

رزین حذف نیترات

حذف نیترات، همواره یکی از دغدغه های مهم در حوزه تصفیه آب و فاضلاب بوده است. استفاده از رزین های تبادل یونی، از رایج ترین روش های حذف نیترات است که بحث ها و نقطه نظرات گوناگونی در خصوص آن مطرح شده است. در این مقاله، به بررسی انواع رزین های تبادل یونی شرکت معتبر پرولایت (Purolite) که برای حذف نیترات مورد استفاده قرار می گیرند، پرداخته شده و ضمن مقایسه، مزایا و محدودیت های آنها نیز بررسی می شود.

بحث وجود و میزان مجاز نیترات در آب، مدتی است که به واسطه اهمیت آن و مشکلاتی که ممکن است برای سلامتی انسان به وجود بیاورد، مورد توجه زیادی قرار گرفته است. استفاده زیاد از کودهای شیمیایی، یکی از مهمترین دلایلی است که باعث افزایش نگرانی ها در خصوص میزان نیترات موجود در آب های زیرزمینی شده است. به همین دلیل، استانداردهای سازمان حفظ محیط زیست آمریکا و سازمان بهداشت جهانی، میزان مجاز نیترات را به ترتیب، ۴۵ و ۵۰ میلیگرم بر لیتر اعلام کرده اند. استفاده از رزین های تبادل یونی، یکی از بهترین روش ها برای رساندن نیترات به این حد مجاز می باشد.

البته انتخاب رزین مناسب و طراحی بهینه دستگاه حذف نیترات، کار ساده ای نیست و به تجربه و تخصص قابل توجهی نیاز دارد. در این مقاله، بنا داریم تا به بررسی نحوه انتخاب بهترین نوع رزین و تجهیز مناسب برای حذف نیترات از آب بپردازیم.

بسته به نوع سیستم تصفیه طراحی شده و میزان آلاینده های موجود در آب خوراک، هدررفت آب در یک سیستم تصفیه آب با استفاده از رزین تبادل یونی، بین ۳ تا ۰,۲ درصد است که از این جهت نسبت به تصفیه آب به روش اسمز معکوس که هدرفتی حدود ۲۰ تا ۲۵ درصد دارد، ارجح است.

قوانین سخت گیرانه تر و نیز افزایش هزینه های آب دورریز، باعث شده که فناوری ها و روش هایی امروزه بیشتر مدنظر قرار گیرند که میزان هدررفت آب را به حداقل برساند. آب دورریز ناشی از احیا در سختی گیرها، معمولاً یا به نقطه ای برای ریخته شدن به فاضلاب برده میشود، یا به حوضچه تبخیر منتقل و یا به چاه عمیق جهت بازگردنده شدن به سفره های آب زیرزمینی تزریق می شود.

رسیدن به حداقل هدررفت آب در یک سیستم حذف نیترات به روش تبادل یون، به عوامل زیر بستگی دارد:

- کیفیت شیمیایی آب خوراک برای تصفیه

- نوع رزین انتخاب شده

- طراحی سیستم حذف نیترات

انتخاب رزین مناسب برای حذف نیترات

حذف نیترات می تواند توسط انواع مختلفی از رزین ها انجام شود:

- رزین های آنیونی بازی قوی مخصوص حذف نیترات (Nitrate Selective)

- رزین های آنیونی بازی قوی نوع ۱

- رزین های آنیونی بازی قوی نوع ۱ با ظرفیت بالا

- رزین های آنیونی بازی قوی نوع ۲

- رزین های آنیونی بازی ضعیف

انتخاب رزین مناسب برای حذف نیترات از بین گزینه های فوق، بسته به ترجیحات مصرف کننده و همینطور الزامات سیستم طراحی شده دارد. از جمله این پارامترها، می توان به موارد زیر اشاره نمود:

- بوی زننده رزین های آنیونی بازی قوی نوع ۱ در مقابل بدون بو بودن رزین های آنیونی بازی قوی نوع ۲

- احتمال نشتی نیترات در رزین های نوع ۱ و ۲ در صورت کارکرد زیاد دستگاه پس از اشباع رزین

- لزوم استفاده از رزین های مخصوص حذف نیترات زمانی که میزان سولفات آب خوراک بالا باشد.

- استفاده از رزین های آنیونی بازی قوی نوع ۱ با ظرفیت بالا برای کاهش هزینه های عملیاتی و به حداقل رساندن هدررفت آب

- عدم استفاده از رزین های آنیونی بازی قوی مخصوص حذف نیترات زمانی که هدف، حذف همزمان نیترات و آرسنیک از آب باشد.

- استفاده از فرآیند جدید حذف نیترات توسط رزین های آنیونی بازی ضعیف که می تواند باعث کاهش آب دورریز تا میزان ۰,۲٪ کل آب ورودی برای تصفیه شود.

از میان موارد فوق، دو آیتم مستقیماً به ترجیحات مصرف کننده برمی گردد:

- وجود بو در آب تصفیه شده

- نشتی نیترات به داخل آب تصفیه شده

رزین های آنیونی بازی قوی نوع ۱ که با ماده تری متیل آمین تولید می شوند، باعث ایجاد بوی ضخم ماهی در آب می شوند که توسط افراد حساس به بو، حتی در مقادیر خیلی کم، قابل تشخیص است. رزین $9149E/600A$ پرولایت، نمونه ای از رزین های آنیونی بازی قوی نوع ۱ است. انتخاب رزین بدون بو، برای مصارف خانگی از اهمیت بالایی برخوردار است. در این موارد، استفاده از رزین های آنیونی بازی قوی نوع ۱ و همینطور نوع با ظرفیت بالای آن، می بایست از گزینه های انتخاب حذف شوند. رزین های آنیونی بازی قوی نوع ۲ که از ماده دی متیل اتانول آمین تولید می شوند، بدون بو بوده و برای استفاده در مصارف خانگی می تواند انتخاب مناسبی باشد. رزین $E300A$ پرولایت، یک نمونه از رزین های آنیونی بازی قوی نوع ۲ می باشد.

استفاده و بهره برداری نامناسب و عدم احیای به موقع رزین های آنیونی بازی قوی نوع ۱ و نوع ۲، ممکن است منجر به تخلیه نیترات انباشته شده در رزین بصورت ناگهانی به داخل آب تصفیه شده شود. در این حالت، نیترات تجمع یافته بر روی رزین، توسط سایر آنیون هایی که تمایل به جذب به رزین دارند (مانند سولفات)، از رزین جدا شده و به سمت آب تصفیه شده رانده می شوند. در این پدیده، ممکن است میزان نیترات وارد شده به آب تصفیه شده، حتی از میزان نیترات در آب خوراک نیز بیشتر شود.

رزین های آنیونی مخصوص حذف نیترات

بصورت کلی، در تصفیه آب آشامیدنی، آنیون های اصلی که برای جذب شدن به رزین با یکدیگر رقابت دارند، عبارتند از سولفات، نیترات، بی کربنات و کلر. ترتیب گزینش جذب آنیون ها توسط رزین های آنیونی بازی قوی نوع ۱ و نوع ۲، بصورت زیر است:

Sulfate > Nitrate > Chloride > Bicarbonate

برای جلوگیری از نشستی نیترات به آب تصفیه شده (مطابق آنچه در بالاتوضیح داده شد) و همینطور برای آب هایی که میزان سولفات در آنها بالا است، رزین های آنیونی مخصوص حذف نیترات (مانند رزین E520A پرولایت) مورد استفاده قرار می گیرند. در رزین های مخصوص حذف نیترات، ترتیب گزینش آنیون ها برای جذب به رزین به شکل زیر در می آید:

Nitrate > Sulfate > Chloride > Bicarbonate

همانگونه که ملاحظه می شود، جای نیترات و سولفات برای جذب به رزین مخصوص حذف نیترات نسبت به رزین های آنیونی بازی قوی نوع ۱ و نوع ۲، جابجا شده است.

همانطور که بیان شد، یکی از موارد مصرف رزین های مخصوص حذف نیترات، برای آبهایی است که میزان سولفات آنها بالاست. به عنوان یک قاعده تجربی، اگر میزان سولفات نسبت به مجموع سولفات و نیترات موجود در آب، بالای ۶۰٪ باشد، استفاده از رزین های مخصوص حذف نیترات بر رزین های آنیونی بازی قوی نوع ۱ و نوع ۲ ارجح است.

در تصفیه خانه های شهری که فاصله تصفیه خانه تا نقاط مصرف در منازل مصرف کنندگان زیاد است، معمولاً موضوع بوی رزین، مشکل جدی ایجاد نمی کند. ضمناً این مجموعه ها چون دارای اپراتورهای با تجربه تری بوده و کنترل بهتری روی عملکرد رزین ها وجود دارد، احتمال نشستی نیترات هم پایین خواهد بود. در تصفیه خانه های بزرگ، استفاده از رزین هایی که هزینه های عملیاتی و دورریز آب کمتری داشته باشند، اهمیت زیادی پیدا می کند. بصورت کلی، استفاده از رزین های آنیونی بازی قوی نوع ۱ و نوع ۲ و همینطور رزین های مخصوص حذف نیترات، گزینه های معمول و قابل قبولی هستند که در بسیاری از این موارد استفاده قرار می گیرند.

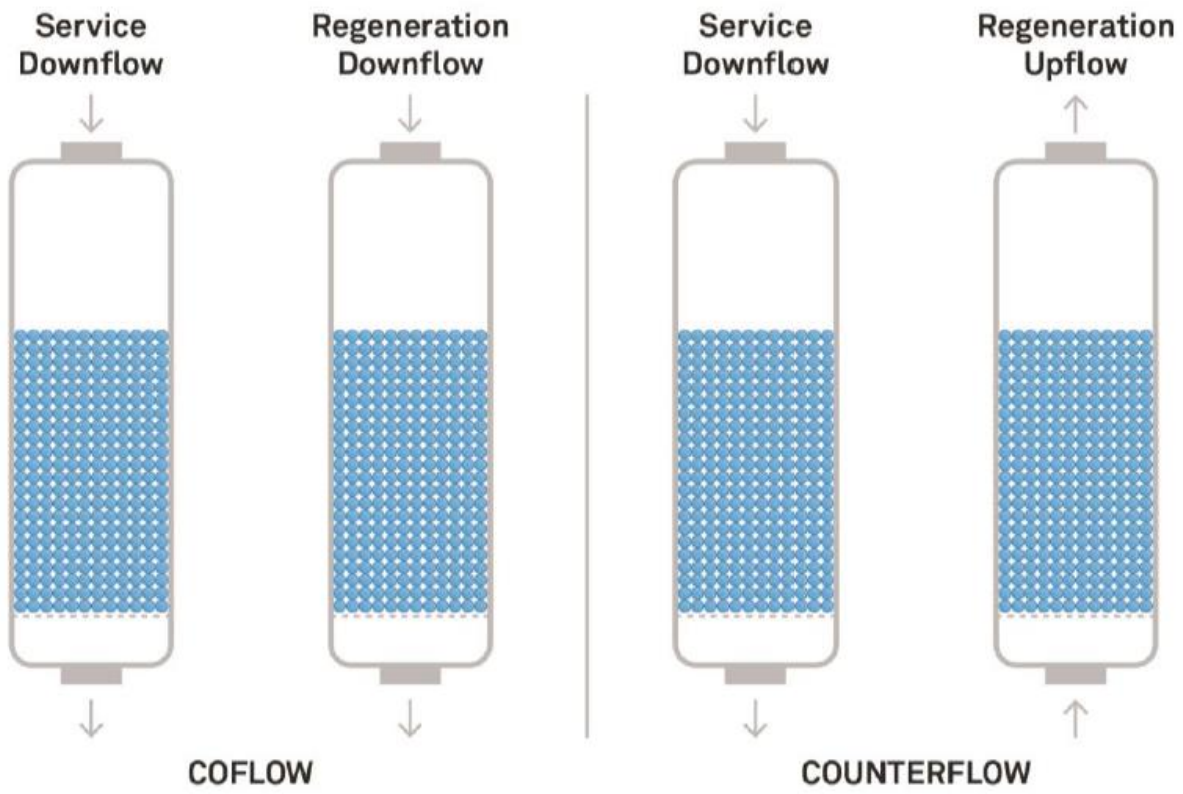
رزین های آنیونی بازی قوی نوع ۱ با ظرفیت بالا (مانند رزین پرولایت E/60A 9149)، دارای ظرفیتی حدود ۱۲ تا ۱۵ درصد بیشتر از رزین های عادی آنیونی بازی قوی نوع ۱ هستند. این افزایش ظرفیت، باعث کاهش در میزان آب دورریز شده است.

ضمناً فرآیند جدیدی توسط شرکت پرولایت ارائه شده است که در آن، با استفاده از رزین آنیونی ضعیف، میزان آب دورریز را می توان به کمتر از ۰,۲٪ آب ورودی رساند. این در حالی است که میزان آب دورریز در سیستم های رزینی عادی، بین ۱ تا ۳ درصد است.

جمع بندی شاخصه های معرفی شده را می توان در جدول زیر مشاهده نمود:

نوع رزین	بدون بو بودن	احتمال نشتی نیترات	داشتن حداکثر ظرفیت
آنیونی بازی قوی مخصوص حذف نیترات	بله	خیر	خیر
آنیونی بازی قوی نوع ۱	خیر	بله	خیر
آنیونی بازی قوی نوع ۱ با ظرفیت بالا	خیر	بله	بله
آنیونی بازی قوی نوع ۲	بله	بله	خیر
آنیونی بازی ضعیف (فناوری مخصوص)	بله	خیر	خیر

در مورد نحوه احیای دستگاه های رزینی برای حذف نیترات، توصیه می شود که از احیای نوع پایین به بالا (Counter-Flow) استفاده شود. این روش احیا نسبت به روش بالا به پایین (Down-Flow) مزیت داشته و احیای این رزین با بازدهی بالاتری صورت خواهد گرفت.



در مورد میزان نمک مورد نیاز برای احیای رزین هایی که برای حذف نیترات مورد استفاده قرار می گیرند نیز توصیه هایی وجود دارد. سه میزان ۱۲۰، ۱۶۰ و ۲۰۰ گرم نمک بر لیتر رزین، معمولاً به عنوان غلظت قابل قبول محلول نمک برای این رزین ها پیشنهاد شده است.