دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

ارزیابی تحمل به خشکی برخی از ژنوتیپ‌های سویا

علیرضا رهی[۱]، حمید نجفی زرینی[۲]، غلامعلی رنجبر[۳] و مهدی قاجارسپانلو[۴]

۱، ۳ و ۴- دانشجوی دکتری، استاد و دانشیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۲- دانشیار گروه به‌نژادی و ژنتیک گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، (نویسنده مسوول: najafi316@yahoo.com)
تاریخ دریافت: ۹۷/۳/۲ تاریخ پذیرش: ۹۷/۷/۸
صفحه: ۱۰۰ تا ۱۱۵

چکیده

به‌منظور ارزیابی تحمل به خشکی تعداد ۱۵ ژنوتیپ سویا به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شرایط گلخانه در شهرستان دماوند انجام شد. عامل اول شامل ۱۵ ژنوتیپ سویا و عامل دوم شامل دو سطح آبیاری نرمال و قطع آبیاری در زمان غلاف‌دهی بود. صفات شامل ارتفاع بوته، تعداد شاخه های زایشی، تعداد برگ، کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل، کاروتنوئید، تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا ۵۰٪ غلاف‌دهی، تعداد گل، وزن خشک برگ بوته، تعداد بند ساقه اصلی، تعداد بند ساقه های فرعی، وزن خشک ساقه های یک بوته، وزن خشک بوته، فاصله اواین غلاف از خاک، رسیدگی کامل، تعداد غلاف در هر بوته، وزن خشک غلاف در بوته، طول غلاف، متوسط تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه‌های هر بوته، شاخص برداشت، وزن صد دانه و عملکرد هر گلدان بودند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که واکنش ژنوتیپ‌های سویا به شرایط تنش خشکی و بدون تنش متفاوت بود. در مجموع ژنوتیپ‌های ۱، ٤، ۱۰، ١٤و ۱۵ دو شرایط تنش خشکی و نرمال عملکرد بالایی را نشان دادند. نتایج تجزیه همبستگی نشان داد که بیشترین همبستگی را صفات تعداد دانه‌های هر بوته، شاخص برداشت، وزن خشک غلاف در بوته و وزن خشک بوته با عملکرد داشتند. بین صفات مستقل و وابسته ۹۹٪ رابطه رگرسیونی معنی‌داری برقرار بود. نتایج تجزیه علیت نشان داد که وزن خشک بوته و وزن صد دانه بیشترین اثر مستقیم مثبت را بر عملکرد داشتند. نتایج تجزیه به مولفه‌های اصلی نشان داد که مولفه‌های اول و دوم در مجموع ۸۵٪ واریانس کل را تبیین کردند. با در نظر گرفتن همه صفات تجزیه کلاستر ژنوتیپ‌ها را به ۵ گروه تقسیم نمود و ژنوتیپ‌های ۱، ۹، ۱۰، ١٤ و ۱۵ در یک گروه قرار داد این ژنوتیپ‌ها بر اساس میانگین در هر دو محیط عملکرد خوبی داشتند.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، تجزیه رگرسیون، تجزیه کلاستر، سویا، همبستگی

مقدمه

در جهان امروز منابع آب موجود برای تولید محصولات کاهش یافته است. همچنین تغییرات مختلف اقلیمی دانشمندان را بر آن داشته که در بسیاری از مناطق جهان، تلفات محصولات به علت کمبود آب به شدت زیاد خواهد شد (۹). تنش خشکی در گیاهان به همراه صدمات زیادی می‌باشد (۴۰) در این حالت عرضه آب به ریشه‌ها کم و یا این که میزان تبخیر و تعرق زیاد می‌شود.

ایران حدود یک سوم میانگین جهانی (۲۳۵-۲۶۰ میلی‌متر) بارش سالانه دارد شرایط آب و هوایی خشک و نیمه خشک، فراخشک و بیابانی حدود ۸۵٪ از مساحت ایران را تشکیل می‌دهند که ناشی از بارش کم در مناطق مرکزی و جنوبی است (۶). در یک بررسی (به کمک ۳۱ ایستگاه سینوپتیک)، در بین سال‌های ۲۰۱۰- ۱۹۸۰ از شاخص خشک‌سالی هربست جهت پایش خشک‌سالی کشور استفاده شد. نتایج نشان داد که کل کشور با خشکی روبرو می‌باشد (۲۰). بنابراین تشخیص وضعیت رشد گیاهان در شرایط مختلف آبیاری و تنش خشکی می‌تواند راهنمای کشت گیاهان مقاوم در مناطق خشک یا کم آب باشد (۳۶).

متخصصین فیزیولوژی معتقدند برای بازدهی بیشتر در اصلاح ارقام متحمل به خشکی باید صفات بیومتریک، فیزیولوژیک، مورفولوژیک و شاخص‌هایی را که در شناسایی پایداری عملکرد ارقام در شرایط تنش مؤثرند شناسایی نمود (۱۷). از میان گیاهان زراعی سویا دارای جایگاه ویژه‌ای در جهان است سویا یا سوژا در منطقه آسیا و استرالیا گسترش زیادی دارد (۴۷). تقاضا برای مصرف روغن سویا رو به افزایش است و درنتیجه کشت آن توسعه یافته است. در حال حاضر سطح زیر کشت سویا در کشور حدود ۸۰ هزار هکتار می‌باشد، که گلستان، مازندران و اردبیل به ترتیب رتبه‌های اول تا سوم را به خود اختصاص داده‌اند و از نظر عملکرد حدود ۱۱۰ تا ۱۳۰ هزار تن در سال است (۳).

با توجه به روند خشکسالی در کشور و افزایش سطح کشت و تقاضا برای روغن سویا، محققان برآن شدند تا تحقیقاتی برای شناسایی ژنوتیپ‌های سویا انجام دهند. در این رابطه نتایج پژوهش‌های عبدی پور و همکاران (۱) نشان داد که ارقام Williams و Hack به‌عنوان ارقام متحمل به تنش شناخته شدند. کیانی و رئیسی (۲۵) در مطالعه‌ای با هدف معرفی ارقام متحمل و حساس به خشکی، رقم DPX بیشترین کارایی مصرف آب را نسبت بقیه ارقام سویا داشت. همچنین یافته‌های فرجی (۱۴) نشان داد که در شرایط تنش متوسط ژنوتیپ PE10 با ۲۲۲۲ کیلوگرم در هکتار و در شرایط تنش شدید رطوبتی ژنوتیپ WE6 با ۱۶۸۸ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را تولید کردند. در یک بررسی دیگر بکائی و همکاران (۱۱) در شرایط آبیاری نرمال و تنش، ژنوتیپ‌های H301، L5P77 و Hamilton دارای عملکرد بالا و متحمل به تنش خشکی و ژنوتیپ‌های Br84bijelina و ۹۲۴۲ دارای عملکرد پائین و حساس به خشکی معرفی کردند.

یافته‌های شاهمرادی و همکاران (۴۳) نشان داد که تحت تنش درمراحل رویشی و زایشی، به ترتیب لاین Williams

رقم، M4 و Wisconsin متحمل تر بودند. همچنین احمدی و سلیمانی (۲) نشان دادند رقم Williams تحت تنش خشکی متحمل تر از سایر ارقام بود. کامروا و همکاران (۲۲) نیز رقم Hill متحمل‌ترین رقم به تنش خشکی و رقم Ford حساس‌ترین رقم به تنش خشکی در بین ۴ رقم معرفی کردند. نتایج یک بررسی دیگر نشان داد که تحت شرایط تنش خشکی از ۲۰ رقم سویا رقم Dering1 تحمل زیادی به خشکی داشت (۴۶).

بنابراین در این پژوهش با توجه به تغییر اقلیم کشور و کاهش نزولات آسمانی و اهمیت سویا به بررسی ۱۵ ژنوتیپ سویا تحت شرایط آبیاری عادی و تنش خشکی پرداخته شد، تا ژنوتیپ‌های متحمل و حساس شناسایی شوند.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تاثیر کم آبی و ارزیابی تحمل به تنش خشکی در ژنوتیپ‌های سویا در سال ۱۳۹۶ پژوهشی به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در شهرستان دماوند موقعیت جغرافیایی شمالی شرقی در سال ۱۳۹۶، در گلخانه اجرا شد. عامل اول شامل ۱۵ ژنوتیپ سویا (فاقد شاهد) بود (جدول ۲)، ژنوتیپ‌ها از مرکز تحقیقات کاربردی و تولید بذر شرکت توسعه کشت دانه‌های روغنی مازندران تهیه شدند. عامل دوم شامل دو سطح آبیاری نرمال و قطع آبیاری در زمان حدود ۵۰٪ غلاف‌دهی بود. ارزیابی ژنوتیپ‌ها با استفاده از صفات ارتفاع بوته، فاصله اولین غلاف از خاک و طول غلاف (بر حسب سانتی‌متر)، تعداد شاخه‌های زایشی، تعداد برگ، تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا ۵۰٪ غلاف‌دهی، تعداد روز تا رسیدگی کامل، تعداد گل، تعداد بند ساقه اصلی و فرعی، تعداد غلاف، متوسط تعداد دانه در غلاف و تعداد دانه‌های هر بوته بود. برای اندازه‌گیری کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کاروتنوئید از روش آرنون (۷) استفاده شد. وزن خشک برگ بوته، وزن خشک ساقه‌های یک بوته، وزن خشک بوته، وزن خشک غلاف در بوته، وزن صد دانه و عملکرد هر گلدان (در هر گلدان یک بوته وجود داشت) توسط ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ بر حسب گرم اندازه‌گیری شد. شاخص برداشت بر حسب درصد تعیین شد. ابعاد گلدان‌ها حدود ۳۵ در ۴۵ سانتی‌متر بود. که با خاک، ماسه و کود به نسبت ۱:۱:۳ گلدان‌ها پر شدند. خصوصیات خاک استفاده شده در جدول (۱) آمده است. در هر گلدان پنج بذر در تاریخ ۵ خرداد کاشته شد. آبیاری هر چهار روز یک‌بار صورت گرفت. زمان اجرای قطع آبیاری زمانی که حدوداً ۵۰٪ غلاف‌ها تشکیل شدند اعمال شد. تجزیه آماری با نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها توسط روش دانکن انجام شد. برای بررسی روابط بین صفات از تجزیه همبستگی ساده و از تجزیه رگرسیون گام به گام برای تشخیص موثرترین صفات بر عملکرد استفاده شد. از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بر اساس ماتریس همبستگی به‌منظور پیداکردن مؤلفه‌های مهم توجیه‌کننده قسمت اعظم تغییرات کل موجود بین ژنوتیپ‌ها استفاده شد. برای گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس وارد از تجزیه خوشه‌ای استفاده شد.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

Table1. Physical and Chemical Properties of Soil

پتاسیم ppm	فسفر ppm	(٪) نیتروژن کل	(٪) ماده آلی	اسیدیته PH	EC (ds.m-1)	درصد زرات خاک		
						شن (٪)	سیلت (٪)	شن (٪)
۳۸۴	۴/۵۶	۰/۱۱	۳/۱۲	۷/۱۹	۰/۳۹	۴۰	۲۵	۳۵

جدول ۲- اطلاعات ژنوتیپ‌های سویای مورد ارزیابی

Table 2. Information of studied soybean genotypes

شماره ژنوتیپ	نام ژنوتیپ	شماره گروه رسیدگی	منشاء	شماره ژنوتیپ	نام ژنوتیپ	شماره گروه رسیدگی	منشاء	شماره ژنوتیپ	نام ژنوتیپ	شماره گروه رسیدگی	منشاء
۱	karbine	I	فرانسه	۶	Fayette	III	آمریکا	۱۱	VIR 5227	III	چین
۲	Ishibai	II	ژاپن	۷	Harosoy2	II	نامشخص	۱۲	Ford	III	آمریکا
۳	Ford	III	آمریکا	۸	Cha-mo-shi-dou	II	نامشخص	۱۳	Rasuto San	II	ژاپن
۴	Koshurei	II	کره	۹	Monroe	I	آمریکا	۱۴	T85	II	نامشخص
۵	Mansoy	III	چین	۱۰	Kanro	II	کره	۱۵	Woodworth	III	آمریکا

I: ژنوتیپ‌های دیررس، II: ژنوتیپ‌های زودرس و III: ژنوتیپ‌های میان‌رس

نتایج و بحث

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها

ارتفاع بوته: نتایج تجزیه واریانس ارتفاع بوته (جدول ۳) نشان داد که اثر عامل آبیاری و عامل ژنوتیپ در سطح احتمال ۱٪ و اثر متقابل در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شد. با توجه به معنی‌دار شدن اثر متقابل بیشترین ارتفاع بوته (۷۹/۶۷ سانتی‌متر) مربوط به ژنوتیپ ۸ در شرایط آبیاری نرمال و کمترین ارتفاع بوته (۲۴/۶۷ سانتی‌متر) مربوط به ژنوتیپ ۱۴ در شرایط تنش خشکی بود (جدول ۶). در شرایط کمبود آب از طویل شدن سلول‌های موجود در ساقه جلوگیری می‌شود و در نتیجه ارتفاع به طور مناسب افزایش نمی‌یابد (۴).

تعداد شاخه جانبی

یافته‌های تجزیه واریانس نشان داد که اثر آبیاری و ژنوتیپ برای تعداد شاخه جانبی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شدند ولی اثر متقابل معنی‌دار نشد. بالاترین تعداد شاخه جانبی در شرایط آبیاری نرمال با میانگین (۶/۰۷ شاخه) بالاتر از شرایط تنش بود (جدول ۴). در بین ژنوتیپ‌ها بیشترین تعداد شاخه جانبی (۹ شاخه) به ژنوتیپ ۸ و پایین‌ترین تعداد شاخه جانبی (۳/۸۳ شاخه) به ژنوتیپ‌های ۳ و ۶ اختصاص داشت (جدول ۵). سلیمانی و همکاران (۴۵) نشان دادند تنش خشکی باعث محدود شدن ریشه، برگ و سایر اندام‌ها می‌شود و این کاهش منجر محدود شدن دریافت آب و مواد غذایی شده و ارتفاع بوته و توسعه شاخه و برگ گیاه تنزل می‌یابد.

تعداد برگ

بررسی‌های نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر عامل‌های آبیاری و ژنوتیپ برای تعداد برگ در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شدند و اثر متقابل معنی‌دار نشد. حداکثر تعداد برگ در شرایط آبیاری نرمال با میانگین (۴۰/۴۴ برگ) برتر از شرایط تنش بود (جدول ۴). مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها نشان داد که حداکثر تعداد برگ (۵۳ برگ) به ژنوتیپ ۱۱ و حداقل تعداد برگ (۱۵ برگ) به ژنوتیپ ۳ اختصاص داشت (جدول ۵). جعفربای وهمکاران (۲۱) معتقد هستند تنش خشکی مانع جذب مواد غذایی از خاک به گیاه می شود و در نتیجه گیاه ضعیف شده و اندام‌هایش به خوبی رشد نمی‌کنند.

کلروفیل a

تجزیه واریانس کلروفیلa نشان داد که اثر عامل آبیاری و عامل ژنوتیپ در سطح احتمال ۱٪ و اثر متقابل در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شدند. نتایج میانگین اثر متقابل در کلروفیل a نشان داد که، بیشترین مقدار کلروفیل a (۲/۶۱ میلی‌گرم به ازای هر گرم وزن تر برگ) مربوط به ژنوتیپ ۱۱ در شرایط آبیاری نرمال و کمترین کلروفیل a (۰/۸میلی‌گرم به ازای هر گرم وزن تر برگ) مربوط به ژنوتیپ ۱۵ در شرایط تنش خشکی بود (جدول ۶). تنش خشکی موجب آسیب به کلروفیل می شود کلروفیلاز، پروکسیداز و ترکیبات فنلی دلیل کاهش غلظت کلروفیل هستند (۳۰).

کلروفیل b

تجزیه واریانس کلروفیل b نشان داد که اثر آبیاری در سطح احتمال ۵٪ و عامل ژنوتیپ در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شدند ولی اثر متقابل معنی‌دار نشد. بیشترین و کمترین مقدار کلروفیلb در شرایط آبیاری نرمال و تنش به ترتیب (۰/۹۱ و ۰/۷ میلی‌گرم به ازای هر گرم وزن تر برگ) بود (جدول ۴).

کلروفیل کل

تجزیه واریانس کلروفیل کل نشان داد که اثر آبیاری و اثر ژنوتیپ در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شدند ولی اثر متقابل معنی‌دار نشد. بالاترین و پایین‌ترین مقدار کلروفیل کل در شرایط آبیاری نرمال و تنش به‌ترتیب (۲/۷۶ و ۲/۰۹ میلی‌گرم به ازای هر گرم وزن تر برگ) بود (جدول ۴). مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها نشان داد که حداکثر کلروفیل کل (۳/۸۹ میلی‌گرم به ازای هر گرم وزن تر برگ) به ژنوتیپ ۵ و حداقل کلروفیل کل (۱/۷۲ میلی‌گرم به ازای هر گرم وزن تر برگ) به ژنوتیپ‌های ۱۴ و ۱۵ مربوط بود (جدول ۵). نتایج تحقیق کامروا و همکاران (۲۲) مؤید این نکته هست که تنش خشکی باعث تخریب ساختمان کلروفیل می‌شود و در نتیجه تولید ماده خشک کاهش می‌یابد.

تعداد روز تا گلدهی

تنها عامل ژنوتیپ برای تعداد روز تا گلدهی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شده بود. بنابراین از بین ژنوتیپ‌های موجود ژنوتیپ ۵ بیشترین تعداد روز تا گلدهی (۹۴/۸۳ روز) را داشت و ژنوتیپ ۱ دارای کمترین تعداد روز تا گلدهی (۵۰/۶۷ روز) بود. کارگر و همکاران (۲۳) نیز گزارش کرده اند کمبود آب دوره گلدهی سویا را کاهش می‌دهد.

تعداد روز تا ۵۰٪ غلاف‌دهی

عامل آبیاری و اثر متقابل معنی‌دار نشد. عامل ژنوتیپ برای تعداد روز تا ۵۰٪ غلاف‌دهی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شده بود. بنابراین از بین ژنوتیپ‌های موجود ژنوتیپ ۵ بیشترین تعداد روز تا ۵۰٪ غلاف‌دهی (۱۱۴/۱۷ روز) را داشت و ژنوتیپ ۱۴ دارای کمترین تعداد روز تا ۵۰٪ غلاف‌دهی (۷۳/۸۳ روز) بود. با توجه به اینکه ۸۰ تا ۹۰٪ کربوهیدرات‌ها برای رشد دانه از فتوسنتز بعد از گرده افشانی حاصل می‌شود طول دوره رشد می‌تواند مقدار بیشتری مواد فتوسنتزی را به مخازن انتقال دهد و عملکرد افزایش یابد (۳۳).

تعداد گل

یافته‌های تجزیه واریانس تعداد گل نشان داد که عامل آبیاری و اثر متقابل معنی‌دار نشدند و اثر ژنوتیپ در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد. بالاترین تعداد گل (۱۵۶ گل) مربوط به ژنوتیپ ۱۳و ژنوتیپ ۶ دارای کمترین تعداد گل (۳۱/۶۷ گل) بود. در مرحله زایشی،گیاه حساسیت خاصی نسبت به تنش آب دارد. دلایل زیادی وجود دارد که تنش خشکی محدودیت زیادی برای ظهور سلول‌های بنیادی گل می‌شود (۴۲).

وزن خشک بوته

اثر آبیاری، اثر ژنوتیپ و اثر متقابل برای وزن خشک بوته در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شدند. حداکثر وزن خشک بوته (۱۳/۵۳ گرم) مربوط به ژنوتیپ ۱۱ در شرایط آبیاری نرمال و کمترین وزن خشک بوته (۳/۱۶ گرم) مربوط به ژنوتیپ ۱۳ در شرایط تنش خشکی بود. تاثر تنش خشکی بر کاهش وزن

بوته‌های ژنوتیپ‌های سویا در بررسی نواب پور و همکاران (۳۵) نیز گزارش شده است.

تعداد بند ساقه اصلی

تنها عامل ژنوتیپ برای تعداد بند ساقه اصلی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شده بود سایر عوامل معنی‌دار نبودند. بالاترین تعداد بند ساقه اصلی (۲۰/۳۳ بند) مربوط به ژنوتیپ ۸ و کمترین تعداد بند ساقه اصلی (۱۰/۵۰ بند) به ژنوتیپ ۳ اختصاص داشت. تنش رطوبتی طول دوره رویشی کاهش می‌دهد. با کاهش طول این دوره و عبور سریع تر گیاه از این مرحله تعداد گره و طول میان‌گره در گیاه کاهش یافته و به دنبال آن ارتفاع گیاه کاهش می‌یابد (۱۳).

تعداد بند ساقه فرعی

برای تعداد بند ساقه فرعی عامل آبیاری و عامل ژنوتیپ در سطح احتمال ۱٪ و اثر متقابل در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بودند. حداکثر تعداد بند ساقه فرعی (۴۶/۶۷ بند) مربوط به ژنوتیپ ۱۳ در شرایط آبیاری نرمال و کمترین تعداد بند ساقه فرعی (۷/۳۳ بند) مربوط به ژنوتیپ ۴ در شرایط تنش خشکی بود.

وزن خشک ساقه‌های یک بوته

نتایج تجزیه اثر متقابل در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بودند. مقایسه میانگین‌های اثر متقابل نشان داد که بیشترین وزن خشک ساقه‌های یک بوته (۱۲/۸۳ گرم) به ژنوتیپ ۸ در شرایط آبیاری نرمال اختصاص دارد و کمترین وزن خشک ساقه‌های یک بوته (۳/۳۶ گرم) در شرایط تنش خشکی اختصاص داشت طهماسب عالی و همکاران (۴۸) از آنجایی که ریشه و ساقه در ارتباط هستند. تغییرات این دو صفت بر هم اثر دارد تنش خشکی موجب کاهش فشار اسمزی سلول‌های ریشه می‌شود و این تنش در ریشه بر روی رشد ساقه منعکس و موجب کاهش رشد ساقه و خصوصیات آن می‌گردد.

وزن خشک بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عامل آبیاری، عامل ژنوتیپ و اثر متقابل در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بودند. مقایسه میانگین‌های اثر متقابل نشان داد که بیشترین وزن خشک بوته (۴۵/۴۶ گرم) به ژنوتیپ ۱۱ در شرایط آبیاری نرمال اختصاص دارد و کمترین وزن خشک بوته (۱۱/۹۰ گرم) به ژنوتیپ ۷ در شرایط تنش خشکی اختصاص داشت.

سرعت رشد نسبی و تخصیص مواد فتوسنتزی در ارقام مقاوم و حساس به تنش خشکی متفاوت است، به طور کلی، رشد بخش‌های هوایی به تنش خشکی از حساسیت بیشتری برخوردارند به لحاظ وزن خشک کل، برگ و ساقه ارقام مختلف واکنش متفاوتی به تنش خشکی دارند (۲۱).

فاصله اولین غلاف از سطح خاک

در تجزیه واریانس فقط عامل ژنوتیپ در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد و سایر عوامل معنی‌دار نبودند. بالاترین فاصله اولین غلاف از سطح خاک (۱۲/۰۶ سانتی‌متر) به ژنوتیپ ۲ و کمترین آن (۳/۲۲ سانتی‌متر) به ژنوتیپ ۴ مربوط بود. هنگامی که گیاه در شرایط مناسب رطوبتی قرار می‌گیرد طول ساقه و فاصله میانگره‌ها با افزایش مواجه می‌شوند در نتیجه فاصله پایین‌ترین غلاف از سطح زمین افزایش می‌یابد (۳۷).

تعداد روز تا رسیدگی کامل

یافته‌های تجزیه واریانس تعداد روز تا رسیدگی کامل نشان داد که عامل‌های آبیاری و ژنوتیپ در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شدند و اثر متقابل معنی‌دار نشد. بیشترین و کمترین تعداد روز تا رسیدگی کامل در شرایط آبیاری نرمال و تنش به ترتیب (۱۴۵/۶۲ و ۱۳۱/۶۹ روز) بود و حداکثر تعداد روز تا رسیدگی کامل (۱۷۹/۳۳ روز) به ژنوتیپ ۵ و حداقل تعداد روز تا رسیدگی کامل (۱۰۳/۶۷ روز) به ژنوتیپ ۱۴ اختصاص داشت. از میان عوامل اقلیمی نظیر شدت نور، طول روز، دما و آب می‌توانند فنولوژی، سرعت رشد و تولید ماده خشک را تحت‌تاثیر قرار دهند. تنش رطوبتی، عملکرد سویا را به واسطه کاهش یک یا چند جزء از اجزای عملکرد نهایتا کاهش می‌دهد و بیشترین عملکرد زمانی به دست می‌آید که همه شرایط محیطی از جمله رطوبت قابل دسترس در تمامی مراحل رشد گیاه در حد مطلوب باشد (۲۷).

تعداد غلاف در هر بوته

نتایج تجزیه واریانس تعداد غلاف در هر بوته نشان داد که عامل‌های آبیاری، ژنوتیپ و اثر متقابل در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شدند مقایسه میانگین‌های اثر متقابل نشان داد که بیشترین تعداد غلاف در هر بوته (۸۵ غلاف)، در شرایط آبیاری نرمال و کمترین تعداد غلاف در هر بوته (۵۱ غلاف) در شرایط تنش خشکی به ژنوتیپ ۱۱مربوط بود.

وزن خشک غلاف در بوته

نتایج تجزیه اثر متقابل در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بودند. مقایسه میانگین‌های اثر متقابل نشان داد که بیشترین وزن خشک غلاف در بوته (۹/۷۶ گرم) به ژنوتیپ ۱۱ در شرایط آبیاری نرمال اختصاص دارد و کمترین وزن خشک غلاف در بوته (۱/۲۷ گرم) به ژنوتیپ ۲ در شرایط تنش خشکی اختصاص داشت.

طول غلاف

تجزیه واریانس طول غلاف نشان داد که عامل‌های آبیاری، ژنوتیپ و اثر متقابل در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شدند. بیشترین طول غلاف (۵/۳۰ سانتی‌متر) مربوط به ژنوتیپ ۶ در شرایط آبیاری نرمال و کمترین طول غلاف (۲/۲۳سانتی‌متر) مربوط به ژنوتیپ ۱۵ در شرایط تنش خشکی بود.

تعداد دانه در غلاف

نتایج تجزیه واریانس تعداد دانه در غلاف نشان داد که عامل‌های آبیاری، ژنوتیپ در سطح احتمال ۱٪ و اثر متقابل در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شدند. مقایسه میانگین‌های اثر متقابل نشان داد که بیشترین متوسط تعداد دانه در غلاف (۲/۶۶ دانه) به ژنوتیپ ۹ در شرایط آبیاری نرمال اختصاص دارد و کمترین متوسط تعداد دانه در غلاف (۰/۴۹ دانه) به ژنوتیپ ۵ در شرایط تنش خشکی مربوط بود.

تعداد دانه‌های هر بوته

نتایج تجزیه واریانس تعداد دانه‌های هر بوته نشان داد که

عامل‌های آبیاری، ژنوتیپ و اثر متقابل در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شدند. مقایسه میانگین‌های اثر متقابل نشان داد که بیشترین تعداد دانه‌های هر بوته (۱۲۰ دانه) به ترتیب به ژنوتیپ ۸ در شرایط آبیاری نرمال اختصاص دارد و کمترین تعداد دانه‌های هر بوته (۱۸/۶۷ دانه) به ژنوتیپ ۵ در شرایط تنش خشکی مربوط بود. با توجه به اینکه خصوصیاتی نظیر وزن غلاف، وزن دانه و تعداد دانه در بوته، تعداد غلاف، طول غلاف و غیره عوامل مؤثر بر افزایش عملکرد سویا می‌باشند، لذا ژنوتیپ‌هایی که در مجموع برآیند بالاتری از خصوصیات فوق را به صورت یکجا داشته باشند، از پتانسیل ژنتیکی بالاتری برخوردار خواهند بود (۱۸).

شاخص برداشت

تجزیه واریانس شاخص برداشت نشان داد که عامل‌های آبیاری، ژنوتیپ و اثر متقابل در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شدند. بیشترین شاخص برداشت (۳۵/۳۲ درصد) مربوط به ژنوتیپ ۱۰ در شرایط آبیاری نرمال و کمترین شاخص برداشت (۱۱/۶۶درصد) مربوط به ژنوتیپ ۵ در شرایط تنش خشکی بود. که با نتایج سلیمانی و همکاران (۴۵) منطبق است.

وزن صد دانه

تجزیه واریانس وزن صد دانه نشان داد که اثر آبیاری معنی‌دار نشد و عامل ژنوتیپ و اثر متقابل در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شدند. مقایسه میانگین‌های اثر متقابل نشان داد که بیشترین وزن صد دانه (۲۰/۶۷ گرم) و وزن صد دانه (۱۳/۶۸ گرم) به ترتیب به ژنوتیپ‌های ۴ و ۱۰ در شرایط آبیاری نرمال اختصاص دارد و کمترین وزن صد دانه (۴/۵۲ گرم) مربوط به ژنوتیپ ۴ در شرایط تنش بود. تفاوت سویا نتایج مشابهی را گزارش کردند. در شرایط آبیاری معمولی، تولید ماده خشک گیاه افزایش و در نتیجه مواد فتوسنتزی بیشتری به دانه انتقال و وزن دانه افزایش معنی‌دار می‌یابد. علاوه بر این کاهش وزن دانه در اثر تنش خشکی را می‌توان به ریزش زودتر برگ‌ها و کوتاه شدن دوره تشکیل و پر شدن دانه مرتبط دانست (۲۹).

عملکرد دانه

تجزیه واریانس عملکرد نشان داد که عامل‌های آبیاری، ژنوتیپ و اثر متقابل در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شدند. بیشترین عملکرد در شرایط آبیاری نرمال به ژنوتیپ‌های ۱، ۴، ۱۰، ۱۴، ۱۵ به ترتیب (۱۳/۰۳، ۱۲/۱۵، ۱۳/۶۸، ۱۲/۲۶ و ۱۰/۳۶گرم) و کمترین عملکرد هر گلدان (۲/۴۴ گرم) به ژنوتیپ ۵ در شرایط تنش خشکی اختصاص دارد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها از نظر خصوصیات بررسی شده تحت شرایط تنش و عدم تنش تنوع وجود دارد در این رابطه در این رابطه فرجی (۱۴) نیز در بررسی واکنش ارقام سویا به تنش کم آبی گزارش نمود که اغلب ارقام و صفات مورد بررسی آنها تنوع و تفاوت معنی‌دار آماری نشان دادند. همچنین بخش عمده‌ای از تنوع می‌تواند ناشی از اثر محیط برای صفات به‌خصوص صفات پلی ژنتیک باشد. بنابراین کوچک بودن ضرایب تنوع فنوتیپی نشان‌دهنده است که اثرات ژنتیکی بر اثرات محیطی غالب بوده است (۲۱).

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که اعمال تنش خشکی باعث کاهش رشد و عملکرد گیاه می‌شود. ژنوتیپ‌های ۱، ۴، ۱۰، ۱۴ و ۱۵ در شرایط آبیاری نرمال و شرایط تنش در مجموع دارای عملکرد بالایی بودند. بین عملکرد دانه و تولید ماده خشک رابطه وجود دارد چرا که بخشی از محصول فتوسنتز صرف توسعه گیاه و در نتیجه تولید ماده خشک بیشتر و ذخیره قسمتی از این ماده خشک در دانه است. همچنین تنها فتوسنتز در افزایش ماده خشک نقش ندارد بلکه بسیاری از اسیدهای آمینه مانند پرولین و پروتئین‌های دیگر مانند کافئات متیل ترانسفراز مرتبط با لیگنینی شدن گلیکولیز و چرخه کربس (انولاز وتریوز فسفات ایزومراز) نسبت به تنش آبی افزایش نشان می‌دهند و باعث تحمل گیاه به تنش و افزایش ماده خشک می‌شوند (۲۱). ژنوتیپ ۸ در مجموع دارای ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های زایشی، وزن خشک ساقه و تعداد دانه‌های هر بوته نسبتا بالایی بود. ژنوتیپ ۸ نیز با اینکه بیشترین تعداد دانه‌های هر بوته را در دو محیط داشت ولی عملکرد متوسطی دارد علت می‌تواند وجود دانه‌های ریز یا چروکیده باشد. ژنوتیپ ۱۱ کلروفیل، وزن خشک صفت‌های برگ، بوته و غلاف و تعداد غلاف در بوته بالایی داشت. ژنوتیپ ۵ دارای کمترین عملکرد بود. تجمع ماده خشک در یک ژنوتیپ نشان‌دهنده کارایی مصرف آب در شرایط کمبود آب است، ولی مهم‌تر از آن اختصاص ماده خشک به بخش‌های اقتصادی گیاه است (۳۸) که برخی ژنوتیپ‌ها در این تحقیق آن‌را نشان دادند.

همبستگی

نتایج تجزیه همبستگی صفات (جدول ۷) نشان داد که بین اغلب صفات مورفولوژیک، فیزیولوژیک و عملکرد دانه همبستگی معنی‌دار وجود دارد. با توجه به اهمیت همبستگی سایر صفات با عملکرد و اجزای عملکرد نتایج نشان می‌دهند که همبستگی ارتفاع بوته با تعداد دانه‌های هر بوته رابطه مثبت و با شاخص برداشت، وزن صد دانه و عملکرد هر گلدان رابطه منفی معنی‌دار دارد.

همبستگی تعداد برگ با تعداد دانه‌های هر بوته و عملکرد هر گلدان رابطه‌ای مثبت و معنی‌دار و با وزن صد دانه رابطه‌ای منفی ولی معنی‌دار داشت. کلروفیل a با تعداد دانه‌های هر بوته رابطه‌ای هم جهت و با شاخص برداشت ارتباطی منفی و معنی‌دار دارد. همبستگی کلروفیل b و کلروفیل کل با صفات شاخص برداشت و وزن صد دانه، کارتنوئید با وزن صد دانه، تعداد روز تا رسیدگی کامل با شاخص برداشت، تعداد بند ساقه اصلی با صفات شاخص برداشت و وزن صد دانه، دو صفت تعداد روز تا گلدهی و تعداد روز تا ۵۰٪ غلاف‌دهی با صفت‌های متوسط تعداد دانه در غلاف و شاخص برداشت رابطه‌ای منفی ولی معنی‌دار داشتند. همبستگی وزن خشک برگ بوته، وزن خشک ساقه‌های یک بوته، وزن خشک بوته و وزن خشک غلاف در بوته با صفت‌های تعداد دانه‌های هر بوته و عملکرد هر گلدان مثبت و معنی‌دار بود.

تعداد بند ساقه‌های فرعی با تعداد دانه‌های هر بوته همبستگی مثبت و با شاخص برداشت و وزن صد دانه

همبستگی منفی معنی‌دار دارد. رابطه‌ی تعداد غلاف در هر بوته با تعداد دانه‌های هر بوته و عملکرد هر گلدان مثبت و با وزن صد دانه، منفی معنی‌دار بود. همبستگی متوسط تعداد دانه در غلاف با تعداد دانه‌های هر بوته و شاخص برداشت مثبت و معنی‌دار بود. تعداد دانه‌های هر بوته با وزن صد دانه منفی ولی با عملکرد هر گلدان مثبت و اختلاف معنی‌دار آماری مشهود بود. همبستگی شاخص برداشت با عملکرد دانه مثبت و معنی‌دار است. درکل بین صفات فیزیولوژیک و مورفولوژیک رابطه‌ای معنی‌دار وجود داشت و تعداد برگ، وزن خشک اندام‌های هوایی، تعداد دانه در بوته و غلاف در این تجزیه از موثرترین صفات بر عملکرد بودند. در این رابطه فاضلی و همکاران (۱۵) بین انواع کلروفیل، ارتفاع بوته با شاخص برداشت سویا، همبستگی منفی و و شاخص برداشت با تعداد دانه در غلاف همبستگی مثبت معنی‌دار گزارش کردند. همچنین نتایج تحقیق حاضر تقریبا با نتایج کارگر و همکاران (۲۳)، نواب‌پور و همکاران (۳۵)، پوردهقان و همکاران (۳۸)، رضایی‌زاد و همکاران (۴۱) و وحدی و همکاران (۴۹) در رابطه با تنش خشکی بر روی ژنوتیپ‌های سویا مطابقت دارد.

رگرسیون

صفت عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته (Y) در نظر گرفته شد. نتایج جدول (۸) نشان دادکه، بین صفات مستقل و وابسته به احتمال ۹۹٪ رابطه رگرسیونی معنی‌داری برقرار بود ضریب تبیین تصحیح شده مشخص کرد که متغیرهای مستقل ۹۹٪ متغیر وابسته عملکرد دانه را تحت کنترل دارند. بر اساس تجزیه رگرسیون گام به گام مؤثرترین صفات باقی مانده که اثر مثبت بر عملکرد دارند عبارتند از وزن خشک ساقه‌های یک بوته، وزن خشک بوته، فاصله اولین غلاف از خاک، تعداد غلاف در هر بوته، متوسط تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه‌های هر بوته و شاخص برداشت (جدول ۹). صفات ارتفاع بوته، تعداد بند ساقه اصلی و وزن خشک غلاف در بوته اثر منفی بر عملکرد دارند. بهتری و همکاران (۸) تعداد دانه سویا در غلاف یاهوئیان و همکاران (۵۰).

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی ژنوتیپ‌های سویا در شرایط خشکی و آبیاری نرمال

Table 3. Analysis of variance in traits of soybean genotypes under drought stress and normal conditions

منابع تغییرات	درجه آزادی df	ارتفاع بوته	تعداد شاخه‌های جانبی	تعداد برگ	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کاروتنوئید	تعداد روز تا گلدهی
تکرارR	۲	۷۴/۵۴**	۰/۱^{ns}	۵۱/۱۴^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}	۰/۰۰۰۲^{ns}	۰/۰۰۲^{ns}	۰/۰۵^{ns}	۲۲/۳۴^{ns}
آبیاریA	۱	۲۴۴۴/۰۱**	۳/۶**	۴۲۲۹/۸**	۴/۶۲**	۰/۲۸*	۱۰/۰۱**	۰/۰۰۰۴^{ns}	۴۱/۳۴ ^{ns}
ژنوتیپB	۱۴	۹۹۵/۹۷**	۱۵/۶۲**	۱۰۲۰/۹۹**	۰/۶۸**	۰/۲۹**	۳/۰۶**	۰/۰۶^{ns}	۱۰۰۴/۲۲**
A×B	۱۴	۲۴/۰۵*	۰/۱۴^{ns}	۲/۲۳^{ns}	۰/۲۰۲*	۰/۰۴^{ns}	۰/۲۷^{ns}	۰/۰۴۴^{ns}	۹/۹۶^{ns}
خطا	۵۸	۱۰/۸۶	۰/۳	۱۷/۴۲	۰/۰۹۷	۰/۰۴۹	۰/۳۱	۰/۰۴۲	۱۰/۱۷
C.V.		۷/۴۲	۹/۴۴	۱۲/۴۲	۱۹/۲۴	۲۶/۱۶	۲۳/۲۳	۲۶/۰۴	۴/۶۱

**، *: به ترتیب در سطح ۱ و ۵٪ معنی‌دار است وns: اختلاف معنی‌دار وجود ندارد

ادامه جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی ژنوتیپ‌های سویا در شرایط خشکی و آبیاری نرمال

Continue of table 3. Analysis of variance in traits of soybean genotypes under drought stress and normal conditions

منابع تغییرات	درجه آزادی df	تعداد روز تا ۵۰٪ غلاف دهی	تعداد گل	وزن خشک برگ بوته	تعداد بند ساقه اصلی	تعداد بند ساقه‌های فرعی	وزن خشک ساقه‌های یک بوته	وزن خشک بوته	فاصله اواین غلاف از خاک
تکرارR	۲	۳/۸۷^{ns}	۲۰۱/۲۳^{ns}	۰/۲۶^{ns}	۱/۳^{ns}	۶۲/۳۷**	۰/۰۹^{ns}	۲/۵۹^{ns}	۱/۱۲^{ns}
آبیاریA	۱	۱/۳۴^{ns}	۲۴۰/۱^{ns}	۲۰۲/۴۹**	۲/۸۴^{ns}	۲۲۰/۹**	۱۹۰/۷۶**	۳۳۷۱/۸**	۱/۸۱^{ns}
ژنوتیپB	۱۴	۱۰۲۶/۴۱**	۷۳۹۸/۰۴^{**ns}	۲۳/۵۱**	۳۸/۶۱**	۶۸۳/۲**	۲۷/۶۷**	۲۰۹/۶۷**	۵۲/۱۵**
A×B	۱۴	۸/۶^{ns}	۶۷/۷۱^{ns}	۱/۳**	۰/۳۴^{ns}	۱۶/۴۷*	۱/۷۶**	۱۴/۱۶**	۱/۷۵^{ns}
خطا	۵۸	۶/۱۱	۶۵/۱۸	۰/۳۴	۱/۳۲	۸/۰۲	۰/۵۲	۱/۵۱	۱/۷۸
C.V.		۲/۸۲	۸/۷۰	۹/۲۵	۷/۶۳	۱۰/۳۱	۸/۴۷	۴/۷۸	۱۹/۰۹

**، *: به ترتیب در سطح ۱ و ۵٪ معنی‌دار است وns: اختلاف معنی‌دار وجود ندارد

ادامه جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی ژنوتیپ‌های سویا در شرایط خشکی و آبیاری نرمال

Continue of table 3. Analysis of variance in traits of soybean genotypes under drought stress and normal conditions

منابع تغییرات	درجه آزادی df	رسیدگی کامل	تعداد غلاف در هر بوته	وزن خشک غلاف در بوته	طول غلاف	متوسط تعداد دانه در غلاف	تعداد دانه‌های هر بوته	شاخص برداشت	وزن صد دانه	عملکرد هر گلدان
تکرارR	۲	۷۸/۱۴^{ns}	۱۱۲/۳*	۰/۵۸^{ns}	۰/۱۹^{ns}	۰/۰۶^{ns}	۲۲۷/۲۱**	۳/۱۲^{ns}	۲/۴۳^{ns}	۱/۰۸^{ns}
آبیاریA	۱	۴۳۶۸/۱**	۴۳۵۴/۱**	۱۱۸/۹۷**	۵/۸۵**	۱/۸۸**	۲۶۵۵۶/۸۴**	۲۰۲/۹۸**	۰/۱۸^{ns}	۳۶۵/۵**
ژنوتیپB	۱۴	۲۶۵۲/۴۸**	۱۰۵۷/۳**	۲۰/۷۲**	۲/۶۹**	۰/۹۵**	۲۹۸۱/۲۹**	۱۶۹/۶۴**	۱۱۰/۸۱**	۲۵/۵۵**
A×B	۱۴	۴۹/۸۶^{ns}	۱۷۲/۱۷**	۲/۵۱**	۰/۳۴**	۰/۱۱*	۴۱۳/۵۳**	۲۵/۲۱**	۳/۹۰**	۵/۰۲**
خطا	۵۸	۳۰/۹۱	۲۶/۵۹	۰/۳۱	۰/۰۷	۰/۰۵	۴۴/۴۱	۴/۴۵	۱/۳۳	۰/۳۶
C.V.		۴/۱	۱۵/۰۸	۱۳/۳۹	۷/۰۵	۱۳/۱۱	۱۱/۰۳	۸/۱۵	۹/۴۶	۹/۰۰۷

**، *: به ترتیب در سطح ۱ و۵٪ معنی‌دار است وns: اختلاف معنی‌دار وجود ندارد

جدول ۴- مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های مختلف سویا در شرایط آبیاری نرمال و اعمال خشکی

Table 4. Mean Comparison of different soybean genotypes under normal and drought conditions

سطح‌های عامل آبیاری	تعداد شاخه‌های زایشی	تعداد برگ	کلروفیلb($mgfw^{-1}$)	کلروفیل کل($mgfw^{-1}$)	تعداد روز تا رسیدگی کامل
آبیاری نرمال	۶/۰۷^{a}	۴۰/۴۴^{a}	۰/۹۱^{a}	۲/۷۶^{a}	۱۴۵/۶۲^{a}
تنش خشکی	۵/۶۷^{b}	۲۶/۷۳^{b}	۰/۷^{b}	۲/۰۹^{b}	۱۳۱/۶۹^{b}

میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند اختلاف معنی‌دار ندارند

جدول ۵- مقایسه میانگین ژنوتیپ‌های مختلف سویا در شرایط آبیاری نرمال و اعمال خشکی

Table 5. Mean Comparison of different soybean genotypes under normal and drought conditions

شماره ژنوتیپ	تعداد شاخه‌های زایشی	تعداد برگ	کلروفیلb ($mgfw^{-1}$)	کلروفیل کل ($mgfw^{-1}$)	تعداد روز تا گلدهی	تعداد روز تا ۵۰٪ غلاف‌دهی	تعداد گل	تعداد بند ساقه اصلی	فاصله اولین غلاف از خاک (cm)	تعداد روز تا رسیدگی کامل
۱	۴/۸۳^{e}	۴۰/۵$^{d-f}$	۰/۵۳^{de}	۲/۲۲^{bc}	۵۰/۶۷^{g}	۷۴/۷۶^{g}	۹۲/۶۷^{e}	۱۴/۱۷^{de}	۵/۲۵$^{c-e}$	۱۱۶/۳۳^{e}
۲	۷/۱۷^{bc}	۱۷/۶۷^{j}	۰/۷۷$^{c-e}$	۲/۳^{bc}	۶۴/۳۳^{de}	۸۰/۶۷^{ef}	۷۰/۱۷^{f}	۱۵^{cd}	۱۲/۰۶^{a}	۱۲۱/۵^{e}
۳	۳/۸۳^{f}	۱۵^{j}	۰/۳۳^{e}	۱/۷۸^{bc}	۶۱/۶^{e}	۸۰/۶۷^{ef}	۶۶/۶۷^{f}	۱۰/۵^{f}	۴/۵۴$^{c-f}$	۱۲۱/۸۳^{e}
۴	۵^{e}	۲۰/۱۷^{ij}	۰/۵۴^{de}	۲/۰۲^{bc}	۷۰^{c}	۸۸/۶۷^{c}	۴۹/۳۳^{g}	۱۴/۵^{de}	۳/۲۲^{f}	۱۲۱/۸۳^{e}
۵	۵/۸۳^{d}	۴۳/۱۷$^{c-d}$	۱/۹۸^{a}	۳/۸۹^{a}	۹۴/۸۳^{a}	۱۱۴/۱۷^{a}	۱۰۸/۶۷^{cd}	۱۷^{b}	۸/۵۴^{b}	۱۷۹/۳۳^{a}
۶	۳/۸۳^{f}	۱۶/۸۳^{ij}	۰/۷۵$^{c-e}$	۲/۳۵^{bc}	۶۹/۳۳^{c}	۸۷/۵^{c}	۳۱/۶۷^{h}	۱۳/۳۳^{e}	۳/۸^{ef}	۱۵۶/۵^{b}
۷	۷/۱۷^{bc}	۳۰/۱۷^{g}	۱/۱۲$^{b-d}$	۲/۳۹^{bc}	۶۵/۳۳^{de}	۸۱/۳۳^{ef}	۵۱/۶۷^{g}	۱۳^{e}	۶/۱۹^{c}	۱۴۴/۸۲^{cd}
۸	۹^{a}	۴۴/۶۷^{cd}	۱/۴۴^{ab}	۳/۵۵^{a}	۶۷/۸۳^{dc}	۸۵/۶۷^{cd}	۶۸/۳۳^{f}	۲۰/۳۳^{a}	۵/۶۴^{dc}	۱۱۶/۳۴^{e}
۹	۶^{d}	۴۶/۳۴^{bc}	۰/۵۹^{de}	۱/۹^{bc}	۶۳/۶۶^{cd}	۸۳/۵^{de}	۱۱۳/۷^{c}	۱۵/۱۷^{cd}	۵/۸۴^{dc}	۱۵۷/۳۰^{b}
۱۰	۷/۱۸^{bc}	۵۰/۶^{ab}	۰/۴۴^{e}	۲^{bc}	۶۳/۸۸^{de}	۸۰/۵۱^{ef}	۱۰۲/۶۷^{d}	۱۶/۱۹^{bc}	۱۱/۲۷^{a}	۱۴۰/۱۰^{d}
۱۱	۴^{f}	۵۳/۵^{a}	۱/۲۸^{bc}	۳/۷^{a}	۹۲/۳۳^{ab}	۱۱۰/۱۶^{b}	۱۲۸/۷^{b}	۱۴/۳۴^{de}	۴/۱۵$^{d-f}$	۱۵۷/۱۸^{b}
۱۲	۴/۱۹^{f}	۲۵/۵۱^{gh}	۰/۵۴^{de}	۲/۳۲^{bc}	۸۹/۶۸^{b}	۱۱۰^{b}	۱۳۱/۳۱^{b}	۱۹/۸۰^{a}	۱۱/۲۶^{a}	۱۵۴/۹^{b}
۱۳	۵/۳۰^{ed}	۳۹/۳۱^{ef}	۰/۷۹$^{c-e}$	۲/۵۲^{b}	۶۵^{de}	۸۲^{e}	۱۵۶^{a}	۱۵^{cd}	۵/۲۰$^{c-f}$	۱۳۹^{d}
۱۴	۶/۸۳^{c}	۲۴^{h}i	۰/۴۰^{e}	۱/۷۲^{c}	۵۶/۶۷^{f}	۷۳/۸۰^{g}	۱۰۸^{cd}	۱۳^{e}	۹/۴۴^{b}	۱۰۳/۶۱^{f}
۱۵	۷/۸۳^{b}	۳۶/۳۵^{f}	۰/۵۶^{de}	۱/۷۰^{c}	۶۱/۸۰^{e}	۷۸/۵^{f}	۱۱۲^{cd}	۱۴/۳۵^{de}	۸/۶۱^{b}	۱۴۷/۱۷^{c}

جدول ۶- برهمکنش خشکی و ژنوتیپ در ژنوتیپ‌های مختلف سویا

Table 6. Interaction of drought and genotype in different soybean genotypes

سطح‌های عامل آبیاری	شماره ژنوتیپ	ارتفاع بوته (cm)	کلروفیلa ($mgfw^{-1}$)	وزن خشک برگ بوته (gr)	تعداد بند ساقه های فرعی	وزن خشک ساقه های یک بوته (gr)	وزن خشک بوته (gr)	تعداد غلاف در هر بوته
آبیاری نرمال	۱	۵۵^{d}	۲/۰۷$^{a-d}$	۹/۲۹^{c}	۳۳^{ab}	۹/۹۹^{b}	۳۹/۰۸^{b}	۵۴^{b}
	۲	۵۰^{ef}	۱/۶۷$^{c-j}$	۵/۴۷^{f}	۱۳/۳۳$^{k-n}$	۵/۷$^{g-i}$	۱۹/۶۹^{l}	۱۹$^{g-l}$
	۳	۳۲/۶۷$^{i-k}$	۱/۸۶$^{c-g}$	۵/۲۸^{f}	۱۶/۳۳$^{h-k}$	۸/۵۶^{de}	۲۳/۵۵^{hi}	۲۱/۳۳$^{m-p}$
	۴	۳۴/۶۵$^{i-k}$	۱/۹۱$^{b-g}$	۵/۷۲^{ef}	۱۰/۶۹$^{b-e}$	۸/۸۸$^{c-e}$	۳۶/۴۳^{c}	۳۳/۶۵^{op}
	۵	۵۵^{de}	۱/۷$^{c-i}$	۹/۴۳^{bc}	۴۴^{fg}	۱۱/۶^{a}	۲۹/۵۹^{fg}	۳۵/۶۷$^{l-p}$
	۶	۳۵/۶۷$^{i-k}$	۱/۹$^{b-h}$	۶/۲۷^{def}	۲۱/۶۵$^{c-f}$	۹/۸۵$^{b-d}$	۲۷/۸۲^{g}	۳۰/۳۳^{p}
	۷	۲۹/۶۷$^{k-m}$	۱/۳۴$^{f-m}$	۶/۰۴^{ef}	۲۶$^{a-d}$	۵/۰۲^{hi}	۲۰/۱۶^{kl}	۲۶/۶۷$^{f-k}$
	۸	۷۹/۶۷^{a}	۲/۴۵^{ab}	۱۰/۴^{b}	۳۹$^{i-m}$	۱۲/۸۳^{a}	۳۲/۷۸^{de}	۵۷/۶۲$^{k-o}$
	۹	۵۸^{cd}	۱/۴۱$^{f-k}$	۵/۸۲^{ef}	۳۲/۶۷^{a}	۹/۴۹$^{b-d}$	۲۹/۹۴^{gf}	۳۳/۶۷$^{e-i}$
	۱۰	۶۰^{cd}	۲/۰۳$^{b-f}$	۸/۳۲^{c}	۳۷/۶۴$^{k-o}$	۱۰/۶^{ij}	۳۸/۷۳$^{i-l}$	۵۹$^{f-j}$
	۱۱	۵۵/۳۳^{de}	۲/۶۱^{ab}	۱۳/۵۳^{a}	۴۱^{gh}	۱۲/۶۲^{jk}	۴۵/۴۶^{o}	۸۵$^{h-l}$
	۱۲	۶۴/۳۳^{bc}	۲/۰۳$^{b-e}$	۹/۱۵^{c}	۲۳/۶۷$^{g-i}$	۱۲/۰۶^{hi}	۳۱/۶۵^{n}	۳۲$^{l-o}$
	۱۳	۴۶^{fg}	۱/۷۹$^{c-i}$	۶/۸۱^{de}	۴۶/۶۷^{op}	۹/۸۹^{ef}	۳۲/۲^{h}	۴۲/۶۷$^{l-k}$
	۱۴	۴۲/۷^{gh}	۱/۴۴$^{e-k}$	۷/۲^{d}	۲۰/۷۱$^{n-p}$	۱۲/۰۴$^{c-e}$	۳۷/۵۶^{jkl}	۴۷/۳۳$^{m-p}$
	۱۵	۴۵/۶۳^{fg}	۱/۵۳$^{e-l}$	۹/۴^{bc}	۳۰^{q}	۱۰/۳۸^{hg}	۳۳/۹۶^{m}	۳۹/۳۳^{b}
تنش خشکی	۱	۴۳^{gh}	۱/۳۱$^{g-l}$	۵/۳۶^{f}	۲۸/۷۱$^{a-d}$	۴/۶۲^{k}	۲۱/۴۷^{o}	۳۲$^{d-g}$
	۲	۳۸/۳۵$^{i-k}$	۱/۳۹$^{f-m}$	۳/۳۴^{g}	۱۴/۶۷$^{k-o}$	۳/۷۱$^{b-d}$	۱۱/۳۵^{kl}	۱۴/۷۲$^{f-k}$
	۳	۲۵^{m}	۱/۰۵^{lm}	۳/۲۲^{g}	۱۶/۳۰$^{j-n}$	۵/۲^{gh}	۱۴/۳۲^{mn}	۱۱/۶۵$^{j-n}$
	۴	۲۷^{lm}	۱/۰۶$^{k-m}$	۳/۴۸^{g}	۷/۳۳$^{g-l}$	۷/۵۷^{bc}	۲۴/۵۶^{bc}	۲۴^{bc}
	۵	۴۴/۷۳$^{f-h}$	۲/۱۳$^{a-c}$	۶/۰۲^{ef}	۴۱/۶۱$^{g-j}$	۸/۸۷^{a}	۲۰/۹۸^{a}	۳۸$^{l-p}$
	۶	۲۶/۳۳^{lm}	۱/۳$^{h-lm}$	۴/۱۲^{g}	۲۰$^{e-f}$	۶/۱۶^{a}	۱۶/۷۸^{ef}	۲۲/۳^{a}
	۷	۲۶^{lm}	۱/۱۹$^{i-m}$	۳/۶۶^{g}	۲۲/۳۵$^{e-f}$	۳/۳۶$^{b-d}$	۱۱/۹^{de}	۱۹/۳۵$^{b-d}$
	۸	۶۸/۴۳^{b}	۱/۷۷$^{c-g}$	۵/۷۵^{ef}	۲۵/۸۱$^{m-o}$	۹/۲۵^{a}	۲۰/۱۶^{bc}	۴۱/۷۹$^{i-k}$
	۹	۴۵$^{f-h}$	۱/۲$^{i-m}$	۳/۴۱^{g}	۲۸$^{a-c}$	۵/۸۶^{b}	۱۶/۱۲^{d}	۲۵/۵۹$^{n-p}$
	۱۰	۴۲/۸۰^{gh}	۱/۱$^{j-m}$	۶/۵۸^{de}	۳۶/۸۳$^{l-o}$	۷/۶۹^{ef}	۲۲/۱۳$^{i-l}$	۲۱/۳۳$^{d-f}$
	۱۱	۴۴$^{f-h}$	۲/۲۴$^{a-c}$	۹/۰۷^{c}	۳۶/۷۶$^{g-i}$	۹/۲۵$^{b-d}$	۲۸/۸۸^{g}	۵۱$^{h-l}$
	۱۲	۵۶/۸۸^{d}	۱/۵۳$^{e-l}$	۵/۶۸^{ef}	۱۹/۳۹^{ab}	۸/۷۷^{de}	۲۰/۴۸^{kl}	۱۷$^{c-e}$
	۱۳	۳۵$^{i-k}$	۱/۶۶$^{c-k}$	۳/۱۶^{g}	۴۳$^{k-n}$	۶/۷۱^{fg}	۱۹/۸^{l}	۳۰/۴۰$^{i-m}$
	۱۴	۲۴/۶۷^{m}	۱/۲۱$^{i-m}$	۴/۱۶^{g}	۱۹/۷$^{h-k}$	۹/۶۱$^{b-d}$	۲۳/۰۶$^{h-j}$	۲۸/۲۹$^{e-h}$
	۱۵	۴۱/۳۳$^{g-i}$	۰/۸^{m}	۶/۱۱^{ef}	۲۸/۳۳$^{b-e}$	۹/۲۵$^{b-d}$	۲۳$^{h-j}$	۳۱/۳۳$^{g-l}$

ادامه جدول ۶- برهمکنش خشکی و ژنوتیپ در ژنوتیپ‌های مختلف سویا

Continue of table 6. Interaction of drought and genotype in different soybean genotypes

سطح‌های عامل آبیاری	شماره ژنوتیپ	وزن خشک غلاف در بوته (gr)	طول غلاف (cm)	متوسط تعداد دانه در غلاف	تعداد دانه‌های هربوته	شاخص برداشت (درصد)	وزن صد دانه (gr)	عملکرد هر گلدان (gr)
آبیاری نرمال	۱	۷/۷۷^{b}	۳/۵۵$^{f-l}$	۱/۹۷$^{c-f}$	۱۰۶/۶۷^{ab}	۳۰/۷۸$^{a-d}$	۱۱/۳۵$^{f-j}$	۱۲/۰۳^{ab}
	۲	۲/۹۷$^{i-h}$	۴/۳۸$^{c-f}$	۱/۸۷$^{c-f}$	۳۵/۳۳$^{k-m}$	۲۸/۱۹$^{d-g}$	۱۵/۷۲^{ed}	۵/۵۵$^{g-i}$
	۳	۳/۲۸$^{i-g}$	۴/۲۱$^{d-g}$	۱/۷۷$^{d-g}$	۳۶/۶۷$^{j-m}$	۲۷/۳۳$^{d-g}$	۱۷/۸۷^{cd}	۶/۴۴^{gf}
	۴	۹/۶۹^{a}	۴/۳۸$^{c-f}$	۱/۷۵$^{d-g}$	۵۸/۶۷$^{f-h}$	۳۳/۲۷$^{a-d}$	۲۰/۶۷^{b}	۱۲/۱۵^{b}
	۵	۲/۸۷$^{i-h}$	۳/۱۳$^{k-m}$	۱/۳^{hi}	۴۶$^{h-k}$	۱۹/۲۲^{j}	۱۲/۳۵$^{f-j}$	۵/۶۸$^{f-i}$
	۶	۴/۸۶^{ef}	۵/۳^{a}	۲/۲۸$^{a-c}$	۶۸/۳۵^{ef}	۲۴/۵۷$^{g-i}$	۱۰$^{i-m}$	۶/۸۳^{ef}
	۷	۲/۹۵$^{h-ı}$	۵/۲۸^{a}	۲/۵۸^{a}	۶۸/۶۷^{ef}	۳۰/۵۵$^{b-e}$	۸/۹۸^{lm}	۶/۱۶$^{f-ı}$
	۸	۳/۳۹$^{i-g}$	۴/۲۲$^{d-g}$	۲/۰۸$^{b-e}$	۱۲۰^{a}	۱۸/۸^{j}	۵/۱۳^{n}	۶/۱۱$^{f-i}$
	۹	۵/۴^{de}	۳/۷۲^{gij}	۲/۶۴^{a}	۸۹/۳۰^{c}	۳۰/۷۹$^{b-e}$	۱۰/۳۸$^{h-m}$	۹/۲۲^{cd}
	۱۰	۶/۱۳$^{e-f}$	۳/۳۰^{lm}	۱/۸۷$^{c-f}$	۱۰۹/۶۰$^{f-h}$	۳۵/۳۲$^{b-e}$	۱۲/۵۴$^{f-k}$	۱۳/۶۸^{fg}
	۱۱	۹/۷۶^{m}	۴/۳۵$^{e-h}$	۱/۲۳$^{g-i}$	۱۰۴/۳۳^{no}	۲۱/۰۹$^{e-h}$	۹/۱۸^{de}	۹/۵۵^{lm}
	۱۲	۴/۱۶$^{k-m}$	۴/۸۲$^{f-i}$	۱/۵۳$^{c-f}$	۴۸/۶۷^{no}	۱۹/۸۵$^{b-f}$	۱۲/۹۲^{bc}	۶/۲۸$^{j-l}$
	۱۳	۶/۵۸$^{c-e}$	۳/۹۳$^{f-ı}$	۱/۷۸$^{g-ı}$	۷۵/۶۳$^{m-ı}$	۲۷/۷۳$^{a-d}$	۱۱/۸۵^{a}	۸/۹۳^{e}
	۱۴	۶/۰۶$^{ı-g}$	۵/۱۱^{m}	۲/۴۲^{j}	۱۱۳^{o}	۳۲/۶۵^{k}	۱۰/۸۶^{f}	۱۲/۲۶^{m}
	۱۵	۳/۸۲^{jk}	۴/۱۳$^{b-e}$	۲/۱۱$^{c-f}$	۸۲/۳۳$^{i-l}$	۳۰/۵^{hi}	۱۲/۶۳$^{i-m}$	۱۰/۳۶$^{j-l}$
تنش خشکی	۱	۵/۰۴^{lm}	۳$^{b-d}$	۱/۸۱$^{b-f}$	۵۸/۶۷$^{l-m}$	۳۰/۰۷$^{b-f}$	۱۱/۲۵$^{k-m}$	۶/۴۶$^{k-m}$
	۲	۱/۲۷$^{k-m}$	۴/۱۴$^{f-ı}$	۱/۳۵$^{c-f}$	۱۹/۳۰^{de}	۲۶/۹۵^{j}	۱۶/۰۲^{n}	۳/۰۷$^{k-m}$
	۳	۱/۷$^{j-m}$	۴/۰۱^{m}	۱/۸۷$^{b-e}$	۲۱/۶۹$^{g-ı}$	۲۹/۳۷$^{c-f}$	۱۹/۵۲^{m}	۴/۲۱$^{ı-k}$
	۴	۵/۷$^{c-e}$	۳/۹۱$^{j-m}$	۱/۳۳$^{c-f}$	۳۱/۷^{b}	۳۱/۸^{a}	۲۴/۷۹^{fg}	۷/۸۱^{a}
	۵	۳/۶۵^{a}	۲/۹۸$^{c-f}$	۰/۴۹^{hı}	۱۸/۶۷^{b}	۱۱/۶۶^{ıj}	۱۳/۱۹$^{k-m}$	۲/۴۴^{cd}
	۶	۲/۵۵^{fg}	۴/۶۱$^{a-c}$	۱/۹۵$^{f-ı}$	۴۳/۳۰$^{g-j}$	۲۳/۵۷^{j}	۹/۱۴^{fg}	۳/۹۵$^{f-ı}$
	۷	۱/۴۲^{bc}	۴/۷۱$^{f-ı}$	۱/۹۸$^{d-g}$	۳۸/۳۵^{de}	۲۹/۱۲$^{e-g}$	۹/۰۹$^{f-ı}$	۳/۴۷^{d}
	۸	۱/۷۱^{cd}	۳/۹۴$^{a-c}$	۱/۹$^{a-c}$	۷۷^{ab}	۱۷/۲۹$^{a-c}$	۴/۵۲$^{g-m}$	۳/۴۹^{b}
	۹	۲/۱۲$^{g-ı}$	۲/۸۱$^{e-h}$	۱/۲$^{b-d}$	۵۳^{cd}	۲۸/۸۱$^{b-e}$	۸/۷۶^{fg}	۴/۷۲^{c}
	۱۰	۳/۴۶$^{g-ı}$	۳/۲۹$^{j-m}$	۱/۶۶$^{d-h}$	۳۵/۳۳$^{k-m}$	۱۹/۵۲^{j}	۱۲/۳$^{f-h}$	۴/۳$^{j-l}$
	۱۱	۵/۰۷$^{d-f}$	۴/۳۴$^{c-f}$	۱/۱۸^{i}	۶۰^{fg}	۱۸/۹۸^{j}	۹/۲۹$^{j-m}$	۵/۵$^{g-i}$
	۱۲	۲/۴۳$^{ı-l}$	۳/۹۹$^{f-ı}$	۱/۶۳$^{f-ı}$	۲۸$^{m-o}$	۱۷/۸۹^{j}	۱۳/۰۶^{fg}	۳/۷^{kl}
	۱۳	۴/۹۰^{ef}	۳/۶۰$^{k-k}$	۱/۸۲$^{c-f}$	۵۵$^{g-ı}$	۲۵/۴۱$^{f-h}$	۹/۱۵$^{k-m}$	۵/۰۳$^{h-j}$
	۱۴	۲/۵۱$^{ı-l}$	۴/۶۶$^{b-e}$	۲/۰۲$^{b-e}$	۵۴/۶۷$^{g-ı}$	۲۹/۲۳$^{b-f}$	۱۲/۵۴$^{f-h}$	۶/۷۷$^{e-g}$
	۱۵	۱/۶۷$^{k-m}$	۲/۲۳^{n}	۱/۷۹$^{d-f}$	۵۳/۳۳$^{g-i}$	۲۵/۹۱$^{f-h}$	۱۱/۱۸$^{f-l}$	۵/۹۷$^{f-i}$

جدول ۷- تجزیه همبستگی صفات در بررسی روابط بین عملکرد و سایر صفات ژنوتیپ‌های سویا در شرایط خشکی و آبیاری نرمال

Table 7: Correlation analysis of traits in soybean genotypes under drought stress and normal condition

	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	x13	x14	x15	x16	x17	x18	x19	x20	x21	x22	x23	x24	x25
x1	۱																								
x2	۰/۳۱^{ns}	۱																							
x3	۰/۷۰**	۰/۳۲^{ns}	۱																						
x4	۰/۵۷**	−۰/۱۴^{ns}	۰/۵۱**	۱																					
x5	۰/۳۹*	۰/۲۶^{ns}	۰/۴۷**	۰/۵۳**	۱																				
x6	۰/۵۴**	۰/۰۴^{ns}	۰/۵۶**	۰/۸۶**	۰/۸۸**	۱																			
x7	۰/۱۱^{ns}	۰/۰۸^{ns}	۰/۱۶^{ns}	۰/۲۹^{ns}	۰/۱۱^{ns}	۰/۲۳^{ns}	۱																		
x8	۰/۲۹^{ns}	−۰/۲۹^{ns}	۰/۱۸^{ns}	۰/۴۷**	۰/۵۵**	۰/۵۸**	−۰/۰۳^{ns}	۱																	
x9	۰/۳۱^{ns}	−۰/۳۹*	۰/۱۸^{ns}	۰/۴۸**	۰/۵۲**	۰/۵۷**	۰/۲۰^{ns}	۰/۹۷**	۱																
x10	۰/۴۲*	۰/۰۴^{ns}	−۰/۵۰**	۰/۱۳^{ns}	۰/۰۰۸^{ns}	۰/۰۷^{ns}	۰/۱۶^{ns}	۰/۲۰^{ns}	۰/۲۳^{ns}	۱															
x11	۰/۶۷**	۰/۱۰^{ns}	۰/۷۴**	۰/۶۶**	۰/۴۳*	۰/۶۳**	۰/۱۹^{ns}	۰/۳۹*	۰/۳۹*	۰/۲۹^{ns}	۱														
x12	۰/۸۰**	۰/۳۳^{ns}	۰/۴۳*	۰/۳۸*	۰/۴۲*	۰/۴۴*	۰/۱۵^{ns}	۰/۴۸*	۰/۴۵*	۰/۳۲^{ns}	۰/۳۹*	۱													
x13	۰/۴۹**	۰/۱۶^{ns}	۰/۷۹**	۰/۳۹*	۰/۴۷**	۰/۴۸**	۰/۲۸^{ns}	۰/۲۲^{ns}	۰/۲۳^{ns}	۰/۶۰**	۰/۵۲**	۰/۳۳^{ns}	۱												
x14	۰/۵۸**	۰/۰۳^{ns}	۰/۵۵**	۰/۵۴**	۰/۲۱^{ns}	۰/۴۳*	۰/۲۱^{ns}	۰/۳۵^{ns}	۰/۳۴^{ns}	۰/۳۵^{ns}	۰/۷۵**	۰/۴۰*	۰/۳۷*	۱											
x15	۰/۵۰**	−۰/۰۰۷^{ns}	۰/۶۵**	۰/۵۹**	۰/۱۶^{ns}	۰/۴۳*	۰/۱۸^{ns}	۰/۱۷^{ns}	۰/۱۷^{ns}	۰/۲۷^{ns}	۰/۸۱**	۰/۲۲^{ns}	۰/۳۳	۸۵**	۱										
x16	۰/۲۸^{ns}	۰/۴۵*	۰/۰۳^{ns}	−۰/۱۴^{ns}	−۰/۱۱^{ns}	−۰/۱۳^{ns}	۰/۰۴^{ns}	۰/۰۳^{ns}	−۰/۰۰۹^{ns}	۰/۳۹*	۰/۰۵^{ns}	۰/۳۵^{ns}	۰/۰۸^{ns}	۰۱^{ns}	−۰/۱۵^{ns}	۱									
x17	۰/۲۷^{ns}	−۰/۲۰^{ns}	۰/۴۴*	۰/۳۳^{ns}	۰/۴۸**	−۰/۲۷^{ns}	۰/۱۷^{ns}	۰/۶۶**	۰/۶۵**	۰/۱۷^{ns}	۰/۴۲*	۰/۲۴^{ns}	۰/۴۷**	۲۷^{ns}	−۰/۲۳^{ns}	−۰/۰۱^{ns}	۱								
x18	۰/۵۷**	۰/۱۳^{ns}	۰/۸۰**	۰/۶۷**	۰/۴۲*	۰/۶۱**	۰/۴۰*	۰/۲۰^{ns}	۰/۲۰^{ns}	۰/۳۲^{ns}	۰/۷۹**	۰/۳۱^{ns}	۰/۵۹**	۷۲**	۰/۸۲**	−۰/۲	۰/۲۲^{ns}	۱							
x19	۰/۲۱^{ns}	−۰/۲۹^{ns}	۰/۴۷**	۰/۵۷**	۰/۰۶^{ns}	۰/۳۳^{ns}	۰/۰۸^{ns}	۰/۰۷^{ns}	۰/۱۱^{ns}	۰/۱۷^{ns}	۰/۵۱**	۰/۰۲^{ns}	۰/۱۹۱^{ns}	۵۲**	۰/۸۳**	−۰/۴۰*	۰/۱۶^{ns}	۰/۶۶**	۱						
x20	−۰/۲۳^{ns}	−۰/۱۲۳^{ns}	−۰/۲۸^{ns}	۰/۲۵^{ns}	۰/۰۶^{ns}	۰/۱۸^{ns}	۰/۱۵^{ns}	۰/۰۶^{ns}	−۰/۰۳^{ns}	−۰/۴۲*	۰/۰۵^{ns}	−۰/۰۱۷^{ns}	−۰/۳۷*	۰/۰۷^{ns}	۰/۰۷^{ns}	−۰/۰۱۹^{ns}	−۰/۰۹^{ns}	−۰/۰۵^{ns}	۰/۱۲^{ns}	۱				
x21	−۰/۰۷^{ns}	۰/۲۶^{ns}	۰/۰۰۵^{ns}	−۰/۳۱^{ns}	−۰/۳۲^{ns}	−۰/۳۵^{ns}	−۰/۰۱^{ns}	−۰/۶۳**	−۰/۶۸**	−۰/۲۴^{ns}	−۰/۱۱^{ns}	−۰/۲۱^{ns}	−۰/۱۵^{ns}	۰/۰۷^{ns}	۰/۰۴^{ns}	−۰/۰۹^{ns}	−۰/۲۷^{ns}	−۰/۰۹^{ns}	−۰/۰۴^{ns}	۰/۳۱	۱			
x22	۰/۴۶**	۰/۳۰^{ns}	۰/۶۹**	۰/۴۱*	۰/۱۷^{ns}	۰/۳۲^{ns}	۰/۳۲^{ns}	−۰/۲۱^{ns}	−۰/۲۳^{ns}	۰/۱۴^{ns}	۰/۶۱**	۰/۱۶^{ns}	۰/۴۲*	۵۸**	۰/۷۴**	−۲۰^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۰/۸۱**	۰/۵۵**	۰/۱۳	۰/۵**	۱		
x23	−۰/۳۹*	۰/۰۹^{ns}	−۰/۱۴^{ns}	−۰/۳۷*	−۰/۵۲**	−۰/۵۰**	−۰/۰۹^{ns}	−۰/۶۹**	−۰/۷۲**	−۰/۲۲^{ns}	−۰/۲۸^{ns}	−۰/۵۶**	−۰/۳۹*	۲۶^{ns}	۰/۰۸^{ns}	−۰/۱۳^{ns}	−۰/۳۷*	−۰/۱۲^{ns}	۰/۲۱^{ns}	۰/۱۴	۰/۶۴**	۰/۲۷^{ns}	۱	
x24	−۰/۴۴*	−۰/۳۵^{ns}	−۰/۴۹**	−۰/۲۵^{ns}	−۰/۴۴*	−۰/۳۸*	−۰/۳۶*	−۰/۰۲^{ns}	−۰/۰۰۷^{ns}	−۰/۱۲^{ns}	−۰/۲۸۹^{ns}	−۰/۳۹*	−۰/۶۰**	۱۷^{ns}	۰/۰۴^{ns}	۰/۰۲^{ns}	−۰/۱۲^{ns}	−۰/۴۵*	۰/۱۴^{ns}	−۰/۰۲^{ns}	−۰/۲۶^{ns}	−۰/۵۷**	۰/۳۵^{ns}	۱
x25	۰/۱۷^{ns}	۰/۰۵^{ns}	۰/۴۳*	۰/۲۵^{ns}	−۰/۱۶^{ns}	۰/۰۵^{ns}	۰/۰۸^{ns}	−۰/۲۵^{ns}	−۰/۲۷^{ns}	۰/۰۹^{ns}	۰/۴۸**	−۰/۱۲^{ns}	۰/۰۴^{ns}	۵۲**	۰/۸۴**	−۰/۱۸^{ns}	−۰/۰۲^{ns}	۰/۵۸**	۰/۷۷**	۰/۱۳^{ns}	۰/۳۸*	۰/۷۳**	۰/۶۱**	۰/۱۶^{ns}	۱

**، *: به ترتیب در سطح ۱ و۵٪ معنی‌دار است وns اختلاف معنی‌دار وجود ندارد. ارتفاع بوته(x1) ، تعداد شاخه های زایشی(x2) ، تعداد برگ(x3)ر کلروفیلa(x4) ، کلروفیلB(x5) ، کلروفیل کل(x6) ، کاروتنوئید(x7) ، تعداد روز تا گلدهی(x8) ، تعداد روز تا ۵۰٪غلاف دهی(x9) ، تعداد گل(x10) ، وزن خشک برگ بوته(x11) ، تعداد بند ساقه اصلی(x12) ، تعداد بند ساقه‌های فرعی(x13) ، وزن خشک ساقه‌های یک بوته(x14) ، وزن خشک بوته(15) ، فاصله اولین غلاف از خاک(x16) ، رسیدگی کامل(x17) ، تعداد غلاف در هر بوته(x18) ، وزن خشک غلاف در بوته(x19) ، طول غلاف(x20) ، متوسط تعداد دانه در غلاف(x21) ، تعداد دانه‌های هر بوته(x22) ، شاخص برداشت(x23)، وزن صد دانه(x24) و عملکرد هر گلدان(x25)

تعداد دانه و وزن خشک اندام هوایی سویا، پوشپاولی و همکاران (۳۱) تعداد دانه در بوته نخود، حسین‌زاده و همکاران (۱۶) عملکرد بیولوژیک و تعداد دانه در بوته سویا را بر عملکرد مؤثر دانستند.

جدول ۸- تجزیه واریانس رگرسیون گام به گام صفات در بررسی روابط بین عملکرد و سایر صفات ژنوتیپ‌های سویا در شرایط خشکی و آبیاری نرمال

Table 8. Analysis of variance of step-by-step regression of traits in soybean genotypes under drought stress and normal condition

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعاتMs	ضریب تبیین تصحیح شده
رگرسیون	۱۰	۰/۰۴۸**	٪۹۹
خطا	۱۹	۰/۰۰۰۰۳۲	
کل	۲۹		

ns, *,**: به ترتیب بیانگر عدم تفاوت معنی دار و معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد می باشد

جدول ۹- صفات باقی مانده حاصل از تجزیه واریانس رگرسیون گام به گام در بررسی روابط بین عملکرد و سایر صفات ژنوتیپ‌های سویا در شرایط خشکی و آبیاری نرمال

Table 9. Residual traits obtained from analysis of variance of step-by-step regression in soybean genotypes under drought stress and normal condition

متغییرها	ضرایب	متغییرها	ضرایب
ضریب a	-۱/۴۴	فاصله اولین غلاف از خاک	۰/۰۵۸۹
ارتفاع بوته	-۰/۰۵۲	تعداد غلاف در هر بوته	۰/۰۴۱
تعداد بند ساقه اصلی	-۰/۰۲۶	وزن خشک غلاف در بوته	-۰/۰۵۴
وزن خشک ساقه های یک بوته	۰/۳۸۹	متوسط تعداد دانه در غلاف	۰/۳۲۳
وزن خشک بوته	۰/۰۵۸	تعداد دانه‌های هر بوته	۰/۳۸۶
		شاخص برداشت	۰/۳۸۴

تجزیه علیت

نتایج تجزیه علیت (جدول ۱۰) نشان داد که وزن خشک بوته و وزن صد دانه بیشترین اثر مستقیم مثبت و تعداد دانه‌های هر بوته بیشترین اثر مستقیم منفی را بر عملکرد داشتند. همچنین با تحقیقات صورت گرفته بر روی سویا در شرایط تنش خشکی توسط مسعودی و همکاران (۳۲) و ملک محمدی و همکاران (۳۱) تا حدود زیادی هم‌خوانی دارد. درخصوص اثرات غیرمستقیم ارتفاع بوته از طریق وزن خشک بوته، تعداد بند ساقه‌های فرعی از طریق دو صفت وزن خشک بوته و وزن صد دانه، وزن خشک بوته از طریق شاخص برداشت، وزن خشک غلاف در بوته و تعداد دانه‌های هر بوته از طریق دو صفت وزن خشک بوته و شاخص برداشت، صفت‌های شاخص برداشت و وزن صد دانه هرکدام از طریق تعداد دانه‌های هر بوته اثر غیرمستقیم مثبت بر عملکرد دارند و وزن خشک بوته از طریق تعداد دانه‌های هر بوته اثر غیرمستقیم منفی بر عملکرد داشتند که با نتایج کبرایی و شمسی (۲۶) تا حدود زیادی همخوانی دارد. بهتری و همکاران (۸) تعداد دانه در غلاف و در گیاه، وزن صد دانه و تعداد گره در ساقه را بر عملکرد مؤثر می‌دانند.

جدول ۱۰- تجزیه علیت صفات باقی‌مانده حاصل از تجزیه واریانس رگرسیون گام به گام در بررسی روابط بین عملکرد و سایر صفات ژنوتیپ‌های سویا در شرایط خشکی و آبیاری نرمال

Table 10. Path analysis of residual traits obtained from analysis of variance of step-by-step regression in soybean genotypes under drought stress and normal condition

متغییرها	ارتفاع بوته	تعداد بند ساقه های فرعی	وزن خشک بوته	فاصله اواین غلاف از خاک	رسیدگی کامل	وزن خشک غلاف در بوته	طول غلاف	تعداد دانه‌های هر بوته	شاخص برداشت	وزن صد دانه	عملکرد هرگلدان
ارتفاع بوته	-۰/۰۰۵®	-۰/۰۱۲	۰/۸۷	-۰/۰۰۹	-۰/۰۱۳	-۰/۰۲۶	۰/۰۰۲	-۰/۵۷	-۰/۴۳	۰/۳۶	۰/۱۷
تعداد بند ساقه های فرعی	-۰/۰۰۳	-۰/۰۲۴®	۰/۵۶	-۰/۰۰۴	-۰/۰۲۲	-۰/۰۲۱	۰/۰۰۳	-۰/۵۲	-۰/۴۳	۰/۵۰	۰/۰۲۹
وزن خشک بوته	-۰/۱۰۳	-۰/۰۰۸	۰/۸۱۲®	۰/۰۰۴	-۰/۰۱۱	-۰/۰۹۶	-۰/۰۰۱	-۰/۸۹۰	۰/۶۸۵	۰/۴۲۸	۰/۸۲
فاصله اواین غلاف از خاک	-۰/۰۰۲	-۰/۰۰۳	-۰/۲۸۲	۰/۰۳۱®	۰/۰۰۱	۰/۰۴۵	۰/۰۰۱	۰/۲۵۱	-۰/۱۵۸	-۰/۰۱۷	-۰/۱۹
رسیدگی کامل	-۰/۰۰۲	-۰/۰۱۱	۰/۴۰۴	۰/۰۰۱	۰/۰۴۵®	-۰/۰۲۰	۰/۰۰۱	-۰/۰۲۶	-۰/۴۱۶	۰/۰۸۹	-۰/۰۲
وزن خشک غلاف در بوته	-۰/۰۰۲	-۰/۰۰۵	۰/۹۹	۰/۰۱۲	-۰/۰۰۸	/۱۱۶®	-۰/۰۰۲	-۰/۶۹۱	۰/۶۹۴	-۰/۱۱۷	۰/۷۵۹
طول غلاف	۰/۰۰۱	۰/۰۰۸	۰/۱۲۳	۰/۰۰۵	۰/۰۰۴	-۰/۰۱۴	-۰/۰۱®	-۰/۱۶۴	۰/۱۵۷	۰/۰۱۶	۰/۱۲۹
تعداد دانه‌های هر بوته	-۰/۲۷۹	-۰/۰۱	۰/۹۵	۰/۰۰۶	-۰/۰۰۱	-۰/۰۶۴	-۰/۰۰۲	۰/۹۸۰®	۰/۶۶۵	۰/۴۴۱	۰/۷۳
شاخص برداشت	۰/۰۰۱	۰/۰۰۹	۰/۱۲۳	۰/۰۰۴	۰/۰۱۶	-۰/۰۲۴	-۰/۲۹۲	۰/۸۸۱	۰/۳۵۲®	۰/۲۴۱	۰/۶۱
وزن صد دانه	۰/۰۰۲	۰/۰۱	-۰/۴۲۷	-۰/۰۰۱	۰/۰۰۴	-۰/۴۵۱	۰/۰۰۱	۰/۶۵۰	۰/۳۹۰	۰/۸۳®	۰/۱۵

عددهای دارای نشانه ® اثرات مستقیم می‌باشند

تجزیه به مولفه‌های اصلی

نتایج تجزیه به مولفه‌های اصلی نشان داد که (جدول ۱۱) پنج مولفه اول ۸۵٪ واریانس کل را تبیین می‌نمایند به طوری که سهم مولفه اول تا پنجم به ترتیب ۳۶، ۲۰، ۱۲، ۹ و ۶ درصد بود. در مولفه اول صفات ارتفاع بوته، کلروفیل‌های a، b و کل، تعداد روز تا گلدهی، تعداد روز تا ۵۰٪ غلاف دهی، تعداد گل، وزن خشک برگ بوته، تعداد بند ساقه اصلی، وزن خشک ساقه‌های یک بوته و تعداد غلاف در هر بوته بیشترین سهم را در واریانس بین ژنوتیپ‌ها ایفاء نمودند و از اعداد به دست آمده منجر به قرار گرفتن دریک مولفه شدند در تحقیقی برخی از صفات مورفولوژیک در سویا تحت تنش خشکی در مولفه اول قرار گرفتند (۱۲). صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک موثر بر عملکرد در مولفه اول نشان‌دهنده تاثیر آنها بر عملکرد است به عبارت دیگر اثر منفی تنش خشکی بر صفات موجود بر مولفه اول منجر به کاهش عملکرد می‌شود و تقویت این صفات موجب افزایش عملکرد خواهد شد بنابراین ژنوتیپ‌های متحمل چنانچه از کارایی لازم صفات موجود در مولفه اول برخوردار باشند، تنش را بهتر تحمل می‌کنند (۲۱). در مولفه دوم صفات متوسط تعداد دانه در غلاف، تعداد دانه‌های هر بوته، شاخص برداشت و عملکرد هر گلدان بیشترین اهمیت را داشتند. در مولفه سوم وزن خشک بوته، وزن خشک غلاف و وزن صد دانه بیشترین اهمیت را داشت. در مولفه چهارم کاروتنوئید و طول غلاف بسیار مهم بودند و در مولفه پنجم تعداد برگ، تعداد بند ساقه‌های فرعی و تعداد روز تا رسیدگی کامل حائز اهمیت بودند.

با توجه به این که مولفه اول تغییراتی را که در بر می‌گیرد توسط مولفه دوم تبیین نمی‌شود و دو مولفه مستقل از همدیگر هستند، به این جهت دو مولفه را به صورت محور عمود برهم و به شکل یک نمودار بای پلات رسم شد (۱۶) تا جهت تعیین تنوع بین ژنوتیپ‌های مختلف و تعیین ژنوتیپ‌های دور و نزدیک استفاده شود. بنابراین طبق شکل (۱) ژنوتیپ‌های ژنوتیپ‌های ۱، ۹، ۱۰، ۱۴، و ۱۵ راستای بردارهای عملکرد، شاخص برداشت و متوسط دانه در غلاف قرار دارند و در مجموع با توجه به مقایسه میانگین‌ها دارای عملکرد نسبتا خوبی در هر دو شرایط بودند. ژنوتیپ ۸ نیز در راستای بردارهای تعداد شاخه‌های زایشی، وزن خشک ساقه و تعداد دانه‌های هر بوته بود که با مراجعه به مقایسه میانگین‌ها این صفات در این ژنوتیپ مطلوب ارزیابی شد. ژنوتیپ ۱۱ در راستای بردارهای کلروفیل، وزن خشک صفت‌های برگ، بوته و غلاف و تعداد غلاف در بوته بود که از نظر این صفات نسبت به ژنوتیپ‌های دیگر وضع بهتری داشت. ژنوتیپ ۵ دارای کمترین عملکرد بود و با توجه به تعداد روز تا رسیدگی کامل و تعداد روز تا ۵۰٪ غلاف دهی به نظر می‌رسد که دوره رویشی و زایشی طولانی دارد و گیاه دیررسی باشد.

جدول ۱۱- تجزیه به مولفه‌های اصلی بین عملکرد و سایر صفات ژنوتیپ‌های سویا در شرایط تنش و نرمال

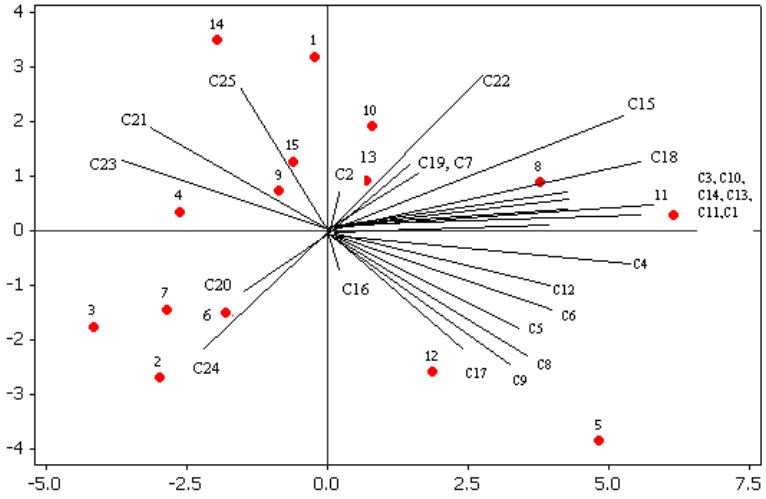
Table 11. Principal components analysis of between yield and other traits of soybean genotypes under drought stress and normal conditions.

مولفه	مقدار ویژه	درصد واریانس	درصد واریانس تجمعی	ارتفاع بوته	تعداد شاخه های زایشی	تعداد برگ	کلروفیل a	کلروفیلB	کلروفیل کل	کاروتنوئید	تعداد روز تا گلدهی	تعداد روز تا ۵۰٪ غلاف‌دهی	تعداد گل	وزن خشک برگ بوته
				c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8	c9	c10	c11
۱	۹/۰۹	۰/۳۶	۰/۳۶	۰/۲۳	۰/۰۰۷	۰/۲۱	۰/۲۷	۰/۲۲	۰/۲۷	۰/۰۸	۰/۲۳	۰/۲۳	۰/۱۷	۰/۲۸
۲	۵/۰۳	۰/۲۰	۰/۵۶	۰/۰۳	۰/۱	۰/۱۷	-۰/۰۴	-۰/۱۹	-۰/۱۴	۰/۲۵	-۰/۲۶	-۰/۲۵	۰/۱۱	۰/۰۹
۳	۳/۱۹	۰/۱۲	۰/۶۹	-۰/۲۴	-۰/۴۴	-۰/۰۹	۰/۱	-۰/۱	-۰/۰۲	-۰/۰۹	۰/۱۶	۰/۱۸	۰/۰۲	۰/۰۴
۴	۲/۳۸	۰/۰۹	۰/۷۸	-۰/۱۲	-۰/۰۷	-۰/۱۶	-۰/۲۲	۰/۱۸	۰/۲۲	۰/۳۱	۰/۰۱	۰/۰۰۳	-۰/۳۵	۰/۰۱
۵	۱/۵۵	۰/۰۶	۰/۸۵	-۰/۱۹	-۰/۰۷	۰/۲۸	-۰/۰۶	۰/۱۷	۰/۰۹	-۰/۲۶	-۰/۰۹	-۰/۰۸	-۰/۰۲	-۰/۰۷

ادامه جدول ۱۱- تجزیه به مولفه‌های اصلی بین عملکرد و سایر صفات ژنوتیپ‌های سویا در شرایط تنش و نرمال

Continued Table 11. Principal components analysis of between yield and other traits of soybean genotypes under drought stress and normal conditions

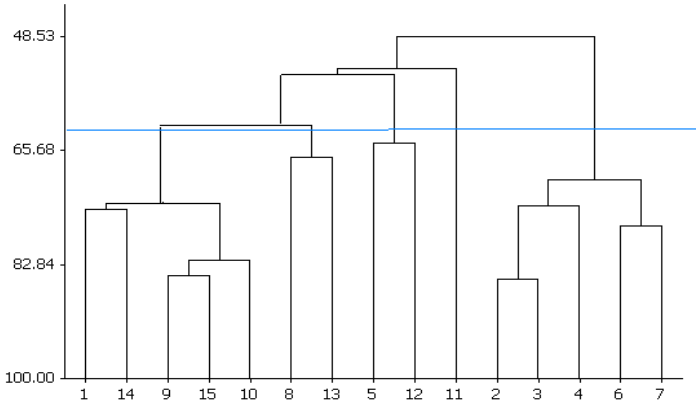
مولفه	تعداد بند ساقه اصلی	تعداد بند ساقه های فرعی	وزن خشک ساقه های یک بوته	وزن خشک بوته	فاصله اولین غلاف از خاک	رسیدگی کامل	تعداد غلاف در هر بوته	وزن خشک غلاف در بوته	طول غلاف	متوسط تعداد دانه در غلاف	تعداد دانه های هر بوته	شاخص برداشت	وزن صد دانه	عملکرد هر گلدان
	c12	c13	c14	c15	c16	c17	c18	c19	c20	c21	c22	c23	c24	c25
۱	۰/۲۱	۰/۲۴	۰/۲۳	۰/۱۹	۰/۰۰۹	۰/۱۵	۰/۲۶	۰/۰۸	-۰/۱	-۰/۱۹	۰/۱۲	-۰/۲۶	-۰/۱۶	-۰/۰۴
۲	-۰/۰۶	۰/۰۸	۰/۱۳	-۰/۲۸	-۰/۰۷	-۰/۲۴	۰/۲۲	۰/۲۳	-۰/۰۷	۰/۱۹	۰/۳۸	۰/۲۱	-۰/۱	۰/۳۸
۳	-۰/۲۱	-۰/۰۹	۰/۰۶	۰/۲۵	-۰/۲۳	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۴۱	۰/۰۲	-۰/۲۶	-۰/۱۵	۰/۰۷	۰/۳۵	۰/۲۳
۴	-/۱۱	-۰/۱۵	۰/۰۳	-۰/۰۵	۰/۰۳۵	-۰/۱۷	۰/۱۲	۰/۰۱	۰/۵۱	۰/۱۲	۰/۱۶	-۰/۰۸	-۰/۲۱	۰/۱۴
۵	-۰/۲۸	۰/۳۵	-۰/۲۸	-۰/۱۳	-۰/۴۲	۰/۳۱	۰/۰۶	۰/۰۵	-۰/۲۳	۰/۱۲	۰/۰۷	۰/۱	-۰/۲۱	-۰/۰۶



شکل۱- نمودار گرافیکی بای پلات بر اساس عامل اول و دوم تجزیه به مولفه‌های اصلی
Figure 1. Two- Graphical biplot based on the main components first and second factors

تجزیه کلاستر

به‌منظور تعیین تنوع بین ژنوتیپ‌های مختلف و تعیین ژنوتیپ‌های دور و نزدیک، تجزیه کلاستر بر روی متغیرهای مورد استفاده در این آزمایش براساس فاصله اقلیدسی و روش وارد انجام شد و نتایج تجزیه کلاستر نشان داد که ژنوتیپ‌ها به ۵ گروه تفکیک شدند. این ۵ گروه در فاصله دورتری از یکدیگر به‌هم وصل شده‌اند که نشان‌دهنده تفاوت بین ژنوتیپ‌های هر گروه از یکدیگر می‌باشد (۱۰). (شکل ۲) ژنوتیپ‌های ۱، ۹، ۱۰، ۱۴، و ۱۵ در اولین گروه قرار گرفتند که متوسط تعداد دانه در غلاف، شاخص برداشت و عملکرد بالاتری نسبت به سایر گروه‌ها داشتند (جدول ۱۲). ژنوتیپ‌های شماره ۸ و ۱۳ در گروه دوم قرار گرفتند این گروه ارتفاع بوته و تعداد شاخه‌های جانبی برتری نسبت به دیگر گروه‌ها داشتند. نتایج تحقیقات انجام شده بر روی سویا تحت خشکی توسط ماچلیش و کریسناواتی (۳۴) نیز مؤید این مساله است. سومین گروه شامل ژنوتیپ‌های ۵ و ۱۲ بود در این گروه تعداد روز تا ۵۰٪ غلاف‌دهی، تعداد بند ساقه اصلی، فاصله اولین غلاف از خاک و تعداد روز تا رسیدگی کامل بیشترین مقدار خود را نسبت به سایر گروه‌ها داشتند. ژنوتیپ ۱۱ به تنهایی در گروه چهارم قرار داشت و صفت‌های تعداد برگ، کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل، کاروتنوئید، تعداد روز تا گلدهی، تعداد گل، وزن خشک برگ بوته، تعداد بند ساقه‌های فرعی، وزن خشک ساقه‌های یک بوته، وزن خشک بوته، تعداد غلاف در هر بوته، وزن خشک غلاف در بوته و تعداد دانه‌های هر بوته در این گروه برتر از سایر گروه بودند. ژنوتیپ‌های ۲، ۳، ۴، ۶ و ۷ در پنجمین گروه جای گرفتند برتری طول غلاف و وزن صد دانه در این گروه در مقایسه با دیگر گروه‌ها مشهود بود. نتایج به دست آمده با نتایج تحقیقات انجام شده بر روی سویا تحت تنش خشکی توسط دادرس (۱۲) مطالبقت دارد.



شکل ۲- نمودار درختی حاصل از تجزیه خوشه‌ای به روش حداقل واریانس وارد برای در بررسی روابط بین عملکرد و سایر صفات ژنوتیپ‌های سویا در شرایط تنش و عدم تنش خشکی
Figure 2. Tree diagram derived from cluster analysis using ward's minimum variance method based on studied traits in soybean genotypes under drought stress and normal conditions

جدول ۱۲- میانگین‌های صفات در تجزیه کلاستر

Table 12. Mean traits in cluster analysis

کلاستر	ارتفاع بوته	تعداد شاخه-های زایشی	تعداد برگ	کلروفیل a	کلروفیلb	کلروفیل کل	کاروتنوئید	تعداد روز تا گلدهی	تعداد روز تا ۵۰٪ غلاف‌دهی	تعداد گل	وزن خشک برگ بوته	تعداد بند ساقه اصلی
۱	۴۵/۸	۶/۵۳	۳۹/۵۷	۱/۴۱	۰/۵	۱/۹۱	۰/۷۵	۵۹/۳۳	۷۸/۲	۱۰۵/۸	۶/۵۷	۱۴/۵۷
۲	۵۷/۲۵	۷/۱۷	۴۲	۱/۹۲	۱/۱۲	۳/۰۴	۰/۷۸	۶۶/۴۲	۸۳/۸۴	۱۱۲/۱۷	۶/۵۲	۱۷/۸۳
۳	۵۵/۱۷	۵	۳۴/۳۴	۱/۸۵	۱/۲۶	۳/۱۱	۰/۶۳	۹۲/۲۵	۱۱۲/۰۹	۱۲۰	۷/۵۸	۱۸/۴۲
۴	۴۹/۶۷	۴	۵۳/۵	۲/۴۲	۱/۲۸	۳/۷	۰/۸۴	۹۲/۳۳	۱۱۰/۱۷	۱۲۸/۶۷	۱۱/۳	۱۴/۳۳
۵	۳۲/۵۳	۵/۴	۱۹/۹۷	۱/۴۷	۰/۷	۲/۱۷	۰/۵۳	۶۶/۱	۸۳/۷۷	۵۳/۹	۴/۶۶	۱۳/۲۷

ادامه جدول ۱۲- میانگین‌های صفات در تجزیه کلاستر

Continued Table 12. Mean traits in cluster analysis

کلاستر	تعداد بند ساقه‌های فرعی	وزن خشک ساقه های یک بوته	وزن خشک بوته	فاصله اولین غلاف از خاک	رسیدگی کامل	تعداد غلاف در هر بوته	وزن خشک غلاف در بوته	طول غلاف	متوسط تعداد دانه در غلاف	تعداد دانه‌های هر بوته	شاخص برداشت	وزن صد دانه	عملکرد هر گلدان
۱	۲۹/۴۳	۸/۹۷	۲۸/۵	۸/۰۸	۱۳۲/۹۳	۳۷/۲	۴/۴	۳/۵۷	۲/۰۴	۷۵/۶	۲۹/۳۶	۱۱/۳۸	۸/۵۷
۲	۳۸/۵۸	۹/۶۷	۲۶/۲۴	۵/۴۲	۱۲۷/۶۷	۴۳/۰۹	۴/۱۵	۳/۹۳	۱/۹	۸۱/۹۲	۲۲/۳۱	۷/۶۷	۵/۹
۳	۳۲/۱۷	۱۰/۳۱	۲۵/۶۸	۹/۹	۱۶۸/۰۸	۳۰/۶۷	۳/۲۸	۳/۷۳	۱/۲۴	۳۵/۳۳	۱۷/۱۶	۱۲/۸۸	۴/۵۳
۴	۳۸/۸۳	۱۰/۹۴	۳۷/۱۷	۴/۱۵	۱۵۷/۱۷	۶۸	۷/۴۲	۴/۳۴	۱/۲۱	۸۲/۱۷	۲۰/۰۳	۹/۲۳	۷/۵۲
۵	۱۶/۸۷	۶/۴	۲۰/۶۶	۵/۹۶	۱۳۳/۳	۲۲/۳	۳/۶۴	۴/۴۹	۱/۸۷	۴۲/۲	۲۸/۴۷	۱۵/۱۸	۵/۹۶

بررسی نتایج این تحقیق در به‌طورکلی می‌توان این‌گونه نتیجه گرفت که بین ژنوتیپ‌های مورد استفاده در این پژوهش از نظر تحمل به خشکی اختلاف‌های زیادی وجود دارد. در کل ژنوتیپ‌های ۱، ۹، ۱۰، ۱۴ و ۱۵ در هر دو محیط تنش و بدون تنش عملکرد قابل قبولی را داشتند و در بین همه ژنوتیپ‌ها، ژنوتیپ ۵ دارای کمترین عملکرد بود و به عنوان ژنوتیپ حساس معرفی می‌شود.

منابع

1. Abdipuor, M., A. Rezaee, S. Hoshmand and G. Bagherifard. 2008. Evaluation of drought tolerance of unlimited soybean growth genotypes in flowering and seeding stages. Journal of Research in Agricultural Sciences, 4(2): 140-150 (In Persian).
2. Ahmadi, J. and V. Solimani. 2014. The Expression Profile of OSBP, CAT and BZIP Genes in Drought Tolerant and Susceptible Soybean Cultivars Using Real Time PCR. Journal of Agricultural Biotechnology, 6(3): 1-16 (In Persian).
3. Ahmadi, K., H. Ghalizadeh, H. Abadzadeh, R. Hosseinpour, E. Abdshah, A. Kazimian and M. Rafiee. 2017. Agricult ural Statistics. first volume. Ministry of Jihad-e-Agriculture Department of Planning and Economics, Information and Communication Technology Center. 420 pp (In Persian).
4. Albarrak, G.H. 2000. Effect of irrigation regimes, planting data Nitrogen level on *Brassica napus*.Cultivars Agronomy Journal, 7(1): 87-89.
5. Amin far, J., Gh. Mohsen Abadi, M.H. Beigloii and H. Sami Zadeh. 2013. Effect of Deficit Irrigation on Yield, Yield components and Water Productivity of Soybean T. 215 Cultivar. J Irrigation and Water, 3(11): 23-34 (In Persian).
6. Arab Khadri, M. and K. Kamali. 2017. Bondsar, Traditional Soil Conservation Methods. Agricultural Research, Training and Promotion Organization, 70 pp (In Persian).
7. Arnon, D.T. 1949. Copper enzymes in isolation chloroplast phenoloxidase in Beta vulgaris. Plant Physiology, 24: 1-14.
8. Behtari, B., K. Ghasemi, A. Dabbagh Mohammadi Nasab, S. Zehtab Salmasi and M. Torchi. 2014. Path and ridge regression analysis of seed yield and seed yield components of soybean under different irrigation regimes. Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi), 140: 158-166 (In Persian).
9. Benjamin, J.G. and D.C. Nielsen. 2006. Water deficit effects on root distribution of soybean, field pea and chickpea. Field Crops Res, 97: 248-253.
10. Bihamta, M., M. Shirkavand, J. Hasanpour and A. Afzalifar. 2018. Evaluation of Durum Wheat Genotypes under Normal Irrigation and Drought Stress Conditions. Journal of Crop Breeding, 9(24): 119-136 (In Persian).

11. Bokaee, A., H. Babaee, D. Habibi, F. Javidfar and A. Mohammadi. 2008. Evaluation of different soybean (Glycine max L.) genotypes under drought stress conditions. Journal of Agronomy and Plant Breeding, 4(1): 28-38 (In Persian).
12. Dadras, A., H. Samizadeh and H. Sabouri. 2017. Evaluation of Soybean Varieties and Advanced Lines Yield under Drought Stress Conditions using GGE Biplot Analysis. Journal of Crop Breeding, 9(23): 17-26 (In Persian).
13. Daneshian, J. 2000. Ecophysiological study of water deficit on soybean. Ph. D. Thesis, Azad Uni, Science and Research branch, 250 pp (In Persian).
14. Faraji, A. 2016. Evaluation of Some Soybean Genotypes (Glycine max) under Salt Stress. Journal of Crop Breeding, 8(18): 30-36 (In Persian).
15. Fazeli, F., H. Najafi Zarini, M. Arefrad and A. Zaman Mirabadi. 2015. Assessment of Relation of Morphological Traits with Seed Yield and Their Diversity in M4 Generation of Soybean Mutant Lines [Glycine max (L.) Merrill] Through Factor Analysis. Journal of Crop Breeding, 7(15): 47-56 (In Persian).
16. Firoozi B., A. Potters, M. Shakerpour, A. Rasoul Zadeh and F. Ahmadpour 2012. Evaluation of Spring Wheat Genotypes Using Drought Tolerance and Main Component Analysis. Journal of Environmental Tensions in Crop Sciences, 5(2): 99-113.
17. Fritsche-Neto, R. and A. Borém. 2012. Plant breeding for abiotic stress tolerance. Departamento de Fitotecnia Universidade Federal de Viçosa.
18. Ghodrati, G. 2011. Evaluation of seed yield, Quantitative and Quality characteristics of the new Soybean lines in north of Khozestan. Crop Physiology Journal, 3(11): 107-117 (In Persian).
19. Hossein Zadeh, M. 2009. Investigation of quantitative and qualitative traits in soybean cultivars on different irrigation regimes in Ilam climatic conditions. M.Sc. University of Ilam. Faculty of Agricultural Sciences, 142 pp.
20. Isaac Zadeh, M., H. Ahmadzadeh and A. Freddy Fred. 2014. Meteorological Drought Deterioration Zone of the country according to Herbst index using Kriging methods. Second National Conference on Water Crisis. 562-571. Shahrekord (In Persian).
21. Jafarbay, J., M. Etesami, S. Jahanifar and M.H. Arzanesh. 2017. Effects of Plant Growth Promoting Rhizobacteria on Yield and Quantative of Wheat Cultivars under Dry and Irrigated Conditions. Journal of Crop Breeding, 9(23): 44-57 (In Persian).
22. Kamrava, S., N. Babaeian Jolodar and N. Bagheri. 2017. Evaluation of Drought Stress on Chlorophyll and Proline Traits in Soybean Genotypes. Journal of Crop Breeding, 9(23): 95-104 (In Persian).
23. Kargar , M., A. Mostafaei, I. Majidi and H. Saeed Pourdad. 2012. Investigation of Correlation and Path Analysis of Traits of Soybean Genotypes under Drought Stress .Crop Production under Environmental Conditions, 4(2): 46-31 (In Persian).
24. Khodarahmpour, Z. and M. Motamedi. 2016. Study of Genetic Diversity of Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Genotypes Via Multivariate Analysis. Journal of Crop Breeding, 8(19): 163-169 (In Persian).
25. Kiani, A. and S. Raeisi. 2013. Assessment of water use efficiency in some soybean cultivars under different amount of irrigation. J. of Water and Soil Conservation, 20(5): 179-192 (In Persian).
26. Kobraee, K. and K. Shamsi. 2011. Evaluation of Soybean Yield Under Drought Stress by Path Analysis. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 5(10): 890-895 (In Persian).
27. Kochaki, A and N. Mahallati.1994.Ecology of crops. Mashhad University Press (In Persian).
28. Kumar, D. 2004. Breeding for drought resistance. Food Products Press.
29. Li, F.M., P. Wang, J. Wang and J. Xu. 2004. Effects of irrigation before sowing and plastic film mulching on yield and water uptake of spring wheat in semi-arid Loess Plateau of China. Agricultural and Water Management, 67(2): 77-88.
30. Lu, C., N. Qiu, Q. Lu, B. Wang and T. Kuango. 2002. Does salt stress lead to increased susceptibility of photosystem II to photoinhibition and changes in photosynthetic pigment composition in halophyte *Sueda salsa* grown outdoors? Plant Science. 163: 1063-1068.
31. Malek Mohammadi, Z., H. Sabori, A. Biyabani and Ahezarjaribi. 2014. Correlation of soybean yield components. The 13th Iranian Conference on Plant Breeding and the Third Iranian Congress of Science and Technology in Seeds. 2111-2117 Karaj (In Persian).
32. Masoudi, B., M.R. Behemat, H. Babaei and A. Peghambi. 2008. Evaluation of the relationship between grain yield and biological yield with some important crop characteristics in soybeans by causality analysis. Iranian Crop Sciences, 39(1): 77-87 (In Persian).
33. Mohammadi, S. 2014. Evolution of grain yield and its components relationships in bread wheat genotypes under full irrigation and terminal water stress conditions using multivariate statistical analysis. Bimonthly iranian journal of field crops research. 12(1): 99-109 (In Persian).
34. Muchlish Adie, M. and A. Krisnawati. 2017. Characterization and clustering of agronomic characters of several soybean genotypes. Nusantara Bioscience, 9(3): 237-242.
35. Navabpour, S., E. Khazjarribi and A. Mazandrani. 2018. Effect of drought stress on important agronomic traits and protein and seed oil content in soybean genotypes. Environmental stresses in crop science. 10(4): 491-453 (In Persian).

36. Peghambari, A., M. Talebkhani, H.R. Babaei and H. Alipour. 2017. Evaluation of water stress tolerance in different soybeans. Iranian Journal of Field Crop Science, 48(4): 933-943.
37. Poor Mousavi, P., M. Galavi, J. Daneshiyan, A. Ghanbari, N. Basirani and P. Jonoobi. 2009. Effect of Animal Manure Application on Quantitative and Qualitative Yield of Soybean in Drought Stress Conditions. Iranian Journal of Field Crop Science. 40(1): 133-145 (In Persian).
38. Pourdehghan, M., S.A. Mohammad Modares Sanavi, F. Ghonati and S. Karami. 2015. Effect of Hexaconazole on Quantitative and Qualitative Characteristics of Two Soybean Cultures in Underwater Stress Conditions. Journal of Production and Processing of Agricultural and Horticultural Products, 5(16): 109-120 (In Persian).
39. Pushpavalli, R., M. Zaman-Allah, N.C. Turner, R. Baddam, M.V. Rao and V. Vadez. 2014. Higher flower and seed number leads to higher yield under water stress conditions imposed during reproduction in chickpea. RESEARCH ARTICLE. 42(2): 162-174.
40. Rangwala, T., A. Bafna1, N. Vyas and R. Gupta. 2018. Role of soluble silica in alleviating oxidative stress in soybean cropIndian Journal Agriculture Resource, 52(1): 9-15.
41. Rezaeizad, A., B. Yazdi Samadi, M. Ahmadi and H. Zainali. 2001. Investigating the relationship between soybean yield and its components by analyzing causality. Journal of Soil and Water Sciences, 5(3): 107-115 (In Persian).
42. Sarmadnia, G. 1993. The Importance of Environmental Stresses in Agriculture. Iranian Congress of Agronomy and Plant Breeding. 157-169 (In Persian).
43. Shahmoradi, Sh., H. Zainali Khaneghah, J. Daneshiyan, N. Khodabandeh and A. Ahmadi. 2009. Effect of Drought Stress on Suyaba Advanced Cultivars and Lines Emphasis on Stress Tolerance Indices. Iranian Journal of Crop Sciences, 40(3): 9-22 (In Persian).
44. Sharifa, S. and A. Muriefah. 2015. Effects of paclobutrazol on growth and physiological attributes of Soybean (*Glycine max*) plants grown under water stress conditions. International Journal of Advanced Research in Biological Sciences, 2: 81-93.
45. Soleimani, A. M. Valizadeh2, Reza Darvishzadeh, S. Aharizad and H. Alipour. 2017. Evaluation of Yield and Yield Component of Spring Barely Genotypes under Late Season Drought Stress. Journal of Crop Breeding, 9(23): 105-116 (In Persian).
46. Sp, P., N. Nugrahaeni and A. Sulistyo. 2017. Response of soybean genotypes introduced from South Korea to drought stress during reproductive stage. BIODIVERSITAS. 18(1): 15-19.
47. Shurtleff, W. and A. Aoyagi. 2013. History of Whole Dry Soybeans, Used as Beans, or Ground, Mashed or Flaked (240 BCE to 2013). Lafayette, California. 950 pp.
48. Tahmasbe, A.M., A. Asghari, O. Sofalian, H. Mohammaddoust ChamanAbad and A. Rasoulzadeh. 2017. Study some of Wheat Cultivars Based on Morphological Traits and Drought Tolerance Indices. Journal of Crop Breeding, 9(21): 44-55 (In Persian).
49. Vahdi, V., E. Gholinezhad, S. Mansourifard, L.G. Arani and M. Rahimi. 2015. Effect of drought stress on seed yield, oil and protein of soybean (Glycine max L.) different cultivars.
50. Yahooyan, S., M.R. Byahmeta, H.R. Babaei and D. Habibi. 2010. Effects of water deficit stress on yield and yield components of soybean genotypes. Crop Science, 3(2): 85-96 (In Persian).

Evaluation of Tolerance of Some Soybean Genotypes to Drought Stress

Alireza Rahi[1], Hamid Najafi Zarini[2], Gholamali Ranjbar[3] and Mehdi Ghajar Spanlou[4]

1, 3 and 4- Ph.D. Student, Professor and Associate Professor, of Department of Breeding and Plant Genetics, Sari Agricultural Sciences and Natural Ressoures University
2- Associate Professor of Plant Department of Breeding and Plant Genetics, Sari Agricultural Sciences and Natural Ressoures University (Corresponding author: najafi316@yahoo.com)
Received: May 23, 2018 Accepted: septamber 30, 2018

Abstract

In order to recognize the soybean tolerant genotypes, a greenhouse as factorial experiment was conducted in form of randomized complete block design with three repetition in 2017 in Damavand. The first factor contained 15 soybean genotypes and second factor included two levels of normal irrigation and irrigation disruption in time of podding. The traits included plant height, reproductive branches no., number of leaves, chlorophyll a, chlorophyll b, chlorophyll total, carotenoids, days to flowering, days to fifty percent podding, number of flowers, dry weight of plant leaves, main stem nodes no, nodes in the, branches no, total dry stem weight, plant dry weight, first pod height of soil, days to harves, total pod no, dry weight of pod, pods length, seed pod no, seeds per plant, harvest index, weigh one hundred seeds and yield per plant. The analysis variance results showed that the reaction of soybean genotypes to conditions of drought stress and lack of stress were different. The genotypes of 1, 4, 10, 14 and 15 represented high yield in both conditions of drought stress and normal conditions. Analysis of phenotypic correlation showed that the seed yield has a positive correlation with seeds per plant, harvest index, total dry weight of pods, weight dry of plant. Stepwise regression analysis for seed yield showed 99 % of variation of yield, as a dependent variable justified. In the path analysis for grain yield the maximum positive direct effects were related to weight dry of plant and weigh one hundred seeds that showed important characteristics in relation to grain. Principal component analysis used to study the relationship between indices. Two first components could explain more than 85% of variations of indices. Cluster decomposition divided the genotypes into 5 groups and genotypes 1, 9, 10, 14 and 15 were set in one group. These genotypes have good yield in both environments according to the mean.

Keywords: Cluster Analysis, Correlation Analysis, Drought Stress, Regression Analysis, Soybean