

## تأثیرات زیست محیطی استفاده از آب‌های شور

سید جلال جبلی<sup>۱</sup>

چکیده

یکی از نارسائی‌های عمدۀ 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 زمرة 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 زمرة 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 تشکیل 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 بازیافتن، 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.

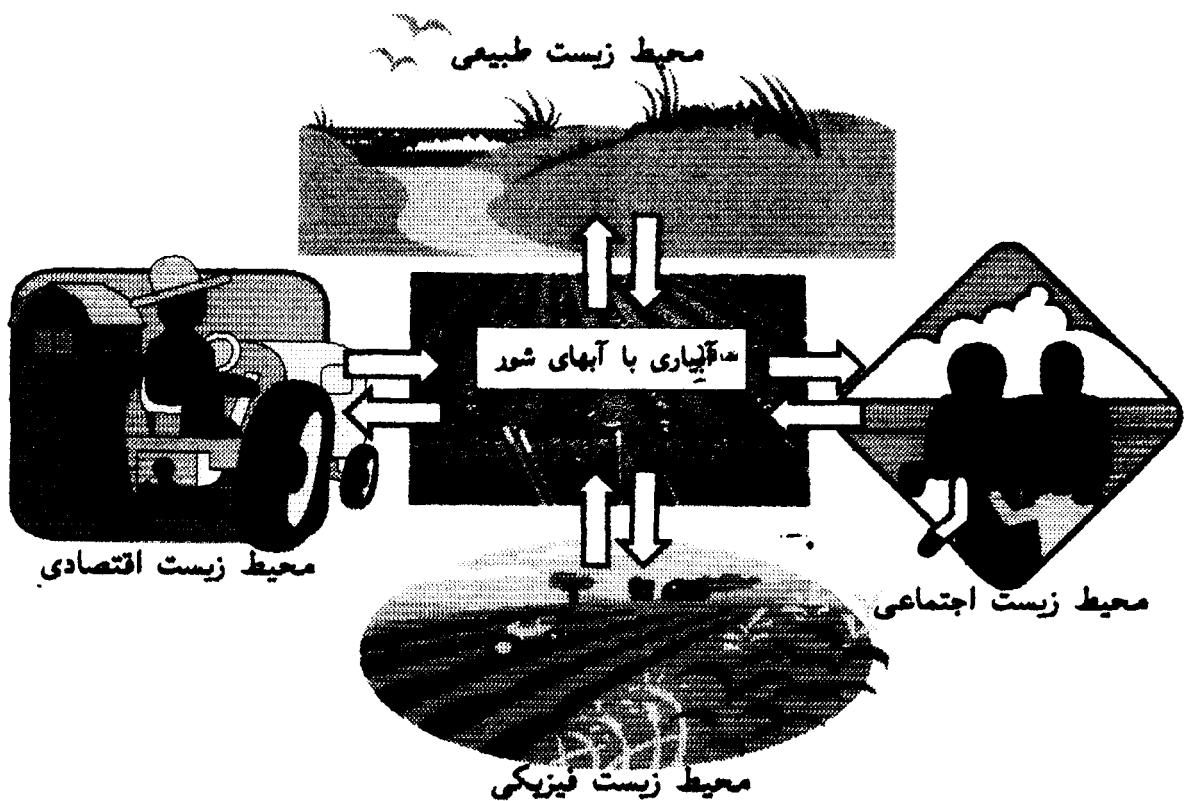
## مقدمه

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 همان‌گونه که در حال حاضر در بعضی مناطق گرم و خشک رایج است، برای توسعه کشاورزی در صورت نبود منابع آب شیرین اجباراً می‌باشد به این گونه آبهای 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 برآورده 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 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 املال محلول (Total Dissolved Solids, TDS) در لیتر می‌باشند (Daniel Hillel, 1987). مقایسه این قبیل آبها با آب باران، بین ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ 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 عمدۀ 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، نارسانی 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 شپارتون ویکتوریا (Shepparton Irrigation Region) مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این منطقه پساب‌ها بطور متوالی در اراضی مورد استفاده قرار گرفته 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, 1996).

. Heath and Greensland, 1996)

## نمودار ۱ - برآورد هزینه‌های مدیریت منابع آب در دنیا

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

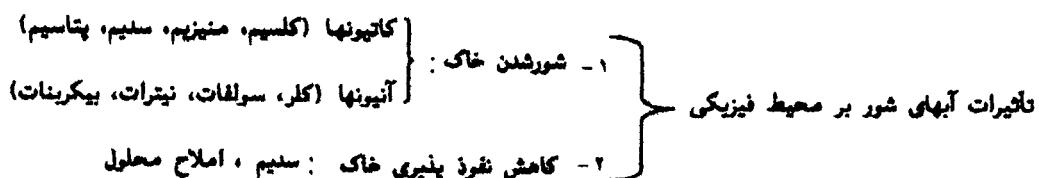
### ۱- اثرات آبهای شور بر محیط زیست فیزیکی

آبهای شور بسته به نوع منبع آن ممکن است شور، قلیایی یا همزمان شور و قلیایی باشند و در این صورت متناسبًا 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 و اقلیم بوده که تحت تأثیر مستقیم عناصر موجود در آبهای شور دچار تغییرات کمی و کیفی می‌گردد. محیط زیست فیزیکی بدلیل مصرف آبهای شور به دو طریق ممکن است دچار آسیب‌دیدگی گردد (نمودار ۳). نخست، نارسانی رشدگی‌اهی 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 نارسانی 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 آنیونها 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 (Infiltration) 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 <sup>شور</sup> 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 بقاوی‌ای 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، نظری 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 ظیروژن، رطوبت و هوای 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 مدیریتها لازم، خسارات جبران ناپذیری به محیط زیست طبیعی وارد خواهد شد.

۷



نمودار ۳- تأثیرات آب‌های شور بر محیط فیزیکی

### تأثیر عناصر مضر آب در محیط زیست فیزیکی (WHO 1989)

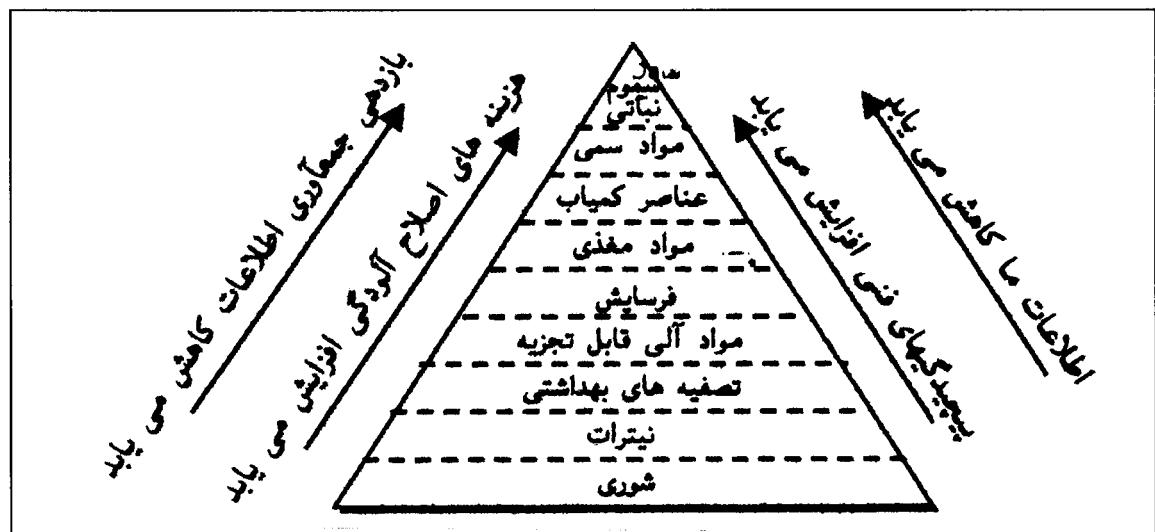
| نوع مشکل       | نوع نارسانی                   | حد قابل قبول |
|----------------|-------------------------------|--------------|
| شودی           | تحلیل کیفیت خاک و محصول       | 0.7 dS/m <   |
| TDS -          | تحلیل کیفیت خاک و محصول       | 450 mg/L <   |
| نفوذ پنیری خاک | کاهش نفوذ پنیری خاک           | 0.3          |
| SAR -          | -                             | -            |
| عناصر سنجی     | کاهش نفوذ پنیری و شور شدن خاک | 3 me/L <     |
| Cl -           | کاهش نفوذ پنیری و شور شدن خاک | 3 me/L <     |
| B -            | کاهش نفوذ پنیری و شور شدن خاک | 0.7 mg/L <   |
| N -            | تحلیل کیفیت محصول             | 5 mg/L <     |
| فلزات سنگین    | سمی برای گیاهان               | 0.1 mg/L <   |
| As -           | سمی برای گیاهان               | 0.01 mg/L <  |
| Cd -           | سمی برای گیاهان               | 0.2 mg/L <   |
| Cu -           | سمی برای گیاهان               | 5 mg/L <     |
| Pb -           | سمی برای گیاهان               | 2 mg/L <     |
| Zn -           | سمی برای گیاهان               | -            |

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 فیزیکی و محیط زیست طبیعی بوده و منابع آب، خاک و گیاهی موجود در محیط فیزیکی برای تولید محصولات کشاورزی و فرآورده‌های دائمی آبه 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 بی ثباتی 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 سوم 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 در کشاورزی 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 عوایق 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

می باشد. آبهای شور محیط زیست فیزیکی را بیش از سایر اجزا تحت تأثیر خود قرار می دهند. بدنبال تأثیرات در محیط زیست فیزیکی سایر اجزای محیط زیست نظیر محیط‌های طبیعی، اقتصادی و اجتماعی نیز بطور غیر مستقیم دستخوش تغییرات می گردند. محیط زیست فیزیکی بدلیل مصرف آب‌های شور به دو طریق ممکن است دچار آسیب‌دیدگی گردد. نخست، نارسانی رشد ناشی از تراکم نمک و دومین اشکال منتج از فراوانی سدیم قابل تعویض که کاهش <sup>پهلو</sup> 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 می اندازد. 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 می گردد. در اثر اضمحلال اجزای محیط‌های فیزیکی و طبیعی، مزرعه نیز به نوبه خود دچار صدمات اقتصادی می گردد. افت محصول و کاهش درآمد از عواقب نامطلوب اضمحلال محیط‌های فیزیکی و طبیعی می باشد. اقتصاد خانوار روستایی که بر تولید محصول و کسب درآمد مبتنی است، با به خطر افتادن اجزای محیط‌های فیزیکی و طبیعی دستخوش بی ثباتی 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 محیط زیست اجتماعی، کاهش درآمد و اشتغال و فراهم شدن مقدمات مهاجرت کشاورزان به شهرها می باشد. برای کاهش اثرات آبهای شور بر محیط زیست، نخست می بایست اعمال مدیریت ویژه و تکیه بر تجرب 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 <sup>پهلو</sup> 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 assessment 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. Leesaffre (Ed.). NATO ASI Series, Series E: Applied Sciences, the Netherlands 312: 345-358.