وزارت نیـرو

کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مجموعهٔ مقالات کارگاه آموزشی

مدیریت استفاده از آبهای شور

۹ - اسفند - ۱۳۷۸

نشریه شماره ۳۲ - ۱۳۷۸

وزارت نیرو

کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

مجموعهٔ مقالات کارگاه آموزشی
مدیریت استفاده از آبهای شور

برگزار کنندگان

بخش کارشناسان جوان

دکتر عباس قاهری — مهندس مهرزاد احسانی

مهندس مهران نوروزی — مهندس علیرضا سلامت

مهندس محمدرضا انتصاری — مهندس هومن خالدی

دبیر اجرائی

مهندس علیرضا سلامت — مهندس سعید اروندی

کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

فهرست | صفحه

مدیریت کاربرد آب‌های شور و لب شور در کشاورزی پایدار ۱
سعید نی‌ریزی

جایگاه گیاهان زراعی و باغی متحمّل به تنش شوری در مدیریت وتوسعه کشاورزی پایدار مناطق خشک و نیمه خشک ایران ۱۹
حسین شاهسوند حسنی

مدیریت کیفی سیستم‌های منابع آب ۳۷
محمدصادق صادقیان

تأثیرات زیست محیطی استفاده از آب‌های شور ۴۷
سیدجلال جبلی

بحران آب و لزوم توجه به رودخانه‌های شور در برنامه‌ریزی منابع آب کشور ۵۹
هادی میرابوالقاسمی

استفاده از پتانسیل‌های آب‌های شور استان کرمان در توسعه پایدار ۷۷
مجید حیدری‌زاده

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

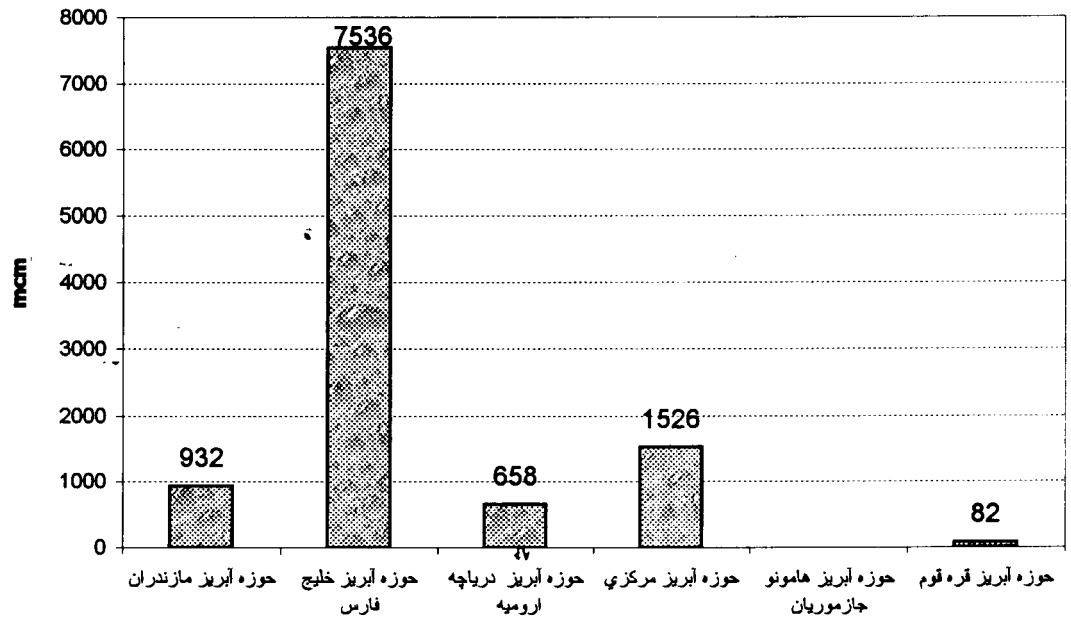
براساس بررسیهای انجام شده توسط شیعتی (۲) در حدود ۱۱ درصد از رقم کل متوسط جریانهای سطحی کشور یعنی حدود ۱۰/۷ میلیارد مترمکعب مربوط به آبدهی رودخانه‌هایی است که مجموع املاح موجود در آن از ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر فراتر می‌رود. قدرت نما (۳) میانگین جریان پایین دستی رودخانه‌های کشور که میانگین شوری آنها از ۳/۵ 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.

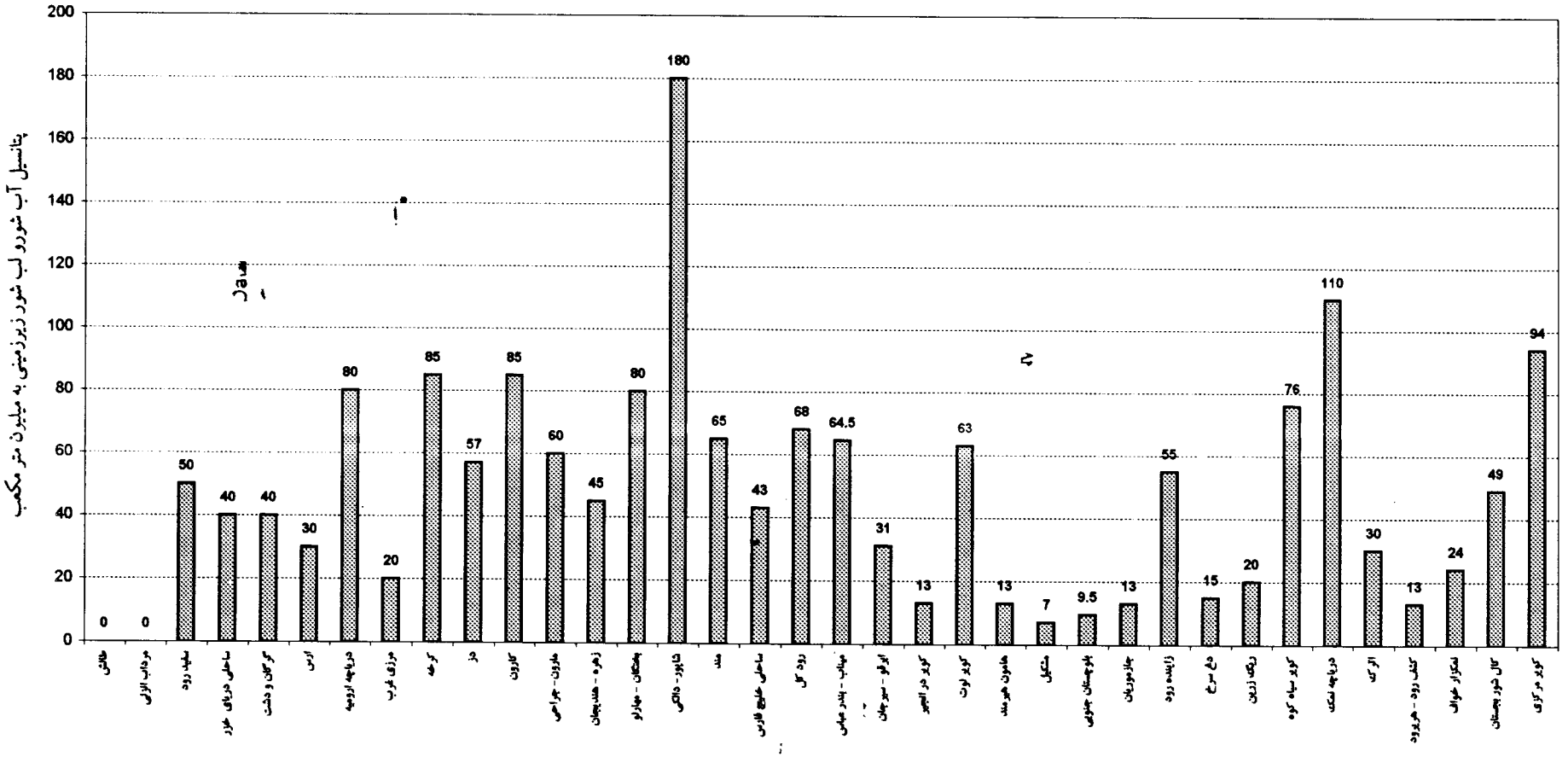
جدول شماره ۲: نتایج تجزیه شیمیایی آب دریا و دریاچه‌های مهم ایران

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

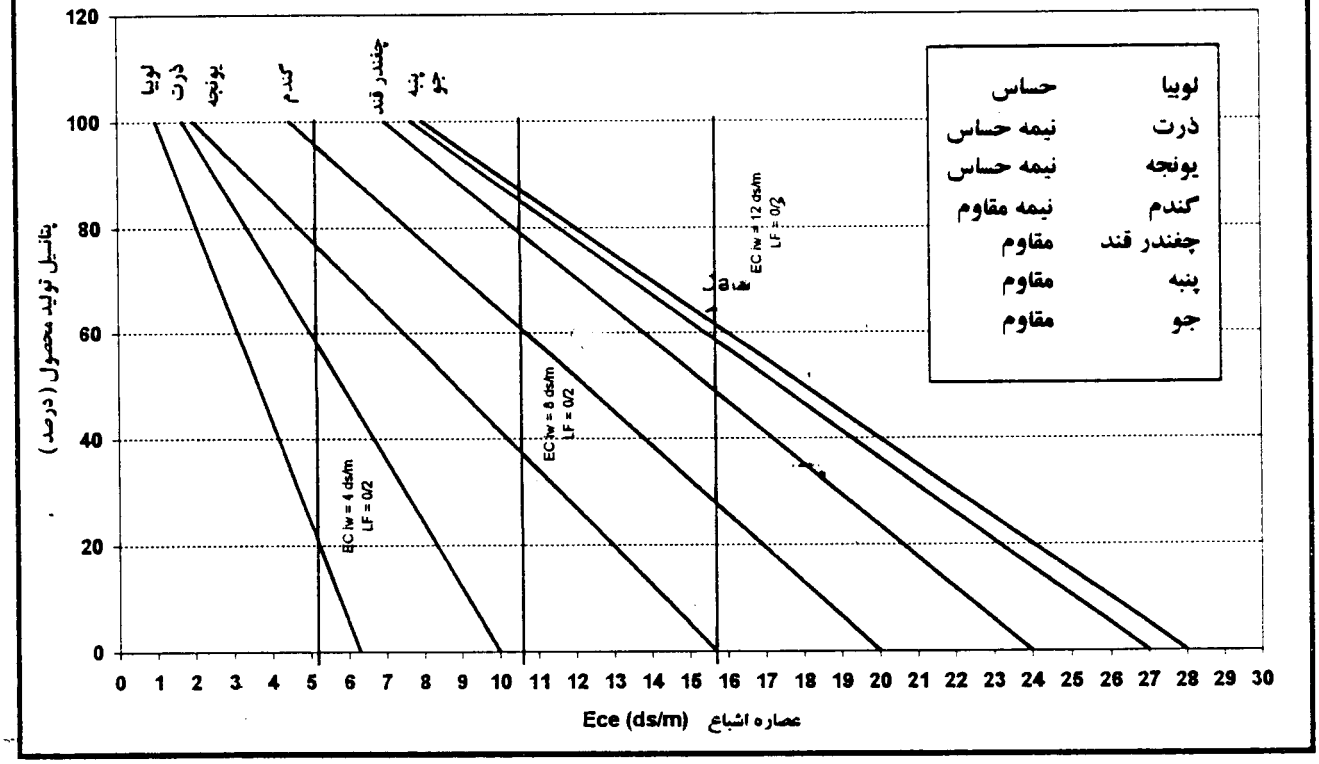
کنترل شوری در اراضی آبی معمولاً نیاز به مدیریت مطلوب آبیاری دارد. ضرورتهای اولیه

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.

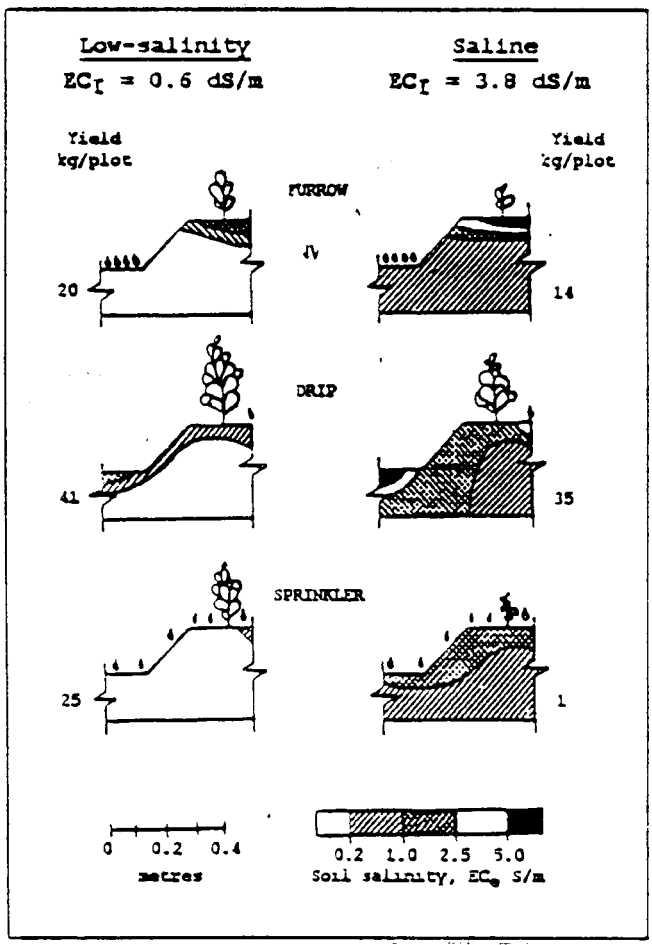
رمز موفقیت آبیاری با آب شور تحویل بهینه آب براساس حجم و زمان مناسب بدون کاربرد اضافی و با یکنواختی خوب است. آبیاری با کارایی پایین علت اصلی شور شدن و بالا آمدن سطح آب زیرزمینی در اکثر پروژه‌های آبیاری است. تلفات بیش از حد آبیاری از طریق نفوذ از کانالهای آبرسانی که در خاک‌های نفوذپذیر ساخته می‌شوند نیز 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



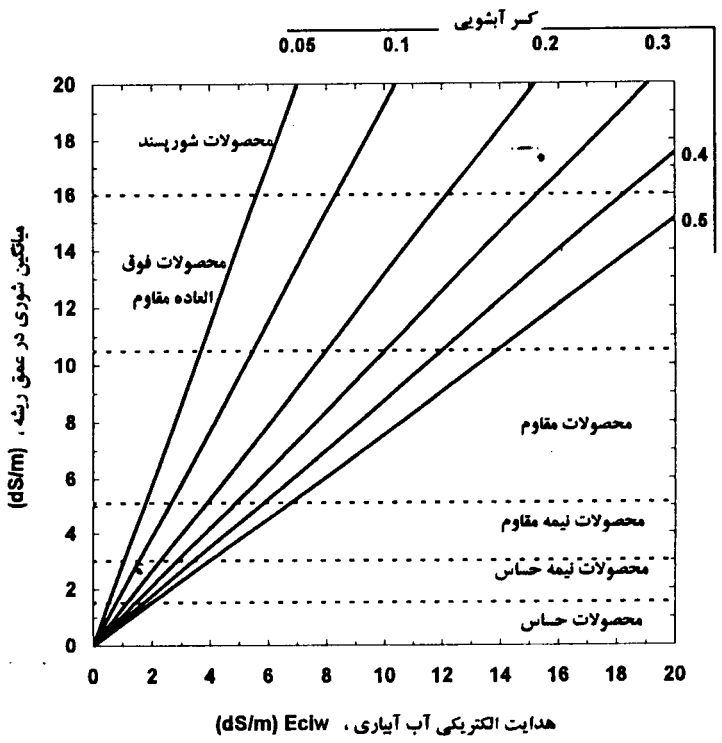
شکل شماره ۴ تاثیر روش آبیاری در توزیع شوری خاک و محصول فلفل
(Bernstein and Francois , 1973)



● **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

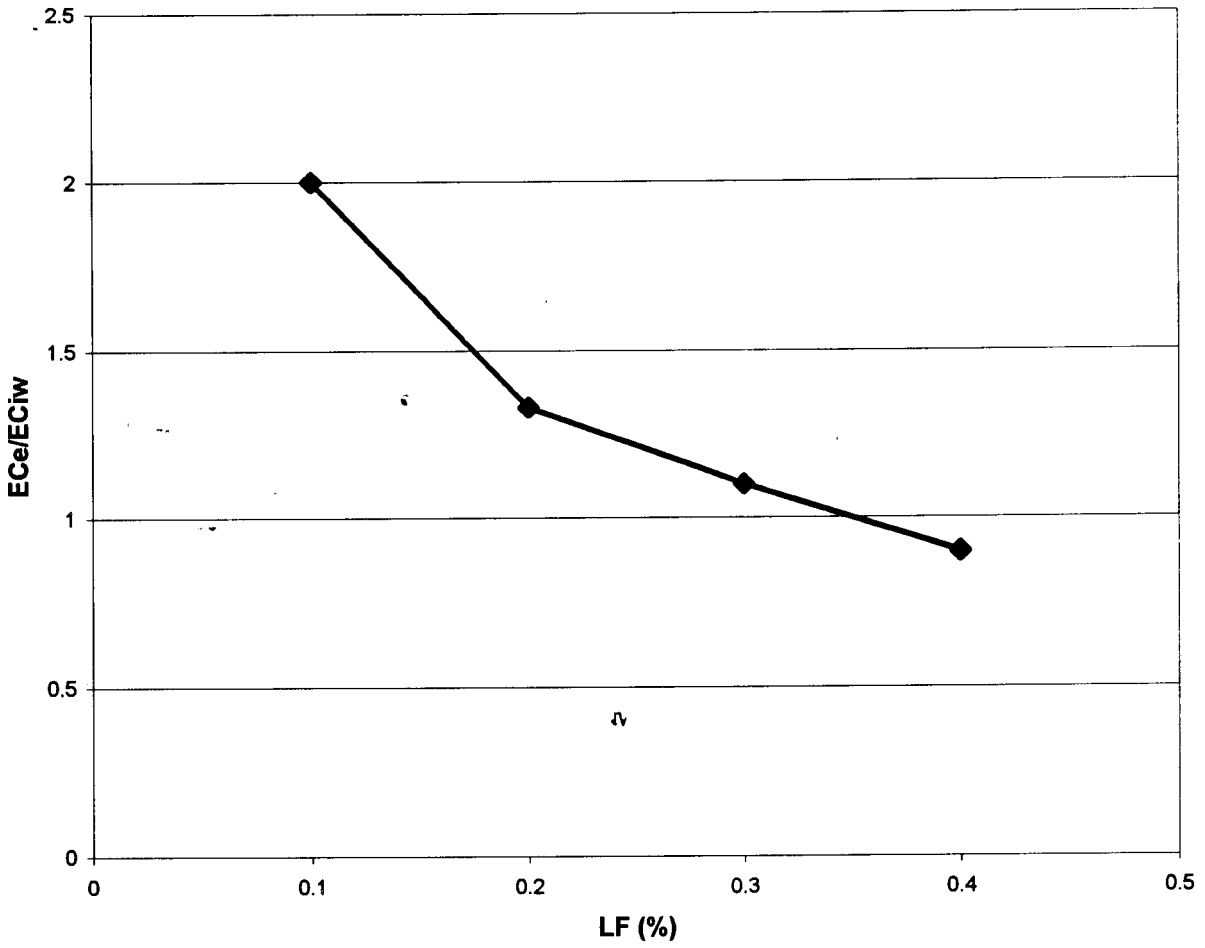
همانطور که توضیح داده شده اثر شوری آب آبیاری بر رشد و تولید گیاه بستگی به میزان شوری نهائی خاک در ناحیه ریشه دارد. همچنین در نمودار شماره ۲ نشان داده شده که شوری نهائی خاک تابع شوری آب آبیاری و کسر آبشویی است. از طرفی در شرایط طبیعی می‌توان استنتاج نموده که با افزایش میزان بارندگی و درشت دانه شدن بافت 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.

جایگاه گیاهان زراعی و باغی متحمل به تنش شوری در مدیریت وتوسعه کشاورزی پایدار مناطق خشک و نیمه خشک ایران

حسین شاهسوند حسنی[1]

چکیده

در مدیریت و برنامه‌ریزی غالب کشورهای دنیا کشاورزی محور توسعه بوده و در برنامه‌ریزی‌های میان مدت و بلند مدت مقابله با تنش‌های محیطی از جمله آب‌ها و خاک‌های شور در قرن گذشته مورد توجه قرار گرفته‌است. در نیمه دوم قرن بیستم دورنمای بهتر و پایدارتر حیات در زمین در گرو توجه به کشاورزی پایدار و برنامه‌ریزی در جهت استفاده از منابع طبیعی ژرم پلاسم مقاوم به تنش شوری و خشکی دیده شد. تجارب و مطالعات قرن گذشته در این زمینه نشان داد که یکی از روشهای مسالمت‌آمیز مقابله با این مشکل جهانی شناسایی منابع وحشی و ناشناخته مقاوم به شوری و استفاده از روشهای اصلاح نباتات برای انتقال این صفت می‌باشد. دستیابی به گیاهان باغی مقاوم به شوری مانند درختچه چند منظوره هوهوبا و همچنین گیاهان زراعی طبیعی و مصنوعی مقاوم به این تنش مانند کالارگراس، تریتیکاله، تریتوردیوم و تریتیپیرم نتیجه تلاشها و زحمات محققین و اصلاح گران در قرن ۲۰ می‌باشد. در این مقاله با توجه به تولید و کاربرد این گیاهان در کشورهای دیگر، سابقه گیاهان فوق در دنیا بررسی وبه عنوان پتانسیل‌های احتمالی مورد استفاده در ایران، مورد تأکید قرار گرفته است. توجه خاصی به استفاده احتمالی از گیاهان فوق بویژه آمفی پلوئیدتریتی پیرم، جدیدترین غله مصنوعی چند منظوره مقاوم به شوری، بدنبال آزمایشات گلخانه‌ای و مزرعه‌ای در انگلستان و ایران که برخی نتایج اولیه و امیدوارکننده در این زمینه گزارش نموده‌اند شده‌است.

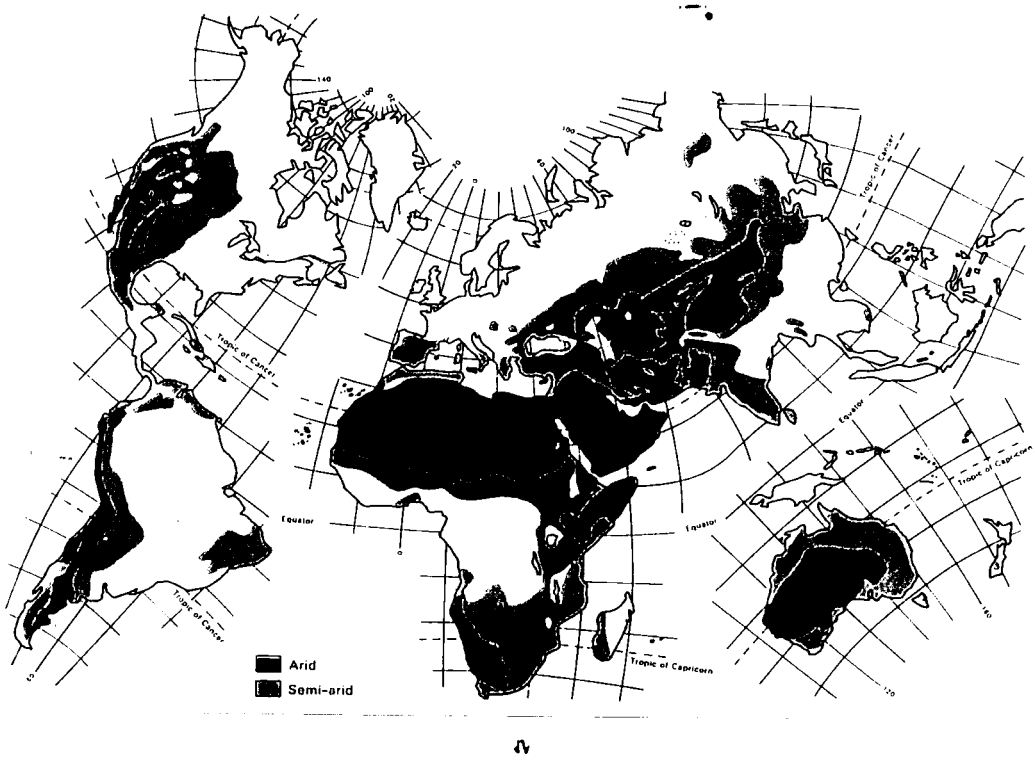
۱- استادیار بخش زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان و عضو هیأت علمی جهاد دانشگاهی.

مقدمه

درتمامی فرهنگ‌های انسانی و ادیان الهی در طول تاریخ بویژه مکتب اسلام بـه واژه عـبرت از گذشته برای آینده بهتر برخورد می‌نماییم. بشر با مدیریت درست وبکارگیری نـعمتهای الهـی شکر آنها را به جا آورده و خداوند نیز به او وعده افزایش نعمت را داده است و در صورت کفران نعمت و ناسپاسی نیز انتظار عذاب شدید را می‌دهد. نمونه‌ای از این هشدار را می‌توان در سوره مبارکه نساء (آیه ۱۷) دید که می‌فرماید: "مردم اهل یمن از شکرانه و بکـاربردن درست نـعمتها روی گردانیدند، ما نیز سیل عرم را بر آنها فرستادیم و به جای درختان میوه به آنها درختانی با خارهای تلخ و درخت شور و کنار دادیم". بیش از یک سوم اراضی دنیا را مناطق خشک و نیمه خشک با جمعیتی بالغ بر ۶۰۰ میلیون نفر متعلق به یک صد کشور در برگرفته است (شکل ۱). این مناطق همواره پتانسیل طبیعی گسترش بیابانها و حتی کویرزایی را دارنـد. از طـرفی اسـتفاده نادرست از منابع خاک و آب شیرین آنها را به سمت غیرقابل استفاده بودن سوق مـی‌دهد (۱). افزایش جمعیت در این سرزمین‌ها سریعتر از مناطق دیگر می‌باشد که افزایش مواد غذایی گیاهی و دامی را می‌طلبد و افزایش آنها نیز وابسته به کشاورزی در این مناطق می‌باشد. مانع اصلی در این زمینه وجود تنشهای محیطی ناشی از شوری آب و خاک، خشکی محیط، گرما، سـرما و... می‌باشد. یکی از عمده‌ترین این موانع برای رشد گیاهان (بویژه زارعـی) و بـاغی (بـویژه انـواع مثمر) شوری حاصل از آب و خاک می‌باشد. طی سالیان متمادی تلاش برای مبارزه با این مشکل، شیوه‌های مختلف مدیریت در رابطه با مسایل شوری از طریق اصلاح و بـهبود خـاک و آب بـا صرف هزینه‌های سنگین ادامه یافت تا چند دهه گذشته که با پیشرفت عـلوم اصـلاح و ژنـتیک گیاهی، راه برای دستیابی به منابع ارزشمند گیاهان مقاوم به این تنش هـموار گـردید (۲). طـی مطالعاتی مقاومت به شوری بسیاری از گیاهان موجود زراعی و باغی شناسایی و به گروه‌های مقاوم، نسبتاً مقاوم و حساس تقسیم و میزان افت محصول آنها در مقادیر متفاوت شوری آب و خاک بر اساس رابطه $Y = 100 - b\ (ECe - a)$ محاسبه گردیده است. در این رابطه Y مـقدار درصد محصول، ECe هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک، a مقدار آستانه شوری قابل تحمل گیاه بدون کاهش محصول و b درصد کاهش محصول به ازای هر واحد شوری اشباع خاک بین a و شوری عصاره اشباع کننده محصول می‌باشند. بدیهی است که مـیزان تـحمل گـیاهان بـرای همیشه ثابت و غیرقابل تغییر نیستند بلکه با شیوه‌های مدیریت آب، مرحله رشـد، پـایه گـیاهی واریته و آب و هوا تغییر می‌کند. اغلب وجود یک آب بد بـهتر از نـبودن آب است، بـنابرایـن در صورتی که آبی قابل استفاده باشد کشاورزی بهتر است موردی برای استفاده از آن پیدا کند، به جای آن که از آن به عنوان چیزی بی مصرف صرف نظر کند (۳). از آنجایی که تنوع ژنتیکی در بین ارقام زراعی و باغی اصلاح شده برای تحمل به این تنش در بین گونه‌های زراعـی و بـاغی موجود محدود و یا کاهش یافته است لذا در دو دهه اخیر توجه محققین به استفاده از ژرم پلاسم

وحشی و وارد کردن ژنها یا کروموزومهای حامل مقاومت به شوری از آنها به گونه‌های زراعی از طریق هیبریداسیونهای بین گونه‌ای و حتی بین جنسی معطوف شده‌است (۷و ۴). برخی صاحب‌نظران پیش‌بینی می‌نمایند که در قرن ۲۱ یکی از مشکلات تولید مواد غذایی در سطح جهان مشکل شور شدن آب و خاکهای اراضی فاریاب و قابل استفاده فعلی می‌باشد. بنابراین در مقایس جهانی و در ایران نیز بطور همزمان با دو مانع در کشاورزی روبرو هستیم. اولاً چاره‌ای اندیشیده شود تا از پیشروی اراضی شور در سطحی وسیعتر بیابان‌زایی جلوگیری کنیم. ثانیاً برای استفاده از اراضی و بیابانهای خشک و لم‌یزرع موجود طبیعی و همچنین آبهای شور نیز با استفاده از علم و تکنولوژی نوین راه حلی پیدا نماییم. در این مرحله است که دقیقاً موضوع مدیریت و مفهوم توسعه پایدار مطرح و شاه‌کلید ورود به این وادی پرماجرا بوده و بالطبع توسعه پایدار و همه جانبه کشور در گرو توسعه پایدار کشاورزی (Sustainable Agriculture) و منابع طبیعی کشور خواهدبود. نگرانی عمده این است که انسان با دست خود محیط زیست را ناسالم و در جهت تخریب تدریجی و جبران‌ناپذیر آن حرکت می‌کند. برنامه‌ریزیهای کشور در دو دهه اخیر بیشتر بر اساس توسعه صنعتی و توسعه شهری استوار بوده‌است و سرمایه‌گذاریهای زیادی در آنها صورت گرفته است. تنها کسی که بنیادی و ریشه‌ای به برنامه‌ریزی و توسعه پایدار با محوریت این موضوع فکر کرد حضرت امام (ره) بود که به اساسی بودن توسعه کشاورزی معتقد و خودکفایی کشور را در اثر خود کفایی مواد و محصولات کشاورزی می‌دانست. اگر چه در نگاه کوتاه مدت سرمایه‌گذاری در بخش کشاورزی و منابع طبیعی دیربازده جلوه می‌نماید ولی بدون شک در صورت رعایت برنامه‌ریزی درست علاوه بر بازدهی مطلوب اقتصادی در تلطیف و تصفیه هوا، تولید اکسیژن، حفظ ذخایر ژنتیکی و پایداری تولید محصولات مورد نیاز کشور از امتیازات ویژه و غیر قابل مقایسه این بخش با سایر بخش‌های قابل توسعه کشور خواهد بود. در ایران با توجه به وجود سطح عمده‌ای از خاک و آب شور، کشاورزی پایدار مفهومی خاص داشته و اولین گوشه چشم به این خواهد بود که با کدام منابع گیاهی اعم از زراعی و باغی می‌توان به نبرد با این تنش رفت، قبل از اینکه او به سراغ ما بیاید و در این جاست که انواع تنشهای محیطی بروز و گیاهانی متناسب با شرایط سخت رشد و نمو جایگاه خاصی پیدا می‌کنند. تاکنون در این اندیشه بوده‌ایم که با هر نوع گیاهی، حتی غیر مثمر مانند تاغ، گز، خارشتر، آتریپلکس و اسپند، نوعی پوشش گیاهی ایجاد کنیم تا حداقل از پیشروی بیابان و حرکت شنهای مدفون کننده انسان و تمدن انسانی ممانعت کنیم که در نوع خود در بسیاری مناطق تلاشی بجا و لازم است ولی در این مقاله سعی بر این است که پا را فراتر گذاشته و با ارایه نتایج مقدماتی برخی تحقیقات نشان دهیم که علاوه بر گیاهان فوق، از پتانسیل گیاهان زراعی و باغی هم می‌توان برای برنامه‌های توسعه پایدار و بویژه کشاورزی پایدار در مناطق دارای آب و خاک شور استفاده نمود. مفهوم دقیق پایداری در این نکته است که بدون تغییر و آسیب و تخریب طبیعت همان گونه که در اختیار ماست با کمک خود طبیعت در اصلاح و

بهره‌برداری مناسب از آن برآییم (۱۴). از گیاهان زراعی کالارگراس، تریتیکاله، و تری تودیم به اختصار و از گیاه نوظهور ترتیپیرم با پتانسیل تحمل به شوری ۲۵۰ میلی‌مول نمک کلرور سدیم در آزمایشات هیدروپونیک با توضیح بیشتر ذکری به میان خواهد آمد و از گیاهان باغی نیز در همین راستا مطالبی هر چند مختصر در مورد هوهوبا ارایه می‌شود. امید است که با طرح این مطالب خواننده محترم و مراکز برنامه‌ریزی و توسعه کشور را به این باور نزدیک نماید که منابع خدادادی برای استفاده بهینه از طبیعت حتی در بدترین شرایط آبی و خاکی در اختیار ماست و از طرفی نقش پژوهش و اختصاص منابع مالی و ارزش لازم به این امر در برنامه‌ریزی و توسعه کلان کشور دیده شود.



شکل ۱ - مناطق متأثر از تنش خشکی در دنیا (مآخذ: یونسکو، ۱۹۷۷)

مواد و روشها

در ارایه اطلاعات مربوط به گیاه باغی هوهوبا و گیاهان زارعی کالارگراس، تریتیکاله و تریتوردیوم از بررسی کتابخانه‌ای و در مورد ترتی‌پیرم از روشهای آزمایشگاهی، گلخانه‌ای و مزرعه‌ای در کشور انگلستان و ایران استفاده شده است. ارقام مورد استفاده در این آزمایشات (شکل ۲) شامل ده رقم آمفی پلوئید مصنوعی (تلاقی بین ارقام مختلف گندم زراعی و یک رقم علف شور) بوده‌است.

شکل ۲: نهال پایه نر درخت هوهوبا (گلدان جلو تصویر).

نتایج و بحث

خلاصه نتایج در مورد گیاهان باغی و زراعی مورد اشاره با پتانسیل تحمل به تنش‌های محیطی به ویژه شوری به شرح زیر است.

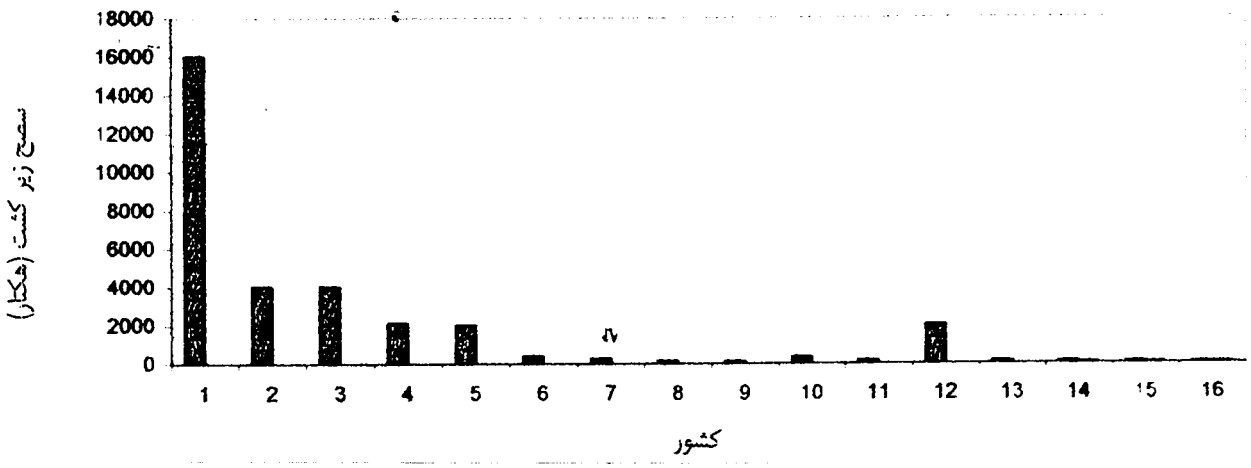
۱- گیاهان باغی

۱-۱- هوهوبا (Jojoba)

هوهوبا [Simmondsia chinensis (Link) Schneider] یکی از گیاهان باغی مورد توجه محققین در استفاده بهینه و مسالمت‌آمیز در شرایط تنش در قرن گذشته. درختچه‌ای همیشه سبز با ارتفاع ۰/۹ تا ۵ متر، عمدتاً گیاهی دو پایه متعلق به خانواده شمشاد با بیش از یکصد و پنجاه سال عمر بومی صحرای سونوران در جنوب غربی آمریکا و شمال مکزیک می‌باشد (شکل۳). از عوامل تحمل و بقای این گیاه در مناطق خشک و نیمه خشک ساختمان کرکدار، لایه ضخیم چرمی و وضعیت نسبتاً سخت و خشک برگهای آن می‌باشد، و در امکان استفاده از آن برای پوشش

شکل ۳: ده‌رقم متفاوت غله چند منظوره مقاوم به شوری تریتی پیرم

گیاهی اراضی خشک و کویری مناطق گرمسیر و نیمه گرمسیر مطالعات فراوانی صورت گرفته است. علاوه بر پتانسیل بالقوه رشد در شرایط خشکی، متحمل به تنشهای شوری آب، خاک، حرارت بالا (۵۲°C) و کمبود مواد غذایی، حاوی ۵۵-۴۵ درصد روغن با ارزش می‌باشد که در صنایع سنگین داروسازی، بهداشتی و آرایشی کاربرد دارد. قدمت تاریخی هوهوبا به استفاده دارویی هندیان و سرخپوستان آمریکا به ترتیب به سالهای ۱۷۱۶ و ۱۷۸۹ میلادی باز می‌گردد. سیر صعودی افزایش سطح زیرکشت این گیاه (نمودار ۱) طی سالهای ۱۹۸۸ تا ۱۹۹۶ در کشورهای مختلف جهان مانند آمریکای شمالی (۱)، مکزیک (۲)، برزیل (۳)، کاستاریکا (۴)، پاراگوئه (۵)، آرژانتین (۶)، شیلی (۷)، بولیوی (۸)، پرو (۹)، آفریقای جنوبی (۱۰)، کنیا (۱۱)، استرالیا (۱۲)، هند (۱۳)، اسرائیل (۱۴)، اسپانیا (۱۵)، و ایتالیا (۱۶)، بویژه در جهت روغن حکایت از توجه فزاینده و اقبال عمومی از کشت و کار این گیاه در دنیا را دارد (۵). برخلاف برخی محصولات زراعی تاب تحمل‌توزیع‌نامناسب‌باران درطول سال و ادامه‌حیات و حتی تولید محصول باحداقل مقدار بارندگی را دارد. در کالیفرنیا، برخی گونه‌های هوهوبا تا شوری ۷۰۰۰ppm که بیش از شوری آب دریا (۶۰۰۰-۴۰۰۰ppm)است را تحمل نموده و یونهای جذب



نمودار ۱: سطح زیر کشت هوهوبا در کشورهای مختلف جهان از سال ۱۹۹۶ تا ۱۹۹۸ میلادی

شده‌از راه ریشه را در برگهای خود ذخیره می‌نماید و در استرالیا مطالعاتی جهت استفاده از فاضلابهای فسفردار در آبیاری آن در حال انجام است (۱۱). قابلیت رشد گیاه در خاکهای سبک، بایر، شور و کم ظرفیت کشاورزی مانند اراضی رها شده از معدن کاری (pH = 5-8) حاکی از

کم توقعی و سازگاری آن با شرایط دشوار است. در استرالیا کاشت در خاکهای رسی سبک شده با آماده سازی خاص ممکن و به شرایط غرقابی بسیار حساس است (۱۰،۱۲، ۲۰). ارتفاع رویش در مناطق بومی و غیر بومی گیاه به ترتیب ۱۵۲۰ و ۱۴۰۰-۱۱۰ متر از سطح دریا بوده و بررسی‌ها در کشورهای گوناگون حاکی از عدم تأثیر عرض جغرافیایی و طول روز در گلدهی این گیاه است (۲۰، ۹). هوهوبا با روشهای قلمه، نهالهای حاصل از کشت بافت و بذر (بذرکاری مستقیم و نشاکاری) قابل تکثیر است. ازدیاد به طریق قلمه نسبت به ازدیاد بذری دارای محاسن حفظ صفات ژنتیک مادری، مشخص بودن جنسیت گیاه و در نتیجه امکان رعایت نسبت گیاهان ماده به نر در مزرعه به هنگام گرده‌افشانی و جلوگیری از کاشت گیاهان نر اضافی و همچنین اتفاق گلدهی دو ساله به جای چهارساله را به دنبال خواهد داشت (۱۰). اگر چه با استفاده از سیستم مه‌افشان ریشه‌دار نمودن قلمه‌های هوهوبا موفقیت‌آمیز بوده است ولی نکاتی مانند استفاده از هورمون تنظیم کننده رشد در ریشه‌زایی قلمه، انتخاب فصل مناسب، ضدعفونی خاک مورد استفاده، انتخاب قلمه از گیاهان بالغ، پیش تیمار لازم روی قلمه‌های انتخابی و عدم مواجه شدن قلمه‌ها در مدت ریشه‌زایی به تنش خشکی و شرایط غرقابی را باید مد نظر داشت (۱۰).

از صفات مورد توجه در پروژه‌های اصلاحی هوهوبا می‌توان به عملکرد بذر و روغن، مقاومت به سرما، خشکی، شوری، و بیماریها، تولید پایه‌های ماده پر محصول و پایه‌های نر پرگرده و تعیین جنسیت در مراحل اولیه رشد نهالها اشاره نمود(۲۰). علی‌رغم مشکل اصلاح واریته‌های سازگار با شرایط اقلیمی متفاوت، تحقیقات انجام شده در استرالیا از ۱۹۸۰ تا ۱۹۹۵ منجر به اصلاح سه واریته ماده پر محصول وارادگری (Waradgery)، برینگی (Barindgi) و وادی (Wadi) برای ناحیه جنوب این کشور و مطالعاتی برای واریته‌های نر پر گرده از طریق سلکسیون نیز انجام یافته است. در خصوص اصلاح ارقام مقاوم به خشکی می‌توان از دو واریته مولگا و بریگالو نام برد (۱۱، ۱۰). روغن‌گیری از بذر هوهوبا طی دو مرحله تحت دستگاه فشار انجام می‌شود که ۹۰-۸۰٪ روغن در مرحله اول استخراج و مصارف دارویی و آرایشی داشته و مابقی روغن در دور دوم جدا و در صنایع خودروسازی و روغن‌کاری مصرف دارد (۱۰). روغن هوهوبا برخلاف روغنهای نباتی و خوراکی دارای مولکولی استثنایی فاقد گلیسرول و متشکل از اسیدهای چرب متصل به الکل‌های چرب می‌باشد. لذا می‌تواند تنها روغن گیاهی قابل جایگزین روغن وال مورد مصرف در صنایع باشد. دلیل مصارف متعدد این روغن استثنایی در صنایع گوناگون مربوط به خواص شاخص چسبندگی، نقطه احتراق و سوخت و ثابت دی‌الکتریک بالا،

تبخیر کم، پایداری در برابر دما و عدم تأثیرپذیری در مقابل گرم شدن‌های مکرر تا ۳۷۰ درجه و از طرفی نداشتن بود عدم نیاز به تصفیه، فاسد نشدن، قابلیت نگهداری شش ماهه در هوای آزاد و جایگزینی موم مایع آن با سایر انواع موم می‌باشد(۲۰).

مورد مصرف این روغن در صنایع دارویی شامل درمان امراض پوستی، ساخت کپسولهای ویژه بازشونده در روده و کرمهای پوستی سریع الجذب و کاربرد در ممانعت از کف کردن آنتی‌بیوتیک‌ها مثل پنی سیلین در فرآیند ساخت می‌باشد (۲۰، ۱۳). در سوئیس مطالعاتی در استفاده از روغن هوهوبا در مصارف غذایی نشان داده که به خاطر دارا بودن مقدار کم چربی قابل جذب در کاهش مقدار کلسترول خون افراد دارای رژیم غذایی کم کالری و همچنین در حفظ کیفیت، تازگی و تداوم کنسروها مؤثر می‌باشد (۱۰،۱۳). بررسی‌های صورت گرفته روی روغن هوهوبا در سودان و آمریکا حاکی از استفاده منحصر به فرد آن در روغن کاری قطعات تحت فشار و حرارت ۳۷۰ درجه صنایع خودروسازی و سنگین به خاطر عدم تغییر ساختمان شیمیایی و ویسکوزیته و همچنین کاربرد آن در موتور هواپیما و حفظ کیفیت در موتورهای بنزینی تا مسافت ۱۴۰۰۰ کیلومتر می‌باشد. از این روغن در بالغ بر ۳۰۰ محصول بهداشتی وآرایشی استفاده و بررسی‌های انجام یافته در ژاپن وجود هر نوع ماده سمی در آن را مردود می‌داند. با توجه به ۳۲-۲۶٪ پروتئین در کنجاله هوهوبا و مرتفع شدن مشکل ماده سمی و خطرناک سیموندسیس می‌توان از آن در تغذیه دام نیز استفاده نمود (۲۰). علاوه بر موارد فوق از آن در ساخت باطریهای حساس، کاغذهای مومی و روغنی، مشمع، رنگ و روغن جلا، واکس، صنایع چرم سازی، برش و تراش فلزات نیز استفاده می‌شود (۱۳).

اگر چه براساس شواهد تاریخی و جهانی قدمت هوهوبا به بیش از ۲۰۰ سال می‌رسد ولی سابقه آشنایی و توجه خاص کارشناسان و محققین کشاورزی و باغبانی دنیا در امر پژوهش درباره آن به خاطر سازگاری ویژه‌اش در مناطق خشک و نیمه خشک و ارزش اقتصادی روغن آن تنها به چند دهه محدود می‌شود. از کشورهای صاحب پیشرفت و تحقیقات کاربردی و زیربنایی در امر کاشت، داشت و برداشت محصول این گیاه می‌توان استرالیا، آرژانتین، بزریل، آمریکا، شیلی، کنیا، سودان، زیمبابوه، پاراگوئه، تانزانیا، سنگال، آفریقای جنوبی، هند و نیوزیلند و از کشورهای فاقد شرایط لازم در کشاورزی آن ولی فعال در زمینه تحقیق و صادرات روی فرآوردهای روغن آن نیز می‌توان ژاپن، فرانسه و آلمان را نام برد. توجه ویژه دنیا به این گیاه نشانگر اهمیت آن دربعد کشاورزی و باغداری پایدار، تولیدات جنبی و کاربری روغن آن در

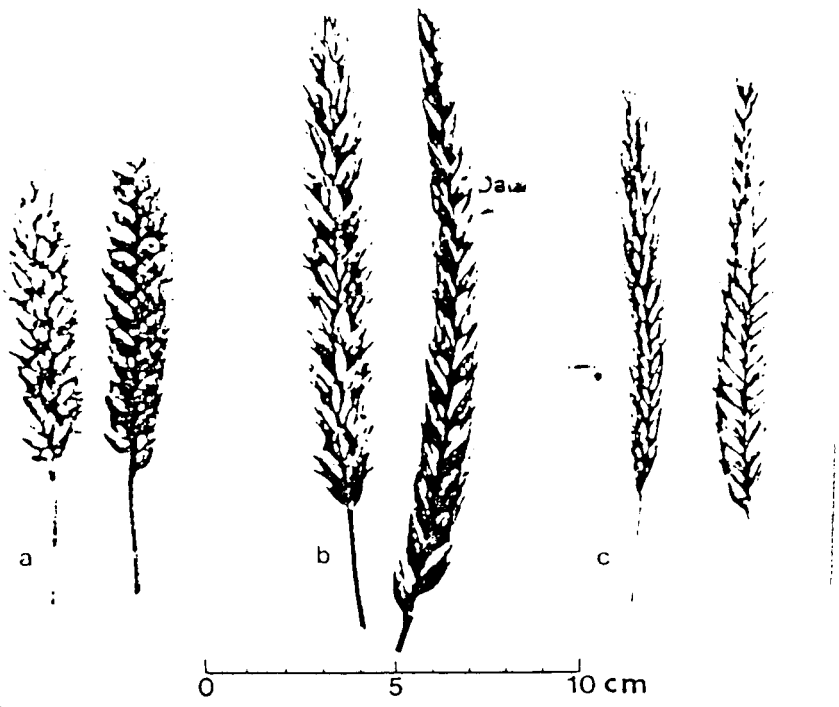
بخشهای زیادی از صنایع و تکنولوژی روز دنیا است. علیرغم یکسان بودن عرض جغرافیایی و شباهت اقلیمی و اکولوژی جنوب ایران با منطقه بومی گیاه تا کنون به غیر از تلاشهایی مانند طرح مشترک مراکز تحقیقاتی فارس، بوشهر و خوزستان، بررسی جوانه زنی بذر در شرایط شوری و تولید نهال هوهوبا از طریق کشت بافت در موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج و تکثیر آن از طریق رویشی، بررسی همه جانبه و اصولی روی آن انجام نگرفته است (۵). بنابراین با توجه به تناسب شرایط آب و هوایی حدود ۲۰٪ از اراضی نواحی خشک و نیمه خشک کشور برای کشت این نبات و تکنولوژی ساده استحصال روغن با ارزش آن در توصیه مطالعه و ترویج کشت این گیاه اهتمام به در اختیار داشتن اطلاعات پایه شامل وضعیت بافت خاک، ارتفاع و مختصات جغرافیایی، آمار بارش ۲۰ ساله، روزهای یخبندان حداقل و حداکثر دمای مناطق مورد توصیه برای محققین ذیربط با این گیاه مهم می‌باشد. امید است با مساعدت در تخصیص اعتبارات ملی و استانی و عنایت تشکل‌های مشاوره‌ای مانند شورای پژوهش و فن‌آوری کشور و استان مقدمات شروع و تداوم تحقیقات بیشتر روی این گیاه در جهت استفاده و بکارگیری آن در مناطق خشک و نیمه خشک کشور از جمله استان کرمان فراهم گردد.

۲-گیاهان زارعی

۱-۲-گیاه نمک یا کالارگراس (Laptochla fusca)

این گیاه از خانواده گندمیان، دارای نظام فتوسنتزی C_4 و قادر به تحمل درجات حرارتی بالا و حافظ رطوبت بوده و شوری ۴۰ دسی زیمنس بر متر را تحمل‌می‌نماید. در شوری ۲۲ دسی زیمنس بر متر تولید اقتصادی دارد. در جهان از کشورهای مطرح در انجام تحقیقات اولیه روی آن برای تولید علوفه و اصلاح اراضی شور و قلیایی به روش بیولوژیکی می‌توان چین و پاکستان را نام برد.

سابقه پیدایش گیاه به سال ۱۹۲۹ بر می‌گردد. در تثبیت بیولوژیک ازت هوا به انواع قابل جذب گیاه نیز نقش دارد. بهترین روش تکثیر آن با قطعات ریشه یا ساقه دارای دو تا سه گره به مقدار ۶۷۵ کیلوگرم در هکتار است. گیاهی چند ساله و مانند یونجه دارای چندین چین می‌باشد. در قابلیت انحلال کربنات کلسیم، تولید هوموس خاک و علوفه شور در دامداریها، تولید کاغذ، بستر قارچ خوراکی، تولید متان و اتانول نقش دارد (۱۹، ۷). در ایران کاشت قلمه‌های ریشه‌دار و بدون



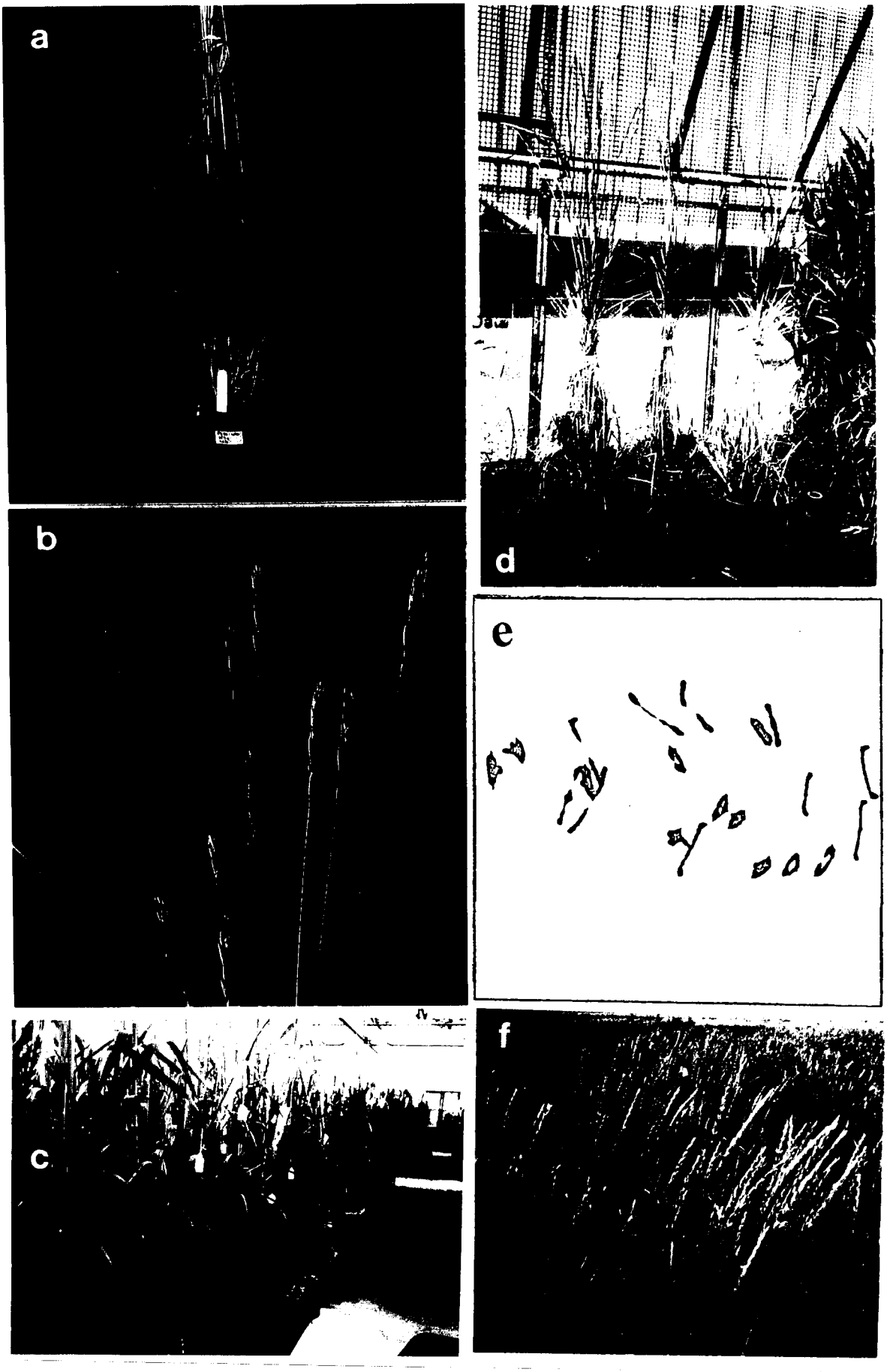
شکل ۴: مقایسه‌شدتریتیکاله (وسط) با والدین‌مادری (چپ: گندم‌زراعی) و پدری (راست: جاودارو‌حشی) آن .

۳-۲- تریتوردیوم (Tritordeum)

با توجه به اهمیت غلات بویژه گندم در کشاورزی و اقتصاد جهان و پس از ناکامیهای اولیه در تولید ارقام تریتیکاله موفق، اصلاح گران به فکر استفاده از خواص جو و انتقال آن به ارقام زراعی گندم برای غنای دامنه تنوع ژنتیکی در تیرهٔ غلات فرو رفته و مبادرت به تلاقیهای زیاد بین گندم و جو وحشی نمودند و این دومین غله مصنوعی ساخت انسان را تری‌توردیوم نامیدند که از میان یک هیبرید خاص (تلاقی یک رقم جو وحشی و یک رقم گندم اهلی) نتایج زراعی مطلوبی از خود نشان داد. برای اولین بار هیبریدهای بارور شده با کلشی‌سین در موسسه اصلاح نباتات دانشگاه کمبریج انگلستان در ۱۹۷۷ تولید و تاکنون تحقیقات زیادی در مورد این گیاه انجام و یا در حال انجام است. نتایج نشان می‌دهد علاوه بر این که این آمفی پلوئید دارای پتانسیل زراعی و کاربردی در صنایع غذایی است در مقایسه با گندم از تحمل به شوری و خشکی بالاتری نیز برخوردار است (۲۲). با توجه به عدم وجود این گیاه در ایران لازم است تا تمهیدات ممکن در جهت آزمایشات اولیه سازگاری و تحقیقات اولیه در کشور فراهم گردد.

نتیجه گیری

تجارب ملل دیگر در قرن اخیر نشان داده‌است که منابع ژنتیکی مقاوم به شوری در غالب خانواده‌های گیاهان زراعی وجود دارد و با تحقیقات انجام گرفته از برخی از این منابع مانند هوهوبا و چاودار وحشی در ساخت اولین غله مصنوعی ساخت بشر استفاده بهینه و چند منظوره در اراضی شور و شنی بعمل آمده‌است. در خصوص سایر منابع مانند کالارگراس و دو غله مصنوعی دیگر دست ساخت انسان، یعنی‌تری توردیوم و تریتی پیرم در نیمه دوم قرن ۲۰ تحقیقات آغاز و همچنان ادامه دارد. کشور ما در این زمینه هیچ سهمی نداشته و یا بسیار اندک در آن سرمایه‌گذاری مادی و انسانی نموده است لذا بسیار ضروری است که تا بیش از این دیر نشده و فاصله پژوهشی ما بیش از نیم قرن نگردیده است متولیان برنامه‌ریزی کلان کشور بویژه در بخش کشاورزی در این زمینه چاره‌اندیشی نموده و توجه لازم را دراین محور بعمل آورند.



شکل ۵: آزمایشات انجام شده در انگلستان شامل: a) مشاهده رفتار رشدیونجه وارقام. b) مشاهده خاصیت شکنندگی محورخوشه هنگام برداشت محصول. c) مشاهده رشد طبیعی و گندم‌وار و ارقام در گلخانه. d) والد وحشی پایه پدری ارقام تریتیپیرم. e) مطالعه همولوژی کروموزومی ارقام با روشهای سیتوژنتیک مولکولی در آزمایشگاه. f) اولین آزمایش سازگاری ارقام در مزرعه.

منابع:

فارسی:

۱-گرنجر.آ ،۱۹۸۶. کویرزایی (ترجمه). مرکز نشر دانشگاه شیراز

۲-شاهسوند حسنی ،ح.۱۳۶۹ . ارزیابی ارقام گندم ایرانی از نظر تحمل به شوری ،پایان نامه کارشناسی ارشد ،انتشارات دانشگاه تهران.

۳-حاج رسولیها ، ش ، ۱۳۶۴، کیفیت آب برای کشاورزی (ترجمه) ، انتشارات مرکز نشر دانشگاهی.

۴-شاهسوند حسنی ،ح، ۱۳۷۸، آیا ساخت و اصلاح گندم مصنوعی جدید مقاوم به شوری می تواند امیدی تازه در استفاده دوستانه از آب و اراضی شور مناطق خشک کویری ایران باشد؟ ، خلاصه مقالات همایش ملی شناخت کویر لوت ،کرمان ،۲۴-۲۲ دیماه ۱۳۷۸.

۵-جنتی، م.ر. و شاهسوند حسنی، ح. ۱۳۷۸. هوهوبا، گیاهی نیازمند تحقیق بیشتر در ایران، سمینار بخش مهندسی زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان.

۶-محسن زاده، س، ۱۳۷۷، اثر بستر کاشت و غلظت اکسین بر ریشه دارشدن قلمه های ساقه هوهوبا، فصلنامه پژوهش و سازندگی، وزارت جهاد سازندگی.

۷-خلوتی، م.ع و خوش سیما، ن. (۱۳۷۵). سازگاری و تحمل گیاه علوفه ای ک لارگاس به شوری و اصلاح خاکهای شور توسط این گیاه. خلاصه مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران.

۸-سنگلیان، م و شاهسوند حسنی ، ح، (۱۳۷۸). کالار گراس گیاهی برای اصلاح خاکهای شور، سمینار اخذ درجه کارشناسی زراعت واصلاح نباتات، دانشگاه شهید باهنر کرمان.

۹- شیبانی، الف. ۱۳۶۵. هوهوبا گیاه پر ارزش مناطق کویری، مجلهٔ نهال و بذر، شماره ۵، ص ۳۹-۳۰.

۱۰- بابایی، الف. ۱۳۷۷. هوهوبا را بهتر بشناسیم، نشریه داخلی سازمان جنگلها و مراتع کشور.

۱۱- بابایی، الف. ۱۳۷۶. هوهوبا برای اراضی شور، دفتر بیابان زدایی سازمان جنگلها و مراتع کشور.

۱۲- رسول زادگان. ی. ۱۳۶۷. هوهوبا همیشه سبزی دیرپا برای کویر. مجله پژوهش، شماره ۲. ص ۲۶-۲۴.

۱۳- رسول زادگان. ی. ۱۳۷۰. اثر تیمارهای مختلف شیمیایی بذر در مقاومت به شوری هوهوبا در مرحله جوانه زنی، مجله علوم کشاورزی ایران، دوره ۲۲، ص ۳۶-۳۳.

۱۴-باقری، ع. کوچکی، ع، و زند، الف، ۱۳۷۶، اصلاح نباتات در کشاورزی پایدار، (ترجمه)، موسسه نشر دانشگاه فردوسی مشهد.

انگلیسی:

15-King, I.P., Law, C.N., Cant, K.A., Orford, S.E., Reader, D.M. and Miller, T.E. (1997). Tritipyrum, a potential new salt-tolerant cereal. Plant Breeding 116: 127-132.

16-Hassani, H.S., King, I.P., Reader, S.M., Caligari, P.D.S. and Miller, T.E. (1998). An assessment of tritipyrum, a new potential cereal with salt tolerance. 9th Internat. wheat genet. Symp., Saskatoon, Canada.

17-Hassani, H.S., King, I.P., Reader, S.M., Caligari, P.D.S. and Miller, T.E. (1999). Can tritipyrum be a successful cereal like triticale?. Journal of Agricultural science and technology, Islamic Republic of Iran.

18- Hassani, H.S. (1998). Development and cytogenetic studies of a potential new salt tolerant cereal. tritipyrum. Ph.D. thesis, The University of Reading.

19-Qadir, M. and Qureshi, RH. (1997). Reclamation of a saline-soil by gypsum and Kallar grass. Geoderma. J. 74: 207-217.

20 Anonymous, 1985. Jojoba , new crop for arid lands, new raw meterial for industry. National Academy Press, Washington. P:102

21-Lelly, T. 1992. Triticale, still a promise? Plant Breeding. 109: 1-17.

22-Martin, A., Martine-Araqe, C., Rubiales, D. and Ballesteros, J. 1996. Tritordeum: Triticale,s new brother cereal. In: Triticale: Today and tomorrow. Eds. Guedes-printo, H. *et al.*, Kluwer Academic Publishers. pp. 57-72.

23-Gupta, P.K. and Priyadarshan, P.M. 1982. Triticale: Present status and future prospects. Advances in Genetics 21: 256-329.

مدیریت کیفی سیستم‌های منابع آب

محمدصادق صادقیان

۱- مقدمه

مدیریت سیستم‌های منابع از بعد کیفی، از مهمترین موضوعاتی است که با توجه به پیچیدگیهای درون سیستم‌های منابع آب، نیاز به بررسی جدی و تخصصی در همه ابعاد مطالعاتی و اجرایی دارد. از میان عواملی که موجب کاهش کیفیت منابع آب می‌گردد می‌توان عامل شوری را به عنوان یکی از عوامل موثر در کاهش کیفیت منابع آب به شمار آورد. بنابراین با توجه به کمبود منابع آبی کشور، استفاده از آب‌های غیر متعارف (شور) می‌تواند نقش قابل توجهی در تأمین نیازهای آبی داشته باشد. به همین منظور در این مقاله سعی گردیده است، پروژه طرح ارتقاء کیفیت منابع آب آجی‌چای مورد بررسی و مطالعه قرار گیرد.

رودخانه آجی‌چای از ارتفاعات سبلان سرچشمه گرفته و دارای جریان شرق به غرب بوده که پس از عبور از دشت تبریز به دریاچه ارومیه تخلیه می‌گردد. جریان آب این رودخانه در سرشاخه‌های آن غالباً شیرین و دارای کیفیت مناسب می‌باشد. شوری رودخانه عمدتاً از مناطق مرکزی حوزه شروع شده و در عبور از مناطق شور و ترکیب با جریانات شور حوزه‌های پایین دست تشدید می‌گردد. اگر چه در سرشاخه نیز مناطق شور محدودی وجود دارد اما نقش آنها در شوری رودخانه ناچیز است.

پروژه سد مخزنی شهید مدنی (ونیار)، واقع در ۵ کیلومتری شمال شرقی شهر تبریز، بزرگترین پروژه سد سازی در طرح حوزه آبریز آجی‌چای می‌باشد. نظر به این که ارایه نتایج نهایی پروژه مذکور مستلزم مطالعات بیشتری می‌باشد که در حال انجام است، لذا در این مقاله سعی گردیده است ضمن تشریح سیستم منابع آب مورد نظر، متدولوژی پیگیری مطالعات این پروژه، که در

واقع یکی از مهمترین و پیچیده‌ترین پروژه‌های منابع آب کشور محسوب می‌گردد، به طور اجمالی مورد مطالعه و بررسی قرار گیرد.

۲- سیستم رودخانه آجی‌چای و عوامل مؤثر بر شوری آن و روشهای پیشنهادی کاهش شوری

رودخانه آجی‌چای دارای سطح حوزه آبریز ۷۷۲۳ کیلومتر مربع تا محل سد ونیار می‌باشد و متوسط ریزشهای جوی سالانه حوزه تا محل سد ۳۲۸ میلیمتر در سال است. کیفیت آب رودخانه تا خروجی دشت سراب از وضعیت خوب و مناسبی برخوردار است. آجی‌چای پس از عبور از دشت سراب به مناطق شوری می‌رسد که علیرغم وسعت کم این مناطق نسبت به کل حوزه کیفیت جریانهای سطحی را دچار دگرگونی نموده و باعث شوری بیش از حد آن بالاخص در فصول کم آبی می‌شود. رودخانه در ادامه مسیر از جریانات شور سایر مناطق به شدت متأثر می‌گردد، سپس اوجان چای که از ارتفاعات جنوبی حوزه سرچشمه گرفته و تا قبل از رسیدن به مناطق شور از کیفیت بسیار خوبی برخوردار است به آجی‌چای می‌پیوندد. آجی‌چای در ادامه مسیر خود جریانات و شاخه‌های کوچک و بزرگ شور و شیرینی را زهکشی نموده و سرانجام با پیوستن جریان رودخانه نهند و سپس سعیدآباد چای به محل سد ونیار می‌رسد. این رودخانه پس از گذر از محل سد وارد دشت تبریز شده و در این دشت پس از پیوستن گمّاناب چای (کمورچای) و سینیخ‌چای و لیقوان راه خود را به سمت دریاچه ارومیه پیش می‌گیرد. بدیهی است علاوه بر جریانهای شوری که به آجی‌چای می‌ریزد، احداث مخازن و مهار جریانهای سطحی شیرین سرشاخه‌ها، عامل تشدید کننده دیگری در شوری جریانهای سطحی شاخه اصلی آجی‌چای می‌باشد که می‌بایست مد نظر قرار گیرد.

از آنجا که علت شوری آب رودخانه آجی‌چای معلول عواملی است که بدون توجه به آنها نمی‌توان در خصوص مسائل و مشکلات کیفی آب رودخانه قضاوت نمود، لذا ابتدا به عوامل اصلی شوری در حوزه آبریز آجی‌چای به شرح زیر خواهیم پرداخت:

- وجود جریانات سطحی و زیرزمینی شور در برخی از زیر حوزه‌های تشکیل دهنده سیستم رودخانه.
- عبور رودخانه از روی بسترهای نمکی و یا تشکیلات شور اطراف بستر.

در بررسی و تحقیقات اولیه زمین‌شناسی وجود سازندهای نمکی مورد تأیید قرار گرفته است.

بررسی‌ها در خصوص پراکندگی، ضخامت و گستردگی این سازندها در مطالعات طرح ارتقاء کیفیت آب آجی‌چای در دست مطالعه می‌باشد.

تأثیر عوامل مختلف شور کننده آب آجی‌چای که مختصراً توضیح داده شد به صورتی است که در محل ایستگاه ونیار طبق بررسی آمار دراز مدت کیفیت، تغییرات میزان باقیمانده خشک به صورت ۸۶۴۵۳ >T.D.S> ۷۲۵ بوده و دارای میانگین ۲۳۳۴ mg/lit می‌باشد. با توجه به آورد رودخانه در دوره ۱۳۷۵-۱۳۲۹ که معادل ۴۵۳ MCM است، متوسط میزان نمک در این محل برابر ۱۰۵۳ هزار تن در سال بوده و میزان نمک ورودی در خشکترین و مرطوب‌ترین سال (در دوره شاخص) به ترتیب برابر ۳۹۰ و ۲۹۱۵ هزارتن در سال می‌باشد. این اعداد نشان دهنده جدی بودن مسئله شوری در این رودخانه می‌باشد. رابطه دبی -TDS بدست آمده و منحنی مربوطه در نمودار (۱) ارایه شده است. براساس آمار مذکور کیفیت آب آجی‌چای در ایستگاه ونیار از نظر مصارف کشاورزی براساس دیاگرام ویلکوکس عمدتاً در کلاس C4-S5, C4-S3, C3-S1 و C4-S5 بوده و در برخی از نمونه‌های جریانهای پرآبی در کلاس C3-S1 و جریانهای کم آبی در کلاس خارج از حدود C4-S4 می‌باشد که براساس تعاریف و حدود مجاز مصرف آب برای کشاورزی این وضعیت قابل تامل و بررسی است و بایستی تدابیر لازم جهت مطالعه جامع و تمهیدات مناسب جهت ارتقاء کیفیت آب آجی‌چای صورت پذیرد.

۲-۱- روشهای پیشنهادی کاهش شوری

روشهای پیشنهادی برای کاهش شوری آب آجی‌چای را می‌توان به دو گروه روش‌های سازه‌ای و غیر سازه‌ای تقسیم نمود.

۲-۱-۱- راهکارهای سازه‌ای

راهکارهای سازه‌ای به آن دسته از روش‌ها اطلاق می‌گردد که با بهره‌گیری از آن می‌توان از نفوذ و اختلاط آبهای شور و شیرین جلوگیری نمود و به شرح مختصر آن در ذیل اشاره می‌گردد.

- انحراف آبهای شور و جلوگیری از ورود آنها به جریانهای با کیفیت مناسب، با احداث سدها و خاکریزهای کم ارتفاع و ایجاد حوضچه‌های تبخیری.

- ایجاد دیواره حایل در محل تماس رودخانه و یا مخزن با گنبدهای نمکی.
- کنترل آبراهه‌های شور اطراف دریاچه.
- کنترل و هدایت آبهای خیلی شور حوزه به خارج از دریاچه سد.

۲-۱-۲- روش غیرسازه‌ای

راهکارهای غیر سازه‌ای به روش‌هایی گفته می‌شود که با استفاده از روش‌های مدیریتی در حوزه آبریز بالادست و در مخزن و نیز در دشت به منظور حل مشکل شوری حوزه بکار گرفته خواهد شد و نهایتاً تمهیدات لازم را برای کنترل و کاهش شوری پیشنهاد و توجیه خواهد نمود.

۳- مطالعات طرح ارتقاء کیفیت منابع آب آجی‌چای

مطالعات مربوط به کنترل شوری در داخل مخزن سد شهید مدنی (ونیار) و خارج از مخزن سد و کنترل کیفیت آب و خاک اراضی دشت تبریز، وضعیت لایه‌بندی آب در مخزن سد و اثرات کوتاه مدت و دراز مدت شوری بر آب آن از موارد مهم دیگری است که در برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب آجی‌چای مورد توجه می‌باشد. با توجه به موارد فوق مطالعات مورد نظر در ۳ قسمت عمده تحت عناوین زیر مورد بررسی قرار گرفته است.

- مطالعات جامع مدیریت و کنترل کیفیت منابع آب حوزه آبریز آجی‌چای در بالادست سد مخزنی ونیاز.
- مطالعات جامع مدیریت و کنترل کیفیت منابع آب.
- مطالعات شوری آب و خاک دشت تبریز.

۳-۱- مطالعات جامع مدیریت کنترل کیفیت منابع آب حوزه در بالادست سد مخزنی ونیار

این قسمت شامل مطالعات آبهای سطحی، آبهای زیرزمینی و زمین‌شناسی در حوزه آبریز آجی‌چای می‌باشد. این مطالعات شامل شناسایی دقیق آبراهه‌های حوزه و تأثیر کیفی و کمی هر آبراهه بر ایستگاه ونیار و ارایه روشهایی برای کاستن تأثیر زیر حوزه‌های شور به منظور ارتقاء کیفیت آب در محل سد ونیار می‌باشد. بدین منظور از یک مدل کمی و کیفیی در حوزه به شرح زیر استفاده می‌شود.

۳-۱-۱- مدل کمی و کیفی حوزه آبریز

برای استفاده از مدل کیفی و کمی، کلیه آبراهه‌های اصلی حوزه مد نظر قرار گرفته و نقاط ورودی آبراهه‌ها به آجی‌چای به صورت نقاط کنترلی برای مدل تعریف گردیده و در این نقاط اطلاعات دبی و TDS آبراهه‌ها به صورت ورودی مدل در نظر گرفته شده است. با این فرض، مدل با در نظر گرفتن روابط حاکم بر جمیع جریانها و روندیابی دبی و TDS در طول رودخانه، دبی و TDS را در محل ونیار برآور می‌کند. بدین ترتیب می‌توان تأثیر کیفی و کمی آبراهه‌های مختلف را در میزان شوری رودخانه آجی‌چای و در محل ونیار بررسی کرده و در نهایت با حذف برخی از آبراهه‌ها و بررسی تأثیر آن در کیفیت آب سد ونیار نسبت به تعیین شاخه‌هایی که حذف آنها تأثیر بسزایی در کیفیت آب سد مخزنی ونیار دارند تصمیم‌گیری نمود.

۳-۲- مطالعات جامع مدیریت و کنترل کیفیت منابع آب

مطالعات مذکور در ۳ قسمت زیر صورت می‌گیرد:

۳-۲-۱- مطالعات مقدماتی

شامل مطالعات هواشناسی، هیدرولوژی، زمین‌شناسی، آبهای زیرزمینی که نتایج حاصل از این مطالعات به عنوان ورودی در مدل‌ها به کار گرفته می‌شود.

۳-۲-۲- پدیده لایه‌ای شدن و شوری آب در مخزن

در مطالعات لایه‌ای شدن آب در مخزن سد ونیار، شناخت عوامل فیزیکی مؤثر در این پدیده با بهره‌گیری از یک مدل هیدرودینامیکی مخزن صورت می‌گیرد. سیکل تغییرات شوری بهمراه مدت زمان لایه‌ای شدن آب مخزن، تعیین شوری آب مخزن و آب خروجی از آن، پیش بینی روند تغییرات شوری و ارایه راه‌حل‌های پیشنهادی برای مدیریت مخزن سد ونیار و نیز مطالعه تأثیرات طرحهای کنترل شوری در حوزه آبریز از جمله انحراف آبهای شور بر کیفیت آب مخزن، در این مطالعه مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار خواهد گرفت. نهایتاً نتایج اجرای مدل در یک پریود زمانی شاخص به صورت پروفیل‌های درجه حرارت و شوری آب ارایه خواهد گردید و تغییرات شوری روزانه آب مخزن در طول دوره شاخص آماری با تغییرات شوری آب رودخانه در رژیم طبیعی مقایسه خواهد شد و راه‌حلهای کاهش شوری آب مخزن و تأثیر جلوگیری از ورود آب شاخه‌های شور بر روی کیفیت آب مخزن و راه‌کارهای بهره‌برداری از مخزن توسط

آبگیری از ترازهای مختلف و تخلیه و شستشوی مخزن مورد بررسی قرار خواهد گرفت و منحنی فرمان بهره‌برداری بهینه کمی و کیفی از مخزن برای دوره بهره‌برداری از مخزن ارایه خواهد شد.

۳-۲-۳- مطالعات حجم بهینه مخزن با توجه شوری آب

در این قسمت از مطالعات، موارد زیر مورد بررسی قرار خواهدگرفت.

شبیه‌سازی کیفی مخزن در گزینه‌های مختلف بهره‌برداری از مخزن سد، شبیه سازی کیفیت آب مخزن در گزینه‌های مختلف طرح‌های کنترل شوری در بالادست حوزه، تعیین اثرات طرح‌های کنترل شوری در بالادست مخزن بر روی آب رها شده از سد و تعیین اثرات طرح‌های مهندسی کنترل شوری در حاشیه دریاچه مخزن بر روی کیفیت آب رها شده. در حال حاضر با بهره‌گیری از مدل شبیه‌سازی بهره‌برداری از مخزن سد ونیار می‌توان اثرات کمی و کیفی کنترل جریانهای شور ورودی به مخزن سد را مورد تجزیه و تحلیل قرار داد.

۴- بهره‌برداری از مخزن و اثرات کنترل جریانهای شور در مخزن

۴-۱- مقدمه

با استفاده از امکانات یک برنامه کامپیوتری که به منظور شبیه سازی کمی و کیفی مخازن تهیه گردیده است، شبیه سازی بهره‌برداری از مخزن سدونیار و اثرات کمی و کیفی کنترل جریانهای شور ورودی به مخزن مورد بررسی قرار گرفته است. شایان ذکر است که در این مطالعات نحوه آمیختگی جریان در داخل مخزن به صورت اختلاط کامل (Complete Mixing) در نظر گرفته شده است و اعتمادپذیری مورد نظر جهت تأمین نیازها برابر ۸۰٪ بوده و آمار جریان ورودی به مخزن ونیار براساس آمار ماهانه ایستگاه ونیار و به طول ۴۷ سال می‌باشد.

۴-۲- کیفیت جریانها

کیفیت جریان (TDS) ورودی به مخزن در حالت عادی (بدون کنترل جریانهای شور) برابر کیفیت جریان در ایستگاه ونیار در نظر گرفته شده است. کیفیت جریانهای شور ورودی به مخزن نیز براساس اندازه‌گیریهای انجام شده حاصل گردیده‌اند.

۴-۳- آبگیری مخازن بالادست

سالانه حدود ۱۰۴/۵ میلیون‌متر مکعب از جریان حوزه، توسط طرحهای بالادست منحرف شده و به مصرف می‌رسد.

۴-۴- سیاست بهره‌برداری کمی - کیفی مخزن

بهره‌برداری از مخزن با توجه به فرضیات و شرایط مرزی و آمار و اطلاعات ورودی به مدل شبیه‌سازی انجام گردیده است. براین اساس و با فرض اختلاط کامل در داخل مخزن، شبیه‌سازی کمی و کیفی از مخزن با توجه به اثر کنترل جریانهای شور ورودی به مخزن انجام یافته است.

۴-۵- نتایج خروجی

نتایج شبیه سازی بهره‌برداری از مخزن ونیار از لحاظ کمی و کیفی و با تأکید براثر حذف شاخه‌های شور ورودی به مخزن مورد بررسی قرارگرفته است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که حذف جریانهای شور، اثر قابل ملاحظه‌ای در کیفیت جریان خروجی از مخزن دارد. دراین مورد تأثیر افزایش شوری جریان ورودی در اثر برداشت مخازن بالادست نیز مورد توجه قرار گرفته است.

۴-۶- نتیجه‌گیری

مطالعات انجام یافته با توجه به شرایط موجود و فرضیاتی است که در این مرحله انجام گرفته است. بدیهی است تدقیق شرایط و فرضیات بکارگرفته شده در مطالعات طرح ارتقاء کیفیت جریان حوزه آبریز آجی‌چای که هم اکنون مطالعات آن آغاز گردیده است، می‌تواند نتایج واقع‌بینانه‌ای را برای کیفیت آب مخزن آجی‌چای ارایه نماید. لذا ضمن تأکید و تأیید بر لزوم حذف شاخه‌ها و آبراهه‌های شور و سایر تمهیداتی که در این زمینه بکار گرفته خواهد شد، ارایه نتایج نهایی در خصوص کیفیت آب آجی‌چای موکول به انجام مطالعات طرح ارتقاء کیفیت آب آجی‌چای می‌گردد.

۵- کنترل کیفیت آب و خاک دشت تبریز

پس از انجام مطالعات کنترل کیفیت در حوزه آبریز آجی‌چای تا محل سد ونیار و در مخزن سد مسئله کنترل آب و خاک در دشت تبریز مطرح می‌باشد. این مطالعات شامل در نظر گرفتن

تمهیدات مناسب در خصوص استفاده تلفیقی از جریان آب‌های زیرزمینی و سطحی جهت ارتقاء کیفیت آب مورد نیاز آبیاری در اراضی دشت تبریز است که موارد برنامه‌ریزی شده و در دست انجام به شرح زیر می‌باشد.

۵-۱- تلفیق کمی و کیفی آبهای سطحی وارده به دشت تبریز

در این قسمت تغیرات ماهانه کمی و کیفی آب رها شده از سد ونیار که در مطالعات مدیریت منابع آب با اتکا به نیاز آبی کشاورزی در دشت تعیین شده، به عنوان عمده‌ترین منبع تأمین نیاز کشاورزی مورد توجه قرار گرفته و با کیفیت و کمیت آب تأمین شده از رودخانه کمور و سینیخ‌چای جهت تأمین مناسب‌ترین کیفیت آب در دوره رشد گیاه تلفیق می‌گردد.

۵-۲- بررسی کیفیت و کمیت آبهای زیرزمینی در دشت تبریز

در این مورد نتایج مطالعات بیلان آب زیرزمینی دشت تبریز و مدل ریاضی بهره‌برداری از آبهای زیرزمینی با توجه به کیفیت آب در نقاط مختلف دشت بهره‌برداری تلفیقی، به دو صورت نوبتی و اختلاط با آبهای سطحی با هدف بهبود کیفیت آب آبیاری مورد بررسی قرار گرفته است.

۵-۳- اصلاح خاکهای شور و زهدار

با توجه به اینکه بخشی از اراضی آبخور آجی‌چای در طول سالیان دراز شور، قلیایی و زهدار شده است، طی مطالعات خاکشناسی نیمه تفصیلی دقیق و پس از انجام مطالعات لایه‌بندی در فواصل ۱×۱ کیلومتر و در ادامه احداث شبکه چاه‌های مشاهده‌ای به فواصل ۲×۲ کیلومتر در سطح دشت تبریز و ۱۸ ماه قرائت آنها، وضعیت نوسانات آب زیر سطحی و تغییرات کیفیت زه‌آب، وضعیت شوری، قلیائیت و زهکشی اراضی مورد بررسی قرار گرفته و مطالعات دقیقتر با توسعه شبکه لایه‌بندی به مناطق مرکزی دشت تبریز در دست انجام می‌باشد.

به علاوه در نقاط مختلف دشت و سری خاک‌هایی که دارای درجات مختلف شوری و قلیائیت بوده‌اند آزمایشات آبشویی انجام گردیده است.

۵-۴- انتخاب گیاهان مناسب

با توجه به بررسی تحمل گیاهان زراعی در مراحل مختلف رشد و میزان کاهش محصول بر اساس درجه شوری، الگوی کشت مناسب منطقه تعیین و با مسئولین کشاورزی منطقه هماهنگ گردیده است.

تأثیرات زیست محیطی استفاده از آب‌های شور

سیدجلال جبلی[1]

چکیده

یکی از نارسائی‌های عمده در توسعه کشاورزی، محدودیت‌های کمی و کیفی منابع آب می‌باشد. با حادتر شدن روزافزون مشکل کمبود آب، استفاده از آبهای با کیفیت نامطلوب (Poor water Quality) نیز پیوسته از اهمیت بیشتری برخوردار می‌گردد. بر همین اساس آبهای شور به عنوان یکی از منابع آبهای با کیفیت نامطلوب، اجباراً در پاره‌ای نقاط در زمره منابع آبیاری مورد استفاده قرار می‌گیرد. حتی در بعضی از مناطق به دلیل محدود بودن منابع آب، آب‌های شور به عنوان تنها منبع تأمین آب کشاورزی و شرب قلمداد گردیده، و همانند منابع آبهای شیرین دارای اهمیت می‌باشد.

استفاده از آب‌های شور در آبیاری همچون سایر فعالیت‌های کشاورزی با تأثیرات منفی در محیط زیست توأم بوده است. محیط زیست شامل محیط فیزیکی، محیط اقتصادی و محیط اجتماعی بوده و آبیاری با آبهای شور ممکن است همه اجزاء ذکر شده را تحت تأثیر خود قرار دهد. کیفیت منابع آب و خاک، گونه‌های جانوری و گیاهی، جمعیت، اشتغال و بهداشت در زمره اجزائی هستند که تحت تأثیر مصرف آب‌های شور قرار می‌گیرند. این تأثیرات ممکن است به علت شرایط اقلیمی کاهش یا شدت یابد. در مناطق خشک و نیمه خشک تأثیرات منفی به کارگیری آبهای شور به سبب تبخیر زیاد شدیدتر می‌گردد. تبخیر در این گونه نواحی موجب تمرکز نمک‌ها در سطح خاک و شوری بیشتر آن می‌شود. به ویژه آن که آبیاری سطحی که رایج‌ترین روش آبیاری است، به سبب اعمال آب فراوان و تجمع آب در پروفیل خاک امکان شور شدن اراضی را کاملاً تشدید می‌نماید. هرچند احداث زهکش‌های عمقی از تجمع آب در پروفیل خاک و امکان حرکت نمک‌ها به سطح خاک جلوگیری می‌نماید، اما قابلیت بالقوه شور شدن اراضی در

۱-عضو هیئت علمی دانشگاه تهران و کارشناس همکار در بخش محیط زیست شرکت مهاب قدس

این اقلیم‌ها هیچگاه نباید فراموش گردد. حتی اقداماتی نظیر آبیاری بارانی و قطره‌ای که آب کمتری مصرف می‌نمایند، نباید به عنوان تنها راه حل مقابله با احتمال شور شدن اراضی تلقی گردد، زیرا این روش‌های آبیاری به دلیل اعمال میزان آب کمتر، تنها می‌توانند سرعت و روند شور شدن اراضی را کاهش دهند. برای حصول نتایج بهتر، سایر روش‌های مدیریت شوری منابع آب و خاک نیز باید در این اراضی به کار گرفته شود.

استفاده از آب‌های شور در کشاورزی ضرورت توجه مستمر به تغییرات کیفی آب بازیافتی، خاک، گیاه و حتی سلامتی انسان‌ها را مورد تأکید قرار داده است. همچنین نظر به اینکه استفاده از آب‌های شور منجر به تأثیرات زیست محیطی و بهداشتی قابل توجه می‌گردد، پایش مؤثر و مستمر (Monitoring) در جلوگیری از اضمحلال (Degradation) منابع آب و خاک و کنترل کیفیت، نقش تعیین کننده‌ای خواهد داشت. در این مقاله سعی بر آن خواهد بود که تأثیرات احتمالی استفاده از آب‌های شور در حیطه‌های مختلف محیط زیست نظیر منابع آب، خاک و محصولات را مورد بررسی قرار داده و سرانجام مبتنی بر این بررسی‌ها توصیه‌های لازم ارائه گردد.

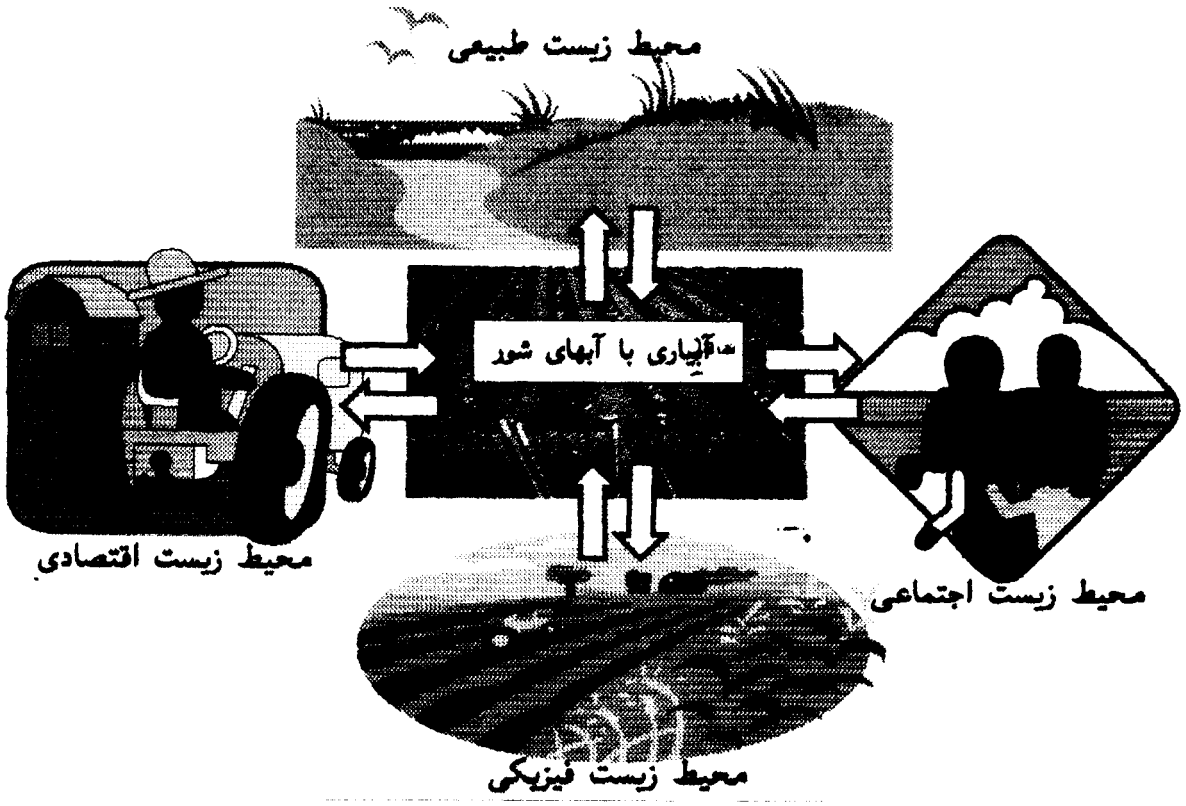
مقدمه

امروزه توسعه کشاورزی پایدار با محدودیت منابع آب‌های شیرین مواجه می‌باشد: آبهایی که تا چند دهه قبل به عنوان منابع آبهای نامطلوب تلقی می‌گردید، اکنون اجباراً به دلیل محدودیت منابع آب باید به عنوان منابع آبیاری مورد استفاده قرار گیرد. یکی از منابعی که دارای کیفیت نامطلوب می‌باشد آبهای شور (Saline Water) و لب‌شور (Brakish Water) است. بنابراین همان گونه که در حال حاضر در بعضی مناطق گرم و خشک رایج است، برای توسعه کشاورزی در صورت نبود منابع آب شیرین اجباراً می‌بایست به این گونه آبها روی آورد. مضافاً این که بر اساس تجارب جهانی (نمودار ۱) هزینه گزینه مدیریت بکارگیری آب‌های شور از گزینه توسعه منابع آب جدید اقتصادی‌تر بوده و بالغ بر ۴۵ تا ۷۰ سنت در هر متر مکعب برآورد شده و در میان سایر گزینه‌های تأمین آب از رتبه سوم برخوردار می‌باشد. تجارب جهانی نشان داده است که از ۹۸۵ میلیون هکتار اراضی نامساعد دنیا که در ۱۰۰ کشور دنیا پراکنده است، قریب به ثلث آن یعنی ۳۲۳ هکتار شور و قلیایی می‌باشند. این میزان معادل ۵ درصد از کل سطح کره زمین و حدود ۲۳ درصد از اراضی قابل کشت دنیا را شامل می‌گردد. در میان کشورهایی که با مشکل

شوری مواجه هستند می‌توان به چین (۷ میلیون هکتار)، هند (۵/۴ میلیون هکتار)، امریکا (۵/۲ میلیون هکتار)، پاکستان (۳/۲ میلیون هکتار)، و شوروی سابق (۲/۵ میلیون هکتار) اشاره نمود (Tyogi, 1996).

آب آبیاری معمولاً از منابع آبهای سطحی یا زیرزمینی تأمین می‌گردد. این منابع غالباً دارای ۲۰۰ تا ۲۰۰۰ میلیگرم املاح محلول (Total Disolved Solids, TDS) در لیتر می‌باشند (Daniel Hillel, 1987). مقایسه این قبیل آبها با آب باران، بین ۱۰ تا ۱۰۰ برابر نمک بیشتری نشان می‌دهد. با این حساب در طول یک فصل رشد با اعمال مثلاً ۱۰۰۰ میلیمتر آب لب شور، بالغ بر ۵ تن نمک در هر هکتار زمین توزیع می‌گردد. واضح است در صورت ادامه این وضعیت، خاک شور گشته و پس از چند فصل آبیاری قدرت حاصلخیزی خاک کاملاً از بین خواهد رفت. تشخیص کیفیت آبهای آبیاری با چهار شاخص عمده امکان‌پذیر می‌باشد. نخست شوری کل (Total Salinity) که غلظت کلیه نمکهای محلول در آب را ارایه می‌کند. دوم قلیائیت (Sodicity) که نسبت سدیم را به سایر کاتیونهای آب تعیین می‌نماید. سومین شاخص غلظت آنیونهایی نظیر بیکربنات و کربناتها را بدست می‌دهد. آخرین شاخص غلظت عناصر سمی (Toxic Elements) مثلاً بر، سلنیم و آرسنیک را معرفی می‌نماید. در میان چهار گروه ذکر شده دو شاخص رایج یعنی نسبت جذب سدیم (SAR) و هدایت الکتریکی (EC) نشانه‌های مهم تعیین شوری یا عدم شوری آب و خاک محسوب می‌شود (Daniel Hillel, 1987) .

محیط زیست انسانی شامل محیط زیست فیزیکی، محیط زیست طبیعی و محیط زیست اقتصادی - اجتماعی می‌باشد. در توسعه کشاورزی پایدار از اجزای مختلف محیط زیست به گونه‌ای استفاده می‌شود که هیچ یک از آنها دچار اضمحلال (Degradation) نگردیده و ضمناً قابلیت تولید خود را نیز دائماً حفظ نمایند. با استفاده از آب‌های شور، اجزای مختلف محیط زیست تحت تأثیر مستقیم استفاده از آن قرار می‌گیرند (نمودار ۲). ترکیب عناصر شیمیایی موجود در آبهای شور بسته به نوع منبع آن ممکن است اندکی متغیر باشد اما غالباً دارای عناصریست که به لحاظ امکان اضمحلال بعضی از اجزای محیط زیست حائز اهمیت فراوان می‌باشند. محیط زیست فیزیکی متشکل از منابع آب، خاک و اقلیم بوده که تحت تأثیر مستقیم آب‌های شور دچار تغییرات کمی و کیفی می‌گردد. محیط زیست فیزیکی بدلیل مصرف آبهای شور به دو طریق ممکن است دچار آسیب‌دیدگی گردد. نخست، نارسایی رشد گیاهی ناشی از تراکم نمک و افزایش فشار اسمزی در آب و دومین اشکال منتج از فراوانی سدیم قابل تعویض است که کاهش نفوذپذیری خاک را بدنبال خواهد داشت. تراکم نمک در پروفیل خاک منجر به



نمودار ۲ - اثر آبهای شور بر محیط زیست

در دهه‌های اخیر استفاده از آبهای شور و لب شور بعنوان پساب‌های کشاورزی در نقاط مختلف دنیا از جمله در استرالیا و امریکا رونق زیادی یافته است. پسابهای کشاورزی در بخشی از اراضی ۷۰۰۰۰ هکتاری منطقه شپارتن ویکتوریا (Shepparton Irrigation Region) مورد استفاده قرار می‌گیرد.دراین منطقه پساب‌ها بطور متوالی در اراضی مورد استفاده قرارگرفته با هر بار چرخش در زمین به شوری آب اضافه می‌گردد. هنگامی که شوری پساب‌ها به میزان غیر قابل قبول رسید آنرا به حوضچه‌های تبخیر (Evaporation Basins) هدایت می‌نمایند تا نمک‌های پساب نهایی در این حوضچه‌ها ته‌نشین گردد. اخیراً در این طرح با استفاده از الگوی دره سن‌ژاکوئن کالیفرنیا بجای حوضچه‌های تبخیری از سری حوضچه‌های بیولوژیکی (Serial Biological Concentration) استفاده می‌گردد. در این راه حل که یک گزینه زیست محیطی نیز به حساب می‌آید، از پسابهای مزرعه قبلی به طور متوالی در مزارع بعدی برای کشت محصولات مقاومتر به شوری (Progressively Increasing Salt Tolerant Crops) استفاده می‌گردد. در این نوع چرخش پساب، ضمن تولید محصولات زراعی بخشی از شوری توسط گیاه جذب گردیده و حجم پساب برای تخلیه به حوضچه‌های تبخیری کاهش می‌یابد (Heuperman, Heath and Greensland, 1996).

نمودار ۱ - برآورد هزینه‌های مدیریت منابع آب در دنیا

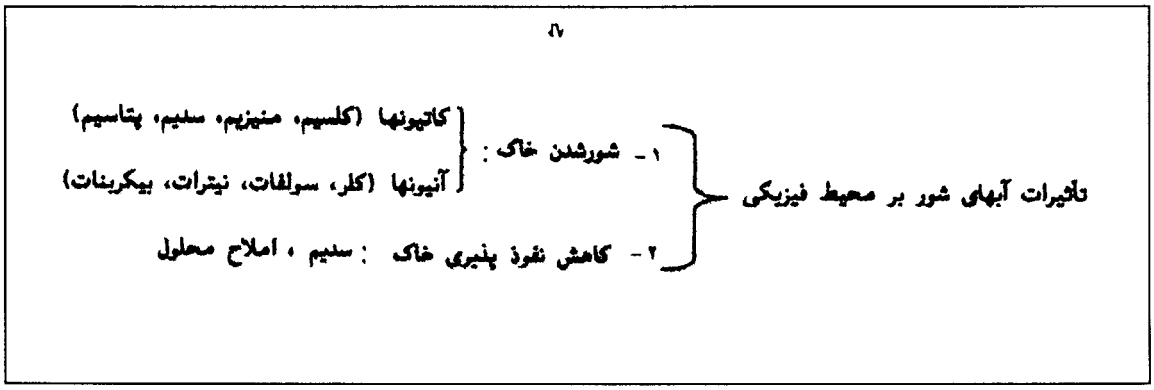
برآورد هزینه	گزینه‌های مختلف
۵۰ - ۵	کاهش آب مورد نیاز از طریق افزایش راندمان
۶۰ - ۳۰	تصفیه و استفاده مجدد پساب‌ها برای آبیاری
۷۰ - ۴۵	شیرین کردن آبهای لب شور
۸۵ - ۵۵	توسعه منابع آب جدید
۱۵۰ - ۱۰۰	شیرین کردن آب دریا

۱ - اثرات آبهای شور بر محیط زیست فیزیکی

آبهای شور بسته به نوع منبع آن ممکن است شور، قلیایی یا همزمان شور و قلیایی باشند و دراین صورت متناسباً غلظت نمک، سدیم و یا هر دو آنها بالاتر از حد قابل قبول می‌باشد. سایر کاتیونها، آنیونها و عناصر مضر دیگر از قبیل بر به میزان سمیت آن می‌افزایند. محیط زیست فیزیکی متشکل از منابع آب، خاک واقلیم بوده که تحت تأثیر مستقیم عناصر موجود در آب‌های شور دچار تغییرات کمی و کیفی می‌گردند. محیط زیست فیزیکی بدلیل مصرف آبهای شور به دو طریق ممکن است دچار آسیب‌دیدگی گردد (نمودار ۳). نخست، نارسایی رشد گیاهی ناشی از تراکم نمک و افزایش فشار اسمزی در آب، و دومین اشکال منتج از فراوانی سدیم قابل تعویض است که کاهش نفوذپذیری خاک را بدنبال خواهد داشت. تراکم غلظت نمک در پروفیل خاک سبب نارسایی در رشد نبات، کاهش تولیدات کشاورزی و تقلیل کیفیت محصول می‌گردد. هدایت الکتریکی (Electrical Conductivity) یا EC مهمترین شاخص شوری آب بوده و رابطه مستقیم با مجموع غلظت کاتیونها و آنیونهای موجود در آب دارد (Pescod, 1992). سدیم یکی از عناصر مهم موجود در آبهای شور است که سبب تغییرات فیزیکی و شیمیایی مهم در ساختمان خاک می‌شود (کمیته ملی آبیاری و زهکشی، نشریه شماره ۲۲. ۱۳۷۷). افزایش غلظت سدیم در خاک موجب پراکندگی (Dispersion) ذرات خاک و کاهش نفوذپذیری آن (Infilitration) می‌گردد. تقلیل نفوذپذیری خاک نیز سبب اضمحلال (Degradation) ساختمان خاک و در نهایت تشدید افت محصول خواهد شد (کمیته ملی آبیاری و زهکشی، نشریه شماره ۲۶.۱۳۷۶). معتبرترین شاخص تأثیرات یون سدیم، نسبت جذب سدیم یا (SAR) می‌باشد. نمودار ۴ تأثیرات سدیم اضافی و حد قابل قبول آن را نشان می‌دهد.

۲- اثرات آب‌های شور بر محیط زیست طبیعی

محیط زیست طبیعی شامل گونه‌های گیاهی و جانوری بوده که بطور غیر مستقیم تحت تأثیر مصرف آب‌های شور قرار می‌گیرند. گونه‌های گیاهی و جانوری اعم از اهلی و وحشی که در اراضی کشاورزی زیست می‌کنند، تحت تأثیر کیفیت آبهای شور بطور تدریجی دستخوش تغییرات خواهند شد. این قبیل تأثیرات نیز به نوبه خود منجر به اضمحلال کیفیت خاک و محصول می‌گردد. تجمع نمک در پروفیل خاک مانع رشد طبیعی گونه‌های گیاهی گردیده و محیط زیست موجودات بومی را نیز به مخاطره می‌اندازد. فعالیت موجود ذره‌بینی (Micro - organisms) که در بسیاری از فعل انفعالات زیست محیطی از جمله تجزیه بقایای مواد آلی نقش مثبت دارند، در اثر افزایش غلظت نمک دچار اختلال می‌گردد. زیرا باکتریها و قارچها که عمده‌ترین عناصر پالایش خاک محسوب می‌شوند، در صورت مساعد بودن سایر شرایط، نظیر مواد مغذی و رطوبت تنها در pH خنثی دارای رشد متعادل خواهند بود. در خاکهای شور و قلیایی به دلیل بر هم خوردن تعال pH ، رشد موجودات ذره‌بینی بطور محسوس کاهش یافته و قدرت خود پالایی خاک نیز تقلیل می‌یابد (Tate, 1995). وجود کربن، نیتروژن، رطوبت و هوا نیز در افزایش رشد موجودات هوازی خاک مؤثر می‌باشد. در خاکهای شور و قلیایی بعلت کاهش عناصر یاد شده کیفیت خاک و محصولات تحلیل می‌رود. واضح است در این حالت در صورت عدم اعمال مدیریتهای لازم، خسارات جبران ناپذیری به محیط زیست طبیعی وارد خواهد شد.



نمودار ۳- تأثیرات آبهای شور بر محیط فیزیکی

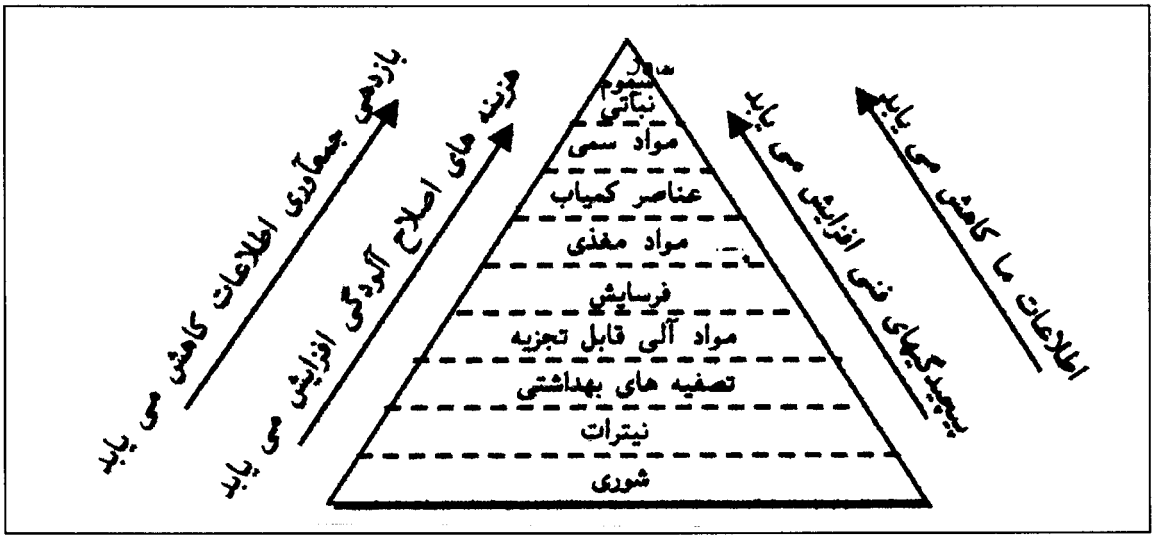
تأثیر عناصر مضر آب در محیط زیست فیزیکی (WHO 1989)		
نوع مشکل	نوع نارسایی	حد قابل قبول
⇦ شوری		
Ec -	تحلیل کیفیت خاک و محصول	0.7 dS/m <
TDS -	تحلیل کیفیت خاک و محصول	450 mg/L <
⇦ نفوذ پذیری خاک		
SAR -	کاهش نفوذ پذیری خاک	0.3
⇦ عناصرسمی		
Na -	کاهش نفوذ پذیری و شور شدن خاک	3 me/L <
Cl -	کاهش نفوذ پذیری و شور شدن خاک	3 me/L <
B -	کاهش نفوذ پذیری و شور شدن خاک	0.7 mg/L <
N -	تحلیل کیفیت محصول	5 mg/L <
⇦ فلزات سنگین		
As -	سمی برای گیاهان	0.1 mg/L <
Cd -	سمی برای گیاهان	0.01 mg/L <
Cu -	سمی برای گیاهان	0.2 mg/L <
Pb -	سمی برای گیاهان	5 mg/L <
Zn -	سمی برای گیاهان	2 mg/L <

نمودار ۴- تأثیر عناصر مضر آب در محیط زیست فیزیکی

۳- اثرات آب‌های شور بر محیط زیست اقتصادی

یکی دیگر از جنبه‌های مهم مصرف آبهای شور، تأثیر بر محیط زیست اقتصادی می‌باشد. مزرعه به عنوان یک واحد اقتصادی و مرکز تولید محصولات کشاورزی، متشکل از محیط زیست فیزیکی و محیط زیست طبیعی بوده و منابع آب، خاک و گیاهی موجود در محیط فیزیکی برای تولید محصولات کشاورزی و فرآورده‌های دامی به کار گرفته می‌شود. در اثر اضمحلال اجزای محیط‌های فیزیکی و طبیعی، مزرعه نیز به نوبه خود دچار صدمات اقتصادی می‌گردد. افت محصول و کاهش درآمد از عواقب نامطلوب اضمحلال محیط‌های فیزیکی و طبیعی می‌باشد. اقتصاد خانوار روستایی که بر تولید محصول و کسب درآمد مبتنی است، با به خطر افتادن اجزای محیط‌های فیزیکی و طبیعی دستخوش بی‌ثباتی خواهد شد. برای کاهش اثرات شوری بر محیط زیست فیزیکی اعمال مدیریت ویژه برای کنترل کمیت و کیفیت شوری ضروری می‌باشد. مدیریت شوری نسبت به سایر عناصر مضر از جنبه اقتصادی هزینه‌های کمتری در بر دارد. بهمین دلیل در نمودار ۵ شوری در پایین‌ترین سطح مثلث آلاینده‌ها معرفی شده است. به نحوی که با حرکت از پایه مثلث به سمت رأس، به دلیل پیچیدگی رفتار (Fate) اولاً با کاهش میزان

اطلاعات مواجه بوده و دوماً هزینه‌های اصلاح آلودگی‌ها نیز افزایش می‌یابد. بر طبق نمودار ۵ در میان آلاینده‌ها ساده‌ترین و کمترین هزینه‌ها مربوط به اصلاح شوری و گرانترین و پیچیده‌ترین آنها متعلق به رفع آلودگی سموم نباتی می‌باشد (Rickert, 1993) .



نمودار ۵- جایگاه شوری در میان سایر آلاینده‌ها

۴- اثرات آبهای شور بر محیط زیست اجتماعی

محیط زیست اجتماعی نیز بطور غیر مستقیم از کاربرد آب‌های شور درکشاورزی متأثر میگردد. محیط زیست اجتماعی متشکل از خانوارها، اجتماعات روستایی و شهری می‌باشد. پایداری این اجتماعات وابسته به پایداری اقتصادی آنها بوده و اضمحلال آنها مشکلات اجتماعی را به دنبال خواهد داشت. از مهمترین عواقب اضمحلال محیط زیست اجتماعی، کاهش درآمد و کاهش اشتغال‌زایی و فراهم شدن مقدمات مهاجرت کشاورزان به شهرها می‌باشد.

۵- جمع‌بندی

تأثیرات ناشی از کاربرد آبهای شور در محیط زیست را می‌توان در چهار گروه متفاوت بررسی نمود. این تأثیرات شامل: نخست تأثیر در محیط زیست فیزیکی، دوم تأثیر در محیط زیست طبیعی، سوم تأثیر در محیط زیست اقتصادی و سرانجام تأثیر در محیط زیست اجتماعی

می‌باشد. آبهای شور محیط زیست فیزیکی را بیش از سایر اجزا تحت تأثیر خود قرار می‌دهند. بدنبال تأثیرات در محیط زیست فیزیکی سایر اجزای محیط زیست نظیر محیطهای طبیعی، اقتصادی و اجتماعی نیز بطور غیر مستقیم دستخوش تغییرات می‌گردند. محیط زیست فیزیکی بدلیل مصرف آب‌های شور به دو طریق ممکن است دچار آسیب‌دیدگی گردد. نخست، نارسایی رشد ناشی از تراکم نمک و دومین اشکال منتج از فراوانی سدیم قابل تعویض که کاهش نفوذپذیری خاک را بدنبال خواهد داشت. تجمع غلظت نمک در پروفیل خاک مانع رشد طبیعی گونه‌های گیاهی گردیده و محیط زیست موجودات بومی را نیز به مخاطره می‌اندازد. فعالیت موجودات ذره‌بینی (Micro - organisms) که در بسیاری از فعل انفعالات زیست محیطی از جمله تجزیه بقایای مواد آلی نقش مثبت دارند، در اثر افزایش غلظت نمک دچار اختلال می‌گردد. در اثر اضمحلال اجزای محیطهای فیزیکی و طبیعی، مزرعه نیز به نوبه خود دچار صدمات اقتصادی می‌گردد. افت محصول و کاهش درآمد از عواقب نامطلوب اضمحلال محیطهای فیزیکی و طبیعی می‌باشد. اقتصاد خانوار روستایی که بر تولید محصول و کسب درآمد مبتنی است، با به خطر افتادن اجزای محیطهای فیزیکی و طبیعی دستخوش بی‌ثباتی خواهد شد. تداوم اسکان خانوارهای روستایی وابسته به پایداری اقتصادی آنها بوده و اضمحلال آنها مشکلات اجتماعی را به دنبال خواهد داشت. از مهمترین عواقب اضمحلال مخیط زیست اجتماعی، کاهش درآمد و اشتغال و فراهم شدن مقدمات مهاجرت کشاورزان به شهرها می‌باشد. برای کاهش اثرات آبهای شور بر محیط زیست، نخست می‌بایست اعمال مدیریت ویژه و تکیه‌بر تجارب جهانی مورد توجه قرار گیرد، و دوم با تداوم آزمایش و تحقیق در مزارع آزمایشی و زمینهای زراعی روشهای نوین مدیریت بهینه بررسی و بکار گرفته شود. این قبیل اطلاعات کارشناسان و متخصصین منابع آب و کشاورزی را در طراحی و برنامه‌ریزی استفاده بهینه از منابع آب و خاک یاری خواهد داد.

منابع

گروه کار سیستم‌های آبیاری در مزرعه. استفاده از آبهای شور و لب شور برای آبیاری. کمیته ملی آبیاری و زهکشی. نشریه شماره ۱۳۷۸.۲۶

کمیته ملی آبیاری و زهکشی. مفاهیم زهکشی و شوری آب و خاک. نشریه شماره ۱۳۷۸.۲۲

Daniel Hillel, 1987. The efficient use of water in irrigation. World Bank technical paper number 64. 1818 H Street, N.W. Washington, D.C. 20433, U.S.A. pp. 89-99.

Pescod, M.B. 1992. Wastewater treatment and use in agriculture, FAO. Irrigation and drainage paper No. 47.

Rickert, D. 1993. Water quality assesment to determine the nature and extent of water pollution by agriculture and related activities. In: Prevention of water pollution by agriculture and related activities. Proceedings of the FAO expert consultation, Santiago, Chile, 20-23, October 1992. 171-194.

Tate, R.L. 1995. Soil Microbiology. John Wiley & Sons, Inc. New York. pp. 30-122.

Tyagi, N.K., 1996. Salinity management in irrigated agriculture. In: Sustainability of irrigated agriculture by L.S. Pereira, R.A. Feddes, J.R. Gilley and B. Lesaffre (Ed.). NATO ASI Series, Series E: Applied Sciences, the Netherlands 312: 345-358.

بحران آب و لزوم توجه به رودخانه‌های شور در برنامه‌ریزی منابع آب کشور

هادی میرابوالقاسمی [1]

چکیده:

قرن بیست و یکم را می‌توان قرن کمبود آب و ریاضت آبی نامید. در این قرن، آب به عنوان یکی از استراتژیک‌ترین محصولات دنیا می‌تواند نقش موثری در تنش‌های سیاسی، اجتماعی و اقتصادی منطقه‌ای و جهانی داشته باشد. تو هم این بحران و تنش باعث شده در میان محققان و سیاستگذاران بخش آب یک رویکرد عمومی به بهره‌گیری از آبهای غیرمتعارف بوجود آید و انتظار می‌رود استفاده از این آبها به کاهش مشکلات حاصل از بحران آب کمک نماید. رودخانه‌های شور و نیمه شور از جمله منابع مهم آبهای غیرمتعارف در بخش کشاورزی به حساب می‌آیند.

در این مقاله میزان گسترش رودخانه‌های شور در ایران و چگونگی گسترش عاملهای موثر بر شوری آب این رودخانه‌ها بررسی شده است. نتایج بدست آمده نشان می‌دهند پراکندگی رودخانه‌های شور و نیمه شور در حوضه آبریز فلات مرکزی و حوضه آبریز خلیج فارس و دریای عمان قابل توجه بوده و این رودخانه‌ها بدلیل گسترش روزافزون عاملهای ایجاد کننده شوری در معرض توسعه و تخریب بیشتر قرار دارند. همچنین مطالب ارایه شده بر لزوم توجه به رودخانه‌های شور و نیمه شور در برنامه‌ریزی منابع آب کشور و تشکیل یک مرکز مستقل تحقیقاتی و برنامه‌ریزی در این زمینه تاکید دارد.

واژه‌های کلیدی: رودخانه‌ها، رودخانه‌های شور، کیفیت آب، رودخانه‌های ایران، برنامه ریزی منابع آب

۱-کارشناس ارشد مهندسین مشاور آب خاک تهران و عضو پیوسته کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران

۱- بحران جهانی آب و امکانات ما:

معروف است چنانچه کل آبهای موجود در کره زمین بطور یکنواخت روی سطح آن پخش شود ارتفاعی معادل ۲/۷ کیلومتر را تشکیل می‌دهد و سهم هر فرد از این حجم عظیم بیش از ۲۵ میلیون مترمکعب است. با اینحال آنچه به عنوان آب شیرین تجدید شونده و سهل الوصول در اختیار بشر قرار دارد کمتر از ۲۶۰۰ مترمکعب برای هر نفر در سال است که بصورت کاملاً ناهمگون در سطح کره زمین توزیع شده به گونه‌ای که سرانه هر فرد در برخی کشورها مانند مصر و قطر کمتر از ۵۰ مترمکعب و در برخی کشورهای پرآب به بیش از ۴۰۰۰ متر مکعب در سال می‌رسد. سهم سالانه هر فرد از منابع آب تجدید شونده تا حدی ثابت است و این سهم با افزایش جمعیت بطور دایم کاهش می‌یابد. هیدرولوژیستها رقم ۱۰۰۰ مترمکعب در سال برای هر نفر را به عنوان حداقل سرانه لازم برای تامین نیازهای بشر پذیرفته‌اند و متخصصان هیدروپولتیک معتقدند چنانچه سرانه آب یک کشور از این مقدار کمتر شود تنش‌های سیاسی، اجتماعی و اقتصادی ناشی از کم آبی در آن کشور آغاز شده و تا مرزهای ژئوپولتیکی آن کشور گسترش خواهد یافت. این مساله، بخصوص برای کشورهای خشک و نیمه خشک حوزه آسیا و خاورمیانه اهمیت مضاعف دارد. به عبارتی، امروز تنها مساله کمبود آب و یا مصرف زیاد در یک کشور مطرح نیست بلکه تاثیرپذیری و به هم پیوستگی تحولات سیاسی دنیا و گسترش سریع تنش‌های منطقه‌ای می‌تواند این موضوع را به یک مشکل جهانی تبدیل کند. و این در شرایطی است که هنوز اثرات دراز مدت گرم شدن کلی هوای دنیا در اثر گازهای گلخانه‌ای و تغییر الگوی بارندگی در دنیا مشخص نشده است. به احتمال نزدیک به یقین می‌توان گفت که با آغاز سال ۲۰۰۰ بشر وارد قرن کمبود و ریاضت آب شده و در این قرن آب به عنوان استراتژیک‌ترین محصول دنیا تلقی خواهد شد.

براساس آخرین آمار منتشر شده، ارتفاع ریزشهای جوی ایران در سال آبی ۱۳۷۸-۱۳۷۷ (مهرماه ۱۳۷۷ تا خرداد ماه ۱۳۷۸) معادل ۱۸۰/۸ میلیمتر (حدود ۲۸۹/۴ میلیاردمترمکعب) بوده که نسبت به مدت مشابه در سال قبل ۳۹/۹ درصد و نسبت به متوسط ریزش سی ساله ۲۶/۱ درصد کاهش داشته است. همچنین مجموع تخلیه از منابع آب زیرزمینی در سال ۱۳۷۶ به ۷۰/۳ میلیاردمترمکعب رسیده که نسبت به متوسط ۳۰ ساله تغذیه و تخلیه که در آخرین بیلان آب کشور ارایه شده، بترتیب اضافه برداشتی معادل ۱۳/۹ و ۹ میلیارد مترمکعب در سال را نشان می‌دهد [۱۲و ۱۳].

بررسی تغییرات حجم منابع آب سطحی کشور طی دهه گذشته (۱۳۷۷-۱۳۶۷) نیز نشان می‌دهد حجم سالانه این منابع بین ۶۹/۳۸ تا ۱۶۴/۶۲ میلیارد مترمکعب تغییر داشته که نشان دهنده دامنه تغییرات گسترده (۹۵/۲۴ میلیارد مترمکعب) و تغییر پذیری شدید این منابع از سالی به سال دیگر می‌باشد. بطور قطع این مقدار تغییرپذیری، استفاده از ارقام متوسط برای تخمین حجم منابع آب کشور را با مشکل مواجه می‌سازد. با اینحال علیرغم آمارهای متفاوتی که ارایه می‌شود، بنظر می‌رسد در آرمانی‌ترین شرایط، میزان متوسط آب قابل استحصال کشور حدود ۱۰۰ میلیارد مترمکعب در سال باشد که براساس معیارهای ذکر شده برای جمعیتی معادل ۱۰۰ میلیون نفر کفایت خواهد کرد. به عبارتی شکل‌گیری و تشدید خطر بحران آب در کشور ایران جدی و از هم اکنون قابل پیش‌بینی می‌باشد.

۲- آبهای غیرمتعارف، یک راه حل:

عموماً از کاهش نرخ رشد جمعیت، صرفه‌جویی در مصرف و استفاده از منابع جدید به عنوان راه حلهای کنترل بحران آب نام برده می‌شود.

حتی اگر کوشش‌های انجام شده در زمینه کنترل نرخ رشد جمعیت در دنیا به نتایج مطلوب منتهی شود، توسعه کشورها و بالا رفتن استانداردهای زندگی بشر به افزایش مصرف آب منجر شده و باعث می‌شود نرخ رشد مصرف آب بیشتر از نرخ رشد جمعیت باشد. از طرفی بهره‌گیری از ابزار و تکنولوژی جدید برای انتقال و توزیع آب سبب شده تو هم زوال ناپذیر بودن منابع آب در ذهن اغلب مردم دنیا شکل بگیرد و ساختارهای فکری و اخلاقی جدیدی در مورد مصرف آب بوجود آورد.

این توهم از عاملهای اصلی افزایش مصرف آب بوده و همواره اقدامهای ترویجی و تبلیغی در زمینه صرفه‌جویی را با شکست مواجه ساخته است.

اغلب مردمی که در شهرها زندگی می‌کنند، حتی هنگام خشکسالی هم کم آبی را درک نمی‌کنند و در نظرشان اینکه استفاده بیش از اندازه از آب می‌تواند دنیا را به سمت یک خشکی مزمن سوق دهد یک احساس غریب و غیرقابل تصور است. با اینحال حفاظت از آب و بهبود کارآیی مصرف آن در بخش‌های شرب، صنعت و بخصوص کشاورزی، تفکری آرمانی و دور از دسترس نیست و با راهکارهایی نظیر توسعه روشها و تکنولوژیهای جدید، ایجاد تغییرات ساختاری و اصلاحی در مدیریت بهره‌برداری از آب و سازمانهای مرتبط با آن و بهره‌گیری از منابع جدید می‌تواند

تحقق یابد.

آبهای غیرمتعارف از جمله منابع جدید آب هستند که تا چند دهه قبل کمتر مورد توجه محققان و سیاستگذاران قرار می‌گرفتند ولی در حال حاضر توهم شکل‌گیری بحران آب یک رویکرد عمومی‌نسبت به این مساله را بوجود آورده که به توسعه تحقیقات در این زمینه منجر شده است.

در بخش کشاورزی، آبهای شور و لب شور از جمله منابع مهم آبهای غیرمتعارف‌اند و توجه به آنها بخصوص برای کشورهای خشک و نیمه خشک اهمیت دارد. استفاده از این آبها می‌تواند به عنوان یکی از راه حلهای موثر برای تامین آب بیشتر مورد توجه برنامه‌ریزان و سیاستگذاران این بخش قرار گیرد. به این منظور مسایل مرتبط با بهره‌برداری از آبهای شور و لب شور را در دو بخش مجزا می‌توان تفکیک و بررسی کرد که عبارتند از:

۱- مسایل مرتبط با مدیریت کاربرد آب در مزرعه که راهکارها و روشهای توسعه کشت گیاهان و گونه‌های مقاوم به شوری و همچنین اعمال مدیریت صحیح آبیاری و زهکشی بمنظور آبشویی و جلوگیری از تراکم نمک در خاک را پیگیری می‌کند.

۲- مسایل مرتبط با مدیریت تامین، توسعه و بهسازی منابع آب شور که به بررسی وضعیت جغرافیایی و هیدرولوژیکی این منابع و مسایلی نظیر حفاظت از آبهای شیرین و کنترل شوری جریانهای سطحی می‌پردازد.

در این مقاله مساله استفاده از آبهای شور از دیدگاه دوم (تامین، توسعه و بهسازی منابع آب) بررسی و سعی‌شده یک‌ارزیابی کلی ازامکانات بالقوه بخشی از منابع آب شور کشور ارایه شود.

۳- موقعیت و پراکندگی رودخانه‌های شور در ایران:

حدود ۳۰۰۰ رودخانه بزرگ و کوچک در ایران وجود دارد. از این تعداد حدود ۵۲۵ رودخانه طولی بیشتر از ۵۰ کیلومتر دارند که می‌توان آنها را رودخانه‌های اصلی و بزرگ ایران نامید. در میان این گروه رودخانه‌های هیرمند، هری‌رود و ارس بترتیب با طول ۱۳۹۰، ۱۱۲۰ و ۹۱۰ کیلومتر، بزرگترین رودخانه‌های مرزی (مشترک) و رودخانه‌های کارون، سفیدرود و کرخه با طولهای ۸۹۰، ۷۶۵ و ۷۵۵ کیلومتر، بترتیب طویلترین رودخانه‌های داخلی ایران‌اند. مجموع طول رودخانه‌های‌بزرگ‌ایران حدود ۵۵۰۰۰کیلومتراست وچنانچه‌متوسط‌طول رودخانه‌های کوچک حدود ۱۵ کیلومتر در نظر گرفته شود، مجموع طول رودخانه‌های بزرگ و کوچک ایران حدود ۹۰۰۰۰کیلومتروتراکم رودخانه‌ای کشور حدود ۰/۰۵۵ کیلومتر در هر کیلومتر مربع خواهد شد.

در تقسیم‌بندی‌های طرح جامع آب کشور، ایران از نظر سیستم زهکشی به شش حوضه آبریز اصلی (حوضه‌های: دریای خزر، خلیج فارس و دریای عمان، دریاچه ارومیه، فلات مرکزی، شرق کشور و قره قوم) تقسیم شده و در این میان حوضه فلات مرکزی ایران به جهت موقعیت خاص به هفت حوضه کوچک و مستقل قابل تقسیم می‌باشد. مشخصات کلی این حوضه‌ها در شکل شماره ۱ و جدول شماره ۱ ارایه شده است.

رودخانه‌های حوضه آبریز دریای خزر و حوضه آبریز دریاچه ارومیه بطور عمده دایمی و دارای حوضه آبریز وسیع کوهستانی می‌باشند و آب آنها از برف و باران و منابع زیرزمینی تامین می‌شود. بخشی از رودخانه‌های حوضه آبریز خلیج فارس و دریای عمان که از دامنه غربی و جنوب غربی زاگرس آغاز می‌شوند نیز دایمی بوده و پرآب‌ترین رودخانه‌های ایران را تشکیل می‌دهند. از این گروه می‌توان به رودخانه‌های زاب، سیروان، کرخه، کارون، دز، جراحی و زهره اشاره کرد که حدود ۳۰ درصد از منابع آب سطحی کشور در آنها جریان دارد.

بخشی از رودخانه‌های حوضه آبریز خلیج فارس که از بلندیهای جنوب استان فارس و شمال استان هرمزگان و همچنین ارتفاعات مشرف به کرانه‌های دریای عمان سرچشمه می‌گیرند، به اضافه رودخانه‌های حوضه آبریز فلات مرکزی و شرق کشور وضعیتی کاملاً متفاوت دارند. در این حوضه‌ها اغلب رودخانه‌ها از بارندگی و سیلاب تغذیه می‌شوند و رودخانه‌های فصلی و خشکرود و رودخانه‌های شور در آنها توسعه یافته است.

در حوضه آبریز فلات مرکزی، زیر حوضه‌های دریاچه نمک قم، باتلاق گاوخونی و نیریز و بختگان تا حدودی با بقیه زیر حوضه‌ها تفاوت دارند و بخش عمده رودخانه‌های آنها به دلیل تغذیه از ذوب برف و منابع زیرزمینی دایمی می‌باشد. ولی زیرحوضه‌های دشت کویر، کویر نمک، اردستان و یزد، کویر لوت و همچنین دو حوضه آبریز قره قوم و شرق کشور (هامون) از جمله کم باران‌ترین و خشک ترین مناطق کشور به حساب می‌آیند و رودخانه‌های موجود در آنها بطور عمده فصلی و یا خشک می‌باشد. از طرفی بدلیل شرایط اقلیمی و زمین‌شناسی خاص، رودخانه‌های شور و نیمه شور نیز در این حوضه‌ها گسترش یافته‌اند.

تعداد قابل توجهی از رودخانه‌های موجود در حوضه‌های آبریز فلات مرکزی، شرق کشور، جنوب استان فارس و استان هرمزگان و بوشهر به نامهای شور، نمکزار، تلخه رود و تلخاب معروف شده‌اند و پیشینه تاریخی این رودخانه‌ها نشان می‌دهد که این نامگذاریها قدمتی بسیار طولانی دارد. همچنین در این مناطق بخشی از رودخانه‌های فصلی و خشک به «کال» معروف‌اند و بطور عموم بخش زیادی از کالها را رودخانه‌های فصلی شور و یا نیمه شور تشکیل می‌دهند.

در مجموع بیش از ۱۵۰ رودخانه ایران با پسوند و یا پیشوند شور، نمکزار و یا تلخه‌رود و تلخاب نامگذاری شده که برخی از آنها نظیر رودخانه‌های شور فشاپویه با طول حدود ۴۲۰ کیلومتر در

حوضه آبریز دریاچه نمک، نمکزار با طول حدود ۳۳۰ کیلومتر در حوضه آبریز از رودخانه‌های مهم کشور به حساب می‌آیند. همچنین بیش از ۴۰۰ رودخانه با پیشوند «کال» وجود دارد که از جمله مهمترین آنها به رودخانه‌های کال شور جاجرم با طول ۳۶۰ کیلومتر در حوضه آبریز قره قوم و کال شورجوین با طول ۲۴۰ کیلومتر در حوضه آبریز دشت کویر می‌توان اشاره کرد.
نمونه‌های فوق گستردگی قابل توجه رودخانه‌های شور در بخشهایی از ایران را نشان می‌دهند. با اینحال هنوز آمار دقیقی از حجم آبهای شور ایران ارایه نشده و در مطالعات طرح جامع آب کشور و همچنین بیلان آب کشور نیز این منابع تفکیک نمی‌شوند. نگارنده سعی کرده با استفاده از آمار و اطلاعات موجود، چگونگی توسعه این رودخانه‌ها در سطح کشور را بررسی و طبقه‌بندی نماید. بر این اساس طول رودخانه‌های نیمه شور (رودخانه‌های با هدایت الکتریکی بین ۲۰۰۰ تا ۵۰۰۰ میکرومهوس بر سانتیمتر) و رودخانه‌های شور (رودخانه‌های با هدایت الکتریکی بیشتر از ۵۰۰۰ میکرومهوس بر سانتیمتر) در حوضه‌های آبریز مختلف کشور محاسبه شده و نتایج در جدول شماره ۱ ارایه شده است که نشان می‌دهد حدود ۳۶۰۰ کیلومتر از رودخانه‌های اصلی کشور دارای آب نیمه شور و بیش از ۶۲۰۰ کیلومتر از این رودخانه‌ها دارای آب شور می‌باشند که در مجموع نزدیک به ۲۰ درصد رودخانه‌های مهم کشور (با طول بیش از ۵۰ کیلومتر) و بیش از ده درصد از کل طول رودخانه‌های کشور را تشکیل می‌دهند.
شایان گفتن است که مبنای محاسبه ارقام فوق نقشه‌های کیفیت منابع آب از سری مطالعات اطلس منابع آب ایران با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰۰ بوده و در این نقشه‌ها تنها کیفیت آب رودخانه‌های بزرگ و دایمی که دارای ایستگاه هیدرومتری بوده‌اند بررسی و ارایه شده است. به عبارتی گستره واقعی رودخانه‌های شور بیشتر از ارقام یاد شده می‌باشد.
همچنین به منظور بررسی چگونگی پراکندگی رودخانه‌های شور و نیمه شور در کشور، عاملی به نام درصد پراکندگی تعریف شده که خود از دو عامل نسبت سطح و نسبت طول تشکیل شده و بصورت زیر محاسبه شده است:

$$\text{نسبت سطح } RS = \frac{\text{سطح حوضه آبریز}}{\text{سطح کل کشور}}$$

$$\text{نسبت طول } RL = \frac{\text{طول رودخانه‌های شور و نیمه شور}}{\text{کل طول رودخانه‌های مهم ایران}}$$

$$\text{نسبت پراکندگی } RD = RS \times RL \times ۱۰۰$$

$$\text{درصد پراکندگی } PD = \frac{RD}{\Sigma RD} \times ۱۰۰$$

در محاسبه RL، با توجه به متفاوت بودن آمار قابل دسترس، از مجموع طول رودخانه‌های مهم (رودخانه‌های با طول بیشتر از ۵۰ کیلومتر) استفاده شده است. نتایج بدست آمده نشان می‌دهند که حوضه آبریز فلات مرکزی ایران و حوضه آبریز خلیج فارس و دریای عمان بترتیب مهمترین حوضه‌های آبریز از نظر توسعه رودخانه‌های شور و نیمه شور می‌باشند و سایر حوضه از اهمیت چندانی برخوردار نمی‌باشند. موقعیت رودخانه‌های شور و نیمه شور اصلی کشور در شکل ۱ ارایه شده است.

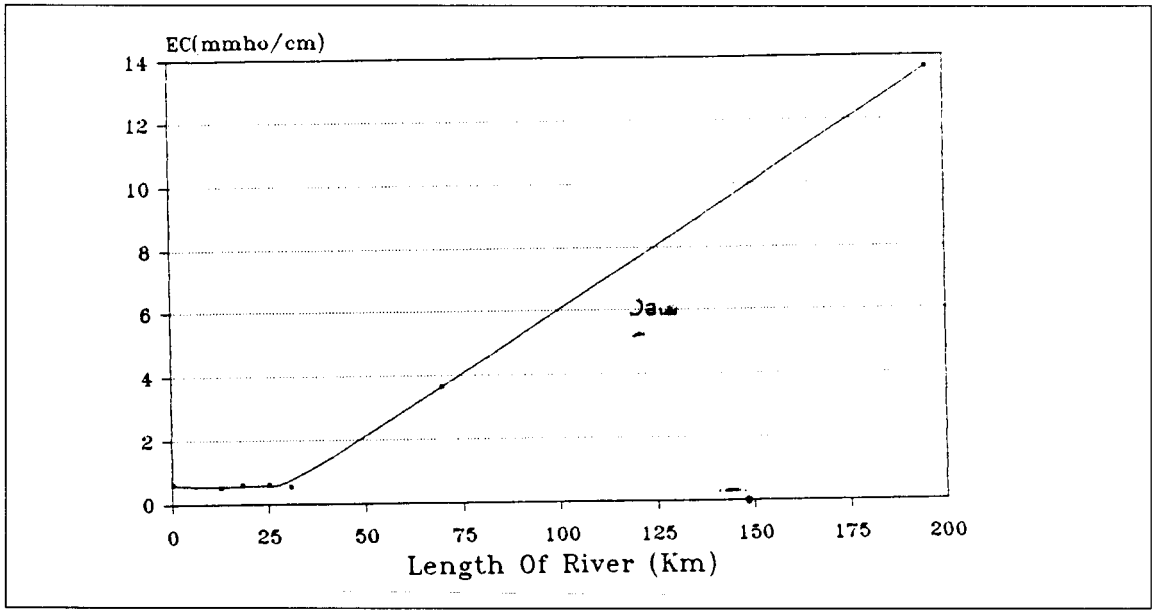
آب رودخانه‌های نیمه شور از نظر شرب قابل استفاده نیست ولی از نظر کشاورزی برای گیاهانی که تا حدودی در مقابل شوری مقاوم هستند می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. این مهم است که آب این رودخانه‌ها در معرض تغییر کیفیت قرار دارد و احتمال تخریب کیفیت آنها زیاد است. آب رودخانه‌های شور نیز چنانچه شوری آنها کمتر از حدود ۱۰۰۰۰ میکرومهوس بر سانتیمتر باشد تنها برای کشت گیاهان مقاوم به شوری می‌تواند بکار گرفته شود.

نگارنده در بررسیها و تجربه‌های خود به این نتیجه رسیده که در برخی از رودخانه‌ها عاملهای تخریب کیفیت را می‌توان کنترل کرد و تا حد ممکن از آب آنها استفاده نمود. به عنوان نمونه رودخانه‌های مهران در استان هرمزگان و یا رودبال در حوالی داراب نمونه‌هایی از این رودخانه‌ها هستند. آب رودخانه رودبال از دامنه جنوبی رشته کوههای زاگرس، از محدوده تحت پوشش سازندهای آهکی کرتاسه (سازند تا ریور) سرچشمه می‌گیرد و در ابتدای مسیر خود از کیفیت مناسبی برخوردار است ولی پس از عبور از محدوده گنبدهای نمکی شمال غرب دشت داراب و تلفیق چندین چشمه آب شور و زه آب آبیاری دشت داراب با آن، کیفیت آن به شدت کاهش می‌یابد (شکل شماره ۲).

در طول رودخانه زهره هدایت الکتریکی از کمتر از ۷۰۰ میکرومهوس بر سانتیمتر تا بیش‌تر از ۳۱۰۰ میکرومهوس بر سانتیمتر تغییر می‌کند که بخش قابل توجهی از این تغییر بدلیل عبور رودخانه از میان سازند شور گچساران و پیوستن تعدادی چشمه آب شور به آن در یک فاصله ۶۵۰۰ متری بوجود می‌آید [۱۶]. مطالعات مشابهی نیز در مورد تغییر کیفیت آب رودخانه‌های قره‌قاج (مند)، آجی‌چای و زاینده‌رود انجام‌شده که اثرآلوده‌کننده‌های موضعی و محلی بر تغییر کیفیت این‌رودخانه‌ها را نشان می‌دهند [۱۷ و ۲]. این نمونه‌ها و نمونه‌های متعدد دیگری که وجود دارد، انجام یک مطالعه جامع در زمینه راهکارهای کنترل شوری رودخانه‌ها را تایید می‌کنند.

جدول شماره ۱- وضعیت و پراکندگی رودخانه‌های شور و نیمه شور در حوضه‌های آبریز اصلی ایران

نام حوضه اصلی	نام زیرحوضه اصلی	نسبت سطح (RS)	تعداد رودخانه	طول رودخانه‌ها (km)			نسبت طول (درصد)	نسبت پراکندگی	درصد پراکندگی
				نیمه شور	شور	مجموع			
دریای خزر	--	۱۰/۷	۵۷۰	۴۷۵	۴۰۰	۸۷۵	۱/۷۵	۰/۱۸۷	۲/۹۸
خلیج فارس و دریای عمان	--	۲۶/۲	۹۲۰	۱۵۰۰	۲۴۰۰	۳۹۰۰	۷/۸	۲/۰۴	۳۲/۵۶
دریاچه ارومیه	--	۳/۱	۱۷۵	۵۵	۱۵۰	۲۰۵	۰/۴۱	۰/۰۱۲	۰/۱۹
فلات مرکزی	دریاچه نمک قم	۵/۷	۱۴۰	۱۲۰۰	۲۶۰۰	۳۸۰۰	۷/۶	۳/۸۳	۶۱/۱۴
	باتلاق گاوخونی	۶/۱	۴۵						
	نیریز و بختگان	۱/۹	۴۰						
	جزموریان	۴/۳	۹۰						
	کویر نمک	۱۴	۳۸۰						
	اردستان یزد	۶/۱۵	۴۰						
	کویر لوت	۱۲/۳	۱۰۵						
شرق کشور	قره قوم	۲/۷	۸۵	۳۷۰	۶۶۰	۱۰۳۰	۲/۰۶	۰/۱۹۵	۳/۱۱
	هامون	۶/۸	۲۲۵						
جمع		۱۰۰	۲۸۱۵	۳۶۰۰	۶۲۱۰	۹۸۱۰	۱۹/۶	۶/۲۶	۱۰۰



شکل شماره ۲- نمودار تغییر متوسط فصلی حداکثر EC در مسیر رودخانه رودبال داراب

۴- عاملهای موثر بر تغییر کیفیت آب رودخانه‌ها و میزان توسعه آنها در ایران:

بطور عمده پنج عامل زمین‌شناسی، خاک شناسی، اقلیم، هیدرودینانیک و عامل انسانی در تغییر کیفیت آب رودخانه‌ها می‌توانند موثر باشند. در این بخش ضمن معرفی و بررسی این عاملها میزان گسترش آنها در ایران بررسی شده است.

الف - زمین شناسی و خاک:

از جنبه زمین‌شناسی، سازندهای گچی و نمکی و زمینهای مارنی و رسی از آلوده کننده‌های مهم به حساب می‌آیند. همچنین بخشی از آبرفتهای پایان دشتی که آخرین مرحله رسوبگذاری آبرفتها هستند، واریزه‌ها و پادگانه‌های آبرفتی در مناطق خشک و نیمه خشک، کویرها و کفه‌ها و باتلاقها می‌توانند حاوی املاح زیاد و آلوده کننده منابع آب سطحی باشند. در جدول شماره ۲ تخمینی از گسترش سازندهای با کیفیت نامناسب در ایران ارایه شده که نشان می‌دهد حدود ۱۷ درصد از سطح کشور از این سازندها تشکیل شده که حدود ۱۵ درصد آن در محدوده‌ی حوضه آبریز خلیج فارس و دریای عمان و حوضه آبریز فلات مرکزی واقع شده است.

جدول شماره ۲- وسعت سازندهای با کیفیت نامناسب در ایران (کیلومترمربع)

نام حوضه آبریز	آبرفتهای نامناسب	واریزه‌ها	ماسه بادی	لس	کفه‌ها	باتلاقها و شوره‌زارها	رسوبات تبخیری	گنبدهای نمکی	جمع	درصد از کل
دریای خزر	۲۲۸۰	۵۰	--	۵۷۷۵	۴۰۱	۱۲۱۷	۴۰۴۶	۳۶	۱۳۸۰۵	۰/۸۵
خلیج فارس	۱۵۱۳۲	۲۴۵۲	۱۹۱۲	--	۲۰۹۷۳	۱۲۷۶۱	۲۴۸۸۲	۲۰۱۷	۸۰۱۲۹	۴/۹
دریاچه ارومیه	۴۸۷	--	--	--	--	۱۸۰۳	۱۵۳۷	--	۳۸۲۷	۰/۲۳
فلات مرکزی	۱۱۲۶۱	۳۰۹۲۳	۵۸۶۲	--	۲۴۹۶۸	۴۴۰۵۰	۲۵۱۸۹	۱۴۷۲	۱۶۳۷۲۵	۱۰/۰۵
شرق کشور	۲۸۸۰	۳۱۲۰	۱۹۹۹	--	۲۳۷۰	۱۳۲۸	۵۷۲	--	۱۲۲۷۴	۰/۷۵
قره‌قوم	۲۲۹	--	--	۱۱۳۱	۲۱۳	--	۲۲۶	--	۱۷۹۹	۰/۱۱
جمع	۳۲۲۶۹	۳۶۵۴۵	۲۹۷۷۸	۶۹۰۶	۴۸۹۲۵	۶۱۱۵۹	۵۶۴۵۲	۳۵۲۵	۲۷۵۵۵۹	۱۶/۹
درصد	۱/۹۸	۲/۲۴	۱/۸۳	۰/۴۲	۳	۳/۷۶	۳/۴۷	۰/۲۲	۱۶/۹	--

زمین‌شناسان معتقدند محدوده ایران در لیاس (حدود ۱۸۰ تا ۲۰۰ میلیون سال قبل) کمی بالاتر از استوا قرار داشت و از آب و هوای گرم حاره‌ای برخوردار بود ولی در کرتاسه پایانی در اثر فشارهای جانبی، ارتفاعات تیغه مانند البرز، زاگرس، رشته کوههای مشرق و جنوب و رشته کوههای مرکزی بوجود آمد که منجر به از بین رفتن اقیانوسها و دریاها و محصور ماندن ایران مرکزی در بین دیواره‌های کوهستانی شد و محیطی گرم و خشک و بیابانی را در مرکز ایران بوجود آورد و از همین زمان ایران در زمره مناطق بیابانی درآمد و حوادث بعدی زمین‌شناسی این پدیده را تشدید کرد. به عقیده این گروه با توجه به افزایش جهانی دمای سالیانه و سایر شاهدهای موجود، در آینده کلیه دریاچه‌های شور فعلی ایران بصورت کفه‌های نمک (کویر) درآمده و فرسایش بادی شدت بیشتری خواهد یافت و به عبارتی روزبه روز بر وسعت مناطق بیابانی و کویری ایران افزوده خواهد شد [۷].

بررسی محدوده بیابانی ایران نشان می‌دهد که این مناطق حدود ۳۵ درصد از سطح کشور را در برمی‌گیرند که به صورت عمده در مناطق مرکزی و جنوبی کشور توسعه یافته‌اند [۲۰].

از دیدگاه خاکشناسی نیز حدود ۱۱۷۳۰۰۰ کیلومتر مربع از اراضی ایران با متوسط بارندگی

کمتر از ۲۵۰ میلیمتر در سال دارای رژیم آریدیک [1] می‌باشد و قسمتهای قابل توجهی از این منطقه را خاکهای شور و قلیایی و حدود ۱۵/۵ درصد از آن را خاکهای بیابانی، کویرهای نمکی، ماسه‌های روان و تپه‌ها و کوههای گچی و نمکی تشکیل می‌دهد [۱۰].

ب - اقلیم:

عملکرد فرآیندهای درجه حرارت، تبخیر و ریزشهای جوی کیفیت منابع آب سطحی را تغییر خواهد داد. در مناطق خشک و نیمه خشک، کم بودن میزان آب وارد شده به زمین در مقابل توان تبخیری منطقه باعث انتقال املاح از افقهای پایین خاک به سطح شده و گستره‌ی خاکهای شور و قلیایی را توسعه می‌دهد. هر چه میزان بارش در یک منطقه نزدیکتر به توان تبخیری منطقه باشد امکان بیشتری برای حفاظت از منابع آب و خاک فراهم خواهد بود. در این زمینه، برخی منابع استفاده از معیارهای شاخص رطوبتی را برای مقایسه توصیه کرده‌اند که عبارتست از نسبت بارندگی سالیانه به پتانسیل تبخیر سالیانه در یک منطقه. برای کشورهایی نظیر آلمان با متوسط بارندگی ۸۰۳ میلیمتر در سال و تبخیر ۴۱۹ میلیمتر، این شاخص حدود ۲ و در سواحل رود این حدود ۱/۲ است [۱]. در ایران این شاخص به مراتب کمتر از ۱ و رقمهایی بسیار نگران کننده است زیرا در چنین شرایطی تخریب خاکها و پوشش گیاهی و در نتیجه تخریب کیفیت منابع آب سطحی شدت خواهد یافت. شاخص رطوبتی حوضه‌های شش گانه اصلی کشور در جدول شماره ۳- ارایه شده است.

جدول شماره ۳- شاخص رطوبتی حوضه‌های آبریز اصلی ایران

نام حوضه	توان تبخیر سالانه (mm)	متوسط بارندگی سالانه (mm)	شاخص رطوبتی
دریای خزر	۲۱۰۰	۴۸۵	۰/۲۳
خلیج فارس	۲۰۶۰	۳۵۱	۰/۱۷
دریاچه ارومیه	۲۴۹۵	۴۲۲	۰/۱۷
فلات مرکزی	۱۷۹۲	۱۵۳	۰/۰۸۵
شرق کشور	۳۵۰۰	۱۳۶	۰/۰۳۹
قره قوم	۳۱۵۰	۲۷۰	۰/۰۸۵
کل کشور		۲۵۱	

1- Aridic

پ - عامل هیدرودینامیک و آبهای زیرزمینی:

ارتباط پیوسته منابع آب سطحی و زیرزمینی باعث می‌شود کیفیت منابع آب سطحی تحت تاثیر کیفیت منابع آب زیرزمینی قرار داشته باشد. در جدول شماره ۴ چگونگی گسترش آبهای زیرزمینی با کیفیت نامناسب در حوضه‌های آبریز اصلی ایران ارایه شده که نشان می‌دهد در حال حاضر حدود ۱۸/۷ درصد از منابع آب زیرزمینی ایران را آبهای سولفاته - کلروره و شور تشکیل می‌دهند که از کیفیت مناسب برخوردار نیستند. همچنین آبهای کلروره با وسعت حدود ۱۸ درصد می‌توانند در معرض تخریب قرار گیرند. این رقمها با توجه به آخرین بیلان آب کشور که نشان دهنده سالانه ۴/۹ میلیارد مترمکعب اضافه برداشت از منابع زیرزمینی (حدود ۸/۷ درصد از کل تغذیه این منابع) می‌باشد، در خور توجه و نگران کننده است و می‌توان انتظار داشت که در آینده آبهای زیرزمینی از جمله منابع مهم آبهای آلوده و همچنین آلوده کننده‌ی منابع آب سطحی باشند.

جدول شماره۴- وضعیت گسترش آبهای زیرزمینی با کیفیت نامناسب
در سازندهای هیدروژئولوژی ایران (کیلومترمربع)

نام حوضه	کلروه	سولفاته‌کلروه	شور	کلروه‌تبخیری‌وپلایا	جمع	درصد
دریای خزر	۱۰۹۸۲	۷۱۷۰	۲۶۱۷	۴۲۱۹	۲۴۹۲۵	۱/۵۳
خلیج فارس	۴۶۰۱۱	۵۸۸۹۸	۲۱۶۲۱	۲۸۶۳۷	۱۵۵۱۶۷	۹/۵۳
دریاچه ارومیه	۱۴۶۰	۱۸۸۳	۱۳۷۴	۶۷۴۱	۱۱۴۵۸	۰/۷
فلات مرکزی	۲۰۶۵۳۱	۴۶۵۲۶	۷۵۲۳۲	۳۷۴۵۱	۳۶۳۰۴۰	۲۲/۳
شرق کشور	۲۳۵۵۹	۵۲۴۳	۴۱۱۹	۱۷۲۸	۳۴۶۴۹	۲/۱۳
قره قوم	۳۴۰۱	۳۲۲۰	۵۸۲	۱۰۴۰	۸۲۴۳	۰/۵
جمع	۲۹۱۹۴۴	۱۲۲۸۷۷	۱۰۲۸۴۵	۷۹۸۱۶	۵۹۷۴۸۲	۳۶/۷
درصد از کل	۱۷/۹۳	۷/۵۵	۶/۳۲	۴/۹	۳۶/۷	--

ت - عامل انسانی و محیط زیست:

تخلیه‌ی فاضلابهای صنعتی، انسانی و کشاورزی به منابع آب سطحی، بصورت مستقیم و تزریق آنها به منابع زیرزمینی، بصورت غیرمستقیم آلودگی منابع آب سطحی را افزایش خواهد داد. بخصوص آلودگی ناشی از زه آب اراضی کشاورزی بدلیل حجم زیاد این منابع می‌تواند

قابل توجه باشد زیرا این زه آبها بطور عموم بخشی از سمهای نباتی، علف کشها و کودهای شیمیایی را با خود حمل می‌کنند.

در مورد تاثیر فاضلابها و زهکشها بر تغییر کیفیت آب رودخانه‌ها گزارشهای متعددی در سمینارها و کنفرانس‌ها ارایه شده که نشان می‌دهد این مساله روندی رو به رشد داشته و می‌تواند نگران کننده باشد. به عنوان نمونه می‌توان به تخریب کیفیت رودخانه‌های کر، زاینده رود، گرگر و دز اشاره کرد که همه از رودخانه‌های مهم ایران بحساب می‌آیند [۱۴ و ۱۵ و ۵ و ۹]. وضعیت کیفیت آب رودخانه کارون در حوالی اهواز نیز بدلیل ورود فاضلابهای کشاورزی و صنعتی به آن چندان مطلوب نیست و با توجه به اینکه درآینده زهکش هفت واحد بزرگ طرح توسعه نیشکر و چندین شبکه آبیاری و زهکشی بزرگ به این رودخانه تخلیه می‌شود، بنظر می‌رسد یک مطالعه جامع در زمینه کنترل کیفیت آب این رودخانه ضرورت داشته باشد.

۵- جمع بندی:

مجموع مطالعات و تحلیل‌های ارایه شده در مقاله به چند نکته اساسی زیر تاکید و اشاره دارد:

۱- بحران آب جدی و برای کشور ایران در خور توجه است.

۲- برای کشور ایران، آبهای شور به عنوان یکی از مهمترین منابع آب غیرمتعارف در بخش کشاورزی بحساب آمده و استفاده از این آبها می‌تواند در کاهش اثرات بحران آب نقش داشته باشد. همچنین رودخانه‌های شور و نیمه شور از جمله مهمترین منابع آب شور کشورند که بخصوص در حوضه‌های آبریز فلات مرکزی و خلیج فارس و دریای عمان گسترش قابل ملاحظه‌ای دارند.

۳- عامل‌های موثر برشوری آب رودخانه‌ها، علاوه بر گسترش کمی در معرض تخریب و توسعه آلودگی قرار دارند و تداوم این روند به افزایش بیشتر شوری آب رودخانه‌ها منجر خواهد شد.

۴- ساماندهی، توسعه‌وکنترل شوری‌آب رودخانه‌های شورکشور و فراهم کردن امکان استفاده از آب آنها در بخش کشاورزی ضرورتی اجتناب ناپذیر برای مدیریت منابع آب ایران خواهد بود.

دریک طبقه‌بندی کلی منابع‌آلوده‌کننده رودخانه‌های کشور را به‌دوگروه زیرمی‌توان تقسیم کرد:

۱- آلوده کننده‌های موضعی و محلی [۱] مانند چشمه‌های آب شور، زهکشهای شور، چشمه‌های آب گرم گوگردی، گنبدهای نمکی محدود ، حوضه‌های تبخیری کوچک و ...

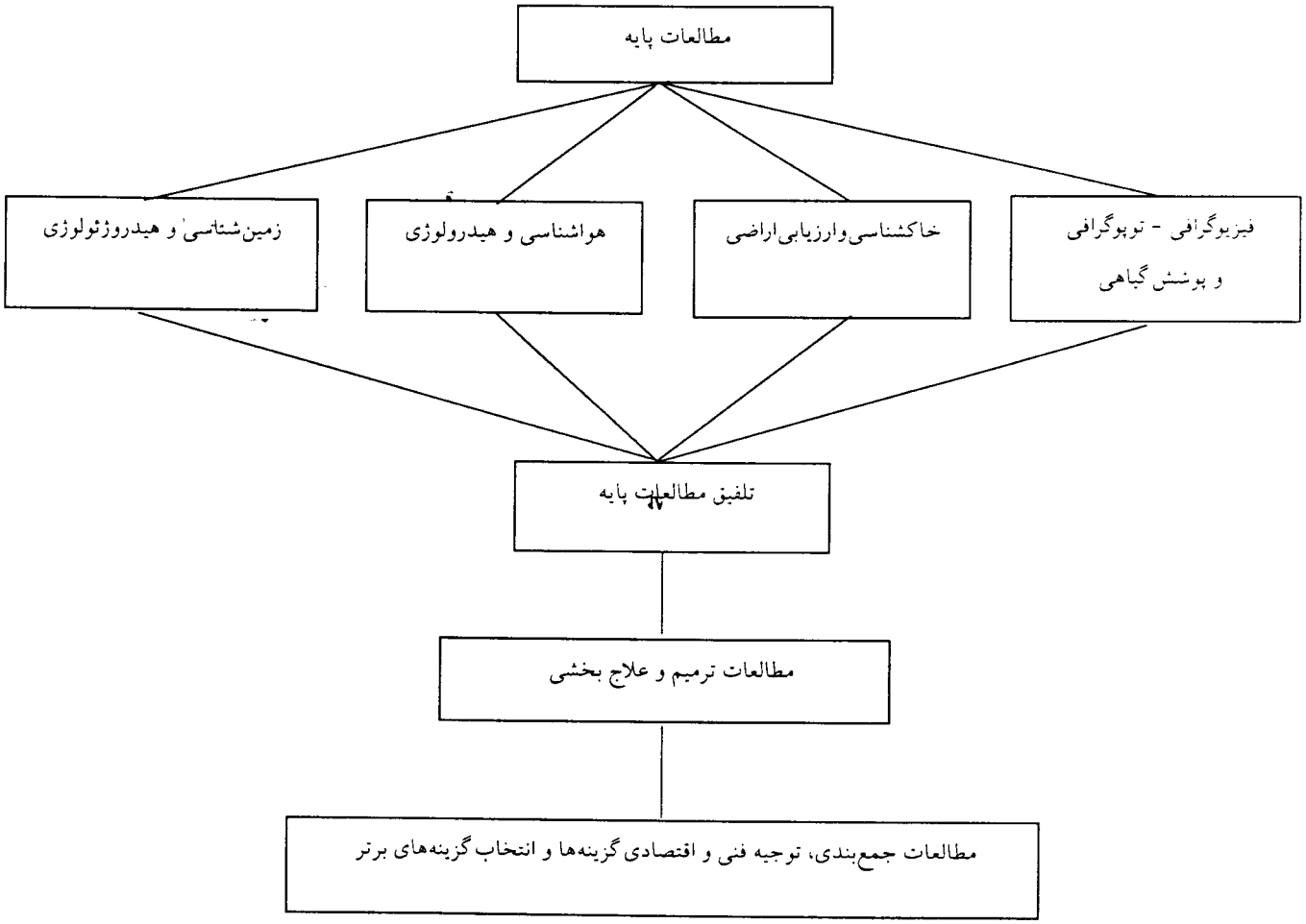
۲- آلوده کننده‌های گسترده [۲] مانند سازندهای تبخیری و شور که در وسعت‌های زیاد توسعه یافته‌اند.

1- Point Source

2- Diffused Source

منابع آلوده کننده موضعی را می‌توان با استفاده از روشهایی نظیر تغییر مسیر منبع آلوده کننده، تغییر مسیر رودخانه و یا ایزوله کردن محدوده‌های شور کنترل کرد ولی در مورد منابع آلوده کننده‌گسترده روش کنترل و حفاظت پیچیده‌تر و گاهی غیرممکن است. با این حال در مواردی ذخیره سازی آب قبل از رسیدن به منبع آلودگی و یا انتقال آب از یک حوضه آبریز به حوضه آبریز دیگر در این زمینه می‌تواند کارساز باشد.

برنامه‌ریزی برای شناخت منابع آلوده کننده و میزان گسترش آنها در هر منطقه به انجام مطالعات فیزیوگرافی، توپوگرافی، پوشش گیاهی، هواشناسی، هیدرولوژی، زمین‌شناشی و هیدروژئولوژی و خاکشناسی نیاز دارد و براساس نتایج حاصل از تلفیق این مطالعات، می‌توان روشهای ترمیم و علاج بخشی را بررسی و مشخص کرد. یک نمونه از نمودار روند مطالعات لازم برای کنترل شوری آب رودخانه‌ها در شکل شماره ۳- ارایه شده است.



شکل شماره ۳ نمودار روند مطالعات برای بررسی روشهای کنترل شوری رودخانه‌ها

مطالعات فیزیوگرافی، توپوگرافی و پوشش گیاهی بیشتر از جهت شناخت مرفولوژی گستره طرح و رودخانه‌ها، شناخت محلهای مناسب برای سدهای ذخیره‌ای و انحرافی و بررسی استفاده از روشهای آبخیزداری برای کنترل شوری اهمیت دارد.

مطالعات خاکشناسی می‌تواند با هدف تهیه نقشه پهنه بندی کیفیت خاکهای سطحی انجام شود و در مطالعات هواشناسی و هیدرولوژی بررسی جریان طبیعی و سیلابی رودخانه‌ها و سرشاخه‌های اصلی آنها، تغییرات دوره‌ای کیفیت آب و روند تغییر کیفیت آب در مسیر آنها اهمیت دارد. بررسیهای زمین‌شناسی نیز می‌تواند با هدف تفکیک و طبقه‌بندی محدوده‌ی سازندهای شور و چگونگی تاثیر آنها بر منابع آب سطحی و زیرزمینی انجام شود و در تلفیق مطالعات پایه، منابع شوری حوضه‌ها و نقش این منابع در میزان شوری بررسی شده و براساس آنها نقشه‌های پهنه‌بندی آلوده‌کننده‌های موضعی و گسترده تهیه خواهد شد تا برای مطالعات ترمیم و علاج بخشی مورد استفاده قرار گیرد.

در مطالعات ترمیم و علاج بخشی نیز بطور عمده روشهای مختلف کنترل منابع شور و یا حفاظت از منابع شیرین و امکانات فنی برای انجام انها بررسی شده و بر مبنای بررسیهای همه جانبه، گزینه‌های ممکن برای ارزیابی اقتصادی تعیین خواهد شد. مطالعات جمع‌بندی نیاز ارزیابی اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی گزینه‌های انتخاب شده و اولویت‌بندی اجرایی آنهارا شامل می‌شود.

به اعتقاد نگارنده با توجه به مطالعات گسترده‌ای که در حوضه‌های آبریز کشور انجام شده، داده‌ها و اطلاعات کافی بمنظور انجام مطالعات ساماندهی و کنترل شوری آب رودخانه‌ها در حد مطالعات شناخت و حتی مطالعات مرحله اول - در برخی موارد - در دسترس می‌باشد و تنها جمع‌بندی داده‌ها و انجام یک مطالعه هدفدار در این زمینه می‌تواند نتایج مفیدی در پی داشته باشد. در حد مطالعات شناخت، چنین مطالعاتی می‌تواند بصورت موضوعی و تفکیک شده در مطالعات طرح جامع آب کشور مورد توجه قرار گیرد و بطور قطع به راهکارها و نتایج مفید منجر خواهد شد.

همچنین تشکیل یک مرکز مستقل تحقیقاتی و برنامه ریزی در زمینه رودخانه‌های شور و نیمه شور کشور و کنترل کیفیت آب رودخانه‌ها، ضرورتی است که دیر یا زود اجتناب ناپذیر خواهد شد و چه بهتر که از هم اکنون مورد توجه مسئولان امر قرار گیرد.

فهرست منابع:

۱- الیاس آذر، خسرو (۱۳۷۱)، «تشخیص روشهای موثر کاهش تبخیر در خاکهای مناطق خشک و نیمه خشک»، مجموعه مقالات پنجمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان.

۲- پور مقدس ، حسین ، سعید افشار زاده و محسن صنیعی (۱۳۷۷)، «بررسی جلبکهای زاینده رود و ارتباط آن با آلودگی آب» ، مجموعه مقالات پنجمین سمینار مهندسی رودخانه، دانشگاه شهید چمران اهواز.
۳- جعفری ، عباس (۱۳۷۶) ، «گیتاشناسی ، جلد دوم، رودها و رودنامه ایران» ، انتشارات گیتاشناسی ، تهران.
۴- جعفرزاده ، نعمت الله (۱۳۷۳) ، «بررسی تاثیر پسابهای شهری و صنعتی بر منحنی افت اکسیژن رودخانه کر» ، مجموعه مقالات سومین سمینار مهندسی رودخانه، دانشگاه شهید چمران اهواز.
۵- حسینی زارع ، نادر (۱۳۷۷) ، «بررسی کیفیت آب رودخانه گرگر و تاثیر پسابهای صنعتی ، کشاورزی و خانگی بر آن» ، مجموعه مقالات پنجمین سمینار مهندسی رودخانه ، دانشگاه شهید چمران اهواز.
۶- خلیلی ، علی و همکاران (۱۳۶۹)، «گزارش شناخت اقلیمی ایران ، تبخیر» ، طرح جامع آب کشور ، مهندسین مشاور جاماب.
۷- درویش زاده ، علی (۱۳۷۰)، «زمین شناسی ایران» ، انتشارات ندا، تهران.
۸- درویش زاده ، علی (۱۳۷۱)، «شرایط زمین‌شناسی ایجاد کویرها و بیابانهای ایران» ، مجموعه مقالات سمینار بررسی مناطق بیابانی و کویری ایران، انتشارات دانشگاه تهران.
۹- رستمی ، صغری و همکاران (۱۳۷۷) ، «تاثیر و رود فاضلابهای کشاورزی و صنایع بر کیفیت آب رودخانه دز»، مجموعه مقالات پنجمین سمینار مهندسی رودخانه، دانشگاه شهید چمران اهواز.
۱۰- سرمدیان، فریدون (۱۳۷۱) ، «خاکهای مناطق خشک ایران و طبقه‌بندی آنها» ، مجموعه مقالات سمینار بررسی مناطق بیابانی و کویری ایران، انتشارات دانشگاه تهران.
۱۱- سازمان تحقیقات منابع آب (۱۳۷۵) ، «کیفیت آب رودخانه رودبال» ، بولتن وضعیت منابع آب کشور، وزارت نیرو.
۱۲- سازمان تحقیقات منابع آب (۱۳۷۵) ، «بیلان آب ایران» ، بولتن وضعیت منابع آب کشور، وزارت نیرو.
۱۳- سازمان تحقیقات منابع آب ایران (۱۳۷۸)، «وضعیت (بیلان) منابع آبهای سطحی کشور در سالی آبی ۷۷-۱۳۷۶» ، نشریه منابع آب (نما)، سال ۱۱، شماره ۱۷.
۱۴- سازمان سازمان تحقیقات منابع آب ایران ، «منابع و مصارف آب سطحی و زیرزمینی» ، نشریه منابع آب (نما)، سال ۱۱ ، شماره ۱۷.
۱۵- سلطانی ، محمود (۱۳۷۳)، «زاینده رود و روند حفاظت از آن در توسعه پایدار» ، مجموعه خلاصه مقالات سومین سمینار مهندسی رودخانه، دانشگاه شهید چمران اهواز.

۱۶- صادقی ، علی اصغر و عبدالعلی بهادری (۱۳۷۳)، «عوامل شورکننده و تغییر کیفی رودخانه زهره در گچساران» ، مجموعه خلاصه مقالات سومین سمینار مهندسی رودخانه، دانشگاه شهید چمران اهواز.
۱۷- گرجی، منوچهر و حسینقلی رفاهی (۱۳۷۳)، «بررسی علل شوری رودخانه آجی چای و چگونگی بهره‌برداری بهینه از آب آن» ، مجموعه مقالات هفتمین سمینار کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.
۱۸- مهندسین مشاور پندام (۱۳۶۲)، «گزارش مطالعات شناسایی منابع آب و خاک حوضه آبریز رودخانه کل - جلد سوم آبهای سطحی» ، سازمان برنامه و بودجه ، مدیریت منابع آب.
۱۹- معاونت بهره‌برداری و مدیریت منابع آب (۱۳۶۹) ، «اطلس منابع آب ایران» ، ۲ جلد ، وزارت نیرو.
۲۰- محمودی ، فرج الله (۱۳۶۷)، «بیابان‌های ایرن»، مجله رشد جغرافیا، انتشارات رشد.
۲۱- میرابوالقاسمی ، هادی (۱۳۷۶) ، «راهکارهایی برای انجام مطالعات کنترل شوری آب رودخانه‌ها» ، مقاله ارایه شده در کنفرانس مدیریت آب و فاضلاب در کشورهای آسیایی.
۲۲- وهابزاده، عبدالحسین و امین علیزاده (مترجمین ۱۳۷۳)، «آخرین واحه» انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.