شیمی نساجی

تولید پارچه ابر جاذب پنبـه‌ای با خاصیت فتوکاتالیستی به‌وسیله سنتز در محل هیدروژل نشاسته/ منگنز دی اکسید

مهدیه عبداللهی موقر[1]/ پگاه صراف[1]/ مجید منتظر[1]

چکیده

امروزه پارچه‌های سوپرجاذب اهمیت ویژه ای در صنایع مختلف، مانند پزشکی، بهداشتی، فیلتراسیون و... دارند. این پژوهش باهدف تولید پارچه سلولزی سوپر جاذب بر مبنای ترکیبات طبیعی دنبال شده است. برای این منظور از سنتز در محل هیدروژل بر پایه نشاسته به همراه پتاسیم پرمنگنات به عنوان عامل ایجادکننده پیوند عرضی و ماده اولیه سنتز دی اکسید منگنز بر پارچه، استفاده‌شده است. نشاسته به‌عنوان ترکیب طبیعی ارزان و دوستدار محیط‌زیست و همچنین پتاسیم پرمنگنات به‌عنوان اکسیدکننده قوی استفاده‌شده که سبب تولید پارچه ابرجاذب مقرون به‌صرفه شده‌اند. با عمل کردن پارچه سلولزی همزمان با تولید هیدروژل، جذب آب تا ۲۲۷ درصد نسبت به وزن پارچه خام سلولزی افزایش یافته است. پارچه‌های عمل شده خاصیت فتوکاتالیستی، مقاومت سایشی عالی، استحکام مناسب(۲۸درصد بیشتر از نمونه سلولزی عمل نشده) دارند.

۱-مقدمه

پارچه ابرجاذب به پارچه‌هایی می‌گویند که چند برابر وزن خود آب جذب کنند. بیشترین کاربردهای تجاری سوپر جاذب‌ها در پوشک بچه، بانداژ، دستمال بهداشتی و... است.

مواد بسیاری برای گرافت مونومر وینیل روی نشاسته و صمغ گوار و سلولز با هیدرولیز قلیایی برای افزایش جذب آب استفاده می‌شوند.

از جمله آغازگرهای موثر در این سنتز ذرات منگنز(IV) هستند. نانو ذرات منگنز دی اکسید از خواص فتوکاتالیستی، تخریب فرم آلدهید در دمای اتاق، رنگ‌زدایی، جاذب یون‌های سمی از قبیل یون سزیم، ضد باکتری و... برخوردارند.

مواد سلولزی دارای اتصال عرضی، از ترکیب حداقل دو گروه هیدروکسیلی در هر واحد سلولزی یا واحدهای مجاور سنتز می‌شوند که عامل‌های اتصال عرضی مربوط به سلولز و مشتقات آن، باید دارای دو یا بیشتر برای واکنش با دو گروه هیدروکسیلی‌باشند.

هیدروژل، به شبکه‌های پلیمری کشسان اشباع از آب گفته می‌شود. این شبکه‌های سه‌بعدی، آب‌دوست دارای اتصالات عرضی هستند که در تماس با آب متورم شده، اما حل نمی‌شوند وجود اتصال عرضی در سه بعد در بین زنجیرهای پلیمری از گسترش و متورم شدن بیش از اندازه زنجیره‌های پلیمری جلوگیری می‌کند.

نشاسته گروه‌های هیدروکسیل فراوانی دارد که از آنها برای تهیه هیدروژل استفاده می‌شود. روش‌های شیمیایی مانند اتری کردن نشاسته و پیوند عرضی آن برای تولید هیدروژل استفاده می‌شود.

وانگ و همکارش برای دسترسی به خواص سطحی جدید، پارچه پنبه ای معطری را در فرآیند ژله ای شدن بتاسایکلودکسترین تهیه کردند که نرخ تبخیر بوی معطر کاهش یافت.

هونگ و همکارش، پارچه پنبه‌ای تکمیل شده ای با کراس لینک هیدروکسی

بنزوفنون بر پارچه به کمک BTCA تهیه کردند که خواص فتوکاتالسیتی و خودتمیزشوندگی داشت. گوپتا و همکاران از کراس لینک آکریل آمید با پارچه پنبه‌ای به کمک متیلن بیس آکریل آمید به خواص عالی جذب آب دست پیدا کردند.

منتظر و همکاران هیدروژل کتیرا را با استفاده از سیتریک اسید به عنوان کراس لینک کننده و نیترات نقره روی پارچه پنبه‌ای سنتز در محل کرده و پارچه با خواص جذب آب و ضد باکتری عالی بدست آوردند.

دئو و همکارش، پارچه پنبه‌ای ابرجاذبی را با گرافت مونومرهای اکریلونیتریل با استفاده از پرمنگنات پتاسیم و نیتریک اسید ایجاد کردند که قابلیت جذب آب و محلول نمکی را داشت.

با توجه به مطالعات انجام شده زنجیره‌های سلولزی در پارچه پنبه‌ای با مواد مختلفی کراس لینک می‌شوند و خواص جدیدی ایجاد می‌کنند، در این پژوهش، به منظور دستیابی به خواص جذب آب بیشتر پارچه پنبه ای و خاصیت فتوکاتالیستی از سنتز هیدروژل بر پایه نشاسته و پتاسیم پرمنگنات استفاده شده است.

۲-مواد و روش‌ها

پارچه پنبه ای، پتاسیم پر منگنات و سدیم هیدروکسید تهیه شده از شرکت مرک آلمان، آب مقطر، نرم افزار متلب برای بررسی فعالیت فتوکاتالیستی، دستگاه استحکام سنج کاردوتک ساخت کشور ایران برای ارزیابی استحکام کششی پارچه‌ها، دستگاه مارتیندیل ساخت شرکت شرلی انگلیس برای ارزیابی ثبات سایشی استفاده شدند.

برای تهیه پارچه ابر جاذب از سنتز درمحل هیدروژل استفاده شده به طوری که هیدروژل سنتزی بر پایه نشاسته، پتاسیم پرمنگنات و سدیم هیدروکسید است. برای این منظور نشاسته و سدیم هیدروکسید (با غلظت های متفاوت)به خوبی در دمای ۵۰ – ۵۵ درجه سانتی گراد با همزن شیشه ای هم‌زده شده و ژل سفیدرنگ چسبناک و محکم به دست آمد.

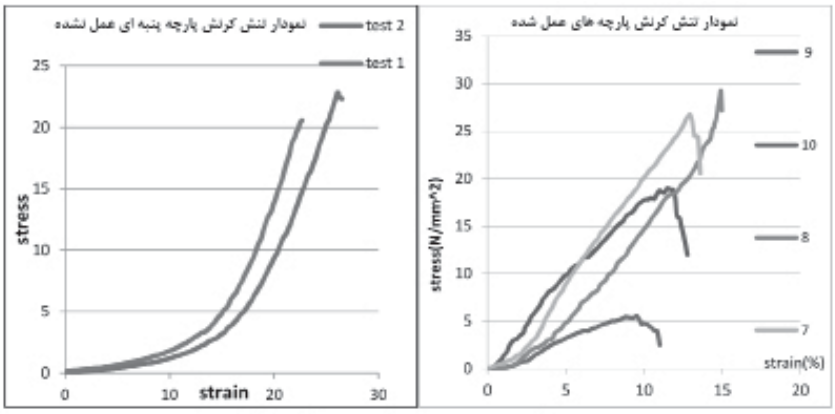
سپس مقادیر متفاوت پتاسیم پرمنگنات به صورت محلول آبی اضافه و همزدن و حرارت دهی تا حصول. هیدروژل قهوه ای رنگ غلیظ با حالت ارتجاعی و ژله‌ای، ادامه یافت. سپس در برخی از پارچه ها به مدت ۲۴ ساعت در هیدروژل تولیدی استراحت داده شدند.

سپس مقدار اضافی هیدروژل جدا شده و در دمای اتاق و رطوبت ۳۰ درصد خشک شدند و در ادامه با آب شست و شو داده و خشک شدند. ولی برخی از نمونه‌ها استراحت داده نشدند و بلافاصله بعد از تولید، هیدروژل اضافی از سطح پارچه ها زدوده شد.

درصد جذب آب به کمک رابطه ۱ محاسبه شده است. دراین رابطه W_0وزن پارچه عمل شده خشک وW_T وزن پارچه عمل شده در زمان T ، W_F وزن پارچه خام در زمان T ، W_{F0} وزن خشک پارچه خام است. t برای ا ; بار ، جذب آب نمونه‌ها ۲۰ دقیقه د، نظ گ فته شد.

$$\text{درصد جذب آب٪} = ((W_t - W_0) \setminus W_0)-(W_F- W_{F0})\setminus W_{F0})\times 100$$

برای بررسی خاصیت فتوکاتالیستی پارچه‌های عمل شده ابتدا آنها به محلول ۰.۰۰۱ درصد متیلن بلو آغشته شده، سپس در معرض نور آفتاب در زمان‌های مختلف قرار گرفت. مقادیر تغییر رنگ آنها با نرم افزار متلب سنجیده شد.



جدول۲- بررسی درصد جذب آب هیدروژل ها در استفاده مکرر

۳ - بحث و نتیجه‌گیری

برای پیدا کردن بهترین روش تولید پارچه ابرجاذب اثر آماده سازی اولیه پارچه (یک گرم) با محلول سدیم هیدروکسید ۲ مولار در جوش، میزان سدیم هیدروکسید و پتاسیم پرمنگنات در ۰.۷ گرم نشاسته، و تاثیر استراحت دادن به پارچه در هیدروژل بررسی شد. در جدول ۱ برخی از داده‌های تجربی جهت تحلیل نتایج ارائه شده است.

در بررسی اثر آماده سازی نمونه‌های ۱ و ۲، به مدت ۳۰ دقیقه در محلول سدیم هیدروکسید ۲ مولار در جوش قرار گرفتند.

بعد از سنتز هیدروژل روی آن (نشاسته ۰.۷ گرم، پتاسیم پرمنگنات ۰.۰۰۴ گرم و ۲ میلی لیتر سدیم هیدروکسید ۲ مولار) نتایج جذب آب نشان داد که پارچه آماده‌سازی نشده نسبت به دو نمونه دیگر درصد جذب آب بیشتری داشته است که علت آن جمع شدگی پارچه آماده سازی شده نسبت به نشده است که از نفوذ هیدروژل جلوگیری می‌کند.

در بررسی اثر پتاسیم پرمنگنات در نمونه ۴ و ۵ و ۶ (نشاسته ۰.۷ گرم، ۲ میلی لیتر سدیم هیدروکسید ۲ مولار) با افزایش مقدار پتاسیم پرمنگنات درصد جذب آب افزایش یافته که به علت افزایش کراس لینک هیدروژل و پارچه است.

نمونه ۷، ۸، ۹ (نشاسته ۰.۷ گرم و ۰.۰۰۸ گرم پتاسیم پرمنگنات) اثر غلظت سدیم هیدروکسید بررسی شد. نتایج نشان می دهد که با کاهش غلظت، درصد جذب آب بهبود یافته است.

زیرا افزایش pH سبب کاهش جذب منگنز یونی شده و منگنز دی اکسید نیز که عامل کراس لینک

جدول۱- بررسی اثر عوامل مختلف بر درصد جذب آب پارچه های عمل شده

اثر مقادیر پتاسیم پرمنگنات

نمونه	$KMnO_4$ (g)	جذب آب(٪)
۴	۰.۰۰۴	۱۸
۵	۰.۰۰۶	۵۲
۶	۰.۰۰۸	۲۲۷

اثر آماده سازی با سدیم هیدروکسید در جوش

نمونه	عمل کردن	جذب آب(٪)
۱	شده	۱۹
۲	شده	۳۶
۳	نشده	۹۳

اثر استراحت دادن به مدت ۲۴ساعت

نمونه	استراحت دادن	جذب آب(٪)
۹	ندارد	۷۹
۱۰	دارد	۱۵۹
۱۱	دارد	۲۰۰

اثر مقادیر محلول سدیم هیدروکسید

نمونه	مولاریته	جذب آب(٪)
۷	۰.۵	۱۸۳
۸	۱	۱۵۲
۹	۲	۷۹

جدول ۲- مقادیر ΔRGB پارچه‌های عمل شده ۸ و ۱۱ پس از قرارگیری زیر نور آفتاب در زمان های متفاوت

زمان (min)	ΔRGB		
	شاهد (خام)	۱۱	۸
۳۰	۲۸	۵۸	۴۶
۶۰	۳۰	۶۱	۵۰
۹۰	۳۴	۶۴	۵۴
۱۲۰	۳۵	۶۹	۵۶
۱۵۰	۳۶	۷۲	۵۹
۱۸۰	۳۷	۷۵	۶۰

هیدروژل و پارچه است کمتر جذب شده است.

در نمونه ۱۰،۹ ، ۱۱ (۰.۷ گرم نشاسته، ۲میلی لیتر سدیم هیدروکسید ۲ مولار، ۰.۰۰۸ گرم پتاسیم پرمنگنات) اثر استراحت دادن بررسی شده که با ۲۴ ساعت استراحت دادن درصد جذب آب بهبود یافته که به نفوذ بیشتر هیدروژل و برقراری پیوند بهتر با سلولز مرتبط است.

در نتیجه شرایط مطلوب آزمایش، پارچه آماده سازی نشده، مقدار ۰.۰۰۸ گرم پتاسیم پرمنگنات و سدیم هیدروکسید ۰.۵ مولار و استراحت دادن، است.

برای نفوذ بیشتر منگنزدی اکسید و بهبود درصد جذب آب، از عمل آوری دوباره با هیدروژل استفاده شد. در عمل کردن دوباره، اکثر نمونه‌ها افزایش جذب آب داشتند به گونه‌ای که در جذب آب نمونه ۱ تا ۴۰۰ درصد بهبود حاصل شد ولی در عمل کردن مرحله سوم نسبت به

دوم ۱۰۱ درصد کاهش داشت. علت آن بر اساس نظر هایپنگ لی و همکاران، بهبود پراکندگی همگن و افزایش پیوند ارتباطی بین دیاکسید منگنز و نشاسته است که سبب پیشرفت خواص مکانیکی شده است. همچنین پر شدن مکان‌های نشست هیدروژل بر پارچه در عمل کردن دوم سبب بهبود جذب آبشده و در عمل کردن سوم به دلیل نبود مکان خالی اثر منفی داشته است.

برای ارزیابی تاثیر غلظت سدیم هیدروکسید بر استحکام کششی، مقادیر مواد اولیه مصرفی به یک نسبت افزایش یافت.(۰.۰۲۴ گرم پتاسیم پرمنگنات و ۶ میلیلیتر سدیم هیدروکسید و ۲،۱ گرم نشاسته و غلظت سدیم هیدروکسید درنمونه ۹ و ۱۰ ، ۲ مولار و در نمونه ۸ ، ۱ مولار و درنمونه ۷ ، ۰.۵ مولار است).

در مقایسه نمودار پارچه‌های عمل شده ۹ و ۱۰ با پارچه پنبه‌ای خام، مشاهده می‌شود که استحکام به‌صورت چشمگیری کاهش پیدا کرده است.

(حداکثر

تنش در پنبه خام ۲۲،۸۶ و در پارچه عمل شده ۹ حدود ۶ نیوتن بر میلی متر مربع است) پارچه‌های عمل شده ۷ و ۸ نسبت به پارچه های عمل شده ۹ و ۱۰ تنش حداکثر بیشتری را تحمل کرده اند که از پارچه خام ۲۸ درصد بیشتر است.

این می‌تواند به دلیل صدمه غلظت بیشتر سدیم هیدروکسید به پارچه در نظر گرفته شود. نتایج ارزیابی ثبات سایشی نمونه پارچه عمل شده ۸ پس از ۵۰۰۰ دور دچار پارگی شد و درصد کاهش وزن آن بعد از ۳۰۰۰ دور برابر با ۰.۷۱ درصد است. (وزن پارچه عمل شده قبل از سایش ۱۵۹،۹۹۵ گرم و بعد از ۳۰۰۰ دور سایش ۱۵۹،۹۸۸ گرم شده است.)

طبق استاندارد پارچه تاری پودی که نوع ساینده آن پارچه پشمی استاندارد با نوع وزنه ۴۱۵ گرمی حداقل تعداد دور سایش ۲۰۰۰ دور است، با توجه به اینکه پارچه عمل شده بعد از ۵۰۰۰ دور دچار پارگی شده و درصد کاهش وزن پارچه بعد از ۳۰۰۰ دور، زیر یک درصد است درنتیجه پارچه عمل شده ۸ از مقاومت سایشی خوبی برخوردار است.

برای ارزیابی آزمون خاصیت فتوکاتالیستی از نمونه‌های شماره ۸ و ۱۱ استفاده شده که ابتدا آنها به محلول ۰.۰۰۱ درصد متیلن بلو آغشته شده، سپس در معرض نور آفتاب در زمان‌های مختلف قرار گرفتند. میزان تغییر رنگ آنها با نرم افزار متلب سنجیده شد به طوری که مقادیر RGB Δبیشتر نشانگر خاصیت فتوکاتالیستی بیشتر نمونه است زیرا رنگ متیلن بلو بیشتر تخریب شده و تغییر رنگ بیشتری ایجاد شده است.

بیشترین مقدار RGB Δدر زمان های متفاوت به نمونه ۱۱ مربوط است. هر دو نمونه نسبت به نمونه شاهد خاصیت فتوکاتالیستی بهتری دارند که نشان دهنده ایجاد ذرات منگنز دی اکسید است.

به گزارش چنتاوهو و همکارش وجود سدیم هیدروکسید باعث افزایش خاصیت فتوکاتالیستی و افزایش جذب گروه‌های OH و خاصیت خودتمیزشوندگی شده‌است.

درنتیجه در مقدار ثابت پتاسیم پرمتگنات، خاصیت فتوکاتالیستی نمونه ۱۱ با غلظت ۲ مولار سدیم هیدروکسید به نسبت نمونه ۸ با غلطت ۱ مولار ۶۲ درصد و نسبت به پارچه خام ۱۰۳ درصد بهبود یافته است.

٤-نتیجه گیری:

در این تحقیق پارچه ابرجاذب پنبه ای با سنتز در محل هیدروژل بر پایه نشاسته و پتاسیم پرمنگنات و سدیم هیدروکسید به روش حرارتی تولید شد.

در نمونه بهینه جذب آب تا حدود ۲۲۷ درصد نسبت به پارچه خام به دست آمد و با استفاده از آنالیز تغییر رنگ نمونه ها به کمک نرم افزار متلب فعالیت فتوکاتالیستی آن نیز تایید شد.

نتایج نشان دهنده تشکیل و حضور نانوذرات منگنز دی اکسید در هیدروژل نشاسته بر پارچه عمل شده است.

پی‌نوشت:

۱-دانشکده مهندسی نساجی دانشگاه صنعتی امیرکبیر