گروه مشاورین پارس گون

مشاوره طراحی اجرا

آب، پساب، پسماند و محیط زیست

(سهامی خاص- دانش بنیان)

تاسیس -۱۳۶۹

تهران، خیابان ولیعصر،روبروی پارک ساعی، خیابان امینی، پلاک ۱، واحد ۴

parsgoonco@gmail.com www.parsgoonco.com

تلفن: ۸-۸۸۶۵۹۹۵۷-۰۲۱ فکس : ۸۶۰۸۴۵۵۰-۰۲۱

پارس گون
سهامی خاص - ثبت ۷۹۳۷۳

معرفی و بررسی فنی روش EDR برای کاهش شوری و TDS

پارس گون
سهامی خاص - ثبت ۷۹۳۷۳

سیستم کاهنده شوری و نمک زدایی نهایی آبهای لب شور به روش EDR

Electro Dialysis Reactor (EDR)

تهران، خیابان ولیعصر،روبروی پارک ساعی، خیابان امینی، پلاک ۱، واحد ۴
www.parsgoonco.com parsgoonco@gmail.com
تلفن: ۸-۸۸۶۵۹۹۵۷-۰۲۱ فکس : ۸۶۰۸۴۵۵۰-۰۲۱

فهرست مطالب

معرفی شرکت پارس گون : ۵

صلاحیتها: ۵

استانداردها: ۵

موضوع فعالیت های شرکت پارس گون ۵

پروژه های اجرا و طراحی شده گروه پارس گون: ۶

مقدمه: ۸

اهمیت موضوع و انگیزه انتخاب آن: ۸

جایگاه استفاده از آب شیرین کن: ۹

کاربرد سیستم های آب شیرین کن: ۱۰

معرفی EDR : ۱۹

موارد استفاده الکترودیالیز: ۲۲

اصول اکترودیالیز: ۲۳

انرژی مورد نیاز فرآیند الکترو دیالیز: ۲۳

غشاهای دو قطبی: ۲۶

تهران، خیابان ولیعصر،روبروی پارک ساعی، خیابان امینی، پلاک ۱، واحد ۴

www.parsgoonco.com parsgoonco@gmail.com

تلفن: ۸-۸۸۶۵۹۹۵۷-۰۲۱ فکس : ۸۶۰۸۴۵۵۰-۰۲۱

معرفی

شرکت پارس گون

(سهامی خاص – دانش بنیان)

Rev	Date	Description	Prepared by	Checked by	Final Checked by	Approved by
03						
02						
01						
00	1401.06.01	Issue for approve	S.Azizpour	B.Saeedpour	Dr.S.H.Khabbazi	Dr. B.Saeedpour

تهران، خیابان ولیعصر،روبروی پارک ساعی، خیابان امینی، پلاک ۱، واحد ۴

parsgoonco@gmail.com www.parsgoonco.com

تلفن: ۸-۸۸۶۵۹۹۵۷-۰۲۱ فکس : ۸۶۰۸۴۵۵۰-۰۲۱

معرفی شرکت پارس گون :

نام: شرکت پارس گون (سهامی خاص)

شماره ثبت : ۷۹۳۷۳ تهران سال ۱۳۶۹

صلاحیتها:

- **گواهی دانش بنیان از معاونت فناوری و ریاست جمهوری**
- **گرید آب و فاضلاب، محیط زیست، تاسیسات و تجهیزات از سازمان مدیریت برنامه ریزی**

استانداردها:

- **ایزو ۹۰۰۱ و HSE**

موضوع فعالیت های شرکت پارس گون :

- مشاوره ، طراحی ،تأمین و اجرای سیستم های پالایش محیط زیستی
- مشاوره ، طراحی . ساخت .نصب . راه اندازی . آموزش. راهبری . گارانتی . خدمات پس از فروش و ارائه سیستم های تصفیه فاضلاب های صنعتی، بهداشتی و بیمارستانی بر اساس فناوری های پیشرفته ودانش بنیان از جمله سیستم ا نعقاد الکترو شیمیایی (EC-F) وروشهای دیگر از جمله MBR و EAAS و MBBR
- مشاوره ، طراحی . ساخت . نصب . راه اندازی . آموزش. راهبری . گارانتی . خدمات پس از فروش و ارائه سیستم های نمک زدایی و شیرین سازی آب بر اساس فناوری های پیشرفته ودانش بنیان از جمله سیستم فنآوری الترافیلتراسیون (UF)و الکترو دیالیز (EDR) و ECR و HERO و RO
- مشاوره ، طراحی . ساخت . نصب . راه اندازی . آموزش. راهبری . گارانتی . خدمات پس از فروش و ارائه سیستم های تصفیه میکروبی آب و پساب بر اساس فناوری های پیشرفته ودانش بنیان از جمله سیستم MCR
- مشاوره و انجام مطالعات مربوط به آلودگی محیط زیست در سه بخش محیط زیست خشکی،آبهای داخلی و دریایی

تهران، خیابان ولیعصر،روبروی پارک ساعی، خیابان امینی، پلاک ۱، واحد ۴
parsgoonco@gmail.com www.parsgoonco.com
تلفن: ۸-۸۸۶۵۹۹۵۷-۰۲۱ فکس : ۸۶۰۸۴۵۵۰-۰۲۱

پروژه های اجرا و طراحی شده گروه پارس گون:

جدول بخشی از پروژه های اجرائی انجام شده توسط گروه پارس گون طی سالهای ۱۳۹۶ تا ۱۴۰۰

ردیف	پروژه	روش	کارفرما	سال	طراحی	اجرا
1	تصفیه پساب کارخانه تولید نشاسته	ECF - EDR	مهشاد یزد	۱۴۰۰	❋	❋
2	تصفیه پساب کارخانه نساجی	UF-HERO	نساجی اکباتان همدان	۱۴۰۰	❋	-
3	تصفیه پساب	MBR	سیمان پیوند گلستان	۱۴۰۰	❋	-
4	تصفیه پساب کارخانه نساجی	HERO	نساجی پارس دکور	۱۴۰۰	❋	-
5	تصفیه پساب کشتارگاه صنعتی	HERO	کشتارگاه صنعتی مشهد	۱۴۰۰	❋	-
6	تصفیه پساب شیمیایی	HERO	داروسازی فاران شیمی	۱۴۰۰	❋	-
7	تصفیه پساب شیمیایی	ECF	آنتی بیوتیک سازی ایران	۱۴۰۰	❋	-
8	تصفیه پساب خروجی از خط تولید کاغذ	ECF	کیهان کاغذ	۱۳۹۹	❋	❋
9	تصفیه پساب کارخانه نساجی	ECF	فواد الیاف	۱۳۹۹	❋	❋
10	تصفیه پساب صنعتی کارخانه نساجی	ECF	والا بافت	۱۳۹۹	❋	❋
11	تصفیه پساب	UF-HERO	نیلبافت	۱۳۹۸	❋	-
12	تصفیه پساب خروجی از خط تولید مقوا	ECF	شرکت سیمین کاغذ	۱۳۹۸	❋	❋
13	تصفیه فاضلاب	EDR	شرکت زرفروکتوز	۱۳۹۷	❋	❋
14	شهرداری کرج	ECF	تصفیه شیرابه	۱۳۹۷	❋	-
15	تصفیه پساب صنعتی	ECF	شرکت آیتونا سبز طارم	۱۳۹۷	❋	❋
16	آب شیرین کن بندر رجایی	ROsw	شرکت ساختمانی کولهام	۱۳۹۷	❋	❋
17	آب شیرین کن و تصفیه فاضلاب	ECF - EDR	پتروشیمی زاگرس	۱۳۹۶	❋	❋
18	آب شیرین کن	ECR-RO	پالایشگاه بندر عباس	۱۳۹۶	❋	-
19	آنتی باکتریال	MCR	مگا موتور	۱۳۹۶	❋	-

انواع روش های نمک زدایی آب

و آب شیرین کن ها

Rev	Date	Description	Prepared by	Checked by	Final Checked by	Approved by
01						
00	1401.06.01	Issue for approve	S.Azizpour	B.Saeedpour	Dr.S.H.Khabbazi	Dr. B.Saeedpour

تهران، خیابان ولیعصر،روبروی پارک ساعی، خیابان امینی، پلاک ۱، واحد ۴
parsgoonco@gmail.com www.parsgoonco.com
تلفن: ۸-۸۸۶۵۹۹۵۷-۰۲۱ فکس : ۸۶۰۸۴۵۵۰-۰۲۱

مقدمه:

نیاز به آب در سرتاسر دنیا هم به دلیل رشد جمعیت و هم به دلیل رشد صنعت به طور فزاینده ای افزایش یافته است و منابع آب به سرعت درحال تهی شدن می باشند. از سال ۱۹۹۰ بیش از ۸۰ کشور با مشکل کمبود آب مواجه هستند، این درحالیست که بیش از ۷۰ درصد سطح زمین پوشیده از آب است که ۹۷/۵ درصد آن را اقیانوس ها تشکیل می دهد و تنها یک درصد از این منابع جهت استفاده، مناسب می باشد.

در سده اخیر با رشد همه جانبه جوامع بشری و توسعه شتابان تکنولوژی، استفاده از منابع آب شور در جایگزینی استفاده از منابع آب شیرین محدود بسیار مورد توجه قرار گرفته است. این در حالی است که منابع آبی شیرین عمدتاً با محدودیت ذخائر همراه بوده و شرایط به گونه ای رقم خورده که با تمایل بیشتر به استفاده از منابع شور و بهره گیری از تکنولوژی، نیاز آبی تأمین گردد.

اهمیت موضوع و انگیزه انتخاب آن:

در زندگی اجتماعی و شهری توجه ویژه به امور زیر بنایی و زیر ساختارها از اهمیت بالایی برخوردار است. از مهترین زیر ساخت ها در اختیار گذاردن آب سالم برای بخش مسکونی، کشاورزی و صنعتی می باشد. با عنایت به اینکه ایران در چند سال گذشته دچار خشکسالی بوده و با کمبود منابع آب شیرین مواجه است؛ اهمیت شیرین سازی آب شور بسیار پررنگ خواهد بود. در زندگی امروزه فرایند شیرین سازی آب، حرفه ای اقتصادی تلقی می شود تا جایی که سرمایه گذاران مشغول به احداث و بهره برداری کارخانه های شیرین سازی آب می باشند. با توسعه روز افزون تعداد کارخانه تولید آب شیرین از آب شور، کار برروی ارتقاء سطح کیفی، راندمان تولید، کاهش انرژی مصرفی در فرایند شیرین سازی آب حائز اهمیت است.

جایگاه استفاده از آب شیرین کن:

در مکان هایی که میزان نزولات آسمانی کم است نمک‌زدایی می‌تواند یک راه حل مناسب برای کاهش فشار ناشی از کمبود آب در این نواحی باشد. با احداث واحدهای آب شیرین کن می توان بخش اندکی از نیاز آب را تامین نمود. باید توجه شود که انتخاب نوع سیستم آب شیرین کن با توجه به شرایط اقلیمی هر منطقه می تواند متغیر باشد و تاثیر بسزایی در راندمان تولید آب شیرین داشته باشد.

سالیان متمادی است که با بهره گیری و استخراج آب های شیرین، شیرین سازی آب های شور اهمیت چندانی نداشته است اما با کاهش چشم گیر منابع آبی شیرین، شیرین سازی آب شور مورد توجه قرار گرفته تا جایی که به روش چرخه بازیافت، آب شیرین تولید شده، پس از مصرف دوباره تصفیه و به چرخه مصرف (سیستم آبیاری فضای سبز و ...) باز می گردد.

در سال های اخیر دستگاه های شیرین سازی آب رشد فزاینده ای داشته است. طراحان کشورهای مختلف، استفاده از روش اسمز معکوس را برای تولید آب شیرین انتخاب نموده اند. علت اصلی این امر نیاز بیش از حد آب شیرین در مناطق ساحلی و کویری که دارای آب شور در سفره های زیرزمینی خود می باشند، بوده است. با توجه به حجم مصرف زیاد آب شیرین در مناطق یاد شده استفاده از روش های صنعتی که با راندمان بالا فرایند شیرین سازی آب را با کمترین مصرف انرژی انجام دهد؛ حائز اهمیت است. مسأله اساسی در فرایند شیرین سازی آب، انرژی مصرفی زیاد و پساب شوری است که در حین شیرین سازی تولید می شود. در نگاه بهینه سازی، استفاده از روشی که با مصرف انرژی پایین تر و با کمترین تولید پساب شور، توانایی شیرین سازی آب را داشته باشد؛ مورد توجه است. تجارب مختلف نشان داده است که می توان آب را با روش های گوناگون به نحوی شیرین نمود که با حداقل تولید پساب شور کمترین انرژی را مصرف کند

با توجه به اینکه در فرایند شیرین سازی آب با دستگاه های اسمز معکوس بیش از نیمی از آب ورودی به عنوان پساب (تلخ آب) با غلظت نمک بیشتر از سیستم خارج می شود، جایگاه بررسی استفاده از روشی به منظور کاهش غلظت نمک در پساب به

وجود می آید. این مهم در حالی است که ایران با خشکسالی مواجه بوده و اکثر منابع آب های قابل دسترس شور تلقی می شوند. نکته قابل تأمل این است که دفع تلخ آب در روش اسمز معکوس، خود معظلی بزرگ از دیدگاه زیست محیطی است. دفع تلخ آب موجب شور شدن منابع آب زیر زمینی می شود. با تخلیه و دفع تلخ آب در منابع آبی، غلظت نمک در آب افزایش می یابد و در دراز مدت باعث کاهش راندمان و عمر سیستم آب شیرین می شود. حال مسئله ایجاد شده این است که روشی مورد بررسی قرار گیرد تا بدون تولید تلخ آب، فرایند کاهش غلظت نمک یا همان شیرین سازی آب را انجام دهد. این شیرین سازی می بایست از بعد انرژی هم نیز توجیه پذیر باشد.

کاربرد سیستم های آب شیرین کن:

۱. تهیه آب صنعتی جهت مصارف در بویلرها، کولینگ تاورها و کلیه سیستم های حرارتی و برودتی.
۲. تهیه آب DM جهت مصارف دارویی و بیولوژیکی.
۳. شیرین سازی آب های شور جهت آشامیدن.
۴. تهیه آب مورد مصارف در صنایع نفت، گاز ، پتروشیمی و نیروگاه ها.
۵. تامین آب مناسب جهت تولید محصولات متنوع در صنایع غذایی، نوشیدنی، آرایشی بهداشتی، الکترونیک و ...
۶. تصفیه نهایی پساب های صنعتی.
۷. تامین و تولید آب مناسب جهت مصارف کشاورزی و گلخانه ای.
۸. تامین و تولید آب دستگاه های دیالیز بیمارستان ها.
۹. تهیه و تولید آب مورد نیاز جهت مصرف در واحدهای دامپروری، آبزی پروری و طیور.
۱۰. تامین آب مورد نیاز برای استخرها، برکه ها، آب نماها، پارک های آبی و ...

افزایش تعداد واحدهای آب شیرین کن در کشور، ما را بر آن داشت تا در راستای بهینه سازی روش، با بهره گیری از علم نوین الکترومغناطیس گامی موثر، ولو کوچک برداریم

انواع روش های نمک زدایی آب و شیرین سازی آب ها:

فرآیند شیرین سازی آب، فرآیندهایی به منظور خالص سازی آب دریا برای مصارف آشامیدنی است، یک سیستم آب شیرین کن به طورکلی آب شور را به دو جریان تقسیم می کند، یکی جریان آب خالص با درصد بسیارکمی از نمک و املاح و دیگری جریانی که حاوی نمک املاح باقی مانده می باشد.

جداسازی نمک از مخلوط آب نمک، یک فرآیند ترمودینامیکی است که نیاز به انرژی دارد، یک فرآیند ایده آل آب شیرین کن به عنوان یک فرآیند جداسازی برگشت پذیر محسوب می شود.

فناوری های آب شیرین کن از لحاظ تغییر فاز:

فرایندهای دارای تغییر فاز:

فرآیندهایی که در آنها تغییر فاز صورت می گیرد:

- Multi effect distillation (MED)
- Multi stage flash distillation (MSF)
- Vapor compression distillation (VCD)

فرآیندهای بدون تغییر فاز انجام :

- Reverse osmosis (RO)
- Haigh Efficiency Reverse osmosis (HERO)
- Electro dialysis (ED)
- Electromagnetism- Electrolyze (ECR)

کارایی هرکدام از این فرآیندها بستگی به غلظت نمک در آب تغذیه و همچنین ارزش ریالی آب دارد.

هریک از فناوری های آب شیرین کن برای انجام فرآیند جداسازی به انرژی احتیاج دارندکه این انرژی می تواند از طریق انرژی گرمایی، مکانیکی یا الکتریکی تامین شود.

معرفی روش های آب شیرین کن:

شش فناوری عمده به منظور زدودن نمک و دیگر مواد جامد غیر قابل حل از آب وجود داردکه عبارتند از:

تقطیر و انجماد شامل خارج ساختن آب خالص، به صورت بخارآب و یا یخ ، از آب شور می باشد. درفناوری های RO و ED یک غشا بسیار ظریف باعث جداسازی نمک ها و املاح سبک و مطلوب تر در طی عبور آب از یک محفظه شیمیایی می باشد.بعضی از فناوری های آب شیرین کن علاوه بر جداسازی و خارج سازی نمک ها و دیگر مواد جامد غیرقابل حل درآب، مواد معلق، موادآلی، بعضی از باکتری ها و ویروس ها را نیز از آب خارج می سازد.

این فناوری ها به منظوراستفاده در مقیاس های بالا پیشرفت کرده و تکامل یافته اند و حجم بسیار بالایی از آب را تصفیه می نمایند. ولی بعضی از آنها در حجم های بسیار پایین و درحد مصارف خانگی مورد استفاده قرار می گیرند.

۱ـ شیرین کردن آب دریا به روش تقطیر:

اکثر راه های معمول نمک زدایی آب شامل فرآیندهای جوشش و تبخیر می باشد، در یک دستگاه تقطیر، آب به جوش می آید و بخار تولید می نماید که از چگالش این بخار آب خالص تولید می شود. تقطیر آب هنوز بهترین و مرسوم ترین روش شیرین سازی آب دریا است. در این فرآیند از تبخیر آب شور و چگالش آب، به آب خالص می رسیم، با این حال تکنولوژی غشا به خاطر اطمینان بیشتر و مصرف انرژی کمتر به طور گسترده ای طی ۱۰ سال اخیر گسترش یافته است. فرآیندهای خالص سازی آب به روش تقطیر نسبت به فرآیندهای غشایی دارای کیفیت بالاتری است. البته فرآیندهای تقطیر هنوز سهم بزرگی در صنعت شیرین کردن آب دریا دارا است.

روش تقطیر هنگامی به صرفه است که بخار با انرژی حرارتی پایین به عنوان منبع اصلی انرژی در دسترس باشد. بنابراین روش های حرارتی درکشورهای که کوپلینگ با ایستگاه های قدرت (نیروگاه ها) ممکن نیست، کمتراستفاده می شود. ازطرف دیگر بزرگترین پلنت های آب شیرین درکشورهای شبه جزیره عرب و یا جاهایی که تولید همزمان توان (الکتریسیته) و آب دارند، بر پایه تقطیر است.

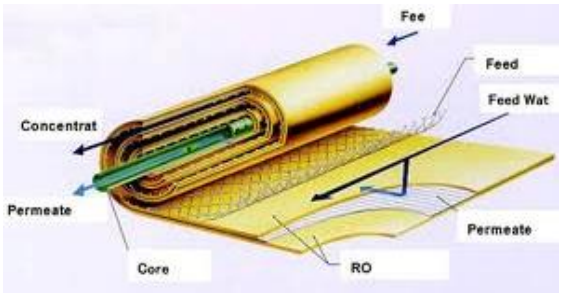
انواع فرآیندهای تقطیر

فرآیندهای مختلف تقطیر آب دریا به شرح زیر است:

- تقطیر به کمک چند مرحله انبساط ناگهانی(MSF)
- تقطیر چند مرحله ای به همراه لوله افقی و فیلم نازک انبساط(MED).
- استفاده از MED باگردش بخار به وسیله ترموکمپرسور(TVC_MED)
- تقطیر یک یا چند مرحله ای به وسیله تراکم بخارمکانیکی(MVC)

۲ـ روش اسمزمعکوس (RO):

فرآیند غشایی به شیوه های فیزیکی برای جداسازی حلال از نمک های محلول درآن با استفاده ازغشاهای نیمه تراوا اطلاق می شود. این فرآیندها درسال های اخیر پیشرفت های زیادی داشته است. سابقه استفاده ازغشا برای صاف کردن به اوایل قرن بیستم باز می گردد. دردهه سوم قرن بیستم غشاها برای جداسازی، خالص سازی و یا غلیظ سازی محلول ها به ویژه سیال های حاوی میکرواورگانیسم ها مورد استفاده قرار گرفت. سیرتکاملی این پدیده با انجام پژوهش ها برروی ساخت انواع غشاها و شناخت فرآیند در طی زمان به گونه ای ادامه یافت که درحال حاضر این فرآیند یکی از شیوه های اصلی شیرین سازی آب محسوب می شود. فرآیندهای غشایی براساس اندازه کوچکترین ذره که تحت تاثیر نیروی فشاری از غشا عبور می کند به نام های زیر نامیده می شوند.



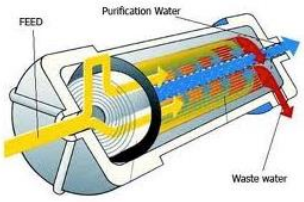
الف) میکروفیلتراسیون (Micro filtration)

ب) اولترافیلتراسیون (Ultra filtration)

پ) نانو فیلتراسیون (Nano filtration)

ت) اسمز معکوس (Reverse osmosis)

در یک فرآیند غشایی به طور معمول دو فاز بوسیله فاز سوم که غشا می باشد، از یکدیگر جدا می گردند . غشا تعیین کننده پدیده انتقال جرم است.



- نفوذپذیری یا تراوایی(permeability)
- انتخاب گری یا گزینش پذیری(selectivity)

تمام موادی که به عنوان غشاء عمل می نماید دارای ویژگی عبور مواد مختلف به طور انتخابی هستند.

فرآیند غشایی دارای مزایای زیر می باشد:

- صرفه جویی نسبی در مصرف انرژی به دلیل عدم تغییر فاز.
- کاهش فضای مورد نیاز به علت کم حجم بودن مدول های غشایی.
- سریعتر بودن فرآیند به دلیل نازک بودن غشاء و بالا بودن سرعت انتقال جرم در آن.
- توانایی انجام در دمای پایین که مزیت بالایی برای محلولهای حساس به گرماست.
- پایین بودن هزینه سرمایه گذاری درمقایسه با روش تقطیری، ED، MSF و ...
- سهولت درگسترش دادن سیستم.

۳-اسمز معکوس بیش بازده (HERO):

HERO یک فرآیند ارتقاء یافته از خانواده ی فرآیندهای غشائی است که به طور خاص جهت تصفیه آبهای لبشور با میزان بالای سیلیکا (حداکثر پتانسیل گرفتگی) طراحی شده است. کاهش موثر میزان گرفتگی غشاء در این فرآیند موجب افزایش میزان بازده تا ۹۰ درصد شده و تلفات آب را به کمتر از ۱۰ درصد می رساند. میزان ریکاوری پائین فرآیند اسمز معکوس RO موجب هدر رفت ۲۰ الی ۷۰ درصد منابع آبی به هنگام تصفیه می شود به بیانی دیگر آبی که از اعماق زمین و سفره های زیر زمینی و دریا ها واقیانوس ها برداشت شده، کلیه مراحل پیش تصفیه را گذرانده، وارد فرآیند شیرین سازی RO شده، در بهترین حالت طراحی برای آب های لبشور در شرایط متعارف ۷۵ درصد و برای آبهای شور۴۰ درصد آب به عنوان آب تصفیه شده استفاده می شود. مقدار درصد بازیابی با توجه به نوع غشاء ، کیفیت و کمیت آب تصفیه شده و مقدار هزینه های عملیاتی ، تعیین خواهد شد. بالا رفتن بیش از اندازه درصد بازیابی ، باعث افزایش املاح و در نتیجه فشار اسمزی در آب پشت غشاها می شود ، که این امر باعث افزایش انرژی عملیاتی لازم ، کاهش دبی و افزایش درصد عبور املاح از میان غشاها می شود.

۴ـ روش الکترو دیالیز (ED):

فرآیند الکترودیالیز بصورت تجاری از اوایل دهه ۶۰ یعنی حدود ۱۰ سال قبل از RO به بازار عرضه شد . طراحی و ساخت سیستم الکترودیالیز راه موثری برای کاهش هزینه در فرآیند نمک زدایی آبهای کم نمک ابداع کرد و در این زمینه موفقیت قابل ملاحظه ای بدست آورد.

فرآیند الکترودیالیز به اصول کلی زیر بستگی دارد:

- ✓ اکثر نمک های محلول درآب، به شکل یون بوده و بصورت مثبت (کاتیون) یا منفی (آنیون) باردار می گردند.
- ✓ آنیون ها بوسیله بارالکتریکی مخالف الکترود، جذب آنان می شود.
- ✓ غشا ها را می توان طوری ساخت که بصورت انتخاب شده عبور آنیون ها یا کاتیون ها را امکان پذیرکنند.

اجزاء محلول شده یونی در یک محلول نمکی مثل سدیم + ، کلر- ، کلسیم ++ و کربنات - - در آب توزیع و بخش می گردند و بطور موثر بارهای منفرد خود را خنثی می کنند. وقتی الکترودها به یک منبع جریان مستقیم مثل باطری متصل گردند و در داخل یک ظرف حاوی محلول آب نمک قرار گیرند، جریان الکتریکی از میان محلول (الکترولیت) عبور می کند. در این حالت یون ها سعی می کنند به سمت الکترود با بار مخالف حرکت کنند.

۵ـ روش الکترولیز الکترو مغناطیس (ECR) :

الکترولیز الکترو مغناطیس روشی است که با ایجاد یک جریان زیاد الکتریکی به صورت DC باعث شکست و تجزیه یون ها و کاتیون های موجود در آب می شود. در این روش آب میان دو پلیت از جنس های آلومینیوم که دارای قطب آند و آهن که دارای قطب کاتد است عبور کرده و با اعمال جریان DC ذرات تشکیل دهنده هدایت الکتریکی (نمک های محلول در آب) تجزیه می گردند.

در حالت الکترولیز معمولی با اعمال انرژی الکتریکی DC به پلیت های فلزی، شاهد خوردگی زیاد (تجزیه) پلیت دارای بار الکتریکی مثبت خواهیم بود که آن را در واحد های آزمایشگاهی به اصطلاح "آند فدا شونده" می خوانند. در یک فرایند الکترولیز معمولی، سرعت خوردگی پلیت آند بسیار زیاد است. در حالت الکترولیز آب شور یا نسبتاً شور، جریان الکتریکی بسیار زیادی مصرف می شود. برای کاهش جریان الکتریکی مصرفی و همچنین کاهش چشم گیر سرعت خوردگی قطب آند (پلیت آلومینیومی) می توان از امواج الکترو مغناطیس کمک گرفت.

امواج الکترو مغناطیس در صورتی که به آب دارای نمک محلول القاء شود، جنبش ریز مولکولی ایجاد می نماید. این جنبش مولکولی در نمک های محلول در آب، باعث تجزیه راحت تر آنها به وسیله جریان های الکتریکی می گردد. با اعمال انرژی الکترومغناطیس به آب، افزایش جنبش مولکولی صورت پذیرفته و با عبور جریان کمتر از قطب های آند و کاتد، فرایند تجزیه املاح صورت می پذیرد و با عبور جریان کمتر از قطب ها، سرعت خوردگی نیز کاهش پیدا می کند.

به صورت کلی در گذشته یکی از روش های مرسوم کاهش شوری در آب، استفاده از الکترولیز بوده است که به علت مصرف انرژی نسبتاً بالا و سرعت زیاد خوردگی قطب ها، استفاده از آن توجیه پذیر نبوده است. حال با کمک گیری از امواج الکترو مغناطیس دو مانع فراروی استفاده از این روش برطرف شده و در دهه جاری، واحدهای مختلف صنعتی از این روش جهت کاهش شوری آب استفاده می نمایند.در روش الکترولیز الکترو مغناطیس آب نیازی به پیش فیلتراسیون نداشته و با مصرف تقریبی ۰,۸ تا ۱ کیلو وات انرژی به ازای هر متر مکعب آب، با راندمان تصفیه بالای ٪۹۷ عملیات شیرین سازی آب را انجام می دهد.

۶ ـ نمک زدایی انجمادی.

این روش در این مقاله تشریح نمی گردد.

۷ ـ آب شیرین کن های ترکیبی:

- آب شیرین کن ترکیبی MSF_RO
- آب شیرین کن ترکیبی NF-MSF
- آب شیرین کن ترکیبی NF-RO-MSF
- آب شیرین کن ترکیبی ECR– $R.O_{BW}$

.

معرفی و بررسی فنی

دستگاه EDR

برای کاهش شوری آبهای لب شور و TDS

01						
00	1401.06.01	Issue for approve	S.Azizpour	B.Saeedpour	Dr.S.H.Khabbazi	Dr. B.Saeedpour
Rev	Date	Description	Prepared by	Checked by	Final Checked by	Approved by

تهران، خیابان ولیعصر،روبروی پارک ساعی، خیابان امینی، پلاک ۱، واحد ۴
parsgoonco@gmail.com www.parsgoonco.com
تلفن: ۸-۸۸۶۵۹۹۵۷-۰۲۱ فکس : ۸۶۰۸۴۵۵۰-۰۲۱

معرفی EDR :

فرآیندهای غشایی در میان فرآیندهای صنعتی رشدی متأخر داشته اند .غشاهای میکروفیلتراسیون در اواخر دهۀ دوم قرن بیستم به صورت تجاری برای استفاده در آزمایشگاه های باکتریولوژی تولید شدند. استفاده از این نوع غشاها تا زمان ایجاد فیلترهای نامتقارن، برای اسمز معکوس و الترافیلتراسیون در مقیاس وسیع ممکن نبود. دقیقاً بعد از جنگ جهانی دوم یک گروه ویژه برای مطالعه بر روی تکنولوژی غشایی آلمان تشکیل شد و در سالهای 1947 تا 1950 ساختارهای غشایی موفقی پرورش یافتند. در سال 1957 نتیجه گزارشها تحقیقاتی بسیاری منجر به تصمیم گیری برای استفاده از روش فیلتر غشایی برای آب آشامیدنی شد. استفاده از فیلترهای غشایی برای آنالیز بهداشتی آب بوسیله رشد باکتری بر سطح فیلترها، گونه ای از استعمال نو ظهور غشاها در تاریخچه استفاده از آنها بود . در طول اولین قرن گسترش و توسعه فیلترهای غشایی محققین از غشاها برای مطالعات دیالیزی و اسمزی و الترافیلتراسیون استفاده می کردند. محققین غشاهای خود را برای این آزمایش ها از نیترو سلولز تهیه می کردند . سوریجان و لئوب در دهه1960 توانستند یک غشای نامتقارن استات سلولز بوسیله فرآیند فاز معکوس تهیه کنند. اندکی بعد میشل تصمیم به ساخت یک غشای نامتقارن چند یونی برای الترافیلتراسیون گرفت که این تصمیم در واقع یک موج توسعه در این تکنولوژی بود. به همین ترتیب غشاهای جداکننده گاز از فیلم های پلیمری به دنبال یک سری تلاشهای بی سابقه تولید شدند. تاریخچه فیلترهای غشایی سلولزی می تواند به 4 دوره تقسیم شود :کشف، آزمایش، رشد و پیشرفت. پس از کشف غشاء سلولزی، غشای طبیعی که از جانوران و گیاهان گرفته می شد در آزمایش های الترافیلتراسیون و نفوذ مورد استفاده قرار می گرفتند .لازم به ذکر است پژوهشگرانی که بر روی پدیده نفوذ تحقیق می کردند در اوایل دهه اول قرن نوزدهم برای آزمایش ها دیالیزی و مطالعات اسمزی و کاربردهای الترافیلتراسیون از غشاهای خارجی قلب گاو، مثانه خوک و ماهی، پوست قورباغه و پوست پیاز استفاده می کردند . ماتیوس و سیما در سال 1845 در حالی که از غشاهای جانوران برای مطالعات اسمزی استفاده می کردند موفق شدند برای اولین بار دربارۀ تفاوتهای نفوذ پذیری وابسته به عدم تقارن منافذ غشاء گزارش دهند. آنها ملاحظه کردند که وقتی اطراف غشاء در جهت جریان آب معکوس می شود، جریان آب عبوری از غشاء سرعت

بیشتری می یابد. اشمیت اولین نفری بود که آنچه تاکنون الترافیلتراسیون نامیده می شود را شکل داد . وی نیز مشاهدات مشابهی در سال ۱۸۶۵ داشته است . او دریافت که در هنگام معکوس کردن لبه های داخلی غشا در جهت جریان آب تفاوت آشکاری در جریان آب عبوری از غشاهای جانوری ایجاد می شود. این محققین بدون اینکه دلایل ایجاد این تفاوت ها را بدانند؛ بر ساختار منافذ غشاها ملاحظات ویژه ای داشتند. بعدها کشف شد که غشاهای پنبه ای مصنوعی نیز این ساختار منافذ که قابلیتهای حفظ باکتری غشاء است، را دارا می باشند. استفاده از غشاهای میکروفیلتراسیون در یک مدل بستهٔ جریان برای تمیز کردن انواعی از بخارهای مایع بسیار رواج یافت و فیلتراسیون استریل به طور گسترده از اواسط دهه ۶۰ قرن بیست مورد استفاده قرار گرفت. الکترو دیالیز علیرغم اینکه رشد بسیار آهسته تری از سایر فیلتراسیون های غشایی داشت ، اولین فرآیند مدرن برای توسعه یک پایه قابل توجه صنعتی بود. تاریخچه الکترو دیالیز از سالهای 1890 وقتی که استوالد تحقیقات خود را در این زمینه شروع کرد ، آغاز شد. او بر روی خصوصیات بعضی غشاهای نیمه تراوا تحقیق می کرد و دریافت که بعضی غشاها نسبت به محلولهای الکترولیت نفوذ ناپذیرند. تحقیقات در این زمینه ادامه پیدا کرد و امروزه الکترو دیالیز به عنوان یکی از مهمترین روشها برای تصفیه آب و نمک زدایی آن شناخته می شود.

آشنایی با فناوری پالایش غشائی

بنا به تعریف غشاء لایه ای نازک است که می تواند اجزای یک سیال را به طور انتخابی از آن جدا نماید. به عبارت دیگر غشاء وسیله ای است که جداسازی مواد را عموماً براساس اندازه های مولکولی آنها ممکن می سازد . در این فرآیند علاوه بر اندازه، عوامل دیگری نیز دخالت دارند.

برای درک فناوری غشائی ،آشنایی با چگونگی نحوه کار جریان متقاطع غشائی بسیار ضروری است . به عبارتی ساده ، سیستم تصفیه جریان متقاطع جریان ورودی را به دو جریان خروجی به آب تغلیظ شده (Concentrate) تبدیل می سازد. آب خالص و Permeate نامهای قسمتی از مایع است که از میان غشاء نیمه تراوا عبور کرده است. مزیت اصلی این سیستم قابلیت سیستم تصفیه جریان متقاطع در فعالیت مستمر با قابلیت شستشوی خودکار می باشد . این سیستم به طور خودکار تمیز می

گردد و ذرات جامد معلق و مواد محلول دفع شده به طور مداوم از سطح آن پاک می شوند. برخلاف فیلترهای متعارف که معمولاً تحت جریان های معمولی عمل می کنند، در این سیستم ها کل جریان ورودی آب بجز ذرات بزرگ که در دستگاه تصفیه گیر می افتند، از فیلتر عبور می نماید . تجهیزات خاصی که در تصفیه متعارف بکارگرفته می شود عبارتند از : صافی چند لایه ، صافی ماسه ای ، صافی پارچه ای و صافی کارتریج . از این نوع تصفیه همچنین می توان به عنوان پیش تصفیه جریان متقاطع سیستم غشایی جهت حذف ذرات بزرگ و ذرات معلق جامد استفاده نمود. امروزه جداسازی توسط غشاء در محدوده های زیر اتفاق می افتد که به طور عمده با توجه به اندازه حفره های غشاء به دسته های زیر تقسیم می گردند.

- میکرو فیلتراسیون (MF) Micro filtration
- الترا فیلتراسیون (UF) Ultra-filtration
- نانو فیلتراسیون (NF) Nano filtration
- اسمز معکوس(RO) Reverse osmosis
- الکترو دیالیز(ED) Electro dialysis

الکترو دیالیز

دیالیز به جداسازی جسم بلوری از محلول کلوئیدی گفته می شود که در آن علاوه بر استفاده از غشاء مناسب از یک حلال مایع استفاده می کنند، در طی این فرایند بلوره ای جامد و حلال از غشاء عبور می کنند اما ذرات کلوئیدی توانایی عبور از غشاء ها را ندارند . اگر نیروی محرکه الکتریکی سبب عبور ذرات باردار از غشاء شود به آن عمل الکترودیالیز گویند.

یک فرایند جداسازی غشایی الکترو دیالیز با علامت مخفف ED که درآن از اختلاف پتانسیل الکتریکی به عنوان نیروی محرکه جهت انتقال یونها استفاده می شود ، نشان داده می شود. در این سیستم از غشاهای پلیمری حاوی رزین های تبادل یونی استفاده می گردد .این رزین ها بر روی پارچه هایی پلیمری مانند پلی اتیلن پوشش داده شده اند. پرده های کاتیونی نسبت به کاتیونها تراوا می باشند و آنیون ها فقط می توانند از غشاهای آنیونی عبور نمایند. فضای بین دو غشای غیر همنام سل نامیده

می شود . در سیستم های پیشرفته دستگاه الکترودیالیز به شیوه ای طراحی و بهره برداری می گردد که در حدود هر 15 دقیقه یک مرتبه قطب کاتد و آند جابجا می شوند و به طور اتوماتیک از رسوب روی الکترودها و گرفتگی غشاها کاسته می شود. غشاها توسط جدا کننده های پلیمری از یکدیگر مجزا می شوند. به طور معمول ضخامت این توری ها در فضای بین غشاء ها نیم میلی متر و در کنار الکترودها یک میلی متر می باشد.

موارد استفاده الکترودیالیز:

۱. نمک زدایی آب لب شور

۲. تهیه نمک خوراکی

۳. تصفیه پساب ها

۴. به عنوان واحد پیش تصفیه قبل از اسمز معکوس

۵. استفاده در صنایع شیمیایی ، خوراکی و دارویی

۶. تهیه اسید و باز از نمک های مربوطه با تفکیک الکتریکی آب به وسیله غشاهای دو قطبی

غشاها از ترکیبات آلی و پلیمری با شبکه های باردار ساخته شده اند که نسبت به بعضی اجزای باردار نفوذ ناپذیرند . بر این اساس در الکترو دیالیز با دو نوع غشا که به آنها غشاهای تعویض یونی نیز گفته می شود آشنا می شوید.

الف :غشاها مبادله گر کاتیونی که در شبکه های پلیمری آن، گروه های با ابر منفی وجود دارد که به کاتیون ها اجازه عبور می دهند و از نفوذ آنیون ها جلوگیری می کنند.

ب : غشاهای مبادله گر آنیونی که گروه های با بار منفی در درون ساختمان غشا جایگزین می شوند و به آنیون ها اجازه عبور می دهند و از نفوذ کاتیون ها جلوگیری می کنند.

اصول اکترودیالیز:

در یک واحد الکترودیالیز بین یک آند و یک کاتد تعدادی از غشاهای آنیونی و کاتیونی به صورت یک در میان قرار گرفته اند . به فضای بین دو غشای غیر همنام سل گفته می شود. اگر یک محلول یونی به درون این سل ها پمپ شود و یک پتانسیل الکتریکی بین آند و کاتد برقرار شود ، یون های دارای بار مثبت به سمت کاتد و یون های دارای بار منفی به سمت آند مهاجرت می کنند. کاتیون ها به راحتی از درون غشاهای آنیونی که ساختمان پلیمری آنها دارای بار مثبت است برگردانده می شوند. نتیجه کلی افزایش غلظت یون ها در درون بعضی از سلها و کاهش غلظت یون ها در درون سلهای مجاور است و در نهایت دو محصول غلیظ شده و رقیق شده حاصل می شود. در واحدهای الکترودیالیز حقیقی می توان از صدها غشای مبادله گر یونی استفاده کرد.

انرژی مورد نیاز فرآیند الکترو دیالیز:

انرژی مورد نیاز فرآیند الکترو دیالیز به دو طریق محاسبه می گردد:

- انرژی الکتریکی برای عبور ترکیبات یونی محلول از درون غشا از یک طرف غشا به طرف دیگر
- انرژی مورد نیاز برای پمپ کردن محلول ها به درون واحد الکترو دیالیز

نکات مهم در طراحی و بهره برداری از سیستم های الکترو دیالیز:

- کیفیت آب ورودی بیشترین اهمیت را در ثابت نگه داشتن مشخصات آب خروجی دارد . یون های مهم در تصفیه آب شامل سدیم، کلسیم، منیزیم، آهن ، سیلیس ، کلرید و بی کربنات می باشند.
- دمای آب ورودی اثر فوق العاده مهمی بر روی بازده دستگاه و کیفیت محصول دارد .
- حد مجاز آهن در آب ورودی به طور معمول حدود 200ppm است. یکی از اثرهای منفی یون های آهن و یا آهن معلق ، افزایش مقاومت الکتریکی غشاها می باشد که در اثر رسوب بر روی غشاها یک لایه نارنجی رنگ بوجود می آورند و موجب کاهش کیفیت تولید آب و تغییر در ولتاژ و آمپر مورد استفاده می شود.

- وجود کلرین در آب ورودی موجب آسیب دیدگی سیستم می شود لذا نباید زمانی که غلظت کلرین بالاست، سیستم راه اندازی شود.
- وجود هیدروژن سولفاید در آب ورودی مانند حالت بالا موجب آسیب رسیدن به غشا میشود ولذا نباید سیستم راه اندازی شود.
- حد مجاز منگنز بر روی هم درآب ورودی 300ppm می باشد.
- به طور اساسی یکی از عوامل وجود آهن در لوله های انتقال و مخازن سرچاهی خوردگی می باشد و یکی از رایج ترین عوامل خوردگی در آب های زیر زمینی باکتری های احیا کننده می باشد که می توانند به دلیل بی هوازی بودن در چاه های آب وجود داشته
- در سیستم های الکترو دیالیز اتوماتیک ، هر پانزده دقیقه یک مرتبه پلاریته الکتریکی و مسیرهای الکتریکی تعویض می شوند و این عمل با تعویض قطب کاتد و آند انجام می گیرد که هیچ یک از قطب ها با آب نمک غلیظ برای مدت بیش از پانزده دقیقه در تماس نباشند و نمک انباشته شده را به سرعت حل می نمایند و از سیستم خارج می سازند.
- محیط آندH+ اسیدی می باشد ، لذا مناسب است که آب در اطراف قطب همیشه در اثر تجمع آند ، حالت سکون داشته باشد تا رسوباتی که در این قطب به وجود آمده است حل و در زمان تخلیه خارج شوند و یا به عبارت دیگر عمل شست و شوی اسیدی در قطب آند انجام شود.
- به طور معمول حداقل فشار سیستم الکترو دیالیز 5.15ATM می باشد.
- دستگاه نشان دهنده اختلاف فشار بین آب رقیق و غلیظ در ورودی و خروجی مجموعه غشاها به شیوه ای است که اختلاف فشار آب تصفیه شده و آب نمک را نشان می دهد ، زیرا همیشه باید فشار آب تصفیه در حدود نیم الی یک و نیم اتمسفر بیشتر از فشار آب نمک باشد.
- جهت کنترل کیفیت آب تولیدی دستگاه اندازه گیری هدایت الکتریکی در قسمت خروجی آب تصفیه شده نصب می شود.

- در صورت توقف بیش از سی دقیقه در سیستم های الکترودیالیز که به شیوه های دستی یا اتوماتیک عمل می نمایند، لازم است در حدود چهار الی هشت دقیقه آبکشی شوند تا نمک های باقی مانده تخلیه شوند و از ایجاد رسوب بر روی غشاها جلوگیری گردد .
- در صورت افزایش TDS آب و کاهش آمپر مصرفی لازم است موارد زیر مورد بررسی قرار گیرند:

الف)دمای آب : کاهش یک درجه فارنهایت از دمای آب باعث کاهش یک درصد از آمپر مصرفی می شود
ب) کثیف بودن غشاها
ج)پوشش سطح الکترودها
د)پارگی و یا سوختگی غشاها.

- در صورت کاهش میزان آب تولیدی ، موارد زیر باید بررسی شود:

الف) گرفتگی صافی ها
ب) وضعیت سایر تجهیزات مانند شیرها و پمپ ها
ج) اختلاف فشار جریان های ورودی و خروجی

- هرگاه جریان مصرفی بین الکترود کاهش یابد باید بررسی زیر انجام گیرد:

الف) اطمینان از بسته نبودن لوله های آب تغذیه الکترودها یا لوله های خروجی الکترودها
ب) اطمینان از برابر بودن فشار ورودی آب الکترودها و فشار ورودی مجموعه غشاها
ج) اطمینان از عدم رسوب روی غشاها ، صفحه های جدا کننده و الکترودها.

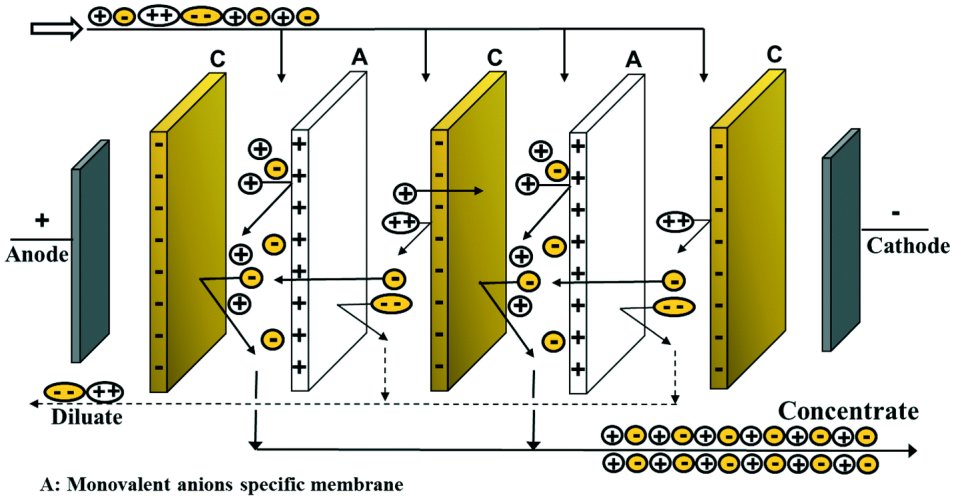
غشاهای عبور دهنده یون:

غشاهای تراوش دهنده یون که در الکترو دیالیز از آنها استفاده می شود ، صفحاتی از رزین های تعویضی یونی اند . در ساختمان این غشاها از پلیمرهایی استفاده می شود که قدرت مکانیکی و انعطاف پذیری آنها را افزایش می دهد . در غشاهای مبادله گر کاتیونی گروه های باردار منفی

همانند SO_3^{-2} با پیوند شیمیایی به زنجیره های پلیمر وصل می شوند همانند پلیمر استیرن و دیوینیل بنزن . یونهای دارای بار مخالف با بار قرار گرفته بر روی پلیمر بطور آزادانه می توانند از این پلیمرها عبور کنند . این بار قرار گرفته بر روی زنجیره های پلیمر یون های هم نام خود را دفع می کند و از عبور آنها جلوگیری می کند.

غشاهای دو قطبی:

غشاهای دو قطبی از یک غشای مبادله گر آنیونی و یک غشای مبادله گر کاتیونی که روی هم قرار گرفته اند ، تشکیل شده اند . این غشاها برای تولید اسید و باز از محلول نمک مربوطه به کار می روند. در فرآیند الکترو دیالیز به کمک غشاهای دو قطبی نه تنها به وسیله یک میدان الکتریکی اجزای یونی محلول را با استفاده از غشاهای مبادله گر یون از هم جدا می کنند بلکه عمل بی همتای شکافته شدن آب با غشاهای دو قطبی در این فرآیند بسیار با اهمیت است.



آدرس:

تهران، خیابان ولیعصر، بالاتر از پارک ساعی، خیابان امینی، پلاک ۱، واحد ۴

Email: ParsgoonCo@gmail.com

www.Parsgoonco.com

پارس گون

تلفن : ۸ - ۸۸۶۵۹۹۵۷ (۰۲۱)

فکس : ۸۶۰۸۴۵۵۰ (۰۲۱)