دانشکده مهندسی، نفت وگاز و پتروشیمی

پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد در رشته‌ی مهندسی شیمی

تولید بلورهای نمک از پساب واحد آب شیرین کن

به وسیله‌ی

فرید معمارزاده طهران

استاد راهنما

دکتر داریوش مولا

شهریور ۱۳۸۸

بسم الله الرحمن الرحيم

بـــه نـام خـــدا

اظهار نامـــــه

اینجانـــب فرید معمارزاده طهران دانشجـــــوی رشته ی مهندســـی شـــیمی گرایش شیمی دانشکده ی مهندسی شیمی، نفت،گاز و پتروشیمی اظهـــار می کنم که این پایان نامه حاصل پژوهش خودم بوده و در جاهـــایی کـــه از منابع دیگران استفاده کرده ام، نـــشانی دقیـــق و مشخـــصات کامـــل آن را نوشته ام. همچنین اظهار می کنم کـــه تحقیـــق و موضـــوع پایـــان نامـــه ام تکراری نیست و تعهد می نمایم که بدون مجوز دانشگاه دستاوردهای آن را منتشر ننموده و یا در اختیار غیر قرار ندهم. کلیه حقوق این اثر مطـــابق بـــا آیین نامه مالکیت فکری و معنوی متعلق به دانشگاه شیراز است.

نام ونام خانوادگی: فرید معمارزاده طهران

تاریخ و امضاء: ۸۸/۱۲/۹

به نام خدا

تولید بلورهای نمک از پساب واحد آب شیرین کن

به وسیله ی:

فرید معمارزاده طهران

پایان نامه

ارائه شده به تحصیلات تکمیلی دانشگاه به عنوان بخشی

از فعالیتهای تحصیلی لازم برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته ی:

مهندسی شیمی

از دانشگاه شیراز

شیراز

ارزیابی شده توسط کمیته پایان نامه با درجه: عالی

دکتر داریوش مولا، استاد دانشکده مهندسی، شیمی، نفت گاز، پتروشیمی (رئیس جلسه) .....

دکتر غلامرضا کریمی، استادیار دانشکده مهندسی، شیمی، نفت گاز، پتروشیمی .....

دکتر فریدون اسماعیل زاده، دانشیار دانشکده مهندسی، شیمی، نفت گاز، پتروشیمی .....

شهریور ۱۳۸۸

تقدیم به:

همسر دلسوزم

سپاسگزاری

سپاس و امتنان بیکران او که مرا آفرید و مرا توان آن داد تا در ناگـه زمـان خـویش را جـستجو کنم و پس از او سپاس اولین آموزگارم که قلم در دستم نهاد و آنانکه چـرخش قلـم را بـه مـن آموختند و استادانم که مرا امید آن دادند تا ار لرزش قلمم نهراسم و بنگارم آنچه در تـوان مـن است. ار آن جمله جناب آقای دکتر داریوش مولا استاد راهنمایم که این رساله نمـود گوشـه ای از آسمان وسیع اندیشه اش است و همواره با صبر و درایت خویش با من همراه بوده اند، کمـال تشکر را دارم.

از جناب آقای دکتر غلامرضا کریمی استاد مشاورم که در طـی ایـن دوره تحـصیلی همیـشه از راهنمایی های روشنگرانه خویش مرا بهره مند ساخته اند سپاسگزارم. همچنین کمال تـشکر را از استاد مشاورم فریدون اسماعیل زاده دارم.

چکیده

تولید بلورهای نمک از پساب واحد آب شیرین کن

به کوشش:
فرید معمارزاده طهران

با توجه به رشد روز افزون جمعیت نیاز بته آب شیرین نیز در حال افزایش می باشد تا آنجایکه با پیشبینیهای انجام شده توسط موسسه مدیریت آب بین المللی تا سال ۲۰۲۵ جمعیت ساکنین مناطق بدون آب شیرین به حدود ۲۰۷میلیارد نفر می رسد. نمکزدایی آب یکی از روشهای می باشد که در مناق با آب شور می توان برای تولید آب شیرین مورد نیاز مورد استفاده قرار گیرد. روش استمر معکوس (Ro) نیز یکی از روشهای نمک زدایی می باشد که در سالهای اخیر با توجه به پیشرفت درتولید غشا و مصرف کم انرژی بسیار مورد توجه قرار گرفته است. و واحدهای مردن Ro می توانند تا ۵۰٪ از آب شور را به صورت آب شیرین فرآوری کنند. ۵۰٪ باقی مانده با غلظت شوری در حدود ppm ۷۰/۰۰۰ باقی می ماند. بازگرداندن این آب شور باعث ایجاد مشکلات زیست محیطی می شود. از طرف دیگر می توان از این اب نمک غلیظ برای تولید نمک استفاده کرد. در این تشخیص برای بالا بردن غلظت پسآب واحد آب شیرین کن از یک دستگاه الکترودپالیز استفاده می شود. این دستگاه می تواند غلظت نمک را تا حدود ۲۰٪ افزایش دهد. همچنین باعث کاهش ناخالصی های موجود در آب دریا در محلول غلیظ شده می شود، این امر از طریق انتخابی بودن غشاها صورت می گیرد.
آب نمک غلیظ شده با ppm ۲۰۰/۰۰۰ به واحد کریستالایزر فرستاده می شود تا در آنجا با تبخیر اب اضافی آن بلورهای نمک تشکیل شود افزایش غلظت آب نمک توسط واحد ED باعث کاهش بار حرارتی واحد کریستالایزر می شود.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول - مقدمه

۱-۱- اهداف و اهمیت تحقیق ۲

۱-۲- آنالیز کمی و کیفی آب نمک غلیظ بر گشتی به دریا از واحدهای مختلف آب شیرین کن ۶

۱-۳ بررسی روش های مختلف تولید نمک از پسآب واحد..... **۱۰**

فصل دوم – مروری بر تحقیقات گذشته

مروری بر تحقیقات گذشته ۱۵

فصل سوم- طراحی و ساخت دستگاه آزمایشگاهی جهت تولید نمک کریستال تصفیه شده

۳-۱ شرح فرآیند تولید نمک از پسآب واحدهای آب شیرین کن ۲۸

۳-۲- شرح واحدهای موجود در فرآیند تولید نمک و طراحی و ساخت هر یک ازآنها..... ۳۰

۳-۲-۱ واحد تصفیه آب نمک ورودی به فرآیند..... ۳۰

۳-۲-۲ واحد تغلیظ آب نمک تصفیه شده..... **۳۳**

۳-۳-۳ واحد تولید بلور های نمک (کریستالایزر) ۴۲

۳-۳-۴ واحد جداسازی (سانتریفیوژ)..... ۶۰

۳-۳-۵ واحد خشک کن..... ۶۱

فصل چهارم – شرح آزمایشات انجام شده و نتایج حاصل

نتایج حاصل از آزمایشات..... ۶۳

منابع ۷۹

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول (۱-۷) ظرفیت واحد های مختلف آب شیرین کن سازمان آب و برق کیش (اردیبهشت ۸۷) ۶

جدول (۱-۸) خصوصیات آب خلیج فارس و جریان های برگشتی از هر واحد (اردیبهشت ۱۳۸۷) ۷

جدول (۲-۱)-غلظت مواد مختلف در خروجی واحد های UF و NF..... ۱۵

جدول (۲-۲)- هزینه های لازم جهت شیرین سازی آب دریا از طریق سیستم-UF-NF-MSF..... ۱۵

جدول(۲-۳)- هزینه های لازم جهت شیرین سازی آب دریا از طریق سیستم-UF-NF-RO-MSF ۱۶

جدول(۲-۵)- مواد محلول موجود در آب دریا وآب شیرین شده و جریان آب نمک غلیظ در دو مرحله الکترودیالیز ۲۳

جدول (۲-۶) چگونگی کمی و کیفی جریان های مختلف در فرآیند ZDD ۲۷

جدول ۳-۱- محدوده انتخابی برای عوامل مورد بررسی در انجام آزمایش‌های ED ۴۲

جدول ۴- ۱ آنالیز کیفی آب نمک خروجی از واحد RO..... ۶۴

جدول ۱-۴- تغییرات سختی آب نمک ورودی به میزان کربنات سدیم..... ۶۴

جدول ۴-۲ – مقادیر بهینه برای واحد تصفیه آب نمک خروجی از واحد RO..... ۶۵

جدول ۴-۳ : تاثیر نسبت چرخش بر غلظت منطقه I..... ۶۶

جدول ۴-۴ : تاثیر درصد تولید بر درجه خلوص..... ۶۶

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل(۱-۱)- چگونگی توزیع آب در جهان ۱
شکل(۱-۲)- فلش چند مرحله ای (Multi-Stage Flash) ۱۰
شکل(۱-۳)- تبخیر کننده های چند مرحله ای (Multi-Effect Evaporation) ۱۱
شکل(۱-۴)-چگونگی انجام روش کمپرس کردن بخار ۱۱
شکل (۱-۵)- چگونگی انجام روش اسمز معکوس ۱۲
شکل (۱-۶)- چگونگی انجام روش الکترودیالیز(Electro dialysis) ۱۳
شکل (۲-۱)- نمای کلی سیستم UF-NF-MSF ۱۵
شکل (۲-۲) نمای کلی سیستم UF-NF-RO-MSF ۱۶
شکل(۲-۳)- نمای کلی تولید آب شیرین و سایر محصولات به وسیله تکنیک Cogeneration ۱۸
شکل (۲-۴) موازنه انرژی سطح سیال درون تبخیر کننده ۱۸
شکل (۲-۵) تبخیر کننده های پیشرفته ۲۰
شکل (۲-۶) چگونگی حرکت هوا و آب نمک درون تبخیر کننده های پیشرفته ۲۱
شکل(۲-۷)- نمای کلی از تولید نمک و شیرین سازی آب به طور همزمان توسط واحد های الکترو دیالیز و فلش چند مرحله ای ۲۲
شکل(۲-۸)- واحد الکترو دیالیزدو مرحله ای ۲۳
شکل(۲-۹)- نمای کلی تولید نمک و آب شیرین به روش اسمز معکوس و الکترو دیالیز ۲۴
شکل (۲-۱۰)- نمای کلی از واحد ZDD ۲۶
شکل ۳-۱- نمای کلی از فرآیند پیشنهادی تولید نمک تصفیه شده از آب نمک غلیظ خروجی از واحدهای آب شیرین کن ۲۹
شکل ۳-۲ رسوب ناخالصی های موجود در آب دریا بر روی غشاء های ED [11] ۳۰
شکل ۳-۳- شمای کلی از واحد تصفیه آب نمک ورودی به فرآیند تولید نمک ۳۲
شکل ۳-۴ تصاویری از وا حد تصفیه آب نمک ۳۲

عنوان **صفحه**

شکل ۳-۵ واحد ED با جریانهای یکسان ۳۴
شکل ۳-۶ واحد ED با جریان متفاوت ۳۵
شکل ۳-۷- چگونگی عبور یون‌ها از داخل غشاء در سل ED ۳۶
شکل ۳-۸- چگونگی قرار گرفتن غشاءها در طول سل ED ۳۷
شکل ۳-۹- نمودار تغییر حلالیت مواد محلول در آب دریا با تغییر دما ۳۸
شکل ۳-۱۰- نمودار تغییرات هدایت الکتریکی (ms) با غلظت نمک محلول در آب ۳۹
شکل ۳-۱۱ ساختار داخل سل الکترودیالیز و جریان های عبوری از آن ۴۰
شکل ۳-۱۲- نمای شماتیک واحد آزمایشگاهی ED ۴۱
شکل ۳-۱۳ منحنی کالیبراسیون هدایت‌سنج محلول کلرید سدیم ۴۲
شکل ۳-۱۴ شمای کلی از فرآیند کریستالیزاسیون ۴۳
شکل ۳-۱۵- فضاهای داخلی مخزن کریستالایزر ۴۵
شکل ۳-۱۶ نیروهای وارد بر بلور های نمک در حال پایین آمدن در قسمت ته نشینی را نشان می باشد ۴۸
شکل ۳ -۱۷ نمای شماتیک مخزن اصلی کریستالایزر ۵۱
شکل ۳-۱۸ نمای شماتیک درپوش (فلنج) مخزن کریستالایزر ۵۲
شکل ۳-۱۹ تصویر مخزن اصلی کریستالایزر ۵۲
شکل ۳-۲۰ نمای از پهلو مبدل حرارتی طراحی شده ۵۴
شکل ۳-۲۱ چگونگی قرار گرفتن لوله ها در داخل پوسته ۵۴
شکل ۳-۲۲ تصویر مبدل حرارتی ساخته شده ۵۵
شکل ۳-۲۳ تصویر کندانسور موجود در واحد کریستالایزر ۵۵
شکل ۳-۲۴ - حلالیت نمک و سایر مواد محلول در آب نسبت به دما ۵۹
شکل ۳-۲۵ تصویر دستگاه سانتریفیوژ مورد استفاده در آزمایشگاه ۶۱
شکل ۳-۲۶ شمای کلی از سیستم خشک‌کن با استفاده از مبرد حرارتی ۶۲
شکل ۴-۱۱- نتایج مربوط به آزمایش تاثیر تغییر دبی بر درصد تغلیظ در غلظت های مختلف ۷۴

فهرست نمودارها

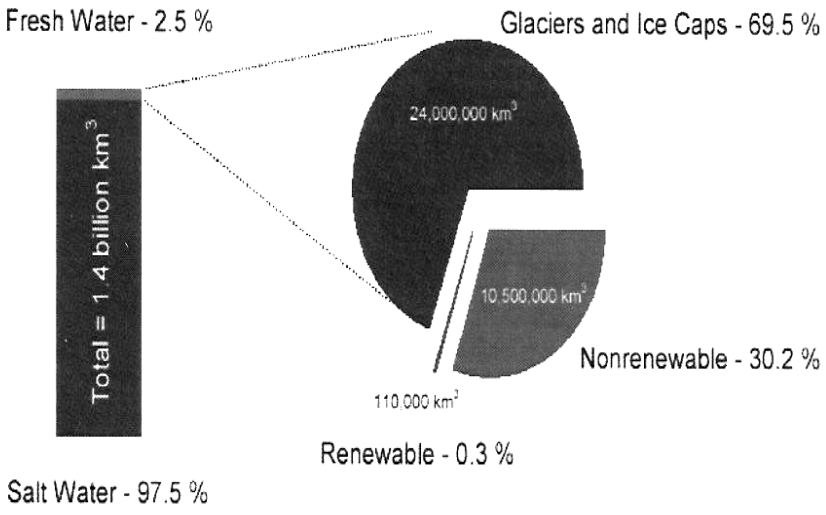
عنوان **صفحه**

نمودار ۴-۲- تاثیر میزان 0.25% NaOH بر سختی آب نمک ورودی به فرآیند ۶۵
نمودار ۴-۴ نمودار تأثیر ولتاژ بر روی خلوص نمک در دبی مختلف ۶۷
نمودار ۴-۵-تغییرات درصد خلوص با تغییر ولتاژ در دما های مختلف ۶۸
نمودار ۴- نتایج مربوط به آزمایش تاثیر تغییر ولتاژ بر درصد تغلیظ در
دما های مختلف ۶۹
نمودار ۴-۷ نتایج مربوط به آزمایش تاثیر تغییر ولتاژ بر درصد تغلیظ در
دبی های مختلف ۷۰
نمودار ۴-۸- نتایج مربوط به آزمایش تاثیر تغییر دما بر درصد تغلیظ در
غلظت های مختلف ۷۱
نمودار ۴-۹- نتایج مربوط به آزمایش تاثیر تغییر ولتاژ بر درصد تغلیظ ۷۲
شکل ۴-۱۰ - نتایج مربوط به آزمایش تاثیر تغییر غلظت بر درصد تغلیظ در ولتاژ های
مختلف ۷۳
نمودار ۴-۱۲- نتایج مربوط به آزمایش تاثیر تغییر دبی بر درصد تغلیظ در
ولتاژ های مختلف ۷۵
نمودار ۴-۱۳- نتایج مربوط به آزمایش تاثیر تغییر غلظت بر درصد تغلیظ در دبی های
مختلف ۷۶
نمودار ۴-۱۴- نتایج مربوط به آزمایش تاثیر تغییر غلظت بر درصد تغلیظ در
دما های مختلف ۷۷
نمودار ۴-۱۵- نتایج مربوط به آزمایش تاثیر تغییر ولتاژ بر درصد خلوص در
دماهای مختلف ۷۸

فصل اول - مقدمه

مقدار آب موجود بر روی سطح کره زمین حدود ۱/۴ میلیارد متر مکعب است که از ایـن مقـدار حدود ۲/۵ درصد آن(حدود ۳۵ میلیون کیلومتر مکعب) آب آشامیدنی مـی باشـد [1]. از ایـن مقدار آب آشامیدنی حدود ۶۹/۵ درصد(۲۴ میلیون کیلومتر مکعب) غیر قابل دسـترس اسـت و به صورت پوشش های یخی و یخچال هـای طبیعـی مـی باشـد و تنهـا حـدود ۳۰/۵ درصـد از آن(۱۰/۶ میلیون کیلومتر مکعب) قابل دسترس است که به صورت آبهای زیـز زمینـی و آبهـای سطحی مانند رودخانه ها، دریاچه ها، چشمه ها و .... می باشند. بنـابراین کمتـر از ۱ درصـد از کل آب های موجود در روی سطح کره زمین قابل شرب و در دسترس می باشـد. شـکل (۱-۱) چگونگی توزیع آب در جهان را نشان می دهد. به واسطه عـدم وجـود آب آشـامیدنی کـافی در جهان تلاش برای یافتن و افزایش تولید آب با کیفیت مناسـب(قابـل آشـامیدن) در چنـد دهـه گذشـته افـزایش یافتـه اسـت. از طـرف دیگرآمـار و ارقـام نـشان میدهـد کـه در پنجـاه سـال اخیرتقاضای جهانی برای آب هر ۱۵ سال تقریبا دو برابر شده است[2].

بنابراین تعداد واحد های شیرین سازی آب که به روش های گوناگون آب شور را تبدیل بـه آب شیرین و قابل شرب می نمایند در بسیاری از کشور های جهان روز به روز افزایش می یابد.



شکل(۱-۱) - چگونگی توزیع آب در جهان

۱-۱- اهداف و اهمیت تحقیق

در واحدهای شیرین سازی آب، معمولاً جریانی از آب شور غلیظ تولید می گردد که می تواند مسائل زیست محیطی حادی را در منطقه ایجاد کند. آبزیان معمولاً در دما و شوری خاصی از آب می توانند به زندگی خود ادامه دهند و در صورتیکه تحت شوک های شوری و حرارتی قرار گیرند نمی توانند این شوک ها را تحمل کرده و صدمه خواهند دید. با توجه به اینکه اکثر میکروارگانیزم های موجود در آب دریا می توانند تا تغییر شوری ppm ۱۰۰۰ را تحمل نمایند و در واحد های آب شیرین کن به عنوان مثال از نوع RO آب دریا با غلظت حدود ppm ۳۵۰۰۰ وارد و آب نمک با غلظت حدود ppm ۷۰۰۰۰ به دریا باز می گردد، برای حفظ میکروارگانیزم ها می بایست این آب نمک خروجی را تا حدود ۳۵ برابربا آب دریا رقیق نمود[3]. این فرآیند رقیق سازی هزینه سرمایه گذاری و جاری هنگفتی را در بر خواهد داشت.

از سوی دیگر وقتی به ترکیب آب نمک غلیظ خروجی از این واحد ها توجه کنیم خواهیم دید که مواد محلول در این آب نمک غلیظ عمدتاً از کلرور سدیم (یا نمک طعام) تشکیل شده و فقط درصد بسیار جزئی از ترکیبات آن را سایر مواد تشکیل داده اند. لذا با اعمال عملیات اضافی بر آب نمک خروجی از واحد های آب شیرین کن، می توان از آن دو محصول با ارزش نمک طعام تصفیه شده و آب شیرین به دست آورد.

اگر به یک واحد تولید نمک ریکریستال دقت کنیم مشاهده خواهیم کرد که در این واحد نمک جامد ناخالص ابتدا در آب شیرین حل می گردد تا آب نمک غلیظ به دست آید. عمل انحلال آنقدر ادامه می یابد تا آب نمک اشباع تولید شود. سپس آب نمک اشباع مورد تصفیه فیزیکی و شیمیایی قرار می گیرد تا نا خالصی های موجود در نمک از آب نمک اشباع جدا گردد. آب نمک اشباع تصفیه شده در دستگاه ریکریستالایزر حرارت داده می شود تا به حد فوق اشباع رسیده و بلورهای نمک در آن تولید گردد. مخلوط بلورهای نمک و آب نمک اشباع همراه با آن به دستگاه سانتریفیوژ ارسال می گردد تا نمک از مخلوط اشباع جدا گردد. نمک مرطوب خروجی از دستگاه سانتریفیوژ به دستگاه خشک کن ارسال می گردد و در مجاورت با هوای داغ خشک می گردد. افزودنیهای مورد نیاز مانند ید به صورت محلول یدات پتاسیم یا یدور پتاسیم به نمک مرطوب قبل از ورود به خشک کن پاشیده می شود. نمک خشک خروجی از خشک کن دارای درجه خلوص بالای ۹۹/۵ درصد می باشد که به قسمت بسته بندی و انبار هدایت می شود.

اهمیت خالص بودن نمک

نمک ، علاوه بر این که طعم خوبی به مواد غذایی می دهد، از رشد میکروارگانیسم های نامطلوب در محصول جلوگیری می کند. چربی ها را در محصولاتی مثل سوسیس و کالباس

پخش می کند و اکتین و میوزین (پروتئین هایی که گوشت را محکم و زمخت می کنند) را جدا کرده و پروتئین گوشت را حل می کند. در میوه ها و سبزی های کنسرو شده، شرایط مناسبی را برای فعالیت میکروارگانیسم های مطلوب، فراهم می کندو در حالی که به آن طعم مناسب می دهد، بافت های محصول را هم محفوظ نگه می دارد. نمک به عنوان موثرترین عامل پایین آورنده ی فعالیت آبی (Water activity)، از رشد و نمو میکروارگانیسم های مضر جلوگیری کرده و فساد مواد غذایی را به تاخیر می اندازد؛ یعنی فشار اسمزی را در خارج از پیکره ی میکروارگانیسم های مضر زیاد می کند و باعث می شود این میکروارگانیسم ها آب از دست دهند و حالت پژمردگی برگشت ناپذیر پیدا کنند. در نتیجه یا رشد شان متوقف می شود، یا از بین می روند.

این نکته که نمک در صنایع غذایی خالص باشد، خیلی مهم است. کلرید سدیم به عنوان مهم ترین ماده ی الکترولیت، در مایع بین سلولی بدن انسان عمل می کند و در پلاسما، لنف ، مایع بین سلولی عرق و مایع مغزی نخاعی وجود دارد.

وقتی تعادل الکترولیتی بدن به هم می خورد (به عنوان مثال در انواع اسهال)، از محلول های تزریقی کلرید سدیم با غلظت ۹/۰ درصد (سرم رینگر) استفاده می کنند.

اگر کمی *کلسیم* در نمک طعام وجود داشته باشد، پوست حبوبات ، گلابی، ذرت و محصولات مشابه سفت می شود؛ به این ترتیب که پکتین موجود در پوست این محصولات با کلسیم ترکیب شده و ماده ی سفت و محکمی را تولید می کند. متقلبین مواد غذایی از این خاصیت استفاده کرده و برای سفت کردن بافت خیارشورهای تخمیری فله ای نامرغوب، آهک که مقدار زیادی کلسیم دارد، به آنها اضافه می کنند.

ناخالصی‌های نمک

نمک چه به صورت استخراج شده از معادن سنگ نمک و چه به صورت استخراج شده از آب دریا دارای ناخالصی‌های فراوانی است. عمده ترین ناخالصی نمک، سولفات کلسیم یا گچ است که به دلیل سفید بودن آن قابل تشخیص از نمک نیست، ولی اگر نمکی را که دارای ناخالصی گچ است در آب حل نماییم، گچ آن در آب حل نشده باقی می ماند. به همین دلیل است که در واحد کریستالایزر می توان از این خصوصیت برای بالا بردن خلوص نمک استفاده کرد.

ناخالصی‌های دیگری که از لحاظ مقدار در سنگ نمک ناچیز هستند، ولی از لحاظ ایجاد عوارض نا مطلوب و مسمومیت در بدن انسان اهمیت دارند، شامل فلزات سنگینی از قبیل سرب، جیوه، کادمیوم، آرسنیک و غیره است که هر کدام از این عناصر مضرات فراوانی برای سلامتی بدن انسان دارند، زیرا این عناصر دارای خاصیت تجمع تدریجی در اندام‌های بدن بوده و مسمومیت‌های مزمن و عوارض بهداشتی مختلفی ایجاد می نمایند.

به همین دلیل ضرورت دارد این ناخالصی‌ها طی فرآیند تصفیه، از نمک خوراکی جدا شده و

نمک از لحاظ وجود این ناخالصی‌ها، به حد استاندارد و مطلوب برسد.

ناخالصی‌های فلزات سنگین

همانگونه که گفته شد اگر چه ممکن است اینگونه ناخالصی‌ها به مقدار ناچیز در نمک وجود داشته باشند، ولی به علت ایجاد عوارض نامطلوب، برخی خطرات آنها را بیان می کنیم:

سرب - ذرات ریز سرب به علت سنگینی وزنشان، کمتر از راه ریه وارد بدن می شوند. سرب و املاح آن در شیره ی معده‌ای و روده حل شده و به شکل کلرور مضاعف سرب و سدیم در می آید که سم آن خطرناک است و مقدار ناچیز آن در بدن باعث مسمومیت می شود.

اگر مقدار زیادی سرب از این راه وارد بدن شود، به شکل فسفات سرب کلوئیدال در تمام بدن پخش می گردد که بیشتر در استخوان ها، به خصوص در اپی فیز، مو، ناخن و مراکز عصبی ، کبد، غدد فوق کلیوی ، کلیه ها، طحال و در اعضایی که چربی زیادی دارند، تجمع پیدا می کنند و عوارض زیادی را به دنبال دارند.

مثلا در بزرگسالان کم خونی ، سردرد خستگی ، ضعف ، تخریب سلسله اعصاب و ضایعات مغزی ایجاد می کند و در کودکان استفراغ ، بی حالی ، کما و ضایعات مغزی را به دنبال دارد.

جیوه - ترکیبات محلول جیوه از راه دستگاه گوارش به سرعت جذب می شود. مهم ترین عضوی که مورد تهاجم سموم جیوه ای قرار می گیرد، کلیه ها هستند. حتما شنیده اید که کلیه ها مثل قلب دوم ما هستند. سموم جیوه ای کلیه ها را حجیم ، نرم و متورم می کند و رنگ آن را تغییر داده و متمایل به زرد می نماید.

اگر مسمومیت با این سموم بیشتر باشد، کلیه ها از بین می روند و مسمومیت های مزمن به سلسله اعصاب صدمه می زنند.

آرسنیک -ترکیبات آرسنیکی، کبد را نشانه می گیرند. در آنجا تثبیت ، منتشر و جذب می شوند. قسمت عمده ی آرسنیک در کبد رسوب می کند. انتشار و جذب آن بر حسب نوع مسمومیت متفاوت است. در مسمومیت حاد، آرسنیک معمولا در جهاز هاضمه، کبد و کلیه یافت می شود. این ماده در بدن با آنزیم های گروه سولفیدریل ترکیب شده ، آنها را بی اثر می کند و در نتیجه مسمومیت و مرگ را به دنبال دارد. در صورتی که در نوع مزمن، در مو و ناخن مستقر می شود. آرسنیک موجود در نمک های ناخالص، معمولا شکل مزمن مسمومیت را ایجاد می کند.

کادمیوم مسمومیت ناشی از این عنصرتا حدودی مشابه آرسنیک است. به علاوه تماس بدن با کادمیوم، سبب افزایش دفع گلوکز، پروتئین و اسیداوریک می شود و کادمیوم با غلظت زیاد شرایط ایجاد ذات الریه ی حاد و مسمومیت همراه با تهوع ، استفراغ ، اسهال و سستی را باعث می شود.

مس - مسمومیت مس اگرچه در نمک های ناخالص ممکن است بروز کند، هنگامی که با

املاح آرسنیک همراه شود، بسیار شدید و خطرناک است.

مقایسه واحد های آب شیرین کن و تولید نمک به روش ریکریستال نشان می دهد که قسمت های مشترکی در این واحدها وجود دارد و در واقع آب نمک غلیظ خروجی از دستگاه آب شیرین کن می تواند خوراک بسیار مناسبی جهت واحد تولید نمک ریکریستال باشد. در واقع با استفاده از جریان آب نمک خروجی از واحد آب شیرین کن بعنوان خوراک واحد تولید نمک به روش ریکریستال منافع زیر حاصل خواهد شد:

۱- از ایجاد شوک شوری و حرارتی در محل خروج آب نمک غلیظ به دریا جلوگیری شده و مانع از تلف شدن آبزیان و صدمه به سیستم اکولوژی منطقه خواهد شد.

۲- نمک طعام با کیفیت مناسب و مقدار قابل توجه تولید خواهد شد.

۳- مقدار آب شیرین بیشتری تولید خواهد شد.

در سال ۱۳۸۵ در واحد های آب شیرین کن جزیره کیش بیش از ۵ میلیون متر مکعب آب شیرین تولید شده است که این رقم سال به سال رو به افزایش است. جهت تهیه این مقدار آب شیرین، حدود ۱۳ میلیون متر مکعب از آب دریا با میزان مواد جامد موجود حدود ۴ درصد وارد آب شیرین کن ها شده و به صورت آب نمک غلیظ با میزان جامد موجود حدود ۶/۵ درصد و به مقدار حدود ۸ میلیون متر مکعب در سال به دریا باز گردانده می شود.

خروج این مقدار آب نمک غلیظ و با دمای نسبتآ بالا (در مورد واحدهای MED) می تواند یک شوک چه از لحاظ شوری و چه از لحاظ دمایی در منطقه ورود به دریا ایجاد نماید که جهت آبزیان موجود بسیار خطرناک خواهد بود. از طرف دیگر میزان نمک موجود در آب نمک غلیظ خروجی از این واحد ها به اندازه ای است که استحصال آن به صورت نمک تصفیه شده و ید دار می تواند منافع اقتصادی زیادی را به دنبال داشته باشد. پتانسیل نمک تولیدی از کل آب نمک خروجی از این واحد ها به حدود ۴۵۰ هزار تن در سال است که می تواند به مناطق مختلف دنیا مانند چین و افریقا صادر و باعث ورود ارز به میزان قابل توجهی گردد. در مقایسه با واحد های تولید نمک فعلی، این صنعت می تواند باعث ۲۵۰۰ نفر اشتغال در جزیره گردد.

در واحد های تولید نمک تصفیه، آب نمک غلیظ بعد از تصفیه های مورد نیاز و جداسازی ناخالصی ها از آن در شرایط خاصی تبخیر شده، نمک آن به صورت بلورهای نمک جدا شده و آب آن نیز به صورت بخار از سیستم خارج می گردد که بعد از متراکم شدن به آب شیرین تبدیل می گردد.

بنابراین با احداث واحد هایی جهت تولید نمک تصفیه شده در مجاورت واحد های آب شیرین کن نه تنها از ایجاد شوک شوری و حرارتی در منطقه جلوگیری شده و سلامت محیط زیست آبزیان منطقه تآمین می گردد، بلکه از لحاظ اقتصادی نیز می تواند جزیره کیش را به یکی از قطب های بزرگ تولید نمک تصفیه شده در منطقه و دنیا تبدیل نماید و علاوه بر آن به افزایش میزان تولید آب شیرین در جزیره کمک نماید.

۱-۲- آنالیز کمی و کیفی آب نمک غلیظ بر گشتی بـه دریـا از واحـدهای مختلف آب شیرین کن

به منظور بررسی مسائل زیست محیطی ناشی از برگشت آب نمک غلیظ به دریـا و هـم چنـین اهمیت استحصال نمک از این جریان، بررسی کمی وکیفی آب نمک هـای غلـیظ برگـشتی بـه دریا از واحدهای مختلف آب شیرین کن در جزیره کیش از اهمیت خاصی بر خوردار است. ایـن بررسی مشخص مینماید که هر روزه چه حجم آب نمک و با چه کیفیتی به دریـا برگـشت داده می شود و این آب نمک برگشتی دارای چه پتانسیلی برای تولید نمک طعام و یا سایر املاح بـا ارزش است.

۱-۲-۱ – آنالیز کمی

سازمان آب و برق کیش در حال حاضر دارای ۴ واحـد دسـتگاه آب شـیرین کـن از نـوع اسـمز معکوس یا RO و ۶ واحد دستگاه آب شیرین کن از نوع تقطیر چند مرحله های یا MED می باشد. ظرفیت آب شیرین تولیدی ، آب نمک برگشتی به دریا و همچنین میزان نمـک موجـود در هر کدام از جریان های برگشتی از این واحدها در جدول (۱-۷) آورده شده و محل اسـتقرار هر کدام در روی شکل (۱-۲۱) نشان داده شده است.

جدول (۱-۷) ظرفیت واحد های مختلف آب شیرین کن سازمان آب و برق کیش(اردیبهشت ۸۷)

واحد	آب شیرین تولیدی m^3/day	آب نمک غلیظ برگشتی m^3/day	میزان نمک موجود در آب نمک غلیظ برگشتی kg/day
RO1	1000	2000	131624
RO2	3000	6000	394872
RO3	4000	8000	526496
RO4	5500	11000	723932
MED1	1800	3600	200912
MED2	1800	3600	200912
MED3	1800	3600	200912
MED4	1800	3600	200912
MED5	1800	3600	200912
MED6	1800	3600	200912
Total	24300	48600	2982396

۱-۲-۲-آنالیز کیفی

خوراک ورودی بـه واحـد هـای مختلـف آب شـیرین کـن از آب خلـیج فـارس مـی باشـد کـه خصوصیات آن و نیز خصوصیات جریان های برگشتی از هر واحد در جـدول (۱-۸) آورده شـده است.

جدول (۱-۸) خصوصیات آب خلیج فارس و جریان های برگشتی از هر واحد (اردیبهشت ۱۳۸۷)

جریان / خصوصیات	جریان ورودی (آب دریا)	جریان برگشتی از واحد RO	جریان برگشتی از واحد MED
غلظت نمک mg/l	32994	65812	55809
غلظت سولفات mg/l	55.00	90.00	80.00
هدایت الکتریکی µ s/cm	49397	73272	66686
TDS mg/l	43708	77946	64815
PH	8.08	7.22	6.95
قلیائیت کل (ppm)	155	150	215
سختی کل (ppm)	7250	11875	10750
غلظت کلسیم mg/l	30.00	45.00	42.50
غلظت منیزیم mg/l	115.00	192.50	172.50

با توجه به اهمیت شناخت خصوصیات ارائه شده در جدول (۱-۸) جهت جریان های مختلف در فرآیند تولید آب شیرین و تولید نمک و اثر گذاری این خصوصیات بر شرایط فرآیندی و انتخاب دستگاه های مورد نیاز،هر یک از خصوصیات فـوق و روش انـدازه گیـری آنهـا در زیـر بـه طـور خلاصه توضیح داده شده است.

اهمیت واحد تصفیه آب نمک

نمک در صنایع غذایی

نمک ، علاوه بر این که طعم خوبی بـه مـواد غـذایی مـی دهـد، از رشـد میکروارگانیـسم هـای نامطلوب در محصول جلوگیری می کند. چربی ها را در محـصولاتی مثـل سوسـیس و کالبـاس پخش می کند و اکتین و میوزین (پروتئین هایی که گوشت را محکـم و زمخـت مـی کننـد) را جدا کرده و پروتئین گوشت را حل می کند. در میوه ها و سـبزی هـای کنـسرو شـده، شـرایط مناسبی را برای فعالیت میکروارگانیسم های مطلوب، فراهم می کندو در حالی که بـه آن طعـم مناسب می دهد، بافت های محصول را هم محفوظ نگه مـی دارد. نمـک بـه عنـوان مـوثرترین عامل پایین آورنده ی فعالیت آبی (Water activity)، از رشد و نمو میکروارگانیسم های مضر جلوگیری کرده و فساد مواد غذایی را به تاخیر می اندازد؛ یعنـی فـشار اسـمزی را در خـارج از پیکره ی میکروارگانیسم های مضر زیاد می کند و باعث می شود این میکروارگانیسم هـا آب از