مدیریت کاربرد آب‌های شور و لب شور در کشاورزی پایدار

سعید نی‌ریزی [1]

مقدمه

همراه با رشد جمعیت کشور نیاز به آب جهت مصارف کشاورزی، شرب و صنعت پیوسته افزایش می‌یابد. اگرچه در حال حاضر میزان سرانه منابع بالقوه آب کشور در حدود رقم ۲۳۰۰ مترمکعب در سال بوده که رقم متعادلی است، ولی پراکنش نامناسب مکانی منابع آبی، با توجه به توزیع جمعیت و نیاز آبی، سبب گردیده که مناطق وسیعی از کشور با کمبود آب با کیفیت مناسب برای شرب و کشاورزی روبرو بوده و بعضاً در مرحله بحران تأمین آب قرار داشته باشد. علاوه براین مشکلات تأمین و تخصیص آب ناشی از اثر مؤلفه‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی و محدودیت منابع آب و همچنین توسعه آلودگی به تدریج پیچیده‌تر گردیده و آینده نگران کننده‌ای را برای مردم این سرزمین به تصویر می‌کشد. بی‌تردید بهبود بهروری آب باید بعنوان راهبرد اساسی جهت مقابله با شرایط توسعه بحران آب در کشور در دستور کار مسئولین و تصمیم‌سازان کشور قرار گیرد. در این ارتباط مدیریت جامع منابع آب کشور با هدف ایجاد تعادل پایدار بین عرضه و تقاضای آب در حوضه‌های آبریز باید بعنوان رویکرد زیربنائی مورد توجه قرار گیرد.

در اغلب طرحهای مطالعاتی و اجرایی توسعه منابع آب، که در طی چند دهه اخیر در کشور انجام گرفته، کیفیت آب بعنوان یک محدودیت در برنامه‌ریزی تأمین و تخصیص آب نقش داشته است. بدین صورت که منابع آبهای لب شور و شور، غیرقابل استفاده تلقی شده و عمدتاً تمرکز سرمایه‌گذاری ملی برمنابع آب با کیفیت خوب استوار بوده است. البته این تحلیل و در پی آن عملکرد، از پشتیبانی مأخذ علمی جهانی نیز کم و بیش برخوردار بوده است. ولی نتایج پژوهش‌هایی که، به ویژه در دهه آخر قرن بیستم، توسط محققین آبیاری و زهکشی در سطح

۱- عضو هیئت‌اجرایی کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران و عضو گروه کار سیستم‌های آبیاری در مزرعه.

جهان در مورد کاربرد آب شور بدست آمده و همچنین تجربیات بهره‌برداران سنتی از منابع آب شور و لب شور در اقصی نقاط جهان، از جمله در کشور ما، چشم‌انداز جدیدی در جهت استفاده از این منابع آب در چرخه مصرف بشر بوجود آورده است.(۴)

منابع آب شور و لب شور کشور

رودهای شور ایران

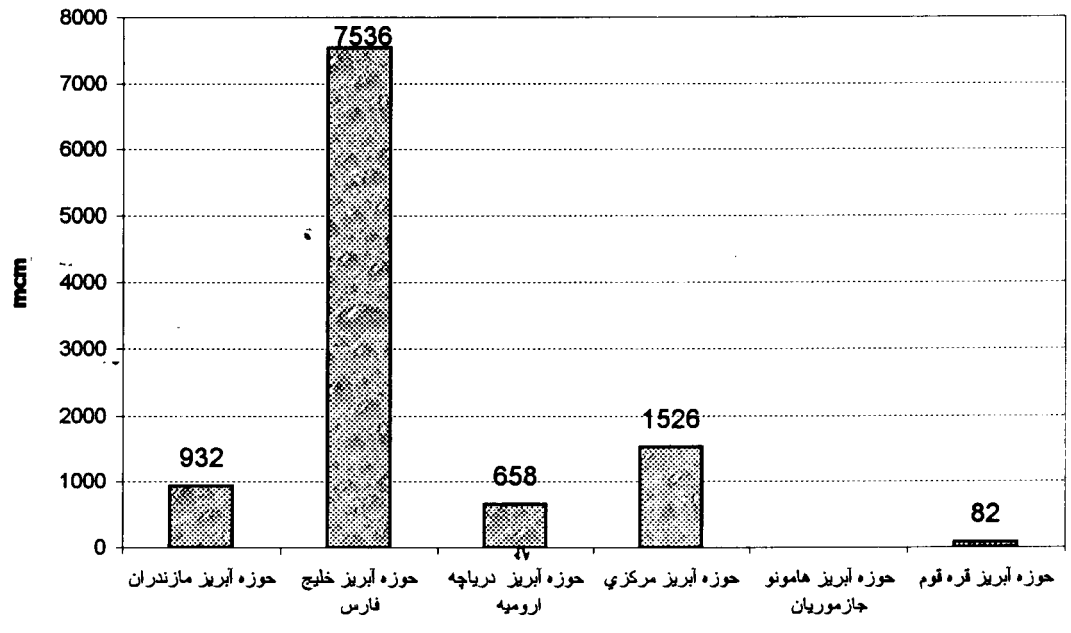
براساس بررسیهای انجام شده توسط شیعتی (۲) در حدود ۱۱ درصد از رقم کل متوسط جریانهای سطحی کشور یعنی حدود ۱۰/۷ میلیارد مترمکعب مربوط به آبدهی رودخانه‌هایی است که مجموع املاح موجود در آن از ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر فراتر می‌رود. قدرت نما (۳) میانگین جریان پایین دستی رودخانه‌های کشور که میانگین شوری آنها از ۳/۵ ds/m بیشتر است را بشرح جدول شماره ۱ ارائه داده است. در این جدول جمع کل آورد سالانه این رودخانه‌ها به حدود ۴/۷ میلیارد متر مکعب بالغ می‌گردد.

جدول شماره ۱ : میانگین جریانات پایین دستی رودخانه‌های کشور که میانگین شوری آنها از ۳/۵ ds/m بیشتر است.

نام رودخانه	میانگین مقدار آب شور (میلیون مترمکعب در سال)
گرگانرود	۴۵۲
زیلبرچای شاخه قورچای	۲۲
آجی‌چای	۴۵۰
باباحاجی (شیراز)	۴۲
حله	۹۳۴
موند	۱۱۸۰
زاینده رود	۱۷۸
شور (ادامه خررود)	۱۹
کل (کهورستان)	۴۷۴
جاجرود	۱۳۱
قره‌چای	۲۲۲
هریرود (سهم ایران)	۵۰۴
جام رود	۱۴
مشکان	۱۴
کال خومیک	۲
کال شور	۱۱
سنگرد	۵
جمع	۴۶۵۴

اغلب رودخانه‌ها با آبهای شور و لب شور در نواحی جنوب و جنوب غربی و مرکزی کشور جاری هستند. از کل منابع آبهای سطحی شور و لب شور کشور حدود ۷/۵۴ میلیارد مترمکعب آن، یعنی حدود ۷۰ درصد از کل منابع آبهای سطحی شور و لب شور کشور در حوضه آبریز خلیج فارس و دریای عمان جریان دارد. ۱۴/۲۰ درصد از منابع آب شور و لب شور کشور یعنی حدود ۱/۵۳ میلیارد مترمکعب در حوضه آبریز مرکزی، ۹۴۲ میلیون مترمکعب (۸/۸ درصد) در حوضه آبریز دریای مازندران، ۶۵۸ میلیون مترمکعب (۶/۱ درصد) در حوضه آبریز دریاچه ارومیه و بالاخره ۸۲ میلیون متر مکعب (۰/۸ درصد) در حوضه آبریز هامون و قره‌قوم، جریان دارد. شکل شماره ۱ مقادیر منابع آب شور و لب شور ایران را به تفکیک حوضه نشان می‌دهد.

شکل شماره ۱- توزیع منابع آبهای شور و لب شور ایران به تفکیک حوزه های آبریز



دریاچه‌ها و دریاهای شور ایران

علاوه بر منابع آبهای سطحی و زیرزمینی شور تجدیدپذیر، کشور ما دارای ذخایر آبهای سطحی شور در غالب دریاچه‌های داخلی و آبهای گرم جنوب بشرح زیر می‌باشد.

- بزرگترین حوضه آبریز کشور مربوط به خلیج فارس و دریای عمان بوده که شوری آب آن بین ۴۰ تا ۵۰ گرم در لیتر تغییر می‌کند.

• دریاچه خزر در شمال کشور واقع گردیده و بزرگترین دریاچه دنیا است. شوری آب آن حدود ۱۵ گرم در لیتر می‌باشد که تقریباً $\frac{1}{3}$ شوری متعارف دریاها و اقیانوسها (۶۰ گرم در لیتر) است.

• دریاچه ارومیه در شمال غربی کشور واقع شده و دارای شورترین آب دریاچه‌های کشور است. میزان املاح آن بیش از ۲۰۰ گرم در لیتر بوده، بطوری که هیچگونه ماهی در آن قادر به ادامه حیات نیست.

• سه دریاچه مهم با آب شور شامل مهارلو، نیریز و تشک در منطقه فارس وجود داشته که از شوری نسبتاً بالائی برخوردارند.

• سایر دریاچه‌های آب شور کشور شامل هامون در مرزهای شرقی، حوض سلطان و گاوخونی در مرکز کشور می‌باشند. اطلاعات قابل ارائه در مورد شوری آب این دریاچه‌ها در دست نیست.

در جدول شماره ۲ نتایج تجزیه شیمیایی آب دریا و دریاچه‌های مهم ایران ارائه شده است.

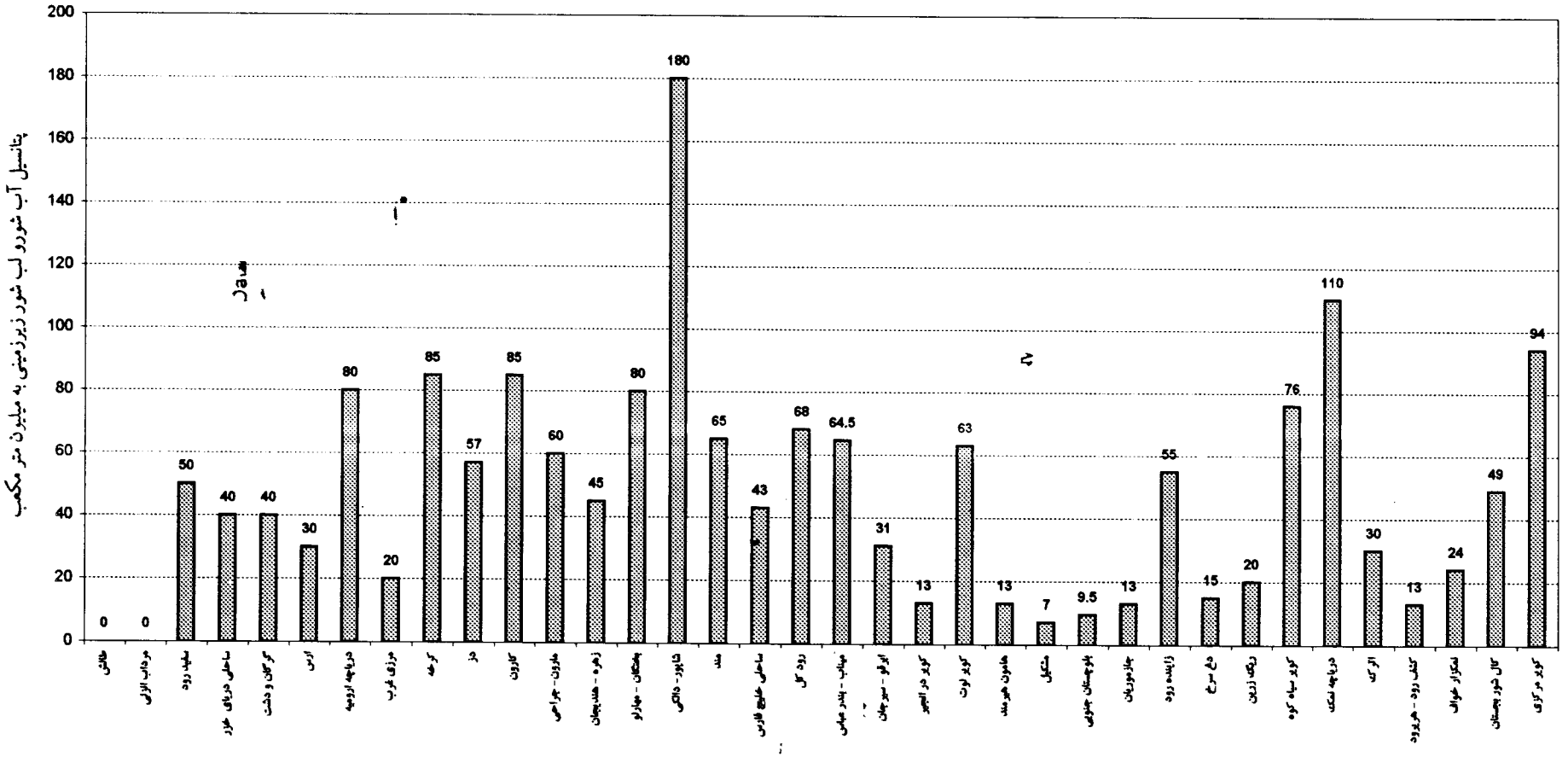
جدول شماره ۲: نتایج تجزیه شیمیایی آب دریا و دریاچه‌های مهم ایران

نام	باقیمانده خشک T.D.S g/lit	هدایت الکتریک EC (ds/m)	pH	SAR
دریاچه ارومیه	۲۱۹	۳۲۵	۸/۲	۱۳۵
خلیج فارس (بوشهر)	۴۱	۵۳	۸/۲	۶۳
دریای مازندران (خرم‌آباد، ساری)	۱۵	۲۳	۷/۷	۲۴
مهارلو ده‌بید	۲۷۴	۳۵۹	۸/۲	۳۵

آبهای شور زیرزمینی

آبهای شور و لب شور زیرزمینی کشور به دو صورت فسیلی (یعنی آبهائی که از زمانهای گذشته در لابلای رسوبات مدفون شده و در حال حاضر تغذیه و تجدید نمی‌شوند) و آبهای غیر فسیلی (که هر ساله از نزولات جوی تغذیه می‌شوند) در رسوبات آبرفتی و یا سازندهای سخت تجمع یافته‌اند. آبهای فسیلی ممکن است باقیمانده آب دریا در میان خلل و

فرج رسوبات باشند که در اثر پسروی دریا بجای مانده‌اند.نظیر آبهای بسیار شور و عمیق (اعماق ۲۰۰ تا ۳۰۰ متر) موجود در آبرفتهای سواحل دریای خزر و گرگان که میزان املاح آنها تا ۳۰۰ گرم در لیتر می‌رسد و یا در دل سازندهای سخت نهفته باشند. آبهای غیر فسیلی شور معمولاً در نواحی خروجی آب زیرزمینی در سفره‌ها یا آبخانه‌های اکثر دشت‌های کشور که دارای بافت ریزدانه بوده و آب زیرزمینی تا این محل‌ها فاصله زیادی را طی نموده تشکیل شده‌اند. شوری این آبها حدود ۸ تا ۲۰ گرم در لیتر گزارش شده است و عمدتاً در حاشیه کویرهای بسته مرکز ایران، آبخانه‌های جنوب کشور و سواحل دریاها و دریاچه‌ها واقع شده‌اند. دلیل اصلی شوری آبهای زیرزمینی واقع در این سواحل نفوذ زبانه آب شور دریا و در سایر نواحی مذکور تشکیلات و سازندهای زمین‌شناسی شورکننده نظیر گنبدهای نمکی و سازندهای حاوی نمک و گچ می‌باشند. از میزان بالقوه آبهای شور فسیلی و قابلیت توسعه آنها اطلاعی در دست نبوده و تاکنون مورد مطالعه و اکتشاف جدی واقع نشده‌اند. لیکن ظرفیت آبهای لب شور و شور غیرفسیلی (آبهای با شوری بیش از ۵ گرم درلیتر) براساس اطلاعات موجود در ۸۸ حوضه آبریز کشور برآورد گردیده و به تفکیک در شکل شماره ۲ ارائه شده است. طبق این نمودار حوضه آبریز شاپور ـ دالکی با توان آبدهی ۱۸۰ میلیون متر مکعب در سال آبهای با املاح بیش از ۵ گرم در لیتر بالاترین ظرفیت بالقوه را داشته و حوضه‌های آبریز طالش و مرداب انزلی فاقد آبهای زیرزمینی با املاح بیش از ۵ گرم در لیتر می‌باشند. کل آبهای زیرزمینی با املاح بیش از ۵ گرم در لیتر در آبخانه‌های آبرفتی کشورحدود ۱/۷۳ میلیارد متر مکعب تخمین زده شده است (۱).



شکل شماره ۲ - پتانسیل تقریبی آبهای شور و لب شور زیرزمینی در حوضه‌های آبریز اصلی کشور

مدیریت کاربرد آب شور در کشاورزی

حصول فن‌آوری مناسب برای کاربرد آب شور و ترویج آن در مناطق خشک و نیمه خشک از دو دیدگاه مورد توجه قرار می‌گیرد.

- همانطور که توضیح داده شد، با توجه به ویژگی‌های زمین‌ساختی مناطق خشک و نیمه خشک،بخشی از منابع آب سطحی و زیرزمینی موجود در این مناطق لب شور و شور بوده و براساس روش‌های متداول بهره‌برداری از منابع آب، قابلیت استفاده آنها در کشاورزی محدود می‌باشد. بر این منابع باید آبهای تالابها و دریاچه‌های شور موجود را نیز بعنوان یک قابلیت اضافه نمود. بهره‌برداری کنترل شده از این منابع، متکی بر دستورالعمل مناسب و اجرای عملیات پایش مستمر، می‌تواند بخشی از نیاز جامعه به منابع غذایی و توده گیاهی را برآورد نماید.
- آبیاری در مناطق خشک و نیمه خشک تنها راه توسعه تولیدات زراعی و باغی است. ولی بهرحال در فرآیند آبیاری در این مناطق، همواره نمک از مناطق بالادست حمل شده و پس از تبخیر و تعرق در مزرعه باقی می‌ماند. بدین ترتیب در درازمدت، اگر در این فرآیند دخالتی صورت نگیرد، آبیاری به همراه خودآلودگی را در محیط زیست توسعه می‌دهد. راه کار پایدار این مسئله جلوگیری از نفوذ آب مازاد آبیاری به لایه‌های زیرین و پیوستن آن به آب زیرزمینی و همچنین جلوگیری از تجمع آب مازاد و ایجاد ماندآبی است. بدیهی است کیفیت آب زهکشی در این مناطق پایین بوده و در صورت کاربرد مجدد آن شوری آن اضافه می‌گردد. تدوین دستورالعمل استفاده از این آب نقش مهمی در کاهش اثرات تخریبی زیست محیطی آبیاری ایفا می‌نماید. بطور کلی کاربرد آب لب شور و شور بخشی از مدیریت جامع آبیاری و زهکشی، حفاظت آب و خاک و محیط زیست است.

راهبردهای مدیریتی

در مدیریت مناسب برای استفاده از آب شور شناخت اثرات نمک برگیاه و خاک، پیش بینی رفتار آب زیرزمینی برماندآبی کردن اراضی، چگونگی انباشت نمک و همچنین آگاهی از تأثیر عملیات زراعی و آبیاری برشوری خاک و آب ضروری است. بطور کلی مدیریت کاربرد آب شور را به پنج بخش می‌توان تقسیم نمود.

• انتخاب گیاه مقاوم

بطور کلی گیاهان مختلف و حتی واریته‌های مختلف از یک گیاه مقاومت متفاوتی نسبت به شوری از خود نشان می‌دهند. بنابر این انتخاب گیاه مناسب با شرایط شوری آب و خاک عامل اصلی موفقیت در کاربرد آب شور است. تحقیقات فراوانی در زمینه میزان مقاومت گیاهان زراعی و درختان میوه به شوری آب و خاک در نقاط مختلف دنیا بعمل آمده است. جامع‌ترین گردآوری و تحلیل اثرات شوری آب و محصول توسط ماس (۷) تهیه شده، که طی آن درصد تولید محصول بصورت تابعی از شوری عصاره اشباع خاک (ECe) ارائه شده است. در شکل شماره ۳ این روابط برای تعدادی از گیاهان شاخص ارائه شده است. البته صاحبنظرانی نظیر بیووفلاورز (۱۰) معتقدند مدل‌هایی که امروزه در اختیار است کفایت لازم برای پیش‌بینی میزان تولید محصول در شرایط آب و خاک شور را ندارند. ولی بهرحال تا حصول نتایج دقیق‌تر، روابط ارائه شده‌توسط‌ماس راهنمای‌مناسبی برای‌انتخاب گیاهان مقاوم به شوری آب و خاک می‌باشد.

• اصلاح شرایط فیزیکی خاک و آماده‌سازی بستر بذر

مرحله جوانه زنی و رشد اولیه گیاهان مقاوم به نمک اهمیت خاصی دارد. وجود نمک در بستر بذر سبب کاهش جوانه‌زنی و با ایجاد لایه سخت مانع خروج و یا تأخیر در خروج از خاک گردیده که خود رشد گیاه را محدود می‌سازد. مالچ‌پاشی و کاربرد مواد گچی سبب بهبود فیزیکی خاک و تقلیل احتمال ایجاد لایه سخت می‌گردد. افزایش میزان بذر نیز شانس حفظ تراکم لازم را تقویت می‌نماید (۹). در اثر تبخیر به تدریج نمک در سطح و مرکز پشته‌ها جمع می‌گردد، در صورتی که بذر در یک ردیف و در مرکز پشته کاشته شود بیشترین آسیب را خواهد دید. عمق و محل قرار گرفتن بذر و روش آبیاری باید به صورتی مدیریت شود که نمک در محل ریشه گیاه نوپا تجمع ننماید. آبیاری مستمر با میزان کم در طی دوره جوانه‌زنی با استفاده از آبیاری بارانی و یا قطره‌ای سبب کاهش غلظت نمک در اطراف بذر و بهبود شرایط جوانه‌زنی می‌گردد. در مورد آبیاری سطحی با انتخاب ابعاد مناسب برای کرت و پشته اثرات تخریبی نمک را می‌توان کاهش داد. در شکل شماره ۴ تأثیر روش آبیاری در توزیع شوری خاک و محصول فلفل بعنوان نمونه ارائه شده است (۶).

• مدیریت آبیاری

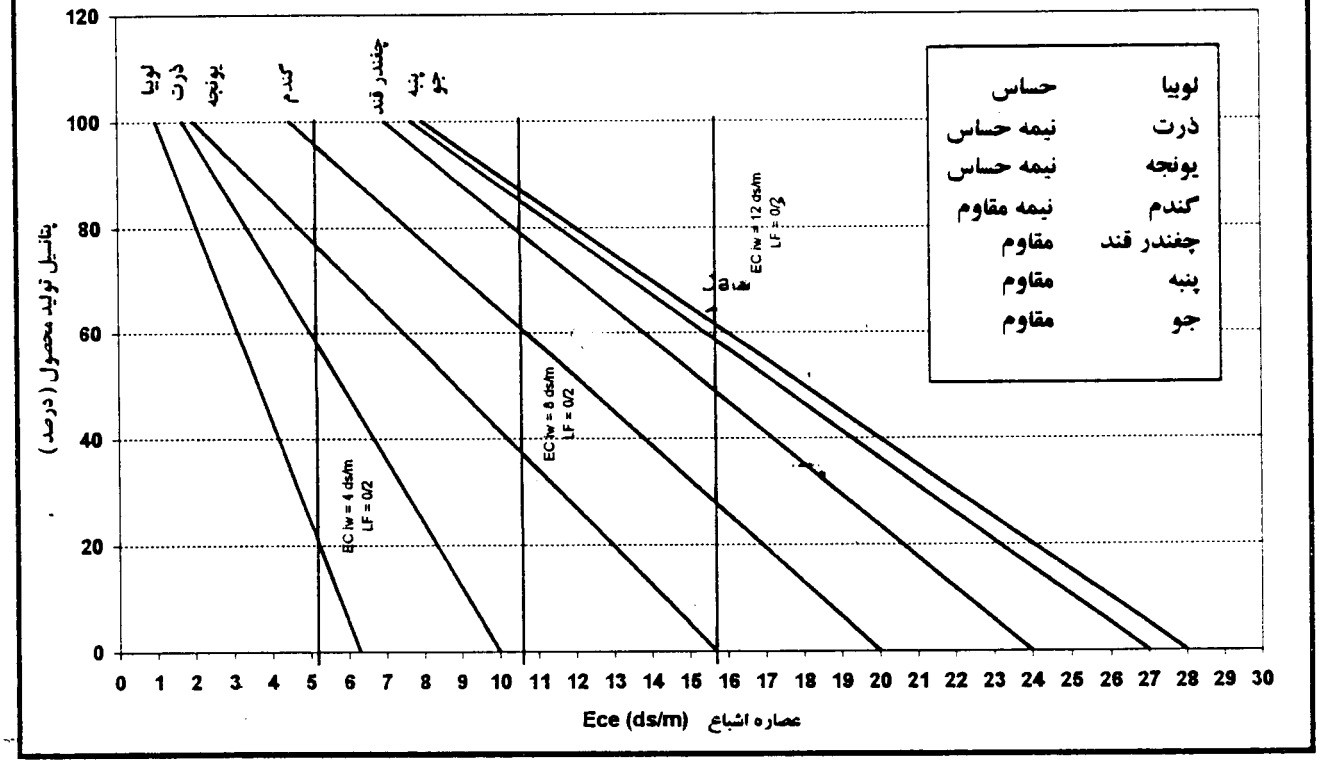
کنترل شوری در اراضی آبی معمولاً نیاز به مدیریت مطلوب آبیاری دارد. ضرورتهای اولیه

مدیریت آبیاری برای کنترل شوری عبارتند از؛ برنامه منظم آبیاری، آبشوئی کافی، زهکشی مناسب و کنترل سطح آب زیرزمینی. عوامل مذکور سیستم تحویل آب، روش و شیوه آبیاری را نیز در برمی‌گیرد.

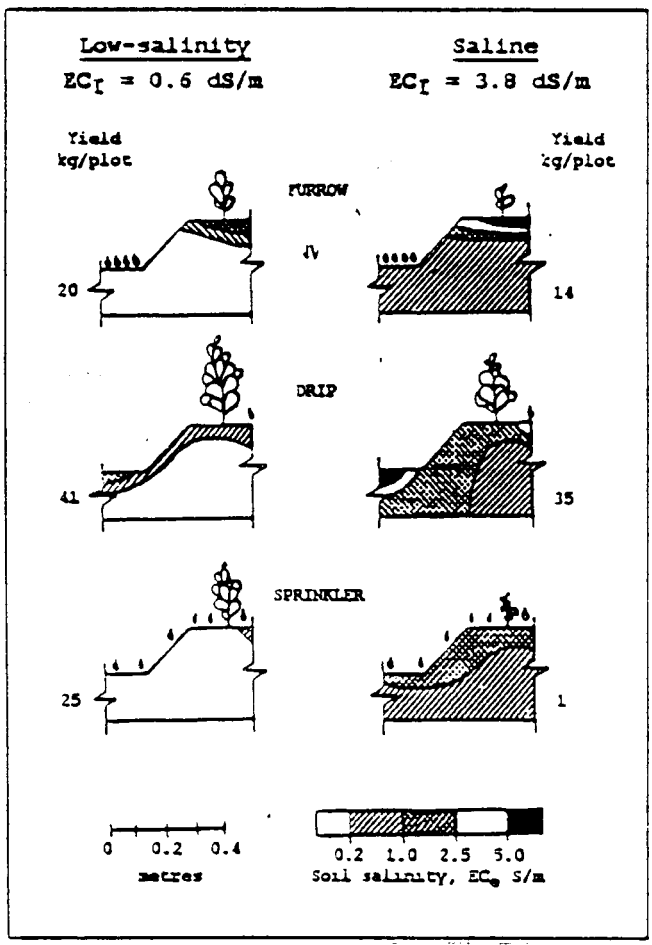
رمز موفقیت آبیاری با آب شور تحویل بهینه آب براساس حجم و زمان مناسب بدون کاربرد اضافی و با یکنواختی خوب است. آبیاری با کارایی پایین علت اصلی شور شدن و بالا آمدن سطح آب زیرزمینی در اکثر پروژه‌های آبیاری است. تلفات بیش از حد آبیاری از طریق نفوذ از کانالهای آبرسانی که در خاک‌های نفوذپذیر ساخته می‌شوند نیز سبب شوری خاک و افزایش سطح ایستابی می‌گردد. استفاده از شبکه‌های لوله در توزیع آب و یا پوشش‌دار کردن کانالها و همچنین استفاده از روش‌های آبیاری بارانی و قطره‌ای در این ارتباط نتیجه بهتری نسبت به روشهای آبیاری سطحی بدست می‌دهند. البته استفاده از سیستم‌های بارانی با آب شور مسایلی مانند صدمه به برگها همراه دارد. در آبیاری قطره‌ای معمولاً میزان نمک موجود در خاک درست در زیر و مجاور قطره چکان پایین بوده و درحاشیه پیرامون منطقه خیس شده بیشترین مقدار را دارد. در درازمدت بایدنمک جمع شده در این منطقه را با عمل آبشویی حذف نمود.

به منظور جلوگیری از تجمع نمک در منطقه توسعه ریشه، در اثر آبیاری، باید علاوه بر میزان تبخیر و تعرق مقدار آبی از منطقه توسعه ریشه عبور نماید. این مقدار که بصورت کسر بیان می‌شود را " کسر آبشویی " (LF) گویند به عقیده رجب (۸) کسر آبشویی بطور غیرمستقیم بصورت تلفات اجتناب‌ناپذیر در اثر بازدهی پایین آبیاری تأمین می‌شود. مثلاً اگر شوری آب آبیاری متوسط باشد، شاید کسر آبشویی حدود ۱۰ درصد کافی باشد، در حالی که تلفات آب در روش‌های بارانی و قطره‌ای حداقل ۲۰ تا ۳۰ درصد و در آبیاری سطحی ۳۰ تا ۵۰ درصد می‌باشد. باکاهش کسر آبشویی شوری نهایی خاک، تحت آبیاری با آب با شوری ثابت، اضافه می‌گردد. شکل شماره ۵ رابطه بین شوری آب آبیاری و عصاره اشباع خاک را تحت کسرهای آبشویی مختلف ارائه می‌دهد. در صورتی که عمل آبشویی با غرقاب کردن زمین صورت گیرد، بیشترین مقدار جریان آب از طریق منافذ بزرگ خاک عبور نموده، در حالی که بخش عمده آب و نمک در منافذ کوچک و درون خاکدانه در مسیر جریان قرار نمی‌گیرند. سرعت جریان آب موجود در خاک‌هایی که از سیستم آبیاری بارانی استفاده می‌کنند نوعاً پایین‌تر بوده، لذا مسیر فرعی کمتر ایجاد شده و راندمان آبشوئی بالاتر بدست می‌دهد (۹).

شکل شماره ۳- حساسیت نسبی گیاهان به شوری



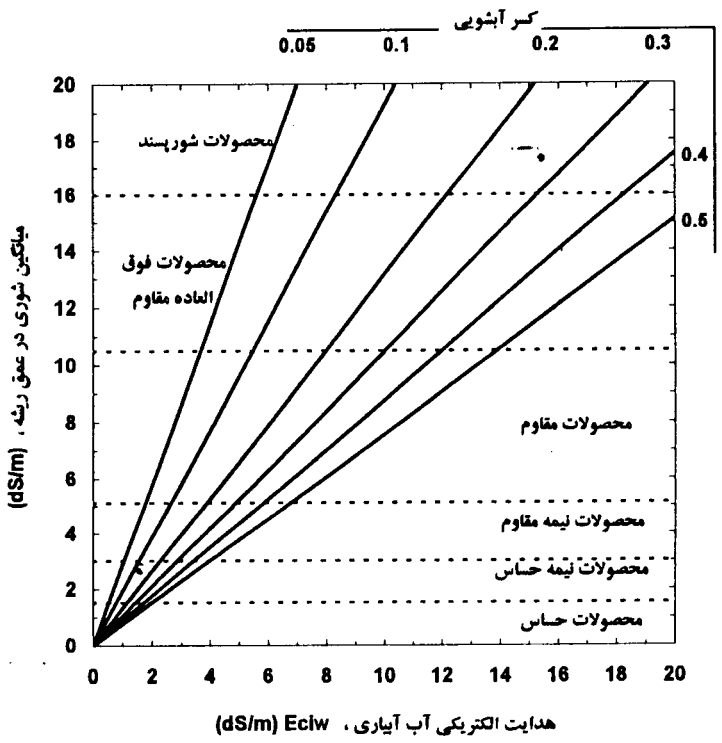
شکل شماره ۴ تاثیر روش آبیاری در توزیع شوری خاک و محصول فلفل
(Bernstein and Francois , 1973)



● **پایش مستمر شوری خاک**

به طور کلی تعیین آب مورد نیاز آبشوئی (LR) و شاخص بیلان نمک (SBI، اختلاف بین نمک اضافه شده در اثر آبیاری و تخلیه شده از طریق زهکشی) به منظور قضاوت در کفایت و مناسبت سیستم آبیاری و زهکشی، راهبری و عملیات کنترل شوری، راندمان و پایداری آبیاری مورد

شکل شماره ۵ - رابطه بین هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک در محدوده عمق ریشه Ece و هدایت الکتریکی آب آبیاری Eciw در ارتباط با کسر آبشویی



استفاده قرار می‌گیرد (۹). در تعیین بیلان نمک مفروضاتی نظیر حالت پایدار، یکنواختی کامل آبیاری، نفوذ و تبخیر صادق بوده که اکثراً در شرایط مزرعه وجود ندارد. زیرا این عوامل به لحاظ مکانی و زمانی پویا و متغیر می‌باشند. بعلاوه هیچ روش عملی برای اندازه‌گیری مستقیم میزان آبشوئی در مزرعه و اثر آن در بخش‌های مختلف مزرعه از نظر یکنواختی، کفایت و مناسبت وجود ندارد. ولی می‌توان شوری خاک را در زمانهای مختلف در سطوح و اعماق مختلف مزرعه اندازه‌گیری نمود. با استفاده از این اطلاعات می‌توان پی برد که آیا نمک در محدوده ریشه گیاه در حد مجاز قرار دارد؟ و از آن‌رو دریافت که آیا آبشوئی کافی و یکنواخت در اقصی نقاط مزرعه صورت گرفته ؟ و همچنین می‌توان کفایت زهکشی را ارزیابی نمود، زیرا شوری نشانی از کل فرآیند نفوذ، آبشوئی، تبخیر، تعرق و زهکشی است. پیشنهاد می‌شود که میزان نمک در منطقه توسعه ریشه و توزیع آن در سطح مزرعه به طور دوره‌ای به منظور ارزیابی اثر بخشی نمک و برنامه‌های مدیریت آبیاری و زهکشی، به خصوص در مورد استفاده مجدد از آب زهکشی اندازه‌گیری شود.(۹)

بطور کلی برای اعمال مدیریت مناسب در کاربرد آب شور شرایط زیر باید فراهم گردد:

- اطلاعات کافی در مورد گستردگی، مقدار و توزیع نمک خاک در منطقه توسعه ریشه جمع‌آوری شود،
- توانایی ردیابی تغییرات شوری خاک نسبت به زمان، به ویژه با تغییر روش‌های مدیریتی، باید وجود داشته باشد،
- مسایل شوری و علل ذاتی طبیعی و مدیریتی آن باید شناخته شود،
- ابزاری برای ارزیابی کفایت و اثربخشی سیستم‌های موجود آبیاری زهکشی باید در اختیار باشد.
- مناطقی که نفوذپذیری زیاد داشته در آلودگی آب زیرزمینی نقش بیشتری داشته، باید شناسایی شوند.

پیشنهاد طبقه‌بندی آب شور برای مصارف کشاورزی

در طی ۵۰ سال گذشته طبقه‌بندی‌های گوناگونی توسط محققین مختلف در ارتباط با آب شور و کاربرد آن در کشاورزی ارائه شده که هر یک از نقاط ضعف و قوت خاصی برخوردار بوده‌اند. بی‌تردید نمودار ویلکوکس که در آن اثرات ترکیبی شوری (S) و قلیائیت (C) آب آبیاری برگیاهان زراعی در ۱۶ گروه C_1S_1 الی C_4S_4 تعریف گردیده، در سه دهه تا حدود سال ۱۹۸۰ بیشترین کاربرد را داشته است. در سال ۱۹۷۷ محققین دانشگاه کالیفرنیا و همچنین دانشگاه یوتا در امریکا بصورت جداگانه نمودار ویلکوکس را فاقد اعتبار دانستند (۵) و جدول جدیدی رابرای دسته‌بندی شوری آب آبیاری ارائه گردید. این جدول در سالهای بعد توسط FAO تکمیل و بصورت جدول شماره ۳ ارائه شده است. محدودیت عمده جدول FAO عدم توجه به جایگاه آب‌های با شوری بیشتر از ds/m ۳۰ در چرخه تولید کشاورزی و توده گیاهی است.

جدول شماره ۳ راهنمای مقدماتی استفاده از آب شور و قلیائی درکشاورزی

نوع مسئله	مؤلفه مؤثر	واحد	بی‌اثر	اثر کم تامتوسط	تأثیر شدید
شوری	EC_{iw}	ds/m	تأثیر بر محصول گیاهان		
			< ۰/۷	۰/۷-۳/۰	> ۳/۰
مسئله نفوذ پذیری	SAR	EC_{iw} ds/m	تأثیر بر نفوذپذیری خاک		
	۰-۳		> ۰/۷	۰/۷-۰/۲	< ۰/۲
	۳-۶		> ۱/۲	۱/۲-۰/۳	< ۰/۳
	۶-۱۲		> ۱/۹	۱/۹-۰/۵	< ۰/۵
	۱۲-۲۰		> ۲/۹	۲/۹-۱/۳	< ۱/۳
	۲۰-۴۰		> ۵/۰	۵/۰-۲/۹	< ۲/۹

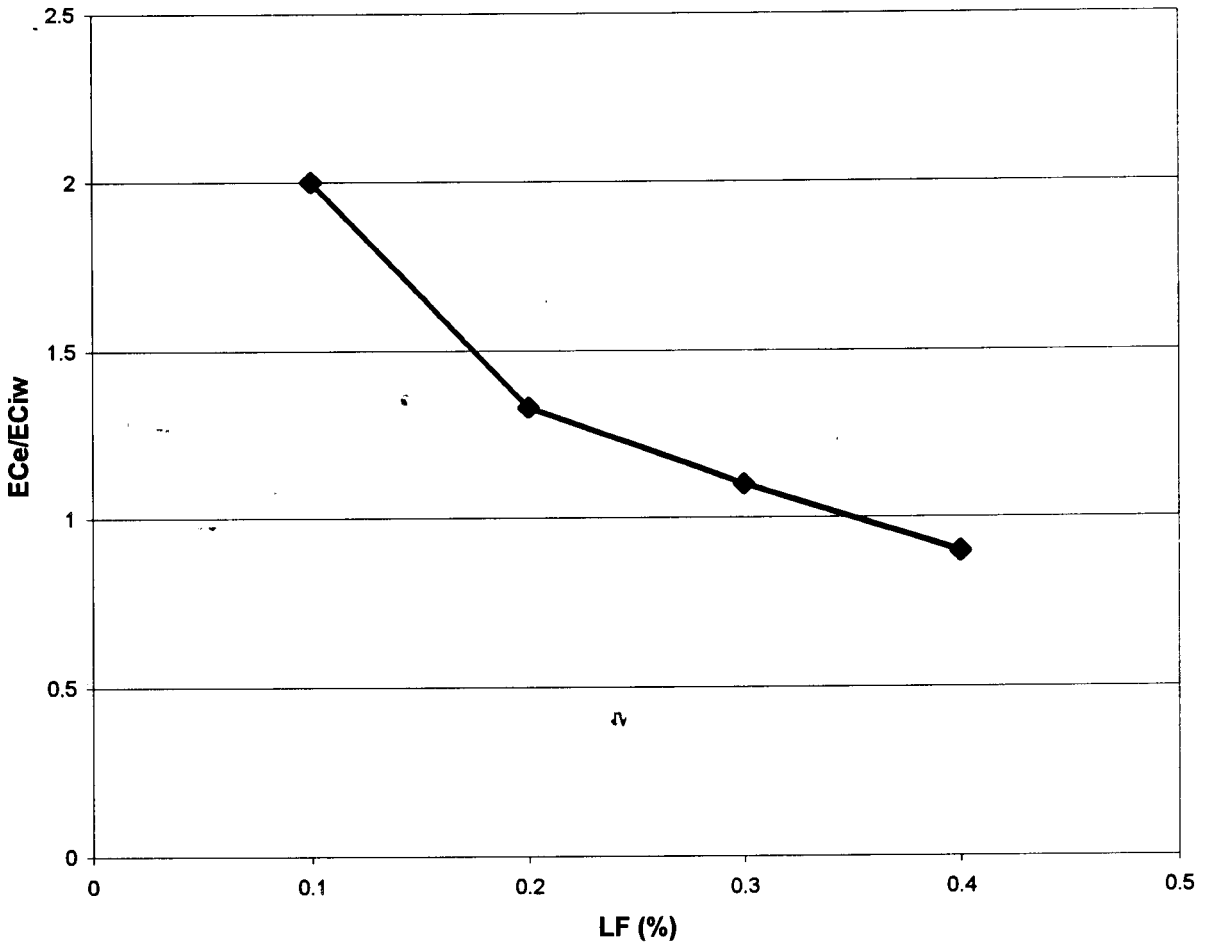
همانطور که توضیح داده شده اثر شوری آب آبیاری بر رشد و تولید گیاه بستگی به میزان شوری نهائی خاک در ناحیه ریشه دارد. همچنین در نمودار شماره ۲ نشان داده شده که شوری نهائی خاک تابع شوری آب آبیاری و کسر آبشویی است. از طرفی در شرایط طبیعی می‌توان استنتاج نموده که با افزایش میزان بارندگی و درشت دانه شدن بافت خاک میزان آبشویی طبیعی خاک افزایش یافته و در شرایط کاربرد آب آبیاری باشوری ثابت، شوری نهائی خاک کاهش می‌یابد. به عبارت دیگر می‌توان نتیجه گرفت که اثرات شوری آب آبیاری بر رشد گیاه تابع بافت خاک و میزان بارندگی منطقه می‌باشد. البته کمبود میزان آبشویی طبیعی برای رسیدن به حد معینی از شوری خاک، را با افزایش کسر آبشویی در برنامه‌ریزی آبیاری می‌توان تأمین کرد. بر این اساس FAO از سال ۱۹۸۵ جدول شماره ۴ را ارائه داده است.

جدول شماره ۴ طبقه‌بندی آب شوری برای مصارف کشاورزی برگرفته از FAO (۱۹۸۵)

بافت خاک	حد بالای شوری آب ds/m	نوع گیاه به لحاظ مقاومت به شوری	حداقل بارندگی سالانه mm	ملاحظات
بافت ریز میزان رس بیشتر از ۳۰٪	۱/۵	نیمه مقاوم	۲۵۰	بدون مسئله
	۲/۰	نیمه مقاوم	۲۵۰	به تناوب آب غیرشور مصرف گردد
	۴/۰	مقاوم	۲۵۰	در مرحله جوانه‌زنی آب کم شور مصرف گردد
بافت ریز- درشت میزان رس ۲۰ تا ۳۰٪	۴/۰	نیمه مقاوم	۲۵۰	بدون مسئله
		نیمه مقاوم	۲۵۰	به تناوب آب غیرشور مصرف گردد
		مقاوم	۲۵۰	در مرحله جوانه‌زنی آب کم شور مصرف گردد
بافت متوسط - درشت میزان رس ۱۰ تا ۲۰٪	۴/۰	نیمه مقاوم	۳۵۰	بدون مسئله
	۶/۰	مقاوم	۳۵۰	بدون مسئله
	۶/۰	نیمه مقاوم	۳۵۰	به تناوب آب غیرشورمصرف گردد
	۸/۰	مقاوم	۳۵۰	در مرحله جوانه‌زنی آب کم شورمصرف شده و در فصل بارندگی کشت نشود
بافت درشت میزان رس کمتر از ۱۰٪	۸/۰	مقاوم	۴۰۰	بدون مسئله
	۱۲/۰	مقاوم	۴۰۰	در مرحله جوانه‌زنی آب کم شور مصرف شده در فصل بارندگی کشت نشود

از شکل شماره ۵ می‌توان نسبت شوری عصاره اشباع خاک به شوری آب آبیاری $\frac{EC_e}{EC_{iw}}$ را متناسب با کسر آبشویی (LF) استنتاج نمود. این رابطه در شکل شماره ۷ در محدوده کسر آبشویی ۰/۱ تا ۰/۴ ارائه شده است. بدیهی است شوری نهایی خاک را با دانستن کسر آبشویی و شوری آب آبیاری می‌توان تخمین زده و از اینرو کاربرد آب آبیاری را در مصارف کشاورزی تعیین نمود. ولی در قبل اشاره شد که تعیین کسر آبشویی عمل ساده‌ای نیست.

شکل شماره ۷- رابطه LF ;ECe/ECiw



حاصل آنکه با توجه به شرایط اقلیمی کشور با متوسط بارندگی کمتر از ۲۵۰ میلیمتر در سال و روشهای آبیاری غالب که طی آن در رویداد کسر آبشویی حدود ۲۰ درصد قابل تصور بوده و همچنین فرض خاک با بافت متوسط، طبقه‌بندی جدیدی برای کاربرد آب آبیاری در جدول شماره ۵ پیشنهاد می‌گردد. در ضمن این مزربندی در شکل شماره ۳ نیز نشان داده شده است.

جدول شماره ۵ ـ طبقه‌بندی آب آبیاری کشور برای مصارف کشاورزی در شرایط LF= ٪ ۲۰ و خاک با بافت متوسط

شوری آب آبیاری	تأثیر بر تولید زراعی
شوری کم $EC_{iw} < ۴$ ds/m	مناسب برای کلیه گیاهان نیمه مقاوم و مقاوم به شوری. گیاهان نیمه حساس نظیر ذرت تا ۴۰ درصد محصول خود را از دست می‌دهند. گیاهان حساس نظیر لوبیا تا ۸۰ درصد محصول خود را از دست می‌دهند*
لب شور $۴ \leq EC_{iw} < ۸$ ds/m	مناسب برای کلیه گیاهان مقاوم به شوری. گیاهان نیمه مقاوم نظیر گندم تا ۴۰ درصد محصول خود را از دست می‌دهند. گیاهان نیمه حساس نظیر یونجه تا ۶۰ درصد محصول خود را از دست می‌دهند
شوری متوسط $۸ \leq EC_{iw} < ۱۲$ds/m	گیاهان مقاوم به شوری ۴۰ درصد از محصول خود را از دست می‌دهند. گیاهان نیمه مقاوم تا ۷۰ درصد محصول خود را از دست می‌دهند
شوری زیاد $EC_{iw} \geq ۱۲$ ds/m	مناسب برای کشت گیاهان شور زیست. گیاهان مقاوم به شوری بیش از ۵۰ درصد محصول خود را از دست می‌دهند.**

* درصدهای کسر محصول مرتبط با حد بالای شوری آب می‌باشد.

** در صورتی که شوری آب بیش از ۱۶ ds/m باشد کشت گیاهان مقاوم به شوری توصیه نمی‌شود.

البته در صورتی که بافت خاک از متوسط به سنگین تغییر نماید اثرات نهایی شوری آب آبیاری برخاک افزایش پیدا کرده و در نتیجه انتظار می‌رود که مرزهای شوری آب برای هر طبقه در پیشنهادفوق کاهش داده‌شده و یاکاهش تولیدنسبت به ارقام‌تخمینی این جدول‌بیشترخواهد شد.

مرجع

۱ - شرکت مهندسین مشاور جاماب، آذر ۱۳۷۷، توان منابع آب زیرزمینی شور در آبخوانهای کشور (گزارش منتشر نشده).

۲ - شیعتی -کریم ۱۳۷۴ " چگونگی رفتار و مدیریت مخازن شور و لب شور در ایران " مجموعه مقالات کنفرانس منطقه ای مدیریت منابع آب، اصفهان، ۶۱ - ۷۳ .

۳ - قدرت نما، قهرمان، ۱۳۷۷، منابع، مصارف و نیازهای آبی در ایران : حال و آینده، آب و توسعه شماره ۱۸ و ۱۹، تابستان - پاییز، تهران

۴ - نی‌ریزی، سعید . ۱۳۷۷، نگرشی بر استفاده از آب های شور و لب شور درکشت آبی، " مجموعه مقالات نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران " اسفند ماه ، تهران .

5 - Ayers' ,R.S. 1977, Quality of water for irrigation, JIDD, ASCE.Vol 103, No.IR2, June, P.P. 136-154.

6 - Bernstein, L ., and E.Francois. 1973. Comparison of drip, Furrow and Sprinkler irrigation. Soil Sei.115:73-86.

7 - Mass , E.V. 1990 , Crop Salt tolerance . In Agricultural Salinity Assessment and Management Manual , K.K. Tanji (ed). ASCE Manual and Reports on Engineering No 71, ASCE, New York, pp 262-403

8 - Ragab, R.1998. The use of saline/brackish water for irrigation possibilities and constraints, Proc. of International Workshop on the use of Saline and brackish Water for irrigation, Bali, Indonesia, July, pp, 12-41.

9 - Rhoades, J.D.1998. Use of Saline and brackish water for irrigation, Proc. of international Workshop on the Use of Saline and Brackish Water for irrigation, Bali, Indonesia, July,pp,261-304.

10- Yeo,A.R. and T.T. Flowers, 1998. Will better modeling of plant response to salinty increase the efficiency of irrigation and drainage, Proceeding of the International Workshop on the Use of saline and Brakish Water for irrigation, Bali, Indonesia, July.pp.1-11.