



(مہر 1402) - عبدالرضا محمدی

# آشنایی با RO

- ضرورت
- آب شهری
- استانداردهای آب همودیالیز
- روشهای تصفیه آب
- **پایش و نظارت**
- **نگهداری از دستگاه RO**

# ضرورت

- میزان مصرف آب: در افراد سالم 14 لیتر در هفته
- میزان مصرف آب: در بیماران دیالیزی با هفته ای 3 نوبت 350 تا 600 لیتر در هفته

1. در صورتیکه  $\text{flow} = 500 \text{ ml}$  باشد:

✓  $60 * 500 = 30000 \text{ cc/h} = 30 \text{ l/h}$  در یک ساعت:

✓  $4 * 30 = 120 \text{ lit}$  در یک جلسه دیالیز 4 ساعته

2- در صورتیکه  $\text{flow} = 800 \text{ ml}$  باشد:

✓  $60 * 800 = 48000 \text{ cc/h} = 48 \text{ l/h}$  در یک ساعت

✓  $4 * 48 = 192 \text{ lit}$  در یک جلسه ی 4 ساعته  $4 * 48$

# ضرورت

- لذا مقادیر خیلی خیلی کم هر گونه ماده آلی یا غیر آلی در آب می تواند به بیمار آسیب بزند
- عوارض وجود املاح
- عناصری که در آب شهری اضافه می شود تا آب برای نوشیدن آماده شود در HD خطرناک است (این مواد شامل کلرو فلوراید و سولفات آلومینیوم است)
- انتشار غیر اختصاصی مواد شیمیایی و سموم در داخل غشای دیالیز بیماران دیالیزی را در معرض آلودگی و آسیب قرار می دهد

# عوارض وجود املاح

جدول ۱. اثرات آلاینده های شیمیایی در بیماران همودیالیز

علائم و نشانه ها	آلاینده احتمالی آب
کم خونی	آلومینیوم، کلرامین، مس، روی، فرمالدئید، نیترات
بیماری استخوان	آلومینیوم، فلوراید
فشار خون بالا	کلسیم، سدیم
فشار خون خیلی پایین	باکتری ها، اندوتوکسین ها، نیترات ها
اسیدوز متابولیک	pH پایین، سولفات
ضعف ماهیچه	کلسیم، منیزیم
تهوع و استفراغ	باکتری، کلسیم، مس، اندوتوکسین ها، pH پایین، منیزیم، نیترات، سولفات ها، روی
عیوب عصبی و آنسفالوپاتی	آلومینیوم
همولیز	کلرامین ها، مس، نیترات، فرمالدئید

# استانداردهای کیفیت آب همودیالیز

جدول ۲. استانداردهای کیفیت آب همودیالیز: حداکثر مقدار آلاینده شیمیایی (۴،۳).

آلاینده	حداکثر مقدار توصیه شده (MG/L)	آلاینده	حداکثر مقدار توصیه شده (MG/L)
کلسیم	2 (0.1 mEq/l)	سولفات	100
منیزیم	4 (0.3 mEq/l)	مس، باریم، روی	۰/۱
سدیم	70 (3 mEq/l)	آلومینیوم	۰/۰۱
پتاسیم	8 (0.2 mEq/l)	آرسنیک، سرب، نقره	۰/۰۰۵
فلوراید	۰/۲	کادمیوم	۰/۰۰۱
کلر	۰/۵	کروم	۰/۰۱۴
کلرامین	۰/۱	سلنیوم	۰/۰۹
نیترات	2	جیوه	۰/۰۰۰۲

# استانداردهای کیفیت آب همودیالیز از نظر میکروبیولوژی

جدول ۳. استانداردهای کیفیت آب AAMI HD: استانداردهای اندوتوکسین و میکروبیولوژی برای مایعات دیالیز (۳).

نوع مایع	شمارش میکروبی CFU/ML	اندوتوکسین EU/ML
آب برای آماده سازی دیالیزات (محلول دیالیز)	$\leq 200$	بدون استاندارد
	$< 100^*$	$< 0.25^*$
محلول دیالیز	$\leq 2000$	بدون استاندارد
آب برای شستشو و پردازش دیالیزرها (غشای دیالیز)	$\leq 200$	$\leq 5$
آب برای آماده سازی جهت ضد عفونی کننده دیالیزر	$\leq 200$	$\leq 5$

\* استانداردهای فارماکوپي اروپا (۱۸)

# روش های تصفیه آب

- انتخاب دستگاه بر اساس:
- 1- کیفیت آب مورد نیاز
- 2- میزان آب مورد نیاز
- 3- ملاحظات اقتصادی



# نمای شماتیک اتاق RO

حذف ذرات بزرگتر  
از ۲۰ میکرون  
(حذف کدرورت)

حذف یون های  
کاتیونی نظیر  $Ca^{2+}$   
(ذرات رسوب زا)

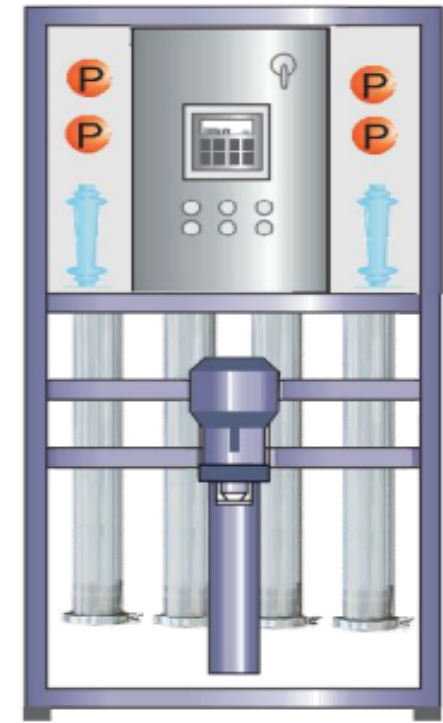
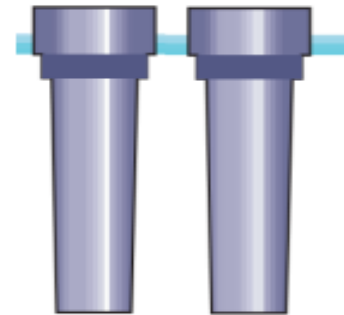
حذف طعم، بو، رنگ،  
BOD، COD، مواد  
آلی و کلر آزاد

حذف ذرات با ابعاد  
۵، ۲ و ۱ میکرون

واحد RO  
حذف ۹۹/۸ - ۹۹  
کلیه ذرات



فیلترهای  
کارتریجی  
چند میکرون



# پیکربندی اتاق RO

- بر اساس کیفیت آب ورودی است
- RO های مختلف از لحاظ ترکیب دستگاهها و ظاهر متفاوت است

# پدیده های جاری در تولید آب همودیالیز

اسمز: فرآیندی که در آن مولکول های آب از خلال یک غشا نیمه تراوا از یک محلول رقیق به سمت محلول غلیظ جریان دارد.

- فشار اسمزی: نیرویی است که باید بر مایع وارد شود تا مانع حرکت آب از بین یک غشای نیمه تراوا شود.

- اسمز معکوس: فرآیند تصفیه آبی است که در آن از یک فشاری بیشتر از فشار اسمزی جهت معکوس نمودن جریان آب از یک محیط غلیظ به رقیق استفاده می شود.



# مراحل تصفیه آب همودیالیز

- 1-فیلتر حذف آهن:معمولا وجود ندارد
- 2-فیلتر شنی :جداسازی گل و لای و ذرات معلق آب
- 3-فیلتر کربن فعال:کلر گیری
- 4-سختی گیر ها در کنار تانک نمک:جداسازی کلسیم و منیزیم آب(آب نرم )
- 5-دیونایزرها:معمولا وجود ندارد
- 6-فیلتر اسمز معکوس در کنار پمپ فشارقوی

## فیلتر کربن فعال

• از آنجا که کلر یک ماده اکسید کننده و ضد عفونی کننده ی بسیار قوی می باشد از آن جهت ضد عفونی کردن آب شهری استفاده می شود، اما بایستی توجه داشت که کلر موجب کم خونی همولیتیک می شود. لذا بایستی در تولید آب RO بطور کامل از آب خارج و پاکسازی شود. کربن همواره به عنوان یک جاذب بسیار قوی ناخالصی ها از سیالات مختلف مد نظر گرفته می شود. کربن فعال (شارکول) کربنی است که بار الکتریکی مثبت به آن القا شده است و به همین دلیل می تواند برخی یون های منفی ناخالص را جذب کند. در برخی از منابع علمی وجود دو فیلتر کربنی در کنار هم را نیز جهت حذف کامل کلر از آب توصیه کرده اند.

## سختی گیر (رزین)

- هرگاه صحبت از سختی آب می شود منظور کلسیم و منیزیم آب می باشد. متداول ترین روش برای حذف سختی ها سختی گیر رزین می باشد. همیشه در کنار یک فیلتر رزینی یک تانک نمک مشاهده می شود، عملکرد فیلتر رزینی به این صورت است که بستر رزین حاوی یون سدیم می باشد. رزین ها از طریق مبادله کلسیم و منیزیم با سدیم سختی آب را می گیرند. وظیفه تانک نمک اینست که در زمان عدم استفاده از RO بستر رزین که حاوی کلسیم و منیزیم است را شستشو می دهد و با مکش نمک بستر رزین دوباره حاوی یون های سدیم جهت سختی گیری مجدد آب می شود.

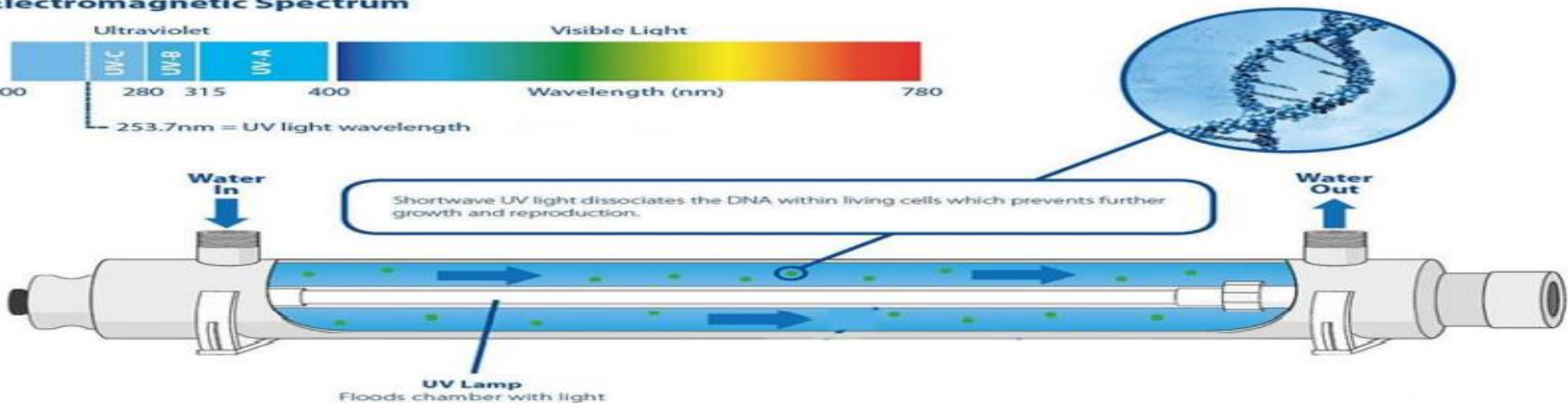
## فیلتر اسمز معکوس (RO)

• در دستگاه RO آب از خلال ممبران های بسیار کوچک که فقط مولکول های آب می توانند عبور کنند می گذرد و آب را عاری از آندوکسین ها و املاح می کند. آب ورودی به دستگاه RO به دو قسمت آب تصفیه شده و پساب غلیظ تبدیل می شود که پساب غلیظ قابلیت استفاده مجدد جهت مصارف روزانه را دارد.

# لامپ ماوراء بنفش (UV)

- این اشعه با نفوذ بر روی پروتوپلاسم و آنزیم سلولها باعث عقیم شدن آنان می شود. این اشعه توانایی دارد که شکل فعال باکتری، ویروس، تک یاخته و اسپور را از کار بیاندازد و از نشر آنها ممانعت به عمل آورد.
- فیلتر فرابنفش برای ضد عفونی کردن آبی کاربرد دارد که دارای سختی بالا نباشد و املاح زیادی در آن وجود نداشته باشد.
- لامپ UV هیچگونه تاثیری بر روی اندوتوکسین ها ندارد و حتی باعث افزایش آنها در آب می گردد لذا پس از لامپ UV باید از فیلترهای اولترا استفاده نمود.
- در صورت استفاده از لامپ UV محل قرار گیری آن مابین سختی گیر رزینی و فیلتر کربنی می باشد.

Electromagnetic Spectrum





لطفا به اسلایدهای بعدی که مطالب جدید و جالبی است  
توجه بیشتری نمایید



# تفاوت دستگاه مدیکال و غیر مدیکال

محاسن	دستگاه مدیکال	دستگاه صنعتی
کاهش خطای انسانی صرفه جویی قابل توجه در مصرف آب کاهش ریسک خواب دستگاه و خواب بخش دیالیز	شیر برقی	شیر کنترل دستی
حذف بیشتر و موثر تر مواد معلق در مقایسه با فیلتر های شنی حذف برخی یون ها از جمله یون های سولفات و آهن و در نتیجه کاهش خورندگی و رشد میکروارگانیزم ها حذف موثر یون های 3 و 4 ظرفیتی قبل از ممبران	فیلتر مولتی مدیا	فیلتر شنی
افزایش راندمان عملکرد ممبران ها	رزین	آنتی اسکالنت
رعایت زمان 10 دقیقه ای تماس با بستر کربنی	فیلتر کربن دوگانه سری	فیلتر کربن
کاهش رشد میکروارگانیزم ها در مخزن رزین به علت وجود کلر	فیلتر کربن بعد از رزین	فیلتر کربن قبل از رزین

# تفاوت دستگاه مدیکال و غیر مدیکال

ممبران صنعتی	ممبران مدیکال	FDA ممبران مدیکال دارای تاییدیه فاقد فضای مرده و عدم امکان رشد میکروارگانیسم ها و تشکیل بیوفیلم فیلتراسیون 99/8 در مقابل فیلتراسیون 95 تا 99 درصدی
عدم کنترل دما	توانایی کنترل دما	جلوگیری از آسیب رساندن به بیمار کاهش قابل توجه مصرف آب و افزایش بازدهی دستگاه
افلاین بودن	انلاین بودن	عدم ایجاد سکون و رشد میکروارگانیسم ها در مخزن ذخیره CO2 عدم واکنش با گازهای ... ,
فاقد مجوزهای پزشکی	پروانه پزشکی	پروانه ساخت از اداره کل تجهیزات پزشکی استاندارد ایزو 13485

# پایش و نظارت Monitoring

- از مهم ترین موارد در مدیریت بخش های همودیالیز است
- کوچک ترین سهل انگاری فاجعه انسانی را در پی خواهد داشت
- عدم رعایت پایش روزانه و مرتب گروه و تیم درمانگر را با مشکل مواجه می کند

# پایش و نظارت Monitoring

جدول ۵. توصیه های نظارت و نگهداری AAMI برای سیستم تصفیه آب.

نظارت میکروبیولوژیک
تمام سیستم های تحویل دیالیز باید حاوی مقادیر قابل قبولی از باکتری ها باشد، همانطور که در AAMI توصیه می شود، همانطور که در جدول ۳ آمده است
محیط کشت باکتری دستگاه های دیالیز و سیستم RO حداقل ماهانه انجام می شود
تمام نتایج شمارش محیط کشت برای هر دستگاه دیالیز و سیستم تحویل آب مستند سازی و ثبت می شود
آزمایش های اضافی اگر علائم بالینی نشان می دهد که واکنش پیروژنیک وجود دارد یا پس از اصلاح روش تصفیه آب یا سیستم توزیع، و یا برای هر سیستم جدید انجام می شود
نظارت بر آلاینده های شیمیایی
در راه اندازی تاسیسات و از هر ۶ تا ۱۲ ماه، آب تولیدی RO برای آلودگی های شیمیایی لیست شده AAMI مورد تجزیه و تحلیل قرار بگیرد (جدول ۲)
مقادیر کلر یا کلرامین روزانه در محل قبل از هر بیمار آزمایش می شود*
نتایج تجزیه و تحلیل باید در دفترچه روزانه مستند شود
راه اندازی و آزمایش سیستم RO
واحد RO باید با هر راه اندازی آزمایش شود تا مطمئن شود آب سالم در دسترس است

# پایش و نظارت Monitoring

تمام نتایج آزمون باید در دفتر مستندات روزانه ثبت شود، روش:

۱- مقدار نمک را در مخزن ذخیره نمک بررسی کنید

۲- سختی آب را در آب سختی گیری شده آزمایش کنید

۳- آزمایش کتری یا کلرامین آب تولیدی، آب که بیش از استاندارد AAMI می باشد نباید برای دیالیز استفاده شود

۴- فشار، دما، میزان جریان و هدایت الکتریکی همه موارد را بررسی و ثبت کنید

## نگهداری

تمام تجهیزات باید مطابق توصیه های سازنده نگهداری شود.

چک کردن کنترل کیفیت باید بر اساس روش و برنامه توصیه شده توسط سازنده انجام شود

چک کردن نشت جریان برق باید به طور مرتب انجام شود \*

تمام تجهیزات، شامل تصفیه آب و دستگاه HD، باید یک چک لیست اختصاصی و ثبت تعمیر و نگهداری داشته باشند.

مقررات هنگام تهیه روش های نگهداری پیشگیرانه یا تعمیرات رعایت شود \*

شخصی که تعمیر و نگهداری را انجام می دهد باید چک لیست تعمیر و نگهداری را پر کرده و تاریخ آن را ثبت نماید

\* توصیه شده توسط U.S. FDA

# پایش و نظارت

- مانیتورینگ آب RO که شامل موارد ذیل می شود :
- EC - PH - سختی - کلر - TDS
- با توجه به اهمیت آب تولیدی RO در بهبود عملکرد دستگاه دیالیز و حال عمومی بیماری که در حال همودیالیز است لذا بایستی آب تولیدی RO به صورت مداوم چک شود تا اگر مشکلی وجود داشت قبل از آنکه باعث اختلال در کار شود مرتفع گردد.
- سنجش PH آب : این پارامتر بایستی به صورت روزانه قبل و بعد از ممبران ها چک شود. محدوده آن بایستی بین 6.5 الی 7 باشد و کمتر یا بیشتر شدن آن بایستی به تکنیسین RO اطلاع داده شود. اسیدشویی ممبران ها توسط تکنیسین به صورت دوره ای مشکل را مرتفع می کند.
- سنجش سختی آب : سختی آب در واقع وجود کلسیم و منیزیم در آب است . واحد سنجش آن میلی گرم بر لیتر است
- سنجش Ec آب: همان کانداکتیویته آب است . در واقع نشاندهنده مجموع کاتیون ها و آنیون های آب است .
- Total Dissolved Solids : TDS در واقع کل ناخالصی های جامد حل شده در آب است . واحد آن ppm است.
- کلر سنجی : وجود کلر در آب تولیدی RO امکان بایستی به صفر برسد. حتی برخی از منابع علمی وجود دو تانک کربن فعال در RO جهت به حداقل رساندن میزان کلر موجود در آب را مفید می دانند.

## نکته

- نکته : اگر دستگاه سنجش EC در بخش موجود نبود شما می توانید با فرمول زیر EC را محاسبه نمایید .

$$EC = 1.6TDS$$

•



# نگهداری دستگاه RO

جمع شدن ذرات معلق در خلل و فرج فیلتر مولتی مدیا، باعث افت فشار می گردد که اگر این افت فشار بیشتر از 10 درصد باشد، باید صافی را شستشو داد .

• زمان نمونه گیری از بسترهای کربنی و رزینی باید حداقل 15 دقیقه پس از شروع به کار دستگاه باشد.

• هر گاه میزان سختی آب از 35 میلی گرم بر لیتر تجاوز نماید باید فرایند احیای بستر رزینی مجددا صورت پذیرد.

هر گاه میزان کلر موجود در خروجی فیلتر کربن اکتیو بیشتر از 0.1mg/l گردد فرایند دیالیز باید متوقف گردیده و فیلتر کربن مجددا احیا گردد.

• هرگاه در آب خروجی بیش از یک دهم میلی گرم کلر اندازه گیری شود باید نسبت به تعویض مخزن اقدام گردد ، حداکثر زمان تعیین شده جهت تعویض فیلتر 12 ماه می باشد

# نگهداری دستگاه RO

- قطع برق ممکن است منجر به تغییر تنظیمات مد بکواش دستگاه در زمان انجام دیالیز گردیده و بیمار در معرض سختی آب، کلر و کلرامین قرار گیرد لذا چک نمودن تنظیمات شیرهای برقی سختی گیر و فیلترکربن در این اوقات الزامی می باشد.
  - پس از تعویض زغال توصیه می گردد به مدت 8 ساعت فرایند بکواش صورت پذیرد.
  - حداکثر فاصله بین دو بکواش یک هفته می باشد.
  - فیلتر کارتریجی باید هر یک ماه یکبار تعویض گردد.
- در طراحی دستگاه باید در صورتی که میزان کلر آب ورودی بیش از 0.1 میلی گرم در لیتر باشد حتما باید از دوفیلتر کربن به صورت سری استفاده نمود که حداقل زمان برای برقراری تماس موثر بین بستر زغالی و آب عبوری 10 دقیقه (هر فیلتر حداقل 5 دقیقه) می باشد.

# نگهداری دستگاه RO

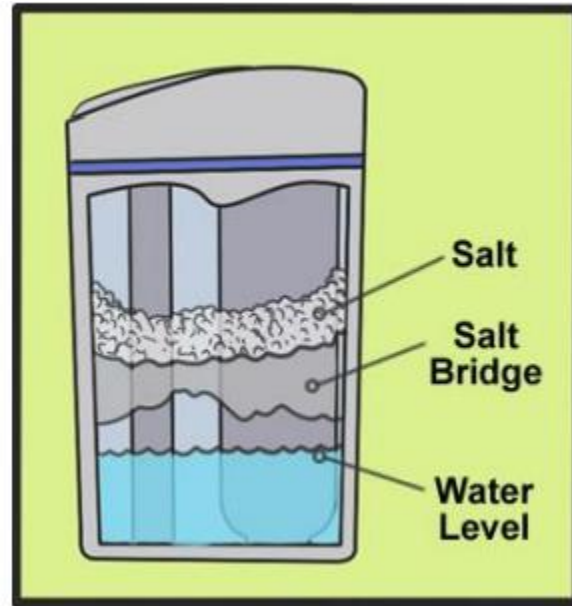
- برای افزایش ایمنی بیمار هر 6 ماه یکبار بهتر است که زغال مخزن اول تعویض گردیده و مخزن دوم به جای مخزن اول منتقل گردیده و فیلتر جدید به جای فیلتر دومی قرار گیرد زیرا حداکثر زمانی که توصیه میشود زغال در معرض آب بدون کلر قرار داشته باشد 6 ماه می باشد. (جلوگیری از رشد میکروارگانیسم ها)
- برای انجام موثر فرایند بکواش مخزن کربن حداکثر باید تا 50 درصد حجم خود با کربن پر شده باشد. هرگاه فشار خروجی مخزن نسبت به فشار ورودی بیشتر از ده درصد افت نماید باید عمل بکواش و یا تعویض کربن صورت پذیرد.
- در فیلتر کربن اکتیو باید از زغال های فعال شده با اسید استفاده گردد تا فلزات موجود در زغال مانند آلومینیوم حذف گردیده و به بیمار آسیب نزنند، همچنین نباید از زغال های فعال شده با بخار آب استفاده گردد زیرا حاوی فلزات سنگین هستند که می توانند به ممبران و بیمار آسیب وارد کنند.

# نگهداری دستگاه RO

- در مخازن نمک باید از تشکیل پل نمکی Bridge Salt جلوگیری نمود.
- دلایل ایجاد پل نمکی:
- مرطوب بودن محیط اتاق RO
- استفاده از نمک بی کیفیت
- ریختن نمک بیش از اندازه نیاز در مخزن
- \*به علت وجود آلودگی و رسوبات و همچنین احتمال آسیب دیدگی اورینگ ها، پیستون ها و گرفتگی مسیرهای شیربرقی بهتر است از قرص نمک به جای سنگ نمک استفاده نمود.

# نگهداری دستگاه RO

- به ازای هر 0.3 مترمکعب (30 لیتر) رزین تقریباً 3 کیلوگرم نمک نیاز می باشد.



# نگهداری دستگاه RO

پارامترهای توصیه شده جهت نظارت بر عملکرد سیستم تصفیه آب

دوره پایش	پارامتر پایش شده	فرایند پاکسازی
روزانه	فشار ورودی و خروجی	فیلتراسیون
روزانه	سختی آب تولیدی	سختی گیر
روزانه	میزان نمک در مخزن نمک	
روزانه	فشار ورودی و خروجی	فیلتر کربن فعال
قبل از هر بیمار*، روزانه	غلظت کلرامین آب کمتر از ۱ / میلی گرم در لیتر	
روزانه	چک نمودن زمان شسشتشوی کلیه فیلترها	شسشتشوی معکوس (بکواش)
روزانه	هدایت آب ورودی و تولیدی	اسمز معکوس
روزانه	میزان فشار و جریان آب ورودی و تولیدی	
روزانه	دمای آب	
روزانه	کاهش فشار و جریان بعد از فیلتر	فیلترهای اندوتوکسین
سالانه، پس از هر تعمیر اساسی	اندازه گیری پارامترهای شیمیایی اب ورودی و خروجی	تست شیمیایی آب
ماهانه، یک هفته پس از تعمیر	اندازه گیری میزان باکتری ها و اندوتوکسین آب	تست میکروبی و اندوتوکسین

بیا به از صحن

بوی ماه

