هلیم/اکسیژن و air/O_2 برای آهار زدن PVA (پلی وینیل الکل) روی پنبه استفاده می‌شود [۸، ۱۱]. در مورد پارچه‌های ابریشم، برای چاپ پیگمنت جوهر افشان (inkjet)، عملیات پلاسمای سرد به کار گرفته شد و محققان دریافتند که بازتاب چاپ روی ابریشم، عمیق‌تر بوده و رنگ درخشانی را نسبت به پارچه عمل نشده با پلاسمای نشان می‌دهد [۸، ۱۲]. الیاف در حالت طبیعی نارسا می‌باشند که این مسئله باعث ایجاد الکتریسیته ساکن و ماندگاری آن به مدت طولانی بر روی منسوجات می‌شود. در بسیاری از موارد حجم‌های زیاد الکتریسیته ساکن باعث تولید جرقه و ایجاد آتش سوزی می‌شود. البته برای پلی استر درصد پایین مناطق آمورف و درصد بالای مناطق بلوری موجب ایجاد رطوبت محتوی پایین می‌شود و در نتیجه پلی استر دارای مشکلات فراوانی خواهد شد. از روش پلاسمای برای اصلاح سطح پلی استر با هدف افزایش رطوبت محتوی و سرعت پخش الکتریسیته ساکن در هوا مورد استفاده قرار گرفت [۱۳]. در تحقیقات انجام شده توسط محققین اثبات شد که عملیات پلاسمای سرد موجب افزایش خاصیت آبدوستی و بهبود قابلیت رنگ پذیری پشم می‌شود [۱۴، ۱۵، ۱۶].

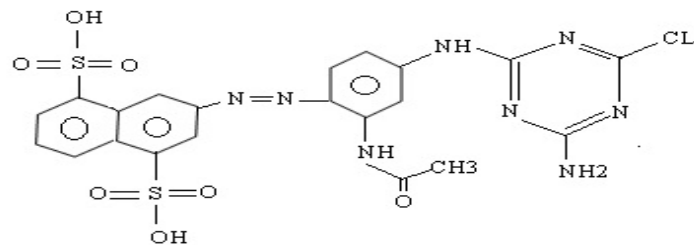
۲. مواد و آزمایشات

۱.۲. رنگرزی کالای پنبه‌ای

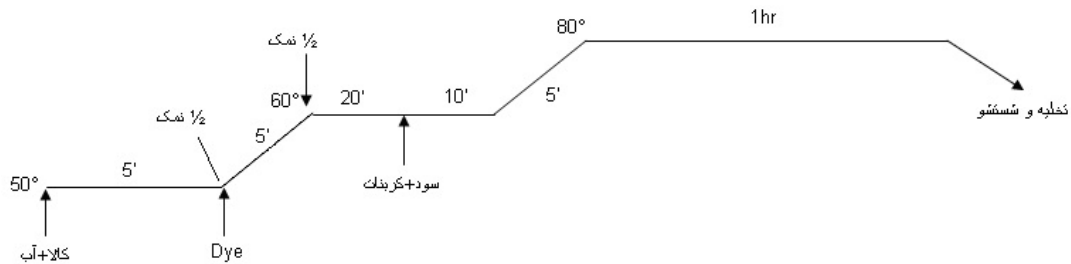
ابتدا قبل از عملیات پلاسمای سرد مقدار ۴۸ گرم پارچه پنبه‌ای در ابعاد $50 \times 50 \text{ cm}^2$ ، سفید گری شده از شرکت نساجی بابکان انتخاب گردید. ابتدا کالا را با آب گرم همراه با دترجنت آنیونیک با نام تجاری LCF-123 Jintery Eco در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد و به مدت ۱۵ دقیقه شستشو داده تا ناخالصی‌های پارچه برطرف شود، سپس کالا را در خشک‌کن به مدت یک ساعت در درجه حرارت ۸۰ درجه سانتیگراد، خشک و جهت رنگرزی در دو مرحله با رنگینه‌های راکتیو سرد و گرم رنگرزی انجام داده شد. مرحله اول رنگرزی طبق شکل ۱ با ۲٪ رنگینه سرد با نام تجاری Reactive Yellow K-3RN (Reactive Yellow 3) با ساختار ملکولی شکل ۲ و در مرحله دوم مطابق شکل ۳ با ۱٪ رنگینه راکتیو گرم با نام تجاری Reactive Yellow HE-4G (Reactive Yellow 105)، هردو تهیه شده از پژوهشکده رنگ تهران، انجام داده و شستشو شدند. L:R در نظر گرفته شده برای هر دو حالت ۲۰:۱ می‌باشد. با توجه به نمونه‌های تهیه شده، نمونه‌ها تحت عملیات پلاسمای سرد قرار گرفت.



شکل ۱. گراف رنگریزی با رنگینه راکتیو سرد



شکل ۲. ساختار ملکولی رنگینه راکتیو سرد با نام Reactive yellow K-RN

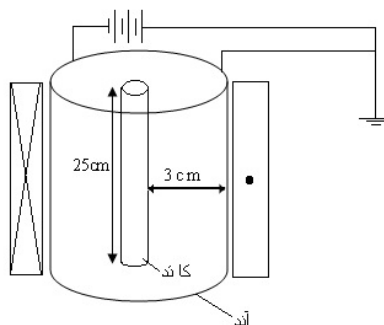


شکل ۳. گراف رنگریزی با رنگینه راکتیو گرم

۲.۲. تهیه نمونه تحت عملیات پلاسمای سرد نیتروژن

در مرحله اول چهار نمونه کالای پنبه‌ای رنگ شده با راکتیو سرد و رنگ شده با راکتیو گرم را هرکدام به ابعاد ۵×۵ سانتیمتر مربع به مدت یک ساعت تحت شرایط خلاء قرار داده سپس دو نمونه به مدت یک دقیقه و دو نمونه دیگر، به مدت پنج دقیقه تحت شرایط پلاسمای گاز نیتروژن قرار داده شده‌اند. شرایط پلازما عبارت بود از: توان دستگاه ۱۰۰ وات با ولتاژ ۵۰۰ ولت و جنس کاتد از نوع آلومینیوم با فشار 5×10^{-2} تور و جریان اصلی دستگاه ۴ آمپر بوده و جریان کویل

مغناطیسی ۲۰۰ میلی آمپر می‌باشد. شماتیکی از دستگاه در شکل ۴ نشان داده شده است. نمونه‌های آماده، جهت ارزیابی چگونگی اثرات شرایط پلازما بر تعیین میزان Lab, K/S و انعکاس نوری (%R) و نیز تعیین ثبات شستشویی کالا، در مراحل بعد مورد بررسی قرار داده شد.



شکل ۴. شماتیکی از دستگاه پلازما

۳.۲. اسپکتروفوتومتر انعکاسی

نمونه‌ها با استفاده از دستگاه spectrophotometer ColorEye-7000A بامشخصه هندسی $d/8^\circ$ و استاندارد نوری UV D65 میزان K/S و Lab و %R اندازه‌گیری شدند. این آزمایش به منظور تعیین ثبات رنگ کالا در اثر قرار گرفتن در عملیات پلاسمای سرد گاز نیتروژن قبل و بعد از شستشو انجام گرفت.

۴.۲. میکروسکوپ الکترونی پویشی (SEM)

نمونه‌های مورد آزمایش در ابعاد 1×1 سانتیمتر بریده و در دستگاه Sputter Coater قرار داده شد تا پوششی از طلا بر روی نمونه‌ها داده شود. سپس نمونه‌های رنگ شده عمل نشده و عمل شده با پلازما در زمان‌های ۱ و ۵ دقیقه، جهت تعیین اثر شرایط پلازما بر مورفولوژی سطحی - با استفاده از میکروسکوپ الکترونی پویشی مدل LEO440 ساخت انگلیس - با بزرگنمایی ۳۰۰۰ برابر عکسبرداری شد.

۵.۲. تعیین ثبات شستشویی کالا

در این آزمایش نمونه‌هایی به وزن ۵ گرم، عمل شده با پلازما و رنگ شده با راکتیو گرم و سرد، در زمان‌های ۱ و ۵ دقیقه، به مدت ۳۰ دقیقه در حرارت 80°C در حمام صابونی حاوی ۴ g/lit سود سوزآور و ۲ g/lit صابون آنیونیک و با نسبت حجم حمام به وزن کالای ۴۰/۱ برای پنج بار تحت شستشو قرار داده شدند. سپس نمونه‌ها را در خشک کن به مدت یک ساعت

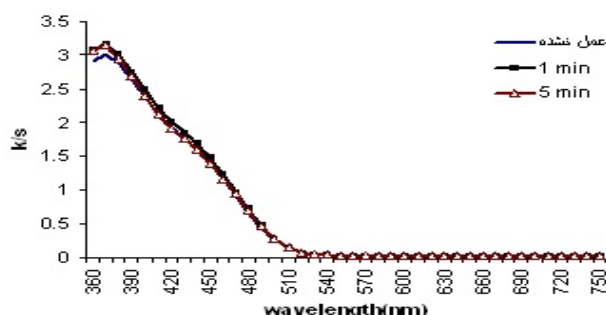
خشک کرده و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر انعکاسی میزان %R، K/S، Lab نمونه‌های شستشو شده به منظور تعیین ثبات رنگ کالا اندازه‌گیری شدند.

۶.۲. تست ATR-FTIR

در این آزمایش هر یک از نمونه‌های فوق بعد از عملیات شستشو، در داخل فک دستگاه طوری قرار داده شد، که سطح کاملی از نمونه‌ها را مورد آزمایش قرار دهد. سپس با استفاده از نرم‌افزاری با نام OMNIC تجزیه و تحلیل نمونه‌ها انجام داده شد. این آزمایش در دستگاهی به نام Thermo Nicolet 807 ساخت آمریکا، به منظور اثبات درستی آزمون اسپکتروفتومتر انعکاسی در تعیین ثبات رنگی و شستشویی کالا صورت گرفت.

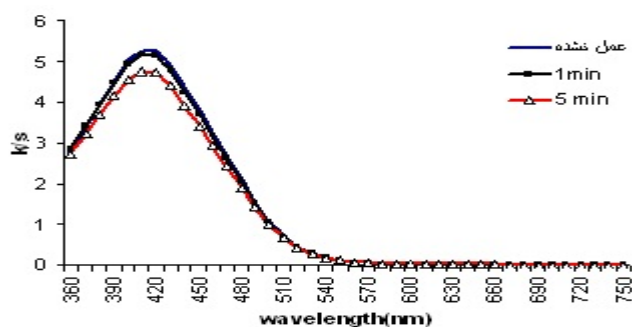
۳. مباحث و نتایج

همانطوریکه در شکل ۵ نشان داده شده منحنی نمونه رنگ شده با راکتیو گرم عمل نشده و عمل شده با پلازما در زمانهای ۱ و ۵ دقیقه تا اندازه ای بر هم منطبق بوده و شرایط پلاسمایی افزایش کمی را در میزان K/S نشان میدهد.



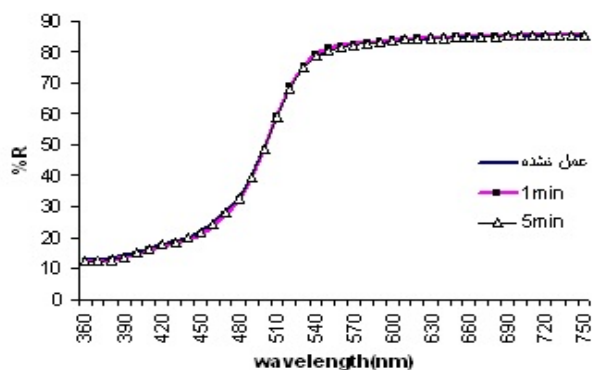
شکل ۵. نمودار K/S نمونه های رنگ شده با راکتیو گرم عمل نشده و عمل شده با پلازما در زمان های ۱ و ۵ دقیقه

بطوریکه در شکل ۶ نشان داده شده کاهش پیک در نمونه رنگ شده با راکتیو سرد عمل شده با پلازما در زمان ۱ و ۵ دقیقه نشان دهنده این است که هرچه زمان عملیات پلازما بیشتر شود میزان کاهش پیک منحنی K/S افزایش می‌یابد هرچند مقدار اختلاف در این حد برای ضریب K/S ناچیز می‌باشد. بنابراین پلازما برای رنگ راکتیو سرد نیز تأثیر چندانی بر روی نتایج نداشته است.

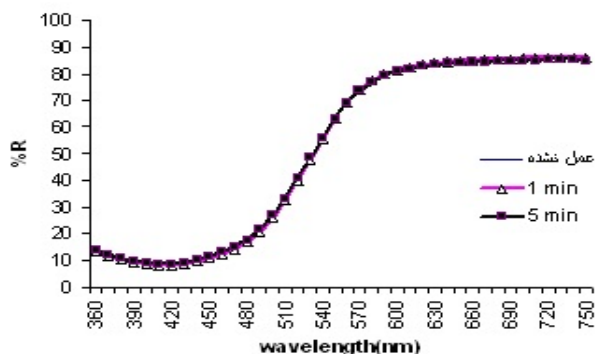


شکل ۶. نمودار K/S نمونه های رنگ شده با راکتیو سرد عمل نشده و عمل شده با پلاسما در زمان های ۱ و ۵ دقیقه

مقادیر طیف انعکاسی نمونه های مورد آزمایش در شکل های ۷ و ۸ بصورت نمودار نشان داده شده است. این نمودارها بیان می کنند که منحنی طیف انعکاسی بر هم منطبق بوده و نشان دهنده اینست که شرایط پلاسمایی تأثیری در میزان %R نمونه های رنگ شده با راکتیو سرد و راکتیو گرم عمل شده با پلاسما و عمل نشده ندارد که این موضوع نتایج منحنی های K/S را تأیید می کند.

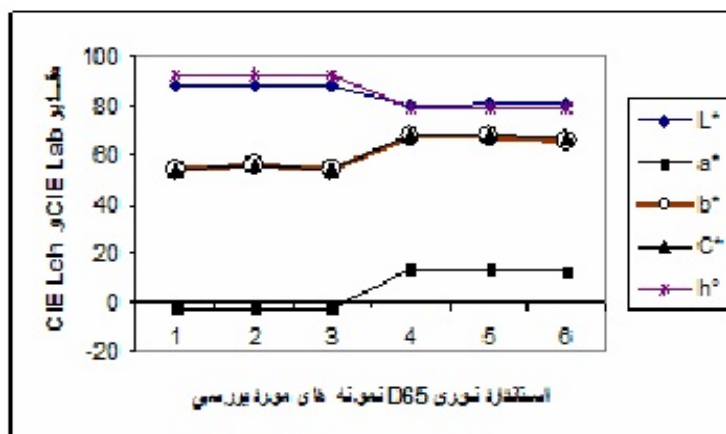


شکل ۷. نمودار %R نمونه های رنگ شده با راکتیو گرم عمل نشده و عمل شده با پلاسما در زمان های ۱ و ۵ دقیقه



شکل ۸. نمودار %R نمونه های رنگ شده با راکتیو سرد عمل نشده و عمل شده با پلاسما در زمان های ۱ و ۵ دقیقه

نمودار شکل (۹) میزان Lab و طول فام و زاویه فام را برای استاندارد نوری ۶۵ D نشان میدهد. میزان a^* برای استاندارد D65 که استاندارد نوری نور روز می باشد، برای نمونه رنگ شده با راکتیو گرم عمل نشده با پلازما و نمونه عمل شده با پلازما در زمان ۱ و ۵ دقیقه (۳ و ۱) نسبت به نمونه رنگ شده با راکتیو سرد عمل نشده با پلازما و نمونه عمل شده با پلازما در زمان ۱ و ۵ دقیقه (۴ و ۵) منفی می باشد. اما مقادیر a^* برای هر کدام از نمونه های ۱ تا ۶ در استاندارد نوری یکسان بود، بنابراین شرایط پلازما تأثیری در میزان a^* ندارد. میزان L^* , c^* , b^* و h° نیز برای همه ۶ نمونه تقریباً یکسان بود، بنابراین پلازما تأثیری در میزان Lab و طول فام و زاویه فام (h°) ندارد فقط تفاوت میزان Lab و طول فام و زاویه فام را برای نمونه رنگ شده با راکتیو سرد و گرم نشان داد.



شکل ۹. نمودار مقایسه ای مربوط به محرک های سه گانه

۱- نمونه رنگ شده با راکتیو گرم

۲- نمونه رنگ شده با راکتیو گرم عمل شده با پلاسمای گاز نیتروژن در زمان ۱ دقیقه

۳- نمونه رنگ شده با راکتیو گرم عمل شده با پلاسمای گاز نیتروژن در زمان ۵ دقیقه

۴- نمونه رنگ شده با راکتیو سرد

۵- نمونه رنگ شده با راکتیو سرد عمل شده با پلاسمای گاز نیتروژن در زمان ۱ دقیقه

۶- نمونه رنگ شده با راکتیو سرد عمل شده با پلاسمای گاز نیتروژن در زمان ۵ دقیقه

نتایج جداول ۱ و ۲ مربوط به اختلاف رنگ نیز ثابت می کند که بین نمونه های هر دسته اختلاف رنگ چندانی وجود ندارد، اما بین نمونه های عمل شده با راکتیو سرد و گرم اختلاف زیادی است که البته بعلت تغییر رنگ مورد استفاده امری بدیهی است. در عین حال مشاهده می گردد که اختلاف بین نمونه هایی که تحت پلازما قرار نگرفته اند (۱ و ۴) بیشتر از نمونه های پلازما شده می باشد، بنابراین می توان گفت که عملیات پلازما تا حدی موجب تغییر رنگ نمونه ها می شود. جدول ۱ و ۲

مقادیر مقایسه‌ای ΔE و محرک‌های سه‌گانه نمونه‌های رنگ شده با راکتیو گرم و سرد را در زمان‌های مختلف عملیات پلازما نشان می‌دهد.

جدول ۱. مقایسه ΔE و CIE نمونه‌های رنگ شده با راکتیو گرم و عمل شده با پلازما

رنگ شده با ۱٪ راکتیو گرم			
زمان پلازما	عمل نشده	۱ دقیقه	۵ دقیقه
$\lambda_{max}(nm)$	۳۷۰	۳۷۰	۳۷۰
k/s	۳/۰۲	۳/۱۴	۳/۱۷
L*	۸۸/۲۴	۸۸/۲۷	۸۸/۰۹
a*	-۲/۷۹	-۲/۹	-۲/۴۶
b*	۵۴/۲۹	۵۵/۶۱	۵۴/۰۸
C*	۵۴/۳۶	۵۵/۶۸	۵۴/۱۳
h°	۹۲/۹۴	۹۲/۹۸	۹۲/۶
ΔE	-	۰/۴۲	۱/۳۲

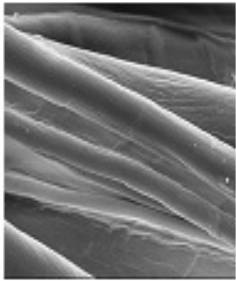
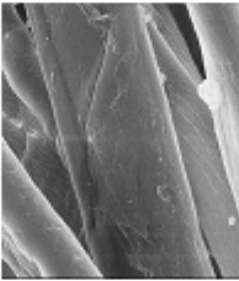
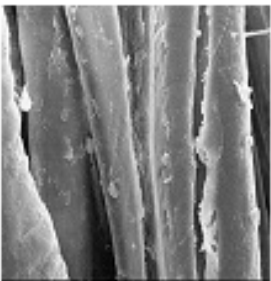
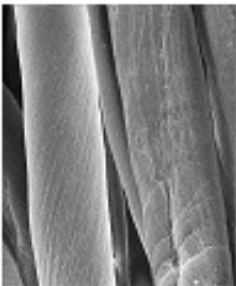
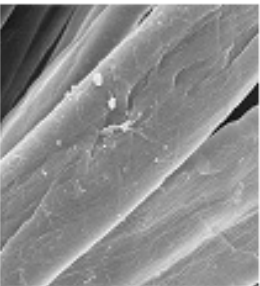
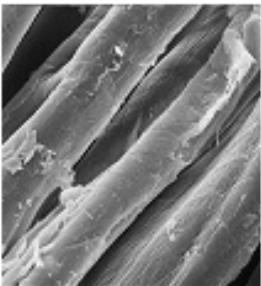
جدول ۲. مقایسه ΔE و CIE نمونه‌های رنگ شده با راکتیو سرد و عمل شده با پلازما

رنگ شده با ۲٪ راکتیو سرد			
زمان پلازما	عمل نشده	۱ دقیقه	۵ دقیقه
$\lambda_{max}(nm)$	۴۱۰	۴۱۰	۴۱۰
k/s	۵/۲۸	۵/۱۷	۴/۷۷
L*	۸۰/۵۱	۸۰/۶۲	۸۰/۷۴
a*	۱۳/۱۲	۱۳/۱۱	۱۲/۲۸
b*	۶۷/۵۹	۶۷/۰۹	۶۵/۳۴
C*	۶۸/۸۵	۶۸/۳۶	۶۶/۴۹
h°	۷۹/۰۱	۷۸/۹۴	۷۹/۳۶
ΔE	-	۰/۵۱	۲/۴۱

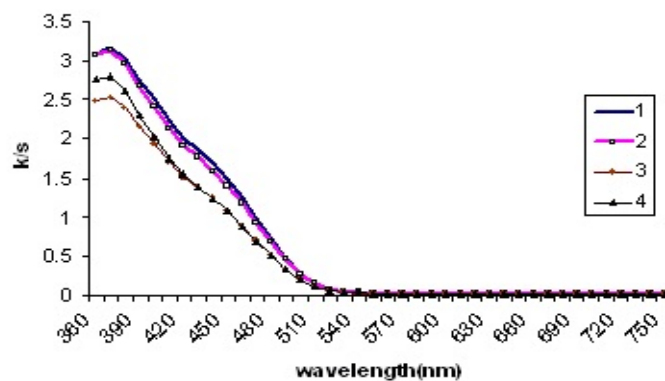
۳،۱. نتایج تصاویر SEM

جدول ۳ تصاویر گرفته شده با میکروسکوپ الکترونی، از سطح نمونه های رنگزی شده- عمل نشده با پلاسمای و نمونه های تحت پلاسمای در زمان های ۱ و ۵ دقیقه- تفاوت در مورفولوژی سطحی را نشان می دهد. نتایج حاصل از این تصاویر نشان می دهد که هر چه مدت زمان قرارگیری نمونه در شرایط پلاسمای گاز نیتروژن بیشتر باشد اثر شرایط تخریبی بیشتر می شود.

جدول ۳. تصاویر مورفولوژی سطحی نمونه ها با استفاده از میکروسکوپ الکترونی SEM

شرایط پلاسمای نمونه	عمل نشده	عمل شده در شرایط پلاسمای در زمان ۱ دقیقه	عمل شده در شرایط پلاسمای در زمان ۵ دقیقه
نمونه رنگ شده یا ۱٪ راکتیو گرم			
نمونه رنگ شده یا ۲٪ راکتیو سرد			

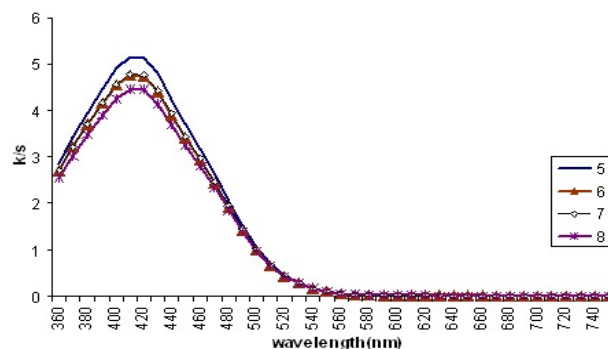
۲،۳. نتایج حاصل از آزمایش ثبات شستشویی



شکل ۱۰. میزان K/S نمونه های رنگ شده با راکتیو گرم پلاسما شده در زمان ۱ و ۵ دقیقه قبل و بعد از شستشو

- ۱- نمونه رنگ شده با راکتیو گرم تحت پلاسمای ۱ دقیقه قبل از شستشو
- ۲- نمونه رنگ شده با راکتیو گرم تحت پلاسمای ۵ دقیقه قبل از شستشو
- ۳- نمونه رنگ شده با راکتیو گرم تحت پلاسمای ۵ دقیقه بعد از شستشو
- ۴- نمونه رنگ شده با راکتیو گرم تحت پلاسمای ۱ دقیقه بعد از شستشو

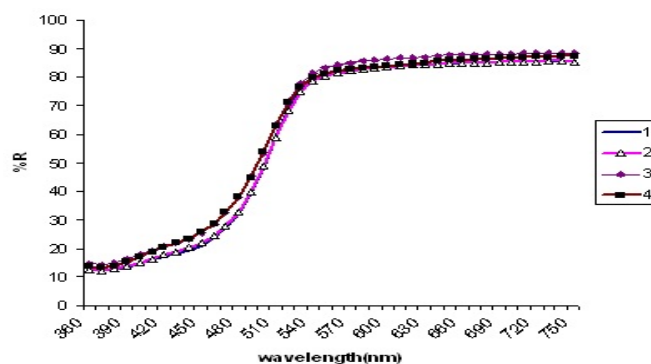
همانطوریکه در نمودار شکل ۱۰ دیده می شود تأثیر شستشو در میزان K/S نسبت به قبل از شستشو (منحنی های ۱ و ۲) بیشتر می باشد. در نتیجه می توان گفت ثبات رنگ نمونه ها بعد از شستشو تا حدی کاهش می یابد. (میزان K/S کاهش می یابد)



شکل ۱۱. میزان K/S نمونه های رنگ شده با راکتیو سرد پلاسما شده در زمان ۱ و ۵ دقیقه قبل و بعد از شستشو

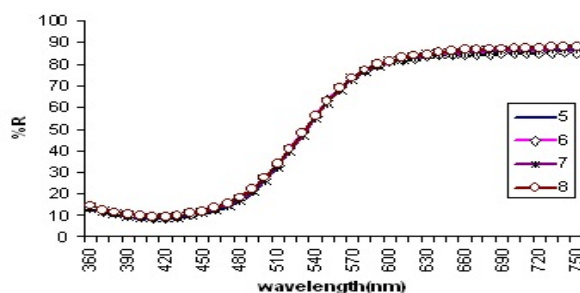
- ۵- نمونه رنگ شده با راکتیو سرد تحت پلاسمای ۱ دقیقه قبل از شستشو
- ۶- نمونه رنگ شده با راکتیو سرد تحت پلاسمای ۵ دقیقه قبل از شستشو
- ۷- نمونه رنگ شده با راکتیو سرد تحت پلاسمای ۵ دقیقه بعد از شستشو
- ۸- نمونه رنگ شده با راکتیو سرد تحت پلاسمای ۱ دقیقه بعد از شستشو

شکل ۱۱ میزان K/S نمونه های رنگ شده با راکتیو سرد پلاسما شده در زمان های ۱ و ۵ دقیقه قبل و بعد از شستشو را نشان می دهد، این شکل نیز نشان می دهد که در اثر شستشو برای منحنی های ۷ و ۸ نسبت به نوع قبل از شستشوی آن نیز کاهش میزان K/S دیده می شود که نشان دهنده کاهش ثابت رنگ می باشد. در شکل های ۱۲ و ۱۳ شستشو تأثیر کمی در میزان %R داشته، بطوریکه منحنی های نمونه های قبل و بعد از شستشو تقریباً بر هم منطبق می باشند.



شکل ۱۲. میزان %R نمونه های رنگ شده با راکتیو گرم پلاسما شده در زمان ۱ و ۵ دقیقه قبل و بعد از شستشو

- ۱- نمونه رنگ شده با راکتیو گرم تحت پلاسمای ۱ دقیقه قبل از شستشو
- ۲- نمونه رنگ شده با راکتیو گرم تحت پلاسمای ۵ دقیقه قبل از شستشو
- ۳- نمونه رنگ شده با راکتیو گرم تحت پلاسمای ۵ دقیقه بعد از شستشو
- ۴- نمونه رنگ شده با راکتیو گرم تحت پلاسمای ۱ دقیقه بعد از شستشو



شکل ۱۳. میزان %R نمونه های رنگ شده با راکتیو سرد پلاسما شده در زمان ۱ و ۵ دقیقه قبل و بعد از شستشو

- ۵- نمونه رنگ شده با راکتیو سرد تحت پلاسمای ۱ دقیقه قبل از شستشو
- ۶- نمونه رنگ شده با راکتیو سرد تحت پلاسمای ۵ دقیقه قبل از شستشو.
- ۷- نمونه رنگ شده با راکتیو سرد تحت پلاسمای ۵ دقیقه بعد از شستشو
- ۸- نمونه رنگ شده با راکتیو سرد تحت پلاسمای ۱ دقیقه بعد از شستشو

جدول ۴ و ۵ نیز در مقایسه با جدول ۱ و ۲ نشان می‌دهد که مقادیر h° , C^* , K/S بعد از شستشو کاهش یافته در حالیکه a^* , b^* و ΔE افزایش قابل ملاحظه‌ای را نشان می‌دهد، که نشان دهنده تأثیر شرایط شستشو بعد از عملیات پلازما است. به عبارتی عملیات پلازما موجب کاهش نا چیز ثبات شستشویی می‌شود که در شکل‌های ۱۰ تا ۱۳ مشهود است.

جدول ۴. مقایسه ΔE و محرک‌های سه گانه CIE نمونه‌های رنگ شده با راکتیو گرم و عمل شده با پلازما بعد از شستشو

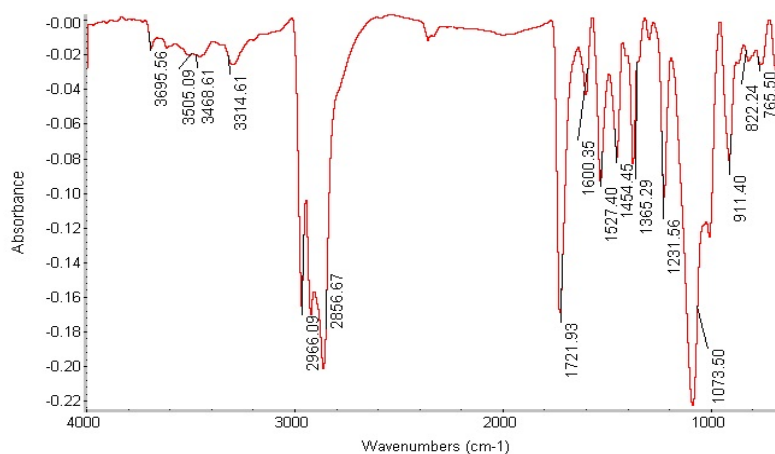
رنگ شده با ۱٪ راکتیو گرم بعد از شستشو			
زمان پلازما	عمل نشده	۱ دقیقه	۵ دقیقه
$\lambda_{max}(nm)$	۳۷۰	۳۷۰	۳۷۰
K/S	۳/۰۲	۲/۸	۲/۵۳
L*	۸۸/۲۴	۸۹/۶۱	۸۸/۸۹
a*	-۲/۷۹	۵۰/۴۳	۴۹/۲۴
b*	۵۴/۲۹	۹۳/۳۶	۹۳/۸۹
C*	۵۴/۳۶	-۲/۹۵	-۳/۳۲
h°	۹۲/۹۴	۵۰/۳۵	۴۹/۱۳
ΔE	-	۶۶/۰۴	۶۵/۳۸

جدول ۵. مقایسه ΔE و محرک‌های سه گانه CIE نمونه‌های رنگ شده با راکتیو سرد و عمل شده با پلازما بعد از شستشو

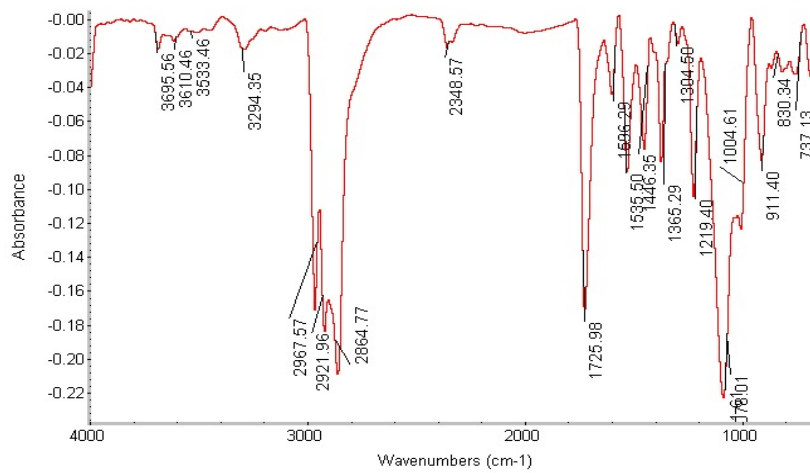
رنگ شده با ۲٪ راکتیو سرد بعد از شستشو			
زمان پلازما	عمل نشده	۱ دقیقه	۵ دقیقه
$\lambda_{max}(nm)$	۴۱۰	۴۱۰	۴۱۰
K/S	۵/۲۸	۴/۷۹	۴/۴۶
L*	۸۰/۵۱	۸۰/۵۴	۸۰/۸۹
a*	۱۳/۱۲	۶۶/۷۶	۶۵/۷۴
b*	۶۷/۵۹	۷۸/۴	۷۸/۶۳
C*	۶۸/۸۵	۱۳/۴۲	۱۲/۹۶
h°	۷۹/۰۱	۶۵/۴	۶۴/۴۵
ΔE	-	۵۴/۷۲	۵۳/۷۶

۳.۳. نتایج ATR-FTIR

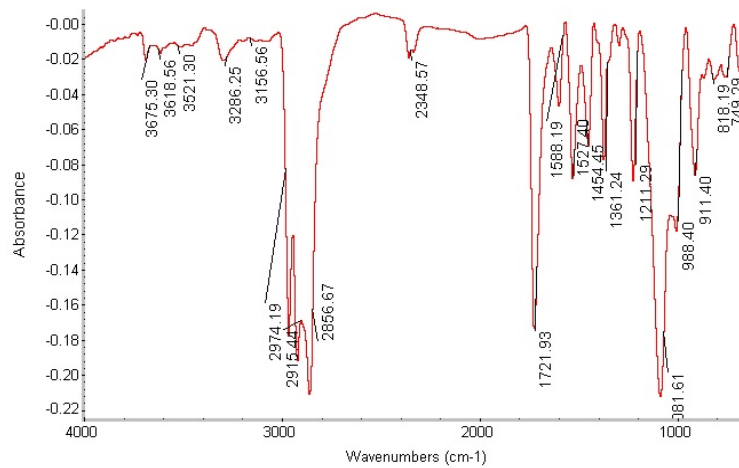
در بررسی نمودارهای شکل های ۱۴ تا ۱۹ و پیک های حاصل از گروه های عاملی موجود در نمونه ها تغییر زیادی مشاهده نمی شود بطوریکه در جذب CH کششی در نواحی 2850 تا 3000 cm^{-1} ، کتون در نواحی جذب 1720 تا 1740 cm^{-1} و سولفات ها در نواحی جذب 1070 cm^{-1} برای تمام نمونه های رنگ شده، عمل شده و عمل نشده با پلاسما، یکسان می باشد ولی جذب ضعیفی در نواحی 2350 cm^{-1} مربوط به آلکین یا نیتریل وجود داشته که با افزایش زمان عملیات پلازما شدت پیک افزایش می یابد. بنابراین ثبات رنگ کالا در بعد از مرحله شستشو برای این نمونه ها خوب بوده به عبارتی شرایط پلاسمایی تأثیری در عدم ثبات شستشویی کالا در مقایسه با نوع عمل نشده آن ندارد، در حقیقت این امر تأثیر ناچیز این عملیات در میزان طیف انعکاسی و K/S را نشان می دهد.



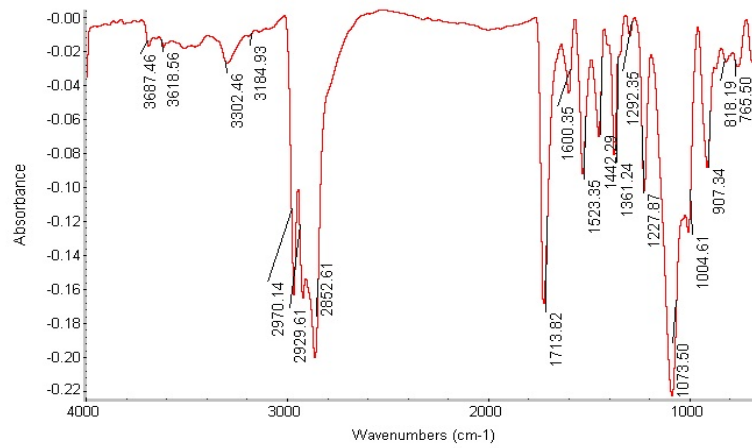
شکل ۱۴. نمودار ATR نمونه رنگ شده با راکتیو گرم عمل نشده با پلاسما



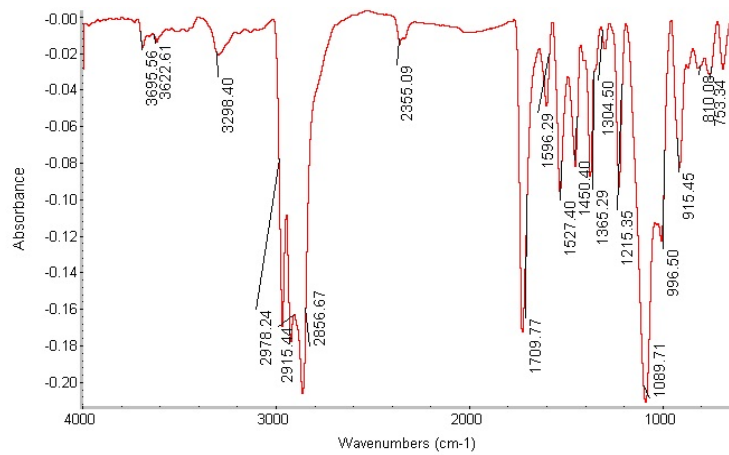
شکل ۱۵. نمودار ATR نمونه رنگ شده با راکتیو گرم عمل شده با پلاسما در زمان ۱ دقیقه



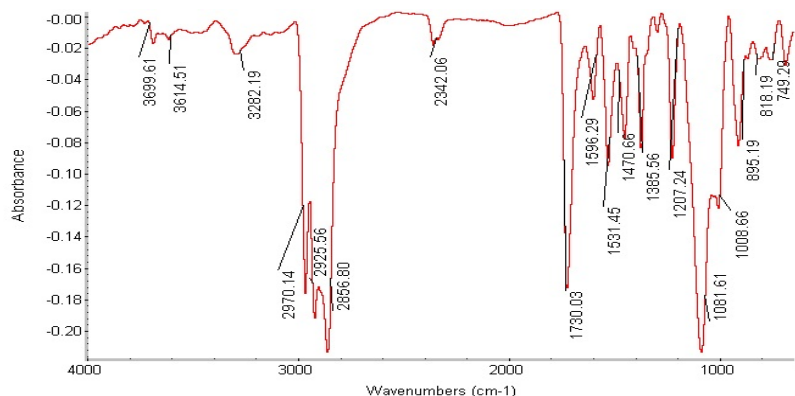
شکل ۱۶. نمودار ATR نمونه رنگ شده با راکتیو گرم عمل شده با پلاسما در زمان ۵ دقیقه



شکل ۱۷. نمودار ATR نمونه رنگ شده با راکتیو سرد عمل نشده با پلازما



شکل ۱۸. نمودار ATR نمونه رنگ شده با راکتیو سرد عمل شده با پلازما در زمان ۱ دقیقه



شکل ۱۹. نمودار ATR نمونه رنگ شده با راکتیو سرد عمل شده با پلاسما در زمان ۵ دقیقه

۴. نتیجه گیری

در این تحقیق نمونه کالای پنبه‌ای سفیدگری شده را با رنگینه راکتیو سرد و گرم رنگریزی شده، و سپس نمونه‌های رنگ شده را در محیط پلاسما با گاز نیتروژن در زمان‌های ۱ و ۵ دقیقه قرار داده و در مرحله بعد تأثیر پلاسما در تخریب مورفولوژی سطحی با استفاده از میکروسکوپ الکترونی پوششی با بزرگنمایی ۳۰۰۰ برابر بررسی و ارزیابی شدند. نتایج شرایط پلاسمایی در تعیین میزان K/S ، $L^*a^*b^*$ و R که با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر انعکاسی مورد مطالعه قرار گرفتند، نشان می‌دهد که نمونه‌های رنگ شده با هر دو رنگ راکتیو از ثبات رنگی برخوردار بوده اما ثبات شستشویی بعد از عملیات پلاسمای سرد تا حدی کاهش یافت، که قابل چشم‌پوشی بود، بطوریکه تست ATR-FTIR آنرا ثابت کرد. همچنین تصاویر اثر پلاسما در مورفولوژی سطحی با SEM بیان کرد، که با افزایش زمان عملیات پلاسمای گاز نیتروژن تخریب بیشتر می‌شود، بطوریکه این امر برای نمونه رنگ شده با راکتیو سرد بیشتر مشهود است.

۵. تقدیر و تشکر

اینجانب برخود لازم میدانم که از آقایان دکتر ابوسعید رشیدی و دکتر محمد اسماعیل یزدانشناس بخاطر راهنمایی‌هایی که داشته‌اند تشکر نمایم.

۶. منابع

- [1] V.Alenka, M. Miran, S. Simona, P.Zdenka, S.Karin, H.Nina., ScienceDirect., Vacuum xxx. , pp.1-4., 2009.
- [2] J. Kang., AATCC Rev., Vol.28., pp.4(10),. 2004.

- [3] J. Kang., AATCC Rev., Vol.29., pp.4(11),. 2004.
- [4] J.Larrieu, F. Clement, B. Held, N. Soulem, F.Luthon, C.Guimon., Surfinterface Anal., Vol.37., pp.544., 2005.
- [5] MR.Wertheimer, AC. Fozza, A. Hollander., Nucl Instrum Meth B., Vol.65., pp.151., 1999.
- [6] LJ.Gerenser, DA.Glocker, SI. Shah, WD.Westwood., “Handbook of thin film process technology”., Bristol., IOP,. 1998.
- [7] HU. Poll, U.Schladitz, S.Schreiter., Surf Coat Technol., Vol.489., pp.142-144., 2001.
- [8] C.Zhang , K.Fang., Sci.Surface & coating Technology., Vol.203., pp.2058-2063., 2009.
- [9] C.W.M. Yuen, S.Jiang, C. Kan, W.Tung., Appl.Surf.Sci., Vol.253., pp.5250., 2007.
- [10] M.G.McCord, Y.J.Hwang, P.J.Hauser, Y.Qiu., Tex.Res.J., Vol.72., pp.491., 2002.
- [11] Z.S.Cai, Y.P.Qui, C.Y.Zhang , Y.J.Hwang, M.McCord., Tex.Res.J., Vol 73.,PP.670.,2003.
- [12] K.Fang, S.Wang , C. Wang, A.Tian, J.Appl., Polym.Sci., Vol.107., pp.2949.,2008.
- [13] C.W.Kan,C.W.Yuen., Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B.,Vol.266., pp.127-132., 2008.
- [14] C.Kan, K.Chan and Y.Marcus., Autex research Jornal., Vol.3., No4., December., 2003.
- [15] C.W. Kan, K. Chan, C.W.M .Yuen, M.H. Miao., Journal of Material Processing and Technology.,Vol.82., pp.122., 1998.
- [16] C.W. Kan, K. Chan, C.W.M .Yuen, M.H. Miao., Journal of Material Processing and Technology.,Vol.83., pp.180., 1998.