



نانو تکنولوژی

## سازه‌های فیلتری

### نانوالیاف توسعه سازه‌های جدید فیلتری را هدایت می‌کند

محسن عسگری

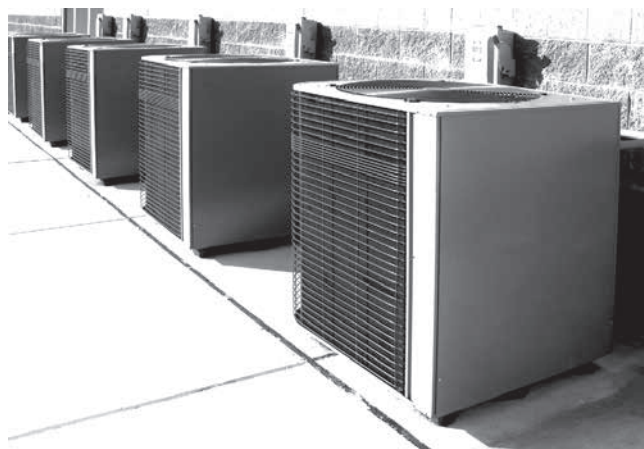
#### چکیده:

در حال حاضر خبر راجع به انواع جدید سازه‌های فیلتری رخدادی عادی است. تعدادی فیلترها پیشرفت کوچکی از سازه‌های فیلتری قدیمی و بقیه کاملاً متفاوت از هر چیزی است که قبلاً وجود داشته است. در این مقاله کن ساترلند تعدادی انواع جدید از سازه‌های فیلتری مربوط به نانوالیاف که از جدیدترین انواع آن هستند را مرور می‌کند. ساترلند بیش از سی سال است که مهندس، مدیر بازاریابی و مشاور نور ثدو است. نور ثدو بطور گسترده‌ای با بازار و فناوری فیلتراسیون و فرایندهای جداسازی در ارتباط است. او مقالات زیادی برای این مجله (Filtration+separation) و انتشاراتش، تحلیلگر صنعت فیلتراسیون نوشته و علاوه بر چهار کتاب در مورد فرایندهای جداسازی، اخیراً کتاب A تا Z فیلتراسیون و پنجمین ویرایش هندبوک فیلترها و فیلتراسیون که هر دو از کتابهای الزویر هستند را نوشته است.

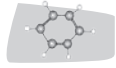
می‌شود، منجر به پیشینه شدن مساحت فیلتراسیون در حجم فیلتر هم می‌شود. البته با توجه به اینکه لازم است هزینه‌های چرخه حیات کاهش یابد، حفاظت از انرژی، عامل هدایت کننده‌ی تمام فعالیت‌های بشر است. این عوامل بطور موثری در مقابل مهمترین نیروی محرکه قرار دارد که کاهش اندازه ذرات حبس شده توسط فیلتر یا فیلتراسیون ظرفیت و باز هم ظرفیت‌تر می‌باشد. تقریباً تمام مصرف کنندگان نهایی فیلتر بدنبال فرایند موثرتری هستند که سطوح جداسازی را چه برای فیلتراسیون گاز و چه برای فیلتراسیون مایع در اندازه ذرات همواره کوچکتر تنظیم کنند. این مسئله برای تصفیه نسبتاً درشت خنک کننده‌های ابزار ماشین یا تولید مایعات parenteral در کارخانجات داروسازی ضروری است. تقریباً بر اساس اهمیت، تقاضای بازار برای فیلترهایی که قادرند با سیالات مهاجم - یعنی سیالات داغ یا از لحاظ شیمیایی فعال - مواجه شوند، بطور یکنواختی در حال افزایش بوده و بنابراین استفاده از ePTFE و PVDF بعنوان مواد سازنده سازه فیلتری در حال گسترش است. حرکت بسمت مواجه با پوشش‌های سیالات داغ‌تری است که صنایع شیمیایی را قادر می‌سازد تا سوسپانسیون مایعات داغ را بکار گیرند، همچنین بکارگیری گسترده‌تر گازهای داغی که باید به منظور تایید ملزومات زیست محیطی برای حفاظت از محیط زیست فیلتر شوند و قادر باشند برای بازیابی انرژی از میان یک مدول حرارتی عبور کنند.

این مقاله اثرات این نیروهای محرکه روی طراحی و خصوصیات سازه‌های فیلتری را بررسی می‌کند، به‌رحال سه مورد از مهمترین تحرکات پی‌درپی که در بازار مشاهده می‌شود عبارتند از:

برای بررسی آنچه در سازه فیلتری جدید است، ابتدا باید به آنچه توسعه بازار فیلتراسیون را هدایت می‌کند و فیلتر به آن وابسته است، نظر بیندازیم. وقتی مصرف سوخت فسیلی گران‌تر شود، بازده انرژی، محرک خیلی مهمی است که با کاهش در افت فشار عبوری شار کارکردی فیلتر نمایان خواهد شد. در میان سایر پارامترها، این امر به ساختاری تا حد ممکن باز با محیط پایه ساختاری (ذره‌ای یا لیفی یا منفذدار) تا حد ممکن ریز نیاز دارد. این مسئله همانطور که مثلاً در توسعه فیلتراسیون هوا در کاربردهای HVAC و آگیری هوای موتور دیده



بازده انرژی در کاربردهای HVAC بطور فزاینده‌ای اهمیت یافته است



که زیست راکتور غشایی (MBR) نامیده می‌شود. کاربرد MBR بعنوان ابزار پردازش پساب سرعت تکثیر شده و استفاده از آن در سایر فرایندها سرعت در حال توسعه است.

بعضی تغییرات در فرم برای محدوده استاندارد فیلترها قابل تمایز است. مثلا پیشرفت مهم در فیلترهای کیسه‌ای دسترسی به آنها در اندازه‌های بزرگ را فراهم کرده تا ملزومات افزایش نرخ جریان مخصوصا در معدن کاری و فرایندهای معدنی، بخشهای فرایند شیمیایی و BHS و Clear Edge چنین فیلترهایی را با عرضهایی که بطور قابل توجهی بزرگتر هستند و متناظر با سازه‌های کیسه‌ای هستند ارائه کند

به عبارت دیگر، برای تمام سازه‌های فیلتری یک بار مصرف، ضروری شده که از عناصر قابل بازیافت یا عناصری که براحتی ممکن قابل سوزاندن باشند استفاده شود. فشارهای زیست محیطی در همه جا منجر به استفاده از این مواد بعنوان یک استاندارد ضروری شده است.

### مواد سازه‌های فیلتری

هرچند الیاف طبیعی همچنان در ساخت فیلتر نقش ایفا می‌کنند، اما روند بازار نشان می‌دهد بخش بزرگتری از مواد آلی که از تمام انواع منابع ترموپلیمری مصنوعی مشتق می‌شوند-که تمام این پلیمرها برای ایجاد استحکام یا مقاومت در برابر مواد شیمیایی استفاده می‌شوند- در بازار فیلتراسیون جایگاه دارند.

### غشاها

موادی که اخیرا بیشترین پیشرفت را داشته اند غشاها در هر دو فرم متشکل از پلیمرهای مصنوعی و مواد متنوع معدنی و بیشتر سرامیکی است. امروزه غشاها بیشتر از فرم فیزیکی شان براساس کارایی جداکنندگی خود تعریف می‌شوند: تقریبا هر ماده ای که بتواند ذرات یک میکرومتری را از یک سوسپانسیون جدا کند را می‌توان یک غشا نامید. غشاها، حتی در کاربردهای ساده میکروفیلتراسیونی با دو مشکل انسداد و قطبش غلظت بصورت همزمان یا جداگانه مواجه هستند. این مشکل، نیاز به تمیزسازی فیلتر غشایی با شستشو در فرایند یا با شستشوی شیمیایی در خارج از فرایند را ایجاد می‌کند. این مشکل با تهیه غشاهایی که از طریق انجام عملیات سطحی با مواد شیمیایی تمایل به انسدادشان کاهش یابد محدود شده است. همچنین انسداد (و نه قطبش غلظت) را می‌توان با پیش عملیات مناسب جریان، به



بازار بزرگی برای فیلترها در جمع‌آوری، عملیات و بازیابی grey water وجود دارد



گستره عظیم فرایندهای فیلتراسیونی در تولید دارو

- توسعه پیوسته کاربردهای غشایی: در میکروفیلتراسیون مخصوصا در baghouses و در عملیات آبی مخصوصا بعنوان زیست راکتورهای غشایی
- تولید نانوالیاف واقعی از همه مواد که منجر به خیلی ریز شدن سازه برای دستیابی به آستانه پایین تر شده و
- تولید الیاف سرامیکی خیلی ریز، دستیابی به محیط سرامیکی منعطفی که برای کارکردن با گازهای در دمای بالا ضروری است را ممکن می‌سازد.

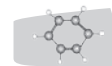
### نانوفیلتراسیون

واژه‌ای که لازم است اینجا توضیح داده شود پیشوند "نانو" است که در ابتدای نانوالیاف هم وجود دارد. این واژه در فیلتراسیون به دو معنای کاملا متفاوت استعمال می‌شود: بعنوان فرایند جداسازی غشایی "نانوفیلتراسیون" و بعنوان عبارتی که گستره قطر ذرات یا الیاف را از چند نانومتر تا چند صد نانومتر تعریف می‌کند. توانایی تولیدکنندگان الیاف (و ذرات) برای تولید مواد در چنین مقیاسی، قابلیت زیادی برای صنعت فیلتراسیون در جداسازی اجزای خیلی ریز از سوسپانسیون مخصوصا ویروسها ایجاد کرده و از همین رو میکروفیلتراسیون را قادر می‌سازد تا برای استریلیزه کردن سیالات بدون نیاز به حرارت عمل کند. نانوفیلتراسیون یک فرایند غشایی است که از لحاظ اصولی شبیه به اسمز معکوس و اولترافیلتراسیون بوده، از لحاظ قابلیت جداسازی بعنوان فرایندی بین این دو فرایند تعریف می‌شود و بنابراین بیش از جداسازی جامدات معلق از سوسپانسیون در سیال، بعنوان جداکننده اجزای مولکولی از محلول عمل می‌کند. غشاها نانوفیلتراسیون لزوما نیازی به داشتن ترکیبات در مقیاس نانو در ساختارشان ندارند.

از سوی دیگر، نانوالیاف لزوما با قطر موثرشان در محدوده ۱ تا ۲۰۰ نانومتر تعریف می‌شوند و بخش خیلی کوچکی از ماجرای توسعه فیلتراسون ظریف هستند

### فرم سازه فیلتری

آنچه قابل توجه شده، حرکت یکنواخت غشاها برای قرارگیری بعنوان سازه فیلتری در بیشتر انواع فیلتر و توسعه فرم مخصوص غشایی است



مرحله می‌باشد. چنین فیلترهایی مخصوصاً در بخشهای داروسازی و بیوتکنولوژی بطور گسترده‌ای استفاده می‌شوند.

این فیلترهای ترکیبی در ساختار خود عوامل فعالی را دارند که متداول ترین آن کربن فعال به عنوان جاذب است. از باکتری کش ها و افزودنیهای اکسید کننده که ابزار فرایندی خیلی مفیدی ایجاد می‌کنند نیز استفاده می‌شود.

پیشرفت های اخیر در این زمینه شامل سازه مولکولی هولینگسورث و ووس (Hollingsworth and Vose's)، فیلتر Filtertechnik's VDM می‌باشد که هر دو، امکان استفاده در عملیات های جذب و عملیاتهای شیمیایی را فراهم می‌کنند، در حالیکه فیلترهای Suresafe™ Harmsco's طبقه ای از فیلترهای شنا با فناوری زئولیت نقره برای عملیات ضد میکروبی دارد. نیاز به آب آشامیدنی با کیفیت در آسیا زیاد است که سامانه‌های غشایی برای پاس‌خگویی به نیاز نهایی در این حوزه توسعه یافته‌اند. بازاری بزرگ برای فیلترهایی که بتوانند در جمع‌آوری، عملیات و بازیابی آب grey Water - حاصل از پسابهای خانگی و دستشویی‌ها - وجود دارد که نیاز به حل مشکل سامانه لوله‌کشی خانگی دارد.

نیاز زیادی به فیلتر کردن گازهای خروجی داغ منجر به تولید گسترده ای از فیلترهای مقاوم به دما شده است.

وقتی دما از ۱۰۰ درجه بیشتر نیست، بعضی مواد ترموپلاستیک مخصوصاً مواد فلوتورینه مثل PTFE قابل استفاده هستند. برای دماهای بالاتر مواد سرامیکی انتخاب می‌شوند. این مواد برای فیلتراسیون سیالات مهاجم نیز مناسب هستند.

منظور حذف عوامل موجود مسدود کننده در فرایند کنترل کرد. بنابراین یک واحد اسمز معکوس برای نمک زدایی آبهای شور طراحی شده که میتواند با نصب یک غشای اولترافیلتراسیون یا حتی یک سامانه میکروفیلتراسیون حفاظت ایجاد کند. تحقیقات زیادی تلاش می‌کنند ترکیب مناسبی از تجهیزات پیش عملیات یک فرایند غشایی و حتی میکروفیلترهایی که بخش جداگانه ای از سامانه MBR هستند که با پیش عملیات بهتر کنند را بیابند.

### سازه نانو فیلتری

از بیش از ۴۰ سال قبل سازه های اسپان باند با الیاف با قطر ۱۰ میکرومتر یا بیشتر و فلش اسپان و ملت بلون تا مواد الکتروریسی شده که قطر ۱۰۰ نانومتر دارند تولید شده اند. هر کدام از این مواد می توانند به شکل وبی متشکل از الیاف به شکل تصادفی، تولید و یک سازه فیلتری خیلی خوب را ایجاد نماید که روی یک بستر قویتر حفاظت شود. دوپونت چنین وبی را به عنوان سازه غشایی هیبریدی برای فیلتراسیون مایع یا گاز تولید کرده است. همانطور که شرکت دونالدسون محصول اولتراوب را ارائه کرده، متخصصان یونایتد ایر نیز نانوالیافی را برای حذف گرد و غبار توسعه داده اند.

تکنیکهای ریزریسندگی، پاسخ به نیاز تولید الیاف کربن و سرامیک را محقق کرده و در حال حاضر بخش مهمی از تجارت سازه های فیلتری مخصوصاً برای فیلتراسیون هوا را در بر دارد. بدلیل اینکه این سازه‌ها قادرند آلودگیهای کوچکتر از ۰/۱ میکرومتر را حذف کنند، به عنوان غشا محسوب و تحت عنوان نانو غشا شناخته می‌شوند.

### کاربردها

روند گسترده سازه های فیلتری، توسعه فیلتر ترکیبی است که قادر به انجام دو کارکرد جداسازی جامد-گاز و جذب ناخالصی گازی در یک

### پی‌نوشت

E-mail: ken.suth@ntlworld.com



رشد تقاضا برای فیلترهایی که قادرند گازهای خروجی داغ را فیلتر کنند منجر به تولید گسترده‌ای از عناصر فیلتری مقاوم به دما شده است