



# گروه مشاورین پارس کون

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

پارسگونکو@گمیل.کام      [www.parsgoonco.com](http://www.parsgoonco.com)

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

سیستم حذف شوری و نمک زدایی نهایی آبهای لب شور به روش HERO

## High Efficiency Reverse Osmosis (HERO)



Contract number: PG – HERO- 001

Page 3 of 24

Document Number: PG – HERO – 001A

### فهرست مطالب

۵	معرفی شرکت پارس گون :
۵	صلاحیتها:
۵	استانداردها:
۵	موضوع فعالیت های شرکت پارس گون ..
۶	پروژه های اجرا و طراحی شده گروه پارس گون:
۸	مقدمه:
۸	اهمیت موضوع و انگیزه انتخاب آن:
۹	جایگاه استفاده از آب شیرین کن:
۱۰	کاربرد سیستم های آب شیرین کن:
۱۹	معرفی سیستم های غشایی :
۲۲	اسمز معکوس بیش بازده (HERO) :
۲۳	مزایای فرآیند HERO نسبت به RO ..
۲۳	کاربردهای HERO ..

Contract number: PG – HERO- 001

Page 4 of 24

Document Number: PG – HERO – 001A

# معرفی

## شرکت پارس گون

(سهامی خاص – دانش بنیان)

03						
02						
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

Contract number: PG – HERO- 001

Page 5 of 24

Document Number: PG – HERO – 001A

### 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 انعقاد الکترو شیمیایی (EC-F) و روشهای دیگر از جمله MBR و MBBR و EAAS
- 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 فناوری 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

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	RO <sub>sw</sub>	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	*	-

Contract number: PG – HERO- 001

Page 7 of 24

Document Number: PG – HERO – 001A

# انواع روش های نمک زدایی آب و آب شیرین کن ها

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

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 در حال 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 مهمترین 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 بر روی 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 نمک زدایی می تواند 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، آبی 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 طور کلی آب شور را به دو جریان تقسیم می کند، یکی جریان آب خالص با درصد بسیار کمی 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:

#### فرآیندهای 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)
- High Efficiency Reverse osmosis (HERO)
- Electro dialysis (ED)
- Electromagnetism- Electrolyze (ECR)

گرایی هر کدام 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 دارند که 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 دارد که عبارتند از:

تقطیر و انجماد شامل خارج ساختن آب خالص، به صورت بخار آب و یا یخ، از آب شور می باشد. در فناوری 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 غیر قابل حل در آب، مواد معلق، مواد آلی، بعضی از باکتری ها و ویروس ها را نیز از آب خارج می سازد.

این فناوری ها به منظور استفاده 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 در حد مصارف خانگی مورد استفاده قرار می گیرند.

### ۱- 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 در کشورهای که کوپلینگ با ایستگاه های قدرت (نیروگاه ها) ممکن نیست، کمتر استفاده می شود. از طرف دیگر

Contract number: PG – HERO- 001

Page 13 of 24

Document Number: PG – HERO – 001A

بزرگترین پلنت های آب شیرین در کشورهای شبه جزیره عرب و یا جاهایی که تولید همزمان توان (الکتریسیته) و آب دارند، بر پایه تقطیر است.

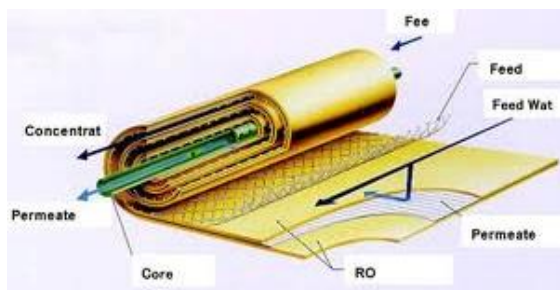
### انواع فرآیندهای تقطیر

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 بخار مکانیکی (MVC)

### ۲- روش اسمز معکوس (RO) :

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



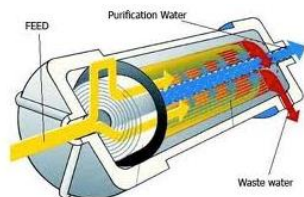
(الف) میکروفیلتراسیون (Micro filtration)

(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 نمایند 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 در مقایسه با روش تقطیری، ED، MSF و ...
- سهولت در گسترش دادن سیستم.

### ۳-اسمز معکوس بیش بازده (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

Contract number: PG – HERO- 001

Page 15 of 24

Document Number: PG – HERO – 001A

منابع آبی به هنگام تصفیه می شود به بیانی دیگر آبی که از اعماق زمین و سفره های زیر زمینی و دریا ها و اقیانوس 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 شور ۴۰ 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.

#### ۴- روش الکترو دیالیز (ED):

فرآیند الکترو دیالیز بصورت تجاری از اوایل دهه ۶۰ یعنی حدود ۱۰ سال قبل از RO به بازار عرضه شد. طراحی و ساخت سیستم الکترو دیالیز 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 الکترو دیالیز به اصول کلی زیر بستگی دارد:

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

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 باطری متصل گردند و در داخل یک ظرف حاوی محلول آب نمک قرار گیرند، الکتریکی از میان محلول (الکترولیت) عبور می کند. در این حالت یون ها سعی سمت الکترودها با بار مخالف حرکت کنند.

مستقیم مثل  
جریان  
می کنند به





#### ۵- 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.



Contract number: PG – HERO- 001

Page 17 of 24

Document Number: PG – HERO – 001A

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- نمک زدایی انجمادی.

این روش در این مقاله تشریح نمی گردد.

#### ۷- 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<sub>BW</sub>

Contract number: PG – HERO- 001

Page 18 of 24

Document Number: PG – HERO – 001A

## معرفی و بررسی فنی

### دستگاه HERO

## 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

### معرفی سیستم های غشایی :

فرآیندهای غشایی در میان فرآیندهای صنعتی رشدی متأخر داشته اند. غشاهای میکروفیلتراسیون در اواخر دههٔ 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 موفق 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. سوريجان و لئوب در دهه 1960 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 دربارهٔ تفاوت های 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 قابلیت های حفظ باکتری غشاء است، را دارا می باشند. استفاده از غشاهای میکروفیلتراسیون در یک مدل بسته 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 ۱۸۹۰ 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 غشایی

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 غشایی، آشنایی با چگونگی نحوه کار جریان متقاطع غشایی 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

گرد 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.

- (MF) Micro filtration میکرو فیلتراسیون
- (UF) Ultra-filtration الترا فیلتراسیون
- (NF) Nano filtration نانو فیلتراسیون
- (RO) Reverse osmosis اسمز معکوس
- (ED) Electro dialysis الکترو دیالیز
- Filter Press فیلترهای ناپیوسته فشاری
- Cartridge Filter فیلترهای تابیده شده میکرونی
- Ultra-Filter فیلترهای قابل شستشوی فوق العاده ریز
- HERO Filter فیلترهای اسمز معکوس بیش بازده

### اسمز معکوس بیش بازده (HERO) :

یک فرآیند ارتقاء یافته از خانواده ی فرآیندهای غشائی RO است که به طور خاص جهت تصفیه آبهای شور با میزان بالای سیلیکا (حداکثر پتانسیل گرفتگی) و فاضلاب های خاص صنعتی 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 ۵۰ درصد منابع آبی به هنگام تصفیه می شود به بیانی دیگر آبی که از اعماق زمین و از سفره های زیر زمینی برداشت شده، کلیه مراحل پیش تصفیه را گذرانده، وارد فرآیند شیرین سازی RO شده، در بهترین حالت طراحی فرآیند ۸۵ درصد و در شرایط متعارف ۷۵ 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.

اسمز معکوس بیش بازده High Efficiency Reverse Osmosis (HERO) یک فرآیند ارتقاء یافته از خانواده ی فرآیندهای غشائی RO است که به طور خاص جهت تصفیه آبهای شور با میزان بالای سیلیکا (حداکثر پتانسیل گرفتگی) و فاضلاب های خاص صنعتی طراحی شده است. کاهش موثر میزان گرفتگی غشاء در این فرآیند موجب افزایش میزان بازده تا ۹۵ درصد شده و تلفات آب را به کمتر از ۵ درصد می رساند.

Contract number: PG – HERO- 001

Page 23 of 24

Document Number: PG – HERO – 001A

### مزایای فرآیند HERO نسبت به RO

- بازیافت بیش از ۹۰٪
- دفع نمک بیشتر (خلوص بالاتر محصول)
- فلاکس بالاتر
- گرفتگی و رسوب گذاری بسیار کمتر
- مصرف مواد شیمیایی کمتر
- هزینه ی بهره برداری پائین تر
- هزینه های نگهداری کمتر
- تخلیه پساب های شیمیایی کمتر (حفظ محیط زیست)

### کاربردهای HERO

- مهندسی مجدد و افزایش بازیافت سیستم های RO موجود از ۵۰٪ به بیش از ۹۰٪
- تصفیه و بازیافت زیرآب برج های خنک کننده (Blue Down)
- بازیافت انواع پساب های صنعتی غیر قابل تصفیه به روش RO متعارف
- هیبریدی نمودن فرآیند ZLD جهت کاهش هزینه های بهره برداری و مصرفی



پارس گون  
سهامی خاص - ثبت ۷۹۳۷۳

معرفی و بررسی فنی روش HERO برای

کاهش شوری آبهای لب شور و TDS



پارس گون  
سهامی خاص - ثبت ۷۹۳۷۳

Contract number: PG – HERO- 001

Page 24 of 24

Document Number: PG – HERO – 001A



آدرس:

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

Email: ParsgoonCo@gmail.com



تلفن : ۸ - ۸۸۶۵۹۹۵۷ (۰۲۱)

www.Parsgoonco.com

پارس گون

فکس : ۸۶۰۸۴۵۵۰ (۰۲۱)

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