

بررسی تاثیر گاز نیتروژن بر خواص نانوالیاف کراسلینگ شده ژلاتین

ابوالفضل مظفری^۱ | محمد میرجلیلی^۲ | امانیار پروین زاده^۳ | مسعود پارسا نیا^۴

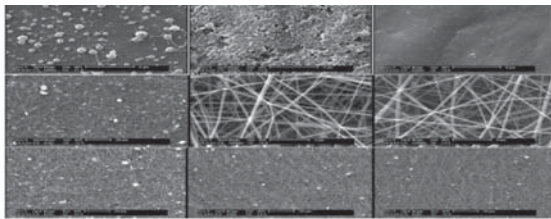
چکیده

روش الکتروریسی پرکاربردترین روش ساخت داربست‌هاست. این روش بسیار ساده بوده و محدودیت برای نوع پلیمر وجود ندارد و برای انواع پلیمرها به کار برده می‌شود و بدین ترتیب بسیار متنوع است. از جمله روش‌هایی که اخیراً در علوم نانو تکنولوژی مطرح شده است استفاده از فرایند پلازما در اصلاح سطحی سطوح مختلف پلیمری و غیر پلیمری می‌باشد. با توجه به کاربردهای ویژه بیوپلیمرها در مهندسی بافت اخیراً استفاده از روش پلازما جهت اصلاح سطحی سطوح بیوپلیمری به منظور افزایش تمایل سلول‌های مختلف بافت مطرح گردیده است. بدین منظور تحقیق حاضر به بررسی اصلاح سطحی نانو الیاف کراسلینگ شده با روش الکتروریسی شده ژلاتین پرداخته است. نانوالیاف ژلاتین در شرایط دستگامی مختلف الکتروریسی شده که در شرایط بهینه ۲۰ درصد وزنی ژلاتین و ولتاژ ۱۲ کیلوولت و فاصله ۱۵ سانتیمتر، الیافی با حداقل بید و یکنواختی بالا بدست آمد؛ سپس با تانیک اسید الیاف را کراسلینگ کرده و در نهایت با گاز نیتروژن، آنها را اصلاح سطحی کردیم. به کمک آزمون‌های CONTACT ANGLE، SEM، FTIR نتایج ارزیابی شدند.

۱- مقدمه

ژلاتین به دلیل داشتن بافت منحصر به فرد آن که می‌تواند در محلول آبی یک ژل کشسان برگشت‌پذیر تشکیل داده، در دمای بدن ذوب شود. ژلاتین، یک پلیمر طبیعی است که از کلاژن‌ها با هیدرولیز کنترل شده حاصل می‌شود. ژلاتین به دلیل دارا بودن اسیدهای آمینه و پپتیدهای بینظیر، همچنین با کاهش پاسخ‌های التهابی و تعدیل سیستم ایمنی در درمان زخم‌های دیابتیک می‌تواند موثر باشد.

همچنین ژلاتین یک ماده ضد خونریزی است که می‌تواند با برخورد به سلول‌های خونی آسیب دیده مسیرهای انعقادی را فعال کند.



شکل ۱ تصاویر SEM نانوالیاف الکتروریسی شده در شرایط مختلف
A: ولتاژ ۱۰ کیلوولت و فاصله ۱۰ سانتیمتر، B: ولتاژ ۱۰ کیلوولت و فاصله ۱۵ سانتیمتر، C: ولتاژ ۱۰ کیلوولت و فاصله ۲۰ سانتیمتر، D: ولتاژ ۱۲ کیلوولت و فاصله ۱۰ سانتیمتر، E: ولتاژ ۱۲ کیلوولت و فاصله ۱۵ سانتیمتر، F: ولتاژ ۱۲ کیلوولت و فاصله ۲۰ سانتیمتر، G: ولتاژ ۱۵ کیلوولت و فاصله ۱۰ سانتیمتر، H: ولتاژ ۱۵ کیلوولت و فاصله ۱۵ سانتیمتر، I: ولتاژ ۱۵ کیلوولت و فاصله ۲۰ سانتیمتر.

روش الکتروریسی پرکاربردترین روش ساخت داربست‌هاست. باید گفت در الکتروریسی محدودیت برای نوع پلیمر وجود ندارد و برای انواع پلیمرها به کار برده می‌شود.

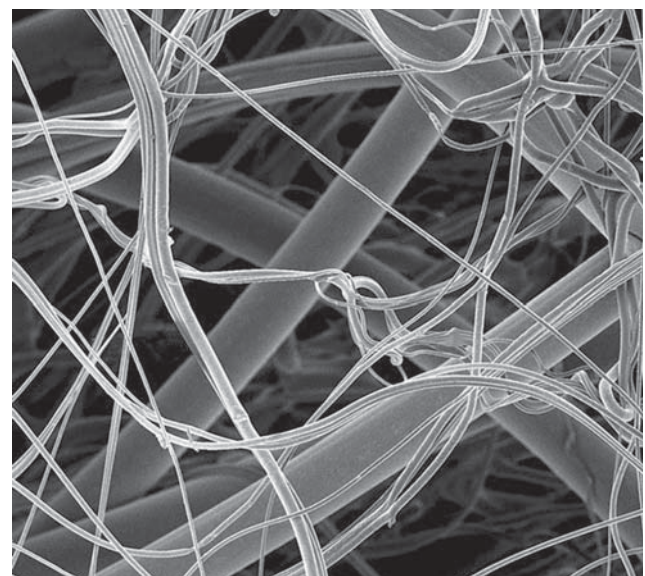
به روش الکتروریسی، داربست‌هایی با نانو الیاف تولید می‌شود. این الیاف سطح تماس بسیار زیادی فراهم می‌کنند که موجب بهبود خواص آنها نسبت به الیاف معمول می‌شود.

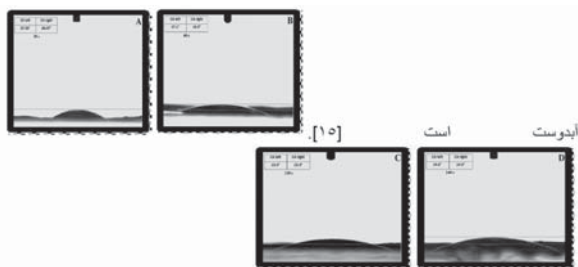
با توجه به تاریخچه داربست‌ها، باید گفت امروزه هدف اصلی استفاده از داربست‌ها بازسازی مجدد بافت‌های بدن است.

انتخاب نوع و جنس داربست مهمترین بخش کار است به طوری که در نهایت جایگزین بافت آسیب دیده می‌شود.

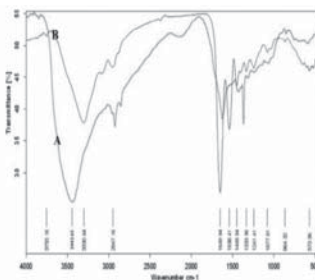
داربست نه تنها اجازه اتصال سلول‌ها را به خود می‌دهد، بلکه باعث مهاجرت سلول‌ها، نقل و انتقال فاکتورهای بیوشیمیایی، انتشار مواد غذایی، مواد زاید و نیز مواد تولیدی سلول‌ها می‌شود.

برای افزایش مرفولوژی و خواص مکانیکی ژلاتین، از تانیک اسید برای اتصالات عرضی ژلاتین استفاده شد.





شکل ۳: تصاویر آزمون زاویه تماس برای نانوالیاف اصلاح سطحی شده ژلاتین / تانیک اسید



شکل ۲: طیف FTIR نانو الیاف ژلاتین (A) و نانو الیاف ژلاتین تحت عمل پلازما (B) (PGNFS)

همگن به دست آید. محلول پلیمری با یک سوزن ۳ میلی لیتری در الکتروریسی بارگیری شده است. محلول پلیمری از نوک سوزن با استفاده از منبع تغذیه با ولتاژ بالا بطور الکترواستاتیکی بین نوک سوزن و هدف اصلی (جمع کننده) خارج می شود. نرخ جریان محلول ۰/۶ میلی لیتر در ساعت می باشد و از ولتاژ ۱۲ کیلو ولت و فاصله نوک سوزن تا جمع کننده در اندازه ۱۵ سانتیمتر استفاده شده و نانو الیاف روی جمع کننده استوانه آلومینیومی (Al) جمع آوری شده است. داربست نانو ژلاتین با استفاده از شرایط الکتروریسی استاندارد بالا ایجاد شده است. در نهایت، نانو الیاف در دمای اتاق ۴۵ دقیقه، الکتروریسی شدند. برای اصلاح سطحی داربست نانو الیاف ژلاتین-تانیک اسید از پلاسمای تخلیه دی الکتربیک که این نسل از پلازما طیف وسیعی از منابع تولید پلازما را پوشش می دهد که با استفاده از دو الکتروود این فرایند امکان دارد. ولتاژ به کار گرفته شده در این فرایند از نوع AC و تا ۱۰۰ KHz متغیر می باشد. نمونه نانو الیافها را به مدت ۳۰ و ۶۰ و ۱۲۰ و ۳۴۰ ثانیه در معرض گاز نیتروژن قرار گرفتند. برای بررسی نتایج از آزمون میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)، طیف سنجی مادون قرمز (FTIR) و زاویه تماس (CA) استفاده شده است.

۳- نتیجه گیری

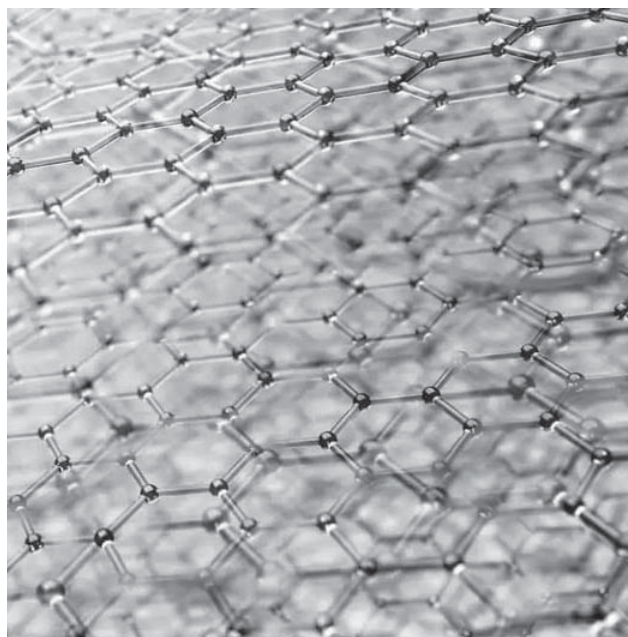
الف. آزمون میکروسکوپ الکترونی روبشی

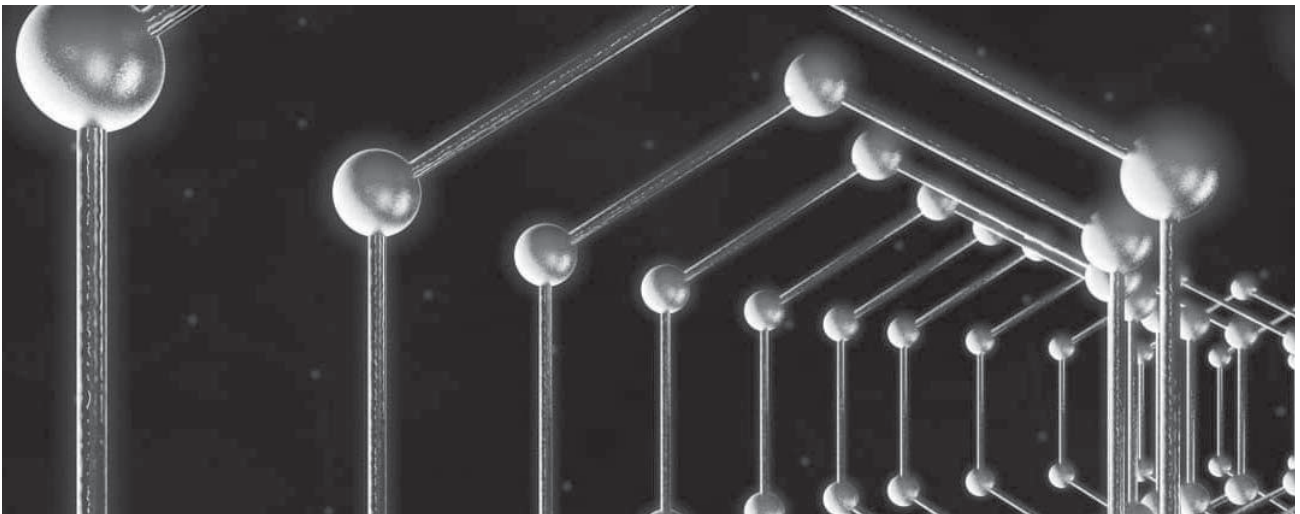
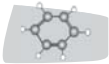
همان گونه که در شکل ۱ می بینید، ۹ نمونه در شرایط دستگاهی مختلف (ولتاژ و فاصله بین نازل تا جمع کننده) الکتروریسی شده است. در این تحقیق از سه ولتاژ مختلف (۱۰-۱۲-۱۵ کیلو ولت) و ۳ فاصله (۱۰-۱۵-۲۰) سانتیمتر استفاده شده که فاصله تا نازل با TCD نشان داده شده است. اندازه و توزیع نانوالیاف ژلاتین تهیه شده با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) و همچنین با نرم افزار ORIGIN برای تحلیل تصاویر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. طبق تحقیق ساندر و همکارانش در استفاده از اسید استیک در محلول الکتروریسی و تاثیر آن بر روی مرفولوژی الیاف تولید شده و همچنین داشتن خاصیت هدایت الکتربیکی اسید استیک و در تحقیقی که لین و همکارانش دریافتند با افزایش غلظت اسید استیک قطر الیاف کاهش می یابد.

اسید تانیک یک ماده طبیعی و یک پلی فنول محلول در آب است که حاوی استرهای قندی، گلوکز و اسیدهای فنل کربوکسیلیک مانند اسید گالیک و اسید هگزا هیدروکسی دیفنیک می باشد. عموماً پلازما را می توان مخلوطی از سه جزء شامل الکترون های آزاد، یون های مثبت و اتم های خنثی (یا مولکول ها) فرض نمود. قراردادن پلیمرها در معرض پلاسمای مناسب می تواند باعث تغییرات شیمیایی و فیزیکی در لایه های سطحی و یا نزدیک به سطح گردد. این تغییرات سطوح قابلیت واکنش پذیری بیشتری را به وجود آورده و بر خواص رطوبت پذیری، اتصالات متقاطع و وزن مولکولی تاثیر می گذارد.

۲- مواد و روش ها

برای تهیه نانوالیاف کراسلینگ شده، از محلولی با غلظت ۱۵ درصد (w/v) ژلاتین (نوع A، BIO REAGENT با کد G1۸۹۰ در ۵ سی سی اسید استیک (۶۶ درصد) و ۵ سی سی آب مقطر دیونیزه شده، تهیه می شود. سپس تانیک اسید ۵ درصد w/v را به محلول الکتروریسی اضافه نموده و این محلول ها را به مدت ۴ ساعت در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد هم زده تا یک محلول





این گروه همچنین در طیف UNFG ظاهر شد، اما با شدت کمتر که به دلیل تشکیل پیوند آمید و افزایش گروه $C=O$ که باعث بهبود خاصیت هیدروفیلی داربست پس از عمل دادن با پلاسما در UNFG را نشان می‌دهد. بدین ترتیب نتایج زاویه تماس زاویه تحلیل ATR-FTIR را تایید می‌کند و پیک‌های قابل توجه λ تین به وضوح در شکل A و شکل B نشان داده شده است. در تحقیقات قبل، تمام پیک‌های مشابه در FTIR λ تین ذکر شده است.

پ.آزمون زاویه تماس (CA)

در داربست‌های مورد استفاده در مهندسی بافت، خواص هیدروفیلی / هیدروفوبی آنها اهمیت خاصی دارند.

رطوبت نانوالیاف λ تین / تانیک اسید توسط تجزیه و تحلیل زاویه تماس مورد بررسی قرار گرفت. نتایج شکل ۳ برای داربست‌هایی است که با گاز نیتروژن در ۴ زمان متفاوت اصلاح سطحی شده اند که شکل A برای داربست با زمان ۳۰ ثانیه اصلاح سطحی و شکل B با ۶۰ ثانیه و شکل C با ۱۲۰ ثانیه و شکل D با ۲۴۰ ثانیه زمان برای اصلاح سطحی را نشان داد.

همان‌طور که انتظار می‌رفت، λ تین به دلیل خاصیت هیدروفیلی آن، نسبت به پلیمرهای دیگر خاصیت ترش‌دگی و آب‌دوستی بهتری دارد.

وقتی داربست به تدریج زاویه تماس کاهش می‌یابد، نشان دهنده ماهیت آب‌دوستی نانوالیاف است و زمان بهینه برای اصلاح سطحی ۱۲۰ ثانیه می‌باشد، مانند دیگر پلیمرهای پروتئین، λ تین شامل گروه‌های آمین و کربوکسیلیک است.

پی‌نوشت:

۱- مهندسی شیمی نساجی دانشگاه آزاد اسلامی واحد یزد

۱- گروه مهندسی نساجی دانشکده مهندسی نساجی و پلیمر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد یزد
1-3Research and Development Laboratory, PRE Labs Inc., 3302 Appaloosa Road, Unit 3, Kelowna, British Columbia, Canada

۱- گروه میکروبیولوژی دانشکده پزشکی علوم پزشکی تهران، دانشگاه آزاد اسلامی

ما از محلول ۵۰ / ۵۰ اسیداستیک / آب در این تحقیق استفاده کرده ایم. در بررسی SEM های نانو الیاف دریافتیم که در الیاف با ولتاژ ۱۰ کیلو ولت و فاصله ۱۰ سانتیمتر (شکل ۱) بخش A، الیافی با بیدهای زیاد مشاهده می‌شود که با افزایش فاصله به ۱۵ و ۲۰ سانتیمتر دیگر لیفی هم تولید نمی‌شود که احتمالاً به علت ولتاژ پایین می‌باشد که با افزایش فاصله بین نازل و جمع کننده شکاف افزایش یافته است. (شکل D,G)

در شکل‌های C,B که فاصله تا جمع کننده ۱۰ سانتیمتر است و ولتاژهای مختلف را نشان می‌دهد؛ نانو الیاف در شکل C که در ولتاژ ۲۰ کیلو ولت است، مقدار بیدهای کمتری نسبت به شکل B دارد و بیدها با افزایش ولتاژ در داربست کاهش می‌یابد که می‌تواند به علت ولتاژ پایین با نرخ جریان کم باشد که با افزایش نرخ جریان نانو الیاف و داربست با حالت پایداری بیشتری شکل می‌گیرد.

ب.آزمون طیف سنجی مادون قرمز (FTIR)

شکل ۲ طیف سنجی مادون قرمز برای (A) نانوالیاف λ تین و (B) نانوالیاف λ تین اصلاح سطحی شده با گاز آرگون در زمان ۱۲۰ ثانیه و ۱۰۰ کیلو هرترز را نشان می‌دهد.

در طیف سنجی مادون قرمز پیوندها و باندهای یکسان و نزدیک به هم را می‌توان در این دو نمودار مشاهده کرد.

در نمودار (A) پیک‌های 1 cm^{-1} - ۳۴۴۳ به علت کشش باند امید $N-H$ ، $C-H$ در 1 cm^{-1} - ۲۹۲۵ در $C=O$ ، 1 cm^{-1} - ۱۶۳۵-۱۶۵۱، 1 cm^{-1} - ۱۴۴۹-۱۴۴۴ از پیوند $C-C$ بوجود می‌آید و یا همچنین پیک 1 cm^{-1} - ۶۶۰-۶۱۰ که به باند $C-H$ مربوط می‌شود و در نمودار (B) کشش $C-H$ در 1 cm^{-1} - ۲۹۴۷، 3300 است در حالی که در طیف مادون قرمز A یک نوار جذب قوی در 3400 - 3500 سانتی متر به علت هم‌پوشانی ارتعاشات کششی $N-H$ و $O-H$ نشان می‌دهد.

ارتعاشات کششی $C=O$ (آمید I) در 1 cm^{-1} - ۱۵۳۸، 1 cm^{-1} - ۱۶۵۱ به ارتعاشات آمید $C=O$ نسبت داده شده است. (آمید I).

گروه (آمید I) در 1 cm^{-1} - ۱۶۵۰ توسط MUYONGA و PRYSTUPA و همچنین KI و همکاران در سه مقاله مختلف بررسی و گزارش شده است.