

سخنرانی محمد حسین کریمی پور عضو هیات امنای انجمن پسته ایران با موضوع:

## نگاهی به مسأله آب

در سال ۲۰۰۵، چارلز اسمالی برنده جایزه نوبل، آب را در بین ده چالش مهم قرن ۲۱، بعد از انرژی در مکان دوم قرار داد. ما در خاورمیانه ای زندگی میکنیم که ۵ درصد جمعیت جهان و فقط ۱ درصد آب شیرین تجدیدپذیر دنیا را در خود جای داده است. بی تردید، آب مسأله اول ایران و منطقه در سده پیش روست. بی دلیل نیست که استراتژیست ها، اولین منشاء جنگ های آبی خاورمیانه را حول محور آب پیش بینی کرده اند. محوریت تصاحب آب دجله و فرات در راهبردهای ترکیه، یک منشاء مهم سیاست های بی ثبات ساز این کشور در قبال عراق و سوریه در سه دهه اخیر است. اصرار اسرائیل برای حضور قدرتمند در سرشاخه های نیل در آفریقای سیاه را، بیشتر از این منظر تفسیر پذیر است.

بوم ایران، سالانه ۱۳۵ میلیارد متر مکعب آب شیرین تجدیدپذیر تولید می کند. این عدد مربوطه به مطالعات وزارت نیرو در ۱۳۵۲ است، در سایه تغییر اقلیم و تخریب زیست بوم، برخی کارشناسان انطباق آن را با واقعیت های امروز بوم ایران، مورد تردید قرار داده و عدد اعلامی را بیش از واقع می دانند.

حتی اگر همین عدد را بپذیریم باید به یاد داشته باشیم، انسان مجاز به مصرف بیش از ۴۰ درصد این مقدار نیست، این آب قابل مصرف در کشاورزی، تولید، شهر و روستا در کل پهنه ایران، سالانه نباید بیش از ۵۴ میلیارد مترمکعب باشد. خبر بد آن است که انسان ایرانی حدود ۱۰۵ میلیارد مترمکعب مصرف می کند. این اضافه مصرف دیوانه وار، علت اصلی فرو پاشی محیط زیست ایران و تخریب غیر قابل برگشت پتانسیل آبی کشور است. کشاورزی ۹۲ درصد مصرف آب ایران را بخود اختصاص داده که با متوسط ۷۰ درصد جهانی فاصله زیادی دارد. متأسفانه بهره وری آب کشاورزی در ایران نیز در قیاس با کشورهای موفق منطقه وضع اسفباری دارد. پس ایران اگر بخواهد از "فروپاشی مطلق آبی" نجات یابد، راهی جز نصف کردن مصرف آبش، ندارد. متأسفانه بار چنین کاهش مصرف رادیکالی به دوش بخش کشاورزی خواهد بود.

در یک نگاه کلان مدیریتی، ایران برای بهبود بالانس آب خود، دو دسته راهکار دارد:

۱. تولید آب جدید، مازاد بر سهم ۵۴ میلیارد متر مکعبی مجاز:

۱-۱. شیرین سازی آب دریا

۱-۲. شیرین سازی آبهای لب شور سطحی یا زیرزمینی

۱-۳. تصفیه پسابها

۱-۴. کاهش و قطع مصارف موجود (من اصرار دارم این عمل هوشمند و دشوار را نوعی فعالیت تولیدی بنامیم!)

۲. روش های تامین غیر تولیدی

۱-۲. انتقال حوضه به حوضه از منابع داخل کشور

۲-۲. واردات آب حقیقی با خط لوله یا کشتی

۲-۳. واردات آب مجازی بصورت واردات کالای آب بر

مثل گندم، دانه های روغنی و گوشت و ...

مقاله حاضر نگاهی به تولید آب شیرین از دریا می اندازد

و تلاش می کند از دید یک مصرف کننده (باغدار پسته)

محاسباتی سرانگشتی در اقتصاد تامین آب از این منبع

بعمل آورد. سپس مسأله به اجمال در مورد آبهای لب

شور و پساب نیز مرور می شود.

نگارنده متخصص فرآوری و انتقال آب نیست و اعداد

و ارقام خود را از مصاحبه با خبرگان، مطالعه گزارشات

ملی و مطالعه تحقیقات جهانی گرد آورده است. بنابراین،

این مقاله بیش از آنکه منبعی برای وصول به اعداد دقیق

مهندسی باشد، باید بعنوان یک ابزار کمکی دم دستی

موثر در طرح مسأله نگریسته شود.

### شیرین سازی آب دریا

در چهار دهه اخیر، شاهد پیشرفتهای فنی چشمگیری

در این عرصه بوده ایم. مصرف انرژی و تولید دی

اکسیدکربن به ازای هر متر مکعب آب تولیدی شدیداً

کاهش یافته و تکنیک های دفع شورابه پساب، انطباق

بهتری با محیط زیست یافته اند. قیمت آب استحصالی

هم روز به روز کم تر شده است.

جنوب کالیفرنیا از مناطقی است که قیمت بالایی برای

آب شیرین می پردازد. در این منطقه، قیمت آب حاصل

از شیرین سازی در اوایل دهه ۹۰ میلادی تقریباً ۷ برابر

قیمت متوسط بازاری آب شیرین طبیعی ایالت بود.

آنگونه که نشنال جئوگرافیک گزارش می کند این فاصله

در ۲۰۱۰ به کمتر از دو برابر رسیده است.

اما خبر بد آن است که این انقلاب تکنولوژیک دیگر

نمی تواند با شتاب دهه های اخیر تداوم یابد. گزارش

تحلیلی زیمنس نشان می دهد که انرژی الکتریکی

معادل تولید هر متر مکعب آب از ۳۵ Kw/hr در دهه

هفتاد به ۲۵ در دهه ۸۰ و به ۴ در دهه آغازین قرن

جدید رسیده است. پروژه های لبه دانشی امروز، مصرف

را به حدود ۳ نزدیک کرده است. پیش بینی می شود

این رقم ظرف بیست سال آتی به ۲ برسد که به حد

فیزیکی ایده آل خیلی نزدیک می شود. یعنی در حالی

که در ۴۰ سال گذشته ۱۰۰۰ درصد افزایش بهره وری

انرژی داشته ایم، در ۲۰ سال آتی تنها ۳۰ درصد افزایش

راندمان در انتظارمان است.

امروز بیش از ۱۶۰۰۰ واحد آب شیرین کن فعال در

سراسر جهان، کمتر از ۷۰ میلیون مترمکعب آب را در

۱۵۰ کشور جهان شیرین می کنند. آب ورودی این

واحدها ۷۸٪ از دریا، ۱۲٪ از منابع لب شور غیر دریایی

و ۱۰٪ از پساب می آید. برای آنکه بدانید کل تولید

دنیا هنوز چقدر کوچک است، بیاد آورید تنها کشاورزی

ایران به تنهایی بیش از ۹۵ میلیارد متر مکعب آب در

سال مصرف دارد. ۵۳ درصد ظرفیت جهان در خاورمیانه

تشنه، نصب شده است. عربستان با حدود ۱۱ درصد

ظرفیت جهان، امارات با ۸/۵ درصد، آمریکا با ۸ درصد،

اسپانیا با ۵ درصد و کویت با ۳ درصد، الجزایر با کمتر

از ۳ درصد، چین با بیش از ۲ درصد و قطر با کمتر از ۲

درصد، در صدر لیست تولید کنندگان قرار دارند. میزان

آب شیرین استحصالی ایران از دریا کمتر از ۵ درصد

تولید عربستان است.

شیرین سازی آب دریا با مشکل ایجاد پساب فوق شور در

حجم زیاد روبروست. در تاملای آمریکا که از واحدهای

آب شیرین کن دریایی مدرن دهه اخیر است، ۴۰ درصد

آب اولیه برداشتی، بصورت پساب به دریا باز می گردد.

البته دفع پساب در واحد های مجاور دریا آسانتر است.

در یک جمع بندی مدیریتی کلان، شیرین سازی آب دریا:

- محدودیت حجمی ندارد؛

- منابع آب شیرین تجدید پذیر را تخریب نمی کند؛

- بسیار انرژی بر است؛

- دفع شورابه آن در مقیاس بزرگ، یک تهدید محیط

زیست دریایی است؛

- تولید گاز کربنیک بالا دارد،

- آب تولیدی گران است.

### اقتصاد آب شیرین دریایی

احداث ظرفیت برای تولید هر متر مکعب- روز آب

شیرین حدود ۱۰۰۰ دلار هزینه دارد. یعنی احداث یک

آب شیرین کن ۳۰۰ هزار متر مکعبی در روز (یعنی

۱۱۰ میلیون مترمکعب در سال) حدود ۳۰۰ میلیون

دلار هزینه دارد. این هزینه شامل حوضچه آب گیری،

سیستم دفع پساب، تأمین برق و تاسیسات شیرین

سازی است.

**درس اول-** اگر فرض کنیم یک چاه کشاورزی ۳۰ لیتر-

ثانیه، ۲۴ ساعت در روز و ۳۶۵ روز در سال آب بکشد،

سالانه حدود ۹۵۰ هزار متر مکعب برداشت می کند.

توان تولید آب شیرین کن فوق معادل ۱۱۵ حلقه از

اگر تمام شرایط مطلوب فوق گرد هم آیند و منبعی که یافته اید شوری به مراتب کمتری از آب دریا داشته باشد و انتقال آب در فواصل کوتاه چند کیلومتر تا چند ده کیلومتر بصورت ثقلی اتفاق بیفتد، خبر خوب آن است که ممکن است شما بتواند آب شیرین را پای باغ خودتان به قیمت ۵۰ تا ۷۰ سنت تحویل بگیرید. خوب حالا اگر شما این آب شیرین را برای نیمی از مصرف آب باغ خود بخواهید، هزینه خرید آب برای هر کیلو پسته خشک شما ممکن است معادل ۱/۲ الی ۱/۶ دلار باشد. پس در مقایسه تامین آب شیرین از منابع زیر زمینی لب شور نسبت به دریا برای پسته شمال کرمان باید گفت: - هزینه آب لب شور بسیار اقتصادی تر است، اما آب تولیدی هنوز ارزان نیست.

- تعریف پروژه در ابعاد کوچک تر (حدود ۱۰ الی ۵۰ هزار متر مکعب در روز با سرمایه گذاری کل بمراتب کمتر) ممکن می شود.

- برداشت از سفره های لب شور اگر عاقلانه انجام شود روند شور شدن سفره های آب شیرین را کند می کند.

- انرژی بر است. امکان دسترسی به منابع اتلاف کننده انرژی مثل آگزوز نیروگاه، سرنوشت ساز است.

- امکان دفع مناسب و ارزان شورابه آن یک معضل جدی حقوقی- فنی- زیست محیطی- اقتصادی و کلید توفیق طرح است.

- شانس جمع شدن تمام شرایط مساعد برای تعریف پروژه تامین آب شیرین از آب لب شور، بسیار کمتر از دسترسی به امکان تعریف پروژه آب شیرین کن ساحلی است. به این علت است که علیرغم مزایای این روش فقط ۱۲ درصد از شیرین سازی دنیا از آب لب شور ولی ۷۸ درصد از آب دریا است.

### شیرین سازی پساب

۱۰ درصد آب شیرین جهان از طریق شیرین سازی پساب حاصل می شود. این منبع آبی در برخی نقاط ایران بالاخص در پایین دست شهرهای بزرگ، در دسترس است. هزینه های شیرین سازی پساب را باید حول و حوش هزینه های شیرین سازی آب لب شور فرض کرد. مشکل اصلی آن، اطمینان از تداوم و ثبات تامین پساب در رقابتها محلی بر سر آن است.

واقعیت آن است که در محل های تولید پساب با حجم بالا (که شهرها مهمترین آن هستند) نیروهای محلی روز به روز بیشتر به طرف پساب متوجه می شوند. در محیطی مانند ایران که قراردادهای بخش خصوصی با دولت، اعتبار لرزانی دارد و دولت محق به نقض تعهد فرض می شود، تداوم تامین پساب یک نگرانی موجه است.

البته ملاحظات بهداشتی در آب تولیدی از پساب شهری بالاخص در مورد باقیمانده مواد شیمیایی و فلزات سنگین، هم باید مورد مطالعه باشد. بررسی مسایل پساب، مقاله جداگانه ای را می طلبد.

هزینه خرید آب شیرین برای هر کیلو پسته رقم حیرت آور ۱۱/۷ دلار خواهد بود.

- اگر نصف آب مصرفی شما از آب شیرین کن باشد، هزینه خرید آب شیرین برای هر کیلو پسته ۵/۸ دلار خواهد بود.

- اگر ثلث آب مصرفی شما از آب شیرین کن باشد، هزینه خرید آب شیرین برای هر کیلو پسته ۴/۲ دلار خواهد بود.

اجازه دهید یادآوری کنم گل گهر هم مکان مناسبی برای پسته کاری نیست. شما هنوز مجبورید آب را صدها کیلومتر بطرف شمال استان کرمان منتقل کنید. فرض کنید اگر برای انتقال آب به منطقه مورد نظرتان فقط ۳۰۰ کیلومتر مسیر و غلبه بر ۴۰۰ متر ارتفاع معادل استاتیکی- دینامیک لازم باشد، شما هر متر مکعب آب را ۴۹ سنت گرانتر دریافت می کنید.

اگر با خوش بینی بگوئیم آب حاصل از آب شیرین کن با قیمت حداقل ۳ دلار- متر مکعب به شمال استان می رسد، سخن گزافه نگفته ایم. متخصصین درگیر در خط لوله بندرعباس- گل گهر- چادر ملو احتمالا این عدد را ۳۰ تا ۴۰٪ بزرگتر، بر آورد می کنند.

**درس چهارم-** اگر کشاورزان پسته کار شمال استان تصمیم بگیرند با تامین آب شیرین به میزان نصف مصرف باغات خود از خلیج فارس، اقدام به نجات باغات کنند، باید هزینه خرید آبی حداقل معادل ۷ دلار برای هر کیلوگرم پسته خشک درهم باغی را قبول کنند. این هزینه، بخش اعظم قیمت جهانی پسته بوده، غیر قابل تامین است. مسایل پیچیده دیگر چون تولید ثابت آب شیرین کن و مصرف سینوسی باغ، هم باید مدیریت شود.

**آموختیم:**

- ۱- آب شیرین حاصل از دریا، گران است.
- ۲- انتقال آن (بالاخص در مناطق کوهستانی و فواصل دور) از تولیدش بمراتب گرانتر است.
- ۳- هزینه آن برای تولید پسته در شمال کرمان، قابل تحمل نیست.

### شیرین سازی منابع آب لب شور

اگر شما نزدیک به مناطق مساعد باغریزی، منبع آب لب شور زیر زمینی بزرگی پیدا کنید که توان تامین طولانی مدت آب لب شور داشته باشد و عمق زیادی هم نداشته باشد، یک گنج یافته اید. البته باید مشخصات زمین شناسی منطقه به شما امکان دفع ارزان پساب فوق شور، در یکی از لایه های زمین را هم بدهد. حال اگر شما نزدیک به یک نیروگاه قدیمی باشید که آگزوز حرارتی اش را در فضا تخلیه می کند و امکان تعریف یک آب شیرین کن متکی به اتلاف حرارتی نیروگاه را داشته باشید، آدم واقعا خوش شانس هستید. (امروز وزارت نیرو تمایل زیادی به عقد چنین قراردادهایی دارد).

چنین چاهی است. در این صورت هزینه ظرفیت سازی معادل هر چاه، معادل ۲/۶ میلیون دلار است. اگر فرض را به ۱۲ ساعت برداشت آب چاه در روز و ۳۶۵ روز در سال (نزدیک تر به شرایط حفاظت منابع آب) تغییر دهیم، هزینه ظرفیت سازی معادل هر چاه ۱/۳ میلیون دلار خواهد بود.

آب استحصالی از این آب شیرین کن در پای کارخانه در بندر عباس (با محاسبه هزینه استهلاک سرمایه و سود ۲۰ درصد سالیانه سرمایه گذار) حدود ۷۰ سنت- متر مکعب قابل فروش است.

**درس دوم-** اگر شما باغ پسته را درست پشت حصار کارخانه آب شیرین کن احداث کنید و سالیانه بخواهید ۷۰۰۰ متر مکعب آب به باغات بدهید و بتوانید ۱۵۰۰ کیلوگرم پسته خشک از هر هکتار بردارید (حدود ۲ برابر متوسط برداشت کشور)، آنگاه:

- اگر تمام آب مصرفی شما از آب شیرین کن باشد، هزینه خرید آب برای هر کیلو پسته ۳/۲ دلار است.
- اگر نصف آب مصرفی شما از آب شیرین کن باشد، هزینه خرید آب برای هر کیلو پسته ۱/۶ دلار است.
- اگر ثلث آب مصرفی شما از آب شیرین کن باشد، هزینه خرید آب برای هر کیلو پسته بیش از ۱ دلار خواهد بود.

اما نکته مهم آن است که کاشت پسته در سواحل خلیج فارس ممکن نیست. شما مجبورید آب را با خط لوله از ارتفاعات شمال هرمزگان عبور داده به استان کرمان برسانید.

بینیم خط لوله بندر عباس به گل گهر چه چیزی برای آموختن دارد؟ احداث یک خط لوله با ظرفیت ۳۰۰ هزار متر مکعب در روز بطول ۲۸۵ کیلومتر که ارتفاعات ۱۸۰۰ متری را هم رد می کند و آب را به گل گهر می رساند با ایستگاههای پمپاژ حدود ۵۰۰ میلیون دلار هزینه خواهد داشت. اگر هزینه استهلاک سرمایه گذاری، راهبری، مصرف برق و سود ۲۰ درصد سرمایه گذاری را در نظر بگیرید، برای این انتقال حدود ۱/۸ دلار- مترمکعب قیمت می گذاریم.

این عدد از اعداد مطرح در محافل مدیریتی درگیر در پروژه کمتر است.

این رقم با معیار سردستی که می گوید هزینه خرید خدمت انتقال آب در خطوط لوله بزرگ ۷ سنت بازای هر ۱۰۰ کیلومتر و ۷ سنت بازای هر ۱۰۰ متر ارتفاع است، واگرایی معنی دار ندارد. به یاد داشته باشیم که جمع ارتفاع استاتیکی- دینامیکی طرح معادل ۲۴۰۰ متر محاسبه شده است. پس رقم ۱/۸ را باید دست پایین و خوشبینانه فرض کرد.

**درس سوم-** خوب پس اگر شما باغات را در جنوب کرمان در منطقه گل گهر احداث کنید، با حفظ مفروضات قبلی، هر متر مکعب آب شیرین شده دریا را پای باغ ۲/۵ دلار تحویل می گیرید.

- اگر تمام آب مصرفی شما از آب شیرین کن باشد،