

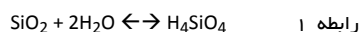
مقدمه

مطالعه خواص شیمیایی سیلیس (دی اکسید سیلیکون) و رابطه آن با اسمز معکوس از دو جنبه جالب توجه است: یکی مقاومتی که سیلیس بعنوان یکی از غیر قابل کنترل ترین عناصر غیر آلی برای فرایند اسمز معکوس (RO) از خود به نمایش می گذارد و دیگری مربوط است به تلاشهایی که ما برای درک بهتر ویژگی های اساسی و اصلی اسمز معکوس بکار می بندیم. هر دوی این موارد با خواص شیمیایی نسبتاً منحصر به فرد سیلیس (بویژه زمانیکه در آب حل می شود) در ارتباطند. مقدار زیادی از این امر احتمالاً مربوط می شود به قطبیت نسبتاً متعادل سیلیس، بعضی نیز معتقدند که این با تشابه سیلیس با خود ملکول آب در ارتباط است.

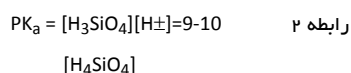
چیزی که ما از آن آگاهیم این است که سیلیکون یکی از متداولترین عناصر است. این عنصر قابلیت حل شدن نسبتاً ناچیزی دارد و زمانیکه در آب حل می شود تمایل به برخورد و تاثیر متقابل بر ملکول های آب دارد.

شیمی پایه

سیلیس عموماً در منابع آب به سه شکل متفاوت یافت می شود: واکنش پذیر، کلونیدی و ذرات معلق (مثل شن)، که واکنش پذیر، بخشی از کل سیلیس تجزیه شده است که در آزمایش استاندارد رنگ سنجی دیرگداز واکنش نشان داده است. و کلونیدی بخشی از سیلیس است که در این آزمایش واکنش نشان نداده است. شکل واکنش پذیر، دی اکسید سیلیکون حل شده در آب است که ترکیب اسید مونوسیلیسیک را ایجاد می کند. (H4SiO4)، طبق رابطه ۱:

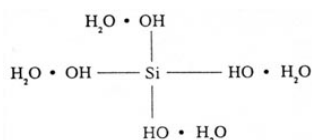


سیلیکا در این شکل، عموماً در بیشتر سطوح عادی PH، یونیزه نشده است. در PH برابر با ۸/۵، فقط ۱۰ درصد از اسید مونوسیلیسیک یونیزه می شود، و وقتی PH به ۹ تا ۱۰ می رسد، این اسید فقط به میزان ۵۰ درصد یونیزه می شود. (رابطه ۲).



گونه کلونیدی معمولاً یا سیلیکونی است که با چند واحد از دی اکسید سیلیکون، پلمریزه شده است و یا سیلیکونی است که پیوندهای سستی را با ترکیبات آلی یا سایر ترکیبات پیچیده غیر آلی تشکیل داده است (معمولاً ساختارهای اکسید کلسیم یا آلومینوم)

اسید مونوسیلیسیک، چهار مولکول دیگر آب را فراتر از دو مولکولی که بخشی از ساختار مولکولی را در حالت آبدار شده می سازد جذب می نماید. بنابراین، کل ساختار آبدار شده حاوی شش مولکول آب است که احتمالاً نقش مهمی را در رفتارشان در فرایند اسمز معکوس ایفا می نماید. این ساختار طبق شکل ذیل موجود است.



سیلیکات نیز در اندازه گیری های خاصیت قلیایی نقش دارد چرا که از طریق واکنش قابل مشاهده در رابطه ۳، می توان عیار آن را با اسید تعیین نمود:



برای مثال، در صورتیکه PH برابر با ۹/۵۶ باشد، برای هر ۱۰۰ میلی معادل از سیلیکات، ۵۸ میلی معادل قلیا به میزان کل قلیایی افزوده می شود. بنابراین، برای منابع آبی با PH بالا که حاوی مقادیر قابل ملاحظه ای از سیلیکا هستند، می بایست این رابطه در محاسبات قلیایی گنجانده شود تا یک تجزیه آبی مناسب و متوازن ایجاد گردد.

تولید طبیعی

بیشترین مقادیر بطور عادی در منابع آب چاه یافت می شود و این در حالیست که چاهها در منطقه Great Basin در غرب و دره مرکزی کالیفرنیا، معروف ترین چاهها در ایالت متحده هستند و مقادیر بالغ بر ۲۰ تا ۶۰ میلی گرم در هر لیتر را نشان می دهند. البته، گسترده ترین تولید سیلیس در امریکا شمالی از طریق مکزیک است، جائیکه بیشتر منابع آب چاه حاوی ۵۰ تا ۱۰۰ میلی لیتر سیلیس در هر لیتر می باشند.

از آنجائیکه بیشتر سیلیس یافت شده در چاههای آب، نتیجه تجزیه سنگهای حاوی سیلیس می باشد، آب چاه بیشتر حاوی سیلیس واکنش پذیر خواهد بود. از سوی دیگر آبهای سطحی حاوی اشکال کلونیدی بیشتری از

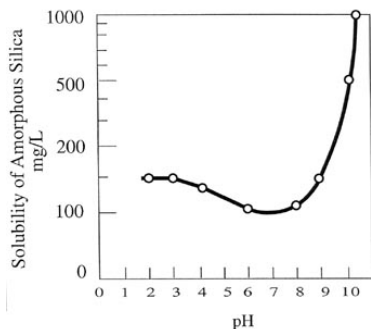
اسمز معکوس

R.O. (Reverse Osmosis)



می باشد. این مسئله، مشکلی را برای عملکرد معکوس در آبهای تغذیه ای که حاوی بیش از ۳۰ میلی گرم در لیتر سیلیس هستند (در زمانیکه می بایست بازیافت در حدود ۷۵ درصد حفظ گردد) ایجاد می نماید. با غلظت حاصل که چهار برابر بیشتر شده است، عصاره اسمز معکوس حاوی حدوداً ۱۲۰ میلی گرم در لیتر خواهد بود که این در PH خنثی، علانمی از رسوبگذاری را نشان خواهد داد.

البته، در سطوحی که PH بیشتر قلیایی هستند، این قابلیت حل بیشتر می شود. این مسئله در جدول و شکل ذیل توصیف شده و جزئیات بیشتری از قابلیت حل شدن را نشان داده است. این شکل همچنین نشان می دهد که سیلیس در سطوح پایین تر PH نیز قابل حل می شود، با این استثنا که میزان حل شدن تا اندازه ای کمتر است.



pH	Mg/L SiO ₂ at 25 degrees C
6-8	120
9	138
9.5	180
10	310
10.6	876

این مسئله قابل درک است که با PH افزایش یافته در آب تغذیه ای، می توان به آبهایی با سطوح سیلیس بالا دست یافت. البته، راه اندازی جریان های تغذیه های بیشتر در اسمز معکوس، با PH بالاتر، مشکلات دیگری را ایجاد خواهد کرد که مهم ترین آنها پرسوبگذاری کربنات کلسیم می باشد. در نتیجه، این شرایط، معمولاً مستلزم ملایم کردن پیشاپیش منبع آب تغذیه ای با استفاده از ملایم کردن تبادل یون می باشند. ملایم کردن دو مزیت دارد: PH می تواند افزایش یابد و (این عقیده وجود دارد) امکان رسوبگذاری سیلیس در جریان عصاره (ماده غلیظ شده) به حداقل می رسد و علت آن عدم حضور کلسیم، منیزیم و سایر یونهایی که می توانند بعنوان هسته های رسوبگذاری عمل کنند می باشد.

همچنین ممکن است ذکر این نکته جالب باشد که عموماً این عقیده وجود دارد که در سطوح PH اسیدی یا خنثی، دستیابی به غلظت های سیلیس (بر روی آب تغذیه ای ملایم) بالغ بر ۱۵۰ میلی گرم در لیتر در ماده غلیظ شده اسمز معکوس، خطر بزرگی محسوب نمی شود. این بیشتر مربوط می شود به این مسئله که رسوبگذاری سیلیس با سرعتی نسبتاً آهسته رخ می دهد و ماده غلیظ شده قبل از آنکه واحد سیلیس کاملاً شکل بگیرد، تخلیه خواهد شد. همچنین می توان بعضی از بازدارنده های جدید سیلیس را که بعنوان وسیله ای برای اجتناب از رسوبگذاری در بازار موجودند اضافه نمود.

سیلیس و فرایند اسمز معکوس

مطالعات نشان داده اند که گونه های کلونیدی، حتی با غشاهای استات سلولزی اسمز معکوس فرامافی (ultra filtration) و (nano filtration) هم تا ۹۹٪ دفع می شوند. سیلیس واکنش پذیر با غشاهای نوار باریک (از نوع پلی آمید PA)) به خوبی خارج می شود ولی با غشاهای استات سلولزی چندان خوب خارج نمی گردد. داده های زمینه های در جدول B، نتایج غشاهای استات سلولزی و اسمز معکوس پلی آمیدی را بر روی آب که از طریق صافی های غشا گذارنده شده است، نشان می دهند (با حذف تاثیر سیلیس کلونیدی و معلق). با نگاه کردن به اعداد ارائه شده در جدول مقابل و با توجه به اینکه سیلیس واکنش پذیر در سطوح PH خنثی، یونیزه نمی باشد، شاید نیاز به توقف و بررسی مجدد بعضی از نظریات اصلی دفع در فرایند اسمز معکوس باشد. یعنی، چرا یک ترکیب غیر یونیزه مثل سیلیس (در حالیکه دفع نمک معمولاً مربوط به ظرفیت است) تا چنین حد بالایی دفع می شود؟

ما می دانیم که سایر ترکیبات کاملاً غیر یونیزه در سطوح PH خنثی از قبیل سیانید هیدروژن از یک غشای اسمز معکوس عبور می کنند. بنابراین، چرا سیلیس حتی در PH خنثی هم با غشاهای از نوع پلی آمید بخوبی دفع می شود؟

در زمانیکه غشاهای استات سلولزی، تنها روش بودند و دفع سیلیس بسیار ضعیف انجام می گرفت، همه چیز ظاهراً طبیعی بود. سیلیس همیشه سرعت عبوری بیش از گونه هایی که دارای بار بودند از خود نشان داد، حتی یون کلرید تک ظرفیتی با قدرت عبور بالا. البته، با در دسترس قرار گرفتن غشاهای از نوع پلی آمید، ما دریافتیم که دفع سیلیس بسیار بالا است. جدول B نشان می دهد که سیلیس با سرعت بسیار پایین (۳٪) عبور می کند که حتی از ۱٪ سرعت عبور کلرید که در غشاهای پلی آمیدی دیده شد نیز کمتر است.

سیلیس خواهند بود، هر چند که آب سطحی معمولی بیشتر حاوی سیلیس واکنش پذیر خواهد بود نه کلونیدی. خواص شیمیایی سیلیس در منابع آب سطحی بسیار پیچیده است چرا که فعالیت بیولوژیکی ایفای نقش می کند. دیاتوم ها که گونه ای از جلبک ها هستند، سیلیس واکنش پذیر را به شکل تجزیه شده جذب می کنند و از این ماده برای ایجاد پوسته محافظ از جنس بلورهای دی اکسید سیلیکون استفاده می نمایند. با فساد و تجزیه این سلولهای جلبکی، سیلیس یک بار دیگر بصورت سیلیس واکنش پذیر در محیط پراکنده می شود و یک تعادل اکولوژیکی پیچیده را میان سیلیس تجزیه شده و ساختارهای دی اکسید سیلیکون ایجاد می نمایند. برخورد با ماده بیولوژیکی همچنین سیلیس کلونیدی را تولید خواهد کرد که در بیشتر آبهای سطحی وجود دارد.

تاثیر بر روی تصفیه آب

سیلیس کلونیدی از دیرباز بعثت استحکام خود بعنوان یک ترکیب غیر یونی، مشکلاتی را برای تصفیه آب ایجاد نموده است. و دفع زائدات آب از طریق فرایندهای تبادل را مشکل ساخته است. این ماده حتی می تواند در مواردی که سطوح سیلیس کلونیدی بیش از حد بالا هستند، باعث آلودگی و فساد رزین تا حد مشخصی گردد.

سیلیس همچنین در انتهای پایینی قابلیت انتخاب برای رزین های آنیونی یافت می شود و سناریویی را خلق می کند که در آن، نفوذ سیلیس یکی از اولین مواردی است که اتفاق می افتد. در نتیجه، سیلیس فقط در صورتی می تواند بطور موثر دفع گردد که رزین های تبادل یونی کاملاً و بطور مناسب تولید شده باشند.

با معرفی اسمز معکوس بعنوان یک فرایند پس از تصفیه، سیلیس کلونیدی به سادگی و با توجه به قابلیت های صافی یک عشا معمولی اسمز معکوس، قابل دفع می باشد. در حقیقت، اگر یک تعریف قراردادی از سیلیس کلونیدی بعنوان چیزی که بیش از ۵۰ انگستروم را اندازه گیری می کند، مورد استفاده قرار گیرد، حتی عملیات فرا صافی با قطع وزن مولکولی به میزان ۱۰۰۰۰۰۰ دالتون نیز برای دفع سیلیس کلونیدی، موثر می باشد. اسمز معکوس همچنین با کاهش بار گذاری کلی سیلیس بر روی رزین، به فرایند تبادل یونها کمک می نماید.

کاهش پیش تصفیه سیلیس توسط اسمز معکوس، تاثیری است که غیر قابل حل بودن نسبی سیلیس می تواند بر روی غشاهای اسمز معکوس در هنگامیکه آب غلیظ تر می شود، بگذارد. برای مثال، با PH برابر با ۷، قابلیت حل شدن سیلیس فقط ۱۲۰ میلی گرم در لیتر در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد (۷۷ درجه فارنهایت)



نمونه	Sio برحسب
آب تغذیه ای عبور داده شده از صافی	۲۴/۷ میلی گرم در لیتر
غلظت اسمز معکوس	۹۳/۰ میلی گرم در لیتر
میانگین غلظت	۵۸/۳ میلی گرم در لیتر
نفوذ استات سلولز اسمز معکوس	۷/۴ میلی گرم در لیتر
عبور	۱۲/۷ %
نفوذ پلی آمید اسمز معکوس	۰/۲ میلی گرم در لیتر
عبور	۰/۳ %

اجزای پکیج های اسمز معکوس

R.O. های قابل عرضه شرکت کلرآب، بنا بر سفارش می تواند شامل تجهیزات ذیل باشد:

- | | |
|---|------------------------------|
| • High Flow Membranes | • Water Tank (Storage Tank) |
| • Champ Stainless Steel or PVC Housings | • Flow Meters |
| • Motor & Booster Pump (Stainless Steel) | • PH Meter |
| • Pre-filters 5 or 10 micron Cartridge Filter | • TDS Meter |
| • Granular activated carbon filter | • Hi – Low Pressure Switches |
| • Ultraviolet Unit | • Hour Counter Meter |



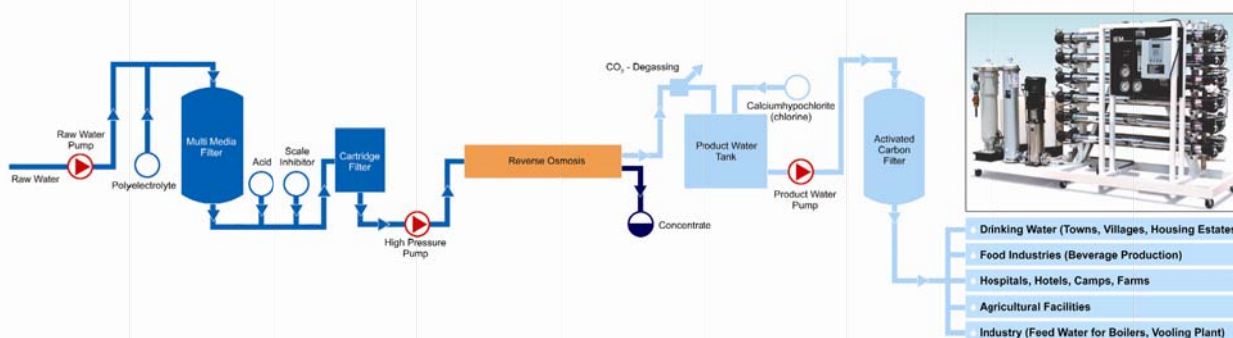
آیا می تواند اینگونه باشد که دفع از غشاهای اسمز معکوس ارتباط مستقیم کمی با ظرفیت دارد اما با اندازه فیزیکی یون ارتباط زیادی دارد، این شاید باعث مطرح شدن این توضیح گردد که چرا مولکول نسبتاً دی اکسید سیلیکون بهتر از یون کلرید دفع می شود؟ (حتی با وجود اینکه یون کلرید یک بار بسیار قابل ملاحظه تر را حمل می کند.)

اگر قرار بود کسی این مسئله را مورد توجه قرار دهد که بیشتر ترکیبات ممکن است دارای قدرت جذب مولکول های نزدیک آب باشند. (تا اندازه های مختلف طبق ماهیت ترکیب)، شاید می پذیرفت که دفع گونه های یونی ممکن است بیشتر به اندازه بستگی داشته باشد. (اندازه یعنی قطر آبدار شده ترکیب یا عنصر)

اگر بخواهیم ترکیبات دیگر را وارد بحث نماییم، مثلاً اکسیژن که هیچگونه تاثیر متقابلی بر مولکولهای همجوار ندارد، براحتی از غشای اسمزی معکوس عبور می کند، در حالیکه سولفات (یونی با بیشترین حد آب) یکی از بیشترین سرعت های دفع را دارا است.

اگر این نکته صحیح باشد، شاید ارجاع دادن فرآیند اسمز معکوس به عنوان یک فرایند صافی، عاقلانه باشد. در حقیقت، از آنجائیکه پدیده اسمز صرفاً مانعی برای فرایند فرامافی می باشد، (با روشی کمی متفاوت با نقشی که جاذبه زمین در هنگام بالا رفتن قطار از تپه ایفا می کند) واژه اسمز معکوس خود می تواند از حساسیت بیشتری به اشاره به قطار به عنوان یک ابزار جاذبه معکوس، برخوردار نباشد.

Simplified Flow Diagram of Reverse Osmosis



- Drinking Water (Towns, Villages, Housing Estates)
- Food Industries (Beverage Production)
- Hospitals, Hotels, Camps, Farms
- Agricultural Facilities
- Industry (Feed Water for Boilers, Wooling Plant)

