اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم سورگوم دانه‌ای

سیدعلی طباطبایی*[۱] و حکیمه دهقان هراتی[۲]

۱) عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی یزد، یزد، ایران.
۲) کارشناس جهادکشاورزی خاتم، خاتم، ایران.

تاریخ دریافت : ۹۱/۰۲/۱۶ **تاریخ پذیرش: ۹۱/۰۴/۱۴**

چکیده

این آزمایش به منظور بررسی تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد ارقام سورگوم دانه‌ای در تابستان سال ۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی یزد به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرارانجام گردید. کرت‌های اصلی شامل سه رژیم آبیاری I_1، I_2 و I_3 (به ترتیب آبیاری پس از ۷ ، ۱۰ و ۱۳ روز) بود و تیمار فرعی را سه رقم سورگوم دانه‌ای پیام، سپیده و کیمیا تشکیل می داد. کاشت در ۵ تیر ماه در ردیف‌هایی به فاصله ۶۰ سانتی‌متر و روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر و با دست انجام شد. صفات مختلف در طول دوره رشد و در زمان برداشت یادداشت برداری و اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که با افزایش فواصل آبیاری از تیمار I_1 به I_3 طول دوره رشد ارقام، طول خوشه، تعداد خوشه در بوته، تعداد دانه در خوشه، وزن صد دانه و عملکرد دانه ارقام سورگوم به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافتند. به طوری که عملکرد دانه به میزان ۱۰/۵ درصد در I_2 و۳۰ درصد در I_3 کاهش یافت. بین عملکرد دانه و اجزاء عملکرد ارقام اختلاف چشم‌گیری وجود داشت. رقم سپیده دارای بیش‌ترین طول خوشه و تعداد دانه در خوشه بود. عملکرد دانه از بیش‌ترین به کم‌ترین مقدار به ترتیب متعلق به ارقام سپیده، پیام وکیمیا بود. در حالی که عملکرد رقم پیام بیش از سایر ارقام تحت تأثیرتنش خشکی قرارگرفت (۵۷ درصد کاهش در I_3)، رقم سپیده کم‌ترین میزان کاهش عملکرد (۳۷ درصد) و رقم کیمیا کاهش عملکردی معادل ۴۴ درصد داشتند.

واژه‌های کلیدی: سورگوم دانه‌ای، عملکرد، اجزای عملکرد، تنش آبیاری.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1391.4.16.5.1]

مقدمه

واکنش گیاهان به تنش خشکی به ماهیت کمبود آب وابسته است و می‌تواند به صورت پاسخ‌های فیزیولوژیکی به تنش خشکی کوتاه مدت (پاسخ کوتاه مدت)، تطابق غیرقابل توارث با سطح مشخصی از تنش خشکی (پاسخ میان مدت) و تطابق قابل توارث با خشکی (پاسخ بلند مدت) طبقه‌بندی شود. پاسخ کوتاه مدت به تنش آب با کاهش حداکثر جذب Co_2 همراه است. از جمله واکنش‌های میان مدت به تنش خشکی، تنظیم اسمزی به وسیله تجمع نمک‌های آلی و پاسخ بلند مدت به خشکی شامل الگوهای ژنتیکی تسهیم‌زی توده می‌باشد (Pessark, 1999). اثر یک دوره خشکی طولانی مدت بر فرآیندهای فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی مؤثر بر عملکرد بستگی به فاکتورهای زیادی دارد. این موضوع نه تنها بستگی به زمان خشکی در رابطه با سیکل زندگی گیاه و ظرفیت نگهداری آب در ناحیه ریشه دارد، بلکه به خصوصیات گیاه نیز وابسته است (تی‌یر و پیت، ۱۳۷۴). گیاه تا حد ممکن از طریق مکانیزم‌های مختلف از جمله بستن روزنه‌ها، ضخیم شدن کوتیکول، کاهش سطح تعرق کننده‌ها، افزایش وزن و طول ریشه، جلوگیری از کاهش پروتئین، بالا نگهداشتن فتوسنتز و کاهش تنفس و تنظیم اسمزی می‌تواند در برابر خشکی مقاومت کند (Hajar *et al.*, 1997). Stout (۱۹۷۷) نیز ضمن تایید این مطلب اظهار می‌دارد که کاهش طول برگ‌های جوان‌تر گیاه سورگوم تحت شرایط تنش خشکی بیش از برگ‌های مسن می‌باشد به طوری که طول برگ پرچم در تیمار عدم آبیاری حدود ۱۱ سانتی‌متر نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت در حالی که در برگ هفتم تفاوت معنی‌داری بین این دو تیمار مشاهده نشد. طبق بررسی Nakayama و Van Bavel (۱۹۶۴) تنش خشکی سبب توقف رشد سورگوم گشته و ارتفاع گیاه ۳۰ سانتی‌متر کوتاه‌تر و عملکرد دانه ۵۰٪ عملکرد در تیمار تحت آبیاری مطلوب بود. Hajar (۱۹۹۷) نیز گزارش داد که گیاهان تحت تنش عمدتا کوتاه‌تر و وزن ریشه و ساقه درآن‌ها کم‌تر می‌باشد. Lewis و همکاران (۱۹۷۴) گزارش دادند که حساس‌ترین مرحله رشد سورگوم به تنش خشکی در فاصله بین متورم شدن برگ پرچم تا پایان مرحله گرده افشانی می‌باشد. تنش خشکی در این مرحله موجب افت عملکردی معادل ۴۴ درصد (در شرایطی که پتانسیل آب خاک ۱۳- بار بود) گردید. دلیل حساسیت زیاد این مرحله به تنش خشکی را می‌توان به ایجاد اختلال در تشکیل گل و نظم گرده افشانی نسبت داد که در مجموع تعداد دانه در خوشه را تحت تاثیر قرار می‌دهند. چون گرده افشانی سورگوم در یک خوشه و در جمعیت گیاهی در مدت زمان کوتاهی اتفاق می‌افتد. شرایط نامساعد محیطی نظیر خشکی و درجه حرارت بالا، تاثیر شدیدی را بر گرده افشانی و در نتیجه بر عملکرد دانه اعمال می‌نمایند و کمبود رطوبت در زمان گرده افشانی پتانسیل دانه را از طریق سقط گل و مرگ دانه‌های گرده نقصان می‌دهد (Fisher and Wilson, 1975). از آنجا که اجزاء اصلی عملکرد دانه یعنی تعداد خوشه در واحد سطح، تعداد دانه درخوشه و وزن صد دانه در طی مراحل نسبتاً متفاوتی از رشد گیاه تعیین می‌شوند. شرایط محیطی موجود در زمان آغازش و طی دوره توسعه هر جزء عملکرد بر سهم نسبی آن جزء بر عملکرد

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1391.4.16.5.1]

اثر می‌گذارد. کاهشی که در یک جزء عملکرد به علت شرایط محیطی نامساعد بروز می‌کند به طور قابل ملاحظه‌ای پس از رفع شرایط تنش توسط اجزایی که بعداً شکل گرفته و توسعه می‌یابند جبران می‌گردد. با این حال جبران اجزاء عملکرد غالباً کامل نبوده و به ژنوتیپ گیاه و شدت تنش وارده بستگی دارد (Keisling, 1982). در سورگوم اجزاء عملکرد به خوبی یکدیگر را جبران می‌نمایند و این امر موجب می‌شود که از افت شدید عملکرد در اثر کاهش یک جزء عملکرد جلوگیری گردد (Blum *et al*., 1997). Santamaria و همکاران (۱۹۹۰) در طی آزمایشی تاثیر تنش خشکی بر روی ۶ رقم سورگوم دانه‌ای را در مرحله قبل از گرده افشانی مورد مطالعه قرار دادند. عملکرد دانه هر ۶ رقم نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت و لیکن این کاهش در ارقامی که قابلیت تنظیم اسمزی بالایی داشتند نسبت به ارقام دارای تنظیم اسمزی پائین، کم‌تر بود. تنظیم اسمزی بالا، گیاه را قادر به حفظ بیش‌تر فشار تورژسانس، افزایش بیش‌تر طول ریشه و استخراج بیش‌تر آب از خاک انتقال بهتر روزنه‌ای و گسترش بیش‌تر پانیکول می‌سازد و در مجموع تنظیم اسمزی به طور مستقیم باعث افزایش تولید ماده خشک و به طور غیر مستقیم باعث افزایش تعداد دانه در خوشه می‌شود (Chamberling and Wilson, 1982).

مواد و روش‌ها

این آزمایش در تابستان ۸۹ در مزرعه پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد با طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۵۴ دقیقه شمالی و ارتفاع متوسط ازسطح دریا ۱۲۱۰ متر به اجرا درآمد. آزمایش به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور اصلی و فرعی هر کدام در سه سطح و در ۳ تکرار در نظر گرفته شد. تیمارهای رطوبتی در قالب دور آبیاری به عنوان فاکتور اصلی شامل I_1: آبیاری پس از ۷ روز، I_2: آبیاری پس از ۱۰ روز، I_3: آبیاری پس از ۱۳ روز در نظر گرفته شدند که مقادیر هر آبیاری در تیمارهای مختلف رطوبتی بر اساس جبران کمبود رطوبت خاک تا حد FC تعیین گردید. فاکتور فرعی آزمایش نیز ۳ رقم سورگوم دانه‌ای شامل ارقام سپیده، کیمیا و پیام تعیین شدند. ابعاد کرت‌های اصلی آزمایش به طول ۱۰ متر و عرض ۷ متر (مساحت ۷۰ مترمربع) و هم‌چنین فواصل بین کرت‌های اصلی نیز ۱ متر در نظر گرفته شد. کاشت به صورت خطی که فاصله بین بلوک‌ها نیم متر و فاصله بین کرت‌ها یک متر می‌باشد. هر واحد آزمایشی شامل چهار خط کاشت به فاصله ۶۰ سانتی‌متری و فاصله روی خطوط ۱۰ سانتی‌متر و با عمق کاشت ۳-۲ سانتی‌متر می‌باشد. صفات طول خوشه و تعداد خوشه در بوته با انتخاب تصادفی ۱۰ بوته در هر واحد آزمایشی اندازه‌گیری شد. پس از حذف اثرات حاشیه، نسبت به برداشت دو خط وسط هر واحد آزمایشی اقدام و تمامی بوته‌ها برداشت و توزین گردید و پس از خرمنکوبی دانه‌ها جدا گردید و توزین شده و با تصحیح رطوبت ۱۲ درصد به عنوان عملکرد هر واحد آزمایشی منظور شد و وزن دانه ۱۰ پانیکول نیز پس از برداشت اندازه‌گیری شد. وزن هزار دانه نیز پس ازخرمنکوبی و بوجاری. رسیدن رطوبت در حد نرمال و مجاز توسط دستگاه شمارش‌گر، شمارش و توسط ترازوی دیجیتالی

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1391.4.16.5.1]

دقیق اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از اندازه‌گیری صفات مختلف با استفاده از نرم‌افزار کامپیوتری MSTAT_C و رسم نمودارها با نرم‌افزار کامپیوتری Excel صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها با روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن (DMRT) و در دو سطح احتمال ۱ و ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج جدول ۱ نشان داد که اثر تیمارهای آبیاری بر طول خوشه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. هم‌چنین نتایج جدول ۲ نشان داد که با افزایش فواصل آبیاری از طول خوشه کاسته شده است. بیش‌ترین و کم‌ترین طول خوشه (۲۳/۹۲ و ۲۱/۲۸ سانتی‌متر) به ترتیب در تیمارهای آبیاری I_1 و I_3 مشاهده شد. کاهش طول خوشه در تیمارهای تحت تنش خشکی به میزان ۶ درصد در تیمار I_2 و ۱۱ درصد در تیمار I_3 را می‌توان به دلیل کاهش تعداد و میزان رشد و طویل شدن سلول‌های خوشه تحت شرایط محدود رطوبتی دانست. بر طبق آزمایشات Brown و همکاران (۱۹۶۵) تیمارهای با آبیاری مطلوب، طول خوشه بیش‌تری نسبت به تیمارهای تنش داشته و کاربرد آب بیش‌تر موجب افزایش طول خوشه در سورگوم گردید.

جدول ۱: نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		طول خوشه	تعداد خوشه در بوته	تعداد دانه در خوشه	وزن صد دانه	عملکرد دانه
بلوک	۲	۷/۱۱ ns	۰/۰۵۶ ns	۶۴۱۹۴ ns	۰/۰۰۷ ns	۴/۶۶ ns
آبیاری	۲	۱۵۰ **	۰/۱۵۴ *	۹۸۹۵۲۹۳ **	۳/۲۲ *	۱۲۱/۸ **
خطای a	۴	۱۳/۸۵	۰/۰۰۶	۴۰۸۸۷۰	۱/۴۶	۳/۴۳
رقم	۲	۱۳۴۳ **	۰/۰۲۸۵ **	۵۶۰۳۰۴۷ **	۲۵/۹ **	۲۸۵/۹ **
آبیاری x رقم	۴	۱۴/۵ ns	۰/۰۱۹۵ *	۳۲۴۶۹۸۷ *	۰/۰۳۷۱ ns	۳۲/۳ *
خطای b	۱۲	۷۶/۷	۰/۰۰۹	۴۸۶۳۳۹۲	۲/۳۲۷	۲۴/۵۵

ns ، * و ** به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد می‌باشند.

نتایج جدول ۳ نشان داد که در بین ارقام نیز از لحاظ طول خوشه در سطح احتمال ۱ درصد تفاوت آماری وجود داشت. رقم سپیده دارای بیش‌ترین (۲۷/۴۴ سانتی‌متر) طول خوشه و دو رقم کیمیا و پیام نیز طول خوشه‌ای معادل ۲۴/۷ و ۱۹/۹۵ سانتی‌متر داشتند. شکل خوشه سه رقم پیام، سپیده و کیمیا از نوع باز می‌باشد. Downnws (۱۹۷۲) نیز وجود اختلافات ژنتیکی در طول خوشه ارقام سورگوم را مورد تأیید قرار داده است. تأثیر متقابل آبیاری در رقم برای صفت طول خوشه از لحاظ آماری معنی‌دار نبود و روند کاهش طول خوشه هر سه رقم سورگوم تحت شرایط تنش خشکی تقریباً مشابه یکدیگر بود.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1391.4.16.5.1]

جدول ۲: مقایسه میانگین صفات مورد بررسی برای تاریخ‌های مختلف آبیاری

تیمارهای آبیاری	عملکرد دانه (تن در هکتار)	وزن صد دانه (گرم)	تعداد دانه در خوشه	تعداد خوشه در بوته	طول خوشه (سانتی متر)
آبیاری پس از ۷ روز	۷/۱۴a	۲/۱۷۹a	۱۵۰۱a	۱/۲۲a	۲۳/۹۲a
آبیاری پس از ۱۰ روز	۶/۳۸b	۲/۱۶۸a	۱۴۲۹a	۱/۲۰a	۲۲/۴۸b
آبیاری پس از ۱۳ روز	۵/۱۲c	۲/۱۰۰a	۱۲۲۸b	۱/۱۰b	۲۱/۲۸c

میانگین ها به روش آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح اطمینان ۵ درصد مقایسه شده‌اند.

درهرگروه و در هر ستون، دو میانگین که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند از لحاظ آماری فاقد تفاوت معنی دار می‌باشند.

نتایج جدول ۱ نشان داد که تأثیر تیمارهای آبیاری از نظر تعداد خوشه در بوته در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. اولین جزء عملکرد تعداد خوشه در بوته یا تعداد پنجه‌های بارور در هر گیاه می‌باشد که تحت تأثیر ژنوتیپ و عملیات زراعی قرار می‌گیرد. در این آزمایش با افزایش فواصل آبیاری از تعداد خوشه به ازاء هر بوته کاسته شد و در تیمار I_3 (آبیاری پس از ۱۳ روز) به حداقل خود رسید (جدول ۲). در حالی که بین تیمارهای I_1 و I_2 از لحاظ این صفت اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. سرمدنیا و همکاران (۱۳۶۹) به وجود ارتباط نزدیک بین تعداد خوشه در واحد سطح با رژیم رطوبتی خاک اشاره کرده‌اند. ارقام سورگوم از نظر تعداد خوشه در بوته در سطح احتمال ۱ درصد با هم تفاوت آماری داشتند. در حالی که رقم پیام بیش‌ترین تعداد خوشه در بوته (۱/۴) را در تیمار I_1 داشت. دو رقم سپیده و کیمیا نیز تعداد خوشه در بوته (پنجه) معادل (۱/۳) را در تیمار I_1 داشتند.

شکل ۱ نشان می‌دهد که تأثیر متقابل آبیاری و رقم بر تعداد خوشه در بوته در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد. بیش‌ترین تعداد خوشه در بوته در شرایط کمبود شدید آب در طول دوره رشد و در تیمار آبیاری I_3 (آبیاری پس از ۱۳ روز) مربوط به رقم پیام بود. کم‌ترین تعداد خوشه در بوته نیز مربوط به سپیده بود که فقط یک خوشه به ازاء هر بوته در تمامی تیمارهای آبیاری داشت.

نتایج جدول ۱ نشان داد که تأثیر تیمارهای آبیاری بر تعداد دانه در خوشه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. با وجود این که تعداد دانه در خوشه در تیمارهای I_1 و I_2 از لحاظ آماری با هم اختلاف معنی‌دار نداشتند ولی تفاوت آن‌ها با تیمار I_3 معنی‌دار بود (جدول ۲). مطابق اظهارات Shoper (۱۹۸۹) مواجه شدن ذرت با کمبود آب و گرمای شدید در مرحله گرده افشانی باعث مرگ دانه‌های گرده شده و باروری را در گیاه کاهش می‌دهد.

ارقام نیز از نظر تعداد دانه در خوشه در سطح احتمال ۱ درصد با هم اختلاف معنی‌داری نشان دادند. بیش‌ترین تعداد دانه در خوشه (۱۸۷۴) متعلق به رقم سپیده و کم‌ترین تعداد دانه (۱۲۲۱) مربوط به رقم پیام بود. رقم کیمیا تعداد دانه در خوشه‌ای معادل ۱۴۴۳ داشت (جدول ۳).

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1391.4.16.5.1]

اثر متقابل آبیاری در رقم برای تعداد دانه در خوشه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد. به نظر می‌رسد که شیب تند روند تغییرات دانه در رقم پیام، باعث معنی‌دار شدن اثر متقابل شده است. به طوری که در تیمار I_3 که شدیدترین تیمار خشکی اعمال شده در این آزمایش می‌باشد تعداد دانه در این رقم حدود ۳۵ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت (شکل ۲). احتمال می‌رود افت شدید تعداد دانه در خوشه رقم پیام به علت کوتاه بودن طول دوره رشد این رقم و مقارن بودن زمان گرده افشانی آن با دمای هوا بالاتر نسبت به ارقام دیگر باشد در مقابل تعداد دانه در خوشه رقم سپیده نسبت به بقیه ارقام به میزان کم‌تری تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفت (۶ درصد کاهش در تیمار I_2، ۱۱ درصد کاهش در تیمار I_3). دامنه تغییرات رقم کیمیا حد واسط این دو رقم بود. Santamaria و همکاران (۱۹۷۷) کاهشی حدود ۱۰ درصد در تعداد دانه تولید شده توسط ارقام با قابلیت تنظیم اسمزی بالا در شرایطی که حداقل پتانسیل آب برگ ۰/۲- مگا پاسکال بود را گزارش دادند. در حالی که این کاهش برای ارقامی با قابلیت تنظیم اسمزی پایین حدود ۲۹ درصد بود. با توجه به وجود هم‌بستگی مثبت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد (r^2=۰/۵۲) بین تعداد دانه در خوشه با طول خوشه می‌توان نتیجه گرفت که افزایش طول خوشه موجب افزایش تعداد دانه در خوشه و بالعکس کاهش آن موجب کاهش تعداد دانه در خوشه می گردد (جدول ۴). با افزایش میزان تنش، وزن صد دانه نیز کاهش یافت ولی میزان این کاهش بین تیمارهای I_1 و I_2 معنی‌دار نبود و تنها تیمار I_3 با بقیه تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان داد (جدول ۲). عدم وجود تفاوت معنی‌دار از لحاظ وزن صد دانه در تیمارهای I_1، I_2 و I_3 را می توان به علت ایجاد مکانیسم های سازگاری به تنش خشکی در طی دوران تنش، کاهش دمای هوا در طی دوران پر شدن دانه و کاهش اختلاف پتانسیل آب بین محیط بلا فصل ریشه با خاک اطرافش ربط داد که در مجموع باعث می‌شوند گیاه شدت تنش کم‌تری را طی این مرحله تجربه کند. ضمن این که توانایی بذور در حال پیر شدن برای جذب مواد آلی و ازت ذخیره شده در بخش‌های رویشی گیاه نظیر ساقه و برگ‌ها در حفظ وزن صد دانه بذر تحت شرایط تنش خشکی بی تأثیر نیست. Kinniri (۱۹۹۲) گزارش داد که در صورت وجود تنش خشکی پس از گرده افشانی، وزن خشک ساقه سورگوم در حدود ۲۰ تا ۲۶ درصد و وزن خشک برگ‌ها در حدود ۱۴ درصد به دلیل انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای کاهش می‌یابد، در حالی که در شرایط مطلوب محیطی میزان فتوسنتز بعد از گرده افشانی برای رشد دانه‌ها کافی می‌باشد و این امر موجب می‌شود که وزن ساقه بعد از گرده افشانی کاهش نیابد (Roy and Wright, 1973).

دلیل کاهش وزن صد دانه در تیمار I_3 به میزان ۱۸ درصد نسبت به تیمار I_1 به دلیل کاهش اندازه بذر و هم‌چنین کاهش میزان پر شدن دانه به علت محدودیت مواد فتوسنتزی می‌باشد. Eck (۱۹۸۶) بیان داشت تنش‌های خشکی قبل از مرحله ساقه‌دهی هم تعداد دانه در خوشه و هم اندازه دانه را تحت تأثیر قرار می‌دهد ولی تنش‌های خشکی بعد از گرده افشانی تنها کاهش اندازه دانه را به دنبال دارد. سرعت پر شدن دانه برای وزن دانه و به تبع آن برای عملکرد دانه مهم‌تر از طول مدت پر

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1391.4.16.5.1]

شدن دانه می‌باشد. بنابراین ارقامی از سورگوم که کارایی متابولیکی و فتوسنتزی بیش‌تری در مرحله پر شدن دانه دارند به طور مؤثرتری می‌توانند تأثیر تنش خشکی را کاهش دهند.

جدول۳: مقایسه میانگین صفات مورد بررسی برای رقم های مختلف سورگوم

تیمارهای رقم	عملکرد دانه (تن در هکتار)	وزن صد دانه (گرم)	تعداد دانه در خوشه	تعداد خوشه در بوته	طول خوشه (سانتی‌متر)
پیام	۵/۰۹c	۲/۱۸۱b	۱۲۲۱c	۱/۳۰a	۱۹/۹۵c
سپیده	۶/۴۸b	۱/۱۸۸۵c	۱۸۷۴a	۱/۲۰b	۲۷/۴۴a
کیمیا	۲/۹۵d	۰/۹۹۳d	۱۴۴۳b	۱/۱۳b	۲۴/۷b

میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح اطمینان ۵ درصد مقایسه شده‌اند.

درهرگروه و در هر ستون، دو میانگین که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند از لحاظ آماری فاقد تفاوت معنی‌دار می‌باشند.

ارقام سورگوم از نظر وزن دانه در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری داشتند. در بین ارقام مورد مطالعه، رقم کیمیا کم‌ترین میزان وزن صد دانه (۰/۹۹۳ گرم) را به خود اختصاص دادند. ارقام پیام و سپیده نیز به ترتیب وزن صد دانه‌ای معادل ۲/۱۸۱ و ۱/۷۸۵ گرم داشتند (جدول ۳).

طولانی بودن دوره رشد رقم کیمیا و برخورد مرحله پر شدن دانه آن با کاهش دمای هوا در اواسط آبان ماه و در نتیجه کاهش سرعت پر شدن دانه را می‌توان دلیل اصلی کاهش وزن صد دانه این رقم نسبت به ارقام دیگر دانست. به عقیده Evans (۱۹۷۶) اگر دوران ذخیره‌سازی دانه در اثر عوامل نامساعد محیطی نظیر سرمای آخر فصل کوتاه شود داشتن تعداد دانه بیش‌تر همراه با ذخیره‌سازی سریع از داشتن تعداد دانه کم‌تر ولی بزرگ‌تر از لحاظ اندازه مهم‌تر می‌باشد. تأثیر متقابل آبیاری در رقم برای صفت وزن صد دانه از لحاظ آماری معنی‌دار نبود و کاهش وزن صد دانه در هر سه رقم سورگوم با افزایش فواصل آبیاری تقریباً روند مشابهی داشت. وجود هم‌بستگی منفی غیر معنی‌دار (r^2 = -۰/۳۹) بین وزن صد دانه و تعداد دانه در خوشه گویای تأثیر متفاوت رژیم‌های آبیاری بر این دو صفت می باشد (جدول ۴).

جدول ۴: هم‌بستگی ساده بین خصوصیات رشد رویشی، عملکرد و اجرای سورگوم

	عملکرد دانه	تعداد دانه در خوشه	وزن صد دانه	تعداد خوشه دربوته	طول خوشه
عملکرد دانه	۱				
تعداد دانه درخوشه	۰/۸۳۲ **	۱			
وزن صد دانه	۰/۵۴۱ *	-۰/۳۹۱ ns	۱		
تعداد خوشه در بوته	۰/۲۱ ns	-۰/۲۲ ns	-۰/۳۲ ns	۱	
طول خوشه	۰/۰۴۲ ns	۰/۲۲۱ ns	-۰/۳۲۱ ns	۰/۵۲ *	۱

ns ، * و ** به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد می‌باشند.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1391.4.16.5.1]

نتایج جدول ۱ نشان داد که تفاوت میزان عملکرد دانه در بین تیمارهای آبیاری از لحاظ آماری در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود و با افزایش فواصل آبیاری از میزان عملکرد دانه کاسته شد. به طوری که تیمار I_2 ۹ درصد، تیمار I_3 ۳۰ درصد کاهش عملکرد دانه نسبت به تیمار I_1 نشان دادند (جدول ۲). آبیاری سبک با تناوب بیش‌تر در تیمار I_1 در مقایسه با آبیاری نسبتاً سنگین ولی با تناوب کم‌تر در تیمارهای I_2 و I_3 موجب گسترش بهتر سیستم ریشه‌ای و اندام هوایی در تیمار I_1 شده و باعث تولید عملکرد مطلوب در این تیمار شده است (McPherson and Boyer, 1987). هم‌چنین آسیب وارده به اجزاء عملکرد نظیر طول خوشه، تعداد خوشه در بوته، تعداد دانه در خوشه، وزن صد دانه تحت شرایط محدود رطوبتی در نقصان عملکرد نقش بسزایی داشتند. به نظر می‌رسد که از میان عوامل فوق نقش کاهش تعداد دانه در خوشه در نقصان عملکرد، بیش از سایر اجزاء عملکرد باشد به طوری که در تیمار I_3 که شدیدترین سطح تنش خشکی در این آزمایش محسوب می‌شود، طول خوشه، تعداد خوشه در بوته و وزن صد دانه به ترتیب کاهشی معادل ۱۹ ، ۱۷ و ۱۸ درصد داشتند در حالی که کاهش وزن تعداد دانه در خوشه تحت این شرایط ۲۸ درصد نسبت به تیمار I_1 بود. اگر چه تفاوت بین تعداد خوشه در بوته، تعداد دانه در خوشه و وزن صد دانه در تیمارهای I_1 و I_2 معنی‌دار نبود ولی تأثیر تجمعی این پارامترها باعث کاهش معنی‌دار عملکرد در تیمار I_2 نسبت به تیمار I_1 شده است. Dhopte و همکاران (۱۹۹۴) اثر افزایش فواصل آبیاری از ۷ به ۱۴ ، ۲۸ و ۴۲ روز بر روی سورگوم دانه‌ای را کاهش عملکرد دانه به میزان ۱۱ ، ۴۲ و ۶۱ درصد گزارش نمودند. کاهش میزان آب آبیاری کم‌تر از مقدار مورد نیاز برای تولید حداکثر عملکرد دانه، منجر به کاهش عملکرد دانه می‌شود.

تیمارهای I_2 و I_3 فواصل آبیاری طولانی‌تر و خشکی خاک بیش‌تری را نسبت به I_1 داشتند. با توجه به درصد وزنی رطوبت خاک در تیمارهای آبیاری و استفاده از منحنی خصوصیات رطوبتی خاک مشاهده می‌شود که پتانسیل ماتریک آب خاک در طول مدت اعمال تیمارهای آبیاری (از مرحله ۴ برگی گیاه تا پایان رسیدگی فیزیولوژیکی ارقام سورگوم) در تیمار I_3 به ۱۵- بار و حتی پایین‌تر هم رسیده است، بنابراین در این تیمارها میزان رطوبت قابل استفاده در خاک به حد پژمردگی دائم (پتانسیل ماتریک ۱۵- بار) و حتی کم‌تر نیز رسیده است. ولی ارقام سورگوم در این شرایط به رشد و نمو خود ادامه داده به طوری که در تیمار I_3 عملکردی معادل ۳/۵۴ تن در هکتار تولید نموده‌اند. بنابراین حد پژمردگی دائم در ارقام سورگوم دانه‌ای مورد آزمایش از حد پژمردگی دائم معمول برای گیاهان زراعی دیگر کم‌تر می‌باشد و احتمالاً در تیمارهای I_2 و I_3، تنش رطوبتی خاک باعث کمبود آب در بافت‌های گیاهی شده است ولی میزان این تنش بسته به درصد تخلیه رطوبت خاک (پتانسیل ماتریک آب خاک در دفعات مختلف آبیاری) و در طول فصل رشد متغیر می باشد، اگر چه پتانسیل آب خاک در تیمار I_2 به حد نقطه پژمردگی نرسید ولی این تیمار نیز به درجات کم‌تری، تنش خشکی را تجربه کرده است. دلیل تحمل تنش خشکی توسط ارقام آزمایش سورگوم در تیمارهای I_2 و I_3 را می‌توان مربوط به سازگاری ارقام به شرایط خشکی تدریجاً

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1391.4.16.5.1]

ایجاد شده در طی فصل رشد، در این تیمارها دانست. شرایط خشکی تدریجی امکان سازگاری و یا مقاوم شدن گیاه به شرایط تنش رطوبتی را بیش‌تر فراهم می‌آورد. Sullivan و Estin (۱۹۸۵) نشان دادند که وقتی گیاهان در خلال یک دوره کوتاه تحت تنش خشکی قرار گرفته باشند، میزان فتوسنتز آن‌ها (در شرایط پتانسیل آب برگ ۱۵- بار) کاهش می‌یابد. ولی هنگامی که این گیاهان آبیاری نشده باشند و یا هنگامی که خاک تدریجاً خشک شده باشد، فتوسنتز احتمالاً تا پتانسیل‌های ۱۵- تا ۲۰- بار در برگ نیز کاهش نمی‌یابد. هم‌چنین در شرایطی که پتانسیل آب خاک در یک متری فوقانی خاک کم‌تر از ۱۵- بار بوده تعدادی از گیاهان قادر به ادامه حیات خود هستند به دلیل این که بعضی از ریشه‌های آن‌ها به نقاط عمیق‌تر خاک که حاوی آب قابل دسترس می‌باشند نفوذ می‌کنند (نواب پور، ۱۳۷۳).

ارقام نیز از نظر عملکرد دانه در سطح احتمال ۱ درصد با هم تفاوت آماری داشتند (جدول ۳). تحت شرایط مطلوب (تیمار I_1) رقم کیمیا دارای کم‌ترین (۳/۵۳۳ تن در هکتار) میزان عملکرد را داشت. ارقام پیام و سپیده نیز عملکردی معادل ۶/۶۹ و ۸/۳۲ تن در هکتار داشتند. میزان عملکرد رقم سپیده با وجود داشتن بیش‌ترین تعداد دانه در خوشه و وزن صد دانه، بیش‌تر از دو رقم دیگر بود. اختلاف زیاد عملکرد دانه رقم کیمیا با دو رقم دیگر را می‌توان مربوط به طولانی بودن دوره رشد این رقم و برخورد مرحله پر شدن دانه این رقم با سرمای زودرس پاییزه دانست.

مقایسه میانگین‌های اثر متقابل آبیاری در رقم مؤید این مطلب می‌باشد که واکنش عملکرد دانه ارقام مختلف سورگوم نسبت به رژیم‌های آبیاری متفاوت بوده است (نمودار۳). هم‌بستگی مثبت در سطح احتمال ۵ درصد (r^2 =۰/۵۲) بین ارتفاع گیاه و عملکرد دانه نشان‌دهنده ارتباط تنگاتنگ عملکرد دانه با ارتفاع بوته می‌باشد (جدول ۴).

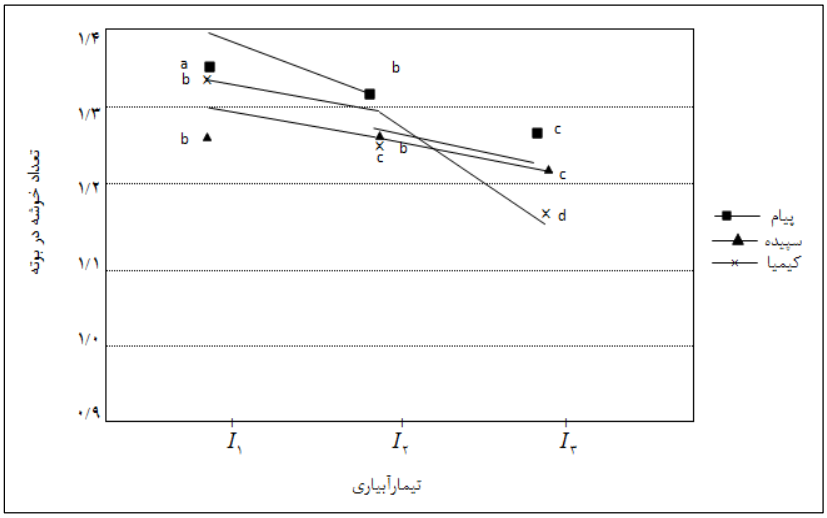
جدول ۴ نشان داد که تعداد دانه در خوشه در سطح احتمال ۱ درصد (r^2=۰/۷۳) و وزن صد دانه در سطح احتمال ۵ درصد (r^2=۰/۵۴) با عملکرد هم‌بستگی مثبت نشان دادند وجود این هم‌بستگی‌ها گویای این واقعیت است که با تناسب کاهش یا افزایش در این دو جزء عملکرد، عملکرد دانه نیز روند مشابهی را دنبال می‌کند و تأخیر در زمان آبیاری که منجر به کاهش این اجزاء می گردد و در نهایت موجب نقصان عملکرد می شود و با توجه به ضرایب هم‌بستگی در این آزمایش نقش تعداد دانه در خوشه در تعیین میزان عملکرد مهم‌تر از وزن صد دانه می باشد.

نتیجه گیری

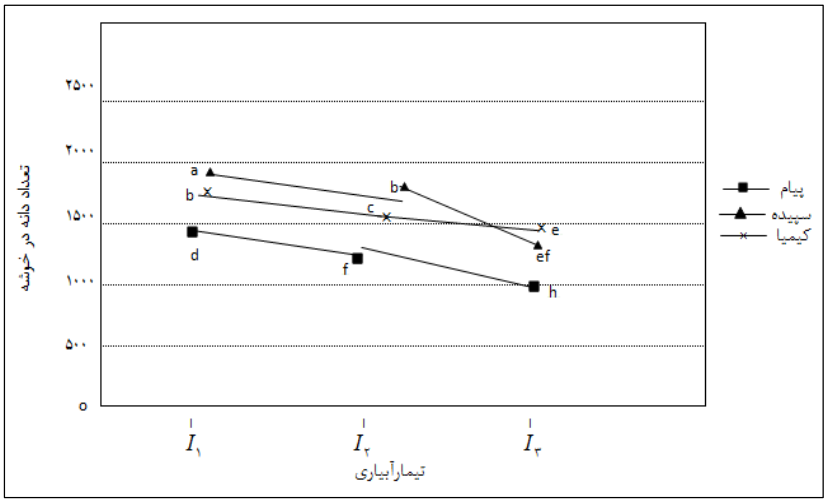
عملکرد رقم پیام بیش از سایر ارقام تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفت، رقم سپیده کم‌ترین میزان کاهش عملکرد (۳۷ درصد) و رقم کیمیا کاهش عملکردی معادل ۴۴ درصد داشتند. به طور کلی رقم سپیده تحت شرایط مطلوب و هم‌چنین تحت شرایط تنش خشکی نسبت به دو رقم دیگر بیش‌ترین میزان عملکرد دانه رابه خود اختصاص داد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

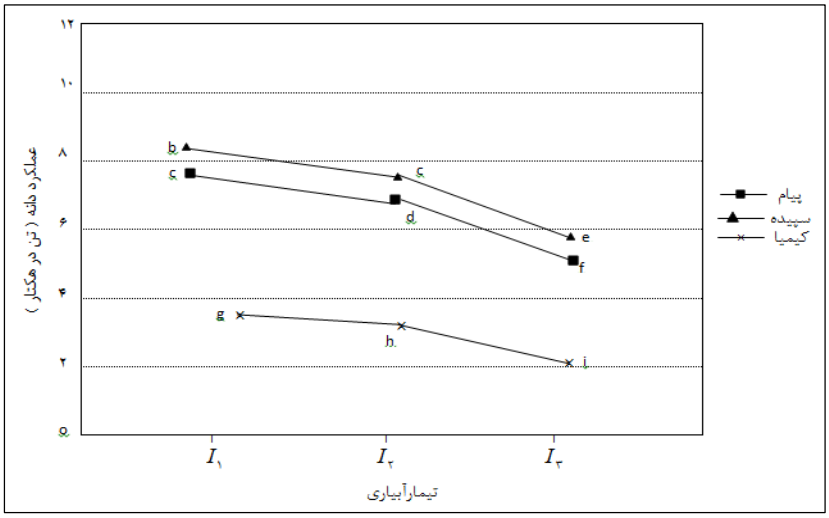
[DOR: 20.1001.1.20084403.1391.4.16.5.1]



شکل ۱: مقایسه میانگین های اثر متقابل تیمار آبیاری در رقم برتعداد خوشه در بوته ارقام سورگوم



شکل ۲: مقایسه میانگین‌های اثر متقابل تیمار آبیاری در رقم بر تعداد دانه در خوشه ارقام سورگوم



شکل ۳: مقایسه میانگین های اثر متقابل تیمار آبیاری در رقم برعملکرد دانه ارقام سورگوم

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1391.4.16.5.1]

منابع

-**تی یر، آی. دی. و پیت، ام. ام.، ۱۳۷۴**. رابطه آب و خاک در گیاهان زراعی، ترجمه کوچکی، ع، حسینی، م. و نصیری محلاتی، م.، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۵۶۰ ص.

-**سرمد نیا، غ، ح. و کوچکی، ع.، ۱۳۶۹**. فیزیولوژی گیاهان زراعی، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۶۷ ص.

-**نواب پور، س.، ۱۳۷۳**. برآورد پارامترهای ژنتیکی برای عملکرد دانه و سایر خصوصیات وابسته در سورگوم. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

-**Blum, A., Golan, G., Mayer, J. and Sinmene, B., 1997**. The effect of dwarfing genes on sorghum grain filling from remobilized stem reserves under stress. Field crop. Res. vol 52. 43-54.

-**Brown, A. R., Cartise, C. and Wood, E. H., 1965.** Effects of irrigation and row spacing on grain sorghum in the piedmont. Agron. J. vol 17. pp. 506-509.

-**Chamberling, R.J. and Wilson, G.L., 1982.** Development of yield in two grain sorghum hybrids, I. Dry weight and carbons -14 studies. Aust. J. Agric. Res. vol 33. pp. 1009-1018.

-**Dhopte, A.M., Shekar, V.B., Wadhokar, R.S. and Potdukhe., N.R., 1994.** Field evaluation of sorghum genotypes for yield stability under soil moisture deficit during panicle development. Res. J. vol 18. No 2. pp.18-28.

-**Downnws, R.W., 1972.** Effect of temperature on phenology and geain yield of sorghum. Aust. J. Agric. Res. vol. 59. No 5. pp. 205-223.

-**Eck, H., V., 1986.** Effects of water deficits on yield, yield components and water use efficiency of irrigated corn. Agron. J. vol 78. No 3. pp. 1035–1040.

-**Evans, L.T. and Wardlaw, I.F., 1976**. Aspects of the comparative physiology of grain yield in cereals. adv. Agron. vol 28. pp. 301-359.

- **Fisher, K.S. and Wilson , G.L., 1975**. Studies of grain production in sorghum bicolor (L. Moench), III. The relative importance of assimilate supply, grain growth capacity and transport system. Aust. J. Agric. Res. vol 26. pp. 11 – 23.

-**Hajar, A.S., Khafagi, O.A. and Ibrahim, S.M., 1997**. Response of grain sorghum to water deficit. Alexan. J. of Agric. Res. vol 42. No 1. pp. 37 – 47.

-**Keisling, T.C., 1982**. Calculation of the length of day. Agron. J. vol 74. No 5. pp. 758-760.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1391.4.16.5.1]

-**Kiniry, J.R., Tischler, C.R., Rosenthal, W.D. and Gerik, T.J., 1992.** Nonstructural carbohydrate utilization by sorghum and maize shaded during grain fillinf growth. crop sci,. vol. 32,pp. 131-137.

- **Lewis, R.B., Hiller, E.A. and Jorden, W.R., 1974.** Susceptibility of grain sorghum to water deficit at three growth stages. Agron. J , vol. 66 , pp. 589 – 591.

-**Mcpherson, H.D. and Boyer, J.S., 1987.** Regulation of grain yield by photosynthesis in maize subjects to water deficit. Agron. ,J. ,vol. 69,pp. 714-710.

-**Nakayama, F.S. and Van Bavel, C.H.M., 1964.** Root activity distribution patterns of sorghum and soil moisture conditions. Agron , J. , vol. 54 , pp. 271 – 274.

-**Pessark, M., 1999.** Handbook of plant and crop stress. Marcle dekker inc. pp. 697.

-**Roy, R.N. and wright, B.C., 1973.** Sorghum growth and nutrient uptake in relation to soil fertylity, I. Dry matter accumulation patterns, yield and N content of grain. Agron. J. vol. 65,pp. 709-711.

-**Santamaria, J.M., Ludlow, M.M. and Fukai, S., 1990**. Contribution of osmotic adjustment of grain yield in sorghum under water limited conditions. Aust. J. agric. Res. vol 41. pp. 59-65.

-**Shoper, J.B. and Vasilas, B.L., 1989**. Maize pollen viability and ear receptivity under water and high temperature stress. crop sci. vol 26. pp. 1029-1033.

- **Stout, D.G., Kannungara, T. and Simbson, G.M., 1977**. Drought resistance of sorghum bicolor. II. water stress effects on growth, can. J. plant sci. vol. 58. pp. 225 – 233.

-**Sullivan ,C.Y. and Estin, J.D., 1985**. Plant physiological responses to water stress. Agron. J. vol. 27, pp. 123-127.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1391.4.16.5.1]