دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی"
دوره سوم، شماره اول، بهار و تابستان ۹۵
http://arpe.gonbad.ac.ir

واکنش عملکرد، اجزای عملکرد، خصوصیات مورفولوژیک و کیفی ارقام سویا به قطع آبیاری در مراحل مختلف رشدی

اباسلط رستمی اجیرلو[1*]، محمدرضا اصغری‌پور[2]، احمد قنبری[3]، مهدی جودی[4]، محمود خرمی وفا[5]

[1]دانشجو دکتری گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل
[2]دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل
[3]استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل
[4]دانشیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی
[5]استادیار پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی کرمانشاه

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱/۲۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۵/۱

چکیده

یکی از راهکارهای زراعی جهت حصول عملکرد مطلوب گیاهان در شرایط تنش خشکی، انتخاب رقم مناسب با توجه به شرایط هر منطقه می‌باشد. در همین راستا، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در دشت مغان در سال ۱۳۹۴ اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل آبیاری نرمال، قطع آبیاری در مرحله رشد رویشی، قطع آبیاری در مرحله گلدهی و قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه به‌عنوان کرت‌های اصلی و ارقام زودرس سویا شامل ویلیامز، M9 و زان به‌عنوان کرت‌های فرعی بودند. نتایج آزمایش نشان داد که به‌غیر از درصد پروتئین دانه و عملکرد پروتئین تمامی صفات مورد بررسی (عملکرد، اجزای عملکرد، صفات مورفولوژیک و صفات کیفی) تحت تأثیر اثر متقابل تنش خشکی و رقم قرار گرفتند. نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان دادند که قطع آبیاری موجب کاهش رشد و عملکرد تمامی ارقام مورد بررسی شد. بالاترین عملکرد اقتصادی (۴/۲۸ تن در هکتار) و عملکرد بیولوژیک (۹/۳۳ تن در هکتار)، صفات مورفولوژیک (ارتفاع بوته، تعداد برگ در بوته، فاصله اولین غلاف از سطح زمین و تعداد شاخه‌های جانبی در بوته)، درصد روغن دانه (۲۶/۱۳) و عملکرد روغن (۱۱۱/۸۳) در شرایط آبیاری نرمال برای

*نویسنده مسئول: abasat.rostami@yahoo.com

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

رقم ویلیامز به‌دست آمد. علاوه بر این، پایین‌ترین مقادیر این صفات در رقم زان در شرایط قطع آبیاری در مرحله پرشدن دانه به‌دست آمدند. براساس نتایج بدست آمده در شرایط آب و هوایی دشت مغان در سال زراعی ۱۳۹۴ رقم ویلیامز برترین رقم در شرایط کمبود آب و رقم زان حساس‌ترین رقم به قطع آبیاری بود.

واژه‌های کلیدی: **بحران آب، رشد، مقاومت به خشکی، نیاز آبی**

مقدمه

سویا یا لوبیا روغنی (*Glycine max* L.) از گیاهان مهم روغنی است و در بین این گیاهان بیشترین سطح زیر کشت را در جهان به خود اختصاص داده است (Rezaeizadeh *et al.,* 2001). سویا اهمیت فوق العاده‌ای در تغذیه انسان، دام و مصارف متعدد صنعتی داشته و در حال حاضر این گیاه روغنی از نظر مجموع تولید و تجارت بین‌المللی، مهم‌ترین دانه بقولات است (Khajehpur *et al.,* 2002).

یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی تعیین‌کننده رشد گیاه و عملکرد اقتصادی، وضعیت رطوبتی خاک است. در حقیقت، آبیاری مزارع نیز به‌منظور حفظ رطوبت خاک در یک وضعیت مطلوب و به حداقل رسانیدن تنش رطوبتی وارد شده به گیاه زراعی در طول فصل رشد صورت می‌گیرد (Kobraee *et al.,* 2011). امیدی و همکاران (Omidi *et al.,* 1999) بیان کردند که، با توجه به شرایط اقلیمی کشور ایران (خشک و نیمه‌خشک)، تنش خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی است که تولیدات کشاورزی را در کشور ما محدود می‌سازد. ردی و همکاران (Reddy *et al.,* 2004) گزارش کردند که، تنش خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده رشد و عملکرد گیاهان زراعی است که ۴۰ تا ۶۰ درصد اراضی کشاورزی جهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. علاوه بر، تأثیر مستقیم تنش خشکی بر رشد و عملکرد گیاهان زراعی، مقدار آب مصرفی با توجه به تغییر وضعیت آب و هوا، مدیریت، طول فصل رشد و نوع رقم کشت متفاوت است (Latify, 1993).

با توجه به زمان کشت سویا در منطقه دشت مغان (به‌عنوان کشت دوم) که در اواخر فصل تابستان مصادف با مرحله غلاف‌بندی و پر شدن دانه گیاه سویا می‌باشد، کاهش رطوبت خاک سبب کاهش قابل توجه در عملکرد می‌گردد. وجود تنش‌های مقطعی در اواسط مرحله نموی گیاه سبب تأثیر منفی در رشد گیاه خواهد شد، اما گیاهانی که تحمل بیشتری نسبت به خشکی دارند و پس از رفع تنش قادر به بهبود و جبران صدمات باشند کمترین کاهش در عملکرد را نشان خواهند داد. با افزایش شدت تنش، سرعت تولید ماده خشک در گیاه کاهش می‌یابد بنابراین، ارقامی که توان فتوسنتزی خود را در شرایط تنش در مدت زمان بیشتری حفظ کنند از عملکرد بیشتری برخوردار خواهند بود (Lazzacano and Lovatt, 1999). میزان شدت کاهش عملکرد دانه بسته به میزان آب خاک در طول دوره رشد و تحمل رقم زراعی متفاوت است (Sneller and Dombek, 1997).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

تحقیقات متعددی بر اعمال قطع آبیاری در مراحل مختلف رشدی در گیاه سویا انجام شده است به‌طوری‌که در مرحله‌ی رشد رویشی موجب کاهش میزان رشد گیاه می‌گردد (Purmoosavi *et al.*, 2005). بهاتیا و همکاران (Bhatia *et al.*, 2008) گزارش کردند که، عملکرد دانه در شرایط قطع آبیاری در تمامی مراحل رشدی به‌ویژه در فاز زایشی کاهش یافت. کرم و همکاران (Karam *et al.*, 2005) از آزمایشات خود نتیجه گرفتند که، کم آبیاری در مرحله گلدهی کامل سویا تنها سبب کاهش ۴ درصدی عملکرد دانه شد، در حالی‌که کم آبیاری در مرحله رشد و پر شدن دانه (توسعه دانه) کاهش ۲۸ درصدی عملکرد دانه را در پی داشت. عکس‌العمل سویا به کمبود آب خاک در مراحل مختلف رشد متفاوت است و در مرحله پرشدن دانه حساسیت آن به کمبود رطوبت خاک بیشتر است (Daneshyan *et al.*, 2009). پورموسوی و همکاران (Purmoosavi *et al.*, 2005) بیان داشتند که، تنش رطوبتی در مرحله تشکیل غلاف، عملکرد سویا را حدود ۵۰ درصد کاهش داد. هم‌چنین، با افزایش شدت تنش از تعداد گره و طول میانگره کاسته شد که منجر به کاهش ارتفاع گیاه گردید. مقدم خمسه و همکاران (Mogaddam khamseh *et al.*, 2011) ضمن بررسی صفات عملکرد، اجزای عملکرد و برخی صفات مورفولوژیک ارقام تجاری سویا در شرایط تنش رطوبتی در اواخر مرحله‌ی زایشی نشان دادند که، با اعمال تنش آبی عملکرد دانه ۴۸ درصد و وزن ۱۰۰۰ دانه ۲۲ درصد کاهش یافت، علاوه بر این آن‌ها نشان دادند که، ارتفاع بوته و تعداد برگ در بوته با قطع آبیاری در فاز رویشی به‌شدت کاهش یافت. فرجی (Faraji, 2014) با بررسی اثرات محدودیت آب بر روند ذخیره‌سازی روغن، پروتئین و عملکرد دانه در ۲۰ لاین و رقم سویا نشان داد که، با افزایش تنش آبی، عملکرد دانه و درصد روغن کاهش و درصد پروتئین دانه افزایش یافت.

سلیمان‌زاده و همکاران (Soleimanzadeh *et al.*, 2010) در بررسی که بر روی آفتابگردان انجام دادند ضمن اثبات رابطه مثبت بین ارتباط عملکرد دانه و مقدار روغن دانه نشان دادند که، درصد روغن با درصد پروتئین همبستگی منفی و معنی‌داری داشت. پورموسوی و همکاران (Purmusavi *et al.*, 2005) با بررسی اثر تنش خشکی و کود دامی بر ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه سویا اظهار داشتند که، با افزایش شدت تنش آبی، درصد روغن دانه‌ها کاهش و درصد پروتئین دانه‌ها افزایش یافت. ارتفاع بوته، تعداد گره در بوته و تعداد شاخه در بوته در اثر تنش خشکی کاهش یافت. رجب نسب آقا محلی و کاراپیان (Rajab-nasb Aghamahally and Karapian, 2013) بیان داشتند که، قطع آبیاری در مرحله رویشی گیاه گلرنگ موجب کاهش ارتفاع بوته و عملکرد دانه در مرحله توسعه دانه باعث افزایش درصد پروتئین دانه شد.

با توجه به این‌که استفاده از ارقام مناسب با در نظر داشتن شرایط اقلیمی هر منطقه امری مهم تلقی می‌گردد. بنابراین، با توجه به شرایط اقلیمی دشت مغان، انتخاب رقم متحمل به تنش خشکی

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

به‌ویژه در اواخر فصل رشد که در شرایط مغان مصادف با روزهای گرم تابستانی است، امکان استفاده بهتر از آب را فراهم نموده و سبب افزایش بازده تولید می‌گردد. از آنجایی‌که انتخاب ارقامی که از تحمل بیشتری نسبت به کم‌آبی برخوردار باشند، دستیابی به عملکرد بالاتر را تضمین خواهد نمود. لذا، مطالعه‌ی حاضر به‌منظور تعیین بهترین رقم در شرایط قطع آبیاری در جهت استفاده‌ی بهینه از امکانات محیطی و دستیابی به عملکرد بالاتر، با بررسی عملکرد، اجزای عملکرد، برخی خصوصیات مورفولوژیک و صفات کیفی ارقام زودرس سویا (ویلیامز، M9 و زان) اجرا شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی ارقام مختلف سویا از نظر عملکرد، اجزای عملکرد، برخی صفات مورفولوژیک و صفات کیفی در شرایط قطع آبیاری در مراحل مختلف رشدی سویا، آزمایشی در سال ۱۳۹۴ در شهرستان پارس‌آباد از دشت مغان انجام شد. محل اجرای آزمایش بین مدارهای ۳۹ درجه و ۱۲ دقیقه تا ۳۹ درجه و ۴۲ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۱۰ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۲۱ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ واقع شده است. منطقه پارس‌آباد دارای اقلیم نیمه خشک است، میانگین بارش سالانه در این منطقه ۲۷۱ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه ۱۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (Vatankhah, 2009).

آزمایش به‌صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گردید. تیمارهای آزمایشی شامل قطع آبیاری در زمان‌های مختلف رشدی (IR1: آبیاری نرمال یا بدون قطع آبیاری (در زمان ۷۰ درصد تخلیه رطوبت خاک)، IR2: قطع آبیاری در مرحله رشد رویشی، IR3: قطع آبیاری در مرحله گلدهی و IR4: قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه) به‌عنوان عامل اصلی و ارقام زودرس سویا شامل (VAR1: رقم ویلیامز، VAR2: رقم M9 و VAR3: رقم زان) به‌عنوان فاکتور فرعی بودند. هر کرت آزمایشی شامل چهار ردیف به طول پنج متر که فاصله ردیف‌ها از همدیگر ۶۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف پنج سانتی‌متر بودند. برای جلوگیری از نشت آب بین کرت‌های اصلی دو متر فاصله گذاشته شد. در این آزمایش، بذرهای ارقام مختلف سویا (تهیه شده از شرکت دانه‌های روغنی مغان) بعد از تلقیح با باکتری ریزوبیوم به‌صورت دستی در فواصل مذکور در چهارم تیرماه کشت شدند. پیش از اجرای آزمایش، نمونه‌ای مرکب از خاک مزرعه تهیه و برای تعیین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی به آزمایشگاه ارسال شد. براساس نتایج آزمون خاک (جدول ۱) و با توجه به نیاز گیاه سویا، ۲۰۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار (به‌عنوان استارتر) و ۲۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات‌تریپل به خاک اضافه شد. هم‌چنین، برای تأمین نیاز کودی پتاسیم؛ نانوکود پتاسیم (K2O ۲۷ درصد) (خریداری شده از شرکت صدور احرار شرق: تولیدکننده نانوکودهای خضراء (www.khazra.ir)

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

به‌صورت خاک مصرف مورد استفاده قرار گرفت. آبیاری به روش جوی و پشته‌ای اجرا و تمامی تیمارها تا ظهور سومین برگ سه برگچه‌ای به‌طور یکسان آبیاری شدند (Rustaei *et al.*, 2012) و بعد از این مرحله تیمارهای آبیاری (براساس مراحل رشدی) اعمال شدند. عملیات وجین علف‌های‌هرز از مرحله ۴-۲ برگی تا ظهور غلاف‌ها به‌صورت دستی انجام گردید هم‌چنین جهت مدیریت آفات که عمدتاً لاروهای برگ‌خوار و همه چیزخوار بودند قبل از گلدهی از سم هگزافلومرون بر علیه لاروهای سن اول (جزء سموم ضدتغذیه‌ای) استفاده گردید.

جدول ۱- نتایج آزمون خاک مزرعه مورد کشت

عمق (cm)	EC (dS/m)	کربن آلی (درصد)	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)	رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)	بافت خاک
۰-۴۵	۰/۹۳	۱/۰	۴/۶	۴۴۰	۶۵	۱۸	۱۷	رسی

صفات مورد مطالعه شامل تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، وزن ۱۰۰۰ دانه، طول غلاف، عرض غلاف، عملکرد دانه، بیوماس و شاخص برداشت به‌عنوان صفات زراعی، ارتفاع بوته، فاصله اولین غلاف از زمین، تعداد برگ در بوته، تعداد شاخه‌های جانبی و درصد پروتئین به‌عنوان صفات مورفولوژیک و عملکرد پروتئین (حاصل‌ضرب عملکرد دانه در درصد پروتئین)، درصد روغن دانه و عملکرد روغن دانه (حاصل‌ضرب درصد روغن دانه در عملکرد دانه) به‌عنوان صفات کیفی بودند. برای اندازه‌گیری صفات مورفولوژیک پس از حذف اثرات حاشیه‌ای از دو ردیف وسطی به‌طور تصادفی ۱۰ بوته انتخاب و اندازه‌گیری‌ها اجام شد. علاوه بر این، جهت اندازه‌گیری صفات مربوط به عملکرد و اجزای عملکرد در پایان فصل رشد (رطوبت دانه‌ها ۱۲ درصد) ۱۰ بوته به‌طور تصادفی و تخریبی انتخاب و مورد سنجش قرار گرفتند. درصد روغن بذر با استفاده از دستگاه سوکسله (Model No SCMS-F100-6H) تعیین شد. برای محاسبه درصد پروتئین دانه، ابتدا درصد نیتروژن دانه به روش کجلدال اندازه‌گیری و با ضرب آن در عدد ۶/۲۵ درصد پروتئین دانه‌ها محاسبه گردید (Salo-Vaananen and Koivistoinen, 1996). داده‌های حاصل توسط نرم‌افزار آماری SAS مورد تجزیه و تحلیل، رسم نمودارها با کمک نرم‌افزار Excel و مقایسه میانگین‌ها با آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

عملکرد و اجزای عملکرد: نتایج تجزیه واریانس صفات مربوط به عملکرد و اجزای عملکرد نشان داد که، تأثیر قطع آبیاری و ارقام سویا در سطح احتمال یک درصد بر تمامی صفات مذکور معنی‌دار بود

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

(جدول ۲). علاوه بر این، اثر متقابل قطع آبیاری × ارقام سویا بر تمامی صفات عملکرد و اجزای عملکرد معنی‌دار به‌دست آمد (جدول ۲).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد ارقام مختلف سویا تحت شرایط قطع آبیاری

منبع تغییرات	درجه‌آزادی	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در بوته	وزن هزار دانه	طول غلاف
تکرار	۲	۶۸/۰۸	۷۵/۰۵	۳۵۷/۴۴	۰/۸۷
قطع آبیاری (IR)	۳	۲۹۷۶/۴۰**	۹۳۶۸/۵۱**	۲۶۱۴۷/۱۶**	۵/۴۰**
خطای اصلی	۶	۱۰۰/۱۵	۲۱۵/۷۴	۲۳۶/۵۵	۰/۱۰
رقم (Var)	۲	۱۱۸۶/۳۳**	۳۸۵۸/۳۳**	۵۹۶۴/۱۹**	۱۰/۷۸**
اثر متقابل IR×Var	۶	۴۴/۲۹**	۷۶/۸۵**	۱۹۶/۹۷*	۰/۲۱**
خطای فرعی	۱۶	۹/۵۱	۲۰/۱۳	۶۷/۱۱	۰/۰۴
ضریب تغییرات (درصد)	-	۳/۴۳	۲/۳۸	۳/۴۰	۵/۸۶

^{ns}، * و ** به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار، اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

ادامه جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد ارقام مختلف سویا تحت شرایط قطع آبیاری

منبع تغییرات	درجه‌آزادی	عرض غلاف	عملکرد دانه	بیوماس	شاخص برداشت
تکرار	۲	۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۳۵	۰/۰۰۲
قطع آبیاری (IR)	۳	۰/۸۸**	۲/۸۱**	۱۶/۸۹**	۴۳۰/۷۱**
خطای اصلی	۶	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۲۰	۲۴/۰۷
رقم (Var)	۲	۱/۵۱**	۱/۱۳**	۱۳/۴۱**	۰/۰۱۷
اثر متقابل IR×Var	۶	۰/۰۴*	۰/۱۰*	۰/۱۵*	۴۴/۳۲*
خطای فرعی	۱۶	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۵	۷۵/۷۳
ضریب تغییرات (درصد)	-	۱۰/۲۶	۶/۳۸	۵/۲۵	۷/۹۸

^{ns}، * و ** به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار، اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

جدول مقایسه میانگین (جدول ۳)، اثرات متقابل قطع آبیاری × ارقام سویا بر برخی صفات زراعی نشان می‌دهد که، بالاترین مقادیر تعداد غلاف در بوته (۱۳۲)، تعداد دانه در بوته (۲۵۶/۷۰)، طول غلاف (۵/۷۶ سانتی‌متر)، عرض غلاف (۱/۷۶ سانتی‌متر)، وزن ۱۰۰۰ دانه (۳۳۶/۷۰ گرم)، عملکرد اقتصادی (۴/۲۸ تن در هکتار) و عملکرد بیولوژیک (۹/۳۳ تن در هکتار) در شرایط آبیاری نرمال در رقم زودرس ویلیامز (تیمار IR1VAR1) به‌دست آمدند. علاوه بر این، کمترین مقادیر تعداد غلاف در بوته (۶۷/۳۳)، طول غلاف (۱/۲ سانتی‌متر)، عرض غلاف (۰/۵ سانتی‌متر)، وزن ۱۰۰۰ دانه (۱۰۰ گرم) و عملکرد اقتصادی (۸۰۰ کیلوگرم در هکتار) در تیمار قطع آبیاری در مرحله توسعه دانه در رقم زان (IR4VAR3) به‌دست آمدند. هم‌چنین پایین‌ترین تعداد دانه در بوته (۱۴۳/۳۳) در تیمار قطع آبیاری

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

در مرحله گلدهی در رقم زان (IR3VAR3) و حداقل مقدار عملکرد بیولوژیک در تیمار قطع آبیاری در مرحله رشد رویشی در رقم M9 به‌دست آمدند (جدول ۳).

با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان اظهار کرد که، در بین رقم‌های مورد مطالعه رقم زان حساس‌ترین رقم به کمبود آب به‌ویژه در مرحله پر شدن دانه و رقم ویلیامز برترین رقم در مقابل کمبود آب به‌ویژه در مرحله رشد رویشی بود. تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته از اجزاء مهم عملکرد سویا محسوب می‌شوند و با توجه به این‌که تشکیل تعداد این دو جزء مهم در مرحله گلدهی صورت می‌پذیرد. بنابراین، کمبود آب در این مرحله می‌تواند به‌شدت آن‌ها را تحت تأثیر قرار داده و کاهش دهد که با نتایج یافته‌های دانشیان و همکاران (Daneshyan *et al.,* 2009) مطابقت دارد. اندازه غلاف نیز در مرحله توسعه دانه می‌یابد. بنابراین، کمبود آب در این مرحله می‌تواند طول غلاف و عرض آن را کاهش دهد که نتایج این تحقیق مبین این امر است. روح الامین و همکاران (Ruhul-Amin, 2009) در بررسی که بر روی سویا داشتند، نتایج مشابهی را گزارش نمودند.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل ارقام سویا × قطع آبیاری بر برخی صفات زراعی

تیمار	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در بوته	طول غلاف (cm)	عرض غلاف (cm)	وزن هزاردانه (gr)	عملکرد دانه (تن در هکتار)	بیوماس (تن در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)
IR1VAR1	۱۳۲/۰۱a	۲۵۶/۶۶a	۵/۷۶a	۱/۷۶a	۳۳۶/۶۶a	۴/۲۸a	۹/۳۳a	۰/۴۵d
IR1VAR2	۱۱۱/۶۶b	۲۳۵/۰۲b	۴/۵b	۱/۶۸b	۳۰۳/۳۳b	۳/۳۷b	۸/۲۰b	۰/۴۱e
IR1VAR3	۱۰۲/۰۳c	۲۱۰/۰۰c	۴/۳۰b	۱/۵۳c	۲۹۰/۰۰c	۳/۰۰c	۷/۵۰c	۰/۴۰e
IR2VAR1	۹۸/۶۶d	۲۰۰/۰۱d	۳/۴۰c	۱/۳۶d	۲۸۰/۰۰cd	۲/۶۰d	۵/۰۱i	۰/۵۲c
IR2VAR2	۸۹/۳۳e	۱۸۶/۶۶e	۳/۱۰d	۱/۳۰e	۲۷۰/۰۰d	۲/۳۰cd	۴/۰۰j	۰/۵۷b
IR2VAR3	۸۳/۳۳g	۱۷۶/۰۱f	۲/۸۰e	۱/۱۰f	۲۵۰/۰۱e	۲/۰۱e	۳/۰۱k	۰/۶۶a
IR3VAR1	۸۳/۶۶g	۱۶۰/۰۰g	۲/۹۰e	۱/۰۰g	۲۲۰/۰۰f	۱/۸۰f	۶/۵۰e	۰/۲۷f
IR3VAR2	۷۶/۶۶h	۱۵۰/۰۰i	۲/۶۰f	۰/۹۰g	۲۰۰/۰۰g	۱/۵۰g	۶/۰۰f	۰/۲۵g
IR3VAR3	۶۸/۳۳i	۱۴۳/۳۳j	۲/۳۰g	۰/۸۱i	۱۸۰/۰۱h	۱/۳۰h	۵/۵۰h	۰/۲۳h
IR4VAR1	۸۶/۳۳f	۱۸۶/۰۱e	۲/۰۱h	۰/۸۰i	۱۵۰/۰۲i	۱/۲۰h	۷/۰۰d	۰/۱۷i
IR4VAR2	۷۸/۳۳h	۱۷۳/۰۰f	۱/۶۰i	۰/۷۰j	۱۲۰/۰۱j	۱/۰۰h	۵/۸۰g	۰/۱۷i
IR4VAR3	۶۷/۳۳i	۱۶۱/۰۰h	۱/۲۰g	۰/۵۰k	۱۰۰/۰۰jk	۰/۸۰i	۴/۸۰i	۰/۱۶j
LSD (%5)	۳/۰۲	۵/۴۳	۰/۱۳	۰/۰۸	۱۵	۰/۲۰	۰/۲۷	۰/۰۱

(IR: آبیاری نرمال، IR2: قطع آبیاری در مرحله رشد رویشی، IR3: قطع آبیاری در مرحله گلدهی، IR4: قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه، VAR1: رقم ویلیامز، VAR2: رقم M9، VAR3: رقم زان)

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند (آزمون LSD).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

در بین اجزاء عملکرد وزن ۱۰۰۰ دانه به‌شدت تحت تأثیر کمبود آب قرار گرفت و عامل اصلی کاهش عملکرد دانه را در رقم زان و سایر ارقام مورد مطالعه را می‌توان تقلیل در وزن ۱۰۰۰ دانه گزارش نمود. کاهش وزن ۱۰۰۰ دانه را در مرحله توسعه دانه می‌توان به‌دلیل کاهش انتقال کمبود مواد فتوسنتزی به مخزن‌ها که همان دانه‌ها هستند، نسبت داد که در رقم زان این صفت به‌شدت تحت تأثیر قرار گرفت که با یافته‌های کبرایی و همکاران (Kobraee *et al.,* 2011) و کریمی و همکاران (Karimi and Bsghal mohseni, 2013) مشابهت دارد. کمبود آب به‌ویژه در مرحله پرشدن دانه به‌طور معنی‌داری سبب کاهش میزان عملکرد دانه شد. تنش کمبود آب، عملکرد سویا را به‌واسطه کاهش یک یا چند جزء عملکرد به‌ویژه وزن ۱۰۰۰ دانه کاهش می‌دهد و بیشترین عملکرد زمانی به‌دست می‌آید که شرایط محیطی از جمله رطوبت قابل دسترس در تمامی مراحل رشد گیاه در حد مطلوب باشد (Karam *et al.,* 2005). کاهش عملکرد تحت شرایط تنش کمبود آب که متأثر از کاهش اجزای عملکرد می‌باشد با نتایج سایر محققین مطابقت داشت (Ghassemi-Golezani and Farshbaf-Jafari, 2012).

با توجه به جدول مقایسه میانگین (جدول ۳)، پایین‌ترین مقدار عملکرد بیولوژیک در زمان قطع آبیاری در مرحله رشد رویشی مربوط به رقم زان بود. به‌نظر می‌رسد دلیل عمده این تقلیل مربوط به کاهش تقسیم سلولی در این مرحله و در نهایت کاهش ارتفاع، تعداد برگ و بیوماس تولیدی گیاه می‌باشد که در بین رقم‌های مورد مطالعه از این منظر رقم زان حساس‌ترین رقم می‌باشد. کاهش جذب آب در اثر کاهش رشد ریشه (Heatherlylarry and Stan Spurlock, 1993)، کاهش میزان هدایت روزنه‌ای و کاهش سرعت سوخت و ساز کربن (Gonzalez *et al.,* 2005) به‌عنوان عوامل مؤثر در کاهش عملکرد اقتصادی و بیولوژیک در شرایط تنش کمبود آب شناخته شده‌اند. هم‌چنین بالاترین و پایین‌ترین مقدار شاخص برداشت با توجه به رابطه آن با عملکرد دانه و عملکرد زیست توده، به‌ترتیب در تیمار IR2VAR3 به‌میزان ۶۶ درصد و در تیمار IR4VAR3 به‌میزان ۱۶ درصد به‌دست آمد (جدول ۳). کبرایی و همکاران (Kobraee *et al.,* 2011) نیز با قطع آبیاری در مراحل مختلف رشدی بر روی چهار رقم سویا نشان دادند که قطع آبیاری موجب افزایش شاخص برداشت گردید.

صفات مورفولوژیک: نتایج حاصل از تجزیه واریانس برخی از صفات مورفولوژیک بررسی شده (جدول ۴) نشان داد که، تأثیر قطع آبیاری بر ارتفاع بوته، فاصله اولین غلاف از زمین، تعداد برگ در بوته و تعداد شاخه‌های جانبی در بوته رقم‌های مورد بررسی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. علاوه بر این، اثر متقابل قطع آبیاری × ارقام سویا بر صفات ذکر شده معنی‌دار شد. جدول مقایسه میانگین (جدول ۵) برخی صفات مورفولوژیک تحت تأثیر اثر متقابل قطع آبیاری × ارقام سویا نشان می‌دهد که، بالاترین مقادیر ارتفاع بوته (۸۲ سانتی‌متر)، فاصله اولین غلاف از زمین (۲۲ سانتی‌متر)، تعداد برگ در بوته (۳۷۶) و تعداد شاخه‌های جانبی (۱۹/۶۶) در شرایط آبیاری نرمال در رقم ویلیامز به‌دست آمد.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

هم‌چنین در میان رقم‌های بررسی شده، رقم زان از نظر صفات مورفولوژیک نیز حساس‌ترین رقم در مقابل قطع آبیاری به‌ویژه در مرحله رشد رویشی بود.

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس برخی صفات مورفولوژیک ارقام مختلف سویا تحت شرایط قطع آبیاری

منبع تغییرات	درجه‌آزادی	ارتفاع بوته	فاصله اولین غلاف از زمین	تعداد برگ در بوته	تعداد شاخه‌های جانبی در بوته
تکرار	۲	۴۶/۳۶	۰/۷۰	۲۷۶/۱۹	۱/۳۶
قطع آبیاری (IR)	۳	۱۵۳۴/۳۲**	۸۴/۴۲**	۱۷۷۳۷/۸۵**	۲۴/۹۱**
خطای آزمایشی IR	۶	۱۳/۹۹	۲/۰۸	۱۷۶/۸۲	۲/۳۶
رقم (Var)	۲	۵۹۴/۱۹**	۷۷/۲۳**	۱۰۹۰۳/۳۶**	۱۰۸/۰۲**
اثر متقابل IR×Var	۶	۲۵/۱۹**	۱/۷۷*	۱۶۹/۳۲*	۲/۳۶*
خطای آزمایشی Var	۱۶	۷/۶۶	۰/۵۰	۶۹/۳۳	۰/۶۹
ضریب تغییرات (درصد)	-	۵/۵۷	۵/۱۱	۳/۰۳	۵/۳۸

^{ns}، * و ** به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار، اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

کاهش ارتفاع گیاه به موازات افزایش تنش کم آبی به‌ویژه قطع آبیاری در مرحله رشد رویشی را می‌توان به اختلال در فتوسنتز به‌واسطه تنش خشکی و کاهش تولید مواد فتوسنتزی جهت ارائه به بخش‌های در حال رشد گیاه نسبت داد. کاهش ارتفاع ساقه در اثر تنش کمبود آب را می‌توان در ارتباط با کاهش تعداد گره دانست. این نتایج با یافته‌های پورموسوی و همکاران (Purmoosavi *et al.,* 2005) همخوانی داشت. در واقع تنش کمبود آب باعث کاهش طول دوره رویشی می‌گردد، با کاهش طول این دوره و عبور سریع‌تر گیاه از این مرحله تعداد گره و طول میانگره در گیاه کاهش یافته و به دنبال آن ارتفاع گیاه کاهش می‌یابد (Daneshyan, 2000). فاصله اولین غلاف از سطح زمین در میان ارقام مختلف و بسته به قطع آبیاری در مراحل مختلف رشدی متفاوت بود، این صفت در امر برداشت محصول بسیار مهم و تأثیرگذار است به‌طوری‌که هر چه اولین غلاف در ارتفاع بالاتری تشکیل شود، برداشت با کارایی بیشتری صورت خواهد گرفت (Amiby far *et al.,* 2013).

بهتری و همکاران (Behtari and Abadiyan, 2009) کاهش فاصله تشکیل اولین غلاف از سطح زمین را در اثر قطع آبیاری به‌ویژه در مرحله رشد رویشی را گزارش کردند. با اعمال تنش در هر کدام از مراحل زندگی گیاه به‌دلیل تأثیر در جذب عناصر ضروری مورد نیاز گیاه از طریق ریشه و به‌کارگیری آن در رشد و رویش گیاه، موجب کاهش خصوصیات رویشی از جمله تعداد برگ و تعداد شاخه‌های فرعی در گیاه می‌گردد. تعداد برگ از جمله صفات مهم در امر فتوسنتز و عملکرد و تعداد شاخه‌های فرعی از صفات مهم و حیاتی در تولید عملکرد اقتصادی و بیولوژیک مطلوب در اواخر مراحل رشدی می‌باشند (Tabatabaee *et al.,* 2013). با قطع آبیاری در مرحله رشد رویشی، تعداد برگ کاهش

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

یافته و حتی موجب ریزش آن در اواخر فصل رشد می‌گردد، به‌علاوه حساس‌ترین مرحله رشدی گیاه از نظر تعداد شاخه‌های فرعی نیز مرحله رشد رویشی است. قیبن و همکاران (Gibon *et al.*, 2000) در بررسی خود بر روی سویا نتایج مشابهی را گزارش کردند.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم‌های سویا × قطع آبیاری بر برخی صفات مورفولوژیک

تیمار	ارتفاع (cm)	فاصله اولین غلاف از سطح زمین (cm)	تعداد برگ در بوته	تعداد شاخه‌های جانبی
IR1VAR1	۸۲/۳۳a	۲۲/۰۰a	۳۷۶/۶۶a	۱۹/۶۶a
IR1VAR2	۶۶/۰۱b	۱۸/۰۰b	۳۴۱/۶۶b	۱۶/۳۳b
IR1VAR3	۶۳/۰۰b	۱۶/۰۰c	۳۲۸/۳۳c	۱۵/۱۰c
IR2VAR1	۴۲/۰۰f	۱۰/۳۳g	۲۴۸/۰۰j	۱۲/۰۰f
IR2VAR2	۳۵/۰۰g	۹/۷۰f	۲۲۸/۰۰k	۱۰/۵۸g
IR2VAR3	۳۰/۰۰h	۸/۰۰i	۲۰۰/۰۰l	۱۰/۰۰h
IR3VAR1	۵۸/۰۰cd	۱۴/۰۰d	۳۰۰/۰۰e	۱۴/۰۰d
IR3VAR2	۵۵/۰۰d	۱۲/۰۰e	۲۸۵/۰۰g	۱۳/۰۰e
IR3VAR3	۵۰/۰۰e	۱۰/۰۰h	۲۶۰/۰۰I	۱۲/۰۰f
IR4VAR1	۶۰/۰۰c	۱۳/۳۳d	۳۰۷/۰۰d	۱۵/۰۰c
IR4VAR2	۵۷/۰۰cd	۱۲/۰۰e	۲۹۰/۰۰f	۱۴/۰۰d
IR4VAR3	۵۲/۰۰e	۱۱/۰۰g	۲۶۵/۰۰h	۱۲/۵۰e
LSD (%5)	۳/۱۸	۱/۵۳	۴/۶۸	۱/۸۰

(IR: آبیاری نرمال، IR2: قطع آبیاری در مرحله رشد رویشی، IR3: قطع آبیاری در مرحله گلدهی، IR4: قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه؛ VAR1: رقم ویلیامز، VAR2: رقم M9، VAR3: رقم زان)

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند (آزمون LSD).

صفات کیفی: نتایج تجزیه واریانس داده‌های صفات کیفی (جدول ۶) نشان داد که، درصد پروتئین، درصد روغن دانه‌های سویا، عملکرد پروتئین و عملکرد روغن تحت تأثیر قطع آبیاری و رقم در سطح احتمال یک درصد قرار گرفتند. علاوه بر این، درصد روغن دانه و عملکرد روغن تحت تأثیر اثر تنش خشکی (قطع آبیاری) × رقم قرار گرفت (جدول ۶). میزان روغن استحصالی از دانه جزء صفات مهم کیفی در سویا محسوب می‌شود و سعی محققان همواره در به‌دست آوردن ارقام با درصد روغن بالا و سازگار به شرایط تنش می‌باشد. در آزمایش حاضر بیشترین درصد روغن دانه (۲۶/۱۳ درصد) و عملکرد روغن (۱۱۱/۸۳) از تیمار آبیاری نرمال در رقم ویلیامز به‌دست آمد، در حالی‌که درصد روغن دانه (۱۵ درصد) در تیمار IR3VAR3 و عملکرد روغن (۱۲/۸) در تیمار IR4VAR3 در حداقل میزان خود قرار داشتند (جدول ۷). در شرایط آبیاری نرمال روغن حجم بیشتری از فضای دانه را نسبت به شرایط تنش

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

اشغال می‌کند، میزان پروتئین دانه نیز از دیگر صفات مهم کیفی در سویا می‌باشد و اصولاً تنها صفتی است که در شرایط تنش کم‌آبی تقویت می‌شود.

جدول ۶- نتایج تجزیه واریانس برخی صفات کیفی ارقام مختلف سویا تحت شرایط قطع آبیاری

منبع تغییرات	درجه‌آزادی	درصد روغن دانه	عملکرد روغن	درصد پروتئین	عملکرد پروتئین
تکرار	۲	۱/۶۷	۹۸/۹۳	۳/۲۵	۴۶۴/۸۸
قطع آبیاری (IR)	۳	۶۹/۵۳**	۳۵۸۰/۷۲**	۸۱/۷۹**	۸۳۸/۲۷**
خطای آزمایشی IR	۶	۲/۰۲۱	۲۱/۱۲	۱/۶۹	۹۷/۴۴
رقم (Var)	۲	۳۹/۴۹**	۱۶۹۷/۶۹**	۲۵/۴۱**	۴۴۰/۰۴**
اثر متقابل IR×Var	۶	۱/۳۳**	۱۸۷/۷۵**	۱/۰۲	۳۰/۴۹
خطای آزمایشی Var	۱۶	۰/۲۹	۱۶/۶۵	۰/۶۲	۳۳/۲۸
ضریب تغییرات (درصد)	-	۲/۴۴	۷/۱۶	۲/۳۳	۶/۱۵

ns، * و ** به‌ترتیب فاقد اختلاف معنی‌دار، اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم‌های سویا × قطع آبیاری بر برخی صفات کیفی

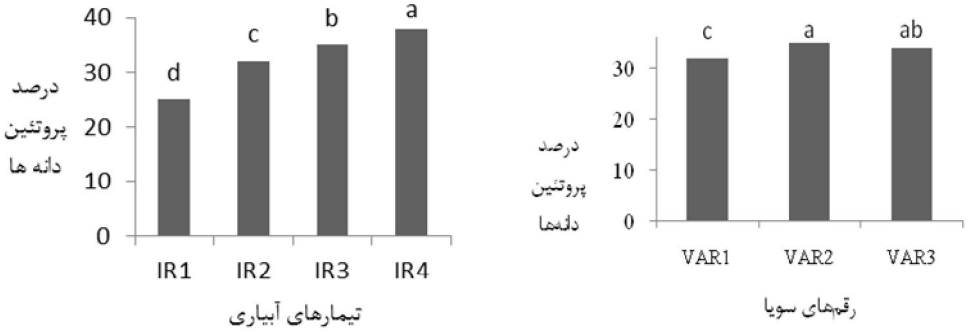
تیمار	درصد روغن دانه	عملکرد روغن
IR1VAR1	۲۶/۱۳a	۱۱۱/۸۳a
IR1VAR2	۲۳/۱۱b	۷۷/۸۸b
IR1VAR3	۲۱/۳۷c	۶۴/۱۱c
IR2VAR1	۲۰/۲۰d	۵۲/۵۲d
IR2VAR2	۱۸/۶۰e	۴۲/۷۸e
IR2VAR3	۱۷/۰۰g	۳۴/۰۰f
IR3VAR1	۱۸/۰۱f	۳۲/۴۱g
IR3VAR2	۱۶/۰۰g	۲۴/۰۰h
IR3VAR3	۱۵/۰۰i	۱۹/۵۰ i
IR4VAR1	۱۹/۰۰e	۲۲/۸۰h
IR4VAR2	۱۸/۰۰f	۱۸/۰۰i
IR4VAR3	۱۶/۰۰g	۱۲/۸۰j
LSD (%5)	۰/۵	۲/۰۷

(IR: آبیاری نرمال، IR2: قطع آبیاری در مرحله رشد رویشی، IR3: قطع آبیاری در مرحله گلدهی، IR4: قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه؛ VAR1: رقم ویلیامز، VAR2: رقم M9، VAR3: رقم زان)

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند (آزمون LSD).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

نتایج این آزمایش نشان داد که، بالاترین درصد پروتئین دانه (۳۸ درصد) در زمان قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه و همچنین بالاترین میزان آن در رقم M9 به‌دست آمد که با رقم زان از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نشان نداد (شکل ۱). علاوه بر این، بالاترین مقادیر عملکرد پروتئین در زمان آبیاری نرمال (۱۰۸) و در رقم ویلیامز (۱۰۰) به‌دست آمد (شکل ۲). به‌نظر می‌رسد، تنش خشکی از دو طریق بر کمیّت و کیفیت دانه سویا تأثیر می‌گذارد؛ یکی این‌که با بسته شدن روزنه‌ها و کاهش فتوسنتز، آسیمیلات کمتری به دانه‌ها منتقل و عملکرد دانه کاهش می‌یابد و دیگری این‌که با تأثیر بر تثبیت نیتروژن، نیتروژن مورد نیاز گیاه تأمین نشده و کاهش عملکرد دانه و درصد روغن و پروتئین دانه مشهود می‌گردد. هم‌چنان‌که مک کالم و همکاران (Mccallum *et al.,* 2000) و کاسور و همکاران (Kauser *et al.,* 2006) بر این نکته تأکید نموده‌اند که، کاهش کمیت و کیفیت دانه سویا به‌دلیل کاهش نیتروژن موجود در گیاه تحت تأثیر تنش خشکی می‌باشد.



شکل ۱- مقایسه میانگین درصد پروتئین دانه تحت تأثیر رقم‌های مختلف سویا و تیمارهای مختلف قطع آبیاری
(IR1: آبیاری نرمال، IR2: قطع آبیاری در مرحله رشد رویشی، IR3: قطع آبیاری در مرحله گلدهی،
IR4: قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه، VAR1: رقم ویلیامز، VAR2: رقم M9، VAR3: رقم زان)
(میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند (آزمون LSD)

تنش خشکی اثر بیشتری بر میزان روغن دانه نسبت به مقدار پروتئین دانه می‌گذارد، به‌طوری‌که کاهش بیشتری در درصد روغن دانه تحت شرایط تنش مشاهده گردید (جدول ۷ و شکل ۱). در تیمارهای تنش خشکی با افزایش شدت تنش میزان پروتئین افزایش و مقدار روغن دانه کاهش یافت. با توجه به این‌که با کاهش رطوبت مورد نیاز گیاه، دوره پرشدن دانه کوتاه می‌شود و این‌که ساخت و ذخیره‌سازی پروتئین در دانه در اوایل دوره پر شدن اتفاق می‌افتد، بنابراین، مدت زمان لازم برای ذخیره سازی روغن در دانه، کاهش یافته و به‌همین دلیل است که تحت شرایط تنش خشکی به‌ویژه در مرحله پرشدن دانه، گیاه سویا با افزایش پروتئین دانه و کاهش روغن دانه مواجه می‌شود (جدول۷ و شکل ۱).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

هم‌چنین سویا قسمت اعظم نیتروژن گیاه را در مرحله پرشدن دانه‌ها به سمت دانه منتقل می‌نماید. نتایج این تحقیق با یافته‌های فرنیا و همکاران (Farnia and Madani, 2010) و پوردهقان و همکاران (Purdehgan *et al.*, 2015) مطابقت داشت.



شکل ۲- مقایسه میانگین عملکرد پروتئین تحت تأثیر رقم‌های مختلف سویا و تیمارهای مختلف قطع آبیاری (IR1: آبیاری نرمال، IR2: قطع آبیاری در مرحله رشد رویشی، IR3: قطع آبیاری در مرحله گلدهی، IR4: قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه، VAR1: رقم ویلیامز، VAR2: رقم M9، VAR3: رقم زان) (میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند (آزمون LSD)

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست آمده از این آزمایش می‌توان اظهار داشت که، تنش کم آبی در هر سه رقم بر روی تمامی صفات مورد بررسی و عملکرد دانه تأثیرگذار بود. بالاترین مقادیر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، صفات مورفولوژیک و صفات کیفی بررسی شده، تماماً در شرایط آبیاری نرمال در رقم ویلیامز به‌دست آمدند. علاوه بر این، پایین‌ترین مقادیر این صفات تماماً در رقم زان به‌دست آمدند. به‌طوری‌که پایین‌ترین مقادیر عملکرد و اجزای آن در شرایط قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه برای رقم زان، پایین‌ترین مقادیر صفات مورفولوژیک مورد بررسی در زمان قطع آبیاری در مرحله رویشی و کمترین مقادیر صفات کیفی در رقم زان در زمان قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه به‌دست آمدند. بنابراین می‌توان بیان کرد که، به‌منظور افزایش کارایی استفاده بهتر از عوامل محیطی تحت تیمارهای آبیاری و ارزیابی دقیق‌تر آن‌ها در کشت‌های تابستانه در دشت مغان، کاشت رقم مناسب براساس تیپ رشد پیشنهاد می‌شود. به‌طوری‌که، در شرایط دشت مغان با توجه به نتایج به‌دست آمده در این پژوهش رقم ویلیامز مقاوم‌ترین رقم و رقم زان حساس‌ترین رقم به قطع آبیاری بود.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

منابع

Aminyfar J., Mohsenabady Gh., Bigluie M.H., Samizade H. 2013. Effect of deficit irrigation on yield, yield components and water productivity of soybean T.215 cultivar. The Iranian Society Irrigation and Water, 3 (11): 24-34.

Behtari B., Abadiyan H. 2009. Quality and quantity responses of soybean (*Glycine max* L.) seeds to water deficit. Conference on International Research on Food Security, Natural Resource Management and Rural Development, October 6-8, Tropentag University of Hamburg, Germany.

Bhatia V.S., Singh P.S.P., Wani G.S., Chauhan A.V.R., Kesava Rao A.K., Mishra K., Srinivas K. 2008. Analysis of potential yields and yield gaps of rainfed soybean in India using cropgro-soybean model. Agricultural and Forest Meteorology, 148 (8-9): 1252-1265.

Daneshyan J. 2000. The study eco-phisiological characteristics of soybean under water deficit condition. Ph.D., Thesis, Azad University, Sciences and Researches Branch, Tehran, 250 p.

Daneshyan J., Hadi H., Jonubi P. 2009. The study effect of amount of soil water on quantity and quality characteristics of soybean. National Conferences about Oilseed Plant in Iran at 1 and 2 September, Isfahan University of Technology, Isfahan.

Faraji A. 2014. Evaluation the response of soybean (*Glycine max* L.) genotypes to drought stress. Journal of Crop Breeding, 6 (14): 27-40.

Farnia A., Madani H. 2010. Effect of drought stress and bradyrhizobium japonicum bacteria on quantity and quality of soybean. New Findings in Agriculture, 4 (4): 391-404.

Ghassemi-Golezani K., Farshbaf-Jafari S. 2012. Influence of water deficit on oil and protein accumulation in soybean grains. International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences, 2 (3): 80-92.

Gibon Y., Sulpice R., Larher F. 2000. Proline accumulation in soybean leaf discs subjected to osmotic stress is related to the loss of chlorophylls and to the decrease of mitochondrial activity. Journal of Physiology Plant, 4: 469-476.

González-rodríguez A.M., Martín-olivera A., Morales D., Jiménez M.S. 2005. Physiological responses of tagasaste to a progressive drought in its native environment on the Canary Islands. Environmental and Experimental Botany, 53 (10): 195-204.

HeatherlyLarry G., Stan Spurlock R. 1993. Timing of furrow irrigation termination for determinate soybean on clay soil. Journal of Physiology Plant, 10 (4):75-86.

Karimi M., Baghal Mohseni A. 2013. Effects of osmotic stress on soybean varieties. Journal of Novel Applied Sciences, 2 (4): 101-105.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

Kauser R., Athar H.R., Ashraf M. 2006. Chlorophyll fluorescence: A potential indicator for rapid assessment of water stress tolerance in soybean *(Glycine max* L.). Pakistan Journal Botany, 38 (7): 1501-1509.

Khajepur M.R. 2007. Industries plants. Isfahan University of Technology, Jahad University Press, Mashhad, 564 p. (In Persian).

Kobraee S., Shamsi K., Rasekhi B. 2011. Soybean production under water deficit conditions. Scholars Research Library, Annals of Biological Research, 2 (2): 423-434.

Lazzcano F.I., Lovatt C.J. 1999. Relationship between relative water as content, nitrogen pools, and growth of *Phaseolus volgaris* L. and *P.acutifolius* A. Gray during water deficit. Crop Sciences, 39 (12): 467-475.

Mccallum M.H., Peoples M.B., Conner D.J. 2000. Contribution of nitrogen by field pea (*Pisum sativum* L.) in a continuous cropping sequence compared with lucerne (*Medicago sativa* L.). Based Pasture Ley in the Victorian Wimmera. Australian Journal of Agricultural Research, 51 (9): 13-22.

Moghaddam Khamseh A., Daneshian J., Amini Dehghi M., Jabbari H., Modarres Sanavy S.A.M. 2011. Effect of plant density and water deficit on the growth, yield and yield component of soybean (*Glycine max* L. Merrill). Journal of Agronomy Sciences, 4 (6): 26-40.

Purdehgan M., Modarres Sanavy S., Ganaty F., Karami S. 2015. The effect of hegzakonazol on quantity and quality characteristic of 2 varieties of soybean under drought stress. Journal of Crop Production and Processing, 5 (16): 18-26.

Purmusavi M., Galavy M., Daneshyan J., Ganbary A., Basirany N. 2005. The effect of manure fertilizer on growth, agronomy and physiological characteristics under drought stress. M.Sc., Thesis, Zabol University, 143 p. (In Persian).

Rajab Nasab Aghamahalli M., Karapitan Zh. 2013. The effect of drought stress at flowering stage on height plant and seeds' protein in different varieties of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Journal of Plant Environmental Physiology, 31 (3): 37-46.

Reddy A.R., Chaitanya K.V., Vivekanandanb M. 2004. Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. Journal of Plant Physiology, 161 (12): 1189-1202.

Rezaeizadeh A., Yazdi Samadi M.R., Zeynali H. 2001. The study relationship between yield and yield components of soybean with path analysis. Journal of Agricultural Science and Technology, 5 (3): 107-114.

Ruhul Amin A.K.M., Jahan S.R.A., Hasanuzzaman M. 2009. Yield components and yield of three soybean varieties under different irrigation management. American-Eurasian Journal of Scientific Research, 4 (1): 40-46.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]

Salo-vaananen P.P., Koivistoinen P.E. 1996. Determination of protein in foods: comparison of net protein and crude protein (N6.25) values. Journal of Food Chemistry, 57 (5): 27-31.

Sneller C.H., Dombek D. 1997. Use of Irrigation in selection for soybean yield potential under drought. Crop Science, 37 (5): 1141-1147.

Soleimanzadeh H., Habibi D., Ardakani M.R., Paknejad F., Rejali F. 2010. Response of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to drought stress under different potassium levels. World Applied Sciences Journal, 8 (5): 443-448.

Tabatabae S.A., Shakery A., Shahedy M. 2013. The study changes of yield. Yield components and some physiological characteristics of different varieties of barley under drought stress. Crop Physiology Journal, 5 (18): 101-114.

Vatankhah Sadat A. 2009. Feasibility regions cultivation of citrus in Prsabad Moghan. M.Sc., Thesis. Azad University, Ahar branch, 95 p. (In Persian).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2026-11-02]