بررسی اثر کم آبیاری بر عملکرد کمی و کارائی مصرف آب محصول سورگوم علوفه ای در منطقه سیستان

فاطمه کیخایی، ناصر گنجی خرم دل[۱*]، موسی فرزانجو، غلامعلی کیخا، کبری ثقفی و مهدی کیخا

کارشناس ارشد آبیاری و زهکشی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اراک؛ **keykhaei.f@gmail.com**

عضو هیأت علمی، دانشگاه اراک، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، گروه مهندسی آب؛ **n-ganjikhorramdel@araku.ac.ir**

کارشناس ارشد زراعت، مرکز آموزش جهاد کشاورزی شهرستان زابل؛ **m-farzanju@yahoo.com**

کارشناس ارشد آبیاری و زهکشی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سیستان؛ **keykha309@yahoo.com**

کارشناس آمار، موسسه تحقیقات خاک و آب؛ **kef@gmail.com**

دانش آموخته کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشگاه تهران؛ **MahdiKaikha@yahoo.com**

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی اثر کم آبیاری بر عملکرد و کارائی مصرف آب آبیاری سورگوم علوفه‌ای به صورت کرت‌های یکبار خرد شده (اسپلیت پلات) بر اساس بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی زهک زابل اجرا شد. در این آزمایش تیمارهای اصلی شامل روش آبیاری (کرتی و شیاری) و تیمارهای فرعی در سه سطح، شامل آبیاری بر اساس تأمین ۱۰۰درصد (T_1)، ۸۰ درصد (T_2) و۶۰ درصد نیاز آبیاری گیاه (T_3) بودند. نتایج حاصل از تجزیه مرکب داده‌ها در دو سال آزمایش نشان داد که اثر تیمارهای روش آبیاری بر عملکرد علوفه خشک گیاه تأثیر معنی‌داری نداشت، اما این فاکتور تحت تأثیر سطوح مختلف آب آبیاری در سطح یک درصد معنی‌دار گردید. بیشترین عملکرد علوفه خشک مربوط به تیمار T_2 (۸۰ درصد نیاز آبیاری) در روش آبیاری شیاری با ۲۲/۱۸ تن در هکتار شد. اثر متقابل تیمارهای اصلی و فرعی بر فاکتور عملکرد علوفه خشک در سطح یک درصد معنی‌دار شد. مقایسه بین روش‌های آبیاری و تیمارهای اثر میزان آب آبیاری از نظر عملکرد علوفه‌تر، تفاوت آماری معنی‌داری در سطح پنج درصد نداشت، اما بیشترین عملکرد علوفه تر با ۱۰۵/۶۶ تن در هکتار در تیمار T_1 (۱۰۰ درصد نیاز آبیاری) با روش شیاری حاصل شد. بیشترین و کمترین میزان کارایی مصرف آب به ترتیب ۱/۷۸ کیلوگرم بر مترمکعب در تیمار T_3 (۶۰ درصد نیاز آبیاری) و ۱ /۲۱ کیلوگرم بر مترمکعب در تیمار T_1 (۱۰۰درصد نیاز آبیاری) و با روش آبیاری کرتی، بدست آمد.

واژه های کلیدی: سورگوم علوفه‌ای، کم آبیاری، آبیاری کرتی، آبیاری شیاری

[۱*] نویسنده مسئول، آدرس: دانشگاه اراک، کد پستی، ۸۳۴۹ – ۳۸۱۵۶

* دریافت: آبان ۱۳۸۹ و پذیرش: اسفند ۱۳۸۹

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

کشور ایران سالانه بخش عمده‌ای از درآمد ارزی خود را صرف خرید علوفه می‌کند. در حالیکه ۵۲/۳ درصد مساحت آن را مراتع تشکیل می‌دهد، اما به دلایل مختلف از جمله چرای بی‌حد دام، ۶۶/۲ درصد این مراتع فقیر هستند که خود سبب مشکلات دیگری از جمله فرسایش خاک گردیده است (بی نام، ۱۳۸۸). بدیهی است تأمین علوفه از طریق کشت گیاهان علوفه‌ای مناسب به صورت دیم و آبی، گامی موثر و اساسی جهت کاهش فشار بر مراتع خواهد بود.

سورگوم زراعی[1] از خانواده غلات است و دارای انواع گوناگون از جمله علوفه‌ای و دانه ای می‌باشد. این گیاه از پتانسیل تولید بالایی برخوردار است و با شرایط آب و هوایی ایران به خصوص مناطق گرم و خشک و معتدل آن سازگاری خوبی دارد (اهدائی، ۱۳۷۲؛ فومن آجیرلو، ۱۳۷۵؛ کریمی، ۱۳۷۶). سطح زیرکشت سورگوم علوفه‌ای در دنیا ۴۵/۸ میلیون هکتار و در آسیا حدود ۲۱ میلیون هکتار است و ۹۰ درصد آن به سورگوم دانه‌ای اختصاص دارد. بنابراین سورگوم در دنیا به عنوان یک غله کشت می‌شود ولی با توجه به کمبود علوفه در ایران، نوع علوفه‌ای آن اولویت دارد و سطح زیرکشت آن در ایران بیشتر از ۴۰ هزار هکتار است (فرزانجو و همکاران، ۱۳۸۱ و سلطانی، ۱۳۶۹). سورگوم علوفه‌ای به دلیل خصوصیات فیزیولوژیکی از جمله مقاومت به خشکی، شوری، کارائی مصرف آب بالاتر از سایر گیاهان علوفه‌ای، عملکرد نسبتاً زیاد، کیفیت مطلوب و قابلیت نگهداری آن به صورت علوفه خشک به خصوص سیلو، سبب گردیده تا در مناطق خشک و نیمه خشک از ارزش خاصی برخوردار شود (زبرین و توماس، ۲۰۰۳ و تابوس و همکاران، ۱۹۸۶).

سورگوم می‌تواند تحت شرایط خشک در صورت وجود رطوبت کافی در مرحله خوشه‌دهی و گلدهی قابلیت تولید زیادی داشته باشد و نیز توانایی کاهش دادن سرعت رشد خود را طی یک دوره خشکی دارد و می‌تواند رشد و نمو خود را تا زمانی که شرایط رطوبت بهبود یابد، مجدداً از سر گیرد (استاسکوف، ۱۳۷۶و فومن آجیرلو،۲۰۰۰). اما با توجه به گسترش استفاده از سورگوم به عنوان محصول علوفه‌ای، بررسی سورگوم علوفه‌ای واریته‌های پا بلند ضروری است و کاهش شدید مقدار علوفه خشک سورگوم نسبت به علوفه‌تر، باعث گسترش استفاده از محصول تر آن شده است (کارمی و همکاران، ۲۰۰۵). ماس و هموفمان (۱۹۸۶) جدول تحمل این گیاه را به شوری‌های مختلف خاک و آب و درصد کاهش محصول آن را در جدول (۱) ارائه نموده‌اند.

منطقه سیستان یکی از مناطق مهم برای توسعه سورگوم در کشور می‌باشد و از نظر سطح زیر کشت ذرت و سورگوم علوفه ای رتبه پانزدهم را در بین استانهای کشور دارا می‌باشد (ناروئی راد، ۱۳۸۴ و بی نام، ۱۳۸۸) سطح زیرکشت سورگوم در منطقه سیستان در سال‌های پرآبی بطور متوسط ۲۰۰۰ هکتار بوده که به صورت کرتی کشت می‌شود و در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ سطح زیرکشت سورگوم و ذرت علوفه‌ای در استان سیستان و بلوچستان ۷۴۹۶ هکتار گزارش شده است (بی نام، ۱۳۸۸). کمبود آب در دشت سیستان، یک مسئله جدی و دارای اهمیت است. تنها منبع آب منطقه، رودخانه هیرمند است که از کوههای بابا یغمای افغانستان سرچشمه می‌گیرد و بحران آب منطقه، ناشی از کمبود آب در این رودخانه است به گونه ای که عدم تأمین آب هیرمند منجر به نابودی کشاورزی منطقه گردیده است. لذا برنامه‌ریزی هر چه بهتر استفاده از منابع آب، ضروری و اجتناب ناپذیر است.

روشهای کم آبیاری از جمله روشهای آبیاری با دیدگاه افزایش تولید به ازای واحد مصرف آب[2] می‌باشند. برتری این روشها در اراضی وسیع و در سالهائی که به دلیل کاهش نزولات جوی، منابع آب محدود می‌گردد، بیشتر است و معمولا در مناطقی که با کمبود آب آبیاری مواجه هستند، از کم آبیاری به عنوان روشی جهت افزایش کارایی مصرف آب استفاده می‌شود (هاول، ۲۰۰۴). مطالعات نیو (۱۹۷۱) نشان داد که در خاک لوم شنی، با اعمال کم آبیاری به روش آبیاری جویچه‌ای یک در میان و کاهش۳۳ درصد آب آبیاری، عملکرد خشک سورگوم علوفه‌ای ۱۹۷۳ کیلوگرم در هکتار کاهش یافت. استون و همکاران (۱۹۸۲) جهت اعمال کم آبیاری برای گیاه سورگوم، به روش آبیاری شیاری یک در میان کاهش ۲۰ تا ۵۰ درصد آب مصرفی را توصیه نمودند.

میرز و همکاران (۱۹۸۴) در آزمایشی که روی چهار رقم سورگوم با چهار دور آبیاری ۷، ۱۴، ۲۴ و ۲۸ روز انجام دادند، پراکندگی ریشه و مقدار تبخیر را مورد بررسی قرار داده و نتیجه گرفتند که در آبیاری با دور کمتر، جذب آب از قسمت پایین ریشه کمتر بوده و بیشتر جذب آب از لایه سطحی خاک صورت گرفته است. سعید و نادی (۱۹۸۸) کارائی مصرف آب سورگوم علوفه‌ای را در مدیریتهای متفاوت آبیاری مورد بررسی قرار دادند. نتایج

[1] Sorghum biocolor (L.) Moench

[2] Water Productivity

Archive of SID

www.SID.ir

تحقیق نشان داد که با وجود یکسان بودن حجم آب آبیاری، تفاوت معنی‌داری در میزان عملکرد علوفه خشک سورگوم بدست آمد. هاجیز و همکاران (۱۹۸۹) نشان دادند که در آبیاری جویچه‌ای با پشته‌های پهن به فاصله ۲/۸۴ متر و پشته‌های معمولی به فاصله ۱/۴۲ متر تغییر چندانی در محصول سورگوم مشاهده نشد. لیکن مقدار آب مصرف شده در پشته‌های پهن حدود نصف مقدار آبی بوده که در آبیاری جویچه‌ای معمولی مصرف شده است. تاک و هاول (۲۰۰۳) کارائی مصرف آب سورگوم را در یک خاک لومی رسی به طور متوسط ۱/۴۶ کیلوگرم بر مترمکعب و در خاکهای لومی شنی بیشتر و در خاکهای لومی سیلتی کمتر از این مقدار گزارش نمودند و همچنین مقدار کارائی مصرف آب سورگوم علوفه‌ای در دو فصل رشد متفاوت، یکسان نبود.

فاری و فاسی (۲۰۰۶) کارائی مصرف آب سورگوم را با ذرت در یک خاک لومی در اسپانیا مقایسه نمودند و مقدار کارائی مصرف آب بیشتری را برای سورگوم گزارش کردند. در آزمایش هاول و همکاران (۲۰۰۷)، کارائی مصرف آب و نیز تبخیر و تعرق سورگوم در تگزاس امریکا مورد مطالعه قرار گرفت و نتیجه گردید که با ۵۰ درصد کاهش میزان آب آبیاری در روش آبیاری بارانی، میزان تبخیر و تعرق سورگوم از ۶۲۱ به ۵۶۰ میلیمتر کاهش یافت و همچنین کارائی مصرف آب و وزن علوفه خشک به طور خطی با کم آبیاری کاهش یافت، اما وزن دانه و شاخص برداشت، تحت تأثیر کم آبیاری قرار نگرفتند. همچنین بررسی رطوبت در پروفیل خاک نشان داد که در شرایط آبیاری کامل، سورگوم آب را از عمق ۱/۲ متری خاک خارج می‌نماید، در حالیکه در شرایط کم آبیاری، می‌تواند تا عمق ۱/۷ متری رطوبت خاک را تخلیه می‌نماید. در آزمایشی عملکرد سورگوم دانه‌ای و ذرت، تحت شرایط کم آبیاری مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد که با کاهش آب آبیاری به میزان ۵۰ درصد، عملکرد ذرت ۲۰ درصد کاهش می یابد، در حالیکه عملکرد سورگوم دانه ای به ازای ۷۲ درصد کاهش آب آبیاری، تنها ۸ درصد کاهش یافت (کاک، ۲۰۰۹).

یوسف و همکاران (۲۰۰۹) اثر دو واریته پا بلند و پا کوتاه سورگوم علوفه‌ای را با سطوح مختلف آبیاری در دو برداشت متوالی تابستانه و پاییزه در فلسطین اشغالی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که عملکرد علوفه خشک و خصوصیات مورفولوژیکی دو واریته سورگوم با تغییر میزان آبیاری از ۱۸۰ میلیمتر به ۲۵۰ میلیمتر در طول فصل رشد، اختلاف معنی‌داری نداشتند. در سال زراعی ۱۳۸۰ هیبرید اسپیدفید سورگوم علوفه‌ای به عنوان رقم مناسب منطقه سیستان که دارای ۶۹/۹۹ و ۲۰/۹۲ تن در هکتار علوفه‌تر و خشک بود، توصیه گردید (فرزانجو و همکاران، ۱۳۸۱). فرشی و همکاران (۱۳۷۶) نیاز خالص آبیاری ذرت علوفه‌ای را در منطقه سیستان ۶۵۹/۳ میلیمتر برآورد کردند. نیاز خالص آبیاری سورگوم با طول دوره رشد ۱۲۲ روز در سیستان، ۱۰۸۶ میلیمتر می‌باشد و با توجه به اینکه در محاسبه نیاز آبیاری، برای رطوبت اولیه خاک مقداری منظور نشده است بسته به شرایط خاک و نوع زراعت ۳۰ تا ۵۰ میلیمتر به مقدار نیاز خالص آبیاری افزوده می‌گردد (بی‌نام، ۱۳۷۷).

نتایج تحقیق تأثیر کم آبیاری بر عملکرد ارقام سورگوم علوفه‌ای در اهواز نشان داد که بین میانگین صفات اندازه‌گیری شده گیاه در تیمارهای آبیاری در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت و کاهش ۴۵ درصد میزان آبیاری سبب شد تا عملکرد علوفه تر و خشک به ترتیب ۸۵/۵ و ۳۹/۴ تن در هکتار، نسبت به آبیاری کامل کاهش یابد (رهنما و همکاران، ۱۳۸۶). اثر سطوح مختلف کود و آب مصرفی بر عملکرد علوفه‌تر و خشک دو رقم سورگوم علوفه‌ای در منطقه بیرجند معنی‌دار شد و بالاترین عملکرد علوفه خشک در تیمار آبیاری کامل و ۱۱۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم بدست آمد (آذری نصر آباد و همکاران، ۱۳۸۶). آزمایش حاضر با هدف بررسی تأثیر روش و میزان آبیاری بر عملکرد سورگوم علوفه‌ای اسپیدفید، اجرا شده است. با توجه به شرایط اقلیمی خاص سیستان در صورتی که میزان کاهش عملکرد سورگوم در تیمارهای تنش، اختلاف معنی‌داری نداشته باشد، می‌توان با مقدار معینی آب، سطح زیر کشت را افزایش داد و بدین ترتیب باعث افزایش قابل توجهی در علوفه تولیدی و رشد اقتصادی کشاورزان و دامداران منطقه شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در ایستگاه تحقیقات زهک در ۲۰ کیلومتری جنوب شهرستان زابل با طول جغرافیایی ۶۱ درجه و ۴۱ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۵۴ دقیقه و ارتفاع ۴۸۳ متر از دریا که دارای اقلیم بسیار خشک با تابستان بسیار گرم و زمستان ملایم است، در سالهای زراعی ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴ اجرا گردید. بر اساس آمار و اطلاعات ایستگاه هواشناسی زهک، مقادیر حداقل، حداکثر و میانگین درجه حرارت در طول فصل رشد در سال زراعی ۱۳۸۳ به ترتیب برابر ۱۴/۶، ۴۲/۷ و ۲۹/۶ درجه سانتیگراد و در سال زراعی ۱۳۸۴ به ترتیب برابر ۱۲/۴، ۴۲/۸ و ۲۹/۵ سانتیگراد ثبت گردیده است. در ضمن مقدار بارندگی در طول فصل رشد سورگوم در سال ۱۳۸۳ و

Archive of SID

www.SID.ir

۱۳۸۴ به ترتیب برابر ۱/۳ و صفر میلیمتر بود. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه اجرا در جدول (۲) ارائه شده است. طبق این جدول بافت خاک لومی شنی است که جزء خاکهای سبک است و شور نمی‌باشد. آب آبیاری دارای هدایت الکتریکی ۳/۵ دسی زیمنس بر متر و pH برابر ۸ بوده است.

آزمایش در قالب طرح آماری بلوکهای کامل تصادفی به روش کرت های یکبار خرد شده و با سه تکرار اجرا گردید. در پلات های اصلی دو روش آبیاری شیاری و کرتی اعمال گردید و در پلات های فرعی سه سطح آبیاری شامل آبیاری کامل (T_1)، کم آبیاری به میزان ۸۰ درصد نیاز آبیاری کامل (T_2) و کم آبیاری به میزان ۶۰ درصد نیاز آبیاری کامل (T_3) اعمال گردید. هر یک از پلات های فرعی در کرتی به مساحت ۱۸۰ متر ربع (۹۰×۲) اجرا شد و فاصله بین پلاتهای فرعی ۱/۵ متر و حاشیه بالا و پایین هر پلات فرعی ۵ متر در نظر گرفته شد. با احتساب حواشی، هر پلات اصلی در کرتی به مساحت ۹۰۰ مترمربع اجرا شد. طبق توصیه موسسه تحقیقات فنی و مهندسی و اطلاعات مزرعه (نوع خاک، شیب و عمق آبیاری) طول مناسب جویچه ها ۹۰ متر انتخاب گردید. قبل از کشت جهت اجرای آزمایش، نسبت به شخم عمیق، دیسک، تسطیح و احداث جویچه ها اقدام شد. رقم کشت شده سورگوم اسپیدفید و فاصله بوته‌ها روی ردیف ۱۰ سانتیمتر از یکدیگر، عمق کاشت ۴ سانتیمتر و مقدار بذر مصرفی ۱۵ کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد. بذرها توسط دستگاه بذرکار غلات کشت شد و بر اساس آزمون خاک منطقه ۲۳۰ کیلوگرم کود اوره، ۲۰۰ کیلوگرم کود سوپرفسفات تریپل و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم استفاده شد که کود اوره در سه مرحله به صورت سرک به خاک اضافه گردید.

در سال زراعی ۱۳۸۳ عملیات زراعی به شرح ذیل بود. تاریخ کاشت ۸۳/۱/۲۴ و تاریخ سبز شدن ۸۳/۲/۲ بود. در طول دوره رشد، محصول در تاریخ‌های ۸۳/۵/۷ و ۸۳/۷/۲۵ برداشت شد و در سال زراعی ۱۳۸۴ تاریخ کاشت و سبز شدن به ترتیب ۸۴/۱/۱۶ و ۸۴/۱/۲۷ بود و برداشت محصول در تاریخ‌های ۸۴/۳/۲۹ و ۸۴/۶/۱۶ انجام گرفت. در کل دوره رشد ۱۲ مرحله آبیاری انجام گردید. نوبت اول (جهت استقرار بذور)، نوبت هشتم (شروع مجدد گیاه پس از برداشت اول)، نوبت یازدهم (به علت طوفان و تبخیر شدید) برای همه تیمارها، مقدار آب آبیاری یکسان بود. جهت تعیین عمق خالص آبیاری از فرمول زیر استفاده شد.

$$d = (Fc - \theta) \times Z \quad (۱)$$

که در فرمول (۱)، d عمق خالص آبیاری در تیمار آبیاری کامل، FC رطوبت حد ظرفیت زراعی (درصد حجمی)، Z عمق توسعه ریشه و θ میزان رطوبت حجمی خاک یک روز قبل از آبیاری در تیمار آبیاری کامل (T_1) می باشد که به روش وزنی اندازه گیری می شد. عمق ناخالص آبیاری از رابطه $I_g = \frac{d}{E}$ بدست آمد که I_g عمق ناخالص آبیاری و E راندمان می باشد که در این تحقیق مقدار آن برابر ۸۰ درصد در نظر گرفته شد. مقدار ۱۰۰ درصد عمق ناخالص آبیاری به عنوان تیمار آبیاری کامل (T_1)، ۸۰ درصد عمق ناخالص آبیاری به عنوان تیمار (T_2) و ۶۰ درصد عمق ناخالص آبیاری بعنوان تیمار (T_3) اعمال گردید. دور آبیاری که از تقسیم d بر ET_{Max} (ماکزیمم تبخیر و تعرق روزانه گیاه) بدست آمد، برای کلیه تیمارها یکسان بود و حجم آب ورودی به داخل کرتها که حاصل ضرب عمق آبیاری در مساحت هر پلات بود، با استفاده از پارشال فلوم اندازه‌گیری شد. در پایان، شاخص‌های گیاهی ارتفاع بوته، عملکرد تر و عملکرد خشک سورگوم علوفه‌ای به منظور بررسی تأثیر کم آبیاری و روش‌های آبیاری بر این پارامترها، اندازه‌گیری گردید. برای محاسبه عملکرد علوفه خشک، دو کیلوگرم از هر تیمار انتخاب و توسط دستگاه آون خشک شده و عملکرد در هر هکتار محاسبه شد.

نتایج و بحث

جدول (۳) نشان دهنده آن است که اثر سال اجرای آزمایش بر عملکرد خشک معنی دار است و عملکرد خشک محصول در سال ۱۳۸۴ با ۲۰/۹۷ تن در هکتار بالاتر از عملکرد سال ۱۳۸۳ به میزان ۱۹/۸۹ تن در هکتار شد که می توان علت اختلاف عملکرد خشک در دو سال اجرا را تغییرات در شرایط جوی منطقه بیان نمود. همچنین اثر روش آبیاری بر عملکرد خشک معنی‌دار نبود، لیکن اثر میزان آب آبیاری بر عملکرد خشک در سطح بالایی از اطمینان معنی دار شد.

جدول (۴)، اثرات متقابل روش آبیاری و مقدار آب آبیاری بر میانگین عملکرد علوفه خشک را نشان می‌دهد. میانگین عملکرد علوفه خشک در روش کرتی و شیاری به ترتیب ۲۰/۱۷ و ۲۰/۶۸ تن در هکتار حاصل شد و اثر تیمارهای آب آبیاری بر عملکرد خشک در سطح یک درصد معنی‌دار شد و تیمارهای آبیاری کامل و ۸۰ درصد آبیاری کامل به ترتیب با میانگین ۲۰/۶ و ۲۱/۳ تن در هکتار علوفه خشک در گروه آماری (a) و تیمار ۶۰ درصد آبیاری با میانگین ۱۹/۳۴ تن در هکتار علوفه خشک با اختلاف عملکرد معنی‌داری نسبت به تیمارهای دیگر در گروه آماری (b) قرار گرفت. به عبارت دیگر کاهش ۴۰

Archive of SID

www.SID.ir

درصد میزان آب آبیاری (در تیمار T_3) موجب کاهش ۶ درصد علوفه خشک گردید همچنین اثر متقابل روش آبیاری و میزان آب آبیاری بر عملکرد خشک معنی‌دار شد.

این نتایج را گزارشات محققینی از جمله نیو (۱۹۷۱)، استون و همکاران (۱۹۸۲) و رهنما و آبسالان (۱۳۸۶) تأیید می‌نمایند و بیان نمودند که کاهش حدود ۳۰ درصد میزان آب مصرفی، عملکرد سورگوم را تنها کمتر از دو تن در هکتار کاهش می‌دهد و با بکارگیری روش آبیاری شیاری جهت اعمال کم آبیاری، می‌توان آب مصرفی را به میزان ۵۰ درصد کاهش داد. عملکرد علوفه خشک سورگوم در این تحقیق در تیمار ۸۰ درصد آبیاری نسبت به تیمار آبیاری کامل افزایش یافت. این افزایش احتمالاً حاکی از سازگاری سورگوم و تخلیه رطوبت از اعماق پایین‌تر در شرایط کم آبی می‌باشد. این نتیجه توسط گزارش هاول و همکاران (۲۰۰۷)، مبنی بر اینکه سورگوم در شرایط کم آبی، می‌تواند رطوبت بیشتری را از خاک تخلیه کند، تأیید شده است. هر چند این نوع تفاوت عملکرد بین تیمارها می‌تواند ناشی از خطای آزمایش، نظیر خطای حاصل از اعمال راندمان آبیاری باشد. در این آزمایش با توجه به ابعاد کرتهای آزمایشی (۱۸۰ مترمربع) و نوع روش آبیاری (سطحی)، مقدار راندمان ۸۰ درصد لحاظ شده است که ممکن است باعث ایجاد شرایط نامناسب تهویه ای برای تیمار آبیاری کامل گردد و تیمار ۸۰ درصد آبیاری کامل، از نظر تهویه و رطوبت در شرایط مناسبتری قرار گرفته و عملکرد علوفه خشک آن نسبت به تیمار آبیاری کامل، افزایش یابد.

جدول (۵) نشان می دهد که عملکرد تر گیاه در روشهای مختلف آبیاری و مقادیر آب آبیاری تفاوت معنی داری ندارد. البته دلایل متعددی وجود دارد که اثر تیمارهای آب آبیاری بر عملکرد علوفه تر معنی دار نشد. چون علوفه تر هنگام برداشت دارای مقادیر زیادی از آب می باشد، ممکن است تفاوت محصول در تیمارها به علت رطوبت بالای علوفه، معنی دار نباشد. در حالیکه تأثیر تیمارها در عملکرد خشک، مشهود است. از طرفی زمان برداشت علوفه و آخرین آب آبیاری بر میزان رطوبت علوفه تر تأثیر زیادی دارد و ضریب تغییرات را بالا می برد. به این دلیل معمولاً عملکرد خشک در تجزیه و تحلیل نتایج استفاده می شود تا میزان خطا کاهش یابد. لذا جدول (۵) جهت مقایسه میزان عملکرد علوفه تر تیمارهای مختلف، ارائه شده است.

جدول (۳) نشان دهنده نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌های آزمایش است. اثر فاکتور اصلی (روش آبیاری)، بر ارتفاع بوته در سطح یک درصد معنی‌دار شد و تغییر میزان آب آبیاری (در دامنه تیمارهای اعمال شده)، توانست بر ارتفاع بوته در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری ایجاد کند. طبق جدول (۶) تیمار اصلی برتر روش آبیاری شیاری و تیمار فرعی آبیاری کامل دارای بالاترین میانگین ارتفاع بوته، ۱۲۰/۸ سانتیمتر بود. این نتایج با گزارش گاریتی و همکاران (۱۹۸۲) و آذری نصر آبادی (۱۳۸۶) مبنی بر اینکه عملکرد محصول با میزان مصرف آب به طور خطی تغییر می‌نماید و با افزایش تنش آبی سطح برگها محدود شده و در نتیجه میزان فتوسنتز و در نهایت عملکرد و اجزای عملکرد کاهش می‌یابد، مطابقت دارد.

میزان آب مصرفی تیمارها در دو روش آبیاری در طی ۱۲ نوبت آبیاری در جدول (۷) نشان داده شده است. در دو روش آبیاری، میانگین دو ساله آب مصرفی در تیمارهای آبیاری کامل (T_1)، ۸۰٪ آبیاری کامل (T_2) و ۶۰٪ آبیاری کامل (T_3) به ترتیب برابر با ۱۶۶۲۵، ۱۳۹۹۰، ۱۱۲۱۹ متر مکعب در هکتار بدست آمد و نیاز خالص آبیاری تیماری های T_1، T_2و T_3 به ترتیب برابر ۱۳۳۰۰، ۱۱۱۹۲ و ۸۹۷۵ متر مکعب در هکتار محاسبه شد. لازم به ذکر است که نیاز خالص آبیاری سورگوم در سیستان با احتساب رطوبت اولیه خاک و نوع زراعت برابر ۱۱۳۶۰ مترمکعب در هکتار گزارش شده است (بی نام، ۱۳۷۷). طبق جدول (۷) مقدار میانگین آب مصرفی سورگوم در منطقه سیستان برابر ۱۶۶۲۵ متر مکعب در هکتار محاسبه شد.

جدول (۸) مقدار کارائی مصرف آب آبیاری سورگوم علوفه‌ای را نشان می‌دهد. این مقدار از نسبت عملکرد دو ساله علوفه خشک هر تیمار (جدول ۴)، بر میانگین دو ساله آب مصرفی همان تیمار، بدست آمده است. با توجه به جدول (۸) مشاهده می‌شود که تیمار ۱۰۰ درصد آبیاری کامل، با متوسط کارائی مصرف آب ۱/۲۴ کیلوگرم علوفه خشک بر مترمکعب و تیمار ۶۰ درصد آبیاری با متوسط کارائی مصرف آب ۱/۷۲ کیلوگرم بر مترمکعب به ترتیب پایین ترین و بالاترین کارائی را به خود اختصاص دادند. تاک و هاول (۲۰۰۳) و میرز (۱۹۸۴) نیز کارائی مصرف آب بالاتر از ۱/۴ کیلوگرم در مترمکعب را برای سورگوم در شرایط کم آبی، گزارش نمودند.

به طور کلی می توان چنین نتیجه‌گیری نمود که روش مناسب آبیاری سورگوم علوفه‌ای در منطقه سیستان، آبیاری شیاری می‌باشد. همچنین می‌توان با اعمال کم آبیاری و کاهش ۲۰ درصد از آبیاری کامل ، ۲۶۳۵ متر مکعب در هر هکتار صرفه‌جویی نمود و ۲۲/۱۸ تن علوفه خشک تولید کرد. کارایی مصرف آب سورگوم علوفه‌ای در

Archive of SID

www.SID.ir

این شرایط ۱/۵۸ کیلوگرم بر مترمکعب و میانگین آب مورد نیاز برای تولید این میـزان علوفـه، ۱۳۹۹۰ متـر مکعـب در هکتار می‌باشد که با توجه به نیاز خالص آبیـاری سـورگوم در این تحقیق مشخص گردید که با وجـود یکـسان بـودن حجـم آب مـصرفی در دو روش آبیـاری سـطحی، مقـادیر متفاوتی برای کارایی مصرف آب سورگوم بدست آمد. این نتیجه با نتایج تحقیق سعید و نادی (۱۹۹۸) مبنی بـر تـأثیر مستقیم مدیریت آبیاری بر عملکرد سورگوم مطابقت دارد.

جدول ۱- میزان تحمل به شوری سورگوم و درصد کاهش محصول

میزان نسبی کاهش محصول	٪۰		٪۱۰		٪۲۵		٪۵۰		حداکثر	
هدایت الکتریکی	ECe	ECw	ECe	ECw	ECe	ECw	ECe	ECw	ECe	ECw
(دسی‌زیمنس بر متر)	۶/۸	۴/۵	۷/۴	۵	۸/۴	۵/۶	۹/۹	۶/۷	۱۳	۸/۷

Ece: هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک ECw: هدایت الکتریکی آب آبیاری

جدول ۲- مشخصات فیزیکی و شیمیائی خاک مزرعه آزمایشی ایستگاه تحقیقات کشاورزی زهک

بافت خاک	درصد اجزای بافت خاک			کربن آلی	pH	K	P	EC	عمق
	شن (٪)	لای (٪)	رس (٪)	(٪)		(ppm)	(ppm)	(ds/m)	(cm)
Sandy loam	۵۶	۳۲	۱۲	۰/۳۷	۷/۱	۱۴۰	۲/۴	۳/۶	۰-۳۰

جدول ۳- مقایسه میانگین مربعات خصوصیات مورد بررسی سورگوم علوفه‌ای در سالهای ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		عملکرد خشک	عملکرد تر	ارتفاع بوته (cm)
سال	۱	۱۰/۷۲**	۹۸۶/۹۸	۶۴
تکرار (درسال)	۲	۰/۶۲	۵۹/۲۵	۷۶/۷**
روش آبیاری (A)	۱	۲/۳۷	۱۱/۱۱	۳۸۶/۷۷**
سال × (A)	۱	۰/۵۳	۱۳/۴۴	۴۴/۴۴
خطا (A)	۴	۰/۴۶	۸۳/۲۲	۱۸/۶۲
میزان آب آبیاری(B)	۲	۱۱/۹۷**	۵۶/۳۳	۹۱۸/۷۷**
سال × (B)	۲	۰/۳۹	۲۳۶/۳	۵/۳
اثر متقابل A × B	۲	۷/۱۲**	۷/۱۱	۵۹/۱۱
سال × (A×B)	۲	۱/۸۴	۱۰/۷۷	۴/۷۷
خطا (B)	۱۶	۰/۶۵۱	۸۷/۰۹	۴/۷۷

**: اختلاف معنی دار در سطح یک درصد

جدول ۴- اثرات متقابل روش آبیاری و مقدار آب آبیاری بر میانگین عملکرد علوفه خشک (تن در هکتار)

	T_1	T_2	T_3	میانگین
کرتی	۲۰/۱۴	۲۰/۴۳	۱۹/۹۵	۲۰/۷ a
شیاری	۲۱/۱۴	۲۲/۱۸	۱۸/۷۳	۲۰/۸ a
میانگین	۲۰/۶۴ a	۲۱/۳a	۱۹/۳۴	

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵- اثرات متقابل روش آبیاری و مقدار آب آبیاری بر میانگین عملکرد علوفه تر (تن در هکتار)

	T_1	T_2	T_3	میانگین
کرتی	۱۰۳/۶۶	۹۹/۸۳	۱۰۱/۳۳	۱۰۱/۶۱ a
شیاری	۱۰۵/۶۶	۱۰۱/۸۳	۱۰۰/۶۶	۱۰۲/۷ a
میانگین	۱۰۴/۶۶ a	۱۰۱ a	۱۰۰/۸۳a	

جدول ۶- اثرات متقابل روش های آبیاری و مقدار آب آبیاری بر میانگین ارتفاع بوته (سانتیمتر)

	T_1	T_2	T_3	میانگین
کرتی	۱۱۸/۶۶	۱۰۶/۱۶	۱۰۱/۵	۱۰۸/۷۸ b
شیاری	۱۲۳	۱۱۷/۸	۱۰۵/۱	۱۱۵/۳۳a
میانگین	۱۲۰/۸a	۱۱۲ b	۱۰۳/۳ c	

جدول ۷- آب مصرفی تیمارهای مختلف آبیاری سورگوم (مترمکعب در هکتار)

تیمار	سال ۱۳۸۳	۱۳۸۴	میانگین
T_1	۱۸۴۵۰	۱۴۷۹۹	۱۶۶۲۵
T_2	۱۵۶۶۰	۱۲۳۱۹	۱۳۹۹۰
T_3	۱۲۶۰۰	۹۸۳۸	۱۱۲۱۹

جدول ۸- مقایسه کارآیی مصرف آب (WUE) مربوط به روشها و تیمارهای مختلف آبیاری

	T_1	T_2	T_3
کرتی	۱/۲۱	۱/۴۶	۱/۷۸
شیاری	۱/۲۷	۱/۵۸	۱/۶۷
میانگین	۱/۲۴	۱/۵۲	۱/۷۲

فهرست منابع:

۱. آذری نصر آباد، ع و عطاردی، ب. ۱۳۸۶. گزارش نهایی بررسی اثرات مختلف آب آبیاری بر عملکرد دو رقم سورگوم لوفه‌ای. انتشارات موسسه تحقیقات خاک و آب. ۱۵ صفحه.

۲. استاسکوف، ن. ۱۳۷۶. ترجمه: راشد، محمدحسن. زراعت غلات. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۰۶ صفحه.

۳. اهدائی، ب. ۱۳۷۲. اصلاح نباتات. انتشارات دانشگاه شهید چمران. ۶۲۲ صفحه.

۴. بی نام، ۱۳۷۷. طرح بهینه‌سازی الگوی مصرف آب کشاورزی (نیاز خالص آبیاری محصولات زراعی و باغی). وزارت نیرو- وزارت جهاد کشاورزی.

۵. بی نام، ۱۳۸۸. آمار نامه کشاورزی محصولات زراعی سال ۸۷-۱۳۸۶. جلد اول. وزارت جهاد کشاورزی. معاونت برنامه ریزی و اقتصادی. دفتر آمار و فناوری اطلاعات. ۱۱۷ صفحه.

۶. بی نام، ۱۳۸۸. آمار نامه کشاورزی محصولات زراعی سال ۱۳۸۷. جلد دوم. وزارت جهاد کشاورزی. معاونت برنامه ریزی و اقتصادی. دفتر آمار و فناوری اطلاعات. ۲۷۸ صفحه.

۷. رهنما، ع و آبسالان، ش.۱۳۸۶. گزارش نهایی بررسی تأثیر کم آبیاری بر عملکرد ارقام جدید سورگوم علوفه ای در خوزستان. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان. ۲۸ صفحه.

۸. فرزانجو، م. داوطلب ادیمی،ن و روحانی نژاد، ح. ۱۳۸۱. گزارش نهایی بررسی و مقایسه عملکرد ارقام جدید سورگوم علوفه ای. انتشارات مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سیستان. ۱۲صفحه.

Archive of SID

www.SID.ir

۹. فرشی، ع.ا. شریعتی، م.ر، جارالهی، ر. قائمی، م.ر، شهابی فر، م و تولائی، م.م. ۱۳۷۶. برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور. نشر آموزش کشاورزی. ۹۰۰ صفحه.

۱۰. فومن آجیرلو، ع. ۱۳۷۵. گزارش نهایی اصلاح سورگوم در ایران در سال‌های ۱۳۷۵-۱۳۶۵ همراه با نتایج تحقیقات به‌نژادی آن. انتشارات مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر. ۲۳ صفحه.

۱۱. سلطانی، ع. ۱۳۶۹. بررسی ارزش غذایی ارقام سورگوم کاشته شده در ایران. پایان نامه دکتری. دانشکده داروسازی اصفهان. ۹۵ صفحه.

۱۲. کریمی، ه . ۱۳۷۶. زراعت و اصلاح گیاهان علوفه‌ای. انتشارات دانشگاه تهران. ۴۱۴ صفحه.

۱۳. ناروئی راد، م و فرزانجو ،م. ۱۳۸۴. گزارش نهایی بررسی مقدماتی تنش خشکی در توده های سورگوم بانک ژن گیاهی ملی ایران. انتشارات مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سیستان. ۳۷ صفحه.

14. Carmi, A ., N. Umiel. A. Hagiladi. E. Yosef. D. Ben-Ghedalia. and J. Miron. 2005. Field performance and nutritive value of a new forage sorghum variety Pnina recently developed in Israel. J. Sci . Food Agric. 85: 2567– 2573.
15. Farre, I., and J.M. Faci. 2006. Comparative Response of maize (Zea mays L.) and sorghum (Sorghum bicolor L. Moench) to deficit irrigation in a mediterranean environment. Agric. Water Mgmt. 83: 135-143.
16. Fuman Ajirlou, A., 2000. Sorghum Research in Iran. Improving crops of the semi-arid tropics in Iran. Co-Published by ICRISAT and AREEO. Patancheru, P. O., Andhra Pradesh. 502324, India.
17. Garrity, D. P., D. G. Wattes. C. Y. Sullivan. and J. R. Gilley. 1982 . Moisture deficits and grain sorghum performance : Evapotranspirationyield relationships. Agron .J.74: 815-820.
18. Hodges, M.E., J. F. Stone. and H. E. Reeves. 1989. Yield variability and water use in wide-spaced furrow irrigation .Agric. Water. Manage. 16: 5-13.
19. 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. and Drain. Engr. ASCE. 130(4): 277-285.
20. Howell, T.A., J.A. Tolk. S.R. Evett. K.S. Copeland. and D.A. Dusek. 2007. Evapotranspiration of Deficit Irrigated Sorghum. World Environmental and Water Resources Congress. ASCE.
21. Klocke, N. 2009. Corn and Grain Sorghum Production with Limited Irrigation. 21st Annual central plains irrigation conference. Kansas. Feb 24-25.
22. Mass, E. V., and G. J. Hoffmanm. 1986. Salt tolerence of plants. Applied Agricultural Research. 1: 12-26.
23. Myers, R. J., K. Foale. and A. A. Done. 1984. Responses of grain sorghoum to varying irrigation frequency in arid irrigation area, evaporanspiration. Water use efficiency and root distribution of sifferent cultivars. Aust. J. Agric. Res. 35: 31-42.
24. New, L. 1971. Influence of alternate furrow irrigation and time of application on grain sorghum production. Tex. Agric. Exp. Sat. Prog. Rept. No. 2953.
25. Saeed, I. A. M., and A. H. EL-Nadi. 1998. Forage sorghum yield and water use efficiency under variable irrigation.Irrig Sci 18:67-71
26. Stone, J. F., J. E. Reeves. and J. E. Carton. 1982. Irrigation water conservation by using wide-spaced furrow Agr.wtr.mymt. 5: 309-317.
27. Tabosa, J.N., A.S. Arcoverde. M.A. Araugo. and J.P. Santos. 1986 .Preliminary evaluation of forage sorghum and maize lines in semi-arid Pernambuco state . Brazilian Sorghum News let. 29: 1 –10.
28. Tolk, J.A., and T.A. Howell. 2003. Water use efficiencies of grain sorghum grown in three USA southern Great Plains soils. Agric. Water Mgmt. 59: 97–111.

Archive of SID

www.SID.ir

29. Yosef, E., A. Carmi. M. Nikbacht. A. Zenou. N. Umiel. and j. Miron. 2009. Characteristics of tall versus short-type varieties of forage sorghum grown under two irrigation levels, for summer and subsequent fall harvest, and digestibility by sheep of their silage. Animal feed science and Technology. 152: 1-11.
30. Zerbini, E., and D. Thomas. 2003 .Opportunities for improvement of nutritive value in sorghum and pearl millet residues in south Asia through genetic enhancement. Field Crop Res. 84: 3– 15.

Archive of SID

www.SID.ir