



الیاف

ترجمه: مهندس شاهین کاظمی*

کاربردهای الیاف با سطح مقطع غیر دایروی

مقدمه

پس از نزدیک به یک قرن از تولید الیاف مصنوعی در اشکال مختلف، امروزه استفاده از الیاف با سطح مقطعهای غیر دایروی در بسیاری از کاربردها رایج گشته است. شکل سطح مقطع در الیاف با سطح مقطع غیر دایروی را می توان مهمترین پارامتر ساختاری این الیاف در نظر گرفت. عموماً الیاف مصنوعی نظیر پلی استرها، پلی آمیدها و پلی پروپیلن که به روش ذوب ریسی تولید می شوند دارای سطح مقطع دایروی هستند، در حالیکه الیاف طبیعی به ندرت سطح مقطع دایروی و یا حتی منظم دارند. به عنوان مثال سطح مقطع الیاف پنبه شبیه کلیه انسان و یا استخوان سگ است و سطح مقطع الیاف ابریشم تقریباً مثلثی است. از اوایل دهه ۱۹۷۰ میلادی با الهام از طبیعت، محققان تولید الیاف مصنوعی با سطح مقطع غیر دایروی را آغاز نمودند و فعالیت های پژوهشی جهت ارزیابی تاثیر شکل سطح مقطع الیاف بر روی خصوصیات نهایی آن و همچنین تاثیر روشهای متفاوت تولید الیاف با سطح مقطع غیر دایروی بر روی خصوصیات نهایی الیاف و منسوجات تولید شده از آنها شدت یافت. الیاف با سطح مقطع غیر دایروی دارای خاصیت موئینگی بسیار عالی و بالابردگی مایعات جهت دفع رطوبت از محیط اطراف خود می باشند و به همین دلیل استفاده از آنها جهت تولید پوشک نوزادان و کهنسالان، نوار بهداشتی، فیلتر، لایه داخلی کفش، پانسمان و پوشش زخم و ... بسیار مناسب می باشد. در این مقاله سعی شده است تا کاربردهای بسیار رایج و متداول الیاف با سطح مقطع غیر دایروی نظیر تولید البسه خاص، مواد پلیمری مستحکم شده با الیاف (کامپوزیت ها)، فیلترها، منسوجات پزشکی و بهداشتی و ... به طور خلاصه مرور گردد و مسیر جدیدی جهت آینده این صنعت ترسیم گردد.

روشهای تولید

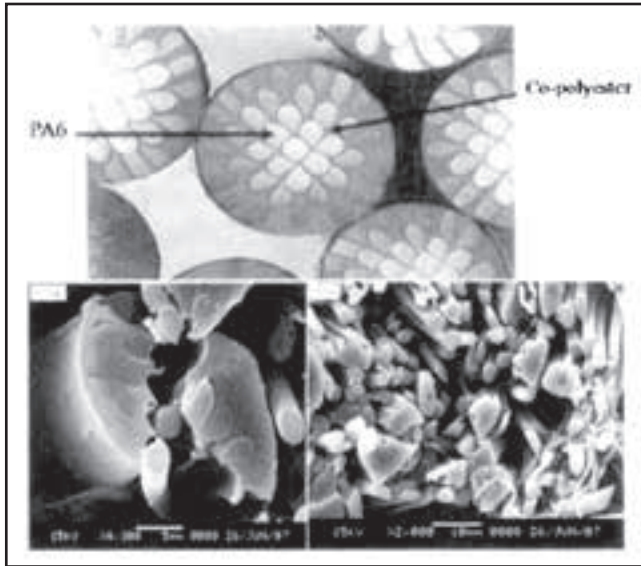
طراحی صفحات رشته ساز دارای سوراخهای غیر دایروی بسیار پیچیده و حساس می باشد (شکل ۱). همچنین توجه به فرایند تغییر شکل سطح مقطع الیاف در روشهای ذوب ریسی با سرعت بالا بسیار حائز اهمیت است زیرا که رشته مذاب الیاف پس از خروج از روزنه صفحات رشته ساز با قرارگیری در معرض جریان هوای سرد و همچنین عبور از روی غلطکهای مختلف دچار تغییر شکل می شود. به همین دلیل امروزه استفاده از روش المان محدود جهت شبیه سازی سه بعدی فرایند ذوب ریسی این الیاف و مطالعه تاثیر عوامل مختلف فرایند بر روی میزان تغییر شکل آنها بسیار حائز اهمیت گشته است. به غیر از این روش، یکی از تکنیکهای موفق استفاده از روش شکافت الیاف دوجزئی و یا فیلمهای بسیار نازک می باشد. در روش شکافت

اولین حق ثبت های منتشر شده در زمینه تولید الیاف مصنوعی با سطح مقطع غیر دایروی مربوط به شرکت دوپونت آمریکا می باشد که در آنها به روشی به نام تکنولوژی ذوب ریسی چسبندگی انبساطی اشاره شده است.

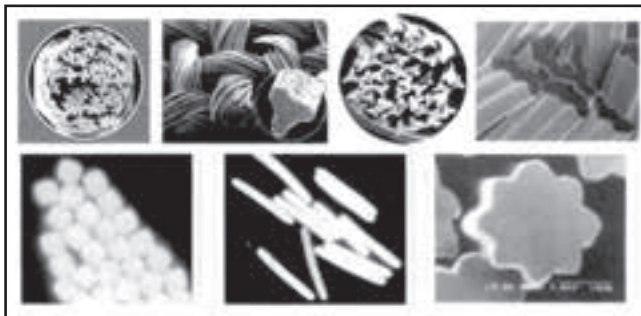
پس از این روش ابداعی انحصاری، حق ثبت های بسیاری در زمینه استفاده از صفحات رشته ساز با سوراخهایی با سطح مقطعهای مختلف منتشر گردید که تا به امروز نیز استفاده از این روشها رایج ترین روش می باشد. هر چند که استفاده از این روش در نگاه اول بسیار ساده به نظر می رسد اما باید توجه داشت که با توجه به تفاوت های ساختاری در پلیمرهای متفاوت از بابت ویسکوزیته و خصوصیات رئولوژیکی آنها،



و با خصوصیات خمشی بسیار عالی نیز دارند. البته باید توجه داشت که جهت حصول این خصوصیات در منسوجات علاوه بر تغییر در شکل سطح مقطع باید خصوصیات پلیمر مورد استفاده، نوع فرایند ریسندگی و فرایندهای آماده سازی و تکمیل نهایی منسوج نیز مدنظر قرار گیرد و در صورت لزوم اصلاح شود.



شکل ۲ - الیاف بسیار ظریف تولید شده از فرایند شکافت الیاف جزیره / دریا



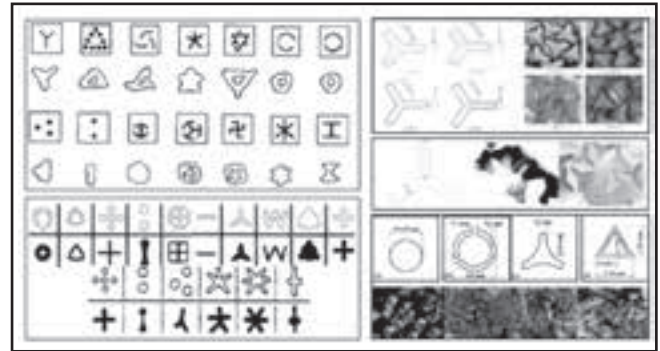
شکل ۳ - الیاف با سطح مقطع ویژه که عمدتاً در صنعت پوشاک مورد استفاده قرار می گیرند

مواد مستحکم شده با الیاف (FRP)

امروزه استفاده از الیاف با سطح مقطع ویژه در صنعت تولید مواد پلیمری مستحکم شده با الیاف (کامپوزیتها) نیز بسیار گسترش یافته است. این الیاف به دلیل سطح تماس بسیار ویژه و زیاد خود منجر به ارتقای نیروی چسبندگی پلیمر ماتریس کامپوزیت به الیاف استحکام دهنده ساختار می شوند و به همین دلیل تاثیر بسیار ویژه ای بر روی ارتقای خصوصیات مکانیکی کامپوزیت نهایی دارند (شکل ۴). علاوه بر این، استفاده از این الیاف می تواند منجر به اصلاح خصوصیات سطحی و همچنین خصوصیات حرارتی منسوج گردد.

تحقیقات نشان داده است نوع و میزان نیروهای چسبندگی بین الیاف و ماده پلیمری بستر بر روی عملکرد مکانیکی محصول نهایی بسیار تاثیر گذار است،

الیاف دوجزئی، یکی از پلیمرهای تشکیل دهنده الیاف به کمک حلالهای آلی و یا غیرآلی حل می شود و الیاف باقیمانده در شکل های مختلف مورد استفاده قرار می گیرد. در غالب موارد الیاف دوجزئی مورد استفاده در این روش به صورت جزیره / دریا تولید می شوند (شکل ۲). در روش شکافت فیلمهای بسیار نازک استفاده از جریان های با فشار بسیار زیاد منجر به تولید الیافی با سطح مقطع های مختلف می گردد.



شکل ۱ - انواع مختلف سطح مقطع صفحات رشته ساز و الیاف تولید شده از آنها

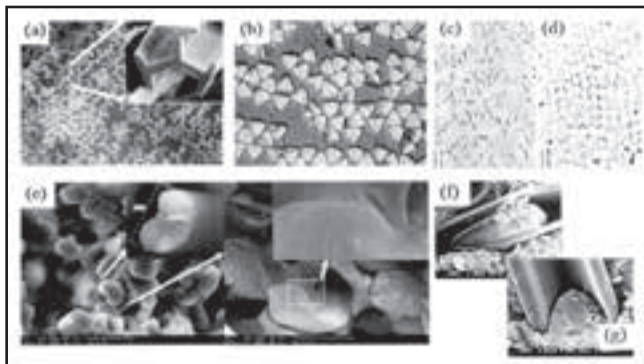
پوشاک

هر چند که تاکنون تحقیقات بسیاری بر روی مطالعه خصوصیات الیاف با سطح مقطع غیر دایروی انجام شده است، اما مساله بررسی خصوصیات این الیاف به صورت مجتمع و در کنار هم (نخ و یا پارچه) نظیر زبردست، میزان نفوذ رطوبت، تقلید خصوصیات و ویژگیهای الیاف طبیعی نظیر ابریشم و ... کمتر مورد توجه قرار گرفته است. تحقیقات نشان داده است که استفاده از الیاف با سطح مقطع غیردایروی در تولید پارچه و منسوجات منجر به ایجاد خصوصیات منحصر به فردی نظیر جلای بالا، خشک شدن سریع، احساس خنکی، وزن سبک، حفاظت گرمایی و ... می شود که در شکل ۳ تصویر سطح مقطع تعدادی از الیاف ایجادکننده این خصوصیات نشان داده شده است.

در غالب موارد بهره گیری از دانش تقلید از محیط زیست (بیو میمیتیک) منجر به شکل گیری الیافی با سطح مقطع های جدید می گردد که می تواند زندگی روزمره را بهبود بخشد. به عنوان مثال هر چند که زندگی در جوامع امروزی نسبت به گذشته بسیار دچار تغییر و تحول شده است اما هم اکنون نیز همانند گذشته منسوجات تولید شده از الیاف ابریشم نمادی از زیبایی و تجمل در کنار خصوصیات کاربردی بسیار ویژه و منحصربه فرد هستند به همین دلیل یکی از اولین نمونه های طبیعی جهت تقلید تولید الیاف مصنوعی با سطح مقطع مثلی مشابه سطح مقطع الیاف ابریشم بود. این الیاف که در ژاپن به نام شین گوسن شناخته می شوند امروزه جهت تولید منسوجات مختلف مورد استفاده قرار می گیرند. البسه تولید شده از این منسوجات از راحتی بسیار مناسبی جهت پوشش برخوردار هستند و در کنار خصوصیات زیباشناختی بسیار ویژه و منطبق بر مد، زبردستی بسیار نرم، پر، لغزنده



به همین دلیل علاوه بر میزان سطح تماس مخصوص، میزان هماهنگی و سازگاری الیاف با پلیمر بستر نیز بسیار حائز اهمیت است.



شکل ۴ - چسبندگی سطحی بین الیاف با سطح مقطع های مختلف و پلیمر بستر در کامپوزیتها
الف) سه پره، ب) مثلثی، ج) صاف و نواری، د) بادامی، ه) کلیه‌ای شکل، و) توخالی و سوراخدار، ی) C شکل

فیلترها

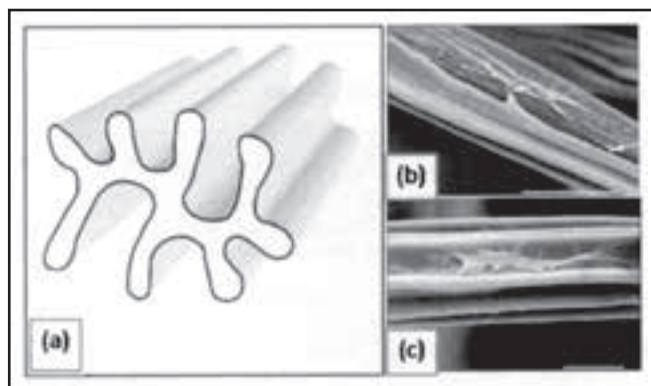
سطح مقطع الیاف تاثیر بسیار ویژه و مستقیمی بر روی خصوصیات پراکنش امواج و ذرات در لایه های تولید شده از این الیاف دارد به همین دلیل مواردی نظیر میزان توزیع امواج در میکروسکوپیهای منتشرکننده میدانی، میزان توزیع صدا و یا خصوصیات اکوستیک لایه و همچنین میزان جذب ذرات در فیلترهای مختلف تولید شده از این الیاف توسط محققین مختلف مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته است و به کمک روشهای محاسبات عددی مدل سازی شده است. نتایج این تحقیقات نشان می دهد که میزان سطح ویژه و موثر الیاف که به صورت عمود در مسیر عبور سیال (مایع، گاز) قرار می گیرد تاثیر مستقیمی بر میزان جذب امواج، انتشار آنها و همچنین جذب ذرات معلق دارد. یکی از کاربردهای تجاری شده این الیاف در این حوزه تمیز کردن آب دریاها و اقیانوسها از مواد آلاینده مختلف است که به قابلیت جداسازی ذرات جامد و معلق از محلول آبی در حالت دیسپرسیون و یا امولسیون بستگی دارد.

منسوجات پزشکی

امروزه با بهره گیری از دانش زیست فناوری پیشرفت‌های بسیار خوبی در حوزه پزشکی و درمان بیماریهای مختلف اتفاق افتاده است. منسوجات در غالب البسه مختلف نزدیکترین جسم خارجی به بدن بیمار می باشند و به همین دلیل از لحاظ دانش پزشکی و بهداشت همواره اهمیت ویژه ای داشته اند و همواره سعی بر این بوده است که در تولید آنها از الیاف با ساختارهای دوستدار محیط زیست و هماهنگ با بدن انسان استفاده شود.

علاوه بر این در دانش مهندسی پزشکی نیز الیاف و ساختارهای تهیه شده از آنها بهترین محیط برای رشد سلولهای مختلف و ترمیم بافتهای آسیب دیده می باشند و به همین دلیل هرچقدر که سطح مقطع موثر الیاف نسبت به وزن آنها بیشتر شود راندمان عملکردی آنها بهتر خواهد شد. به عنوان مثال امروزه از الیاف متخلخل چندپره با شیارهایی به عمق ۱۵-۵ میکرومتر و پهنای ۱۰ میکرومتر از جنس

پلی لاکتید اسید و یا پلی استر جهت تولید تاندون، لیگامنت و حتی ماهیچه های مختلف نیز استفاده می شود (شکل ۵). در تولید مصنوعی این بافتها، غالباً بر روی الیاف با موادی نظیر پلی استارین و یا مواد معدنی ویژه پوشش داده می شود و بررسی ها نشان داده است که آرایش یافتگی این مواد تاثیر مستقیمی بر راندمان عملکردی بافت تهیه شده دارد، به همین دلیل آرایش این مواد در راستای شیارهای این الیاف بسیار مهم و حیاتی می باشد. همچنین امروزه از این ساختارها جهت رشد و تکثیر کلاژن ها و تولید استخوانهای مصنوعی نیز استفاده می شود و بررسی ها نشان داده است که عمق شیارهای موجود بر روی این الیاف نیز بر روی خصوصیات محصول نهایی تاثیر گذار است.



شکل ۵ - الف) شکل شماتیک سطح مقطع الیاف موئینه، ب) نحوه آرایش مواد بر روی سطح خارجی الیاف موئینه از جنس پلی لاکتید اسید، ج) نحوه آرایش مواد بر روی سطح خارجی الیاف موئینه از جنس پلی استر

جمع بندی

در این مقاله تعدادی از کاربردهای تجاری شده الیاف با سطح مقطع غیر مدور نظیر البسه خاص، کامپوزیتها، فیلترها و منسوجات پزشکی بطور خلاصه معرفی گردیدند. همانطور که توضیح داده شد در اکثر این موارد طبیعت و مواد موجود در آن الهام بخش اولیه شکل ساختار بوده اند و دانشمندان با بهره گیری از این موضوع و بررسی شرایط مورد نیاز خود توانسته اند ساختارهایی را تولید نمایند که در کاربردهای ویژه ای مورد استفاده قرار بگیرند. به همین دلیل پیش بینی می شود که در آینده نیز حرکت تقلیدی از محیط زیست اصلی ترین راه پیشرفت در این حوزه باشد.

پی نوشت:

• دانشجوی دکتری مهندسی شیمی نساجی و علوم الیاف، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

ماخذ:

Liu, X., Wang, F., "Applications of non-circular cross-section chemical fibers", Chemical Fibers International, 4/2011, pp. 210-212.