نانو تکنولوژی

مطالعه خواص فیزیکی و مکانیکی کامپوزیت های زیست تجزیه پذیر تقویت شده

نانو الیـاف پلی ونیل الکل

کامران محفوظی [۱]/ شادی فتح‌الله‌زاده [۲]

چکیده

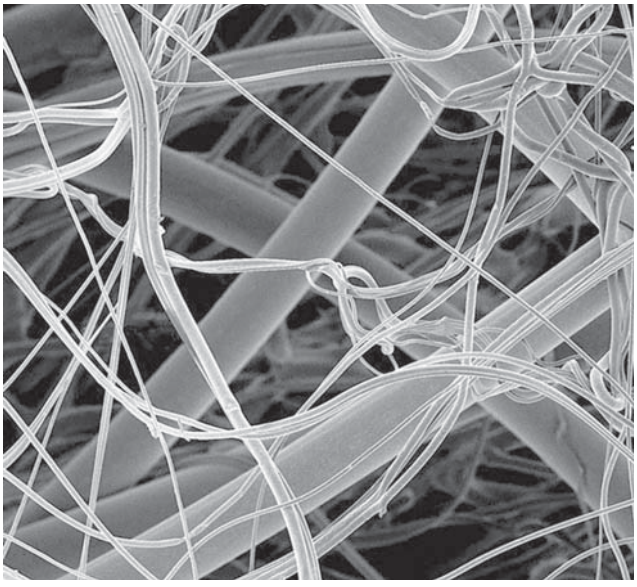
در این تحقیق، ساخت یک نوع کامپوزیت زیست تجزیه پذیر که از خواص فیزیکی و مکانیکی مناسب نیز برخوردار باشد مورد مطالعه قرار گرفت. برای این منظور از پارچه بافته شده از جنس پنبه خالص و نیز پارچه مذکور که سطح آن با نانو الیاف حاصل از پلی ونیل الکل الکتروریسی شده است با رزین طبیعی پلی‌وینیل الکل و نشاسته استفاده شد . کامپوزیت بدست آمده تحت بررسی خواص فیزیکی و مکانیکی و زیست تجزیه پذیری قرار گرفت.

بررسی نتایج نشان می دهد که با افزودن محلول‌های نشاسته و پلی ونیل الکل به نمونه ها افزایش استحکام بیشتری نسبت به نمونه الکتروریسی شده دیده می شود. استفاده از درصد های بیشتر پلی ونیل الکل تاثیر زیادی بر افزایش استحکام نمونه ها ندارد در صورتی که با افزایش درصد نشاسته افزایش استحکام نمونه ها افزایش می یابد.

در تحلیل زیست تجزیه پذیری کامپوزیت درصد کاهش وزن نمونه ها معیاری برای تشخیص میزان زیست تجزیه پذیری قرار گرفت. استحکام خمشی و مدول خمشی با توجه به افزایش درصد پلی وینیل الکل و نشاسته افزایش یافتند. نتایج حاصل از این بررسی ها نشان می دهد که خواص کامپوزیت ساخته شده ارتقا یافته است .

۱- مقدمه

نیازهای امروزه بشر ایجاب می‌کند کالاهایی را مورد استفاده قرار دهند که علاوه بر کیفیت و هزینه مناسب،راحتی،دوام و سازگاری با محیط زیست را دارا باشند.یکی از کالاهای پر مصرف امروزه کامپوزیت ها هستند.



ترکیب دو یا چند ماده با یکدیگر به طوری که به صورت شیمیائی مجزا و غیر محلول در یکدیگر باشند و بازده و خواص سازهای این ترکیب نسبت به هریک از اجزاء تشکیل دهنده آن به تنهایی در موقعیت برتری قرار بگیرد را کامپوزیت می‌نامند. بنابراین کامپوزیت ترکیبی از حداقل دو ماده مجزای شیمیایی با فصل مشترک مشخص بین هر جزء تشکیل دهنده می‌باشد.

کامپوزیت از دو قسمت اصلی ماتریکس و تقویت کننده تشکیل شده است. ماتریکس با احاطه کردن تقویت کننده، آن را در محل نسبی خودش نگه می دارد. تقویت کننده موجب بهبود خواص مکانیکی ساختار می گردد.

به طور کلی تقویت کننده می‌تواند به صورت الیاف کوتاه و یا بلند و پیوسته باشد. بیشترین نیروی اعمال شده به کامپوزیت، به بخش تقویت کننده وارد می شود و انتقال نیرو از لیفی به لیف دیگر صورت می‌پذیرد.

امروزه محققان بر روی دسته‌ای از کامپوزیت‌های کاملاً تجزیه پذیر یا کامپوزیت‌های سبز که از الیاف زیستی و رزین‌های زیست تجزیه‌پذیر ساخته شده‌اند، تحقیقات گسترده‌ای را انجام می‌دهند.

در این کامپوزیت ها ترکیبی از الیاف طبیعی و رزین‌های زیست تجزیه پذیر استفاده شده و کامپوزیت‌های کاملاً تجزیه پذیر حاصل می‌گردد .

جذابیت اصلی کامپوزیت‌های سبز به سبب محیط دوست بودن، کاملاً تجزیه‌پذیر بودن،

قابلیت تحمل بالا، آسانی کنترل فرایند تولید آنها می‌باشد.

محدوده بزرگی از خواص را دربر می‌گیرند و قابلیت رقابت با پلیمرها ی غیر زیست تجزیه‌پذیر در زمینه‌های مختلف صنعتی را دارا می‌باشند.به طور مثال: صنایع بسته بندی. زیست تجزیه پذیری به فرآیندی گفته می‌شود که در آن باکتری‌ها ، قارچها و آنزیم‌ها به ماده پلیمری حمله کرده و از آن به عنوان یک منبع غذایی استفاده می‌نمایند تا اینکه به موجب آن ماده ناپدید گردد.

تحت شرایط مناسب رطوبتی، دمایی و اکسیژن قابل قبول، فرایند زیست تجزیه پذیری با سرعت بیشتری انجام می‌شود.

زیست تجزیه پذیری برای دوره‌های محدود هدف قابل قبولی برای همانند سازی کامل بوده، که منجر به ناپدید شدن ماده شده و باقیمانده آن غیر سمی و غیر مضر برای محیط زیست می‌باشد.

استانداردهای متعددی برای تعیین زیست تجزیه‌پذیری یک محصول وجود دارد که عمدتاً به تجزیه ۶۰ تا ۹۰ درصد از محصول در مدت دو تا شش ماه محدود می‌شود.

۲-اصول تجربی

پلیمر پلی ونیل الکل تهیه شده از شرکت مرک با جرم مولکولی ۱۳۰۰۰ – ۲۰۰۰۰ گرم بر مول که در دمای ۸۰ درجه سانتیگراد در آب حل می گردد. دانسیته این پلیمر ۱,۱۹ گرم بر سانتی متر مکعب می باشد.

از گرانول نشاسته با جرم مولی ۱۶۲,۱۴ گرم بر مول استفاده شده است. پارچه پنبه خالص با بافت تافته که تراکم تار ۳۲ سانتی‌متر و پود ۲۶ سانتی‌متر با وزن ۱۰۵,۷۷ گرم بر متر مربع به همراه پلی وینیل الکل ،نشاسته گندم تهیه گردید.

آماده سازی پارچه پنبه

پارچه پنبه‌ای را در حمام آب حاوی مقدار ۱gr/lit از دترجنت آنیونی و مقدار ۱gr/lit از کربنات کلسیم در دمای $80^{\circ}c$ به مدت ۱۰ دقیقه تحت هم‌زدن قرار داده و سپس پارچه‌ها را با آب سرد شست‌وشو داده و برای خشک شدن داخل آون با دمای $70^{\circ}c$ به مدت ۲۴ h قرار داده شدند.

تهیه محلول پلیمری

ابتدا مقادیر مختلف ۵ ، ۷ و ۹ درصد نشاسته (۵ ، ۷ و ۹ gr) در ظرف های جداگانه حاوی ۱۰۰ ml آب نرم تهیه شد (از هر درصد سه عدد درست شد برای مخلوط کردن). محلول‌های فوق به مدت ۴۰ min روی هیتر با دمای $95^{\circ}c$ همراه با هم‌زدن با سرعت بیش از ۱۰۰۰ rpm حرارت دهی شد.

مقادیر مختلف ۵ ، ۷ و ۹ درصد پلی‌وینیل الکل (۵ ، ۷ ، ۹ gr) که به طور جداگانه در ظرف های حاوی ۱۰۰ml آب تهیه شد و محلول با سرعت بیش از ۱۰۰۰ rpm و به مدت ۲۰min در همان دما هم زده شد (از هر درصد سه عدد درست شد برای مخلوط کردن).

محلول‌های نشاسته و پلی ونیل الکل با حجم های برابر ۱۰۰ سی سی با درصدهای ۵۵ و ۵۷ و ۵۹ – ۷۵ و ۷۷ و ۷۹ – ۹۵ و ۹۷ و ۹۹ با هم مخلوط شدند و به حجم ۲۰۰ سی سی رسیدند و با همان سرعت و دما به مدت ۱۵ min همزده شد. در نهایت محلول را به مدت ۳۰ min جهت خروج حباب‌های هوا با سرعت کمتر از ۵۰rpm هم زده شد.

نحوه اندیس‌گذاری نمونه ها در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱ اندیس نمونه ها که در جداول فصل مورد استفاده قرار گرفته است نمونه ۱۰ نمونه الکتروریسی شده است و نمونه ۱۱ نمونه خام می باشد.

شماره نمونه	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱
وزن نشاسته gr	۵	۵	۵	۷	۷	۷	۹	۹	۹	-	-
وزن‌پلی ونیل الکل gr	۵	۷	۹	۵	۷	۹	۵	۷	۹	-	-
اندیس نمونه	۵۵	۵۷	۵۹	۷۵	۷۷	۷۹	۹۵	۹۷	۹۹	۰۱	۰۰

لایه نشانی لایه نانو لیفی(PVA)به روش الکتروریسی

برای تهیه محلول الکتروریسی، مقدار ۱۲۰ گرم پلی ونیل الکل در ۱۰۰۰ml آب تحت دمای $85^{\circ}c$ به مدت ۶ساعت با سرعت ۱۰۰۰rpm هم زده شد. از دستگاه الکتروریسی بدون نازل صنعتی از شرکت فناوران نانو مقیاس جهت لایه نشانی نانو الیاف بر روی پارچه استفاده گردید.

هر مرحله از الکتروریسی به مدت یک دقیقه انجام گرفت که در مجموع هم پشت و هم روی پارچه در دو جهت ۴دقیقه به طول انجامید.

ساخت کامپوزیت

بعد از آماده سازی محلول پلیمری، پارچه پنبه‌ای الکتروریسی شده داخل قالب قرار داده شد و سپس مقدار ۱۵۰ cc از هر محلول بر روی پارچه ریخته شد. پس از آغشته سازی و جذب پارچه با محلول پلیمری، قالب داخل آون با دمای $75^{\circ}c$ به مدت ۶ h ، جهت پخت قرار داده شد.

تعریف اعداد محور افقی نمودارها

اعداد محور افقی در نمودارها مطابق جدول ۲ به این صورت می‌باشد که عدد ۱ نمونه خام ، عدد ۲ نمونه فقط الکتروریسی شده ، عدد ۳ به ترتیب برای درصدهای محلول‌های پلیمری اضافه شده ۵۵ و ۷۵ و ۹۵ به نمونه ها، عدد ۴ به ترتیب برای درصدهای محلول‌های پلیمری اضافه شده ۵۷ و ۷۷ و ۹۷ به نمونه ها ، عدد به ترتیب ۵ برای در درصدهای محلول های پلیمری اضافه شده ۵۹ و ۷۹ و ۹۹ می باشد .

جدول ۲تعریف اعداد محور افقی نمودار ها

اعداد محور افقی نمودار	۱	۲	۳	۴	۵
Series 1	پارچه خام	پارچه الکتروریسی شده			
درصد محلول ها series2			۵۵	۵۷	۵۹
درصد محلول ها series3			۷۵	۷۷	۷۹
درصد محلول ها series4			۹۵	۹۷	۹۹

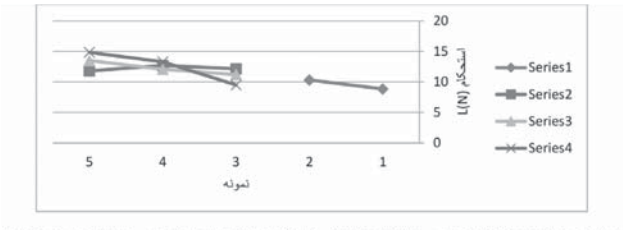
۳- نتایج

استحکام نمونه ها در جهت تار با الکتروریسی و اضافه کردن محلول های نشاسته و پلی ونیل الکل تغییر می کند. با توجه به نمودار ۱ نمونه الکتروریسی شده نسبت به نمونه خام استحکام بیشتری دارد.

همچنین با افزودن محلول‌های نشاسته و پلی ونیل الکل به نمونه‌ها افزایش استحکام بیشتری نسبت به نمونه الکتروریسی شده دیده می‌شود.

در مقایسه تاثیر نشاسته و پلی ونیل الکل بر نمونه ها این نتایج به دست می‌آید که استفاده از درصدهای بیشتر پلی ونیل الکل تاثیر زیادی بر افزایش استحکام نمونه‌ها ندارد در صورتی که با افزایش درصد نشاسته افزایش استحکام نمونه ها به صورت قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد.

به همین شکل با توجه به نمودار ۲ استحکام نمونه ها در جهت پود هم افزایش می‌یابد.با این تفاوت که افزایش استحکام در نمونه‌های پود علاوه بر نشاسته تحت تاثیر پلی‌ونیل



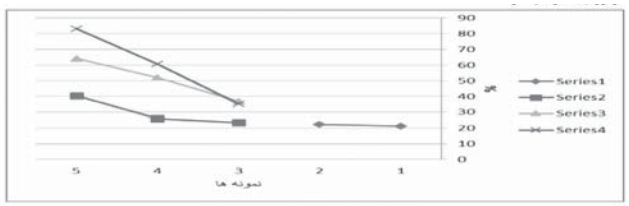
نمودار۱- استحکام در جهت نخ های تار- سری ۱ نشان دهنده تغییر استحکام پارچه خام و پارچه الکتروریسی شده است و سری ۲،۳،۴ به ترتیب برای درصد های محلول ها می باشند.

نمودار۲- استحکام در جهت نخ های پود- سری ۱ نشان دهنده تغییر استحکام پارچه خام و پارچه الکتروریسی شده است و سری ۲،۳،۴ به ترتیب برای درصد های محلول ها می باشند.

الکل نیز می‌باشد.

با الکتروریسی ماده پلیمری پلی ونیل الکل بر روی پارچه پنبه ای جذب رطوبت نمونه در داخل خاک افزایش یافته و میزان تخریب بیشتر می شود.هم چنین با افزودن نشاسته و پلی ونیل الکل در درصد های مختلف مشاهده می شود که با افزایش مقدار درصدها مقدار کاهش وزن افزایش می‌یابد و این امر به دلیل آب‌دوستی و زیست تجزیه‌پذیری بالای پلی ونیل الکل می‌باشد.

با توجه به نمودار ۳ و مقایسه تاثیر نشاسته و پلی ونیل الکل مشاهده می شود که نشاسته تاثیر بیشتری بر روی تخریب دارد.



نمودار۳- درصد کاهش وزن در اثر تخریب

استحکام خمشی بیانگر مقدار خمش پارچه نسبت به استحکام پارچه با توجه به مقدار مواد پلیمری افزوده شده به آن است.

افزایش استحکام خمشی در جهت تار در نمونه الکتروریسی شده و نمونه‌های حاوی محلول های پلیمری نسبت به نمونه خام به دلیل افزایش وزن و ضخامت پارچه و در نتیجه افزایش سلبیت ایجاد می شود.از نمودارهای ۴ و ۵ این نتایج حاصل می شود که با افزایش درصد محلول ها استحکام خمشی بیشتر می شود.

نمودار۴- استحکام خمشی در جهت نخ های تار

نمودار۵- استحکام خمشی در جهت نخ های پود

٤-نتیجه گیری

در این تحقیق، ساخت یک نوع کامپوزیت زیست تجزیه پذیر که از خواص فیزیکی و مکانیکی مناسب نیز برخوردار باشد؛ مورد مطالعه قرار گرفت.

برای این منظور از پارچه بافته شده از جنس پنبه خالص و نیز پارچه مذکور که سطح آن با نانو الیاف حاصل از پلی‌ونیل الکل الکتروریسی شده است با رزین طبیعی پلی وینیل الکل و نشاسته استفاده شد .

کامپوزیت بدست آمده تحت بررسی خواص فیزیکی و مکانیکی و زیست تجزیه پذیری قرار گرفت.

بررسی نتایج نشان می‌دهد که با افزودن محلول‌های نشاسته و پلی ونیل الکل به نمونه‌ها افزایش استحکام بیشتری نسبت به نمونه الکتروریسی شده دیده می‌شود.

در مقایسه تاثیر نشاسته و پلی ونیل الکل بر نمونه‌ها مشاهده گردید استفاده از درصدهای بیشتر پلی‌ونیل الکل تاثیر زیادی بر افزایش استحکام نمونه‌ها ندارد در صورتی که با افزایش درصد نشاسته افزایش استحکام نمونه‌ها افزایش می‌یابد.

در تحلیل زیست تجزیه پذیری کامپوزیت درصد کاهش وزن نمونه‌ها معیاری برای تشخیص میزان زیست تجزیه پذیری قرار گرفت.

استحکام خمشی و مدول خمشی با توجه به افزایش درصد پلی وینیل الکل و نشاسته افزایش یافتند. نتایج حاصل از این بررسی‌ها نشان می‌دهد که خواص کامپوزیت ساخته شده ارتقا یافته است.

پی‌نوشت:

۱ – عضو هیئت علمی گروه نساجی دانشکده فنی دانشگاه گیلان

۲–دانشجوی دکتری گروه نساجی دانشکده فنی دانشگاه گیلان