2022, Vol.9, No.3, Pages 107 to 116
Journal of Water and Sustainable Development

سال نهم، شماره ۳، ۱۴۰۱، صفحات ۱۰۷ تا ۱۱۶
نشریه آب و توسعه پایدار

Article Type: Review Article / Technical paper

نوع مقاله: مروری/فنی ترویجی

An Analysis of the Salinity Status of Water Resources in Use in the Agricultural Sector

M.H. Rahimian[1*], H. Gholami[2]

1- Assistant Professor, National Salinity Research Center (NSRC), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran.
2- PhD Student of Water Science and Engineering, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

*(Corresponding Author Email: mh.rahimian@areeo.ac.ir)

Received: 05-04-2022 Revised: 16-08-2022
Accepted: 21-08-2022 Available Online: 21-12-2022

تحلیلی بر وضعیت شوری منابع آب در حال استفاده بخش کشاورزی

محمدحسن رحیمیان[1*]، حسن غلامی[2]

۱- استادیار مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران. ۲- دانشجوی دکترای علوم و مهندسی آب، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران.

*(نویسنده مسئول، E-Mail: mh.rahimian@areeo.ac.ir)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۱/۱۶ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۵/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۳۰ تاریخ انتشار: ۱۴۰۱/۰۹/۳۰

Abstract

The salinity of irrigation water resources combined with improper irrigation and drainage management is considered one of the most important threats to the sustainability of the agricultural sector in irrigated lands of the country. According to an overall estimate, about half of the country's irrigated farms have salinity problems at different levels. Given that no up-to-date and accurate report on the salinity status of agricultural water resources of Iran has been prepared so far, this paper decided to do this with the help of the latest statistics and information available at a national scale. For this purpose, the quality (salinity) data of agricultural water resources related to Iran Water Resources Management Company and also the results of previous studies on the quality of surface and underground water resources were used. The results of data analysis, which was conducted on 44.5 billion cubic meters of groundwater used in the agricultural sector, show that the average electrical conductivity of these resources is around 2.0 dS.meter-1. of which, about 31% (equivalent to 13.8 bcm), as well as about 20% of the surface agricultural water resources (equivalent to around 3.6 to 4.4 bcm) have salinities higher than the average. Concludingly, the possible effects of salinity on crop yield have also been provided, as well as proper solutions to overcome the salinity problems of irrigated agriculture.

Keywords: Ground Water, Surface Water, Salinity, Electrical Conductivity, Agriculture.

چکیده

شوری منابع آب کشاورزی توأم با مدیریت ضعیف آبیاری و زهکشی، به‌عنوان مهمترین عامل تهدیدکننده پایداری بخش کشاورزی در اراضی فاریاب شناخته می‌شود. بطوریکه بر اساس یک تخمین کلی، حدود نیمی از کشت‌های آبی کشور در معرض مشکلات شوری با درجات مختلف قرار دارند. با توجه به اینکه تاکنون گزارشی از آخرین وضعیت شوری منابع آب در حال استفاده بخش کشاورزی تدوین نشده است، این مقاله بر آن شد تا با کمک آمار و اطلاعات موجود در مقیاس ملی، این مهم را انجام دهد. بدین منظور از داده‌های کیفیت (شوری) منابع آب کشاورزی مربوط به شرکت مدیریت منابع آب ایران و همچنین از نتایج مطالعات قبلی در زمینه کیفیت منابع آب سطحی و زیرزمینی استفاده شد. نتایج تحلیل داده‌های مذکور که بر روی ۴۴/۵ میلیارد مترمکعب آب‌های زیرزمینی مورد استفاده در بخش کشاورزی انجام گردید، نشان می‌دهد که متوسط هدایت الکتریکی این منابع در حدود ۲ دسی زیمنس بر متر است. همچنین از نظر حجمی، حدود ۳۱٪ این منابع (معادل با ۱۳/۸ میلیارد مترمکعب) و حدود ۲۰٪ از آب‌های سطحی مصرفی در بخش کشاورزی (معادل با ۳/۶ تا ۴/۴ میلیارد مترمکعب) دارای شوری‌های بالاتر از عدد میانگین می‌باشند. در انتهای این مقاله، به اثرات شوری بر عملکرد محصول و راهکارهای غلبه بر مشکلات شوری در اراضی فاریاب نیز مختصراً اشاره شده است.

واژه‌های کلیدی: آب زیرزمینی، آب سطحی، شوری، هدایت الکتریکی، کشاورزی.

HomePage: https://jwsd.um.ac.ir

How to cite this article: Rahimian M.H. and Gholami H. 2022. An Analysis of the Salinity Status of Water Resources in Use in the Agricultural Sector. Journal of Water and Sustainable Development, 9(3): 107-116. doi: http://dx.doi.org/10.22067/jwsd.v9i3.2204.1135

مقدمه

یکی از عوامل تهدیدکننده پایداری بخش کشاورزی به ویژه در اراضی فاریاب[1]، شورشدن تدریجی خاک‌های کشاورزی به‌واسطه شوری منابع آب آبیاری می‌باشد. بر اساس یک تخمین کلی، حدود نیمی از اراضی کشت‌های آبی کشور دارای مشکلات شوری با درجات مختلف هستند (Cheraghi، ۲۰۰۴) که در صورت عدم تغییر مدیریت، افت ۵۰ درصدی عملکرد محصول در آنها محتمل است (Qadir و همکاران، ۲۰۰۷). از طرفی دیگر، میانگین درازمدت بارندگی کشور ۲۴۳ میلی‌متر و پتانسیل تبخیر در حدود ۲۰۰۰ میلی‌متر می‌باشد که به ترتیب یك سوم و سه برابر میانگین جهانی است (عباسی و همکاران، ۱۳۹۷) و این دو موضوع (بارندگی کم و تبخیر زیاد) سبب می‌شوند تا شستشوی طبیعی املاح از خاک‌های کشاورزی به‌خوبی صورت نگیرد. مسأله شور شدن خاک و از بین رفتن تدریجی کشاورزی در اثر آبیاری با آب شور، جنبه جهانی نیز دارد و بر خطرات آن مرتباً تأکید شده است. به‌عنوان مثال، Qadir و همکاران (۲۰۱۴) اذعان داشته‌اند که طی ۲۰ سال متمادی، روزانه ۲۰۰۰ هکتار از اراضی تحت آبیاری ۷۵ کشور واقع در مناطق خشک و نیمه‌خشک دنیا در اثر شورشدن از بین رفته است. طبق برآوردهای صورت گرفته توسط ایشان، خسارت تخریب خاک در مزارع تحت آبیاری دنیا، نزدیک به ۲۷/۳ میلیارد دلار در هر سال است. در مورد ایران، این تخمین، نزدیک به ۵۰ درصد اراضی فاریاب و به حدود ۳/۵ میلیون هکتار می‌رسد (بنائی و همکاران، ۱۳۸۳) که سالانه خسارتی بالغ بر یک میلیارد دلار را به کشور وارد می‌کند (FAO، ۲۰۱۲؛ هاشمی‌نژاد، ۱۳۹۵). لازم به ذکر است که سطح اراضی کشاورزی ایران، اعم از کشت‌های دائمی یا سالانه آبی و دیم در حدود ۱۸/۲ میلیون هکتار است که از این سطح، مقدار تقریبی ۷/۸ میلیون هکتار را کشاورزی فاریاب (آبی) تشکیل می‌دهند. بنابراین، آبیاری اراضی با آب‌های شور توأم با مدیریت ضعیف آبیاری و زهکشی می‌تواند موجب شوری‌زایی ثانویه[2] خاک‌های کشاورزی، بروز خسارت به محصول و نهایتاً افت قابل توجه درآمد و اشتغال در این بخش گردد (Qadir و همکاران، ۲۰۰۷؛ Siadat و همکاران، ۱۹۹۷). در همین راستا، با توجه به اینکه گزارش به‌روز از آخرین وضعیت شوری منابع آب بخش کشاورزی تا کنون تدوین نشده است، این مقاله سعی بر آن داشته تا با کمک آمار و اطلاعات موجود در مقیاس ملی، این مهم را انجام دهد. بررسی و تبیین وضعیت فعلی کیفیت (شوری) منابع آب کشاورزی، تحلیل آخرین داده‌های موجود و همچنین ارائه برخی راهکارهای مدیریت و کنترل شوری در اراضی فاریاب کشور از مهمترین اجزای این مقاله است که در ذیل به آن‌ها پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

برای انجام این پژوهش از داده‌های کیفیت (شوری) منابع آب کشاورزی مربوط به شرکت مدیریت منابع آب ایران در سال ۱۳۹۷ و همچنین از نتایج مطالعات قبلی در زمینه کیفیت منابع آب سطحی و زیرزمینی مورد استفاده در بخش کشاورزی، استفاده شده است. تحلیل مکانی داده‌ها و طبقه‌بندی کلاس‌های شوری از مهمترین مراحل انجام این پژوهش بوده است و از این طریق، سعی شد تا ابتدا وضعیت شوری منابع آب کشاورزی در نقاط مختلف کشور تبیین شود و سپس با بهره‌گیری از تجارب و تحقیقات قبلی صورت گرفته در این زمینه، راهکارهایی جهت غلبه بر مشکلات شوری در اراضی فاریاب ارائه گردد.

نتایج و بحث

الف- تحلیل کیفیت (شوری) آب‌های زیرزمینی

جدول (۱) میانگین هدایت الکتریکی منابع آب کشاورزی استان‌های مختلف کشور بر حسب دسی‌زیمنس بر متر را نشان می‌دهد که از آمار شرکت مدیریت منابع آب ایران در سال ۱۳۹۷ استخراج شده است. در این بین، استان‌هایی نظیر بوشهر، خراسان جنوبی و یزد دارای بیشترین میانگین شوری آب مصرفی در بخش کشاورزی هستند؛ بطوریکه چاه‌های کشاورزی این استان‌ها دارای میانگین هدایت الکتریکی تقریبی ۵ دسی زیمنس بر متر می‌باشند. همچنین، با در نظر گرفتن حجم آب استحصال شده از هر منبع (چاه، چشمه، قنات) در هر استان، میانگین وزنی شوری آب کشاورزی نیز محاسبه (ستون آخر جدول) و به ترتیب صعودی مرتب شد. همانطوری که ملاحظه می‌گردد، منابع آب کشاورزی ۱۱ استان کشور دارای میانگین وزنی شوری تقریبی ۲ دسی زیمنس بر متر و بیشتر هستند. این استان‌ها شامل بوشهر، یزد، خراسان جنوبی، هرمزگان، قم، اصفهان، سمنان، سیستان و بلوچستان، فارس، خراسان رضوی و کرمان می‌باشند.

با توجه به اینکه در بین منابع مختلف آب زیرزمینی (چاه، چشمه و قنات)، چاه‌های کشاورزی با ۷۷٪ بیشترین سهم را از نظر تأمین آب در بخش کشاورزی دارند، دامنه تغییرات هدایت الکتریکی این چاه‌ها به‌صورت استان به استان نیز بررسی شد. شکل (۱) تغییرات میانگین، حداکثر و حداقل هدایت الکتریکی (شوری) مشاهداتی چاه‌های کشاورزی استان‌های مختلف را نشان می‌دهد. بدین ترتیب، بیشترین مقادیر مطلق شوری آب چاه‌های کشاورزی در استان‌های سیستان و بلوچستان، یزد و اصفهان، اندازه‌گیری و ثبت شده است. انجام فعالیت‌های

آبزی‌پروری و تولید محصولات باغی و زراعی متحمّل به شوری، اعم از پسته، جو و علوفه به عنوان عمده مصارف شورترین چاه‌های کشاورزی این استان‌ها گزارش گردیده است. همچنین، اختلاط و استفاده تلفیقی آب شور با سایر منابع آبی موجود در محل که کیفیت مناسب‌تری دارند، جزو مهمترین راهکارهایی است که کشاورزان این مناطق برای استفاده از منابع آب بسیارشور مذکور در پیش گرفته‌اند. استفاده از فناوری‌هایی نظیر آب‌شیرین‌کن نیز در برنامه برخی کشاورزان پیشرو برای تولید گیاهان اقتصادی و پر سود نظیر پسته و برخی محصولات گلخانه‌ای، قرار گرفته است.

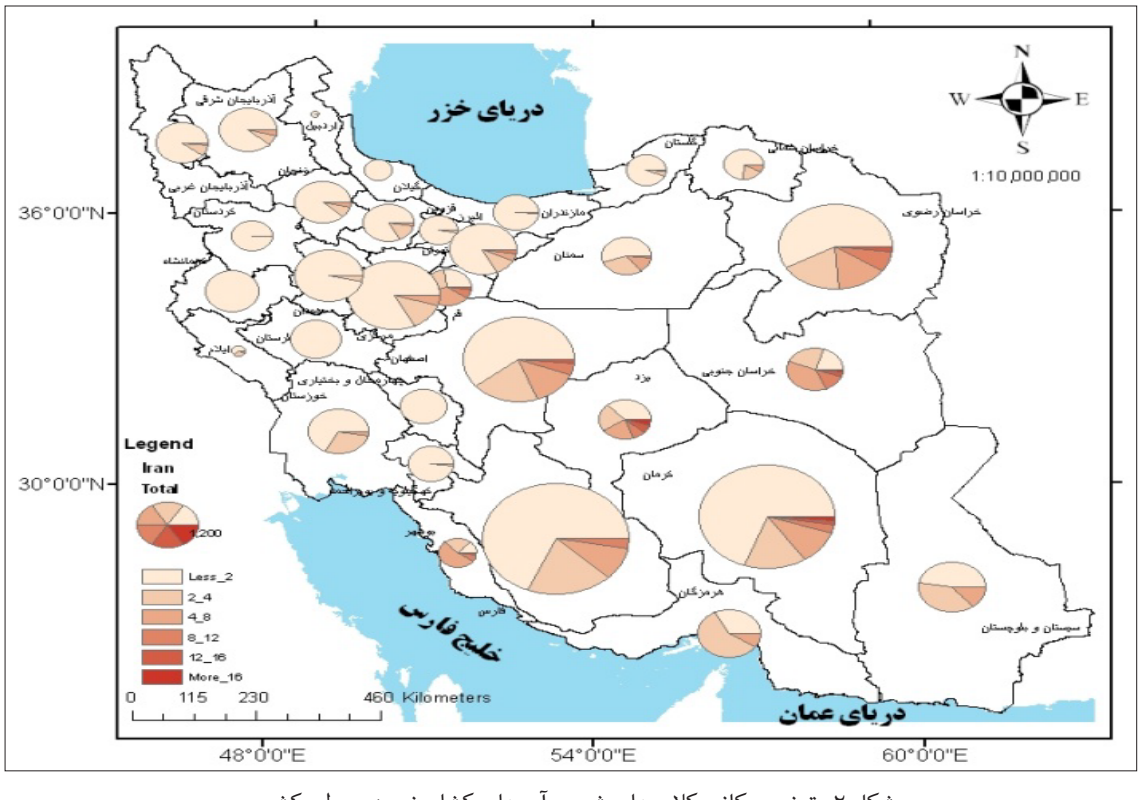
جدول ۱- میانگین هدایت الکتریکی منابع آب زیرزمینی کشاورزی (بر حسب دسی‌زیمنس بر متر) در استان‌های مختلف کشور

ردیف	نام استان	چاه	چشمه	قنات	میانگین وزنی شوری
۱	چهارمحال و بختیاری	۰/۵	۰/۴	۰/۴	۰/۴
۲	کرمانشاه	۰/۵	۰/۴	۰/۴	۰/۵
۳	لرستان	۰/۶	۰/۳	۰/۴	۰/۵
۴	مازندران	۰/۹	۰/۳	-	۰/۵
۵	گیلان	۱/۰	۰/۳	۰/۷	۰/۵
۶	کردستان	۰/۶	۰/۴	۰/۶	۰/۶
۷	اردبیل	۱/۰	۰/۵	۰/۷	۰/۶
۸	همدان	۰/۹	۰/۴	۰/۶	۰/۹
۹	کهکیلویه و بویراحمد	۰/۹	۱/۰	۱/۰	۱/۰
۱۰	البرز	۱/۲	۰/۴	۱/۰	۱/۱
۱۱	مرکزی	۱/۳	۰/۶	۰/۷	۱/۱
۱۲	آذربایجان غربی	۱/۲	۰/۵	۰/۷	۱/۱
۱۳	ایلام	۱/۴	۱/۰	۱/۲	۱/۲
۱۴	آذربایجان شرقی	۱/۳	۰/۷	۰/۷	۱/۲
۱۵	تهران	۱/۴	۰/۴	۱/۵	۱/۳
۱۶	قزوین	۱/۵	۰/۵	۰/۹	۱/۴
۱۷	زنجان	۱/۶	۰/۶	۰/۷	۱/۴
۱۸	گلستان	۱/۷	۰/۶	۰/۸	۱/۴
۱۹	خوزستان	۱/۶	۰/۹	۰/۹	۱/۴
۲۰	خراسان شمالی	۲/۱	۰/۷	۱/۴	۱/۵
۲۱	کرمان	۲/۰	۰/۶	۱/۰	۱/۹
۲۲	خراسان رضوی	۲/۲	۰/۸	۱/۲	۲/۰
۲۳	فارس	۲/۳	۱/۱	۰/۹	۲/۰
۲۴	سیستان و بلوچستان	۲/۵	۱/۲	۱/۶	۲/۳
۲۵	سمنان	۲/۷	۰/۹	۱/۷	۲/۳
۲۶	اصفهان	۳/۴	۰/۵	۱/۳	۲/۷
۲۷	قم	۴/۰	۰/۶	۰/۹	۳/۳
۲۸	هرمزگان	۳/۴	۳/۸	۱/۵	۳/۴
۲۹	خراسان جنوبی	۵/۲	۱/۷	۲/۰	۴/۴
۳۰	یزد	۵/۲	۱/۹	۱/۷	۴/۵
۳۱	بوشهر	۵/۶	۳/۶	۲/۸	۵/۴
-	میانگین	۲/۰	۰/۹	۱/۰	۱/۷

	یوشهر	خراسان جنوبی	یزد	قم	اصفهان	هرمزگان	سمنان	سیستان و بلوچستان	فارس	خراسان رضوی	خراسان شمالی	کرمان	گلستان	خوزستان	زنجان	قزوین	ایلام	تهران	آذربایجان شرقی	مرکزی	آذربایجان غربی	البرز	اردبیل	گیلان	کهکیلویه و بویر احمد	همدان	مازندران	کردستان	لرستان	کرمانشاه	چهارمحال و بختیاری
Average	5.6	5.2	5.2	4.0	3.4	3.4	2.7	2.4	2.2	2.2	2.1	2.0	1.7	1.6	1.6	1.5	1.4	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.6	0.6	0.5	0.5
min	0.2	0.4	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.3	0.1	0.3	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1
Max	25.0	15.9	33.9	18.5	32.7	20.0	19.6	36.2	19.9	24.0	10.9	22.3	15.2	15.0	12.4	20.0	7.9	20.0	12.7	9.1	9.9	16.9	3.7	7.7	4.0	11.8	11.4	6.9	4.2	3.9	3.1

شکل ۱- تغییرات هدایت الکتریکی مشاهداتی چاه‌های کشاورزی در استان‌های مختلف

تحلیل داده‌های مذکور که بر روی ۴۴/۵ میلیارد متر مکعب آب‌های زیرزمینی مورد استفاده در بخش کشاورزی انجام شد، نشان می‌دهد که از نظر حجمی، حدود ۳۱٪ از این منابع (معادل با ۱۳/۸ میلیارد متر مکعب) دارای شوری‌های بالای ۲ دسی زیمنس بر متر (با سطوح مختلف شوری) می‌باشند. از این بین، حدود ۷/۵ میلیارد متر مکعب در کلاس شوری ۴-۲ دسی زیمنس بر متر، حدود ۴/۳ میلیارد متر مکعب در کلاس شوری ۸-۴ دسی زیمنس بر متر، حدود ۱/۳ میلیارد متر مکعب در کلاس شوری ۱۲-۸ دسی زیمنس بر متر، حدود ۰/۴ میلیارد متر مکعب در کلاس شوری ۱۶-۱۲ دسی زیمنس بر متر و حدود ۰/۲ میلیارد متر مکعب در کلاس شوری بالای ۱۶ دسی زیمنس بر متر به مصرف کشاورزی می‌رسد. شکل (۲) توزیع مکانی کلاس‌های مختلف شوری آب‌های کشاورزی در سطح کشور را نشان می‌دهد. بر روی این شکل، اندازه هر دایره متناسب با حجم آب مصرفی بخش کشاورزی هر استان است. آب‌های شور مذکور عمدتاً در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران نظیر فلات مرکزی، جنوب و شرق و یا نزدیک ساحل دریاچه‌ها و دریاها واقع شده‌اند.



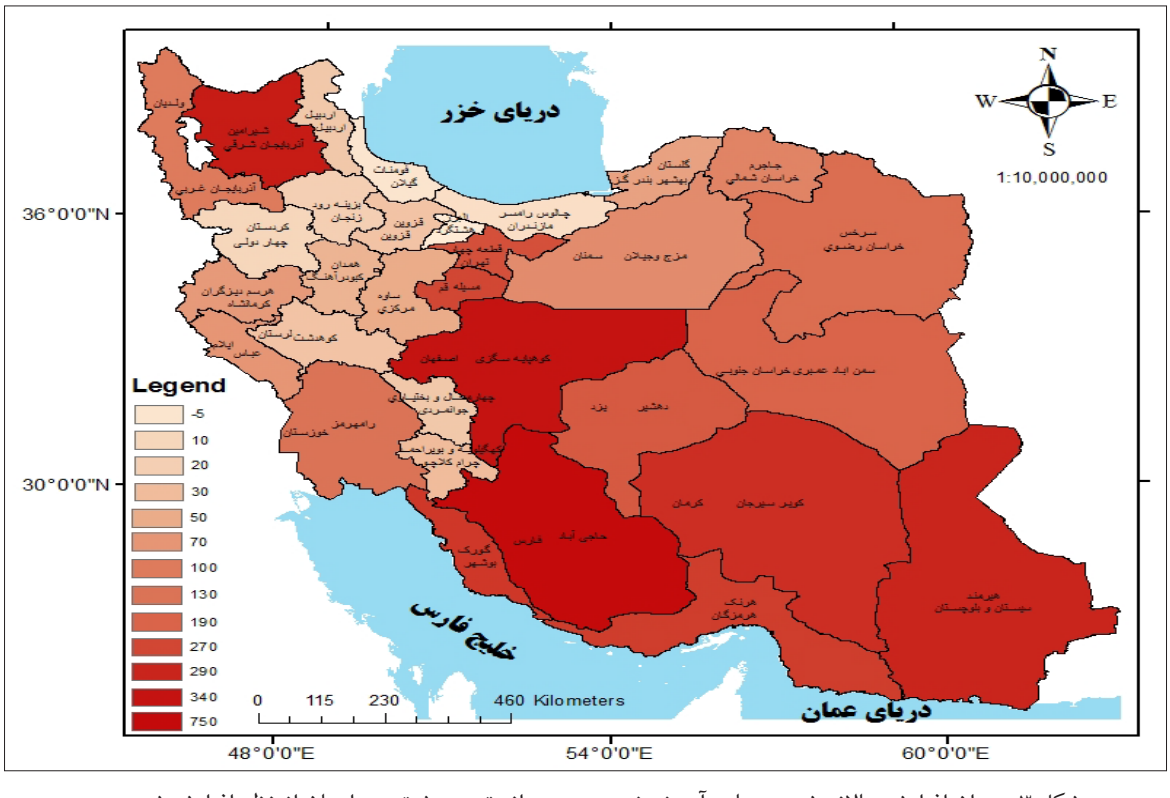
شکل ۲- توزیع مکانی کلاس‌های شوری آب‌های کشاورزی در سطح کشور

جدول (۲) حجم اختصاص یافته به کلاس‌های مختلف شوری آب زیرزمینی استان‌های مختلف را نشان می‌دهد که از آمار و گزارش‌های مطالعات پایه منابع آب استخراج شده است (شرکت مدیریت منابع آب ایران، ۱۳۹۷). در این جدول، تنوع زیادی از نظر توزیع شوری آب زیرزمینی (آب آبیاری) استان‌های مختلف دیده می‌شود. برخی استان‌ها نظیر کرمانشاه، چهارمحال و بختیاری، لرستان و گیلان، تقریباً فاقد آب‌های زیرزمینی شور بوده و طبیعتاً بخش عمده منابع آب آنها در کلاس کیفی کمتر از ۲ دسی زیمنس بر متر قرار گرفته است. اما در استان‌هایی نظیر بوشهر، یزد، خراسان جنوبی، هرمزگان، قم، اصفهان، سمنان، سیستان و بلوچستان، فارس، خراسان رضوی و کرمان میانگین شوری آب زیرزمینی آنها در حدود ۲ و یا بالای ۲ دسی زیمنس بر متر بوده و کلاس‌های شوری آب آبیاری این استان‌ها، دارای تنوع می‌باشند.

جدول ۲- درصد حجمی اختصاص یافته به کلاس‌های مختلف شوری آب زیرزمینی استان‌های مختلف، در حال استفاده در بخش کشاورزی

استان	کلاس شوری آب زیرزمینی (دسی زیمنس بر متر)					
	۲>EC	۴ >EC> ۲	۸ >EC> ۴	۱۲ >EC> ۸	۱۶ >EC> ۱۲	۱۶ < EC
کرمانشاه	۹۹/۹	۰/۱	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰
چهارمحال بختیاری	۹۹/۸	۰/۲	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰
لرستان	۹۹/۷	۰/۲	۰/۱	۰/۰	۰/۰	۰/۰
گیلان	۹۹/۶	۰/۳	۰/۱	۰/۰	۰/۰	۰/۰
کردستان	۹۸/۹	۱/۰	۰/۱	۰/۰	۰/۰	۰/۰
مازندران	۹۸/۸	۱/۱	۰/۱	۰/۰	۰/۰	۰/۰
کهکیلویه بویراحمد	۹۷/۸	۱/۷	۰/۴	۰/۱	۰/۰	۰/۰
همدان	۹۵/۲	۳/۹	۰/۸	۰/۰	۰/۰	۰/۰
گلستان	۹۳/۲	۵/۳	۱/۳	۰/۲	۰/۰	۰/۰
اردبیل	۹۱/۶	۸/۴	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰
آذربایجان غربی	۸۹/۳	۸/۷	۱/۸	۰/۱	۰/۰	۰/۰
زنجان	۸۸/۰	۷/۷	۴/۰	۰/۴	۰/۰	۰/۰
آذربایجان شرقی	۸۷/۵	۷/۹	۴/۰	۰/۶	۰/۰	۰/۰
مرکزی	۸۲/۰	۱۲/۹	۴/۵	۰/۶	۰/۰	۰/۰
خراسان شمالی	۷۳/۲	۱۷/۳	۸/۷	۰/۸	۰/۰	۰/۰
خوزستان	۶۷/۰	۳۰/۰	۲/۹	۰/۱	۰/۰	۰/۰
ایلام	۶۳/۰	۳۱/۵	۵/۴	۰/۱	۰/۰	۰/۰
سمنان	۵۵/۱	۲۹/۶	۱۳/۲	۱/۸	۰/۳	۰/۰
البرز	۹۵/۱	۳/۶	۱/۰	۰/۲	۰/۱	۰/۰
تهران	۸۱/۹	۱۰/۲	۴/۶	۲/۸	۰/۶	۰/۰
سیستان بلوچستان	۴۶/۷	۳۹/۰	۱۳/۶	۰/۷	۰/۰	۰/۰
قزوین	۸۲/۰	۱۴/۷	۲/۹	۰/۳	۰/۰	۰/۰
قم	۲۷/۱	۲۷/۹	۳۴/۸	۸/۲	۲/۰	۰/۱
فارس	۶۸/۲	۱۸/۹	۹/۲	۲/۹	۰/۶	۰/۲
اصفهان	۶۰/۵	۱۹/۶	۱۳/۲	۴/۴	۱/۷	۰/۵
خراسان رضوی	۵۷/۹	۱۷/۶	۱۴/۴	۷/۸	۱/۹	۰/۵
هرمزگان	۳۱/۸	۵۶/۹	۹/۰	۰/۹	۰/۶	۰/۸
بوشهر	۱۲/۴	۲۳/۶	۵۲/۶	۷/۹	۲/۵	۰/۹
کرمان	۶۹/۶	۱۴/۸	۱۰/۴	۲/۶	۱/۳	۱/۲
خراسان جنوبی	۱۹/۹	۲۳/۸	۳۷/۸	۱۲/۷	۴/۰	۱/۸
یزد	۳۶/۷	۲۳/۰	۲۰/۲	۸/۰	۶/۸	۵/۳
مجموع	۶۹/۳	۱۶/۸	۹/۷	۲/۹	۰/۹	۰/۵

همانند افت کمّی استحصال از منابع آب زیرزمینی در دهه‌های اخیر، کیفیت این منابع نیز دستخوش تغییرات بوده و میانگین شوری (هدایت الکتریکی) این منابع به مرور زمان افزایش یافته است. بر اساس تحلیل آمار منابع آبی منتخب زیرزمینی سطح کشور (شرکت مدیریت منابع آب ایران، ۱۳۹۷)، میانگین شوری منابع آب زیرزمینی کشور طی دو دهه اخیر در حدود ۰/۴ دسی زیمنس بر متر (۴۰۰ میکرموس بر سانتیمتر) افزایش داشته است. اگرچه در یک مقیاس ملی و برای محصولات کشاورزی متحمل به شوری آب آبیاری، این افزایش خیلی محسوس به نظر نمی‌رسد، اما بررسی نقطه به نقطه شوری چاه‌ها و منابع آب کشاورزی، نشان‌دهنده افزایش قابل توجه شوری آب زیرزمینی در برخی مناطق کشور بوده که باعث افت قابل توجه عملکرد محصولات کشاورزی شده و یا به تغییر الگوی کشت و نوع فعالیت‌های کشاورزی در آن منطقه انجامیده است. برای بررسی دقیق‌تر این مسأله، از بین ۵۴۴ دشت کشور (محدوده مطالعاتی)، ابتدا بحرانی‌ترین دشت هر استان که دارای بیشترین افزایش شوری آب زیرزمینی طی دوره آماری بود، شناسایی گردید. سپس میزان افزایش سالانه شوری آب زیرزمینی این دشت‌ها بر حسب میکرو زیمنس بر سانتی‌متر در سال، محاسبه گردید (شکل ۳). در این بین، استان‌های فارس (دشت حاجی‌آباد، کد ۲۷۲۱)، اصفهان (دشت کوهپایه – سگزی، کد ۴۲۰۱)، آذربایجان شرقی (دشت شبرامین، کد ۳۰۱۷)، سیستان و بلوچستان (دشت هیرمند، کد ۵۲۰۴) و کرمان (دشت کویر سیرجان، کد ۴۴۱۸) دارای روند افزایشی شوری محسوس‌تری نسبت به سایر مناطق کشور بوده‌اند؛ بطوریکه افزایش سالانه شوری آب زیرزمینی این دشت‌ها به ترتیب ۷۶۲، ۳۳۶، ۳۱۹، ۲۹۱ و ۲۸۹ میکرو زیمنس بر سانتیمتر بوده که مقادیر قابل توجهی محسوب می‌شوند. همچنین، روند تغییرات شوری آب‌های زیرزمینی در استان‌های گیلان، مازندران و البرز صعودی نبوده و تغییرات قابل توجهی در طول دوره آماری نداشته‌اند.



شکل ۳- میزان افزایش سالانه شوری منابع آب زیرزمینی در بحرانی‌ترین دشت هر استان از نظر افزایش شوری بر حسب میکرو زیمنس بر سانتی‌متر در سال (استخراج از کموگراف‌های شرکت مدیریت منابع آب ایران، ۱۳۹۷)

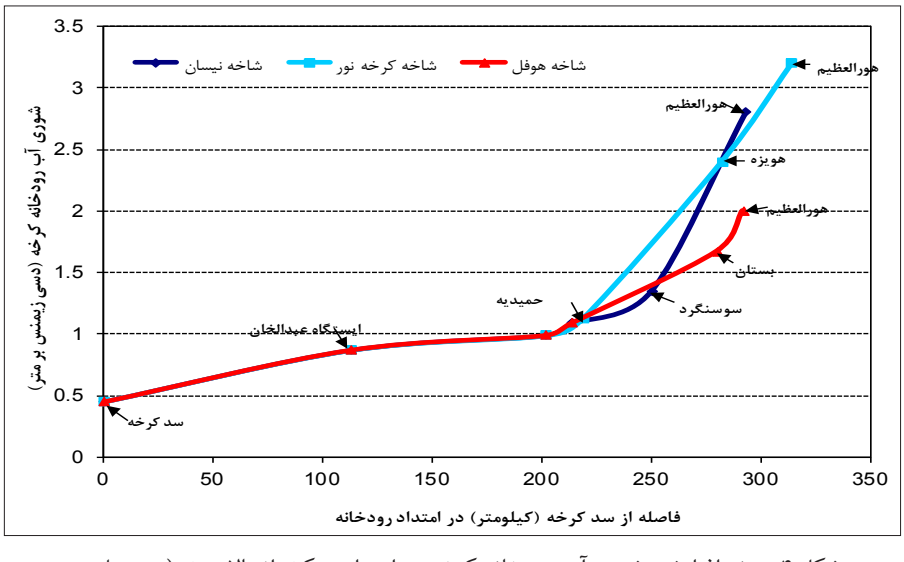
ب- تحلیل کیفیت (شوری) آب‌های سطحی

در خصوص کلاس‌های کیفی (شوری) آب‌های سطحی کشور و حجم منابع آبی موجود در هر کلاس شوری، آمار دقیقی در دسترس نبوده و یا آمار مذکور، تا حدودی قدیمی و یا موردی می‌باشند. به‌عنوان مثال، بررسی‌های انجام شده توسط Shiati (۱۹۹۸) نشان داده که حجم آب جریان یافته در رودخانه‌هایی که مجموع املاح آنها بیشتر از ۱۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر (حدود ۲/۳ دسی زیمنس بر متر) است، در حدود ۱۰/۷ میلیارد مترمکعب (معادل با ۱۱٪ از کل جریان‌های سطحی کشور) می‌باشد. اغلب این رودخانه‌ها در نواحی جنوب، جنوب‌غرب و فلات مرکزی ایران

جریان داشته‌اند. بر اساس محاسبات مذکور، حدود ۷۰ درصد از حجم آب‌های فوق‌الذکر (معادل با ۷/۵۴ میلیارد مترمکعب) در حوضه‌آبریز خلیج فارس و دریای عمان جریان دارد. حدود ۱۴/۲ درصد (۱/۵۳ میلیارد مترمکعب) در حوضه‌آبریز فلات مرکزی، حدود ۸/۸ درصد (۹۳۲ میلیون مترمکعب) در حوضه‌آبریز دریای مازندران، حدود ۶/۱ درصد (۶۵۸ میلیون مترمکعب) در حوضه‌آبریز دریاچه ارومیه و حدود ۰/۸ درصد (۸۲ میلیون مترمکعب) نیز در حوضه‌آبریز قره‌قوم جریان دارد. حوضه‌آبریز مرزی شرق فاقد آب‌های لب‌شور و شور سطحی گزارش شده است (نیریزی، ۱۳۷۷؛ عابدی و همکاران، ۱۳۸۱). قدرت‌نما (۱۳۷۸) نیز مجموع آورد سالانه رودخانه‌هایی با میانگین شوری بیشتر از ۳/۵ دسی زیمنس بر متر که شامل ۱۷ رودخانه فصلی و دائمی در آن زمان بوده‌اند را در حدود ۴/۷ میلیارد مترمکعب تخمین زده است. تخمین‌های دیگری نشان داده است که سالیانه در حدود ۶/۷ میلیارد مترمکعب آب‌های لب‌شور و شور در ۱۲ رودخانه مهم کشور جریان داشته‌اند (Shiati، ۱۹۹۸). به‌دلیل تغییر در میزان و الگوی بارش‌های سالانه کشور طی سال‌های اخیر و همچنین اقدامات و عملیات سازه‌ای انجام شده بر روی رودخانه‌ها و جریان‌های سطحی، شاید نتوان اعداد و ارقام فوق‌الذکر را به سال‌های اخیر نیز تعمیم داد؛ اما بررسی‌های صورت گرفتهٔ این تحقیق نشان می‌دهد که در حال حاضر بین ۱۸ تا ۲۲ میلیارد مترمکعب از منابع آب سطحی کشور در بخش کشاورزی مصرف می‌شوند که از نظر کیفی، تخمین زده می‌شود که ۲۰ درصد این منابع (بین ۳/۶ تا ۴/۴ میلیارد مترمکعب) دارای شوری‌های بالای ۲ دسی زیمنس بر متر بوده و درصد باقیمانده، شوری‌های کمتر از این میزان داشته باشند.

ج- دلایل شوری منابع آب سطحی و زیرزمینی

در خصوص دلایل شور شدن منابع آب‌های سطحی، می‌توان عامل زهکشی اراضی مجاور رودخانه‌ها و ورود جریان‌های زهکش به داخل رودخانه‌ها را به‌عنوان عامل اصلی قلمداد نمود (Ghassemi و همکاران، ۱۹۹۵). همچنین عبور رودخانه از گنبدهای نمکی یا سازندهای زمین‌شناسی شور و افت تدریجی کیفیت آب آنها در مسیر جریان به سمت پایین‌دست، از دیگر دلایل شوری منابع آب سطحی است. به‌عنوان مثال، شوری آب رودخانه کرخه در محل سد، کمتر از ۰/۵ دسی زیمنس بر متر است که پس از طی مسافت تقریبی ۳۰۰ کیلومتری در شاخه کرخه نور و در محل ورود به هورالعظیم، شوری آن به بالای ۳ دسی زیمنس بر متر می‌رسد (شکل ۴). بنابراین، تغییرات مکانی شوری آب رودخانه‌ها و افزایش شوری از بالادست به سمت پایین‌دست، از مهمترین مواردی است که بر مدیریت مصرف آب‌های سطحی در بخش کشاورزی و همچنین مدیریت زهکشی اراضی مجاور رودخانه‌ها تأثیرگذار بوده و توجه به آن‌ها ضروری می‌باشد.



شکل ۴- روند افزایشی شوری آب رودخانه کرخه در امتداد حرکت از بالادست (در محل سد کرخه) به سمت پایین‌دست در شاخه‌های مختلف و ورود به هورالعظیم

در خصوص دلایل شورشدن منابع آب زیرزمینی، عوامل طبیعی نظیر توپوگرافی، زمین‌شناسی و میزان تغذیه توسط بارش و در کنار آن‌ها، سوء مدیریت برداشت آب از سفره‌ها، از مهمترین عوامل هستند. در این خصوص، می‌توان چنین گفت که تقریباً تمامی عوامل موثر در بروز بحران آب کشور، در افت کیفی آب‌های زیرزمینی دهه‌های اخیر کشور نیز موثر بوده‌اند. رشد سریع و توزیع نامتناسب جمعیت در کشور، فعالیت‌های کشاورزی غیرکارآمد و سوء مدیریت در طرح‌های توسعه‌ای

از جمله این عوامل‌اند (Madani، ۲۰۱۴). این عوامل همگی سبب برداشت‌های بی‌رویه منابع آب زیرزمینی در بسیاری از مناطق کشور شده و علاوه بر اینکه سطح ایستابی را به پائین‌تر از قبل برده است، باعث افت قابل توجه کیفیت آب استحصالی چاه‌ها در دهه‌های اخیر گردیده است. افت محسوس سطح ایستابی به میزان تقریبی سالانه ۲/۵ متر در آبخوان ارسنجان استان فارس، ۲/۳ متر در آبخوان صوغان کرمان، ۷ /۱ متر در آبخوان هومند آبسرد استان البرز، ۱/۵ متر در آبخوان رشتخوار خراسان رضوی، ۱/۴ متر در آبخوان کبودرآهنگ همدان و ۱/۲ متر در آبخوان مهیار شمالی استان اصفهان، از جمله موارد قابل توجه افت سطح ایستابی در دهه‌های اخیر بوده است.

د- اثرات شوری بر افت عملکرد محصولات کشاورزی

شوری یکی از مهمترین تنش‌های محیطی است که از طریق ایجاد فشار اسمزی، ایجاد سمیت ویژه یونی و بهم‌زدن تعادل تغذیه‌ای، رشد و عملکرد گیاهان را محدود می‌کند (همایی، ۱۳۸۱). تنش شوری در تمامی مراحل رشد، بر گیاه اثرگذار است، اما ممکن است حساسیت گیاه در یک مرحله از رشد نسبت به مرحلهٔ دیگر متفاوت باشد. تحمل گیاهان نسبت به شوری نه تنها در بین انواع و گونه‌های مختلف گیاهی و مراحل مختلف رشد متغیر است، بلکه تحت شرایط مختلف مزرعه‌ای و محیطی (نظیر ویژگی‌های خاک مزرعه، میزان تبخیر، بارندگی و دمای هوا) و همچنین مدیریتی (نظیر شیوه و حجم آب آبیاری، نحوه و میزان آبشویی املاح خاک، روش کاشت و ...) تغییر می‌کند. به همین دلیل است که در طبقه‌بندی کیفیت آب کشاورزی، می‌بایست تأثیر شوری آب آبیاری بر شوری خاک نیز مد نظر باشد و برای این موضوع عواملی نظیر نوع گیاه، شرایط محیطی و مدیریت آبیاری هم در نظر گرفته شوند. جدول (۳) طبقه‌بندی گیاهان مختلف بر اساس میانگین شوری عصاره اشباع خاک ناحیه ریشه (ECe) را نشان می‌دهد که توسط کمیته بین‌المللی آبیاری و زهکشی با همکاری کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران تدوین شده است.

جدول ۳- طبقه‌بندی گیاهان مختلف بر اساس میزان شوری عصاره اشباع خاک در شرایط ایران

هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (ECe) بر حسب dS/m	میزان حساسیت گیاه به شوری و افت عملکرد ناشی از آن	طبقه بندی خاک مزرعه بر اساس شوری
کمتر از ۲	اثر شوری بر عملکرد گیاه، ناچیز و قابل چشم‌پوشی است.	غیر شور
۲ تا ۴	برای عملکرد گیاهان حساس به شوری، محدودیت ایجاد خواهد کرد.	شوری کم
۴ تا ۸	برای عملکرد گیاهان حساس به شوری، محدودیت ایجاد خواهد کرد.	شوری متوسط
۸ تا ۱۶	تنها گیاهان متحمل به شوری، دارای عملکرد قابل قبول خواهند بود.	شوری زیاد
بیشتر از ۱۶	تنها تعداد محدودی از گیاهان که متحمل زیاد به شوری هستند، دارای عملکرد اقتصادی خواهند بود.	شوری خیلی زیاد (شدید)

شوری خاک یک مزرعه عمدتاً تحت تأثیر شوری آب آبیاری و از آن مهمتر، کسر آبشویی آن مزرعه است. جزء یا کسر آبشویی(LF)[۳] طبق تعریف، بخشی از کل آب مصرفی است که مازاد بر نیاز آبی گیاه بوده و پس از آبیاری ضمن عبور از ناحیه ریشه، املاح موجود در این ناحیه را شستشو و به اعماق پایین‌تر هدایت می‌نماید. در واقع، کسر آبشویی به عنوان کلید استفاده موفق و پایدار آب شور در اراضی فاریاب شناخته می‌شود (Shalhevet، ۱۹۹۴). در روش ارائه شده توسط Ayers و Westcot (۱۹۸۹) می‌توان برای هر کسر آبشویی مشخص، متوسط شوری عصاره اشباع خاک منطقه ریشه (EC_e) را به کمک شوری آب آبیاری (EC_{iw}) تخمین زد. به‌عنوان مثال، در کسر آبشویی ۱۵ تا ۲۰ درصد، شوری عصاره اشباع خاک در حدود ۱/۵ برابر شوری آب آبیاری خواهد بود. بدیهی است که با افزایش کسر آبشویی، شوری خاک به شوری آب آبیاری نزدیک خواهد شد. در روش مذکور، کمتر شدن شوری عصاره اشباع خاک از شوری آب آبیاری، تنها در کسرهای آبشویی ۳۰ درصد و بیشتر رخ خواهد داد (Ayers وWestcot ، ۱۹۸۹). توزیع املاح در خاک نیز تابع کسر آبشویی است. به‌طوریکه در شوری‌های یکسان آب آبیاری، هر چه کسر آبشویی بیشتر شود، شیب افزایش غلظت املاح خاک با افزایش عمق، کمتر می‌شود.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

کشاورزی آبی در ایران دارای مساحت تقریبی ۷/۸ میلیون هکتار بوده که حدود ۷۱ درصد از حجم مصرف منابع آب تجدیدشونده اعم از سطحی و زیرزمینی را به خود اختصاص داده است. در یک مقیاس ملی، متوسط هدایت الکتریکی چاه‌های کشاورزی در حدود ۲ دسی زیمنس بر متر بوده و از نظر حجمی، حدود ۳۱٪ از آبهای زیرزمینی (معادل با ۱۳/۸ میلیارد مترمکعب) و حدود ۲۰٪ از آبهای سطحی (معادل با ۳/۶ تا ۴/۴ میلیارد مترمکعب) مصرفی در بخش کشاورزی دارای شوری‌های بالاتر از میانگین می‌باشند. همچنین، در حال حاضر میانگین شوری منابع آب زیرزمینی کشاورزی در ۱۱ استان کشور (شامل بوشهر، یزد، خراسان جنوبی، هرمزگان، قم، اصفهان، سمنان، سیستان و بلوچستان، فارس، خراسان رضوی و کرمان) برابر یا بیشتر از میانگین کشوری است. به‌عنوان مثال، متوسط شوری آب چاه‌های کشاورزی در استان‌های یزد، خراسان جنوبی و بوشهر به ترتیب ۵/۲، ۵/۲ و ۵/۶ دسی زیمنس بر متر می‌باشد. تحت چنین شرایطی، هم آب و هم املاح در هنگام آبیاری به خاک مزرعه اضافه می‌شوند. لذا مدیریت نامناسب آب‌های شور موجب شورشدن تدریجی خاک‌های زراعی کشاورزی، ناپایداری و کاهش قابل توجه تولید و افت شاخص بهره‌وری خواهد شد. این مسأله، ضرورت توجه به پدیده شوری در بخش کشاورزی را گوشزد می‌نماید. پدیده‌ای که سالانه باعث خسارات محسوس و غیرمحسوس زیادی به این بخش می‌گردد. اما در کنار این مسأله، راهکارهایی نیز برای کنترل و مدیریت شوری منابع آب و خاک کشاورزی در مقیاس‌های مزرعه‌ای وجود دارند که می‌توانند افت تولید و خسارات وارده به کشاورزان را کم کنند. در یک تقسیم بندی کلی، این راهکارها در قالب عملیات فیزیکی، شیمیایی، هیدرولوژیکی و بیولوژیکی قابل توصیه هستند. تسطیح مناسب سطح خاک به منظور ایجاد یکنواختی در توزیع آب و جلوگیری از تجمع موضعی املاح در نقاط مرتفع زمین، بهینه‌سازی سیستم و زمان‌بندی مناسب آبیاری با هدف کاهش تنش‌های خشکی وارده به گیاه در شرایط شور، اختلاط آب‌های شور با منابع آبی باکیفیت‌تر، توجه به زمان و شیوه کوددهی و تغذیه گیاه، توجه به شیوه و محل کاشت بذر یا نشاء در زمین، افزایش تراکم کاشت در شرایط شور و استفاده از ارقام یا الگوی کشت گیاهی مناسب، می‌تواند در مدیریت و کنترل شوری و کاهش خسارات شوری به کشاورزان موثر باشد (رنجبر و همکاران، ۱۳۹۳؛ رنجبر و همکاران، ۱۳۹۴؛ صادق‌زاده و کشاورز، ۱۳۷۹). همچنین، آبشویی در فصول سرد بجای فصول گرم و یا در خارج از فصل رشد گیاه در شرایط کمبود آب، می‌تواند عملیات آبشویی را با سهولت و بازدهی بیشتری انجام دهد. حتی در مورد خاک‌های با نرخ نفوذپذیری کم (خاک‌های سنگین) که افزایش عمق آبیاری با هدف تأمین آبشویی، منجر به کاهش تهویه خاک و خسارت به گیاه خواهد شد، آبشویی را می‌توان به خارج فصل رشد موکول کرد و یا اینکه همزمان با تواتر بیشتر آبیاری‌ها، عمق آب در هر نوبت را کاهش داد. استفاده از آبیاری بارانی با شدت پاشش کمتر از نرخ نفوذپذیری خاک و یا بکارگیری روش‌های موضعی به منظور ایجاد جریان غیراشباع آب در خاک، می‌تواند با مصرف حجم آب کمتر، به کنترل بهتر شوری خاک کمک کند (Oster و همکاران، ۱۹۷۲). همچنین، در شرایط کمبود آب و عدم تأمین نیاز آبشویی با روشهای متداول، کاهش سطح خیس شده زمین با هدف افزایش عمق آبیاری در هر نوبت بسیار مفید و کاربردی است. شخم‌زدن سطح خاک باغات پس از هر نوبت آبیاری از دیگر عملیات مفید و کنترل‌کننده شوری خاک مزرعه به‌ویژه در مناطق خشک است که در بین کشاورزان فلات مرکزی به‌ویژه باغداران پسته هنوز هم مرسوم است. با توجه به حذف ارتباط موئینگی خاک پس از هر شخم، تبخیر کمتری از سطح خاک صورت گرفته و به تبع آن، املاح کمتری در سطح زمین تجمع پیدا می‌کنند. همچنین، این اقدام به کاهش درز و شکاف خاک‌های سنگین و جلوگیری از عبور آب در بین حفرات درشت خاک در حین آبیاری بعدی کمک می‌کند و به افزایش راندمان آبشویی می‌انجامد. بدیهی است که ایجاد پایلوت‌های ملی و منطقه‌ای ترویجی در زمینه معرفی و انتقال تجارب موجود در زمینه مدیریت و کنترل شوری مزرعه می‌تواند به ظرفیت‌سازی و آموزش بهتر بهره‌برداران بخش کشاورزی کمک نموده و اثربخشی این راهکارها را مضاعف نماید.

پی‌نوشت

1-Irrigated Agriculture
2-Anthropogenic (Secondary)
3-Leaching Fraction

منابع

بنائی، م.ح.، مومنی، ع.، بای بوردی، م. و ملکوتی، م.ج. ۱۳۸۳. خاک‌های ایران: تحولات نوین در شناسایی، مدیریت و بهره‌برداری. موسسه تحقیقات خاک و آب. ۴۸۲ ص.

رنجبر، غ.ح.، رحیمیان، م.ح. و هاشمی‌نژاد، ی. ۱۳۹۳. دستورالعمل فنی بهبود تولید گندم در شرایط شور. مرکز ملی تحقیقات

شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی، شماره ثبت: ۴۶۶۷۴/۱۳۹۳.
رنجبر، غ.ح.، شیران، م.، رحیمیان، م.ح. و هاشمی‌نژاد، ی. ۱۳۹۴. تأثیر یافته‌های تحقیقاتی بر بهبود عملکرد گندم در اراضی پایین‌دست حوزه کرخه، اولین همایش ملی بررسی ابعاد اجرای طرح توسعه کشاورزی ۵۵۰ هزار هکتاری، اهواز، ایران.
شرکت مدیریت منابع آب ایران. ۱۳۹۷. داده‌های کیفیت (شوری) منابع آب زیرزمینی. سامانه ارائه آمار و گزارش‌های مطالعات پایه منابع آب، https://www.wrm.ir.
صادق‌زاده، ک. کشاورز، ع. ۱۳۷۹. توصیه‌هایی بر بهینه‌سازی کارآیی مصرف آب در اراضی زراعی کشور. انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.
عابدی، م.ج. نیریزی س.، ابراهیمی بی‌رنگ، ن.، ماهرانی، م.، مهردادی، م.، خالدی، ه، چراغی، س.ع.م. ۱۳۸۱. استفاده از آب شور در کشاورزی پایدار. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. ۲۳۵ ص.
عباسی، ف.، عباسی، ن.، توکلی، ع.ر. ۱۳۹۷. بهره‌وری آب در بخش کشاورزی؛ چالش‌ها و چشم‌اندازها. آب و توسعه پایدار، ۴(۱): ۱۴۱-۱۴۴.
قدرت‌نما، ق. ۱۳۷۸. منابع، مصارف و نیازهای آبی در ایران: حال و آینده. آب و توسعه (فصلنامه امور آب وزارت نیرو)، ۷(۲ - ۳): ۲۱-۴۶.
نیریزی، س. ۱۳۷۷. نگرشی بر استفاده از آب‌های شور و لب‌شور در کشت آبی. مجموعه مقالات نهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.
هاشمی‌نژاد، ی. ۱۳۹۵. بررسی تأثیرات تغییر اقلیم بر شور شدن اولیه و ثانویه خاک. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی، مرکز ملی تحقیقات شوری. ۱۳۰ ص.
همایی، م. ۱۳۸۱. واکنش گیاهان به شوری. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. چاپ اول. تهران، ایران.
Ayers R.S. and Westcot D.W. 1989. Water quality for agriculture. FAO irrigation and drainage paper (No. 29). FAO, Rome, Italy.
Cheraghi S.A.M. 2004. Institutional and scientific profiles of organizations working on saline agriculture in Iran. In Prospects of Saline Agriculture in the Arabian Peninsula: Proceedings of the International Seminar on Prospects of Saline Agriculture in the GCC Countries 18–20 March 2001, Dubai, United Arab Emirates, Taha FK, Ismail S, Jaradat A (eds). Amherst Scientific Publishers: mherst, MA; 399–412.
FAO. 2012. Status and New Developments on the Use of Brackish Water for Agricultural Production in the Near East. United Nations Food and Agriculture Organization. Regional Office for the Near East (RNE). 88 pp.
Ghassemi F., Jakeman AJ. and Nix HA. 1995. Salinisation of Land and Water Resources: Human Causes, Extent, Management and Case Studies. CAB International Publishing, Wallingford, UK., Pp. 544. ISBN: 0851989063.
Madani K. 2014. Water management in Iran: what is causing the looming crisis?. Journal of Environmental Studies and Sciences, 4(4): 315-328.
Oster J.D., Willardson L.S. and Hoffman G.J. 1972. Sprinkling and ponding techniques for reclaiming saline soils. Trans. ASAE, 15(6): 1115–1117.
Qadir M., Qureshi A.S, and Cheraghi S.A.M. 2007. Extent and characterisation of salt-affected soils in Iran and strategies for their amelioration and management. Land Degradaion and Development, 19 (2): 214-227.
Qadir M., Quillérou E., Nangia V., Murtaza G., Singh M., Thomas R. J., Drechsel P. and Noble A. D. 2014. Economics of Salt-induced Land Degradation and Restoration. Natural Reources Forum, 38: 282-295.
Shalhevet J. 1994. Review article: using water of marginal quality for crop production: major issues. Agricultural Water Management, 25: 233-269.
Shiati K. 1998. Brackish water as a source of irrigation: behavior and management of salt-affected reservoirs (Iran). In: 10th Afro-Asian Conf. Bali, Indonesia.
Siadat H., Bybordi M. and Malakouti M.J. 1997. Salt-affected soils of Iran: a country report. A paper presented in the International symposium on "Sustainable Management of Salt Affected Soils in the Arid Ecosystem", Cairo, Egypt.