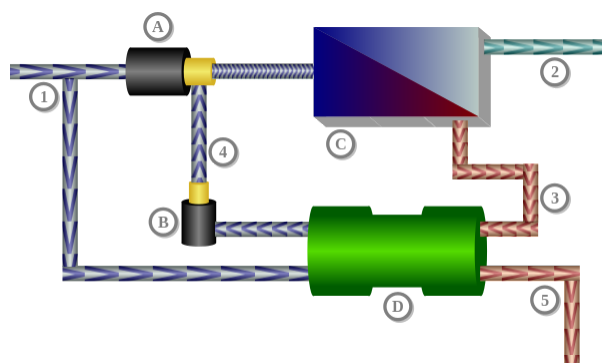


اسمز معکوس

برای تأییدپذیری کامل این مقاله به منابع بیشتری نیاز است.

[بیشتر بدانید](#)

اسمز معکوس (یا گذرندگی وارون) **(به انگلیسی: Reverse Osmosis)** فرایند تصفیه آبی است که در آن از **فشار** برای معکوس نمودن جریان **اسمزی آب** از درون یک **غشای نیمه‌تراوا** برای تولید آب خالص و حذف یون‌ها، مولکول‌ها و ذرات بزرگتر حل شده در آب استفاده می‌شود. اگر یک غشای نیمه‌تراوا بین دو محلول آب خالص و آب ناخالص قرار گیرد آب به صورت طبیعی و تحت خاصیت اسمزی از **غلظت** پایین‌تر به غلظت بالاتر جریان می‌یابد. این پدیده تا هنگامی که **پتانسیل‌های شیمیایی** دو طرف برابر گردند ادامه خواهد یافت. در **حالت تعادل** اختلاف فشار بین دو طرف غشا برابر اختلاف **فشار اسمزی** است. اگر فشاری برابر با اختلاف فشار اسمزی به محلول غلیظ‌تر اعمال گردد جریان آب قطع خواهد شد. در صورتی‌که فشار اعمال شده بیشتر از فشار اسمزی باشد، جهت جریان طبیعی آب، معکوس خواهد گردید. این تکنولوژی در دستگاه‌های تصفیه آب خانگی نیز استفاده می‌شود.



طرح وارهای از یک سیستم گذرندگی وارون (آب شیرین کن)

۱: جریان ورودی از آب دریا

۲: جریان آب تصفیه شده (۴۰٪)

۳: جریان تغلیظ شده (۶۰٪)

۴: جریان آب دریا (۶۰٪)

۵: مواد ته مانده (فاضلاب)

A: پمپ فشار بالا

B: پمپ گردش آب

C: واحد اسمز به همراه غشا

D: مبدل فشار

در این روش آب با فشار از میان غشایی گذرانده می شود که **نیترات** و سایر **مواد معدنی** و بسیاری از مواد شیمیایی و میکروارگانیزمها (عمدتاً باکتریها) را حذف می کند. نیم تا دو سوم آب پشت این غشا باقی می ماند که به عنوان آب پسمانده (Concentrate) دور ریخته می شود. می توان پسماند خروجی را مجدداً به سیستم بازگرداند تا در مصرف آب صرفه جویی به عمل آید. اگر **پسآب** خروجی که نیم تا دو سوم آب را تشکیل می دهد در یک سیکل چرخشی وارد شود می توان راندمان سیستم را افزایش داد.

همچنین بهترین روش نمک زدائی از آب های شور استفاده از فرایند گذرندگی وارون می باشد، زیرا سیستم پیچیده ای نداشته و راهبری آن قابلیت کنترل بیشتری از دیگر روش ها دارا می باشد و با توجه به توسعه روش های پیشرفته تولید **غشاهای پلیمری**، به کارگیری این روش، توجیه بیشتری دارد.



کارخانه آب شیرین کنی به روش گذرندگی وارون

صنایع امروز برای تصفیه آب مورد استفاده در بخش های تولید بخار و فرایند خود از سیستم گذرندگی وارون به فراوانی استفاده می کنند. اساس کار این دستگاه ها بر عبور مولکول های غیر یونی مثل آب از یک غشاء با روزنه های بسیار ریز بنا

شده است. این غشاءها به صورتی ساخته شده اند که مولکول های خنثی را به راحتی از خود عبور می دهند. به همین دلیل آب ورودی به سیستم، که دارای املاح مختلف است به آب تقریباً خالص تبدیل می گردد. در سیستم گذرندگی وارون، جریان ورودی یا خوراک (Feed) به دو جریان آب تصفیه شده (Permeate) و پساب غلیظ (Concentrate) یا (Brine) تبدیل می شود. سیستم گذرندگی وارون که به واسطه فیلتری که به آن **ممبران** یا غشاء گفته می شود عملیات جداسازی مولکول را انجام می دهد. به این صورت که غشاء یا لایه های به هم تابیده شده به دور یک لوله استوانه ای که بیشتر از جنس پلاستیک است با روزنه هایی که اندازه آنها از یک ده هزارم میکرون کوچکتر هستند آلاینده های آب را جداسازی می کند. این آلاینده های آب شامل **نیترات، انگل، باکتری، قارچ، سموم کشاورزی، نمک** و سایر املاح محلول آلوده کننده می باشند.

اساس کار گذرندگی وارون

فرض کنید دو ظرف، یکی حاوی آب نمک (۱) و دیگری حاوی آب خالص (۲) توسط یک لوله به یکدیگر متصل بوده و هر دو دارای ارتفاع مساوی از آب و در یک سطح قرار داشته باشند. جهت برقراری تعادل در غلظت یون های سدیم و کلراید از ظرف آب نمک، یون های نمک به صورت **نفوذ مولکولی** به ظرف آب خالص انتقال یافته تا تعادل غلظت بین هر دو ظرف برقرار گردد. اما اگر بین این دو ظرف و در مسیر جریان آب یک غشاء قرار گیرد که فقط اجازه دهد مولکول های آب از آن عبور کنند، یون های نمک اجازه عبور نخواهند داشت؛ لذا برای برقراری تعادل در غلظت، آب خالص از ظرف شماره (۲) به ظرف شماره (۱) انتقال می یابد و این عمل تا آنجا ادامه می یابد که افزایش ارتفاع حاصله در ظرف آب نمک، **فشار مضاعف** ایجاد کرده و اجازه انتقال آب از ظرف شماره (۲) به ظرف شماره (۱) را ندهد. این فشار را **فشار اسمزی** می گویند و تابعی از غلظت نمک در هر دو طرف غشاء می باشد.

تاریخچه

فرایند اسمزی از طریق غشاهای نیمه تراوا ابتدا در سال ۱۷۴۸ توسط ژان آنتوان نولت مشاهده شد. تا ۲۰۰ سال بعد، اسمز تنها پدیده ای بود که در آزمایشگاه مشاهده شد. در سال ۱۹۵۰، دانشگاه کالیفرنیا در لس آنجلس ابتدا آب نمک زدایی را با استفاده از غشاهای نیمه تراوا مورد بررسی قرار داد. محققان هر دو دانشگاه کالیفرنیا در لس آنجلس و دانشگاه فلوریدا در اواسط دهه ۱۹۵۰ از آب دریا، آب شیرین تولید می کردند، اما جریان به قدری کم بود که قابل تجاری سازی نبود.^[۱]

انتخاب غشاء

در سیستم گذرندگی وارون غشاء یا ممبران مهم ترین و حساسترین قسمت دستگاه می باشد. زیرا فشار عملیاتی مورد نیاز ارتباط مستقیم با ضخامت غشاء و قطر سوراخ های آن دارد. همچنین غشاء به علت تماس مداوم با **مواد شیمیایی** افزوده شده به آب، بایستی مقاوم بوده و با مواد بازدارنده و ضد رسوب گذار و زیست کش ها (Biocides) واکنش ندهد.

عوامل مؤثر برای مقایسه غشاءها عبارتند از:

- قطر سوراخها
- ضخامت

- مقاومت در مقابل مواد شیمیایی
- افت فشار
- شرکت سازنده
- قیمت

سعی می‌شود آب قبل از ورود به دستگاه گذرندگی وارون، حتماً تصفیه مقدماتی گردد.

به علت کیفیت بسیار عالی آب خروجی از سیستم گذرندگی وارون امروزه بیشتر صنایع از این روش، به جای به‌کارگیری سیستم‌های تبادل یونی استفاده می‌کنند. زیرا مبادله‌کننده‌های یونی به علت مصرف زیاد مواد شیمیایی و **رزین تبادل یونی**، دارای هزینه راهبری و نگهداری زیادی می‌باشند.

پمپ‌های فشار قوی

پمپ‌های فشار بالا فشار لازم برای عبور آب از غشا را فراهم می‌کنند. فشار لازم برای آب **لب شور** معمولی از ۱٫۶ تا ۲٫۶ مگاپاسکال (۲۲۵ تا ۳۷۶ psi) است. در مورد آب دریا، فشار از ۵٫۵ تا ۸ مگاپاسکال (۸۰۰ تا ۱۱۸۰ psi) متغیر است. تأمین این فشار نیاز به مقدار زیادی انرژی دارد. در سیستم‌هایی که از بازیافت انرژی استفاده می‌شود، بخشی از کار پمپ فشار بالا توسط دستگاه بازیابی انرژی تأمین می‌شود، که باعث کاهش انرژی ورودی به سیستم می‌شود.

تصفیه آب و فاضلاب



آرایه ای از فیلترهای گذرندگی وارون در یک کارخانه آب شیرین کن

تصفیه آب باران با روش گذرندگی وارون برای آبیاری فضای سبز و مصارف سرمایش دستگاه‌های آب خنک در شهرهای بزرگ دنیا به عنوان راه حلی برای مشکل کمبود آب مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در صنعت، در نیروگاه‌ها، گذرندگی وارون مواد جامد حل شده را از آب دیگ‌های بخار حذف می‌کند. این کار رسوب گذاری را در تأسیسات کاهش داده و از خرابی آن‌ها جلوگیری می‌کند. رسوب گذاری داخل یا خارج لوله‌های دیگ بخار با کاهش کارایی آن و همچنین تولید بخار ضعیف، باعث تولید برق ضعیف در توربین می‌شود.

همچنین برای تمیز کردن پساب و آب‌های زیرزمینی لب شور از گذرندگی وارون استفاده می‌شود. فاضلاب در حجم‌های بزرگ (بیش از ۵۰۰ متر مکعب در روز) ابتدا باید در یک تصفیه خانه پیش تصفیه شود و پس از آن پساب پاکیزه تحت سیستم گذرندگی وارون قرار می‌گیرد. به این طریق هزینه تصفیه به‌طور قابل توجهی کاهش می‌یابد و عمر غشاء سیستم گذرندگی وارون افزایش می‌یابد.

فرایند گذرندگی وارون را می‌توان برای تولید آب دیونیزه استفاده کرد.

فرایند گذرندگی وارون برای تصفیه آب نیاز به انرژی حرارتی ندارد. دبی جریان سیستم‌های گذرندگی وارون را می‌توان با پمپ‌های فشار بالا کنترل کرد. بازیابی آب خالص بستگی به عوامل مختلفی، از جمله اندازه غشاء، اندازه سوراخ‌های غشاء، دما، فشار عملیاتی و مساحت جانبی غشاء دارد.

صنایع غذایی

علاوه بر نمک زدایی، گذرندگی وارون یک فرایند ارزان‌تر برای افزایش غلظت مایعات غذایی (برای مثال آب میوه‌ها) نسبت به فرآیندهای معمول حرارتی است. با تحقیقاتی که روی افزایش غلظت آب پرتقال و آب گوجه فرنگی انجام شده‌است مزایای آن عبارت بوده‌اند از: هزینه عملیاتی پایین‌تر و توانایی اجتناب از فرایندهای نیاز به گرما که آن را برای مواد حساس به گرما مانند پروتئین‌ها و آنزیم‌ها که در اکثر محصولات غذایی موجود است مناسب می‌سازد.

از گذرندگی وارون به‌طور گسترده‌ای در صنعت لبنی برای تولید پودر پروتئین وی (Whey) و افزایش غلظت شیر (برای کاهش هزینه‌های حمل و نقل) استفاده می‌شود. در فرایند ساخت پنیر، آب پنیر یا Whey (مایع باقی‌مانده پس از تولید پنیر) با استفاده از گذرندگی وارون از غلظت ۶٪ مواد جامد محلول به ۱۰-۲۰٪ مواد جامد محلول (قبل از الترافیلتراسیون) تغلیظ می‌شود. پس از اتمام فرایند اولترافیلتراسیون می‌توان از پودرهای مختلف آب پنیر، از جمله پروتئین وی ایزولات استفاده کرد. علاوه بر این، خروجی رقیق (Permeate) فرایند اولترافیلتراسیون که حاوی لاکتوز است، توسط گذرندگی وارون از ۵٪ جامد تا ۲۲-۱۸٪ جامد تغلیظ می‌شود تا هزینه‌های کریستال سازی و خشک کردن پودر لاکتوز را کاهش داد.^[۲]

جستارهای وابسته

- اسمز
- اسمز مستقیم
- فشار اسمزی
- توان اسمزی

- رزین تبادل یونی
- آب فوق خالص
- آب خالص
- انتشار مولکولی

منابع

1. Glater, Julius (1998-09-20). "The early history of reverse osmosis membrane development" (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0011916498001222>). *Desalination*. **117** (1): 297–309. doi:10.1016/S0011-9164(98)00122-2 (<https://doi.org/10.1016%2FS0011-9164%2898%2900122-2>). ISSN 0011-9164 (<https://www.worldcat.org/issn/0011-9164>)
2. https://en.wikipedia.org/wiki/Reverse_osmosis. *Concise Encyclopedia of Chemistry*. New York: McGraw-Hill. 2004. ISBN 0-07-143953-6

برگرفته از «https://fa.wikipedia.org/w/index.php?&oldid=34455061&title=اسمز_معکوس»

