Sari Agriculture Sceinces and Natural Resources University

Journal of Crop Breeding Vol. 15, No 48, Winter 2024 p: 140-153

Research paper"

Effect of Irrigation Levels on Relationships between Yield and Yield Components of Soybean Promising Cultivars and Lines

Rasoul Seyfi[1], Sodabeh Jahanbakhsh GhodaKahriz[2], Salim Farzaneh[3], Ali Ebadi[4] and Saber SeyfAmiri[5]

1- Master's Student, Department of Plant Genetics and Production Engineering, Department of Plant Genetics and Breeding, Faculty of Agriculture and Natural Resources,University of Mohaghegh Ardabili
2- Professor, Department of Production Engineering and Plant Genetics, Faculty of Agriculture and Natural Resources,University of Mohaghegh Ardabili , (corresponding author: jahanbakhsh@uma.ac.ir)
3- Associate Professor, Department of Production Engineering and Plant Genetics, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili
4- Professor, Department of Production Engineering and Plant Genetics, Faculty of Agriculture and Natural Resources,University of Mohaghegh Ardabili
5- Faculty member of Moghan Agricultural and Natural Resources Research Center
Received: 14 January, 2023 Accepted: 23 September, 2023

Extended Abstract

Introduction and objective: Soybean (*Glycine max* L.) is an annual, self-pollinating, diploid plant belonging to the *Leguminosae* pea family and is one of the most important oil plants in the world. The amount of yield of soybean oil constitutes its economic part, which is dependent on the grain yield and its related traits. Knowing the relationships between these traits and the interaction between them is very important for reformers. Different reports of relationships between traits and seed yield in soybean have been presented; Therefore, in this research, to investigate the reaction of different soybean cultivars and lines, in terms of yield and yield components in three levels of drought stress and normal, in order to select traits that can be considered as selection criteria for selecting cultivars and lines. paid.

Materials and Methods: In order to investigate the effect of drought stress on the yield and yield components and physiological characteristics of different soybean cultivars and lines and to analyze the relationships between traits in order to select resistant cultivars adapted to the dry or low water climatic conditions of Iran, an experiment was conducted in the form of a split. The plot was based on a randomized complete block design. In this investigation, the irrigation levels included: 1- no stress, 2- stress after flowering, 3- stress after podding as the main factor and soybean cultivars and lines were considered as secondary factors in four replications.

Results: between the main factor (drought stress) in terms of plant height, leaf area, length of plant, number of seeds per plant, dry weight of plant, weight of seeds per plant, weight of 1000 seeds, biological yield, economic yield and plant yield. In the level unit and between the levels of the sub-factor (numbers and lines) in terms of all the assessed traits, there was a significant difference at the probability levels of 5 and 1 percent. In terms of the interaction between the main and secondary factors, only in terms of plant height, stem length, number of seeds per plant, number of seeds per seed, seed weight per seed and biological yield, a significant difference was observed at 5 and 1% probability levels. With the increase of stress from the flowering stage to the pod bearing area, the yield and yield components decreased and showed a decrease compared to the non-stressed condition. The non-stress treatment (normal) had the highest economic yield with an average of 3134.40 kg and compared to the stress treatment after podding which produced an average of 2765.85 kg, it produced 11.75% more yield, in other words, The increase in stress intensity has decreased grain yield. Among the cultivars studied, in terms of yield and yield components, Arian line and DPX genotype were identified as superior cultivars, and Kausar, Parsa and Saba lines were identified as weak cultivars.

Conclusion: In general, the results obtained from this research showed that with the increase of stress from the flowering stage to the pod bearing area, the yield and yield components decreased and showed a decrease compared to the non-stressed condition. The non-stressed (normal) treatment with an average of 3134.40 kg had the highest economic yield and compared to the stress treatment after podding with an average of 2765.85 kg, it produced 11.75% more yield, in other words, with increasing stress, yield The grain has decreased. Among the studied cultivars, in terms of yield and yield components, Arian line and DPX genotype were identified as superior cultivars, and Kausar, Parsa, and Saba lines were identified as weak cultivars.

Keywords: Drought stress and DPX genotype, Economic yield, Resistant cultivars, Pod production

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.61186/jcb.15.48.140]

"مقاله پژوهشی"

تأثیر سطوح آبیاری بر روابط بین عملکرد و اجزای عملکرد ارقام و لاین‌های امیدبخش سویا

رسول سیفی[۱]، سدابه جهانبخش گده کهریز[۲]، سلیم فرزانه[۳]، علی عبادی[۴] و صابر سیف امیری[۵]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه آموزش مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، رشته ژنتیک و به‌نژادی گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی
۲- استاد، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، (نویسنده مسوول: jahanbakhsh@uma.ac.ir)
۳- دانشیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی
۴- استاد، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی
۵- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مغان
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۷/۱
صفحه: ۱۴۰ تا ۱۵۳

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: سویا (*Glycine max* L.) گیاهی یک‌ساله و خودگشن، دیپلوئید، متعلق به تیره نخود *Leguminosae* می‌باشد و از مهم‌ترین گیاهان روغنی در جهان محسوب می‌شود. مقدار عملکرد روغن سویا بخش اقتصادی آن می‌باشد که به عملکرد دانه و اجزای آن به آن وابسته می‌باشد. شناخت روابط بین این صفات و روابط آن‌ها برای اصلاح‌گران اهمیت زیادی دارد. گزارش‌های مختلفی از روابط بین صفات با میزان عملکرد دانه در سویا وجود دارد؛ لذا در این تحقیق به بررسی پاسخ ارقام و لاین‌های مختلف سویا، از نظر عملکرد و اجزای عملکرد در سه سطح تنش خشکی و نرمال برای انتخاب صفاتی که می‌توانند به‌عنوان معیارهای انتخاب برای گزینش ارقام و لاین‌ها مدنظر باشند، پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها: به‌منظور ارزیابی اثر استرس خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد و خصوصیات فیزیولوژیک ارقام و لاین‌های مختلف سویا و تحلیل روابط بین صفات برای انتخاب ارقام مقاوم و سازگار با شرایط خشک ایران، آزمایشی به صورت اسپلیت پلات بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی اجرا شد. در این تحقیق سطوح آبیاری شامل: ۱- آبیاری کامل ۲- تنش بعد از گلدهی ۳- تنش بعد از غلاف‌دهی به‌عنوان عامل اصلی و ارقام و لاین‌های سویا به‌عنوان عامل فرعی در چهار تکرار بود.

یافته‌ها: بین فاکتور اصلی (تنش خشکی) از نظر صفات ارتفاع بوته، سطح برگ، طول نیام، تعداد دانه در نیام، وزن خشک بوته، وزن دانه در هر نیام، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد اقتصادی و عملکرد بوته در واحد سطح و بین سطوح فاکتور فرعی (ارقام و لاین) از نظر کلیه صفات مورد ارزیابی اختلاف معنی‌داری در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد مشاهده شد. از نظر اثر متقابل فاکتور اصلی و فرعی فقط صفات ارتفاع بوته، طول نیام، تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در نیام، وزن دانه در هر نیام و عملکرد بیولوژیک اختلاف معنی‌داری در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد داشتند. با افزایش تنش از مرحله گلدهی به مرحله غلاف‌دهی عملکرد و اجزای عملکرد کم شده و نسبت به شرایط آبیاری کامل کم شد. تیمار بدون تنش (نرمال) با میانگین ۳۱۳۴/۴۰ کیلوگرم بیشترین عملکرد را نشان داد و نسبت به تیمار تنش بعد از غلاف‌دهی حدود ۱۱/۷۵ درصد عملکرد بیشتری را تولید نمود به عبارتی با افزایش شدت تنش عملکرد دانه کم شد. در بین ارقام مورد مطالعه از نظر عملکرد و اجزای عملکرد لاین آرین و ژنوتیپ DPX به‌عنوان ارقام برتر و ارقام کوثر، پارسا و صبا نیز کمترین عملکرد را داشتند.

نتیجه‌گیری: با افزایش تنش از مرحله گلدهی به محله غلاف‌دهی عملکرد و اجزای عملکرد کم شد و نسبت به شرایط آبیاری کامل کاهش داشت. تیمار بدون تنش (نرمال) با میانگین ۳۱۳۴/۴۰ کیلوگرم بیشترین عملکرد را نشان داده و نسبت به تیمار تنش بعد از غلاف‌دهی حدود ۱۱/۷۵ درصد عملکرد بیشتری داشت، به عبارتی با افزایش تنش، عملکرد دانه کاهش یافت. در بین ارقام مورد نیز مطالعه از نظر عملکرد و اجزای عملکرد لاین آرین و ژنوتیپ DPX به‌عنوان ارقام برتر و لاین‌های کوثر، پارسا و صبا به‌عنوان لاین‌های ضعیف بودند.

واژه‌های کلیدی: ارقام مقاوم، عملکرد اقتصادی، غلاف‌دهی، تنش خشکی و ژنوتیپ DPX

مقدمه

سویا (*Glycine max* L.) گیاهی یک‌ساله، خودگشن (Navabpour, Hezarjaribi, & Mazandarani, 2017)، دیپلوئید از تیره نخود *Leguminosae* و از مهم‌ترین گیاهان روغنی در دنیا محسوب می‌شود (TAJIK, Alahdadi, Daneshian, & Armandpisheh, 2011) به خاطر داشتن ۴۰ درصد پروتیین و ۲۰ درصد روغن در دانه خود، یک گیاه استراتژیک در تأمین نیاز غذایی می‌باشد (Maleki et al., 2013). در حال حاضر سویا در مناطق مختلف ایران مانند، استان‌های گلستان، مازندران، گیلان و اردبیل در سطحی حدود یک‌صد هزار هکتار و با عملکردی بالغ بر ۲/۲ تن در هکتار زراعت می‌شود (Farshadfar, Poursiahbidi, & Abooghadareh, 2012). این گیاه به‌عنوان یکی از شش گیاه اصلی روغنی به‌همراه نخل روغنی، کلزا، آفتاب‌گردان، پنبه‌دانه و بادام‌زمینی بوده که ۸۴ درصد روغن خوراکی تولید شده در جهان را شامل می‌شود (Manavalan, Guttikonda, Phan Tran, & Nguyen, 2009); (Akhter & Sneller, 1996; Zeid & Shedeed, 2006). در این سال‌های، باوجود تقاضای زیاد برای سویا، کاهش زیادی در تولید سویا گزارش شده به‌طوری‌که میزان تولیدی برابر با ۶۹ درصد کمتر از ظرفیت واقعی برای این محصول می‌باشد (Guimarães-Dias et al., 2012). سویا، یکی از گیاهان روغنی مهم در ایران می‌باشد که به خاطر آب و هوای نیمه‌خشک کشور، قرارگیری در الگوی زراعی به‌عنوان کشت دوم و وجود رقیب در برخی از مراحل رشدی، در معرض تنش‌های کم‌آبی و کاهش عملکرد می‌باشد (Masoumi, Darvish, Daneshian, Normohammadi, & Habibi, 2011)؛ بنابراین تحمل خشکی به‌عنوان یکی از فاکتورهای مهم مرتبط با عملکرد بوده و در بین گیاهان زراعی، سویا از جمله

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-01]
[DOI: 10.61186/jcb.15.48.140]

حساس‌ترین گیاهان به کم‌آبی محسوب می‌باشد (Maleki et al., 2013). این موضوع باعث شده تا یکی از اهداف مهم به‌نژادی معرفی یک یا چند ژنوتیپ سازگار به تنش برای کشت در یک یا چند منطقه باشد (Yahoueian, Bihamta, & Mohammadi Bazargani, 2018).

مقدار عملکرد روغن سویا بخش اقتصادی آن بوده که این خود با عملکرد دانه و صفات مرتبط با آن مرتبط است. شناخت روابط بین این صفات و برهم‌کنش بین آنها برای اصلاحگران بااهمیت است (TAJIK et al., 2011). سویا در دوران رشد رویشی خود در مقایسه با دوره گل‌دهی و میوه‌دهی حساسیت کمی نسبت به تنش دارد و در دوره تمایز سلولی گل و گل‌دهی بسیار به خشکی حساسیت دارد (Farshadfar et al., 2012). ایران با متوسط بارندگی سالیانه ۲۴۰ میلی‌متر منطقه‌ای خشک و نیمه‌خشک می‌باشد (RAHI, Najafi Zarini, Ranjbar, & Ghajar Spanlou, 2019) و تقریباً دو سوم از اراضی زیر کشت ایران در منطقه نیمه‌خشک و دیم می‌باشد پس تهیه ارقام مقاوم به تنش و مناسب دیم‌کاری در ایران اهمیت زیادی دارد (Bolat, Dikilitas, Ercisli, Ikinci, & Tonkaz, 2014). کم‌آبی یکی از مهم‌ترین علل کاهش تولید سویا در جهان بوده و خشکی‌های طولانی‌مدت تابستان، تولید این محصول را در برزیل که دومین تولیدکننده سویا در جهان می‌باشد به مقدا زیادی کم کرده است (Farshadfar et al., 2012);(Manavalan et al., 2009). کاشت ارقام پرمحصول و مقاوم به خشکی در محصولات زراعی یکی از روش‌های مؤثری است که در کنار سایر روش‌های مدیریت کم‌آبی می‌تواند تأثیر این پدیده را به کاهش دهد (Bihamta, Shirkavand, Hasanpour, & Afzalifar, 2018). گیاهان دارای مکانیسم‌هایی می‌باشند که اجازه سازگاری با شرایط محیطی را می‌دهد تا از دوره‌های خشکی نجات پیدا کنند. این روش‌ها امکان داردکه در برخی از مراحل رشدی و یا فقط در برخی گونه‌های گیاهی مشاهده شود (Cruz de Carvalho, 2008).

محققین (Ayub, Mir, & Amjad, 2000) گزارش کردند که بیشتر صفات مورفولوژیک به‌غیراز طول غلاف، همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه داشتند. همچنین در تحقیق دیگری نیز گزارش شده که صفات وزن بوته، تعداد دانه در بوته و تعداد غلاف در بوته بالاترین همبستگی را با عملکرد دانه در سویا دارند (Masoudi, Bihamta, Babaei, & Peyghambari, 2009). بانگار و همکاران (Bangar, Mukhekar, Lad, & Mukhekar, 2003) گزارش نمودند که عملکرد دانه با صفات وزن صد دانه، تعداد روز از جوانه‌زنی تا ۵۰ درصد گلدهی و زمان رسیدن همبستگی مثبت و معنی‌داری داشتند. هنریکو و همکاران (Bizeti, Carvalho, Souza, & Destro, 2004) و اختر و اسنلر (Akhter & Sneller, 1996) نیز گزارش گزارش کردن که صفت تعداد دانه در بوته همبستگی معنی‌داری با عملکرد دانه دارند. ارشد و همکاران (Arshad, Ali, & Ghafoor, 2006) گزارش کردند بین عملکرد دانه با صفت‌های زمان رسیدن، طول غلاف، تعداد شاخه فرعی، تعداد غلاف و وزن صد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد. رضایی‌نژاد (Rezaizad, 1999) با بررسی روابط میان عملکرد دانه و اجزای آن گزارش کردند که صفات تعداد دانه در بوته، عملکرد بیولوژیک و تعداد غلاف در بوته بالاترین همبستگی با عملکرد دانه داشتند.

باتوجه به اینکه عملکرد دانه یکی از اصلی‌ترین صفات مورد ارزیابی در گیاهان دانه‌ای است. همچنین این صفت به‌شدت از اجزای عملکرد متأثر است؛ پس تعیین روابط میان عملکرد و اجزای آن از اهمیت ویژه‌ای در افزایش عملکرد برخوردار است. لذا در این تحقیق به بررسی واکنش ارقام و لاین‌های مختلف سویا، از نظر عملکرد و اجزای عملکرد در سه سطح تنش خشکی و نرمال جهت‌گزینش صفاتی که می‌توانند به‌عنوان معیار انتخاب برای گزینش ارقام و لاین‌ها مدنظر باشند، توجه شده است.

مواد و روش‌ها

این بررسی طی سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ در شهرستان اهر اجرا شد. طول جغرافیایی محل اجرای آزمایش ۴۶ درجه و ۱۷ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۵ دقیقه شمالی و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۶۰ متر است. آمار هواشناسی سال‌های اخیر نشان می‌دهد که ناحیه موردنظر دارای زمستان‌های سرد و تابستان‌های معتدل است. میزان حداقل و حداکثر دمای مطلق منطقه به ترتیب ۱۰/۴ و ۲۲/۲۴ درجه سلسیوس بوده و متوسط بارندگی سالانه ۲۷۱/۳ میلی‌متر است که طی سال‌های اخیر نامنظم‌تر نیز شده است بطوری‌که اکثر بارندگی‌ها در ماه‌های پاییز، زمستان و اوایل بهار صورت می‌گیرد. مقدارpH خاک منطقه در محدوده قلیایی تا قلیایی ضعیف قرار دارد. خطر شوری قابل‌ملاحظه‌ای در سطح خاک منطقه آزمایش وجود ندارد. درصد رطوبت نسبی، میزان بارندگی، میزان تبخیر سالیانه و میزان وزش باد در ماه‌های رشد سویا در سال‌های اجرای آزمایش در جدول ۱ آمده است. جهت تجزیهٔ شیمیایی خاک محل اجرای طرح، یک نمونه خاک از ۶ نقطه مزرعه، از اعماق صفر تا ۵۰ سانتی‌متری خاک تهیه و برای محاسبه به آزمایشگاه خاک‌شناسی فرستاده شد. مشخصات خاک مزرعه در جدول (۲) آورده شده است.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-01]
[DOI: 10.61186/jcb.15.48.140]

جدول ۱- میزان بارندگی، میزان تبخیر سالیانه، میزان وزش باد در فصل رشد (منبع: هواشناسی شهرستان اهر)
Table 1. Rainfall rate, annual evaporation rate, wind rate in the growing season (source: Ahar City Meteorology)

شاخص Indicator	بازده Returns
رطوبت نسبی محیط در فصل رشد Relative humidity of the environment during the growing season	٪ 4
میزان بارندگی سالیانه Annual rainfall	300-200 میلی‌متر (mm)
میزان تبخیر سالیانه Annual evaporation rate	1554.2میلی‌متر(mm)
میزان وزش باد در فصل رشد The amount of wind during the growing season	9 متر/ثانیه (m/s)

جدول ۲- مشخصات خاک مزرعه
Table 2. Characteristics of farm soil

عمق depth(cm)	هدایت الکتریکی (EC(ds/m))	اسیدیته کل اشباع (total (saturated acidity	درصد مواد خنثی شونده (TNV)	کربن آلی (%) Organic carbon	ازت کل (%) total nitrogen
50-0	1.37	7.65	15.25	0.69	0.057
فسفر جذب Absorbable Phosphorus (ppm)	پتاسیم قابل جذب Absorbable potassium (ppm)	درصد شن Percentage of gravel	درصد سیلت percentage of silt	درصد رس percentage of clay	بافت خاک soil pattern
67	354	65	23	11	لومی شنی loam-sandy

در این پژوهش ۱۰ ژنوتیپ سویا مورد بررسی قرار گرفت که مشخصات ژنوتیپ‌های موردمطالعه در جدول ۳ آورده شده است. این پژوهش در قالب طرح کرت‌های خرد شده بر پایهٔ طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار انجام شد. فاکتور اصلی شامل آبیاری در ۳ سطح شامل شرایط بدون تنش (نرمال)، تنش بعد از گل‌دهی، تنش بعد از غلاف‌دهی و فاکتور فرعی نیز شامل ۱۰ ژنوتیپ سویا بود.

جدول ۳- مشخصات ژنوتیپ‌های سویای موردمطالعه (منبع: جهاد کشاورزی شهرستان اهر)
Table 3. Characteristics of studied soybean genotypes (source: Ahar City Agricultural Jahad)

شماره Number	ژنوتیپ Genotype	مشخصات Profile	شماره Number	ژنوتیپ Genotype	مشخصات Profile
1	کوثر Kusar	زودرس premature	6	L17	میان‌رس middle clay
2	پارسا Parsa	زودرس premature	7	ویلیامز Williams	دیررس late
3	صبا Saba	زودرس premature	8	سامان Saman	دیررس late
4	اطلسی Atlasi	میان‌رس middle clay	9	DPX	دیررس late
5	ماکسی موس Maxi Mouse	میان‌رس middle clay	10	آرین Arian	دیررس late

این آزمایش در زمینی به مساحت تقریبی ۱۰۰۰ مترمربع اجرا شد. مزرعهٔ مورد آزمایش در سال ۱۳۹۸ تحت کشت گندم بود که عملیات تهیهٔ زمین شامل شخم، دیسک، لولر، خط‌کشی و کرت‌بندی زمین در اولین فرصت در بهار (اوایل فروردین ۱۳۹۹) انجام گرفت. در این آزمایش، فاصله بین کرت‌های اصلی ۱ متر و فاصله بین کرت‌های فرعی ۰/۵ متر بود.در هر تکرار سه کرت اصلی و داخل هر کرت اصلی ۱۰ کرت فرعی جای داشت. ابعاد کرت‌های اصلی ۲×۳۰ متر و ابعاد کرت‌های فرعی ۲×۳ متر در نظر گرفته شد. هر واحد آزمایشی شامل ۶ ردیف ۲ متری، فواصل بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر، فاصله بوته‌ها روی ردیف ۵ سانتی‌متر ، با عمق کاشت ۴ سانتی‌متری در تاریخ ۱۳۹۹/۱/۱۰ طبق نقشه تهیه شده کشت شدند. لازم به ذکر است که پس از تلقیح بذور با باکتری ریزوبیوم جاپونیکوم کاشت به‌صورت جوی و پشته به دلیل جوانه‌زنی برون خاکی و حساسیت به سله در بذور سویا به طریق نم‌کاری، با دست انجام گردید. قبل از عملیات کاشت مطابق نتایج آزمون خاک، کودهای موردنیاز به خاک داده شد. در این آزمایش کود اوره به میزان ۴۰ کیلوگرم در هکتار و کود فسفاته به مقدار ۶۰ کیلوگرم در هکتار در مرحله کاشت در تمامی کرت‌ها به نسبت مساوی استفاده شد. بعد از کاشت، آبیاری کرت‌ها به‌صورت یکسان تا مرحله شروع گلدهی مزرعه انجام شد و اعمال تیمارهای آبی (۱- بدون تنش (آبیاری هر ۷ روز یک‌بار به صورت یکسان برای تیمارها انجام شد) ۲- تنش بعد از گل‌دهی ۳- تنش بعد از غلاف‌دهی) پس از این مرحله شروع شد. در تمامی تیمارها پس از کاشت جهت تأمین جوانه‌زنی، سبزشدن و ساقه‌روی مطلوب آبیاری به فاصله هر ۷ روز یک‌بار تا مرحله گل‌دهی انجام ولی پس از آن آبیاری قطع شد. در فاصله بین مرحله سبزشدن و اوایل ساقه رفتن، به‌منظور مبارزه با علف‌های هرز دو بار وجین انجام شد. از هر واحد آزمایشی ۱۰ بوته به طور تصادفی انتخاب و علامت‌گذاری شد و صفات مورفولوژیک یادداشت‌برداری و اندازه‌گیری شدند و در مرحله رسیدن و برداشت عملکرد و اجزای عملکرد شامل: وزن هزار دانه، میانگین وزن دانه در هر نیام، وزن دانه در بوته، وزن خشک بوته، عملکرد بیولوژیک در کل کرت، عملکرد اقتصادی بذر، عملکرد کاه و کلش، شاخص برداشت اندازه‌گیری و محاسبه شد. لازم به توضیح است که به‌منظور حذف اثرات حاشیه‌ای، ۵۰ سانتی‌متر از ابتدا و انتهای کرت‌ها و دو ردیف کناری هر کرت برای عمل نمونه‌برداری در نظر گرفته نشد. بعد از انجام تجزیه واریانس، مقایسه میانگین صفات با استفاده از آزمون

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-01]
[DOI: 10.61186/jcb.15.48.140]

دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. همچنین برای بررسی ارتباط بین صفات مورد ارزیابی در شرایط نرمال، تنش بعد از گل‌دهی و تنش بعد از غلاف‌دهی نیز تجزیه همبستگی انجام شد. برای تجزیه‌های آماری از نرم‌افزار MSTATC و SPSS استفاده گردید.

نتایج و بحث

آزمون مفروضات تجزیه واریانس نشان داد کـه توزیـع اشـتباهات آزمایشـی مطـابق آزمـون چـولگی و کشیدگی نرمال است، برای تمامی صفات اختلاف بین ژنوتیپ‌ها و حـداقل یکـی از برهمکنش‌ها در سطح یک درصد معنی‌دار بودند که نشـان‌دهنـده تنـوع بـالا و واکـنش متفـاوت ارقـام و لاین‌ها در شرایط مختلف تنش از لحاظ صفات اندازه‌گیری شده بود (جدول ۴). بـر ایـن اسـاس گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها و سایر تجزیه‌های آماری در هر کدام از محیط‌ها به‌طور مجزا انجام شد. کامروا و همکاران (Kamrava, Babaeian Jolodar, & Bagheri, 2017) با بررسی واکنش مراحل مختلف رشد سویا به تنش شدید خشکی گزارش کردند که حساس‌ترین مراحل رشد سویا به تنش خشکی مراحل گلدهی و غلاف‌دهی می باشد. کوهکن و همکاران (Kohkan, Mohammadi, Alishah, & Hezarjaribi, 2015) گزارش کردند بین لاین های خالص مورد بررسی از نظر کلیه صفات اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد وجود دارد. آندا و همکاران (Anda, Simon, Soós, Teixeira da Silva, & Kucserka, 2019) گزارش کردند که تأثیر تنش آبی بر تمامی صفات مطالعه شده در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اثر ژنوتیپ نیز بر صفات تعداد شاخه فرعی، تعداد دانه در بوته، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت معنی‌دار گردید.

جدول ۴- تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی

Table 4. Analysis of the variance of the assessed traits

منابع تغییر	درجه آزادی	طول ریشه	ارتفاع بوته	طول نیام	تعداد نیام در بوته	تعداد دانه در نیام	وزن خشک بوته	وزن دانه در بوته	وزن دانه در هر نیام	وزن هزار دانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد اقتصادی	شاخص برداشت	عملکرد کاه و کلش	عملکرد بوته در واحد سطح
Source of variation	Df	Root length	Plant height	Pod length	Number of pod in plant	Number of seed in pod	Plant dry weight	Seed weight in plant	Seed weight in pod	1000 seed weight	Biological yield	Economical yield	Harvest index	Straw and stubble yield	Plant yield per unit area
		Mean square میانگین مربعات													
تکرار Replication	3	67.661*	26.605**	0.068ns	39.87**	0.694**	57.212**	47.039**	0.101**	1959.74**	3595156ns	2378529.2**	0.025**	6338818.9**	23.079**
فاکتور اصلی a (تنش) Main Factor (stress)	2	15.37ns	6.262**	0.745**	0.762ns	0.43**	5.954**	0.429ns	0.021**	1618.9**	21995522**	1463726.4**	0.002ns	86507.4ns	8.814**
اشتباه ۱ Error1	6	12.34	0.097	0.026	0.508	0.002	0.337	0.444	0.001	45.573	1766156.6	80049.9	0.003	1432306	0.602
فاکتور فرعی b (ژنوتیپ) Sub Factor (Gegotype)	9	393.51**	3931.93**	4.662**	3158.82**	0.657**	2521.48**	455.53**	0.062*	304.46**	264443989.6**	28541166.4**	0.013**	1.803E8**	33.7**
AxB	18	13.036ns	0.571**	0.025*	0.289**	0.176**	0.415ns	0.44ns	0.003**	12.811ns	1326281.7**	58583.82ns	0.001ns	22491.1ns	0.05ns
اشتباه ۲ Error 2	81	12.202	0.092	0.013	0.033	0.001	0.877	0.771	0.0004	18.381	372741.67	93182.58	0.001	262010.5	0.387
ضریب تغییرات (%)		9.03	1.65	2.58	3.48	1.37	3.97	0.771	5.47	3.12	7.2	10.45	8.78	8.32	5.1

ns، * و **: به ترتیب، غیرمعنی‌دار، معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ را نشان می‌دهد.

ns, * and ** : Non-significant, significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

طول ریشه

کاهش رشد ریشه در شرایط تنش می‌تواند صدمات جبران‌ناپذیری به عملکرد نهایی گیاه وارد نماید (Narjesi, Zeinali Khangah, & Zali, 2008). افزایش تنش در محیط ریشه باعث کاهش تعداد تارهای کشنده و چروکیدگی سطح آنها می‌گردد، این چروکیدگی علاوه بر اثرات مستقیم بر طول ریشه، وزن ریشه، تعداد سرایت باکتری به ریشه، گره-بندی و فعالیت تثبیت ازت نیز تأثیر منفی داشته است (Namdari & Mahmoodi, 2013). نتایج نشان داد که لاین پارسا با میانگین ۲۸/۸۸ میلی‌متر کمترین طول ریشه را داشته و لاین آرین، سامان و ژنوتیپ DPX به ترتیب با میانگین‌های ۴۶/۶۷، ۴۴/۳۷ و ۴۵/۴۲ میلی‌متر بیشترین طول ریشه را به خود اختصاص دادند و در گروه برتر قرار گرفتند (جدول ۵). کاهش وزن تر و خشک ریشه تحت تنش در گیاه سویا از سوی محققان دیگری نیز گزارش شده است (Brock, 1977); (Iqbal, Mahmood, Ali, Anwar, & Sarwar, 2003).

ارتفاع بوته

کمبود آب، موجب کاهش ارتفاع بوته می‌شود و علت این پدیده، اثر منفی تنش آب بر روابط هورمونی و آبی گیاه است زیرا رشد گیاه نه‌تنها به تجمع مواد خام از طریق فتوسنتز و جذب عناصر دارد، بلکه به حفظ پتانسیل زیاد آب گیاه جهت طویل شدن سلول‌ها در شرایط مصرف مواد ضد تعرق مربوط است (Tajbakhsh & Mohammadzadeh, 2016). نتایج

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-01]
[DOI: 10.61186/jcb.15.48.140]

تجزیه واریانس صفت ارتفاع بوته حاکی از معنی‌دار بودن اثر متقابل فاکتور اصلی و فاکتور فرعی بود (جدول ۴) و نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل در این صفت نشان داد که لاین آرین در شرایط بدون تنش با میانگین ۷۴/۰۶ سانتی‌متر بلندترین ارتفاع را داشته و در گروه a قرار گرفت و لاین کوثر در شرایط بدون تنش، تنش بعد از گلدهی و تنش بعد از غلاف‌دهی کمترین ارتفاع بوته را به خود اختصاص داد (جدول ۶). با افزایش سطوح تنش طول ساقه گیاه به طور معنی‌داری کاهش یافت. کاهش ارتفاع ساقه گیاه تحت تنش شوری در آزمایش‌های متعددی گزارش شده است (ZARE, ZEINALI, & Daneshian, 2004). دسکلاس و همکاران (Desclaux, Huynh, & Roumet, 2000) با آزمایشی روی سویا گزارش کردند که میانگین ارتفاع بوته در مراحل رشد رویشی و زایشی گیاه نسبت به اعمال تنش خشکی حساس‌ترین صفت به شمار می‌رود و ارتفاع بوته تحت این شرایط کاهش می‌یابد. ارتفاع سویا را در زمان تنش، فاکتور مناسبی برای پیش‌بینی تحمل ارقام به کم‌آبی معرفی کردند (Navabpour et al., 2017). کریم‌زاده اصل و همکاران (Asl, Mazaheri, & Peighambari, 2003) نیز به این نتیجه رسیدند که بر اثر تنش خشکی، ارتفاع بوته کاهش می‌یابد. زارع و همکاران (ZARE et al., 2004) گزارش کردند که کاهش در ارتفاع بوته سویا در اثر تنش خشکی ناشی از کاهش در اندازه سلول‌ها است.

طول نیام

نتایج تجزیه واریانس صفت طول نیام ناشی از معنی‌دار بودن اثر متقابل فاکتور اصلی و فاکتور فرعی بود (جدول ۴) و نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل در این صفت نشان داد (جدول ۶) لاین آرین در تیمار بدون تنش؛ تنش بعد از گلدهی و تنش بعد از غلاف‌دهی به ترتیب با میانگین‌های ۵/۷۴، ۵/۸۳ و ۵/۷۸ سانتی‌متر بلندترین طول نیام را داشته و با اختلاف آماری معنی‌داری نسبت به سایر تیمارهای مورد بررسی در گروه a قرار گرفتند و لاین کوثر در تنش بعد از گلدهی و تنش بعد از غلاف‌دهی کمترین طول نیام را به خود اختصاص داد و در پایین‌ترین مقدار قرار گرفتند (جدول ۶).

تعداد نیام در بوته

نتایج تجزیه واریانس تعداد نیام در بوته حاکی از معنی‌دار بودن اثر متقابل فاکتور اصلی و فاکتور فرعی بود (جدول ۴) و نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل در این صفت نشان داد که لاین آرین در تیمار بدون تنش و تنش بعد از غلاف‌دهی به ترتیب با میانگین‌های ۶۱/۵۸ و ۶۱/۷۵ عدد به صورت مشترک بیشترین و لاین پارسا در تنش بعد از گلدهی کمترین تعداد نیام در بوته را به خود اختصاص داد (جدول ۶). میرانصاری و همکاران (Miransari, Riahi, Eftekhar, Minaie, & Smith, 2013) گزارش نمودند با افزایش شدت تنش خشکی از تعداد غلاف کاسته شد. عامل ژنوتیپ تأثیر معنی‌داری بر تعداد غلاف در بوته نداشت. عده‌ای از محققان تعداد غلاف در بوته را حساس‌ترین جزء عملکرد سویا نسبت به تنش خشکی معرفی کرده‌اند. تنش خشکی باعث توسعه کمتر اندام‌های رویشی و فتوسنتزکننده شده و با ادامه رشد، مدت گلدهی و ریزش گل‌ها و سقط غلاف‌ها افزایش می‌یابد (Peghambi, Khani, Babaei, & Alipour, 2017). وقوع تنش خشکی در اوایل دوران غلافبندی دارای بیشترین تأثیر بر کاهش تعداد غلاف و دانه در گیاه است. از دلایل این امر می‌توان به اثر تنش خشکی بر تقسیم سلول‌های تخمک اشاره کرد (Miransari et al., 2013).

تعداد دانه در نیام

تعداد دانه در گیاه سویا مهم‌ترین جزء عملکرد محسوب می‌شود و تحت‌تأثیر تعداد غلاف در گیاه و تعداد دانه در غلاف است. تفاوت در تعداد دانه ناشی از تنش با اظهارات دیگر محققان مطابقت دارد که ابراز داشتند کاهش در عملکرد دانه و تشکیل دانه تحت تنش خشکی، عمدتاً ناشی سقط جنین یا ناباروری دانه گرده است (Boyer & Westgate, 2004); (Jabereldar, El Naim, Abdalla, & Dagash, 2017). افزایش تعداد آبیاری در مرحله گلدهی بر باروری گلچه‌ها و دانه‌ها تأثیر دارد، درحالی‌که در مرحله دانه‌بندی، آبیاری بر افزایش وزن پرشدن دانه‌ها و افزایش اندوخته غذایی و آنها تأثیر می‌گذارد (Mazaherilaghab, Nori, Zare-Abyane, & Vafaei, 2001). نتایج تجزیه واریانس تعداد دانه در نیام حاکی از معنی‌دار بودن اثر متقابل فاکتور اصلی و فاکتور فرعی بود (جدول ۴) و نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل در این صفت نشان داد ژنوتیپ L17 در تیمار بدون تنش بعد از گلدهی با میانگین ۲/۷ دانه بیشترین تعداد دانه را داشت و این در حالی بود که این تیمار اختلاف آماری معنی‌داری با ژنوتیپ Williams در تنش بعد از گلدهی نداشت. ژنوتیپ Williams در تنش بعد از غلاف دهی کمترین تعداد دانه در نیام را به خود اختصاص داد (جدول ۶). در شرایط کم‌آبی، رشد دانه‌های موجود در غلاف از حساسیت کمتری نسبت به مدت پرشدن دانه برخوردار بود، آبیاری پس از مرحله پایان تشکیل غلاف، تعداد دانه‌ها را افزایش داد. تنش در مرحله شروع تشکیل غلاف باعث افزایش ریزش گل و غلاف شده و منجر به کاهش تعداد دانه در گیاه می‌شود (Peghambi et al., 2017). رستمی اجیرلو و همکاران (Rostami Ajirloo, Asgharipour, Ghanbari, Joudi, & Khoramivafa, 2019) گزارش نمودند با افزایش شدت تنش خشکی از تعداد غلاف و تعداد دانه در بوته کاسته شد. در شرایط آبیاری کامل، گیاه با بهره‌گیری از کلیه شرایط محیطی و توسعه کافی اندام‌های رویشی و تولید مناسب مواد فتوسنتزی، بیشترین تعداد غلاف را تولید می‌نماید و در نتیجه بیشترین تعداد دانه نیز در این سطح حاصل می‌شود، اما با وقوع تنش خشکی و کاهش تولید و ذخیره مواد فتوسنتزی تعداد غلاف و در نتیجه تعداد دانه در گیاه کاهش می‌یابد. زارع و همکاران (ZARE et al., 2004) با بررسی واکنش ارقام و لاین‌های سویا به تنش خشکی مشاهده نمودند تنش خشکی بر تعداد دانه سویا اثر منفی داشت.

وزن خشک بوته

بیشترین و کمترین وزن خشک بوته به ترتیب به تیمار تنش بعد از غلاف دهی و بدون تنش (نرمال) مربوط بود و به عبارتی با افزایش تنش وزن خشک بوته افزایش‌یافته است (جدول ۵). لاین آرین بامیانگین ۴۵/۴۴ گرم بیشترین و

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-01]
[DOI: 10.61186/jcb.15.48.140]

لاین‌های کوثر، پارسا و صبا به صورت مشترک دارای کمترین وزن خشک بوته بودند (جدول ۵). تنش کم‌آبی موجب کاهش وزن خشک ساقه گردید (TAJIK et al., 2011). تنش خشکی شدید اثر منفی بر وزن خشک ساقه‌چه داشت (Karimi, Hadi, & Tajbakhsh Shishavan, 2016).

وزن دانه در بوته

لاین آرین با میانگین ۲۲/۴۶ گرم بیشترین و لاین‌های کوثر، پارسا و صبا کمترین وزن دانه در بوته را به خود اختصاص دادند و در گروه پایین قرار گرفتند (جدول ۵). زارع و همکاران (ZARE et al., 2004) با بررسی واکنش ارقام و لاین‌های سویا به تنش خشکی گزارش کردند که تنش خشکی اثر منفی بر وزن دانه سویا داشت.

وزن دانه در هر نیام

نتایج تجزیه واریانس وزن دانه در هر نیام حاکی از معنی‌دار بودن اثر متقابل فاکتور اصلی و فاکتور فرعی بود (جدول ۴) و نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل در این صفت نشان داد که ژنوتیپ آرین در تیمار تنش بعد از گلدهی با میانگین ۰/۵۷ گرم بیشترین و ژنوتیپ کوثر در تنش بعد از گلدهی کمترین وزن دانه در هر نیام را به خود اختصاص داد (جدول ۶).

وزن هزار دانه

وزن هزار دانه در تیمار تنش بعد از غلاف‌دهی با میانگین ۱۳۱/۲۳ گرم کمترین و در تیمار بدون تنش با میانگین ۱۴۳/۸۹ گرم بیشترین وزن هزار دانه را به خود اختصاص دادند، تنش بعد از غلاف‌دهی ۸/۷۹ درصد از وزن هزار دانه را کاهش داد به عبارتی تنش باعث کاهش وزن هزار دانه گردید (جدول ۵). لاین آرین با میانگین ۱۴۵/۵۸ گرم بیشترین و لاین‌های کوثر کمترین وزن هزار دانه را به خود اختصاص دادند و به همراه لاین‌های صبا و پارسا در گروه مشترک و پایین قرار گرفتند (جدول ۵). وزن هزار دانه در سویا تابع توانایی گیاه در تأمین مواد پرورده برای مخزن‌ها و همچنین شرایط محیطی از قبیل فراهم بودن رطوبت و عناصر غذایی در هنگام پرشدن دانه‌ها است. در صورت فقدان تنش (خشکی، عناصر غذایی، دماهای خیلی زیاد و غیره) هر چه تعداد مخازن کم باشد، سهم هر مخزن از مواد پرورده موجود، افزایش می‌یابد و در نتیجه دانه‌ها درشت‌تر شده و وزن هزار دانه نیز افزایش می‌یابد (Pazouki, Sarai Tabrizi, & Babazadeh, 2021).

عملکرد بیولوژیک

نتایج تجزیه واریانس عملکرد بیولوژیک حاکی از معنی‌دار بودن اثر متقابل فاکتور اصلی و فاکتور فرعی بود (جدول ۴) و نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل برای این صفت نشان داد که ژنوتیپ آرین در تیمار بدون تنش (نرمال) با میانگین ۱۸۰۳۰ کیلوگرم بیشترین عملکرد بیولوژیکی را به خود اختصاص داد و این در حالی بود که ترکیب تیماری ژنوتیپ کوثر در تنش بعد از غلاف‌دهی نیز کمترین عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص داده و با اختلاف آماری معنی‌دار نسبت به سایر تیمارهای مورد بررسی در پایین‌ترین مقدار خود قرار گرفت (جدول ۶). احتمالاً شرایط نامناسب محیطی حاصل از تنش خشکی باعث کاهش سطح برگ فتوسنتزکننده گردیده است. با این کاهش تجمع ماده خشک هم کاهش می‌یابد و بیوماس تولیدی یا عملکرد بیولوژیک کم می‌شود. در این آزمایش عوارض تنش خشکی در زمان رشد رویشی به‌صورت رشد کم‌برگ‌ها، قطر کم ساقه و کوتاهی ارتفاع بوته ظاهر گردید که با کاهش عملکرد بیولوژیک همراه بود. همچنین نتایج تحقیقات پورموسوی و همکاران (Pourmousavi, Galavi, DANESHIAN, Ghanbari, & BASIRANI, 2007) نشان داد تنش خشکی عملکرد بیولوژیک سویا را کاهش می‌دهد. ملکی و همکاران (Maleki et al., 2013)) گزارش کردند تیمار تنش خشکی و ژنوتیپ بر عملکرد بیولوژیکی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. تنش خشکی سبب کاهش معنی‌دار عملکرد بیولوژیک گردید (Soleymanifard, Mojaddam, Lack, & Alavifazel, 2022).

عملکرد اقتصادی

تیمار بدون تنش (نرمال) با میانگین ۳۱۳۴/۴۰ کیلوگرم بیشترین علمکرد اقتصادی را داشت و نسبت به تیمار تنش بعد از غلاف دهی که میانگینی در حدود ۲۷۶۵/۸۵ کیلوگرم را تولید کرد ۱۱/۷۵ درصد عملکرد بیشتری را تولید کرد به عبارتی با افزایش تنش عملکرد دانه کاهش یافته است (جدول ۵). زارع و همکاران (ZARE et al., 2004) با بررسی واکنش ارقام و لاین‌های سویا به تنش خشکی مشاهده نمودند تنش خشکی با اثر منفی بر وزن دانه، تعداد دانه در غلاف و تعداد شاخه فرعی سبب کاهش عملکرد دانه سویا شد. لاین آرین با میانگین ۵۵۹۸ کیلوگرم بیشترین و لاین‌های کوثر کمترین عملکرد اقتصادی را به خود اختصاص داد و در گروه پایین قرار گرفت (جدول ۵). احتمالاً کاهش عملکرد در اثر تنش خشکی، به علت کاهش تعداد غلاف در بوته و وزن هزار دانه بوده است. طبق گزارش دیگر تحقیقات، تنش خشکی به طور معنی‌داری عملکرد دانه سویا را کاهش می‌دهد (ZARE et al., 2004). در اثر تنش خشکی، علاوه بر کاهش دوره موثر پر شدن دانه‌ها، میزان سقط غلاف‌ها نیز افزایش می‌یابد. کاهش سرعت سوخت و ساز کربن، کاهش میزان هدایت روزنه‌ای و کاهش جذب آب در اثر کاهش رشد ریشه، از عوامل دخیل در کاهش عملکرد در شرایط تنش خشکی می‌باشند (Liu, Andersen, & Jensen, 2004). کوهکن و همکاران (Kohkan et al., 2015) گزارش کردند رابطه همبستگی مثبت و معنی داری بین عملکرد دانه با صفات روز تا گلدهی، ارتفاع بوته، تعداد شاخه، تعداد غلاف در بوته و وزن دانه در بوته و درصد پروتئین وجود دارد. آندا و همکاران (Anda et al., 2019) گزارش کردند که با افزایش تنش آبی، صفات مطالعه شده فوق کاهش معنی‌داری یافت، به طوریکه بیشترین و کمترین مقدار به ترتیب در شرایط آبیاری مطلوب و تنش آبی شدید به‌دست آمد. تنش آبی شدید، عملکرد دانه را نسبت به آبیاری مطلوب در ارقام آنیون، ویلیامز و کالرک به ترتیب ۱۱ و ۵۴ و ۶۳ درصد کاهش داد. در شرایط آبیاری مطلوب و تنش آبی شدید بیشترین عملکرد دانه از ژنوتیپ آنیون حاصل شد.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-01]
[DOI: 10.61186/jcb.15.48.140]

شاخص برداشت و عملکرد کاه و کلش

شاخص برداشت یکی از شاخص‌های مهم فیزیولوژیکی است که بیانگر درصد انتقال مواد فتوسنتزی از اندام‌های رویشی گیاه به دانه‌ها است. لاین‌های کوثر، پارسا و صبا در گروه مشترک و برتر نسبت به سایر لاین‌ها و ژنوتیپ‌های مورد بررسی دارای بیشترین و ژنوتیپ L17 با میانگین ۰/۲۹ درصد نیز دارای کمترین شاخص برداشت بود (جدول ۵). محققان نشان دادند که شاخص برداشت یک ژنوتیپ معین، در مدیریت نوین گیاهان زراعی صفت ثابتی است که حتی در شرایط تنش‌های مختلف‌های مختلف دچار تغییر اندکی می‌گردد (Peghambi et al., 2017). لاین‌های کوثر، پارسا و صبا از نظر آماری به صورت مشترک کمترین و لاین آرین با میانگین ۱۲۲۲۹ کیلوگرم نیز بیشترین عملکرد کاه و کلش را به خود اختصاص دادند و با اختلاف معنی‌دار نسبت به سایر لاین‌های مورد بررسی در گروه برتر قرار گرفت (جدول ۵). عملکرد بوته در واحد سطح سویا گیاهی حساس به تنش خشکی است که کمبود رطوبت قابل‌دسترس ریشه به‌ویژه در مرحله گلدهی تا تشکیل دانه، عملکرد دانه را به‌شدت کاهش می‌دهد، اما باید توجه نمود واکنش سویا به تنش خشکی؛ مانند سایر گیاهان به ژنوتیپ، شدت تنش و زمان وقوع تنش بستگی دارد (Munns, Greenway, Delane, & GIBBS, 1982). تیمار تنش بعد از غلاف دهی با میانگین ۱۱/۷۳ کمترین عملکرد بوته و تیمار بدون تنش با میانگین ۱۲/۶۴ بیشترین عملکرد بوته در واحد سطح را به خود اختصاص دادند، تیمار شاهد نسبت به تیمار تنش بعد از غلاف‌دهی باعث افزایش ۷/۱۹ درصدی عملکرد بوته در واحد سطح گردید (جدول ۵). لاین آرین با میانگین ۱۴/۲۷ بیشترین و لاین کوثر با میانگین ۹/۲۷ کمترین عملکرد بوته در واحد سطح را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). امیری و همکاران (Amiri, Rafiee, Daneshian, & Khorgamy, 2022) نیز کاهش عملکرد دانه سویا در شرایط تنش خشکی را گزارش نمودند. همچنین گزارش شده است که تنش خشکی از طریق کاهش توانایی فتوسنتزی و اختلال در فرایند انتقال فتوسنتزی باعث کاهش عملکرد دانه در واحد سطح ارقام سویا می‌شود (Ohashi, Saneoka, & Fujita, 2000). این نتایج نشان می‌دهد که کاهش محتوی آب گیاه ناشی از تنش خشکی از یک سو موجب افزایش درجه حرارت برگ و از سوی دیگر با کاهش سطح برگ سبب افزایش شدت نور در کف سایه‌انداز گیاهی می‌شود و در مجموع موجب کاهش عملکرد دانه می‌گردد. نتایج تحقیقات مختلف نیز حاکی از افزایش درجه حرارت سایه‌انداز (Menezes et al., 2015) و شدت نور کف سایه‌انداز (Rafiee, 2014)و کاهش محتوی آب نسبی (Ali, Abbas, Niaz, Zulkiffal, & Ali, 2009) و عملکرد دانه (Sadeghi, Rafiee, & Daneshian, 2021) در گیاهان سورگوم دانه‌ای، ذرت و ماش در اثر تنش خشکی است که با یافته‌های حاصل از این پژوهش مطابقت دارد

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات ساده صفات مورد مطالعه برای تیمار تنش خشکی و لاین‌ها و ارقام در سویا

Table 5. Comparison of the average simple effects of studied traits for drought stress treatment and lines and cultivars in soybean

Main Factor (stress) فاکتور اصلی (تنش)		وزن خشک بوته (گرم در بوته) Plant dry weight (gr/plant)	وزن هزار دانه (گرم) 1000 seed weight (gr)	عملکرد اقتصادی (کیلوگرم) Economical yield (kg)	عملکرد بوته در واحد سطح (گرم) Plant yield per unit area (gr)
بدون تنش (نرمال)	No stress (Normal)	23.99a	143.89a	3134.40a	12.640a
تنش بعد از گلدهی	Stress after flowering	23.51775b	136.52b	2861.20b	12.20b
تنش بعد از غلاف دهی	Stress after podding	23.23c	131.23c	2765.85c	11.730c

ادامه جدول ۵ – لاین‌ها و ارقام مورد مطالعه Continuation of Table 5 - studied lines and varieties

فاکتور فرعی (ژنوتیپ) Sub Factor (Gegotype)		طول ریشه (mm) Root length (mm)	وزن خشک بوته (گرم در بوته) Plant dry weight (gr/plant)	وزن دانه در بوته (گرم در بوته) Seed weight in plant (gr/plant)	وزن هزار دانه (گرم) 1000 seed weight (gr)	عملکرد اقتصادی (کیلوگرم) Economical yield (kg)	شاخص برداشت (٪) Harvest index (%)	عملکرد کاه و کلش (کیلوگرم) Straw and stubble yield (kg)	عملکرد بوته در واحد سطح (گرم) Plant yield per unit area (gr)
لاین کوثر	Kosar Line	39.05bc	5.46833g	5.64333g	128.65833h	1211.5h	39.316a	1869.91675e	9.27f
لاین پارسا	Parsa Line	28.87583g	6.55833g	6.02667g	133.3gh	1371.33337g	38.45a	2194.83338e	10.03e
لاین صبا	Saba Line	33.1425f	7.14833g	5.97417g	133.00833gh	1402.08337g	38.81a	2210.33338e	10.02e
لاین اطلسی	Atlasi Line	34.8175ef	17.56167f	9.775f	136.09167ef	2069.5f	37.319ab	3475.8335d	12d
ماکسیموس	Maximous	36.0875de	20.43583f	10.55833ef	135.16667f	2090.58325f	32.13d	4415.66675d	12d
L17	L17	37.71917cd	26.72667e	11.3525de	137.16667e	3029.91675e	29.151e	7363.91626c	12.5cd
Williams	Williams	40.65083b	30.42667d	14.81167c	139.91667d	3602.91675d	34.205cd	6930.33325c	13.02c
لاین سامان	Saman Line	44.37083a	36.3725c	19.3825b	141.16667c	4057.41675c	36.246abc	7136.66626b	13.75b
DPX	DPX	45.42417a	39.6775b	19.25667b	142.08333bc	4771b	34.192bcd	9182.33301b	13.8b
لاین آرین	Arian Line	46.67333a	45.43583a	22.46333a	145.58333a	5598.5835a	34.018cd	10858.83252a	14.27a

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-01]
[DOI: 10.61186/jcb.15.48.140]

جدول ۶- مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی تحت شرایط بدون تنش، تنش بعد از گلدهی و تنش بعد از غلاف‌دهی

Table 6. Means comparison of evaluated traits under no stress, stress after flowering and stress after podding

اثر دو جانبه			ارتفاع بوته (cm)	طول نیام (cm)	تعداد نیام در بوته (عدد)	تعداد دانه در نیام (عدد)	وزن دانه در هر نیام (گرم)	عملکرد بیولوژیک
Two-way interaction			Plant height	Pod length	Number of pod in plant	Number of seed in pod	Seed weight in pod	Biological yield
بدون تنش (نرمال) No stress (Normal)	لاین کوثر	Kosar Line	18.18^{s}	3.86^{m}	21.28^{m}	1.91^{j}	$0.3k^{l}$	3218k
	لاین پارسا	Parsa Line	23.48^{q}	$4.23f^{ghi}$	17.68^{p}	1.92^{j}	0.28^{I}	3806 k
	لاین صبا	Saba Line	29.63^{n}	4.55^{d}	20.08^{no}	2.03^{i}	0.34^{ij}	3848k
	لاین اطلسی	Atlasi Line	45.61^{klm}	4.09^{ijkl}	29.18^{k}	2.05^{i}	0.34^{hi}	6203hi
	ماکسیموس	Maximous	45.97^{k}	4.19^{ghij}	33.98^{i}	2.06^{i}	0.36^{ghi}	6864h
	L17	L17	53.35^{h}	4.49^{de}	41.68^{h}	2.11^{h}	0.37^{fgh}	11200ef
	Williams	Williams	60.44^{cd}	4.59^{d}	43.58^{g}	2.11^{h}	0.39^{fg}	11340e
	لاین سامان	Saman Line	60.02^{de}	5.09^{b}	54.58^{e}	2.29^{e}	0.44^{de}	12640d
	DPX	DPX	6.24^{cde}	5.19^{b}	56.38^{c}	2.29^{e}	0.45^{de}	15930bc
	لاین آرین	Arian Line	74.06^{a}	5.74^{a}	61.58^{a}	2.39^{c}	0.52^{b}	18030a
تنش بعد از گلدهی Stress after flowering	لاین کوثر	Kosar Line	18.37^{s}	3.61^{n}	19.88^{o}	1.78^{l}	0.28^{I}	3064k
	لاین پارسا	Parsa Line	23.5^{q}	4.02^{jklm}	17.28^{q}	1.75^{l}	0.31^{jk}	3528k
	لاین صبا	Saba Line	29.14^{o}	4.37^{ef}	19.88^{o}	2.02^{i}	0.38^{fg}	3573k
	لاین اطلسی	Atlasi Line	$45.33l^{m}$	3.99^{klm}	28.88^{l}	2.01^{i}	0.36^{ghi}	5309ij
	ماکسیموس	Maximous	45.76^{kl}	4.12^{hijk}	33.68^{j}	2.01^{i}	0.4^{f}	6457h
	L17	L17	52.9^{1i}	4.16^{hijk}	41.68^{h}	2.7^{a}	0.49^{c}	10180g
	Williams	Williams	60.25^{cde}	4.34^{efg}	43.68^{fg}	2.66^{ab}	0.45^{de}	10390fg
	لاین سامان	Saman Line	59.8^{e}	4.92^{c}	54.68^{de}	2.23^{f}	0.49^{c}	10680efg
	DPX	DPX	60.5^{1c}	4.86^{c}	56.48^{c}	2.17^{g}	0.47^{cd}	13400d
	لاین آرین	Arian Line	73.13^{b}	5.83^{a}	61.25^{b}	2.33d	0.57^{a}	16190b
تنش بعد از غلاف‌دهی Stress after podding	لاین کوثر	Kosar Line	17.96^{s}	3.46^{n}	20^{no}	1.67^{m}	0.36^{ghi}	2962k
	لاین پارسا	Parsa Line	22.67^{r}	3.91^{lm}	17.6^{p}	1.65^{m}	0.39^{fg}	3365k
	لاین صبا	Saba Line	28.68^{p}	4.26^{fghi}	20.18^{n}	1.83^{k}	0.36^{ghi}	3417k
	لاین اطلسی	Atlasi Line	45.26^{m}	3.88^{m}	29.08^{kl}	1.83^{k}	0.37^{fghi}	5125j
	ماکسیموس	Maximous	45.8^{k}	4^{klm}	33.88^{ij}	1.84^{k}	0.37^{fgh}	6197hi
	L17	L17	52.41^{j}	4.05^{jklm}	41.6^{h}	2.65^{b}	0.43^{e}	9801g
	Williams	Williams	58.98^{f}	4.28^{fgh}	43.9^{f}	1.55^{n}	0.46^{de}	9871g
	لاین سامان	Saman Line	58.03^{g}	4.82^{c}	54.9^{d}	$2.2f^{g}$	0.45^{de}	10260g
	DPX	DPX	60.26^{cde}	4.9^{c}	56.5^{c}	2.16^{g}	0.47^{cd}	12530d
	لاین آرین	Arian Line	73.22^{b}	5.78^{a}	61.75^{a}	2.28^{e}	0.53^{b}	15150c

همبستگی عملکرد و اجزای عملکرد مورد ارزیابی

تجزیه ضرایب همبستگی بین صفات مختلف با عملکرد دانه به تصمیم‌گیری در مورد اهمیت نسبی این صفات و ارزش آن‌ها به‌عنوان معیارهای انتخاب برای عملکرد دانه کمک می‌کند (Fotokian, 2012). نتایج تجزیه همبستگی عملکرد و اجزای عملکرد موردمطالعه در جداول ۶، ۷ و ۸ ارائه شده است. همبستگی عملکرد و اجزای عملکرد در شرایط نرمال نشان داد که (جدول ۷) رابطه بین عملکرد اقتصادی با کلیه صفات مورد ارزیابی مثبت و معنی‌دار بود؛ ولی با عملکرد اقتصادی منفی و معنی‌دار (*۰/۷۱۵-) گردید، رابطه بین شاخص برداشت با صفات ارتفاع بوته، تعداد برگ، سطح برگ، وزن خشک بوته، وزن دانه در بوته، وزن هزار دانه و عملکرد بیولوژیک منفی و معنی‌دار بود. عملکرد کاه و کلش با شاخص برداشت رابطه منفی و معنی‌داری داشت (*۰/۷۱۱-)، همچنین عملکرد تک بوته در واحد سطح با شاخص برداشت (*۰/۸۲۷-) رابطه منفی و معنی‌داری نشان داد. همبستگی عملکرد و اجزای عملکرد در شرایط تنش بعد از گلدهی نشان داد که (جدول ۸) رابطه بین طول ریشه با صفات تعداد برگ، سطح برگ، تعداد نیام در بوته، وزن خشک بوته، وزن دانه در بوته، عملکرد بیولوژیک، عملکرد اقتصادی و عملکرد کاه و کلش مثبت و معنی‌دار بود، تعداد دانه در نیام با صفات طول ریشه، سطح برگ، طول نیام و تعداد نیام در بوته غیرمعنی‌دار بود. شاخص برداشت با تعداد نیام در بوته رابطه منفی و معنی‌دار (*۰/۷۵۱-) و با بقیه صفات رابطه منفی و غیرمعنی‌دار داشت. رابطه عملکرد اقتصادی با کلیه صفات مورد ارزیابی رابطه مثبت و معنی‌دار داشت؛ ولی رابطه منفی غیرمعنی‌داری با تعداد دانه در نیام داشت (۰/۵۸). همبستگی عملکرد و اجزای عملکرد در شرایط تنش بعد از غلاف دهی نشان داد که (جدول ۹) رابطه بین تعداد دانه در نیام با صفات وزن خشک بوته، وزن دانه در بوته، وزن دانه در هر نیام، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد اقتصادی، شاخص برداشت، عملکرد کاه و کلش و عملکرد بوته در واحد سطح منفی و غیرمعنی‌دار بود. عملکرد اقتصادی با کلیه صفات مورد ارزیابی به جز شاخص برداشت رابطه مثبت و معنی‌دار داشت.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.61186/jcb.15.48.140]

شاخص برداشت با کلیه صفات مورد ارزیابی رابطه منفی و غیرمعنی‌دار داشت.

از آنجایی که مقادیر آبیاری بر رشد سلول‌ها و اندام‌ها موثر است، بنابراین یکی از نشانه‌های خشکی، کاهش گسترش سلولی و توسعه سلولی به‌ویژه در ساقه و برگ‌هاست در حالی که رشد ساقه کاملا متوقف شده است و رشد در برگ‌ها نیز کاهش یافته است (Gang et al., 2001). یکی از اولین نشانه‌های کمبود آب، کاهش تورژسانس و در نتیجه رشد و توسعه سلول به ویژه در ساقه و برگ‌ها است. با کاهش رشد سلول، اندازه اندا محدود می‌شود و به همین دلیل است که اولین اثر محسوس کم‌آبی بر روی گیاهان را می‌توان از اندازه کوچک‌تر برگ‌ها یا ارتفاع گیاه تشخیص داد. به علاوه در شرایط کم‌آبی جذب مواد و عناصر غذایی نیز کاهش یافته و بنابراین رشد و توسعه برگ‌ها محدود می‌شود. به دنبال کاهش سطح برگ، جذب نور نیز کم شده و طرفیت کل فتوسنتزی گیاه کاهش می‌یابد و بدیهی است که با محدود شدن فرآورده‌های فتوسنتزی در شرایط کمبود آب، رشد گیاه و در نهایت عملکرد دچار نقصان می‌شود (Hlaváčová et al., 2018) و باتوجه به این موارد گفته شده مشخص می‌شود که عملکرد و اجزای عملکرد و سایر صفات مرتبط با رشد و نمو گیاه در ارتباط مستقیم با عملکرد بوده و هرگونه تغییر در هر یک از آن‌ها می‌تئاند مستقیم بر عملکرد و اجزای عملکرد، تاثیر داشته باشد.

رابطه وزن هزار دانه با طول ریشه و تعداد دانه در نیام منفی و غیرمعنی‌دار بود. صادق‌زاده اهری و همکاران (Sadeghzadeh-Ahari, Hassandokht, Kashi, & Amri, 2016) گزارش کردند عملکرد دانه با صفات ارتفاع گیاه، وزن هزار دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت. وزن خشک بوته با وزن سنبله اصلی، تعداد دانه در بوته، عملکرد دانه بوته و عملکرد کاه بوته همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت. وجود رابطه مثبت بین عملکرد بیولوژیک تک بوته با عملکرد دانه امری بدیهی است، زیرا نیام دربرگیرنده اجزای رویشی و زایشی گیاه و بخش عمده تشکیل‌دهنده عملکرد بیولوژیک است. عملکرد دانه بوته با وزن خشک بوته و عملکرد کاه بوته همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. کوهکن و همکاران (Kohkan et al., 2015) گزارش کردند رابطه همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه با صفات روز تا گلدهی، ارتفاع بوته، تعداد شاخه، تعداد غلاف در بوته و وزن دانه در بوته و درصد پروتئین وجود دارد. همچنین بیان داشتند که همبستگی منفی و معنی‌داری بین عملکرد دانه با صفت درصد روغن مشاهده شد. مسعودی و همکاران (Masoudi et al., 2009)، نیلاحیاتی و همکاران (NILAHAYATI, NAZIMAH, HANDAYANI, SYAHPUTRA, & RIZKY, 2022) ، نامداری و محمودی (Namdari & Mahmoodi, 2013) همبستگی مثبت و معنی‌داری را بین عملکرد دانه با صفات تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، شاخص برداشت و تعداد شاخه فرعی گزارش کردند. پدرسون و لائو (Pedersen & Lauer, 2004) و کومودینی و همکاران (Kumudini, Hume, & Chu, 2002) گزارش کردند که افزایش عملکرد دانه در ارقام سویا به دلیل افزایش شاخص برداشت آنها می‌باشد.

جدول ۷- همبستگی عملکرد و اجزای عملکرد صفات مورد ارزیابی در شرایط بدون تنش (نرمال)

Table 7. Correlation of yield and yield components of evaluated traits in non-stressed (normal) conditions

		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
Root length	طول ریشه ۱	1														
Plant height	ارتفاع بوته ۲	0.671*	1													
number of leaves	تعداد برگ ۳	0.753*	0.996**	1												
leaf surface	سطح برگ ۴	0.761*	0.974**	0.991**	1											
Pod length	طول نیام ۵	0.67*	0.801*	0.864*	0.816*	1										
Number of pod in plant	تعداد نیام در بوته ۶	0.872*	0.944**	0.99**	0.987**	0.86*	1									
Number of seed in pod	تعداد دانه در نیام ۷	0.774*	0.916**	0.951**	0.94**	0.93**	0.961**	1								
Plant dry weight	وزن خشک بوته ۸	0.775*	0.968**	0.995**	0.994**	0.86*	0.994**	0.958**	1							
Seed weight in plant	وزن دانه در بوته ۹	0.8*	0.929**	0.972**	0.971**	0.89*	0.984**	0.97**	0.985**	1						
Seed weight in pod	وزن دانه در هر نیام ۱۰	0.804*	0.913**	0.939**	0.927**	0.94**	0.957**	0.989**	0.953**	0.96**	1					
1000 seed weight	وزن هزار دانه ۱۱	0.4ns	0.886*	0.842*	0.835*	0.83*	0.806*	0.948**	0.858*	0.86*	0.833**	1				
Biological yield	عملکرد بیولوژیک ۱۲	0.773ns	0.939**	0.983**	0.968**	0.89*	0.981**	0.949**	0.986**	0.967**	0.953**	0.842*	1			
Economical yield	عملکرد اقتصادی ۱۳	0.775*	0.937**	0.982**	0.96**	0.9**	0.984**	0.96**	0.988**	0.98**	0.862**	0.855*	0.997**	1		
Harvest index	شاخص برداشت ۱۴	-0.6ns	-0.816*	-0.79*	-0.797*	-0.509ns	0.74ns	0.65ns	-0.768*	-0.665*	-0.63ns	-0.632*	-0.758*	-0.715*	1	
Straw and stubble yield	عملکرد کاه و کلش ۱۵	0.791*	0.938**	0.99**	0.97**	0.89*	0.992**	0.967**	0.99**	0.986**	0.958**	0.841*	0.986**	0.992**	-0.711*	1
Plant yield per unit area	عملکرد بوته در واحد سطح ۱۶	0.719*	0.989**	0.964**	0.98**	0.76*	0.942**	0.906**	0.96**	0.932**	0.885*	0.883*	0.926**		-0.827*	0.935**

* و **= به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ را نشان می‌دهد.

*and **: indicate significance at the probability level of 5% and 1%, respectively.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.61186/jcb.15.48.140]

جدول ۸- همبستگی عملکرد و اجزای عملکرد صفات مورد ارزیابی در شرایط تنش بعد از گلدهی

Table 8. Yield correlation and yield components of evaluated traits under stress conditions after flowering

		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
Root length	طول ریشه ۱	1														
Plant height	ارتفاع بوته ۲	0.675	1													
number of leaves	تعداد برگ ۳	0.757*	0.968**	1												
leaf surface	سطح برگ ۴	0.771*	0.971**	0.99**	1											
Pod length	طول نیام ۵	0.658ns	0.79*	0.84*	0.8*	1										
Number of pod in plant	تعداد نیام در بوته ۶	0.823*	0.95**	0.99**	0.988**	0.85*	1									
Number of seed in pod	تعداد دانه در نیام ۷	0.4ns	0.735*	0.69*	0.66ns	0.25ns	0.63ns	1								
Plant dry weight	وزن خشک بوته ۸	0.786*	0.971**	0.995**	0.99**	0.84*	0.99**	0.65ns	1							
Seed weight in plant	وزن دانه در بوته ۹	0.812*	0.933**	0.973**	0.97**	0.89*	0.98**	0.53ns	0.98**	1						
Seed weight in pod	وزن دانه در هر نیام ۱۰	0.65ns	0.937**	0945**	0.91**	0.85*	0.92**	0.75	0.92**	0.88**	1					
1000 seed weight	وزن هزار دانه ۱۱	0.66ns	0.95**	0.97188	0.95**	0.915*	0.95**	0.61ns	0.96**	0.96**	0.936**	1				
Biological yield	عملکرد بیولوژیک ۱۲	0.778*	0.943**	0.977**	0.95**	0.87*	0.97**	0.67ns	0.98**	0.95**	0.939**	0.957**	1			
Economical yield	عملکرد اقتصادی ۱۳	0.805*	0.93**	0.972**	0.95**	0.91**	0.978**	0.58ns	0.98**	0.98**	0.909**	0.969**	0.985**	1		
Harvest index	شاخص برداشت ۱۴	-0.2ns	-0.6ns	-0.5ns	-0.5ns	-0.2ns	-0.5ns	-0.751*	-0.5ns	-0.4ns	-0.59	-0.42ns	-0.5ns	-0.4ns	1	
Straw and stubble yield	عملکرد کاه و کلش ۱۵	0.804*	0.938**	0.988**	0.97**	0.88*	0.99**	0.61ns	0.99**	0.98**	0.925**	0.96**	0.98**	0.99**	-0.4ns	1
Plant yield per unit area	عملکرد بوته در واحد سطح ۱۶	0.66ns	0.987**	0.967**	0.979**	0.75*	0.94**	0.697*	0.968**	0.93**	0.904**	0.93**	0.92**	0.91**	-0.57ns	0.93**

* و **: به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ را نشان می‌دهد.

*and **: Indicate significance at the probability level of 5% and 1%, respectively.

جدول ۹- همبستگی عملکرد و اجزای عملکرد صفات مورد ارزیابی در شرایط تنش بعد از غلاف دهی

Table 9. Yield correlation and yield components of evaluated traits under stress conditions after podding

		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
Root length	طول ریشه ۱	1														
Plant height	ارتفاع بوته ۲	0.645ns	1													
number of leaves	تعداد برگ ۳	0.742*	0.965**	1												
leaf surface	سطح برگ ۴	0.747*	0.972**	0.98**	1											
Pod length	طول نیام ۵	0.64ns	0.8**	0.84*	0.78*	1										
Number of pod in plant	تعداد نیام در بوته ۶	0.8**	0.948**	0.99**	0.98**	0.85*	1									
Number of seed in pod	تعداد دانه در نیام ۷	0.388ns	0.55ns	0.62ns	0.544ns	0.486ns	0.61ns	1								
Plant dry weight	وزن خشک بوته ۸	0.767*	0.969**	0.99**	0.99**	0.846*	0.99**	0.58ns	1							
Seed weight in plant	وزن دانه در بوته ۹	0.807*	0.923**	0.971**	0.966**	0.88*	0.98**	0.521ns	0.98**	1						
Seed weight in pod	وزن دانه در هر نیام ۱۰	0.731*	0.87*	0.927**	0.88*	0.88*	0.92**	0.507ns	0.92**	0.927**	1					
1000 seed weight	وزن هزار دانه ۱۱	0.69ns	0.972**	0.98**	0.97**	0.87*	0.96**	0.545ns	0.98**	0.969**	0.93**	1				
Biological yield	عملکرد بیولوژیک ۱۲	0.763*	0.947**	0.98**	0.95**	0.86*	0.97**	0.625ns	0.98**	0.956**	0.96**	0.968**	1			
Economical yield	عملکرد اقتصادی ۱۳	0.79*	0.93**	0.96**	0.95**	0.906**	0.97**	0.534ns	0.97**	0.984**	0.96**	0.977**	0.98**	1		
Harvest index	شاخص برداشت ۱۴	-0.116ns	-045ns	-0.43ns	-0.41ns	-0.06ns	-0.4ns	-0.61ns	-0.4ns	-0.24ns	-0.28ns	-031ns	-0.43ns	-0.27ns	1	
Straw and stubble yield	عملکرد کاه و کلش ۱۵	0.79*	0.936**	0.98**	0.97*	0.87*	0.99**	0.622ns	0.989**	0.98**	0.94**	0.976**	0.97**	0.98**	-0.33ns	1
Plant yield per unit area	عملکرد بوته در واحد سطح ۱۶	0.65ns	0.986**	0.977**	0.986**	0.794*	0.96**	0.568ns	0.98**	0.94**	0.86*	0.976**	0.94**	0.93**	-0.43ns	0.96**

* و **: به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ را نشان می‌دهد.

*and **: indicate significance at the probability level of 5% and 1%, respectively.

نتیجه‌گیری کلی

بین فاکتور اصلی (تنش خشکی) از نظر صفات ارتفاع بوته، سطح برگ، طول نیام، تعداد دانه در نیام، وزن خشک بوته، وزن دانه در هر نیام، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد اقتصادی و عملکرد بوته در واحد سطح، بین سطوح فاکتور فرعی (ارقام و لاین) از نظر کلیه صفات مورد ارزیابی اختلاف معنی‌داری در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد وجود داشت از نظر اثر متقابل فاکتور اصلی و فرعی تنها از نظر صفات ارتفاع بوته، طول نیام، تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در نیام، وزن دانه در هر نیام و عملکرد بیولوژیک اختلاف معنی‌داری در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد مشاهده گردید.

با افزایش تنش از مرحله گلدهی به محله غلاف‌دهی عملکرد و اجزای عملکرد کاهش یافتند و نسبت به شرایط بدون تنش کاهش نشان دادند. تیمار بدون تنش (نرمال) با

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-01]
[DOI: 10.61186/jcb.15.48.140]

میانگین ۳۱۳۴/۴۰ کیلوگرم بیشترین عملکرد اقتصادی را داشت و نسبت به تیمار تنش بعد از غلاف‌دهی با میانگین ۲۷۶۵/۸۵ کیلوگرم ۱۱/۷۵ درصد عملکرد بیشتری را تولید کرد، به عبارتی با افزایش تنش عملکرد دانه کاهش داشته است.

در بین ارقام موردمطالعه از نظر عملکرد و اجزای عملکرد لاین آرین و ژنوتیپ DPX به‌عنوان ارقام برتر و لاین‌های کوثر، پارسا و صبا به‌عنوان لاین‌های ضعیف شناسایی شدند. باتوجه به این‌که لاین‌ها و ژنوتیپ‌های دیررس طول دوره رشد بیشتری دارند در نتیجه بهتر می‌توانند از شرایط محیطی و مواد و عناصر غذایی موجود و تجمع مواد در دانه به نحو احسن استفاده کرده و باعث افزایش عملکرد این ژنوتیپ‌ها شده است. همچنین بر اساس نتایج به‌دست‌آمده می‌توان لاین‌ها و ارقام مورد بررسی را به سه دسته لاین‌های زودرس (کوثر، پارسا و صبا)، ارقام میان‌رس (لاین اطلسی، ژنوتیپ ماکسی موس و ژنوتیپ L17) و ارقام دیررس (لاین سامان، آرین، ژنوتیپ DPX و ژنوتیپ Williams) تقسیم‌بندی کرد.

تشکر و قدردانی

از مسئولین مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی که مواد آزمایشی برای انجام این پژوهش را فراهم کردند تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

Akhter, M., & Sneller, C. (1996). Yield and yield components of early maturing soybean genotypes in the mid-south. *Crop science*, *36*(4), 877-882.

Ali, M. A., Abbas, A., Niaz, S., Zulkiffal, M., & Ali, S. (2009). Morpho-physiological criteria for drought tolerance in sorghum (Sorghum bicolor) at seedling and post-anthesis stages. *Int J Agric Biol*, *11*(6), 674-680.

Amiri, S., Rafiee, M., Daneshian, J., & Khorgamy, A. (2022). Effect of drought stress on morphological and biochemical characteristics of soybean genotypes in the second crop. *Iranian Journal of Field Crop Science*, *53*(2), 45-55.

Anda, A., Simon, B., Soós, G., Teixeira da Silva, J. A., & Kucserka, T. (2019). Crop-water relation and production of two soybean varieties under different water supplies. *Theoretical and Applied Climatology*, *137*, 1515-1528.

Arshad, M., Ali, N., & Ghafoor, A. (2006). Character correlation and path coefficient in soybean Glycine max (L.) Merrill. *Pakistan Journal of Botany*, *38*(1), 121.

Asl, K., Mazaheri, D., & Peighambari, S. (2003). Effect of four irrigation intervals on the seed yield and quantitive characteristics of sunflower cultivars. *Iranian Journal Agricultural Science*, *34*, 293-301.

Ayub, K., Mir, H., & Amjad, K. (2000). Heritability and interrelationship among yield determining components of soybean varieties. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, *16*(1), 5-8.

Bangar, N., Mukhekar, G., Lad, D., & Mukhekar, D. (2003). Genetic variability, correlation and regression studies in soybean. *Journal of Maharashtra Agricultural Universities (India)*.

Bihamta, M., Shirkavand, M., Hasanpour, J., & Afzalifar, A. (2018). Evaluation of durum wheat genotypes under normal irrigation and drought stress conditions. *Journal of Crop Breeding*, *9*(24), 119-136.

Bizeti, H. S., Carvalho, C. G. P. d., Souza, J. R. P. d., & Destro, D. (2004). Path analysis under multicollinearity in soybean. *Brazilian archives of biology and technology*, *47*, 669-676.

Bolat, I., Dikilitas, M., Ercisli, S., Ikinci, A., & Tonkaz, T. (2014). The effect of water stress on some morphological, physiological, and biochemical characteristics and bud success on apple and quince rootstocks. *The Scientific World Journal*, *2014*.

Boyer, J., & Westgate, M. (2004). Grain yields with limited water. *Journal of Experimental Botany*, *55*(407), 2385-2394.

Brock, R. (1977). Prospects and perspectives in mutation breeding. *Genetic diversity in plants*, 117-132.

Cruz de Carvalho, M. H. (2008). Drought stress and reactive oxygen species: production, scavenging and signaling. *Plant signaling & behavior*, *3*(3), 156-165.

Desclaux, D., Huynh, T. T., & Roumet, P. (2000). Identification of soybean plant characteristics that indicate the timing of drought stress. *Crop science*, *40*(3), 716-722.

Farshadfar, E., Poursiahbidi, M. M., & Abooghadareh, A. P. (2012). Repeatability of drought tolerance indices in bread wheat genotypes. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, *4*(13), 891-903.

Fotokian, M. H. (2012). Study of heritability, path and factor analysis. ۲ دانش زراعت–دانشور علوم زراعی سابق, (4).

Gang, D. R., Wang, J., Dudareva, N., Nam, K. H., Simon, J. E., Lewinsohn, E., & Pichersky, E. (2001). An investigation of the storage and biosynthesis of phenylpropenes in sweet basil. *Plant physiology*, *125*(2), 539-555.

Guimarães-Dias, F., Neves-Borges, A. C., Viana, A. A. B., Mesquita, R. O., Romano, E., Grossi-de-Sá, M. d. F., . . . Alves-Ferreira, M. (2012). Expression analysis in response to drought stress in soybean: Shedding light on the regulation of metabolic pathway genes. *Genetics and Molecular Biology*, *35*, 222-232.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.61186/jcb.15.48.140]

Hlaváčová, M., Klem, K., Rapantová, B., Novotná, K., Urban, O., Hlavinka, P., . . . Pohanková, E. (2018). Interactive effects of high temperature and drought stress during stem elongation, anthesis and early grain filling on the yield formation and photosynthesis of winter wheat. *Field Crops Research, 221*, 182-195.

Iqbal, S., Mahmood, T., Ali, M., Anwar, M., & Sarwar, M. (2003). Path coefficient analysis in different genotypes of soybean (Glycine max (L) Merril). *Pakistan Journal of Biological Sciences (Pakistan)*.

Jabereldar, A. A., El Naim, A. M., Abdalla, A. A., & Dagash, Y. M. (2017). Effect of water stress on yield and water use efficiency of sorghum (Sorghum bicolor L. Moench) in semi-arid environment. *International Journal of Agriculture and Forestry, 7*(1), 1-6.

Kamrava, S., Babaeian Jolodar, N., & Bagheri, N. (2017). Evaluation of drought stress on chlorophyll and proline traits in soybean genotypes. *Journal of Crop Breeding, 9*(23), 95-104.

Karimi, R., Hadi, H., & Tajbakhsh Shishavan, M. (2016). Exploring the possibility of reducing deficit water stress damage on yield of forage sorghum by foliar application of salicylic acid and zinc sulphate. *Journal of Crops Improvement, 18*(2), 507-520.

Kohkan, H., Mohammadi, A., Alishah, O., & Hezarjaribi, E. (2015). Study on relationships among yield and some agronomic traits using Path Coefficient analysis in Pure lines Soybean. *Applied Field Crops Research, 28*(106), 29-36.

Kumudini, S., Hume, D., & Chu, G. (2002). Genetic improvement in short-season soybeans: II. Nitrogen accumulation, remobilization, and partitioning. *Crop science, 42*(1), 141-145.

Liu, F., Andersen, M. N., & Jensen, C. R. (2004). Root signal controls pod growth in drought-stressed soybean during the critical, abortion-sensitive phase of pod development. *Field Crops Research, 85*(2-3), 159-166.

Maleki, A., Naderi, A., Naseri, R., Fathi, A., Bahamin, S., & Maleki, R. (2013). Physiological performance of soybean cultivars under drought stress. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences, 2*(6), 38-44.

Manavalan, L. P., Guttikonda, S. K., Phan Tran, L.-S., & Nguyen, H. T. (2009). Physiological and molecular approaches to improve drought resistance in soybean. *Plant and cell physiology, 50*(7), 1260-1276.

Masoudi, B., Bihamta, M., Babaei, H., & Peyghambari, S. (2009). Evaluation of genetic diversity for agronomic, morphological and phenological traits in soybean. *Seed and plant*.

Masoumi, H., Darvish, F., Daneshian, J., Normohammadi, G., & Habibi, D. (2011). Effects of water deficit stress on seed yield and antioxidants content in soybean (Glycine max L.) cultivars. *Afr. J. Agric. Res, 6*(5), 1209-1218.

Mazaherilaghab, H., Nori, F., Zare-Abyane, H., & Vafaei, H. (2001). Effect of final irrigation on important traits of three varieties of sunflower in dry land farming. *Journal of Agricultural Research, 1*, 41-44.

Menezes, C., Saldanha, D., Santos, C., Andrade, L., Júlio, M. M., Portugal, A., & Tardin, F. (2015). Evaluation of grain yield in sorghum hybrids under water stress. *Genetics and Molecular Research, 14*(4), 12675-12683.

Miransari, M., Riahi, H., Eftekhar, F., Minaie, A., & Smith, D. (2013). Improving soybean (Glycine max L.) N 2 fixation under stress. *Journal of Plant Growth Regulation, 32*, 909-921.

Munns, R., Greenway, H., Delane, R., & GIBBS, J. (1982). Ion concentration and carbohydrate status of the elongating leaf tissue 4 Hordeum vulgare growing at high external NaCl: II. CAUSE OF THE GROWTH REDUCTION. *Journal of Experimental Botany, 33*(4), 574-583.

Namdari, M., & Mahmoodi, S. (2013). Evaluation of grain yield and yield components in intercropping of dwarf and tall cultivars of soybean (Glycine max L.). *Iranian Journal of Crop Sciences, 15*(1).

Narjesi, V., Zeinali Khangah, H., & Zali, A. (2008). Evaluation of genetic diversity for agronomic, morphological and phenological traits in Soybean. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 41*, 227-235.

Navabpour, S., Hezarjaribi, E., & Mazandarani, A. (2017). Evaluation of drought stress effects on important agronomic traits, protein and oil content of soybean genotypes. *Environmental Stresses in Crop Sciences, 10*(4), 491-503.

Nilahayati, N., Nazimah, N., Handayani, R. S., Syahputra, J., & Rizky, M. (2022). Agronomic diversity of several soybean putative mutant lines resulting from gamma-rays irradiation in M6 generation. *Nusantara Bioscience, 14*(1).

Ohashi, Y., Saneoka, H., & Fujita, K. (2000). Effect of water stress on growth, photosynthesis, and photoassimilate translocation in soybean and tropical pasture legume siratro. *Soil Science and Plant Nutrition, 46*(2), 417-425.

Pazouki, H., Sarai Tabrizi, M., & Babazadeh, H. (2021). Evaluating the Effects of Run off on Khadijeh Khatoun Basin Using MPSIAC Model. *Journal of Environmental Science and Technology, 23*(2), 87-102.

Pedersen, P., & Lauer, J. G. (2004). Response of soybean yield components to management system and planting date. *Agronomy Journal, 96*(5), 1372-1381.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.61186/jcb.15.48.140]

Peghambi, S. A., Khani, M. T., Babaei, H. R., & Alipour, H. (2017). Evaluation of tolerance to water deficit stress in diverse soybean genotypes. *Iranian Journal of Field Crop Science, 48*(4), 933-943.

Pourmousavi, S., Galavi, M., DANESHIAN, J., Ghanbari, A., & BASIRANI, N. (2007). Effects of drought stress and manure on leaf relative water content, cell membrane stability and leaf chlorophyll content in soybean (Glycine max).

Rafiee, M. (2014). Corn: proceeding. In: Sarva Press.

RAHI, A. R., Najafi Zarini, H., Ranjbar, G., & Ghajar Spanlou, M. (2019). Evaluation of tolerance of some soybean genotypes to drought stress. *Journal of Crop Breeding, 11*(32), 100-115.

Rezaizad, A. (1999). *An investigation on genetic diversity in soybean cultivars.* MSc thesis. Department of Agronomy and Plant Breeding, College of …,

Rostami Ajirloo, A., Asgharipour, M., Ghanbari, A., Joudi, M., & Khoramivafa, M. (2019). Simulation the effect of climate change on growth period and yield of three hybrids of maize (Zea mays) under low irrigation conditions (case study: Moghan plain). *Iranian Journal of Field Crops Research, 17*(1), 141-155.

Sadeghi, L., Rafiee, M., & Daneshian, J. (2021). Effect of drought stress and aerosols on yield and some physiological traits of soybean (Glysine max L.). *Journal of Plant Process and Function, 10*(41), 263-278.

Sadeghzadeh-Ahari, D., Hassandokht, M. R., Kashi, A. K., & Amri, A. (2016). Effect of drought stress on some agronomical and physiological traits of Iranian fenugreek landraces. *Journal of Arid Biome, 6*(1), 95-101.

Soleymanifard, A., Mojaddam, M., Lack, S., & Alavifazel, M. (2022). Effect of Azotobacter Chroococcum and Nitrogen Fertilization on Some Morphophysiological Traits, Grain Yield, and Nitrogen Use Efficiency of Safflower Genotypes in Rainfed Conditions. *Communications in Soil Science and Plant Analysis, 53*(6), 773-792.

Tajbakhsh, M., & Mohammadzadeh, S. (2016). The effect of priming and leaf spraying on growth criteria and qualitative and quantitative yield of corn (zea mays L.). *Research in Field Crop Journal, 3*(2), 76-87.

TAJIK, K. M., Alahdadi, I., Daneshian, J., & Armandpisheh, O. (2011). Evaluating effect of biofertilizer on nodulation and soybean (glycine max l) plants growth characteristics under water deficit stress of seed.

Yahoueian, S. H., Bihamta, M., & Mohammadi Bazargani, M. (2018). Study in Effects of drought stress on yield, yield components and some important physiological traits in soybean genotypes. *Iranian Journal of Field Crop Science, 49*(3), 99-108.

ZARE, M., ZEINALI, K. H., & Daneshian, J. (2004). An evaluation of tolerance of some soybean genotypes to drought stress.

Zeid, I., & Shedeed, Z. (2006). Response of alfalfa to putrescine treatment under drought stress. *Biologia plantarum, 50*, 635-640.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.61186/jcb.15.48.140]