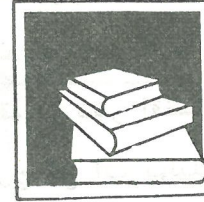


# تحقیقی پیرامون مناطق آب شور در استان اصفهان

نظری بر روشهای شیرین کردن آب با جهت مصارف خانگی



نوشته: مهندس اعظم خوشمنش دکتر محمد صابریان برنجی

اعضا هیأت علمی دانشکده مهندسی شیمی

دانشگاه صنعتی اصفهان

خلاصه:

در این مقاله آنالیز بر روی آبهای چنـد منطقه از استان اصفهان انجام شده است . نتایج بدست آمده نشان میدهد که میتوان به روش خورشیدی آبهای شور مناطق را نمک زدائی کرد . چنانچه ممبران ها ( Membrane ) در دسترس باشند دو روش الکترو دیالیز ( ED ) و اسمز معکوس ( RO ) از روش تبخیر جهت شیرین کردن آب شور ارزانتر میباشد .

مقدمه:

امروزه کم آبی یا عدم دسترسی به آب شیرین و یا آبی با کیفیت مناسب جهت آشامیدن و مصارف کشاورزی مشکل جدی و قابل توجه در بسیاری از مناطق کشورمان میباشد .

از جمله این مناطق استان اصفهان است که علیرغم وجود یک منبع آب دائمی یعنی رودخانه زاینده رود و پیر آبی نسبی این منطقه در بسیاری از نقاط آن مردم به آب شیرین دسترسی ندارند و از آب شور علاوه بر مصارف بهداشتی جهت آشامیدن نیز استفاده میشود، در حالی که مسئله قابل توجه این است که ما، در این نقاط با بی آبی و یا حتی کم آبی مواجه نیستیم ، بلکه مسئله اساسی شوری آبهاست به

طوریکه در یک منطقه ممکن است آب زیادی وجود داشته باشد که بدلیل شوری بیش از حد غیر قابل استفاده میباشد .

برای مثال : شوری متوسط آب در منطقه نجف آباد برابر ۹۰۰ p.p.m است که بطور قابل ملاحظه ای از حداکثر مجاز ۵۰۰ p.p.m برای مصارف خانگی ( بیشتر است ) .

تهیه آب مناسب برای مصارف خانگی یکی از نیازهای عمده میباشد ، چنانچه بتوان به طریقی از این آبها نمک زدائی کرد باعث دگرگونی عمیقی در وضع زندگی مردم و جلوگیری از مهاجرت آنها به شهرها میشود . اگر چه ابهای شور از نظر کشاورزی نیز مناسب نمیباشند و در صورت استفاده از آنها نیاز به عملیات زهکشی وجود دارد ولی مسئله اصلی این مناطق در مرحله اول تهیه آب آشامیدنی است . روشهای زیادی برای تبدیل آب شور به شیرین وجود دارد ولی این روشها بطور کلی در بسیاری از موارد از نظر اقتصادی مقرون بصرفه نمیباشند . برای مثال : انرژی لازم برای شیرین کردن آب شور با روش تقطیر حدود ۳/۵ کیلو وات ساعت برای هر متر مکعب

آب است (۱) و باتوجه به نرخ هر کیلووات ساعت انرژی الکتریکی و با تخمین مخارج اولیه و هزینه نگهداری و تعمیرات دستگاهها این هزینه رقمی در حدود ۷۰ ریال برای هر متر مکعب آب میشود. البته این ارقام بطور مطلق نشان دهنده کارآئی سیستم نمیباشد و تنها زمانیکه هزینه تبدیل آب شور در یک منطقه معین از هزینه تأمین آب از منطقه دیگر و انتقال آب کمتر باشد این تبدیل از نظر اقتصادی مقرون بصرفه است.

هدف ما مطالعه روی آبهای شورچنین مناطقی در استان اصفهان بوده و توانسته ایم با آنالیز این آبها و مشخص نمودن درجه شوری شان روش مناسب و مقرون بصرفه جهت نمک زدائی را پیدا کنیم.

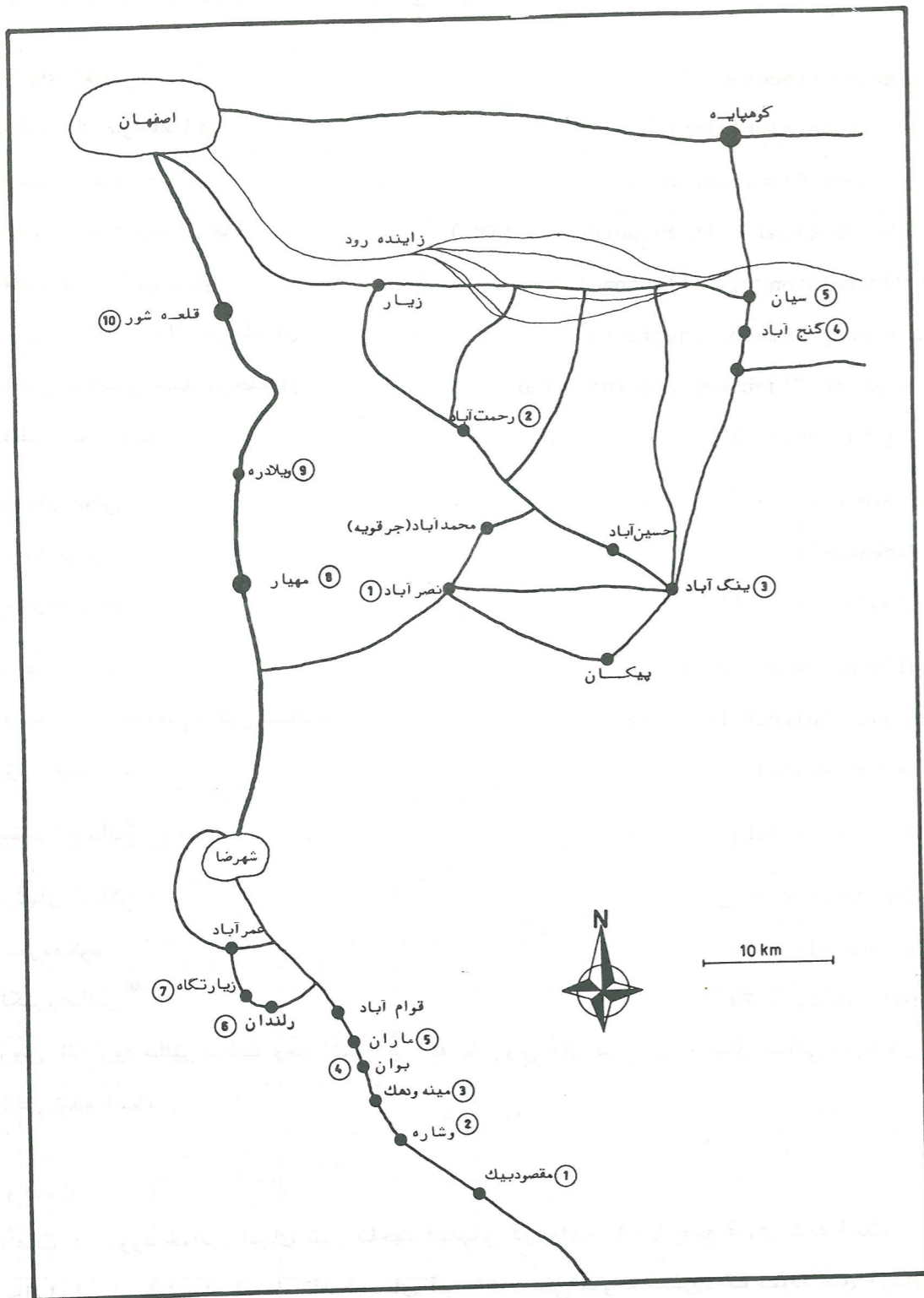
#### روش های مختلف نمک زدائی

روش های متعددی برای نمک زدائی از آبهای شور وجود دارند که در اینجا فقط اشاره ای به روشهای عمده و معمول میشود.

انتخاب نهائی روش بستگی کامل به ضوابط اقتصادی و امکاناتی مانند نوع و مقدار انرژی موجود، کیفیت و نوع منبع آب شور جغرافیائی منطقه، کیفیت آب مورد نیاز، نیروی انسانی و غیره دارد. در کاربردهای صنعتی گاه کیفیت تولید در درجه اول اهمیت قرار میگیرد. مثلاً در صنایع داروئی و یا الکترونیکی آب مورد نیاز باید کاملاً عاری از املاح بوده و بسیار خالص باشد. در چنین مواردی یک روش به روش دیگر از نظر کیفیت کار ارجحیت پیدا میکند، یا در بعضی از موارد مانند کار برد واحدهای نمک زدائی در کشتی ها و جاهای کوچک، ممکن است مسئله مساحت و فضای

مورد لزوم دستگاه دارای اهمیت باشد ولی برای مصارف شهری و یا کشاورزی در درجه اول آن روشی قابل قبول است که مجموعاً با در نظر گرفتن امکانات منطقه از نظر اقتصادی قابل قبول باشد یعنی مخارج کل آب تولید شده بازاً هر مترمکعب (مخارج سرمایه گذاری اولیه بعلاوه مخارج جاری) از حد معینی تجاوز نکند.

در روش های مختلف شیرین کردن آبهای شور، نوع و میزان انرژی مصرفی متفاوت است. مثلاً در روش های تقطیری و یاتبخیری انرژی از نوع حرارتی است که مستقیماً بوسیله سوخت و یا بطور غیر مستقیم بوسیله بخار داغ تأمین شده و در روش های تبلور و انجماد انرژی حرارتی، صرف ایجاد سرما که منجر به یخ زدن آب میشود، میگردد. در روشهای غشائی (مثل اسمز معکوس) انرژی مورد نیاز مکانیکی بوده و بوسیله فشار حاصله از یک پمپ (که بوسیله نیروی الکتریکی کار میکند) تأمین شده و بالاخره در بعضی از روشها مانند الکترو دیالیز مستقیماً از اختلاف پتانسیل الکتریکی برای جدا کردن یونها از آب، استفاده میشود. یاد آوری میگردد که در روشهای تبخیری و انجماد که انرژی حرارتی مورد استفاده قرار میگیرد مسئله اتلاف حرارت مطرح میباشد که مطابق قانون دوم ترمودینامیک برای تبدیل به کار، بازده پائین دارد و باین دلیل بازده مصرف انرژی در سیستم های حرارتی کم میباشد. ولی باید توجه نمود که در سیستم هایی که از انرژی الکتریکی و یا مکانیکی استفاده میشود، خود بطور مستقیم از انرژی حرارتی استفاده میکنند (مثلاً نیروگاه برق سوخت و یا انرژی حرارتی مصرف کرده



و برق تولید میکند).

بنابراین جهت بررسی و برآورد مقدار مصرف انرژی باید نکات فوق را در نظر گرفت. ولی آنچه مسلم است هر سیستمی که

در آن تغییر فاز صورت گیرد (مثلاً در تبخیر مایع را میجوشانیم تا به دو فاز مایع و بخار تبدیل شود و در روش انجماد در اثر سرما دو فاز یخ و آب ایجاد میکنیم) انرژی مصرفی که به ازای واحد آب تولید شده بالاتر است.

در زیر روش های مهم و عمده نمک زدائی نام برده شده است .

نام منطقه	جمعیت	محل نمونه برداری	عمق چاه	سختی کل	Ca <sup>2+</sup> ppm	Mg <sup>2+</sup> ppm	Cl <sup>-</sup> ppm	Na <sup>+</sup> ppm	K <sup>+</sup> ppm	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ppm	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> ppm
نصرت آباد	۱۰۰۰۰ نفر	چاه	بیش از ۱۰۰ متر	۵۷۰	۴۳۰	۱۴۰	۸۲۰	۳۹۵	۷/۵	۵۰۰	-
بنگ آباد	۴۹۰۰ "	چاه شماره ۱	۱۲۰ متر	۱۱۹۰	۷۹۰	۴۰۰	۱۳۸۰	۷۵۰	۱۰	۱۲۵۰	-
" "	" "	چاه شماره ۲	" ۱۲۰	۱۶۵۰	۱۰۱۰	۶۴۰	۱۹۸۰	۸۷۵	۱۰	۱۶۰۰	۳۶
گنج آباد	۱۲۰ "	چاه	" ۱۲۰	۲۷۵۰	۱۵۸۰	۱۱۷۰	۳۶۰۰	۱۸۰۰	۶	۱۸۵۰	-
سیون	۴۳۰ "	چاه شماره ۱	" ۱۳۰	۶۸۰	۴۰۰	۲۸۰	۱۲۵۰	۵۲۵	۶	۷۵۰	-
سیون	" "	چاه شماره ۲	بیش از ۱۰۰ متر	۱۲۰۰	۷۶۰	۴۲۰	۳۱۰۰	۱۶۷۵	۲۰	۶۶۰	-

جدول ۱ ( توابع جرقویه )

نام منطقه	جمعیت	محل نمونه برداری	عمق چاه	سختی کل	Ca <sup>2+</sup> ppm	Mg <sup>2+</sup> ppm	Cl <sup>-</sup> ppm	Na <sup>+</sup> ppm	K <sup>+</sup> ppm	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ppm	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> ppm
ویلادره	حدود ۳۰۰ ختمان ویلایی	چاه	۱۰۰ متر	۱۸۲۵	۱۳۱۰	۵۱۵	۲۴۲۰	۶۷۵	۸/۷	۲۵	-
قلعه شور	۲۰۰ نفر	چاه شماره ۱	۲۰ متر	۲۰۸۰	۱۴۵۰	۶۳۰	۲۳۲۰	۸۷۵	۲۰	۱۲۰۰	-
" "	" "	چاه شماره ۲	۳۰ متر	۱۳۴۵	۱۱۱۵	۲۳۰	۱۵۰۰	۷۴۰	۱۶/۲۵	۱۲۰۰	-
زیارتگاه	۶۵۰ "	چاه بهداری	۱۲ متر	۱۲۱۰	۷۵۰	۴۶۰	۱۲۹۰	۵۱۰	۴/۸	۴۸۰	-
ماران	۱۵۰ "	قنات	-	۶۵۰	۴۱۵	۲۳۵	۷۲۰	۲۶۰	۲/۵	۲۷۵	-
قوام آباد	۲۰۰ "	چاه	۱۵۰ متر	۱۲۲۵	۷۵۰	۴۷۵	۱۳۶۵	۶۷۵	۳/۸	۵۷۰	-
وشاره	۹۰۰ "	چاه	۳۰ متر	۵۵۰	۳۵۰	۲۰۰	۶۰۰	۳۳۰	۱/۹	۱۳۰	-
ولندون	۳۵۰ "	قنات	-	۶۵۰	۴۶۰	۱۹۰	۶۰۰	۲۴۵	۲/۲	۵۰	-
ماران	۱۵۰ "	چاه	۲۳ متر	۷۲۰	۴۸۰	۲۴۰	۸۰۰	۴۵۰	۲/۲	۱۳۰	-
مسینه و دهک	۳۰۰ و ۵۰۰ "	چاه	۴۰ متر	۶۱۰	۴۷۵	۱۳۵	۶۱۰	۱۵۰	۲/۱	۷۵	-
سوان	۴۰۰ "	چاه	۵۰ متر	۷۱۰	۶۱۰	۱۰۰	۶۴۰	۳۷۵	۲/۵	۴۵۰	-
میهار	۴۸۰۰ "	چاه	بیش از ۱۰۰ متر	۴۰۰	۳۳۰	۷۰	۶۰۰	۳۷۵	۲/۵	۵۰	-

جدول ۲ ( توابع شهرضا )

- ۱ - روشهای تقطیری ( Distillation processes )
  - تقطیر یک مرحله ای ( Single - Stage Distillation )
  - تقطیر چند مرحله ای ( Multi - Stage Distillation )
  - تبخیر کننده لوله ای قائم ( Long Tube Vertical Film Evaporator - LTV )
  - تقطیر با تراکم بخار ( Vapor Compression Distillation )
  - تبخیر ناگهانی یک مرحله ای ( Single - Stage Flash Evaporation )
  - تبخیر ناگهانی چند مرحله ای ( Multi - Stage Flash Evaporation - MSF )
  - تقطیر خورشیدی ( Solar Distillation )

- ۲ - روشهای یونی ( Ionic Processes )
  - مبادله یونی ( Ion Exchange )
  - الکترو دیالیز ( Electrodialysis - ED )

- ۳ - روشهای تبلور ( Crystallization Processes )
  - منجمد سازی مستقیم و غیر مستقیم ( Direct and Indirect Freezing )
  - روش هیدرات ( Hydrate Processes )

- ۴ - استخراج مایع - مایع ( Liquid - Liquid Extraction )

- ۵ - روشهای غشائی ( Membrane Processes )
  - اسمز معکوس ( Reverse Osmosis - RO )
  - الکترو دیالیز\* ( Electrodialysis - ED )

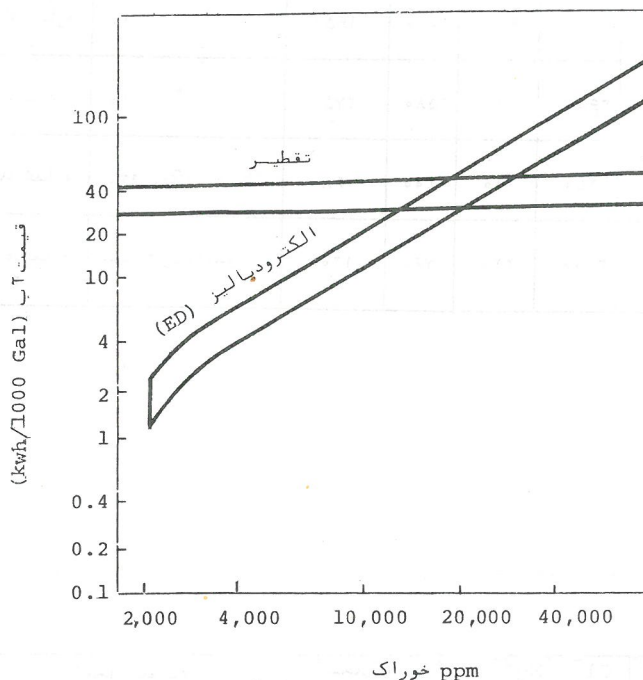
\* : روش الکترو دیالیز بعلت وجه اشتراکی که با روش های یونی و روشهای غشائی دارد در هر دو مورد ذکر شده است .

#### نتایج و بحث :

اطلاعات در مورد خواص آبهای شور ناحیه اصفهان در جداول ۱ و ۲ جمع آوری شده است . از مقایسه نتایج حاصل از آزمایش آبها و استانداردهای آب آشامیدنی متوجه میشویم که نمونه های آزمایش شده دارای سختی بیش از حداکثر مجاز بوده و لزوم نرم کردن آنها قبل از شیرین کردن مطرح میشود .

از مقایسه نتایج آزمایش مربوط به یون Cl<sup>-</sup> مشخص میشود که نمونه های مورد آزمایش دارای شوری نسبتاً بالائی هستند ولی در مقایسه با آب دریای استاندارد که دارای غلظت Na<sup>+</sup> برابر ۱۰۷۱۵ p.p.m و غلظت Cl<sup>-</sup> برابر ۹۲۶۵ p.p.m است می بینیم که شوری آب این مناطق به شوری آب دریا نمیرسد . بنابراین با توجه به کمی جمعیت هر منطقه روشهای تبخیر MSF و LTV مقرون بصرفه نخواهد بود .

روشهای الکترو دیالیز ( ED ) و اسمز معکوس ( RO ) بدلیل اینکه درصد نمک آب این مناطق زیاد بالا نبوده و حجم آب نباید در سطح خیلی بالائی تولید شود و با توجه به اینکه از روش تبخیر ارزانتر تمام میشوند ( شکل ۱ ) مناسبند ولی مسئله مربوط به ممبران ها قابل توجه و مسئله ساز میباشد.



شکل ۱- قیمت آب شیرین تولید شده بر حسب ppm نمک در خوراک (۲)

از آن جهت که در روش خورشیدی مقدار آب تولیدی حداکثر میتواند به ۵۰ متر مکعب در روز برسد (۱) و آب تولید شده نیز گران است و با توجه به موقعیت جغرافیائی که از نظر تابش خورشید مشکل چندانی وجود ندارد میتوان از آب تولیدی با این روش صرفاً جهت آشامیدن استفاده کرد در غیر اینصورت مقرون بصرفه نخواهد بود.

منابع مورد استفاده

(1): Howe, E. D. " Fundamentals of water Desalination ", Marcel Dekker, INC, New York, 1974.

(2): Spiegler, K. S. ,Laird,A. D. K. ," Principles of Desalination ", Academic Press, New York, 1979.