



رأست جمهوری
معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش‌میان
سازمان فناوری های نو و میکرو

گزارش تجمیعی استانداردهای ملی نانوفیلترهای تصفیه آب و هوا

گروه استاندارد و ایمنی فناوری نانو
www.nanostandard.ir

زمستان ۱۴۰۳



گزارش تجمیعی استانداردهای ملی نانوفیلترهای تصفیه آب و هوا

ستاد توسعه فناوریهای نانو و میکرو
گروه استاندارد و ایمنی فناوری نانو

www.nanostandard.ir

پایگاه اینترنتی

گروه استاندارد و ایمنی ستاد نانو

۰۲۱۶۳۱۰۰

تلفن

دکتر سمیه فرهنگ

با همکاری

nanosafety@nano.ir

پست الکترونیک

IranNationalStandardCommittee

لینکدین

۱۴۰۳

سال انتشار

فهرست مطالب

- ۱ چکیده
- ۳ مقدمه
- ۳ خلاصه استاندارد «فناوری نانو- مدیای فیلتر هوا حاوی نانوالیاف برای فیلتراسیون ذرات- مشخصه یابی، عملکرد و روش های آزمون»
- ۵ خلاصه استاندارد «فناوری نانو- آزمون یکپارچگی سامانه های غشائی تصفیه آب (نانوفیلتراسیون و اسمز معکوس) - روش آزمون»
- ۱۴ خلاصه استاندارد «فناوری نانو- تعیین مشخصات عملکرد دستگاه های اسمز معکوس و نانوفیلتراسیون- روش آزمون»
- ۲۲ خلاصه استاندارد «فناوری نانو- شناسایی نشتی در تجهیزات اسمز معکوس و نانو فیلتراسیون- روش های آزمون»
- ۲۹ ۶

۱ چکیده

این خلاصه استاندارد مشتمل بر معرفی چهار استاندارد در حوزه نانوفیلتراسیون می باشد که به بررسی و تعیین روش های آزمون، مشخصات فنی و عملکرد تجهیزات مرتبط می پردازد.

استاندارد «فناوری نانو- مدیای فیلتر هوا حاوی نانوالیاف برای فیلتراسیون ذرات- مشخصه یابی، عملکرد و روش های آزمون»، با شماره استاندارد ۲۱۰۰۸ و سال تصویب ۱۳۹۸، به منظور تعریف ویژگی ها، عملکرد و روش های آزمون مدیای فیلتر هوا که حاوی نانوالیاف است، تدوین شده است. این استاندارد اهمیت ویژه ای در ارتقاء کیفیت هوا، حفاظت از سلامت انسان و محیط زیست و افزایش بهره وری صنعتی دارد. با توجه به پیشرفت های روزافزون در فناوری نانو و تولید فیلترهای هوای پیشرفته، وجود یک استاندارد جامع و دقیق برای تعریف مشخصات فنی و روش های آزمون ضروری به نظر می رسد. فهرست مطالب این خلاصه استاندارد شامل چکیده، مقدمه، ویژگی ها و مزایای فیلترهای نانولیفی، ویژگی های نانوالیاف، هدف و دامنه کاربرد، واژگان کلیدی، مشخصه های الزامی ریخت شناسی نانوالیاف و روش های اندازه گیری آن ها، ریخت شناسی و بافت های گوناگون نانوالیاف، نمونه تصویر SEM در بزرگنمایی ۱۰۰۰۰ برابر، مشخصه های الزامی آزمون عملکرد فیلتراسیون مدیای فیلتر هوا حاوی نانوالیاف و روش های اندازه گیری آن ها، و سایر مشخصه های پیشنهادی نانوالیاف است.

استاندارد «فناوری نانو-آزمون یکپارچگی سامانه های غشائی تصفیه آب (نانوفیلتراسیون و اسمز معکوس) - روش آزمون» با شماره استاندارد ۲۰۷۴۶ و سال تصویب ۱۳۹۵، به منظور تعیین روش های آزمون عملکرد یکپارچگی تجهیزات غشایی اسمز معکوس (RO) و نانوفیلتراسیون (NF) تدوین شده است. این خلاصه استاندارد شامل فهرستی از مطالب مهم از جمله چکیده، مقدمه، اصطلاحات و تعاریف، اهمیت آزمون، اهداف و اساس روش های آزمون دستگاه ها، آزمون زوال فشار و زوال خلاء، آزمون PDT، آزمون VDT، استفاده از آنالیزورهای کل کربن آلی، آزمون مواد رنگی محلول، روش های پایش پیوسته پراش نور و سایر موارد مرتبط است. هدف اصلی این استاندارد، تعیین روش های آزمون برای ارزیابی یکپارچگی سامانه های غشائی با استفاده از آزمون های مبتنی بر زوال فشار و زوال خلاء، فناوری های مواد رنگی محلول و کدورت و آزمون های پایش عبور کل کربن آلی (TOC) است.

استاندارد «فناوری نانو- تعیین مشخصات عملکرد دستگاه های اسمز معکوس و نانو فیلتراسیون- روش آزمون» با شماره استاندارد ۱۹۹۳۵ و سال تصویب ۱۳۹۴، به منظور تعیین روش های آزمون عملکرد تجهیزات غشایی اسمز معکوس (RO) و نانوفیلتراسیون (NF) تدوین شده است. این خلاصه استاندارد شامل فهرست مطالبی از جمله چکیده، مقدمه، کلمات

کلیدی، طرحواره‌های دستگاه‌آزمون، تجهیزات سامانه آزمون، نصب ابزار دقیق، اهداف و اساس روش‌های آزمون دستگاه‌ها، و روش کار متوقف کردن است. هدف اصلی این استاندارد، تعیین روش‌های آزمون برای ارزیابی عملکرد دستگاه‌های اسمز معکوس آب لب‌شور، دستگاه نانوفیلتراسیون و دستگاه اسمز معکوس آب دریا می‌باشد. آزمون‌ها به تعیین تغییرات احتمالی در مشخصات عملیاتی این دستگاه‌ها کمک می‌کنند، هرچند برای طراحی تأسیسات قابل قبول نیستند و برای آب‌های طبیعی کاربرد ندارند.

استاندارد «فناوری نانو- شناسایی نشتی در تجهیزات اسمز معکوس و نانو فیلتراسیون- روش‌های آزمون» با شماره استاندارد ۱۹۸۵۲ و سال تصویب ۱۳۹۴، به منظور شناسایی نشتی در تجهیزاتی که در ارتباط مستقیم با جریان‌های خوراک یا تلغیظ شده، یا هر دو با جریان تراوش یافته هستند، تدوین شده است. این خلاصه استاندارد شامل فهرست مطالبی از جمله چکیده، مقدمه، روش‌های اسمز معکوس و نانو فیلتراسیون، واژگان کلیدی، اساس روش آزمون، اهمیت و کاربرد، انواع نشتی، روش‌های شناسایی، معرفی دستگاه‌های عنبکوت خاص آزمون نشتی و اهداف و اساس روش‌های آزمون نشتی می‌باشد. هدف اصلی این استاندارد، شناسایی و کنترل نشتی‌ها در مدول‌های مختلف اسمز معکوس (RO) و نانوفیلتراسیون (NF) است. به طور کلی، این چهار استاندارد در حوزه نانوفیلتراسیون نه تنها به تولیدکنندگان کمک می‌کنند تا محصولات بهتری تولید کنند، بلکه به مصرف‌کنندگان نیز این امکان را می‌دهند که با اطمینان بیشتری به انتخاب فیلترهای مناسب بپردازند. این استانداردها به عنوان ابزارهای کلیدی در بهبود کیفیت و عملکرد تجهیزات شناخته می‌شوند و نقش مهمی در حفاظت از محیط زیست ایفا می‌کنند.

۲ مقدمه

در دنیای امروز، با پیشرفت‌های سریع فناوری و نیازهای روزافزون به حفظ محیط زیست و بهبود کیفیت زندگی، اهمیت تدوین استانداردهای دقیق و جامع در حوزه نانوفیلتراسیون به وضوح احساس می‌شود. نانوفیلترها به عنوان یکی از فناوری‌های نوین در تصفیه آب و هوا، نقش حیاتی در حفاظت از سلامت انسان و محیط زیست ایفا می‌کنند. این فناوری‌ها به دلیل قابلیت‌های ویژه‌ای که در حذف ذرات معلق، آلاینده‌ها و مواد شیمیایی دارند، به طور فزاینده‌ای مورد توجه قرار گرفته‌اند. به همین دلیل، تدوین استانداردهای مرتبط با نانوفیلترها نه تنها برای تولیدکنندگان، بلکه برای مصرف‌کنندگان نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

استانداردهای نانوفیلتراسیون به تولیدکنندگان کمک می‌کنند تا با تعیین مشخصات فنی دقیق، کیفیت و عملکرد محصولات خود را بهبود بخشند. این استانداردها شامل ویژگی‌های فنی، روش‌های آزمون و معیارهای ارزیابی هستند که به تولیدکنندگان این امکان را می‌دهند تا محصولات خود را با استانداردهای جهانی مطابقت دهند. با وجود این استانداردها، تولیدکنندگان قادر خواهند بود تا فرآیندهای تولید خود را بهینه‌سازی کنند و از بروز اشکالات و نقص‌های احتمالی جلوگیری نمایند. این امر نه تنها به افزایش کیفیت محصولات منجر می‌شود، بلکه به کاهش هزینه‌های تولید و نگهداری نیز کمک می‌کند.

از سوی دیگر، برای مصرف‌کنندگان، وجود استانداردهای معتبر و شناخته‌شده، اطمینان خاطر در انتخاب محصولات را فراهم می‌آورد. مصرف‌کنندگانی که با اطلاعات دقیق و شفاف در مورد ویژگی‌ها و عملکرد نانوفیلترها آشنا هستند، می‌توانند با اطمینان بیشتری به انتخاب فیلتری بپردازند که بهترین عملکرد را برای نیازهای خاص آن‌ها داشته باشد. این استانداردها به مصرف‌کنندگان این امکان را می‌دهند که از کیفیت و کارایی محصولات اطمینان حاصل کنند و از خرید محصولات بی‌کیفیت و تقلبی جلوگیری نمایند.

علاوه بر این، استانداردهای نانوفیلتراسیون به حفظ محیط زیست نیز کمک می‌کنند. با بهبود کیفیت هوای تنفسی و آب‌های مصرفی، این استانداردها به کاهش آلودگی و حفظ منابع طبیعی کمک می‌کنند. در دنیای امروز که بحران‌های زیست‌محیطی به یکی از چالش‌های اصلی تبدیل شده است، وجود چنین استانداردهایی به عنوان یک ابزار کلیدی در مدیریت بهتر منابع و حفاظت از محیط زیست شناخته می‌شود.

همچنین، تدوین و اجرای این استانداردها می‌تواند به ایجاد یک محیط رقابتی و سالم برای تولیدکنندگان منجر شود. تولیدکنندگانی که قادر به تولید محصولات با کیفیت‌تر و با عملکرد بهتر هستند، در بازار موفق‌تر خواهند بود. این رقابت سالم نه تنها به بهبود کیفیت محصولات

منجر می‌شود، بلکه به نوآوری و توسعه فناوری‌های جدید نیز کمک می‌کند. به طور کلی، استانداردهای نانوفیلتراسیون نه تنها به تولیدکنندگان کمک می‌کنند تا به استانداردهای جهانی نزدیک‌تر شوند و در بازارهای بین‌المللی رقابت کنند، بلکه به مصرف‌کنندگان این امکان را می‌دهند که با اطمینان بیشتری به انتخاب محصولات مناسب بپردازند. این استانداردها به عنوان مرجعی معتبر، نقش مهمی در ارتقاء کیفیت زندگی و حفاظت از محیط زیست ایفا می‌کنند و با توجه به نیازهای روزافزون جامعه به هوای پاک و سالم، اهمیت آن‌ها روز به روز بیشتر می‌شود. در نهایت، تدوین و بکارگیری این استانداردها به عنوان یک ابزار کلیدی در بهبود کیفیت و عملکرد نانوفیلترها شناخته می‌شود و به توسعه پایدار کمک می‌کند.

فناوری نانو- مدیای فیلتر هوا حاوی نانوالیاف برای فیلتراسیون ذرات- مشخصه‌یابی، عملکرد و روش‌های آزمون

شماره استاندارد: ۲۱۰۰۸

سال تصویب: ۱۳۹۸



معرفی و اهمیت استاندارد

این استاندارد با هدف تعریف ویژگی‌ها، عملکرد، و روش‌های آزمون مدیای فیلتر هوا که حاوی نانوالیاف است، تدوین شده است. اهمیت این استاندارد در ارتقاء کیفیت هوا، حفاظت از سلامت انسان و محیط زیست، و افزایش بهره‌وری صنعتی نهفته است. استاندارد فناوری نانو برای مدیای فیلتر هوا حاوی نانوالیاف، نقش بسیار مهمی در تضمین کیفیت و عملکرد این نوع فیلترها ایفا می‌کند. با وجود پیشرفت‌های چشمگیر در فناوری نانو و تولید فیلترهای هوای پیشرفته، وجود یک استاندارد جامع به دلایل زیر ضروری است:

تعیین مشخصات فنی دقیق:

استاندارد، مشخصات فنی دقیق و یکسانی را برای این فیلترها تعریف می‌کند. این مشخصات شامل اندازه نانوالیاف، ساختار بلوری، درجه بلورینگی، اندازه حفرات، سطح ویژه مؤثر، چگالی سطحی، ترکیب شیمیایی و ثبات حرارتی به عنوان پارامترهای مؤثر بر عملکرد فیلتر می‌باشند.

تعیین روش‌های آزمون استاندارد:

استاندارد، روش‌های آزمون مشخصی را برای ارزیابی عملکرد فیلترها شامل نفوذ پذیری هوا، بازدهی و افت فشار ارائه می‌دهد. داین روش‌ها به تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان امکان می‌دهد تا به صورت دقیق و قابل مقایسه، عملکرد فیلترهای مختلف را ارزیابی کنند.

تضمین کیفیت و یکپارچگی:

با وجود استاندارد، تولیدکنندگان موظف می‌شوند تا محصولات خود را مطابق با مشخصات فنی و روش‌های آزمون تعیین شده تولید کنند. این امر به بهبود کیفیت کلی فیلترها و اطمینان از عملکرد مطلوب آن‌ها منجر می‌شود.

تسهیل مقایسه و انتخاب:

استاندارد، امکان مقایسه آسان و انتخاب مناسب‌ترین فیلترمندیای نانولیفی را برای کاربردهای مختلف فراهم می‌کند. مصرف‌کنندگان می‌توانند با استفاده از اطلاعات ارائه شده در استاندارد، فیلتری را انتخاب کنند که بهترین عملکرد را برای نیازهای آن‌ها داشته باشد.

ترویج رقابت سالم:

استاندارد، محیطی رقابتی و سالم را برای تولیدکنندگان ایجاد می‌کند. تولیدکنندگانی که بتوانند محصولات با کیفیت‌تر و با عملکرد بهتر تولید کنند، در بازار موفق‌تر خواهند بود.

حفاظت از حقوق مصرف‌کننده:

استاندارد، حقوق مصرف‌کنندگان را تضمین می‌کند و از آن‌ها در برابر محصولات بی‌کیفیت و تقلبی محافظت می‌کند.

ویژگی‌ها و مزایای فیلترهای نانولیفی

افت فشار پایین

کاهش مقاومت هوا در هنگام عبور از فیلتر

راندمان فیلتراسیون بالا

به دلیل مکانیسم‌های مختلفی مانند اینرسی، رهگیری و جریان لغزشی، این فیلترها توانایی بالایی در جذب ذرات دارند.

اقتصادی بودن

در بلندمدت، استفاده از این فیلترها می‌تواند به دلیل کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری، اقتصادی‌تر باشد.

قابلیت تمیز شوندگی

برخی از این فیلترها قابلیت تمیز شدن و استفاده مجدد را دارند.

سطح ویژه بالا

سطح تماس زیاد نانوالیاف با ذرات باعث افزایش کارایی فیلتراسیون می‌شود.

تخلخل زیاد

تخلخل بالا به عبور هوا کمک کرده و در عین حال مانع عبور ذرات می‌شود.

قطر کوچک

قطر بسیار کوچک نانوالیاف باعث بهبود عملکرد فیلتراسیون می‌شود.

هدف و دامنه کاربرد

مشخصه‌یابی ساختاری، فیزیکی و شیمیایی نانوالیاف استفاده شده در مدیای فیلترهای هوا و روش‌های اندازه‌گیری آن‌ها

تعیین عملکرد مدیای فیلتر هوای حاوی نانوالیاف و روش‌های آزمون مربوطه برای فیلتراسیون ذرات

واژگان کلیدی

مدیای فیلتر

در بلندمدت، استفاده از این فیلترها می‌تواند به دلیل کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری، اقتصادی‌تر باشد.

مدیای فیلتر حاوی نانوالیاف

مدیایی که حاوی الیافی در محدوده نانومقیاس (گستره اندازه بین تقریباً یک نانومتر تا صد نانومتر) است.

نانولیف

نانوشیئی با دو بعد خارجی در مقیاس نانو و بعد سوم که به طور قابل ملاحظه‌ای بزرگتر است.

هواسل

سامانه‌ای از ذرات جامد یا مایع معلق شده در گاز است.

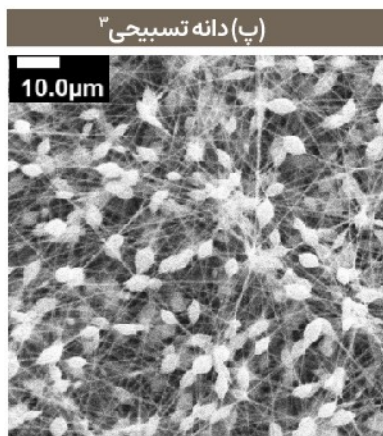
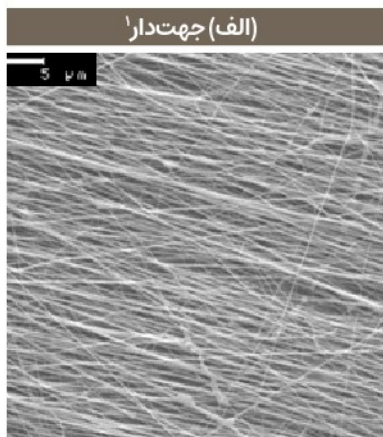
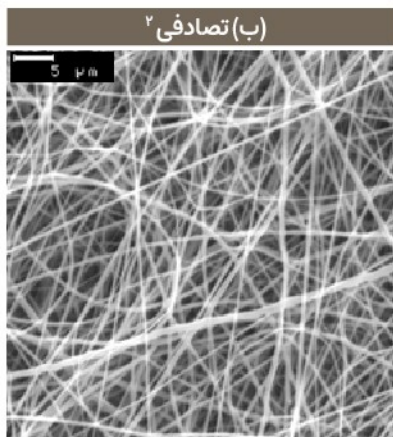
مدیای فیلتر هوا حاوی نانوالیاف برای فیلتراسیون ذرات

این نوع مدیا جهت فیلتراسیون هواسل‌ها طراحی شده است. مدیای فیلتر هوا حاوی نانوالیاف عموماً با نشاندن لایه(ها)ی از نانوالیاف بسپاری (پلیمری) برای به دام‌اندازی ذرات زیرمیکرونی روی یک بستره (لایه پایه) مناسب و متخلخل به کمک روش‌های گوناگونی از جمله الکتروریسی تهیه می‌شود.

جدول ۱ مشخصه‌های الزامی ریخت شناسی (جهت‌گیری، ساختار، اندازه و شکل) نانوالیاف و

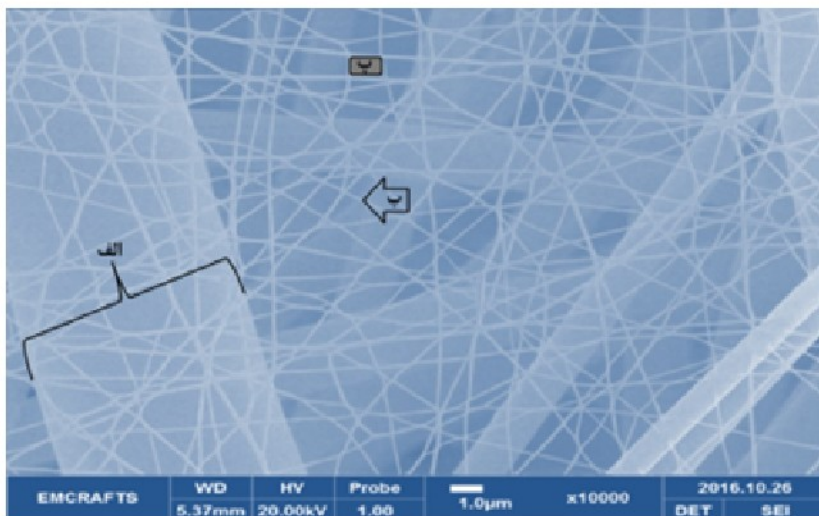
روش‌های اندازه‌گیری آن‌ها

مشخصه‌های مورد نیاز	روش اندازه‌گیری	روش جایگزین	توضیحات
ریخت‌شناسی نانوالیاف پوشش داده‌شده بر بستره	آنالیز تصاویر SEM	آنالیز تصاویر FESEM	انتخاب آزمونه از نمونه آنالیز باید به نحوی باشد که نمونه‌برداری کاملاً تصادفی انجام شود. در گزارش آزمون، حداقل سه تصویر با بزرگنمایی حداقل دوهزار برابر از سطح مدیای فیلتر هوای حاوی نانوالیاف گزارش می‌شود (شکل ۱).
قطر نانوالیاف پوشش داده‌شده بر بستره (میانگین $\pm$ انحراف از معیار (بر حسب نانومتر	آنالیز تصاویر SEM	آنالیز تصاویر FESEM	در گزارش آزمون، حداقل پنج تصویر با بزرگنمایی حداقل دوهزار برابر، از سطح مدیای فیلتر هوای حاوی نانوالیاف گزارش می‌شود (مطابق شکل ۲). میانگین قطر ۱۰۰ لیف و توزیع اندازه آنها، به کمک ابزارهای مرتبط محاسبه می‌شود.



شکل ۱ ریخت شناسی و بافت‌های گوناگون نانوالیاف

- ۱ Oriented fibre-like
- ۲ Random fibre-like
- ۳ Beaded fibre-like
- ۴ Core-shell fibre-like



شکل ۲ نمونه تصویر SEM در بزرگنمایی ۱۰۰۰۰ برابر. الف: میکروالیاف ب: نانوالیاف پ: حفره.

جدول ۲ مشخصه‌های الزامی آزمون عملکرد فیلتراسیون مدیای فیلتر هوا حاوی نانوالیاف

و روش‌های اندازه‌گیری آن‌ها

توضیحات	مشخصه‌های مورد نیاز استاندارد اندازه‌گیری
نمونه‌های آزمون نفوذپذیری هوا در اتمسفر استاندارد ارزیابی می‌شوند.	نفوذپذیری هوا
تعداد نمونه‌های مورد نیاز جهت ارزیابی نفوذپذیری مدیای فیلتر هوای حاوی نانوالیاف، براساس توافق بین خریدار و فروشنده است.	استاندارد ملی ۱۱۰۰۸
بازدهی اولیه، با استفاده از روش شمارش ذرات در جریان پایین دستی و بالادستی مدیای فیلتر هوا تعیین می‌شود.	بازدهی فیلتراسیون
تعداد نمونه‌های مورد نیاز برای ارزیابی بازدهی مدیای فیلتر هوای حاوی نانوالیاف، براساس توافق بین خریدار و فروشنده تعیین می‌شود.	استاندارد ISO 29463-3
اندازه‌گیری افت فشار مدیای فیلتر به وسیله هوای خالص و پیش از تزریق ذرات آزمون عملکرد انجام می‌شود.	افت فشار
اندازه‌گیری افت فشار زمانی انجام می‌شود که سامانه به حالت عملیاتی پایدار رسیده باشد.	استاندارد ISO 29463-3

جدول ۳ سایر مشخصه‌های پیشنهادی نانوالیاف (حسب توافق بین خریدار و فروشنده) و

روش‌های اندازه‌گیری آن‌ها

مشخصه‌های مورد نیاز	نوع مشخصه روش اندازه‌گیری	توضیحات
ساختار بلوری	ساختاری XRD	نانوالیاف می‌تواند ترکیبی از فاز بی‌شکل یا بلوری باشد. این دو فاز اثرگذاری قابل توجهی بر خواص فیزیکی و مکانیکی مدیای فیلتر هوا حاوی نانوالیاف می‌گذارند.
درجه بلورینگی	ساختاری XRD یا DSC	درجه بلورینگی (درصدی از حجم ماده که فاز بلوری دارد) بر جذب رطوبت مدیای فیلتر هوا حاوی نانوالیاف اثرگذار است. این پدیده می‌تواند به‌طور مستقیم بر افزایش مدول کشسانی، نرمی، سختی، چقرمگی و استحکام کششی نانوالیاف اثر بگذارد و باعث کاهش نفوذ هوا شود.
اندازه حفرات	فیزیکی SEM	افت فشار، قویا به اندازه حفرات نانوالیاف مرتبط است. مناطقی که از تقاطع چند لیف بوجود می‌آید مانند، شکل ۲ به‌عنوان حفره تعریف می‌شود. تعداد نقاط مورد سنجش جهت محاسبه اندازه حفره بین خریدار و فروشنده توافق می‌شود.
سطح ویژه موثر	فیزیکی BET	سطح ویژه مؤثر (مساحت کلی سطح بر واحد جرم) مدیای حاوی نانوالیاف خصوصیت مهمی است که بر عملکرد فیلتر اثرگذار است. سطح ویژه مؤثر گزارش شده ترکیبی از نانوالیاف و بستره است.

ادامه جدول ۳

سایر مشخصه‌های پیشنهادی نانوالیاف

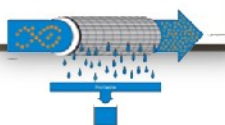
(حسب توافق بین خریدار و فروشنده) و روش‌های اندازه‌گیری آن‌ها

توضیحات	نوع مشخصه روش اندازه‌گیری	مشخصه‌های مورد نیاز
چگالی سطحی (جرم نانوالیاف بر واحد سطح) نانوالیاف پوشش داده شده بر بستره، یک مشخصه مهم برای عملکرد فیلتراسیون مدیای فیلتر هوا حاوی نانوالیاف است. چگالی سطح، براساس واحد گرم بر مترمربع توسط تولیدکننده مدیای فیلتر حاوی نانوالیاف گزارش می‌شود.	فیزیکی وزن سنجی	چگالی سطحی
ثبات حرارتی بیانگر کیفیت و توانایی نانوالیاف حاضر در مدیای فیلتر هوا در برابر تغییرات غیرقابل بازگشت در ساختار فیزیکی و شیمیایی به هنگام قرارگیری در دمای بالا است. آنالیز حرارتی مربوطه می‌تواند توسط تولیدکننده مدیای فیلتر هوا حاوی نانوالیاف، تعیین و گزارش شود.	فیزیکی TGA یا DSC	ثبات حرارتی
ترکیبات شیمیایی نانوالیاف (به‌ویژه نوع و درصد وزنی پلیمرهای استفاده شده و ناخالصی‌ها) می‌تواند بر خواصی مانند آبگریزی، ثبات ابعادی، جذب رطوبت، فعالیت شیمیایی و غیره اثر بگذارد. مشخصه‌های شیمیایی مرتبط با نانوالیاف می‌تواند براساس درخواست خریدار توسط تولیدکننده مدیای فیلتر هوا اعلام شود.	شیمیایی FTIR یا UV-Vis جذب	ترکیب شیمیایی

فناوری نانو-آزمون یکپارچگی سامانه‌های غشائی تصفیه آب نانوفیلتراسیون و اسمز معکوس _ روش آزمون

شماره استاندارد: ۲۰۷۴۶

سال تصویب: ۱۳۹۵



معرفی و اهمیت استاندارد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روش آزمون عملکرد یکپارچگی تجهیزات غشایی اسمز معکوس (RO) و نانوفیلتراسیون (NF) با آزمون‌های مبتنی بر اعمال هوا بر پایه زوال فشار و زوال خلاء، فناوری‌های مواد رنگی محلول و کدورت و آزمون‌های پایش عبور کل کربن آلی (TOC) برای پس زنی مواد معلق و میکروب‌ها می‌باشد. از این آزمون‌ها می‌توان برای غشاء‌های با اندازه منافذ کمتر از ۱ میکرون استفاده کرد. آزمون‌های TOC و رنگ عموماً تنها برای غشاء‌های رده نانوفیلتراسیون و اسمز معکوس قابل اجرا هستند. در نظر گرفتن ملاحظات ایمنی و بهداشت کار بر عهده استفاده کننده از استاندارد است. ضمن آنکه این استاندارد، به تمامی روش‌های موجود برای آزمون یکپارچگی غشاء نمی‌پردازد.

اهمیت تدوین و بکارگیری استاندارد تعیین مشخصات عملکرد یکپارچگی تجهیزات غشایی اسمز معکوس و نانوفیلتراسیون شامل موارد ذیل است:

تعیین روش‌های استاندارد آزمون:

تدوین این استاندارد به ایجاد روش‌های آزمون مشخص و قابل تکرار برای ارزیابی یکپارچگی تجهیزات غشایی کمک می‌کند. سازندگان می‌توانند نتایج آزمون‌های خود را با یکدیگر مقایسه کنند و به بهبود کیفیت محصولات خود پردازند.

افزایش کیفیت و عملکرد محصولات:

با رعایت استانداردها، سازندگان می‌توانند فرآیندهای تولید و طراحی خود را بهینه‌سازی کنند و کیفیت محصولات را افزایش دهند. آزمون‌های یکپارچگی به شناسایی مشکلات و نقص‌ها در مراحل اولیه کمک می‌کند و از بروز مشکلات جدی‌تر جلوگیری می‌کند.

اعتمادسازی در بازار:

ارائه محصولات با آزمون‌های معتبر و استاندارد می‌تواند اعتماد مشتریان را افزایش دهد و وفاداری آن‌ها را جلب کند. محصولات مطابق با استانداردهای بین‌المللی می‌توانند به راحتی در بازارهای جهانی معرفی و فروش شوند.

پیشگیری از مشکلات محیط‌زیستی:

با اطمینان از یکپارچگی غشاها، می‌توان از انتشار آلاینده‌ها و مواد مضر به محیط زیست جلوگیری کرد. عملکرد صحیح تجهیزات غشایی به حفظ و مدیریت بهتر منابع آبی کمک می‌کند و از آلودگی آن‌ها جلوگیری می‌کند.

تسهیل فرآیندهای تأسیساتی:

این استاندارد می‌تواند به عنوان منبعی برای راهنمایی سازندگان در طراحی و انتخاب تجهیزات مؤثر عمل کند. با بهبود عملکرد و یکپارچگی دستگاه‌ها، هزینه‌های نگهداری و عملیاتی کاهش می‌یابد.

پشتیبانی از تحقیق و توسعه:

وجود استانداردها می‌تواند به محققان و توسعه‌دهندگان کمک کند تا بر اساس آن‌ها نوآوری‌های جدیدی را در زمینه فناوری‌های غشایی ایجاد کنند. استانداردها می‌توانند به تسهیل همکاری‌های بین‌سازندگان و محققان کمک کنند.

اصطلاحات و تعاریف

نقطه حباب

هنگامی که روزنه‌های یک غشا با مایع پر و فشار هوا به یک طرف آن اعمال گردد، کشش سطحی مانع از آن می‌شود که مایع تحت یک فشار هوای حداقل از منافذ خارج شود. به این فشار حداقل نقطه حباب گفته می‌شود.

قطر معادل

قطر یک روزنه است، که این اندازه لزوماً با ابعاد فیزیکی روزنه‌ها یکسان نمی‌باشد.

یکپارچگی

میزان پس زدن ذرات در یک سامانه غشایی می‌باشد که معمولاً به صورت لگاریتم کاهش بیان می‌شود.

عدد لگاریتم کاهش / LRV

مقیاس عملکرد یک سامانه غشایی در پس زدن ذرات است که به صورت لگاریتم نسبت غلظت ذرات در سیال تصفیه نشده به تصفیه شده بیان می‌شود.

سامانه غشایی

به مجموعه سخت افزار غشایی شامل غشاء، محفظه غشاء، لوله کشی داخلی، آب بندها و شیرها گفته می‌شود.

انتقال مشترک

به فرآیند اشتراک‌گذاری یک مجموعه واحد از اجزای فیزیکی، نوری و یا الکتریکی در نقاط مختلف نمونه برداری سامانه گفته می‌شود.

انحراف معیار نسبی

یک عامل عمومی پایش پیوسته است که برای کمی‌کردن نوسان خط مبنای پراش پرتو لیزری، در اثر برخورد با ذرات به کار می‌رود.

حد کنترل بالا

یک واژه عمومی برای بیان مقدار انباشتگی ماده‌ای است که موجب پخش یک باریکه نور تابش شده می‌شود.

اهمیت آزمون

- تعیین یکپارچگی سامانه‌های غشایی
- قابلیت استفاده برای سامانه‌های نوع مدول غشایی فیبر توخالی و صفحه مسطح
- تعیین تغییرات نسبی و تخمین یکپارچگی یک سامانه
- تعیین تاثیر نقص بر کیفیت آب تصفیه شده

		Water	Monovalent Ions	Multivalent Ions	Viruses	Bacteria	Suspended Solids
میکروفیلتراسیون (MF)							
اولترافیلتراسیون (UF)							
نانوفیلتراسیون (NF)							
اسمز معکوس (RO)							

اهداف و اساس روش‌های آزمون دستگاه‌ها

آزمون الف « آزمون زوال فشار (PDT) و زوال خلاء (VDT) »

هدف:

این روش برای تعیین میزان یکپارچگی سامانه های غشایی در همه رده ها از MF تا RO با پیکربندی فیبر توخالی، مسطح و لوله ای است. روش PDT برای آزمون سامانه های UF و MF و روش VDT برای آزمون سامانه های NF و RO است.

اساس:

اگر فشار هوایی که بر یک طرف غشاء اعمال می شود، کمتر از نقطه حباب آن باشد، هیچ جریان هوایی از میان غشا عبور نمی کند مگر آنکه نشتی در غشا وجود داشته باشد.

آزمون ب « آزمون کل کربن آلی (TOC) »

هدف:

تعیین میزان یکپارچگی سامانه های غشایی NF و RO درحالتی که سامانه و منبع آب، قابلیت پایش TOC در بالادست و پایین دست را داشته باشند.

اساس:

برای جلوگیری از تداخل با کربن معدنی، نمونه به دو جریان مختلف تقسیم و اسید زنی انجام و به دور دیاب مجزا برای تعیین کربن معدنی و کربن آلی فرستاده می شود.

آزمون پ « آزمون مواد رنگی محلول »

هدف:

این روش برای تعیین میزان یکپارچگی سامانه های غشایی NF و RO با پیکربندی فیبر توخالی، مسطح و لوله ای است.

اساس:

این روش بر پایه عبور یک ماده رنگی از بخش آسیب دیده غشاء و بخش های آب بندی آن، به سمت جریان تراویده استوار است که می تواند نشان دهنده نشتی با قابلیت عبور مواد میکروبی باشد.

آزمون الف

آزمون زوال فشار (PDT) و زوال خلاء (VDT)

هوا به سمت خوراک غشاء اعمال می شود	هوا به سمت تراویده غشاء اعمال می شود	هوا به هر دو سمت غشاء اعمال می شود

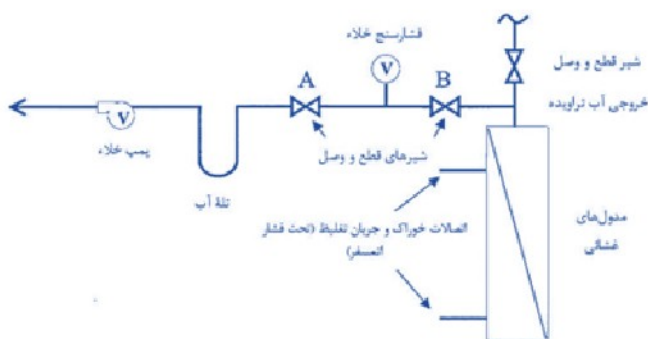
→ جهت تراوش معمول آب
→ جهت نشتی هوا

قطع ارتباط بالادست
با اتمسفر و بستن
شیر منبع تغذیه هوا

قرار دادن سمت پایین
دست سامانه غشایی در
معرض فشار اتمسفر

تخلیه کردن مایع از
سمتی که غشاء تحت
فشار قرار می گیرد.

آزمون PDT



روشن
نمودن
پمپ خلا

باز کردن
شیر A و B

استفاده از
فشارسنج خلا،
شیر قطع و وصل،
تله آب

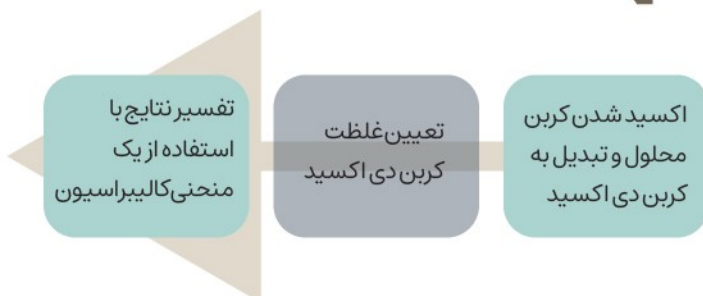
تخلیه مایع از سمت
تغذیه غشاء و قرار دادن
سمت بالادست در
معرض فشار اتمسفر

فعال کردن زمان سنج و
ثبت خلا اولیه

بستن شیر A

آزمون VDT

آزمون ب استفاده از آنالیزورهای کل کربن آلی



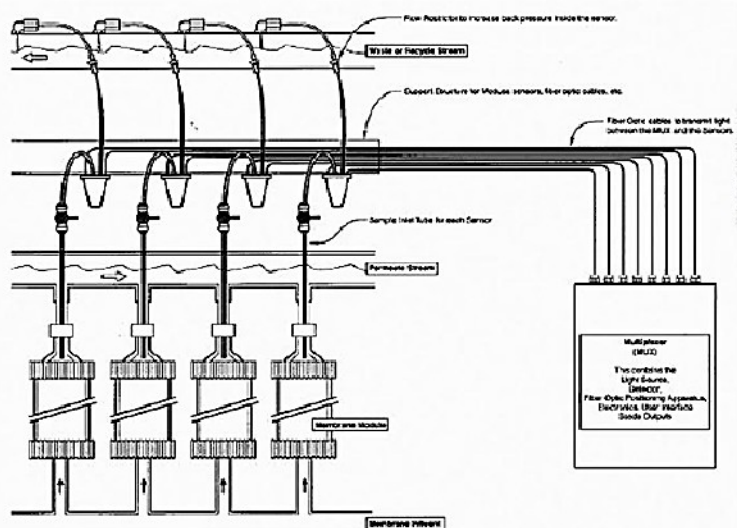
مقدار TOC تفاوت بین نتایج TC و IC است

آزمون پ عبور مواد رنگی محلول



روش های پایش پیوسته پراش نور توسط ذرات برای پایش یکپارچگی غشاء

- این روش برای سامانه های غشایی MF, UF, NF و RO با پیکربندی هایی مانند مارپیچی، لوله ای یا مسطح کاربرد دارد.
- در این روش امکان پایش پیوسته هر نقطه نمونه برداری وجود دارد. جریان در هر نقطه پایشی پیوسته بوده و تناوب اندازه گیری در حین فیلتراسیون نیز هر ۱۵ دقیقه است.
- این روش از دو فناوری لیزری شمارش نوری ذرات و کدورت سنجی استفاده می نماید.
- این روش بر این اساس استوار است که غشاء سالم اجازه عبور ذرات بزرگتر از یک میکرون را به جریان تراویده نمی دهد.



نمودار نحوه اتصال یک سامانه پایش نوری تسهیم کننده مبتنی بر حسگر در یک شبکه غشایی

آزمون ژوال فشار	آزمون ژوال خلاء	فیلتراسیون نرمال
Isolated volume = V_{system} غشاء نقصی $P_{u,\text{test}}$ $Q_{G,\text{test}}$ $P_{d,\text{test}}$ Air (pressurized) Air or Liquid (atmospheric)	Isolated volume = V_{system} غشاء نقصی $P_{u,\text{test}}$ $Q_{G,\text{test}}$ $P_{d,\text{test}}$ Air (atmospheric) Air (Partial Vacuum)	غشاء Q_{filt} نقصی $P_{u,\text{filt}}$ Q_{bypass} $P_{d,\text{filt}}$ Liquid Liquid

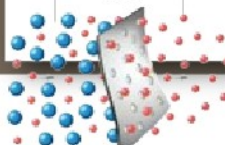
سامانه غشایی تحت شرایط آزمون و فیلتراسیون

خلاصه استاندارد

فناوری نانو- تعیین مشخصات عملکرد دستگاه‌های اسمز معکوس و نانو فیلتراسیون- روش آزمون

شماره استاندارد: ۱۹۹۳۵

سال تصویب: ۱۳۹۴



معرفی و اهمیت استاندارد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روش آزمون عملکرد تجهیزات غشایی اسمز معکوس (RO) و نانوفیلتراسیون (NF) است. در این استاندارد سه روش آزمون دستگاه اسمز معکوس آب لب‌شور، دستگاه نانوفیلتراسیون و دستگاه اسمز معکوس آب دریا ارائه شده است. این آزمون‌ها برای تعیین تغییرات احتمالی مشخصات عملیاتی دستگاه‌های اسمز معکوس و نانوفیلتراسیون کاربرد دارد، اما برای طراحی تأسیسات قابل قبول نیستند. این استاندارد برای آب‌های طبیعی کاربرد ندارد. روش آزمون شامل تعیین قابلیت نمک‌زدایی از آب و نرخ جریان تراویده دستگاه‌های اسمز معکوس و نانوفیلتراسیون است و برای تمامی دستگاه‌های اسمز معکوس و نانوفیلتراسیون نو و مصرف‌شده قابل استفاده است. اهمیت تدوین و بکارگیری استاندارد تعیین مشخصات عملکرد دستگاه‌های اسمز معکوس و نانو فیلتراسیون شامل موارد ذیل است:

تعیین معیارهای عملکرد:

تدوین این استاندارد به ایجاد معیارهای مشخص برای ارزیابی عملکرد دستگاه‌ها کمک می‌کند. سازندگان می‌توانند محصولات خود را با دیگر محصولات موجود در بازار مقایسه کنند و نقاط قوت و ضعف آن‌ها را شناسایی نمایند.

افزایش کیفیت محصولات:

با رعایت استانداردها، سازندگان می‌توانند کیفیت محصولات خود را افزایش دهند و به بهینه‌سازی فرآیندهای تولید بپردازند. وجود استانداردهای مشخص می‌تواند به کاهش خطاها و اشکالات در طراحی و تولید کمک کند.

اعتمادسازی در بازار:

ارائه محصولات مطابق با استانداردهای مشخص می‌تواند اعتماد مشتریان را افزایش دهد. محصولات استاندارد به راحتی می‌توانند در بازارهای بین‌المللی معرفی شوند و به فروش برسند.

تسهیل فرآیندهای تأسیساتی:

هرچند این استاندارد برای طراحی تأسیسات قابل قبول نیست، اما می‌تواند به عنوان یک راهنما برای سازندگان در طراحی و انتخاب تجهیزات مؤثر باشد. با بهبود عملکرد دستگاه‌ها، هزینه‌های عملیاتی و نگهداری کاهش می‌یابد.

پیشگیری از مشکلات محیط‌زیستی:

با تعیین مشخصات عملکرد مناسب، می‌توان از انتشار آلاینده‌ها و مواد مضر به محیط زیست جلوگیری کرد. بهینه‌سازی عملکرد دستگاه‌های اسمز معکوس و نانو فیلتراسیون می‌تواند به حفظ و مدیریت بهتر منابع آبی کمک کند.

پشتیبانی از تحقیق و توسعه:

وجود استانداردها می‌تواند به محققان و توسعه‌دهندگان کمک کند تا بر اساس آن‌ها نوآوری‌های جدیدی را در زمینه فناوری‌های غشایی ایجاد کنند. استانداردها می‌توانند به تسهیل همکاری‌های بین سازندگان و محققان کمک کنند.

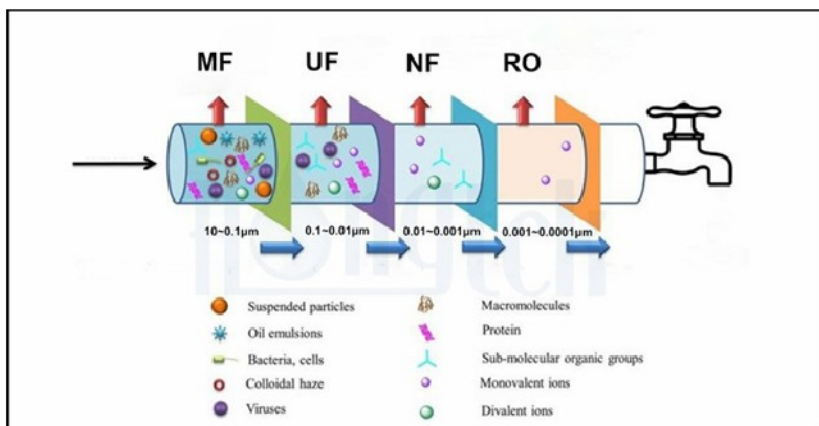
کلمات کلیدی

اسمز معکوس

فرایند تصفیه آبی است که در آن از فشار برای معکوس نمودن جریان اسمزی آب از درون یک غشای نیمه تراوا برای تولید آب خالص و حذف یون‌ها، مولکول‌ها و ذرات بزرگتر حل شده در آب استفاده می‌شود.

نانوفیلتراسیون

روش جدیدتری از فرآیندهای فیلتراسیون غشایی است. این روش معمولاً برای جداسازی ذرات از آب‌هایی استفاده می‌شود که دارای مقادیر کمی از مواد جامد محلول هستند؛ مانند آب‌های سطحی و آب‌های شیرین زیرزمینی.



تجهیزات سامانه آزمون

- ◀ تعبیه کنترل کننده های حدی در سامانه به منظور حفاظت از مدول اسمز معکوس
- ◀ به کار گرفتن یک کنترل کننده الکتریکی جهت خاموش کردن پمپ فشار قوی خوراک
- ◀ استفاده از رله راه اندازی مجدد دستی برای جلوگیری از روشن شدن خودکار
- ◀ قطع کن فشار بالا جهت حفاظت از اسمز معکوس در مقابل فشار بیش از حد
- ◀ قطع کن فشار پایین جهت حفاظت از اسمز معکوس در مقابل کمبود فشار
- ◀ قطع کن دمای بالا جهت حفاظت از اسمز معکوس در مقابل دمای بیش از حد

نصب ابزار دقیق

- ◀ پایش فشار: فشارسنج کالیبره مجهز به میراکننده و اتصال سریع فشار بالا یا اتصال تیلور برای اندازه گیری فشارهای مجزا و اختلاف فشار.
- ◀ پایش دما: دماسنج های عقربه ای کالیبره، مجهز به پراب غوطه ور در جریان آب.
- ◀ ملاحظات پس فشار سیال تراویده: بهره برداری از دستگاه های اسمز معکوس با اعمال پس فشار بر سیال تراویده.

اهداف و اساس روش‌های آزمون دستگاه‌ها

آزمون الف دستگاه اسمز معکوس آب لب شور

هدف:

این روش برای تعیین مشخصات عملیاتی دستگاه اسمز معکوس آب لب شور در شرایط استاندارد آزمون است.

اساس:

این روش حداقل از سه غلظت مختلف از سدیم کلراید به عنوان محلول خوراک استفاده می‌شود.

آزمون ب دستگاه نانوفیلتراسیون

هدف:

این روش برای تعیین مشخصات عملیاتی دستگاه نانوفیلتراسیون در شرایط استاندارد آزمون است.

اساس:

این روش حداقل از سه محلول مختلف (سدیم کلراید، کلسیم کلراید و منیزیم سولفات) به عنوان محلول خوراک استفاده می‌شود.

آزمون پ دستگاه اسمز معکوس آب دریا

هدف:

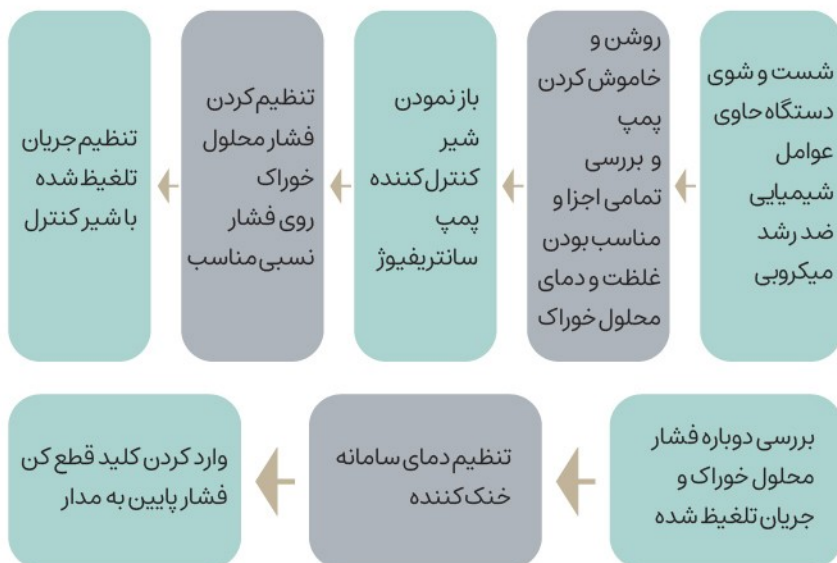
این روش برای تعیین مشخصات عملیاتی دستگاه اسمز معکوس آب دریا در شرایط استاندارد آزمون است.

اساس:

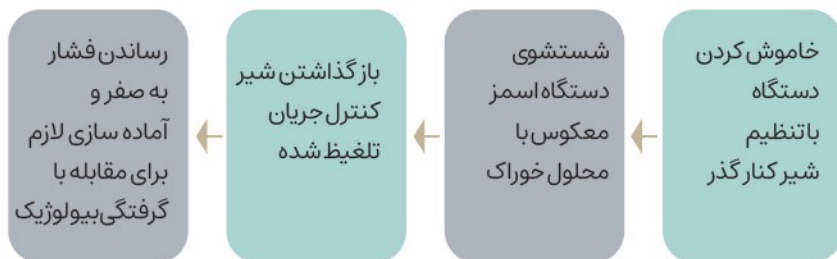
این روش حداقل از محلول سدیم کلراید 30000 mg/l به عنوان محلول خوراک استفاده می‌شود.

روش آزمون الف/ب/پ

(دستگاه اسمز معکوس آب لب شور، دستگاه نانوفیلتراسیون،
دستگاه اسمز معکوس آب دریا)



روش کار متوقف کردن





خلاصه استاندارد فناوری نانو- شناسایی نشتی در تجهیزات اسمز معکوس و نانو فیلتراسیون- روش های آزمون

شماره استاندارد: ۱۹۸۵۲

سال تصویب: ۱۳۹۴



معرفی و اهمیت استاندارد

هدف از تدوین این استاندارد شناسایی نشتی در تجهیزاتی است که در ارتباط مستقیم بین جریان‌های خوراک یا تغذیه شده، یا هر دو با جریان تراوش یافته است. شایان ذکر است احتمال وقوع چندین نوع نشت در مدول‌های مختلف اسمز معکوس (RO) و نانوفیلتراسیون (NF) وجود دارد.

اهمیت تدوین و بکارگیری استاندارد شناسایی نشتی در تجهیزات اسمز معکوس و نانو فیلتراسیون شامل موارد ذیل است:

افزایش ایمنی و کارایی:

استانداردها کمک می‌کنند تا نشتی‌ها به سرعت شناسایی و اصلاح شوند، که این امر به افزایش ایمنی و کارایی سیستم‌ها منجر می‌شود. نشتی‌ها می‌توانند به آلودگی منابع آب و خاک منجر شوند. شناسایی و کنترل آنها به حفظ محیط زیست کمک می‌کند.

بهبود کیفیت محصولات:

با شناسایی نشتی‌ها، احتمال اختلاط جریان‌های خوراک و محصول کاهش می‌یابد، که این امر به بهبود کیفیت نهایی محصولات کمک می‌کند.

کاهش هزینه‌ها:

شناسایی زود هنگام نشتی‌ها می‌تواند هزینه‌های ناشی از تعمیرات بزرگ و خرابی‌های غیرمنتظره را کاهش دهد. با نگهداری صحیح و شناسایی مشکلات، عمر تجهیزات افزایش می‌یابد و نیاز به تعویض زود هنگام کاهش می‌یابد.

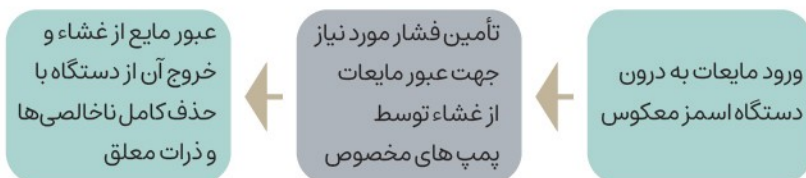
تسهیل در رعایت مقررات:

تدوین استانداردها به سازندگان کمک می‌کند تا با استانداردهای بین‌المللی همخوانی داشته باشند و در بازارهای جهانی رقابتی‌تر عمل کنند.

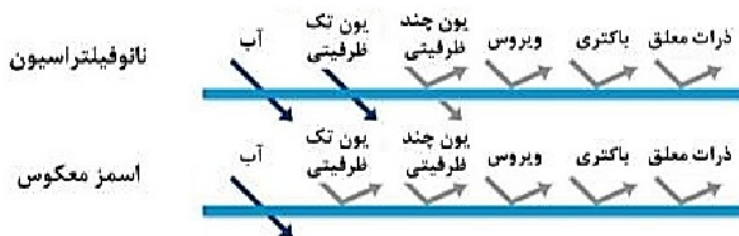
پتانسیل‌های کاربردی برای سازندگان:

سازندگان می‌توانند با توجه به استانداردهای جدید، به طراحی تجهیزات با کیفیت‌تر و با قابلیت‌های بهتر بپردازند. با رعایت استانداردها، سازندگان می‌توانند به بازارهای جدید و بزرگتری دسترسی پیدا کنند و اعتماد مشتریان را جلب نمایند. سازندگانی که به استانداردها پایبند هستند، می‌توانند مزیت رقابتی بیشتری نسبت به رقبای خود داشته باشند.

روش اسمز معکوس



روش نانو فیلتراسیون



واژگان کلیدی

جریان گذر از سمت خوراک و یا جریان تلغیظ شده به سمت جریان تراوش یافته است.

نشتی

اهمیت آزمون

اعمال فشار عملیاتی پایین در صفحه لوله توسط تجهیزات غشایی الیاف میان تهی



قرار دادن این تجهیزات در معرض جریان تراوش یافته و انجام آزمون نشتی



تشخیص دادن هر گونه نشت قابل توجه در صفحه لوله و یا اورینگ‌های آببندی از طریق بازدید چشمی

اهمیت و کاربرد

◀ تعیین عدم نشتی در تجهیزات غشایی RO و یا NF

◀ تعیین نشتی احتمالی تجهیزات غشایی RO و یا NF در حین فرایند عملکرد آنها

◀ تعیین نشتی تجهیزات نو و یا مصرف شده

انواع نشتی

نشتی ناشی از تخریب غشاء و یا محل آب بندی لوله و یا لوله های شکسته شده و یا جمع آوری کننده فوقانی

در تجهیزات غشایی لوله ای

نشتی ناشی از تخریب سطحی غشاها در نواحی خط چسب و نشتی از اورینگ رابط منتهی به لوله محصول

در تجهیزات غشایی مارپیچ حلزونی

نشتی در چسب بین الیاف غشایی و اورینگ اتصال دهنده به لوله مدول غشایی

در تجهیزات غشایی الیاف میان تهی

روش های شناسایی

آزمون نشتی صفحه لوله و اورینگ در تجهیزات غشایی الیاف میان تهی

روش الف

انجام آزمون خلاء برای تجهیزات غشایی مارپیچ حلزونی

روش ب

انجام آزمون رنگدانه برای تجهیزات غشایی مارپیچ حلزونی و لوله ای

روش پ

معرفی دستگاه عنکبوت خاص آزمون نشتی

- ◀ طراحی شده برای مدل خاصی از تجهیزات غشایی الیاف میان تهی
- ◀ تثبیت صفحه تراوشی انتهایی و توری جمع آوری تراوشی
- ◀ مانع از حرکت دسته های الیاف با امکان دید چشمی موقعیت مکانی الیاف

اهداف و اساس روش‌های آزمون نشتی

روش الف

هدف:

این روش برای تعیین نشتی هر دو جریان خوراک و تغلیظ شده از میان صفحه لوله و اورینگ آن به درون جریان تراوش یافته در تجهیزات الیاف میان تهی است.

اساس:

نشتی با کمک دستگاه عنکبوتی آزمون می شود و از طریق مشاهده اب محصول که از سمت صفحه لوله خارج می شود، قابل بررسی است.

روش ب

هدف:

این آزمون به عنوان یک روش مقدماتی و نه قطعی برای تعیین نشتی در تجهیزات غشایی RO یا NF نو یا مصرف شده برای زمانی است که میزان نشتی زیاد باشد و مانع از حفظ خلاء در تجهیزات شود.

اساس:

دستگاه وقتی که انتهای لوله جمع آوری تراوشی آب بندی گردد، مورد ارزیابی قرار می گیرد. خلاء سنج در انتهای لوله دیگر نصب و افت سریع خلاء نشانگر نشت است.

آزمون پ

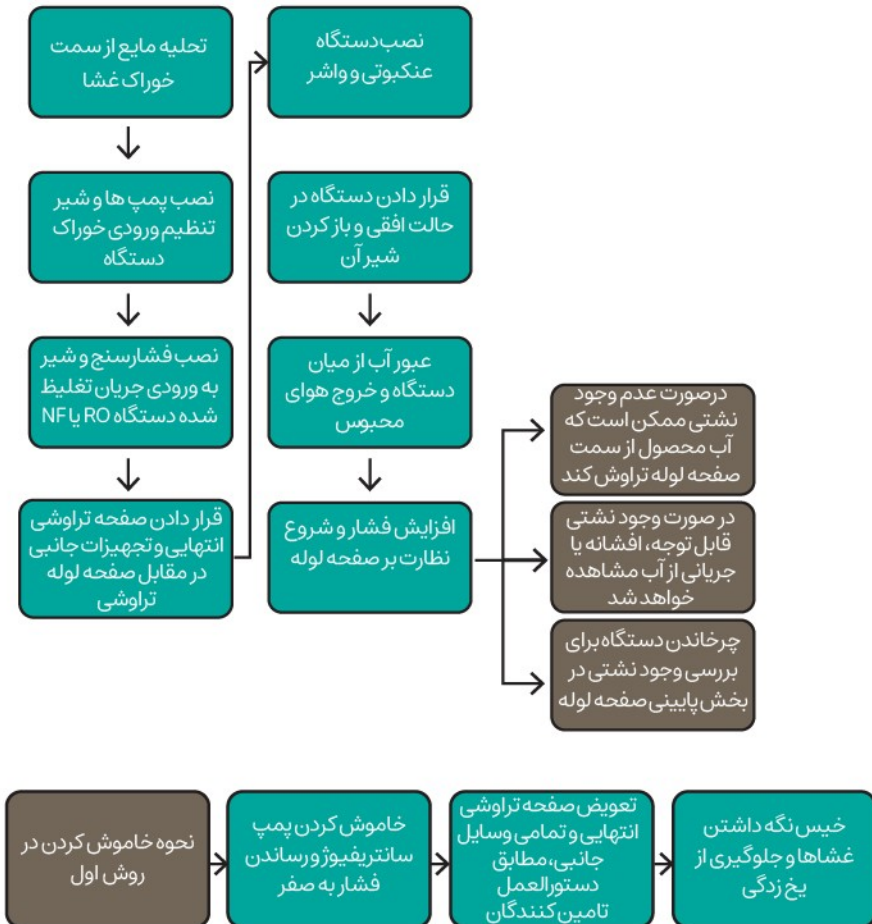
هدف:

این روش برای تعیین نشتی در تجهیزات غشایی مارپیچ حلزونی یا لوله ای RO یا NF نو یا مصرف شده برای زمانی است که علت نشتی نبود یا عدم انسجام مکانیکی تجهیز باشد.

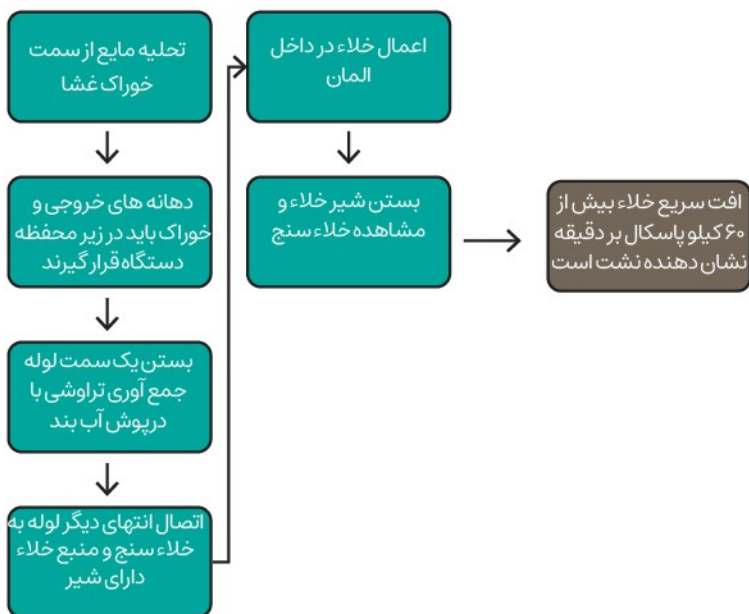
اساس:

این روش شامل عبور محلولی از رنگدانه از میان دستگاه تحت شرایط مشخص است. غلظت رنگدانه با مقایسه چشمی نسبت به خوراک و یا از طریق طیف سنج نوری قابل اندازه گیری است.

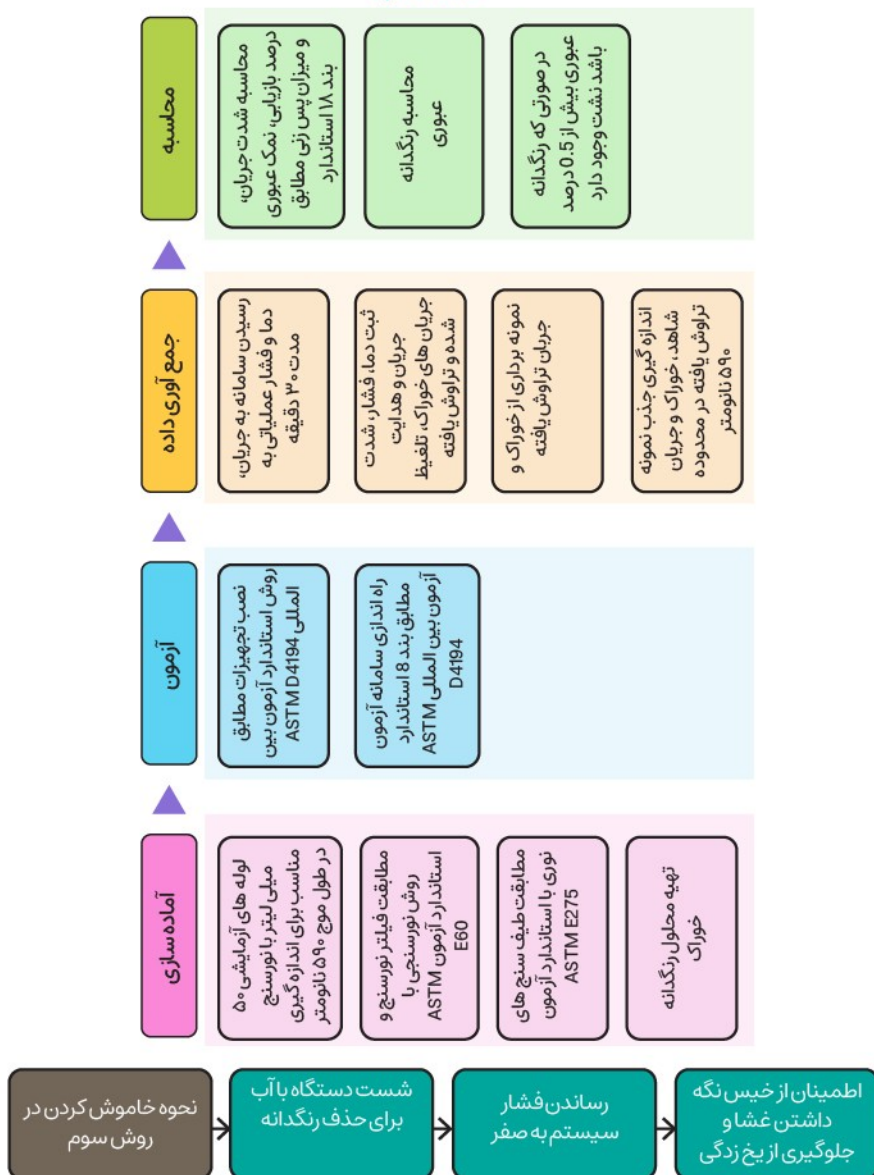
روش الف



روش ب



روش پ



منابع

- ۱ استاندارد ملی ایران ۲۱۰۰۸: سال ۱۳۹۸، « فناوری نانو- مدیای فیلتر هوا حاوی نانوالیاف برای فیلتراسیون ذرات- مشخصه یابی، عملکرد و روش های آزمون»
- ۲ استاندارد ملی ایران ۲۰۷۴۶: سال ۱۳۹۵، «فناوری نانو-آزمون یکپارچگی سامانه های غشائی تصفیه آب (نانوفیلتراسیون و اسمز معکوس) - روش آزمون»
- ۳ استاندارد ملی ایران ۱۹۹۳۵: سال ۱۳۹۴، «فناوری نانو- تعیین مشخصات عملکرد دستگاه های اسمز معکوس و نانو فیلتراسیون- روش آزمون»
- ۴ استاندارد ملی ایران ۱۹۸۵۲: سال ۱۳۹۴، «فناوری نانو- شناسایی نشتی در تجهیزات اسمز معکوس و نانو فیلتراسیون- روش های آزمون»

