اثر قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد بر عملکرد، اجزای عملکرد و کیفیت دانه ارقام مختلف سورگوم دانه‌ای

اسداله سرشاد[۱]، داریوش طالعی*[۶،۲]، مسعود ترابی[۳]، فرناز رفیعی[۴] و پریسا نجات‌خواه[۵]

۱) دانشجوی دکتری گروه زراعت، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲) استادیار مرکز تحقیقات گیاهان دارویی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران.

۳) استادیار بخش علوم زراعی و باغی مرکز تحقیقات آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران.

۴، ۵ و ۶) گروه زراعت، واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

* نویسنده مسئول: **d.talei1348@gmail.com**

این مقاله برگرفته از رساله دکتری می باشد.

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۹/۱۶ **تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۲/۰۷**

چکیده

به‌منظور بررسی اثر تنش کم‌آبی در مراحل مختلف رشد بر عملکرد، اجزای عملکرد و کیفیت دانه تولیدی ارقام سورگوم دانه‌ای، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در سال ۱۳۹۶ در مزرعه شرکت کشت و دام قیام اصفهان انجام شد. فاکتور اصلی شامل قطع آبیاری در چهار سطح (قطع آبیاری از مرحله گرده افشانی به بعد، قطع آبیاری از مرحله شیری به بعد، قطع آبیاری از مرحله خمیری به بعد و آبیاری معمول (شاهد)) و فاکتور فرعی شامل سه رقم سورگوم دانه‌ای (سپیده، کیمیا، پیام) در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد صفات ارتفاع بوته، طول پانیکول، وزن هزار دانه، وزن پانیکول، وزن دانه در پانیکول، عملکرد دانه، درصد پروتئین، قند، نشاسته و چربی بذر تحت اثر قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد قرار گرفتند. همچنین بین ارقام مختلف بر اساس صفات ارتفاع، تعداد پنجه در بوته و طول پانیکول اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد تنش کم‌آبی موجب کاهش میزان عملکرد دانه گردید و در شرایط تنش قطع آب قبل از گرده افشانی نسبت به شاهد ۶۳/۹۵ درصد افت عملکرد و در شرایط قطع آبیاری در مرحله شیری نسبت به شاهد ۳۴/۴ درصد افت عملکرد ایجاد شد، در-حالی که با قطع آب در مرحله خمیری نسبت به شاهد ۲/۲ درصد افزایش عملکرد حاصل شد. به طور کلی بیش‌ترین عملکرد دانه، وزن هزار دانه و وزن پانیکول در رقم کیمیا حاصل شد که این رقم نسبت به ارقام دیگر مورد بررسی متحمل‌تر به تنش کم آبی بود.

واژه‌های کلیدی: تنش آبیاری، سورگوم، عملکرد و فیزیولوژی.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.45.5.5]

مقدمه

تنش‌های زنده و غیرزنده از عوامل مهم کاهش تولید در نواحی خشک و نیمه خشک به‌شمار می‌آیند، به‌طوری که در این مناطق، آب مهمترین عامل محدود کننده رشد گیاهان به‌شمار می‌آید (سیف و همکاران، ۱۳۹۸). خشکی مهم‌ترین عوامل محدود کننده رشد گیاهان در سراسر جهان و شایع‌ترین تنش محیطی است. تنش خشکی به منزله کمبود آب در گیاه است. این وضعیت هنگامی ایجاد می‌شود که میزان تعرق در گیاه از میزان جذب آب تجاوز نماید (سرافراز اردکانی و همکاران، ۱۳۹۸). تنش خشکی قبل و در زمان گلدهی در ژنوتیپ‌های حساس منجربه لوله شدن برگ، تاخیر در گلدهی، عقیم شدن گلچه‌ها، کاهش اندازه پانیکول، تعداد دانه در پانیکول و کاهش ارتفاع می‌شود. در تنش خشکی پس از گلدهی، مرگ زودرس ساقه و برگ‌ها و نیز کاهش وزن دانه‌ها در ژنوتیپ‌های حساس رخ می‌دهد (Amjad Ali *et al*., 2009). عملکرد دانه، صفت مرکب و پیچیده‌ای است که نتیجه همکاری و مشارکت اجزای عملکرد می‌باشد. اگرچه وراثت‌پذیری صفاتی مانند عملکرد در شرایط محیط‌های خشک پایین است، اما شناخت صفات فیزیولوژیک موثر در عملکرد در این شرایط و سازگاری این صفات در شرایط خشکی عامل موثری در به‌نژادی و پایداری ارقام می‌باشد (Blum, 2005). سورگوم با توجه به خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی منحصر به فردی خود به‌عنوان شاخص گیاهان زراعی مقاوم به خشکی معرفی شده است و نسبت به سایر گیاهان زراعی در شرایط گرم و دشوار آبیاری مقاومتر بوده نیاز آبی کمتری دارد (اهدایی، ۱۳۸۴). این گیاه 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، مجددا از سر گیرد. در سورگم حساس‌ترین مرحله برای پر شدن دانه حدود ۱۰ روز قبل از گلدهی تا پایان گلدهی است که مواجهه با تنش خشکی در این دوره حساس، می‌تواند بیشترین خسارت را به عملکرد دانه وارد سازد (Prasad *et al*., 2008). در پژوهشی تنش خشکی موجب کاهش عملکرد علوفه‌ای در سورگوم شد که این افت در تنش شدید به ۴۷ درصد رسید. در بین ارقام مورد مطالعه، رقم پگاه در هر دو شرایط از رقم سپیدفید بیشتر بود و تنش خشکی موجب کاهش میزان درصد پروتئین خام، درصد الیاف و درصد خاکستر در این گیاه شد (عبدی و حبیبی، ۱۳۹۶). گیاهان زراعی به‌طور پیوسته در معرض تنش کمبود آب بوده و به روش‌های گوناگون به تنش واکنش نشان می‌دهند. فهم و درک این واکنش‌ها کمک‌های زیادی به تشریح نحوه رشد و میزان تولید آن‌ها در شرایط تنش‌زای محیطی خواهد کرد (احمدی و همکاران، ۱۳۸۶). با توجه به اثرهای منفی تنش‌های محیطی بر عملکرد برای حصول اهداف مورد نظر، این مطالعه با هدف بررسی اثر قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام سورگوم صورت گرفت.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.45.5.5]

مواد و روش‌ها

این تحقیق به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در سال ۱۳۹۶ در مزرعه شرکت کشت و دام قیام اصفهان واقع درکیلومتر ۹ جاده دهق علویجه با طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۵۴ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۸۸ دقیقه شمالی با ارتفاع ۱۵۹۵ متر از سطح دریا می‌باشد انجام پذیرفت. به‌طور کلی اقلیم منطقه بر اساس تقسیم‌بندی دومارتن خشک است. بر اساس گزارش اداره کل هواشناسی استان اصفهان، متوسط درجه حرارت در فصل تابستان ۱۶ درجه و میانگین بارندگی ۱۲۰ میلی‌متر در سال بود (جدول ۱).

جدول ۱: پارامترهای هواشناسی ماهیانه ایستگاه هواشناسی اصفهان در سال ۱۳۹۶

ماه	دما (سانتی‌گراد)		
	حداکثر	میانگین	حداقل
اردیبهشت	۳۶/۶	۲۴/۰	۱۰
خرداد	۴۰/۸	۲۹/۴	۱۶/۶
تیر	۴۰/۸	۲۹/۸	۱۸/۲
مرداد	۳۷/۸	۲۷/۷	۱۴/۴
شهریور	۳۵/۶	۲۴/۳	۱۰/۶
مهر	۳۱/۶	۱۹/۲	۶/۰

مزرعه در سال قبل آیش بود و طبق آزمون خاک از مزرعه مورد نظر ویژگی فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش دارای بافت سیلتی لومی با اسیدیته ۷/۷ و ۰/۸ درصد کربن آلی بود، انجام شد. فاکتور اصلی شامل تنش کم‌آبی با اعمال قطع آبیاری با چهار سطح (قطع آبیاری از مرحله گرده افشانی به بعد، قطع آبیاری از مرحله شیری به بعد، قطع آبیاری از مرحله خمیری به بعد و آبیاری معمول یا آبیاری تا زمان رسیدگی به‌عنوان شاهد) و فاکتور فرعی شامل سه رقم سورگوم دانه‌ای (سپیده، کیمیا، پیام) که بذور سالم و عاری از علف هرز سورگوم از موسسه تهیه نهال و بذر کرج تهیه شد، اعمال شد. تهیه بستر در اردیبهشت ماه انجام شد. طول و عرض کرت ها ۲×۷ متر و فواصل بین کرت‌ها ۱ متر و کاشت بر روی پشته‌ها با فواصل ۱۰×۶۰ سانتی‌متر در اوایل خرداد در نظر گرفته شد. وجین علف‌های هرز با دست و آبیاری‌ها بر حسب نیاز آبی گیاه تا مرحله مورد نظر انجام شد. در پایان پژوهش جهت نمونه‌برداری پس از حذف اثرهای حاشیه‌ای ۱۰ بوته در هر واحد آزمایشی انتخاب و صفات ارتفاع بوته، طول پانیکول، وزن پانیکول و تعداد دانه در پانیکول اندازگیری شد. هم-چنین نسبت به برداشت یک متر مربع بوته در هر واحد آزمایشی اقدام و پس از خرمنکوبی، دانه‌ها توزین شده با رطوبت ۱۲ درصد به عنوان عملکرد دانه منظور شد. پس از بوجاری دانه‌ها، از هر واحد آزمایشی دو نمونه ۵۰۰ عددی شمارش و

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.45.5.5]

سپس با توزین و وزن هزار دانه محاسبه گردید. تعیین چربی نمونه‌ها بر اساس روش هوانگ صورت گرفت (Huang *et al.*, 2006). برای این منظور ۱۰ گرم بذر خشک آسیاب شده و چربی نمونه‌ها با استفاده از روش سرد و از طریق غوطه‌وری درون حلال دی‌اتیل‌اتر جداسازی شد. نمونه‌ها جهت انجام متیلاسیون درون فریزر ۲۰ درجه منفی سانتی‌گراد نگهداری شدند. جهت متیلاسیون اسیدهای چرب نیز به ۱۰۰ میلی‌گرم روغن استخراج شده ۵۰۰ میکرولیتر هگزان و ۵۰ میکرولیتر متوکسید سدیم اضافه شد. سپس به محلول ۵۰۰ میکرولیتر محلول نمک طعام اشباع اضافه شده و به شدت بهم زده شد. بعد از ۱۰ دقیقه ۵۰ میکرولیتر اینترنال استاندارد و ۵۰ میکرولیتر هگزان به محلول آماده سازی شده، افزوده شد. بعد از ۳۰ دقیقه قرار دادن محلول در حالت سکون و کامل شدن عمل متیلاسیون، از فیلترهای سرسرنگی، استفاده شد. مقدار پروتئین کل موجود در نمونه‌ها با استفاده از روش هضم، تقطیر، جمع‌آوری و تیتراسیون کجلدال اندازه‌گیری شد (AOAC, 1984). برای اندازه‌گیری میزان قند و نشاسته دانه‌های سورگوم نیز با دستگاه HPLC انجام شد. برای آماده سازی و تهیه نمونه، یک گرم از نمونه را در ۱۰ میلی لیتر آب دو بار تقطیر شده مخلوط نموده و در سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۳۰ دقیقه سانتریفیوژ شده و سپس از صافی ۰/۴۵ میکرون عبور داده شد. در این تحقیق از دستگاه مدل شیمادرزو ژان استفاده شد. ستون جدا کننده به ابعاد ۷/۹ در ۳۰۰ میلی‌متر از نوع NSCR-101، مخصوص تجزیه قندها با ساز و کار غربالی یونی گارد یا محافظ ستون به ابعاد ۷/۹ در ۴۰ میلی‌متر، سیستم فاز متحرک ایزوکراتیک فاز متحرک دوباره تقطیر شده پمپ HPLC مدل ۶ A-LC، سرعت جریان فاز متحرک ۰/۷ میلی‌لیتر در دقیقه، دمای ستون ۶۰ درجه سانتی‌گراد با آون مدل ۶ A-CTO، شناساگر ضریب جدا کننده C انکسارسنجی RID مدل شیمادزو ژاپن مخصوص شناسایی قندها، حساسیت[1] سیستم برابر ۴، سرعت چارت برابر ۵ میلی‌متر در دقیقه، سیستم تزریق Rheodyne بود. نتایج به‌دست آمده، اطلاعات مربوط به سطح زیر منحنی‌های نمونه و زمان ماندگاری[2] هر یک ثبت شد. همچنین نوع و غلظت ترکیب موجود در نمونه با توجه به منحنی‌های استاندارد و زمان ماندگاری مشخص و محاسبه گردید (دخانی و بهشتی، ۱۳۸۲). محاسبات آماری داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ انجام شد و برای رسم نمودارها از اکسل وب رای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

ارتفاع و تعداد پنجه در بوته

نتایج تجزیه واریانس مربوط به ارتفاع بوته نشان داد که بین سطوح مختلف آبیاری و رقم بر اساس ارتفاع بوته در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد، اما برهم‌کنش آن‌ها دارای اثر معنی‌داری نبود (جدول ۲). مقایسه میانگین-

1- Attenuation
2- Time Retention

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.45.5.5]

ها نشان داد، قطع آبیاری موجب کاهش ارتفاع بوته می‌شود که این کاهش بسته به مرحله قطع آبیاری متفاوت است. قطع آبیاری در مرحله خمیری دارای اثر معنی‌داری نبوده و با تیمار شاهد در یک گروه آماری قرار گرفت، اما قطع آبیاری در مرحله شیری موجب کاهش ۲/۵ درصد در ارتفاع بوته و قطع آبیاری در مرحله گرده افشانی نیز موجب کاهش ۴ درصدی شد. هم‌چنین مقایسه سه رقم از نظر ارتفاع بوته مشخص نمود که رقم کیمیا بالاترین ارتفاع بوته (۱۱۴/۵۸ سانتی‌متر) را به خود اختصاص داد و بعد از این رقم، سپیده (۱۱۰/۹۲ سانتی‌متر) و در نهایت رقم پیام (۱۰۶/۸۳ سانتی‌متر) قرار داشت (جدول ۳). با توجه به نتایج کاهش ارتفاع گیاه در شرایط تنش رطوبتی را می‌توان به‌دلیل کاهش فاصله میانگره‌ها، کاهش فشار تورگر سلول‌های محافظ روزنه، اختلال در فعالیت‌های فتوسنتزی، اختلال در انتقال مواد به اندام‌های مختلف و کاهش فشار تورگر و تقسیم سلول‌ها نسبت داد، احتمالا تنش خشکی از طریق کاهش محتوای نسبی آب و به‌دنبال آن بسته شدن روزنه‌ها و کاهش رشد و اندازه سلول، منجر به کاهش اندازه برگ‌ها و کوتاه ماندن گیاه می‌شود. از طرفی دیگر بسته شدن روزنه‌ها و کاهش رشد و اندازه سلول، منجر به کاهش اندازه برگ‌ها و کوتاه ماندن گیاه می‌گردد. علاوه بر این مواد غذایی که گیاه از خاک جذب می‌کند به‌صورت محلول در آب می‌باشند، بنابراین محدودیت در منابع آبی به محدودیت در کلیه منابع غذایی شده و گیاه مجبور به کاهش رشد و کاهش طول اندام‌های مختلف از جمله ارتفاع بوته می‌شود. خزائی و همکاران (۱۳۹۵) نیز اظهار داشتند که اثر آبیاری بر ارتفاع بوته سورگوم معنی‌دار بود، به‌طوری که بیشترین ارتفاع از تیمار آبیاری مطلوب به‌دست آمد و با اعمال تنش خشکی در مراحل رشد گیاه از ارتفاع بوته کاسته شد. هم‌چنین دریافتند که اختلاف معنی‌داری بین ارقام مختلف سورگوم (کیمیا، سپیده و KG) از نظر ارتفاع بوته وجود داشت. Khaton و همکاران (۲۰۱۶) نیز به کاهش ارتفاع بوته در هیبریدهای مختلف سورگوم اشاره کرده‌اند. افزایش ارتفاع بوته همچنین با کاهش شدت تنش خشکی نیز توسط ربانی و امام (۱۳۹۰) گزارش شده است. نتایج مربوط به تعداد پنجه در بوته نیز نشان داد که بین سطوح مختلف آبیاری بر اساس تعداد پنجه در بوته در مراحل مختلف اثر معنی‌داری وجود نداشت، در حالی که بین ارقام بر اساس این صفت اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. همچنین بین رقم و قطع آبیاری نیز اثر معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۲). رقم کیمیا با دارا بودن ۱/۵۳ پنجه در هر بوته بیشترین تعداد پنجه را به خود اختصاص داد که بعد از آن، رقم سپیده با ۱/۳۸ عدد و رقم پیام با ۱/۲۳ عدد در رتبه‌های بعدی قرار دارند (جدول ۳). تفاوت بین سه رقم فوق به‌علت پتانسیل ژنتیکی برتر رقم کیمیا در تولید پنجه در بوته می‌باشد که باعث افزایش پنجه در متر مربع نیز می‌شود. مطالعه‌های نشان داده است که پنجه‌زنی در سورگوم تحت اثر هورمون‌های گیاهی، عوامل ژنتیکی و محیطی است (کاظمی اربط و همکاران، ۱۳۷۹). با توجه به اینکه تیمارهای قطع آبیاری در مرحله گرده افشانی و بعد از آن اتفاق افتاده است غیر معنی‌دار شدن تیمار قطع آبیاری بر تعداد پنجه در بوته کاملا منطقی می‌باشد. از آنجایی که تعداد پنجه در هر بوته یکی از

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1399.12.45.5.5]

صفات اصلی موثر بر عملکرد دانه می‌باشد تعداد کم پنجه بارور باعث عملکرد پایین محصول می‌شود (دهقانی تفتی و همکاران، ۱۳۹۶). گزارش‌های محققین مختلف نشان می‌دهد که کاهش تعداد پنجه در بوته نوعی سازگاری با تنش خشکی است که در قسمت عمده طول دوره رشد گیاه اعمال می‌شود. این کاهش در جهت کاهش سطح تعرق کننده صورت می‌گیرد (مولوی و همکاران، ۱۳۹۷). ساریخانی و رمزجو (۱۳۹۵) در بررسی سه رقم (IS3313, IS722, KFS1) سورگوم علوفه‌ای بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه گزارش کردند که اثر رقم بر تعداد پنجه‌های نارس و کامل در متر مربع در سطح احتمال خطای ۱ درصد معنی‌دار بود. در این آزمایش بیشترین و کم‌ترین تعداد پنجه به‌ترتیب در رقم IS722 و KFS1 بود که نتایج این مطالعه نیز تایید کننده این مطلب می‌باشد. دماوندی و همکاران (۱۳۹۴) نیز در مطالعه‌های خود اختلاف معنی‌داری بین ارقام سورگوم از نظر تعداد پنجه گزارش کردند.

طول و وزن پانیکول

نتایج مربوط به طول و وزن پانیکول نیز نشان داد که طول پانیکول تحت اثر سطوح آبیاری و ارقام قرار دارد، اما وزن آن تنها تحت اثر قطع آبیاری در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های مربوط نشان داد که قطع آبیاری موجب کاهش طول و وزن پانیکول شد. قطع آبیاری در مرحله گرده افشانی که به‌عنوان شدیدترین مرحله تنش به‌شمار می‌آید به ترتیب موجب کاهش ۷ درصدی و ۵۶/۶ درصد طول و وزن پانیکول شد. همچنین قطع آبیاری در مرحله شیری نیز که دارای تفاوت آماری معنی‌داری با شاهد بود، موجب کاهش ۳/۶ و ۲۲ درصدی این صفات شد، این در حالی بود که قطع آبیاری در مرحله خمیری دارای تفاوت آماری معنی‌داری با شاهد نبود. هم‌چنین مقایسه سه رقم از نظر طول پانیکول نیز نشان داد که طول پانیکول در رقم‌های سپیده (۳۱/۵۸) و پیام (۳۱/۴۲) مشابه بوده و بیشتر از رقم کیمیا (۲۵/۷۵) بودند که هر دو در یک کلاس آماری قرار گرفتند (جدول ۳). تنش خشکی طی مرحله تشکیل پانیکول موجب کوتاه شدن طول پانیکول می‌شود. بر اساس گزارش ناصری و همکاران (۱۳۹۰) یکی دیگر از اثرهای مورفولوژیک کمبود آب پیش از گرده افشانی کاهش طول پانیکول می‌باشد و با توجه به نقش مهم طول و وزن پانیکول در عملکرد ارقام سورگوم، کاهش طول پانیکول موجب کاهش عملکرد می‌شود. خزائی و همکاران (۱۳۹۳) طی پژوهشی تحت عنوان اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد لاین‌های امید بخش و ارقام سورگوم دانه‌ای مشاهده کردند که اعمال تنش خشکی باعث کاهش وزن پانیکول سورگوم گردید که نتایج حاصل از تحقیق حاضر نیز مؤید همین امر است. کاهش وزن پانیکول در اثر تنش می‌تواند به افزایش سقط گل‌ها، کاهش وزن و تعداد دانه‌ها باشد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.45.5.5]

جدول ۲: تجزیه واریانس سطوح خشکی و ارقام روی عملکرد و اجزای عملکرد سورگوم

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		ارتفاع	تعداد پنجه	طول پانیکول	وزن هزار دانه	وزن پانیکول	وزن دانه در پانیکول	عملکرد دانه
بلوک	۲	۱۱/۱۹*	۰/۰۱۱^{ns}	۰/۵۸^{ns}	۴/۴۸^{ns}	۴۸۹/۹۰^{ns}	۴۰۷/۲۷^{ns}	۸۲۴۰۳۷/۲۰^{ns}
قطع آبیاری	۳	۳۰/۵۲**	۰/۰۱۷^{ns}	۷/۰۷**	۳۳۹/۴۱**	۷۵۳۰/۲۴**	۵۴۶۸/۵۱**	۷۱۹۷۸۳۸۴**
خطای اصلی	۶	۲/۳۸	۰/۰۰۳	۰/۶۲	۴/۴۲	۱۵۰/۲۷	۱۴۲/۱۱	۷۷۳۲۶۹/۲۰
رقم	۲	۱۸۰/۳۶**	۰/۲۷۰**	۱۳۲/۳۳**	۱۰/۸۸^{ns}	۴۱۶/۴۳^{ns}	۳۹۱/۶۷^{ns}	۱۸۹۶۰۵/۳۰^{ns}
آبیاری × رقم	۶	۱/۷۷^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۷۰^{ns}	۱۵/۸۷*	۶۴۸/۵۲^{ns}	۵۶۶/۹۸۴^{ns}	۱۱۷۱۱۸۸^{ns}
خطای فرعی	۱۶	۲/۷۹	۰/۰۰۶	۰/۹۹	۵/۱۱	۵۶۵/۱۱	۳۴۰/۱۷	۱۴۴۹۲۶۱
ضریب تغییرات(٪)	-	۱/۵۱	۵/۶۳	۳/۳۶	۹/۸۳	۲۶/۲۴	۲۷/۶۳	۱۷/۶۳

ns،* و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۵ درصد و معنی‌دار در سطح ۱ درصد می‌باشد.

جدول۳: مقایسه میانگین سطوح خشکی و ارقام بر عملکرد و اجزای عملکرد سورگوم

تیمار	سطح	ارتفاع (سانتی‌متر)	تعداد پنجه در بوته	طول پانیکول (سانتی‌متر)	وزن هزار دانه (گرم)	وزن پانیکول (گرم)	وزن دانه در پانیکول (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
قطع آبیاری	گرده‌افشانی	۱۰۸/۵۶c	۱/۳۹a	۲۸/۴۴c	۱۴/۳۸c	۵۰/۱۹c	۳۱/۵۲c	۳۲۴۰/۱c
	شیری	۱۱۰/۱۱bc	۱/۳۹a	۲۹/۴۴b	۲۲/۹۶b	۹۰/۲۲b	۶۸/۰۰b	۵۸۹۳/۶b
	خمیری	۱۱۱/۶۷ab	۱/۴۱a	۲۹/۸۹ab	۲۶/۴۱a	۱۰۶/۳۰ab	۸۲/۵۹ab	۹۱۸۸/۴a
	شاهد	۱۱۲/۷۸a	۱/۳۱a	۳۰/۵۶a	۲۸/۲۱a	۱۱۵/۷۰a	۸۴/۸۹a	۸۹۹۰/۲a
رقم	سپیده	۱۱۰/۹۲b	۱/۳۸b	۳۱/۵۸a	۲۲/۳۵a	۸۸/۰۸a	۶۴/۱۱a	۶۷۱۱/۳a
	کیمیا	۱۱۴/۵۸a	۱/۵۳a	۲۵/۷۵b	۲۴/۰۸a	۹۷/۳۳a	۷۳/۳۱a	۶۹۶۱/۱a
	پیام	۱۰۶/۸۳c	۱/۲۳c	۳۱/۴۲a	۲۲/۵۳a	۸۶/۳۹a	۶۲/۸۳a	۶۸۱۱/۹a

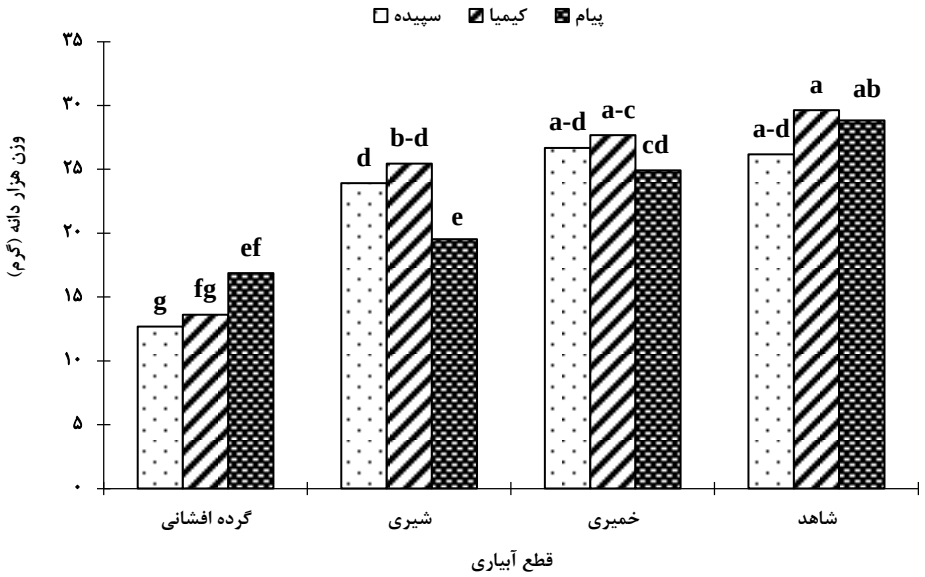
حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1399.12.45.5.5]

وزن هزار دانه و وزن دانه در پانیکول

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر سطوح آبیاری و برهم‌کنش آبیاری در رقم بر وزن هزار دانه و اثر سطوح آبیاری بر وزن دانه در پانیکول معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج نشان داد سطوح آبیاری موجب کاهش شدید در وزن هزار دانه سورگوم شد، به‌طوری که بالاترین وزن هزار دانه با رژیم بدون قطع آبیاری (شاهد) به‌میزان ۲۸/۲۱ گرم حاصل شد که وزن هزار دانه آن ۴۹ درصد از تیمار قطع آبیاری در مرحله گرده‌افشانی بیشتر بود. بیش‌ترین وزن هزار دانه در پانیکول نیز مربوط به رژیم بدون قطع آبیاری (شاهد) با میانگین ۸۴/۸۹ گرم بود که با قطع آبیاری در مرحله خمیری تفاوت معنی‌داری از نظر آماری نداشت. رژیم بدون قطع آبیاری نسبت به رژیم قطع آبیاری در مراحل خمیری، شیری و گرده‌افشانی به‌ترتیب باعث افزایش ۲، ۱۹ و ۶۳ درصدی میزان وزن دانه در پانیکول شد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین برهم‌کنش تیمارها نشان داد که بیش‌ترین میزان وزن هزار دانه متعلق به رقم کیمیا در رژیم بدون قطع آبیاری با میانگین ۲۹/۶۳ گرم بوده است که با همین رژیم در رقم پیام تفاوت معنی‌داری نداشت. هم‌چنین کم‌ترین وزن هزار دانه در رقم سپیده از رژیم قطع آبیاری در مرحله گرده‌افشانی با میانگین ۱۲/۶۶ گرم حاصل شد. میزان وزن هزار دانه در رژیم بدون قطع آبیاری (شاهد) در رقم کیمیا به‌میزان ۵۵ درصد و در رقم سپیده ۴۳ درصد و در رقم پیام ۵۴ درصد نسبت به مرحله گرده‌افشانی بیشتر بود (شکل ۱).



شکل ۱: مقایسه میانگین برهم‌کنش سطوح آبیاری و رقم بر وزن هزار دانه سورگوم

حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار توسط آزمون چند دامنه دانکن می‌باشد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.45.5.5]

وزن هزار دانه نشان دهنده وضعیت و طول دوره زایشی هر گیاه است و از آنجایی‌که با آغاز گل‌دهی و مشخص شدن تعداد دانه در بوته، دانه‌ها شروع به دریافت و ذخیره مقادیری از مواد فتوسنتزی می‌نمایند، بایستی بین وزن هزار دانه هنگامی که گیاه تحت تنش رطوبتی قرار می‌گیرد، با حالت‌های نرمال تفاوت وجود داشته باشد (Karami *et al*., 2011). با محدود شدن آبیاری در مرحله زایشی به‌دلیل اینکه طول دوره پر شدن دانه کاهش می‌یابد گیاه با محدودیت منبع مواجه شده و مواد کمتری به دانه‌ها منتقل می‌شود، بنابراین هر گونه تنش کم‌آبی در طول این مراحل می‌تواند بر روابط منبع و مخزن اثر منفی بگذارد. کاهش تامین مواد پرورده در طول این مدت سبب محدود شدن گنجایش ذخیره دانه و کاهش وزن دانه خواهد شد (Modhej and Behdarvandi, 2006).

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نیز نشان داد که اثر رقم بر عملکرد دانه معنی‌دار نبود، این در حالی بود که اثر قطع آبیاری در سطح ۱ درصد بر عملکرد دانه اثرگذار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که قطع آبیاری موجب کاهش عملکرد دانه شد. قطع آبیاری در مرحله خمیری اثر معنی‌داری نداشت و با تیمار شاهد (عدم قطع آبیاری) در یک کلاس آماری قرار گرفت، اما قطع آبیاری در مرحله شیری موجب کاهش ۳۴ درصد عملکرد دانه شد که این افت عملکرد با قطع آبیاری در مرحله گرده افشانی به ۶۴ درصد افزایش نشان داد (جدول ۳). کاهش عملکرد بسته به زمان و شدت تنش خشکی می‌تواند در نتیجه محدودیت مبدأ (کاهش فتوسنتز و نیز تسریع پیری و زوال برگ) و یا محدودیت مقصد فیزیولوژیک (کاهش اندازه مقصد) باشد (Gonzalez *et al*., 2010). تنش خشکی در مراحل اولیه پر شدن دانه از طریق کاهش تعداد سلول‌های آندوسپرم بر روی پر شدن دانه و در نتیجه عملکرد اثر می‌گذارد که کاهش وزن هزار دانه در این مطالعه نیز تایید کننده این مطلب می‌باشد (توحیدی مقدم و مظاهری، ۱۳۹۰). در این مطالعه نیز قطع آبیاری در مرحله گرده افشانی از طریق کاهش تعداد دانه در درجه اول و در ادامه از طریق کاهش وزن دانه‌ها موجب بیشترین اثر بر عملکرد دانه شد. همچنین مشاهده گردید که ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر عملکرد در همه شرایط تفاوت معنی‌داری نداشته که این نشان دهنده آستانه تحمل یا آستانه واکنش مشابه این سه رقم به تنش است (جدول ۳). برخی از محققین در مطالعه‌ای بر روی سورگوم بیان کردند که تنش خشکی باعث کاهش هدایت روزنه‌ای و فتوسنتز خالص شده و در نهایت عملکرد را کاهش می‌دهد (نصرآباد و همکاران، ۱۳۹۶). همچنین این نتایج با دیگر بررسی‌ها مبنی بر کاهش عملکرد در شرایط تنش، بیش از آستانه تحمل گیاه به‌دلیل اختلال رشد در مرحله زایشی و عدم انتقال و تخصیص کربوهیدرات‌ها و قندها به دانه مطابقت دارد (Durand *et al*., 2016).

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.45.5.5]

میزان قند و نشاسته بذر

نتایج نشان داد تنها قطع آبیاری بر میزان قند و نشاسته بذرهای سورگوم دارای اثر معنی‌دار بود و این صفات تحت اثر رقم و برهم‌کنش آن با قطع آبیاری قرار نگرفتند (جدول ۴). مقایسه میانگین‌های مربوطه نشان داد که قطع آبیاری در مرحله مختلف گیاه موجب افزایش میزان قند و کاهش میزان نشاسته در بذور سورگوم شد. قطع آبیاری در مرحله خمیری اثر معنی‌داری بر میزان قند نداشته، اما موجب کاهش ۸ درصدی میزان نشاسته بذور سورگوم شد. همچنین قطع آبیاری در مرحله شیری نیز موجب افزایش ۲۰ درصدی قند و کاهش ۱۳ درصدی نشاسته در مقایسه با شاهد شد. تغییرات این صفات در قطع آبیاری در مرحله گرده‌افشانی که به‌عنوان تنش شدید در نظر گرفته شد موجب افزایش ۴۴ درصدی میزان قند و کاهش ۲۳/۵ درصدی میزان نشاسته شد (جدول ۵). به‌نظر می‌رسد که در شرایط تنش خشکی، تجمع قندها از طریق تنظیم اسمزی و نگهداری تورژسانس افزایش پیدا کرده است. معمولا گیاهان در مواجه شدن با تنش خشکی کاربرد کربن را تغییر می‌دهند و وضعیت کربوهیدرات‌های برگ تغییر می‌کند. این مسئله به‌عنوان یک سیگنال در پاسخ به تنش عمل می‌کند. در حالی که سنتز نشاسته حتی در شرایط تنش‌های متوسط هم ممانعت می‌شود، غلظت کربوهیدرات‌های محلول به‌طور کلی افزایش یافته و یا حداقل ثابت باقی می‌ماند، البته عدم کاهش قند در شرایط خشکی ممکن است به‌دلیل تجزیه نشاسته در اثر افزایش فعالیت آمیلاز و کاهش آن باشد. افزایش میزان قند محلول در شرایط تنش و همچنین حفظ فعالیت متابولیکی گیاه در این شرایط گردد (Kavi Kishor *et al*., 2005). با توجه به روند تغییرات قند و نشاسته در این مطالعه می‌توان استنباط کرد که نشاسته ذخیره شده در گیاه جهت تنظیم اسمزی به فرم‌های دیگر شکسته شده که این امر موجب افزایش میزان قند و کاهش نشاسته در اثر تنش شده است. Shao و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که تنش خشکی باعث افزایش تجمع کربوهیدرات‌های محلول و اسیدهای آمینه آزاد می‌شود. این محلول‌ها وزن مولکولی کمی داشته و در غلظت‌های بالا سمیت ندارند و اجزای سلول را از صدمات دهیدراسیون محافظت می‌کنند. در حقیقت در تنش خشکی به‌دلیل کاهش نسبت منبع به مخزن، بخش‌بندی کربن بین ساکرز و نشاسته تغییر می‌کند و صادرات ساکرز افزایش می‌یابد و در نتیجه غلظت نشاسته در برگ‌ها کاهش می‌یابد (Bruening and Egli, 2000) که این امر می‌تواند بر میزان نشاسته در بذر نیز اثر داشته باشد.

میزان چربی و پروتئین بذر

نتایج نشان داد که میزان چربی بذور سورگوم نیز تنها تحت اثر قطع آبیاری بود و ارقام مورد مطالعه از نظر میزان چربی موجود در بذر اختلاف معنی‌داری نداشتند (جدول ۴). میزان چربی موجود در بذر در اثر قطع آبیاری کاهش پیدا کرد به‌طوری که در شرایط شاهد یا عدم قطع آبیاری میزان ۳/۷۲ درصد چربی در بذور موجود می‌باشد که با قطع آبیاری در

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.45.5.5]

مرحله گرده‌افشانی میزان چربی بذر با افت ۴۲ درصدی به ۲/۱۶ درصد رسید. کاهش میزان چربی در اثر قطع آبیاری می‌تواند به‌دلیل اختلال در فرایندهای متابولیکی بذر و آسیب به انتقال آسیمیلات‌ها به دانه باشد، به‌عبارتی تنش خشکی از طریق افزایش ضخامت پوست دانه و کاهش درصد مغز به کل دانه باعث کاهش میزان روغن می‌شود (Bouchereau *et al.*, 1996). کوتاه شدن طول دوره پر شدن دانه، ناشی از افزایش دما و تنش خشکی و تغییر در متابولیسم مواد، کاهش در میزان چربی را می‌تواند به‌دنبال داشته باشد. در واقع تنش خشکی به‌ویژه در هنگام رسیدگی، درصد چربی را کاهش داده، اما درصد پروتئین را افزایش می‌دهد که این حالت به‌دلیل تسریع در رسیدگی گیاه می‌باشد. فنایی و همکاران (۱۳۹۴) نیز نتایج مشابهی مبنی بر کاهش میزان چربی در گلرنگ در شرایط تنش خشکی ارائه نمودند به‌طوری که در آزمایش آن‌ها میزان چربی از ۲۷ درصد در حالت بدون تنش به ۲۳ درصد بعد از قطع آبیاری در مرحله گل‌دهی و ۲۱ درصد بعد از قطع آبیاری در مرحله دانه‌بندی رسید. نتایج نشان داد که سطوح آبیاری در سطح احتمال یک درصد بر میزان پروتئین بذرهای سورگوم اثرگذار بود. همچنین میزان پروتئین در بذرهای ارقام سورگوم در سطح ۵ درصد نیز معنی‌دار شد (جدول ۴).

جدول ۴: ادامه نتایج تجزیه واریانس اثر قطع آبیاری و رقم بر ویژگی علوفه‌ای سورگوم

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		چربی	قند	نشاسته	درصد پروتئین خام
بلوک	۲	۰/۴۶۱*	۰/۰۰۴^{ns}	۲/۷۸۲^{ns}	۰/۴۵۹^{ns}
قطع آبیاری	۳	۴/۲۵۶**	۱/۲۰۸**	۵۸۸/۶۳۸**	۴۰/۴۷۴**
خطای اصلی	۶	۰/۱۳۱	۰/۰۴۱	۴۶/۶۷۵	۰/۴۱۴
رقم	۲	۰/۰۷۷^{ns}	۰/۰۸۸^{ns}	۲/۸۹۱^{ns}	۱/۳۴۹*
آبیاری × رقم	۶	۰/۱۲۷^{ns}	۰/۰۶^{ns}	۴/۹۶۸^{ns}	۲/۰۰۲^{ns}
خطای فرعی	۱۶	۰/۰۶۴	۰/۰۴۷	۱۳/۲۹۷	۰/۲۹۷
ضریب تغییرات (٪)	-	۸/۰۲	۱۰/۵۷	۴/۹۶	۴/۵۸

ns،* و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۵ درصد و معنی‌دار در سطح ۱ درصد می‌باشد.

میزان پروتئین در اثر تنش افزایش پیدا کرد. قطع آبیاری در مرحله خمیری اثر معنی‌داری بر میزان پروتئین در مقایسه با شاهد نداشت، اما با افزایش شدت تنش و قطع آبیاری در مرحله شیری و گرده‌افشانی میزان پروتئین ۱۵ و ۴۲ درصد افزایش نشان داد. همچنین مقایسه میزان پروتئین در ارقام مختلف نیز نشان داد، رقم کیمیا بالاترین میزان پروتئین را به خود اختصاص داد که در مقایسه با دو رقم دیگر میزان پروتئین آن ۱۰ درصد بیشتر بود (جدول ۵). با ایجاد قطع آبیاری در مراحل شیری و گرده‌افشانی به‌دلیل کاهش طول دوره رشد گیاه، میزان پروتئین سورگوم افزایش یافت. پروتئین‌های

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.45.5.5]

زیادی در گیاهان شناخته شده‌اند که در تنش خشکی بیان می‌شوند و حتی در بسیاری از پروتئین‌هایی که جزء متابولیسم‌های اصلی گیاهان هستند، در شرایط تنش خشکی، افزایش نشان می‌دهند. افزایش تجمع پروتئین تحت تنش خشکی گاه به‌منظور تولید ماده ذخیره نیتروژن صورت می‌گیرد تا در فرآیندهای متابولیکی در تنش اسمزی مورد مصرف گیاه قرار گیرد (Pareek *et al*., 1997). همچنین در پژوهشی دیگر گزارش کردید که تنش خشکی در سورگوم باعث می‌شود که میزان درصد پروتئین دانه افزایش یابد (راعی و همکاران، ۱۳۹۲).

جدول ۵: نتایج مقایسه میانگین اثر قطع آبیاری و رقم بر اجزای عملکرد و عملکرد دانه سورگوم علوفه‌ای

تیمار	سطح	چربی خام (درصد)	قند (درصد)	نشاسته (درصد)	پروتئین خام (درصد)
قطع آبیاری	گرده‌افشانی	۲/۱۶c	۲/۵۴a	۶۳/۳۵c	۱۴/۸۶a
	شیری	۳/۴۷ab	۲/۱۱b	۷۲/۰۵b	۱۲/۰۰b
	خمیری	۳/۲۷b	۱/۷۸c	۷۵/۸۴b	۱۰/۳۰c
	شاهد	۳/۷۲a	۱/۷۶c	۸۲/۷۵a	۱۰/۴۲c
ارقام	سپیده	۳/۲۴a	۲/۰۴a	۷۳/۶۴a	۱۱/۶۵b
	کیمیا	۳/۰۸a	۱/۹۷a	۷۳/۹۱a	۱۲/۲۸a
	پیام	۳/۱۴a	۲/۱۴a	۷۲/۹۶a	۱۱/۷۶b

وجود حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد.

نتیجه‌گیری

قطع آبیاری در تیمارهای قبل گرده افشانی و مرحله شیری، بازدارنده عملکرد سورگوم بوده و اثر نامطلوبی بر عملکرد، اجزای عملکرد و کیفیت محصول تولیدی ارقام داشتند. با اعمال تنش قطع آب در مرحله خمیری نسبت به تیمار آبیاری معمول عملکرد کاهش یافته ولی این کاهش از لحاظ آماری معنی‌دار نشد، بنابراین در مناطقی که کمبود آب وجود دارد با قطع آب در مرحله خمیری در مصرف آب صرفه جویی خواهد شد.

سپاسگزاری

این پژوهش در اراضی شرکت کشت و دام قیام اصفهان انجام شد. بدین وسیله از پرسنل محترم آن مرکز به‌دلیل همکاری انجام شده، تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

احمدی، ع.، احسان زاده، پ. و جباری، ف. ۱۳۸۶. مقدمه ای بر فیزیولوژی گیاهی (جلد اول). انتشارات موسسه چاپ و انتشارات دانشگاه تهران، چاپ دوم، ۶۸۱ صفحه.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.45.5.5]

اهدایی، ب. ۱۳۸۴. اصلاح نباتات. انتشارات مرز دانش، چاپ اول. ۴۵۴ صفحه.

توحیدی مقدم، ح.ر. و مظاهری، ا.ح. ۱۳۹۰. بررسی کاربرد سطوح مختلف کود دامی و پلیمر سوپر جاذب بر ویژگی‌های کمی، کیفی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی سویا در شرایط تنش خشکی. پژوهش‌های به‌زراعی. ۳ (۴۹): ۳۹۸-۳۷۵.

خزائی، ع. گل‌زردی، ف. صالح‌بغدادی، ا. و سوری، ح. ۱۳۹۳. تأثیر تنش خشکی بر عملکرد لاین‌های امیدبخش و ارقام سورگوم دانه‌ای. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر. کرج. ۵۷ صفحه.

خزائی، ع.، صبوری، ع. سادات ضبر، ز. و شهبازی، م. ۱۳۹۵. ارزیابی عملکرد دانه ارقام و لاینهای امیدبخش سورگوم دانه ای با استفاده از شاخص های تحمل به تنش خشکی. مجله به زراعی نهال و بذر. ۳۲ (۱): ۹۹-۱۱۸.

دخانی، ش. و بهشتی، ر. ۱۳۸۲. تجزیه کیفی و کمی قندها و اسیدهای آلی غالب در دو رقم سیب درختی سمیرم در طی بسته‌بندی و انبارمانی، با بهره‌گیری از دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارآیی بالا (HPLC). مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۷ (۴): ۱۸۳-۱۶۹.

دماوندی، ع.، لطیفی، ف.، دربانیان، ن. و دربانیان، م. ۱۳۹۴. بررسی اثرات تراکم بوته بر ویژگی‌های مورفولوژیکی و عملکرد چهار رقم سورگوم علوفه‌ای در منطقه دامغان. نشریه زراعت. ۱۰۶: ۱۷۰-۱۷۷.

دهقانی تفتی، ا.، شمسی، ح.، مروتی، ا.، بابایی زارچ، م.ج. و دهقانی تفتی، م.ح. ۱۳۹۶. بررسی کاربرد سطوح مختلف سولفات پتاسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد جو بدون پوشینه (*Hordeum vulgare* L.) تحت تاثیر دورهای مختلف آبیاری. مجله تنش‌های محیطی در علوم زراعی، ۱۰ (۲): ۲۲۳-۲۱۳.

راعی، ی.، جورئت، م.، مقدم، ح.، چایی‌چی، م.ر. و ویسانی، و. ۱۳۹۲. تاثیر تراکم بر عملکرد کمی و کیفی دو رقم سورگوم علوفه ای در شرایط محدودیت آب. ویژه‌نامه نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۲۳ (۴,۱): ۶۵-۵۱.

ربانی، ج. و امام، ی. ۱۳۹۰. پاسخ عملکرد دانه هیبریدهای ذرت به تنش خشکی در مراحل مختلف رشد. مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. ۱ (۲): ۶۵-۷۸.

ساریخانی، ش. و رزمجو، خ. ۱۳۸۵. اثر تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم سورگوم علوفه‌ای. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۰ (۴): ۲۴۱-۲۵۵.

سرافراز اردکانی، م.ر. ۱۳۹۸. اثر سیتوکینین و براسینواستروئید بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.45.5.5]

ارقام گندم تحت تنش خشکی در مرحله زایشی. مجله علمی فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۱۱ (۴۳) :۵-۲۴

سیف، ف.، عزیزی، ف.، پاکنژاد، ف.، کاشانی، ع. و شهابی فر، م. ۱۳۹۸. ارزیابی اثر تنش خشکی و کلینوپتیلولیت بر عملکرد و کیفیت هیبریدهای ذرت سیلویی. مجله علمی فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۱۱ (۴۲): ۱۴۶-۱۲۷.

عبدی، م. و حبیبی، م. ۱۳۹۶. اثر تنش کم‌آبی بر کیفیت و کمیت علوفه دو رقم سورگوم علوفه ای در منطقه جیرفت. فصلنامه بوم شناسی گیاهان زراعی. ۱۳(۳): ۴۰-۳۵.

فنایی، ح.ر.، کیخا، ه. و پیری، ع. ۱۳۹۴. اثر پرایمینگ بذر بر عملکرد دانه و روغن گلرنگ تحت شرایط کم‌آبیاری. علوم و تحقیقات بذر ایران. ۲ (۲): ۴۹-۵۹.

کاظمی اربط، ح.، رحیمزاده خویی، ف.، مقدم، م. و بنالی خسرقی، ا. ۱۳۷۹. اثر مقادیر مختلف کودهای نیتروژن و فسفر ودوره های آبیاری بر روی بیوماس تولیدی سورگوم علوفه ای واریته اسپیدفید. مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۱ (۴): ۷۱۳-۷۲۳.

مولوی، ز.، بیابانی، ع.، نخزری مقدم، ع. و راحمی کاریزکی، ع. ۱۳۹۷. بررسی اثر تنش خشکی بر فنولوژی، عملکرد و اجزای عملکرد ارقام مختلف گندم در مناطق نیمه خشک. نشریه تحقیقات کاربری اکوفیزیولوژی گیاهی. ۵ (۱): ۸۷-۶۸.

ناصری، پ.، فرامرزی، ع.، خورشیدی‌بنام، م. و شاهرخی، ش. ۱۳۹۰. اثر دور آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام سورگوم در منطقه میانه. مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی زراعی و علف‌های هرز. ۵ (۱۹): ۹۳-۱۰۴.

نصرآباد، ع.، موسوی‌نیک، م.، گلوی، م.، بهشتی، ع. و سیروس‌مهر، ع . ۱۳۹۶. بررسی اثر تنش خشکی در مراحل مختلف رشد بر عملکرد دانه، تجمع اسمولیت‌ها و رنگدانه‌های فتوسنتزی در ژنوتیپ‌های سورگوم دانه‌ای (*Sorghum bicolor* L.). نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۵ (۳): ۶۹۰-۶۷۶.

Amjad-Ali, M., Abbas, A., Niaz, S., Zulkiffal, M. and Ali S. 2009. Morphophysiological criteria for drought tolerance in sorghum (*Sorghum bicolor*) at seedling and post-anthesis Ssages. International Journal of Agricultural Biotechnology. 11: 674-680.

AOAC. 1984. Official Methods of Analysis, 14Ed. Association of official Analytical Chemists, Washington, DC.

Blum, A. 2005. Drought resistance, water-use efficiency, and yield potential are they compatible, dissonant, or mutually exclusive? Australian Journal of Agricultural Research. 56 (11): 1159-1168.

Bouchereau, A., Clossais, B.N., Bensaoud, A., Beport, L. and Renard, M. 1996. Water stress

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.45.5.5]

effects on rapeseed quality. European Journal of Agronomy. 5: 19-30.

Bruening, W. P. and Egli, D. B. 2000. Leaf starch accumulation and seed set at phloem-isolated nodes in soybean. Field Crops Research. 68: 113–120.

Durand, M., Porcheron, B., Hennion, N., Maurousset, L., Lemoine, R. and Pourtau, N. 2016. Water Deficit Enhances C Export to the Roots in Arabidopsis thaliana Plants with Contribution of Sucrose Transporters in Both Shoot and Roots. Plant Physiology. 170 (3): 45-53.

Gonzalez, A., Bermjo, V., and Gimeno, B. S. 2010. Effect of different physiological traits on grain yield in barleygrown under irrigated and terminal water deficit conditions. Journal Agriculture Sciences. 148: 319-328.

Huang, Z., Wang, B. and Crenshaw, A.A. 2006. A simple method for the analysis of Tran's fatty acid with GC-MS and ATTM-Silar-90 capillary column. Food Chemistry. 98: 593-598

Karami, A., Sepehri, A., Hamzei , J. and Salimi, Gh. 2011. Effect of nitrogen and phosphorous biofertilizers on quantitative and qualitative traits of borage (*Borago officinalis* L.) under water deficit stress. Plant Product Technology. 1 (11): 37-50.

Kavi Kishor, P. B., Sangam, S., Amruthha, R. N., Laxmi, P. S., Naidu, K. R., Rao, K. R. S. S., Reddy, K. J., Theriappan. P. and Sreenivasulu, N. 2005. Regulation of proline biosynthesis degradation, uptake and transport in higher plant its implication in plant growth and abiotic stress tolerance. Current Science. 88: 424-438.

Khaton, M. A., Sagar, A., Tajkia, J. E., Islam, M. S., Mahmud, M. S. and Hossain, A. K. M. Z. 2016. Effect of moisture stress on morphological and yield attributes of four sorghum varieties. Progressive Agriculture. 27(3): 265-271.

Modhej, A. and Behdarvandi, B. 2006. Study of the effect of terminal heat stress on source limitation and grain yield in Bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes conference of German Genetics Society and the German Society for plant Breeding. P 96.

Pareek, A., Singla, S. A. and Grover, A. 1997. Salt responsive proteins/genes in crop plants. In: Strategies for improving salt tolerance in 164 plant (eds. Jawal, P. K., Singh, R. P. and Gulati, A.) Pp. 395-391. Oxford and IBH publication, New Delhi.

Prasad, P.V.V., Pisipati, S. R., Mutava, R.N. and Tuinstra, M.R. 2008. Sensitivity of grain sorghum to hightemperature stress during reproductive development. Crop Science. 48: 1911-1917.

Shao, H. B., Liang, Z. S., and Shao, M. A. 2005. Change of antioxidative enzymes and MDA among 10 wheat genotypes at maturation stage under soil water deficits. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces. 45 (2): 7-13.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.45.5.5]

Effect of irrigation cut at different stages of growth on yield, yield components and grain quality of different cultivars of sorghum seeds

A. Sarshad[1], D. Talei[2,6*], M. Torabi[3], F. Rafiei[4] and P. Nejatkhah[5]

1) Ph.D. Student of Department of Agronomy, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2) Assistant Professor of Medicinal Plants Research Center, Shahed University, Tehran, Iran.
3) Assistant Professor, Horticulture Crops research Development, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research Education Center, Isfahan, Iran.
4,5 & 6) Department of Agronomy, Tehran North Branch. Islamic Azad University, Tehran, Iran.

*** Corresponding author: d.talei1348@gmail.com**

This article is adapted from a Ph.D. thesis.

Received date: 2019.12.07 **Accepted date: 2020.02.26**

Abstract

In order to investigate the effect of water deficit tension on different growth stages on yield, yield components and produced grain quality of sorghum seeds cultivars, an experiments was performed as split plots based on randomized complete blocks design with four replications in Isfahan Ghiam Cultivation and Cattle Farm Company in 2017. The main factor including irrigation cut at four levels (irrigation cut from the pollination stage onwards, irrigation cut from the milking stage onwards, irrigation cut from the paste stage onwards and normal irrigation (control)) and sub-factor including three cultivars of seed sorghum (Sepideh, Kimia and Payam). The results showed that plant height traits, panicle length, one-thousand grain weight, panicle weight, grain weight in panicle, grain yield, protein percentage, sugar, starch and seed fat were affected by irrigation cut at different stages of growth. There was also a significant difference between different cultivars based on height traits, number of claws per plant and length of panicle. The results of the mean comparison showed that water deficit tension reduced grain yield and in terms of water cut-off tension before pollination compared to control caused 63.95 percent of yield loss and in terms of irrigation cut in milking stage compared to control, 34.4 percent of yield loss. While by cutting off the water in the paste stage, the yield increased by 2.2 percent compared to the control. In general, the highest grain yield, one thousand grain weight and panicle weight were obtained in Kimia cultivar, which could represent a more tolerant cultivar to water deficit tension.

Keywords: Irrigation tension, Sorghum, Yield and Physiology.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-02]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1399.12.45.5.5]