

مقاله علمی - پژوهشی

تأثیر دوره‌های مختلف آبیاری قطره‌ای نواری بر بهره‌وری آب هیبریدهای مختلف ذرت (مطالعه موردی؛ اقلیم جنوب خوزستان)

علی مختاران^{۱*}، لیلا لطیف‌زاده^۲

چکیده

در شرایط کم‌آبی برای تولید علوفه، انتخاب هیبریدهای مناسب ذرت همراه با مدیریت‌های آبیاری در راستای ارتقاء بهره‌وری آب بسیار پراهمیت است. براین اساس، پژوهش حاضر به‌صورت آزمایش کرت‌های خرد شده نواری در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه آزمایشی ایستگاه تحقیقاتی اهواز در سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ انجام شد. عامل اصلی، دور آبیاری در سه سطح دو، سه و چهار روزه و عامل فرعی، هیبریدهای ذرت ۷۰۴، ۶۱۱ و مبین بودند. منبع آب آبیاری رودخانه کارون با شوری متوسط ۳ دسی‌زیمنس بر متر در شهرستان اهواز بود. نتایج نشان داد که دور آبیاری چهار روزه نسبت به دوره‌های دو و سه روزه به‌ترتیب سبب کاهش ۳۲/۴٪ و ۳۸/۷٪ در عملکرد اندام‌های هوایی و بلال شد. از مقایسه میانگین برهم‌کنش تیمارهای دور آبیاری و هیبرید مشخص شد که بیشترین بهره‌وری آب به‌میزان ۱/۲۷ کیلوگرم بر مترمکعب در هیبرید ۷۰۴ با دور سه روزه بدست آمد. در بررسی اثر سطوح آبیاری، علی‌رغم این که بین دور آبیاری دو و سه روزه تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، اما به‌سبب ارتقا بهره‌وری آب در دور سه روزه، به‌میزان ۱۵٪ و ۶۳٪ به‌ترتیب نسبت به دوره‌های دو و چهار روزه، این دور آبیاری قابل توصیه است. همچنین در بین هیبریدهای مورد بررسی، ۷۰۴ و مبین با عملکرد بلال بیشتر به‌میزان تقریباً ۱۶٪ نسبت به سینگل کراس ۶۱۱، قابل توصیه و ترویج هستند. پایش شوری خاک نشان داد که دور آبیاری دو و سه روزه، شوری را در تمامی نیمرخ‌های خاک به‌طور متوسط ۴۶٪ و ۳۷٪ نسبت به قبل از کاشت، کاهش داده است. اما در دور چهار روزه، هرچند در لایه سطحی خاک، میزان شوری ۲۷٪ نسبت به قبل از کاشت تقلیل پیدا کرده، اما به‌دلیل تجمع املاح در لایه‌های پایین‌تر خاک، میزان شوری نسبت به خاک اولیه به‌میزان ۱۵٪ در لایه ۵۰-۲۵ سانتی‌متری و ۲۰٪ برای لایه ۷۵-۵۰ سانتی‌متری، افزایش را نشان داد. از نتایج این تحقیق می‌توان بیان کرد که برای مقابله با تجمع نمک در خارج از سطح خیس‌شدگی اطراف قطره‌چکان‌ها، نیاز به‌آشویی متناوب در طی فصل و خروج املاح از نیمرخ خاک توسط زهکش‌های زیرزمینی را می‌طلبد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری نوین، بهره‌وری آب، شوری آب و خاک، کشاورزی پایدار

مقدمه

دسترسی به آب‌های سطحی و زیرزمینی و همچنین مدیریت منابع آبی اثرگذار باشد (Amin et al., 2016; FAO, 2017, Hameed et al., 2020). ذرت، پس از گندم و برنج، سومین غله مهم جهان محسوب می‌شود و نقش اساسی در تأمین امنیت غذایی و خوراک دام دارد. با وجود سازگاری بالای این گیاه با شرایط اقلیمی مختلف، نیاز آبی بالای آن یکی از محدودیت‌های اصلی کشت به‌شمار می‌آید.

بررسی‌ها نشان می‌دهند که ۲۰ تا ۴۶ درصد از بهره‌وری آب بالقوه در مزارع ذرت محقق شده و با به‌کارگیری روش‌های نوین آبیاری و مدیریت زراعی، می‌توان این مقدار را به ۸۵ درصد رساند (خرمیان و اشرفی، ۱۴۰۰). به‌عنوان نمونه، آبیاری قطره‌ای نواری

وقوع مکرر خشکسالی با روند افزایشی می‌تواند تأثیرات چشمگیری بر بهره‌وری آب کشاورزی و امنیت غذایی در مناطق گرم و نیمه‌خشک داشته باشد. این پدیده به‌عنوان یکی از مخاطرات طبیعی رایج، می‌تواند منابع آبی را تحت تأثیر قرار داده و بر تأمین، کیفیت،

^۱ استادیار پژوهشی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران (نویسنده مسئول: alimokhtaran@gmail.com)

^۲ دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان و کارشناس سازمان جهاد کشاورزی خوزستان، خوزستان، ایران
تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۱۳
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۴/۲۸

نسبت به سامانه آبیاری سطحی بهتر بود و دلیل آن بالا نگه داشتن پتانسیل آب خاک در محیط اطراف ریشه و در زیر قطره‌چکان‌ها بود که تجمع نمک را کاهش داده و رشد بهتر گیاه را با وجود آب شور محقق ساخت. آنها بیان کردند که در صورت استفاده از سامانه قطره‌ای برای اقلیم مشابه مناطق مرکزی و جنوبی خوزستان، زهکشی اراضی و عملیات آبشویی در انتهای فصل کشت برای حفاظت خاک ضرورت دارد.

با این اوصاف این سوالات پیش می‌آید که در صورت استفاده از سامانه آبیاری قطره‌ای برای کشت ذرت در شرایط آب و خاک لب شور تا شور مانند اراضی مناطق مرکزی و جنوبی خوزستان، از چه رقم ویا ژنوتیپی می‌توان استفاده کرد؟ فاصله و تناوب آبیاری چه میزان باشد که کمترین اثر نامطلوب روی عملکرد گیاه و خاک را داشته باشد؟ به بیانی دیگر اگر بتوان با کاشت ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی و شوری و تنظیم دور آبیاری، میزان آب آبیاری را به‌نحوی اعمال نمود که کاهش عملکرد نسبت به میزان آب صرفه‌جویی شده کمتر باشد، با مقدار آب صرفه‌جویی شده در این روش می‌توان حفظ و ذخیره منابع آب و تولید را افزایش داد.

در همین زمینه، تحقیق نصرالهی و همکاران (۱۳۹۴) برای کشت ذرت در خوزستان نشان داد که افزایش شوری آب آبیاری هرچند موجب کاهش عملکرد، ارتفاع گیاه و بهره‌وری آب می‌شود، اما مدیریت آبیاری می‌تواند این اثرات منفی را تعدیل کند. به‌طور کلی، یافته‌های این محققین بر اهمیت تنظیم میزان آبیاری، تراکم کاشت و مدیریت شوری در بهینه‌سازی تولید و مصرف آب در کشت ذرت تأکید دارند. اکتم در آزمایشی دو ساله بر روی گیاه ذرت به بررسی اثر سطوح مختلف آب آبیاری (۸۰، ۷۰، ۹۰ و ۱۰۰ درصد تبخیر و تعرق از تشت تبخیر کلاس A) و فاصله‌های آبیاری (۲، ۴، ۶ و ۸ روزه) با استفاده از سامانه آبیاری قطره‌ای پرداختند. بیشترین عملکرد دانه در سال اول و دوم به‌ترتیب، ۱۴/۰۷ و ۱۳/۳۰ تن در هکتار از تیمار دور آبیاری ۴ روزه و کمترین عملکرد دانه در سال اول و دوم به‌ترتیب ۱۰/۲۷ و ۹/۵۳ تن در هکتار از تیمار دور آبیاری ۸ روزه به‌دست آمد. بهترین نتیجه قابل توصیه این تحقیق برای مناطق نیمه خشک مشابه ترکیه، تیمار آبیاری با میزان ۹۰ درصد تبخیر و تعرق و دور آبیاری ۴ روزه به‌دلیل تهویه و هوادهی بهتر در منطقه ریشه بود (Oktem,

تیپ) همراه با مدیریت بهینه تغذیه، کنترل آفات و استفاده از فناوری‌های نوین می‌تواند ضمن کاهش تلفات آب، عملکرد محصول را افزایش داده و بهره‌وری اقتصادی کشت ذرت را بهبود بخشد (خرمیان و همکاران، ۱۴۰۰). استان خوزستان در جنوب غربی ایران واقع بوده و یکی از مناطق مستعد کشت و تولید ذرت است. نظر به اهمیت توسعه دامداری‌های صنعتی استان و ضرورت تامین علوفه مورد نیاز آن‌ها، افزایش عملکرد در واحد سطح ذرت با استفاده از ارقام مناسب و مدیریت‌های نوین آبیاری به سبب آمادگی با شرایط تغییر اقلیم و خشکسالی‌های پیش‌رو ضروری می‌باشد. مناطق مرکزی، جنوب و جنوب‌غرب خوزستان دارای منابع آب لب‌شور تا شور و بافت خاک سنگین با آب زیرزمینی شور و کم‌عمق بوده که با اجرای سامانه زهکشی زیرزمینی و احیاء اراضی، مناسب برای عملیات کشاورزی شده‌اند (مختاران و همکاران، ۱۳۹۲).

در این خصوص استفاده از منابع آب‌های شور نه‌تنها به‌عنوان یک انتخاب، بلکه یک الزام پیش روی کشاورزان قرار گرفته است. در مطالعات مختلفی نشان داده شده است که از آب شور می‌توان به‌طور موفقیت‌آمیزی در آبیاری گیاهان استفاده کرد (Wan et al., 2010; Singh and Panda, 2012; Fang et al., 2017). در این میان، سامانه آبیاری قطره‌ای در مقایسه با سایر روش‌های آبیاری سطحی و بارانی علاوه بر بهره‌وری بیشتر آب نسبت به آبیاری سطحی، از شیوه‌هایی مناسبی است که به‌خوبی می‌توان برای اصلاح خاک‌های شور استفاده شود (Ali and Talukder, 2008; Sun et al., 2008). در سامانه آبیاری قطره‌ای الگوی خیس‌شدگی خاک اطراف قطره‌چکان پس از آبیاری نشان می‌دهد که مقدار رطوبت خاک در نزدیک قطره‌چکان بیشترین و در پیرامون سطح خیس شده حداقل است. در حالی که شوری خاک زیر قطره‌چکان جایی که تراکم ریشه بیشتر است، معمولاً کم تا متوسط بوده و با فاصله گرفتن از قطره‌چکان افزایش می‌یابد و در نزدیکی سطح خاک میزان نمک تحت تأثیر تبخیر بیشتر از عمق است (Hanson, 2012; Dehghanisanij et al., 2006). مختاران و همکاران (۱۴۰۰)، در استفاده از سامانه آبیاری قطره‌ای برای کشت ذرت در مناطق جلگه‌ای خوزستان نشان دادند که با وجود انباشت نمک‌ها در پیرامون خاک خیس شده زیر قطره‌چکان‌ها، رشد و عملکرد گیاه در این سامانه

آبی باعث صرفه‌جویی ۲۰ درصدی مصرف آب را به همراه خواهد داشت.

شانگیو و همکاران، در مطالعه‌ای مقایسه‌ای در خصوص واکنش هیدریدهای مختلف ذرت نسبت به فناوری‌های آبیاری با سطوح مختلف رطوبتی، بیان می‌دارند که شاخص کارایی فتوسنتز (میزان تولید زیست‌توده به ازای هر مترمربع سطح زیرکشت)، برای تمامی ارقام زودرس، متوسط تا دیررس، در سامانه آبیاری قطره‌ای به میزان ۰/۹۸ تا ۱/۰۲ کیلوگرم بر مترمربع بود که نسبت به سامانه آبیاری بارانی و قطره‌ای زیرسطحی، شرایط بهتری داشت. این تحقیق نشان داد که آبیاری قطره‌ای در مقایسه با روش‌های آبیاری قطره‌ای زیرسطحی و بارانی، عملکرد را به‌طور قابل توجهی افزایش می‌دهد، به‌طوری‌که کاهش عملکرد در این روش‌ها، در مقایسه با آبیاری قطره‌ای، از ۰/۳ تا ۰/۸ تن در هکتار متغیر بود (Shengyu et al., 2025).

بیشترین عملکرد در ارقام متوسط-دیررس، با میانگین ۱۵ تن در هکتار مشاهده شد که ۱ تا ۲ تن از ارقام زودرس بیشتر بود. آبیاری قطره‌ای در مقایسه با سایر روش‌ها، ۳۰ تا ۵۰ درصد آب بیشتری را ذخیره کرده و از نظر حفظ رطوبت بسیار کارآمد است. علاوه بر این تحقیقات مقایسه‌ای نشان داد که دوره‌های آبیاری معمولاً از ۴ تا ۵ روز تجاوز نمی‌کنند چون که منجر به اختلالات احتمالی در زمان‌بندی و رژیم آبیاری می‌شود. همچنین نتایج نشان داد که مقادیر مقاومت به خشکی در گونه‌های زودرس و میان‌رس ذرت بالاترین مقدار را داشت، که از ۰/۲ تا ۰/۳ متغیر بود، که ۲ تا ۳ برابر بیشتر از گونه‌های دیررس بود. تحقیق حاضر با هدف بهینه‌سازی سامانه آبیاری قطره‌ای در کشت ذرت و افزایش بهره‌وری آب در شرایط اقلیمی مناطق مرکزی و جنوبی خوزستان انجام می‌شود. از اهداف اصلی آن می‌توان به شناسایی ارقام متحمل به خشکی، بررسی صفات مربوط به وزن خشک اندام‌های گیاه، در شرایط آبیاری مختلف، ارزیابی عملکرد کمی و کیفی محصول تحت تأثیر دوره‌های مختلف آبیاری و تعیین مناسب‌ترین دور آبیاری برای حفظ عملکرد مطلوب گیاه اشاره کرد. یافته‌های این پژوهش می‌تواند به بهبود مدیریت آبیاری و افزایش پایداری تولید ذرت در شرایط کم‌آبی کمک کند.

(2006). خوش‌سیمای و نوری (۱۳۹۸)، در تحقیقی به‌منظور بررسی تأثیر شوری آب آبیاری بر برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک تحت کشت سه رقم ذرت برای سه سطح شوری آب آبیاری (۰/۷، ۳ و ۵ دسی‌زیمنس بر متر) در شرایط استفاده از سامانه آبیاری قطره‌ای نواری، نشان دادند که میزان شوری و سدیم خاک، رابطه مستقیم با شوری آب آبیاری و طول دوره رشد ارقام ذرت داشته و رابطه عکس با عمق خاک دارد. در تیمارهای آبیاری با آب شور (دو سطح ۳ و ۵ دسی‌زیمنس بر متر)، جبهه رطوبتی کمتری به سمت خارج از خط آبیاری حرکت کرده و اغلب تجمع نمک در فاصله ۱۰ سانتی‌متری از خط آبیاری و سطح خاک به دلیل مصرف گیاه و تبخیر و تعرق مشاهده شد. ابراهیمی و نشاط (۱۴۰۳)، در تحقیقی به‌منظور ارزیابی فنی و اقتصادی سامانه آبیاری قطره‌ای (سطحی و زیرسطحی) در کشت ذرت دانه‌ای تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری (سه سطح پتانسیلی ۳۵، ۵۰ و ۶۵ سانتی‌بار)، در منطقه ارزوئی استان کرمان نشان دادند که بالاترین حجم آب مصرفی و عملکرد محصول به ترتیب با مقادیر ۹۴۳۰ مترمکعب در هکتار و ۱۱/۳۲ تن در هکتار در تیمار ۳۵ سانتی‌باری اعمال شده در سامانه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی به دست آمد.

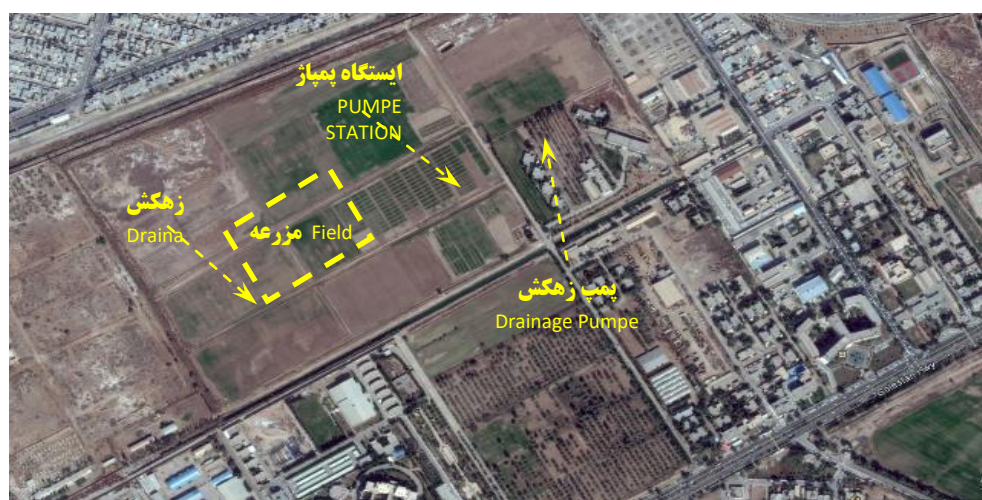
این درحالی است که کارایی مصرف آب در تیمار ۵۰ سانتی‌باری اعمال شده در سامانه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در حدود ۴ درصد نسبت به تیمار یاد شده بیشتر بود، اما تحلیل اقتصادی نشان داد که نقطه پتانسیلی ۳۵ سانتی‌بار اعمال شده در سامانه آبیاری قطره‌ای زیرسطحی در کشت ذرت دانه‌ای مناسب است.

حاجی‌راد و همکاران (۱۴۰۰)، به‌منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف آبیاری (۶۰، ۸۰، ۱۰۰، ۱۲۰ نیاز آبی ذرت) تحت دو مدیریت پالسی و پیوسته در سامانه آبیاری قطره‌ای بر عملکرد بیولوژیک و بهره‌وری آب ذرت علوفه‌ای در ورامین نشان دادند که بیشترین عملکرد بیولوژیک و عملکرد تازه محصول ذرت علوفه‌ای مربوط به مدیریت پالسی با ۱۲۰ درصد نیاز آبی ذرت به میزان ۲۶ و ۸۶/۶۷ تن در هکتار بود. بیشترین بهره‌وری مربوط به مدیریت پالسی با ۸۰ درصد نیاز آبی ذرت به میزان ۶/۷۲ کیلوگرم بر مترمکعب بود. این محققین بیان می‌دارند که در مناطق مشابه و درگیر با کمبود آب، مدیریت پالسی در سامانه قطره‌ای با کم آبیاری به میزان ۸۰ درصد نیاز

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه اهواز واقع در مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان برای یک‌سال زراعی کشت (۱۳۹۷-۱۳۹۸)، اجرا شد. این ایستگاه در مختصات $31^{\circ} 18' 19/4''$ عرض شمالی و $48^{\circ} 38' 10/7''$ طول شرقی در ارتفاع ۱۵ متر از سطح دریا واقع شده است. مزرعه تحقیقاتی مذکور به دلیل داشتن بافت خاک رسی و رسی سیلتی، آب شور

زیرزمینی کم عمق ($1/5$ تا $2/5$ متری از سطح زمین) و شرایط آب و هوا، می‌تواند شاهدهی از مزارع کشاورزی مرکزی، غرب و جنوب غرب استان خوزستان باشد. مزرعه با سطحی حدود $0/5$ هکتار با طول ۱۰۰ متر و عرض ۵۰ متر مجهز به سامانه آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ) و سیستم فیلتراسیون بود. همچنین مزرعه مورد نظر دارای سامانه زهکشی زیرزمینی تنبوشه‌ای بوده که خروجی آنها به زهکش جمع‌کننده روباز وارد می‌شد (شکل ۱).



شکل ۱- ایستگاه تحقیقاتی اهواز و موقعیت مزرعه پژوهشی

شهر اهواز مرکز استان خوزستان از نظر اقلیمی جزء مناطق خشک کشور به‌شمار می‌آید. منبع تامین آب آبیاری، رودخانه کارون در شهرستان اهواز بود. میزان متوسط شوری، یون سدیم و نسبت جذب سدیم (SAR) در طول ۱۰۸ روز برای یک فصل کشت ذرت، $3/3$

دسی‌زیمنس برمتر، ۲۲ میلی‌اکی‌والان بر لیتر و $9/77$ میلی‌اکی‌والان بر لیتر بود. همچنین مشخصات خاک مزرعه در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

عمق (سانتی‌متر)	بافت خاک	هدایت الکتریکی قبل از کشت (دسی‌زیمنس بر متر)	جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	رطوبت حجمی ظرفیت زراعی (درصد)	رطوبت حجمی نقطه پژمردگی (درصد)
۰-۲۵	رسی سیلتی	۹/۳۷	۱/۳۵	۲۴/۵	۱۱/۸
۲۵-۵۰	رسی سیلتی	۶/۴۷	۱/۴۴	۲۴/۲	۱۱/۸
۵۰-۷۵	رسی سیلتی	۷/۱۶	۱/۵۴	۲۴	۱۱/۸

این پژوهش به‌صورت آزمایش کرت‌های خرد شده نواری در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. عامل اصلی، دورآبیاری در سه سطح دو، سه و چهار روزه و عامل فرعی،

هیبریدهای ذرت ۷۰۴، ۶۱۱ و مبین بودند. این هیبریدها مخصوص مناطق نیمه گرمسیری و متوسط رس با دوره رشد ۹۰ تا ۱۰۰ روزه هستند. آستانه تحمل به شوری آنها برای تولید ۱۰۰ درصد پتانسیل

عملکرد، ۱/۷ دسی زیمنس بر متر است. عملیات کشت در ۵ مرداد ماه انجام شد. فاصله خطوط کشت ۷۵ سانتی متر و فاصله بوته‌ها بر روی هر خط ۲۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. محل کاشت بذرها با توجه به شرایط شوری خاک و آب، در کف جویچه در نظر گرفته شد. هر تیمار آبیاری شامل شش نوار آبیاری (تیپ) به طول ۶۰ متر بود که تیمار و تکرارهای مختلف با شیرفلکه‌های به قطر ۱/۲ اینچ که بر روی ورودی نوارهای آبیاری نصب بودند، جدا شده بود. با این کار تفاوت ساعات آبیاری در رژیم‌های مختلف قابل کنترل بود. نوارهای آبیاری قطره‌ای (تیپ) با فواصل ۷۵ سانتی متری از همدیگر در هر ردیف کاشت بذر پهن شدند. روزنه‌های خروجی آب بر روی هر نوار با فواصل ۲۰ سانتی متر از همدیگر و دبی هر روزنه آبده (قطره‌چکان)، ۲ لیتر بر ساعت بود. کرت‌های فرعی شامل شش پشته که فاصله بین و روی ردیف‌های کاشت به ترتیب ۷۵ و ۱۴ سانتی متر و طول هر پشته ۶ متر بود، در نظر گرفته شد. همچنین فاصله بین کرت‌های اصلی،

فرعی و تکرارها به ترتیب ۲۲۵ سانتی متر (سه پشته نکاشت)، ۱۰۰ و ۲۰۰ سانتی متر بودند (شکل ۲). قبل از کشت، به منظور یکسان نمودن شرایط خاک برای شروع به کار سامانه آبیاری، عملیات آبشویی در مزرعه انجام شد. پس از نفوذ آب در زمین و خشک شدن نسبی خاک (رطوبت خاک در شرایط رطوبت مزرعه)، از مزرعه نمونه خاک به صورت مرکب برداشت شد و کود مورد نیاز با توجه به آزمون خاک تعیین شد. نیازآبی گیاه ذرت به روش پنمن مانتیت- فائو براساس داده‌های آمار هواشناسی ایستگاه کشاورزی اهواز برای یک دوره پایه ۲۰ ساله (۱۳۹۷-۱۳۸۸) و کیفیت آب آبیاری (متوسط ۳/۳ دسی‌زیمنس بر متر)، برآورد شده و مبانی طراحی تدوین گردید (جدول ۲). در نهایت برنامه‌ریزی آبیاری برای ماه‌های مختلف رشد مشخص گردید. سپس بر طبق ساعت آبیاری در هر دور، عملیات آبیاری انجام شد. حجم آب آبیاری در مزرعه توسط کنتور حجمی اندازه‌گیری و با اصول مبانی طراحی، تطبیق داده شد.

R ₃	I ₁ V ₃	A	I ₃ V ₂	A	I ₂ V ₃	C
	I ₁ V ₁		I ₃ V ₃		I ₂ V ₂	
	I ₁ V ₂		I ₃ V ₁		I ₂ V ₁	
	B		B		B	
R ₂	I ₁ V ₁		I ₃ V ₂		I ₂ V ₁	
	I ₁ V ₂		I ₃ V ₁		I ₂ V ₃	
	I ₁ V ₃		I ₃ V ₃		I ₂ V ₂	
	B		B		B	
R ₁	I ₁ V ₃		I ₃ V ₁		I ₂ V ₁	
	I ₁ V ₂		I ₃ V ₃		I ₂ V ₂	
	I ₁ V ₁		I ₃ V ₂		I ₂ V ₃	
C	C				C	

شکل (۲)-نقشه کاشت مزرعه ذرت

V₁=رقم سینگل کراس ۷۰۴ V₂=رقم مبین V₃=رقم سینگل کراس ۶۱۱
 I₁=دور آبیاری ۲ روزه I₂=دور آبیاری ۳ روزه I₃=دور آبیاری ۴ روزه
 A=سه پشته نکاشت B=دو متر فاصله در امتداد خطوط کاشت C=راهرو به پهنای نیم متر

جدول ۲- نیاز آب آبیاری همراه با خاکاب اولیه و آبشویی متناوب

آبشویی	مهر	شهریور	مرداد	آبشویی	مجموع
ضریب گیاهی	۱/۰۶	۱/۲۶	۰/۵۵	۰/۴۸	-
دوره رشد گیاه (روز)	۳۰	۳۱	۲۶	۲۰	۱۰۷
تبخیر- تعرق پتانسیل (میلی متر)	۱۶۲	۲۲۶/۳	۲۸۵/۲	۹۳	۷۶۶/۵
تبخیر- تعرق گیاه (میلی متر)	۱۷۱/۷	۲۸۵/۱	۱۳۱/۶	۲۹/۸	۶۱۸/۲
نیاز خالص آبیاری (میلی متر) با خاکاب اولیه ۵۰ میلی متری در مردادماه	۱۵۰/۶۴	۲۸۵/۱۴	۱۸۱/۵۶	۰	۶۱۷/۳۴
درصد آبشویی براساس سامانه قطره ای	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۰۶	-
نیاز آبی خالص با در نظر گرفتن آبشویی (میلی متر)	۱۵۸/۲	۲۹۷/۸	۱۸۹/۷	۰	۶۴۵/۷
حجم ناخالص آبیاری با راندمان ۸۳٪ (مترمکعب بر هکتار)	۱۹۰۶/۳	۳۵۸۸/۵	۱۹۱۶/۴	۰	۷۴۱۱/۲

※؛ باران موثر با احتمال وقوع ۸۰ درصد به میزان ۲۱/۱ و ۳۶/۲ میلی متر به ترتیب در مهر و آبان بوده که از نیاز آبی کسر شده است.

کل گیاه بدست آمد. شماره خطهای ۳ و ۴ به برداشت نهایی اختصاص داده شدند و از دو طرف هر خط، نیم متر به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد و در نهایت ۴ متر از هر خط، برداشت و بلافاصله توزین گردید و براین اساس زیست توده (بیوماس) تر بدست آمد. از ضرب زیست توده تر در درصد ماده خشک بوته، عملکرد ماده خشک بوته در واحد سطح بدست آمد. در این پژوهش نمونه برداری از خاک مزرعه به طور کلی در ۴ نوبت (قبل از کشت تا بعد از برداشت محصول) برای پایش تغییرات شوری در ۳ عمق ۲۵-، ۵۰- و ۷۵- سانتی متری خاک انجام شد. نمونه های صحرایی خاک به آزمایشگاه کیفی آب و خاک مرکز تحقیقات کشاورزی منتقل و میزان شوری براساس ایجاد گل اشباع اندازه گیری گردید. همچنین با توجه به اندازه گیری حجم آب آبیاری توسط کنتور حجمی در ابتدای قطعه زراعی و مشخص شدن عملکرد گیاه در ارقام مختلف، بهره وری فیزیکی آب برآورد شد. در نهایت برای تجزیه واریانس، داده ها در سطح آماری ۵ و ۱ درصد و برای مقایسه میانگین ها (به روش دانکن) در سطح آماری ۵ درصد از نرم افزارهای C-STAT استفاده شد. شکل های (۳) تا (۵) مراحل مختلف کاشت تا برداشت را نشان می دهد.

میزان آب آبیاری در آبیاری های اول تا چهارم برگی شدن ذرت با توجه به شرایط شوری خاک و این که گیاه در مرحله جوانه زنی بوده با عمق بیشتر از طراحی انجام گردید تا از جوانه زنی و استقرار گیاه اطمینان حاصل شود. بر این اساس دور آبیاری از جوانه زنی تا ۴ برگه شدن گیاه هر دو روز یک بار انجام شد.

از موارد مهم پایش شده در مزرعه، صفات فنولوژیک گیاهی بود. برای اندازه گیری این صفات، در تاریخ های مختلف از کرت های آزمایشی بازدید و با توجه به تعداد کل بوته های موجود در هر کرت، زمانی که نصف تعداد بوته ها در کرت به مراحل ظهور گل تاجی و ظهور ابریشم رسیدند، یادداشت برداری شدند. در دیگر اندازه گیری ها صفات گیاهی، وزن خشک برگ، ساقه، بلال، گل تاجی، اندام های هوایی و نسبت وزن خشک بلال به وزن اندام های هوایی، اندازه گیری شدند. برای اندازه گیری عملکرد علوفه خشک برای هر کدام از اندام ها، ۵ بوته از خطوط کاشت دوم و پنجم انتخاب و پس از نصب اتیکت (نشانگر)، برای اندازه گیری وزن تر به آزمایشگاه منتقل شدند. در نهایت اندام ها به برگ، ساقه، گل تاجی و بلال، تفکیک و وزن شدند و نمونه ها به مدت ۴۸ ساعت با درجه حرارت ۷۵ درجه سانتی گراد در آون قرار داده شده و بعد از خشک شدن، توزین گردید. بر این اساس، درصد ماده خشک اندام های گیاه و همچنین درصد اندام های گیاه از



شکل ۳- عملیات ایجاد جوی و پشته و کاشت دستی ارقام ذرت



شکل ۴- مدیریت مزرعه در مراحل اولیه رشد ذرت



شکل ۵- برداشت نمونه خاک از مزرعه و نمونه‌های شماره‌گذاری شده برای ارسال به آزمایشگاه

نتایج و بحث

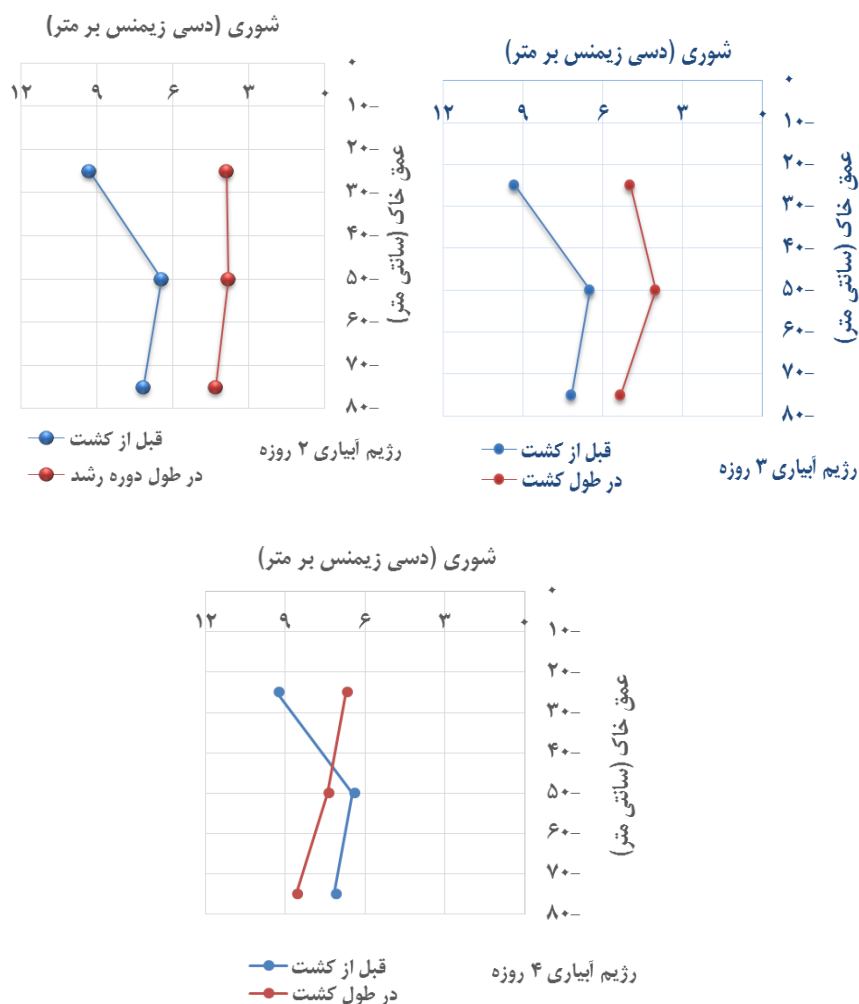
حجم آب کاربردی در سامانه آبیاری

بر طبق جدول (۲)، ساعت آبیاری منطبق با میزان ناخالص آب آبیاری در هر ماه برآورد شد. این زمان‌بندی یک برنامه‌ریزی مناسب برای پیاده‌سازی عملیات آبیاری بود. در نهایت حجم آب کاربردی توسط کنتور در ابتدای مزرعه یادداشت شد. نتایج نشان داد که حجم آب کاربردی به‌میزان ۷۵۹۲ مترمکعب به ازاء هر هکتار در تمامی دوره‌های آبیاری اندازه‌گیری شد. لازم به ذکر است در مدیریت آب در مزرعه به ازای دور آبیاری، عمق آب ثابت و زمان آبیاری متغیر بود. مدت زمان آبیاری در مراحل مختلف رشد و ماه‌های مختلف با توجه به تغییرات میزان تبخیر-تعرق، به ازای هر دور آبیاری متفاوت بود. به‌عنوان نمونه میزان زمان آبیاری در پیک مصرف (نیمه شهریورماه)، به میزان ۲ ساعت، ۲ ساعت و ۵۰ دقیقه و ۳ ساعت و ۳۰ دقیقه به‌ترتیب برای دوره‌های دو، سه و چهار روزه بود. این میزان مصرف آب آبیاری با توجه به شرایط آب و خاک شور، با تحقیقات انجام شده همخوانی دارد. عباسی و همکاران (۱۳۹۶)، حجم آب کاربردی در مزارع منتخب کشور برای سامانه آبیاری قطره‌ای نواری در کشت ذرت علوفه‌ای به‌طور متوسط ۷۱۹۲ مترمکعب در هکتار اندازه‌گیری کردند. مختاران و همکاران (۱۴۰۰)، در تحقیقی با هدف مقایسه و پایش سامانه آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ) نسبت به سامانه سطحی-جویچه‌ای برای کشت ذرت در اراضی با بافت خاک سنگین مستعد به شوری در مناطق مرکزی خوزستان، حجم آب کاربردی در سامانه آبیاری قطره‌ای نواری (تیپ) را به‌طور متوسط ۷۴۴۵ مترمکعب در هکتار و برای سامانه سطحی با میانگین ۹۶۴۰ مترمکعب در هکتار بیان کردند.

پایش شوری خاک در طول فصل کشت

در بررسی تغییرات شوری خاک نسبت به عمق در هر دور آبیاری (شکل ۶)، نتایج نشان داد که در دو دور آبیاری دو و سه روزه، شوری در تمامی نیمرخ خاک نسبت به قبل از زمان کشت، کاهش پیدا کرده است. در دور آبیاری دو و سه روزه، میزان کاهش شوری در تمامی نیمرخ‌های مورد پایش در خاک به‌طور متوسط ۴۶٪ و ۳۷٪ نسبت به

قبل از کاشت، کاهش پیدا کرده است. این مساله به‌دلیل آبشویی مناسب ناشی از دور آبیاری کوتاه که منجر به بالا نگه‌داشتن پتانسیل آب و خاک در زیر قطره‌چکان‌ها شده است. بر این اساس در سامانه قطره‌ای با وجود شور شدن خاک در پیرامون سطح خیس‌شده اطراف قطره‌چکان‌ها، ریشه گیاه در زیر قطره‌چکان‌ها راحت‌تر برداشت آب را انجام داده و شرایط برای عملکرد بهینه گیاه فراهم می‌شود. هانسون (Handon, 2012) و دهقانی‌سانج و همکاران (۲۰۰۶)، در تحقیقات خود نیز بر این مساله تاکید داشتند که شوری خاک زیر قطره‌چکان جایی که تراکم ریشه بیشتر است معمولاً کم تا متوسط است، لیکن با فاصله از قطره‌چکان میزان شوری افزایش می‌یابد. اما در دور آبیاری ۴ روزه، هرچند در لایه سطحی خاک، شوری به‌میزان ۲۷٪ نسبت به قبل از کاشت تقلیل پیدا کرده، اما به‌دلیل تجمع املاح در لایه‌هایی از ۲۵ سانتی‌متری خاک به پایین، شوری نسبت به خاک اولیه به‌میزان ۱۵٪ در لایه ۵۰-۲۵ سانتی‌متری و ۲۰٪ برای لایه ۷۵-۵۰ سانتی‌متری، افزایش را نشان داد. مشخص است که با افزایش دور آبیاری هر چند حجم کل آب آبیاری در پایان فصل کشت ثابت بود، ولی به‌دلیل تبخیر-تعرق بالا از سطح و افزایش شوری در لایه‌های سطحی خاک و همچنین تجمع نمک در لایه‌های پایینی (۵۰-۲۵ و ۷۵-۵۰ سانتی‌متری خاک)، کیفیت خاک کاهش یابد و احتمال این مساله را دارد که در اقلیم مرکز و جنوب خوزستان وضعیت خاک به شرایط شور-سدیمی تبدیل شود. با توجه به پایش خاک می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از دور آبیاری دو و سه روزه در وضعیت اقلیمی مرکز و جنوب خوزستان برای سامانه آبیاری قطره‌ای با هدف حفاظت خاک مناسب است. هرچند برای مقابله با تجمع نمک در خارج از سطح خیس‌شدگی اطراف قطره‌چکان‌ها (حد واسط ردیف‌های کشت)، نیاز به آبشویی متناوب در طی فصل کشت و خروج املاح از نیمرخ خاک توسط زهکش‌های زیرزمینی را می‌طلبد.



شکل ۶- تغییرات شوری نسبت به عمق خاک در طول فصل کشت در مقایسه با قبل از کاشت

بررسی صفات مربوط به وزن خشک اندام‌های گیاه

وزن خشک ساقه

نتایج نشان داد که بجز تیمار برهم‌کنش دور آبیاری و هیبرید ذرت، سایر تیمارها بر وزن خشک ساقه اثر معنی‌دار داشتند. به‌طوری‌که اثر دور آبیاری در سطح پنج درصد و هیبریدها نیز در سطح یک درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌دار داشتند (جدول ۳). همچنین مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در بین سطوح مختلف آبیاری، دور آبیاری ۴ روزه کمترین وزن خشک ساقه (۲۷۹۹ کیلوگرم در هکتار) را تولید کرد که نسبت به دور آبیاری دو و سه روزه به‌ترتیب به‌میزان ۲۸٪ و ۲۰٪ کمتر بود (جدول ۴). همچنین در این تحقیق مشخص شد که سینگل کراس ۶۱۱ کمترین وزن خشک ساقه (۲۶۳۷ کیلوگرم در هکتار) را تولید نمود که نسبت به هیبرید ۷۰۴ و مبین

به‌ترتیب به‌میزان ۳۳٪ و ۲۶٪ تولید کمتری داشت (جدول ۵). احمدپور و همکاران (۱۳۹۶)، دوره‌های مختلف آبیاری را برای ذرت آزمایش کردند. نتایج این محققین مشخص کرد که تیمارهای کم‌آبیاری تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک ساقه ذرت داشت. آنها بیان کردند که با کاهش مقدار آب آبیاری، وزن خشک ساقه به‌تدریج کاهش یافت. حاجی بابایی و عزیزی (۱۳۹۵)، در آزمایشی با بررسی اثرات دوره‌های مختلف آبیاری بر ۱۴ هیبرید ذرت، نشان دادند هیبریدی که دارای بیش‌ترین میزان ماده خشک بود، دلیل آن نقش مهم فتوسنتزی ساقه در تولید و تجمع مواد فتوسنتزی در این هیبرید است.

وزن خشک برگ

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که هیبریدهای آزمایشی، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در سطح آماری پنج درصد داشتند (جدول ۳). مقایسه میانگین‌های هیبریدها مشخص نمود که سینگل کراس ۶۱۱، کمترین وزن خشک برگ (۱۲۴۱ کیلو گرم در هکتار) را دارا بود و دو هیبرید دیگر نیز اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (جدول ۴).

وزن خشک بلال

در بین تیمارهای مورد بررسی در خصوص وزن خشک بلال، هیبریدهای آزمایشی اختلاف معنی‌دار با یکدیگر نداشتند (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها در دوره‌های مختلف آبیاری نشان داد که وزن خشک بلال برای دوره‌های آبیاری دو، سه و چهار روزه به‌ترتیب ۷۳۰۶، ۸۴۱۶ و ۵۱۶۱ کیلوگرم در هکتار بود که تمامی سطوح تیماری در سه گروه قرار گرفتند و با یکدیگر اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد داشتند (جدول‌های ۳ و ۴). این مهم نشان داد که دور آبیاری چهار روزه وزن خشک بلال را به‌میزان ۳۰٪ و ۳۹٪ به‌ترتیب نسبت به دوره‌های دو و سه روزه کاهش داد. همچنین، مقایسه میانگین‌های تیمار برهم‌کنش دور آبیاری و هیبرید مشخص نمود که بیشترین عملکرد بلال (۹۶۴۶ کیلوگرم در هکتار) در هیبرید ۷۰۴ با دور آبیاری ۳ روزه بدست آمد. این رقم در دور آبیاری ۲ روزه اختلاف معنی‌داری با سایر هیبریدها نداشت. سایر نتایج نشان داد تمامی هیبریدها در دور آبیاری ۴ روزه کمترین عملکرد بلال را تولید نمودند که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد داشتند (جدول ۵). حیدری سورشجانی و همکاران (۱۳۹۴)، با بررسی سطوح مختلف آبیاری بر خصوصیات کمی و کیفی ذرت، نشان دادند که سطوح مختلف آب آبیاری بر وزن بلال اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد پدید آورد. آنها بیان کردند که کمترین و بیشترین وزن بلال به‌ترتیب مربوط به سطوح آبیاری ۴۰ و ۱۳۰ درصد آبیاری کامل با مقادیر به‌ترتیب ۲۶۶ و ۱۲۳۳ گرم بود.

وزن خشک گل تاجی

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که در بین تیمارهای آزمایشی، در خصوص وزن خشک گل تاجی تنها اثر دور آبیاری در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). مقایسه میانگین بین تیمارهای دور آبیاری نشان داد وزن خشک گل تاجی در دوره‌های آبیاری دو، سه و چهار روزه به‌ترتیب برابر ۱۶۸/۵، ۲۰۵/۷ و ۸۰/۱ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۴). این مهم بیان می‌کند که دور آبیاری چهار روزه وزن خشک گل تاجی را به‌میزان ۵۲٪ و ۶۱٪ به‌ترتیب نسبت به دوره‌های دو و سه روزه کاهش داده است.

وزن خشک اندام‌های هوایی

نتایج نشان داد که تیمارهای دور آبیاری و هیبرید تأثیر معنی‌داری در سطح یک درصد بر وزن خشک اندام‌های هوایی ایجاد نمودند (جدول ۳). بررسی جدول مقایسه میانگین‌ها نشان داد، دوره‌های آبیاری دو و سه روزه اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند و کمترین عملکرد اندام‌های هوایی (۹۲۴۱ کیلوگرم در هکتار) در تیمار ۴ روزه بدست آمد (جدول ۴). براین اساس میزان کاهش وزن خشک اندام‌های هوایی در دور آبیاری چهار روزه نسبت به دوره‌های دو و سه روزه به ترتیب به میزان ۲۸٪ و ۳۳٪ درصد بود. از مقایسه میانگین‌های هیبریدهای مورد آزمایش مشخص شد که عملکرد خشک اندام‌های هوایی در سینگل کراس‌های ۷۰۴، مبین و ۶۱۱ به‌ترتیب ۱۲۸۷۰، ۱۲۵۴۰ و ۱۰۳۱۰ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۴). وجود تعداد برگ بیشتر در سینگل کراس‌های ۷۰۴ و مبین، سبب سایه‌اندازی بیشتر در زیر کانونی شده که به‌دنبال آن سبب رشد کمتر علف‌های هرز در زیر کانونی و در نهایت موجب کاهش تبخیر آب از سطح خاک خواهد شد. از سوی دیگر سطح برگ بیشتر سبب جذب نور بیشتر و در پی آن افزایش فتوسنتز خواهد بود که در پایان سبب افزایش ماده خشک می‌گردد. می‌توان گفت جمیع این عوامل سبب بیشتر شدن وزن خشک اندام‌های هوایی در سینگل کراس‌های ۷۰۴ و مبین شده است.

شاخص بهره‌وری آب براساس وزن خشک بلال

تیمارهای دور آبیاری و هیبریدهای مورد آزمایش سبب اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد بر شاخص بهره‌وری آب شدند (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین‌ها مشخص نمود که میزان کاهش بهره‌وری آب در دور آبیاری چهار روزه به‌میزان ۲۹٪ و ۳۸٪ به‌ترتیب نسبت به دوره‌های دو و سه روزه بود (جدول ۴). همچنین مقایسه هیبریدهای مورد بررسی نشان داد که سینگل کراس‌های ۷۰۴ و مبین در یک گروه و سینگل کراس ۶۱۱ در گروه دیگر قرار گرفتند که تفاوت آماری در سطح پنج درصد با یکدیگر نداشتند (جدول ۴). در بررسی اثر برهم‌کنش هیبریدهای ذرت در دوره‌های آبیاری متفاوت، بیشترین میزان بهره‌وری آب مربوط به دور آبیاری سه روزه و سینگل کراس ۷۰۴ به‌میزان، ۱/۲۷ کیلوگرم بر مترمکعب بود که نسبت به دور آبیاری چهار روزه با همین سینگل کراس، حدود ۹۰٪ افزایش داشت (جدول ۵). عباس ترکی و همکاران (۱۳۹۰)، در آزمایشی دو ساله در اهواز به بررسی نیاز آبی در هیبریدهای ۷۰۴، ۶۴۰ و ۵۰۰ پرداختند. نتایج نشان داد کارایی مصرف آب برای ارقام آزمایش به ترتیب ۱/۳۴۵، ۱/۲۳۱ و ۱/۱۷۱ کیلو گرم در مترمکعب بود که همگی در سه

گروه مختلف قرار گرفتند. در ایران، میانگین بهره‌وری آب ذرت نشان‌دهنده پایین بودن کارایی مصرف آب است (خرمیان و همکاران، ۱۴۰۰).

جدول ۳- تجزیه واریانس وزن خشک اندام‌های گیاه و بهره‌وری آب هیبریدهای ذرت در دوره‌های آبیاری متفاوت

میانگین مربعات صفات						درجه آزادی	منبع تغییر
وزن خشک	وزن خشک برگ	وزن خشک بلال	وزن خشک گل تاجی	وزن خشک اندام‌های هوایی	وزن خشک بهره‌وری آب		
۲۰۴۸۳۸/۹۸۸ ^{n.s}	۴۱۳۶۱/۲۲۶ ^{n.s}	۲۸۵۰۲۶/۷۱۴ ^{n.s}	۳۹۴/۴۵۸ ^{n.s}	۳۹۲۷۱۰/۳۹۱ ^{n.s}	۰/۰۰۷ ^{n.s}	۲	تکرار
۲۶۳۳۳۱۶/۰۰۹*	۳۱۶۵۸۱/۲۳۸ ^{n.s}	۲۴۶۴۸۰۷۳/۹۷۳**	۳۷۴۷۱/۸۰۹**	۴۹۷۱۴۰۶۵/۸۱۸**	۰/۸۵۸**	۲	دور آبیاری (a)
۲۰۱۶۲۶/۶۹۶	۶۵۴۱۷/۵۸۲	۱۱۴۸۳۲۶/۹۳۰	۱۹/۱۰۴	۶۶۳۵۴۰/۶۲۳	۰/۰۱۱	۴	خطا (a)
۴۱۲۵۰۹۲/۸۷۶**	۲۰۱۳۵۸/۹۸۶*	۳۱۰۲۵۱۵/۱۸۴ ^{n.s}	۶/۱۰۳ ^{n.s}	۱۷۴۴۸۹۲۷/۰۵۱**	۰/۳۰۲**	۲	هیبرید (b)
۳۶۵۹۸/۴۴۱	۲۶۵۶۲/۸۵۹	۴۸۱۶۵۵/۲۸۰	۴۱۴/۵۵۹	۳۸۰۹۶۴/۱۱۳	۰/۰۰۶	۴	خطا (b)
۹۲۲۲۰/۴۱۸ ^{n.s}	۴۵۹۹۲/۱۵۷ ^{n.s}	۱۶۳۳۴۵۶/۳۱۵**	۱۷۰۷/۰۵۶ ^{n.s}	۳۴۴۱۵۲۱/۴۲۰ ^{n.s}	۰/۰۵۹ ^{n.s}	۴	دور آبیاری × هیبرید
۲۹۵۲۱۰/۱۷۰	۷۲۲۷۸/۰۷۱	۱۸۵۱۹۷/۵۴۰	۱۶۸۸/۶۰۰	۱۰۱۳۰۴۲/۱۶۴	۰/۰۱۸	۸	خطا
۱۶/۰۵	۱۹/۰۳	۶/۱۸	۲۷/۱۴	۸/۴۵	۸/۵۰		ضریب تغییرات (درصد)

ns، * و ** به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪، ۱٪ و عدم معنی‌داری

جدول ۴- مقایسه میانگین وزن خشک اندام‌های گیاه و بهره‌وری آب هیبریدهای ذرت در دوره‌های آبیاری متفاوت

صفات	وزن خشک ساقه	وزن خشک برگ	وزن خشک بلال	وزن خشک گل تاجی (کیلو)	وزن خشک اندام‌های هوایی (کیلو)	بهره‌وری آب (کیلو گرم بر متر مکعب)
تیمار	(کیلو گرم در هکتار)	(کیلو گرم در هکتار)	(کیلو گرم در هکتار)	(گرم در هکتار)	(گرم در هکتار)	(مکعب)
دور آبیاری						
۲ روزه	۳۸۶۶ ^a	۱۴۸۳ ^a	۷۳۰۶ ^b	۱۶۸/۵ ^a	۱۲۸۲۰ ^a	۰/۹۶ ^a
۳ روزه	۳۴۹۰ ^a	۱۵۵۶ ^a	۸۴۱۶ ^a	۲۰۵/۷ ^a	۱۳۶۷۰ ^a	۱/۱۰ ^a
۴ روزه	۲۷۹۹ ^b	۱۲۰۰ ^a	۵۱۶۱ ^c	۸۰/۱ ^b	۹۲۴۱ ^b	۰/۶۸ ^b
هیبرید						
سینگل کراس ۷۰۴	۳۹۵۶ ^a	۱۴۸۴ ^a	۷۲۸۱ ^a	۱۵۰/۵ ^a	۱۲۸۷۰ ^a	۰/۹۵ ^a
سینگل کراس مبین	۳۵۶۳ ^a	۱۵۱۳ ^a	۷۳۱۸ ^a	۱۵۱/۵ ^a	۱۲۵۴۰ ^a	۰/۹۶ ^a
سینگل کراس ۶۱۱	۲۶۳۷ ^b	۱۲۴۱ ^b	۶۲۸۳ ^a	۱۵۲/۲ ^a	۱۰۳۱۰ ^b	۰/۸۳ ^b

در هر ستون تفاوت بین میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، معنی‌دار نیست.

جدول ۵- مقایسه میانگین وزن خشک بلال متأثر از برهم‌کنش هیبریدهای ذرت در دوره‌های آبیاری متفاوت

تیمار برهم‌کنش	وزن خشک بلال (کیلو گرم در هکتار)	بهره‌وری آب (کیلو گرم بر مترمکعب)
دور آبیاری ۲ روزه × سینگل کراس ۷۰۴	۷۱۰۶ ^{cd}	۰/۹۳ ^{cd}
دور آبیاری ۲ روزه × سینگل کراس مبین	۷۸۶۳ ^{bc}	۱/۰۴ ^{bc}
دور آبیاری ۲ روزه × سینگل کراس ۶۱۱	۶۹۴۹ ^d	۰/۹۳ ^d
دور آبیاری ۳ روزه × سینگل کراس ۷۰۴	۹۶۴۶ ^a	۱/۲۷ ^a
دور آبیاری ۳ روزه × سینگل کراس مبین	۸۶۲۰ ^{bd}	۱/۱۳ ^{bd}
دور آبیاری ۳ روزه × سینگل کراس ۶۱۱	۶۹۸۳ ^d	۰/۹۳ ^d
دور آبیاری ۴ روزه × سینگل کراس ۷۰۴	۵۰۹۲ ^e	۰/۶۷ ^e
دور آبیاری ۴ روزه × سینگل کراس مبین	۵۴۷۲ ^e	۰/۷۳ ^e
دور آبیاری ۴ روزه × سینگل کراس ۶۱۱	۴۹۱۸ ^e	۰/۶۵ ^e

نتیجه‌گیری

با توجه به داده‌های به‌دست‌آمده از این تحقیق می‌توان نتیجه گرفت که کاربرد سامانه آبیاری قطره‌ای نواری با تنظیم دوره‌های آبیاری موجب ارتقا بهره‌وری آب در مناطق خشک و نیمه خشک جلگه خوزستان شود. نتایج نشان می‌دهد که با کاهش فواصل و زمان آبیاری، بهینه‌سازی استفاده از منابع آبی تحقق یافته و افزایش بهره‌وری آب در این سامانه‌ها مشاهده شده است که به دلیل کاهش تبخیر-تعرق از سطح خاک و ریشه‌ها، جذب آب بهینه‌تری انجام شده است. در این پژوهش مشخص شد که دور آبیاری سه روزه نتایج مطلوبی در عملکرد، زیست‌توده و بهره‌وری بالاتر آب نسبت به دوره‌های آبیاری دیگر دارد. این مهم به دلیل تهویه و هوادهی مطلوب منطقه ریشه نسبت به دور آبیاری دو روزه و جلوگیری از تجمع املاح و هجوم شوری به منطقه ریشه نسبت به دور آبیاری چهار روزه در خاک‌های با بافت سنگین مناطق جنوبی خوزستان بود. نتایج این تحقیق نشان داد که در مناطق مرکزی و جنوبی خوزستان با وجود بافت خاک سنگین و آب شور زیرزمینی کم عمق در صورت استفاده از سامانه آبیاری قطره‌ای به‌منظور حفظ تعادل املاح در خاک، زهکشی اراضی و آیشویی در پایان فصل زراعی و یا هم‌زمان با شروع کشت در سطح مزرعه انجام شود. براین اساس پیشنهاد می‌شود که کشاورزان در این مناطق با توجه به شرایط خاص خود از این سامانه‌ها بهره‌برداری کنند تا به‌طور مؤثرتر منابع آبی را مدیریت و به افزایش تولید محصول دست یابند.

منابع

- احمدپور، ع.، فرهادی بانسوله، ب. و قبادی، م. ۱۳۹۶. بررسی اثرات کم آبیاری بر روند رشد و خصوصیات کمی و کیفی ذرت دانه‌ای در کرمانشاه. حفاظت منابع آب و خاک، ۶ (۳): ۹۹-۱۱۲.
- ابراهیمی، م. ر. و نشاط، ع. ۱۴۰۳. ارزیابی فنی و اقتصادی سیستم آبیاری قطره‌ای (سطحی و زیرسطحی) در کشت ذرت دانه‌ای تحت تأثیر سطوح مختلف آبیاری. نشریه مهندسی منابع آب. ۶۰ (۱۷): ۱-۱۱.
- حاجی راد، ا.، میرلطیفی، م.، دهقانی سانچ، ح. و محمدی، س. ۱۴۰۰. تأثیر سطوح مختلف آبیاری قطره‌ای پالسی بر عملکرد و بهره‌وری آب ذرت علوفه‌ای. نشریه علمی مدیریت آب و آبیاری. ۱۱ (۲): ۸۷-۹۸.

- حاجی‌بابائی، م. و عزیزی، ف. ۱۳۹۵. اثرات تنش خشکی بر مراحل رویشی و زایشی در هیبریدهای جدید ذرت دو منظوره. پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۴ (۲): ۳۰۳-۲۹۲.
- حیدری سورشجانی، س.، شایان‌نژاد، م.، نادری، م. و حقیقتی، ب. ۱۳۹۴. تأثیر سطوح مختلف آبیاری بر خصوصیات کمی و کیفی ذرت علوفه‌ای رقم NS و تعیین عمق بهینه آبیاری آن در شرایط کمبود آب. <https://civilica.com/doc/1203955>.
- خرمیان، م. و اشرفی، ش. ۱۴۰۰. آبیاری قطره‌ای تیپ در زراعت ذرت. دستنامه فنی موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع رسانی کشاورزی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. شماره ثبت ۶۱۱۰۷.
- خوش‌سیمای چنار، م. و نوری، ح. ۱۳۹۸. اثر شوری آب آبیاری بر عملکرد و صفات زراعی سه هیبرید ذرت با استفاده از آبیاری قطره‌ای نواری. تحقیقات آب و خاک ایران. ۵۰ (۸): ۲۰۴۹-۲۰۳۸.
- عباس ترکی، ط.، عبادوز، غ. و مجدم، م. ۱۳۹۰. تأثیر کم آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام مختلف ذرت دانه ای در شرایط جنوب خوزستان، همایش ملی تغییر اقلیم و تأثیر آن بر کشاورزی و محیط زیست، ارومیه.
- مختاران، ع.، ناصری، 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. ۸-۷ آبان.
- مختاران، ع.، ورجاوند، پ.، دهقانی سانچ، ح.، آسلاان، ش.، عزیزی، آ. و جعفرنژادی، ع. ر. ۱۴۰۰. مقایسه روش قطره‌ای نواری با آبیاری سطحی و پایش شوری خاک در کشت گندم و ذرت آبیاری شده با آب لب شور. نشریه پژوهش آب در کشاورزی. ۳۵ (۳): ۲۳۵-۲۱۷.
- نصرالهی، ع.، حیدر، هوشمند، ع. و برومند نسب، س. ۱۳۹۴. بررسی واکنش ذرت به شوری تحت شرایط آبیاری قطره‌ای و مدیریت آبیاری. مجله علوم و مهندسی آبیاری. ۳۸ (۴): ۳۲-۲۵.
- Amin, M.T., S.H. Mahmoud and A.A. Alazba. 2016. Observations, projections and impacts of climate change on water resources in Arabian Peninsula: current and future scenarios. Environmental Earth

- analytical framework Agricultural and Forest Meteorology 281 (2020) 107816.
- Shengyu, G., Henrique dos Santos Diniz, M., Mukhametov, A. & Kondrashev. S. 2025. Comparative study on the response of corn hybrids to different irrigation techniques and moisture levels. Archives of Agronomy and Soil Science 71: (1): 1–15 <https://doi.org/10.1080/03650340.2025.2469900>.
- Singh, A., & S. N. Panda. 2012. Effect of saline irrigation water on mustard (*Brassica juncea*) crop yield and soil salinity in a semi-arid area of north India. Experimental Agriculture. 48(1): 99–110.
- Sun, J., Kang, Y., Wan, S., Hu, W., Jiang, S. and T. Zhang. 2012. Soil salinity management with drip irrigation and its effects on soil hydraulic properties in north China coastal saline soils. Journal of Agricultural Water Management. 115: 10-19.
- Oktem, A. 2006. Effect of different irrigation intervals to drip irrigated Dent Corn (*Zea mays* L. *indentata*) water-yield relationship. Pakistan Journal of Biological Science. 9 (8):1476-1481.
- Wan, S., Y. Kang, D.Wang, & S. P. Liu. 2010. Effect of saline water on cucumber (*Cucumis sativus* L.) yield and water use under drip irrigation in North China. Agricultural Water Management. 98(1): 105-113.
- Sciences.75: 1–17. <https://doi.org/10.1007/s12665-016-5684-4>.
- Ali, M.H. and M.S.U. Talukder. 2008. Increasing water productivity in crop production-A synthesis, Agricultural Water Management. 95: 1201-1213.
- Dehghanisani, H., M. Agassi, H. Anyoji, T. Yamamoto, M. Inoue & A. E. Eneji. 2006. Improvement of saline water use under a drip irrigation system. Agricultural water management. 85(3): 233-242.
- Fang, Q., X.Y. Zhang, L.W. Shao, S.Y. Chen & H.Y. Sun. 2017. Assessing the performance of different irrigation systems on winter wheat under limited water supply. Agricultural water management. 196: 133-143.
- FAO. 2017. Drought characteristics and management in Central Asia and Turkey. Rome. Gao, Z., Xu, N., Fu, C., Ning, J. & Area, A.S. 2015. Evaluating drought monitoring methods using remote sensing: a dynamic correlation analysis between heat fluxes and land cover patterns. The IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing. 8 (1), 298–303.
- Hanson, B. 2012. Drip irrigation and salinity. Agriculture salinity assessment and management manual and reports on engineering practice 70 (2edn). American Society of Civil Engineers, Reston (VI), 539-560.
- Hameed, M., A. Ahmadali-pour & H. Moradkhani. 2020. Drought and food security in the Middle East: An

The effect of Different Periods of Strip Drip Irrigation on the Water Productivity of Different corn Hybrids (Case study; Southern Khuzestan Climate)

A. Mokhtaran*¹ and L. Latifzadeh²

Abstract

In water scarcity conditions for fodder production, the selection of suitable corn hybrids along with irrigation management is very important to improve water productivity. Accordingly, the present study was conducted as a split strip plot experiment in a randomized complete block design with three replications in the experimental field of Ahvaz Research Station in the 2018-2019 crop year. The main factor was irrigation interval at three levels of two, three and four days and the secondary factor was corn hybrids 704, 611 and Mobin. The irrigation water source was the Karun River with an average salinity of 3dS/m in Ahvaz city. The results showed that the four-day irrigation interval caused a 32.4% and 38.7% decrease in shoot and ear yield compared to the two- and three-day intervals, respectively. From the comparison of the average interaction of irrigation interval and hybrid treatments, it was determined that the highest water productivity of 1.27 kg/m³ was obtained in hybrid 704 with a three-day interval. In examining the effect of irrigation levels, although there was no significant difference between two- and three-day irrigation periods, this irrigation period is recommended due to the improvement in water productivity in the three-day period by 15% and 63% compared to the two- and four-day periods, respectively. Also, among the hybrids studied, 704 and Mobin are recommended and promoted with a higher ear yield of approximately 16% compared to the single-cross 611. Soil salinity monitoring showed that two- and three-day irrigation periods reduced salinity in all soil profiles by an average of 46% and 37% compared to before planting. However, in the four-day period, although the salinity in the surface layer of the soil decreased by 27% compared to before planting, due to the accumulation of salts in the lower layers of the soil, the salinity increased by 15% in the 25-50 cm layer and 20% for the 50-75 cm layer compared to the initial soil. The results of this study show that to deal with the accumulation of salt outside the wetting surface around the drippers, intermittent leaching is required during the season and the removal of salts from the soil profile by underground drains.

Keywords: Modern irrigation, Sustainable agriculture, Water and soil salinity, Water productivity,

¹ Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Institute (AERI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran (*- Corresponding Author Email: alimokhtaran@gmail.com)

² Master's graduate from Khuzestan University of Agricultural Sciences and Natural Resources and expert from Khuzestan Agricultural Jihad Organization, Khuzestan, Iran

Received: 03 May 2025

Accepted: 19 Jul 2025