سال دوم، شماره ۲، اسفند ۱۳۹٤، صفحات ٥٩ تا ٦٦
نشریه آب و توسعه پایدار

2016, Vol.2, No.2, Pages 59 to 66
Journal of Water and Sustainable Development

تجاربی از تولید گندم و کوشیا با استفاده از منابع آب و خاک شور در استان گلستان

علیرضا کیانی[۱*]، معصومه صالحی[۲]

۱- دانشیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزي و منابع طبیعی استان گلستان. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان.
۲- استادیار مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران.

*(نویسنده‌ی مسئول، E-Mail: akiani71@yahoo.com)

تاریخ دریافت: ۹۴/۶/۱۶
تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۱/۱۲

چکیده

به دلیل کمبود منابع آب شیرین، استفاده از آب‌های شور برای تولید گیاهانی نظیر گندم و کوشیا اجتناب‌ناپذیر است. برای حفظ پایداری تولید، لازم است تا اثر آب‌های شور روی گیاه و خاک در هر منطقه مورد بررسی قرار گیرد. به همین منظور در این مقاله به استناد نتایج حاصل از پژوهش‌های انجام شده اثر آبیاری با آب شور برای تولید گیاهانی مانند گندم و کوشیا و همچنین تغییرات شوری نیمرخ خاک (در شرایط زارعین و مزارع تحقیقاتی) در استان گلستان مورد ارزیابی قرار گرفت. به طور کلی نتایج حکایت از این نکته دارد که در زمین‌های کشاورزی که شوری خاک آنها بالاتر از آستانه تحمل به شوری گیاهان مورد بررسی (گندم، جو، کلزا و کوشیا) بود عملکرد قابل قبولی حاصل شد. توزیع شوری در نیمرخ خاک در کوتاه مدت نشان داد در زمان کاشت و مراحل اولیه رشد گندم، به دلیل بارندگی مناسب، شوری لایه سطحی نسبت به مراحل انتهایی رشد کمتر بود. افزایش شوری در لایه‌های پایین‌تر خاک به دلیل عدم زهکشی مناسب مزارع، کافی نبودن عمق آب آبشویی در مواقعی که باران کم و یا آبیاری صورت نمی‌گیرد، باعث حرکت آب از پایین به بالا و در نتیجه عامل افزایش تجمع نمک در نیمرخ خاک در طولانی مدت می‌گردد. در صورت استفاده از آب شور در محصولات تابستانه (کوشیا) متحمل به شوری، بارندگی پاییزه و زمستانه موجب شستشو و کاهش شوری خاک سطحی شده، بطوریکه برای گیاهان بعدی شرایط جوانه‌زنی و سبز شدن فراهم است. از آنجایی که باران عامل غیر قابل کنترل بوده برای حفظ پایداری کشاورزی هرگاه در سال‌های خاص باران نتواند مقدار شستشوی لازم در خاك را انجام دهد بایستی آبشویی خاك انجام گیرد.

واژه‌های کلیدی: پایداری تولید، شوری خاک، آب نامتعارف، کشاورزی شورزیست.

The experiences of Wheat and Kochia production using saline water and soil resources in Golestan province

A.R. Kiani[1*], M. Salehi[2]

1- Associate Professor of Agricultural Engineering Dep., Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Gorgan, Iran. 2- Assistant prof, National Salinity Research Centre, Agricultural Research, Education and Extension Organization, AREEO, Yazd, Iran.

*(Corresponding Author Email: akiani71@yahoo.com)

Received: 7-9-2015
Accepted: 1-2-2016

Abstract

Due to the lack of fresh water resources, the use of saline water for the production of plants such as wheat and kochia is inevitable. To sustain production, the effect of saline water on the plants and soil in each region must be studied. Therefore in this paper, the effects of irrigation with saline water to produce plants such as wheat and kochia, as well as changes in the soil salinity profile (in terms of farmers and research fields), were evaluated in Golestan province based on the results of previous studies. Overall, the results indicated that the use of saline waters, which are unsuitable based on water quality criteria in the agriculture sector, have a significant effect on increasing production. Yield production was acceptable in saline lands in which the soil salinity was above the threshold of the plant (such as wheat, barley, canola, and kochia) salinity tolerance. In the short term, the salinity distribution of the soil profile at planting and the early growth stage of wheat was lower because of the sufficient rainfall during the autumn and winter periods. The main causes of salt accumulation and gradual increase of salinity in the soil profile are poor drainages and inadequate leaching mainly due to inadequate rainfall during the off season. If saline water was used for salt tolerance summer crop (such as kochia), the winter and autumn rainfall reduces the surface soil salinity and provides an important opportunity for emerging for the next year. Although rainfall is an unpredictable element, for sustainable production under a saline condition in some years leaching is necessary for reducing the salinity.

Keywords: Soil salinity, Sustainable production, Unconventional water, Halophyte agriculture.

مقدمه

محدودیت منابع آبی و همچنین بهره‌برداری ناصحیح از این منابع باعث افزایش روند افت کیفی منابع آب و خاك در مناطق خشك و نیمه خشك جهان گردیده و از چالش‌های روز افزون بخش کشاورزی به شمار می‌رود. امروزه کمبود منابع آبی به حدی است که در آینده استفاده از آب‌های نامتعارف در کشاورزی اجتناب‌ناپذیر خواهد بود. با کاربرد منطقی از آب شور به عنوان یک منبع آب آبیاری خصوصاً در مناطق مشابه استان گلستان که باران ضمن تأمین بخشی از نیاز گیاهان زمستانه عامل تعدیل اثرات زیانبار شوری آب آبیاری نیز می‌باشد، می‌توان از فشار به منابع آب شیرین کاست. استان گلستان یکی از قطب‌های مهم کشاورزی کشور محسوب می‌شود و به دلیل تغییرات ارتفاعی و نزدیکی به دریا، از نظر شرایط آب و هوایی و کشاورزی متنوع است. کمبود منابع آبی به لحاظ فیزیکی جزء طبیعت منطقه و بنابراین یکی از مشکلات اصلی تولید محسوب می‌شود. استفاده از آب‌های نامتعارف (آب شور زهکش‌ها، فاضلاب‌های صنعتی و خانگی و آب دریا) به عنوان یکی از گزینه‌های راهبردی موثر، می‌تواند در کاهش اثر خسارت بار ناشی از کم آبی نقش کلیدی را بازی نماید. از آنجا که کاربرد آب‌های فوق برای اهداف کشاورزی اثرات منفی بر خاك و گیاه دارند، تمهیدات مدیریتی برای حفظ پایداری کشاورزی ضروری است.

مطالعه سه ساله در شمال چین با هدف بررسی توزیع شوری در نیمرخ خاک با استفاده از سطوح مختلف شوری (۰/۳، ۳/۶ و ۶/۷ دسی‌زیمنس بر متر) و مدیریت کم‌آبیاری بر روی گیاه پنبه نشان داده است که در انتهای آزمایش، متوسط شوری نیمرخ در عمق یک متری برای تیمارهای با شوری متوسط و زیاد به ترتیب ۳/۳۶ و ۵/۴۷ برابر نسبت به شرایط اولیه، افزایش دارد (Chen و همکاران، ۲۰۱۰). استفاده از آب شور زهکش (۱۲/۵ تا ۱۵/۵ dS/m) در سراسر فصل رویش گندم، عملکرد آن را حدود ۲۶ درصد نسبت به پتانسیل، کاهش داد و با جایگزین‌کردن آبیاری اول با آب غیرشور در دورهٔ ابتدایی رشد، که گندم در آن مرحله نسبت به شوری حساس‌تر است، عملکرد در حدود ۱۶ درصد کاهش داشت (Sharma و همکاران، ۱۹۹۴).

نتایج بررسی یک پژوهش روی ذرت نشان داده است که به جای کم‌آبیاری با آبیاری یک‌درمیان شیارها، در صورتیکه شیارهای آبیاری نشده، با آب شور (۸ dS/m) آبیاری گردند، بطوریکه نیاز آبی گیاه تأمین گردد، اثربخشی بالاتری هم از نظر عملکرد و هم از نظر بهره‌وری آب نسبت به کم‌آبیاری دارد (کیانی و مساوات، ۱۳۹۴). بررسی دو ساله توزیع شوری نیمرخ خاک در اثر آبیاری با آب شور (۸ dS/m) و غیرشور بصورت یک‌درمیان برای گیاه ذرت در استان گلستان نشان داده است که امکان کاربرد آب شور وجود دارد، بطوریکه منجر به تولید بیشتر شده و با تمهیداتی ساده پایداری نیز حفظ گردد (کیانی، ۱۳۹۴). تحقیقات Kang و همکاران (۲۰۱۰) پس از سه سال آبیاری با شوری ۴ دسی زیمنس بر متر روی گیاه ذرت با استفاده از آبیاری قطره‌ای نشان داده که مقدار شوری تا عمق ۱۲۰ سانتی‌متر خاک تقریباً متعادل مانده است. به دلیل اینکه بطور متوسط ۲۶۵ میلی‌متر باران در طول دوره رشد از افزایش شوری خاک کاسته است. گزارش شده است که کوشیا می‌تواند در اراضی که کشت دیگری در آن امکان پذیر نیست، یعنی در شرایط کم‌آبی و شور، کشت شود (صالحی و همکاران، ۱۳۹۰؛ Salehi و Kafi، ۲۰۱۱؛ Kafi و Salehi، ۲۰۱۲).

در حال حاضر از منابع آب شور در استان گلستان بهره‌برداری محدودی می‌گردد. هدف این مطالعه، بررسی امکان استفاده پایدار از منابع آب و خاک شور با توجه به تحقیقات انجام شده و در نهایت ارائه راهکارها و فرصت‌های مناسب جهت بهره‌برداری پایدار از این منابع برای کشت گیاهان زمستانه و تابستانه می‌باشد. برای این منظور مطالعه موردی بر روی اراضی زراعی شمالی استان گلستان انجام شده است.

مواد و روش‌ها

- منطقه مورد مطالعه

استان گلستان از ۵۳ درجه و ۵۲ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۱۸ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۳۸ درجه ۸ دقیقه عرض شمالی قرار دارد و دارای آب و هوای مدیترانه‌ای است. متوسط بارندگی و تبخیر-تعرق به ترتیب ۵۰۰ و ۱۵۴۰ میلی‌متر در سال می‌باشد (شکل ۱) که حدود ۷۰ درصد بارش در فصول پاییز و زمستان اتفاق می‌افتد. بیشترین بارندگی در قسمت‌های جنوبی و جنوب غربی حدود ۷۰۰ میلی‌متر و کمترین میزان بارندگی، در حوزه اترک در قسمت‌های شمالی، به کمتر از ۲۵۰ میلی‌متر در سال می‌رسد (شرکت سهامی آب منطقه‌ای استان گلستان، ۱۳۹۴).

شکل ۱- متوسط طولانی مدت بارش و تبخیر- تعرق سالانه در ایستگاه‌های مختلف استان گلستان

بخش‌های جنوبی تحت تأثیر شرایط کوهستانی و بخش‌های شمالی عملاً تحت تأثیر شرایط خشک مناطق حوزه اترک قرار دارند. در این مقاله به بررسی مطالعات انجام گرفته در خصوص استفاده از منابع آب شور در اراضی زراعی شمال استان گلستان پرداخته شده است.

- اراضی زراعی مورد بررسی

مطالعات انجام شده توسط نگارندگان در سال‌های مختلف بوده، بطوریکه هم در زمین‌های کشاورزان و تحت مدیریت آن‌ها که از منابع آب و خاك شور استفاده می‌کنند (جدول ۱) و هم در مزارع تحقیقاتی و اعمال تیمارهای آبیاری با سطوح مختلف شوری انجام شده است.

- محصولات زراعی مورد بررسی

در این مطالعه امکان استفاده از آب شور بر روند شوری خاک طی دو سال در یک محصول زمستانه (گندم) و یک محصول تابستانه (کوشیا) بررسی شده و به استناد داده‌های اندازه‌گیری شده به تحلیل استفاده پایدار از منابع آب و خاك شور برای افزایش تولید محصولات گندم و کوشیا در مناطق کم‌آب پرداخته شده است.

- پارامترهای مورد بررسی

بخشی از بررسی‌های میدانی نگارندگان در زمینه فعالیت کشاورزان در شرایط شوری شامل تغییرات شوری عصاره اشباع نیمرخ خاک در زمان‌های مختلف و همچنین عملکردهای اندازه‌گیری شده در چند مزرعه‌ی تحت مدیریت کشاورزان می‌باشد. در مزارع زارعین، قبل از هر آبیاری، مقدار آب مورد نیاز گیاه با اندازه‌گیری رطوبت خاک و برآورد کمبود رطوبت خاک تعیین و با مقدار آب آبیاری که کشاورز وارد مزرعه نموده، مقایسه شدند. در این بررسی‌ها، پارامترهای مختلفی شامل عملکرد گیاه در شرایط مختلف، سودمندی اختلاط آب‌های شور و غیرشور، توزیع زمانی شوری در نیمرخ خاك در شرایط شور، اندازه‌گیری و برآورد شدند.

نتایج و بحث

• واکنش گیاهان زمستانه (گندم) به شوری آب آبیاری در مزارع زارعین

به طور کلی شوری خاک تحت تأثیر عوامل اقلیمی خصوصاً باران، درجه حرارت و نوسانات سفره آب زیرزمینی نسبت به زمان و مکان متغیر می‌باشد. برآیند اندازه‌گیری‌ها نشان می‌دهند که در اکثر مناطق، شوری لایه سطحی خاک در زمان کاشت و مراحل اولیه رشد گندم کمتر از مراحل انتهایی رشد است (جدول ۱). به عنوان نمونه، شوری لایه سطحی خاک در مزارع ۳، ۵ و ۶ در اوایل رشد به ترتیب ۳/۳، ۱/۴ و ۵/۵ دسی‌زیمنس بر متر بود ولی در اواخر فروردین ماه شوری خاک‌ها به ۸/۷، ۱۲/۹ و ۲۵/۶ دسی‌زیمنس بر متر افزایش یافت. کاهش نزولات، عدم آبیاری، افزایش درجه حرارت هوا موجب افزایش غلظت مواد و در نتیجه شوری خاک در مزارع ۳ و ۶ شده و نوسانات سفره آب زیرزمینی در مزرعه ۵ عامل اصلی روند صعودی شوری در خاک است. بارندگی‌های اوایل فصل رشد گندم حتی در زمین‌های شور، لایه سطحی خاک را برای رشد اولیه گندم فراهم می‌کند. در صورت زهکشی مناسب، املاح شسته شده توسط باران یا آبیاری در لایه‌های پایین‌تر فرصت تجمع نمی‌یابند، در نتیجه امکان صعود املاح به سمت لایه سطحی کاهش خواهد یافت. در مزرعه شماره ۱ شوری اولیه در لایه سطحی خاک بالا بوده (۱۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر) و نسبت به بقیه کشاورزان عملکرد نسبتاً مناسبی داشته است (۲۵۱۷ kg/ha). این عملکرد در شرایط شوری فوق قابل قبول بوده، ضمن اینکه در انتهای فصل شوری لایه سطحی خاک به ۵ دسی‌زیمنس بر متر کاهش یافت. در حالیکه زمین مورد نظر به ۹۲ میلی‌متر آب نیاز داشته است، کشاورز اشاره شده، ۱۵۷ میلی‌متر (۷۰ درصد بیشتر از نیاز آبی گیاه) آب مصرف کرده و این مقدار آب، شستشوی لازم در لایه سطحی خاک را انجام داده است. همین روند ولی با دامنه نوسان کمتر در عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متری خاک مشاهده شد. در عمق ۹۰-۶۰ سانتی‌متری خاک شوری انتهای فصل بیشتر از شوری اولیه خاک بود. بنابراین املاح شسته شده از بالا در اعماق پایین تجمع نموده‌اند.

شوری لایه سطحی خاک در زمین شماره ۱۱ نیز در اوایل فصل رشد گندم زیاد بود (۱۵دسی‌زیمنس بر متر). کشاورز فوق دو آبیاری به اندازه ۶۸ درصد نیاز گیاه انجام داد. همانطور که ملاحظه می‌گردد شوری لایه سطحی در انتهای فصل تغییر قابل ملاحظه‌ای نداشته، ضمن اینکه عملکرد قابل قبول‌تری (۳۲۲۶ kg/ha) نسبت به زمین شماره ۱ داشت. ولی از آنجا که مقدار آب و یا بارندگی شستشوی لازم را انجام نمی‌دهند در اعماق پایین تجمع شوری اتفاق افتاده است. بطوریکه در عمق ۹۰ سانتی‌متری در انتهای فصل، شوری خاک تا ۲۵ دسی‌زیمنس بر متر افزایش یافت و به دلیل کاهش نزولات و افزایش تبخیر آب از لایه سطحی خاک در تابستان، امکان انتقال املاح از لایه‌های پایین‌تر به سطح خاک وجود خواهد داشت. استفاده از آب شورِ بالاتر از حد آستانه تحمل به شوری گندم، در عملکرد تأثیر قابل توجهی نداشت؛ اما مشاهدات نشان داد که املاح آب آبیاری در اعماق خاک روند افزایشی دارد. در اوایل فصل به دلیل بارندگی، شوری لایه سطحی خاک کاهش یافته، گیاه قادر خواهد بود به رشد خود ادامه دهد. در مراحل بعدی رشد که گندم به شوری متحمل‌تر می‌شود، به دلیل کاهش بارندگی و نبود یا عملکرد نامطلوب زهکش‌ها امکان افزایش شوری در نیمرخ خاک وجود دارد. یکی دیگر از خسارت‌های وارده در زمینه آب و خاک شور به مزارع گندم‌کاری استان، خصوصاً در مناطق با ارتفاع پست (زمین شماره ۱۰)، آب ماندگی زمستانه و بالا بودن سطح سفره آب زیرزمینی می‌باشد. اندازه‌گیری رطوبت خاک در این مزرعه در فروردین ماه نشان داد که مزرعه نیازی به آبیاری ندارد در حالی که کشاورز ۷۲ میلی‌متر آب داده است.

جدول ۱- تغییرات شوری عصاره اشباع نیمرخ خاک (دسی‌زیمنس بر متر)، مقادیر آب مصرفی و عملکرد گندم در مزارع زارعین

مزارع	منطقه	ارتفاع از سطح دریا (m)	تاریخ نمونه‌برداری	شوری خاك (dS/m) در اعماق مختلف (cm)			تعداد آبیاری	آب آبیاری (m^3/ha)	باران* (m^3/ha)	عملکرد (kg/ha)
				۰-۳۰	۳۰-۶۰	۶۰-۹۰				
۱	حومه گنبد	۳۲	۸۴/۱۱/۵	۱۰/۶	۱۱/۵	۹/۵	۱	۱۵۷۰	۲۲۵۰	۲۵۱۷
			۸۵/۱/۲۸	۱۲/۳	۱۴/۵	۱۸/۵				
			۸۵/۳/۴	۴/۸	۱۰	۱۵/۱				
۲	حومه آق قلا	۰	۸۴/۱۱/۱۷	۳/۳	۵/۲	۹/۱	-	-	۲۶۰۰	۲۶۸۶
			۸۵/۲/۱۷	۵/۱	۹/۳	۱۴				
			۸۵/۳/۸	۳/۵	۸/۵	۱۲/۲				
۳	حومه کنبد	۳۴	۸۴/۱۱/۵	۳/۳	۵/۲	۵/۸	۱	۳۹۰	۲۲۵۰	۳۳۲۴
			۸۵/۱/۲۶	۸/۷	۱۰/۵	۱۰/۶				
			۸۵/۳/۴	۴/۹	۶	۶/۸				
۴	انبار الوم	۶	۸۴/۱۱/۳	۱/۴	۲/۷	۲/۱	۱	۷۰۰	۲۱۲۰	۵۰۸۳
			۸۵/۱/۷	۱/۵	۳/۶	۴/۷				
			۸۵/۳/۸	۱/۳	۱/۹	۲/۳				
۵	آق قلا	۱	۸۴/۱۱/۸	۱/۴	۲/۵	۴/۳	۱	۵۸۰	۲۶۰۰	۳۸۸۶
			۸۵/۱/۲۶	۱۲/۹	۲۵/۱.	-				
			۸۵/۳/۳	۴/۷	۱۲/۳	۱۸				
۶	حومه گنبد	۲۹	۸۴/۱۱/۵	۵/۵	۶	۵/۲	۲	۱۶۴۰	۲۲۵۰	۳۸۷۹
			۸۵/۱/۲۵	۲۵/۶	۱۶/۳	۱۶/۶				
			۸۵/۳/۱	۱۴/۲	۱۳/۹	۱۴/۷				
۷	انبار الوم	۱۰	۸۵/۱۱/۳	۲/۳	۶/۱	۹/۵	۱	۹۱۵	۲۶۰۰	۳۲۹۶
			۸۵/۱/۲۶	۰/۸۵	۲/۲	۳/۶				
			۸۵/۳/۶	۱۴/۱	۱۵	۱۴/۷				
۸	حومه گنبد	۲۶	۸۴/۱۱/۶	۵/۶	۵/۷	۵/۳	۲	۸۵۰	۲۲۵۰	۲۷۵۳
			۸۵/۱/۲۸	۸	۹/۷	۹/۵				
			۸۵/۱/۱۵	۳/۱	۳/۶	۴/۸				
			۸۵/۳/۲	۵/۲	۶	۶/۸				
۹	حومه گنبد	۴۱	۸۴/۱۱/۱۲	۲/۳	۴/۵	۹/۱	۵	۱۶۰۰	۲۲۵۰	۳۹۵۱
			۸۴/۱۲/۲۸	۵/۷	۱۴	۲۲				
			۸۵/۱/۲۳	۷/۳	۲۳/۱	۲۸/۳				
			۸۵/۲/۴	۸/۴	۲۰	۳۳/۵				
			۸۵/۲/۳۱	۳/۸	۸/۸	۱۷/۶				
۱۰	بندر ترکمن	-۱۴	۸۵/۱/۱۵	۱	۱/۲	۱	۱	۷۲۰	۲۳۰۰	۱۷۷۶
			۸۵/۳/۷	۳	۲/۶	۲/۳				
۱۱	حومه گنبد	۵۳	۸۴/۱۱/۱۲	۱۵/۷	۲۱	۲۱	۲	۱۸۴۰	۲۲۵۰	۳۲۲۶
			۸۵/۱/۲۳	۳۹/۴	۴۹/۸	۵۰				
			۸۵/۲/۳۱	۱۴/۷	۱۶/۷	۲۷/۳				

* مقدار تجمعی باران در طی فصل رشد گندم می‌باشد.

• واکنش گیاهان زمستانه (گندم) به شوری آب آبیاری در مزارع تحقیقاتی

تأثیر آب شور بر عملکرد گیاهان که حاصل از نتایج دو کار پژوهشی نگارنده در استان گلستان است در جدول (۲) ارائه شده است. نتایج این جدول نشان می‌دهد که استفاده از آب با شوری ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر روی عملکرد گندم در سال ۷۸-۱۳۷۶ در حدود ۱۰٪ کاهش محصول را همراه داشته است. همین میزان کاهش محصول در سال‌های ۸۲-۱۳۸۰ با آب آبیاری با شوری ۱۴/۲ دسی‌زیمنس بر متر نیز مشاهده شده است. تفاوت تأثیر شوری آب آبیاری روی عملکرد گندم در سال‌های مختلف به شرایط اقلیمی، نوع رقم، مدیریت آبیاری و زهکشی بستگی دارد. به دلیل اینکه در گندم سهم بارش در مقدار آب مصرفی در سال‌های ۷۸-۱۳۷۶ در حدود ۴۲٪ و در سال‌های ۸۲-۱۳۸۰ در حدود ۴۸٪ بوده است. بطور کلی در دوران کم‌آبی، جایگزینی آب آبیاری با شوری معادل ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر به جای منابع آب شیرین که کاهش حدود ۱۰٪ عملکرد گندم را در پی دارد، باعث صرفه‌جویی معنی‌داری در منابع آبی می‌شود.

در اوایل فصل رشد گندم، جو و کلزا، باران (آب غیرشور) نیاز آبی گیاه را مرتفع می‌کند؛ در نتیجه در مراحل بعدی رشد با اینکه بارش کم می‌شود اما چون گیاه به شوری متحمل‌تر است، برای کشاورز امکان کاربرد آب شور زهکش فراهم می‌شود. به عبارتی با توجه به شرایط اقلیمی منطقه مورد مطالعه خصوصاً پراکنش مناسب بارش در فصل رشد، این امکان فراهم می‌شود تا از آب شور زهکش به عنوان یک منبع آب، برای برنامه‌ریزی آبیاری گیاهان زمستانه، استفاده مفید برد.

جدول ۲- تأثیر آب شور بر عملکرد گیاهان (نتایج دو کار پژوهشی نگارنده)

نوع گیاه (متوسط دو سال)	شوری آب آبیاری (dS/m)	مقدار آب آبیاری (m^3/ha)	باران* (m^3/ha)	عملکرد** (kg/ha)	منبع
گندم (۷۸-۷۶)	۰/۷۶	۲۲۸۵	۲۳۰۰	۶۱۷۰ a	نوری‌نیا و کیانی (۱۳۸۰)
	۵	۲۷۲۵	۲۳۰۰	۵۹۸۰ a	
	۱۰	۳۱۷۵	۲۳۰۰	۵۷۰۰ b	
گندم (۸۲-۸۰)	(S_1)۱/۵	۲۱۰۰	۱۸۹۰	۴۰۲۷ a	kiani و Mirlatifi (۲۰۱۲)
	(S_2)۸/۵	۲۱۰۰	۱۸۹۰	۳۹۱۲ ab	
	(S_3)۱۱/۵	۲۱۰۰	۱۸۹۰	۳۷۶۱ bc	
	(S_4)۱۴/۲	۲۱۰۰	۱۸۹۰	۳۶۱۵ c	

* مقدار تجمعی باران در طی فصل رشد گندم می‌باشد.

** در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

• مزیت اختلاط آب کانال (غیرشور) و آب زهکش

به استناد نتایج کاربردی، گزینه‌های مختلفی برای استفاده از منابع آب شور وجود دارد، بطوریکه با افزایش مساحت قابل کشت، تولید و درآمد افزایش یابد. نتایج پژوهشی حاصل از کاربرد آب شور زهکش روی گندم در استان گلستان نشان داده است که تا شوری ۸/۵ دسی‌زیمنس بر متر روی عملکرد تأثیر معنی‌داری ندشت و آبیاری با آب شور (۱۲ dS/m) تنها در حدود ۱۰ درصد عملکرد گندم را کاهش داد (جدول ۲، kiani و Mirlatifi، ۲۰۱۲). با استفاده از این اطلاعات و اختلاط آب شور (۲۰ dS/m) و غیرشور و ایجاد شوری‌های دلخواه با درصدهای مختلف سودمندی کاربرد آب شور به عنوان نمونه در جدول (۳) ارایه شد. به طور مثال اگر آب شور زهکش با شوری ۲۰ دسی‌زیمنس بر متر با آب غیرشور (۱ dS/m) به نسبت ۵۰٪ از هر کدام اختلاط شود، شوری نهایی آب حاصل از اختلاط برابر ۱۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر می‌شود. در این شرایط اگر چه عملکرد گندم به جای ۴۰۰۰ کیلوگرم در حدود ۳۶۰۰ کیلوگرم به دست می‌آید ولی با صرفه‌جویی به میزان ۵۰٪ از منابع آب شیرین فرصت جدیدی برای حفظ پایداری منابع آبی و یا افزایش تولید ایجاد می‌شود. به عبارت دیگر با حجم آب اضافه شده می‌توان به جای یک هکتار، دو هکتار را زیر کشت برد و در مجموع ۷۲۰۰ کیلوگرم گندم برداشت نمود. در صورتیکه به دلایل کم‌آبی، توسعه کشت مد نظر نباشد، عدم استفاده از آب صرفه‌جویی شده در اراضی جدید، اگرچه در کوتاه مدت درآمدی برای کشاورز ایجاد نمی‌کند، ولی در دراز مدت به حفظ پایداری منابع آب شیرین، که در شرایط کنونی در اولویت است، کمک می‌کند.

جدول ۳- مزیت نسبت‌های مختلف اختلاط آب کانال (غیرشور) و آب زهکش (۲۰ dS/m) (کیانی و عباسی، ۱۳۸۹)

درصد استفاده از آب		شوری آب	درصد ذخیره	درصد افزایش	ضریب افزایش	عملکرد (Kg)	
زهکش	کانال	مخلوط	شده آب کانال	زمین تحت آبیاری	عملکرد	مساحت جدید	یک هکتار
۰	۱۰۰	۱	۰	۰	۰	۴۰۰۰	۴۰۰۰
۲۰	۸۰	۴/۸	۲۰	۵	۱/۰۵	۴۲۰۰	۴۰۰۰
۳۰	۷۰	۶/۷	۳۰	۱۳	۱/۱۳	۴۵۲۰	۴۰۰۰
۴۰	۶۰	۸/۶	۴۰	۶۷	۱/۶۷	۶۳۴۶	۳۸۰۰
۵۰	۵۰	۱۰/۵	۵۰	۱۰۰	۲/۰۰	۷۲۰۰	۳۶۰۰
۶۰	۴۰	۱۲/۴	۶۰	۱۵۰	۲/۵۰	۸۵۰۰	۳۴۰۰

• واکنش گیاه شورزیست کوشیا به شوری آب آبیاری

جدول (۴) نتایج بررسی تنش شوری و رژیم‌های مختلف آبیاری بر وزن خشک اندام‌های هوایی گیاه شورزیست کوشیا برای کشت بهاره و تابستانه در مرحله گلدهی را در شرایط استان گلستان نشان می‌دهد (صالحی و همکاران، ۱۳۹۰). طبق جدول (۴) ملاحظه می‌گردد که کوشیا، در اواسط مرحله گلدهی در کشت تابستانه (تیر ماه)، در شوری آب حدود ۲۱ دسی‌زیمنس بر متر حدود ۱۰ تن و در کشت بهاره (اواسط فروردین) در حدود ۲۳ تن در هکتار، علوفه خشک تولید کرده است. تحت تنش شدید شوری (dS/m ۳۵) و کم‌آبی در کشت بهاره و تابستانه به ترتیب ۱۶ و ۸ تن در هکتار وزن خشک تولید کرده است. مجموع بارندگی و آبیاری تا زمان برداشت علوفه در تیمار ۵۰٪ مصرف آب، حدود ۲۴۰ میلی‌متر و در تیمار ۱۲۵٪ مصرف آب، معادل ۳۹۵ میلی‌متر بود. در طول فصل و در کشت بهاره، ۱۶۵ میلی‌متر بارندگی اتفاق افتاد، بطوریکه سهم بارش در کل آب کاربردی در تیمار بدون تنش آبی در حدود ۳۶٪ بود. Kafi و همکاران (۲۰۱۰) نیز گزارش کردند که کوشیا قادر است ۱۱ تن در هکتار زیست توده در شرایط اقلیمی استان خراسان رضوی تولید کند. از آنجایی که وارد کردن این گیاه به جیره غذایی دام بین ۲۰ تا ۴۰ درصد بسیار مناسب است و تأثیر منفی در تولید دام ندارد، می‌توان بخشی از علوفه مورد نیاز دام را با استفاده از منابع آب و خاک شور تأمین نمود.

جدول ۴ - وزن خشک اندام هوایی کوشیا در مرحله گلدهی آبیاری‌شده با شش سطح شوری و سطوح آبیاری (صالحی و همکاران، ۱۳۹۰)

شوری	وزن خشک اندام هوایی (گرم در متر مربع)	
(dS/m)	۱۳۸۷	۱۳۸۸
۱/۵	۱۳۴۲/۱ a	۳۴۳۹/۶ a
۷	۱۳۹۳/۹ a	۲۹۵۵/۱ ab
۱۴	۱۱۹۳/۸ ab	۲۷۰۱/۲ bc
۲۱	۱۰۱۳/۹ bc	۲۳۲۱/۴ c
۲۸	۱۰۱۷/۴ bc	۲۱۹۹/۶ c
۳۵	۸۸۳/۱ c	۱۵۹۲/۰ d
رژیم آبیاری (٪)		
۵۰	۱۰۹۸/۴ b	۲۵۷۲/۴ a
۷۵	۱۰۵۳/۳ b	۲۷۱۴/۲ a
۱۰۰	۱۲۷۰/۵ a	۲۵۷۳/۶ a
۱۲۵	-	۲۲۷۹/۱ a

اعدادی که در یک ستون دارای حروف مشابه هستند بر اساس آزمون LSD در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

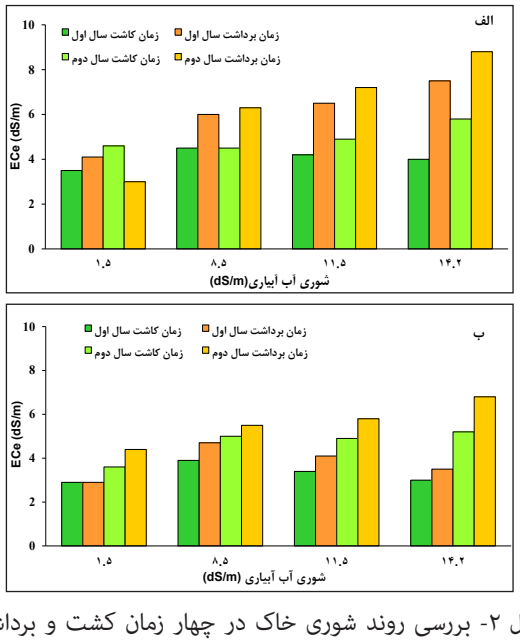
• واکنش خاک به شوری آب آبیاری در کشت گیاهان گندم و کوشیا

اگر چه ممکن است آبیاری با آب شور در عملکرد گیاه در کوتاه مدت اثر قابل ملاحظه‌ای نداشته باشد، ولی بررسی تجمع تدریجی شوری در نیمرخ خاک با نگرش حفظ پایداری تولید از مسایل مهم مدیریتی استفاده از آب شور است. نکته قابل توجه این است که استفاده از آب شور ممکن است در دراز مدت برای خاك مشکلاتی را به وجود آورد.

شکل (۲) تغییرات شوری نیمرخ خاک در تیمارهای مختلف شوری آب آبیاری طی دو سال ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲ در گندم (کشت پاییزه) را نشان می‌دهد. بطور کلی، بررسی دو ساله توسط کیانی و همکاران (۱۳۸۵) در شرایط استان گلستان نشان داد که توزیع شوری در نیمرخ خاك در زمان برداشت گندم به دلیل کاهش نزولات، تبخیر زیاد و افزایش سطح آب زیرزمینی در مناطقی که مشکل زهکشی دارند، نسبت به ابتدای سال خصوصاً در لایه سطحی خاک افزایش داشته است (شکل ۲-الف). بطوری که در تیمار شوری در سال اول، متوسط شوری تا عمق ۴۰ سانتی‌متری از ۴ دسی‌زیمنس بر متر در زمان کاشت به ۷/۵ دسی‌زیمنس‌برمتر در زمان برداشت و در سال دوم از ۵/۸ دسی‌زیمنس بر متر در زمان کاشت به ۸/۸ دسی‌زیمنس بر متر در زمان برداشت رسید. اما بارشهای مهر، آبان و آذر (متوسط ۱۴۰ میلی‌متر) با شستشوی املاح، شرایط را برای جوانه زنی و رشد اولیه گندم مساعد می‌کند.

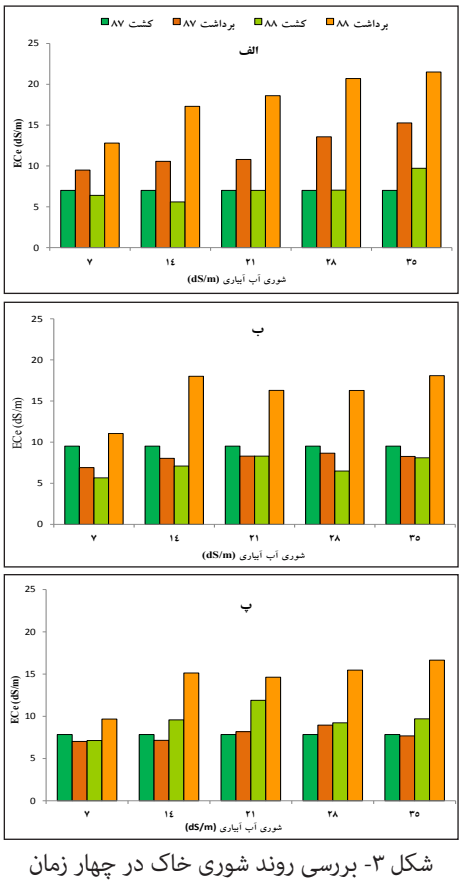
در منطقه مورد مطالعه به دلیل ریزش‌های مناسب (حدود ۱۱۰ میلی‌متر) در سه ماهه زمستان، کاهش تبخیر و کاهش درجه حرارت هوا، صعود املاح از لایه‌های پایین‌تر به سطح خاک را محدود می‌سازد. بنابراین، ملاحظه می‌گردد که شرایط اقلیمی در منطقه، کاربرد آب‌های شور را میسر می‌نماید. اما چون باران عامل غیر قابل کنترل بوده و همچنین روند صعودی تجمع املاح وجود داشته برای حفظ پایداری کشاورزی هرگاه در سال‌های خاص باران نتواند مقدار شستشوی لازم در خاك را انجام دهد با اندازه‌گیری شوری خاک در اوایل فصل رشد گندم بایستی آبشویی خاك انجام گیرد.

شکل(۲-ب) نشان می‌دهد که نوسانات شوری در عمق ۸۰-۴۰ سانتی‌متری خاک به مراتب کمتر از عمق ۴۰-۰ سانتی‌متری بوده است. ملاحظه می‌شود که در سال اول شوری این لایه همانند لایه سطحی خاک (ولی با شدت کمتر) در زمان برداشت نسبت به زمان کاشت افزایش دارد. اما در زمان کاشت در سال دوم شوری خاک بر خلاف لایه سطحی، نسبت به زمان برداشت سال قبل اندکی افزایش یافته است. بارش املاح موجود در لایه سطحی خاک را شسته و به اعماق پایین‌تر منتقل نموده، به همین دلیل مقدار شوری این لایه در سال دوم افزایش یافته است. در چنین شرایطی اگر آبشویی صورت نگیرد، به دلیل تبخیر از لایه سطحی و ایجاد شیب حرکت آب از پایین به سمت بالا، در طولانی مدت باعث تجمع نمک در لایه سطحی خاک خواهد شد. در مقابل، کشت گیاهان تابستانه با ریشه عمیق از حرکت آب از پایین به بالا جلوگیری می‌کند.



شکل ۲- بررسی روند شوری خاک در چهار زمان کشت و برداشت گندم در عمق (الف) ۴۰- ۰ و (ب) ۸۰- ۴۰ سانتی‌متری (کیانی و همکاران، ۱۳۸۵)

شکل (۳) تغییرات شوری خاک در چهار زمان کشت و برداشت کوشیا (کشت تابستانه، ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸) و در سه عمق خاک را نشان می‌دهد. در کلیه تیمارها در سال اول شوری خاک تا عمق ۳۰ سانتی‌متری در زمان برداشت نسبت به زمان کاشت افزایش یافته است. با افزایش شوری آب آبیاری، این تفاوت بیشتر دیده می‌شود (شکل۳-الف). برای مثال، در تیمار با شوری آب به میزان ۷ و ۳۵ دسی‌زیمنس بر متر به ترتیب ۲۶ و ۴۶٪ افزایش در هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک مشاهده شده است. بعد از برداشت کوشیا در مهر ماه تا فروردین ماه سال ۱۳۸۸ زمین بصورت آیش بوده و در این مدت ۲۵۴ میلی‌متر بارندگی اتفاق افتاده است. این میزان بارندگی موجب شستشوی املاح و کاهش هدایت الکتریکی به میزان ۶-۳ دسی‌زیمنس بر متر از عمق ۳۰-۰ و به میزان ۴-۱ دسی‌زیمنس بر متر از عمق ۶۰-۳۰ شده (شکل۳-ب)، در حالی که میزان شوری در عمق ۹۰-۶۰ در دو سال زراعی افزایش یافته است (شکل۳-پ). این نتایج نشان داد که بیشترین میزان تجمع شوری در عمق ۹۰-۶۰ سانتی‌متری خاک اتفاق افتاده و بارندگی‌های زمستانه موجب کاهش شوری خاک در سطح شده است. مقایسه شوری سطح خاک در زمان کاشت نشان داد که تنها در تیمار ۳۵ دسی‌زیمنس بر متر روند شوری خاک افزایشی است (صالحی و همکاران، ۱۳۹۰).



شکل ۳- بررسی روند شوری خاک در چهار زمان کشت و برداشت کوشیا در سه عمق (الف) ۳۰-۰، (ب) ۶۰-۳۰ و (پ) ۹۰- ۶۰ سانتی‌متری خاک

جمع‌بندی

در مناطق کم آب مشابه استان گلستان، فرصت‌هایی مانند منابع آب شور (زهکش‌ها، پساب‌های کشاورزی و صنعتی، آب‌های زیرزمینی عمیق شور، دریا)، بارش‌های پاییزه و زمستانه که تأمین‌کننده بخش قابل توجهی از نیاز آبی گیاهان زمستانه هستند، فرصت‌های جدیدی برای صرفه‌جویی از منابع آب شیرین با جایگزین کردن آب شور با آب غیرشور، استفاده از روش آبیاری کرتی و نواری که موجب شستشوی مناسب‌تر املاح از نیمرخ خاک می‌شوند و همچنین توسعه گیاهان بومی شورپسند، بوجود می‌آورد. بررسی‌ها در منطقه نشان داده است که مصرف آب‌های شور زهکش‌ها که از نظر معیارهای کیفی جزء آب‌های غیر قابل مصرف در کشاورزی محسوب می‌شوند، تأثیر مثبت و تعیین کننده‌ای در افزایش تولید محصولاتی نظیر گندم، جو، کلزا، و گیاهان تابستانه مانند کوشیا، پنبه، سورگوم و ... دارد. بنابراین، در بخش‌هایی از استان گلستان که باران ضمن تأمین بخشی از نیاز گیاهان زمستانه مانند گندم، جو و کلزا عامل تعدیل اثرات زیانبار شوری آب آبیاری نیز می‌باشد، با کاربرد این نوع آب‌ها می‌توان از فشار به منابع آب شیرین کاست. همچنین در طول تابستان کیفیت آب رودخانه گرگان‌رود کاهش یافته و امکان استفاده از آن برای آبیاری گیاهان معمول زراعی مانند ذرت وجود ندارد. از طرفی در استان گلستان حدود ۵۶ هزار هکتار از اراضی، شوری ۳۲-۱۶ دسی‌زیمنس بر متر دارند که برای کشت گیاهان زراعی معمول مناسب نیست. در این مناطق جهت بهره‌برداری از خاک و آب شور، می‌توان از کشاورزی شورزیست جهت تولید علوفه استفاده نمود. تحقیقات نگارندگان نشان می‌دهد که در استفاده از آب شور در کشت گیاهان شورپسند، بارندگی زمستانه می‌تواند موجب شسته شدن نمک در لایه سطحی خاک شده و از این نظر شرایط مساعدی را برای کشت این گیاهان در سال آینده فراهم کند.

منابع

شرکت سهامی آب منطقه‌ای استان گلستان، ۱۳۹۴. سیمای عمومی آب استان، http://www.gsrw.ir.

صالحی، م. کافی، م. و کیانی، ع. ر. ۱۳۹۰. تأثیر تنش شوری و کم آبی بر تولید زیست توده کوشیا و روند شوری خاک. مجله به زراعی نهال و بذر، ۲۷(۴): ۴۱۷-۴۳۳.

کیانی، ع. ر. ۱۳۹۴. مقایسه تولید و بهره‌وری آب با استفاده از آبیاری یك در میان در شرایط کم آبی و شوری (مطالعه موردی روی گیاه ذرت). مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی به شماره ۴۷۶۳۱.

کیانی، ع. ر. و عباسی، ف. ۱۳۸۹. شوری در کشاورزی (چالش‌ها و راهکارها). انتشارات موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، ۱۸۸ صفحه.

کیانی، ع. ر. همایی، م. و میر لطیفی، م. ۱۳۸۵. ارزیابی توابع کاهش عملکرد گندم در شرایط توام شوری و کم آبی. مجله علوم خاک و آب، ۲۰ (۱): ۸۲-۷۳.

کیانی، ع. ر. و مساوات ا.۱۳۹۴. بررسی راهبردهای مختلف آبیاری یک در میان با استفاده از آب شور-غیرشور در عملکرد و کارایی مصرف آب ذرت. مجله حقیقات آب و خاک ایران، ۱ (۴۶) : ۱-۱۰.

نوری‌نیا، ع. ع. و کیانی، ع.ر. ۱۳۸۰. بررسی امکان استفاده از آب شور در آبیاری تکمیلی گندم و جو در منطقه گرگان. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی به شماره ۸۰/۳۴۴.

Chen W. Hou Z. Wu L. Liang Y. and Wei C. 2010. Evaluating salinity distribution in soil irrigated with saline water in arid regions of northwest China. Agricultural Water Management, 97: 2001–2008.

Kafi M. Asadi H. Ganjeali A. 2010. Possible utilization of high-salinity waters and application of low amounts of water for production of the halophyte Kochia scoparia as alternative fodder in saline agroecosystems. Agricultural Water Management, 97: 139-147.

Kafi M. Salehi M. 2012. Kochia scoparia as a model plant to explore the impact of water deficit on halophytic communities. Pakistan Journal of Botany, 44: 257-262.

Kang Y. Chen M. and Wan S. 2010. Effects of drip irrigation with saline water on waxy maize (Zea mays L. var.ceratinaKulesh) in North China Plain. Agricultural Water Management, 97: 1303–1309.

Kiani A. R. Mirlatifi S.M. 2012. Effect of different quantities of supplemental irrigation and its salinity on yield and water use by winter wheat (Triticumaestivum). Irrigation and Drainage, 61: 89-98.

Salehi M. and Kafi M. 2011. Suitable growth stage to start irrigation with saline water to increase salt tolerance and decrease ion accumulation of Kochiascoparia. Spanish Journal of Agriculture Science, 9:650-653.

Sharma D.P., Rao K.V., Singh K.N., Kumbhare P.S. and Oasterbaan R.J. 1994. Conjunctive use of saline and non-saline irrigation waters in semi-arid regions. Irrigation Science, 15: 25-33.