

نمک‌زدایی یک مرحله از روند تولید آب آشامیدنی، کشاورزی یا صنعتی، از اقیانوس یا آب‌های هدررفته است. قبل یا بعد از حذف نمک، آب باید تصفیه شود. فرآیند دفع (حذف یون‌ها برای گیاهان سمی است و فلزات سنگینی مانند آرسنیک و جیوه که برای انسان مضر هستند) می‌تواند به مراتب مشکل باشد.

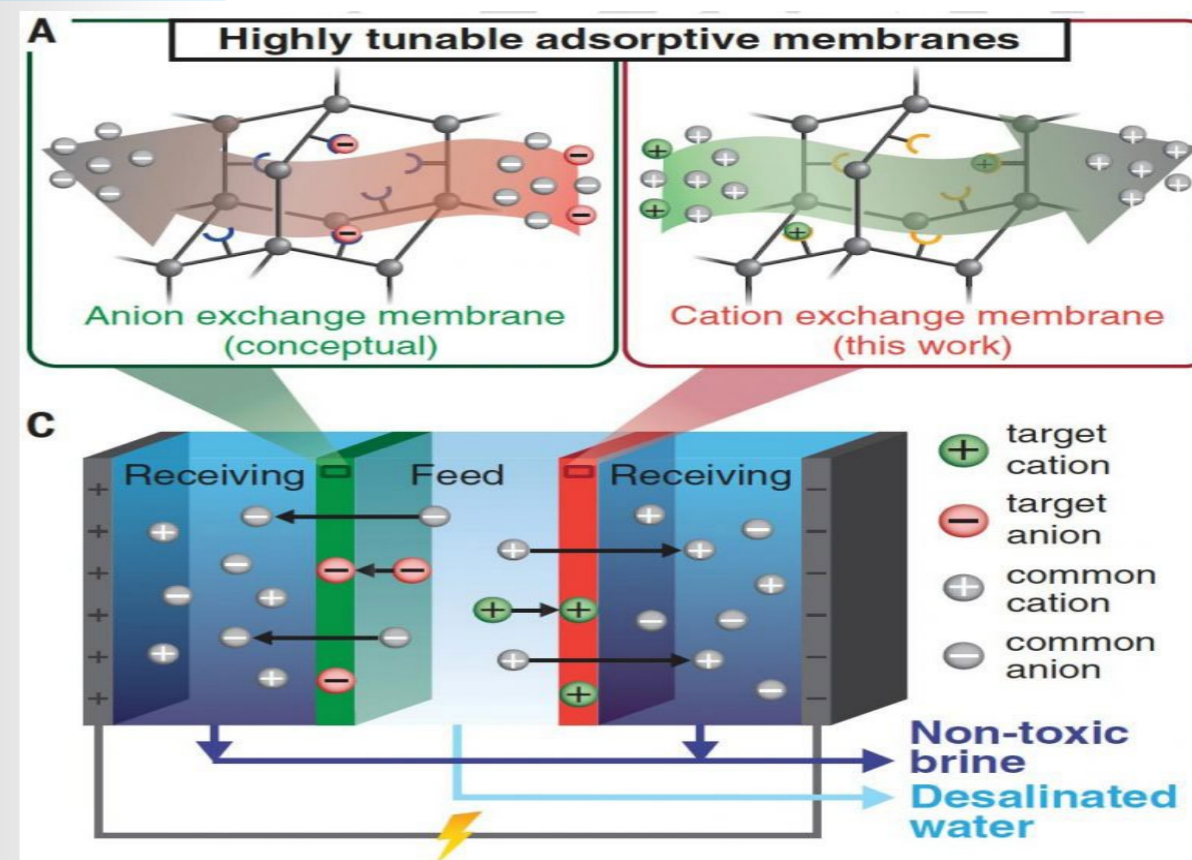
معمولا برای فرآیندهای نمک‌زدایی (جداسازی نمک)، که خیلی بیشتر از یون‌های سدیم و کلر در آب وجود دارند، از یک غشاء اسمز معکوس استفاده می‌کنند که آب می‌تواند از آن عبور کند ولی یون‌ها نمی‌توانند یا برعکس.

نمک‌زدایی یا تصفیه آب با گیاهان معمولا نیاز به سلسله مراحل طولانی از قبیل هزینه‌ی بالا، سیستم‌های پیش‌فرآوری و پسا اصلاح دارد که آب باید از تمامی این مراحل عبور کند. اما دانشمندان توانسته‌اند راهکارهایی برای ساده‌سازی حذف مواد فلزی سمی مانند جیوه و بور در نمک‌زدایی برای تولید آب پاک، همانند گرفتن فلز باارزشی مثل طلا، پیدا کنند. در تکنولوژی جدید، یعنی پوسته‌ی پلیمری انعطاف‌پذیر ترکیبی با ذرات نانوی PAF، ما توانایی انجام چند مرحله را در یک مرحله داریم. می‌توان این کار را در تنظیمات موجود پیاده‌سازی کرد. یک پوسته‌ی پلیمری انعطاف‌پذیر ترکیبی با ذرات نانوی PAF، تقریباً ۱۰۰٪ فلزاتی مانند جیوه، مس، آهن را طی نمک‌زدایی جذب می‌کند. تکنولوژی جدید، از یک غشاء که بر پایه‌ی نمک‌زدایی الکترودیالیز عمل می‌کند استفاده می‌کند. این غشاء تقریباً ۱۰۰٪ فلزات سمی را حذف کند و در نهایت منجر به تولید آب‌نمک خالص یا آب خالص و جدا کردن فلزات باارزش برای استفاده‌ی آن‌ها در موارد دیگر شود. شیمی‌دانان دانشگاه برکلی، پلیمری انعطاف‌پذیر را سنتز کرده‌اند که در حال حاضر برای فرآیند جداسازی استفاده می‌شود و به کمک نانوذرات تعبیه شده، می‌تواند برای جذب فلزات یونی خاص مانند طلا، اورانیوم و ... استفاده شود. همچنین می‌تواند یک نوع واحد نانو ذره‌ی تنظیم شده را در خود جای دهد. یعنی اگر فلزات از چند نوع مختلف هستند هرکدام از نانو ذرات تنظیم شده می‌توانند فلز یا ترکیب یونی خاصی را جذب کنند.

پوسته‌ی پلیمری پوشش داده شده توسط نانوذرات، در آب و در دماهای بالا بسیار پایدار و مقاوم است. این در صورتی است که بسیاری از جاذب‌ها این ویژگی را دارا نیستند مانند اغلب مواد MOF زمانی که این پوسته‌های پلیمری با یک غشاء که بر پایه‌ی سیستم‌های الکترودیالیز است ادغام می‌شوند (جایی که یک ولتاژ الکتریکی یون‌ها را به سمت پوسته حرکت می‌دهد تا نمک‌ها و فلزات را حذف کند) تاثیر بسیار بیشتری از خود برجای می‌گذارند.

نانوذرات استفاده شده در پوسته‌ی پلیمری، با نام "بدنه‌های آروماتیک متخلخل" (PAF یا Porous aromatic frameworks) شناخته می‌شوند که به شکل شبکه‌های سه‌بعدی از اتم‌های کربن دارای حلقه‌های آروماتیک هستند. این ساختار شبیه به ساختار داخلی الماس است که حلقه‌های آروماتیک به آن متصل شده‌اند و باعث ایجاد فضای داخلی زیادی شده‌است. هر یک از آن‌ها قطری حدود ۲۰۰ نانومتر دارند. مولکول‌های مختلف می‌توانند به پیوندهای آروماتیک متصل شوند تا به این صورت مواد شیمیایی خاص مورد نظر جذب شوند. با توجه به شواهد، این پوسته می‌تواند حداقل ده‌بار، بدون از دست دادن توانایی جذب فلزات یونی استفاده شود. پوسته‌های حاوی PAFs می‌توانند فلزات جذب شده را از خود آزاد کنند و برای استفاده‌ی مجدد آماده‌سازی شوند.

این تکنولوژی که در حال حاضر موجود است، با توجه به مواد سمی که با آن‌ها سروکار داریم انتخاب می‌شود. به طور مثال ممکن است با مشکلات آبی در بنگلادش، که آب دارای آهن و آرسنیک است و یا میشیگان که آب حاوی سرب است مواجه باشیم. بنابراین غشاء مصرفی مورد استفاده متفاوت است.



Reference:

“Ion-capture electro dialysis using multifunctional adsorptive membranes” by Adam A. Uliana, Ngoc T. Bui, Jovan Kamcev, Mercedes K. Taylor, Jeffrey J. Urban and Jeffrey R. Long, 16 April 2021, Science.

DOI: 10.1126/science.abf5991

Long and Uliana’s collaborators were Jeffrey Urban and postdoctoral fellow Ngoc Bui of Lawrence Berkeley National Laboratory and Jovan Kamcev and Mercedes Taylor of UC Berkeley. The work was supported by the U.S. Department of Energy and the National Science Foundation.