

نشریه فنی ۸

بازچرخانی زهاب در مزارع کشت و صنعت نیشکر جنوب استان خوزستان برای کشت گیاهان زراعی (گندم و برنج)

علی مختاران، عبدالعلی گیلانی، سالومه سپهری
صادقیان و پیمان ورجاوند



بسم الله الرحمن الرحيم

مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

نشریه فنی:

بازچرخانی زهاب در مزارع کشت و صنعت
نیشکر جنوب استان خوزستان برای کشت
گیاهان زراعی (گندم و برنج)

تهیه و تدوین:

علی مختاران^۱، عبدالعلی گیلانی^۱، سالومه سپهری صادقیان^۲
و پیمان ورجاوند^۱

۱-اعضای هیئت علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی
استان خوزستان

۲-عضو هیئت علمی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

سال انتشار:

۱۴۰۱



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی



نوع نوشتار: نشریه فنی
عنوان نوشتار: بازچرخانی زهاب در مزارع کشت و صنعت نیشکر جنوب استان
خوزستان برای کشت گیاهان زراعی (گندم و برنج)
نگارندگان: علی مختاران، عبدالعلی گیلانی، سالومه سپهری صادقیان و پیمان ورجاوند
ویراستار ادبی: محمدرضا داهی
صفحه‌آرا: سمیه وطن دوست
ناشر: مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی
شمارگان: محدود
نوبت چاپ: اول
سال انتشار: ۱۴۰۱



مسئولیت صحت مطالب با نگارنده است.

شماره ثبت ۶۱۹۳۶ در مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع‌رسانی کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی به تاریخ ۱۴۰۱/۰۵/۰۲

مخاطبان نشریه:

بهره برداران کشت و صنعت نیشکر؛ کشاورزان مرکز ، غرب و جنوب خوزستان؛ متولیان آب و مروجان کشاورزی

اهداف آموزشی:

شما خوانندگان گرامی در این نشریه با:

- استفاده بهینه از زهاب مزارع نیشکر در کشاورزی
- ارقام محلی و لاین‌های متحمل به شوری گندم و برنج در شرایط استفاده از زهاب شور با بهره‌وری اقتصادی مناسب، و
- مدیریت آبیاری برای حفاظت خاک در استفاده از زهاب شور

آشنا خواهید شد.

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	مقدمه
۴	کشت نیشکر در خوزستان
۷	علل تولید زهاب در مزارع نیشکر
۱۰	شورورزی؛ راهکارها و فعالیتهای آن در کشور
۱۳	استفاده مجدد از زهاب و راهکارهای مدیریتی آن
۱۷	مشخصات کیفی آب و خاک واحدهای کشت و صنعت نیشکر جنوب خوزستان
۲۰	استفاده از زهاب مزارع نیشکر در کشت گندم
۲۳	بهره‌وری آب در کشت گندم با زهاب مزارع نیشکر
۲۵	تغییرات کیفی و بیلان نمک خاک در کشت گندم با زهاب نیشکر
۲۸	روش کشت گندم در شرایط شور
۲۸	استفاده از زهاب مزارع نیشکر در کشت برنج
۳۰	عملکرد و حجم آب مصرفی در کشت برنج با استفاده از زهاب نیشکر
۳۱	بهره‌وری آب کاربردی در کشت برنج با آب زهاب نیشکر
۳۴	تغییرات کیفی و بیلان نمک خاک در کشت برنج با زهاب نیشکر
۳۸	جمع بندی نهایی
۴۰	منابع

مقدمه

میزان بارش در خاورمیانه و ایران به ترتیب ۲۱۷ و ۲۲۸ میلی‌متر در سال و کمتر از یک سوم متوسط بارندگی سالانه جهان است (محمدجانی و یزدانیان، ۱۳۹۳). این مقدار بارش، ایران را در زمره مناطق خشک و نیمه خشک جهان قرار می‌دهد. از تنگناهای اساسی در مناطق خشک و نیمه خشک، کافی نبودن آب برای مصارف گوناگون اعم از شرب، صنعت، کشاورزی و محیط‌های طبیعی است. تغییرات اقلیمی چند سال اخیر، کم‌آبی و خشکسالی‌های ناشی از آن، توزیع نایک‌نواخت بارندگی در برخی سال‌ها به‌رغم بارش مناسب در آن سال‌ها و پیش‌بینی افزایش شدت این روند در آینده و سرانجام تغییرات کیفیت آب منابع سطحی و زیرزمینی باعث ایجاد نگرانی‌هایی درمورد پایداری تولید مواد غذایی در این مناطق شده است (اسدی، ۱۳۹۵). یکی از راهکارهای اساسی برای تامین آب کشاورزی با توجه به کمبود منابع آب مناسب، استفاده از آب‌های نامتعارف شامل زهاب‌های کشاورزی، آب‌های شور و لب‌شور و پساب‌های شهری و صنعتی حاصل از تصفیه انواع فاضلاب‌هاست. در مناطق پایین‌دستی استان خوزستان، تولید زهاب از بخش‌های مختلف، به ویژه از بخش کشاورزی، یکی از مشکلات جدی است. در این استان، در مجموع نزدیک چهار میلیارد مترمکعب زهاب در سال تولید می‌شود که حجم زهاب شبکه‌های آبیاری و زهکشی حوضه کارون به تنهایی حدود دو میلیارد مترمکعب در سال است (بی‌نام، ۱۳۹۷). این نکته با اهمیت است که زهاب‌های تولیدی در مناطق بالادست حوضه‌های آبریز این استان از مجاری سطحی و زیرزمینی طبیعی مانند رودخانه‌ها در مزارع پایین‌دست بازچرخانی می‌شوند، از این رو این بخش را لزوماً نمی‌توان مشکلی در زمینه مدیریت منابع آب قلمداد کرد. مشکل اصلی، تولید زهاب با کیفیت نامناسب در مزارع پایین دست حوضه‌های آبریز رودخانه‌های استان و در مناطق جنوبی و جنوب غربی مانند

زمین‌های کشت و صنعت‌های تولید نیشکر و صنایع جانبی، برنج‌زارها و مزارع پرورش ماهی است. تولید زهاب کشاورزی در مناطق مورد نظر با توجه به لب شور بودن آب و مستعد بودن خاک‌ها به شوری با سطح ایستابی شور و کم‌عمق اجتناب‌ناپذیر است. در این شرایط، با کاربرد روش‌های صحیح مدیریتی آب در مزرعه، مانند سامانه زهکشی نوین با کاهش عمق کارگذاری زهکش‌ها، الگوی کشت صحیح و استفاده از گیاهان کم‌آب بر با واریته‌های متحمل به شوری و البته اقتصادی، به کارگیری جویچه‌ها و کرت‌های نواری با طول مناسب و استفاده از روش کاهش دبی در سامانه آبیاری سطحی و همچنین استفاده از سامانه‌های نوین آبیاری مانند آبیاری قطره‌ای، می‌توان حجم زهاب کشاورزی را به مقداری منطقی کاهش داد. یکی از مناطقی که زهاب در آن انباشته و در حال حاضر به دغدغه‌ای جدی تبدیل شده، حوضچه‌های تبخیری جنوب اهواز در منطقه مرزی با عراق است. این حوضچه‌ها در گذشته وجود نداشتند و با توسعه زمین‌های زیرکشت نیشکر و با دفع زهاب ایجاد شده‌اند. مساحت حوضچه‌های مذکور در حال حاضر نزدیک به ۴۲ هزار هکتار است که حدود ۳۵۰ میلیون مترمکعب زهاب را در خود جا داده است. متوسط شوری سالانه آب در ابتدای حوضچه‌ها (محل خروجی زهاب مزارع نیشکر)، ۶ دسی‌زیمنس برمتر است که در انتهای آنها به حدود ۱۲۰ دسی‌زیمنس برمتر می‌رسد (بی‌نام، ۱۳۹۷). انباشت این حجم زیاد زهاب، تهدیدی برای شهر خرمشهر و روستاهای اطراف آن است. افزون بر این، کشور عراق نیز از این موضوع به مجامع بین‌المللی شکایت کرده است. راه حل‌های مختلفی توسط مشاوران داخلی و خارجی برای دفع این مقدار زهاب پیشنهاد شده است که از جمله آنها احداث سیفون و ایستگاه پمپاژ و انتقال آن به خلیج فارس است. البته بخشی از این زهاب، و نه همه آن، بیش از این ارزشمند است که به دریا ریخته شود و موجب پدیدار شدن مشکلات زیست محیطی حاشیه خلیج فارس شود. هرچند بخشی از

شورابه‌های حوضچه‌های تبخیری انتهایی تالاب باید دفع شود زیرا به علت شوری بسیار بالا بر اثر مانداب شدن و تبخیر زیاد غیر قابل استفاده است. در این راستا کارشناسان کشت نیشکر و سازمان آب و برق خوزستان به‌عنوان متولی آب و زهاب بر این باور هستند که از زهاب (به‌خصوص در هنگام ورود به حوضچه‌ها که دارای کمترین شوری ممکن است) می‌توان برای کشت گیاهان مقاوم به شوری یا پرورش آبزیان استفاده کرد تا این زهاب به مصرف برسد و از حجم زهاب ورودی به حوضچه‌ها کاسته شود. همچنین، استفاده از زهاب مزارع نیشکر برای زمین‌های تحت آیش سالیانه کشت و صنعت‌های نیشکر که به کشت‌های غیر نیشکری اختصاص می‌یابد، قابل استفاده است و این موضوع می‌تواند از تخصیص سالیانه آب از رودخانه کارون به کشت و صنعت‌های نیشکر بکاهد و فشار کم‌آبی را برای زمین‌های پایین‌دست (نخیلات آبادان و خرمشهر) تقلیل دهد. از سوی دیگر، کشت زمستانه گندم و کشت تابستانه برنج به‌عنوان گیاهان استراتژیک و پر درآمد برای کشاورزان خوزستان، به‌خصوص مرکز و جنوب استان، دارای اهمیت اقتصادی و اجتماعی زیادی است. سامانه کشت مرسوم برنج در ایران مبتنی بر استفاده از ارقام برنج آبی با آبیاری غرقابی است. در این سامانه کشت، برنج بیش از ۸۰ درصد از دوره رشد را به‌صورت غرقاب دائم می‌گذراند و این موضوع باعث افزایش حجم آب مصرفی خواهد شد. در صورت استفاده از زهاب مزارع نیشکر برای کشت برنج، ضمن ایجاد اشتغال و درآمد برای کشاورزان منطقه، از برداشت بی‌رویه آب با کیفیت مناسب کاسته خواهد شد. در این راستا شناخت ارقام محلی متحمل و نیمه متحمل به شوری و همچنین لاین‌های جدید متحمل به شوری برای گندم و برنج در استفاده از زهاب مزارع نیشکر بسیار پر اهمیت است. تاکید می‌شود که پایش تاثیر این زهاب، به‌عنوان شورابه، بر خصوصیات شیمیایی خاک و اهمیت حفاظت خاک از هدف‌های مهم این نوشتار است.

کشت نیشکر در خوزستان

کشت نیشکر در خوزستان سابقه طولانی دارد. بنابر روایات تاریخی، «خوز» به معنی شکر و اطلاق کلمه خوزستان بر این استان به نشانه "وفور شکر" در این منطقه بوده است. پس از سقوط دولت ساسانیان، ظهور اسلام و فتح ایران توسط اعراب تا چند قرن کشت نیشکر در خوزستان همچنان رونق بسزایی داشت ولی در پی به حکومت رسیدن بنی امیه نیشکرکاری در خوزستان به تدریج متروک و کلاً به فراموشی سپرده شد. در زمان صدرات امیرکبیر کشت نیشکر در ایران بار دیگر مورد توجه قرار گرفت و تعدادی قلمه از هندوستان و مصر به ایران وارد و کشت و زرع آن آغاز شد ولی پس از قتل امیرکبیر کشت نیشکر مجدداً از یاد رفت. در سال‌های ۱۳۱۵ و ۱۳۱۶ احیای نیشکر در خوزستان پس از سالیان دراز مجدداً مورد توجه قرار گرفت. در سال ۱۳۱۶ مقدار ۲۰۰ تن قلمه نیشکر از مصر و هندوستان به ایران وارد و در آهودشت، نزدیک سد شاوور بین اهواز و شوش، کشت گردید که بعداً بنام کشت و صنعت هفت‌تپه نامگذاری شد. طی سال‌های ۱۳۱۶ تا ۱۳۱۹ تقریباً ۹۰ هکتار از زمین‌های آهودشت زیر کشت نیشکر قرار گرفت ولی به سبب حمله قوای بیگانه در شهریور ۱۳۲۰ و نبودن کارخانه‌ای برای عصاره‌گیری از نیشکر این برنامه نیز به نتیجه نرسید. در سال ۱۳۲۹ وزارت کشاورزی واریته‌هایی از نیشکر را از مصر، هندوستان، پاکستان، برزیل، پرو و آمریکا وارد کرد و سطح زیر کشت آزمایشی به ۲۹ هکتار در شهرهای مختلف خوزستان رسید (شینى دشتگل، ۱۳۸۶). کشت و صنعت نیشکر هفت‌تپه در سال ۱۳۳۷ با کشت قلمه نیشکر در منطقه حسین آباد و با سرمایه چهار میلیارد ریال کار خود را شروع کرد. سپس نیشکر کاری در اراضی «دیمچه» بین شهرستان‌های شوشتر و دزفول مورد توجه قرار گرفت و کشت و صنعت نیشکر کارون نام گرفت. بعد از احداث سدهای کارون در بالادست جلگه خوزستان و

احیای اراضی در مناطق مرکزی و جنوبی خوزستان، واحدهای هفتگانه تولید نیشکر در مساحت‌های تقریباً ۱۲ هزار هکتاری احداث شدند (شکل ۱). واحدهای شعبیه (امام خمینی کنونی) و دهخدا در مرکز استان و واحدهای دعبل خزاعی، سلمان فارسی، فارابی، امیرکبیر و میرزا کوچک خان در جنوب غرب خوزستان و در شرق و غرب رودخانه کارون قرار دارند. نیشکر گیاهی مختص مناطق گرمسیری است که نیاز آبی بالایی دارد. ایران بعد از استرالیا بهترین عملکرد نیشکر را در سطح جهان دارد. در خوزستان مدت زمان آبیاری نیشکر برای اولین سال کشت (پلنت) ۱۳ تا ۱۴ ماه و برای بازرویی (راتون) ۸ تا ۹ ماه است. در هر دور آبیاری، بسته به کیفیت آب کارون در آن سال و نیاز آبتوی، حجم آب مصرفی متغیر است. این میزان بین ۱۱۰۰ تا ۱۵۰۰ مترمکعب آب به ازای هر هکتار است و در نتیجه حجم آب مصرفی در طول سال به طور متوسط تا ۳۲۵۰۰ مترمکعب در هر هکتار خواهد رسید. ماه‌های خرداد، تیر، مرداد، و شهریور دوره زمانی حداکثر مصرف آب است. گیاه نیشکر از اوایل آبان‌ماه و همزمان با پایان آبیاری برداشت خواهد شد.



شکل ۱- موقعیت کشت و صنعت‌های هفت‌گانه در خوزستان

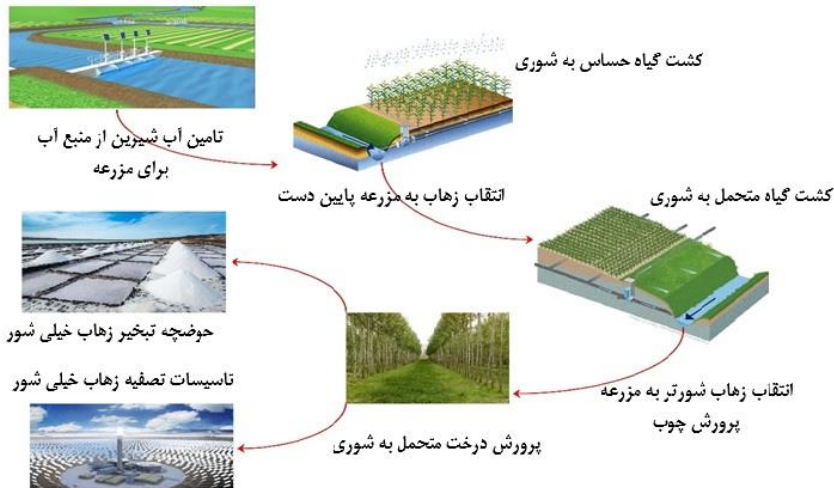
علل تولید زهاب در مزارع نیشکر و مدیریت فعلی زهاب

زمین‌های جلگه خوزستان (دشت‌های مرکزی، غربی و جنوبی استان)، زمین‌هایی با سطح ایستابی شور و کم عمق هستند. پیش از احداث سدهای کارون و کرخه در بالادست جلگه خوزستان، سیلاب‌های وسیعی اراضی این دشت‌ها را فرا می‌گرفت که باعث می‌شد این آب‌ها ضمن نفوذ به داخل خاک، املاح موجود در آب و خاک را نیز با خود به آب زیرزمینی کم عمق منتقل کنند. به علت بالا بودن پتانسیل تبخیر در منطقه، بخشی از آب زیرزمینی به واسطه لوله‌های موین خاک تبخیر می‌شود و شوری آب زیرزمینی را افزایش می‌دهد. این فرآیند سال‌های سال تکرار و باعث شده است تا شوری آب زیرزمینی بسیار زیاد شود و به لایه‌های نزدیک به سطح زمین برسد به‌طوری‌که در اکثر این مناطق لایه‌های نمک و مردابی بودن سطح زمین مشاهده می‌شود (نوذری، ۱۳۸۸). بعد از احداث سدها روی رودخانه کارون و اجرای شبکه آبیاری و زهکشی در اراضی این دشت‌ها مانند زمین‌های کشت و صنعت نیشکر، به‌منظور احیای اراضی و عملیات آبشویی می‌توان شوری بالایی برای زهاب خروجی و هجوم آب شور از لایه‌های پایین به سطح زمین انتظار داشت (مختاران و همکاران، ۱۳۹۲). از اوایل شروع کشت نیشکر در جنوب خوزستان، شوری زهاب تا ۴۵ دسی‌زیمنس بر متر می‌رسید. نوذری (۱۳۸۸) و مختاران و همکاران (۱۳۹۲) با اندازه‌گیری شوری زهاب خروجی مزارع نیشکر علت این مسئله را چنین بیان کردند که با افزایش آبیاری سنگین مزارع نیشکر و تلفات عمقی آب آبیاری، بار هیدرولیکی آب زیرزمینی در لایه‌های مختلف خاک افزایش می‌یابد که این موضوع باعث افزایش عمق اختلاط آب شیرین آبیاری و آب شور زیرزمینی می‌شود و در نتیجه آب به سمت لایه‌های زیرین زهکش، که دارای شوری بیشتری نسبت به لایه‌های

رویین هستند، جریان می‌یابد که افزایش شوری زهاب خروجی از زهکش را به- همراه دارد. شوری بالای زهاب و برگشت آن به منبع اصلی تامین آب آبیاری (رودخانه کارون)، مخاطرات زیست محیطی به‌همراه داشت و این مسئله بیشتر مربوط به کشت و صنعت‌های جنوب خوزستان بود (شکل ۱). برای اساس برای خروج زهاب مزارع کشت و صنعت‌های نیشکر امیرکبیر و میرزا کوچک‌خان که در غرب رودخانه کارون و در کنار جاده اهواز-خرمشهر قرار دارند، از بیابان‌های اطراف استفاده کردند که متعلق به منابع طبیعی بود و تا مرز کشور عراق پیش می‌رفت. برای این کار مجموعه‌ای از حوضچه‌های تبخیری احداث کردند که در حال حاضر مساحت آنها به بیش از ۴۲ هزار هکتار می‌رسد (شکل ۲). این حوضچه‌های تبخیری از جنوب تا نزدیکی شهر خرمشهر، از غرب تا نزدیکی مرز عراق و از شرق تا جاده اهواز-خرمشهر پیش رفته است. عمق آب در این حوضچه‌های تبخیری بین ۰/۵ تا ۱/۵ متر است. دقت در نوسان‌های شوری زهاب طی سال‌ها نشان داده است که شوری آب زیرزمینی با شوری آب آبیاری به یک حالت تعادل رسیده است (مختاران و همکاران، ۱۳۹۲). این مسئله به‌دلیل سال‌ها کشت نیشکر و عملیات آبیاری در این مزارع بوده است و می‌توان زمان رسیدن به این تعادل را ۱۵ سال پس از شروع آبیاری مزارع گزارش کرد (نوذری، ۱۳۸۸). بنابراین، در سال‌های اخیر شوری زهاب خروجی مزارع کشت و صنعت‌های نیشکر امیرکبیر و میرزا کوچک‌خان روندی کاهشی پیدا کرده و میزان این شوری در طول سال به میزان متوسط، ۶ دسی‌زیمنس بر متر رسیده است. در خصوص کشت و صنعت‌های دیگر جنوب خوزستان (فارابی، سلمان فارسی و دعبل خزاعی) که در شرق رودخانه کارون قرار دارند، وضعیت همین‌گونه بوده با این تفاوت که خروج زهاب مزارع نیشکر به‌سمت تالاب شادگان است. در حال حاضر علل تولید زهاب زیاد در زمین‌های کشت و صنعت‌های نیشکر خوزستان

شورورزی: راهکارها و فعالیت‌های آن در کشور

شورورزی، به‌طور کلی، کشاورزی پایدار در محیط‌های شور است. شورورزی یک فناوری با رویکرد زیست محیطی و به‌منظور بهره‌برداری اقتصادی و پایدار از منابع خاک و آب شور است. براین اساس، شورورزی را می‌توان تولید اقتصادی محصولات کشاورزی در محیط‌های شور تعریف کرد. محصولات کشاورزی شامل انواع محصولات گیاهی (زرعی، باغی، جنگلی، مرتعی، صنعتی، زینتی و دارویی)، جانوری (انواع دام‌های کوچک و بزرگ، زنبور و کلیه فرآورده‌های آنها) و آبزیان (ماهی، میگو، جلبک و غیره) است و منظور از محیط‌های شور همان خاک و آب شور است. پدیده‌های بیابان‌زایی، شور شدن زمین‌ها، خشکسالی و کاهش کیفی و کمی منابع آب پیامدهای اقتصادی-اجتماعی نامطلوبی به دنبال دارد مانند: کاهش یا ناممکن بودن تولید محصولات کشاورزی، تخریب زمین‌های حاصلخیز کشاورزی، کاهش کمی و کیفی منابع آب، افزایش میزان مهاجرت از منطقه، و افزایش فقر و بیکاری. بنابراین، با توجه به مشکلات عمده در مناطق تحت تاثیر خشکی و شوری و با در نظر گرفتن هدف‌های کشاورزی پایدار می‌توان هدف‌های شورورزی را تولید پایدار و اقتصادی محصولات قابل استفاده، کنترل فرسایش، احیای اراضی و بهبود کیفیت محیط زیست و سرانجام بهبود وضعیت اقتصادی-اجتماعی جوامع محلی از طریق اشتغال‌زایی و محرومیت زدایی دانست (خورسندی و همکاران، ۱۳۸۹) (شکل ۳).



شکل ۳- چرخه آب و زهاب در یک سامانه ساده شورورزی

حتی اگر فواید اقتصادی شورورزی در سطحی پایین باشد، باز هم فواید اجتماعی و زیست محیطی آن، مانند کاهش سطح ایستابی، به نفع مناطق دیگر و ایجاد پوشش گیاهی برای کاهش فرسایش خاک و در نتیجه کاهش خسارت‌های اقتصادی حاصل از آن، آنقدر ارزشمند است که اجرای این برنامه را توجیه‌پذیر، منطقی و الزامی می‌کند. اتخاذ خط‌مشی و برنامه‌ریزی مناسب و پرداخت یارانه، نقش اساسی در جلب مشارکت کشاورزان دارد. نهاده‌های مصرفی کمتر در شورورزی نسبت به کشاورزی رایج در زمین‌های شور و نحوه کشت و کار نسبتاً آسان و شناخته شده، می‌تواند پذیرش شورورزی را در بین کشاورزان تسهیل سازد. از طرفی دیگر، ناآشنایی کشاورزان با گونه‌های اقتصادی گیاهان شورزی و وجود رقابتی با محصولات مشابه از عوامل منفی در پذیرش شورورزی در بین کشاورزان است. در توصیه‌های شبکه جهانی فائو برای مدیریت خاک به‌منظور

استفاده پایدار از خاک‌های مبتلا به شوری برای کشور ایران این گونه گفته شده است: "کشاورزان باید با فعالیت‌های مختلف تولیدی جایگزین در شرایط شور آشنا شوند. برای مثال، از گیاهان متحمل به شوری برای تولید چوب، کاغذ، سوخت، رنگ و علوفه به جای گیاهان زراعی رایج می‌توان استفاده کرد. ایجاد مزارع آموزشی نمونه برای نمایش روش‌های پایدار مدیریت کشاورزی شور به‌طور اکید توصیه می‌شود". مشارکت نکردن کشاورزان در توسعه و ارزیابی فناوری‌های موجود برای احیای خاک‌های مبتلا به شوری، روند بهره‌برداری اقتصادی و پایدار از منابع آب و خاک شور را آهسته یا حتی مختل خواهد ساخت. کشاورزان بهترین مروجان این نوع فناوری هستند، با این همه در وهله اول باید از ویژگی‌های این فناوری‌ها و فواید احتمالی که از این روش‌ها نصیب آنها می‌گردد آگاهی یابند. منابع کافی و قابل دسترس از آب‌های شور نقش محوری در فعالیت‌های شورورزی دارد. زهکشی طبیعی مناسب خاک در زمین‌های انتخابی برای کشت آبی گیاهان شورورزی با مصارف مختلف، احتمال موفقیت و پایداری پروژه را افزایش می‌دهد. در انتخاب مکان‌های مناسب برای شورورزی و نوع فعالیت شورورزی، تنوع زیستی در منطقه با اهمیت است. در مناطقی با جمعیت گیاهان شورورزی غنی‌تر، امکان اجرای طرح‌های متنوع شورورزی یا تلفیقی از آنها بیشتر است. در انتخاب مکان‌های مناسب در کشور برای شورورزی، عوامل فوق در نظر گرفته شده است. نوارهای ساحلی همجوار با دریای مازندران، دریای عمان و خلیج فارس از نظر فراوانی منابع آب شور و نزدیکی به آن، توانمندی‌های زیادی برای پروژه‌های شورورزی دارند. استان گلستان، به دلیل وفور گیاهان شورورزی قابلیت‌های زیادی برای اجرای این برنامه دارد. زهاب‌های شور حاصل از زمین‌های کشاورزی منبع مهمی از آب آبیاری در شورورزی هستند. استان خوزستان در این زمینه، به دلیل حجم زیاد زهاب‌های مجتمع‌های نیشکر و صنایع

جانبی و غنای مطلوب جمعیت گیاهان شورزی، توان بالایی دارد. در مناطقی که منابع آب‌های شور سطحی و زیرزمینی به‌میزان کافی فراهم و استحصال از آنها اقتصادی باشد، قابلیت اجرای انواع طرح‌های شورورزی، حتی آبی‌پروری، وجود دارد. برای مثال، ماهیان خاویاری دریای مازندران در استان‌های قم و یزد نیز پرورش داده می‌شود. منابع آب‌های شور سطحی و زیرزمینی در اغلب مناطق کشور و در کلیه حوضه‌های آبخیز مشاهده می‌شود. منابع آب‌های شور حاصل از فعالیت‌های صنعتی، مانند صنعت نفت، نیز قابلیت کاربرد در شورورزی را دارند. البته در کاربرد این گونه آب‌ها در شورورزی، به‌دلیل آلودگی‌های نفتی، باید با احتیاط عمل کرد (خورسندی و همکاران، ۱۳۸۹).

استفاده مجدد از زهاب و راهکارهای مدیریتی آن

استفاده مجدد از زهاب کشاورزی یکی از روش‌های مدیریت زهاب است (پازار و همکاران، ۲۰۱۵). استفاده از زهاب شور راه‌حلی قطعی برای کاهش حجم زهاب نیست و فقط به‌عنوان جایگزینی برای آب آبیاری با کیفیت مناسب است. نگرانی اصلی در استفاده مجدد از زهاب، کیفیت آن است زیرا کیفیت زهاب، نوع گیاه قابل کشت و درجه کاهش حاصلخیزی خاک را مشخص می‌کند. نوع خاک، شرایط زهکشی زمین و مقاومت گیاه به شوری از عواملی هستند که درجه کیفیت زهاب را برای آبیاری و در صورت ترکیب با منابع آب شیرین دیگر تعیین می‌کند. به‌منظور جلوگیری از تخریب محیط زیست و داشتن کشاورزی پایدار، لازم است مواد مغذی موجود در زهاب از مقدار کود مورد نیاز کسر شود تا از کاربرد اضافی کود خودداری گردد (فائو، ۲۰۰۲). نمک‌ها و عناصر کمیاب نقش مهمی در استفاده مجدد از زهاب دارند، غلظت نمک بیش از حد برای رشد گیاهان مضر است. نسبت بالای مقدار سدیم به مجموع مقادیر کلسیم و منیزیم باعث ناپایداری ساختمان خاک می‌شود.

خاک‌های با ساختمان ناپایدار در معرض سله بستن و تراکم قرار دارند و شرایط مناسبی برای رشد بهینه گیاه ندارند. براین اساس، راه‌حل صحیح استفاده مجدد از زهاب بستگی به این دارد که مصرف زهاب به اندازه‌ای باشد که بیلان نمک خاک در منطقه توسعه ریشه گیاه در حد مطلوب حفظ شود (فائو، ۲۰۰۲). این راهکار مهم با زهکشی مناسب اراضی (به‌خصوص در زمین‌هایی با بافت خاک سنگین و وجود لایه محدود کننده) همراه با آبشویی‌های میان فصلی یا پایان فصل به‌صورت پیوسته یا همراه با آب آبیاری به‌صورت متناوب در هر دور آبیاری، امکان‌پذیر است. پایش شوری و املاح نیم‌رخ خاک تا زیر عمق توسعه ریشه‌های گیاه از کارهای مهم حفاظت خاک در هنگام استفاده از زهاب است. کاهش دور آبیاری با حجم ثابت آب هنگام استفاده از زهاب، در مقایسه با منبع آب شیرین، می‌تواند از هجوم شوری و سله بستن خاک جلوگیری کند. نتایج تحقیقات در هند، پاکستان، آسیای مرکزی و مصر نشان می‌دهد که آبیاری سطحی با استفاده از زهاب، بدون کاهش محصول، در صورتی امکان‌پذیر است که شوری زهاب از حد آستانه برای گیاهان مورد نظر فراتر نرود و شرایط زهکشی وضعیتی مناسب داشته باشد (فائو، ۲۰۰۲).

زهاب با کیفیت مناسب به‌طور مستقیم، یا به‌صورت مخلوط با آب شیرین، می‌تواند برای تولید محصول به‌کار رود. تلفیق زهاب با آب شیرین به دو صورت امکان‌پذیر است: استفاده تناوبی و اختلاط. در استفاده تناوبی دو منبع آب به‌صورت متناوب در فصل کشت استفاده می‌شوند (استفاده تناوبی درون فصلی)، یا اینکه هر دو منبع آب به‌طور جداگانه در فصول برای گیاهان مختلف استفاده می‌شوند (استفاده تناوبی بین فصلی) (فائو، ۲۰۰۲). کلیه گیاهان، حتی ارقام متحمل به شوری، در دوران اولیه رشد نسبت به شوری حساس‌ترند. در هند و پاکستان، براساس تحقیقات، پایش آبیاری با آب دارای کیفیت مناسب اهمیت خاصی دارد. در این دو کشور نیز برای دستیابی به محصول بیشتر لازم است پایش آبیاری با آب

مناسب در نظر گرفته شود و در آبیاری‌های بعد، از زهاب استفاده می‌شود. در چنین شرایطی، استفاده از زهاب با میزان شوری بیشتر از حد آستانه توأم با حفظ محصول امکان‌پذیر خواهد بود (فائو، ۲۰۰۲). هدف اساسی استفاده از زهاب مزارع نیشکر، بهبود ارزش افزوده زهاب و کاهش مقادیر رها شده آن است، به‌طوری‌که همزمان بتوان از آن برای آبیاری یا مصارف دیگر استفاده کرد. راهکارهای استفاده مجدد از زهاب شامل استفاده از زهاب در کشاورزی سنتی و اراضی شور، سامانه‌های استفاده مکرر از زهاب (IFDM)^۱، استفاده از زهاب در زیستگاه‌های حیات وحش، تالاب‌ها و مراتع (در صورتی که کیفیت آن مناسب باشد و حاوی مواد مضر نباشد) و اصلاح و آبشویی اولیه زمین‌های شور است. شورورزی یکی از راهکارهای مهم تلقی می‌شود. جدول (۱) به‌طور مختصر راهکارهای استفاده مجدد از زهاب را توضیح می‌دهد (حسن‌اقلی، ۱۳۸۵). انتخاب هریک از راهکارها به کیفیت زهاب بستگی مستقیم دارد. این راهکارها برای زهاب مزارع نیشکر با توجه به کیفیت آن قابل بررسی و کاربرد خواهد بود.

^۱ – Integrated Farm Drainage Management

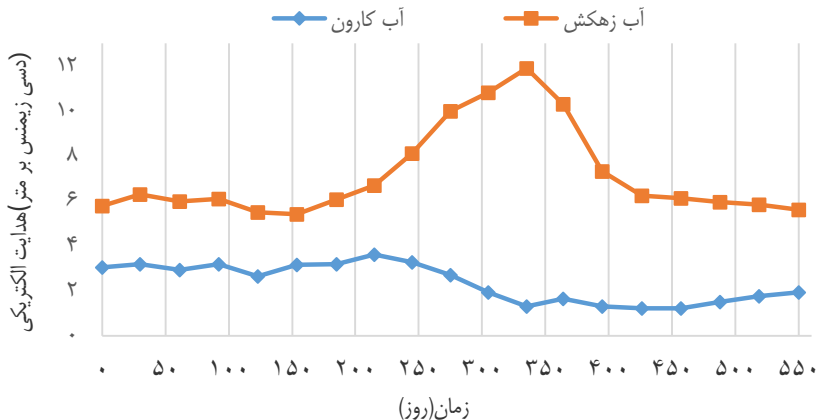
جدول ۱- گزینه‌های مختلف استفاده مجدد از زهاب (حسن اقلی، ۱۳۸۵)

گزینه‌ها	فعالیت‌ها	ملاحظات
استفاده از زهاب در کشاورزی سنتی	زهاب، جمع‌آوری و بین کشاورزان توزیع می‌شود. زهاب ممکن است به‌طور مستقیم یا با منابع دیگر تلفیق و استفاده شود. استفاده تلفیقی ممکن است به‌صورت اختلاط یا چرخه‌ای باشد.	وسعت و میزان استفاده از زهاب به کیفیت آن، زمان دسترسی، مقاومت گیاهان و... بستگی دارد.
استفاده از زهاب در اراضی شور	زهاب با شوری متوسط تا زیاد جمع‌آوری و برای کشت علف‌ها، درختان و گیاهان شور پسند به‌کار می‌رود.	کشاورزی در شرایط شور باید پایدار و تضمین شده باشد.
استفاده از زهاب در سامانه IFDM	استفاده متوالی از زهاب برای آبیاری محصولات، درختان و گیاهان نمک دوست که به‌ترتیب تحمل به شوری آنها بیشتر می‌شود. با عبور زهاب از هر سامانه، غلظت آن افزایش و حجم آن کاهش می‌یابد.	کسر آبشویی برای کنترل شوری و سدیم خاک و جلوگیری از افزایش عناصر سمی باید کافی باشد.
استفاده از زهاب در حیات وحش و تالاب‌ها	در مناطقی که کیفیت زهاب بالاست، می‌توان آن را برای رفع نیازهای حیات وحش شامل پرندگان آبی، ماهیان و... به‌کار برد.	نگرانی اساسی، وجود احتمالی عناصر کمیاب (مانند سلنیم، مولیبدن و مس) است که از طریق زنجیره غذایی ممکن است وارد بدن شود.
استفاده از زهاب برای اصلاح خاک‌های شور	استفاده از آب با شوری متوسط برای آبشویی اولیه خاک‌های شور، خاک‌های شور-سدیمی و خاک‌های سدیمی ممکن است به‌کار رود.	پس از احیای اولیه، آب کافی و با کیفیت برای کاربری مطلوب از زمین مورد نیاز است.

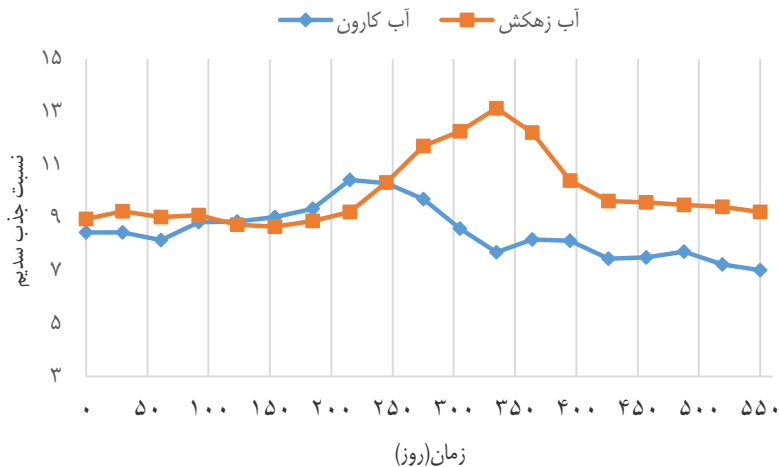
مشخصات کیفی خاک و آب واحدهای کشت تولید نیشکر جنوب خوزستان جدول (۲) خصوصیات فیزیکی خاک و کیفیت خاک از نظر شوری بعد از احداث شبکه‌های آبیاری و زهکشی و سال‌ها عملیات آبیاری همراه با آبشویی را در کشت و صنعت نیشکر میرزا کوچک خان، در ۷۵ کیلومتری جاده اهواز-خرمشهر، نشان می‌دهد. این نتایج با اکثر مزارع کشت و صنعت‌های دیگر نیشکر جنوب خوزستان تطبیق می‌کند. منبع آب برای آبیاری مزارع نیشکر در خوزستان، رودخانه کارون است. متوسط شوری آب رودخانه کارون در مقطع جنوب اهواز برای کشت و صنعت‌های پنج‌گانه (فارابی، دعبل خزاعی، سلمان فارسی، امیرکبیر و میرزا کوچک‌خان)، $5/2$ دسی‌زیمنس بر متر است (مختاران و همکاران، ۱۳۹۹). در ابتدای راه‌اندازی کشت و صنعت‌های نیشکر، حداکثر میزان شوری رودخانه کارون، $1/5$ دسی‌زیمنس بر متر بود. افزایش شوری رودخانه کارون از اوایل سال ۱۳۹۰ و بعد از آبیگری سد گوند، توسعه‌ی اراضی کشاورزی و حوضچه‌های پرورش ماهی و ورود پساب‌های آنها به رودخانه کارون برمی‌گردد (مختاران و همکاران، ۱۳۹۲؛ بی‌نام، ۱۳۹۷). حداکثر میزان شوری آب برای این واحدهای کشت نیشکر در خشکسالی‌ها تا ۴ دسی‌زیمنس بر متر هم افزایش می‌یابد (مختاران و همکاران، ۱۳۹۹). حداکثر شوری زهاب مزارع نیشکر از دی‌ماه تا اسفندماه است. در اوایل اسفندماه و پیش از شروع آبیاری، شوری زهاب خروجی مزارع نیشکر تا ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر می‌رسد. دلیل این موضوع کاهش میزان آب آبیاری مزارع نیشکر در آن مقطع زمانی است. از دهه سوم اسفندماه با افزایش آبیاری سنگین و در نتیجه افزایش حجم زهاب خروجی، وضعیت کیفی زهاب بهبود می‌یابد و تا $5/4$ دسی‌زیمنس بر متر هم خواهد رسید (شکل‌های ۳ و ۴). با توجه به جدول (۳) می‌توان نتیجه گرفت درجه کاربرد زهاب مزارع نیشکر با توجه به میزان SAR و شوری آب آبیاری بدون محدودیت است (مختاران و همکاران، ۱۳۹۹).

جدول ۲- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک اکثریت مزارع کشت و صنعت‌های نیشکر جنوب خوزستان بعد از احداث شبکه آبیاری و زهکشی

جرم مخصوص	رطوبت	درصد	عمق خاک (سانتی‌متر)	بافت خاک	شوری (دسی‌زیمنس بر متر)	ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	رطوبت حجمی ظرفیت زراعی (%)	درصد رطوبت حجمی نقطه پژمردگی (%)
۰-۲۵	لومی رسی	۴/۴۲	۳۹/۱	۸۳/۴۰	۹۷/۱۹			
۲۵-۵۰	رس	۳/۶۲	۳۷/۱	۵/۳۳	۰۹/۱۵			
۵۰-۷۵	لوم رسی سیلتی	۲/۵	۴۶/۱	۹۸/۴۶	۲۲/۱۷			
۷۵-۱۰۰	لوم رسی سیلتی	۲	۴/۱	۲۸/۴۲	۱/۱۶			



شکل ۳- تغییرات شوری زهاب نیشکر شرکت میرزا کوچک خان و آب کارون نسبت به زمان (اول اسفند ۱۳۹۶ تا نیمه شهریور ۱۳۹۸)



شکل ۴- تغییرات نسبت جذب سدیم زهاب نیشکر شرکت میرزا کوچک خان و آب کارون نسبت به زمان (اول اسفند ۱۳۹۶ تا نیمه شهریور ۱۳۹۸)

جدول ۳- درجه محدودیت کاربرد آب آبیاری با توجه به شوری و نسبت جذب سدیم (عابدی و همکاران، ۱۳۸۱)

درجه محدودیت کاربردی بر حسب شوری آب آبیاری (دسی‌زیمنس بر متر)			نسبت جذب سدیم آب آبیاری
با محدودیت شدید	با محدودیت کم تا متوسط	بدون محدودیت	
<۲/۰	۰.۲/۰-۰.۷/۰	>۷/۰	۰-۳
<۳/۰	۳/۰-۲/۱	>۲/۱	۳-۶
<۵/۰	۵/۰-۹/۱	>۹/۱	۶-۱۲
<۳/۱	۳/۱-۹/۲	>۹/۲	۱۲-۲۰
<۹/۲	۹/۲-۵	>۵	۲۰-۴۰

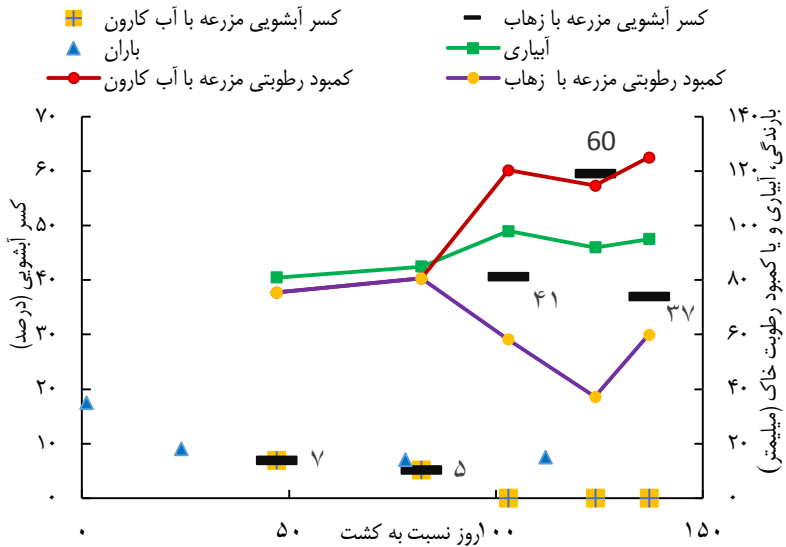
استفاده از زهاب مزارع نیشکر در کشت گندم

در جنوب غرب خوزستان، ۲۰ رقم گندم نان و دوروم و لاین‌های امید بخش در استفاده از زهاب نیشکر برای شناخت بهترین رقم و لاین، کشت شد (شکل ۵). پژوهش در مزرعه تحقیقاتی ARC19 شرکت کشت و صنعت نیشکر امیرکبیر اجرا شد که در ۶۰ کیلومتری جنوب غربی شهرستان اهواز با موقعیت جغرافیایی 33° $31' 0''$ درجه شمالی و $48^{\circ} 16' 23''$ درجه شرقی و ارتفاع ۱۱ متر از سطح دریا واقع شده است. آزمایش به‌صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار اجرا شد. در کرت‌های اصلی، آب آبیاری با دو کیفیت متفاوت در نظر گرفته شد یکی آبیاری با آب کارون یا آب شیرین با هدایت الکتریکی متوسط ۲ دسی‌زیمنس بر متر و دیگری آبیاری با زهاب حاصل از مزارع نیشکر یا آب شور با هدایت الکتریکی ۷ دسی‌زیمنس بر متر. در کرت‌های فرعی، ۲۰ ژنوتیپ گندم نان و دوروم قرار گرفتند. سامانه آبیاری به‌صورت سطحی در کرت‌های نواری انتها بسته تعیین شد که روش معمول کشت منطقه است. زهاب مزارع نیشکر توسط یکی از ایستگاه‌های پمپاژ زهکشی (DPS)، جمع‌کننده قسمتی از زهاب مزارع نیشکر کشت و صنعت امیرکبیر، تامین و به‌صورت مستقیم استفاده شد. در این تحقیق مزرعه‌ای، میزان آب کاربردی با هر دو کیفیت آب، یکسان بود. دلیل اتخاذ این روش، پایش عملکرد گیاهی و بیلان خاک در استفاده از زهاب بود و توجه به اینکه در شرایط یکسان آب آبیاری، کاهش عملکرد و وضعیت شوری خاک چگونه است. با توجه به اینکه آبیاری با آب شور، موجب بروز تنش شوری در گیاه می‌شود، نمی‌توان انتظار داشت توانایی گیاه در جذب رطوبت مشابه با توانایی گیاه در جذب رطوبت با آب شیرین (رودخانه کارون) باشد. بر این اساس، با آبیاری با زهاب نیشکر، کمبود رطوبتی خاک کمتر و در شرایط عمق آبیاری یکسان با آب کارون، کسر آبشویی بیشتر می‌شود (شکل ۶). بر

طبق این شکل، می‌توان گفت که در مزرعه با کاربرد زهاب مزارع نیشکر، از ۵ نوبت آبیاری گندم، میزان کسر آبشویی مورد نیاز در ۳ سه نوبت آخر به‌خوبی تامین شده‌است (ورجاوند و همکاران، ۱۳۹۹). جدول (۴) حجم آب آبیاری کاربردی و حجم کل آب (آب کاربردی همراه با باران موثر) در مزرعه و نیاز آبی مورد نیاز محصول را براساس اطلاعات هواشناسی سال زراعی با در نظر گرفتن کیفیت آب و میزان آبشویی ۸ درصدی برای آب کارون و ۲۵ درصدی برای زهاب مزارع نیشکر نشان می‌دهد. باران موثر با توجه به تاریخ‌های آبیاری، رطوبت خاک و آمار هواشناسی فصل کشت تعیین شد.



شکل ۵- وضعیت مزرعه کشت ارقام و لاین‌های گندم با استفاده از زهاب مزارع نیشکر



شکل ۶- نمودار تغییرات بارندگی، آبیاری، کمبود رطوبتی و کسر آبشویی

جدول ۴- حجم آب آبیاری کاربردی، حجم آب کل مزرعه و نیاز آبی محصول در سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۹

نیاز آبی (با در نظر گرفتن میزان آبشویی) براساس اطلاعات هواشناسی در فصل کشت	حجم آب کل مصرفی در فصل کشت (آب کاربردی+باران موثر)	باران موثر	حجم آب آبیاری کاربردی	شوری	آب آبیاری
دسی زیمنس بر متر					
متر مکعب بر هکتار					
۴۹۶۰	۵۶۳۰	۸۷۰	۴۷۶۰	۲/۰	آب کارون
۶۲۰۰	۵۶۳۰	۸۷۰	۴۷۶۰	۷/۰	زهاب نیشکر

بهره‌وری آب در کشت گندم با زهاب مزارع نیشکر

جدول (۵)، مقایسه میانگین عملکرد ارقام و لاین‌های امید بخش به‌همراه بهره‌وری آب و میانگین تفاوت عملکرد را در دو سطح کیفیت آب شور (زهاب) و شیرین نشان می‌دهد. تفاوت در ارقام با حداکثر بهره‌وری آب در استفاده از زهاب مزارع نیشکر نشان از واکنش متفاوت انواع مختلف گندم به تغییر در کیفیت آب آبیاری دارد. برحسب جدول (۵)، بیشترین بهره‌وری آب آبیاری در استفاده از زهاب نیشکر مربوط به رقم سیستان با مقدار $1/16$ کیلوگرم بر مترمکعب و برای آب کل (مجموع زهاب و باران موثر)، $0/98$ کیلوگرم بر مترمکعب است. کمترین مقدار بهره‌وری زهاب نیشکر مربوط به رقم نارین با مقدار بهره‌وری آب آبیاری کاربردی و آب کل به‌ترتیب $0/76$ و $0/65$ کیلوگرم بر مترمکعب است. به‌طور کلی، میانگین بهره‌وری آب کل مصرفی (آب آبیاری همراه با باران موثر) در استفاده از آب رودخانه کارون در مناطق مرکزی و جنوبی خوزستان برای کشت گندم برای تمامی ارقام و لاین‌های امید بخش به‌ترتیب $1/08$ و $0/91$ کیلوگرم بر مترمکعب است و این مقادیر در استفاده از زهاب نیشکر برای همین ارقام و لاین‌های امید بخش به‌ترتیب $0/97$ و $0/82$ کیلوگرم بر مترمکعب است (ورجاوند و همکاران، ۱۳۹۹).

جدول ۵- مقایسه عملکرد دانه، برآورد بهره‌وری آب آبیاری کاربردی و بهره‌وری آب کل ارقام در استفاده از آب کارون و زهاب نیشکر

رقم	عملکرد دانه		تفاوت عملکرد	بهره‌وری آب آبیاری کاربردی		بهره‌وری آب کل	
	آب زهاب	کیلوگرم بر هکتار		آب زهاب	کیلوگرم بر متر مکعب	آب زهاب	نیسکر
	نیسکر	کارون	(درصد)°	کارون	نیسکر	کارون	
سیستان	۵۱۵۸/۳	۵۵۰۸/۳	-۶/۸	۱/۰۸	۱/۱۶	۰/۹۲	۰/۹۸
۳۱-۶۳-۱	۵۹۱۰/۷	۵۳۹۱/۷	۸/۸	۱/۳۴	۱/۱۳	۱/۰۵	۰/۹۶
Bow	۵۵۸۵/۳	۵۰۸۱/۳	۹/۰	۱/۱۷	۱/۰۷	۰/۹۹	۰/۹۰
Bam	۵۱۹۸/۳	۴۶۱۶/۷	۱۱/۲	۱/۰۹	۰/۹۷	۰/۹۲	۰/۸۲
شعله	۴۸۵۶/۳	۴۸۲۵/۳	۰/۶	۱/۰۲	۱/۰۱	۰/۸۶	۰/۸۶
نارین	۴۰۸۳/۷	۳۶۳۸/۰	۱۰/۹	۰/۸۶	۰/۷۶	۰/۷۳	۰/۶۵
BLOUDAN	۳۹۵۲/۳	۴۰۴۴/۰	-۲/۳	۰/۸۳	۰/۸۵	۰/۷۰	۰/۷۲
شبرنگ	۴۶۱۴/۷	۴۰۲۵/۰	۱۲/۸	۰/۹۷	۰/۸۵	۰/۸۲	۰/۷۱
تیرگان	۴۲۸۷/۷	۴۰۹۸/۰	۴/۴	۰/۹۰	۰/۸۶	۰/۷۶	۰/۷۳
چمران ۲	۵۵۱۴/۷	۳۸۲۷/۳	۳۰/۶	۱/۱۶	۰/۸۰	۰/۹۸	۰/۶۸
دز	۴۰۸۵/۳	۳۷۵۶/۳	۸/۱	۰/۸۶	۰/۷۹	۰/۷۳	۰/۶۷
شوش	۴۸۸۷/۷	۴۴۹۸/۰	۸/۰	۱/۰۳	۰/۹۴	۰/۸۷	۰/۸۰
سیروان	۵۹۶۰/۷	۵۲۱۶/۷	۱۲/۵	۱/۲۵	۱/۱۰	۱/۰۶	۰/۹۳
سارنگ	۵۷۰۰/۳	۵۰۳۱/۷	۱۱/۷	۱/۲۰	۱/۰۶	۱/۰۱	۰/۸۹
ایرنا	۶۰۵۲/۳	۵۰۷۹/۳	۱۶/۱	۱/۲۷	۱/۰۷	۱/۰۸	۰/۹۰
مهرگان	۵۳۲۱/۰	۴۱۳۵/۳	۲۲/۳	۱/۱۲	۰/۸۷	۰/۹۵	۰/۷۳
خلیل	۵۶۶۰/۷	۵۲۵۴/۳	۷/۲	۱/۱۹	۱/۱۰	۱/۰۱	۰/۹۳
Spn	۴۱۸۷/۷	۳۷۵۶/۳	۱۰/۳	۰/۸۸	۰/۷۹	۰/۷۴	۰/۶۷
برات	۶۴۱۶/۷	۴۹۵۸/۳	۲۲/۷	۱/۳۵	۱/۰۴	۱/۱۴	۰/۸۸
پیشتاز	۵۰۰۸/۳	۵۲۰۰/۰	-۳/۸	۱/۰۵	۱/۰۹	۰/۸۹	۰/۹۲

* اعداد منفی نشان دهنده برتری عملکرد شرایط شوری نسبت به غیرشوری است که احتمالاً این برتری ناشی از خطای آزمایشی است.

به طور کلی میزان کاهش عملکرد در نتیجه کاربرد زهاب نیشکر برای تمامی ۲۰ رقم و لاین گندم انتخابی ۹/۷ درصد است. این مقدار کاهش برای رقم چمران ۲ و مهرگان (ارقام مورد استفاده کشاورزان منطقه) به ترتیب ۳۱ و ۲۲ درصد برآورد شده است. ارقام شعله، نارین، سارنگ، ایرنا، پشتاز، BLOWDAN، Bow و Spn در شرایط آبیاری با آب شیرین و زهاب مزارع نیشکر، از لحاظ عملکرد دانه اختلاف معنی داری نشان ندادند (ورجواند و همکاران، ۱۳۹۹). بنابراین، این گروه از ارقام را می توان به عنوان ارقام امیدبخش و متحمل به شوری در منطقه معرفی کرد. به علاوه، برخلاف انتظار، بین عملکرد ارقام "چمران ۲، سیروان، مهرگان و برات"، به رغم اینکه در سطح گسترده از مزارع کشاورزان در خوزستان و کشوری کشت یا توصیه می شوند، برای هر دو شرایط کیفیت آب تفاوت معناداری مشاهده شد. کاهش عملکرد ارقام محلی و پر کاربرد در استان خوزستان (چمران ۲ و مهرگان) هنگام استفاده از زهاب به عنوان آب آبیاری، در علم شورورزی دارای توجیه اقتصادی است. خورسندی و همکاران (۱۳۸۹) می گویند کاهش عملکرد در بازچرخانی زهاب شور و عملیات شورورزی تا ۵۰ درصد با هدف کشاورزی پایدار اقتصادی است. برای این اساس، باید با اعمال روش های به زراعی در مزرعه همچون "استفاده از دستگاه های خطی کار کف کار، آبشویی مناسب در هر دور آبیاری و آبشویی تکمیلی پایان فصل رشد، کاهش دور آبیاری، رعایت تناوب کشت و ایجاد سامانه زهکشی مناسب در مزرعه" در کاهش اثرهای شوری بر عملکرد گیاه و حفاظت کیفی خاک گام هایی مناسب برداشت.

تغییرات کیفی و بیلان نمک خاک در کشت گندم با زهاب نیشکر

امروزه یکی از روش های طبقه بندی خاک های شور استفاده از معیارهای "آزمایشگاه شوری خاک آمریکا" است، که از دو معیار بهره می گیرند: یکی ECe

یا هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (به عنوان شاخص مربوط به مسائل اسمزی) و دیگری ESP یا درصد سدیم قابل تبادل خاک (به عنوان شاخص مربوط به پراکنده شدن ذرات خاک)، بالا رفتن سدیم قابل تبادل خاک از ۱۵ درصد می تواند خطر تبدیل شدن شرایط خاک را به وضعیت سدیمی افزایش دهد. نتایج آزمایش های خاک مزرعه تحقیقاتی ARC19 کشت و صنعت امیرکبیر تا نیمرخ ۱۰۰ سانتی متری، براساس معیارهای آزمایشگاه شوری خاک آمریکا، نشان داد که خاک غیرشور - غیرسدیمی ابتدای کشت گندم بعد از پایان یک فصل کاشت در هنگام استفاده از زهاب به یک خاک شور تبدیل شده است (جدول ۶).

جدول ۶- تغییرات کیفی خاک در کشت گندم با زهاب مزارع نیشکر (عابدی و همکاران، ۱۳۸۱)

آب آبیاری	پارامتر	قبل از کشت	پس از کشت
آب کارون	ECe (ds/m)	۳/۴	۳/۹
	ESP (%)	۴/۴	۵/۸
	نوع خاک	غیرشور - غیرسدیمی	غیرشور - غیرسدیمی
زهاب نیشکر	ECe (ds/m)	۳/۴	۷/۶
	ESP (%)	۴/۴	۹
	نوع خاک	غیرشور - غیرسدیمی	شور - غیرسدیمی

مقادیر نمک در ابتدا، انتهای فصل و مقدار نمک ورودی توسط سامانه آبیاری و حجم تخمین زده شده نمک خروجی از نیمرخ خاک در نتیجه آشنویی در جدول (۷) آورده شده است. با توجه به این جدول مشخص است که در قطعه آبیاری با زهاب نیشکر، نمک در نیمرخ ۷۵ سانتی متری از سطح خاک تجمع می یابد که مهم ترین بخش خاک از نظر فعالیت ریشه است. مقدار نسبی شستشوی نمک در آب آبیاری

با آب شیرین (رودخانه کارون) و زهاب مزارع نیشکر به ترتیب ۱۳/۳ و ۲/۹ درصد است. دلیل تامین نشدن کامل آب آبیاری با زهاب محدودیت نفوذپذیری خاک و ناممکن بودن آبیاری با عمق بیشتر بود و این از خصوصیات خاک‌های منطقه است. با این همه، در شرایط استفاده از زهاب (که آبشویی اهمیت ویژه‌ای دارد) به دلیل کاهش برداشت آب توسط گیاه، میزان نیاز آبشویی در هر نوبت از آبیاری به خوبی تامین شد (ورجاوند و همکاران، ۱۳۹۹).

جدول ۷- بیان نمک خاک در کشت گندم با زهاب مزارع نیشکر در سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۹

مقدار نمک (تن بر هکتار)	آب				آب آبیاری	
	کاربردی +	آب مورد نیاز	مازاد و یا کمبود آب	موثر		
آبشویی شده	اولیه	ورودی	باقیمانده	%	مترمکعب بر هکتار	
۲/۱	۱۱/۸	۴/۰	۱۳/۶	۱۳/۵	۴۹۶۰	۵۶۳۰
۱/۱	۱۱/۸	۲۶/۷	۳۷/۴	-۱۰	۶۲۰۰	۵۶۳۰

روش کشت گندم در شرایط شور

در سال‌های اخیر برای کشت گندم یا گیاهان متراکم در زمین‌های شور یا مستعد به شوری، از دستگاه خطی کار کف‌کار استفاده می‌شود. دستگاه خطی کار کف‌کار قابلیت ایجاد جوی و پشته در مزرعه را دارد و بذریه در کف جوی کاشته می‌شود. دستگاه‌های خطی کار کف‌کار به‌طور معمول با عرض جویچه‌سازهای ۶۰، ۷۵ و ۱۰۰ سانتی‌متری ساخته شده‌اند و در مزارع کشاورزان با شرایط شور استفاده می‌شوند (صلح‌جو و همکاران، ۱۳۹۸). در شرایط استفاده از زهاب نیشکر برای کشت گندم، با توجه به شوری آب و مستعد بودن خاک به شوری و حتی سدیمی شدن، روش کشت در کف جوی و استفاده از دستگاه‌های خطی کار کف‌کار توصیه می‌شود.

استفاده از زهاب مزارع نیشکر در کشت برنج

در مناطق جنوبی خوزستان که زهاب مزارع نیشکر در دسترس است، در راستای استفاده بهینه از این زهاب و افزایش بهره‌وری از زمین‌های کم‌بازده، کشت برنج می‌تواند گزینه‌ای مناسب برای کاهش فشار بر حوضه‌های آبریز در نظر گرفته شود. براین اساس، پژوهشی با هدف تعیین واکنش متقابل بین ارقام و لاین‌های متحمل به شوری و خشکی برنج و رژیم‌های آبیاری از آب حاصل از زهاب نیشکر در دو سال زراعی در مزرعه L820 کشت و صنعت نیشکر میرزا کوچک‌خان و مزرعه ARC19 کشت و صنعت نیشکر امیرکبیر در جنوب غرب استان خوزستان، در فاصله‌های به ترتیب ۷۵ و ۶۰ کیلومتری از مرکز استان خوزستان، اجرا شد. رژیم (دور) آبیاری با زهاب نیشکر شامل هرروزه و تناوب‌های یک و دو روز درمیان به عنوان عامل اصلی و ارقام محلی (چمپا، عنبوری، دانیال و هویزه)، لاین‌های متحمل به خشکی (M) و شوری (S) در کرت‌های فرعی قرار داده شدند. کشت نشاء و کشت

مستقیم بذر جوانه زده در زمین پادل شده همراه با سامانه آبیاری غرقایی با حفظ آب در ارتفاع ۵ سانتی متری درون کرت‌ها از روش‌های مرسوم کشت برنج در منطقه است (شکل ۷). در استفاده از زهاب به روش کشت نشایی، تمامی ارقام و لاین‌ها در خرداد ماه خزانه‌گیری و پس از تولید نشا در یک دوره ۳۰ روزه به زمین اصلی منتقل شدند. در سال‌های اخیر کشاورزان روش کشت مستقیم بذر در بستر خشک (خشکه‌کاری) را به دلیل کاهش مصرف آب در پیش گرفته‌اند. بنابراین در این تحقیق علاوه بر روش کاشت نشایی از سامانه کشت خشکه‌کاری در استفاده از زهاب نیز بهره گرفته شد.



شکل ۷- وضعیت مزرعه تحقیقاتی کشت نشایی برنج با زهاب مزارع نیشکر

عملکرد و حجم آب مصرفی برنج با استفاده از زهاب نیشکر

۱- روش کشت نشایی

در استفاده از زهاب مزارع نیشکر برای کشت برنج به روش نشایی، ارقام محلی دانیال و هویزه به ترتیب با ۲۲۵۰ و ۳۸۸۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد را داشتند. عملکرد لاین‌های مقاوم به شوری (S_5 , S_1) به ترتیب ۲۰۶۳ و ۲۰۳۴ کیلوگرم در هکتار بود که مطلوب به شمار می‌رود. لاین‌های متحمل به خشکی (M) همگی از بین رفتند. در استفاده از آب شیرین (کارون) به طور میانگین ۴۸ درصد افزایش عملکرد در میان ارقام و لاین‌ها مشاهده شد. استفاده از رژیم آبیاری یا آبیاری متناوب یکی از روش‌های نوین در کشت برنج برای کاهش آب مصرفی است. با کاربرد زهاب نیشکر در صورت بهره برداری از رژیم آبیاری هر روزه، حجم آب مصرفی ۳۷۵۰۰ مترمکعب در هکتار برآورد شد. این در حالی است که در رژیم‌های آبیاری یک روز در میان و دو روز در میان، حجم آب مصرفی به ترتیب ۱۹۵۰۰ و ۱۳۲۰۰ متر مکعب در هکتار بوده است (مختاران و همکاران، ۱۳۹۹). در این حالت، بیشترین و کمترین عملکرد دانه با مقادیر ۲۲۴۸ و ۱۴۲۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب مربوط به رژیم‌های آبیاری یک روز در میان و دو روز در میان بوده است. به رغم کاهش قابل توجه آب از رژیم هر روزه به یک روز در میان، افزایش عملکرد دانه ۱۰ درصد نشان داده شده است که بالاترین مقدار خود نیز هست و پس از آن افت ۳۰ درصد در عملکرد در رژیم آبیاری دو روز در میان، نسبت به رژیم آبیاری هر روزه، دیده می‌شود. به نظر می‌رسد غرقاب دائم با آب شور در تیمار آبیاری هر روزه، به رغم غلظت کمتر نمک در آب و موقعیت بهتر برای جذب آب توسط ریشه گیاه، شرایط احیایی در خاک و مسمومیت‌های عناصر میکرو و رشد و توسعه کمتر ریشه، منجر به عملکرد کمتر شده است (مختاران و همکاران، ۱۳۹۹).

۲- روش کشت خشکه کاری

در روش کاشت مستقیم بذر در بستر خشک (خشکه کاری) با استفاده از زهاب مزارع نیشکر، رقم محلی غنبری قرمز با کاهش ۳۹ درصد در عملکرد، نسبت به تیمار آبیاری با آب شیرین (کارون)، کمترین کاهش عملکرد و لاین‌های متحمل به شوری (S) با ۴۹ درصد، بیشترین کاهش عملکرد را داشتند. در این میان، بیشترین عملکرد دانه‌ای در مدیریت آبیاری با آب کارون مربوط به رقم غنبری قرمز با مقدار ۳۲۴۷ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن مربوط به لاین متحمل به شوری S2 با مقدار ۱۷۸۲ کیلوگرم در هکتار بوده است. متوسط عملکرد دانه ارقام و لاین‌های هویزه، چمپا، غنبری قرمز، S1 و S2 برای شرایط آبیاری با آب کارون ۲۵۰۸ و برای آبیاری با زهاب مزارع نیشکر، ۱۴۲۰ کیلوگرم در هکتار بود که نشان از کاهش ۴۴ درصد در عملکرد دارد (مختاران و همکاران، ۱۳۹۹). حجم آب کاربردی مزارع کشت برنج در استفاده از زهاب برای روش خشکه کاری به‌میزان ۳۱۰۰۰ مترمکعب در هکتار بود. این در حالی است که گیلانی و همکاران (۱۳۹۵) در تحقیقات خود روی ارقام رایج استان خوزستان در ایستگاه شاوور با آبی با کیفیت ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر، گزارش داده‌اند که روش نشایی و خشکه کاری به‌ترتیب با مقادیر ۳۸۹۸۱ و ۲۰۶۹۱ مترمکعب آب در هکتار، بیشترین و کمترین آب مصرفی را داشته‌اند. در استفاده از زهاب، میزان شوری و عملیات آبشویی همراه با آب آبیاری برای جلوگیری از کاهش عملکرد محصول، حجم آب کاربردی در روش خشکه کاری را نسبت به آب شیرین افزایش می‌دهد.

بهره‌وری آب کاربردی در کشت برنج با زهاب نیشکر

علاوه بر میزان مطلق آب مصرفی، قدرت گیاه در تولید ماده خشک به ازای هر واحد آب مصرفی بسیار مهم است. عملکرد دانه یا ماده خشک تولید شده به

ازای هر واحد آب مصرفی یکی از فاکتورهای مهم در ارزیابی و تعیین برتری‌های نسبی روش‌ها، رژیم‌ها و مدیریت آبیاری و نیز انتخاب نوع گیاه زراعی و رقم آن در مناطقی است که محدودیت آب آبیاری در مقایسه با سطح زیرکشت وجود دارد. در استفاده از زهاب مزارع نیشکر با روش کشت نشایی، بیشترین و کمترین بهره‌وری آب به ترتیب مربوط به رژیم آبیاری یک روز در میان و هر روزه به‌میزان ۰/۱۱۵ و ۰/۰۵۷ کیلو گرم به‌ازای هر متر مکعب آب است (جدول ۸). یعنی با کاهش بهینه میزان آب، راندمان تولید به ازای هر واحد آب مصرفی افزایش می‌یابد. بنابراین، از دیدگاه بهره‌وری آب و در شرایط کمبود آب، استفاده از رژیم آبیاری یک روز در میان در کشت نشایی برنج با استفاده از زهاب مطلوب‌تر است. شاید با استفاده از آب شیرین، این بهره‌وری تا رژیم آبیاری دو روز در میان (دور آبیاری سه روزه) هم قابل قبول باشد (مختاران و همکاران، ۱۳۹۹).

جدول ۸- میزان آب مصرفی، عملکرد دانه و بهره‌وری آب برای رژیم‌های مختلف آبیاری در کشت نشایی برنج با استفاده از زهاب نیشکر

رژیم آبیاری	آب مصرفی (مترمکعب/ هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم/ هکتار)	بهره‌وری آب (کیلوگرم/ مترمکعب)
هر روزه	۳۷۵۰۰	۲۱۴۰	۰/۰۵۷
متناوب (یک روز در میان)	۱۹۵۰۰	۲۲۴۸	۰/۱۱۵
متناوب (دو روز در میان)	۱۳۲۰۰	۱۴۲۰	۰/۱۰۸

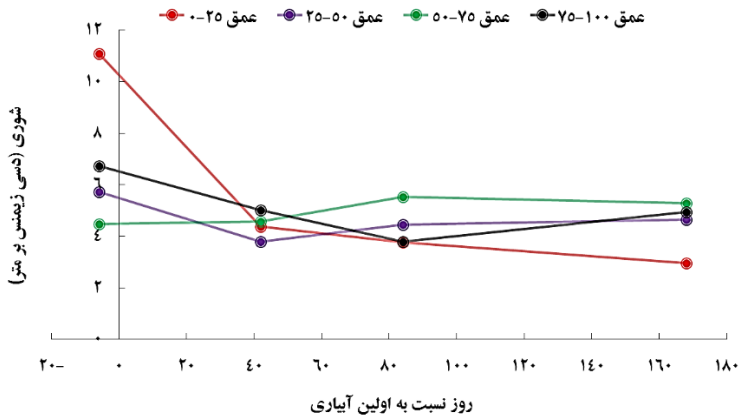
در سامانه خشکه کاری برنج، متوسط بهره‌وری آب با استفاده از زهاب مزارع نیشکر برای ارقام محلی و لاین‌های متحمل به شوری ۰/۰۴۶ کیلوگرم بر مترمکعب است (جدول ۹). این در حالی است که با استفاده از آب رودخانه کارون در مقطع جنوبی خوزستان، میزان متوسط بهره‌وری آب برای این لاین‌ها تا ۰/۰۸۱ کیلوگرم بر مترمکعب رسید (مختاران و همکاران، ۱۳۹۹). هرچند میزان بهره‌وری فیزیکی آب در سامانه خشکه کاری برنج با کیفیت مطلوب‌تر آب (شوری ۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر) تا ۰/۲۵۵ کیلوگرم بر مترمکعب می‌رسد (گیلانی و همکاران، ۱۳۹۵). با توجه به جدول (۹)، رقم محلی عنبوری قرمز در هر دو مدیریت آبیاری (زهاب و آب کارون) بیشترین بهره‌وری آب را دارد و تغییر مدیریت آبیاری از کارون به زهاب مزارع نیشکر، کمترین تاثیر را بر کاهش عملکرد این رقم برنج گذاشته است. لاین‌های متحمل به شوری مانند S₂ کمترین بهره‌وری را به‌دست داده‌اند و بیشترین تاثیر را از تغییر مدیریت آبیاری گرفته‌اند. این موضوع تطابق ارقام محلی را با شرایط اقلیمی منطقه نشان می‌دهد.

جدول ۹- عملکرد دانه و بهره‌وری آب برنج در سامانه خشکه کاری برنج با استفاده از زهاب نیشکر در مقایسه با آب کارون

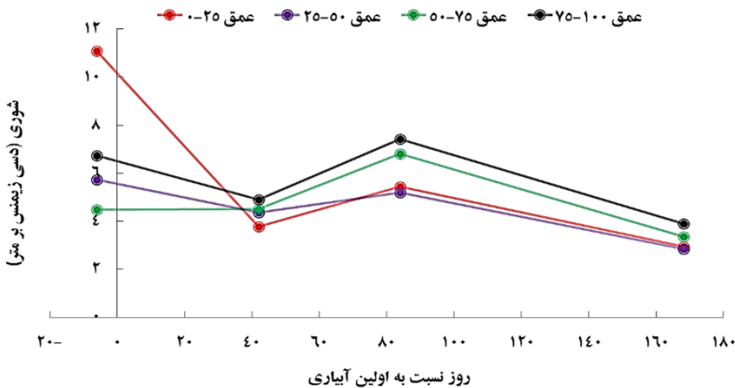
کاهش	زهاب مزارع نیشکر		آب رودخانه کارون		رقم
	بهره‌وری زهاب نسبت به آب کارون (%)	بهره‌وری دانه (کیلوگرم بر مترمکعب)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	بهره‌وری دانه (کیلوگرم بر مترمکعب)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
۴۲	۰/۰۵۱	۱۵۶۹	۰/۰۸۷	۲۷۰۰	هویزه
۴۷	۰/۰۴۸	۱۵۰۴	۰/۰۹۱	۲۸۳۸	چمپا
۳۹	۰/۰۶۴	۱۹۹۱	۰/۱۰۵	۳۳۴۷	عنبوری قرمز
۴۳	۰/۰۳۶	۱۱۳۰	۰/۰۶۴	۱۹۷۴	S1
۴۹	۰/۰۲۹	۹۱۰	۰/۰۵۷	۱۷۸۲	S2

تغییرات کیفی و بیلان نمک خاک در کشت برنج با زهاب نیشکر

در مزرعهٔ برنج، نیمرخ سطحی خاک (۲۵-۰ سانتی متر) دارای شوری بالایی است (شکل ۸). تبخیر بالا و سطح ایستابی شور و کم عمق از عوامل شور بودن لایهٔ سطحی خاک در مناطق مرکزی و جنوبی خوزستان است. با آبخویی خاک قبل کشت از زهاب مزارع نیشکر، مقدار شوری به کمتر از نصف آن کاهش می‌یابد. شریفی‌پور و همکاران (۱۳۹۹) نشان دادند که استفاده از زهاب برای اصلاح خاک-های شور و سدیمی جنوب استان خوزستان امکان‌پذیر است و میزان مصرف آب با کیفیت مناسب (آب رودخانه کارون) را برای آبخویی این زمین‌ها کاهش خواهد داد. این محققان نشان دادند که مقدار آب مورد نیاز آبخویی برای اصلاح مشکل سدیمی در خاک‌های مورد بررسی، کمتر از مقدار آب مورد نیاز برای حل مشکل شوری است. به عبارت دیگر، سدیم زدایی سریع‌تر خواهد بود تا شوری زدایی. در مزرعه برنج، با ادامهٔ روند آبیاری و با توجه به دور آبیاری کم و حجم بالای آب کاربردی مزرعه، زهاب موجب حرکت شوری به سمت لایه‌های پایینی خاک می‌شود و بخش زیادی از نمک اولیه از خاک شسته می‌شود و باقیماندهٔ نمک‌ها بیشتر در لایهٔ ۷۵-۱۰۰ سانتی‌متری تجمع می‌یابد. شکل (۸) تغییرات شوری نیمرخ یک‌متری خاک را در آبیاری با آب کارون و زهاب نشان می‌دهد. میانگین شوری خاک در نیمرخ ۱۰۰-۰ سانتی‌متری زمین قبل از کشت ۸/۵ دسی‌زیمنس بر متر است و پس از برداشت محصول در قطعهٔ زراعی با زهاب، میزان متوسط شوری به ۴/۵۰ دسی‌زیمنس بر متر رسیده است. این درحالی است که در قطعهٔ زراعی آبیاری با آب شیرین (رودخانه کارون) برای نیمرخ یک‌متری خاک، میزان شوری تا ۳ دسی‌زیمنس بر متر تقلیل یافته است.



الف- تیمار آبیاری با زهاب مزارع نیشکر



ب- تیمار آبیاری با آب رودخانه کارون در مقطع جنوب غرب خوزستان

شکل ۸- روند تغییرات سوری در لایه‌های مختلف خاک در فصل کشت برنج

در شرایط استفاده از زهاب، لایه‌های پایینی خاک به‌خصوص لایه‌های ۷۵-۵۰ سانتی متری خاک به شرایط سدیمی شدن نزدیک می‌شوند. خطر سدیمی شدن خاک در اثر تجمع املاح در میانه فصل بیشتر است. می‌توان گفت

که بررسی ESP (درصد سدیم قابل تبادل خاک) در لایه‌های مختلف باعث خواهد شد تا بتوان مدیریت بهتری در زمینه آبیاری هنگام فصل کشت در پیش گرفت تا از کاهش کیفی خاک پیشگیری کرد. جدول (۱۰) نشان می‌دهد که قبل از کشت، خاک مزرعه در نیمرخ یک متری از نوع شور-غیرسدیمی است که در شرایط آبیاری با زهاب در مزرعه در همان حالت شور-غیر سدیمی باقی مانده است. این در حالی است که در استفاده از آب شیرین (آب رودخانه کارون)، کیفیت خاک مزرعه به غیرشور-غیرسدیمی تغییر یافته است.

جدول ۱۰- تغییرات کیفی خاک در کشت برنج با زهاب مزارع نیشکر
(عابدی و همکاران، ۱۳۸۱)

آب آبیاری	پارامتر	قبل از کشت	پس از کشت
آب کارون	ECe (ds/m)	۸/۵	۳
	ESP (%)	۱۲	۹/۵
	نوع خاک	شور-غیرسدیمی	غیر شور- غیر سدیمی
زهاب نیشکر	ECe (ds/m)	۸/۵	۴/۵۰
	ESP (%)	۱۲	۱۱/۵۲
	نوع خاک	شور-غیرسدیمی	شور- غیرسدیمی

جدول (۱۱) مقادیر نمک را در ابتدا، انتهای فصل و مقدار نمک ورودی آب آبیاری و حجم تخمین زده شده نمک خروجی را از نیمرخ ۱۰۰ سانتی متری خاک در نتیجه عملیات آبیاری نشان می‌دهد. با توجه به جدول (۱۱) مشخص است که حجم زیادی از نمک وارد شده در نیمرخ ۱۰۰ سانتی متری خاک در استفاده از زهاب شسته و از کرت آبخویی شده است. در مورد مدیریت آبیاری با آب شیرین در کشت برنج، حدود ۸۴ درصد نمک از نیمرخ یک متری خاک خارج شده است، حال آنکه این عدد در استفاده از زهاب حدود ۹۲ درصد است. این موضوع بالا

بودن راندمان آبشویی با آبهای شور و زهاب را نشان می‌دهد. شریفی‌پور و همکاران (۱۳۹۹) و آیرز و وستکات^۱ (۱۹۸۵) نشان داده‌اند که استفاده از آبهای شور موجب افزایش نفوذپذیری خاک می‌شود. آب‌هایی با شوری کم یا نسبت جذب سدیم (SAR) بالا، نفوذپذیری خاک را کاهش می‌دهند که در این صورت، مدت زمان آبیاری برای نفوذ مقدار مشخصی از آب افزایش می‌یابد و ممکن است در این مدت ریشه یا بذر دچار شرایط ماندابی و مشکلات ناشی از آن شود.

جدول ۱۱- بیان‌بندی نمک خاک در کشت برنج با زهاب مزارع نیشکر

آب مورد نیاز (برحسب فائو ۵۶، آب کاربردی آب آبیاری				آبشویی ۲۰٪ و تبخیر و تعرق پتانسیل ۲۴۰۰ میلیمتر در سال)		مازاد یا کمبود آب		مقدار نمک (تن بر هکتار)	
آب کارون				متر مکعب بر هکتار		٪		اولیه	
زهاب نیشکر				متر مکعب بر هکتار		٪		ورودی	
آب کارون				متر مکعب بر هکتار		٪		باقیمانده	
زهاب نیشکر				متر مکعب بر هکتار		٪		آبشویی شده	
۳۱۴۲۰	۲۸۴۰۰	۱۰	۲۹/۴	۳۸/۴	۱۰/۹	۵۶/۹	۲۹/۴	۱۴/۹	۱۶۳/۱
۳۱۴۲۰	۲۸۴۰۰	۱۰	۲۹/۴	۱۴۸/۶	۱۴/۹	۱۶۳/۱	۲۹/۴	۱۴/۹	۱۶۳/۱

¹-Ayers&Westcot

جمع بندی نهایی

در راستای مدیریت بهینه از زهاب تولیدی مزارع نیشکر با میزان شوری متوسط سالانه ۶ دسی زیمنس بر متر، از طریق بازچرخانی به منظور تولید محصول اقتصادی، کشت گیاهان زراعی گندم و برنج متحمل به شوری بسیار پراهمیت است. زهاب تولیدی مزارع نیشکر در فصل تابستان تا ابتدای پاییز به حداکثر مقدار می‌رسد و در این بازه نیز نیاز آبی برنج در خوزستان بسیار زیاد است و می‌تواند محصولی مناسب با هدف استفاده از زهاب باشد. به منظور توسعه استفاده از زهاب در اراضی جنوبی خوزستان نکات زیر دارای اهمیت است.

۱- در استفاده از زهاب برای آبیاری، نیاز به زهکشی زیرزمینی برای حفاظت خاک ضروری است. مرکز، جنوب و جنوب غرب خوزستان بافت خاک سنگین، شور و سدیمی همراه با آب زیرزمینی شور و کم عمق دارند و از این رو در صورت استفاده از زهاب، عملیات آبشویی همراه با آب آبیاری یا در پایان فصل کشت به علت تجمع املاح مورد نیاز خواهد بود و این کار با زهکشی اراضی امکانپذیر است.

۲- در شرایط استفاده از زهاب مزارع نیشکر جنوب خوزستان برای کشت گندم، با توجه به شوری آب و مستعد بودن خاک به شوری و حتی سدیمی شدن، روش کشت در کف جوی و استفاده از دستگاه‌های خطی کار کف کار توصیه می‌شود.

۳- به منظور استفاده از زهاب مزارع نیشکر جنوب خوزستان برای کشت گندم، میزان کاهش عملکرد ارقام چمران ۲ و مهرگان (ارقام مورد استفاده کشاورزان منطقه) به ترتیب ۳۱ و ۲۲ درصد است که از نظر شورورزی قابل قبول است. رقم "سارنگ" که در منطقه نیز استفاده می شود، کاهش عملکرد معناداری پس از استفاده از زهاب نیشکر در مقایسه با آب رودخانه کارون در مقطع جنوب خوزستان نداشت و قابل توصیه است.

۴- برای استفاده از زهاب مزارع نیشکر جنوب خوزستان در کشت نشایی برنج برای اراضی منطقه، رژیم آبیاری یک روز در میان دارای عملکرد مناسب تری است و این موضوع مهم به دلیل شرایط تهویه مناسب خاک در این رژیم آبیاری است.

۵- با توجه به هوای گرم تابستان در منطقه و اجرای زهکشی زیرزمینی در اراضی و همچنین حساسیت برنج در مرحله جوانه زنی، مدیریت آبیاری و حفظ رطوبت خاک در روش خشکه کاری از زمان کاشت تا استقرار گیاه بسیار مهم است.

۶- به منظور استفاده از زهاب مزارع نیشکر با شوری متوسط سالانه ۶ دسی زیمنس بر متر برای کشت برنج در مناطق جنوبی خوزستان، ارقام محلی دانیال، هویزه و عنبری قرمز (عنبر محلی) عملکرد مناسبی خواهند داشت.

۷- در کشت های مختلف مزرعه با استفاده از زهاب باید کیفیت خاک و زهاب خروجی به طور مداوم رصد شود تا در صورت نیاز، مدیریت های بهتر در خصوص آبیاری مزرعه در نظر گرفته شود.

۸- اراضی آیش سالانه شرکت های کشت و صنعت نیشکر، تا سطح ۲۰۰۰ هکتار به ازای هر واحد می رسد و معمولاً همه این اراضی یا قسمتی از آن به کاشت گیاهان غیرنیشکری (مانند گندم در زمستان یا برنج در تابستان) اختصاص دارند.

استفاده از زهاب مزارع نیشکر در عملیات آبیاری این کشت‌ها از رهاسازی زهاب در منطقه و تولید خطرهای زیست محیطی جلوگیری می‌کند که از میزان برداشت آب از رودخانه کارون کاسته می‌شود. این موضوع بر بهبود کیفیت و کمیت آب برای اراضی پایین‌دست شرکت‌های کشت نیشکر بسیار موثر است.

۹- الگوی کشت تناوبی مزرعه زهاب نیاز به تعریف پروژه ترویجی دارد. این موضوع مهم کشاورزان منطقه را با روش‌های به‌زراعی در استفاده و مدیریت آبیاری با زهاب برای حفاظت خاک و عملکرد محصول بهینه آشنا خواهد کرد.

منابع

اسدی، ر.، علیزاده، ا.، انصاری، ح.، کاوسی، م. و امیری، ا. ۱۳۹۵. تاثیر مقادیر آب و نیتروژن مصرفی بر عملکرد، اجزای عملکرد و بهره‌وری آب در دو روش کشت برنج. نشریه پژوهش آب در کشاورزی، جلد ۳۰، شماره ۲، (۱۴۵ - ۱۵۷).

بی‌نام. ۱۳۹۷. گزارش مطالعاتی مدیریت زهاب و استفاده مجدد از زهاب. معاونت طرح و توسعه شبکه‌های آبیاری و زهکشی سازمان آب و برق خوزستان، اهواز، ایران.

حسن‌اقلی، ع.، ۱۳۸۵. مدیریت زه‌آب‌های حاصل از سامانه‌های زهکشی و کاربرد مجدد آن در کشاورزی. چهارمین کارگاه فنی زهکشی و محیط زیست، ۱۸ آبان، تهران، ایران.

خورسندی، ف.، وزیر، ژ. و عزیزی زهان، ع. ا. ۱۳۸۹. شورورزی؛ استفاده پایدار از منابع آب و خاک شور در کشاورزی. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. ۳۳۶ صفحه.

شریفی پور، م.، هوشمند، ع. ر.، ناصری، ع. ع.، حسن اقلی، ع. ر. و معاضد، ه. ۱۳۹۹. اثر روش آبشویی و نحوه کاربرد آب و زهاب بر شوری‌زدایی و سدیم‌زدایی خاک‌های سنگین. مجله تحقیقات آب و خاک ایران، دوره ۵۱، شماره ۲، ص ۳۰۹-۲۹۷.

شینی دشتگل، ع. ۱۳۸۶. اثر آبیاری یک در میان جویچه‌ای بر راندمان کاربرد، کارایی مصرف آب و خصوصیات کمی و کیفی نیشکر. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات اهواز.

صلح جو، ع. ا. ۱۳۹۸. گزارش نهایی "بررسی اثر عر جویچه‌سازها در خطی‌کار کف کار بر عملکرد گندم و بهره‌وری مصرف آب". سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، شماره ۵۶۷۱۴. ص ۲۶.

عابدی، م. ج.، نیری، س.، ابراهیمی بیرنگ، ن.، ماهرانی، م. و. ۱۳۸۱. استفاده از آب شور در کشاورزی پایدار. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. ۲۲۴ صفحه.

گیلانی، ع. ع.، آبسالان، ش. و جلالی، س. ۱۳۹۵. مقایسه روش خشکه کاری با شیوه های رایج کاشت ارقام برنج از نظر میزان آب مصرفی. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. شماره ثبت: ۴۹۸۰۲. ۲۷ صفحه.

محمدجانی، ا و یزدانیان، ن. ۱۳۹۳. تحلیل وضعیت بحران آب در کشور و الزامات مدیریت آن. فصلنامه روند، سال بیست و یکم، شماره‌های ۶۵ و ۶۶، صفحات ۱۱۷-۱۴۴.

مختاران، ع.، گیلانی، ع. ع.، عبادی، ع. ا.، شایان، م. ع. و صانعی دهکردی، خ. ۱۳۹۹. بازچرخانی زهاب مزارع نیشکر جنوب خوزستان برای کشت برنج با

هدف بهبود بهره‌وری آب در شبکه‌های آبیاری و زهکشی. مجله تحقیقات مهندسی سازه‌های آبیاری و زهکشی، جلد ۲۱ شماره ۷۸، صفحه‌های ۱۵۶-۱۳۹.

مختاران، ع.، گیلانی، ع. ع. و جلالی، س. ۱۳۹۹. گزارش نهایی "ارزیابی کمی و کیفی ارقام محلی و لاین‌های برنج متحمل به شوری در شرایط آبیاری با استفاده از آب کارون و زهاب کشت نیشکر در جنوب خوزستان". سازمان تحقیقات و آموزش و ترویج کشاورزی، ایران. ص ۵۳.

مختاران، ع.، گیلانی، ع. ع. و ورجاوند، پ. ۱۳۹۹. گزارش نهایی "بررسی تاثیر استفاده از زه‌آب مزارع نیشکر بر لاین‌های برنج متحمل به شوری در روش کشت نشایی و خشکه‌کاری در جنوب خوزستان (مطالعه موردی مزرعه تحقیقاتی کشت و صنعت میرزا کوچک خان)" سازمان آب و برق خوزستان، ایران. ص ۱۱۱.

مختاران، ع.، ناصری، ع. ع. و کشکولی، ح. ع. ۱۳۹۲. تعیین ضخامت فصل مشترک آب شور - شیرین در اراضی تحت آبیاری و آب زیرزمینی شور و کم عمق. دوازدهمین کنفرانس هیدرولیک ایران، تهران: دانشگاه تهران. ۷-۸. آبان.

نوذری، ح. ۱۳۸۸. مدیریت شوری و بهره‌برداری از زه‌آب کشاورزی با استفاده از تحلیل پویایی سیستم. پایان نامه دکتری، رشته هیدرولوژی و مدیریت منابع آب، دانشکده آب و خاک گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشگاه تهران، ۱۳۶ صفحه.

ورجاوند، پ.، اندرزیان، ب.، مختاران، ع. و مصدقی، ع. ۱۳۹۹. بررسی تاثیر آبیاری با استفاده از زه‌آب نیشکر بر روی خصوصیات کیفی خاک و عملکرد

۲۰ ژنوتیپ گندم در جنوب خوزستان. مجله تنش‌های محیطی در علوم

زراعی. کد: ESCS-2011-1934

Ayers, R.S and Westcot D.W. (1985). Water quality for agriculture. FAO Irrigation and drainage paper 29 Rev. 1. Food and Agricultural Organization. Rome.

FAO. 2002. Agricultural Drainage Water Management In Arid and Semi-Arid Areas, FAO Irrigation and Drainage Paper 61.

Yazar, A., Incekaya C, Sezen S. M., & Jacobsen S-E. 2015. Saline water irrigation of quinoa (*Chenopodium quinoa*) under Mediterranean conditions. Crop & Pasture Science. 66: 993–1002.