

# پارچه پنبه‌ای با قابلیت فوق آبگریزی با استفاده از عامل جفت کننده سیلانی عاری از فلئوئور و نانوذرات اکسید روی

رویا محمدی<sup>۱/</sup> شهلا شکرریز<sup>۱/</sup> زهرا شریعتی نیا<sup>۲/</sup>، مجید منتظر<sup>۳/</sup> ابوالفضل حیدری<sup>۴/</sup>

## چکیده

فوق آبگریزی از جمله ویژگی‌های کاربردی در بسیاری از صنایع نظیر صنعت رنگ و پوشش، نساجی و غیره است. مفهوم فوق آبگریزی توسط محققان جهت دستیابی به ویژگی خودتمیزشوندگی روی منسوجات مورد استفاده قرار گرفته است. در این تحقیق، به منظور ایجاد پارچه پنبه‌ای با ویژگی فوق آبگریزی ابتدا نانوذرات اکسید روی به روش سل ژل سنتز و سپس به روش پد-خشک-پخت روی پارچه پنبه‌ای پوشش داده شدند. جهت کاهش انرژی سطح از هگزا دسیل تری متوکسی سیلان (HDTMS) به عنوان ماده آبگریز فاقد فلئوئور استفاده شد و دفع آب با زاویه تماس ۱۵۰ درجه حاصل شد.

نیلوفر آبی و بال‌های پروانه به طور طبیعی فوق آبگریز هستند که عملکرد ضد آب و خودتمیزشوندگی فوق العاده‌ای را نشان می‌دهند. فوق آبگریز بودن یک ماده نه تنها به شیمی سطح بلکه به جانمایی آن نیز بستگی دارد. دو مدل نظری متمایز (ونزل و کاسی باکستر) برای فوق آبگریز کردن سطح توسط زیر کردن سطح، کاهش انرژی و یا هر دو استفاده شده است.

از نانوذرات معدنی نظیر تیتانیوم دی اکسید، اکسید روی و سیلیکا جهت ایجاد زبری سطح برای آماده سازی فوق آبگریز استفاده شده است. اکسید روی به دلیل هزینه پایین، دسترسی و پایداری بسیار مورد توجه قرار گرفته است. به منظور کاهش انرژی سطح روی سطح زیر میتوان از ترکیبات فلئوئوروالکیل



## ۱- مقدمه

بهبود این خواص صورت گرفته است. سطح

با زاویه تماس بزرگتر از ۱۵۰ درجه به عنوان

سطح فوق آبگریز در نظر گرفته می‌شود.

سطوح برخی از گیاهان و حشرات نظیر برگ

خاصیت دفع لکه و خاک یکی از مطلوب‌ترین

ویژگیهای منسوجات برای مصرف کننده است.

در دهه‌های اخیر تلاش‌های زیادی جهت



ژل به منظور افزایش زبری سطح و سپس هیدرولیز HDTMS جهت کاهش انرژی سطح جهت دستیابی به پارچه فوق آبریز است.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- مواد

پارچه صد درصد پنبه‌ای شسته شده، مرسریزه شده و سفیدگری شده فاقد سفیدکننده نوری با دانسیته  $252 \text{ gm}^{-2}$  به عنوان بستر از شرکت یزدیاف تهیه شد.

زینک نیترات شش آبه، سدیم هیدروکسید و اتانول از شرکت مرک آلمان و هگزادسیل-تریمتوکس سیلان از شرکت سیگلما آلدریج تهیه شد.

### ۲-۲- سنتز اکسید روی

۱۲ گرم زینک نیترات در ۱۰۰ میلی لیتر آب دیونیزه حل و به مدت ۴۵ دقیقه با استفاده از همزن مغناطیسی در دمای ۹۰ درجه سانتیگراد هم زده شد. ۳/۲ گرم سدیم هیدروکسید در ۳۰ میلی لیتر آب در بشر جداگانه حل و به مدت ۱۰ دقیقه هم زده شد. سپس محلول سود به آرامی و قطره قطره به بشر حاوی زینک نیترات تحت هم زدن اضافه شد و به مدت ۲ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد نگه داشته شد.

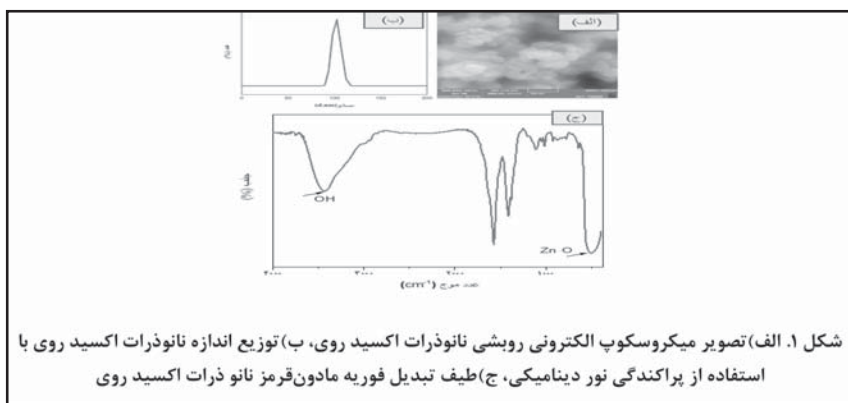
محلول حاصل چند ساعت در شرایط نرمال هوا قرار گرفت و با استفاده از کاغذ صافی فیلتر و در دمای ۱۶۰ درجه سانتیگراد به مدت ۷ ساعت در آون خشک شد.

### ۲-۳- تهیه پارچه پوشش داده شده با

#### نانوذرات اکسید روی

پارچه پنبه‌ای با ۲ گرم بر لیتر مواد شوینده غیریونی به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۶۰ درجه سانتیگراد به منظور حذف ناخالصی‌های باقیمانده تمیز شد.

۵ درصد وزنی پودر اکسید روی سنتز شده در آب دیونیزه دیسپرس شد و به مدت ۳۰



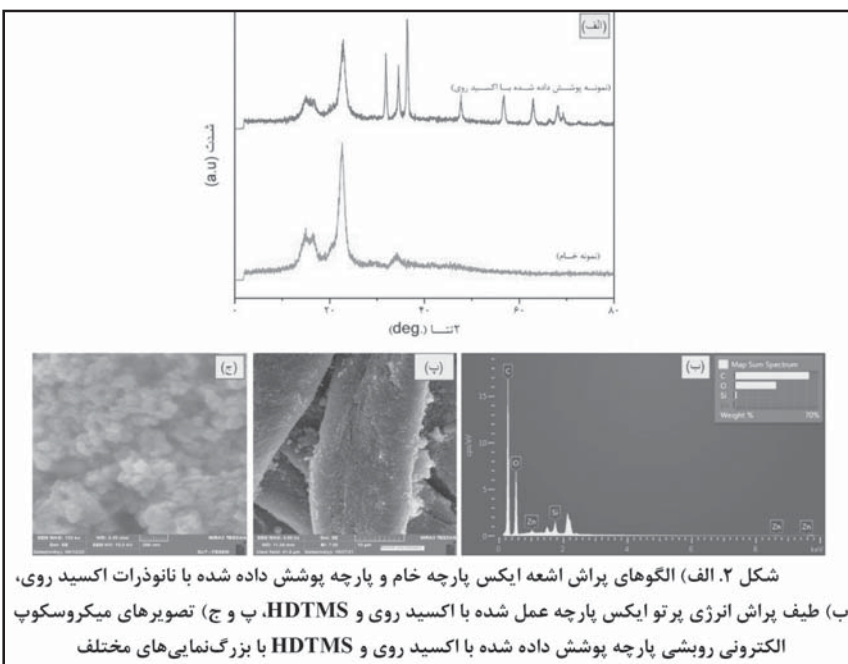
و سیلان استفاده کرد.

منسوجات فوق آبریز با روش‌های مختلفی توسعه یافته‌اند. اکثر اطلاعات بر روی استفاده از مواد شیمیایی فلئو ردار به دلیل دفع آب عالی تمرکز کرده‌اند. با این حال استفاده از مواد فلئوروآکیل دارای معایب قابل توجهی نظیر هزینه بالا و خطرات بالقوه‌ای برای سلامتی انسان و محیط زیست هستند. بنابراین توسعه مواد جایگزین عاری از فلئور جهت تولید مواد نساجی سازگار با محیط زیست بسیار مطلوب است.

در میان منسوجات به کار رفته، پنبه که خالص‌ترین سلولز یافت شده در طبیعت است، به لحاظ انعطاف‌پذیری و جذب رطوبت زیاد، زیست سازگاری، تخریب پذیری

بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد. با این حال وجود گروه‌های هیدروکسیل فراوان روی پنبه سبب کاهش مقاومت در برابر لکه و دفع آب می‌شود. بنابراین نیاز به تکمیل‌های اضافی جهت ایجاد خاصیت فوق آبریزی و خودتمیزشوندگی روی پارچه پنبه‌ای وجود دارد.

ژئونگ و همکارانش نانومیله‌های اکسید روی را بر روی پارچه پلی استر به روش هیدروترمال رشد دادند و جهت ایجاد خاصیت هیدروفوب، پلی دیمتیل سیلوکسان روی پارچه پوشش داده شد.





و (۱۰۳) هستند. طیف پراش انرژی ایکس در شکل ۲-ب حضور عناصر روی و سیلیس را توجیه می‌کند.

بعد از پوشش پارچه پنبه‌ای، نانو ذرات و HDTMS به صورت توزیع یکنواخت روی سطح پارچه قرار گرفتند (شکل ۲-پ-ج) شکل ۳ زاویه تماس ساکن آب پارچه خام پوشش داده شده با HDTMS و پارچه پوشش داده با اکسید روی و HDTMS را نشان می‌دهد.

پارچه عمل شده با HDTMS هیدرولیز شده زاویه تماس  $133^\circ$  را نشان می‌دهد در حالی که پارچه عمل شده با اکسید روی و HDTMS هیدرولیز شده دارای زاویه تماس  $150^\circ$  بوده که ناشی از حضور اکسید روی به دلیل افزایش زبری سطح است.

#### ۴- نتیجه گیری

به منظور ایجاد پارچه پنبه‌ای با خاصیت فوق‌آبگریزی ابتدا نانو ذرات اکسید روی به روش سل ژل سنتز و شناسایی شدند و سپس به روش پد-خشک روی پارچه پوشش داده شدند. در نهایت پارچه در محلول هیدرولیز شد هگزادسیل‌تری‌متوکسی‌سیلان غوطه‌ور و سپس پخت شد.

اکسید روی به منظور افزایش زبری سطح و هگزادسیل‌تری‌متوکسی‌سیلان به عنوان ماده آبریز دوستدار محیط زیست جهت کاهش انرژی سطح استفاده شد. زاویه تماس  $150^\circ$  برای پارچه پوشش داده شده با اکسید روی و هگزادسیل‌تری‌متوکسی‌سیلان حاصل شد، در صورتی که پارچه عمل شده با هگزا دسیل‌تری‌متوکسی‌سیلان زاویه تماس  $133^\circ$  نشان داد.

#### پی‌نوشت

۱- پژوهشکده رنگ و پلیمر، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

۲- دانشکده شیمی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

۳- دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

۴- پژوهشگاه پلیمر، آکادمی علوم اسلواکی



ژیکان ایران اندازه‌گیری شد. ۵ میکرولیتر قطره آب در ۴ طرف مختلف سطح پارچه قرار گرفت و زاویه تماس میانگین گزارش شد.

#### ۳- نتایج و بحث

ایجاد میکرو/نانو ساختار و اصلاح با مواد انرژی سطح پایین برای تحقق فوق‌آبگریزی بسیار مهم است.

مورفولوژی نانو ذرات اکسید روی در شکل ۱-الف نشان داده شده است و به صورت دانه است. توزیع سایز نانو ذرات اکسید روی در محدوده ۸۹ - ۱۱۸ نانومتر در شکل ۱-ب نشان داده شده است.

مطابق شکل ۱-ج، ارتعاش گروه هیدروکسیل در  $3500 \text{ cm}^{-1}$  ناشی از حضور مولکول آب روی سطح نانو ذرات اکسید روی است. پیک تیز مشاهده شده در محدوده  $433 \text{ cm}^{-1}$  و  $510 \text{ cm}^{-1}$  مربوط به ارتعاشات اکسید روی است.

ساختار بلوری نمونه خام و پوشش داده شده با نانو ذرات اکسید روی در شکل ۲-الف نشان داده شده است. پیک‌های شناسایی شده در  $2^\circ$  تا  $15/2^\circ$ ،  $16/7^\circ$  و  $23/1^\circ$  مربوط به ساختار کریستالی سلولز (نمونه خام) هستند. الگوی پراش اشعه ایکس مربوط به نمونه پوشش داده شده با اکسید روی نشان می‌دهد که کریستال‌های اکسید روی بر روی پارچه پوشش داده شده‌اند.

شش قله اصلی در زوایای  $23/06^\circ$ ،  $34/66^\circ$ ،  $36/46^\circ$ ،  $89/47^\circ$ ،  $94/56^\circ$  و  $63/09^\circ$  مرتبط با صفحات کریستالی  $(100)$ ،  $(101)$ ،  $(002)$ ،  $(110)$

دقیقه تحت فراصوت قرار گرفت. پارچه پنبه‌ای به مدت ۱۵ دقیقه در محلول دیسپرس شده قرار گرفت. در نهایت پارچه با روش پد و خشک (برداشت ۷۰ - ۱۰۰ درصد درجه سانتیگراد) پوشش‌دهی شد.

#### ۲-۴ - ایجاد خاصیت آبریزی با استفاده از آلکیل سیلان

محلول آلکیل سیلان ۴ درصد وزنی با استفاده از اتانول تهیه و به مدت ۴۰ دقیقه هم‌زده شد. سپس پارچه خام و پارچه پوشش داده شده با اکسید روی در محلول ۴ درصد وزنی از HDTMS به مدت یک ساعت غوطه‌ور و در نهایت به مدت یک ساعت در دمای  $130^\circ$  درجه سانتیگراد پخت شد.

#### ۲-۵ - روش‌های مشخصه‌یابی

جهت بررسی مشخصه‌های نانو ذرات اکسید روی و پارچه پوشش داده شده از میکروسکوپ الکترونی روبشی گیل میدانی مدل Mira3-XMU ساخت شرکت Tescan، طیف‌سنج پراش اشعه ایکس مدل X-pert ساخت کشور فیلیپس هلند، طیف‌سنج تبدیل فوریه مادون‌قرمز، طیف‌سنج پراش انرژی ایکس ساخت شرکت SAMX و پراکندگی نور دینامیکی استفاده شد.

#### ۱-۲-۵ - ارزیابی زاویه تماس ساکن آب

زاویه تماس ساکن آب با استفاده از گونیاسنج زاویه تماس مدل CAG10 ساخت شرکت