



Integrated Kidney Care Solutions



+98 21 91303256



www.iDiasys.com



@ I_DIASYS

فصل ۸

تصفیه آب

آب یک ترکیب شیمیایی است که به طور کامل شناخته نشده است. شکل خالص آب، همان بارانی است که از ابر جدا می شود. آب از زمان جدا شدن از ابر تا رسیدن به زمین مقدار زیادی از آلودگی های موجود در مسیر را جذب می کند.

با پیشرفت فن آوری دیالیز، تولید آب با خلوص بالا که برای تهیه مایع دیالیز حیاتی است، به واقعیت تبدیل شده است. آب مورد استفاده برای تهیه مایع دیالیز باید بسیار فرآوری شده و به طور مداوم تحت نظارت باشد تا از ایمن بودن این آب برای استفاده در دیالیز بیمار اطمینان حاصل شود. مواد آلی یا اثر عناصر، حتی در مقادیر کم، ممکن است برای بیمار تحت درمان دیالیز مضر باشند زیرا این مواد به طور گسترده در مایع دیالیز قرار می گیرند. خوشبختانه علم تصفیه آب پیشرفت های موازی داشته است. غشاهای تقویت شده برای دستگاه های اسمز معکوس (RO)، دستگاه های اولترافیلتراسیون (UF) برای غربالگری اندوتوکسین ها و باکتری ها، و سیستم های نظارتی بهبود یافته در دیالیز استفاده می شوند.

چه ناخالصی هایی در آب وجود دارد؟

سه دسته آلودگی در آب وجود دارد که می تواند به بیمار و دستگاه دیالیز آسیب برساند عبارتند از:

(۱) مواد شیمیایی

(۲) باکتری ها و مواد حاصل از آن ها

(۳) ذرات معلق در آب

از مواد یادشده، مواد شیمیایی و باکتری ها می توانند به طور مستقیم به بیمار آسیب برسانند.

ناخالصی ها چگونه وارد آب می شوند؟

قطرات باران در مسیر پایین آمدن از هوای آلوده از دی اکسید کربن و دی اکسید سولفور عبور می کنند. این آلودگی ها به محلول های ضعیف اسید کربنیک و اسید سولفوریک تبدیل می شوند. قطرات باران به زمین برخورد و سپس از میان سنگ های آهکی - و مواد معدنی دیگر (بیکربنات کلسیم - سولفات کلسیم - کربنات

منیزیوم و دیگر نمک‌ها) عبور می‌کنند. کربنات کلسیم رایج‌ترین ناخالصی آب است و به‌عنوان سختی آب شناخته می‌شود.

چه مواد معدنی دیگری در آب وجود دارد؟

سدیم، کلراید، آهن، آلومینیوم، نیتрат‌ها، منگنز، مس، روی، ید و فلوئور مهم‌ترین ترکیبات آلی آب هستند. انواع گوناگون مواد معدنی در نواحی مختلف جغرافیایی وجود دارند و میزان آلودگی آب به مدت‌زمان مجاورت آب با آن‌ها بستگی دارد. عناصر کمیاب شامل آرسنیک، سرب، نقره، استرانسیوم، سلنیوم، کروم، کادمیوم، سیانید، باریوم، قلع و غیره نیز ممکن است در آب وجود داشته باشند.

آیا این مواد شیمیایی زیان‌بار هستند؟

مشکلات حاد و مزمن ممکن است با قرار گرفتن در معرض آب آلوده اتفاق بیفتد. (جدول ۸-۱). نیترات و کلرامین‌ها می‌توانند منجر به متهموگلوبینی می‌شوند که در این صورت هموگلوبین قادر به حمل اکسیژن نیست. مس باعث همولیز و منیزیوم و آهن باعث مسمومیت می‌شوند. فلوراید ممکن است باعث تشدید بیماری‌های استخوانی اورمیک شود که در استخوان‌ها تجمع می‌یابد و برای سیستم آنزیمی، سمی هستند. قلع در بافت بیماران تحت درمان با دیالیز تجمع می‌یابد. آلومینیوم منجر به زوال عقل، کم‌خونی و استئودیس‌تروپی می‌شود. روی باعث اختلالات گوارشی و کم‌خونی می‌شود. در نواحی آلوده به مواد رادیواکتیو، وجود استرانسیوم -۹۰ (Sr ۹۰) ممکن است خطرناک باشد.

آیا مواد دیگری نیز در آب وجود دارد؟

ترکیبات آلی غیر یونی به‌خصوص مواد ازت‌دار مانند پروتئین‌ها، پلی‌پپتیدها، فنول‌ها، ایندول‌ها و آلدئیدها ممکن است در آب وجود داشته باشند. همچنین مواد جامد از جنس آهن، شن، ماسه و سیلیس نیز در آب وجود دارند. مواد معلق مانند؛ لجن، جلبک، پلانکتون، باکتری، ویروس، مواد تب‌زا و گازهای حل‌شده (آمونیا، دی‌اکسید کربن و کلرین) در آب وجود دارند. با تغییر فصل، ناخالصی‌های یونی محتوای منابع آب و سیستم توزیع تغییر می‌کنند.

بعضی آب‌ها حاوی مقدار قابل توجهی آفت کش و علف کش هستند. بیشتر منابع آب حاوی انواع باکتری‌ها (فلاووباکتریوم، آکروموباکتر، سراتیا، سودوموناس و چندین نوع میکوباکتریوم) هستند. بسیاری از آنها با آزمایش های معمول ارگانسیم های کلیفرم شناسایی نمی شوند.

جدول ۸-۱ اثرات سمی آلاینده های آب

اثرات سمی یا نشانه ها	آلاینده
کم خونی	آلومینیوم، کلرامین، مس، روی
بیماری استخوان	آلومینیوم، فلوراید
همولیز	کلرامین، مس، فلوراید، نیتрат ها
فشار خون بالا	کلسیم، منیزیم، سدیم
فشار خون پایین	باکتری ها، اندوتوکسین ها، نیترات
اسیدوز متابولیک	pH پایین، سولفات
ضعف عضلانی	کلسیم، منیزیم
تهوع و استفراغ	کلسیم، مس، pH پایین، منیزیم، نیترات، سولفات، روی
تغییرات عصبی (انسفالوپاتی، سردرد، تشنج، گیجی) آلومینیوم، سدیم، روی	

آیا از منابع تأمین آب آشامیدنی سالم می توان برای دیالیز استفاده کرد؟

خیر. در آب آشامیدنی آلودگی‌هایی وجود دارد که می‌تواند از ورای غشای صافی دیالیز وارد خون بیمار شوند. به‌علاوه، بافر مصرفی در بیشتر درمان‌های دیالیز، بافر^۱ بیکربنات است. اگر pH خارج از محدوده ۶/۵ تا ۷/۸ باشد، برخی از سیستم های توزیع، در حالت بیکربنات، به درستی عمل نمی کنند. ممکن است pH آب لوله کشی تصفیه نشده برای همودیالیز، بی‌نهایت اسیدی یا قلیایی باشد. ANSI/AAMLRD52:2004 توصیه‌هایی برای آماده‌سازی و نگهداری محلول دیالیز استاندارد ارائه می‌دهد.

^۱ Buffer

چرا آب باید برای انجام همودیالیز به صورت ویژه تصفیه شود؟

میزان آبی که در حین دیالیز در تماس با خون بیمار قرار می گیرد، بیشتر از ۲۵ برابر مقدار آبی است که بیمار می نوشد. یک بیمار همودیالیز بسته به تجویز دیالیز ممکن است در معرض تقریباً ۳۰۰ تا ۶۰۰ لیتر آب در هفته قرار گیرد و بیمار تحت درمان دیالیز شبانه در معرض ۵۹۰ تا ۸۶۰ لیتر آب در هفته قرار می گیرد (Coulliette & Arduino, ۲۰۱۳). اگر ماده ای در آب وجود داشته باشد که فقط یک چهارم بالای حد ایمنی آن باشد. ممکن است این مواد در حین دیالیز ۱۰-۲۵ برابر بیشتر وارد بدن شود. آب نوشیده شده قبل از جذب، توسط سیستم گوارشی مراحل را طی می کند. غشای گوارش انتخاب می کند چه موادی از آب جذب شود؛ ولی در همودیالیز غشای صافی دیالیز نمی تواند انتخاب کند چه یون هایی وارد یا خارج شود زیرا مکانیسم انتقال مواد در همودیالیز انتشار است. موادی که در آب آشامیدنی بی ضرر هستند ممکن است در آب مورد استفاده برای همودیالیز سمی باشند.

چه روش هایی برای تصفیه آب همودیالیز استفاده می شود؟

- ۱) گذر از صافی (فیلتراسیون)
- ۲) فیلترهای کربن فعال
- ۳) سختی گیرها (نرم کننده های آب)
- ۴) اسمز معکوس (RO)
- ۵) دیونیزاسیون (یون زدایی)
- ۶) اشعه ماوراء بنفش

فیلتراسیون چه کاری انجام می دهد؟

ذرات معلق (شن، لجن، جلبک و خاک) به وسیله صافی های مکانیکی و از طریق غشای کارتریج یا به وسیله تانک های حاوی مواد گرانولی که قابلیت شستشوی مجدد دارند از آب برداشته می شوند. این فیلترها مواد با اندازه کمتر از ۵ میلی متر را از آب برداشت می کنند. صافی های با منافذ کوچک تر از میکرون می توانند مواد به اندازه ۰/۵ میلی متر را از آب بردارند. در برخی صافی ها، اندازه موادی که می توانند غربال کنند مشخص است.

چه نوع فیلترهایی استفاده می‌شوند؟

سیستم های متشکل از چندین لایه که هر لایه سایز و تراکم خاصی دارد (مانند فیلترهای شنی) یک نوع ارزان و مقرون به صرفه از این فیلترها است که برای برداشت مواد معلق، آب را از میان شن یا زغال عبور می‌دهند. کارتریج فیلتر با عبور دادن آب از خلال یک نوع غشای محکم و سخت مواد را از آن برمی‌دارد. اولترافیلترها نوعی فیلتر بسیار نازک و ظریف هستند که مواد بسیار ریز مانند اندوتوکسین‌ها را از آب برمی‌دارند. فیلترهای با کارایی بالا (Ultrafilters) مواد ریز، باکتری‌ها، اندوتوکسین‌ها و دیگر پیروژن‌ها را به‌خوبی مولکول‌های ارگانیک بزرگ از آب جدا می‌کنند.

شاخص تراکم گل‌ولای چیست؟

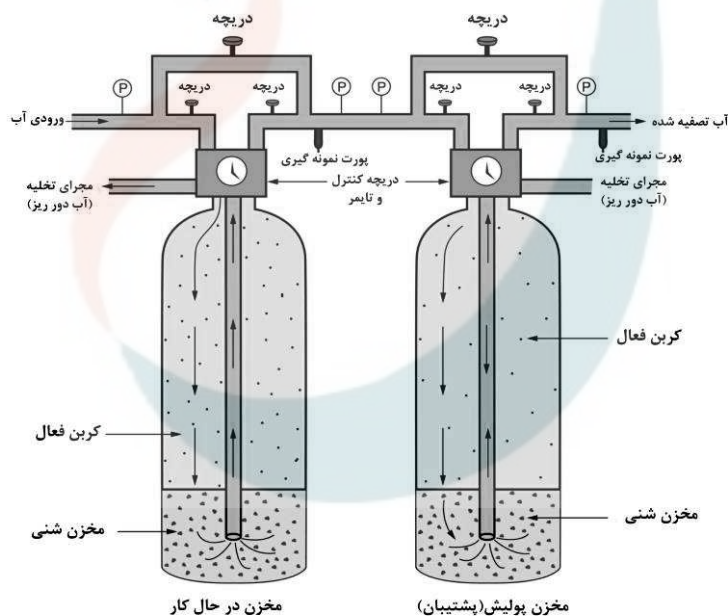
شاخص تراکم گل‌ولای (SDI) نشان‌دهنده میزان ذرات معلق و مواد کلوئیدی آب است. دستگاه اندازه‌گیری در طول زمانی که آب از ورای غشای فیلتر ۰/۴۵ میلی‌متری عبور می‌کند، میزان افت فشار را نشان می‌دهد. هرچه مواد معلق بیشتری وجود داشته باشند، عبور آب کندتر خواهد بود. میزان SDI مورد نیاز برای آب ورودی (تغذیه کننده) در سیستم RO کمتر از ۵ است.

کار مخزن یا تانک کربن چیست؟

کلرین و کلرامین دو افزودنی استاندارد در بیشتر مراکز تصفیه آب امریکا هستند که برای از بین بردن باکتری‌ها به آب اضافه می‌شوند. این دو همچنین قادر به تخریب گلبول‌های قرمز در انسان هستند. مخزن کربن حاوی دانه‌های کربن فعال است که توسط پدیده جذب، کلر و کلرامین‌ها را از آب جدا می‌کند. کلر و کلرامین سمی هستند و ورود آن‌ها به خون ممکن است برای بدن مضر باشد. صافی‌ها و مخازن کربنی، مواد ارگانیک و مواد بودار را نیز به همان روش از آب برمی‌دارند. جذب، عملی مکانیکی است و به واکنش‌های شیمیایی نیاز ندارد. مکانیسمی ساده است که طی آن مایعات، گازها یا مواد معلق به سطوحی مانند کربن فعال می‌چسبند. تانک کربن الکترولیت‌هایی مانند سدیم و کلسیم را از آب برنمی‌دارد.

در دستگاه تصفیه آب دو مخزن کربن مورد نیاز است که باید پشت سر هم قرار گیرند. آب باید پس از خروج از مخزن اول (تانک در حال کار) وارد تانک دوم (تانک پولیش) شود (تصویر ۸-۱). یک جایگاه نمونه‌گیری بعد از هر تانک نیاز است تا آب خروجی را از نظر کلر و کلرامین چک کند. آبی که از تانک اول خارج می‌شود از نظر کلر آزمایش می‌شود و اگر نمونه نشان داد که آب خروجی از تانک اول حاوی بیش از ۱/۱ ppm کلرامین دارد، نمونه دوم باید از تانک دوم برداشته و آزمایش شود. اگر میزان کلر نمونه در

محدوده مجاز باشد، درمان می‌تواند برای ۷۲ ساعت یا جایگزینی تانک ادامه یابد. آزمایش آب باید با پیگیری مستمر انجام شود تا اطمینان حاصل شود که میزان کلرین افزایش پیدا نکرده است. اگر در نمونه دوم کلر وجود داشته باشد درمان باید متوقف شود. برای برداشتن اولین نمونه، دستگاه باید در حالت طبیعی برای ۱۵ دقیقه کار کرده باشد تا نتیجه وضعیت موجود آب را نشان دهد نه وضعیت آبی که برای مدتی طولانی در معرض کربن بوده است. ماکزیمم سطح مجاز کلرین در آب 0.5 میلی‌گرم در لیتر (ppm) و حداکثر میزان مجاز کلرامین (کلرین آزاد و کلرامین) 0.1 میلی‌گرم بر لیتر است. آزمایش کلرین و کلرامین باید در ابتدای هرروز کاری و قبل از وصل بیمار به دستگاه دیالیز در هر شیفت یا هر چهار ساعت (هرکدام که کوتاه‌تر است) انجام شود. یادداشت کردن نتایج آزمایش‌ها بسیار مهم است. مدت‌زمان خالی شدن تانک (EBCT)، مدت‌زمانی است که آب در تانک کربن جریان دارد. استاندارد AAMI این زمان را ۱۰ دقیقه (حداقل ۵ دقیقه در هر تانک) تعیین کرده است.



تصویر ۸-۱ مخازن کربن

مخزن اول (مخزن در حال کار) عملاً کل کلرین را حذف می کند و مخزن دوم (مخزن پولیش) به عنوان یک مخزن آماده به کار یا پشتیبان در صورت خرابی مخزن اول عمل می کند تا به طور موثر کلر و کلرآمین ها را حذف کند. مخازن باید شبانه شسته شوند تا برای جذب بیشتر کلرین به صورت مؤثر در روز بعد آماده باشند. مخزن پولیش (پشتیبان) جریان کمی دارد و کلر کمی در آن وجود دارد، که آن را مکانی مناسب برای رشد باکتری ها می کند. چرخشی کار کردن مخزن پولیش و مخزن در حال کار به کاهش رشد موجودات و افزایش عمر مخازن کمک می کند.

عموماً دو نوع تانک کربن وجود دارد.

۱) مخزن تبادله کننده قابل حمل و نقل (Portable)

۲) مخزن دائمی شست و شوی معکوس

مخازن مبادله قابل حمل در چرخه ای که توسط سازنده گسترش یافته است "تعویض" می شوند. سپس توسط عرضه کننده این مخازن با "شارکول" جایگزین می کند. مخازن دائمی مجهز به یک واحد کنترل هستند که به صلاح دید تأسیسات امکان شست و شوی معکوس وجود دارد. عرضه کننده در فواصل زمانی کربن را جایگزین می کند. در صورتی که مخازن کربن در محل مستقر شوند، باید از دستورالعمل های محلی مدیریت زباله و همچنین توصیه های سازنده برای تجهیزات حفاظت فردی پیروی کرد. شست و شوی معکوس بسترهای کربنی را احیا نمی کند. از آنجایی که کربن دارای سطح محدودی است، شست و شوی معکوس سطوح استفاده نشده کربن را در دسترس قرار می دهد.

وظیفه سختی گیر آب چیست؟

سختی گیر معمولاً بعد از تانک کربن قرار می گیرد تا یون ها را در آب جابه جا کند. رایج ترین سختی آب، کلسیم و منیزیم است. سختی گیر، کلسیم و منیزیم آب را با یون سدیم بر اساس میلی اکی والان جابه جا می کند. سایر یون های مثبت مانند آلومینیوم نیز از آب برداشته می شوند. هر یون کلسیم با دو یون سدیم جایگزین می شود و در آخر سیستم RO سدیم آب را حذف می کند. سختی گیر دائمی یک مخزن سدیم کلراید غلیظ دارد که احیا دوباره سختی گیر را بر عهده دارد.

اگر آب ورودی سختی بالایی داشته باشد، سختی گیر قبل از شروع درمان مقدار عمده کلسیم و منیزیم ها را از آب برمی دارد. در صورتی که بعد از سختی گیر، سیستم دیونیزه کننده قرار داشته باشد، با برداشت یون های دوظرفیتی توسط سختی گیر، طول عمر دیونیزه کننده ها افزایش می یابد. اگر بعد از سختی گیر،

RO قرار داشته باشد، کیفیت آب محصول و طول عمر RO بیشتر می شود. اگر در سیستم تصفیه آب، سختی گیر استفاده نشود، کلسیم بر روی غشا RO رسوب می کند و عملکرد آن را کاهش می دهد. تجمع تدریجی کلسیم گاهی پوسته پوسته شدن نامیده می شود.

استفاده از سختی گیرها باعث بروز چه مشکلاتی می شود؟

اگر آب ورودی خیلی سخت باشد، مقدار زیادی سدیم با کلسیم و منیزیم جایگزین می شوند. وضعیت آب شهری در فصول مختلف و حتی در طول یک روز با تغییر منبع تأمین آب متفاوت است. دو نوع سختی گیر وجود دارد:

۱) سختی گیر قابل حمل و نقل

۲) سختی گیر دائمی

سختی گیر قابل حمل و نقل توسط فروشنده برای استفاده آماده می شود. احیای رزین ها توسط فروشنده و در سایت فروشنده انجام می شود.

در این دستگاه هیچ گونه نشانگری برای نشان دادن میزان سختی و نرمی آب وجود ندارد اما (Kit) کیت های نشان دهنده میزان سختی آب با کاربرد آسان در دسترس است. درجه سختی آب منبع و آب تولید شده باید هر روز و حداقل بعد آخرین درمان تعیین شود و در یک برگه ثبت سختی آب ثبت شود. سختی کل به صورت ذره در گالن (gpg) یا ppm بعد از قسمت سختی گیرهای RO اندازه گیری می شود. حداکثر محدوده مجاز سختی آب که بعد از نرم کننده آب اندازه گیری می شود ۱ gpg یا ۱۷/۲ ppm است. بیش از این مقدار نشان دهنده نیاز به احیا و کاهش عملکرد سختی گیرها است.

اسمز معکوس (RO) چیست؟

RO مؤثرترین روش تصفیه آب در دیالیز است. RO همه آلودگی های موجود در آب را که از سد پیش RO عبور کرده اند، شامل؛ آندوتوکسین باکتری ها، یون های فلزی، نمک های آبی و دیگر آلودگی ها را برمی دارد. RO آب را با فشار بالا از طریق یک غشا که به آب نفوذپذیر است، عبور می دهد. بخشی از آب که حاوی مواد حل شده و آلودگی ها است در یک سمت غشا و آب تصفیه شده در طرف دیگر غشا قرار می گیرد. آب تولیدی عاری از مواد حل شده و میکروارگانیسم ها است. انتظار می رود از کل آبی که از غشا عبور می کند ۲۰ درصد قابل استفاده برای درمان دیالیز و ۸۰ درصد آن آب ریجکت یا دورریز باشد. آب تولید شده که مناسب درمان (۲۰ درصد) است برای استفاده به مخازن نگهداری منتقل می شود.

حذف ترکیبات آلی آب توسط غشاء چگونه انجام می شود؟

ترکیبات آلی هیچ گونه باری ندارند. به صورت الکتریکی دفع نمی شوند بلکه به صورت فیزیکی توسط غشا حذف می شوند. اغلب ذرات مولکولی با وزن بالاتر از ۲۰۰ دالتون دفع می شوند که شامل؛ باکتری ها، ویروس ها و پیروژن ها هستند.

چه نوع ممبران هایی برای اسمز معکوس استفاده می شوند؟

ممبران هایی که برای RO استفاده می شوند باید:

- (۱) به راحتی به آب نفوذپذیر باشند.
 - (۲) به هیچ وجه به مواد حل شده نفوذپذیر نباشند.
 - (۳) به فشار بالا مقاوم باشند.
- موارد دیگر شامل مقاومت به محدوده pH، دما، باکتری و مواد شیمیایی مانند کلرین است.

غشاهایی که بیشتر استفاده می شوند، شامل:

- (۱) غشاهای سلولزی
- (۲) غشاهای پلی آمید آروماتیک
- (۳) ترکیبات لایه ای نازک
- (۴) های-فلاکس، پلی سولفان های مقاوم به کلرین

❖ غشاهای استات سلولزی به آب تراوایی زیادی دارند اما آلودگی های با وزن مولکولی پایین را به میزان کمی دفع می کنند. میزان مقاومت به pH در این پرده ها محدود است. توانایی این غشاها در حرارت بالاتر از ۳۵ درجه سانتیگراد کاهش می یابد و نسبت به باکتری ها آسیب پذیرند. این ممبران ها نسبتاً ارزان هستند.

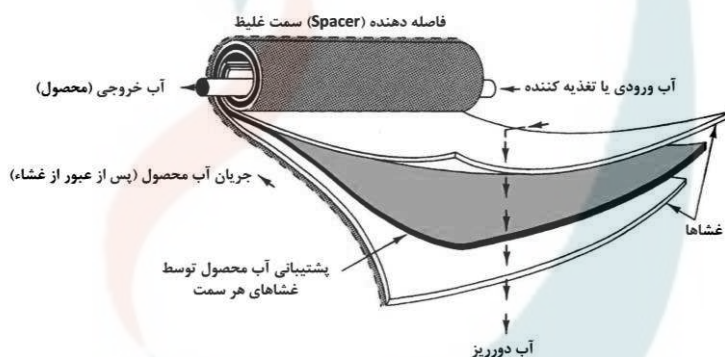
❖ پرده های پلی آمیدی نسبت به پرده های سلولزی مقاومت بالایی به pH، باکتری ها و هیدرولیز دارند. این نوع غشاها به کلرین آزاد بسیار حساس هستند.

❖ ترکیبات لایه ای نازک، گران و لایه محافظ از پلی سولفان پرمغذ است. به آن لایه ای نازک، متراکم و حذف کننده مواد از جنس سیانورات پلی فوران یا پلی آمید متصل است. غشاهای ترکیبی به آب نفوذپذیرترند و بهتر از استات سلولز، مواد محلول را جدا می کنند. آن ها نسبت به باکتری ها و ترکیبات آن ها مقاوم ترند.

❖ پرده‌های پلی‌سولفان مقاوم به کلرین طول عمر بالایی دارند. آن‌ها به تغییرات pH و درجه حرارت مقاوم‌ترند و نفوذپذیری زیادی به آب دارند. تفاوت آن‌ها نسبت به پرده‌های دیگر در این است که اگر در آب یون‌های دو ظرفیتی موجود باشد، حذف یون‌های تک‌ظرفیتی به‌شدت کاهش می‌یابد؛ بنابراین ضروری است که این آب قبل از ورود به واحد RO عاری از سختی و یون باشد.

از چه ویژگی‌هایی برای طراحی اسمز معکوس استفاده می‌شود؟

ویژگی‌های مورد استفاده شامل: سطح وسیع غشاء، مقاومت به فشارهای بسیار بالا (بالتر از 500psi)، شدت مناسب جریان و کمترین میزان وقوع افت فشار است. اشکالی که برای تصفیه آب همودیالیز استفاده می‌شوند شامل: (۱) ماژول مارپیچی (تصویر ۸-۲) و (۲) ماژول فیبر توخالی است.



تصویر ۸-۲ ماژول مارپیچی RO

ماژول مارپیچی شامل دو لایه غشا به‌همراه الیاف‌هایی که بین این غشاها قرار گرفته است (این الیافها بین دو لایه غشا قرار گرفته است مانند ساندویچ). صفحه غشا و الیاف همراه با مش جداکننده پلاستیکی به دور یک لوله پلاستیکی سوراخ‌دار شبیه صافی‌های کویل مانند قدیمی دیالیز پیچیده می‌شود. آب با فشار بالا از یک‌طرف وارد سیستم می‌شود و در طول مسیر حرکت می‌کند که مقداری از این آب با فشار هیدروستاتیک از غشا عبور می‌کند. الیاف مرکزی (الیاف بین دو غشا)، ورود آب به لوله مرکزی را هدایت می‌کند که در نهایت آب محصول (product water) نامیده می‌شود.

واحدهای Hallow fiber لوله های توخالی با قطر داخلی ۸۰-۲۵۰ میلی متر است. هزاران عدد از این مویینه ها در یک سیلندر فشار قوی قرار داده شده اند. آب ورودی با فشار بالا اطراف این فایبرها را احاطه کرده و به داخل فایبرها نفوذ می کند. آب محصول وارد این مویینه ها می شود. قطر داخلی کوچک لوله های توخالی ممکن است موجب مسدود شدن و یا کاهش نفوذ جریان آب به داخل فایبر شود.

مزیت های خاص روش اسمز معکوس نسبت به سایر روش های تصفیه آب چیست؟

روش اسمز معکوس چندین مزیت دارد که شامل موارد زیر است:

- (۱) باکتری ها، ویروس ها و مواد تبزا به وسیله غشاها برداشته می شوند. در این روش انتظار می رود کیفیت آب RO نزدیک به آب مقطر باشد.
- (۲) دستگاه های در دسترس بسیار جمع و جور هستند و به فضای کمی نیاز دارند. آن ها برای دیالیز در خانه بسیار مناسب هستند.
- (۳) به طور میانگین، غشاها طول عمر کمی بیش از یک تا پنج سال دارند و بعد از آن باید تعویض شوند.
- (۴) گندزدایی کامل و دوره ای سیستم RO ضروری است.

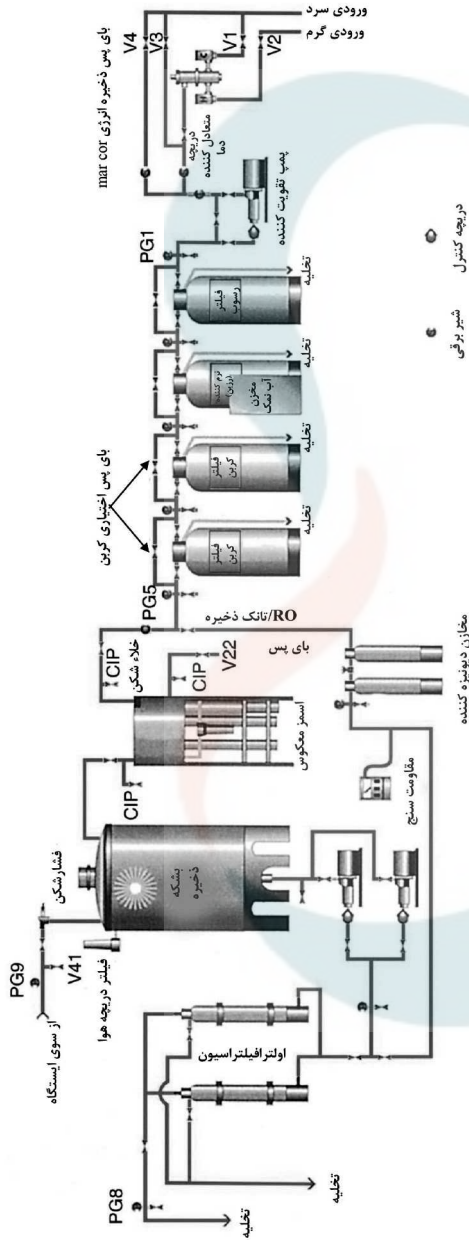
معایب دستگاه اسمز معکوس چیست؟

معایب دستگاه اسمز معکوس شامل موارد زیر است:

غشاها دوره عملکرد محدود دارند. برای مثال:

- (۱) مقاومت غشاهاست استات سلولزی نسبت به pH محدود است. کارایی آن ها در درجه حرارت بالاتر از ۳۵ درجه سانتی گراد (۹۵ درجه فارنهایت) کاهش می یابد. آن ها نسبت به باکتری ها آسیب پذیرند و در نهایت هیدرولیز می شوند.
- (۲) غشاها پل آمیدی به درجه حرارت بالاتر از ۳۵ درجه سانتی گراد (۹۵ درجه فارنهایت) حساس هستند و نسبت به کلرین آزاد مقاومت کمی دارند.
- (۳) ترکیبات پوشاننده نازک، نسبت به کلرین حساس هستند.
- (۴) پلی سولفان های های — فلاکس برای عملکرد درست به سختی گیر یا یون زداها در مسیر آب ورودی نیاز دارند.

- ۵) ممکن است در غشاهای دیالیز نشت اتفاق بیفتد، لذا نظارت دائم میزان آب تولیدی (محصول) و سطح سدیم لازم است.
- ۶) آب تولیدی (محصول) ۲۵-۷۵ درصد حجم آب ورودی است. باقیمانده آن یعنی در حدود ۲۵-۷۵ درصد آب، وارد فاضلاب می شود (این میزان با توجه به نوع سیستم مرکزی RO در حال استفاده، متفاوت است).
- ۷) غشاها باید همواره مرطوب نگه داشته شوند. جریان به سادگی نمی تواند متوقف شود و سیستم باید توسط آب پر باشد. وقتی سیستم مشغول به کار نیست سبب رشد باکتری ها، هیدرولیز غشاها و محصولات تبزا می شود. بنابراین باید در یک حالت پر شده استریل نگه داشته شود.
- ۸) کلرامین ها (ترکیبات اکسیدانی شکل گرفته از واکنش بین کلرین و آمونیاک که به عنوان عامل کشنده باکتری در آب برخی شهرها استفاده می شوند) غیر یونی هستند و به آسانی از غشا RO عبور می کنند. در برخی از بیماران کم خونی ناشی از کلرامین ها اتفاق می افتد بنابراین برای برداشت همه کلرامین ها باید یک فیلتر کربن قبل از ورود آب به RO تعبیه شود.
- ۹) ممکن است برای رفع نیاز به آب در بخش های بزرگ دیالیز، تانک های ذخیره و نگهدارنده آب برای نگهداری آب خروجی از RO لازم باشد. آب در یک سیستم بسته از تانک به سیستم RO چرخانده می شود تا از رکود آب جلوگیری شود. تانک و لوله ها، محیط هایی مناسب برای رشد میکروبی بالقوه و شکل گیری آندوتوکسین ها هستند. طراحی تانک ها برای به حداقل رساندن آلودگی ها مهم هستند. در مرحله اول، شکل گرد و مخروطی پایین تانک و تعبیه محل تخلیه آب در پایین ترین نقطه مخروط است که به تخلیه کامل تانک کمک می کند. درگاه ورود، باید نزدیک به قله باشد و از نازل هایی استفاده شود تا آب را به صورت قطره ای به قسمت های زیرین بپاشد که با این کار از ایجاد قطرات آب بر روی بدنه جلوگیری می کند و جریان یافتن آب به سمت پایین و کناره ها از رکود و ایستایی آب جلوگیری می کند. در قله تانک و محل ورود و خروج هوا باید یک فیلتر میکروبی وجود داشته باشد. این طراحی، امکان بهترین تماس با ماده گندزدا را در حین گندزدایی فراهم و خروج ماده گندزدا و شست و شوی پایانی را کامل می کند. ممکن است بین سیستم RO و تانک ها، کلرین و ید اندازه گیری شود تا رشد موجودات ذره بینی کنترل شود. (تصویر ۸-۳).



تصویر ۳-۸ سیستم تصفیه آب چرخشی (حالت لوپ) با مخزن نگهدارنده. CIP= پاکیزه در محل. DI= دیونیزاسیون. PG= فشار سنج. RO= اسمز

معكوس V ، والو یا شیر

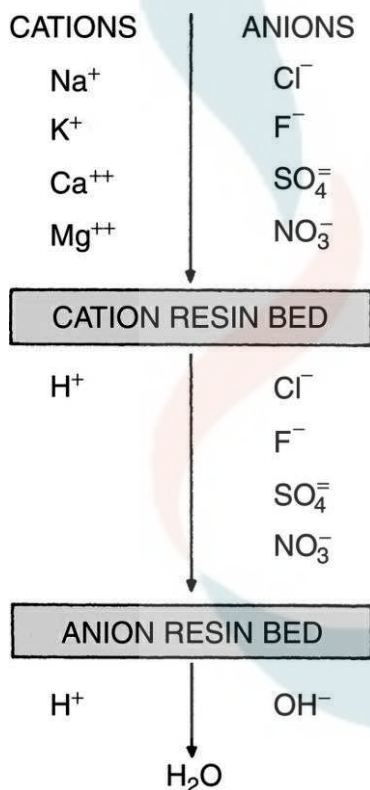
دیونیزاسیون (یون زدایی) چیست؟

دیونیزه کردن یعنی برداشتن مواد یونی و نمک‌ها از یک محلول که در این مورد منظور از محلول، آب ورودی است. یون‌های با بار مثبت توسط دانه‌های رزین حاوی یون‌های هیدروژن و یون‌های با بار منفی (آنیون‌ها) توسط یون هیدروکسید جابه‌جا می‌شوند (تصویر ۴-۸). دیونیزه‌کننده‌ها، آب خالص بدون یون را تولید می‌کنند ولی نمی‌توانند باکتری و عوامل تب‌زا را حذف کنند. درواقع، دیونیزه‌کننده‌ها کیفیت آب را از نظر مقدار آندوتوکسین و باکتری وخیم تر می‌کنند. بستر رزینی، محیط مناسبی برای تکثیر

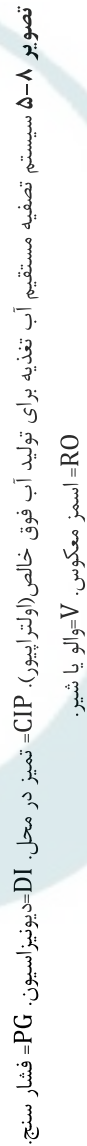
باکتری‌ها فراهم می‌کند؛ بنابراین، منطقی است که در کنار تجهیزات دیونیزه‌کننده، فیلترهایی که قطر آنها کمتر از یک میکرون است یا از اولترافیلتر استفاده شود (تصویر ۵-۸).

کیفیت آب تهیه‌شده با سیستم دیونیزه‌کننده چگونه است؟

نصب تعدادی از انواع مانیتورها برای اطمینان از کیفیت شیمیایی آب تولیدی (محصول) ضروری است. کیفیت آب دیونیزه شده با واحد مقاومت نشان داده می‌شود. رهنمود AAMI بیان می‌کند که نباید اجازه داده شود، مقاومت آب تولیدشده پایین‌تر از ۱ MΩ باشد، در این صورت تانک‌ها باید تعویض شوند.



تصویر ۴-۸ نمودار شماتیک
یک سیستم یون زدا با دو بستر



در صورت به کار بردن دیونیزه کننده ها چه مشکلی اتفاق می افتد؟

چندین مشکل در استفاده از دیونیزه کننده ها در زیر آورده شده است:

(۱) مشکل اولیه، تأمین حداکثر میزان آب مورد نیاز است؛ همانند سخت گیر ها، اندازه مناسب دستگاه حذف کننده یون نیز اهمیت دارد. باید میزان جریان طبیعی و حداکثر و فشار خط تولید مشخص شود. کاربر باید دستگاه مورد نظر را بر اساس مشخصات کاربری اندازه های گوناگون تانک ها و اندازه ای که به حد کافی نیاز او را فراهم می کند انتخاب کند. کاربر باید میزان کاهش فشار در کل دستگاه دیونیزه کننده را در نظر بگیرد. برای بررسی آسان اختلاف فشار، نصب نشانگرهای فشار در قبل و بعد این دستگاه توصیه می شود.

(۲) مشکل دوم، میزان کل یون های آب ورودی (تغذیه کننده) است. بر اساس اندازه بستر رزینی این سیستم، فقط میزان محدودی یون قابل برداشت است. طول عمر سرویس دیونیزه کننده به حجم و ترکیب آب بستگی دارد. اگر واحد دیونیزه کننده قبل از واحد RO قرار بگیرد، طول عمر آن کوتاه خواهد شد. دستگاه یون زدا آب با محتوای یونی بالا را فراوری می کند در حالی که واحد RO در درجه اول به عنوان یک صفحه غربال باکتری و اندوتوکسین عمل می کند. اگر سیستم دیونیزه کننده پیش از سیستم RO قرار داده شود، در این صورت دیونیزه کننده، جلادهنده (polisher) آب خواهد بود. همچنین دیونیزه کننده میزان آلودگی میکروبی آب را افزایش خواهد داد. توصیه می شود که فیلترهایی با منفذهای کوچکتر از یک میکرون یا اولترافیلتر در پایین دست آن قرار داده شود.

(۳) بستر رزینی تمایل به تخلیه ناگهانی دارد. برای تعویض تانک های تخلیه شده، نصب یک سیستم بای پس موازی لازم است. آب در تانک هایی که بی کار هستند راکد خواهد ماند. پیش بینی حجم منطقی و معقول خروجی باید به عنوان بخشی از سیستم باشد. ظرفیت حجمی دیونیزه کننده ها (تعداد گالن های آب عبور کرده از تانک ها) به صورت $gpg \times \text{کل مواد جامد محلول (TDS)}$ اندازه گیری می شود که در آن کربنات کلسیم شاخص است. (یک gpg تقریباً برابر با $17/1$ میلی گرم بر لیتر کربنات کلسیم است). برآورد حجم آبی که ممکن است قبل از تخلیه (Exhaust) واحد تصفیه پاک شود، با ظرفیت مجاز یونیزه کننده ها تقسیم بر TDS آب ورودی نشان داده می شود. مقاومت سنج های با قابلیت بازخوانی مداوم و آنلاین باید برای نظارت بر آب

خروجی درون مسیر قرار گیرند. زمانی که درجه مقاومت به $M\Omega/Cm$ کاهش یابد، تانک‌ها باید تعویض شوند (استاندارد AAMI).

۴) معمولاً رزینهای آنیونی و کاتیونی در زمان‌های مختلف تخلیه می‌شوند. اگر تانک‌ها پس از اشیاع شدن استفاده شوند، ممکن است یون‌های چسبیده‌شده قبلی آزاد شوند و غلظت آب خروجی از غلظت آب ورودی بالاتر برود. در این حالت ممکن است آب بی‌نهایت اسیدی یا قلیایی شود که بستگی به آن دارد که کدام رزین ابتدا تخلیه شده باشد. این حالت ممکن است برای بیمار و تجهیزات زیان‌بار باشد.

چگونه اشعه ماوراءبنفش برای تصفیه آب استفاده می‌شود؟

اشعه ماوراءبنفش شکلی از پرتو است که به دیواره‌های سلول میکروارگانیسم‌ها نفوذ کرده و پس از نفوذ به‌وسیله تغییر در دی‌اکسی‌ریبونوکلئیک‌اسید (DNA)، آن‌ها را از بین می‌برد. در سیستم تصفیه آب دیالیز، منبع اشعه ماوراءبنفش در یک محفظه تمیز از جنس کوارتز قرار داده می‌شود. این منبع طوری قرار داده می‌شود که آب بتواند از میان آن در درون یک محفظه جریان یابد و در معرض تابش اشعه ماوراءبنفش شدید قرار بگیرد. این مهم است که جریان آب بیش‌ازحد سیل‌آسا نبوده و عاری از ذرات معلق باشد. اشعه ماوراءبنفش خیلی راحت‌تر از میان مایع شفاف عبور می‌کند. وجود ذرات معلق در مایعات باعث می‌شود اشعه ماوراءبنفش خیلی سخت‌تر اثر کند. این ذرات به صورت بالقوه شرایطی را فراهم می‌کنند تا میکروب‌ها پشت ذرات پنهان بمانند و از بین نروند. اشعه ماوراءبنفش آندوتوکسین‌ها را از بین نمی‌برد بنابراین در صورت استفاده از اشعه در قسمت پیش تصفیه، باید از اولترافیلتر یا سیستم RO نیز استفاده شود.

چه درجه خلوصی از آب برای همودیالیز مورد نیاز است؟

AAMI مجموعه رهنمودهای کیفیت آب را طراحی کرده است که به‌عنوان استاندارد ملی ایالات متحده پیشنهاد می‌شود. این معیار پذیرفته‌شده نه‌تنها آلودگی‌های غیرآلی و شیمیایی بلکه آلودگی‌های میکروبی را بیان می‌کند. برخی از استانداردها و مقررات توسط CMS در ارتباط با CfCها اتخاذ شده است. این نیازها در جدول ۸-۲ همراه با عوارض زیان آور ورود آلودگی‌ها به بدن، نشان داده شده است. لیست آلاینده‌های AAMI به دنبال تغییراتی در قانون آب آشامیدنی سالم برای برخی عناصر دیگر شامل آنتیموان، بریلیم و تالیم گسترش یافته است.

جدول ۸-۲ رهنمودهای کیفیت آب AAMI*

نام عناصر یا ذرات	حد اکثر سطح پیشنهادی AAMI (میلی گرم بر لیتر)	اثرات نامطلوب در معرض قرار گرفتن با این عناصر یا ذرات**
آلومینیوم	0.01	کم خونی، بیماری استخوان، تغییرات عصبی، زوال عقل
آنتیموان	0.006	حالت تهوع / استفراغ
آرسنیک، سرب، نقره	هر کدام 0.005	سرطان، تغییرات پوستی، آسیب به سیستم عصبی مرکزی، مغز و کلیه ها
باکتری	< 200 CFU/mL	فشار خون پایین، حالت تهوع / استفراغ
بریلیم	0.004	آسیب استخوان
کادمیوم	0.001	تهوع/استفراغ، اسهال، ترشح بزاق، اختلالات حسی، آسیب کلیه/کبد/استخوان
کلسیم	2 (0.1 mEq/L)	تهوع/استفراغ، سردرد، ضعف عضلانی، تاکی کاردی، فشار خون بالا، معدنی شدن غیر طبیعی استخوان، کلسیفیکاسیون بافت نرم، پانکراتیت
کلرامین ها	0.1	همولیز، درد قفسه سینه، آریتمی، تهوع/استفراغ
کلرین	0.5	همولیز، درد قفسه سینه، آریتمی، تهوع/استفراغ
کروم	0.014	آسیب کبدی
مس، باریم، روی	هر کدام 0.1	لرز، گرگرفتگی، سردرد، استفراغ جهشی، افت فشار خون، کم خونی، آسیب کبدی، پانکراتیت
اندوتوکسین	< 2 EU/mL	فشار خون پایین، حالت تهوع / استفراغ
فلوراید	0.2	درد قفسه سینه، تهوع/استفراغ، افت فشار خون، سردرد، بیماری استخوان
منیزیم	4 (0.3 mEq/L)	حالت تهوع / استفراغ
جیوه	0.0002	آسیب کلیه
نیتрат (N)	2.0	همولیز، افت فشار خون، تهوع/استفراغ، ضعف، گیجی
پتاسیم	8 (0.2 mEq/L)	حالت تهوع، تداخل تکانه های عصبی
سلنیوم	0.09	خستگی، تحریک پذیری، ریزش مو/ناخن، آسیب کلیه/کبد
سدیم	70 (3.0 mEq/L)	افزایش تشنگی، حالت تهوع، سردرد، فشار خون بالا، ادم ریوی، تشنج، کما
سولفات	100	اسیدوز متابولیک، تهوع / استفراغ
تالیم	0.002	آسیب کبد/کلیه

* پزشک مسئولیت نهایی تعیین کیفیت آب مورد استفاده برای دیالیز را بر عهده دارد.

** علائم حاد به صورت برجسته نشان داده شده است.

چه مشکلاتی در رابطه با آب بسیار خالص وجود دارد؟

همان طور که آب به حالت خیلی خالص نزدیک می شود، سطح انرژی آن نیز افزایش می یابد. این آب خالص به سرعت از نظر شیمیایی با موادی که در تماس با آن است، واکنش می دهد. برای انتقال آب محصول، ممکن است فقط از لوله های استیل ضد زنگ طبی، پلی ونیل کلراید (PVC) یا مواد خنثی جدید استفاده شود. تانک ها نیز باید از این قبیل مواد ساخته شده باشند. اگر آب بسیار خالص در معرض هوا قرار گیرد، به سرعت دی اکسید کربن را جذب و با آن واکنش می دهد.

چه مشکلاتی در تصفیه آب با محتوی پیروژن و باکتری ها وجود دارد؟

اگر محلول دیالیز یا آب مورد استفاده برای تهیه محلول دیالیز، آلوده به میکروب باشد، ممکن است در یک بیمار آسیب پذیر که تحت دیالیز است منجر به باکتری می و پاسخ التهابی شود. التهاب مزمن منجر به بیماری های قلبی عروقی، عوارض تغذیه ای، کاهش پاسخ به عوامل محرک اریتروپویتین و کاهش باقی مانده عملکرد کلیه ها شود. سطوح قابل قبول برای آلاینده های باکتریایی در آب دیالیز و محلول دیالیز بر اساس نوع کاربری آب تولیدی (محصول) متفاوت است که شامل محلول معمولی، محلول اولتراپور و محلول جایگزینی است (Coulliette & Arduino, ۲۰۱۳). "محلول معمولی" به نوعی از محلول دیالیز اشاره میکند که معمولاً برای انجام همودیالیز معمولی در ایالات متحده استفاده می شود. در دیالیز معمولی حداکثر سطح باکتری در آب مورد استفاده برای مایع دیالیز و بازآوری صافی دیالیز باید کمتر از ۲۰۰ واحد تشکیل دهنده کلونی (CFU/mL) با سطح عمل ۵۰ CFU/mL باشد، اما AAMI حداکثر سطح باکتری کمتر از ۱۰۰ CFU/mL و سطح عمل ۵۰ CFU/mL را توصیه می کند. بخش های دیالیز باید از استانداردهای مشخص شده توسط شرکت های ارائه دهنده سیستم تصفیه پیروی کنند، ممکن است این استانداردها مطابق با CMS یا AAMI باشند. CMS CfCs، محلول دیالیز معمولی را به عنوان حداقل شرط لازم، برای مایع دیالیز تعیین کرد. غشاهای جدید تخلخل بیشتری نسبت به آب، املاح و مواد معلق دارند. حرکت از ورای غشا، وابسته به فشار و اختلاف غلظت املاح است. در بیشتر موارد، استفاده از پیش فیلترهای مناسب به همراه واحد RO یا قسمت دییونیزاسیون با پس فیلترهای واجد روزه های کمتر از یک میکرون، استاندارد آب مورد نظر را برآورده میکنند. باکتری ها روی سطوح فیلتر، مخازن کربن، بستر رزین های نرم کننده و بستر رزین های دییونیزاسیون و سطح آب تغذیه کننده غشاء RO تکثیر می شوند. تمیز کردن با یک ضد عفونی کننده تایید شده برای به حداقل رساندن رشد باکتری در تمام اجزای سیستم

تصفیه آب باید حداقل ماهانه انجام شود. البته قبل از استفاده از این آب برای بیماران، ماده ضدعفونی کننده باید به طور کامل از سیستم، توسط شستشو پاک شود. استریلیزاسیون شیمیایی باکتری ها را می کشد اما آنها را از بین نمی برد و در واقع برخی از پروتئین ها و اجزای پلی ساکراید و اندوتوکسین ها را تثبیت می کند. برای شستن این آثار تخریب و مواد باقیمانده از سطوح جمع آوری شده به شستشوی فراوان نیاز است. اکثر مراکز دیالیز از محلول غلیظ حاوی بیکربنات برای مخلوط کردن متناسب مایع دیالیز استفاده می کنند بسیاری از مراکز از صافی های های-فلاکس همراه با کنترل کننده های خودکار اولترافیلتراسیون استفاده می کنند. ذخیره محلول غلیظ بیکربنات، باعث تولید میکروآرگانیسم و اندوتوکسین ها می شود. ممکن است منشا میکروآرگانیسم های تشکیل دهنده اندوتوکسین از آب مصرف شده برای آماده کردن محلول غلیظ بیکربنات یا از پودر بیکربنات باشد. بنابراین این احتمال وجود دارد که محدودیت های دقیق تری از نظر آلودگی های میکروبی و اندوتوکسینی لازم باشد. برای دیالیزهای-فلاکس، جایی که فیلتراسیون معکوس مشکل ایجاد می کند، ممکن است تحویل یک مایع استریل و عاری از پیروژن از سیستم آماده سازی تا صافی ضروری شود.

چگونه آلاینده های میکروبیولوژیک را تا حد امکان کاهش دهیم ؟

دو وسیله که عموماً برای کاهش آلودگی میکروبیولوژیک استفاده می شود، در قسمت ذیل آورده شده است:

- ۱) فیلتر ساب میکرون-فیلترهایی که قطر روزه های آنها کمتر از یک میکرون است (۰/۰۵ mm) مانع عبور باکتری و ویروس ها خواهد شد. این نوع فیلترها باید به تناوب تعویض شوند و گران قیمت هستند. این صافی ها، همه مواد تبزا را حذف نمی کنند.
- ۲) غشای اولترافیلتراسیون (UF)- به طور مؤثری باکتری و آندوتوکسین ها را دفع می کند. نصب و راه اندازی اولیه آن نسبتاً گران ولی در عمل مقرون به صرفه است. شستشو و گندزدایی آن ساده است و طول عمر خوبی دارد.

چگونه غشاهای اولترافیلتراسیون (UF) برای حذف باکتری و آندوتوکسین ها استفاده می شوند؟
غشاهای اولترافیلتراسیون، منافذ مؤثر با اندازه بیش از ۰/۰۱ mm دارند. منافذ با این اندازه، حرکت املاح فعال اسمزی را به تاخیر نمی اندازند. از این رو، در مقایسه با غشاهای RO، فشار هیدرولیکی کمتری برای عبور آب مورد نیاز لازم است.

غشاهای اولترافیلتراسیون اغلب فیلتر مولکولی نامیده می‌شوند. آن‌ها فقط ذرات معلق در اندازه‌های مولکولی را به جای مواد حل شده برمی‌دارند. ذرات بزرگ اثرات اسموتیک روی ذرات حل شده ندارند. در اینجا فشار اسمزی کمی در مقایسه با غشاهای RO وجود دارد بنابراین فشار هیدرولیک کمتری مورد نیاز است. به هر حال، بوسیله فیلترهای مولکولی، باکتری، اندوتوکسین و بقایای آندوتوکسین‌ها با اندازه هزاران دالتون حذف می‌شوند. اولترافیلترهایی در دسترس هستند که ذرات ۱۰ هزار تا ۵۰ هزار دالتون را حذف می‌کنند. درواقع حتی غشاهای محدودتر در حد حذف وزن مولکولی هزار تا ۱۰ هزار دالتون نیز موجود است.

غشاهای اولترافیلتراسیون ممکن است قبل از RO قرار داده شوند تا از رشد باکتری‌ها یا تجمع ذرات بر روی سطح آب تغذیه غشاء RO جلوگیری شود. استفاده از آن به گونه آخرین گام (در منطقه پایانی) و پیش از رسیدن آب تولید (محصول) به سیستم بخش‌بندی، باعث تضمین کیفیت میکروبیولوژیکی آب می‌شود.

چه آزمایش‌هایی برای نظارت دستگاه تصفیه آب انجام می‌شود؟

کشت میکروبی: کشت باکتری برای تشخیص وجود باکتری در آب انجام می‌شود. شمارش گروه‌های میکروبی (Colony) به‌طور معمول در بیست و چهار تا ۴۸ ساعت انجام می‌شود. کشت باکتری بر روی محلول دیالیز نیز انجام می‌شود. بر اساس استاندارد CMS حداکثر سطح آندوتوکسین آبی که برای آماده کردن مایع دیالیز و ورود به صافی دیالیز استفاده می‌شود، باید کمتر از دو واحد در میلیون (EU/mL) باشد. این آزمایش به‌صورت ماهیانه انجام می‌شود. اگر یک کشت مثبت باشد تا حل شدن کامل مشکل، انجام کشت باید به‌صورت هفتگی صورت گیرد.

رسانایی (Conductivity): آزمایش قابلیت هدایت باید بر روی آب ورودی و آب تولیدی (محصول) انجام شود تا مطمئن شویم میزان یون‌ها مناسب است. رسانایی می‌تواند توسط pH متر (که pH و درجه حرارت را اندازه می‌گیرد) اندازه‌گیری شود. رسانایی همچنین می‌تواند با دستگاه‌های دستی از قبیل Myron-L نیز اندازه‌گیری شود.

مقاومت: مقاومت، میزان کارایی برداشت یون‌ها از آب در یون‌زداها را نشان می‌دهد. آب با مقاومت بالا، درنتیجه میزان پایین یون‌های محلول در آن، قدرت هدایت پایینی خواهد داشت.

آزمایش سختی آب: این آزمایش وجود یون‌های کلسیم و منیزیم آب را نشان می‌دهد.

کل مواد جامد محلول: مجموع همه یون‌های موجود در یک محلول است و کارایی غشاهای RO را تأیید می‌کند. که می‌تواند توسط دستگاه‌های دستی کنترل شود. نتایج با واحد ppm نشان داده می‌شود.

استاندارد میکروبیولوژیکی برای استفاده مجدد صافی دیالیز چیست؟

میزان‌های میکروبیولوژیکی که برای استفاده مجدد از صافی استفاده می‌شود در رهنمود AAMI (پیشنهاد عملی برای استفاده مجدد از صافی‌ها) وجود دارد (RD47). قوانین CMS منتشر شده در سال ۲۰۰۸ توصیه‌های ارائه شده توسط AAMI در سال ۲۰۰۴ را تأیید می‌کند. آبی که برای این منظور استفاده می‌شود باید حاوی کمتر از 200 CFU/mL باکتری یا کمتر از 2 EU/mL آندوتوکسین باشد. این مسئله ممکن است به‌خاطر مشکلاتی که با بی‌کربنات و صافی‌های فلکس وجود دارد، محدودتر نیز شود. سطح عملی مورد نیاز برای میزان میکروبی کل آب 50 CFU/mL و برای آندوتوکسین‌ها 1 EU/mL است (Coulliette & Arduino, ۲۰۱۳).

بهترین دستگاه پردازش آب برای واحد دیالیز انفرادی کدام است؟

نوع پردازش آب به کیفیت آب در دسترس و محتوای مواد موجود در آن بستگی دارد. آب ورودی باید برای بررسی مواد شیمیایی و میکروبی موجود بررسی شود. این آب باید با میزان استاندارد پذیرفته‌شده آب آشامیدنی سازمان حفاظت محیط‌زیست (EPA) منطبق باشد. آب تولیدی (محصول) (آب خالص نهایی برای آماده کردن محلول دیالیز) باید میزان‌های پذیرفته‌شده را از سوی AAMI داشته باشد. اجزایی که یک دستگاه برای تأمین این نیازها دارد شامل موارد زیر است:

- ❖ فیلتر(های) اولیه رسوب گیر
- ❖ سختی گیرهای رزینی (سختی آب یک مرتبه در پایان هر روز بررسی می‌شود)
- ❖ فیلتر کربن فعال (دو فیلتر به صورت سری)
- ❖ واحد RO (با نظارت دائم کانداکتیویتی و مقاومت آب ورودی و خروجی)
- ❖ واحد دییونیزاسیون (DI) (پایش مداوم مقاومت جریان خروجی، به علاوه آزمایش‌های ماهانه باکتری‌شناسی، آنالیز شیمیایی و تست های لیمولوس (limulus amoebocyte lysate) (LAL) یک روش ساده برای تشخیص باکتری های گرم منفی زنده و غیر زنده).

یک سیستم کامل متشکل از موارد بالا، حداکثر خلوص آب با مقاومت نزدیک به $1\text{M}\Omega/\text{cm}$ را تأمین می‌کند. آب برای رسیدن به خلوص مورد نظر باید به طور کامل بررسی شود. این بررسی باید با در نظر گرفتن به صرفه بودن از نظر اقتصادی انجام گیرد. نظارت مداوم برای اطمینان از عملکرد سیستم تصفیه آب، مورد دیگری است که لازم است مورد توجه قرار گیرد.

چه عوامل در خرید دستگاه مناسب تصفیه آب دیالیز نقش دارند؟

پیش از اختصاص هزینه برای خرید، خریدار باید با یک طراح آگاه در سیستم های تصفیه آب تاسیسات دیالیز و یک تأمین کننده و نصاب قابل اعتماد مشورت کند. نیازهای فعلی و آینده بخش دیالیز مورد نظر باید در نظر گرفته شود. باید به هر یک از عوامل زیر توجه کرد:

- ❖ کیفیت آب ورودی
- ❖ حداکثر حجم مورد نیاز
- ❖ کیفیت مورد نظر آب محصول (تولیدی)
- ❖ تخصص کادر فنی
- ❖ هزینه آب ورودی
- ❖ انطباق با استانداردها
- ❖ نوع (های) درمانی که قرار است ارائه شود
- ❖ سهولت کار با سیستم
- ❖ الزامات نگهداری

موارد یادشده در بالا باید در نهایت منجر به دستیابی به یک هدف خاص شوند و هدف نهایی آن برآورده شدن استانداردهای توصیه شده برای دیالیز معمولی یا دیالیز با محلول اولتراپور است. اگر محتوای معدنی آب منبع بسیار کم باشد، ممکن است آب محصول یا تولیدی با مشخصه $1\text{M}\Omega/\text{cm}$ به تنهایی توسط RO یا سیستم دیونیزاسیون پس از فیلتراسیون مناسب، بدست آید. داشتن مخازن کربن فعال همیشه الزامی است. فقط باید حداقل تعداد اجزای لازم برای برآورده شدن استانداردهای توصیه شده یا فراتر از آن را دارا باشد.

برای مهیا کردن محلول بیکربنات و دیالیز های – فلاکس ممکن است نیاز به کنترل میکروبی دقیق تری نسبت به استانداردهای فعلی AAMI و CMS CfCs داشته باشیم.

چه کسی نوع سیستم تصفیه و کیفیت آب مصرفی برای انجام دیالیز را تعیین می کند؟ مدیر پزشکی مسئولیت نهایی اطمینان از کیفیت آب مورد استفاده برای دیالیز را بر عهده دارد. اگر استانداردها رعایت نشود، ممکن است مدیر پزشکی به عنوان شخص سهل انگار شناخته شود. وظیفه وی تأیید اعتبار سیستم تصفیه و کیفیت آب مصرفی با همراهی تیم های میان رشته ای به صورت ماهانه است. همه مدارک تست کیفیت آب شامل؛ بررسی های باکتریایی و آندوتوکسین باید مرور و توسط مدیر پزشکی تایید شود (CMS, 2014).

فصل ۹

آماده سازی و باز فراوری صافی

آماده سازی صافی

هر صافی مشخصات و نحوه آماده سازی خاص خود را برای استفاده بیمار دارد و دستورالعمل تولیدکنندگان همیشه به روزرسانی می شود. همچنین تغییرات اعمال شده یا تکنیک های بهبودیافته تدوین می شود و مطالعه محتویات بسته بندی ها به منظور اطلاع از توصیه ها بسیار مهم است. همواره از دستورالعمل های تولیدکنندگان (IFU)^۱ پیروی کنید.

پارامترهای ضروری زمان آماده سازی صافی برای استفاده بیمار چیست؟

پارامترهای ضروری در آماده سازی صافی دیالیز به شرح ذیل است:

- ۱) تمامی هوای داخل صافی باید خارج شود. هرگونه هوای باقی مانده در صافی ممکن است از طریق غشا وارد سیستم عروقی بیمار شود. هوای گیرافتاده در دیواره صافی های هالوفایبر از طریق جلوگیری از انتشار مواد بین قسمت های خون و محلول، باعث کاهش قابلیت پاک سازی صافی خواهد شد. همچنین هوا موجب افزایش احتمال تشکیل لخته در فیبرهای تو خالی صافی می شود.
- ۲) هرگونه ذرات باقی مانده در صافی که ناشی از فرایند تولید باشد باید از طریق شست و شوی اولیه با محلول نمکی شسته و خارج شود.
- ۳) تمامی ضد عفونی کننده های مورد استفاده در روند Reuse صافی باید خارج شود و صافی باید عاری از باقی مانده مواد ضد عفونی کننده باشد.
- ۴) صافی ها همواره باید با محلول سرم فیزیولوژی و سازگار با خون بیمار (۹/۰ گرم کلرید سدیم در ۱۰۰ سی سی آب) آغشته و شسته شوند.

¹ instructions for use

نحوه خروج هوا از صافی چگونه است؟

برای خارج کردن هوا از صافی، محلول نمکی را از سمت پایین وارد صافی کنید. این کار با اتصال ست دیالیز به صافی و سپس سروته کردن صافی به نحوی که قسمت وریدی بالا قرار گیرد، تکمیل می شود. سپس سرم فیزیولوژی را از طریق خط شریانی ست به سمت صافی و خط وریدی عبور دهید. همان طور که صافی پر می شود، هوا به سمت بالای صافی حرکت می کند و از آن خارج می شود. صافی دیالیز را آهسته تکان دهید. سپس بین کف دو دست حرکت دهید تا مطمئن شوید هوا از بالای صافی کاملاً خارج شده است. پیگیری از دستور نحوه مصرف (IFU) کارخانه تولیدکننده یا خطمشی مکتوب مرکز درمان، برای احتیاط ضروری است.

چه مقدار محلول نمکی باید برای پرایم صافی مصرف شود؟

پرایم صافی نیازمند ۵۰۰ تا هزار سی سی سرم فیزیولوژی است. مقدار محلول نمکی به نوع صافی و اینکه صافی Reuse باشد یا نه بستگی دارد. برای اینکه صافی های جدید از گلیسرین و سایر مواد باقی مانده از فرآیند تولید پاک شوند، باید با هزار سی سی سرم پرایم شوند. صافی Reuse برای پرایم، نیازمند ۵۰۰ سی سی سرم فیزیولوژی است. در پرایم این صافی ها، جریان محلول دیالیز را باید برخلاف حرکت عقربه های ساعت به گردش درآورد تا باقی مانده ماده ضدعفونی کننده خارج شود.

آیا پرایم صافی های Reuse متفاوت است؟

صافی های Reuse از ماده ضدعفونی کننده پر می شوند. لذا زدودن تمام این ماده از صافی و جلوگیری از ورود هوا به صافی بسیار مهم است. در صورتی که هوا وارد صافی شود خارج کردن آن بسیار دشوار خواهد بود. تمامی هوای موجود در خط شریانی ست دیالیز قبل از اتصال به صافی باید خارج شود. این امر توسط شست و شوی لوله شریانی با محلول نمکی و اطمینان از خروج کامل هوا از آن، قبل از اتصال به صافی محقق می شود. بعد از انجام این کار، صافی دیالیز باید سروته شود. همچنین قسمت وریدی بالا قرار گرفته شود و روند پرایم ادامه یابد.

آیا تولیدکنندگان صافی در خصوص پرایم صافی های خود توصیه خاصی دارند؟

بله. همه تولیدکنندگان توصیه هایی برای پرایم صافی های خود دارند. در بعضی از صافی ها ابتدا باید بخش خونی صافی پر شود. در بعضی دیگر ابتدا باید بخش محلول دیالیز پر شود. در اغلب صافی های هالوفایبر

لازم است قبل از وصل کردن محلول دیالیز، غشای آن ها را کاملاً با سرم فیزیولوژی «خیس» کرد. این امر باعث می شود مطمئن شویم موئینه های فایبر، هنگام مواجهه با محلول دیالیز روی هم ن خوابند و باز بمانند. کارکنان دیالیز باید دستورالعمل تولیدکنندگان را که همراه صافی ها است، مطالعه و از آن پیروی کنند.

باز فرآوری صافی دیالیز^۲

استفاده مجدد از صافی دیالیز

پاک سازی و ضد عفونی یک صافی به منظور استفاده مجدد برای همان بیمار را «استفاده مجدد از صافی^۳» یا «بازفرآوری صافی^۴» می گویند. باز مصرف صافی روشی امن و به لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه و مؤثر بوده و از اوایل دهه ۱۹۶۰ مورد استفاده قرار گرفته است، اما دیگر به طور گسترده در ایالات متحده استفاده نمی شود. راهنماهای صادره توسط انجمن تجهیزات پزشکی (AAMI)^۵ طرز کار و روش های لازم برای باز مصرف هموفیلتر (RD47) را توصیه کرده است. با توجه به اینکه مرکز خدمات بیمه و درمان آمریکا آن ها را به عنوان استانداردهای اجباری معرفی کرده، کلیه مراکز موظف به رعایت آن ها هستند. در حال حاضر، طبق قوانین سازمان غذا و داروی آمریکا (FDA) تولیدکنندگان ملزم به درج امکان باز مصرف صافی بر روی برچسب صافی هستند تا مصرف کنندگان به راحتی از آن مطلع شوند. تولیدکننده نیز باید روش و نوع مواد ضد عفونی کننده مناسب برای بازفرآوری صافی را توصیه کند.

بازفرآوری صافی می تواند به هر دو روش دستی و خودکار انجام شود که سیستم های خودکار امروزه بیشتر مورد استفاده قرار می گیرند. اخیراً سازمان غذا و داروی آمریکا سیستم بازفرآوری صافی جدیدی (ClearFlux) را مورد بررسی قرار داده که توان کاهش قابل توجه مصرف صافی را دارد. سیستم «دو فاز^۶» جریان مایع و گاز را به صورت مخلوط مورد استفاده قرار می دهد. این امر برخلاف استاندارد رایج فرایند بازفرآوری است که صرفاً متکی بر جریان مایع است بنابراین بهتر می تواند نفوذ کرده و موئینه های توخالی صافی را تمیز کند. این وسیله جریان متلاطم و پرشتابی را داخل صافی ایجاد می کند برای اینکه تمام طول صافی تمیز شود. به این صورت میزان موئینه های از دست رفته را حتی پس از ۴۰ بار مصرف کاهش می دهد.

^۲ Dialyzer Reprocessing

^۳ dialyzer reuse

^۴ dialyzer reprocessing

^۵ Association for the Advancement of Medical Instrumentation (AAMI)

^۶ two-phase

بازفرآوری صافی می‌تواند در همان بخش دیالیز یا خارج از آن انجام شود. لوله‌های رابط دیالیز و سایر وسایل یک‌بارمصرف هم قابل فرآوری هستند. هرچند این کار توسط FDA محدود شده است و به‌ندرت در ایالات متحده انجام می‌شود.

مرکز خدمات بیمه و درمان آمریکا برنامه رسمی را در خصوص بازمصرف صافی تهیه و الزامات ویژه‌ای را برای آن منتشر کرده است. بعضی مواد شیمیایی مورد استفاده برای بازفرآوری صافی، خطرناک و تحت نظارت اداره سلامت و ایمنی شغلی (OSHA)^۷ است.

صافی‌های بازفرآوری شده چه مزایایی دارند؟

مزیت‌های بالینی واضحی برای مصرف مجدد صافی وجود دارد. با هر بار درمان دیالیز، از خون بیمار پروتئین‌هایی بر روی دیواره غشا رسوب می‌کند. پروتئین‌های رسوب‌یافته با ایجاد غشای ثانویه باعث کاهش مواجهه خون بیمار با غشای مصنوعی در جلسات بعدی درمان می‌شوند. هرچند در صورت استفاده از بلیچ برای ضدعفونی صافی، این حفاظت به وجود آمده کاهش خواهد یافت زیرا لایه‌های پروتئینی از روی صافی برداشته می‌شوند.

ممکن است در بعضی موقعیت‌های نادر، بیمار به یک صافی جدید واکنش نشان دهد. باور این است که این واکنش‌ها بر اثر استفاده از غشاهای ناسازگار یا اتیلن‌اکسید باقی‌مانده در صافی استریل ایجاد شده است. واکنش ممکن است بلافاصله بعد از آغاز دیالیز بروز کند به‌طوری‌که می‌تواند زندگی بیمار را تهدید کند. چنین واکنش‌هایی در جلسات بعدی دیالیز یعنی زمانی که صافی برای بازمصرف مجدد فرآوری می‌شود، مشاهده نمی‌شوند.

بازمصرف صافی همچنین کمک می‌کند هزینه هر جلسه درمان بیمار در سطح پایینی نگه داشته شود و زباله‌های ناشی از محصولات پزشکی و زباله‌های خطرناک زیستی کاهش قابل توجهی داشته باشند.

یک صافی چند بار می‌تواند مورد استفاده مجدد قرار گیرد؟

بعضی مراکز به‌صورت داوطلبانه سه یا پنج بار، بازمصرف صافی را مجاز دانسته‌اند درحالی‌که سایر مراکز تا زمانی که مشخص شود اثربخشی صافی کاهش نیافته است از آن استفاده می‌کنند. حتی با این تعداد کم نیز می‌توان مبلغ قابل توجهی صرفه‌جویی کرد. برای تعیین اثربخشی هزینه^۸ در مصرف مجدد از صافی،

^۷ Occupational Safety and Health Administration

^۸ cost effectiveness

هزینه اصلی صافی را به کل هزینه بازفرآوری صافی تقسیم کنید. صافی باید معیارهای معینی داشته باشد که بتوان باز مصرف آن را تأیید کرد که این موارد شامل؛ حجم کل حفره^۹ که باید مساوی یا بیش از ۸۰ درصد صافی اولیه باشد. دست کم ۹۰ درصد از کلیترانس اولیه تعیین شده توسط تولیدکننده باقی مانده باشد. آزمایش تحمل فشار را بگذرانند و در ارزیابی ظاهری نباید بیشتر از چند فایبر لخته داشته باشند. بعد از هر بار استفاده، صافی برای استفاده مجدد بررسی می شود و باید معیارهای ذکر شده را داشته باشد.

مراحل اصلی برای به کارگیری مجدد صافی چیست؟

مراحل اصلی در اغلب برنامه های بازفرآوری به شرح زیر است:

- (۱) شست و شوی صافی برای دفع بیشتر خون باقی مانده
- (۲) پاک سازی که معمولاً توسط مواد شیمیایی (بلیچ یا پراکسید هیدروژن) و اولترافیلتراسیون معکوس انجام می شود.
- (۳) انجام آزمایش برای تأیید سلامت صافی و توانایی آن در دفع مواد زائد در حد مورد انتظار
- (۴) ضد عفونی با حرارت و نیز مواد شیمیایی مانند فرمالدئید یا رنالین (مخلوطی از اسید پر استیک اسید، اسید استیک و پراکسید هیدروژن)

چه معیارهای ویژه ای برای تعیین امکان باز مصرف صافی به کار گرفته می شوند؟

چهار معیار اصلی برای باز مصرف صافی عبارتند از:

- (۱) اندازه گیری حجم کل حفره (Total cell volume measurement) که به طور گسترده ای برای تعیین ظرفیت دفع مواد توسط صافی مورد استفاده قرار می گیرد. در این آزمون، صافی پر از آب شده سپس آب با فشار خارج می شود تا خشک شود. در مرحله بعد مایع باقی مانده در داخل یک استوانه مدرج اندازه گیری می شود. این حجم استاندارد است که بعد از هر بار استفاده از صافی مورد مقایسه قرار می گیرد. اگر کمتر از ۸۰ درصد از حجم اولیه در درون صافی باقی مانده باشد، صافی برای استفاده مجدد تأیید نمی شود. صافی ای که ۸۰ درصد از حجم اولیه آن باقی مانده باشد بدین معنی است که ۹۰ درصد از ظرفیت پاک کنندگی اش هنوز باقی است.

⁹ total cell volume (TCV)

۲) آزمون فشار برای تعیین پارگی مومینه‌ها که خود می‌تواند باعث نشت خون در حین دیالیز شود. در این حالت فشار بر روی صافی اعمال و حفظ می‌شود. اگر افت فشار زیاد باشد، صافی کنار گذاشته می‌شود و قابلیت مصرف مجدد نخواهد داشت.

۳) بعضی از ماشین‌های KUF, Reuse صافی را نیز اندازه‌گیری می‌کنند. هرچند که این آزمون بیانگر پاک‌کنندگی صافی نیست؛ اما نشان‌دهنده چگونگی باز شدن صافی برای دفع مولکول‌های بزرگ است.

۴) سرانجام بررسی ظاهر صافی که معیاری مهم تلقی می‌شود. وجود رگه‌های بزرگ از باقی‌مانده خون، نشانگر لخته و بسته شدن تعداد بسیاری از فایبرها است که باید به‌عنوان معیاری برای حذف سریع صافی مدنظر قرار گیرد.

بازفرآوری صافی ممکن است توسط تکنسین‌های بازفرآوری صافی انجام شود. همچنین ممکن است برخی مراکز از کارکنان آموزش‌دیده سایر پست‌ها مانند تکنسین‌ها یا خدمات تمیزکار استفاده کنند. هر فردی که این کار را به‌عهده می‌گیرد، باید برای انجام هرچه شایسته‌تر این کار، تمام آموزش‌های لازم را دیده باشد (CMS, 2008).

آیا کلیرانس مولکول‌های بزرگ به‌واسطه فرایند باز مصرف صافی تحت تأثیر قرار می‌گیرد؟

بله. میزان این تأثیر وابسته به غشای صافی و روش بازفرآوری است. بعضی از غشاها در مواجهه با محلول شست‌وشوی بلیچ بازتر می‌شوند. کلیرانس اکثر مولکول‌های بزرگ مانند β_2 میکروگلوبولین در مواردی که از رنالین^{۱۰} برای بازفرآوری صافی استفاده می‌شود، کاهش می‌یابد. دانستن اینکه یک صافی خاص به چه نحوی تحت تأثیر روش مورد استفاده برای بازفرآوری قرار می‌گیرد، بسیار حائز اهمیت است. صافی‌هایی که مجدداً با بلیچ فراوری می‌شوند نفوذپذیری غشاء را افزایش می‌دهند که ممکن است خطر انتقال باکتری‌ها و لندوتوکسین‌ها از محلول دیالیز به خون را افزایش دهند (Nissenson & Fine, 2017). برخی از تولیدکنندگان صافی‌ها یک نوع صافی دیالیز را مخصوص استفاده از ضد عفونی کننده بلیچ و صافی دیگر را مخصوص استفاده از انواع دیگر میکروب‌کش‌ها تولید می‌کنند تا نفوذپذیری غشاء را به حداقل برسانند.

¹⁰ Renalin

صافی های بازفرآوری شده چگونه سترون می شوند؟

پراستیک اسید ۳ تا ۴ درصد، فرمالدئید یا فرمالین ۱ تا ۴ درصد، گلوئارآلدئید ۰/۸ درصد و آب گرم همراه با اسید سیتریک ۱/۵ درصد، موادی شیمیایی هستند که به صورت معمول به عنوان ضدعفونی کننده مورد استفاده قرار می گیرند. ضدعفونی با سطح بالا^{۱۱} برای محفظه های خون و محلول دیالیز و ضدعفونی سطح پایین^{۱۲} برای سطوح خارجی و قسمت درپوش ها باید به کار رود (مرکز خدمات درمانی و بیمه آمریکا، ۲۰۰۸).

کدام نوع برچسب زنی^{۱۳} برای صافی های فرآوری شده الزامی است؟

مرکز خدمات و بیمه آمریکا برای پوشش بیماران ESRD الزام می کند هر صافی پس از اولین مصرف از نظر بررسی کلیرانس، تست اندازه گیری حجم کل حفره (Total cell volume measurement) انجام شود. سپس نام بیمار، تعداد دفعات مصرف قبلی، تاریخ و ساعت آخرین فرآوری بر روی صافی برچسب زده شود. باید با مراقبت دقیق مطمئن بود هر صافی صرفاً توسط یک بیمار استفاده می شود. باید به بیماران با نام یکسان یا مشابه توجه ویژه ای شود. سایر ابزارهای شناسایی مانند شماره بیمه یا تاریخ تولد، به عنوان کنترل های بیشتر برای تأیید به کارگیری صافی درست برای بیمار پیشنهاد می شوند. بعضی از بخش ها ممکن است برای آگاه سازی کارکنان بخش، هشدارهایی را برای توجه بیشتر در زمان به کارگیری صافی برای بیمار به کار گیرند. بعد از حضور بیمار در بخش دیالیز باید نام و نام خانوادگی بیمار روی صافی توسط دو نفر مطابقت داده و تأیید شود که مطمئن شوند مربوط به یک نفر است. سوابق باید درون بخش نگهداری شوند تا دستیابی به آن ها و تاریخچه صافی از اولین استفاده تا زمان دور انداختن امکان پذیر باشد.

چه مدت زمانی برای تماس با رنالین و فرمالدئید ضروری است؟

رنالین، ترکیبی از پروکسید هیدورژن، پراستیک اسید و استیک اسید، یک ماده استریل کننده است. یک محلول نیم درصدی از آن برای مدت ۱۱ ساعت تماس، ضروری است. در مقابل، فرمالدئید آبی، یک ضدعفونی کننده سطح بالا، کشنده تمامی میکروارگانیسم ها شامل اسپورها و ویروس ها با کمترین مدت زمان مواجهه یعنی ۲۴ ساعت با غلظت ۴ درصدی از فرمالین در حرارت اتاق است. غلظت کمتر فرمالین یعنی ۱/۵ درصد در ۳۸ درجه سانتی گراد (۱۰۰ درجه فارنهایت) با مدت زمان مواجهه ۲۴ ساعت مؤثر است.

¹¹ High-level disinfection

¹² low-level disinfection

¹³ Labeling

اگر صافی به طور کافی ضد عفونی نشود چه اتفاقی می افتد؟

در صورتی که مواجهه کافی (غلظت و زمان) وجود نداشته باشد، باکتری‌ها در صافی از بین نمی‌روند و ممکن است حتی تکثیر یابند. این امر موجب می‌شود در زمان تماس خون با صافی و در حین دیالیزهای بعدی بیمار دچار عفونت باکتریایی شود.

چه اطلاعاتی باید قبل از به کارگیری صافی فرآوری شده برای بیمار مورد تأیید قرار گیرند؟

قبل از به کارگیری صافی بازفرآوری شده چندین مرحله بازبینی باید کامل شود. مهم‌ترین مسئله بررسی و رسیدگی به این نکته است که صافی برای بیمار به درستی به کار گرفته شود. سایر الزامات عبارت‌اند از؛ اطمینان از اینکه صافی قبل از شست‌وشو حاوی سطح کافی از ضد عفونی کننده است. قبل از استفاده مجدد، کل مواد ضد عفونی کننده از صافی پاک شده باشد. در آخر، صافی باید تمامی آزمایش‌های باز مصرف مانند تست اندازه‌گیری حجم کل حفره (Total cell volume measurement) و بررسی تحمل فشار را سپری کند.

ملاحظات ضروری در به کارگیری ضد عفونی کننده‌های شیمیایی چیست؟

استفاده از وسایل ایمنی شامل محافظ چشم و صورت، دستکش و روپوش ضد آب در زمان استفاده از ضد عفونی کننده‌های شیمیایی ضروری است. تهویه کافی (در تبعیت از رهنمودهای OSHA) نیز ضروری است. هرگونه ترشح بر روی پوست یا چشم‌ها باید با میزان بسیار زیاد آب سریعاً شسته و مراقبت پزشکی متناسب پیگیری شود. توجه کنید که OSHA الزام می‌کند کارکنان بخش به خوبی نسبت به مخاطرات شیمیایی و سمی بودن بالقوه آن‌ها مطلع باشند. هر بخش دیالیز باید الزامات و قوانین OSHA را در ارتباط با به کارگیری ضد عفونی کننده‌ها چاپ کند. سوابق آموزشی کارکنان و سوابق پایش سلامت آن‌ها باید نگهداری شود. برگه‌های داده ایمنی مواد (MSDS) برای هر ظرف حاوی مواد شیمیایی در داخل بخش و برای هر ماده شیمیایی که کارکنان ممکن است با آن مواجه شوند باید وجود داشته باشد. MSDS باید در تمامی اوقات در دسترس کارکنان باشد.

در زمان کار با فرمالدئید چه ملاحظاتی باید مورد توجه قرار گیرند؟

استاندارد OSHA، عنوان ۲۹ از کد قوانین فدرال (CFR)، بخش ۱۹۱۰۱۰۴۸، از افرادی که ممکن است به صورت بالقوه با فرمالدئید مواجهه داشته باشند، حفاظت می‌کند. فرمالدئید ماده‌ای است که مشکوک به

سرطان زای بودن (سرطان بینی و ریه) است. مواد غلیظ فرار با مقدار 0.1 ppm ممکن است باعث سوزش و تحریک بینی، چشم ها و گلو شوند. واکنش های آلرژیک ممکن است در مواجهه با این موارد رخ دهند و باعث سرفه، عطسه یا علائم شبیه به آسم شوند.

پایش کیفیت هوا و آموزش بیمار برای حفاظت کارکنان از خطرات تماسی باید انجام شود. استاندارد OSHA محدوده های قابل قبولی را برای مواجهه با این ماده شیمیایی در 0.75 ppm در یک میانگین وزنی^{۱۴} و مدت زمان ۸ ساعته (TWA) تعیین کرده است. استاندارد OSHA در تعیین محدوده برای مواجهه کوتاه مدت 2 ppm در مدت زمان ۱۵ دقیقه است. سطح عمل 0.5 ppm برای ۸ ساعت TWA است. OSHA الزام می کند همه کارکنان بخش در خصوص مخاطرات و نحوه کار با محلول فرمالدئید به صورت سالیانه آموزش ببینند. دوش آب اورژانسی و ایستگاه شست و شوی چشم باید برای کارکنان در دسترس باشد. آموزش های اجباری تنفس نیز برای کارکنان همانند تست های تنفسی باید انجام شود.

آیا محلول های ضد عفونی کننده در طول زمان پایدار هستند؟

رنالین به راحتی و به سرعت در دمای بالای ۲۷ درجه سانتی گراد، در مواجهه با نور و موارد ارگانیک (مانند خون) تجزیه می شود. زمان نیز معیار دیگری است به این معنا که رنالین پس از رقیق شدن، زمان مجاز نگهداری (SHELF LIFE) نسبتاً کوتاهی دارد. آزمایش هر صافی از لحاظ قدرت رنالین درست قبل از آماده سازی آن برای بیمار بسیار حائز اهمیت است. فرمالدئید برای دوره های طولانی مدت پایدار است.

صافی قبل از استفاده در نوبت بعد به چه نحوی باید آماده شود؟

بعد از آنکه صافی در پایان روند بازفرآوری از محول ضد عفونی پر شد، لازم است وجود محلول ضد عفونی کننده به وسیله آزمایش شیمیایی مناسبی اثبات شود. این امر کمک می کند ضد عفونی صافی با محلول شیمیایی ضد عفونی کننده مورد تأیید قرار گیرد. محلول ضد عفونی کننده باید قبل از استفاده بالینی نوبت بعد، کاملاً از صافی خارج شود. ست دیالیز به صافی وصل می شود و محلول سرم فیزیولوژی استریل از سمت خط شریانی وارد صافی می شود. به طور معمول تا ۱۰۰۰ سی سی از محلول نمکی از صافی عبور می کند و دور ریخته می شود سپس دو سمت ست دیالیز به منظور چرخش سرم فیزیولوژی به هم متصل می شوند. پمپ خون باید روشن شود تا محلول نمکی در حال چرخش همراه با خارج شدن محلول از صافی،

¹⁴ time-weighted average

باقی مانده محلول شیمیایی در سیستم را دفع کند. اساساً، محلول ضد عفونی کننده به سهولت به بیرون از صافی رانده می شود.

درست قبل از استفاده از صافی، از سرم فیزیولوژی در حال گردش در صافی برای انجام آزمایش متناسب با محلول ضد عفونی کننده نمونه برداری می شود. بعد از انجام آزمایش، وجود نداشتن محلول ضد عفونی کننده در صافی باید ثبت و مستند شود. صرفاً پس از تأیید منفی بودن آزمایش است که می توان به کارگیری صافی برای بیمار را ایمن و سالم دانست. در بسیاری از واحدهای دیالیز و بعضی از آژانس های ایالتی، تأیید دو نفر در خصوص صحیح بودن صافی برای یک بیمار مشخص و آزمایش منفی محلول ضد عفونی کننده، قبل از به کارگیری صافی فراوری شده، اجباری است.

آیا در صورت استفاده از رنالین، دستور و ترتیب خاصی برای پرایم صافی وجود دارد؟

رنالین اسیدی قوی است بنابراین آغشته کردن قسمت خونی صافی با محلول نمکی قبل از وصل کردن لوله های محلول دیالیز بسیار مهم است. اگر در ابتدا، قسمت محلول دیالیز آغشته شود، واکنش بین رنالین و محلول دیالیز موجب تولید دی اکسید کربن خواهد شد که به شکل گاز بیرون می آید. حباب های گاز دی اکسید کربن ممکن است در مویینه ها گیر بیفتد و بین خون و محلول، فضای مرده به وجود آورد. در این صورت این حباب ها باعث عدم تحقق انتشار مواد می شوند.

آیا شرایطی وجود دارد که به کارگیری مجدد صافی برای بیمار خاصی مناسب نباشد؟

بیماران با عفونت های سیستمی یا عفونت خونی عموماً از برنامه های به کارگیری مجدد صافی استثنا هستند. بیماران مبتلا به هیپاتیت B از شرکت در برنامه های استفاده مجدد که توسط CMS CfCs برای ESRD تعیین شده است حذف می شوند.

آیا گرفتن رضایت نامه از بیماران برای به کارگیری مجدد صافی برای آنها الزامی است؟

مرکز بیمه و خدمات درمانی آمریکا، گرفتن رضایت نامه کتبی از بیمار را الزامی می داند. رضایت نامه بیمار باید بخشی از سوابق و پرونده پزشکی بیمار باشد. اگر بیمار رضایت کتبی ندهند مجاز به استفاده مجدد از صافی برای او نخواهید بود.