

بررسی اقتصادی شوری زدایی آب کشاورزی با استفاده از دستگاههای آب شیرین کن باتاکید
برحوضه آبریز کشف رود

سیدرضاتقدیسی حیدریان^۱، فرهاد رشیدزاده^۲

چکیده

افزایش جمعیت، افزایش مصرف سرانه آب و مواد غذایی، آلوده سازی منابع آب توسط صنایع و تغییرات اقلیمی طی دهه گذشته، باعث اعمال فشار مضاعف بر منابع محدود آب شیرین، درمقیاس جهانی شده است. باتوجه به کمبود منابع آب شیرین درجهان، فقر غذایی درحال حاضر و به طورگسترده ای درآینده گریبانگیر بسیاری ازکشورها خواهدشد. ازجمله راه حل هایی که برای این معضل جهانی پیش روی کارشناسان قرارگرفته، نمک زدایی از آبهای شوربااستفاده از دستگاههای آب شیرین کن به منظور استفاده دربخش شرب، کشاورزی و صنعت می باشد. صرفه اقتصادی شیرین کردن آبهای شور دربخش شرب و صنعت اثبات شده و جای تردید ندارد. اما استفاده ازاین تکنولوژی برای کشاورزی باتوجه به میزان تولید محصولات کشاورزی بازای مقدارآب مصرف شده وبهای محصولات کشاورزی، محل تأمل است و جای بررسی بیشتری دارد. به منظور ارزیابی کلی صرفه اقتصادی استفاده از دستگاههای آب شیرین کن در کشاورزی حوضه آبریز کشف رود، هزینه تولید یک مترمکعب آب شیرین با استفاده از دستگاه آب شیرین کن مدل RO1296 (بدلیل تطابق دامنه کیفی آب ورودی و خروجی دستگاه آب شیرین کن با کیفیت منابع آب شورولب شور منطقه) وتلفیق آن با آب شور مورد بررسی قرارگرفت. نتایج بررسی نشان میدهد که شیرین کردن آب شور بادستگاه آب شیرین کن وتلفیق آن با آبشور جهت کشاورزی برای محصولات گلخانه ای ودرموردی باغات پسته اقتصادی است. همچنین توصیه میشود، بررسیهاومطالعات بیشتری دراین زمینه در سایر مناطق انجام پذیرد.

کلمات کلیدی

حوضه آبریز کشف رود، نمک زدایی، کیفیت آب، کشاورزی،

سرآغاز

حوضه آبریز کشف رود واقع در شمال شرق کشور ایران و در ناحیه ای به مختصات جغرافیایی ۱۸°، ۵۸° تا ۱۳°، ۶۱° طول شرقی و ۳۸°، ۳۵° تا ۴°، ۳۷° عرض شمالی است حوضه آبریز کشف رود بعنوان یکی از مهمترین حوضه های آبریز در استان خراسان رضوی است. شهر مقدس مشهد بعنوان مرکز

^۱ - کارشناس ارشد کشاورزی - شرکت مهندسین مشاور طوس آب

^۲ - کارشناس ارشد آبیاری - شرکت مهندسین مشاور طوس آب

مهم سیاسی، مذهبی، سیاحتی و اقتصادی منطقه، اهمیت ویژه ای برای این حوضه آبریز، ایجاد نموده است. این حوضه دارای مساحتی برابر با ۱۶۷۵۰ کیلومتر مربع است.

اراضی کشاورزی آبی حوضه آبریز کشف رود با وسعتی حدود ۱۳۰۰۰۰ هکتار عمدتاً در محدوده دشتهای این حوضه واقع گردیده است. دشتهای واقع در این محدوده شامل دشتهای مشهد- چناران، نریمانی آق دریندوسنگ بست می باشد. در بخشهایی از حوضه آبریز بویژه دشت نریمانی کیفیت آب به لحاظ شوری نامناسب است و حتی شوری برخی جاهها حدود ۱۰ (ds/m) گزارش شده است. هرچند در حال حاضر در بیشتر مناطق محدوده حوضه استفاده از آبهای شور جهت کشت گیاهان مقاوم به شوری نظیر جو، چغندر قند و در برخی مناطق پسته متداول است ولیکن توجه به روشهای شوری زدایی آب نیز میتواند در موارد خاص مورد توجه قرار گیرد.

آب به عنوان یکی از مهمترین نهاده های کشاورزی است که کمیت و کیفیت آن می تواند کمیت تولید و کیفیت محصول تولید شده را شدیداً تحت تأثیر قرار دهد. با توجه به کمبود منابع آب شیرین در جهان، فقر غذایی در حال حاضر و به طور گسترده ای در آینده گریبانگیر بسیاری از کشورها خواهد شد.

از جمله راه حل هایی که برای این معضل جهانی پیش روی کارشناسان قرار گرفته، نمک زدایی از آبهای شور به منظور استفاده در بخش شرب، کشاورزی و صنعت می باشد. صرفه اقتصادی شیرین کردن آبهای شور در بخش شرب و صنعت اثبات شده و جای تردید ندارد. اما استفاده از این تکنولوژی برای کشاورزی، با توجه به میزان تولید محصولات کشاورزی بازای مقدار آب مصرف شده و بهای محصولات کشاورزی، محل تأمل است و جای بررسی بیشتری دارد.

بر پایه گزارش هفدهم انجمن بین المللی نمک زدایی آب (IDA) تا پایان دسامبر ۲۰۰۱، شمار دستگاه های آب شیرین کن مستقر در جهان، ۱۵۲۳۳ واحد با مجموع ظرفیت تولید ۳۲/۴ میلیون متر مکعب بوده است که در مقایسه با سال ۱۹۹۹ از نظر تعداد ۱۶۳۳ واحد (۱۶ درصد) و از نظر ظرفیت ۶/۴۹۱ میلیون متر مکعب بر روز (۲۰ درصد) افزایش داشته است. در ادامه گزارش آمده است که توان نمک زدایی آب دریا با رشدی معادل ۱۴۰ درصد از ۱/۶۳ میلیون متر مکعب بر روز در سال ۱۹۹۹ به ۳/۹۰۸ میلیون متر مکعب در سال ۲۰۰۱ رسیده است.

صندوق جهانی حیات وحش (WWF) اعلام کرد که هم اکنون در اسپانیا ۲۲ درصد آب نمک زدایی شده را برای مصارف کشاورزی به کار می برد.

اگرچه با توجه به روند نزولی هزینه تولید آب شیرین در ۲۰ سال گذشته، در این باره جای امیدواری وجود دارد. این امیدواری بویژه در نواحی ساحلی که آب شیرین در اختیار ندارند به سبب نزدیکی به دریا و در دسترس بودن آب شور، و تغییر شدیدی که در تغییر میزان شوری و املاح بوجود می آید قابل بررسی بیشتری است. در نهایت اینکه توجیه اقتصادی استفاده از آبهای نمک زدایی شده در بخش کشاورزی، جنبه منطقه ای داشته و باید با سایر روشهای تامین آب شیرین و بهای محصولات کشاورزی در هر منطقه مقایسه گردد.

هزینه تولید هرواحد آب شیرین توسط این دستگاه ها و روشهای تولید آب متغیر بوده و حتی در یک روش نیز بسته به حجم تولید ، هزینه شیرین کردن آب متغیر است. آب تولید شده در دستگاه های آب شیرین کن تا حدود ۹۵ درصد املاح اولیه آن کاهش می یابد. که حتی برای آب شرب نیز مناسب نیست (کمبود املاح در آب). و به آب تولیدی مقداری املاح اضافه می نمایند. در تولیدات کشاورزی ، محصولات مختلف آستانه تحمل متفاوتی نسبت به میزان املاح دارند. در نتیجه می توان ، ارزش تولیدات کشاورزی را نسبت به هزینه تولید واحد آب با کیفیت های متفاوت بررسی و تجزیه و تحلیل نمود.

روش های نمک زدایی از آب:

اگرچه در حال حاضر روشهای زیادی برای شیرین کردن آبهای شور ابداع شده اند ، اما در حالت کلی می توان فرایند شیرین کردن آبهای شور را در به اشکال کلی زیر در نظر گرفت .

۱- روشهایی که در آن برای نمک زدایی از آب ، نیاز به ایجاد تغییر فازی وجود دارد (تقطیر) .

در این روشها برای ایجاد تغییر در فاز مایع به بخار ، به علت نیاز به انرژی گرمایی ، هزینه تولید آب بالاتر از روشهای بدون تغییر فاز است ، اما مزیت این روش در این است که آب خروجی با کیفیت بسیار بالا از آبهای با شوری (غلظت نمک) بسیار زیاد از جمله آب دریا می توان بدست آورد . اخیراً روشهایی جدید ابداع شده اند که مصرف انرژی کمتری داشته و لذا با سایر روشها قابل رقابت شده اند از روشهای مبتنی بر تغییر فاز ، می توان موارد ذیل را نام برد :

الف- فرایند تقطیر چند مرحله ای ناگهانی (M S F- Multi Stage Flash) که مهمترین شیوه نمک زدایی در کشورهای حاشیه خلیج فارس است . در این روش آب دریا با فشار مشخص از میان لوله های بسته که در آن تبادل حرارتی انجام می گیرد عبور می کند و بخار در بخش بالایی اتافک مایع می شود. سپس با استفاده از سوخت داغ و یا بخار خروجی آب تا بالاترین دمای تعیین شده در سامانه گرم می شود و باعث تبخیر ناگهانی در قسمت پایینی اتافک شده و این روند همراه با کاهش فشار از اتاقی به اتاق دیگر ادامه می یابد . بخار تولید شده به لوله های موجود در بالای اتافک برخورد کرده و مایع می شود. این روش با ظرفیت جهانی بیش از ۴۰۰۰ متر مکعب در روز در حدود ۴۸ درصد از واحدهای بزرگ آب شیرین کن در جهان را شامل می شود. در این روش آب تولیدی دارای غلظت املاح در حدود ۵۰ میلیگرم در لیتر است.

ب- تقطیر چند مرحله ای (M E D – Multi Effect Distillation) یکی از امیدبخش ترین فناوری های تبخیری موجود می باشد .

۲- روشهایی که در آن برای نمک زدایی از آب ، نیاز به ایجاد تغییر فازی وجود ندارد .

الف- فرایند اسمز معکوس (R O – Reserve Osmosis) روشی امیدبخش برای نمک زدایی آب شور و آب دریا می باشد . این روش در حدود ۲۲ درصد از واحدهای بزرگ دنیا با ظرفیتی بیش از ۴۰۰۰ متر مکعب در روز استفاده می شود . در این روش آب با فشار زیاد از غشاء هایی بنام ممبران عبور داده میشود نمکهای

محلول در آب قادر به عبور از لایه های ممبران نیستند و با بخشی از آب ورودی به ممبران به محیط دفع می شود. سیستم هایی که بر این اساس عمل می کنند را اصطلاحاً RO می نامند.

ب- روش الکترو دیالیز (E D)

. در این فرایند ، یون ها توسط جریان برق مستقیم (D C) مجبوره عبور از غشاء های نیمه تراوا می شوند. این غشاء ها اغلب برای زدایش نمک های خاصی از جمله نیترات ها بکار می روند.

ج- متر اکم سازی بخار (V C) که این روش بیشتر در واحدهای کوچک ، از جمله واحدهای آب شیرین کن خورشیدی استفاده می گردد .

د- تبادل یونی با استفاده از رزین های ویژه

انتخاب نوع سیستم :

اگرچه برگزیدن فرایند مناسب نمک زدایی آب ، نیازمند ارزیابی دقیق و مقایسه کارآمدی فرایندها ، همراه با هزینه های جاری و سرمایه گذاری آن ها است ، با این حال ، به عنوان یک رهنمود کلی و براساس تجربه های جهانی ، به کارگیری فرایندهای متعدد نمک زدایی آب ، براساس شاخص (T D S) به شرح جدول شماره ۱ می تواند باشد .

جدول شماره ۱ : راهنمای برگزیدن فرایند شیرین سازی آب براساس شاخص T D S

TDS(mg/L)	فرآیند
کمتر از ۵۰۰	تبادل یون
۵۰۰ - ۳۰۰۰	الکترو دیالیز
۱۰۰۰ - ۱۰۰۰۰	اسمز معکوس با فشار کم (شامل نانو فیلترها)
۱۰۰۰۰ و بالاتر	اسمز معکوس با فشار زیاد
۳۰۰۰۰	تقطیر

ماخذ: منابع مورد استفاده شماره (۱)

در سال های اخیر با بهینه سازی فرایندها ، روش اسمز معکوس توسعه یافته و انتظار می رود در آینده ای نزدیک بیشترین تعداد دستگاه هارا به خود اختصاص دهد. با توجه به جدول مذکور و دامنه آبهای

شورولب در محدوده حوضه آبریز کشف رود که عمدتاً در دامنه (۳ تا ۱۰ ds/m) قرار دارد در صورت استفاده از دستگاههای آب شیرین کن برای نمکزدایی استفاده از روش اسمز معکوس با فشار کم توصیه میشود..

هزینه تولید آب شیرین (شرب):

هزینه تولید واحد حجم آب شیرین در واحدهای آب شیرین کن شامل هزینه های سرمایه گذاری اولیه (سرمایه ثابت) و هزینه های جاری می باشند . براساس تجارب بین المللی هزینه های تولید آب شیرین در جدول ۲ آورده شده اند.

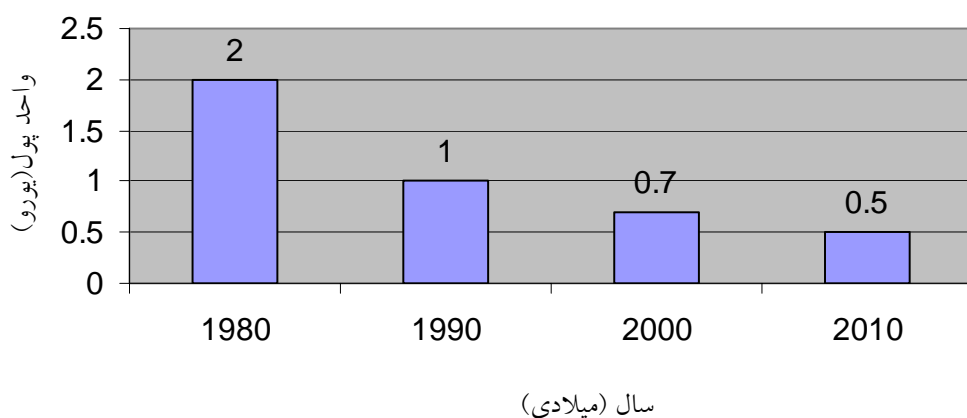
جدول ۲: مقایسه هزینه تولید آب شیرین در مقیاس جهانی به تفکیک هزینه های احداث و هزینه تولید

روش نمک زدایی	MSF	MSF *	MED	MED- MWD*	VC	RO	RO *
هزینه احداث (دلار / مترمکعب / روز)	1200-1500	2300	900 - 1000	660	950 - 1000	700 - 900	1000 - 1350
هزینه تولید (سنت / مترمکعب)	110 - 125	150	75 - 85	46	87 - 95	68 - 92	45 - 56
ردیف های ستاره دار ، تعدادی از آخرین پیشرفت هارا نشان می دهد							

ماخذ: منابع مورد استفاده شماره (۴)

پیش بینی کاهش هزینه تولید آب شیرین با توجه به روند پیشرفت تکنولوژی کاملاً امیدبخش بوده است بطوریکه در طول دو دهه بهای تولید آب شیرین حدود ۶۰٪ کاهش داشته است . شکل شماره ۱ روند کاهش هزینه تولید آب شیرین در سطح جهانی را نشان می دهد.
شکل شماره ۱: نمودار نزولی بهای تولید آب شیرین در سطح جهانی

برآورد هزینه نمک زدایی از آب

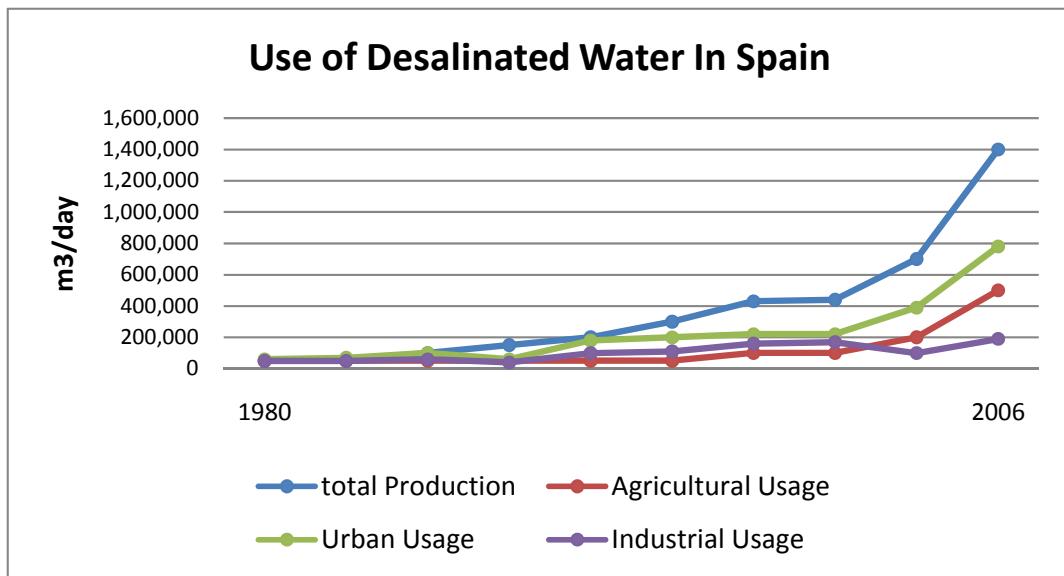


افزایش جهانی حجم آب تولید شده با استفاده از آب شیرین کن ها :

برپایه گزارش هفدهم انجمن بین المللی نمک زدایی آب (IDA) تا پایان دسامبر ۲۰۰۱، شمار دستگاه های آب شیرین کن مستقر در جهان، ۱۵۲۳۳ واحد با مجموع ظرفیت تولید ۳۲/۴ میلیون مترمکعب بوده است که در مقایسه با سال ۱۹۹۹ از نظر تعداد ۱۶۳۳ واحد (۱۶ درصد) و از نظر ظرفیت ۶/۴۹۱ میلیون مترمکعب بر روز (۲۰ درصد) افزایش داشته است. در ادامه گزارش آمده است که توان نمک زدایی آب دریا با رشدی معادل ۱۴۰ درصد از ۱/۶۳ میلیون مترمکعب بر روز در سال ۱۹۹۹ به ۳/۹۰۸ میلیون مترمکعب در سال ۲۰۰۱ رسیده است.

صندوق جهانی حیات وحش (WWF) اعلام کرد که هم اکنون اسپانیا ۲۲ درصد آب نمک زدایی شده را برای مصارف کشاورزی به کار می برد. افزایش تولید و مصرف آب، تولید شده توسط آب شیرین کن ها در کشور اسپانیا در شکل شماره ۲ آورده شده است.

شکل شماره ۲: روند تولید و مصرف آب توسط آب شیرین کن ها در کشور اسپانیا



ماخذ: منابع مورد استفاده شماره (۲)

بررسی موردی چند طرح آب شیرین کن در سطح کشور:

- بررسی امکان استفاده از دستگاه های آب شیرین کن برای شرب شهرهای فردوس و بجستان با روش RO توسط شرکت مهندسی مشاور طوس آب انجام شده است: در این مطالعه مشخص گردید که ایجاد یک واحد آب شیرین کن از چاه آب با کیفیت لب شور و با ظرفیت ۳۱ لیتر بر ثانیه، هزینه تولید واحد حجم آب شیرین برای شرب حدود ۳۰۰۰ ریال در هر متر مکعب است. کیفیت آب ورودی - خروجی به شرح جدول ۳ است.

جدول ۳: کیفیت آب برای واحد آب شیرین کن مطالعه طوس آب

آب خروجی	آب ورودی	فاکتور
۱۰	۲۶۸۰	T D S(mg/lit)
۰,۰۱	۴	EC(ds/m)
۵	۱۰۷۰	Na(meq/lit)

لازم به توضیح است که تغییر کیفیت آب خام (ورودی تا) $TDS = 10000$ تأثیر ناچیزی بر هزینه تولید خواهد داشت.

همچنین در نصب آب شیرین کن در منطقه ویژه اقتصادی پارس جنوبی، سرمایه گذاری اولیه ۸۰ میلیارد ریال، ظرفیت تولید ۱۲۵۰۰ متر مکعب در روز، کیفیت آب خروجی $TDS = 400mg / L$ و بهای فروش آب توسط بخش خصوصی ۱۲۰۰ تومان در متر مکعب اعلام شده است.

شرکت آب وفاضلاب خوزستان، سرمایه گذاری ۵۰ میلیارد ریال ، ظرفیت ۱۰۰۰۰ مترمکعب و باکیفیت خروجی ۲۰۰ میکرومhos برسانتیمتر ،- هزینه نمک زدایی آب دریا به ۵۰ تا ۸۰ سنت و هزینه نمک زدایی آب لب شور در حدود ۲۰ تا ۳۵ سنت درهر مترمکعب رسیده است .

- موادوروش ها

در مطالعات حاضر آمار واطلاعات مورد نیاز بشرح ذیل برآورد شده است. هزینه خرید، نصب و راه اندازی دستگاه آب شیرین کن باکسب استعمال از مرکز فروش (شرکت بهسازآب) منظور شده است. هزینه های تولید محصولات زراعی ،باغی و گلخانه ای براساس آمار واطلاعات اخذ شده از جهاد کشاورزی خراسان و بازدیدهای میدانی از محدوده حوضه آبریز کشف رود منظور شده است. جهت محاسبه استهلاک سالانه برخی هزینه های سرمایه ای نظیر خرید دستگاه آب شیرین کن ، تجهیزات گلخانه ای، تجهیزات آبیاری تحت فشار از فرمول ارزش فعلی اقساط سالانه $(a=p*i(1+i)^n/(1+i)^n-1)$ استفاده شده است.

هزینه تولید آب شیرین (کشاورزی):

برای تولید محصولات کشاورزی ، نه تنها نیازی به کیفیت آب آبیاری در حد کیفیت آب شرب نیست بلکه چنین آبی می تواند باعث تخریب ساختمان خاک نیز بشود زیرا بسیاری از نمکهای محلول در خاک راحل کرده و ساختمان خاک را تخریب می نماید . از این رو می توان آب خروجی از دستگاه آب شیرین کن را با نسبتهای متفاوت با آب خام ورودی به دستگاه تلفیق کرده و آبی با کیفیت متناسب بانوع زراعت بدست آورد . این امر می تواند باعث کاهش چشمگیر در هزینه تولید آب شیرین به منظور کشاورزی در مقایسه با هزینه تولید آب شرب گردد .

باتوجه به مطالب فوق و به منظور بررسی مقایسه هزینه شوری زدایی با درآمدهای کشاورزی در محدوده طرح یک نمونه از دستگاههای آب شیرین کن (مدل RO۱۲۹۶) که کیفیت آب ورودی و خروجی آن در محدوده کیفی مورد انتظار است مورد بررسی قرار گرفته است. در جدول ۱ مشخصات این دستگاه آب شیرین کن ارائه شده است. همانطوریکه ملاحظه میشود دبی تولیدی دستگاه ۱۵ لیتر بر ثانیه ، کیفیت آب ورودی تا حداکثر ۱۰۰۰۰ TDS یا معادل ۱۵ ds/m و کیفیت آب خروجی کمتر از ۲۵۰ TDS یا معادل ۰,۴ ds/m میباشد.

جدول ۴: مشخصات دستگاه آب شیرین کن

RO 1296	مدل دستگاه
15 (L/s)	ظرفیت تولید
1296(m ³ /d)	
TDS=10000ppm	کیفیت آب ورودی
(40-50)psi	فشار آب ورودی
TDS<250ppm	کیفیت آب خروجی
TDS<19900ppm	کیفیت آب پساب
P=25kw	توان موتور برقی
w=600kwh	مصرف انرژی در شبانه روز
w=0.463kwh	مصرف انرژی برای مترمکعب آب تولیدی
50%	بازدهی دستگاه
1570	بهای خرید دستگاه (میلیون ریال)
31.4	هزینه نصب و راه اندازی (میلیون ریال)
400	هزینه احداث ساختمان (میلیون ریال)
1200	هزینه احداث مخزن ذخیره (میلیون ریال)
150	هزینه انشعابات برق ، تلفن، گاز (میلیون ریال)
3351.4	جمع هزینه خریداری و نصب (میلیون ریال)
۳۰ سال	عمر مفید سیستم

ماخذ: استعلام اخذ شده از شرکت بهسازآب

هزینه تولید واحد حجم آب شیرین در واحدهای آب شیرین کن شامل هزینه های سرمایه گذاری اولیه (سرمایه ثابت) و هزینه های جاری می باشند
قبل از آن لازم است تا نخست هزینه تامین یک مترمکعب آب شور از یک حلقه چاه نیز برآورد شود.

در جدول زیر هزینه تامین یک مترمکعب آب از منبع آب شور بر اساس نرخ های بهره متفاوت ارائه شده است..

جدول ۵: هزینه تامین یک مترمکعب آب شور (حفر و بهره برداری از چاه)

16	12	8	4	نرخ بهره %
500	500	500	500	هزینه حفر و تجهیز یک حلقه چاه به عمق ۵۰ متر ودبی (۳۰ تا ۵۰) لیتر بر ثانیه (میلیون ریال)
1445400	1445400	1445400	1445400	هزینه برق مصرفی در سال (ریال)
120000000	120000000	120000000	120000000	هزینه کارگری سالانه (ریال)
80943000	62072000	44415000	28915000	هزینه استهلاک سالانه سیستم تامین آب شور (ریال)
202388400	183517400	165860400	150360400	جمع هزینه سالانه (ریال)
10119420	9175870	8293020	7518020	هزینه تعمیر و نگهداری سیستم (ریال)
212507820	192693270	174153420	157878420	جمع کل هزینه سالانه (ریال)
1576800	1576800	1576800	1576800	مقدار تولید سالانه آب شور (مترمکعب)
135	122	110	100	هزینه تولید یک مترمکعب آب شور (ریال)

سپس هزینه تامین یک مترمکعب آب شیرین از دستگاه آب شیرین کن با توجه به نرخ بهره بشرح جدول ذیل برآورد شده است.

جدول ۶: هزینه تامین یک مترمکعب آب شیرین بوسیله دستگاه آب شیرین کن

16	12	8	4	نرخ بهره %
3285000	3285000	3285000	3285000	هزینه برق مصرفی درسال (ریال)
12000000	12000000	12000000	12000000	هزینه تعویض سالانه ممبران (ریال)
120000000	120000000	120000000	120000000	هزینه کارگری سالانه (ریال)
135285000	135285000	135285000	135285000	جمع هزینه بهره برداری و نگهداری سالانه (ریال)
542544740.4	416056202	297704862	193811462	هزینه استهلاک سالانه سیستم آب شیرین کن (خرید و نصب دستگاه یا ارزش اسقاط) (ریال)
677829740.4	551341202	432989862	329096462	جمع هزینه سالانه (ریال)
33891487.02	27567060.1	21649493.1	16454823	هزینه تعمیر و نگهداری سیستم (ریال)
711721227.4	578908262	454639355	345551285	جمع کل هزینه سالانه (ریال)
473040	473040	473040	473040	مقدار تولید سالانه آب شیرین (مترمکعب)
1505	1224	961	730	هزینه تولید یک مترمکعب آب شیرین از دستگاه (ریال)
1639	1346	1072	831	هزینه کل تولید یک مترمکعب آب شیرین (ریال)

همانطوریکه ملاحظه میشود هزینه تامین یک مترمکعب آب شیرین بسته به نرخ بهره بین ۸۳۰ تا ۱۷۰۰ ریال متفاوت است. از طرفی همانطوریکه گفته شد استفاده از آب شیرین جهت کشاورزی باتوجه به کیفیت آب بصورت تلفیقی توصیه میشود. در جدول ۳ هزینه یک مترمکعب آب در شرایط تلفیق و کیفیت های متفاوت ارائه شده است.

جدول ۷: هزینه تامین یک مترمکعب آب در شرایط تلفیق باتوجه به کیفیت های متفاوت آب

دبی آب خام برای تلفیق (L/s)	کیفیت آب تلفیقی (DS/m)	بهای آب تلفیقی (ریال)	بهای آب تلفیقی (ریال)	بهای آب تلفیقی (ریال)	بهای آب تلفیقی (ریال)
	نرخ بهره (%)	4%	8%	12%	16%
0.5	0.9	807	1041	1278	1556
2	2.2	745	958	1191	1448
4	3.6	677	869	1109	1348
7	5.2	598	766	1029	1250
10	6.5	538	687	977	1185
12	7.2	506	644	951	1153
14	7.7	478	608	929	1127
16	8.3	454	575	912	1105
18	8.7	432	547	897	1087
20	9.1	413	522	884	1071

همانطوریکه ملاحظه میشود درمحدوده کیفیت آب مناسب کشاورزی (محدوده شوری کمتر از 3 ds/m) قیمت یک مترمکعب آب شیرین در شرایط تلفیق بسته به نرخ بهره بین ۷۵۰ تا ۱۶۰۰ ریال برآورد شده است.

بمنظور بررسی اقتصادی امکان کاربرد استفاده از آب شیرین حاصله برای محصولات کشاورزی، درآمد یک مترمکعب آب در محصولات مختلف و محصولات گلخانه ای حوضه آبریز کشف رود (در شرایط استفاده از سیستم های آبیاری تحت فشار) برآورد شده و مورد مقایسه قرار گرفته است. در جداول زیر خلاصه نتایج این بررسیها ارائه شده است.

جدول ۸: برآورد درآمد یک مترمکعب آب محصولات زراعی و باغی و گلخانه ای در مقادیر مختلف

شوری در محدوده حوضه آبریز کشف رود

درآمدخالص (مترمکعب/ریال)			گندم	
8%	6%	4%	شوری (DS/m)	
700	800	1000	4	آستانه
630	720	900	4.9	کاهش ۱۰٪
525	600	750	6.4	کاهش ۲۵٪
350	400	500	8.7	کاهش ۵۰٪

درآمدخالص (مترمکعب/ریال)			خیار و گوجه فرنگی گلخانه ای	
8%	6%	4%	شوری (DS/m)	
2460	5600	8500	1.7	آستانه
2214	5040	7650	2.2	کاهش ۱۰٪
1845	4200	6375	2.9	کاهش ۲۵٪
1230	2800	4250	4.2	کاهش ۵۰٪

درآمدخالص (مترمکعب/ریال)			پونجه	
8%	6%	4%	شوری (DS/m)	
470	580	700	1.3	آستانه
423	522	630	2.2	کاهش ۱۰٪
353	435	525	3.6	کاهش ۲۵٪
235	290	350	5.9	کاهش ۵۰٪

درآمدخالص (مترمکعب/ریال)			جو	
8%	6%	4%	شوری (DS/m)	
650	750	900	5.3	آستانه
585	675	810	6.7	کاهش ۱۰٪
488	563	675	8.7	کاهش ۲۵٪
325	375	450	12	کاهش ۵۰٪

درآمدخالص (مترمکعب/ریال)			پنبه	
8%	6%	4%	شوری (DS/m)	
400	500	600	5.1	آستانه
360	450	540	6.4	کاهش ۱۰٪
300	375	450	8.4	کاهش ۲۵٪
200	250	300	12	کاهش ۵۰٪

درآمدخالص (مترمکعب/ریال)			خیار و گوجه فرنگی	
8%	6%	4%	شوری (DS/m)	
1400	1500	1600	1.7	آستانه
1180	1270	1360	2.2	کاهش ۱۰٪
850	925	1000	2.9	کاهش ۲۵٪
300	350	400	4.2	کاهش ۵۰٪

درآمدخالص (مترمکعب/ریال)			باغات مقاوم (پسته)	
8%	6%	4%	شوری (DS/m)	
2400	2500	2600	8	آستانه
2160	2250	2340	10	کاهش ۱۰٪
1800	1875	1950	15	کاهش ۲۵٪
1200	1250-	1300	-	کاهش ۵۰٪

درآمدخالص (مترمکعب/ریال)			باغات حساس (سیب)	
8%	6%	4%	شوری (DS/m)	
1400	1500	1600	1	آستانه
1140	1330	1420	1.6	کاهش ۱۰٪
1000	1075	1150	2.2	کاهش ۲۵٪
600	650	700	3.2	کاهش ۵۰٪

نتیجه و پیشنهاد :

همانطوریکه ملاحظه میشود استفاده از دستگاههای آب شیرین کن مذکور در مرحله اول و با توجه به میزان درآمد در واحد حجم آب مصرفی محصولات گلخانه ای (که بین ۱۲۰۰ تا ۸۵۰۰ ریال برآورد شده) و حجم کمتر مصرف آب در این واحدها، به لحاظ اقتصادی توجیه پذیر است.

بعد از محصولات گلخانه ای استفاده از این دستگاهها برای باغات پسته نیز تا حدودی اقتصادی است ولیکن برای سایر محصولات زراعی چندان اقتصادی به نظر نمی رسد. لازم به توضیح است که کاربرد این روش برای برخی مناطق کشور که دارای منابع آب شور و سطح سفره آب بالاست (نظیر طبس) میتواند به عنوان یک طرح پژوهشی مفید مورد توجه قرار گیرد بویژه در شرایطی که امکان استفاده از انرژی خورشیدی در این مناطق برای شیرین سازی آب دستگاههای آب شیرین کن مورد توجه قرار گیرد.. از جمله مسائل قابل توجه در استفاده از این دستگاهها پساب حاصله از این دستگاهها میباشد که میبایست به لحاظ مسائل زیست محیطی مورد توجه قرار گرفته و راهکارهای مناسب از طرف محققان بررسی و پیشنهاد شود

منابع مورد استفاده

۱- قنادی-مجید"آب شیرین کن های شهری و روستایی ایران و کیفیت آب استحصال شده ی آن ها"-نشریه آب و محیط زیست شماره ۶۴-(۱۳۸۴)

2-New Technologies in Spain:Desalination-Published by MIT-

(www.technologyreview.com)

3- "The Use Of Saline Waters For Crop Production Irrigation And Drainage"- Fao- paper 48

4-Raphael S.(2000)"Desalination :Present and Future :,International Water Ressources Association ,Vol.25.Number1 ,pp.54-65