Archive of SID

اثر کم آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم سورگوم علوفه‌ای

عبدالامیر راهنما[۱]، شکراله آبسالان[۲] و محمد امین مکوندی[۳]

چکیده

به منظور برآورد اثر سطوح کم آبیاری بر عملکرد ارقام سورگوم علوفه‌ای آزمایشی طی دو سال زراعی ۸۵ و ۸٦ در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی به روش کرت‌های یک بار خرد شده در ٤ تکرار اجرا گردید. تیمارها شامل چهار سطح آبیاری کامل، ۸۵، ۷۰ و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه در کرت‌های اصلی و سه رقم سورگوم اسپیدفید، KFS_2 و KFS_4 در کرت‌های فرعی بودند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین میانگین صفات در تیمارهای آبیاری در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت. کاهش ٤۵ درصدی میزان آبیاری سبب شد تا ارتفاع ساقه ٤۹/٤ سانتی‌متر، تعداد پنجه در بوته ۱/۸ عدد، شاخص سطح برگ ۳/۸ واحد، نسبت برگ به ساقه ۰/۹ درصد، عملکرد علوفه تر و خشک به ترتیب ۳۹/٤ و ۸/۵ تن در هکتار نسبت به آبیاری کامل کاهش یابند. در بین ارقام، رقم اسپیدفید با ۸۹/۵ سانتی‌متر ارتفاع ساقه و ۲/۲ درصد نسبت برگ به ساقه نسبت به سایر ارقام برتر بود و رقم KFS_2 در رده بعدی قرار گرفت. اثرات متقابل آبیاری در رقم نیز از نظر عملکرد علوفه تر و خشک به ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد اختلاف معنی‌داری داشت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش شدت تنش، میانگین صفات ذکر شده کاهش، همچنین در کلیه سطوح آبیاری رقم اسپیدفید نسبت به سایر ارقام مورد مقایسه برتری داشت. لذا، در صورت کمبود آب می‌توان با اعمال ۱۵ تا ۳۰ درصد کم آبیاری و کاشت رقم اسپیدفید عملکرد اقتصادی در حد انتظار تولید نمود.

کلمات کلیدی: *سورگوم علوفه‌ای، کم آبیاری، عملکرد.*

تاریخ دریافت: ۸۷/۸/۲۶ تاریخ پذیرش: ۸۸/۵/۱۷

۱- عضو هیات علمی سازمان ترویج، آموزش و تحقیقات کشاورزی، تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری کشور (نویسنده مسئول)
E- mail: abam_rah@yahoo.com
۲- عضو هیات علمی سازمان ترویج، آموزش و تحقیقات کشاورزی، تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری کشور
۳- کارشناس ارشد موسسه تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری کشور

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه و بررسی منابع

محدودیت شدید و یا هزینه بالای تامین و انتقال آب سبب می‌شود در برخی مواقع یا مناطق از دیدگاه اقتصادی سطح بهینه آبیاری کمتر از میزان مورد نیاز برای تولید حداکثر عملکرد باشد، لذا اعمال مدیریت کم آبیاری را امری ضروری می‌نماید (استون و همکاران، ۱۹۸۲). در دشت‌های استان خوزستان، کشت با شروع فصل بارندگی و افزایش دبی آب به صورت آبی انجام می‌شود ولی اراضی در بهار و تابستان به علت کمبود آب، بدون کشت رها می‌شوند. چنانچه بتوان با مدیریت صحیح کم آبیاری و کاشت گیاهان متحمل به خشکی در میزان آب آبیاری صرفه‌جویی کرد، می‌توان با میزان آب موجود سطح زیر کشت را افزایش و به افزایش تولید کمک کرد (راهنما و آبسالان، ۱۳۸۷).

بین تحمل به میزان تنش خشکی با تجمع مواد موثر در فرایند اسمز مثل پرولین، کاروتن و پروکسیداز رابطه وجود دارد. این ترکیبات به برگ‌ها توانایی می‌دهند تا در هنگام کاهش پتانسیل آب، فشار تورگر را حفظ نمایند (آسپینال و همکاران، ۱۹۸۳). سورگوم گیاهی سازگار به اقلیم‌های گرمسیری و نیمه گرمسیری است و در نتیجه داشتن خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی از جمله رشد آهسته جوانه تا زمانی که سیستم ریشه‌ای به خوبی گسترده شود، بالا بودن نسبت ریشه به ساقه، توانایی در کاهش پتانسیل اسمزی برگ، تنظیم فشار برگ طی دوره تنش، توانایی حفظ میزان نسبی آب برگ تحت شرایط تنش رطوبتی، تولید اپیکوتیل ضخیم و مومی و نهایتاً پیچاندن برگ‌ها طی دوره رشد، گیاهی متحمل به خشکی می‌باشد (کوچکی، ۱۳٦٤ و هنریکوئز و بیرتسچ، ۱۹۹٦). با این حال طبق نتایج گزارش شده، تنش آبی باعث کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول جوانه و وزن خشک سورگوم دانه‌ای و علوفه‌ای می‌گردد. همچنین با افزایش دوره خشکی، پتانسیل آب، محتوای نسبی آب و رشد ریشه و جوانه‌ها کاهش خواهد یافت. از طرفی تراکم کلروفیل کاهش ولی تراکم کاروتن افزایش می‌یابد (سینکی و همکاران، ۲۰۰٤). از سورگوم می‌توان به عنوان کشت جایگزین به جای محصولی که در اثر تنش‌های محیطی مثل باد و غیره از بین رفته، استفاده کرد. ارقام سورگومی که دارای قدرت پنجه‌دهی بالا و یا رویش مجدد بعد از چین برداری می‌باشند مناسب هستند. سورگوم می‌تواند دوره خشکی را تحمل و بعد از آن رشد خود را از سر گیرد. مشخص شده است که کارآیی مصرف آب سورگوم بیشتر از ذرت است. به علاوه در شرایط خشکی تاریخ کاشت دیر هنگام را بیشتر تحمل می‌کند (مارسالیس، ۲۰۰٦).

سینکی و همکاران (۲۰۰٤) گزارش کردند در تنش‌های طولانی مدت، دهیدراسیون بافت‌ها منجر به افزایش فرایند اکسیداتیو شده که باعث زوال ساختار کلروپلاست و کاهش کلروفیل و در نهایت کاهش فعالیت فتوسنتزی می‌شود. همچنین سرعت جوانه‌زنی سورگوم در پتانسیل آب بالاتر از

www.SID.ir

Archive of SID

۰/۲- مگاپاسکال کاهش یافت، اما طول جوانه و وزن ریشه تا پتانسیل ۰/۵- مگاپاسکال تحت تاثیر قرار نگرفت و طول و وزن خشک جوانه حساسیت بیشتری نسبت به ریشه نشان داد. رام و کوماری (۱۹۹۵) علاوه بر شدت، زمان بروز تنش را نیز بسیار مهم دانسته‌اند. طبق نتایج این محققین، تنش وارده به سورگوم در مرحله رشد زایشی تا ۵۰ درصد عملکرد دانه را کاهش داد اما تنش وارده در مرحله رشد رویشی تنها باعث ۳۰ درصد افت محصول گردید. نتایج دیگر محققین نیز بیانگر مهم‌تر بودن طول زمان تنش نسبت به شدت می‌باشد. طبق این گزارش‌ها اثر منفی تنش با شدت کمتر ولی طولانی‌تر، نسبت به تنش با شدت بیشتر ولی کوتاه‌تر، باعث افت عملکرد سورگوم می‌شود (ولدآبادی و همکاران، ۱۳۷۹).

هیبریدهای پر محصول سورگوم از دهه ٦٠ از استرالیا وارد کشور شده و تحقیق از همان سال بر روی آن‌ها انجام گرفت. نتایج آزمایش‌های بررسی و ارزیابی ناحیه‌ای ارقام و واریته‌های سورگوم علوفه‌ای نشان داد که هیبرید اسپیدفید با متوسط ۱۲۵/۲ تن در هکتار عملکرد علوفه‌تر و ۲۳/٤ تن در هکتار علوفه خشک طی چهار چین نسبت به سایر هیبریدها برتر بود (راهنما، ۱۳۷٦).

به علت کمبود آب، کم آبیاری به طور گسترده‌ای به‌ویژه در مناطق کم آب اجرا می‌شود. در هندوستان یک میلیون هکتار از مزارعی که دچار کم آبی هستند، در پروژه‌های بزرگی که در آن‌ها آب موجود برای سطوح بزرگ‌تری نسبت به آن‌چه که به‌طور طبیعی در آبیاری کامل به کار می‌رود مورد استفاده قرار می‌گیرد (هاشمی نیا، ۱۳۸۳).

سعید و نادی (۱۹۹۸) کارآیی مصرف آب را تحت سه مدیریت آبیاری روی گیاه سورگوم علوفه‌ای مورد بررسی قرار داده و گزارش کردند با اعمال مقدار مساوی آب تحت سه مدیریت با دور آبیاری کم، متوسط و زیاد بین میزان عملکرد تولیدی به ترتیب معادل ١٦/٣، ١١/٨ و ١٠/٥ تن در هکتار تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. آنگر (۱۹۸۸) آزمایشی تحت عنوان تولید دانه و علوفه سورگوم بدون خاکورزی در مناطق خشک انجام داد و اظهار داشت سورگوم علوفه‌ای گیاهی مقاوم به خشکی است و دوره‌های طولانی خشکی را تحمل می‌نماید ولی عملکرد آن کاهش می‌یابد.

مایرز و همکاران (۱۹۸٤) در تحقیقی دوره‌های آبیاری ۷، ١٤، ۲۸ و ٤۲ روز را در چهار رقم سورگوم بررسی و بر اساس نتایج اعلام نمودند که هر چه فواصل بین آبیاری متوالی کمتر شود، ریشه‌ها کم عمق‌تر بوده و جذب آب بیشتر از لایه‌های سطحی خاک صورت می‌گیرد، بالعکس در دور آبیاری با فواصل بیشتر در نتیجه نفوذ عمقی ریشه، جذب آب بیشتر از لایه‌های پایین‌تر خاک صورت می‌گیرد و به این ترتیب گیاه خود را با شرایط محیطی سازگار می‌کند.

به‌طور کلی آب یکی از مهم‌ترین عوامل موثر در عملکرد است و تنش آب در گیاهان علوفه‌ای سبب کاهش سرعت رشد، کاهش سطح برگ و نهایتاً کاهش تولید می‌شود. میزان حساسیت به تنش

www.SID.ir

Archive of SID

به این موضوع وابسته است که چه میزان از ماده خشک تولیدی به عنوان عملکرد اقتصادی تلقی می‌شود (استون وهمکاران، ۱۹۸۲). آزمایش حاضر با هدف بررسی اثر سطوح مختلف و تعیین سطح بهینه کم آبیاری بر عملکرد ارقام جدید سورگوم علوفه‌ای اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به مدت دو سال زراعی طی سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۸٦ در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، ایستگاه اهواز اجرا گردید. این مرکز در حد فاصل عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۱۲ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۲۸ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ٤۸ درجه و ۳۳ دقیقه تا ٤۸ درجه و ۵۵ دقیقه شرقی واقع شده است. برابر آمار هواشناسی ۳۰ ساله اخیر، متوسط مجموع بارندگی این ایستگاه ۲٤۰/٦ میلی‌متر در سال، میانگین درجه حرارت ۲۵/۳ درجه سانتی‌گراد، حداکثر و حداقل درجه مطلق سالیانه ۵۱/۲ و ۱/۰- درجه سانتی‌گراد است. مشخصات تجزیه خاک مزرعه آزمایشی نشان داد که بافت خاک لومی- رسی با متوسط هدایت الکتریکی ۳/٤ میلی موس بر سانتی‌متر و واکنش قلیایی ۷/۸ در منطقه فعال ریشه است.

این آزمایش در قالب کرت‌های یک بار خرد شده و طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با چهار سطح آبیاری کامل ۸۵، ۷۰ و ۵۵ درصد نیاز آبی گیاه در کرت‌های اصلی و سه رقم سورگوم علوفه‌ای اسپیدفید، KFS_2 و KFS_4 در کرت‌های فرعی اجرا گردید. در هر پلات فرعی ٤ خط ۵ متری با فاصله ٦۰ سانتی‌متر کشت گردید. میزان کود مصرفی بر اساس آزمون خاک و بر مبنای ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار P_2O_5 از منبع سوپر فسفات تریپل، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار K_2O از منبع سولفات پتاسیم و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره در هنگام کاشت و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن بعد از هر چین برداری بود. تاریخ کاشت برای کلیه تیمارها ثابت و در هر سال در پانزدهم اردیبهشت کشت گردید. برداشت نهایی جهت تعیین عملکرد پس از حذف حواشی از سطح ٤/۸ مترمربع انجام شد. در طول آزمایش کلیه یادداشت برداری‌های لازم شامل ارتفاع ساقه، تعداد پنجه در بوته، شاخص سطح برگ (از روش وزنی)، نسبت برگ به ساقه، عملکرد علوفه تر و خشک ثبت گردید. زمان آبیاری با استفاده از روش بیلان آب خاک بر مبنای عدم تجاوز از حد تخلیه ۵۰ درصد آب قابل استفاده تعیین گردید. بر این اساس مجموع آب سهل الوصول در عمق ٤۰ سانتی‌متری خاک و راندمان آبیاری موثر ۸۰ درصد، ٤٤ میلی‌متر محاسبه گردید، لذا جهت اعمال تیمار آبیاری کامل، ارتفاع آب کرت در هر بار آبیاری ٤٤ میلی‌متر و برای سایر تیمارها به ترتیب ۳۷/٤ ، ۳۰/۸ و ۲٤/۲ میلی‌متر در نظر گرفته شد. اعداد خام حاصل از آزمایش با نرم افزار MSTATC تجزیه و میانگین‌ها توسط آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب دو ساله نشان داد که تیمار آبیاری بر کلیه صفات اندازه‌گیری شده اثر معنی‌دار داشت. اثر سال در آبیاری فقط در رابطه با ارتفاع ساقه معنی‌دار شد و بر سایر صفات اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه مرکب میانگین مجذورات و سطح معنی‌دار بودن عملکرد و سایر فاکتورها

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع ساقه	تعداد پنجه	شاخص سطح برگ	برگ به ساقه	عملکرد علوفه تر	عملکرد علوفه خشک
سال	۱	۴۸۱۲/۴**	۰/۳۴*	۱۱/۸**	۰/۰۲^{ns}	۵۰/۶^{ns}	۷/۲*
تکرار (سال)	۶	۶۵/۴۷^{ns}	۰/۱۲^{ns}	۷/۷**	۰/۲۲**	۱۸/۷^{ns}	۰/۶^{ns}
آبیاری	۳	۱۰۹۹۸/۲**	۱۳/۲۰**	۶۳/۵**	۳/۸۰**	۶۳۶۴/۶**	۲۹۸/۱**
سال*آبیاری	۳	۳۱۴/۸*	۰/۰۴^{ns}	۱/۴^{ns}	۰/۰۵^{ns}	۱۴/۹^{ns}	۱/۹^{ns}
خطا	۱۸	۷۰/۹	۰/۰۶	۰/۷	۰/۰۵	۱۲/۰	۰/۹
ارقام	۲	۲۴۱۱/۲**	۵/۸۵**	۱۵/۲**	۱/۴۳**	۵۱۸/۵**	۴۳/۰**
سال*ارقام	۲	۱۳/۱^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۲/۲*	۰/۰۲^{ns}	۳۵/۰^{ns}	۰/۵^{ns}
آبیاری* ارقام	۶	۵۱/۷^{ns}	۰/۶۹**	۱/۸**	۰/۰۶^{ns}	۴۰/۹*	۴/۲**
سال*آبیاری*ارقام	۶	۲۹۲/۲**	۰/۲۸*	۰/۵^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۲۹/۰^{ns}	۲/۸*
خطا	۴۸	۴۵/۰	۰/۱۱	۰/۵	۰/۰۵	۱۴/۰	۱/۰
ضریب تغییرات (درصد)		۸/۴	۲۰/۱	۲۵/۶	۱۱/۰	۱۰/۴	۱۱/۷

ns، **، *، به ترتیب عدم اختلاف معنی‌دار، اختلاف معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد

ارتفاع ساقه

مقایسه میانگین اثرات اصلی سطوح مختلف آبیاری (جدول ۲) نشان داد که افزایش تنش آبیاری باعث گردید تا ارتفاع ساقه از ۹۹/۳ سانتی‌متر در تیمار آبیاری کامل به ٤۹/۹ سانتی‌متر در تیمار آبیاری ۵۵ درصد نیاز آبی کاهش یابد، یعنی به ازاء هر یک درصد کاهش در میزان آب آبیاری متوسط ارتفاع ساقه ۱/۱ سانتی‌متر کاهش یافت. مقایسه میانگین اثرات سال در سطوح مختلف آبیاری نیز نشان داد که بیشترین و کمترین ارتفاع ساقه معادل ۱۰۲/۲ و ٤۳/۲ سانتی‌متر به ترتیب در تیمار آبیاری کامل و تیمار ۵۵ درصد نیاز آبی گیاه تولید گردید (جدول ۳). از بین ارقام مورد بررسی رقم اسپیدفید با متوسط ۸۹/۵ سانتی‌متر بیشترین ارتفاع ساقه و رقم KFS_4 با متوسط ارتفاع ۷۳/۱ سانتی‌متر کمترین ارتفاع ساقه را تولید و به ترتیب در گروه‌های a و b قرار گرفتند (جدول ٤). بین اثرات متقابل تیمارهای آبیاری در رقم در سال از نظر متوسط ارتفاع ساقه نیز در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت و رقم اسپیدفید در تمام سطوح آبیاری و سال، بر سایر ارقام مورد بررسی برتر بود (جدول ۹). رزمی و قاسمی (۱۳۸٦) نیز کاهش ارتفاع ساقه سورگوم در تنش خشکی را گزارش نموده‌اند و بیان کرده‌اند که کاهش ارتفاع در شدت تنش

www.SID.ir

Archive of SID

متوسط به علت کاهش طول میانگره و در تنش شدید به علت کاهش تعداد و طول میانگره بوده است.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات اصلی سطوح مختلف تیمارهای آبیاری (متوسط دو سال)

تیمار	ارتفاع ساقه (سانتی‌متر)	تعداد پنجه در بوته	شاخص سطح برگ	نسبت برگ به ساقه	عملکرد علوفه تر (تن در هکتار)	عملکرد علوفه خشک (تن در هکتار)
آبیاری کامل	۹۹/۳ a	۲/۷ a	۵/۰ a	۲/۴ a	۵۷/۶ a	۱۳/۰ a
آبیاری ۸۵ درصد	۸۹/۹ a	۱/۶ b	۳/۱ ab	۲/۲ b	۳۶/۶ b	۸/۹ b
آبیاری ۷۰ درصد	۷۹/۳ a	۱/۴ c	۲/۱ b	۱/۸ bc	۳۲/۳ b	۷/۷ b
آبیاری ۵۵ درصد	۴۹/۹ b	۰/۹ d	۱/۲ c	۱/۵ c	۱۸/۲ c	۴/۵ c

اعداد دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات سال در سطوح مختلف آبیاری (متوسط دو سال)

	تیمار	ارتفاع ساقه (سانتی‌متر)
سال اول	**آبیاری کامل**	۹۶/۳ ab
	آبیاری ۸۵ درصد	۸۲/۹ abc
	آبیاری ۷۰ درصد	۶۷/۶ bcd
	آبیاری ۵۵ درصد	۴۳/۲ d
سال دوم	**آبیاری کامل**	۱۰۲/۲ a
	آبیاری ۸۵ درصد	۹۶/۹ ab
	آبیاری ۷۰ درصد	۹۱/۱ ab
	آبیاری ۵۵ درصد	۵۶/۶ cd

اعداد دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات اصلی ارقام سورگوم (متوسط دو سال)

تیمار	ارتفاع ساقه (سانتی‌متر)	نسبت برگ به ساقه
رقم اسپیدفید	۸۹/۵ a	۲/۲ a
رقم KFS_2	۷۶/۲ a	۱/۸ c
رقم KFS_4	۷۳/۱ b	۲/۰ b

اعداد دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند

تعداد پنجه در بوته

بین متوسط پنجه‌زنی تیمارهای مختلف آبیاری، ارقام و اثرات متقابل آن‌ها در سطح یک درصد و اثرات متقابل سال در آبیاری در رقم نیز در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار بود که احتمالاً ناشی از تغییر نسبی متفاوت روند تغییرات طی دو سال آزمایش می‌باشد. مقایسه میانگین تعداد پنجه در بوته در تیمارهای مختلف آبیاری نشان داد که بیشترین تعداد پنجه در بوته معادل ۲/۷ عدد پنجه در هر بوته در بالاترین سطح آبیاری یعنی تیمار آبیاری کامل تولید و در گروه a قرار گرفت، سایر تیمارهای آبیاری به ترتیب در گروه‌های b, c و d قرار گرفتند. متوسط تعداد پنجه در بوته در تیمارهای ۸۵، ۷۰ و ۵۵ درصد آبیاری کامل به ترتیب معادل ۱/٦، ۱/٤ و ۰/۹ پنجه در بوته بود (جدول ۲). اثرات متقابل آبیاری در رقم روی متوسط تعداد پنجه در بوته نیز در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری نشان داد. در تمامی سطوح

www.SID.ir

Archive of SID

آبیاری رقم اسپیدفید به ترتیب با متوسط تولید ۳/۵، ۲/۲، ۱/٦ و ۱/۲ پنجه در بوته بیشترین تعداد پنجه را تولید کرد. ارقام KFS_4 و KFS_2 در اولین سطح آبیاری با متوسط تولید ۲/۷ و ۱/۹ پنجه در بوته، بعد از رقم اسپیدفید در گروه های b و cd قرار گرفتند. ولی اختلاف آنها در کمترین سطح آبیاری معنی‌دار نشد (جدول ۷).

با توجه به اینکه بین عملکرد علوفه‌تر و خشک با تعداد پنجه در بوته به ترتیب ۰/۹۹ و ۰/۹۸ درصد همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد، افزایش تعداد پنجه در بوته و استفاده از ارقامی با قدرت پنجه‌زنی بیشتر، موجب افزایش عملکرد خواهد شد (جدول ۸). مقایسه میانگین اثرات متقابل سال در آبیاری در رقم نشان داد که بالاترین تعداد پنجه به میزان ۳/۹، از تیمار آبیاری کامل و رقم اسپیدفید در سال اول به‌دست آمد. این تیمار برتری خود را در سال دوم نیز حفظ کرد. در مجموع دو سال، رقم KFS_2 با آبیاری ۵۵ درصد کمترین تعداد پنجه را تولید نمود (جدول ۹).

شاخص سطح برگ

نتایج تجزیه واریانس شاخص سطح برگ نشان داد که بین تیمارهای آبیاری و ارقام و اثرات متقابل آبیاری در ارقام در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت، ولی بین اثرات متقابل سال در آبیاری در ارقام اختلاف معنی‌داری دیده نشد، که عمدتاً ناشی از عدم اختلاف معنی‌دار اثرات متقابل سال در آبیاری می‌باشد. ولی بین سال در ارقام از نظر شاخص سطح برگ در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۱).

مقایسه میانگین شاخص سطح برگ تیمارهای مختلف آبیاری نشان داد که بیشترین شاخص سطح برگ معادل ۵ در تیمار آبیاری کامل و در گروه a و تیمارهای آبیاری ۸۵ و ۷۰ درصد آبیاری کامل با متوسط شاخص سطح برگ ۳/۱ و ۲/۱ در گروه ab و b و کمترین شاخص معادل ۱/۲ در کمترین سطح آبیاری تولید و در گروه c قرار گرفت. ملاحظه می‌گردد با افزایش میزان تنش، میزان برگ کمتری در گیاه تولید و این شاخص کاهش یافت (جدول ۲). ولدآبادی و همکاران (۱۳۷۹) نیز شاخص سطح برگ سورگوم را در شرایط مطلوب ۵/۱ و در شرایط تنش متوسط و شدید به ترتیب ٤/٤ و ۳/۸ برآورد نمودند. روند تغییرات شاخص سطح برگ تیمارهای مختلف طی دو سال آزمایش به لحاظ کاهش دارای روند ثابت و فاقد اختلاف معنی‌دار بود.

بررسی نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری در رقم نیز نشان داد که بیشترین شاخص سطح برگ به میزان ۵/۹ به آبیاری کامل و رقم KFS_2 تعلق گرفت و در همین سطح آبیاری اختلاف بین سایر ارقام معنی‌دار نشد. همچنین شاخص سطح برگ تمامی ارقام با کاهش سطح آبیاری دچار افت محسوس گردید. اما نکته قابل توجه برتری این شاخص در رقم اسپیدفید نسبت به رقم KFS_2 در سطح آبیاری ۸۵ درصد است. به علاوه این‌که اختلاف شاخص سطح برگ رقم

www.SID.ir

Archive of SID

اسپیدفید در دو سطح آبیاری کامل و ۸۵ درصد نیز معنی‌دار نشده است. کسب این نتیجه نشان می‌دهد که در شرایط تنش، رقم اسپیدفید نسبت به سایر ارقام از تحمل بیشتری برخوردار می‌باشد. به گونه‌ای که افت آن از سطح آبیاری ۷۷ درصد شروع شد. کمترین شاخص سطح برگ نیز از اثر متقابل سطح آبیاری ۵۵ درصد و رقم KFS_4 حاصل شد (جدول ۷).

سایر (۱۹۹٤) در همین رابطه اظهار داشت که تنش آبیاری بر شاخص سطح برگ و سرعت رشد آن اثر منفی داشته و این شاخص را ۲۰ درصد کاهش داد.

مقایسه میانگین اثرات سال در رقم نیز نشان داد که بیشترین و کمترین شاخص سطح برگ به میزان ۳/۹ و ۱/۹ به ترتیب از تیمارهای رقم KFS_2 در سال اول و رقم KFS_4 در سال دوم به‌دست آمد. البته اختلاف رقم اسپیدفید با KFS_2 در سال اول معنی‌دار نشد و در سال دوم از آن پیشی گرفت که نشان دهنده ثبات و تحمل بیشتر این رقم می‌باشد.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات اصلی سال در رقم (متوسط دو سال)

	تیمار	شاخص سطح برگ
سال اول	رقم اسپیدفید	۳/۵ ab
	رقم KFS_2	۳/۹ a
	رقم KFS_4	۲/۲ de
سال دوم	رقم اسپیدفید	۳/۱ bc
	رقم KFS_2	۲/۶ cd
	رقم KFS_4	۱/۹ e

اعداد دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند

نسبت برگ به ساقه

نتایج تجزیه واریانس مرکب دو سال آزمایش نشان داد که سطوح مختلف آبیاری و ارقام از نظر نسبت برگ به ساقه دارای اختلاف معنی‌دار بوده، ولی بین اثرات متقابل آبیاری در ارقام اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۱).

مقایسه میانگین سطوح مختلف آبیاری نشان داد که تنش آبیاری سبب کاهش نسبت برگ به ساقه شده است. بیشترین نسبت برگ به ساقه معادل ۲/٤ در گروه a و از تیمار آبیاری کامل به دست آمد. نسبت برگ به ساقه سایر سطوح آبیاری یعنی ۸۵، ۷۰ و ۵۵ درصد آبیاری کامل به ترتیب معادل ۲/۲ در گروه ab، ۱/۸ در گروه bc و ۱/۵ درصد در گروه c بود. این نتیجه نشان داد که افزایش تنش آبیاری سبب کاهش سطح برگ و کاهش نسبت برگ به ساقه گردید (جدول ۲).

بین متوسط نسبت برگ به ساقه ارقام نیز اختلاف معنی‌داری دیده شد. بیشترین نسبت برگ به ساقه معادل ۲/۲ در رقم اسپیدفید تولید و در گروه a قرار گرفت. رقم KFS_4 نیز با متوسط تولید ۲/۰ نسبت برگ به ساقه در گروه بعدی قرار گرفت. رقم KFS_2 علی‌رغم تولید شاخص سطح برگ بیشتر نسبت به رقم KFS_4، ولی با توجه به تولید ساقه‌های بیشتر، نسبت برگ به ساقه کمتری تولید و در گروه c قرار گرفت (جدول ٤). نتایج چپمن و وستگیت (۱۹۹۳) نشان می‌دهد که در کاهش نسبت برگ به ساقه در شرایط تنش، کاهش تعداد برگ عامل موثرتری نسبت به کاهش سطح

www.SID.ir

Archive of SID

برگ می‌باشد. لذا انتخاب ارقامی که بتوانند تعداد برگ بیشتری تولید کنند و یا در شرایط تنش، افت کمتری در تعداد برگ آن‌ها دیده شود مناسب‌تر است. طبق نظر ماتیو و همکاران (۲۰۰٤) از آن‌جا که تشکیل اکثر آغازین‌های برگ‌های جدید در مریستم انتهایی سورگوم تا زمان استقرار گیاه صورت می‌گیرد، لذا با تامین رطوبت مناسب خاک در این مرحله می‌توان تا حدود زیادی از کاهش تعداد برگ جلوگیری نمود.

عملکرد علوفه

جدول تجزیه واریانس مرکب نشان داد که بین تیمارهای آبیاری و ارقام و اثرات متقابل آبیاری در ارقام از نظر عملکرد علوفه‌تر و علوفه خشک اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۱). بیشترین عملکرد علوفه تر و خشک معادل ٥٧/٦ و ۱۳/۰ تن در هکتار در تیمار آبیاری کامل تولید گردید. میزان ۱۵ درصد کاهش در آب آبیاری سبب شد تا عملکرد علوفه تر و خشک به ترتیب با ٣٦/٦ و ۸/۹ تن در هکتار معادل ۳۷/۰ و ۳۱/۵ درصد و کاهش ۳۰ درصد آبیاری موجب گردید تا عملکرد علوفه تر با ۳۲/۳ تن در هکتار، ٤۳/۹ درصد و عملکرد علوفه خشک با ۷/۷ تن در هکتار، ٤۰/۸ درصد کاهش یابد. در بیشترین سطح تنش با ٤٥ درصد کاهش آب آبیاری میزان عملکرد علوفه تر و خشک تولیدی با ٦٨/٤ و ٦٥/٤ درصد کاهش ۱۸/۲ تن در هکتار علوفه تر و ٤/٥ تن در هکتار علوفه خشک بود (جدول ۲). به عبارت دیگر کارایی مصرف آب در تیمارهای تنش جزیی (۱۵ درصد) و تنش متوسط (۳۰ درصد) در حد قابل قبول ۰/۷٦۱ و ۰/۷۹۳ کیلوگرم بر مترمکعب و در تیمار تنش شدید (٤٥ درصد) معادل ۰/٥۳٤ کیلوگرم بر متر مکعب بود (جدول ٦). رزمی و قاسمی (۱۳۸٦) گزارش کردند که تنش خشکی به‌واسطه تاثیر منفی بر شاخص سطح برگ، ارتفاع و سایر صفات رویشی موجب افت عملکرد سورگوم گردید. این محققین بیشترین عملکرد را در تیمار شاهد (آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر) به‌دست آوردند.

جدول ۶- میزان کاهش عملکرد و کارایی مصرف آب در تیمارهای مختلف

تیمار	درصد کاهش آبیاری نسبت به شاهد	درصد کاهش عملکرد علوفه تر نسبت به شاهد	درصد کاهش عملکرد علوفه خشک نسبت به شاهد	مجموع آب مصرفی (مترمکعب)	کارایی مصرف آب (کیلوگرم به مترمکعب)
آبیاری کامل	-	-	-	۱۳۷۷۹	۰/۹۴۳
آبیاری ۸۵ درصد	۱۵ درصد	۳۷/۰	۳۱/۵	۱۱۶۹۵	۰/۷۶۱
آبیاری ۷۰ درصد	۳۰ درصد	٤۳/۹	٤۰/۸	۹۷۱۱	۰/۷۹۳
آبیاری ٥٥ درصد	٤٥ درصد	٦٨/٤	٦٥/٤	۸۳۳۷	۰/٥۳٤

نتایج تحقیقات در خصوص مقایسه ارقام سورگوم علوفه‌ای نشان داده است که رقم اسپیدفید سازگارترین رقم جهت کشت در خوزستان می‌باشد (راهنما و آبسالان، ۱۳۸۷). مقایسه میانگین اثرات

www.SID.ir

Archive of SID

متقابل تنش آبیاری در ارقام (جدول ۷) نیز نشان داد که آبیاری کامل بیشترین عملکرد علوفه تر و خشک را تولید نمود و با افزایش شدت تنش آبیاری، عملکرد ارقام کاهش یافت. در کلیه سطوح آبیاری رقم اسپیدفید نسبت به سایر ارقام برتر بود. بیشترین عملکرد علوفه تر و خشک به ترتیب معادل ٦٤ و ۱۵/۳ تن در هکتار در آبیاری کامل و رقم اسپیدفید و کمترین عملکرد علوفه تر و خشک به ترتیب معادل ۱۵/۷ و ۳/۹ تن در هکتار در کمترین سطح آبیاری و رقم KFS_4 تولید گردید.

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سال در آبیاری در رقم نشان داد که رقم اسپیدفید و سپس KFS_2 در سطوح آبیاری کامل و ۸۵ درصد در هر دو سال آزمایش از برتری چشم‌گیری در تولید علوفه خشک نسبت به سایر تیمارها برخوردار بوده‌اند. رقم KFS_4 به‌ویژه در سطوح آبیاری ۷۰ و ۵۵ درصد از عملکرد علوفه خشک پایینی برخوردار بود (جدول ۹).

جدول ۷- مقایسه میانگین دو سال اثرات متقابل سطوح مختلف آبیاری در رقم

تیمار		تعداد پنجه در بوته	شاخص سطح برگ	عملکرد علوفه تر (تن در هکتار)	عملکرد علوفه خشک (تن در هکتار)
آبیاری کامل	رقم اسپیدفید	۳/۵ a	۳/۵ b	۶۴/۰ a	۱۵/۳ a
	رقم KFS_2	۱/۹ cd	۵/۹ a	۵۶/۱ b	۱۲/۲ b
	رقم KFS_4	۲/۷ b	۳/۶ b	۵۲/۷ b	۱۱/۶ b
آبیاری۸۵ درصد	رقم اسپیدفید	۲/۲ c	۳/۷ b	۴۱/۸ c	۱۰/۳ c
	رقم KFS_2	۱/۳ f	۳/۵ b	۳۵/۹ d	۸/۷ d
	رقم KFS_4	۱/۵ ef	۲/۱ cde	۳۲/۰ e	۷/۷ e
آبیاری۷۷ درصد	رقم اسپیدفید	۱/۶ de	۲/۳ cd	۳۳/۷ de	۸/۳ de
	رقم KFS_2	۱/۲ f	۲/۶ c	۳۵/۳ de	۸/۲ de
	رقم KFS_4	۱/۴ ef	۱/۶ def	۲۷/۸ f	۶/۶ f
آبیاری۵۵ درصد	رقم اسپیدفید	۱/۲ f	۱/۳ ef	۲۰/۹ g	۵/۱ g
	رقم KFS_2	۰/۸ g	۱/۳ ef	۱۸/۱ gh	۴/۵ gh
	رقم KFS_4	۰/۸ g	۱/۰ f	۱۵/۷ h	۳/۹ h

اعداد دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند

جدول ۸- همبستگی بین عملکرد و سایر صفات ثبت شده

	ارتفاع ساقه	پنجه	برگ به ساقه	شاخص سطح برگ	علوفه تر	علوفه خشک
ارتفاع ساقه	۱					
پنجه	۰/۸۷ *	۱				
برگ به ساقه	۰/۹۰ **	۰/۹۸ **	۱			
شاخص سطح برگ	۰/۹۶**	۰/۹۰ **	۰/۹۶ **	۱		
علوفه تر	۰/۹۲ **	۰/۹۹ **	۰/۹۸ **	۰/۹۳ **	۱	
علوفه خشک	۰/۹۴ **	۰/۹۸ **	۰/۹۸ **	۰/۹۵ **	۰/۹۹ **	۱

** همبستگی معنی‌دار در سطح ۱ درصد و * همبستگی معنی‌دار در سطح ۵ درصد

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که سورگوم علوفه‌ای رقم اسپیدفید سطوح ۸۵ و ۷۰ درصد نیاز آبی را به‌خوبی تحمل و بسته به مدیریت آب یا کمبود آن می‌توان عملکرد اقتصادی یا عملکرد در حد انتظار تولید نمود ولی با توجه به کاهش شدید عملکرد در سطوح بالاتر تنش (در این آزمایش ۵۵ درصد نیاز آبی گیاه) آبیاری در این سطح توصیه نمی‌گردد، نهایتاً بر اساس نتایج این آزمایش می‌توان در اواسط اردیبهشت سورگوم علوفه‌ای رقم اسپیدفید را کشت نمود و از زمان جوانه‌زنی تا ساقه رفتن و استقرار کامل گیاه، مزرعه را به‌طور کامل آبیاری و پس از آن با توجه به میزان دسترسی به آب، میزان آبیاری را تا ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه کاهش و در صورت بر طرف شدن محدودیت، آبیاری را در حد معمول انجام داد.

جدول ۹ – مقایسه میانگین اثرات سال در سطوح آبیاری در رقم

تیمار	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد پنجه در بوته	عملکرد علوفه خشک (تن در هکتار)
سال اول*آبیاری کامل* رقم اسپیدفید	۱۱۰/۵ ab	۳/۹ a	۱۶/۵۷ a
رقم KFS_2	۸۵/۷ fg	۱/۸ defg	۱۲/۱۵ bcd
رقم KFS_4	۹۲/۸ cdef	۲/۷ bc	۱۲/۴ bc
آبیاری ۸۵ درصد *رقم اسپیدفید	۹۹/۷ bcd	۲ de	۱۰/۲ efg
رقم KFS_2	۸۳/۴ fg	۱/۴ fghijk	۹/۵ efgh
رقم KFS_4	۶۵/۷ hij	۱/۶ efghi	۷/۳۵ ijk
آبیاری ۷۰ درصد* رقم اسپیدفید	۷۶/۵ gh	۱/۷ defgh	۸/۸۲ fghi
رقم KFS_2	۶۶/۱ hij	۱/۳ ghijkl	۸/۴۵ ghij
رقم KFS_4	۶۰/۱ ij	۱/۵ efghij	۶/۱۷ kl
آبیاری ۵۵درصد* رقم اسپیدفید	۴۴/۴ kl	۱/۱ ijklm	۵ lm
رقم KFS_2	۴۲/۷ l	۰/۸۲ klm	۴/۶۲ lm
رقم KFS_4	۴۲/۶ l	۰/۹ jklm	۴/۴ lm
سال دوم*آبیاری کامل* رقم اسپیدفید	۱۱۲/۷ a	۳/۱ b	۱۳/۹۵ b
رقم KFS_2	۱۰۰/۳ bcd	۱/۹ def	۱۲/۲۵ bc
رقم KFS_4	۹۳/۷ cdef	۲/۷ bc	۱۰/۷۵ cde
آبیاری ۸۵ درصد *رقم اسپیدفید	۱۰۲/۶ abc	۲/۳ cd	۱۰/۴۲ def
رقم KFS_2	۸۹/۲ def	۱/۲ hijklm	۷/۹۷ hijk
رقم KFS_4	۹۸/۸ bcde	۱/۳ fghijk	۸/۰۵ hij
آبیاری ۷۰ درصد* رقم اسپیدفید	۱۰۱/۳ abcd	۱/۶ efghi	۷/۸۲ hijk
رقم KFS_2	۸۶/۹ efg	۱/۲ ghijklm	۷/۹۷ hijk
رقم KFS_4	۸۵/۲ fg	۱/۳ ghijklm	۶/۹۷ jk
آبیاری ۵۵درصد* رقم اسپیدفید	۶۸ hi	۱/۴ fghijk	۵/۱۷ lm
رقم KFS_2	۵۵/۷ jk	۰/۷ lm	۴/۳۲ m
رقم KFS_4	۴۶ kl	۰/۷ m	۳/۴ m

اعداد دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع مورد استفاده

✓ راهنما. ع. ۱۳۷٦. بررسی اثر تراکم کاشت در عملکرد سورگوم علوفه‌ای. گزارش نهایی مرکز تحقیقات کشاورزی خوزستان. صفحه ۲۵.

✓ راهنما، ع. ا. و ش. آبسالان. ۱۳۸۷. تاثیر کم آبیاری بر عملکرد ارقام جدید سورگوم علوفه‌ای در خوزستان. گزارش نهایی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان. صفحه ۳۵.

✓ رزمی، ن. و م. قاسمی. ۱۳۸٦. اثر رژیم‌های مختلف آبیاری بر رشد، عملکرد دانه و اجزای آن در ارقام سورگوم دانه‌ای در شرایط اصفهان. مجله علوم زراعی ایران. ۹ (۲): ۱٦۹ – ۱۸۳.

✓ کوچکی، ع. ۱۳٦٤. زراعت در مناطق خشک. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. صفحه ۲٦۰.

✓ ولدآبادی، ع. ر.، د. مظاهری.، ق. نورمحمدی. و الف. هاشمی دزفولی. ۱۳۷۹. بررسی اثر تنش خشکی بر خواص کمی و کیفی و شاخص‌های رشد ذرت، سورگوم و ارزن. مجله علوم زراعی ایران. ۲ (۱): ٤۷ –۳۹.

✓ هاشمی نیا. س. م. ۱۳۸۳. مدیریت آبیاری در کشاورزی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. صفحه ٥۳٤.

✓ Aspinall, D., K. V. M. Paramaswaran., and R. D. Graham. 1983. Proline accumulation in grains, floral organs and flag leaves of wheat and barley in response to variation in water and nitrogen supply. Irrigation Sci. 4: 157- 166.

✓ Chapmane, P., and M. E. Westgate. 1993. Water deficit affects receptivity of maize silk. Crop Sci. 33: 279- 282.

✓ Henriquez, C., and F. Bertsch. 1996. Effect of splitions of potassium fertilizers under crop of maize and been in cotobrus. Costarica Agronomia. Costarricense. 18:53-59. in Field Crop Abs. 49 (4): 2- 4.

✓ Marsalis, M. A. 2006. Sorghum forage production in New Mexico. NM State University. Guide A- 332. 8 pages.

✓ Matthews, K. B., D. M. Reddy., A. U. Rani., and I. M. Peacock. 2004. Response of four sorghum lines to mid season drought. Field Crop Res. 25: 279- 296.

✓ Myers, R. J., K. Foale., and A. A. Done. 1984. Responses of grain sorghum to varying irrigation frequency in arid irrigation area, evapotrans and piration, water use efficiency and root distribution of different cultivars. Aust. J. Agric. Res. 35: 31- 42.

✓ Rame, R., and S. Kumari. 1995. Influence of variable amounts of irrigation water and nitrogen fertilizer on growth, yield and water use of sorghum. Aust. J. Agric. Res. 77: 151- 161.

✓ Sayer, W. 1994. Tillage effects on dry land wheat and sorghum production in the southern great plains. Agron. J. 86: 310- 317.

✓ Saeed, I. A. M., and A. H. Nadi. 1998. Forage sorghum yield and water use efficiency under variable irrigation. Irrigation Sci. 18: 67- 71.

✓ Sinaki, j. M., G. Nourmohammadi., and A. Maleki. 2004. Effect of water deficit on seedling, plantlets and compatible solutes of forage sorghum CV. speed feed. 4th International Crop Sci. Conference. Brisbane, Aus. 26 Sep – 1 Oct.

www.SID.ir

Archive of SID

✓ Stone, J. F., H. E. Reeves., and J. E. Carton. 1982. Irrigation water conservation by using wide spaced furrows. Agri. Wtr. Mymt. 5: 309- 317.

✓ Unger, D. W. 1988. Grain and forage sorghum production with no tillage on dry land. Agron, J. 80: 193- 197.

www.SID.ir