نشریه علمی پژوهشی دانش کشاورزی و تولید پایدار
جلد ۳۴ شماره ۱ / بهار ۱۴۰۳/ صفحات ۱۸۶-۱۷۱

Determination of Effective Traits on Yield of Promising Soybean Cultivars and lines under Drought Stress by Multivariate Methods

Rasul Seyfi[1*], Soodabeh Jahanbakhsh[2], Salim Farzaneh[2], Ali Ebadi[2], Saber Seif Amiri[3]

Received: 10 September 2022 Accepted: 01 June 2023
1-Masters Student, Dept. of Plant Genetics and Production Engineering, Dept. of Plant Genetics and Breeding, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Mohaghegh Ardabili University
2-Prof., Dept. Assoc. Prof., and Prof., of Production Engineering and Plant Genetics, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Mohaghegh Ardabili University
3-Faculty members of Moghan Agriculture and Natural Resources Research Center
*Corresponding Author Email: Email: rasol.seyfi@gmail.com

Abstract

Background and Objective: Drought stress is a major limitation in the production and sustainable performance of plant products, including soybeans, and identifying drought-tolerant genotypes can be a valuable solution in dealing with this problem.

Materials and Methods: The experiment was conducted in the form of a split plot based on a randomized complete block design in 2019 in Ahar city. The treatments included irrigation levels (1- no stress, 2- stress after flowering, 3- stress after podding) as the main factor and 10 genotype of soybean as secondary factors were implemented in four replications.

Results: With the increase of stress from the flowering stage to the fruiting stage, the yield and yield components decreased due to the increase in the duration of drought stress and showed a decrease compared to the non-stressed conditions.The non-stress treatment (normal) had 11.75% more yield than the stress treatment after podding. Aryan line and DPX variety were selected as superior varieties and Kausar, Parsa and Saba lines were selected as weak lines. Under normal conditions, the trait number of fertile stems was entered into the model, under stress conditions, after flowering, the trait number of stems per plant was entered into the model, and under stress conditions, after seeding, straw and stubble yield traits and seed weight per stem were entered into the model, and the first The variable entered into the model at this level of stress was the yield of straw and stubble, which alone justified 0.87 of the changes, and then the variable of grain weight in each field was entered into the model.

Conclusion: Manipulation of traits in normal conditions, post-flowering stress and post-podding stress can be effective in soybean plant breeding to achieve acceptable performance in moisture deficit conditions.

Keywords: Irrigation Levels, Multivariate Methods, Soybean, Yield and Yield Components

DOI: 10.22034/SAPS.2023.53381.2921

تعیین صفات مؤثر در عملکرد ارقام و لاین‌های امیدبخش سویا تحت تنش خشکی با استفاده از روش‌های چندمتغیره

رسول سیفی[1*]، سدابه جهانبخش گده کهریز[2]، سلیم فرزانه[2]، علی عبادی[2] ، صابر سیف امیری[3]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۶/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۳/۱۱

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، دانشیار، استاد گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی
۳-عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مغان
* مسئول مکاتبه: Email: rasol.seyfi@gmail.com

چکیده:

اهداف: تنش خشکی یک محدودیت بزرگ در تولید و عملکرد پایدار گیاهان زراعی از جمله سویا بوده و شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به کم‌آبی می‌تواند یک راهکار ارزشمند در مقابله با این معضل باشد.

مواد و روش: آزمایش بصورت اسپلیت‌پلات بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سال ۱۳۹۹ در شهرستان اهر اجرا شد. تیمارها شامل سطوح قطع آبیاری (۱-بدون تنش ۲- تنش بعد از گلدهی ۳- تنش بعد از نیام‌دهی) به عنوان عامل اصلی و تعداد ۱۰ ژنوتیپ سویا به عنوان عامل فرعی در چهار تکرار اجرا شد.

یافته‌ها: با افزایش تنش از مرحله گلدهی به مرحله نیام‌دهی عملکرد و اجزای عملکرد به دلیل افزایش مدت زمان اعمال تنش کاهش داشتند و نسبت به شرایط بدون تنش کاهش نشان دادند. تیمار بدون تنش (نرمال) نسبت به تیمار تنش بعد از نیام‌دهی ۱۱/۷۵ درصد عملکرد بیشتری داشت. بر اساس نتایج مقایسه میانگین عملکرد دانه لاین آرین و رقم DPX به عنوان ارقام برتر و لاین‌های کوثر، پارسا و صبا به عنوان لاین‌های ضعیف انتخاب شدند. در شرایط نرمال صفت تعداد نیام بارور وارد مدل شد، در شرایط تنش بعد از گلدهی صفت تعداد نیام در بوته وارد مدل شد و در شرایط تنش بعد از نیام‌دهی صفات عملکرد کاه و کلش و وزن دانه در هر نیام وارد مدل شدند و اولین متغیر وارد شده به مدل در این سطح از تنش عملکرد کاه و کلش بود که به تنهایی ۰/۸۷ تغییرات را توجیه می‌کرد و سپس متغیر وزن دانه در هر نیام وارد مدل گردید.

نتیجه‌گیری: دست‌ورزی روی صفاتی در شرایط نرمال، تنش بعد از گلدهی و تنش بعد از نیام‌دهی، می‌تواند در اصلاح گیاه سویا جهت دستیابی به عملکرد قابل قبول در شرایط کمبود رطوبت موثر باشند.

واژه‌های کلیدی: روش‌های چند متغیره، سطوح آبیاری، سویا، عملکرد و اجزای عملکرد

مقدمه

سویای زراعی با نام علمی *Glycine max* L (*Merrill*) یک گیاه روغنی از خانواده فاباسه بوده که اهمیت زیادی در کشاورزی و صنعت جهان (گراسینی و

همکاران ۲۰۲۱، براگاگنولو و همکاران ۲۰۲۱ و بیتنکورت و همکاران ۲۰۲۱) و ایران دارد (دادرس و همکاران ۲۰۱۵). سویا یک محصول حیاتی است که برای دستیابی به عملکرد بذر بالا در طول فرآیند رشد خود به آب کافی نیاز دارد. گیاهان راهبردهای مختلفی را برای مقابله با استرس غیرزیستی تکامل داده‌اند (گای وهمکاران ۲۰۲۲). از نظر ارزش غذایی، پروتئین‌های موجود در سویا نسبت به سایر دانه‌های مشابه بیشتر و شباهت زیادی به پروتئین‌های حیوانی دارد این گیاه ۱۸ تا ۲۰ درصد روغن و فاقد کلسترول بوده، میزان پروتئین سویا ۵۰-۳۰ درصد بوده و از مزایایی دیگر سویا وجود پروتئین زیاد و استفاده از کنجاله برای تغذیه انسان و دام است (ملازاده ۲۰۱۲).

ایالات متحده از نظر تولید در بازار جهانی سویا پیشرو است و حدود ۳۴ درصد از تولید جهانی را تشکیل می‌دهد. پس از ایالات متحده نیز کشورهای «برزیل، آرژانتین، چین و هند» به عنوان دیگر تولیدکنندگان اصلی سویا در دنیا قرار دارند، بازار جهانی سویا تا پنج سال آینده رشدی دو درصدی خواهد داشت و میزان مصرف این محصول در سال ۲۰۲۶ به حجم ۳۷۳ میلیون تن می‌رسد، میزان مصرف محصول پرکاربردی همچون «سویا» بین سال های ۲۰۱۸ تا ۲۰۲۰ به اندازه ۳۴۷ میلیون تن رسیده است. انتظار می‌رود این میزان در دوره زمانی یک ساله ۲۰۲۰ و ۲۰۲۱ به میزان دو درصد رشد کند و در نهایت در سال ۲۰۲۶ به حجم ۳۷۳ میلیون تن برسد (فائو، ۲۰۱۹). در ایران سطح زیر کشت محصول سویا آبی ۲۴۵۱۵ هکتار، دیم ۲۶۸۷ هکتار و میزان تولید آبی ۴۸۲۳۲ تن و دیم ۴۴۱۱ تن و عملکرد در شرایط دیم ۱۶۴۲ کیلوگرم و آبی ۱۹۶۷ کیلوگرم گزارش شده است و استان‌های آذربایجان شرقی، اردبیل و خوزستان به ترتیب رتبه-های اول تا سوم را به خود اختصاص داده‌اند. استان آذربایجانشرقی با حدود ۹ هکتار کشت آبی به میزان ۱۰ تن تولید و عملکردی معادل ۱۱۷۵ کیلوگرم داشته است (آمارنامه کشاورزی ۲۰۲۰).

ایران در حدود یک سوم میانگین جهانی (۲۳۵-۲۶۰ میلی‌متر) بارش سالانه داشته و ۸۵ درصد از مساحت ایران را شرایط آب و هوایی خشک، نیمه خشک، فراخشک و بیابانی در بر می‌گیرد که ناشی از بارش کم در مناطق مرکزی و جنوبی می‌باشد (عرب خادری و کمالی ۲۰۱۷). بر اساس گزارش (اسحاق زاده و همکاران، ۲۰۱۴) کل کشور با خشکی روبه رو بوده و این بر محصولات کشاورزی اثرات منفی زیادی داشته و تولید محصولات کشاورزی از جمله سویا با ادامه این شرایط قطعا با مشکل مواجه خواهد شد (احمدی و همکاران ۲۰۱۷).

وقوع و بزرگی تنش‌های غیرزنده ممکن است در آینده نزدیک به دلیل تغییرات آب و هوایی جهانی افزایش یابد. تنش غیرزیستی شدید ناشی از خشک‌سالی مکرر و سایر عوامل ادافیک به ویژه در سیستم‌های تولید محصول مشهود است. برای کاهش اثرات این تنش‌ها و افزایش بهره‌وری محصول، تکنیک‌های مناسب مدیریت محصول ضروری است (ای پی سی سی ۲۰۲۱).

استراتژی دیگر انتخاب غیرمستقیم با استفاده از صفات ثانویه است که در تعدادی از محصولات با موفقت همراه بوده است (ماناوالان و همکاران ۲۰۰۹). با توجه به اینکه پایه ژنتیکی تحمل به خشکی از پیچیدگی-های زیادی برخوردار است ارزیابی فنوتیپی گسترده و مناسب در مزرعه همراه با شناسایی صفات فیزیولوژیکی مطلوب در محیط‌های طبیعی مفید خواهد بود (فرناندز ۱۹۹۲). اطلاعات بیان شده کمی به صورت ضرایب همبستگی را می‌توان با اطلاعات کیفی مربوط به رابطه علت و معلولی بین متغیرها تلفیق نموده و یک تفسیر کمی ارائه نمود (رایت ۱۹۲۱). اکثر مطالعات انجام شده روی اجزای عملکرد سویا همبستگی بالا و معنی‌داری بین تعداد نیام و تعداد دانه در بوته را گزارش نموده‌اند (رامسور و همکاران ۱۹۸۴). دیمیرتاس و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی تأثیر تنش خشکی بر روی عملکرد و کیفیت سویا نشان دادند که تنش خشکی در طول مراحل رویشی، عملکرد دانه را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد، در حالی که اعمال یک یا چند تنش خشکی در طی توسعه، رشد طولی غلاف و یا پرشدن دانه، به کاهش قابل توجه عملکرد دانه منجر می‌گردد. تنش

خشکی در مراحل اولیه رشد زایشی موجب تولید زودتر از موعد نیام‌ها شده و در نتیجه احتمال ریزش آن‌ها را افزایش می‌دهد (لیو ۲۰۰۴). این موضوع منجر به کاهش تعداد نیام در گیاه شده (دسکلو و همکاران ۲۰۰۰) و نهایتاً عملکرد دانه را کاهش می‌دهد (کوکوبان و همکاران ۲۰۰۱). طی پژوهشی فردریک و همکاران (۲۰۰۱) گزارش نمودند عملکرد دانه سویا تحت شرایط خشکی ۲۳ درصد کاهش یافت. این مسئله عمدتاً به دلیل عدم باروری دانه در شاخه‌های فرعی بود. بسیاری از محققان ارقامی را که در هر دو شرایط کم‌آبی و آبیاری مناسب عملکرد بهتری داشته باشد، به‌عنوان ارقام مناسب جهت کشت در مناطق کم‌آب، معرفی می‌نمایند (آزادبخت و همکاران ۲۰۰۳). با افزایش میزان تنش، میزان روغن دانه افزایش و کمترین میزان روغن در شرایط آبیاری کامل مشاهده شد (دانشیان و همکاران ۲۰۰۹). مسعودی و همکاران (۲۰۰۸) گزارش نمودند در اثر کمبود آب درصد روغن دانه سویا افزایش می‌یابد، اما عملکرد روغن تحت تأثیر عملکرد دانه قرار گرفته و کاهش می‌یابد. نواب پور و همکاران (۲۰۱۷) طی بررسی گزارش کردند که میزان عملکرد دانه با اجزای عملکرد همبستگی مثبت و معنی‌داری داشته و مقدار آن تحت تنش خشکی کاهش یافت. در این میان میزان کاهش صفات درصد وزن خشک بوته، وزن هزار دانه و ارتفاع بوته بیشتر از سایر صفات بود. وقوع تنش خشکی با تأثیر منفی بر اجزای عملکرد نهایتاً سبب کاهش عملکرد دانه گردید. با توجه به وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین میزان عملکرد دانه و وزن هزار دانه و کاهش قابل‌توجه میانگین وزن دانه در هر دو سطح تنش (تیمار ۱۰۰ و ۱۵۰)، می‌توان گفت که مقدار زیادی از کاهش عملکرد دانه ناشی از کاهش وزن هزار دانه بوده است. رضایی‌نژاد و همکاران (۲۰۰۱) طی بررسی روابط میان عملکرد سویا و اجزای آن به این نتیجه رسیدند که تعداد دانه در بوته، عملکرد بیولوژیک و تعداد نیام در بوته دارای بیشترین همبستگی با عملکرد دانه در بوته بودند. از نتایج رگرسیون گام به گام آن‌ها معلوم شد که تعداد دانه در بوته، وزن صددانه و تعداد دانه در نیام سه صفت مهم در عملکرد دانه هستند. مسعودی و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند بالاترین همبستگی بین وزن بوته، تعداد دانه در بوته، تعداد نیام در بوته با صفت عملکرد دانه وجود داشت، آن‌ها در تجزیه رگرسیون و علیت دریافتند که تعداد دانه در بوته و وزن صد دانه بیشترین اثرمستقیم مثبت را بر عملکرد دانه داشتند. آن‌ها تعداد داه در بوته و وزن صددانه را به عنوان شاخص‌های انتخاب برای بهبود عملکرد دانه شناسایی نمودند. بهتری و همکاران (۲۰۰۸) گزارش نمودند، همبستگی مثبت و معنی‌دار در تعداد دانه در گیاه با عملکرد دانه در واحد سطح و همبستگی غیرمعنی‌دار میانگین وزن دانه با عملکرد دانه نشان می‌دهد که تعداد دانه در گیاه اثر بیشتری بر روی عملکرد دانه در مقایسه با میانگین وزن دانه دارد. فاتح و همکاران (۲۰۱۳) در بررسی اثر تنش خشکی بر صفات فیزیولوژیک سویا گزارش کردند که تنش خشکی موجب کاهش معنی‌دار میزان فتوسنتز و عملکرد دانه گردید. عملکرد دانه سویا به وسیله تعداد کل نیام در هر بوته، تعداد دانه در هر غلاف و وزن هر دانه تحت تأثیر قرار می‌گیرد (روزنبرگ ۲۰۱۲). بیشترین و کمترین عملکرد دانه، تعداد نیام در هر گیاه، عملکرد بیولوژیک، ارتفاع گیاه و وزن دانه در گیاه سویا به ترتیب در تیمار شاهد (آبیاری نرمال) و تیمار تنش شدید خشکی به‌دست آمد (سپانلو و همکاران ۲۰۱۴). سایر محققان نیز نشان دادند تنش خشکی تأثیر معنی-داری بر عملکرد دانه، ارتفاع بوته، عملکرد بیولوژیک، تعداد شاخه فرعی، وزن ۱۳۳۳ دانه و تعداد کل نیام در گیاه سویا داشت (میرآخوری و همکاران ۲۰۰۹ و حیدرزاده و همکاران ۲۰۱۶).

شناسایی صفات مهم و تاثیرگذار بر عملکرد دانه ارقام و لاین‌های پیشرفته سویا تحت تنش خشکی یافتن روابط بین این صفات و عملکرد دانه و همچنین بررسی بیشترین اثرات غیرمستقیم دیگر صفات موثر بر عملکرد دانه از جمله اهداف این پژوهش بودند.

مواد و روش‌ها

این بررسی طی سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ در روستای چقالق واقع در ۹ کیلومتری جنوب شهرستان اهر اجرا شده، 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 می‌باشد. آمار هواشناسی سال‌های اخیر نشان می‌دهد که ناحیه مورد نظر 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 می‌باشد که طی سال‌های اخیر نامنظم‌تر شده است. اکثر بارندگی‌ها در ماه‌های پاییز، زمستان و اوایل بهار صورت می‌گیرد. pH منطقه در محدوده قلیایی تا قلیایی ضعیف قرار دارد. خطر شوری قابل ملاحظه‌ای در سطح‌الارض خاک‌ها 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 تجزیه‌ی 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. در این پژوهش ۱۰ ژنوتیپ سویا مورد بررسی قرار گرفت که مشخصات ارقام و لاین‌های مورد مطالعه در جدول ۳ آورده شده است. این پژوهش بصورت اسپلیت پلات (کرت‌های خرد شده) بر پایه‌ی طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار انجام شد. فاکتور اصلی شامل آبیاری در ۳ سطح بدون تنش (نرمال)، تنش بعد از گل-دهی، تنش بعد از نیام‌دهی و فاکتور فرعی شامل ۱۰ ژنوتیپ سویا بود.

جدول ۱- میزان بارندگی، میزان تبخیر سالیانه، میزان وزش باد در فصل رشد

شاخص	بازده
رطوبت نسبی محیط در فصل رشد	۴۰-۳- درصد
میزان بارندگی سالیانه	۳۰۰-۲۰۰ میلی‌متر
میزان تبخیر سالیانه	۱۵۵۴/۲ میلی‌متر
میزان وزش باد در فصل رشد	۹-۷ متر بر ثانیه

منبع: هواشناسی شهرستان اهر

جدول ۲- مشخصات خاک مزرعه

عمق (cm)	هدایت الکتریکی (EC(dS/m))	اسیدیته کل اشباع (pH)	درصد مواد خنثی شونده (TNV)	کربن آلی (%)	ازت کل (%)
۵۰-۰	۱/۳۷	۷/۶۵	۱۵/۲۵	۰/۶۹	۰/۰۵۷
فسفر جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	درصد شن (%)	درصد سیلت (%)	درصد رس (%)	بافت خاک
۶۷	۳۵۴	۶۵	۲۳	۱۱	لومی شنی

جدول ۳- مشخصات ارقام و لاین‌های سویای مورد مطالعه (منبع: جهاد کشاورزی شهرستان اهر)

شماره	رقم	مشخصات	شماره	رقم	مشخصات
۱	کوثر	زودرس	۶	L17	میان رس
۲	پارسا	زودرس	۷	ویلیامز	دیررس
۳	صبا	زودرس	۸	سامان	دیررس
۴	اطلسی	میان رس	۹	DPX	دیررس
۵	ماکسیموس	میان رس	۱۰	آرین	دیررس

این آزمایش در زمینی به مساحت تقریبی ۱۰۰۰ متر مربع اجرا شد. مزرعه‌ی مورد آزمایش در سال ۱۳۹۸ تحت کشت گندم بود که عملیات تهیه‌ی زمین شامل شخم، دیسک، لولر، خط‌کشی و کرت‌بندی زمین در اولین فرصت در بهار (اوایل فروردین ۱۳۹۹) انجام گرفت. فاصله بین کرت‌های اصلی ۱متر و فاصله بین کرت‌های فرعی ۰/۵ بود ابعاد کرت‌های اصلی ۲×۳۰ متر، که در برگیرنده عامل اصلی آزمایش یعنی سطوح مختلف آبیاری و ابعاد کرت‌های فرعی ۲×۳ متر، که در برگیرنده عامل فرعی آزمایش یعنی ارقام و لاین‌های مختلف از سویا بود. هر واحد آزمایشی شامل ۶ ردیف ۲ متری، فواصل بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر، فاصله بوته‌ها روی ردیف ۵ سانتی‌متر و 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 به صورت جوی و پشته به دلیل جوانه‌زنی برون خاکی و حساسیت به سله در بذور سویا به طریق نم کاری، با دست انجام گردید. قبل از عملیات کاشت مطابق نتایج آزمون خاک، کودهای مورد نیاز به خاک داده شد.در این آزمایش کود اوره به میزان ۴۰ کیلوگرم درهکتار و فسفات به مقدار ۶۰ کیلو-گرم در هکتار در مرحله کاشت در تمامی کرت‌ها به نسبت مساوی مصرف شد بعد از کاشت، آبیاری کرت‌ها به صورت یکسان تا مرحله شروع گلدهی مزرعه انجام شد و اعمال تیمارهای آبی (۱- بدون تنش: آبیاری هر ۷ روز یک‌بار ۲- تنش بعد از گل‌دهی ۳- تنش بعد از نیام‌دهی) پس از این مرحله شروع شد. در تمامی تیمارها پس از کاشت جهت تأمین جوانه‌زنی، سبز شدن و ساقه‌روی مطلوب آبیاری به فاصله هر ۷ روزیک‌بار تا مرحله گل‌دهی انجام ولی پس از آن آبیاری قطع شد در مورد تنش تا مرحله غلاف‌دهی نیز به همان ترتیب عمل شد. در فاصله بین مرحله سبز شدن و اوایل ساقه‌رفتن، به‌منظور مبارزه با علف‌های‌هرز دو بار وجین انجام شد. از هر واحد آزمایشی ۱۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و علامت‌گذاری شد و صفات مورفولوژیک یادداشت برداری و اندازه‌گیری شدند و در مرحله رسیدن و برداشت صفاتی نظیر وزن هزار دانه، میانگین وزن دانه در هر نیام، وزن دانه در بوته، وزن خشک بوته، عملکرد بیولوژیک در کل کرت، عملکرد دانه، 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 نمونه برداری در نظر گرفته نشد.

بعد از برداشت نمونه‌های مورد نیاز برای اندازه-گیری صفات مختلف، جهت اندازه‌گیری طول ریشه تعداد ۱۰ بوته در دو خط وسطی (پس از حذف اثر حاشیه) انتخاب کرده و و خط مورد نظر را کاملا غرقاب کرده به طوری که کل ریشه بوته‌های مورد نظر به راحتی از زمین خارج شود و سپس با استفاده از بیل نسبت به درآوردن بوته‌های مورد نظر اقدام کرده و ریشه‌ها را به طور کامل درآورده و با استفاده از خط-کش، طول ریشه اندازه‌گیری گردید.

بعد از انجام تجزیه واریانس، مقایسه میانگین صفات با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از نرم افزار MSTATC و SPSS-22 انجام گرفت. برای انجام همبستگی بین صفات (پیرسون) از نرم افزار SPSS-22 و برای تجزیه‌های آماری چندمتغیره از نرم افزار SPSS-22 و برای رسم شکل‌ها از نرم افزار Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

آزمون مفروضات تجزیه واریانس نشان داد که توزیع اشتباهات آزمایشی مطابق آزمون چولگی و کشیدگی نرمال است و همچنین واریانس اشتباهات آزمایشی در دو محیط مطابق نتیجه آزمون بارتلت همگن می‌باشند (مشاهدات نشان داده نشده‌اند). برای تمامی صفات اختلاف بین ژنوتیپ‌ها و حداقل یکی از برهمکنش‌ها در سطح یک درصد معنی‌دار بودند که نشان‌دهنده تنوع بالا و واکنش متفاوت ارقام و لاین‌ها در شرایط مختلف تنش از لحاظ صفات اندازه-گیری شده بود (جدول ۴).

جدول ۴-تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		طول ریشه	ارتفاع بوته	طول نیام	تعداد نیام در بوته	تعداد دانه در نیام	وزن خشک بوته	وزن دانه در بوته
تکرار	۳	۶۷/۶۶۱*	۲۶/۶۰۵**	۰/۰۶۸ ns	۳۹/۸۷**	۰/۶۹۴**	۵۷/۲۱۲ **	۴۷/۰۳۹**
فاکتور اصلی a (تنش)	۲	۱۵/۳۷ ns	۶/۲۶۲**	۰/۷۴۵**	۰/۷۶۲ ns	۰/۴۳**	۵/۹۵۴ **	۰/۴۲۹ ns
اشتباه ۱	۶	۱۲/۳۴	۰/۰۹۷	۰/۰۲۶	۰/۵۰۸	۰/۰۰۲	۰/۳۳۷	۰/۴۴۴
فاکتور فرعی b (رقم)	۹	۳۹۳/۵۱**	۳۹۳۱/۹۳**	۴/۶۶۲**	۳۱۵۸/۸۲**	۰/۶۵۷**	۲۵۲۱/۴۸ **	۴۵۵/۵۳**
A×B	۱۸	۱۳/۰۳۶ ns	۰/۵۷۱**	۰/۰۲۵*	۰/۲۸۹**	۰/۱۷۶**	۰/۴۱۵ ns	۰/۴۴ ns
اشتباه ۲	۸۱	۱۲/۲۰۲	۰/۰۹۲	۰/۰۱۳	۰/۰۳۳	۰/۰۰۱	۰/۸۷۷	۰/۷۷۱
ضریب تغییرات (٪)		۹/۰۳	۱/۶۵	۲/۵۸	۳/۴۸	۱/۳۷	۳/۹۷	۷/۰۱

ns و * و ** به‌ترتیب، غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ را نشان می‌دهد.

ادامه جدول ۴-

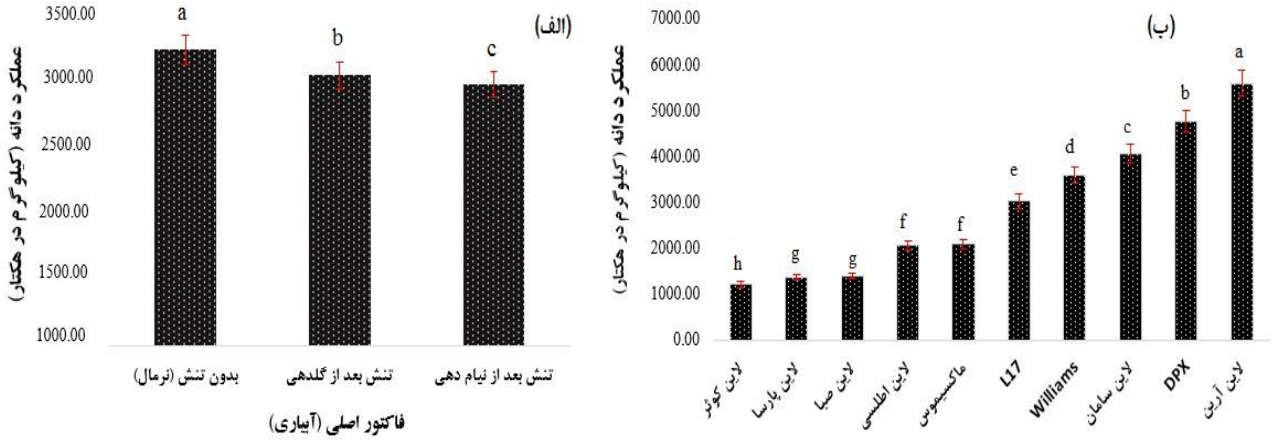
منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		وزن دانه در هر نیام	وزن هزار دانه	علمکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت	عملکرد کاه و کلش	عملکرد بوته در واحد سطح
تکرار	۳	۰/۱۰۱**	۱۹۵۹/۷۴**	۳۵۹۵۱۵۶ ns	۲۳۷۸۵۲۹/۲**	۰/۰۲۵**	۶۳۳۸۸۱۸/۹**	۲۳/۰۷۹**
فاکتور اصلی a (تنش)	۲	۰/۰۲۱**	۱۶۱۸/۹**	۲۱۹۹۵۵۲۲**	۱۴۶۳۷۲۶/۴**	۰/۰۰۲ ns	۸۶۵۰۷/۴ ns	۸/۸۱۴**
اشتباه ۱	۶	۰/۰۰۱	۴۵/۵۷۳	۱۷۶۶۱۵۶/۶	۸۰۰۴۹/۹	۰/۰۰۳	۱۴۳۲۳۰۶	۰/۶۰۲
فاکتور فرعی b (رقم)	۹	۰/۰۶۲*	۳۰۴/۴۶**	۲۶۴۴۴۳۹۸۹/۶**	۲۸۵۴۱۱۶۶/۴**	۰/۰۱۳**	۱/۸۰۳E۸**	۳۳/۷**
A×B	۱۸	۰/۰۰۳**	۱۲/۸۱۱ ns	۱۳۲۶۲۸۱/۷**	۵۸۵۸۳/۸۲ ns	۰/۰۰۱ ns	۲۲۴۹۱/۱ ns	۰/۰۵ ns
اشتباه ۲	۸۱	۰/۰۰۰۴	۱۸/۳۸۱	۳۷۲۷۴۱/۶۷	۹۳۱۸۲/۵۸	۰/۰۰۱	۲۶۲۰۱۰/۵	۰/۳۸۷
ضریب تغییرات (٪)		۵/۴۷	۳/۱۲	۷/۲	۱۰/۴۵	۸/۷۸	۸/۳۲	۵/۱

ns، * و ** به‌ترتیب، غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ را نشان می‌دهد.

گروهبندی ژنوتیپ‌ها و سایر تجزیه‌های آماری در هر کدام از محیط‌ها به‌طور مجزا انجام شد. کامروا و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند که با بررسی مراحل مختلف رشد سویا به تنش شدید خشکی مشخص شد که حساس‌ترین مراحل رشد سویا به تنش خشکی مراحل گلدهی و نیام‌دهی می‌باشد.

تیمار بدون تنش (نرمال) با میانگین ۳۱۳۴/۴۰ کیلوگرم بیشترین علمکرد اقتصادی را داشت و نسبت به تیمار تنش بعد از نیام دهی که میانگینی در حدود ۲۷۶۵/۸۵ کیلوگرم را تولید کرد چیزی در حدود ۱۱/۷۵ درصد عملکرد بیشتری را تولید کرد به عبارتی با افزایش تنش عملکرد دانه کاهش داشته است (نمودار ۱). لاین آرین با میانگین ۵۵۹۸ کیلوگرم بیشترین و لاین-های کوثر کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داد و در گروه h قرار گرفت (نمودار ۱). احتمالاً کاهش عملکرد در اثر تنش خشکی، به علت کاهش تعداد نیام در بوته و وزن هزار دانه بوده است. طبق گزارش دیگر تحقیقات، تنش خشکی به طور معنی‌داری عملکرد دانه سویا را کاهش می‌دهد (یحیایی، ۲۰۰۷). در اثر تنش خشکی، علاوه بر کاهش دوره موثر پر شدن دانه‌ها، میزان سقط نیام‌ها 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 می-باشند (لیو و همکاران، ۲۰۰۴). کوهکن و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند رابطه همبستگی مثبت و معنی-داری بین عملکرد دانه با صفات روز تا گلدهی، ارتفاع بوته، تعداد شاخه، تعداد نیام در بوته و وزن دانه در

بوته و درصد پروتئین وجود دارد. وحیدی و همکاران (۲۰۱۹) 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، ۵۴ و ۶۳ درصد کاهش داد. در شرایط آبیاری مطلوب و تنش آبی شدید بیشترین عملکرد دانه از رقم آنیون حاصل شد.



میانگین تیمارهایی که دارای حرف های مشابهی هستند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با همدیگر ندارند.

نمودار ۱- میانگین فاکتور اصلی (آبیاری) (الف) و فاکتور فرعی (ژنوتیپ) (ب) برای عملکرد دانه

همبستگی عملکرد و اجزای عملکرد مورد ارزیابی

ضرایب همبستگی مورد مطالعه در جداول ۵، ۶ و ۷ برای شرایط مختلف به دلیل معنی‌دار شدن اثرمتقابل جداگانه ارائه شده است. همبستگی عملکرد و اجزای عملکرد در شرایط نرمال نشان داد که (جدول ۵) رابطه بین عملکرد دانه و کلیه صفات مورد ارزیابی مثبت و معنی‌دار بود ولی با عملکرد دانه منفی و معنی‌دار (*۰/۷۲-) بود، 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 (*۰/۷۱-)، همچنین عملکرد تک بوته در واحد سطح با شاخص برداشت (*۰/۹۳-) رابطه منفی و معنی‌داری نشان داد. همبستگی عملکرد و اجزای عملکرد در شرایط تنش بعد از گلدهی نشان داد که (جدول ۶) رابطه بین طول ریشه با صفات تعداد برگ، سطح برگ، تعداد نیام در بوته، وزن خشک بوته، وزن دانه در بوته، علمکرد بیولوژیک، عملکرد دانه 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 (*۰/۷۵-) و با بقیه صفات رابطه منفی و غیرمعنی‌دار داشت. رابطه عملکرد دانه 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 نیام‌دهی نشان داد که (جدول ۷) رابطه بین تعداد دانه در نیام با صفات وزن خشک بوته، وزن دانه در بوته، وزن دانه در هر نیام، وزن هزار دانه، علمکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، شاخص برداشت، عملکرد کاه و کلش و عملکرد بوته در واحد سطح منفی و غیرمعنی‌دار بود. عملکرد دانه با کلیه صفات مورد ارزیابی به جز شاخص برداشت رابطه مثبت و معنی‌دار داشت. شاخص برداشت با کلیه صفات مورد ارزیابی رابطه منفی و

غیرمعنی‌دار داشت. رابطه وزن هزار دانه با طول ریشه و تعداد دانه در نیام منفی و غیرمعنی‌دار بود. صادق-زاده و همکاران (۲۰۱۳) 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 دربوته، عملکرد دانه بوته و عملکرد کاه بوته همبستگی مثبت و معنی دار داشت. وجود رابطه مثبت بین عملکرد بیولوژیک تک بوته با عملکرد دانه امری بدیهی می باشد، زیرا نیام در بر گیرنده اجزای رویشی و زایشی گیاه و بخش عمده تشکیل دهنده عملکرد بیولوژیک می باشد. عملکرد دانه بوته با وزن خشک بوته و عملکرد کاه بوته همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. کوهکن و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند رابطه همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه با صفات روز تا گلدهی، ارتفاع بوته، تعداد شاخه، تعداد نیام در بوته و وزن دانه در بوته و درصد پروتئین سویا وجود دارد. همچنین بیان داشتند که همبستگی منفی و معنی-داری بین عملکرد دانه با صفت درصد روغن مشاهده شد. مسعودی و همکاران (۲۰۰۹)، یونسی حمزه خانلو و همکاران (۲۰۱۰)، نامداری و محمودی (۲۰۱۳) و اقبال و همکاران (۲۰۰۳) همبستگی مثبت و معنی‌داری را بین عملکرد دانه با صفات تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در نیام، شاخص برداشت و تعداد شاخه فرعی سویا گزارش کردند. پدرسون و لائور (۲۰۰۴) و کومودینی و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که افزایش عملکرد دانه در ارقام سویا را به دلیل افزایش شاخص برداشت آن‌ها می‌باشد.

جدول ۵- ضرایب همبستگی عملکرد و اجزای عملکرد صفات مورد ارزیابی در شرایط بدون تنش (نرمال)

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
طول ریشه ۱	۱														
ارتفاع بوته ۲	۰/۶۷۱*	۱													
تعداد برگ ۳	۰/۷۵۳*	۰/۹۹۶**	۱												
سطح برگ ۴	۰/۷۶۱*	۰/۹۷۴**	۰/۹۹۱**	۱											
طول نیام ۵	۰/۶۷*	۰/۸۰۱*	۰/۸۶۴*	۰/۸۱۶*	۱										
تعداد نیام در بوته ۶	۰/۸۷۲*	۰/۹۴۴**	۰/۹۹**	۰/۹۸۷**	۰/۸۶*	۱									
تعداد دانه در نیام ۷	۰/۷۷۴*	۰/۹۱۶**	۰/۹۵۱**	۰/۹۴**	۰/۹۳**	۰/۹۶۱**	۱								
وزن خشک بوته ۸	۰/۷۷۵*	۰/۹۶۸**	۰/۹۹۵**	۰/۹۹۴**	۰/۸۶*	۰/۹۹۴**	۰/۹۵۸**	۱							
وزن دانه در بوته ۹	۰/۸*	۰/۹۲۹**	۰/۹۷۲**	۰/۹۷۱**	۰/۸۹*	۰/۹۸۴**	۰/۹۷**	۰/۹۸۵**	۱						
وزن دانه در هر نیام ۱۰	۰/۸۰۴*	۰/۹۱۳**	۰/۹۳۹**	۰/۹۲۷**	۰/۹۴**	۰/۹۵۷**	۰/۹۸۹**	۰/۹۵۳**	۰/۹۶**	۱					
وزن هزار دانه ۱۱	۰/۴ns	۰/۸۸۶*	۰/۸۴۲*	۰/۸۲۵*	۰/۸۳*	۰/۸۰۶*	۰/۹۴۸**	۰/۸۵۸*	۰/۸۶*	۰/۸۳۳**	۱				
علمکرد بیولوژیک ۱۲	۰/۷۷۳*	۰/۹۳۹**	۰/۹۸۲**	۰/۹۶۸**	۰/۸۹*	۰/۹۸۱**	۰/۹۴۹**	۰/۹۸۶**	۰/۹۶۷**	۰/۹۵۳**	۰/۸۴۲*	۱			
عملکرد اقتصادی ۱۳	۰/۷۷۵*	۰/۹۳۷**	۰/۹۸۲**	۰/۹۶**	۰/۹**	۰/۹۸۴**	۰/۹۶**	۰/۹۸۸**	۰/۹۸**	۰/۸۶۳**	۰/۸۵۵*	۰/۹۹۷**	۱		
شاخص برداشت ۱۴	-۰/۶ ns	-۰/۸۱۶*	-۰/۷۹۰*	-۰/۷۹۷*	-۰/۵۰۹ns	۰/۷۴ ns	۰/۶۵ ns	-۰/۷۶۸*	-۰/۶۶۵*	-۰/۶۳ ns	-۰/۶۳۲*	-۰/۷۵۸*	-۰/۷۱۵*	۱	
عملکرد کاه و کلش ۱۵	۰/۷۹۱*	۰/۹۳۸**	۰/۹۹**	۰/۹۷**	۰/۸۹*	۰/۹۹۲**	۰/۹۶۷**	۰/۹۹**	۰/۹۸۶**	۰/۹۵۸**	۰/۸۴۱*	۰/۹۸۶**	۰/۹۹۲**	-۰/۷۱۱*	۱
عملکرد بوته در واحد سطح ۱۶	۰/۷۱۹*	۰/۹۸۹**	۰/۹۶۴**	۰/۹۸**	۰/۷۶*	۰/۹۴۲**	۰/۹۰۶**	۰/۹۶**	۰/۹۳۲**	۰/۸۸۵*	۰/۸۸۳*	۰/۹۲۶**	۰/۹۲۵**	-۰/۸۲۷*	۰/۹۳۵**

* و **= به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ است.

جدول ۶- ضرایب همبستگی عملکرد و اجزای عملکرد صفات مورد ارزیابی در شرایط تنش بعد از گلدهی

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
طول ریشه ۱	۱														
ارتفاع بوته ۲	۰/۶۷۵	۱													
تعداد برگ ۳	۰/۷۵۷*	۰/۹۶۸**	۱												
سطح برگ ۴	۰/۷۷۱*	۰/۹۷۱**	۰/۹۹**	۱											
طول نیام ۵	۰/۶۵۸ns	۰/۷۹*	۰/۸۴*	۰/۸*	۱										
تعداد نیام در بوته ۶	۰/۸۲۳*	۰/۹۵**	۰/۹۹**	۰/۹۸۸**	۰/۸۵*	۱									
تعداد دانه در نیام ۷	۰/۴ ns	۰/۷۳۵*	۰/۶۹*	۰/۶۶ ns	۰/۳۵ ns	۰/۶۳ ns	۱								
وزن خشک بوته ۸	۰/۷۸۶*	۰/۹۷۱**	۰/۹۹۵**	۰/۹۹**	۰/۸۴*	۰/۹۹**	۰/۶۵ ns	۱							
وزن دانه در بوته ۹	۰/۸۱۲*	۰/۹۳۳**	۰/۹۷۳**	۰/۹۷**	۰/۸۹*	۰/۹۸**	۰/۵۳ ns	۰/۹۸**	۱						
وزن دانه در هر نیام ۱۰	۰/۶۵ ns	۰/۹۳۷**	۰/۹۴۵**	۰/۹۱**	۰/۸۵*	۰/۹۲**	۰/۷۵*	۰/۹۲**	۰/۸۸**	۱					
وزن هزار دانه ۱۱	۰/۶۶ ns	۰/۹۵**	۰/۹۷۱**	۰/۹۵**	۰/۹۱۵**	۰/۹۵**	۰/۶۱ ns	۰/۹۶**	۰/۹۶**	۰/۹۳۶**	۱				
علمکرد بیولوژیک ۱۲	۰/۷۷۸*	۰/۹۴۲**	۰/۹۷۷**	۰/۹۵**	۰/۸۷*	۰/۹۷**	۰/۶۷ ns	۰/۹۸**	۰/۹۵**	۰/۹۳۹**	۰/۹۵۷**	۱			
عملکرد اقتصادی ۱۳	۰/۸۰۵*	۰/۹۳**	۰/۹۷۲**	۰/۹۵**	۰/۹۱**	۰/۹۷۸**	۰/۵۸ ns	۰/۹۸**	۰/۹۸**	۰/۹۰۹**	۰/۹۶۹**	۰/۹۸۵**	۱		
شاخص برداشت ۱۴	-۰/۲ ns	-۰/۶ ns	-۰/۵ ns	-۰/۵ ns	-۰/۲ ns	-۰/۵ ns	-۰/۷۵۱*	-۰/۵ ns	-۰/۴ ns	-۰/۵۹	-۰/۴۲ ns	-۰/۵ ns	-۰/۴ ns	۱	
عملکرد کاه و کلش ۱۵	۰/۸۰۴*	۰/۹۳۸**	۰/۹۸۸**	۰/۹۷**	۰/۸۸*	۰/۹۹**	۰/۶۱ ns	۰/۹۹**	۰/۹۸**	۰/۹۲۵**	۰/۹۶**	۰/۹۸**	۰/۹۹**	-۰/۴ ns	۱
عملکرد بوته در واحد سطح ۱۶	۰/۶۶ ns	۰/۹۸۷**	۰/۹۶۷**	۰/۹۷۹**	۰/۷۵*	۰/۹۴**	۰/۶۹۷*	۰/۹۶۸**	۰/۹۳**	۰/۹۰۴**	۰/۹۳**	۰/۹۲**	۰/۹۱**	-۰/۵۷ ns	۰/۹۳**

* و **= به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ است.

جدول ۷- ضرایب همبستگی عملکرد و اجزای عملکرد صفات مورد ارزیابی در شرایط تنش بعد از نیام دهی

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
طول ریشه ۱	۱														
ارتفاع بوته ۲	۰/۶۴۵ ns	۱													
تعداد برگ ۳	۰/۷۴۲*	۰/۹۶۵**	۱												
سطح برگ ۴	۰/۷۴۷*	۰/۹۷۲**	۰/۹۸**	۱											
طول نیام ۵	۰/۶۴ ns	۰/۸**	۰/۸۴*	۰/۷۸*	۱										
تعداد نیام در بوته ۶	۰/۸**	۰/۹۴۸**	۰/۹۹**	۰/۹۸**	۰/۸۵*	۱									
تعداد دانه در نیام ۷	۰/۳۸۸ ns	۰/۵۵ ns	۰/۶۲ ns	۰/۵۴۴ ns	۰/۴۸۶ ns	۰/۶۱ ns	۱								
وزن خشک بوته ۸	۰/۷۶۷*	۰/۹۶۹**	۰/۹۹**	۰/۹۹**	۰/۸۴۶*	۰/۹۹**	۰/۵۸ ns	۱							
وزن دانه در بوته ۹	۰/۸۰۷*	۰/۹۲۳**	۰/۹۷۱**	۰/۹۶۶**	۰/۸۸*	۰/۹۸**	۰/۵۲۱ ns	۰/۹۸**	۱						
وزن دانه در هر نیام ۱۰	۰/۷۳۱*	۰/۸۷*	۰/۹۲۷**	۰/۸۸*	۰/۸۸*	۰/۹۲**	۰/۵۰۷ ns	۰/۹۲**	۰/۹۲۷**	۱					
وزن هزار دانه ۱۱	۰/۶۹ ns	۰/۹۷۲**	۰/۹۸**	۰/۹۷**	۰/۸۷*	۰/۹۶**	۰/۵۴۵ ns	۰/۹۸**	۰/۹۶۹**	۰/۹۳**	۱				
علمکرد بیولوژیک ۱۲	۰/۷۶۳*	۰/۹۴۷**	۰/۹۸**	۰/۹۵**	۰/۸۶*	۰/۹۷**	۰/۶۲۵ ns	۰/۹۸**	۰/۹۵۶**	۰/۹۶**	۰/۹۶۸**	۱			
عملکرد اقتصادی ۱۳	۰/۷۹*	۰/۹۳**	۰/۹۶**	۰/۹۵**	۰/۹۰۶**	۰/۹۷**	۰/۵۳۴ ns	۰/۹۷**	۰/۹۸۴**	۰/۹۶**	۰/۹۷۷**	۰/۹۸**	۱		
شاخص برداشت ۱۴	-۰/۱۱۶ ns	-۰/۴۵ ns	-۰/۴۳ ns	-۰/۴۱ ns	-۰/۰۶ ns	-۰/۴ ns	-۰/۶۱ ns	-۰/۴ ns	-۰/۲۴ ns	-۰/۲۸ ns	-۰/۳۱ ns	-۰/۴۳ ns	-۰/۲۷ ns	۱	
عملکرد کاه و کلش ۱۵	۰/۷۹*	۰/۹۳۶**	۰/۹۸**	۰/۹۷**	۰/۸۷*	۰/۹۹**	۰/۶۲۲ ns	۰/۹۸۹**	۰/۹۸**	۰/۹۴**	۰/۹۷۶**	۰/۹۷**	۰/۹۸**	-۰/۳۳ ns	۱
عملکرد یوته در واحد سطح ۱۶	۰/۶۵ ns	۰/۹۸۶**	۰/۹۷۷**	۰/۹۸۶**	۰/۷۹۴*	۰/۹۶**	۰/۵۶۸ ns	۰/۹۸**	۰/۹۴**	۰/۸۶*	۰/۹۷۶**	۰/۹۴**	۰/۹۳**	-۰/۴۳ ns	۰/۹۶**

* و **= به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ است.

نتایج تجزیه رگرسیون چند متغیره به روش گام به گام

برای تعیین اثر صفات مورد مطالعه بر عملکرد دانه یا به عبارتی برای برازش یک مدل توصیفی بین صفات تحت بررسی (Xها) و عملکرد دانه (Y) از رگرسیون چندگانه با روش گام به گام استفاده شد (جدول ۸). تجزیه رگرسیون چندگانه به روش گام به گام برای عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته برای تمامی صفات در هر سه شرایط آزمایشی انجام شد. در شرایط نرمال متغیری که تأثیر آن معنی‌دار بود و در معادله باقی ماند، عبارت بود از: تعداد نیام بارور (جدول ۸). معادله خط رگرسیون:

۱۱۶/۱۸ (تعداد نیام بارور)+ ۸۹/۸۵-= عملکرد دانه

جدول ۸- تجزیه رگرسیون چند متغیره به روش گام به گام در شرایط نرمال

منبع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F
رگرسیون	۱	۲۴۳۵۶۲۷۷/۸	۲۴۳۵۶۲۷۷/۸	۶۳۰/۲۳**
باقیمانده	۸	۳۰۹۱۷۱/۷	۳۸۶۴۶/۴۶	
کل	۹	۲۴۶۶۵۴۴۹/۵		

R2 تصحیح شده: ۰/۹۰؛ **، نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪

پیش بینی کننده: تعداد نیام بارور؛ متغییر وابسته: عملکرد دانه

ضریب تبیین تصحیح شده در مدل برازش یافته برابر با ۰/۸۵ بود که نشان دهنده توجیه ۸۵ درصدی تغییرات موجود در عملکرد دانه به وسیله متغیرهای مورد اشاره بود. در جدول ۹ مقادیر مربوط به ضرایب رگرسیون و ترتیب وارد شدن متغیرها به مدل آورده شده است. تنها متغیر وارد شده به مدل تعداد نیام بارور بود که به تنهایی ۰/۸۵ تغییرات را توجیه می‌کرد.

جدول ۹- ضرایب رگرسیون جز استاندارد و ضرایب تبیین صفات مرتبط با عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی سویا در شرایط نرمال

صفات وارد شده به مدل و ترتیب ورود آنها	ضریب رگرسیون غیراستاندارد		ضریب رگرسیون استاندارد شده	T	Sig.
	B	Std.Error			
ثابت (Constant)	-۸۹۶/۸۵	۱۷۲/۱۹		-۵/۲۰۸	۰/۰۰۱
تعداد نیام بارور	۱۱۶/۱۸۳	۴/۶۲	۰/۸۵	۲۵/۱۰	۰/۰۰۰

متغییر وابسته: عملکرد دانه

در شرایط تنش بعد از گلدهی متغیری که تأثیر آن‌ها معنی‌دار بود و در معادله باقی ماند، عبارت بود از: تعداد نیام در بوته (جدول ۱۰). معادله خط رگرسیون:

(تعداد نیام در بوته) ۹۷/۲۴+ ۶۱۱/۷۴= عملکرد دانه

جدول ۱۰- تجزیه رگرسیون چند متغیره به روش گام به گام در شرایط تنش بعد از گلدهی

منبع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F
رگرسیون	۱	۲۲۸۵۶۲۱۱	۲۲۸۵۶۲۱۱/۴	۲۱۵/۶۱**
باقیمانده	۸	۸۴۸۰۶۱/۵	۱۰۶۰۰۷/۶	
کل	۹	۲۳۷۰۴۲۷۲/۹		

R2 تصحیح شده: ۰/۸۸؛ **، نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪

پیش بینی کننده: تعداد نیام در بوته متغییر وابسته: عملکرد دانه

ضریب تبیین تصحیح شده در مدل برازش یافته برابر با ۰/۸۸ بود که نشان دهنده توجیه ۸۸ درصدی تغییرات موجود در عملکرد دانه به وسیله متغیر مورد اشاره بود. در جدول ۱۱ مقادیر مربوط به ضرایب رگرسیون مدل آورده شده است. متغیر وارد شده به مدل تعداد نیام در بوته بود که به تنهایی ۰/۸۸ تغییرات را توجیه می‌کرد.

جدول ۱۱- ضرایب رگرسیون جز استاندارد و ضرایب تبیین صفات مرتبط با عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی سویا در شرایط تنش بعد از گلدهی

صفات وارد شده به مدل و ترتیب ورود آنها	ضریب رگرسیون غیراستاندارد		ضریب رگرسیون استاندارد شده	T	Sig.
	B	Std.Error			
ثابت (Constant)	-۶۱۱/۷۴	۲۷۰/۵		-۲/۲۶۱	۰/۰۵۴
تعداد نیام در بوته	۹۷/۲۴	۶/۶۲	۰/۸۸	۱۴/۶۸	۰/۰۰۰

متغییر وابسته: عملکرد دانه

در شرایط تنش بعد از نیام دهی متغیرهایی که تأثیر آنها معنی‌دار بود و در معادله باقی ماندند، عبارت بودند از: عملکرد کاه و کلش و وزن دانه در هر نیام (جدول ۱۲).

معادله خط رگرسیون:

(وزن دانه در هر نیام)۰/۳۵۶ + (عملکرد کاه و کلش) ۰/۶۴۹+ ۲۵۱۲/۴۸۳-= عملکرد دانه

جدول ۱۲- تجزیه رگرسیون چند متغیره به روش گام به گام در شرایط تنش بعد از نیام دهی

منبع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F
رگرسیون	۲	۱/۹۰۷e^۷	۹۵۳۴۵۳۷/۷۵	۲۲۲/۸۸۶**
باقیمانده	۷	۲۹۹۴۴۳/۳۸۶	۴۲۷۷۷/۶۲۷	
کل	۹	۱/۹۳۷e^۷		

R^2 تصحیح شده: ۰/۸۷؛ **، نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪

پیش بینی کننده: عملکرد کاه و کلش و وزن دانه در هر نیام؛ متغییر وابسته: عملکرد دانه

ضریب تبیین تصحیح شده در مدل برازش یافته برابر با ۰/۸۷ بود که نشان دهنده توجیه ۸۷ درصدی تغییرات موجود در عملکرد دانه به وسیله متغیرهای مورد اشاره بود. در جدول ۱۳ مقادیر مربوط به ضرایب رگرسیون و ترتیب وارد شدن متغیرها به مدل آورده شده است. اولین متغیر وارد شده به مدل عملکرد کاه و کلش بود که به تنهایی ۰/۸۷ تغییرات را توجیه می‌کرد و سپس متغیر وزن دانه در هر نیام وارد مدل گردید.

جدول ۱۳- ضرایب رگرسیون جز استاندارد و ضرایب تبیین صفات مرتبط با عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی سویا در شرایط تنش بعد از نیام دهی

صفات وارد شده به مدل و ترتیب ورود آنها	ضریب رگرسیون غیراستاندارد		ضریب رگرسیون استاندارد شده	T	Sig.
	B	Std.Error			
ثابت (Constant)	-۲۵۱۲/۴۸۳	۱۱۹۲/۰۵		-۲/۱۰۸	۰/۰۷۳
عملکرد کاه و کلش	۰/۲۴۶	۰/۰۵۴	۰/۶۴۹	۴/۵۵۳	۰/۰۰۳
وزن دانه در هرنیام	۸۹۷۸/۷۷	۳۵۹۹/۰۸	۰/۳۵۶	۲/۴۹۵	۰/۰۴

متغییر وابسته: عملکرد دانه

از مقایسه نتایج تحقیق حاضر با برخی از نتایج تحقیقات ذکر شده، نتیجه گرفته شد که صفات شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک، وزن هزار دانه و وزن سنبله درصد بالایی از عملکرد را توجیه کردند و در نتیجه از اهمیت بالایی برای اصلاح عملکرد ارقام و لاین-های سویا مورد بررسی برخوردارند. احمدی (۲۰۱۳) گزارش کردند که سه صفت تعداد سنبله در واحد سطح، وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله به عنوان موثرترین صفات تعیین کننده عملکرد دانه شناخته شدند. حسین‌پور (۲۰۱۲) گزارش کردند که صفات وزن هزار دانه، شاخص برداشت و تعداد دانه در سنبله بر اساس نتایج حاصل از تجزیه رگرسیون گام به گام موثرترین صفات تعیین کننده عملکرد دانه بودند. حسین‌پور و همکاران (۲۰۰۷) در مطالعات خود به این نتیجه رسیدند که وزن سنبله و وزن هزار دانه بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه دارند، با توجه به اثر مستقیم بالای این دو صفت بر عملکرد دانه، می‌توان آن را به عنوان معیاری برای گزینش ارقام با عملکرد بالا در گندم مطرح نمود. کوهکن و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند عملکرد دانه نشان داد که صفات روز تا گلدهی، ارتفاع بوته، تعداد گره در بوته، تعداد نیام در بوته و درصد پروتئین بیشترین تغییرات عملکرد را توجیه می-کنند، طبق نتایج تجزیه علیت ارتفاع بوته و تعداد نیام در بوته بیشترین اثر مستقیم مثبت و درصد پروتئین بیشترین اثر مستقیم منفی بر عملکرد دانه سویا داشتند و چون جهت اثرات مستقیم ارتفاع بوته و تعداد نیام در بوته با اثرات کل همخوانی داشت بنابراین برای افزایش عملکرد، گزینش لاین‌های پابلند و با تعداد نیام بیشتر موثر است. بر اساس نتایج حاصل شاخص تعداد نیام در بوته و ارتفاع گیاه به عنوان معیار گزینش در برنامه های اصلاحی برای بهبود عملکرد دانه شناسایی شد.

زارع بیاتی و همکاران (۲۰۱۷) ارتباط بین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک را تأیید کردند.

نتیجه‌گیری کلی

در برنامه‌های اصلاح نباتات کلاسیک، انتخاب بر اساس تعداد زیادی صفت زراعی صورت می‌گیرد که حتی ممکن است بین آن‌ها همبستگی مثبت و منفی وجود داشته باشد، بنابراین روش‌های آماری کـه بتوانند بدون از بین بردن مقدار زیادی از اطلاعات مفید، متغیرهای مؤثر و مهم در عملکرد را تعیین نمایند برای به‌نژادگران بسیار با ارزش خواهد بود. از نتایج رگرسیون گام به گام چنین استنباط می‌گردد که دست‌ورزی روی تعداد نیام بارور در شرایط نرمال و تعداد نیام در بوته در شرایط تنش بعد از گلدهی و عملکرد کاه و کلش و وزن دانه در هر نیام تحت شرایط تنش بعد از نیام‌دهی، می‌تواند در اصلاح گیاه سویا جهت دسـتیابی بـه عملکرد قابل قبول در شرایط کمبود رطوبـت مـوثر باشند.

سپاسگزاری

از کلیه اساتید محترم دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی و کلیه عزیزان مستقر در آزمایشگاه ژنتیک و به‌نژادی که اینجانب را در اجرای این طرح یاری نمودند، نهایت تشکر را دارم.

منابع مورد استفاده

Agricultural statistics of the Ministry of Jihad Agriculture, 2020. Planning and Economic Deputy, Bureau of Statistics and Information Technology.

Ahmadi A. 2013. Investigating grain yield relationships of wheat genotypes and its components through causality analysis. The first national electronic conference of agriculture, Bishdar, Mehr Institute of Higher Education, Tehran, 10 Bahman 2013. (In Persian).

Ahmadi K, Ghalizadeh H, Abadzadeh H, Hosseinpour R, Abdshah E, Kazimian A and Rafiee M. 2017. Agricultural Statistics. Vol.1. Ministry of Jihad-e-Agriculture Department of Planning and Economics, Information and Communication Technology Center. 420p. (In Persian).

Arab Khadari M and Kamali K. 2017. Bondsar, Traditional Soil Conservation Methods. Agricultural Research, Training and Promotion Organization. 70 p. [In Persian]

Azadbakht L, shakerhosseini R, Atabak S, jamshidian M, Mehrabi Y and Emillzadeh A. 2003. Beneficiary effect of dietary soy protein on lowering plasma levels of lipid and improving kidney function in type II diabetes with nephropathy. European Journal of Clinical Nutrition. 57(10): 1292-1294.

Behtari B, Dabagh-Mohammadi Nasab A, Ghasemi-Golezani K, ZehtabSalmasi S and Tourchi M. 2008. Effects of water deficit stress on yield and yield components of two soybean varieties (*Glycine max* L.). Journal of Agricultural Science and Sustainable Production. 18(3): 125-135.

Bittencourt G. Freires L, Lu Y, Challco GC, Fernandes S and Coelho J. 2021. Soybean hulls as carbohydrate feedstock for medium to high-value biomolecule production in biorefineries: A review. Bioresource Technology, 339, 125594.

Bragagnolo FS, Funari CS, Ibáñez E and Cifuentes A. 2021. Metabolomics as a tool to study underused soy parts: In search of bioactive compounds. Foods, 10, 1308.

Dadres A, Samizadeh H and Sabouri H. 2015. Matching the grouping of advanced soybean cultivars and lines using micro satellite markers and drought stress tolerance indices in two regions of Rasht and Gonbadkavus. Crop Science of Iran, 47(1), 141-153. doi: 10.22059/ijfcs.2016.63599 (In Persian).

Daneshian J, Hadi H and Jonoobi P. 2009. Evaluation of the specificities of quantitative and qualitative soybean genotypes in water deficit stress condition. Iranian Journal of Agricultural Sciences. 11, 393-409 [In Persian].

Demirtas C, Yazgan S, Candogan BN, Sincik M, Büyükcangaz H and Göksoy AT. 2010. Quality and yield response of soybean (*Glycine max* L. Merrill) to drought stress in sub-humid environment. African Journal of Biotechnology, 9(41): 6873-6881.

Desclaux D, Huynh TT and Roumet P. 2000. Identification of Soybean plant characteristics that indicate the timing of drought stress. Crop echology, management and quality. Crop Science Society of America, 40: 716-722.

Fateh H, Karimpour M, Visani V, Sohrabi Y, Farhamandi H and Rahimzadeh S. 2013. The effect of drought stress and application of zinc fertilizer on seed yield and some physiological characteristics of soybean (*Glycine max* (Williams number). Plant and Biome, 3(31-2:11-93). (In Persian).

Fernandez GCI. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: Kuo, C.G. (ed.), Adaptation of Food Crops to Temperature and Water Stress. Proceedings of the international symposium on adaptation of vegetables and other food crops in temperature and water stress, Publication, Tainan, Taiwan, 13-18 Aug. Chapter 25. pp: 257-270

Food and Agriculture Organization. 2019. The impact of disasters and crises on agriculture and food security in FAO. Retrieved Feb 15, 2018, from http://www.fao.org/biodiversity.

Frederick RJ, Camp CR and Burer PJ. 2001. Drought stress effects on branch and main stem seed yield and yield components of determine Soybean. Crop ecology, production and management. Crop Science Society of America, 41: 759-763.

Gai Z, Liu J and Cai L. 2022. Foliar application of alpha-ketoglutarate plus nitrogen improves drought resistance in soybean (*Glycine max* L. Merr.). Sci Rep 12, 14421 (2022). https://doi.org/10.1038/s41598-022-18660-4

Grassini, S, Karin L, Sebastian T and Virginia DNT. 2021. Soybean, Chapter 8. In Crop Physiology Case Histories for Major Crops (eds Sadras, V. O. & Calderini, D. F.) 282–319 (Elsevier Inc., 2021).

Heidarzade, A., Esmaeili, M. A., Bahmanyar, M. A. and Abbasi, R. 2016. Response of soybean (*Glycine max*) to molybdenum and iron spray under well-watered and water deficit conditions. Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences, 4 (1): 37-46. (In Persian).

Hosseinpour A. 2012. Evaluation of relationships between agricultural traits and grain yield in barley genotypes without cover under dry conditions, Kohdasht variety, 14 (3), 263-279. (In Persian).

Hosseinpour T, Siadat A, Mamghani R, Fathie Gh and Rafiee M. 2007. Study on the grainfilling rate and grain-filling period of wheat genopyps under rainfed conditions in the Koohdasht of Lorestan. Journal of Agricultural Science and Natural Resources, 13, 66-77. (in Persian)

IPCC, 2021 Meeting Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Expert Meeting on Climate Change, Food, and Agriculture. In: Mastrandrea, M. D., et al. (Editors). World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland; pp. 68

Iqbal S, Mahmood, T. Anwar AM and Sarwar M. 2003. Path coefficient analysis in different genotypes of soybean. Pakistan Journal of Biological Science, 6(12): 1085-1087

Isaac Zadeh M, Ahmadzadeh H and Freddy Fred, A. 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)

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. (In Persian).

Kohkan H, Mohammadi A, Alishah I and Hazarjaribi I. 2015. Studying the relationship between yield and some agronomic traits of pure soybean lines using causality analysis. Agricultural Applied Research 26 (106): 29-36. (In Persian).

Kokuban M, Shimada S and Takahashi M. 2001. Flower abortion caused by parenthesis water deficit is not attributed to impairment of pollen in soybean. Crop Science, 4, 1517–1521.

Kumudini S, Hume DJ and Chu G. 2002. Genetic improvements in short season soybean, nitrogen accumulation, remobilization and partitioning. Crop Science, 24: 141-145.

Liu F, Andersen MN and Jensen CR. 2004. Root signal controls pod growth in drought-stressed soybean during the critical, abortion-sensitive phase of pod development. Field Crop Research, 85: 159-166

Liu Y, 2004. Physiological regulation of pod set in soybean (*Glycine max* L. Merr.) during drought at early reproductive stages. Ph.D. Dissertation. Department of Agricultural Sciences. The Royal Veterinary and Agricultural University. Copenhagen. Denmark.

Manavalan LP, Guttikonda SKL, Tran SP and Nguyen HT 2009. Physiological and molecular approaches to improve drought resistance in soybean. Plant Cell Physiology, 50: 7.1260-1276

Masoudi B, Bihamta MR, Babaei HR and Peyghambarei SA. 2008. Evaluation of relationship between grain yield and biologic yield and other effective traits in soybean using path analysis. Iranian Journal of Crop Sciences, 39(1): 177-187

Masoudi B, Bihamta MR, Babai HR and Peighambari SA. 2009. Evaluation of genetic variation for agronomic, morphological and phonological traits in soybean. Seed and plant, 24(3): 413-427 (In Persian).

Molazadeh M. 2012. Comprehensive Reference of Crops. Volume II. Agricultural Research, Education and Extension Organization. 120P. (In Persian).

Mirakhori, M., Paknejad, F., Moradi, F., Ardakani, M., Zahedi, H. and Nazeri, P. 2009. Effect of Drought Stress and Methanol on Yield and Yield Components of Soybean (*Glycine Max* L. 17). American Journal of Biochemistry and Biotechnology, 5 (4): 162-169. (In Persian).

Namdari M and Mahmudi S. 2013. Evaluation of grain yield and yield components in intercropping of dwarf and tall cultivars of soybean (*Glycine max* L.). Iranin Lahti Crop Science, 15(1): 1-11 (In Persian).

Nawabpour S, Hazarjaribi I and Mazandarani A. 2017. Investigating the effect of drought stress on important agricultural traits and the amount of protein and seed oil in soybean genotypes, Environmental Stresses in Agricultural Sciences, 10 (4), 491-503. (In Persian).

Pedersen P and Lauer JG. 2004. Response of soybean yield components to management system and planting date. Agronomy Journal, 96: 1372-1381.

Ramseur EL, Que ennerry A, Wallace SU and Palmer JH. 1984. yield and yield components of " Braxton soybean " as influenced by irrigation and inter row spacing. Agronomy Journal, 76: 442-446.

Rezaei nejad A, Yazdi-samadi B, Ahmadi MR and Zeynali-Khanghah H. 2001. Evaluation of relationship of soybean yield and its components using path analysis. Water and Soil Science (Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources). 5(3):107-114.

Rosenberg, M. 2012. Effects of drought stress on soybean production. Agronomy, 1-3.

Sadeghzadeh Ahari D., Hassandokht M.R., Kashi A.K., Amri A., Alizadeh Kh. 2013. Selection for drought tolerance in some Iranian fenugreek landraces. Journal of Iranian Horticultural Science and Technology, 11 (2): 111-132. (In Persian).

Sepanlo, N., Talebi, R., Rokhzadi, A. and Mohammadi, H. 2014. Morphological and physiological behavior in soybean (*Glycine max*) genotypes to drought stress mplemented at pre- and post-anthesis stages. Acta Biologica Szegediensis, 58 (2): 109-113.

Vahidi N, Qolinejad A, Mansavifar S, Ghirti Arani L and Rahimi M. 2019. The effect of water stress on yield and yield components of three soybean cultivars, Plant Production Technology, 19(1): 103-113. (In Persian).

Wright S. 1921. Correlation and causation. Journal of Agricultural Research. 20: 557- 585.

Yahyaei, S. G. R. 2007. The effect of irrigation regimes on yield and grain yield components of limited growth and unlimited growth soybean cultivars. Agricultural and natural sciences. 124-134:5(14) (In Persian).

Yunesi hamze khanlu A, Izadi A, Piruli DN, Halajian BMT and Majdabadi A. 2010. Study of Relationship between Some Agro morphological Traits with Yield in M7 Generation of Soybean Mutant lines Irradiated by Gamma Ray. Journal of Crop Breeding, 2(5): 30-46 (In Persian).

Zare Bayati A, Khodarahmi M and Mustafavi Kh. 2017. Investigation of relationships between traits and causality analysis of grain yield of winter wheat cultivars under normal conditions and drought stress. Scientific Research Journal of Agriculture and Plant Breeding, 13(4): 85-95. (In Persian).