



## اصلاح سطح پارچه های پلی استری با پلاسمای فشار اتمسفری هوا/آرگون برای چاپ جوهرافشان

مترجم: مهندس محسن عسگری

### چکیده:

بدلیل مورفولوژی و خصوصیات شیمیایی لیف پلی استر، پارچه پلی استری بدون انجام هرگونه پیش فرایند، قابلیت کمی برای نگه داری آب و جوهرها دارد. بنابراین طرح هایی که با جوهرهای پیگمنتی چاپ می شوند، یازدهی رنگی پایینی داشته و به آسانی رنگ می دهند. عملیات سطحی پارچه های پلی استری با ترکیبی از پلاسمای فشار اتمسفری هوا و ۱۰٪ آرگون تحت شرایط آزمایشی مختلف انجام شد. پس از عملیات پلاسمای، نمونه ها با جوهرهای پیگمنتی چاپ شدند. نتایج نشان داد پارچه های پلی استری اصلاح سطح شده، افزایش در راندمان رنگ و دقت طرح فوق العاده ای دارند. آنالیزهای SEM و XPS نشان دادند این کارایی رنگی بهبود یافته تنها سهم اثر حکاکی نیست بلکه متاثر از ایجاد گروه های قطبی اکسیژن دار روی سطح الباف در اثر پلاسمای هم هست. بنابراین اصلاح سطح پارچه های پلی استری با پلاسمای هوا/آرگون نسبت به روشهای پیش عملیات سنتی، راهی بالقوه با مزایای دوستدار محیط زیست بودن و محافظت از انرژی را برای پیش عملیات پارچه برای چاپ جوهرافشان ارائه می دهد.

### مقدمه

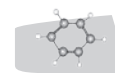
آرگون تحت فشار اتمسفری عمل کردند تا ترشوندگی نمونه ها را بهبود بخشیده و نرخ رنگرزی و اشباع رمق کشی رنگ را با عملیات های پلاسمای کم دمای فشار اتمسفری افزایش دهند. شنتون و همکارانش ثابت کردند پلاسمای غیرتصادفی فشار اتمسفری متصل به میکروویو می تواند بطور موثری برای حذف آلودگی سطحی و اصلاح شیمیایی سطوح پلیمری استفاده شوند. مکورد و همکارانش پارچه های نایلون و پلی پروپیلین را با پلاسمای فشار اتمسفری اصلاح و اثبات کردند پس از عملیات با پلاسمای هلیوم و هلیوم-اکسیژن، میزان اکسیژن و نیتروژن سطح پارچه پلی پروپیلین بطور چشم گیری افزایش می یابد. کای و همکارانش پلاسمای اتمسفری هوا/هلیوم و هوا/اکسیژن را برای آهارزدایی پلی وینیل الکل از پنبه استفاده کردند. هوانگ و همکارانش اثر عملیات پلاسمای روی خصوصیات سطحی فیلم های پلی اتیلن ترفتالات را با استفاده از پلاسمای هلیوم و اکسیژن-هلیوم، بررسی کردند. متیو و همکارانش تحقیقاتی روی مکانیسم حکاکی شرایط پلاسمای اتمسفری روی سطح فیلم های PET انجام داده و دریافتند تغییر قابل توجهی در دماهای ذوب و تبلور هیچ یک از انواع فیلم ها اتفاق نیفتاد که دلالت بر کاهش بخش آمورف در مقابل افزایش بخش کریستالی ماده دارد. گاویش و همکارانش گلاسیفیکاسیون متاکریلات را روی سطح منسوج بی بافت پلی پروپیلین وارد کردند، عملیاتی که با پلاسمای اتمسفری هلیوم اکسیژن دار آغاز شد تا پارچه هایی نوین با خصوصیات آنتی استاتیک، ضد میکروبی و دافع حشره بدست آید. با این حال گزارشات کمی در مورد اصلاح سطح با پلاسمای هوا/آرگون برای بهبود اثرات چاپ جوهرافشان پارچه ها وجود دارد.

در کارهای قبلی، ما عملیات پلاسمای اکسیژن کم دما برای چاپ جوهرافشان پیگمنتی پارچه ابریشمی اعمال شد. فنگ و همکارانش نشان دادند تصاویر چاپ شده با جوهرافشان روی پارچه های ابریشمی پلاسمای شده در مقایسه با پارچه های خام،

چاپ جوهرافشان برای فرایند چاپ منسوجات شدت اهمیت پیدا کرده و محبوب شده است. این نوع چاپ هزینه تجهیزات آماده سازی شابلون را از حذف کرده و بصورت بالقوه می تواند امکان تولید کوتاه مدت مقرون به صرفه را فراهم کند. گذشته از این چاپ جوهرافشان، جلوه های بصری چون گرادیان های رنگبندی و طرح های خیلی کوچک را برای تکرار اندازه هایی که عملا با فرایندهای چاپ شابلونی امکان دستیابی ندارند را فراهم می کند.

پارچه پلی استری بدلیل مشخصه های ویژه ای چون استحکام بالا و جهندگی غالبا به عنوان بستر چاپ جوهرافشان استفاده می شود. با این حال، طرح هایی که بصورت مستقیم با جوهرهای پیگمنتی روی پارچه های پلی استری چاپ می شوند، یازدهی رنگی ضعیف داشته و به آسانی رنگ می دهند. بنابراین، برای دستیابی به اثرات بهتر از چاپ جوهرافشان، باید پیش آماده سازی پارچه قبل از چاپ صورت بگیرد. روش های سنتی زمان طولانی صرف و انرژی و آب زیادی مصرف می کنند. از طرف دیگر، تولید مواد سمی پساب می تواند سبب مشکلات جدی زیست محیطی شود. در دهه گذشته، تکنیک پلاسمای به عنوان یکی از فرایندهای دوستدار محیط زیست، بطور گسترده ای برای اصلاح خصوصیات سطحی مواد پلیمری و منسوجات بکار گرفته شده است. پلاسمای در مقایسه به روش های سنتی این مزایا را دارد: درحالیکه خصوصیات توده بی تغییر خواهد ماند، فقط بیرونی ترین لایه نازک سطح را اصلاح می کند، مصرف کمتر مواد شیمیایی و امنیت بیشتر دارد، پساب تولید نمی کند، هزینه کمتری به محیط زیست تحمیل می کند و در مجموع با معنی تولید منسوجات اکوژیکتی سازگار است.

گروهی از محققین روی اصلاح سطح با پلاسمای در فشار اتمسفری کار کرده اند. وایکیدا و همکارانش پارچه های پشمی و پلی (اتیلن ترفتالات) را با پلاسمای کم دمای هلیوم/



## اندازه گیری‌ها

از سامانه اندازه گیری رنگ X-Rite Premier 8400 (شرکت X-Rite آمریکا) برای اندازه گیری مقادیر K/S، L و C نمونه‌ها با منبع نور D65 و زاویه دید ۱۰ درجه استفاده شد. مورفولوژی سطح لیف با استفاده از میکروسکوپ الکترونی پوششی (SEM JSM-5610) که شناخته شده ترین و پرکاربردترین ابزار آنالیز سطح است بررسی شد. تغییرات مورفولوژیکی ایجاد شده توسط پلاسما روی سطح نمونه های پارچه پلی استر، در بزرگنمایی ۴۰۰۰ بررسی شد. تمامی نمونه ها قبل از آزمون SEM با طلا پوشش داده شدند و تمامی تصاویر در شرایط محیطی بلافاصله پس از عملیات پلاسما تهیه شدند. ترکیب شیمیایی سطح پارچه پلی استر روی یک سامانه RBD بهبود داده شده PHI-5000C ESCA (پریکین المری) با تایش Mg Ka ( $h\nu = 1253.6 \text{ eV}$ ) آنالیز شد. آند اشعه ایکس در ۲۵۰ وات شروع بکار کرد و ولتاژ بالا در ۱۴ کیلوولت با زاویه آشکارسازی ۵۴ درجه نگه داشته شد. نمونه مستقیماً روی یک دیسک خود نگهدارنده (۱۰×۱۰ mm) فشرده شد و قبل از انتقال به مخزن آنالیز کننده، روی یک نگه دارنده نمونه نصب شد. طیف ها با توجه به پیک C-C قرار گرفته در ۲۸۴/۶ الکترون ولت نرمالایز شدند. تمام اندازه گیری ها به فاصله کوتاهی پس از عملیات پلاسما صورت پذیرفت. با ترک کردن پارچه، شکل قطره بطور پیوسته تغییر کرد تا جایی که کاملاً پخش شد. اندازه گیری های زمان تر شدن برای ارزیابی اثرات عملیات پلاسما روی میزان تر شدن پارچه با آنالیزکننده شکل قطره DSA-۱۰۰ صورت گرفت (Kruiss آلمان). آب مقطر، به عنوان مایع بررسی کننده مورد استفاده قرار گرفت. پنج نقطه مختلف اندازه گیری شد و مقدار میانگین مورد محاسبه قرار گرفت. یک میکروسکوپ DZ3-video با قابلیت تغییر کانون (Union Optical ژاپن) با نرخ زوم ۱۴ و بزرگنمایی کل ۳۰ تا ۵۸۸۰ (با CCD ۱/۲ و نمایشگر ۱۹ اینچی) برای اندازه گیری کارایی ضد رنگ دهی پارچه های چاپ جوهر افشان شده و چاپ نشده در مضرب ۷۵ استفاده شد. ثبات سایشی پارچه های چاپ شده طبق ISO 105-X12:1993 آزمون شد.

## نتایج و بحث

### زمان عملیات پلاسما

برای مطالعه اثر زمان، عملیات پلاسمای هوا/آرگون در دوره‌های ۹۰، ۱۲۰، ۱۵۰، ۱۸۰ و ۲۱۰ ثانیه با قدرت کاری و فاصله الکترودهای ثابت به ترتیب در ۳۰۰ وات و ۳ میلیمتر انجام شد. برای بررسی اثر عملیات، مقادیر K/S نمونه های چاپ جوهر افشان شده اندازه گیری شد. نتایج در شکل ۲ خلاصه شده است.

همانطور که مشاهده می‌شود، با افزایش زمان در معرض پلاسما بودن، مقادیر K/S هر دو محیط افزایش یافته است. این به آن معناست که نمونه های چاپ جوهر افشان شده، رنگ عمیق تر و روشن تری نشان می‌دهد. این امر را می‌توان به گروههای قطبی و ناهموازی ایجاد شده توسط پلاسما روی سطح لیف نسبت داد. جالب است زمانیکه پارچه برای مدتی بیش از ۱۵۰ ثانیه تحت عملیات هوا/آرگون (و ۱۸۰ ثانیه در مورد عملیات با پلاسمای هوا) قرار گرفتند، مقادیر K/S شروع به کاهش پیدا می‌کند. بطور کلی پذیرفته شده که ذرات فعال زیادی چون الکترون ها، یون ها، رادیکال آزاد، فوتون ها و اتم/مولکول های برانگیخته در حن عملیات پلاسما تولید می‌شوند. الکترون با سرعت بالای داخل آن به اصلاح سطح نمونه ها نسبت داده می‌شود. در توان ورودی ثابت، نرخ واکنش تجزیه کننده افزایش می‌یابد و قبل از اینکه زمان پلاسما به ۱۵۰ ثانیه برسد، منجر به افزایش بیشتر الکترون سرعت بالا می‌شود، بنابراین به هیچ وجه ممکن نیست تعداد الکترون تغییر کند. در این حالت اثرات پلاسما روی سطح پارچه پلی استر شروع به اشباع می‌کند. همچنین شکل ۲ نشان می‌دهد در زمان مشابه اثرات عملیات پلاسمای

رنگ عمیق‌تر و روشن‌تری را نشان می‌دهند. در این مقاله، مطالعه ای بر اثرات عملیات پلاسمای اتمسفری هوا/آرگون برای چاپ پیگمنت جوهر افشان روی پارچه پلی استر ارائه شده است. به منظور تعیین اثر عملیات پلاسما روی مورفولوژی سطح و آبدوستی پارچه پلی استر، نمونه ها با استفاده از میکروسکوپ الکترونی پوششی (SEM) آنالیز شدند. رابطه بین کارایی ضد رنگ‌دهی پارچه پلی استر و آبدوستی و خصوصیت نگه داری آب و جوهرها هم بررسی شد. به منظور صرفه جویی در انرژی، نسبت آرگون تا ۱۰٪ تنظیم شد.

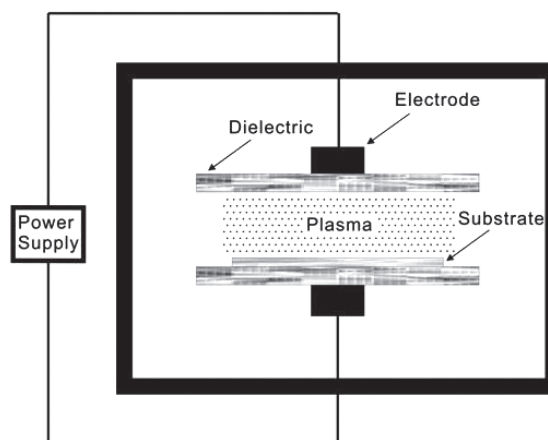
## آزمایشات

### مواد

پارچه پلی استر ۱۰۰٪ (۵۶ گرم بر متر مربع، کارخانه رنگرزی و سفیدگری وو کسی چین) و جوهر پیگمنتی ارغوانی روشن (مرکز تحقیق و توسعه نانورنگدانه‌ها و چاپ دیجیتال دانشگاه جیانگنان)

### عملیات پلاسما

دستگاه اصلاح سطح پلاسمای پالسی ST/RI (موسسه تحقیقات نساجی شانگهای، چین) در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفت. تسهیلات آزمایش (نشان داده شده در شکل ۱) ناحیه پرتوگیری فعال تقریباً ۲۵ cm×۲۵ cm بین دو الکتروده مسی با فاصله جداکننده ۱-۶ میلیمتر دارد. هر الکتروده مس در یک سد دی الکتریکی با ضخامت ۶ میلیمتر جاسازی شده است.

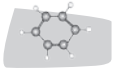


شکل ۱. نمای طرحواره‌ی دستگاه آزمایش

دستگاه با منبع قدرت عملیاتی ۵۰-۰ وات در فرکانس ۱ کیلوهرتز عمل شد. همانطور که بصورت طرحواره در این شکل نشان داده شده، نمونه مستقیم در راکتور قرار داده شد. ابتدا سامانه پلاسما تخلیه و سپس تا فشار اتمسفر با گاز پر شد. کل سد تخلیه دی الکتریک در محیط ترکیبی هوای اتمسفری و ۱۰٪ آرگون بکار گرفته شو و عملیات برای یک دوره زمانی ادامه پیدا کرد. توان کل در تمام مدت روی ۳۰۰ وات نگه داشته شد. پس از آنکه عملیات پلاسما به پایان رسید، سپس نمونه‌ها برداشته شدند و برای جلوگیری از امکان ایجاد آلودگی روی پارچه‌ها، بدقت نگه داری شدند.

### روش چاپ جوهر افشان

پارچه‌ها با پرینتر دیجیتال Mimaki JV4-180 چاپ جوهر افشان شدن شدند (شرکت میماکی ژاپن) و متعاقباً بمدت ۳ دقیقه در ۱۲۰ °C با خشک کن Minni thermo-350 خشک شدند (شرکت روچز انگلستان).



جدول ۱. مقادیر K/S پارچه های پلی استری عمل شده با پلاسمای هوا و هوا/آرگون در فواصل بین الکتروده متفاوت

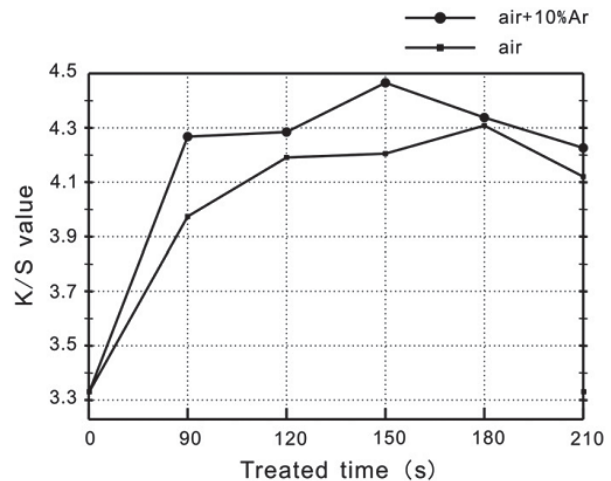
فاصله (MM)					محیط
۵	۴	۳	۲	۱	
۳/۷۲	۴/۰۶	۴/۲۰	۳/۹۷	۳/۵۳	مقادیر K/S در پلاسمای هوا
۳/۹۱	۴/۱۵	۴/۳۸	۴/۱۲	۳/۶۱	مقادیر K/S در پلاسمای هوا/آرگون

نمونه در توان ۳۰۰ وات به مدت ۱۵۰ ثانیه عمل شد

پلی استر عمل نشده، عمل شده با پلاسمای هوا و پلاسمای هوا/آرگون از تصاویر SEM با بزرگنمایی ۴۰۰۰ برابر استفاده شد. همانطور که در شکل ۳(a) دیده می شود لیف پلی-استر عمل نشده سطح صافی دارد که عموماً برای نگه داری آب یا جوهر قابلیت کمی دارد. اما شکل (c) و (b) نشان می دهند پارچه پلی استری عمل شده با پلاسمای با حضور شیارهایی در مورفولوژی سطح لیف، تغییر مشهودی دارد. زبری نشان می دهد عمل حکاکی روی سطح لیف اتفاق افتاده است. بنابراین، سطح زبرتر قابلیت بیشتری برای به دام انداختن آب و جوهر داشته، همچنین نفوذ آب و جوهر به پارچه پلی استر را تسهیل می کند. از مقایسه تصاویر (c) و (b) می توان فهمید اختلاف قابل توجهی در زبری نمونه های عمل شده با پلاسمای هوا و پلاسمای ترکیبی هوا و آرگون وجود ندارد. این پدیده را اینطور می توان خلاصه کرد که ترکیب ۱۰٪ آرگون به سخنی روی عمل حکاکی عملیات پلاسمای اثر می گذارد.

#### شیمی سطح

طیف XPS پارچه خام پلی استر در شکل ۴(a) نشان داده شده که دربرگیرنده پیک های C1s و O1s است. پس از عملیات پلاسمای پیک O1s پارچه پلی استری نسبت به قبل آن بالاتر است و پیک N1s نیز ظاهر شده که در شکل ۴(b) نشان داده شده است. طبق جدول ۲، در مقایسه نمونه عمل شده با پلاسمای هوا/آرگون نسبت به نمونه خام، میزان C1s کاهش یافته در حالیکه O1s و نسبت O/C روی سطح ۰/۱ افزایش یافته است. این نتایج اظهار می کند زمانی که پلیمر با پلاسمای اکسیژن عمل می شود، اکسیژن روی سطح ایجاد می شود. ایجاد گروه های قطبی اکسیژن دار در سطح پلی استر می تواند دلیل اصلی بهبود آبدوستی باشد. جدول ۲ نشان می دهد افزایش خیلی کمی در نسبت اتمی N/C وجود دارد. این نشان می دهد پس از اصلاح سطح با پلاسمای، گروه های نیتروژن دار کمی روی سطح شکل می گیرد.



شکل ۲. مقادیر K/S پارچه های پلی استری عمل شده با پلاسمای هوا و هوا/آرگون در زمان های مختلف. تمام نمونه ها در توان ۳۰۰ وات، فاصله دی الکتریک ۳ میلیمتر عمل شدند

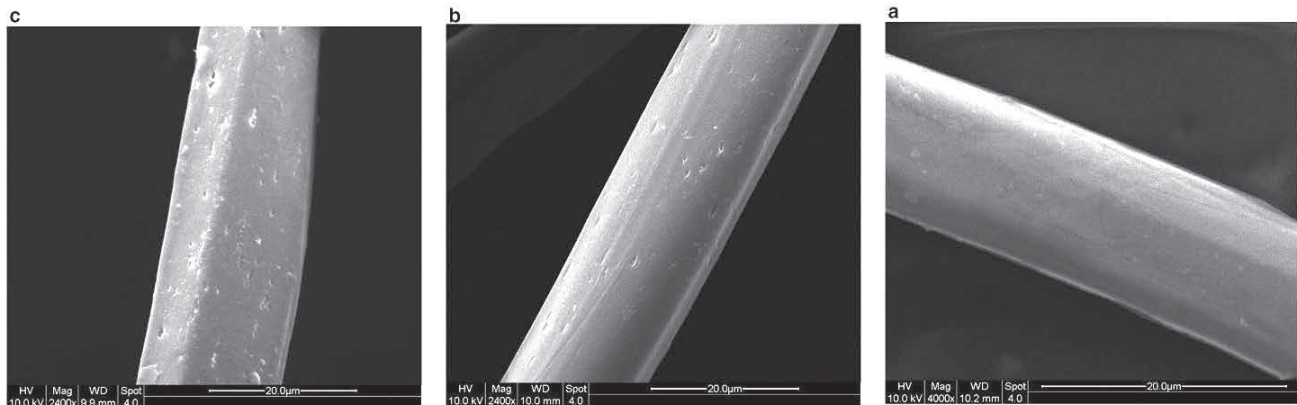
هوا/آرگون بهتر از پلاسمای هوا می باشد. این پدیده را به این شکل می توان توضیح داد که آرگون دلیل انرژی پتانسیل تفکیک کمتر نسبت به هوا، خیلی آسان تر تخلیه می شود. ترکیب آرگون، تخلیه ی پلاسمای را تقویت کرده و عملیات را بهتر می کند.

#### فاصله بین دو الکتروده

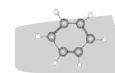
رابطه بین فاصله الکترودها و میزان K/S مطالعه شد که نتیجه آن در جدول ۱ نشان داده شده است. بیشترین میزان K/S پنج نمونه زمانی بدست آمد که فاصله بین الکترودها در هر دو سیستم پلاسمای هوا و پلاسمای هوا/آرگون، روی ۳ میلیمتر تنظیم شد. می توان بطور خلاصه گفت مناسب ترین فاصله در این آزمایش با بهترین اثر عملیات پلاسمای، ۳ میلیمتر بدست آمد. این امر در اثر این حقیقت است که با کاهش اضافی فاصله، میزان گاز بین فواصل کاهش یافته شده و ذراتی که در حین فرایند تخلیه باید برانگیخته شوند، بطور متناسب کاهش می یابد. بنابراین اثر تخلیه پلاسمای ضعیف تر می شود. از سوی دیگر، با افزایش فاصله، شدت میدان ضعیف تر خواهد شد که آنهم می تواند اثر تخلیه پلاسمای را ضعیف تر کند.

#### مورفولوژی سطح

همانطور که در شکل ۳ نشان داده شده، برای درک تغییر مورفولوژی سطح لیف



شکل ۳. تصاویر SEM الیاف پلی استر (a) عمل نشده (b) عمل شده با پلاسمای هوا (c) عمل شده با پلاسمای هوا/آرگون. نمونه ها در توان ۳۰۰ وات، فاصله دی الکتریک ۳ میلیمتر و به مدت ۱۵۰ ثانیه عمل شد



جدول ۲. ترکیب شیمیایی نسبی و نسبت های اتمی پارچه پلی استری تعیین شده با XPS

نسبت اتمی		ترکیب شیمیایی		نمونه ها
N/C	O/C	(%) O1s	۱	
۰	۰/۴۷	۲۹/۴	۶۳/۱	مقادیر K/S در پلاسمای هوا
۰/۰۶	۰/۵۷	۳۳/۰	۵۹/۳	مقادیر K/S در پلاسمای هوا/آرگون

نمونه در توان ۳۰۰ وات به مدت ۱۵۰ ثانیه عمل شد

به منظور بررسی اینکه پس از عملیات پلاسمای، چه گروههای شیمیایی روی سطح پلی استر بوجود آمده آنالیز پیکهای C1s انجام شد. طیف C1s آزمون XPS پارچه های پلی استر خام و پلاسمای شده در شکل ۵ ارائه شده است. همچنانکه در گزارشات مستند شده و در شکل ۵ دیده می شود، طیف پلی استر خام شامل سه طیف ۲۸۴/۶۰ eV، ۲۸۶/۱۰ eV و ۲۸۸/۷۵ eV است که به ترتیب به C-O، C-C-H، C-O (یا C-OH) و O=C-O (یا COOH) است. همانطور که در شکل ۵(b) ارائه شده، پیک اضافی در C=O ۲۸۸/۱۰ eV در طیف پلی استر عمل شده ظاهر شده است. طبق تغییرات محتوی هر یک از ترکیبات شیمیایی که در جدول ۳ نشان داده شده است، پس از عملیات پلاسمای، C-H و C-C یسبندت کاهش می یابد و بطور همزمان بیشتر گروههای قطبی اکسیژن دار از قبیل C-OH، C=O و COOH روی سطح لیف پلی استر افزایش می یابد. این نتایج نشان می دهد با عملیات پلاسمای ممکن است بعضی از پیوندهای C-H و C-C در سطح لیف پلی استر شکسته شود و سپس همانطور که در گزارشات آمده، پیوندهای شکسته شده C-H و C-C با اتمهای اکسیژن تولید شده توسط پلاسمای ترکیب خواهند شد تا گروههای قطبی اکسیژن دار را شکل دهند.

جدول ۳. درصد مساحت پیک طیف تراز مرکزی

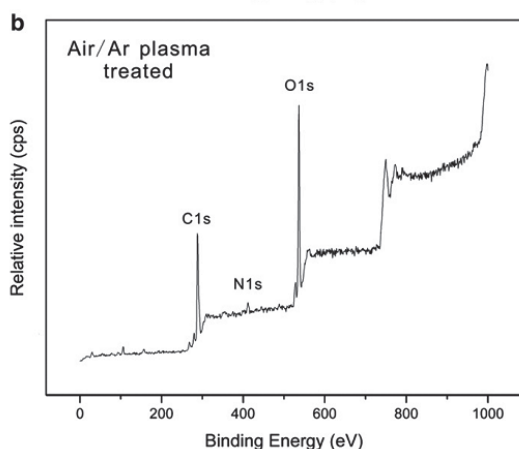
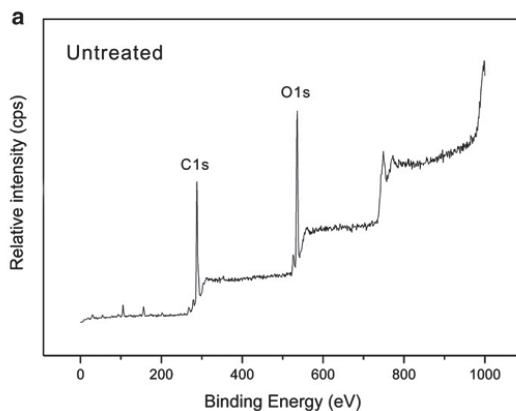
XPS C1sV پارچه های پلی استر عمل نشده و عمل شده با پلاسمای هوا/آرگون

انرژی پیوند (eV)	عمل نشده (%)	عمل شده (%)	گروههای شیمیایی ممکن
۲۸۴/۶	۶۱/۹	۵۷/۲	C-C/C-H
۲۸۶/۱	۲۳/۲	۲۰/۴	C-O (و یا C-OH)
۲۸۸/۱	۰	۲/۴	C=O
۲۸۸/۷۵	۱۴/۹	۲۰/۰	O=C-O (و یا COOH)

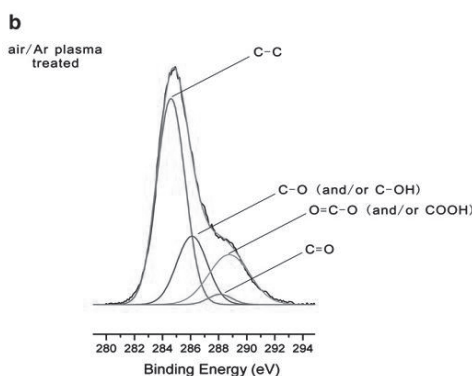
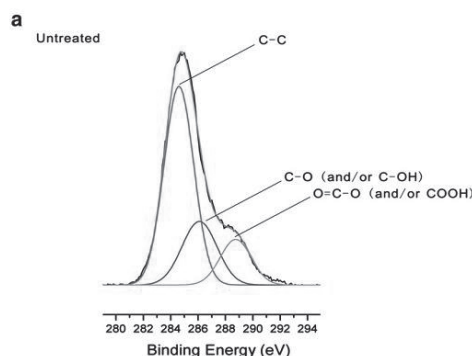
نمونه در توان ۳۰۰ وات به مدت ۱۵۰ ثانیه عمل شد

#### آنالیز شکل قطره

شکل ۶ تصاویر فوری قطرات آب مقطر پخش شده روی پارچه های پلی استر خام و عمل شده با پلاسمای هوا/آرگون را نشان می دهد. همانطور که در شکل ۶ (a,b) دیده می شود در ۳۰ دقیقه ابتدایی، پخش شدن روی سطح بستر پلی استر خام، برای قطره سخت است. اگرچه پس از ۳۰ ثانیه شکل قطره از نیم دایره منحرف می شود اما همچنان پارچه نمی تواند آن را بطور کامل جذب کند. با این وجود، پارچه های عمل شده با پلاسمای هوا/آرگون بهبود مشهودی در آبدوستی حاصل می کنند. شکل ۶ (c,d) نشان می دهد ۲ ثانیه پس از اینکه قطره روی سطح افتاد، کاملاً پخش می شود. این اثر عملیات پلاسمای را نه تنها اثر حکاکی روی سطح لیف پلی استر بلکه ایجاد گرههای قطبی (-OH، -COOH، -C=O، -NH<sub>2</sub>) روی لایه سطحی پلی استر نیز ایجاد می کند. دو عمل ذکر شده می تواند آبدوستی لیف پلی استر را بهبود بخشد.

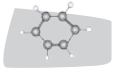


شکل ۴. طیف XPS پارچه های پلی استر (a) عمل نشده (b) عمل شده با پلاسمای هوا/آرگون



شکل ۵. طیف XPS لیف (a) PET عمل نشده (b) عمل شده با پلاسمای هوا/آرگون. نمونه ها در توان ۳۰۰ وات و فاصله ۳ میلیمتر به مدت ۱۵۰ ثانیه عمل شد.





و L کاهش یافته است. این یعنی خلوص و اشباع نمونه افزایش و روشنایی آن کاهش یافته است.

از یک سو، حکاکی و ایجاد گروه‌های قطبی روی سطح پارچه توسط پلاسما، عملکرد ضد رنگ دهی پارچه پلی استر را بهبود داده که میزان رنگدانه جوهر باقی مانده روی پارچه را افزایش می‌دهد. از سوی دیگر، عمل حکاکی پلاسما، زبری سطح پارچه را افزایش می‌دهد. این امر همچنین به افزایش مقادیر K/S نمونه های چاپ شده با روش جوهرافشان با کاهش کسر نور انعکاسی از سطوح زبر در مقایسه با سطوح صاف نسبت داده می‌شود.

#### آزمون ثبات رنگ

ثبات های مالشی خشک و تر پارچه های پلی استری در جدول ۵ ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد تقریباً هیچ اختلافی بین ثباتهای مالشی نمونه های خام و نمونه های عمل شده با پلاسما هوا/آرگون وجود ندارد. این نتایج نشان می‌دهد عملیات پلاسما اثری روی ثبات رنگ پارچه های پلی استر چاپ شده با روش جوهرافشان ندارد.

جدول ۴. نتایج اندازه گیری رنگ پارچه های خام و عمل شده

نمونه ها	K/S	L	C
خام	۳/۳۴	۵۴/۷۲	۴۹/۰۶
عمل شده با پلاسما هوا/آرگون	۴/۳۸	۵۱/۹۵	۵۳/۵۶

نمونه در توان ۳۰۰ وات به مدت ۱۵۰ ثانیه عمل شد

جدول ۵. نتایج اندازه گیری رنگ پارچه های خام و عمل شده

نمونه ها	خشک	تر
خام	۳	۲-۳
عمل شده با پلاسما هوا/آرگون	۳	۲-۳

نمونه در توان ۳۰۰ وات به مدت ۱۵۰ ثانیه عمل شد

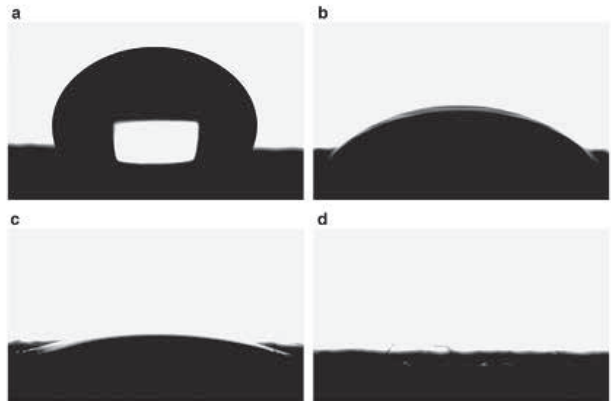
#### نتیجه گیری

عملیات پلاسما اتمسفری هوا/آرگون می‌تواند دقت طرح پارچه پلی استر چاپ شده با چاپ جوهرافشان پیگمنتی را بهبود بخشد. نتایج نشان می‌دهد پارچه های پلی استری پلاسماشده در مقایسه با پارچه های خام، کارایی ضد رنگ دهی بهتر و رنگ تازه تری دارند.

شرایط بهینه عملیات زمانی بدست آمد که زمان در معرض پلاسما بودن ۱۵۰ ثانیه با فاصله ۳ میلیمتر بین دو صفحه تخلیه کننده و توان عملیاتی ۳۰۰ وات بود. مطالعات SEM نشان داد شیارهای روی سطح لیف ایجاد شده که مشخص می‌کنند مورفولوژی سطح پلی استر با عملیات پلاسما تغییر کرده است.

آنالیز XPS نشان می‌دهد بدنبال عملیات پلاسما، تعدادی گروه های قطبی اکسیژن دار روی سطح لیف ایجاد شده که دلیلی بر افزایش قابلیت نگه داری آب و جوهر در پارچه های پلاسما شده است.

بنابراین پلاسمای اتمسفری هوا/آرگون، روش پیش آمده سازی بالقوه ای را ارائه داده و دورنمای جذابی برای چاپ جوهرافشان پیگمنتی پارچه های پلی استری یا اثرات تکمیلی خوب است.



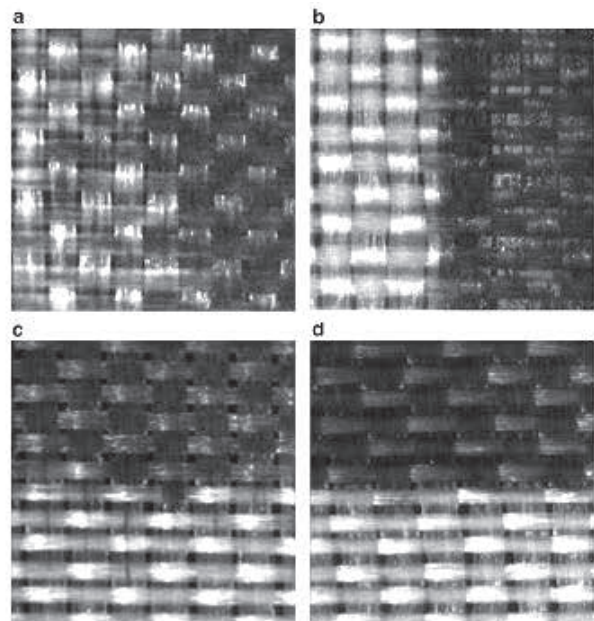
شکل ۶. نمای تصویر فوری روی بستر پلی استر (a) ۳۰ ثانیه پس از افتادن روی پارچه خام (b) ۹۰ ثانیه پس از افتادن روی پارچه عمل شده (c) ۱ ثانیه پس از افتادن روی پارچه خام (d) ۲ ثانیه پس از افتادن روی پارچه عمل شده. نمونه ها در توان ۳۰۰ وات و فاصله ۳ میلیمتر به مدت ۱۵۰ ثانیه عمل شد.

#### عملکرد ضد رنگ دهی

شکل ۷ عملکرد ضد رنگ دهی پارچه های پلی استر خام و عمل شده را نشان می‌دهد. همانطور که شکل (a,c) نشان می‌دهد، عملکرد رنگ دهی پارچه پلی استر خام در جهت تار و پود لبه پارچه های چاپ شده با جوهرافشان شدید است. همانطور که شکل (b,d) نشان می‌دهد، عملکرد ضد رنگ دهی نمونه عمل شده با سرعت زیادی پس از عملیات پلاسما، بطوری چشم گیر بهبود یافته است. این امر به علت بهبود آبدوستی پارچه، متعاقباً تسریع سرعت جذب و افزایش قابلیت نگه داری جوهر می‌باشد.

#### میزان رنگ پارچه های چاپ شده با جوهرافشان

نتایج اندازه گیری رنگ پارچه های پلی استری خام و عمل شده در جدول ۴ لیست شده است. نشان داده شده پس از عملیات پلاسمای هوا/آرگون، مقادیر K/S و C افزایش



شکل ۷. تصاویر گرفته شده با میکروسکوپ DZ3-video با قابلیت تغییر کانون در بزرگنمایی ۷۵ از پارچه های پلی استر پس از چاپ جوهرافشان با جوهرهای چاپ (a) تار تار (b) تار عمل شده (c) پودی خام (d) پودی عمل شده. نمونه ها در توان ۳۰۰ وات و فاصله ۳ میلیمتر به مدت ۱۵۰ ثانیه عمل شد