

مقاله علمی-مروری

تحلیلی بر عوامل محدودکننده بهره‌وری آب در مزارع جنوب استان خوزستان و ارائه راه کارهای لازم (با تکیه بر محصول گندم)

محمی الدین گوشه^۱، ابوالفضل آزادی^{۲*} و پیمان ورجاوند^۳

چکیده

جلگه خوزستان که در منطقه خشک و نیمه خشک جنوب غربی ایران واقع شده است، یکی از مناطق حاصلخیز بوده که علیرغم وجود پنج رودخانه مهم در آن همانند اغلب نقاط کشور با بحران کم‌آبی مواجه است، و متأسفانه محدودیت‌های زیادی سبب شده تا دشت خوزستان از نظر تولید به حداکثر پتانسیل خود نرسد. لذا این مقاله تلاش می‌نماید با بهره‌گیری از اطلاعات موجود؛ مفاهیم، چالش‌ها، ابزارها، عوامل مهم محدودکننده بهره‌وری آب را در مزارع گندم در جنوب استان خوزستان (شهرستان‌های اهواز، بندر ماهشهر، خرمشهر، دشت آزادگان، شادگان، رامشیر، هویزه، باوی، کارون و حمیدیه) بررسی نماید و در نهایت پیشنهادهایی را در زمینه بهبود و مدیریت وضعیت کنونی ارائه دهد. نتایج نشان می‌دهد این عوامل (محدودیت‌های موجود) به سه گروه طبیعی، مدیریتی و محیطی تقسیم می‌گردند. اقلیم گرم و خشک (افزایش دما از ۲۴/۰ به ۲۴/۶ درجه سانتی‌گراد و افزایش ۷/۵ درصدی تبخیر و تعرق پتانسیل در استان خوزستان) وجود بافت سنگین در سراسر نیم‌رخ خاک با نفوذپذیری و هدایت هیدرولیکی پایین، شوری خاک با هر دو منشأ اولیه و ثانویه، سطح ایستابی کم عمق، عدم وجود زهکشی طبیعی، تسطیح نامناسب اراضی، مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی، آبیاری نادرست از نظر دور و عمق و عدم انتخاب روش آبیاری مناسب با توجه به وجود تنش‌های محیطی متعدد و کاهش میانگین بارندگی از ۳۵۲/۱ به ۲۹۴/۶ میلی‌متر در سال در استان خوزستان طی ۱۰ سال اخیر، هدر رفت آب در مزرعه به شکل تبخیر (با میانگین راندمان کاربرد آب ۶۴ درصد در شهرستان‌های مورد مطالعه)، رواناب و تلفات عمقی، و مجموعه عوامل اجتماعی، فرهنگی، امنیتی، از محدودیت‌های مهم ارتقاء بهره‌وری آب و تولید در جنوب دشت خوزستان می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: بهره‌وری آب، جلگه خوزستان، عوامل طبیعی، عوامل محیطی، عوامل مدیریتی

مقدمه

انسانی بسیار حیاتی است. در حال حاضر، این منبع حیایی، تحت فشار فزاینده‌ای قرار دارد. تغییرات رژیم‌های هیدرولوژیکی به دلیل تغییرات اقلیمی، جمعیتی و اقتصادی پیامدهای جدی را برای مردم و محیط‌زیست به بار آورده است (عسکری بزایه، ۱۳۹۵). با توجه به وضعیت بحرانی منابع آب در کشور ضروری است که بهبود مدیریت آب زراعی به منظور صرفه‌جویی و بهره‌گیری مؤثر از آب به‌خصوص در بخش کشاورزی صورت گیرد (منجری، ۱۳۹۸). رشد جمعیت، بهبود سطح رفاه و بهداشت عمومی جوامع و تغییر الگوهای زندگی از عوامل اصلی افزایش نیاز جهانی به تأمین غذای بیشتر است. در مسیر رسیدن به امنیت غذایی از طریق افزایش تولید در بخش کشاورزی، مسئله محدودیت کیفی و کمی منابع آب به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده این بخش شناخته می‌شود. اهمیت این مسئله در حدی است که علاوه بر بروز

آب منبع طبیعی ضروری است که چشم‌اندازهای منطقه‌ای را شکل می‌دهد و برای کارکرد اکوسیستم‌ها و زندگی مطلوب

^۱ استادیار پژوهشی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز

^۲ استادیار پژوهشی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران (* نویسنده مسئول: a.azadi@areeo.ac.ir)

^۳ استادیار پژوهشی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۱/۱۶

خوزستان ۲۰ درصد کل مساحت تالاب‌های کشور، معادل ۶۴۰۰۰۰ هکتار را در خود جای داده است. همچنین، در استان خوزستان زمینه مناسب کشت ۴ میلیون اصله نخل فراهم است که رده دوم تولید خرما در کشور را بعد از سیستان و بلوچستان دارا است (قمشی و فردوس پناه، ۱۴۰۱). همگام با اجرای طرح‌های توسعه کشاورزی و صنعت و افزایش جمعیت در استان خوزستان، از یک طرف رقابت برای مصرف منابع آب‌های موجود بالا گرفته و از طرف دیگر اثرات پساب مصرف‌کنندگان بر کیفیت آب رودخانه کارون موجب تعارض بی‌سابقه‌ای بین بخش‌های مختلف بهره‌برداران که در امر توسعه فعال می‌باشند گردیده است. وقوع خشکسالی‌های چند سال اخیر نیز بر شدت این تعارض افزوده است (حسینی زارع و همکاران، ۱۳۸۳).

از طرفی جلگه خوزستان که در منطقه خشک و نیمه‌خشک جنوب غربی ایران واقع شده است، یکی از مناطق حاصلخیز بوده که همانند اغلب نقاط کشور با بحران کم‌آبی مواجه است. درجه حرارت بالا (تا ۵۵ درجه سانتی‌گراد در تابستان) سبب شده تا پتانسیل تبخیر افزایش یافته و میانگین سالانه آن به بیش از ۴۰۰۰ میلی‌متر برسد. در مقابل، متوسط بارندگی سالانه آن پایین بوده و اغلب کمتر از ۲۵۰ میلی‌متر است که ۱۶ بار کمتر از مقدار تبخیر سالانه است (Qadir et al., 2007).

به‌جز مناطق کوهستانی، تپه‌ای و کوهپایه‌ای شمال، شمال شرقی و شرق استان خوزستان، مابقی اراضی هموار، دشت خوزستان را تشکیل می‌دهند. در این تحقیق، به‌منظور مطالعه بهتر عوامل محدودکننده بهره‌وری آب، با توجه به فاصله گرفتن از سطح دریا، دشت خوزستان به سه ناحیه، جنوبی، میانی و شمالی تقسیم گردید. البته مرز مشخصی برای این سه ناحیه نمی‌توان قائل شد، اما به‌طور قراردادی، ناحیه جنوبی از حاشیه دریا شروع شده و تا مدار ۳۱ درجه عرض شمالی ادامه می‌یابد. از این مدار تا مدار ۳۲ درجه عرض شمالی را ناحیه میانی و از آن به بعد تا قبل از اراضی کوهپایه‌ای را ناحیه شمالی می‌نامیم. البته این تقسیم‌بندی با تغییرات سطح ایستابی (کیفیت و عمق)، تغییرات خصوصیات خاک

مشکلات برای نسل فعلی، می‌تواند امنیت غذایی نسل‌های آینده را نیز به خطر بیندازد. کشور ایران به‌دلیل قرارگیری در یکی از خشک‌ترین مناطق دنیا و با حدود یک‌سوم میانگین بارندگی سالانه جهانی (دهقانی‌سانج و نخجوانی‌مقدم، ۱۳۸۵؛ Hamdy et al., 2003) از این موضوع مستثنا نبوده و به‌ویژه در دهه‌های اخیر، با خشکسالی‌های متعددی مواجه شده و مشکلات کم‌آبی، بحران آبی و افت کیفی و کمی منابع آبی را به‌خوبی تجربه کرده است. یکی از مهم‌ترین راه‌حلهایی که برای غلبه بر مشکلات کم‌آبی و بحران آب در بخش کشاورزی تأکید می‌شود، توجه به افزایش شاخص بهره‌وری آب است (ناصری همکاران، ۱۳۹۶؛ رحیمیان و همکاران، ۱۴۰۰).

دشت خوزستان با منابع آب و خاک غنی یکی از مناطق با پتانسیل بالا در تولید محصولات مختلف کشاورزی در کشور است (Azadi et al., 2023a)، اما متأسفانه بین تولید موجود و پتانسیل آن فاصله زیادی است. مسائل و مشکلات فنی، اجتماعی و امنیتی (مرزی بودن آن) دست به دست هم داده تا این خطه از کشور نتواند به توانایی بالای خود دست یابد. در ارتقاء بهره‌وری آب^۱ عوامل متعددی تأثیر گذارند که حتی‌الامکان سعی شده تا مهم‌ترین عوامل موجود به شرح ذیل مورد بحث قرار گیرند.

قرارگیری استان خوزستان در پایین‌دست رودخانه‌های مهمی همچون کارون، کرخه، دز، جراحی و زهره باعث شده است که علاوه بر اهمیت یافتن این استان، به‌دلیل تأثیرپذیری مقدار آب ورودی از منظر کمیت و کیفیت، مدیریت آب در مناطق بالادست نیز اهمیت یابد. از سوی دیگر وجود شرایط آب و هوایی گرم به همراه آفتاب فراوان و بدون یخبندان، استعداد کشت چهارفصل را به این استان داده است. وجود منابع آبی مناسب در استان خوزستان سبب شده است که از حدود ۱۸ میلیون هکتار زمین قابل کشت آبی کشور، بیشترین میزان آن، در حدود ۳ میلیون هکتار، در استان خوزستان قرار گیرد. قابل توجه است که در حال حاضر حدود ۱/۴ میلیون هکتار از این مقدار، زیر کشت آبی قرار دارد که از این نظر نیز استان خوزستان در رتبه اول کشور قرار می‌گیرد. استان

¹ Water Productivity

عمقی و حصول یکنواختی در آبیاری، لازم است دفعات آبیاری بیشتر و حجم آب مصرفی در هر آبیاری کمتر گردد. همچنین بر اساس این تحقیقات مشخص شد که با کاهش طول مزرعه می‌توان یکنواختی آبیاری و در نتیجه کارایی مصرف آب را افزایش داد (هاشمی نیا، ۱۳۸۳).

کشاورز و صادق زاده (۱۳۷۹)، مهم‌ترین دلایل پایین بودن کارایی آبیاری و تلفات آب در بخش کشاورزی را ناشی از عواملی مانند تلفات زیاد آب در مزارع کشاورزی، نامناسب بودن شکل و اندازه‌ی مزارع در ارتباط با مقدار آب و نحوه‌ی آبیاری، ناآگاهی کشاورزان از اهمیت بهینه‌سازی کارایی مصرف آب آبیاری و عدم استفاده از روش‌های آبیاری مناسب می‌دانند. نامناسب بودن کیفیت بعضی از اراضی و نامناسب بودن کیفیت منابع آب مورد استفاده نیز از دیگر دلایل کاهش بهره‌وری آب عنوان شده است. نورزاده حداد و همکاران (۱۳۹۲)، در مطالعه خود متوسط آبدهی رودخانه‌های استان را حدود ۳۰/۴ میلیارد مترمکعب در سال برآورد کردند. از طرفی آب ورودی به دشت خوزستان ۲۰/۸ میلیارد مترمکعب است. لذا به‌کارگیری رقم متوسط منابع آب در برنامه ریزی بدون در نظر گرفتن احتمال تأمین آن، برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب استان بر مبنای توسعه پایدار را آسیب‌پذیر می‌نماید.

در شرایط کنونی که استان خوزستان با چالش کمی و کیفی آب مواجه است، مدیریت چندجانبه مزارع با محوریت پارامتر آب و مهندسی مصرف آب در سطحی علمی و عملی باید به‌طور جد پیگیری شود و لازم است موضوع بهره‌وری آب کشاورزی به‌عنوان یک عامل مؤثر در برنامه‌ریزی‌ها و تصمیم‌سازی‌های آتی واحدهای کشاورزی به‌صورت جدی موردنظر قرار گیرد. از طرفی دشت خوزستان با منابع آب و خاک غنی یکی از مناطق با پتانسیل بالا در تولید محصولات مختلف کشاورزی در کشور است؛ اما متأسفانه بین تولید موجود و پتانسیل آن فاصله زیادی است. آنچه مسلم است بررسی تمام عوامل مذکور نه در حوصله این مقاله و نه در توان نگارندگان است. از آنجایی که یکی از اهمیت‌ترین راهکارهای مقابله با بحران کم‌آبی، افزایش بهره‌وری آب در بخش کشاورزی است (اینانلو طایفه یغمورلو و همکاران، ۱۴۰۰). در این

(ازجمله بافت و شوری خاک)، کیفیت آب آبیاری و اقلیم (بارندگی، تبخیر، دما و رطوبت نسبی) ارتباط مستقیم دارد. با توجه به اینکه مطالعات ناحیه شمالی بر عهده مرکز تحقیقات کشاورزی صفی‌آباد دزفول بوده، لذا از این بعد هر کجا دشت خوزستان ذکر گردید منظور نواحی میانی و جنوبی آن است.

مطالعات زیادی در نقاط مختلف جهان در مورد عوامل محدودکننده بهره‌وری آب در بخش کشاورزی انجام شده است. هندوستان یکی از کشورهایی است که با توجه به جمعیت زیاد آن، همواره با چالش‌های زیادی در امر تأمین غذای مردم خود مواجه بوده است. وسعت زیاد این کشور، تنوع اقلیم، خاک و آب را سبب شده است. وجود منابع آب و خاک شور، خاک‌های جوان فقیر از عناصر غذایی تا خاک‌های شدیداً هوازده و خاک‌هایی با شرایط ماندابی از محدودیت‌های مهم طبیعی این کشور نامبرده شده‌اند (Gupta and Gupta., 2005).

بر اساس گزارش‌های موجود، حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد از منابع آب شیرین جهان در بخش کشاورزی مصرف می‌گردد (سپاسخواه و همکاران، ۱۳۸۴؛ حیدری و همکاران، ۱۳۸۹). لذا یک برنامه ریزی جامع جهانی به‌منظور صرفه‌جویی در مصرف آب و ارتقاء بهره‌وری آن در بخش کشاورزی لازم است. از عوامل محدودکننده بهره‌وری آب در کشورهای در حال توسعه به سستی بودن کشاورزی، قدمت سامانه‌های آبیاری، پایین بودن راندمان آبیاری، عدم استفاده یا استفاده کم از آب‌های نامتعارف و اصول بازیافت کم هرز آب‌ها، اشاره شده است (حیدری و همکاران، ۱۳۸۹).

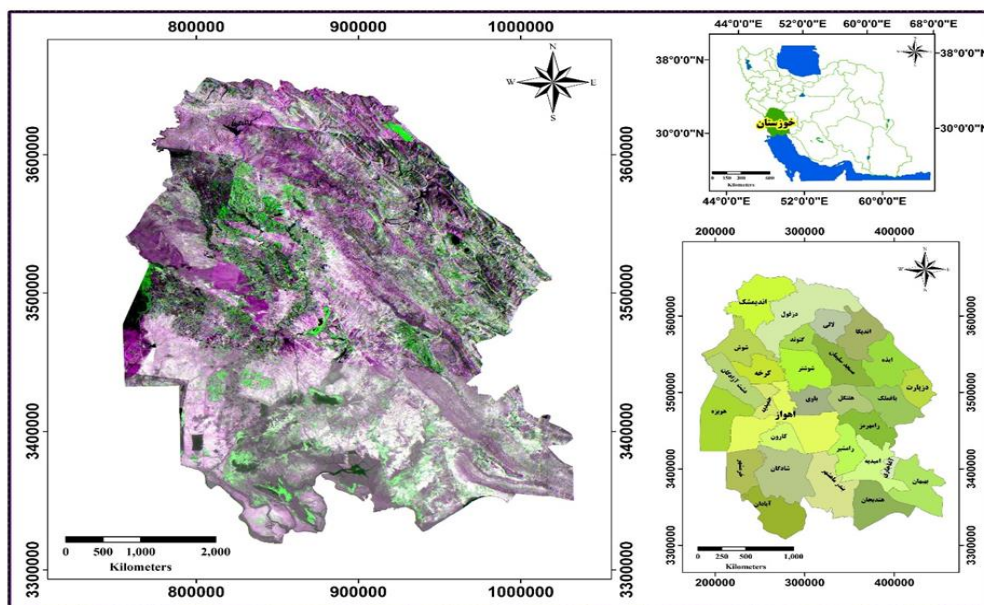
برای افزایش بهره‌وری آب در هر منطقه لازم است تا روابط پیچیده بین نوع محصول، خاک و سیستم آبیاری مشخص شود. به‌طور مثال یکنواختی توزیع آب در سطح مزرعه یکی از عوامل مؤثر بر کارایی مصرف آب است. روش آبیاری خود عامل مؤثر بر یکنواختی توزیع آب در سطح مزرعه است. در بین سیستم‌های آبیاری، آبیاری ثقلی (سطحی) بدترین و آبیاری بارانی بهترین توزیع آب در سطح مزرعه را دارند. در ایالات متحده، یافته‌های تحقیقاتی در ایالت آیداهو پس از کم‌آبی سال‌های ۱۹۷۶ و ۱۹۷۷ نشان داد که برای افزایش راندمان آبیاری از طریق کاهش رواناب و نفوذ

شادگان، رامشیر، هویزه، باوی، کارون و حمیدیه)، با استفاده از اطلاعات موجود در استان که طی مطالعات تجربی و میدانی در دو دهه گذشته توسط محققین مراکز تحقیقات و نویسندگان مقاله بدست آمده است پرداخته شده و در نهایت به صراحت نهایت پیشنهادهایی را در زمینه بهبود و مدیریت وضعیت کنونی ارائه نموده است. استان خوزستان با حدود ۶۴ هزار کیلومتر مربع یکی از استان‌های جنوبی کشور با مختصات تقریبی بین ۲۹ درجه و ۵۷ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۳۳ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۴۰ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۳۳ دقیقه طول شرقی هست. شمال، شمال شرق و شرق این استان را رشته کوه زاگرس و سایر اراضی ناهموار پوشانده‌اند. اراضی هموار باقیمانده دشت خوزستان را تشکیل می دهند که جلگه‌ای است با حاصلخیزی بالقوه و با پتانسیل کشت محصولات مختلف که پنج رودخانه مهم در آن جاری هستند (Azadi et al., 2023b). شکل ۱ نقشه موقعیت مکانی استان را نشان می‌دهد.

راستا شناسایی عوامل مؤثر بر بهره‌وری آب از اهمیت بالایی در سازگاری با این موضوع برخوردار است. مسائل و مشکلات فنی، اجتماعی و امنیتی (مرزی بودن آن) دست‌به‌دست هم داده تا این خطه از کشور نتواند به توانایی بالای خود دست یابد. لذا این مقاله تلاش می‌نماید با بهره‌گیری از اطلاعات موجود؛ مفاهیم، چالش‌ها، ابزارها، عوامل مهم دخیل در بهره‌وری را بررسی نماید و در نهایت پیشنهادهایی را در زمینه بهبود و مدیریت وضعیت کنونی ارائه نماید.

مواد و روش‌ها

در این مقاله در ابتدا به موقعیت جغرافیایی استان خوزستان و وضعیت منابع آب و خاک به صورت مختصر اشاره شده است. سپس ضمن بیان مفاهیم، چالش‌ها، ابزارها، عوامل مهم دخیل در بهره‌وری آب برای محصول گندم در دشت جنوب خوزستان (شهرستان‌های اهواز، بندر ماهشهر، خرمشهر، دشت آزادگان،



شکل ۱- نقشه موقعیت مکانی استان خوزستان

آبیاری این عوامل عبارت‌اند از تهیه زمین و الگوی کاشت، انتخاب محصول و مدیریت آب در مزرعه.
 (۲) عوامل محیطی:
 شامل سه بخش خصوصیات اقلیم، خاک و آب هست.
 (۳) عوامل اجتماعی:

به‌طور کلی عوامل محدودکننده بهره‌وری آب در دشت خوزستان به سه گروه کلی زیر تقسیم می‌گردند:
 (۱) عوامل مدیریتی:
 عوامل مدیریتی به مجموعه اقدامات کشاورزی اطلاق می‌گردد که انجام اصولی آن‌ها سبب ارتقاء بهره‌وری آب می‌شود. از دیدگاه

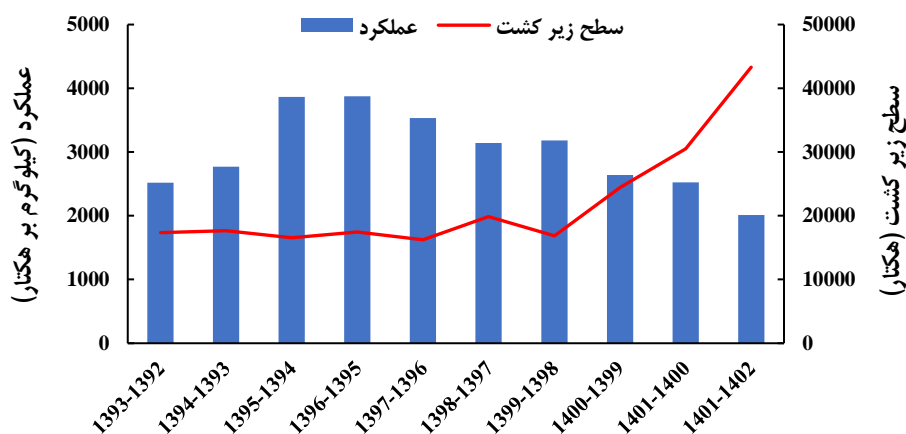
یکی از مهم‌ترین کارکردهای توسعه فنی روش‌های مدیریت زراعی مزارع، به حداقل رساندن وابستگی عملکرد مزارع به شرایط اقلیمی و تأثیرپذیری منفی از سوء مدیریت‌های انسانی است. شکل ۲ بیانگر تغییرات میانگین عملکرد و سطح زیر کشت مزارع گندم در شهرستان‌های جنوبی استان خوزستان شامل (اهواز، بندر ماهشهر، خرمشهر، دشت آزادگان، شادگان، رامشیر، هویزه، باوی، کارون و حمیدیه) است. با توجه به شکل (۲) مشخص است که با افزایش سطح زیر کشت طی ۳ سال اخیر، عملکرد مزارع روند نزولی داشته است، باوجود آنکه طرح احیای ۵۵۰ هزار هکتار اراضی در فاز اول در استان خوزستان اجرایی شده و زیرساخت کشاورزی بهبود بخشیده شده است. این نکته اهمیت توسعه آموزش و ترویج و انتقال یافته‌های تحقیقاتی به بهره‌برداران و کشاورزان را بیان می‌دارد به نحوی که باوجود زیرساخت بهتر، مدیریت بهینه نهاده‌های زراعی از جمله آب در مزرعه اهمیت زیادی دارد. البته بخشی از کاهش عملکرد ناشی از خشک‌سالی سال گذشته و درعین حال تأثیر تسطیح اراضی در طرح مذکور بر کیفیت موقت خاک سطحی اراضی است که به‌مرور زمان برطرف خواهد شد (آمارنامه محصولات زراعی استان خوزستان، ۱۴۰۲-۱۳۹۲).

شامل مواردی چون سطح دانش فنی کشاورزان، اجرای توصیه‌های فنی یا غلبه مشکلات اقتصادی، اجتماعی و امنیتی بر آن‌ها، تخصیص آب^۱ از نظر زمان و مقدار مناسب با نیاز گیاه در هر منطقه، و عوامل متعدد دیگر هست.

نتایج و بحث

الف) خصوصیات اقلیم منطقه

دشت خوزستان دارای میانگین سالانه دمای هوا ۲۲ درجه سانتی‌گراد، حداکثر و حداقل دمای مطلق ماهانه به ترتیب ۵۱ درجه سانتی‌گراد در مردادماه و -۱ درجه سانتی‌گراد در آذرماه هست. به طوری که میانگین حداکثر و حداقل دما به ترتیب ۳۱/۸ و ۱۵/۶ درجه سانتی‌گراد است. حداکثر و حداقل رطوبت نسبی هوا نیز به ترتیب ۷۳ و ۲۲ درصد است. میانگین سالانه تبخیر ۳۰۰۰ تا ۳۵۰۰ میلی‌متر (شمال و جنوب دشت) هست. حداکثر و حداقل تبخیر ماهیانه به ترتیب ۴۳۴/۱ میلی‌متر در تیرماه و ۶/۴۷ میلی‌متر در دی‌ماه است. میانگین بارندگی سالانه ۲۴۲ میلی‌متر ثبت شده که حدود ۷۰ درصد آن در سه‌ماهه آذر، دی و بهمن می‌بارد (پراکنش نامنظم در سال) (بی‌نام، ۱۳۹۰).



شکل ۲- تغییرات میانگین عملکرد و سطح زیر کشت مزارع گندم در شهرستان‌های جنوبی استان خوزستان (بازه ۱۰ ساله)

در مجموع باعث کاهش میانگین بارندگی از ۳۵۲/۱ به ۲۹۴/۶ میلی‌متر در سال در استان خوزستان طی ۱۰ سال اخیر شده است)

علاوه بر عوامل انسانی کاهش عملکرد اراضی گندم، کاهش تعداد دفعات بارندگی و افزایش شدت آن در هر واقعه بارندگی (که

¹ Water allocation

۰/۵ تا ۱٪ کربن آلی دارند (گوشه، ۱۳۸۳؛ گوشه و همکاران، ۱۴۰۰، آزادی و همکاران، ۱۴۰۳).

- سطح آب زیرزمینی، وضعیت شوری و زهکشی خاک: بر اساس مطالعات خاکشناسی انجام شده در استان خوزستان از ۶/۵ میلیون هکتار مساحت استان، ۱ میلیون هکتار اراضی قابل کشت بدون محدودیت یا با محدودیت کم تا متوسط می‌باشند. ۱/۸ میلیون هکتار نیز اراضی با محدودیت زیاد (شوری بیش از ۱۶ دسی زیمنس بر متر) وجود دارد (جعفرنژادی و همکاران، ۱۴۰۳) که علیرغم پتانسیل تولید پایین و در نتیجه بهره‌وری کم از آب، به زیر کشت محصولاتی چون گندم یا جو می‌روند، زیرا تنها منبع تأمین معاش خانوار می‌باشند (تأثیر منفی عوامل اجتماعی و اقتصادی بر توصیه‌های فنی).

عامل اصلی شوری خاک در دشت خوزستان، وجود آب زیرزمینی کم‌عمق و اغلب شور تا خیلی شور ناشی از فقدان شرایط زهکشی طبیعی و یا مصنوعی است. میزان شوری آب زیرزمینی متغیر بوده به طوری که از ۶ تا ۷ دسی زیمنس بر متر (رامهرمز و قسمت‌هایی از شمال اهواز) شروع شده و در مناطق هویزه، دشت آزادگان و بستان به حد ۲۰ تا ۳۰ دسی زیمنس بر متر و یا در مناطق خرمشهر، آبادان و ماهشهر به ۱۰۰ دسی زیمنس بر متر یا بیشتر نیز خواهد رسید (گوشه، اطلاعات منتشر نشده). برخی از این اطلاعات که توسط نگارنده اول این مقاله در طی تحقیقات گذشته بدست آمده در جدول زیر (جدول ۱) ذکر شده است ۰/۶ در نظر گرفته شد (خوش‌سیمای چنار و نوری، ۱۳۹۸).

سابقه مطالعات جدی در مورد آب‌های زیرزمینی دشت خوزستان به بیش از ۵۰ سال پیش برمی‌گردد. بر اساس این تحقیقات، عمق بحرانی آب تحت الارض ۲/۵ تا ۳/۵ متر از سطح خاک گزارش شده است (قبادیان، ۱۳۴۷؛ رحیمیان و همکاران، ۱۳۹۱).

در همراهی با افزایش دما از ۲۴/۰ به ۲۴/۶ درجه سانتی‌گراد و افزایش ۷/۵ درصدی تبخیر و تعرق پتانسیل در استان خوزستان، موجب شده توسعه کشاورزی در همراهی با عوامل طبیعی کاهش آوردهای رودخانه‌های استان، باعث کاهش کیفی آب در مناطق پایین‌دستی رودخانه‌ها شود. به‌نحوی که کیفیت آب رودخانه‌های استان در پایین‌دست عملاً برای مصارف شرب نامناسب بوده و برای مصارف کشاورزی نیز دارای محدودیت شدید به‌ویژه در فصل‌های گرم سال است.

ب) خصوصیات خاک

- ویژگی‌های فیزیکی خاک

در نواحی میانی بافت غالب در کل نیمرخ خاک از نوع لوم سیلتی^۱، لوم رسی سیلتی^۲، رس سیلتی^۳، و رسی^۴ و در ناحیه جنوبی از نوع لوم رسی سیلتی، رس سیلتی، رسی و گاهی رس سنگین^۵ در اعماق است. سنگین بودن بافت خاک در سراسر نیمرخ آن، باعث تأخیر ورود آب به خاک و تشکیل بار آبی در سطح مزرعه می‌شود. در نتیجه قسمتی از آب آبیاری به شکل تبخیر (بسته به فصل سال، مرحله رشدی گیاه و شدت تبخیر) هدر می‌رود. از طرفی، در مطالعات صحرائی وجود لایه‌ای با نفوذپذیری بسیار کم در اعماق ۷۰ تا ۱۲۰ سانتیمتری از سطح خاک توسط نگارنده اول مقاله مشاهده شده است. یکی از عوامل مهم آبیاری نامناسب و کاهش تولید در اراضی تحت کشت گندم شهرستان‌های اهواز، دشت آزادگان، شادگان و خرمشهر به وجود این لایه در اعماق خاک مربوط است که در ادامه بحث خواهد شد. نفوذپذیری کم خاک‌های منطقه مورد مطالعه باعث شرایط نامساعد تهویه منطقه ریشه و تأخیر در روند رشدی گیاه می‌شود.

علاوه بر سنگین بودن بافت خاک، کمبود مواد آلی خاک نیز در کاهش سرعت نفوذ آب به خاک و همچنین کاهش ذخیره رطوبتی خاک مؤثر است. حدود ۸۰٪ از اراضی استان خوزستان بین

⁴ Clayey

⁵ Heavy Clay

¹ Silty Loam

² Silty Clay Loam

³ Silty Clay

جدول ۱- برخی اطلاعات جمع آوری شده مربوط به وضعیت منابع آب

منطقه	منبع آب	شوری دسی زیمنس بر متر	میلی اکی والان بر لیتر				pH
			Na ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	
حمیدیه اهواز	رودخانه	۲/۱	۱۱	۴	۶/۴	۱۲	۷/۸
	زیرزمینی	۶/۱	۳۵	۲۰/۵	۲۳	۳۱	۷/۳
خرمشهر	رودخانه	۳/۳	۲۴	۸	۴/۵	۲۳	۷/۷
	زیرزمینی	۸۸/۰	۹۹۹	۷۰	۲۴۰	۸۹۵	۷/۱
بستان	زیرزمینی	۱۹/۵	۱۲	۴۲	۵۵	۱۵۲	۷/۳
	زیرزمینی	۴۴/۰	-	-	-	-	۷/۰
مگنوع اهواز	زیرزمینی	۸/۲	-	-	-	-	۷/۳
	زیرزمینی	۳۱/۲	-	-	-	-	۶/۹
ملیحان اهواز	زیرزمینی	۱۰۰/۰	-	-	-	-	۶/۷
	زیرزمینی	۲۳/۵	-	-	-	-	۷/۸
دشت آزادگان	زیرزمینی	۷/۸	-	-	-	-	۷/۰
	زیرزمینی	۷/۸	-	-	-	-	۷/۰
خرمشهر	زیرزمینی	۷/۸	-	-	-	-	۷/۰
	زیرزمینی	۷/۸	-	-	-	-	۷/۰
عرب حسن شوشتر	زیرزمینی	۷/۸	-	-	-	-	۷/۰
	زیرزمینی	۷/۸	-	-	-	-	۷/۰
مرادیگی رامهرمز	زیرزمینی	۷/۸	-	-	-	-	۷/۰
	زیرزمینی	۷/۸	-	-	-	-	۷/۰

زیرزمینی و همچنین شوری خاک لایه‌های مختلف بالای آن تأثیر گذاشته است. بروز چنین شرایطی می‌تواند منجر به کاهش محصول تولیدی منطقه و نیز زوال تدریجی منابع آب و خاک این دشت در درازمدت گردد؛ بنابراین چگونگی مدیریت آبیاری در اراضی شور با سطح ایستابی بالا، با اراضی غیر شور یا کم شور و دارای زهکشی کافی حتی در صورت یکسان بودن سایر خصوصیات خاک، اقلیم و آب کاملاً متفاوت بوده اما متأسفانه تفاوت قائل نشدن بین این اراضی، یکی از معضلات آبیاری در این نواحی به شمار می‌آید.

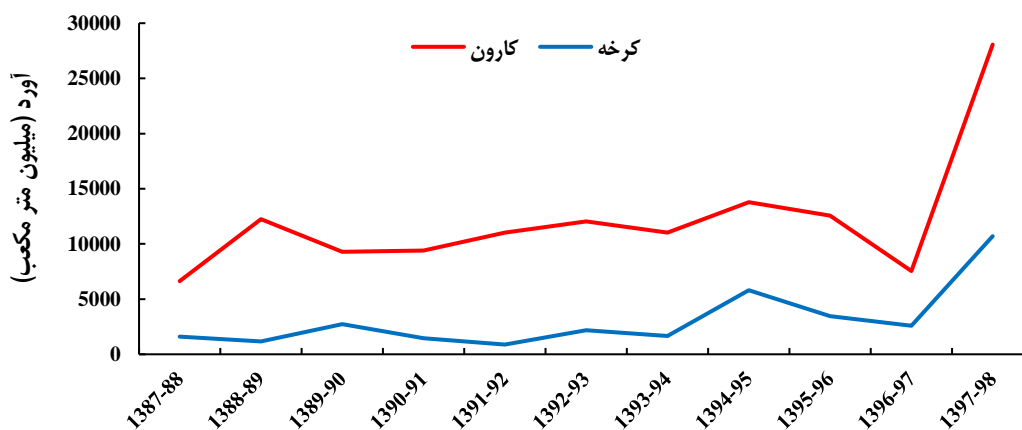
ج) خصوصیات آب

وجود پنج رودخانه مهم کارون، کرخه، دز، جراحی- مارون و زهره- هندیجان منبع اصلی آبیاری اراضی تحت کشت دشت خوزستان است. کیفیت آب این رودخانه‌ها در طول مسیرشان تغییر کرده به طوری که هر چه از نواحی شمالی‌تر به سمت نواحی جنوبی سیر می‌کنند از کیفیت آن‌ها کاسته می‌شود. در بین آن‌ها رودخانه دز بهترین (معمولاً کمتر از ۲ دسی زیمنس بر متر) و زهره- هندیجان (گاهی بیش از ۴ دسی زیمنس بر متر) کمترین کیفیت را دارند.

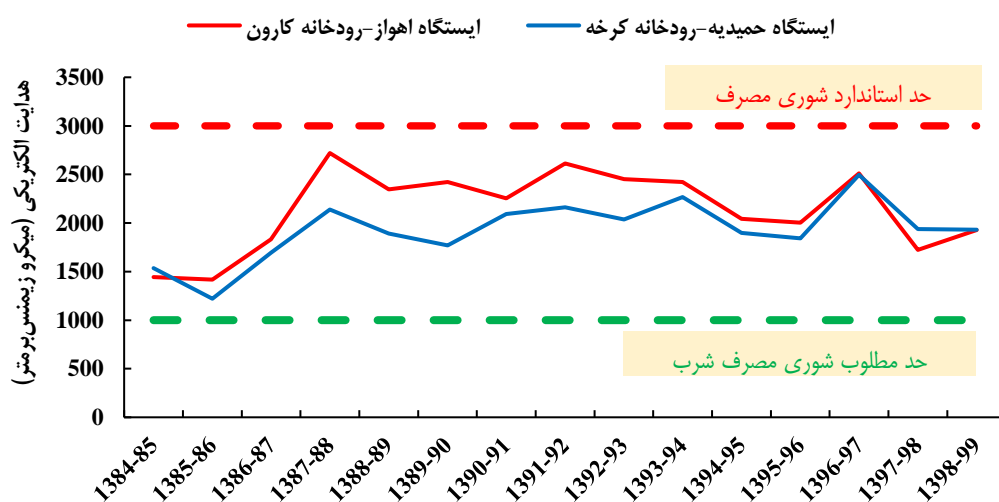
سابقه مطالعات جدی در مورد آب‌های زیرزمینی دشت خوزستان به بیش از ۵۰ سال پیش برمی‌گردد. بر اساس این تحقیقات، عمق بحرانی آب تحت الارض ۲/۵ تا ۳/۵ متر از سطح خاک گزارش شده است (قبادیان، ۱۳۴۷؛ رحیمیان و همکاران، ۱۳۹۱)؛ اما تحقیقات اخیر گوشه و همکاران، نشان داده است که در دوره آبیاری محصولات چوب‌گندم، وجود لایه‌های کم نفوذ در نیم‌رخ خاک باعث تشکیل سطح ایستابی موقت در اعماق ۷۰ تا ۱۲۰ سانتیمتری گردیده که علت آن نحوه نادرست آبیاری و افزایش نفوذ عمقی پس از آبیاری است. این سطح ایستابی موقت جدای از سطح ایستابی دائم که معمولاً در اعماق بیشتر از ۱۵۰ سانتیمتری خاک تشکیل می‌گردد، است و معمولاً پس از اتمام دوره آبیاری از بین می‌رود. از آنجایی که تحقیقات گذشته به چنین سطح ایستابی موقتی اشاره نشده است، به نظر می‌رسد وجود لایه‌های کم نفوذ در اعماق خاک بر اثر کشت‌های متوالی و عدم رعایت تناوب زراعی حداقل طی ۵۰ سال گذشته ایجاد شده باشند (Gooshe et al., 2018). رحیمیان و همکاران (۱۳۹۱) در مطالعه خود گزارش کردند که مدیریت نامناسب آب در اراضی تحت کشت دشت آزادگان در غرب استان خوزستان همراه با شیب عمومی ناچیز و ضعیف بودن زهکشی طبیعی منطقه به دلیل واقع شدن این دشت در انتهای حوزه، بر شوری و سطح ایستابی

احتساب سیلاب سال ۱۳۹۸، طی ۲۰ سال اخیر، به ترتیب ۲۱ و ۳۳ درصد کاهش داشته است و درعین حال کیفیت آب این رودخانه‌ها در مقاطع اهواز و حمیدیه برای آب شرب غیراستاندارد و برای آب کشاورزی در فصل‌های گرم سال نیز غیراستاندارد ر صد شده است. این نکات به همراه افزایش سطح زیر کشت اراضی کشاورزی، اهمیت مدیریت بهینه اراضی گندم در شرایط تنش خشکی و شوری و استفاده از تکنیک‌هایی با هدف کاهش سطح تأثیر شوری و افزایش بهره‌وری آب و درعین حال کاهش ساعت آبیاری به منظور توزیع عادلانه‌تر آب در طول رودخانه را دوچندان نموده است (بی‌نام، ۱۴۰۰).

کاهش تعداد دفعات بارندگی و افزایش شدت آن در هر واقعه بارندگی در همراهی با افزایش دما و تبخیر و تعرق پتانسیل در استان خوزستان، موجب شده تو سعه کشاورزی در همراهی با عوامل طبیعی کاهش آوردهای رودخانه‌های استان، باعث کاهش کیفی آب در مناطق پایین‌دستی رودخانه‌ها شود. به نحوی که کیفیت آب رودخانه‌های استان در پایین‌دست عملاً برای مصارف شرب نامناسب بوده و برای مصارف کشاورزی نیز دارای محدودیت شدید به‌ویژه در فصل‌های گرم سال است. تغییرات آورد رودخانه‌های استان خوزستان و کیفیت آب در ایستگاه‌های میانی طول رودخانه، طی بازه ۲۰ ساله اخیر در شکل‌های ۳ و ۴ ارائه شده است. میانگین آورد رودخانه‌های کارون و کرخه با



شکل ۳- تغییرات آورد دو رودخانه مهم کرخه و کارون استان خوزستان (بازه ۲۰ ساله)



شکل ۴- تغییرات کیفیت آب رودخانه‌های مهم استان

کمبود دریافت آب و خفگی در نقاط پست‌تر آن به‌واسطه تجمع آب و ماندابی شدن را در پی دارد که در نهایت منجر به کاهش سطح مؤثر کشت و عملکرد می‌گردد. بنابراین عملیات مطلوب آبیاری، مستقل از عملیات مناسب بستر سازی نبوده و هرچه در خاک‌ورزی و عملیات تسطیح (ماله‌کشی) مزرعه دقت بیشتری شود، منجر به سهولت و بهبود آبیاری مزرعه می‌گردد. بدین معنی که یکنواختی بهتر پخش آب و حرکت سریع‌تر و یکنواخت‌تر آب در سطح مزرعه را موجب گردیده و منجر به کاهش زمان آبیاری نیز می‌گردد که این امر در آبیاری‌های اول و آخر فصل بسیار حائز اهمیت است. باوجود تأکیدات زیاد و استانداردهای عملیات تسطیح در آبیاری سطحی، هنوز مزارعی مشاهده می‌شود که قبل از کشت تسطیح دقیق نشده‌اند و در نتیجه آن کلیه تو صیه‌های مدیریت آب در مزرعه حین کشت را با چالش جدی همراه می‌کنند.

۲) عدم مدیریت بهینه آب در مزرعه

- عمق آب مصرفی: آنچه مسلم است در سال‌های اخیر با توجه به کاهش حجم آب رودخانه‌ها، به‌طور ناخواسته از میزان مصرف آب کاسته شده است. در مورد گندم به نظر می‌رسد این کاهش در جهت نزدیک شدن کل میزان آب مصرفی به نیاز واقعی گیاه است اما متأسفانه توزیع آن در طول دوره داشت گیاه نادرست است. به‌طوری‌که میزان مصرف آب در هر نوبت آبیاری بیش از حد ظرفیت نگهداشت آب و نیاز مقطعی گیاه بوده که نتیجه آن تلفات زیاد آب به طرق مختلف است. رفتار کشاورز در مدیریت آب در مزارعی که از شبکه آبیاری آب دریافت می‌کنند با مزارع دارای پمپ شخصی از چاه و یا رودخانه متفاوت است. در مزارع آب‌خور شبکه آبیاری (به‌ویژه مزارع انتهایی شبکه)، اطمینان کشاورز از زمان دریافت آب کمتر بوده و کشاورز با توجه به نگرانی از عدم دریافت نوبت آب بعدی در زمان مقرر شده، عمق آب کاربردی مزرعه را افزایش می‌دهد، این موضوع در اراضی پایین‌دست رودخانه‌های استان مانند اراضی هندیجان، بستان، هویزه، شادگان و... تشدید شده است. نظر به اهمیت شناخت شرایط فعلی در بهبود مدیریت آب کشاورزی در مزرعه، معیار راندمان کاربرد آب

از سایر منابع تأمین آب در دشت خوزستان می‌توان به زه‌آب‌ها و چاه‌های عمیق و نیمه عمیق اشاره نمود. زه‌آب‌ها بیشتر در اراضی مجاور کشت و صنعت‌ها و در نواحی میانی و جنوبی به‌عنوان منبع آبیاری مورد استفاده قرار می‌گیرند. این زه‌آب‌ها بسته به اینکه حاصل چندمین آبشویی اراضی بوده و یا اینکه جمع‌کننده اصلی هستند یا فرعی و در چه فصلی از سال قرار دارد، شوری‌های متفاوتی دارند. طبیعی است زه‌آب‌های حاصل از دفعات اولیه زهکشی یا درون جمع‌کننده اصلی (مانند کانال مالخ در جنوب شهر اهواز) و یا نشت شده در فصل کم باران (خشک)، از شوری زیادتری برخوردار است. دامنه تغییرات شوری زه‌آب‌ها زیاد است به‌طوری‌که مقادیر ۳۰ تا ۴۰ دسی‌زیمنس بر متر یا بیشتر نیز مشاهده شده است. منابع آب چاه نیز در اراضی با ارتفاع بالاتر از سطح دریا مانند مناطق بهبهان، رامهرمز، باغ‌ملک، ایذه، شوشتر و غیره به‌عنوان منبع آب آبیاری مورد استفاده قرار می‌گیرند. کیفیت این منبع آب اغلب از نظر شوری مناسب است ولی ممکن است به نیترات یا سایر آلاینده‌ها آلوده باشند.

د) چگونگی مدیریت مزارع

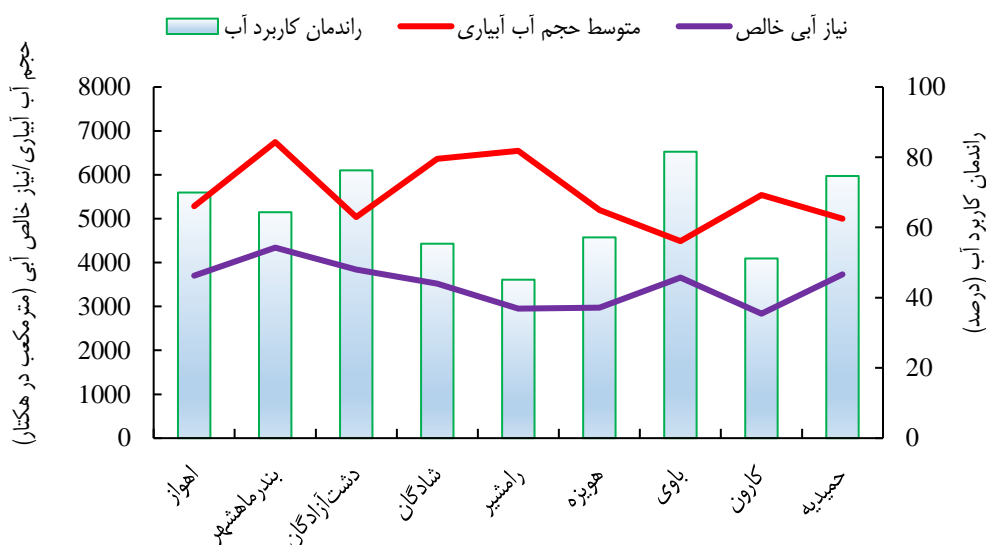
به‌طور کلی مشکلات مدیریت آب در مزرعه را می‌توان موارد زیر بیان نمود:

۱) تهیه نامناسب زمین

بر اساس بازدیدهای نگارندگان مقاله از طرح محوری گندم یکی از مشکلاتی که همواره به‌عنوان عامل محدودکننده مدیریت آبیاری مشاهده گردیده، بستر سازی نامناسب مزرعه بوده است. در بسیاری از مزارع مشاهده شد که عدم رعایت رطوبت مناسب در زمان تهیه زمین منجر به تشکیل کلوخه‌های درشت در سطح زمین گردیده به‌طوری‌که عملیات بعدی نظیر دیسک و ماله‌کشی نیز نتوانسته‌اند بستر مناسبی فراهم آورند و متعاقب آن پستی و بلندی‌های زیاد در مزرعه مشاهده شده است. این امر سبب بسیاری از مشکلات جبران‌ناپذیر بر کلیه مراحل مدیریت زراعی از جمله آبیاری شده که نتیجه نهایی آن به شکل کاهش عملکرد نمایان می‌گردد. نامناسب بودن تهیه بستر، با اختلال در مدیریت آبیاری، عوارضی نظیر بروز کچلی در نقاط مرتفع‌تر مزرعه بدلیل

درصد متغیر است. بررسی دقیق‌تر اطلاعات نشان می‌دهد شهرستان‌هایی که توسعه شبکه آبیاری در آن‌ها بیشتر بوده (مانند باوی) و یا در پایین‌دست رودخانه قرار دارند (مانند دشت آزادگان)، دارای راندمان کاربرد آب بیشتر هستند زیرا دسترسی آن‌ها به آب محدودتر خواهد بود (آبسالن، ۱۴۰۰).

که بیان‌کننده سهمی از آب آبیاری است که در تبخیر و تعرق گیاه (تولید) مؤثر است مورد استفاده قرار گرفته است. شکل ۴ تغییرات مقادیر آب آبیاری، نیاز خالص آبیاری (حاصل تفاوت نیاز خالص آبی و باران مؤثر) و راندمان کاربرد آب در طول فصل کشت را برای شهرستان‌های مدنظر نشان می‌دهد. میانگین راندمان کاربرد آب در شهرستان‌های مورد مطالعه ۶۴ درصد بوده که $45/1 - 81/6$



شکل ۵- تغییرات مقادیر آب آبیاری، نیاز خالص آبیاری (حاصل تفاوت نیاز خالص آبی و باران مؤثر) و راندمان کاربرد آب در طول فصل کشت

بارندگی مؤثر می‌تواند موجب قطع عملیات آبیاری در شرایط بارندگی غیر مؤثر شود که در نتیجه آن تنش خشکی مزرعه افزایش یابد. همچنین در اراضی که آبخور شبکه آبیاری هستند، در بیشتر مواقع با وقوع بارندگی در بالادست حوضه و برقرار جریان گل‌آلود در رودخانه، مدیریت شبکه آبیاری به‌منظور پیشگیری از خسارت رسوبات به سازه‌های شبکه آبیاری، جریان آب را قطع نموده که این قطع جریان الزاماً در پایین‌دست شبکه در شرایط بارندگی مؤثر نخواهد بود. این مهم در شبکه‌های آبیاری و زهکشی که برداشت آب از رودخانه در آن‌ها با استفاده از سیستم پمپاژ است (مانند شبکه‌های آبیاری و زهکشی ویس و کوثر در خوزستان)، تشدید می‌شود.

دفعات (دور) آبیاری: در مورد مدیریت آب در مزارع گندم دشت خوزستان آنچه که عمومیت دارد عدم رعایت دور آبیاری است. تقریباً در تمام مزارع نواحی میانی و جنوبی، صرفه نظر از میزان شوری خاک، حداکثر دفعات آبیاری ۳ نوبت (در سال‌هایی با بارندگی نرمال) و ۴ نوبت (در سال‌های کم بارش) با دور ۳۰ تا ۴۰ روز است و این در حالی است که بر اساس تحقیقات انجام شده (گو شه، ۱۳۹۰)، حداقل دفعات آبیاری این محصول در شرایط غیر شور ۵ تا ۶ نوبت با دوره‌های متغیر (بسته به مرحله رشد گیاه و پراکنش بارندگی) و در شرایط شور ۷ تا ۸ نوبت (بسته به مقدار و پراکنش بارندگی) و بازهم با دور متغیر است. برای سایر محصولات همچون ذرت، کلزا، جو و غیره، نیز چنین مشکلی وجود دارد. از سوی دیگر، آشنایی کم کشاورزان با مفهوم

بارندگی و یا آبیاری سنگین تخلیه رواناب مزرعه با مشکل مواجه خواهد بود.

بنابراین برای سهولت آبیاری و همچنین آبیاری یکنواخت مزرعه و جلوگیری از تجمع آب در نقاط پست و پایه شیب‌ها، بایستی زمین به ابعاد مناسبی قطعه‌بندی گردد؛ اما در اغلب مزارع نواحی میانی و جنوبی، با توجه به شیب ناچیز در نظر گرفتن طول نوارهای آبیاری به میزان ۴۰۰ متر یا بیشتر امری بسیار نادر است (روش متداول). لازم به یادآوری است که اگر قطعات آبیاری کوچک‌تر و هم‌اندازه در نظر گرفته شوند، مدیریت آبیاری با سهولت بیشتری انجام می‌گیرد. تحقیقات نشان داده که طول ۱۲۰ تا ۲۰۰ متر و عرض ۴ تا ۱۲ متر ابعاد مناسب در اغلب مزارع دشت خوزستان است (آبسالان، ۱۳۸۶). تحقیقات انجام شده در ایالت آیداهوی آمریکا نیز، این یافته را تأیید می‌نماید. پیشنهاد کوچک کردن ابعاد قطعات آبیاری به دلایل زیر تقویت می‌گردد:

- خشک بودن خاک در اولین آبیاری (خاک‌آب) و نفوذپذیری زیاد آن که سبب می‌شود حرکت آب در مزرعه به‌کندی انجام می‌گیرد. معمولاً میزان رطوبت خاک در این هنگام کمتر از ۱۰ درصد است.

- گاهی به دلیل محدودیت‌هایی که در میزان آب قابل‌دسترس در آبیاری‌های آخر فصل وجود دارد، یا به‌واسطه افزایش ناگهانی درجه حرارت، لازم است سرعت آبیاری افزایش یابد. در نظر گرفتن ابعاد کوچک برای مزرعه این امر را میسر می‌سازد.

- زمین‌های منطقه اغلب دارای شیب در یک‌جهت نبوده و علاوه بر شیب طولی دارای شیب عرضی نیز هستند. استفاده از نوارهای آبیاری با عرض زیاد منجر به غیریکنواختی حرکت آب در سطح نوار می‌شود.

۴) عدم مدیریت آبیاری اول

در بسیاری موارد مشاهده شده است که عدم دقت کافی در مدیریت آبیاری اول (خاک‌آب) منجر به صدمات جبران‌ناپذیری در مزرعه گردیده است. شستشوی خاک، جابجایی بذر و اختلال در تراکم بذر در مقاطع اولیه کرت‌ها یا نوارهای آبیاری، خرابی

- روش کاشت و آبیاری: متأسفانه در اغلب مزارع شور استان و برای زراعت گندم، کاشت به روش خطی کار و آبیاری به شیوه غرقابی همچنان متداول است. حتی در برخی مواقع کاشت به روش سانتریفیوژ نیز مشاهده می‌شود. درحالی‌که در شرایط شوری خاک، کشت روی شیب پشته و آبیاری جویچه‌ای توصیه می‌شود. آزمایش‌های اولیه در مورد این روش کاشت و آبیاری در استان خوزستان نتایج رضایت‌بخشی داشته است. در آزمایشی در یک خاک شور با هدایت الکتریکی عصاره اشباع (قبل از کاشت) ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر چند روش کشت گندم با یکدیگر مقایسه گردیدند. نتایج نشان داد که کشت یک در میان روی شیب پشته با فقط آبیاری جویچه‌های کشت شده، توانست میزان مصرف آب را نسبت به تیمار کشت کرتی و آبیاری غرقابی تا ۵۰٪ کاهش دهد (گوشه و آینه، ۱۳۸۸).

۳) قطعه‌بندی نادرست

یکی دیگر از مواردی که در بسیاری از مزارع مشاهده می‌شود، قطعه‌بندی نادرست مزرعه است. متأسفانه علاوه بر این موضوع، زمان قطعه‌بندی نیز رعایت نشده و پس از انجام عملیات کاشت و آبیاری اول به قطعه‌بندی مزرعه مبادرت گردیده است. این مورد نیز از موارد جبران‌ناپذیر است و به‌واسطه تأثیری که بر چگونگی دسترسی گیاه به آب دارد، می‌تواند بر درصد سبز مزرعه، مصرف نهاده‌ها و نهایتاً عملکرد تأثیر منفی چشمگیری داشته باشد. از سوی دیگر در زمان کشت و آماده‌سازی زمین، ابعاد مناسب قطعات آبیاری که غالباً شامل طول و عرض نواری آبیاری و یا طول جوی آبیاری است، متناسب با بافت خاک، شیب زمین و مقدار آب در دسترس کشاورز رعایت نمی‌شود. بهره‌برداران غالباً طول قطعات آبیاری را افزایش می‌دهند تا زمان قطعه‌بندی را کاهش دهند، در این شرایط معمولاً ابتدای نوار آبیاری آب بیش‌ازحد دریافت نموده و با رسیدن آب به انتهای زمین، غالباً تجمع آب در یک‌سوم تا یک‌چهارم انتهای زمین رخ داده که موجب عدم جوانه‌زنی و یا خفگی گیاه می‌شود. از سوی دیگر در برخی موارد مشاهده می‌شود کشاورزان در انتهای مزرعه با خاک متوسط تا سنگین نهر زهکشی اجرا نمی‌کنند، لذا در زمان

کشاورزی با وزارت نیرو چه در مراحل برنامه‌ریزی برای تقسیم آب و چه در مراحل اجرایی و کنترل در بچه‌های توزیع آب است. این محدودیت از عوامل محیطی است که به کشاورز تحمیل می‌گردد.

البته همواره آبیاری تعجیلی به علت محدودیت زمانی تقسیم آب نیست، بلکه مشاهده شده که سهولت انجام آبیاری در روش آبیاری غرقابی (رها نمودن آب در مزرعه) و عدم تحمل رنج ناشی از اعمال مدیریت آبیاری (به‌طور مثال صرف وقت و حوصله در آبیاری موجی) و یا انجام آبیاری شبانه، از مشکلات فرهنگی این خطه از کشور است که نتیجه آن توزیع نامناسب آب در مزرعه و کاهش کارایی مصرف آب است.

۷) به انتظار باران بودن بجای همت به آبیاری

یکی دیگر از مشکلاتی که هر ساله در برخی مناطق وجود دارد و منجر به اختلال در عملیات کشت و زرع به‌خصوص در زراعت گندم می‌شود انتظار و اتکا به باران‌های اول فصل توسط زارعین است. اگرچه به تجربه دریافته‌اند که سبز شدن بذور با باران از یکنواختی بیشتری برخوردار است اما در خیلی از اوقات نا کافی بودن یا تأخیر بارش منجر به اختلال در جوانه‌زنی می‌گردد. بنابراین به‌خصوص برای کشت‌های اول فصل (نیمه دوم آبان) لازم است پس از آبیاری قبل از کشت (ماخرا،) عملیات بسترسازی مناسب و کاشت، آبیاری‌ها جدی گرفته شود و به بارش‌های جوی اتکا نشود و با توجه به بالا بودن نسبی درجه حرارت و تبخیر در آن هنگام، با آبیاری به‌موقع مراحل اولیه نموی گیاه را تکمیل نمایند.

۸) الگوی کشت

متأسفانه رعایت الگوی کشت علمی علیرغم تلاش همکاران وزارت جهاد به صورت کامل در دشت خوزستان دیده نمی‌شود. البته ممکن است به‌صورت موضعی و در سطح مزارع توسط برخی کشاورزان رعایت گردد؛ اما در اغلب مناطق، فقط سیستم‌های کشت معینی هر سال تکرار می‌شوند که عمده‌ترین آن‌ها، آیش-گندم و صیفی-گندم است. سیستم‌های تک‌کشتی حاکم در این

پشته‌ها و کاهش درصد سبز مزرعه از جمله موارد قابل مشاهده‌ای بوده که گواه این مدعا است. با توجه به اینکه نفوذپذیری خاک در این مرحله بسیار بالاتر از سایر مراحل آبیاری است، بذرها مستقر نگردیده و قابل جابجایی است و پشته‌های آبیاری هم بسیار شکننده است.

۵) جریان ورودی زیاد به مزرعه

لازم است ضمن رعایت توصیه‌های مرتبط با تهیه بستر و قطعه‌بندی، در خصوص میزان جریان آب کاربردی هم دقت کافی به عمل آید و آبیاری ملایم و آرام انجام گیرد. در خیلی از مزارع شرایطی حاکم است که میزان جریان بالاسری کرت‌ها یا نوارهای آبیاری بسیار بیشتر از ظرفیت کشتش کرت‌ها یا نوارهای آبیاری است که در این حالت آبیاری مستقیم از کانال می‌تواند منشأ خسارت‌های فراوان (به‌واسطه شکستن دیواره کانال‌ها و پشته‌ها) بخصوص در آبیاری اول گردد؛ بنابراین در این شرایط لازم است از کانال مضاعف استفاده شود و می‌توان با آبیاری ۲ یا چند قطعه به‌طور هم‌زمان میزان جریان آب را به حد دلخواه (معمولاً حداکثر دبی غیر فرساینده) کنترل نمود. غالباً به ازای هر متر عرض نوار آبیاری ۲/۰-۱/۵ لیتر در ثانیه شدت جریان ورودی توصیه می‌شود که البته برای آب اول مزرعه (داناب) این مقدار با توجه به قابلیت فرسایش‌پذیری خاک کمتر در نظر گرفته می‌شود.

در مجموع مادامی که ابعاد قطعه آبیاری متناسب با مشخصات فنی به‌درستی انتخاب شود و مزرعه دارای تسطیح مناسب بوده و شدت جریان ورودی مناسب باشد، به‌منظور بهبود یکنواختی پخش آب در طول مزرعه و کاهش عمق آب آبیاری قطع جریان آب قبل از رسیدن به انتها و یا کاهش دبی جریان ورودی به مزرعه حین آبیاری نیز توصیه می‌شود.

۶) محدودیت زمانی آبیاری و آبیاری تعجیلی

یکی از مشکلات عمده کشاورزان در آبیاری مزارع خود، محدودیت زمانی است که در تقسیم آب بر آن‌ها تحمیل می‌گردد. نتیجه این نوع تقسیم آب انجام آبیاری تعجیلی است. این محدودیت ناشی از عدم مشارکت و تعامل مستقیم بخش

اساس ظرفیت نگهداری آب در خاک سطحی (نه‌هایت ۳۰ سانتیمتر)، جلوگیری از ایجاد بار آبی در سطح مزرعه از طریق تخلیه آب پس از قطع آبیاری و یا انجام آبیاری به شکل آبدوی و پیگیری مدام وضعیت بارندگی (از رسانه‌های عمومی یا هواشناسی منطقه) به‌منظور جلوگیری از تداخل آبیاری با بارندگی. شایان‌ذکر است تأخیر یک یا دو روز در آبیاری با توجه به احتمال بارندگی بیش از ۵۰٪، معقول خواهد بود.

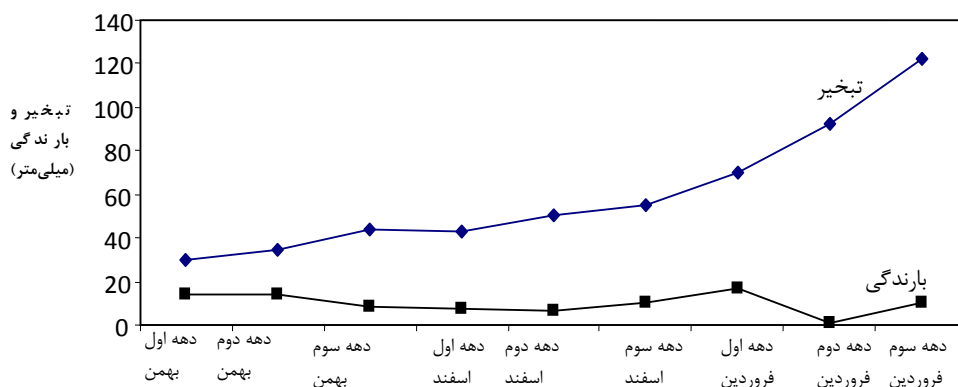
۱۰) افزایش ناگهانی دما در مراحل حساس به تنش خشکی در زراعت‌های پاییزه (مانند گندم)

بر اساس آمار هواشناسی از نیمه دوم اسفندماه معمولاً صعود ناگهانی درجه حرارت در اغلب مناطق استان خوزستان متداول است. بالا رفتن درجه حرارت در این مقطع زمانی که بارش هم معمولاً کم می‌شود یا گاهی اوقات فاقد بارندگی مؤثر است از دو جنبه می‌تواند منجر به خسارت گردد، اول آنکه درجه حرارت بالا باعث اختلال در تلقیح گل‌ها یا کاهش وزن دانه‌ها می‌شود و دوم آنکه با افزایش تبخیر و تعرق، تنش کم‌آبی در این مراحل حساس نمودی گیاه حادث می‌گردد، به‌طوری‌که تأثیر منفی بر تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و درنهایت عملکرد خواهد داشت. شکل (۶) میانگین ۱۱ ساله تغییرات تبخیر و بارندگی در سه دهه ماه‌های آخر فصل زراعی محصول گندم در منطقه دشت آزادگان را نشان می‌دهد. (آینه و همکاران، ۱۳۸۵).

نواحی، باعث شده تا در سال‌های کم‌آبی اخیر، تخصیص آب با توجه به وضعیت منابع آن، دشوار شود. طبیعی است در چنین شرایطی، ملاحظات اجتماعی و امنیتی ملاک تخصیص آب گردند.

۹) سطح ایستابی کم عمق

یکی از مواردی که مسبب مشکلات زیادی در امر مدیریت مزرعه در نواحی جنوبی و میانی دشت خوزستان است مسئله بالا آمدن سطح ایستابی و عدم تخلیه آب‌های مازاد آبیاری و بارندگی است که در حالت حاد، حیات گیاه را به خطر می‌اندازد. به‌طوری‌که بسیاری از کچلی‌های قابل مشاهده در پاشنه اراضی مناطق جنوبی عارضه‌ی این وضعیت است. گاهی در برخی مزارع، این مشکل آن‌چنان نمود دارد که در نقاط پست‌تر زمین رشد و نمو گیاه نمی‌شود. رشد این گیاه در مزرعه یکی از دلایل وجود شرایط ماندابی است. متأسفانه این پدیده بسیار شایع شده است. همان‌طور که قبلاً اشاره شد وجود لایه‌های کم نفوذ در اعماق کم خاک (ناشی از عدم رعایت تناوب زراعی) و آبیاری بیش از توان نگهداشت آب خاک (به‌خصوص در آبیاری‌های اول و دوم) عامل اصلی ایجاد سطح ایستابی موقت و بروز شرایط ماندابی است که بیشتر مواقع خسارات جبران‌ناپذیری به گیاه وارد می‌نماید. حل اساسی چنین مشکلی از طریق عملیات زیربنایی سله شکنی و احداث شبکه‌های زهکشی میسر است. البته برخی راهکارهای مدیریتی نیز وجود دارد، از جمله میزان مصرف آب بر



شکل ۶- میانگین ۱۱ ساله تغییرات تبخیر و بارندگی در سه دهه ماه‌های بهمن، اسفند و فروردین در زراعت گندم دشت آزادگان

۱۱) محدودیت منابع آب

از دیگر عوامل کاهش بهره‌وری آب در دشت خوزستان علیرغم وجود پنج رودخانه مهم، کمبود آب باکیفیت مطلوب در برخی مراحل داشت محصولات مختلف است. این معضل وقتی در مراحل حساس رشد گندم یعنی جوانه‌زنی، گرده‌افشانی و پر شدن دانه رخ دهد که متأسفانه به دفعات رخ داده است، نتایج نامطلوبی بر عملکرد خواهد گذاشت. متأسفانه ارزیابی کیفیت منابع آب نامتعارف به منظور آبیاری تکمیلی، نتایج رضایت بخشی ندارد. شوری زیاد و آلودگی به نیترا و سایر آلاینده‌ها از محدودیت‌های جدی این منابع آب در دشت خوزستان به شمار می‌روند. نتایج تحقیقات نشان داده است که در شرایط عدم وجود زهکشی کافی در خاک و بالا بودن سطح ایستابی و شوری خاک، کاربرد آب شور بیش از ۵ دسی‌زیمنس بر متر به‌عنوان تنها منبع آب آبیاری مجاز نیست؛ اما در صورت استفاده ترکیبی با آب باکیفیت مطلوب، حد مجاز ۸ دسی‌زیمنس بر متر است. کاربرد آب با شوری بیشتر تحت هیچ شرایطی جایز نیست. (گوشه، ۱۳۸۹).

راهکارهای افزایش بهره‌وری آب

با توجه به بررسی محدودیت‌های موجود، اقدامات لازم جهت ارتقاء بهره‌وری آب در دشت خوزستان را می‌توان به دو گروه کلی تقسیم نمود:

۱) اقدامات کم‌هزینه و دوره‌ای

با توجه به وجود عوامل محدودکننده طبیعی، آبیاری باید به گونه‌ای باشد که از ایجاد روان آب، نفوذ عمقی و تا حد امکان ایجاد بار آبی در سطح مزرعه کاسته شود. برای این کار لازم است تا دفعات آبیاری بیشتر و حجم آب مصرفی در هر آبیاری کمتر گردد. توجه به این مهم به‌خصوص در شرایط وجود سطح ایستابی کم‌عمق و شرایط ماندابی بسیار حائز اهمیت است. کوچک کردن سطوح آبیاری در مزرعه از طریق کم کردن طول نوارهای آبیاری (تقسیم یک نوار طولانی به نوارهای کوچک‌تر) و ایجاد نهرهای مضاعف در کشت‌های کرتی به منظور آبیاری یکنواخت‌تر و کاهش رواناب و نفوذ عمقی، از دیگر اقدامات

مدیریتی است. از طرفی، تغییر در روش آبیاری محصولات عمده ای چون گندم با سطح زیر کشت زیاد در استان، نیاز به مطالعه بیشتر دارد. توجه به کشت و آبیاری جوی و پشته‌ای گندم به جای کشت و آبیاری مرسوم آن (کشت کرتی یا نواری و آبیاری غرقابی)، به‌خصوص در اراضی شور نواحی میانی و جنوبی از اقدامات مفید در افزایش تولید این محصول و بهره‌وری بیشتر از آب آبیاری مطرح است. همچنین استفاده از روش‌های کشت کفکاری در شرایط شور و یا پشته‌کاری در شرایط با شوری آب و خاک کم تا متوسط می‌تواند میزان آب کاربردی مزرعه را به‌شدت کاهش داده، تهویه محیط ریشه را بهبود بخشیده و مشکل سله‌بندی خاک را تا حدی کم کند.

۲) اقدامات طولانی مدت:

تسطیح اصولی و زهکشی اراضی، حمایت از تولیدکنندگان کودهای آلی فرآوری شده (انواع کمپوست) و گسترش فرهنگ مصرف آن در سطح مزارع کل استان خوزستان و برنامه‌ریزی به‌منظور کاهش تدریجی کودهای شیمیایی، ارتقاء و به‌روزرسانی دانش فنی کشاورزان سنتی، برنامه‌ریزی اصولی به‌منظور کاهش اثرات منفی معضلات اجتماعی بر بخش کشاورزی به‌طور مثال قرار دادن تناوب زراعی و رعایت الگوی کشت در عملیات کشاورزی به‌جای سیستم‌های تک‌کشتی حاضر، تقسیم آب بر اساس ملاحظات فنی به هر طریق ممکن، بازسازی سامانه‌های آبیاری قدیمی و فرسوده، توجه بیشتر به بررسی‌های کیفی و چگونگی بهره‌برداری از منابع آب کم کیفیت استان همچون زه آب‌های تولیدی شرکت‌های کشت و صنعت نیشکر که عمده‌ترین منابع آب نامتعارف در استان خوزستان می‌باشند.

نتیجه‌گیری

وجود مجموعه‌ای از محدودیت طبیعی یعنی بافت خاک سنگین در کل نیم‌رخ خاک، وجود سطح ایستابی کم‌عمق و اغلب در حد بحرانی با شوری زیاد، درجه حرارت و تبخیر بالا و بارندگی کم و با پراکنش نامنظم، باعث شده تا دشت خوزستان از سایر نقاط کشور مجزا گردیده و تبدیل به منطقه‌ای با خصوصیات

بودن بافت در سراسر نیم‌رخ خاک‌های دشت خوزستان به‌ویژه در نتیجه کشت برنج در استان.

محدودیت در استفاده از منابع آب نامتعارف در این نواحی به‌عنوان مکمل آبیاری به علت شوری زیاد، آلودگی به نیترات و سایر آلاینده‌ها و هزینه‌های پمپاژ، انتقال و سایر هزینه‌های کاربرد صحیح آن‌ها.

شوری خاک و وجود سطح ایستابی کم‌عمق و شور از نوع موقت (در دوره آبیاری گیاه) و دائم

کاهش حجم و افت کیفیت آب‌های جاری استان به دلیل کمبود بارش سال‌های اخیر

عدم وجود تعادل مؤثر بین دو وزارتخانه نیرو و جهاد کشاورزی در تقسیم منطقه‌ای آب در هر دو مرحله برنامه ریزی و اجرا

مشکلات متعدد فرهنگی، اقتصادی، اجتماعی و امنیتی موجود در استان که بحث تخصیص آب، الگوی کشت، توزیع سایر نهاده‌ها، اصول فنی کشاورزی و درنهایت بهره‌وری آب را تحت شعاع قرار داده است.

منابع

آبسالان، ش. ۱۳۸۶. راهنمای کاشت، داشت و برداشت گندم آبی در استان خوزستان: چگونه آبیاری کنیم. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان. اهواز.

آبسالان، ش. ۱۴۰۰. ارزیابی کمبود-مازاد تخصیص آب در مزارع شبکه‌های آبیاری استان خوزستان. گزارش پژوهشی، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شماره فروست: ۶۱۲۱۱

آزادی، ا.، جعفرنژادی، ع. ر.، گوشه، م. ۱۴۰۳. بررسی و تحلیل برخی از مهم‌ترین چالش‌های پیش‌رو در اراضی کشاورزی استان خوزستان (با تأکید بر محدودیت‌های منابع خاک و اراضی). فصلنامه مدیریت اراضی. ۱۳(۱): ۷۹-۱۰۳.

منحصربه‌فرد گردد. هیچ نقطه‌ای از کشور وجود ندارد که تمام این ویژگی‌ها را یکجا داشته باشد. همین مجموعه محدودیت‌های طبیعی به همراه ضعف مدیریت زراعی و محدودیت‌های محیطی فراوان باعث شده تا بهره‌وری از آب در نواحی میانی و جنوبی استان بسیار پایین‌تر از حد انتظار باشد.

ضعف مدیریت آب در مزرعه، به صورت کمبود دفعات آبیاری و بیشبود مصرف آب در هر نوبت آبیاری (نسبت به ظرفیت نگهداشت آب خاک و نیاز مقطعی گیاه) و عدم یکنواختی توزیع آب در سطح مزرعه (به دلایل تسطیح نامناسب، طول زیاد نوارهای آبیاری، روش نادرست آبیاری)، نمایان است. آب مازاد بر ظرفیت نگهداشت خاک به‌صورت تبخیر (در فصول گرم) و یا تراوش عمقی تلف می‌گردد. آب نفوذ یافته به سمت اعماق نیم‌رخ خاک حرکت کرده تا به لایه کم نفوذ برخورد می‌نماید. پس از یک یا دو نوبت آبیاری اول فصل، در اواسط دوره رشد گیاه آب تجمع یافته بر روی این لایه سبب تشکیل یک سطح ایستابی موقت با شوری زیاد می‌گردد. بسته به عمق لایه محدودکننده و میزان آب مازاد تراوش یافته، احتمال تشکیل شرایط ماندابی زیاد است. در مناطق همجوار هور (هویزه، بستان، شادگان، ماهشهر و سایر مناطق مشابه) که رطوبت نسبی هوا بالا است، کاهش تعرق از یک سو و قرار گرفتن سطح ایستابی در شرایط ماندابی از سوی دیگر، باعث کاهش شدید عملکرد محصولات مختلف و از جمله گندم می‌شود. در مناطق شمالی‌تر، به دلیل هوای خشک‌تر شدت این پدیده کمتر است ولی وجود سطح ایستابی موقت همچنان مشکل‌ساز است. به‌طور خلاصه اهمیت محدودیت‌های موجود در نواحی میانی و جنوبی دشت خوزستان که از عوامل اصلی کاهش بهره‌وری آب هستند، عبارت‌اند از:

- توزیع غیریکنواخت آب در سطح مزرعه به علت تسطیح نامناسب اراضی و مدیریت غیر بهینه آبیاری

- روش نامناسب کاشت و آبیاری در اراضی با توجه محدودیت شوری و سطح ایستابی کم‌عمق

- عدم رعایت تناوب زراعی و الگوی کشت مناسب و در نتیجه تشکیل لایه کم نفوذ در اعماق خاک با توجه به سنگین

- رحیمیان، م.ح.، رنجبر، غ.، غلامی، ح.، نیکخواه، م.، شیران تفتی، م و بشارت، ن. ۱۴۰۰. مقایسه و تحلیل عوامل اصلی ارتقاءدهنده شاخص بهره‌وری آب گندم در دو روش غرقابی و موضعی (مطالعه موردی: استان یزد). آب و توسعه پایدار. ۶۲-۵۵: (۳)۸
- سپاسخواه، ع.، توکلی، ع.، موسوی، س.ف.، ۱۳۸۴. اصول و کاربرد کم آبیاری. کمیته ملی آبیاری و زهکشی. تهران.
- عسگری بزایه، ف. ۱۳۹۵. حکمرانی آب: مروری بر مفاهیم، چالش‌ها، ابزارها و تدابیر نهادی. مدیریت آب در کشاورزی. ۳۴-۲۵: (۱)۳
- قبادیان، ع. ۱۳۴۷. علل شور شدن زمین‌های خوزستان و روش‌های کنترل آن. دانشگاه جندی‌شاپور اهواز. ایران.
- قمشی، م.، فردوس پناه، ف. ۱۴۰۱. ارائه چالش‌های کمی و کیفی آب و مهم‌ترین سازه‌های مربوطه و اثرات زیست‌محیطی آن در استان خوزستان. پژوهش‌های مهندسی آب ایران. ۱۹-۳۲: (۳)۲
- گوشه، م. ۱۳۸۳. مصرف کودهای آلی در زراعت غلات استان خوزستان. انتشارات ترویج و نظام بهره‌برداری خوزستان. اهواز.
- گوشه، م. ۱۳۸۹. تعیین مناسب‌ترین رژیم آبیاری گندم بر اساس کاهش رطوبت خاک در شرایط شوری‌های مختلف در استان خوزستان. گزارش نهایی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان. اهواز.
- گوشه، م.، آینه، غ. ۱۳۸۸. اثرات روش‌های مختلف آبیاری و کاشت بر کاهش مصرف آب در زراعت گندم استان خوزستان. گزارش پروژه استانی. سازمان جهاد کشاورزی خوزستان. اهواز.
- گوشه، م.، آزادی، ا.، مسکینی ویشکائی، ف. ۱۴۰۰. بررسی اثرات نوع و مقدار ماده اولیه و روش عمل‌آوری کمپوست بر سرعت تجزیه و کیفیت آن. فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط‌زیست. ۲۴۵-۲۳۳: (۱۰)۲۳
- آمارنامه محصولات زراعی استان خوزستان، ۱۴۰۲-۱۳۹۲. سازمان جهاد کشاورزی استان خوزستان، اهواز، ایران.
- اینانو طایفه یغمورلو، م.، نظری، ب. و ستوده نیا، ع. ۱۴۰۰. مطالعه مقایسه‌ای عوامل مؤثر بر بهره‌وری آب کشاورزی در میان کشاورزان نوآور و غیر نوآور در استان قزوین. تحقیقات آب و خاک ایران. ۱۳۶۵-۱۳۷۲: (۵)۴۲
- آینه، غ.، گوشه، م.، اصلاحی، م.ر.، اندرزبان، ب.، ۱۳۸۵. مطالعه و تفکیک میزان تأثیر مهم‌ترین عوامل خسارت زای گندم در رابطه با قطع آبیاری آخر. گزارش پروژه استانی. سازمان جهاد کشاورزی خوزستان. اهواز.
- بی‌نام. ۱۳۹۰. اطلاعات اخذ شده از سازمان هواشناسی استان خوزستان. اهواز.
- بی‌نام، ۱۴۰۰. سند برنامه سازگاری با کم‌آبی خوزستان. استانداری خوزستان.
- جعفرنژادی، ع.ر.، مسکینی ویشکائی، ف و آزادی، ا. ۱۴۰۳. اصول کاربردی تغذیه متعادل محصولات زراعی استان خوزستان، جلد اول: گندم، جو و برنج. انتشارات اندیشه گویا. ۱۷۰ صفحه.
- حسینی زارع، ن.، سعادت، ن.، گندم‌کار، پری براتی ۱۳۸۳. چالش‌های موجود و فراروی مدیریت و برنامه‌ریزی منابع آب استان خوزستان. اولین کنفرانس مدیریت منابع آب. حیدری، ن.، ناصری، ا.، وزیری، ژ.، دهقانی سانج، ح.، ۱۳۸۹. صرفه‌جویی آب در کشاورزی. کمیته ملی آبیاری و زهکشی. تهران.
- دهقانی‌سانج، ح. و نخجوانی مقدم، م.م. ۱۳۸۵. کاربرد شاخص کارایی مصرف آب و تابع عملکرد در تعیین الگوی کشت باهدف افزایش کارایی مصرف آب. دومین کنفرانس مدیریت منابع آب. اصفهان.
- رحیمیان، ح.، روستا، م. ج.، مشکوه، ع.م.، گوشه، م و شیران تفتی، م. ۱۳۹۱. برآورد شوری نیمرخ خاک بر اثر شوری آب زیرزمینی در دشت آزادگان. پژوهش‌های خاک. ۲۶(۴): ۳۸۹-۳۸۱

- Azadi, A. Jalali, S. A. S. and Navidi, M.N. 2023b. Assessment of land suitability for sugarcane cultivation using TOPSIS and parametric methods in Southwestern Iran. *Eurasian Soil Science*. 56(6): 818-829.
- Gooshe, M., Pazira, E. Gholami, A., Andarzian, B. and Panahpour, E. 2018. Improving irrigation scheduling of wheat to increase water productivity in shallow groundwater conditions using aquacrop. *Irrigation and drainage*. 67(5): 738-754.
- Gupta, S. K. and Gupta, I. C. 2005. Crop production in waterlogged saline soils. Scientific Publisher. India.
- Hamdy, A., Ragab, R. and Scaracia-Mugnozza, E. 2003. Coping with water scarcity: Water saving and increasing water productivity. *Irrigation Drainage*. 52: 3-25.
- Qadir, M., Qureshi, A. S. and Cheraghi, S.A.M. 2007. Extent and characterization of salt-affected soils in Iran and strategies for their amelioration and management. *Land Degradation & Development*. 19:214-227.
- گوشه، م، غالبی، س. و ارشم، ع.، ۱۳۹۰. مدیریت آبیاری گندم جهت کنترل شوری خاک در شرایط سطح ایستابی بالا در دشت خوزستان. دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران. تبریز. منجزی، ن. ۱۳۹۸. تحلیل استراتژیک مدیریت بهره‌وری نهاده آب در تولید محصول نیشکر در استان خوزستان. مدیریت آب در کشاورزی. ۶(۲): ۴۷-۵۶.
- ناصری، ا.، عباسی، ف. و اکبری، م. ۱۳۹۶. برآورد آب مصرفی در بخش کشاورزی به روش بیلان آب. تحقیقات مهندسی سازه‌های آبیاری و زهکشی. ۱۸(۶۸): ۱۷-۳۲.
- نورزاده حداد، م.، زلفی، ا.، محمدی، و.ج.، ولی پور، ل.، درخشانیان، ف. ۱۳۹۲. بررسی مشکلات و چالش‌های موجود برای مدیریت منابع آب استان خوزستان. هاشمی نیا، س.م.، ۱۳۸۳. مدیریت آب در کشاورزی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- Azadi, A., Jalali, S. A S. and Navidi, M N. 2023a. Land evaluation approaches comparing TOPSIS and SAW with parametric methods for rice cultivation. *Environmental Monitoring and Assessment*. 195(11): 1296.

An Analysis of Factors Limiting Water Productivity in Farms of southern Khuzestan Province and the Provision of Appropriate Solutions (with Emphasis on Wheat Production)

M. Goosheh¹, A. Azadi^{2*} and P. Varjavand³

Abstract

The Khuzestan Plain, located in the arid and semi-arid region of southwestern Iran, is one of the country's fertile areas. However, despite the presence of five major rivers, it faces severe water scarcity, similar to many other regions of Iran. Unfortunately, many limitations have prevented the Khuzestan Plain from reaching its maximum production potential. Therefore, this study seeks to analyze, based on available information, the concepts, challenges, tools, and key factors limiting water productivity in wheat farms located in the southern part of Khuzestan Province including the Ahvaz, Bandar Mahshahr, Khorramshahr, Azadegan Plain, Shadegan, Ramshir, Hoveyzeh, Bavi, Karun, and Hamidieh, and ultimately to propose recommendations for improving and managing the current situation. The results indicate that these limiting factors can be classified into three main groups: natural, managerial, and environmental. Major constraints include the hot and dry climate characterized by an increase in temperature from 24.0 to 24.6 °C and 7.5% increase in potential evapotranspiration in Khuzestan Province; the presence of heavy soil texture throughout the soil profile with low permeability and hydraulic conductivity, soil salinity of both primary and secondary origins; shallow groundwater table; lack of natural drainage; improper land leveling; excessive use of chemical fertilizers; inappropriate irrigation practices in terms of timing and depth; and the failure to select suitable irrigation methods under multiple environmental stresses. Additionally, a decline in average annual precipitation from 352.1 to 294.6 mm/ year over the past decade in Khuzestan Province, on-farm water losses through evaporation (with an average water use efficiency of 64% in the studied counties), runoff, deep percolation losses, and a set of social, cultural, and security-related factors were identified as major limitations to improving water productivity and agricultural production in the southern Khuzestan Plain.

Keywords: Environmental Factors, Khuzestan Plain, Management Factors, Natural Factors, Water Productivity

¹ Research Assist. Prof., Soil & Water Research Department., Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ahvaz. Iran

^{2*} Research Assist. Prof., Soil & Water Research Department., Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ahvaz. Iran (*- Corresponding Author E-mail: a.azadi@areeo.ac.ir)

³ Research Assist. Prof., Agri. Eng. Res. Dep., Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ahvaz. Iran

Received: 4 Feb 2025

Accepted: 5 Apr 2025