اصلاح خصوصیات شیمیایی کالای پنبه‌ای با به‌کارگیری نانو ساختار دندریمر پلی‌پروپیلن ایمین

راضیه اردکانی [۱و*]، رضا محمدعلی مالک[۲]، سامرا سلیم‌پور

چکیده:

نانو ساختار دندریمر پلی‌پروپیلن ایمین نسل دوم (G2-PPI) با استفاده از اتصال‌دهنده سیتریک اسید به روش پد- خشک-پخت بر روی پارچه پنبه‌ای اتصال یافت. با استفاده از آنالیز طیف‌سنجی مادون قرمز (FTIR) گروه‌های شکل گرفته بر سطح کالای پنبه‌ای شناسایی شدند. نتایج حاصل از آزمایش‌های میکروسکوپ الکترونی پویشی (SEM) و آنالیز نیتروژن محتوی (N-content) حضور نانو ساختار دندریمر پلی‌پروپیلن ایمین بر روی کالای پنبه‌ای را تأیید می‌کنند. علاوه بر این، میزان جذب رنگ کالای پنبه‌ای اصلاح شده با استفاده از دو کلاس رنگزاهای آنیونیک (مستقیم) و کاتیونیک (بازیک) مورد بررسی قرار گرفت. همچنین، خصوصیات فیزیکی نظیر: استحکام، شاخص سفیدی، زاویه بازگشت از چروک نمونه‌ها ارزیابی شدند.

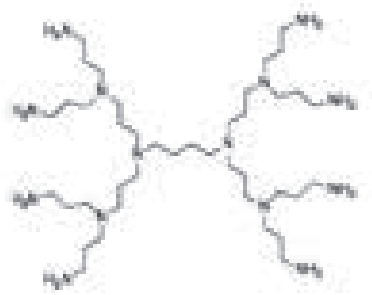
مقدمه

نانو ساختارهای دندریمری دسته‌ای از ماکرومولکول‌ها هستند که دارای ساختاری با شاخه‌های زیاد، بسیار منظم و تعداد زیادی گروه‌های انتهایی بوده و فضای بین این شاخه‌ها آماده پذیرفتن مولکول‌های میهمان می‌باشند. دندریمرها بدلیل ساختار مولکولی‌شان در مقایسه با پلیمرهای خطی، خواص شیمیایی و فیزیکی متفاوتی را از خود نشان می‌دهند. دندریمرها برخلاف پلیمرهای خطی، ماکرومولکول‌های منودیسپرس می‌باشند [۳-۱]. این نانو ساختارها بخاطر شکل کروی و حضور حفره‌های داخلی‌شان، خواص منحصر به فردی دارند که مهمترین آن پذیرایی از مولکول‌های میهمان در داخل ماکرومولکول است [۲].

ویژگی‌های منحصر به فرد نانو ساختارهای دندریمری باعث کاربرد آنها در صنایع مختلف از جمله صنعت نساجی شده است. دندریمرها در زمینه نساجی به عنوان اصلاح‌کننده الیاف سلولزی به کار برده شده‌اند. در مورد دندریمرهای پلی آمیدوآمین تحقیقات نشان داده است که این دندریمرها می توانند تحت pH مناسب اجازه رنگرزی بدون الکترولیت را نیز بدهند [۴ و ۵]. در تحقیقی دیگر [۶] برای دستیابی به تکنولوژی رنگرزی بدون نمک کالای پنبه‌ای با رنگزای راکتیو، یک پلیمر پرشاخه (هایپربرنچد) دارای گروه‌های انتهایی آمین (HBP-NH) را به شیوه اکسیداسیون با پریدات سدیم به لیف پنبه متصل نمودند.

روش تحقیق

در تمامی آزمایشات از پارچه صد در صد پنبه ای (تولید کارخانه بروجرد)، نانو ساختار دندریمر پلی پروپیلن ایمین نسل دوم (شکل ۱) (اهدایی از شرکت Symo-chem BV)، سیتریک اسید، سدیم هیپوفسفیت (Merck) و رنگزاهای مستقیم (Solophenyl Red3BL) و بازیک (Maxilon Blue 5G) (ساخت شرکت Ex-Ciba) استفاده شده است. ابتدا، کالاهای پنبه ای در محلولی حاوی نانو ساختار دندریمر، سیتریک اسید و سدیم هیپوفسفیت (نسبت مولی ۱:۲:۵) به مدت یک دقیقه قرار داده شدند. سپس، نمونه ها با برداشت ۸۰ ٪ پد شدند و در استنتر با دمای ۸۰ °C به مدت ۵ دقیقه خشک گردیدند. نهایتا، نمونه‌ها در دمای ۱۶۰ °C و به مدت ۳ دقیقه تحت عملیات پخت قرار گرفتند.



شکل ۱. نانو ساختار دندریمر G2-PPI.

به منظور بررسی میزان جذب رنگ، نمونه های اصلاح شده بدون استفاده از مواد کمکی و مطابق روش‌های رایج رنگرزی با رنگزاهای مستقیم و بازیک، تحت پروسه رنگرزی قرار گرفتند (owf; L:R ۵۰:۱ ،۰٫۵٪). سپس، قدرت رنگی (K/S) نمونه‌های رنگرزی شده بر اساس رابطه کیوبلکامانک [۷] (معادله ۱) و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتری انعکاسی Color Eye ۷۰۰۰/Gretag-Macbeth محاسبه شد:

$$K/S=(1-R)^2/R \quad (۱)$$

۲،۱ دانشکده مهندسی نساجی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران
* Razieh_10@yahoo.com

طیف FTIR (دستگاه Nicolet ۶۷۰ Nexus) گروه‌های استری شکل گرفته ما بین کالای پنبه‌ای و اتصال‌دهنده سیتریک اسید و گروه‌های آمیدی حاصل از اتصال G2–PPI به سیتریک اسید را نشان می دهد. علاوه بر این، حضور نانو ساختار G2–PPI بر سطح کالای پنبه‌ای با آنالیزهای میزان نیتروژن محتوی (N–content) به روش کجدال و تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) تایید شد.

استحکام نمونه‌ها مطابق استاندارد (BS ۵۵۶۶) به وسیله دستگاه استحکام سنج (Instron ۲۵۷۶) ارزیابی شدند. نتایج حاصل از اندازه گیری استحکام نمونه ها به صورت میانگین بیشترین نیرو و درصد کاهش استحکام محاسبه شده اند. میزان زاویه بازگشت از چروک نمونه ها مطابق استاندارد (BS ۱۱) و بصورت مجموع میانگین در جهت تار و پود گزارش شده است. میزان سفیدی نمونه ها مطابق معادله (۲) و توسط دستگاه اسپکتروفتومتری انعکاسی Carry 100-Varian بدست آمد:

(۲)

$$W.I = Y + 800\,(X_n - X) + 1700\,(Y_n - Y)$$

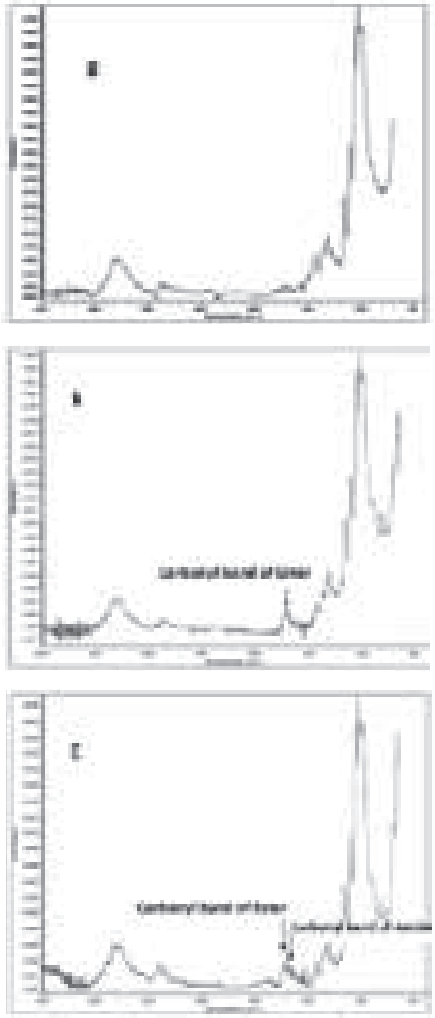
نتایج و بحث

شکل ۲ مکانیسم پیشنهادی برای اتصال نانو ساختار دندریمر G2–PPI بر روی کالای پنبه ای را نشان می دهد. مکانیسم اتصال اسیدهای پلی کربوکسیلیک بر روی کالای پنبه ای پیش از این توسط برخی از محققین پیشنهاد شده است. مطابق تحقیقات صورت گرفته [۸] اتصال دهنده سیتریک اسید قادر است در حضور گرما و کاتالیزور هیپوفسفیت سدیم حلقه‌های انیدریدی پنج یا شش عضوی (مواد حد واسط) را بوجود آورد و سپس به کمک واکنش‌های استریفیکاسیون یا آمیداسیون به گروههای هیدروکسیل کالای پنبه‌ای و یا نانو ساختار دندریمر G2–PPI متصل شود.

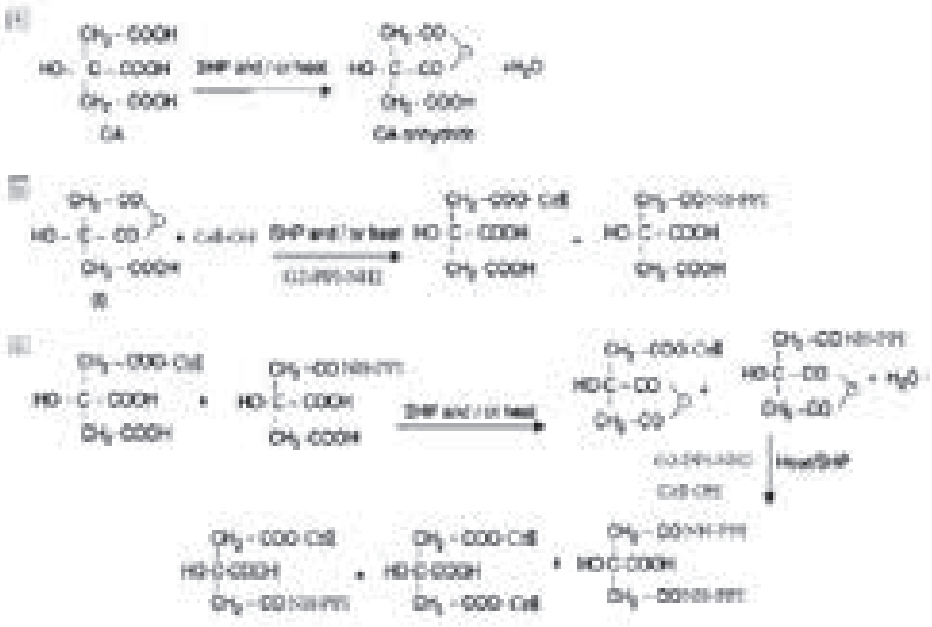
به منظور اثبات اتصال نانو ساختار دندریمر G2–PPI بوسیله سیتریک اسید به سطح کالای پنبه‌ای، طیف‌های FTIR نمونه خام، نمونه‌های عمل شده با سیتریک اسید–سدیم هیپوفسفیت و نمونه سیتریک اسید–دندریمر در شکل ۳ نشان داده شده‌اند.

مطابق با شکل ۳b، پیک استری شکل گرفته ما بین گروه هیدروکسیل کالای پنبه ای و گروه کربوکسیل سیتریک اسید در $1753\ cm^{-1}$ مشاهده می‌شود که اتصال سیتریک اسید به کالای پنبه‌ای را تایید می کند. در شکل ۳c، $1575\ cm^{-1}$ گروه آمیدی شکل گرفته ما بین گروه کربوکسیلیک اتصال دهنده و گروه آمین نانو ساختار دندریمر را نشان می‌دهد. در این شکل پیک مربوط به پیوند استری نیز مشاهده می شود.

شکل ۴ تصاویر SEM نمونه‌های عمل نشده و اصلاح شده را نشان می‌دهد. همانطور که از تصاویر پیداست،



شکل ۳– طیف FTIR:
(a) کالای پنبه‌ای عمل نشده. (b) نمونه عمل شده با سیتریک اسید. (c) نمونه عمل شده با سیتریک اسید و دندریمر.

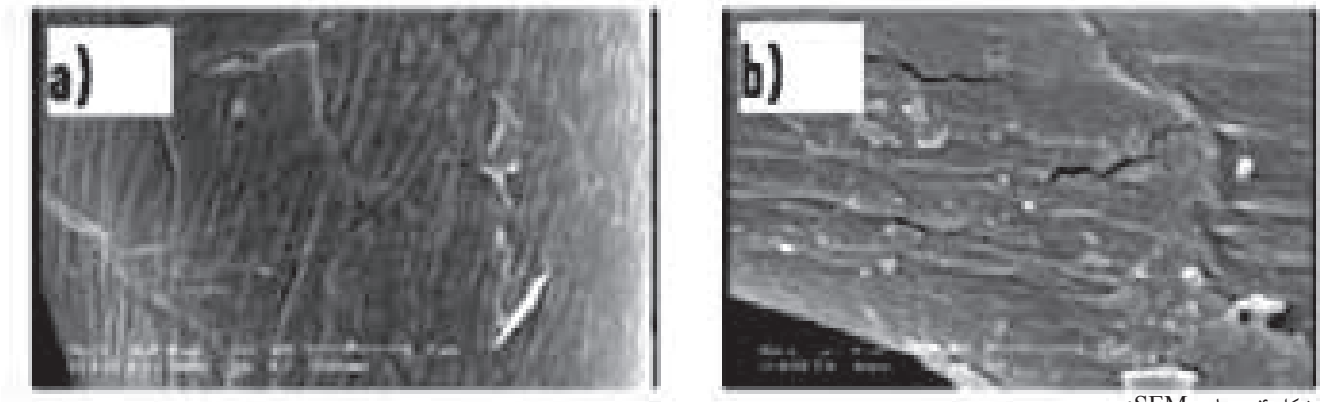


شکل ۲– مکانیسم پیشنهادی اتصال دندریمر به کالای پنبه ای بواسطه سیتریک اسید.

حضور نانو ساختار دندریمر بر روی کالای پنبه‌ای اصلاح شده کاملا مشخص است.

جدول ۱ نتایج مربوط به میزان نیتروژن محتوی نمونه ها را نشان می دهد. از آنجاییکه یکی از عناصر سازنده دندریمر G2–PPI عنصر نیتروژن می باشد، با اندازه گیری میزان این عنصر در کالای پنبه ای عمل نشده و اصلاح شده می توان به حضور این نانو ساختار بر روی آن پی برد. نکته ای که باید در نتایج این آنالیز مورد توجه قرار داد، مقدار نیتروژن موجود در نمونه اصلاح شده پس از پروسه شست و شو است که به مقدار ناچیزی کاهش یافته است. این نتیجه اتصال پایدار نانو ساختار دندریمر بر سطح کالا را تایید می کند.

جدول ۲ قدرت رنگی (K/S) نمونه‌های رنگرزی شده با رنگزاهای مستقیم و بازیک را نشان می‌دهد.



شکل ۴- تصاویر SEM:
(a) کالای پنبه ای عمل نشده (b) کالای پنبه ای عمل شده با دندریمر و سیتریک اسید.

این داده ها نتایج جالبی از بر هم کنش الکترواستاتیکی ما بین دندریمر و مولکول‌های رنگزا را نشان می دهد. خصلت پلی کاتیونیکی نانو ساختار دندریمر پلی پروپیلن ایمین به دلیل حضور گروه‌های آمین انتهایی، به بهبود جذب مولکول‌های رنگزای مستقیم آنیونیکی (بدون حضور مواد کمکی) کمک می‌کند. اما نتایج مربوط به میزان جذب رنگزای بازیک حاکی از آنست که دافعه الکتروستاتیکی ما بین بارهای مثبت گروه‌های انتهایی نانو ساختار دندریمر و رنگزای بازیک، باعث کاهش جذب رنگزا توسط کالای اصلاح شده می‌گردد.

جدول ۳ نتایج مربوط به خصوصیات فیزیکی نمونه‌ها را نشان می دهد. کالای پنبه ای اتصال یافته به سیتریک اسید در حضور گرما و کاتالیزور به زردی می‌گراید، نتیجه ای که یانگ در تحقیقاتش علت آن را ایجاد یک ماده حد واسط اسیدی غیراشباع (سیس و ترانس-اکونیتیک اسید) ذکر کرده است [۹]. همچنین، افزایش زاویه بازگشت از چروک نمونه اصلاح شده مربوط به اتصالات عرضی ماده حد واسط سیتریک اسید با کالای پنبه ای است. علاوه بر این، کاهش استحکام به وجود آمده در نمونه اصلاح شده را میتوان به کاربرد سیتریک اسید در مجاورت سدیم هیپوفسفیت در دمای بالا دانست که از یک طرف موجب تخریب سلولز می شوند و از طرفی دیگر شبکه‌ای شدن مولکول‌های سلولز را به همراه می‌آورند [۱۱ -۱۰]

نتیجه‌گیری

در این تحقیق با استفاده از نسل دوم نانو ساختار دندریمر پلی پروپیلن ایمین G2-PPI خصوصیات شیمیایی کالای پنبه‌ای اصلاح شده است. نانو ساختار دندریمر با استفاده از اتصال دهنده سیتریک اسید به روش پد- خشک- پخت بر روی کالای پنبه‌ای اتصال یافت. نتایج حاصل از آزمایش‌های طیف‌سنجی مادون قرمز (FTIR)، میکروسکوپ الکترونی پویشی (SEM) و میزان نیتروژن محتوی (N-content) نمونه‌ها اتصال نانو ساختار دندریمر به کالای سلولزی را تایید می‌کنند. علاوه بر این، نمونه‌های اصلاح شده با دو کلاس رنگزای مستقیم و بازیک (بدون استفاده از مواد کمکی) رنگرزی شدند. نتایج قدرت رنگی نمونه‌ها (K/S) حاکی از آنست که کالای پنبه ای اصلاح شده از جذب رنگزای آنیونیکی (مستقیم) بهتری در مقایسه با کالای اصلاح نشده برخوردار است که این نتیجه را می‌توان به جاذبه الکتروستاتیکی ما بین نانو ساختار دندریمر و رنگزای آنیونیکی با بار منفی نسبت داد. در حالیکه جذب رنگزای کاتیونیکی (بازیک) نمونه اصلاح شده نسبت به نمونه اصلاح نشده به دلیل دافعه الکتروستاتیکی ما بین ساختار پلی کاتیونیکی دندریمر و رنگزای بازیک کاهش می یابد. به دلیل استفاده از اتصال دهنده سیتریک اسید، استحکام و سفیدی نمونه های اصلاح شده کاهش می یابد اما زاویه بازگشت از چروک نمونه ها به نحو چشمگیری بهبود می یابد.

منابع در دفتر مجله موجود است.

جدول ۱- میزان نیتروژن محتوی نمونه‌ها.

نمونه	میزان نیتروژن محتوی (٪)
کالای پنبه ای عمل نشده	۰/۱۸
کالای پنبه ای اصلاح شده	۰/۳۱
کالای اصلاح شده پس از شست و شو	۰/۳۰

جدول ۲- قدرت رنگی (K/S) نمونه‌ها.

نمونه	قدرت رنگی (K/S)
کالای عمل نشده و رنگرزی شده با رنگزای مستقیم	۰/۹۵۳
کالای اصلاح شده و رنگرزی شده با رنگزای مستقیم	۱/۱۲۲
کالای عمل نشده و رنگرزی شده با رنگزای بازیک	۰/۸۱۷
کالای اصلاح شده و رنگرزی شده با رنگزای بازیک	۰/۶۱۴

جدول ۳- خواص فیزیکی نمونه‌ها.

نمونه	شاخص سفیدی	زاویه بازگشت از چروک	کاهش استحکام (نسبت به نمونه خام)
کالای پنبه ای عمل نشده	۷۷/۳۳	۱۳۶/۲۵	-
کالای پنبه ای اصلاح شده	۵۷	۲۵۹/۲۵	۳۴/۸۳٪

WWW.ITMA.CO
پرمخاطب‌ترین رسانه نساجی ایران