بررسی اثر کم‌آبیاری جویچه‌ای یک در میان متناوب در مراحل مختلف رشد ذرت

میترا صمصامی‌پور[۱]، محمدرضا امداد[۲]، پیمان افراسیاب*[۳]، معصومه دلبری[۴]

چکیده

در شرایط محدودیت منابع آب و فراوانی نسبی اراضی قابل کشت (شرایط حاکم بر اکثر مناطق ایران)، هدف اساسی بایستی بالا بردن تولید بازاء واحد آب مصرفی و استفاده بهینه از این منابع باشد. در این تحقیق مدیریتهای مختلف کم آبیاری به صورت آبیاری جویچه‌ای یک در میان متناوب و با درنظرگیری مراحل حساس رشد گیاه ذرت، و اثر توأم آنها بر ماده‌ی خشک تجمعی در بوته‌ی آن و افزایش کارایی مصرف آب بررسی شد. در این ارتباط، طرحی در قالب بلوکهای کامل تصادفی با شش تیمار شامل: آبیاری کامل جویچه‌ها در کل دوره‌ی رشد، آبیاری یک در میان متناوب در کل دوره‌ی رشد، آبیاری کامل در مرحله‌ی استقرار گیاه و آبیاری یک در میان متناوب در بقیه‌ی مراحل رشد، آبیاری کامل در مرحله‌ی گلدهی و آبیاری یک در میان متناوب در سایر مراحل، آبیاری کامل در مرحله‌ی استقرار و گلدهی و آبیاری یک در میان متناوب در سایر مراحل، آبیاری کامل در مرحله‌ی گلدهی و رسیدن محصول، و آبیاری یک در میان متناوب در سایر مراحل، در سه تکرار انجام پذیرفت. بیشترین ماده‌ی خشک تجمعی، ۲۵۷ گرم در بوته، در تیمار آبیاری کامل جویچه‌ها در کل دوره‌ی رشد بود، و کمترین آن ۱۹۶ گرم در بوته، به تیمار آبیاری یک در میان متناوب در کل دوره‌ی رشد اختصاص داشت. هرچند بیشترین عملکرد زیستی (۱۸۳۸۵ کیلوگرم در هکتار) متعلق به تیمار آبیاری کامل در تمام دوره‌ی رشد بود، ولی بالاترین کارایی مصرف آب مربوط به تیمار آبیاری کامل در مرحله‌ی گلدهی و آبیاری یک در میان متناوب در سایر مراحل رشد و برابر با ۱/۸۸ کیلوگرم دانه‌ی ذرت در مترمکعب بود.

واژه‌های کلیدی: آبیاری یک در میان، آبیاری جویچه‌ای، ذرت، عملکرد، کارایی مصرف آب.

Archive of SID

[۱]- دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل
[۲]- عضو هیأت علمی موسسه تحقیقات خاک و آب، بخش فیزیک خاک، کرج
[۳]- استادیار گروه مهندسی آب دانشگاه زابل
[۴]- دانشیار گروه مهندسی آب دانشگاه زابل
*- نویسنده مسوول مقاله: p_afrasiab@yahoo.com

www.SID.ir

مقدمه

کم‌آبیاری از جمله روشهای بخرانه‌ی بهره وری از آب با دیدگاه افزایش تولید بازاء واحد مصرف آب می‌باشد. برتری این روش در کشتزارهای پهناور و در سالهایی که به دلیل کاهش بارندگی، منابع آب محدود می‌گردند، بیشتر است معمولاً در مناطقی که با کمبود آب مواجهند، از کم-آبیاری، به عنوان روشی جهت افزایش کارایی مصرف آب، استفاده می‌شود (هاول و همکاران، ۲۰۰۴). آبیاری یک در میان متناوب یکی از روشهای کم‌آبیاری است که می‌تواند بطور قابل توجهی در مصرف آب صرفه‌جویی کند. از طرف دیگر، شناسایی و دقت در انجام آبیاری در مراحل حساس رشد گیاه می‌تواند تا حد زیادی از کاهش عملکرد گیاهان جلوگیری نماید.

نتایج بسیاری از مطالعات صورت گرفته در زمینه‌ی آبیاری یک در میان جویچه‌ای در مورد گیاهانی نظیر نیشکر، گوجه‌فرنگی، کلزا، پنبه و گندم زمستانه حاکی از افزایش میزان بهره‌وری آب، و همچنین عدم کاهش معنادار محصول در نتیجه‌ی اعمال چنین روش کم آبیاری می‌باشند (شینی دشتگل و همکاران، ۱۳۸۸؛ مولوی و همکاران، ۱۳۹۰؛ تافته و سپاسخواه، ۱۳۹۰؛ تانگ و همکاران، ۲۰۰۵؛ سپاسخواه و همکاران، ۲۰۰۶).

خواجه عبداللهی و سپاسخواه (۱۳۷۵) روش آبیاری جویچه‌ای یک در میان را با دورهای مختلف آبیاری در ذرت مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق سه دور آبیاری ۴، ۷ و ۱۱ روزه، و سه روش آبیاری، جویچه‌ای معمولی، جویچه‌ای یک در میان ثابت و جویچه‌ای یک در میان متناوب با هم مقایسه شدند. نتیجه نشان داد که تیمار آبیاری جویچه‌ای یک در میان متناوب با دور آبیاری ۴ روزه قابل توجیه ترین روش از جنبه‌ی اقتصادی از لحاظ مصرف آب و عملکرد دانه ذرت بوده است. خرمیان (۱۳۸۱) اثر کم آبیاری را با کاربرد جویچه‌ای یک در میان بر عملکرد ذرت دانه‌ای در شمال خوزستان مورد بررسی قرار داد. نتایج دو سال آزمایش نشان دادند که میزان عملکرد دانه با رطوبت ۱۴ درصد در سه تیمار آبیاری جویچه‌ای یک در میان متناوب تا شروع گلدهی، آبیاری یک در میان ثابت تا شروع گلدهی و آبیاری معمولی در یک سطح آماری قرارداشته اند ضمن آن‌که اندازه‌ی آب صرفه‌جویی شده در تیمار آبیاری یک در میان متناوب تا شروع گلدهی نسبت به آبیاری معمولی در حدود ۳۰ درصد بود. مهاجر میلانی و همکاران (۱۳۸۳) کارایی مصرف آبیاری را با آب شور در آبیاری نشتی یک در میان پنبه و ذرت مورد بررسی قرار دادند. تجزیه و تحلیل نتایج طرح در مورد ذرت علوفه‌ای نشان داد که عملکرد ساقه، برگ، بلال و کل علوفه‌ی تر در دو تیمار آبیاری (آبیاری تمام جویچه‌ها و آبیاری یک در میان ثابت) اختلاف قابل ملاحظه‌ای نداشتند. عملکرد علوفه‌ی خشک ذرت از ۸/۳ تن در هکتار در آبیاری رایج جویچه‌ای به ۷/۲ تن در هکتار در آبیاری یک در میان کاهش یافت، گرچه کارایی مصرف آب از ۰/۷۷ کیلوگرم علوفه خشک بر مترمکعب آب، در روش آبیاری تمام جویچه‌ها به ۱/۳۷ کیلوگرم علوفه خشک بر مترمکعب آب، در روش آبیاری یکی از جویچه‌های مجاور افزایش یافت، بدین ترتیب، کارایی مصرف آب با آبیاری یک در میان ۱/۷۸ برابر شده بود. هنر و سپاسخواه (۱۳۸۵) گزارش کردند که محصول دانه‌ی ذرت در آبیاری جویچه‌ای یک در میان ثابت و متغیر به ترتیب ۴۲ و ۵۱ درصد کمتر از آبیاری معمولی بود، در حالی که مقدار مصرف آب آبیاری به ترتیب ۳۴ و ۴۸ درصد کاهش یافته بود. ابراهیمیان و همکاران (۱۳۹۰)، با بررسی تلفات آب و کود (نیترات) و همچنین کارایی مصرف آب در دو روش آبیاری جویچه‌ای یک در میان (ثابت و متغیر) تحت شرایط کود آبیاری و مقایسه‌ی آن با حالت معمولی آبیاری جویچه‌ای، اظهار داشتند که اختلاف معنی‌داری در مقدار محصول (سبز و خشک) در روشهای آبیاری معمولی و یک در میان متغیر وجود نداشت. کارایی مصرف آب در آبیاری جویچه‌ای معمولی، یک در میان ثابت و یک در میان متغیر به ترتیب ۱/۶۱، ۱/۳۱ و ۲/۸۲ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد. آبیاری جویچه‌ای یک در میان متغیر نه تنها سبب کاهش تلفات آب و کود در کود آبیاری گردید، بلکه باعث افزایش قابل توجه کارایی مصرف آب شد.

کانگ و همکاران (۲۰۰۰) سه روش آبیاری جویچه‌ای را به صورت آبیاری یک در میان متناوب جویچه‌ها، آبیاری یک در میان و آبیاری مرسوم مورد مقایسه قرار داده و نتیجه گرفتند که آبیاری متناوب یک در میان ذرت،

Archive of SID

www.SID.ir

عملکرد دانه‌ی بالایی را با ۵۰ درصد کاهش در میزان مصرف آب به‌دست می‌دهد؛ بدین ترتیب، روش آبیاری متناوب جویچه‌ها به منظور صرفه‌جویی و ذخیره کردن آب در نواحی خشک مناسب است. ازبرن و همکاران (۲۰۰۲) اظهار داشتند که تنش آب در مراحل قبل از گل‌دهی، زمان گل‌دهی و بعد از گل‌دهی عملکرد ذرت را به ترتیب ۲۵، ۵۰ و ۲۱ درصد کاهش می‌دهد.

سپاسخواه و پرند (۲۰۰۶) گزارش کردند که در باجگاه (استان فارس) آبیاری جویچه‌ای یک در میان در مراحل مختلف رشد ذرت دانه‌ای، به استثنای مرحله‌ی رشد کاکل‌دهی، که در آن یک بار آبیاری جویچه‌ای معمولی انجام شد، محصولی برابر با فراورده‌ی آبیاری جویچه‌ای در سرتاسر فصل رشد تولید کرد، ولی کاربرد آب آبیاری را ۲۹ درصد کاهش داد. هم‌چنین در کوشکک (استان فارس) آبیاری جویچه‌ای یک در میان در مراحل مختلف رشد ذرت دانه‌ای، به استثنای مرحله‌ی رشد ابریشم‌دهی، که در آن دو مرتبه آبیاری جویچه‌ای معمولی انجام شد محصولی برابر با فراورده‌های آبیاری جویچه‌ای در سرتاسر فصل رشد تولید کرد، لکن کاربرد آب آبیاری را ۳۰ درصد کاهش داد. بازده‌ی مصرف آب در دو منطقه‌ی مذکور به ترتیب ۱/۰۴و ۰/۹۷کیلوگرم دانه بر مترمکعب آب به‌دست آمد.

رفیعی و شاکرمی (۲۰۱۰) کارایی مصرف آب را در ذرت تحت سه روش آبیاری شامل آبیاری مرسوم جویچه-ای، آبیاری یک در میان ثابت جویچه‌ای و آبیاری یک در میان متناوب جویچه‌ای و سه تراکم بوته‌ای (۷، ۸ و۹ بوته در مترمربع) مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان دادند که اختلاف معنی‌داری میان آبیاری یک در میان ثابت جویچه‌ای و آبیاری یک در میان متناوب جویچه‌ای وجود نداشته، اما در مقایسه با شاهد، به ترتیب باعث کاهش آب آبیاری به اندازه‌ی ۲۶/۲٪ و ۲۳٪ و کاهش عملکرد به میزان ۱۱٪ و ۱۳/۶٪ شده است. بالاترین کارایی مصرف آب برای عملکرد زیستی، ۴/۴ کیلوگرم بر مترمکعب، و عملکرد دانه، ۱/۹۱ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد. بیشترین تراکم بوته در بالاترین آب آبیاری شده، با وجود کمترین عملکرد دانه و بیشترین کارایی مصرف توجیه پذیر آب از جنبه‌ی اقتصادی در کمترین جمعیت گیاهی (۷ بوته در مترمربع) نتیجه شد.

آیانا (۲۰۱۱) بر اساس چهار مرحله‌ی پدیده شناسی رشد ذرت (استقرار، رشد رویشی، گل‌دهی و پرشدن دانه) و با اعمال ۱۴ تیمار، محصول را تحت کمبود آب (بدون آبیاری) در یک، دو و یا سه مرحله از رشد قرار داد. نتایج نشان دادند که بیشترین کاهش عملکرد در تیماری بود که فقط در طول مرحله‌ی چهارم رشد (۰۰۰۱) آبیاری شده بود، بعد از آن تیمار آبیاری در مراحل اول و سوم رشد (۱۰۱۰) سپس تیماری که فقط در طول مرحله دوم (۰۱۰۰) آبیاری شده بود. عبدالحلیم (۲۰۱۳) تأثیر آبیاری متناوب جویچه‌ها را با فواصل آبیاری ۷ و ۱۴ روز بر عملکرد، کارایی مصرف آب محصول، بهره‌وری آب و بازگشت اقتصادی محصول ذرت در مقایسه با آبیاری همه-ی جویچه‌ها (روش مرسوم با فواصل ۱۴ روزه) بررسی کرد. نتایج نشان دادند که عملکرد دانه در مقایسه با آبیاری همه‌ی جویچه‌ها تحت تیمار آبیاری متناوب جویچه‌ها با فواصل آبیاری ۷ روز افزایش یافته، در حالی که در آبیاری متناوب جویچه‌ها با فواصل آبیاری ۱۴ روز کاهش یافته است. صرفه‌جویی در آب در تیمارهای آبیاری متناوب جویچه‌ها با فواصل آبیاری ۷ و ۱۴ روز در مقایسه با تیمار آبیاری همه‌ی جویچه‌ها به ترتیب حدود ۷٪ و ۱۷٪ بود. تیمارهای آبیاری متناوب جویچه‌ها با فواصل آبیاری ۷ و ۱۴ روز کارایی مصرف آب محصول و بهره‌وری آب آبیاری را در مقایسه با آبیاری همه جویچه‌ها بهبود بخشیدند. همچنین تیمار آبیاری متناوب جویچه‌ها با فواصل آبیاری ۷ روز، نه تنها عملکرد دانه را افزایش داد، بلکه نسبت سود به هزینه، بازده‌ی خالص و صرفه‌جویی در آب آبیاری نیز فزونی گرفت.

درتمامی تحقیقاتی که تا به حال انجام گرفته اند، گرچه میزان عملکرد در آبیاری یک در میان کاهش می‌یابد، ولی افزایش کارایی مصرف آب و صرفه‌جویی که در کاربرد آب می‌شود، موجب سود اقتصادی می‌گردد. این تحقیق در نظر دارد که بهتر است مشخص کند کدام یک از مراحل رشد ذرت آبیاری کامل، و در کدام مراحل، آبیاری یک در میان صورت گیرد تا به نوعی از مدیریت تلفیقی از این دو نوع آبیاری در مراحل مختلف رشد دست یابد که در آن،

Archive of SID

www.SID.ir

کاهش عملکرد کمتری همراه با افزایش کارایی مصرف آب مد نظر می‌باشد.

مواد و روشها

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۹۲ در مزرعه‌ی تحقیقاتی مؤسسه خاک و آب واقع در مشکین‌دشت کرج انجام شد. منطقه دارای مختصات جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۷ دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۴۵ دقیقه عرض شمالی و ارتفاع متوسط ۱۲۸۰ متر از سطح دریای آزاد می‌باشد میانگین بارندگی سالانه‌ی آن ۲۵۲ میلی‌متر (در یک دوره ۳۰ ساله) است که غالباً از اواخر پاییز تا اوایل بهار رخ می‌دهد. اطلاعات هواشناسی در طول دوره‌ی رشد بر اساس داده‌های ثبت شده در ایستگاه هواشناسی جنب محل آزمایش در جدول شماره ۱ ارائه گردیده‌اند.

جدول ۱- آمار هواشناسی مزرعه‌ی مورد آزمایش در سال ۱۳۹۲.

ماههای آزمایش	میانگین حداقل درجه‌ی حرارت (°C)	میانگین حداکثر درجه‌ی حرارت (°C)	میانگین رطوبت نسبی (٪)	میانگین تبخیر از طشتک تبخیر(mm/day)	بارندگی (mm)	میانگین سرعت باد (m/s)
تیر	۱۸	۳۷	۴۹/۲	۹/۴	۰	۰/۱۹
مرداد	۱۷	۳۶	۵۲/۲	۸/۴	۰	۰/۱۹
شهریور	۱۶	۳۴	۵۶/۶	۷/۱	۰	۰/۱۲
مهر	۱۰	۲۸	۷۴/۹	۷/۱	۰	۰/۱۲

آزمایش در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با شش تیمار شامل: آبیاری کامل جویچه‌ها در کل دوره‌ی رشد (تیمار شاهد، T_1)، آبیاری یک در میان متناوب در کل دوره‌ی رشد (T_2)، آ بیاری کامل در مرحله‌ی استقرار گیاه و آبیاری یک در میان متناوب در بقیه‌ی مراحل رشد (T_3)، آبیاری کامل در مرحله‌ی گلدهی و آبیاری یک در میان متناوب در سایر مراحل (T_4)، آبیاری کامل در مرحله‌ی استقرار و گلدهی و آبیاری یک در میان متناوب در سایر مراحل (T_5)، آبیاری کامل در مرحله‌ی گلدهی و رسیدن محصول و آبیاری یک در میان متناوب در سایر مراحل (T_6)، در سه تکرار انجام پذیرفت. مساحت مزرعه ۲۵۰۰ مترمربع بود که پاره ای از ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاک آن در جدول ۲ ارائه شده اند. پس از انجام عملیات خاک‌ورزی شامل شخم، با جنبش بشقابی و تسطیح، بذر ذرت دورگ ساده ۷۰۴ علوفه‌ای روی پشته-هایی به طول ۵۰ متر، با فواصل کاشت ۱۵ سانتی‌متر، و فواصل ردیف ۷۵ سانتی‌متر (تراکم کاشت ۸۸۰۰۰ بوته در هکتار) باکاربرد ماشین بذرکار کشت شد. پتاسیم، فسفر و ازت مورد نیاز گیاه بر اساس آزمون خاک، با افزودن ۱۵۰ کیلوگرم در هکتارکود سولفات پتاسیم و۱۲۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات سه گانه قبل از کاشت، و ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره ۴۶٪ در سه نوبت به صورت تقسیط (یک نوبت قبل از کاشت و دو نوبت از مراحل مختلف رشد گیاه) تامین شد.

جدول ۲- پاره ای از مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه‌ی آزمایشی.

عمق (cm)	بافت خاک	جرم مخصوص ظاهری(gr/cm^3)	ظرفیت زراعی(٪)	رطوبت پژمردگی(٪)	EC(dS/m)	pH	SAR
۳۰-۰	S.L.	۱/۴۵	۱۷/۶	۷/۹	۰/۸۵	۷/۹	۰/۵۱
۶۰-۳۰	S.L.	۱/۴۵	۱۴/۳	۷/۳	۰/۷۲	۸	۰/۴۷

زمان آبیاری بر اساس ۵۰ درصد تخلیه‌ی مجاز رطوبت خاک در تیمار شاهد در نظر گرفته شد. پاره ای از ویژگیهای شیمیایی آب در جدول ۳ ارائه گردیده اند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- پاره ای از ویژگیهای کیفیت شیمیایی آب آبیاری.

pH	SAR	EC (dS/m)	آنیونها (meq/l)			کاتیونها (meq/l)	
			$SO_4^{=}$	HCO_3^-	Cl^-	Na^+	$Mg^{++} + Ca^{++}$
۷/۶۱	۰/۴۱	۰/۴۲	۱/۴	۲/۱	۰/۶۰	۰/۵۴	۳/۵۸

با توجه به کشت تابستانه ذرت و نیاز قابل ملاحظه این گیاه به آب برای جوانه‌زنی، دو نوبت آبیاری اولیه برای تمام تیمارها به صورت کامل صورت گرفت. در این دو آبیاری، برای اطمینان از جوانه زدن بذرها، آبیاری تا خیس شدن کامل پشته‌ها ادامه یافت. حجم آب آبیاری بر اساس رساندن رطوبت خاک تیمارها به حد ظرفیت زراعی در عمق توسعه‌ی ریشه، از رابطه‌ی زیر محاسبه شد:

$$I_n = \frac{FC - \theta}{100} \times \rho_b \times D \qquad (۱)$$

که در آن I_n اندازه‌ی آب آبیاری بر حسب میلی‌متر، FC ظرفیت زراعی وزنی خاک بر حسب درصد، Θ رطوبت وزنی خاک قبل از آبیاری بر حسب درصد، ρ_b وزن مخصوص ظاهری خاک بر حسب گرم بر سانتیمتر مکعب، و D عمق موثر ریشه بر حسب میلی‌متر می‌باشد. عمق موثر ریشه به منظور تعیین میزان آب آبیاری با استفاده از رابطه‌ی فوق ۶۰ سانتی‌متر منظور گردید. درصد رطوبت خاک در تیمارها به صورت وزنی و روزانه اندازه‌گیری شد و پس از تخلیه ۵۰ درصد رطوبت خاک در تیمار شاهد نسبت به آبیاری اقدام گردید. جویچه‌ها دارای انتهای باز و ابعاد ۷۵ سانتی‌متر در ۵۰ متر بودند. بازده کاربرد آب با توجه به حجم آب داده شده، ذخیره گشته و تغییرات رطوبت در منطقه‌ی ریشه ۵۰ درصد تعیین گردید. بده‌ی ورودی به هر یک از جویچه‌ها در هر نوبت آبیاری به صورت حجمی و با استفاده از استوانه‌ی مدرج و زمان سنج حساس اندازه‌گیری شد، که بطور متوسط برابربا ۰/۳ تا ۰/۴ لیتر بر ثانیه بود. با توجه به حجم آب محاسبه شده، و در نظر گرفتن بازده‌ی ۵۰ درصد، زمان لازم برای رساندن رطوبت به حد ظرفیت زراعی محاسبه و اعمال گردید. در تیمارهای آبیاری یک در میان متناوب، در هر نوبت آبیاری، به صورت تناوب، فقط یک طرف ردیف کشت آبیاری شد. کیفیت آب از نظر کشاورزی مناسب و از نظر شوری محدودیتی نداشت.

برای اعمال تیمارهای آبیاری یک در میان متناوب، زمان ورود بیش از ۵۰ درصد بوته‌های هر تیمار به مرحله رشدی مورد نظر مبنا قرار گرفت. مبارزه با علفهای هرز از طریق سم‌پاشی قبل از کاشت و وجین دستی، طبق عرف منطقه انجام شد. وزن خشک اندام هوایی در طول فصل زراعی در چند نوبت اندازه‌گیری شد، بدین صورت که ۵ بوته به طور تصادفی از هر تکرار کف‌بر شد و پس از توزین در کوره ۶۵ درجه‌ی سانتی گراد کاملاً خشک شده و مجدداً وزن آن تعیین گردید. مراحل پدیده شناسی رشد گیاه یادداشت و در زمان برداشت، برای حذف اثر حاشیه از ۴ ردیف وسط هر تیمار نمونه برداری شد. عملکرد و اجزای عملکرد شامل عملکرد زیستی و عملکرد تر و خشک بلال با چوب اندازه‌گیری شد. کارایی مصرف آب تیمارها نیز تعیین گردید. برای محاسبه کارایی مصرف آب آبیاری از معادله‌ی زیر استفاده شد (پایرو و همکاران، ۲۰۰۹):

$$IWUE = \frac{Y}{I} \qquad (۲)$$

که در آن IWUE کارایی مصرف آب آبیاری بر حسب کیلوگرم بر مترمکعب، Y عملکرد محصول بر حسب کیلوگرم و I حجم آب آبیاری در طول فصل رشد بر حسب مترمکعب می‌باشد.

پس از جمع‌آوری نتایج، داده‌ها باکاربرد نرم‌افزار SAS(ver.9.1) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و مقایسه میانگینها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

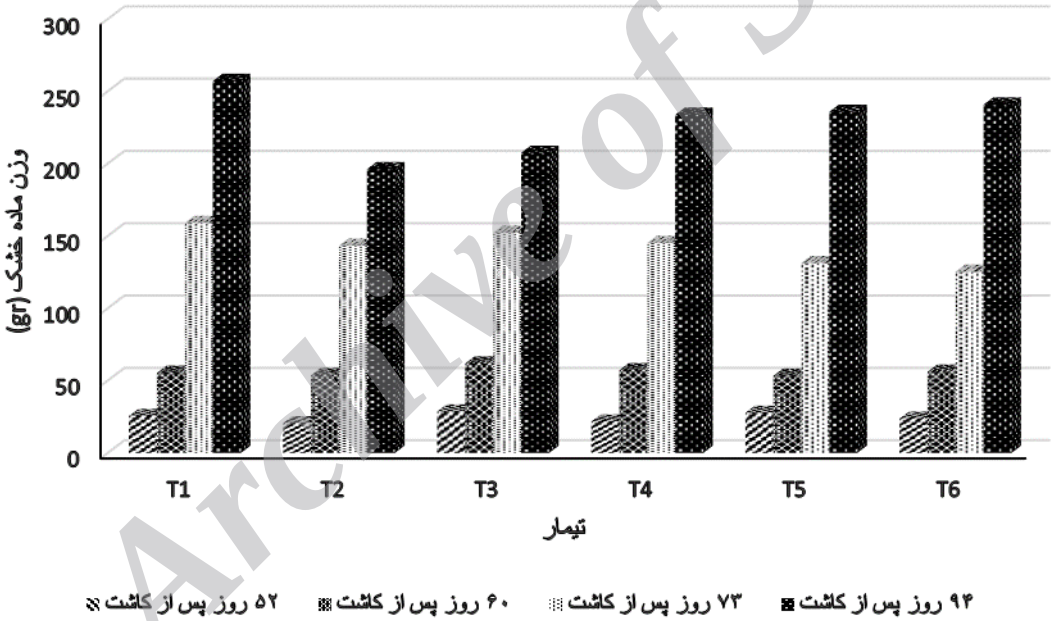
تأثیر آبیاریهای صورت گرفته طی مراحل مختلف رشد برای ماده‌ی خشک اندام هوایی در یک بوته‌ی ذرت در شکل ۱ ارائه شده است. طی ۶۰ روز اول پس از کاشت مقایسه‌ی روند تجمع ماده‌ی خشک در اندام هوایی گیاه میان شاهد و تیمارهای مختلف آبیاری هم کاهش و هم

Archive of SID

www.SID.ir

افـزایش را نشـان داد، ولـی در ادامـه، رشـد ایـن رونـد مقایسه‌ای میان شاهد و دیگر تیمارها، دارای سیری نزولـی بود. طبق نتایج به دست آمده، بیشـترین تـأثیر تیمارهـای آبیاری صورت گرفته بـرای مـاده خشـک در مرحلـه‌ی پـر شدن دانه بود (۹۴روز پس از کاشـت). بطـوری کـه تیمـار آبیاری یـک در میـان در تمـام مراحـل رشـد، بـا کـاهش ۲۳/۷۲ درصـدی نسـبت بـه شـاهد، دارای کمتـرین مـاده خشک در بوته بود؛ این کاهش در زمان گل‌دهـی (۷۳ روز پـس از کاشـت) کمتـر محسـوس بـود، و مقـدار آن ۹/۸۶ درصد برای تیمار آبیاری یک در میان در تمام مراحل رشد نسبت به شاهد بود. تحقیقات پانـدی و همکـاران (۲۰۰۰) نشان دادند که کم‌آبیاری در اوایـل رشـد رویشـی مـاده‌ی خشک را در گیاه ذرت به مقدار کمی کاهش می‌دهد، ولی در مرحله‌ی رشد زایشی باعث کاستی شدید آن مـی‌شـود.

همچنین، رضـائی اسـتخروئیه و همکـاران (۱۳۹۱) نتـایج مشابهی را در ارتباط با کاهش بیشتر عملکرد در مرحلـه‌ی رشد زایشی نسبت به مرحله‌ی رشد رویشی گزارش کرده‌اند که با نتایج این تحقیق همخوانی دارند. به نظر می‌رسـد که کم‌آبیاری نه تنها وزن ماده‌ی خشـک سـاقه و بـرگ را می‌کاهد، بلکه بیشترین اثر را بر ماده‌ی خشک بـلال دارد، چون تنش آبی با تأخیر در ظهور کاکلها باعث می‌شود کـه بسیاری از دانه‌های گرده از دسترس آنها خارج گشته، و در مواردی هم که تلقیح صورت می‌گیرد، به دلیل کـم بـودن مواد تولید گردیده به وسیله‌ی سوخت و سـاز نـوری بـرای رشد همه‌ی سلولهای جنینی، نمو دانـه انـدکی پـس از آن متوقف می‌شود؛ در نتیجه، وزن بلال و به تبع آن، وزن کل اندام هوایی کاهش می‌یابد (فدایی و همکاران، ۱۳۸۶).



شکل ۱- میزان تجمع ماده‌ی خشک در یک بوته طی فصل رشد.

نتایج تجزیه‌ی واریـانس عملکـرد و اجـزای عملکـرد ذرت در جدول ۴ ارائه شده اند. تیمارهای مختلف آبیـاری برای عملکرد و اجزاء آن شامل: عملکرد زیستی و عملکـرد بلال با چوب در سطح ۱٪ معنی‌دار شده است. اثر بلوک بر تمامی فراسنجهای مورد مطالعه معنی‌دار نشده، که نشـان می‌دهد ماده‌ی آزمایشی (خـاک و شـرایط اقلیمـی) دارای یکنواختی قابل قبولی در بین تکرارهای مختلف بوده است.

بیشترین و کمترین عملکرد زیستی به ترتیـب مربـوط بـه تیمار آبیاری کامل در تمام دوره‌ی رشد (۱۸۳۸۵ کیلوگرم در هکتار) و آبیاری یک در میان متنـاوب در تمـام دوره‌ی رشد (۱۳۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) بود. همچنین بیشـترین درصد کاهش عملکرد زیستی نسبت بـه شـاهد بـه میـزان ۲۸/۷ درصد مربوط به تیمار T_2 بود، چه عملکرد زیسـتی، که حاصل عملکردهای دانه و اندامهای رویشی است بر اثـر

Archive of SID

www.SID.ir

کم‌آبیاری در مراحل گل‌دهی پس از آن به دلیل کاهش عملکرد دانه، عملکرد زیستی کاهش بیشتری را نشان می‌دهد. کمترین عملکرد زیستی با ۷/۷ درصد کاهش مربوط به تیمار T_6 بود؛ بدین ترتیب می‌توان بیان کرد که گیاه ذرت کاهش رشد ناشی از کم آبی اتفاق افتاده طی فصل رشد را با آبیاری کامل مراحل گل‌دهی و رسیدن محصول جبران می‌کند. بیشتر بودن مقدار عملکرد گیاه ذرت در تیمار ۶ احتمالاً حاکی از سازگاری گیاه و قدرت تخلیه‌ی رطوبت از اعماق خاک بوده است. در مورد عملکرد بلال با چوب، نتایج به دست آمده نشان می‌دهند که بیشترین مقدار عملکرد خشک بلال با چوب (۱۱۳۰۲ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار آبیاری کامل در تمام مراحل رشد، و مصرف ۱۴۲۷۲ مترمکعب در هکتار آب بود. در واقع در این تیمار گیاه با هیچ‌گونه کم آبی طی فصل رشد روبرو نگردیده؛ و این در حالی است که در ۵ تیمار دیگری، که کم آبی در آنها اعمال شده کاهش مقدار عملکرد مشهود است. این درصد کاهش عملکرد بلال با چوب، با ۲۵/۶ درصد در تیمار T_2، بالاترین و ۳/۹ درصد در تیمار T_6، پایین‌ترین درصد را نشان داد، بطوری که با کاهش ۳۰ تا ۴۰ درصدی در میزان آب مصرفی، کاهشی معادل ۴ تا ۲۵ درصد در مقدار عملکرد بلال با چوب رخ داده است. محققین متعددی تأثیر روشهای مختلف آبیاری یک در میان را درمورد اجزای عملکرد، عملکرد زیستی، عملکرد دانه، خصوصیات کیفی و کارایی مصرف آب در محصولات مختلف بررسی کرده و نتایج متفاوتی را گزارش نموده، ولی همگی این نتایج نشان می‌دهند که کاهش میزان محصول در واحد سطح به عنوان اولین پیامد اعمال کم‌آبیاری، تابعی از زمان و میزان کم‌آبیاری است (کانگ و همکاران، ۲۰۰۰. خرمیان، ۱۳۸۱. مهاجرمیلانی و همکاران.۱۳۸۳ ، شینی‌دشتگل و همکاران. ۱۳۸۸، کیخا و همکاران. ۱۳۸۹، نادری و علی‌حوری، ۱۳۸۹، مولوی و همکاران، ۱۳۹۰، رضائی استخروئیه و همکاران، ۱۳۹۰ و ۹۱) که با نتایج این تحقیق همخوانی دارند.

مقایسه‌ی میانگین با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد در جدول ۵ ارائه گردیده است. نتایج نشان می‌دهند که تیمار شاهد و سه تیماری که در مرحله‌ی گل‌دهی آبیاری شده‌اند (T_4، T_5 و T_6) از نظر آماری در یک سطح قرار دارند. آبیاری کامل در مرحله‌ی گل‌دهی و رسیدگی و آبیاری یک در میان در سایر مراحل رشد ذرت کمترین کاهش عملکرد را نسبت به شاهد موجب شد؛ در نتیجه به عنوان یک روش آبیاری با کاهش قابل قبول در عملکرد و افزایش بهره‌وری آب توصیه می‌گردد. مقایسه‌ی نتایج میان تیمار T_4 و تیمار T_6 نشان می‌دهد که تیمار T_4 با کاهش ناچیز عملکرد زیستی ۲/۷ درصدی نسبت به تیمار T_6، می‌تواند گزینه‌ی پیشنهادی بهتری برای آبیاری باشد، چه، این تیمار دارای بالاترین کارایی مصرف آب نیز بوده است. این پیشنهادها حتی در زمان دسترسی به آب بسنده نیز، به علت بالا بردن بهره‌وری آب توصیه می‌شود.

تعداد آبیاری در تیمار شاهد حدود ۱/۹ برابر بیشتر از تعداد آبیاری در تیمار آبیاری یک در میان متناوب در کل دوره رشد بود. در واقع میزان صرفه‌جویی که در مصرف آب آبیاری در تیمارهای مختلف صورت گرفته بین ۳۰ تا ۵۰ درصد را نشان می‌دهد. حجم کل آب آبیاری برای هر تیمار در شکل ۲ ارائه شده است. با توجه به نتایج به دست آمده کارایی مصرف آب در بین تیمارها با اطمینان ۹۹ درصد دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد. مقایسه‌ی میانگین کارایی مصرف آب با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد برای تیمارهای مختلف (جدول ۵) نشان می‌دهد که تیمار T_4 بالاترین کارایی مصرف آب را دارا بوده است؛ در واقع کارایی مصرف آب در این تیمار ، ۱/۵ برابر کارایی مصرف آب تیمار شاهد بوده، و این در حالی است که کاهش عملکرد زیستی در این تیمار نسبت به شاهد فقط ۱۱ درصد می‌باشد. بنابراین، می‌تواند به عنوان بهترین گزینه‌ی مدیریتی انتخاب گردد. به عبارتی استفاده از روش آبیاری کامل در مرحله‌ی گلدهی و آبیاری یک در میان متناوب در سایر مراحل رشد ذرت در کرج، می‌تواند ضمن کاهش قابل ملاحظه‌ای در مصرف آب، عملکرد قابل قبولی نیز داشته باشد. که با نتایج خرمیان (۱۳۸۱) همخوانی دارد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴- نتایج تجزیه‌ی واریانس صفات مورد بررسی در ذرت.

منابع تغییر	درجه‌ی آزادی	میانگین مربعات			
		عملکرد زیستی تر (kg/ha)	عملکرد زیستی خشک (kg/ha)	وزن بلال تر با چوب (kg/ha)	وزن بلال خشک با چوب (kg/ha)
بلوک	۲	۶۱۰۶۵۷۴۸ ns	۳۶۴۸۸۹۲/۰۶ ns	۲۵۳۰۴۱۸/۹ ns	۱۵۶۲۳۸/۰۷ ns
تیمار	۵	۲۸۷۸۵۳۲۱۸ **	۱۱۴۴۹۲۳۱/۸۲ **	۷۸۳۰۲۴۹۵/۳ **	۴۷۸۵۰۰۳/۷۰ **
خطا	۱۰	۴۱۷۹۱۷۳۱	۱۲۴۶۴۳۲/۰۰	۱۳۳۸۶۴۹/۲	۵۱۰۵۶۴/۰۳
ضریب تغییرات (%)		۱۰/۱۰	۷/۰۲	۲/۰۲	۷/۱۰
ضریب تبیین (%)		۷۸/۸۹	۸۳/۸۱	۹۶/۷۳	۸۲/۶۰

** معنی‌داری در سطوح احتمال ۱ درصد و ns عدم معنی‌داری

جدول ۵- مقایسه‌ی میانگین عملکرد و کارایی مصرف آب برای تیمارهای مختلف آبیاری.

تیمار	عملکرد زیستی (ton/ha)	عملکرد خشک بلال با چوب (ton/ha)	کارایی مصرف آب (kg/m^3)
T_1	۱۸/۳۸ a	۱۱/۳ a	۱/۲۹ c
T_2	۱۳/۱ b	۸/۴ b	۱/۷۱ ab
T_3	۱۴/۰۸ b	۸/۵ b	۱/۶۴ b
T_4	۱۶/۳۶ a	۱۰/۶ a	۱/۸۸ a
T_5	۱۶/۵۴ a	۱۰/۷ a	۱/۷۱ ab
T_6	۱۶/۹۷ a	۱۰/۹ a	۱/۷۲ ab

میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری با هم ندارند

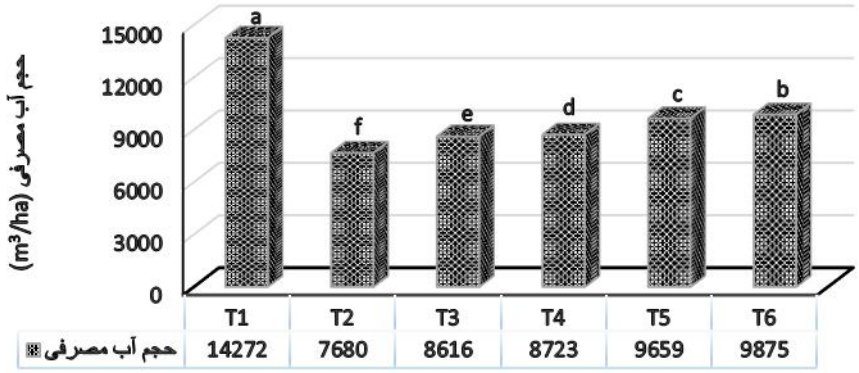
نتیجه‌گیری

منابع آب شیرین و تجدیدپذیر، که مناسب آبیاری محصولات کشاورزی باشند در اکثر نقاط خشک و نیمه خشک جهان محدود بوده و این محدودیت با گذشت زمان و افزایش جمعیت رو به فزونی نهاده است. مقدار آب مورد نیاز گیاه در مراحل مختلف رشد آن بسته به گونه‌های گیاهی متفاوت بوده و ممکن است کمبود آب در هر مرحله از رشد، بر محصول نهایی اثر گذار باشد. نتایج به دست آمده از این تحقیق ضمن تأیید این موضوع نشان می‌دهندکه با مدیریت صحیح آبیاری جویچه‌ای یک در میان متناوب، و تلفیق آن با آبیاری کامل در مراحل مختلف رشد می‌توان عملکرد را به مقدار قابل توجهی افزایش داد.

دستاوردهای این پژوهش همچنین نشان می‌دهند که آبیاری کامل در مرحله‌ی گل‌دهی و آبیاری یک در میان در سایر مراحل رشد گیاه ذرت نه تنها دارای بالاترین کارایی مصرف آب آبیاری می‌باشد، بلکه از نظر آماری دارای عملکردی هم سطح با آبیاری کامل در تمام مراحل رشد ذرت است. و نه تنها روشی مناسب برای صرفه‌جویی در مصرف آب است، بلکه به دلیل قابل قبول بودن کاهش عملکرد یک گزینه‌ی پیشنهادی مناسب برای آبیاری حتی با وجود دسترسی به آب بسنده می‌باشد. با توجه به این که کارایی مصرف آب در تیمار T_6 تنها ۸/۵ درصد کمتر از کارایی مصرف آن در تیمار T_4 بوده، لکن میزان عملکرد محصول در آن بیشتر و در ضمن برای کشاورز نیز راحتتر است که تا پیش از گل‌دهی آبیاری را به صورت یک در میان متناوب و از مرحله گل‌دهی تا انتهای رسیدن محصول آبیاری را کامل انجام دهد، استفاده از این گزینه-ی مدیریتی به عنوان انتخاب دوم پیشنهاد می‌گردد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲- حجم کل آب آبیاری در هر تیمار.

منابع

۱. ابراهیمیان، ح. ع. لیاقت، م. پارسی نژاد، ف. عباسی، و م. نوابیان. ۱۳۹۰. بررسی تلفات آب و نیترات و کارایی مصرف آب در کود آبیاری جویچه‌ای یک در میان. مجله پژوهش آب در کشاورزی ۲۵ :۲۱-۲۹.

۲. تافته، آ. و ع.ر. سپاسخواه. ۱۳۹۰. تحلیل بهره‌وری اقتصادی آب و کود نیتروژن در آبیاری جویچه‌ای یک در میان برای کشت کلزا. مجله حفاظت منابع آب و خاک ۱ :۱-۹.

۳. خرمیان، م. ۱۳۸۱. بررسی اثر کم‌آبیاری به روش جویچه‌ای یک در میان بر عملکرد ذرت دانه‌ای در شمال خوزستان. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی ۳ :۹۱-۱۰۱.

۴. خواجه عبداللهی، م.ح، ع.ر. سپاسخواه، ۱۳۷۵. بررسی اقتصادی آبیاری جویچه‌ای یک در میان با دوره‌های مختلف برای ذرت. خلاصه مقالات نخستین گردهمایی علمی، کاربردی اقتصاد آب، تهران، معکورهت امور آب وزارت نیرو:۶-۷.

۵. رضائی استخروئیه، ع. س. برومند نسب، ع. هوشمند، و م.ج. خانجانی. ۱۳۹۰. تأثیر کم‌آبیاری و خشکی موضعی ریشه بر خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گیاه ذرت. فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب. ۲ :۷۶-۶۷.

۶. رضائی استخروئیه، ع. س. برومند نسب، ع. هوشمند، و م.ج. خانجانی. ۱۳۹۱. تأثیر کم‌آبیاری و خشکی موضعی ریشه بر عملکرد، اجزاء عملکرد و کارایی مصرف آب گیاه ذرت دانه‌ای هیبرید سینگل کراس ۷۰۴. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۶(۶): ۱۵۲۱-۱۵۱۴.

۷. شینی دشتگل، ع. ح.ع. کشکولی، ع. ناصری، و س. برومند نسب. ۱۳۸۸. اثر آبیاری جویچه‌ای یک در میان روی کارایی مصرف آب و ویژگی‌های نیشکر در جنوب اهواز. علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی). ۱۳ :۴۵-۵۷.

۸. کیخا، غ. ب. دهانزاده، م. شهابی‌فر، و م. کیخا. ۱۳۸۹. مقایسه اثر روش‌ها و رژیم‌های مختلف آبیاری جویچه‌ای یک در میان و کرتی بر میزان ماده خشک سورگوم دانه‌ای. سومین همایش ملی مدیریت شبکه-های آبیاری و زهکشی، اهواز، دانشگاه شهید چمران اهواز: ۶.

۹. فدایی، ع. ح. فرحبخش، ع.ا. مقصودی‌مود، و ف. باغخانی. ۱۳۸۶. اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر عملکرد سه رقم ذرت دانه‌ای. چکیده مقالات نهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر. دانشگاه شهید باهنر کرمان. صفحه ۲۰۹.

۱۰. مولوی، ح. م. محمدی، و ع.م. لیاقت. ۱۳۹۰. اثر آبیاری کامل و یک در میان جویچه‌ای بر عملکرد، اجزاء عملکرد و کارایی مصرف آب گوجه‌فرنگی (*Super Strain B*). نشریه دانش آب و خاک. ۳ :۱۱۵-۱۲۶.

۱۱. مهاجرمیلانی، پ. ح. ملاحسینی، و س.م. نوری حسینی. ۱۳۸۳. افزایش کارایی آبیاری با آب شور در

Archive of SID

www.SID.ir

پنبه و ذرت با آبیاری نشتی. مجله علـوم خـاک وآب. ۱۳ :۲۰۲-۲۰۶.

۱۲. نادری، ن. و م. علی حوری. ۱۳۸۹. مدیریت کم‌آبیاری به روش جویچه‌ای یـک در میـان در زراعـت سـیب-زمینی. سـومین همـایش ملـی مـدیریت شـبکه‌هـای آبیاری و زهکشی. اهواز، دانشگاه شهید چمران اهـواز: ۹.

۱۳. هنر، ت. و ع.ر. سپاسخواه. ۱۳۸۵. مدیریت بهینـه آب در سطح مزرعه. همـایش ملـی مـدیریت شـبکه‌هـای آبیاری و زهکشی. اهواز: ۱۱۸۸-۱۱۹۱.

14. Abd El-Halim, A.H. 2013. Impact of alternate furrow irrigation with different irrigation intervals on yield, water use efficiency and economic return of corn. Chilean J. Agric. Res. 73:175-180.
15. Ayana, M. 2011. Deficit irrigation practices as alternative means of improving water use efficiencies in irrigated agriculture: case study of maize crop at Arba Minch, Ethiopia. Afr. J. Agric. Res. 6:226-235.
16. Howell, T.A. S.R. Evett, J.A, Tolk. and A.D, Schneider. 2004. Evapotranspiration of full and deficit-irrigated, and dryland cotton on the Northern Texas High Plains. J. Irrig. Drain. Eng. ASCE. 130: 277-285.
17. Kang, S. Z. Liang, Y. Pan, P. Shi, and J. Zhang, 2000. Alternate furrow irrigation for maize production in an arid area. Agric Water Manag. 45:267-274.
18. Osborne, S.L. J.S. Schepers, D.D. Francis, and M.R. Schlemmer, 2002. Use of spectral radiance to in-season biomass and grain yield in nitrogen and water-stressed corn. Crop Sci. 42:165-171.
19. Pandey, R.K. J.W. Maranville, and M.M. Chetima, 2000. Deficit irrigation and nitrogen effects on maize in a Sahelian environment. II. Shoot growth. Agric. Water Manage. 46: 15-27.
20. Payero, J.O. D.D. Tarkalson, S. Irmak, D. Davison, and J.L. Petersen, 2009. Effect of timing of a deficit-irrigation allocation on corn evapotranspiration, yield, water use efficiency and dry mass. Agric. Water Manage. 96:1387-1397.
21. Rafiee, M. and Gh. Shakarami, 2010. Water use efficiency of corn as affected by every other furrow irrigation and planting density. World Appl. Sci. J. 11: 826-829.
22. Sepaskhah, A.R. A. Azizian, and A.R. Tavakoli, 2006. Optimal applied water and winter wheat under variable seasonal rainfall and planning scenarios for consequent crop in a semi-arid region. Agric. Water Manage. 84:113-122.
23. Sepaskhah, A.R. and A.R. Parand, 2006. Effects of alternate furrow irrigation with supplemental every furrow irrigation at different growth stage of maize (*Zea Mays L.*). Plant Produc. Sci. 9:415-421.
24. Tang, L. Y. Li, and J. Zhang, 2005. Physiological and yield responses of cotton under partial root zone irrigation. Field Crops Res. 94:214-223.

Archive of SID

www.SID.ir