Archive of SID

اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم سویا

مسلم عبدی‌پور[۱]، عبدالحمید رضائی[۲]، سعدالله هوشمند[۳] و فایز رئیسی[۴]

چکیده

به‌منظور بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام سویا، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه‌ی کاملاً تصادفی با ۴ تکرار در سال ۱۳۸۴ در گلخانه‌ی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد اجرا شد. عوامل آزمایشی شامل: سه رقم سویا به نام‌های HutcheSon، Brim و Stonewall و سطوح تنش خشکی شامل: شاهد، ۵۰ و ۲۵ درصد آب قابل استفاده (S_1 و S_2) بودند. تیمار تنش خشکی، عملکرد دانه در ساقه اصلی را کاهش نداد، ولی عملکرد دانه در ساقه‌های فرعی را به شدت کاهش داد. بیشترین مقادیر عملکرد دانه در ساقه‌ی اصلی و سهم عملکرد دانه ساقه‌ی اصلی در عملکرد کل دانه به ترتیب برای تیمارهای S_2 (۶/۵۳ گرم و ۶۵/۲۳ درصد)، S_1 (۶/۲۱ گرم و ۴۴/۲۳ درصد) و شاهد (۵/۹۸ گرم و ۳۶/۰۴ درصد) به‌دست آمد. بیشترین مقادیر عملکرد دانه در ساقه‌های فرعی و سهم عملکرد دانه‌ی ساقه‌های فرعی در عملکرد کل دانه به‌ترتیب برای تیمارهای شاهد (۱۰/۶۱ گرم و ۶۳/۹۵ درصد)، S_1 (۷/۸۳ گرم و ۵۵/۷۶ درصد) و S_2 (۳/۴۸ گرم و ۳۴/۷۶ درصد) به‌دست آمد. تعداد دانه در ساقه‌های فرعی همبستگی معنی‌داری ($p<0/01$) با عملکرد دانه در ساقه‌های فرعی، عملکرد کل دانه، طول و تعداد ساقه‌های فرعی نشان داد.

واژگان کلیدی: تنش خشکی، ساقه‌های اصلی و فرعی، سویا، عملکرد.

۱- فرهیخته کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد و عضو باشگاه پژوهشگران جوان واحد گچساران (نگارنده‌ی مسئول)
mabdipur@yahoo.com
۲- استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان (اصفهان)
۳- استادیار گروه اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد
۴- دانشیار گروه خاک شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد

تاریخ دریافت: ۸۸/۸/۱۶
تاریخ پذیرش: ۸۹/۷/۱۶

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

کشور ایران با متوسط نزولات آسمانی ۲۴۰ میلی‌متر در زمره‌ی مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان طبقه‌بندی می‌گردد (۱). ویژگی‌های خاص مناطق نیمه‌خشک از جمله میزان کم نزولات آسمانی، پراکنش نامنظم آن و دمای بالا در این مناطق سبب شده است تا آب، به عنوان اولین عامل محدود کننده‌ی تولید سویا در این مناطق معرفی گردد (۱۴). لذا، افزایش عملکرد سویا مستلزم تولید ارقام متحمل و سازگار با شرایط اقلیمی خشک یا کم آب ایران می‌باشد. در این راستا بررسی و تعیین دقیق روند تأثیر تنش خشکی بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد ساقه‌ی اصلی و فرعی سویا می‌تواند نقش بسیار مهمی در اصلاح ارقام متحمل به خشکی داشته باشد. ارقام رشد محدود سویا بیشتر جزو گروه‌های رسیدگی ۵ تا ۱۰ بوده، که در این میان سویاهای رشد محدود متعلق به گروه‌های رسیدگی ۵ تا ۷ بسته به نواحی و همچنین، شرایط آب و هوایی شانس موفقیت بیشتری در ایران دارند (۲). بر خلاف ارقام رشد نامحدود سویا که عملکرد کل در آنها عمدتاً ناشی از عملکرد دانه در ساقه اصلی است و عملکرد دانه در ساقه‌های فرعی نقش ناچیزی در عملکرد کل دارد، در ارقام رشد محدود سویا عملکرد کل شامل مجموع عملکرد دانه در ساقه‌ی اصلی و ساقه‌های فرعی است (۴). اهمّیت بالای ساقه‌های فرعی در سویاهای رشد محدود بدین دلیل است که در مقایسه با ساقه‌ی اصلی سهم بیشتری در تولید عملکرد کل دارند و عملکرد دانه‌ی سویا در وهله‌ی اول به‌وسیله‌ی عملکرد دانه در ساقه‌های فرعی تعیین می‌شود (۴، ۸ و۱۲). نتایج تحقیقات در رقم رشد محدود Braxton نشان داده است که قسمت عمده‌ی عملکرد دانه از ساقه‌های فرعی منشعب از گره‌های پایین ساقه‌ی اصلی حاصل می‌شود و افزایش عملکرد دانه در اثر آبیاری به دلیل افزایش تعداد و وزن دانه در هر دو بخش ساقه‌ی اصلی و ساقه‌های فرعی است (۱۶ و ۱۷). سهم ساقه‌های فرعی در عملکرد نهایی دانه نه تنها در سویاهای رشد محدود بلکه در سایر بقولات با عادت رشدی محدود همچون لوبیا از اهمّیت بالایی برخوردار است (۱۶ و ۱۷).

بررسی مراحل رشد و نموی سویای رشد محدود نشان داده است که ساقه‌های فرعی، عمدتاً در طول مراحل رشدی V_2 تا V_6 از گره‌های ساقه‌ی اصلی منشعب می‌شوند (۱۰). با این وجود اغلب رشد رویشی ساقه‌های فرعی بین مراحل رشدی R_1 (شروع گلدهی در ساقه‌ی اصلی) و R_5 (شروع پر شدن دانه) شکل می‌گیرد (۶، ۹ و ۱۲). گزارش شده است که آبیاری در تمام فصل و شروع آبیاری در آغاز گلدهی تأثیر مشابهی روی عملکرد دانه دارد (۱۶ و ۱۷). وضعیت‌های رشدی نامطلوب مانند کشت دیرهنگام و کمبود رطوبت می‌تواند عملکرد دانه‌ی سویا را ابتدا در اثر کاهش رشد رویشی ساقه‌های فرعی و نهایتاً عملکرد دانه در ساقه‌های فرعی به شدت کاهش دهد (۸، ۱۱ و ۱۲). بنابراین، به نظر می‌رسد تنش‌هایی که سرعت رشد گیاه را بین مراحل R_1 و R_5 کاهش می‌دهند، منجر به بیشترین کاهش در عملکرد دانه می‌شوند (۷ و ۱۲). مطالب فوق نشان می‌دهد که عملکرد بذر

www.SID.ir

Archive of SID

ساقه‌های فرعی در ارقام رشد محدود سویا به بهبود رشد رویشی ساقه‌های فرعی که در طول مراحل گلدهی و غلاف‌دهی صورت می‌گیرد، بستگی دارد. در رابطه با اثرات تنش خشکی بر رشد ساقه‌های فرعی و عملکرد دانه‌ی ساقه‌های فرعی یا نحوه‌ی تأثیر تنش خشکی بر توزیع عملکرد دانه بین ساقه‌ی اصلی و ساقه‌های فرعی، مطالعات نسبتاً کمی صورت گرفته است. نتایج حاصل از یک تحقیق در مورد ارقام رشد محدود و نامحدود سویا نشان داد که در رقم رشد محدود Enrei نسبت غلاف‌دهی در شاخه‌های جانبی حساسیت بالایی به تنش خشکی نشان داده، در حالی‌که نسبت غلاف‌دهی در ساقه‌ی اصلی در شرایط تنش تقریباً ثابت مانده است (۱۵). محققان دیگر نیز در مطالعات مزرعه‌ای خود بر ارقام رشد محدود سویا با تأیید مطالب فوق گزارش نموده‌اند که تنش خشکی اثری بر کاهش عملکرد دانه در ساقه‌ی اصلی نداشته و سهم عملکرد دانه در ساقه‌ی اصلی در عملکرد کل دانه در شرایط آبیاری در دو سال متوالی به ترتیب ۳۸/۵ و ۲۹/۵ درصد و در شرایط تنش ۶۸/۱ و ۴۲/۹ درصد بوده است، اما تنش خشکی عملکرد دانه در ساقه‌های فرعی را به شکل معنی‌داری کاهش داده است، بدین نحو که سهم عملکرد دانه در ساقه‌های فرعی در عملکرد کل دانه در شرایط آبیاری در دو سال متوالی به ترتیب ۶۱/۵ و ۷۰/۵ درصد و در شرایط تنش ۳۱/۹ و ۵۷/۱ درصد بوده است (۱۲).

نتایج یک تحقیق در لوبیای رشد محدود نیز نشان داد که وزن خشک ساقه‌های فرعی به میزان ۴۳ درصد در مقایسه با ۱۶/۹ درصد ساقه‌ی اصلی و سطح برگ در ساقه‌های فرعی به میزان ۶۰/۱ درصد در مقایسه با ۱۰/۴ درصد در ساقه‌ی اصلی کاهش یافته است که تأثیر نهایی آن موجب کاهش ۸۰/۲ درصد عملکرد دانه و ۲۵/۷ درصد شاخص برداشت شده است (۳). با توجه به مطالب فوق می‌توان گفت تنش خشکی بین مراحل شروع گلدهی و ابتدای پر شدن دانه از طریق کاهش رشد رویشی ساقه‌های فرعی، اثر بزرگ‌تری بر عملکرد دانه‌ی ساقه‌های فرعی در مقایسه با عملکرد دانه‌ی ساقه‌ی اصلی دارد و افزایش عملکرد دانه ساقه‌های فرعی و در نتیجه عملکرد کل دانه در ارقام رشد محدود سویا به بهبود رشد رویشی ساقه‌های فرعی در مراحل فوق بستگی دارد. لذا، هدف از این مطالعه بررسی تأثیر تنش خشکی بر رشد رویشی ساقه‌های فرعی و عملکرد دانه‌ی ساقه‌ی اصلی و ساقه‌های فرعی و همچنین بررسی روند تأثیر تنش خشکی بر توزیع عملکرد دانه و اجزای عملکرد دانه بین ساقه‌ی اصلی و ساقه‌های فرعی سه رقم سویا بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۸۴ به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه‌ی کاملاً تصادفی در ۴ تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد اجرا شد. عوامل آزمایشی عبارت از: ۳ رقم سویا به نام‌های HutcheSon، Brim و Stonewall (به‌ترتیب با گروه‌های رسیدگی V، VI و VII) و سطوح تنش خشکی شامل: شاهد، ۵۰ و ۲۵ درصد آب قابل استفاده (S_1 و S_2) بودند. تجزیه‌ی فیزیکی و شیمیایی خاک آزمایش در جدول ۱ ارایه شده است. به منظور

www.SID.ir

Archive of SID

تعیین نقاط رطوبتی خاک، نمونه‌هایی از آن تهیه و منحنی رطوبتی خاک شامل ۵ فشار مختلف با استفاده از دستگاه صفحات فشاری[۱] در آزمایشگاه خاک‌شناسی تعیین شد (شکل ۱). از آن‌جایی که ترسیم منحنی رطوبتی خاک بر اساس رطوبت حجمی بود، بنابراین به منظور استفاده از منحنی رطوبتی در اعمال تنش، رطوبت حجمی به رطوبت وزنی تبدیل شده و با استفاده از رطوبت وزنی به‌دست آمده در فشارهای مختلف و از طریق توزین دقیق گلدان‌ها با ترازوی دیجیتالی تنش خشکی در سطوح مورد نظر اعمال گردید. به منظور کاشت بذور از گلدان‌های پلاستیکی ۱۸ کیلوگرمی استفاده شد. بدین منظور در ابتدا گلدان‌ها به‌طور یکسان از خاک پر شدند، سپس با توجه به منحنی رطوبتی تعیین شده، آب مورد نیاز جهت اشباع گلدان‌ها تعیین و گلدان‌ها از آب اشباع شدند. پس از رسیدن به حالت ظرفیت زراعی[۲] سه عدد بذر آغشته شده با باکتری مخصوص سویا[۳] در مرکز هر گلدان کاشته شد، که در نهایت پس از اطمینان از سبز شدن بذور، یک بوته در هر گلدان نگه داشته شد. اعمال تنش از مرحله‌ی چهار برگی شروع شد. در تیمار شاهد، آبیاری به‌صورت معمول از ابتدا تا زمان برداشت انجام گردید. برای سایر سطوح تنش (S_1 و S_2)، گلدان‌های تحت تنش پس از رسیدن به ۵۰ یا ۲۵ درصد آب قابل استفاده که از طریق منحنی رطوبتی و با توزین گلدان‌ها تعیین می‌شد، آبیاری می‌شدند. صفات تعداد و طول ساقه‌های فرعی در مراحل رشدی R_1 و R_5 تعیین گردید (توضیح اینکه رشد رویشی ساقه‌های فرعی تقریباً ۱۳ روز بعد از مرحله‌ی رشدی R_5 به اتمام رسید). در پایان فصل، بخش‌های مختلف هر گیاه (شامل اجزای عملکرد ساقه‌ی اصلی و ساقه‌های فرعی) به‌طور جداگانه برداشت و به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۲ درجه‌ی سانتی‌گراد قرار داده شد و سپس وزن آنها با دقت ۰/۰۱ گرم توزین گردید. به‌منظور تعیین شاخص برداشت ساقه‌ی اصلی و ساقه‌های فرعی، عملکرد دانه هر بخش بر عملکرد بیولوژیک همان بخش تقسیم شد. محاسبات آماری با استفاده از نرم افزار آماری SAS (۱۸) و مقایسه میانگین‌ها با آزمون حداقل معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ انجام شد. همبستگی بین صفات نیز با استفاده از نرم افزار آماری SPSS تعیین گردید.

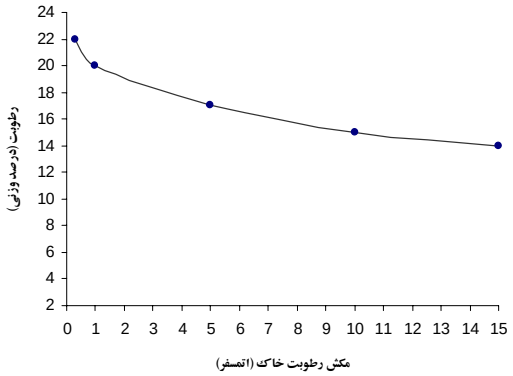
جدول ۱- تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک

تجزیه‌ی فیزیکی	
Sand%	۲۲/۸
Silt%	۵۲/۶
Clay%	۲۴/۵
بافت خاک	سیلتی لوم
درصد آب قابل دسترس	۱۷/۴
تجزیه‌ی شیمیایی	
pH	۷/۸
E.C (dSm^{-1})	۰/۴۶
N%	۰/۱۸
P%	۰/۲۵
K%	۰/۳۶

۱- Pressure Plate
۲- Field Capacity
۳- *Bradyrhizobium Japonicum*

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- منحنی رطوبتی خاک آزمایش

نتایج و بحث

ساقه اصلی

نتایج تجزیه واریانس تفاوت معنی‌داری را در بین ارقام، سطوح تنش خشکی و اثر متقابل رقم در خشکی در مورد کلیه‌ی اجزای عملکرد ساقه‌ی اصلی نشان داد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثرات متقابل تعداد غلاف، تعداد دانه، وزن دانه و شاخص برداشت ساقه‌ی اصلی برای ۳ رقم سویا در سطوح تنش خشکی در جدول ۳ آورده شده است، این نتایج نشان‌دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار اثر متقابل رقم در خشکی برای کلیه‌ی صفات مورد بررسی و برتری رقم HutcheSon نسبت به ارقام Brim و Stonewall در تمام سطوح تنش خشکی است. مقایسه میانگین تعداد غلاف، تعداد دانه و عملکرد دانه در ساقه‌ی اصلی در سطوح مختلف تنش خشکی نشان داد، تنش خشکی نه تنها کاهش معنی‌داری در صفات فوق نداشته بلکه افزایش معنی‌داری نیز نسبت به شاهد در سطح S_1 و S_2 از تنش خشکی داشته و عملکرد دانه در ساقه‌ی اصلی در سویاهای رشد یافته در سطح S_1 و S_2 تنش خشکی به ترتیب ۳/۷ و ۸/۴۲ درصد نسبت به شاهد افزایش داشته است (جدول ۴).

روند صعودی اجزای عملکرد ساقه‌ی اصلی ممکن است به دلیل اختصاص بخشی از مواد ذخیره‌ای مربوط به رشد و نمو ساقه‌های فرعی به اجزای عملکرد ساقه‌ی اصلی و کاهش قدرت رقابت ساقه‌های فرعی با ساقه‌ی اصلی برای جذب مواد غذایی باشد. نتایج تحقیق دیگری در این مورد نشان داده است که عملکرد دانه‌ی ساقه‌ی اصلی در شرایط تنش نسبت به شاهد افزایش یافته ولی این افزایش معنی‌دار نبوده است (۱۲). با توجه به افزایش صفات فوق در سطح S_2 نسبت به سطح S_1 تنش خشکی، معنی‌دار نبودن این افزایش در مطالعه‌ی محققان فوق ممکن است به دلیل شدت تنش اعمال شده باشد. سهم عملکرد دانه‌ی ساقه‌ی اصلی در عملکرد کل دانه برای سویای شاهد، حداقل (۳۶/۰۴٪) و برای سویای رشد یافته در سطح S_2 از تنش خشکی حداکثر (۶۵/۲۳٪) بود (جدول ۵). نتایج فوق نشان داد که سهم عملکرد دانه‌ی ساقه‌ی اصلی در عملکرد کل دانه در شرایط تنش خشکی نسبت به شرایط عدم تنش بیشتر شده است. ضمن این‌که نسبت عملکرد دانه‌ی ساقه‌ی اصلی به عملکرد ساقه‌های فرعی در تیمار شاهد حداقل (۰/۵۶) و در تیمار S_2 در حداکثر مقدار (۱/۸۷) بوده است (جدول ۵). این نتایج نشان‌دهنده‌ی روند صعودی سهم عملکرد دانه‌ی ساقه‌ی اصلی در عملکرد کل و روند نزولی عملکرد برای ساقه‌های فرعی در مقایسه با ساقه‌ی اصلی در شرایط تنش است. شاخص برداشت ساقه‌ی اصلی برای سویای شاهد حداقل (۱۹/۶) و برای سویای رشد یافته در سطح S_2 از تنش خشکی حداکثر (۲۵/۶) بود (جدول ۵). این نتایج نشان می‌دهد که شاخص

www.SID.ir

Archive of SID

برداشت و سهم عملکرد دانه در ساقه‌ی اصلی با تنش خشکی افزایش می‌یابد. مطابق با نتایج فوق گزارش شده است که سهم عملکرد دانه‌ی ساقه‌ی اصلی در عملکرد کل و شاخص برداشت ساقه‌ی اصلی در شرایط تنش افزایش یافته است (۱۲). به نظر می‌رسد افزایش عملکرد دانه‌ی ساقه‌ی اصلی در عملکرد کل دانه در شرایط تنش خشکی بدین دلیل است که در شرایط تنش، به‌خصوص در مراحل R_1 تا R_5 در پی کاهش شدید رشد رویشی ساقه‌های فرعی، انرژی مورد نیاز جهت رشد ساقه‌های فرعی نیز به انرژی ذخیره‌ای گیاه اضافه شده و ساقه‌ی اصلی با توجه به دوره‌ی گلدهی و غلاف‌دهی طولانی‌تر نسبت به ساقه‌های فرعی سهم بیشتری از عملکرد کل دانه را به خود اختصاص می‌دهد. محاسبه‌ی ضرایب همبستگی نشان داد تعداد دانه در ساقه‌ی اصلی همبستگی بالایی با عملکرد دانه در ساقه‌ی اصلی ($p<۰/۰۱$ و $r=۰/۹۶۱$) و عملکرد کل دانه ($p<۰/۰۵$ و $r=۰/۸۹۷$) دارد (جدول ۶). این رابطه‌ی نزدیک نقش مهم‌تر تعداد دانه در ساقه‌ی اصلی را در عملکرد کل دانه در مقایسه با سایر اجزای عملکرد ساقه‌ی اصلی نشان می‌دهد (۱۲). اگرچه ضرایب همبستگی بین تعداد دانه در ساقه‌ی اصلی و عملکرد دانه در ساقه‌ی اصلی با عملکرد کل دانه مثبت و معنی‌دار بود، اما این همبستگی در مورد تعداد غلاف و وزن غلاف در ساقه‌ی اصلی معنی‌دار نبود. به هر حال برآورد ضرایب همبستگی بین عملکرد دانه در ساقه‌ی اصلی و اجزای عملکرد ساقه‌ی اصلی با طول ساقه‌های فرعی یک همبستگی منفی اما غیر معنی‌دار بوده است. این در حالی است که همبستگی عملکرد کل دانه و طول ساقه‌های فرعی مثبت و معنی‌دار ($p<۰/۰۵$ و $r=۰/۹۱۳$) بود (جدول ۶). در میان اجزای عملکرد ساقه‌ی اصلی، تنها تعداد دانه در ساقه‌ی اصلی همبستگی مثبتی با وزن ۱۰۰ دانه داشت، این موضوع بار دیگر اهمیت تعداد دانه در ساقه‌ی اصلی را در عملکرد دانه نشان می‌دهد.

جدول ۲- تجزیه واریانس اجزای عملکرد ساقه‌ی اصلی ۳ رقم سویا در سطوح تنش خشکی

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد غلاف	تعداد دانه	وزن غلاف	وزن دانه	وزن ۱۰۰ دانه	شاخص برداشت
رقم	۲	۱۵۵/۷۵**	۱۴۲/۴۲**	۴۵/۷۳**	۳۴/۷۳**	۹۸/۲۵**	۹/۱۴**
خشکی	۲	۱۶/۶۰*	۱۰۲/۰۷**	۷/۶۰*	۱۴/۹۴**	۷۱/۷۴**	۶/۷۲**
رقم × خشکی	۴	۱۵/۹۸*	۴۰/۱۸*	۷/۰۳*	۱۰/۰۵*	۳۱/۲۵**	۶/۷۰**
خطا	۲۷	۴/۵۴۴	۱۰/۷۸۵	۱/۹۳۷	۳/۶۸۹	۵/۶۸۶	۰/۸۲۲
ضریب تغییرات (٪)		۴/۷۷	۷/۵۲	۱۳/۲۳	۱۰/۱۲	۶/۴۲	۲/۲۵

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل تعداد غلاف، تعداد دانه، وزن دانه و شاخص برداشت ساقه اصلی ۳ رقم سویا در سطوح تنش خشکی

رقم	سطح تنش	تعداد غلاف در ساقه اصلی	تعداد دانه در ساقه اصلی	وزن دانه در ساقه اصلی	شاخص برداشت ساقه اصلی (٪)
Brim	شاهد	۱۳/۳	۴۲/۲۸	۵/۴۴	۱۷/۷
	S_1	۱۴	۴۴/۵۳	۵/۵۸	۲۰/۸
	S_2	۱۵	۴۶/۲۹	۵/۹۷	۲۳/۱
HutcheSon	شاهد	۱۹/۴	۶۳/۶	۶/۷	۲۲/۱
	S_1	۲۲/۱	۶۷/۲	۶/۹۴	۲۳/۰۹
	S_2	۲۲/۹	۷۰	۷/۲۸	۲۹/۲
Stonewall	شاهد	۱۵/۶۶	۴۹/۲۲	۵/۸	۱۹
	S_1	۱۶/۴	۵۲/۱	۶/۱۱	۲۱/۲۱
	S_2	۱۷	۵۵/۱	۶/۳۴	۲۴/۵
LSD (5%)		۲/۲۱۱۲	۶/۰۰۵۲	۱/۰۱	۲/۱۳۴۱

جدول ۴- مقایسه میانگین تعداد غلاف، تعداد دانه و عملکرد دانه در ساقه‌ی اصلی ۳ رقم سویا در سطوح تنش خشکی

سطح تنش	تعداد غلاف در ساقه اصلی	تعداد دانه در ساقه اصلی	عملکرد دانه در ساقه اصلی (گرم)
شاهد	۱۶/۱۲	۵۱/۷۰	۵/۹۸
S_1	۱۷/۵۰	۵۴/۶۱	۶/۲۱
S_2	۱۸/۳۰	۵۷/۱۳	۶/۵۳
LSD (5%)	۲/۵۳۴۷	۱/۰۱۲۴	۱/۵۴۲۶

جدول ۵- مقایسه میانگین سهم عملکرد ساقه‌ی اصلی در عملکرد کل، نسبت عملکرد ساقه‌ی اصلی به عملکرد ساقه‌های فرعی و شاخص برداشت ساقه‌ی اصلی ۳ رقم سویا در سطوح تنش خشکی

سطح تنش	سهم عملکرد ساقه اصلی در **عملکرد کل** (درصد)	نسبت عملکرد ساقه اصلی به **عملکرد ساقه‌های فرعی** (درصد)	شاخص برداشت ساقه اصلی (درصد)
شاهد	۳۶/۰۴	۰/۵۶	۱۹/۶۰
S_1	۴۴/۲۳	۰/۷۹	۲۱/۷۰
S_2	۶۵/۲۳	۱/۸۷	۲۵/۶۰
LSD (5%)	۳/۲۱۴۷	۰/۱۲۱	۱/۹۰۱۲

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۶- ضرایب همبستگی اجزای عملکرد ساقه اصلی با عملکرد کل دانه و طول ساقه‌های فرعی

صفات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
۱ تعداد غلاف در ساقه اصلی	۱						
۲ تعداد دانه در ساقه اصلی	۰/۹۲۱**	۱					
۳ وزن غلاف در ساقه اصلی	۰/۹۰۳*	۰/۹۱۰*	۱				
۴ عملکرد دانه ساقه اصلی	۰/۸۹۱*	۰/۹۶۱**	۰/۸۹۲*	۱			
۵ عملکرد کل دانه	۰/۸۰۱ns	۰/۸۹۷*	۰/۸۱۴ns	۰/۸۹۱*	۱		
۶ طول ساقه‌های فرعی	-۰/۸۳۵ns	-۰/۷۶۱ns	۰/۸۹۱*	-۰/۶۷۸ns	۰/۹۱۳*	۱	
۷ وزن ۱۰۰ دانه	۰/۸۳۰n.S	۰/۸۸۲*	۰/۸۱۴ns	۰/۸۲۰ns	۰/۸۹۷*	۰/۹۱۲*	۱

ns ، *, ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

ساقه‌های فرعی

نتایج تجزیه واریانس اجزای عملکرد ساقه‌های فرعی در جدول ۷ آورده شده است. نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل تعداد غلاف، تعداد دانه، وزن دانه، تعداد، طول و شاخص برداشت ساقه‌های فرعی برای ۳ رقم سویا در سطوح تنش خشکی، تفاوت معنی‌دار اثر متقابل رقم در سطوح تنش را برای صفات مورد بررسی نشان می‌دهد (جدول ۸)، در این جدول برتری رقم HutcheSon نسبت به ارقام Brim و Stonewall در تمام سطوح تنش خشکی قابل مشاهده است. کلیه‌ی اجزای عملکرد ساقه‌های فرعی به‌جز شاخص برداشت، تفاوت معنی‌داری را برای ارقام، سطوح تنش خشکی و اثر متقابل رقم در خشکی نشان دادند (جدول ۹). در مقایسه با ساقه‌ی اصلی، تنش خشکی اثر شدیدتری در کاهش تعداد غلاف و دانه در ساقه‌های فرعی داشته که تأثیر نهایی آن را می‌توان در عملکرد دانه در ساقه‌های فرعی مشاهده نمود (جدول ۹). عملکرد دانه‌ی ساقه‌های فرعی در سطوح S_1 و S_2 تنش خشکی در مقایسه با شاهد به ترتیب ۲۶/۲۰ و ۶۷/۲۰ درصد کاهش داشته، که این کاهش تأثیر شدید تنش خشکی را بر عملکرد دانه در ساقه‌های فرعی نشان می‌دهد (جدول ۹). نتایج فوق با گزارش‌های سایر محققان مبنی بر حساسیت بالای اجزای عملکرد ساقه‌های فرعی سویا و سایر بقولات با عادت رشدی محدود به تنش خشکی مطابقت دارد (۳، ۱۲، ۱۶ و ۱۷). سهم عملکرد دانه‌ی ساقه‌های فرعی در عملکرد کل، کاملاً مخالف آنچه بود که برای عملکرد دانه‌ی ساقه‌ی اصلی مشاهده شد (جدول ۱۰). سهم عملکرد دانه‌ی ساقه‌های فرعی در عملکرد کل دانه برای سویای شاهد حداکثر (۶۳/۹۵٪) و برای سویای رشد یافته در سطح S_2 از تنش خشکی حداقل (۳۴/۷۶٪) بود (جدول ۱۰).

www.SID.ir

Archive of SID

نسبت عملکرد ساقه‌های فرعی به عملکرد ساقه‌ی اصلی نیز در تیمار شاهد حداکثر (۱/۷۸) و در تیمار S_2 از تنش خشکی حداقل (۰/۵۳) بود (جدول ۱۰). این نتایج نشان داد سهم عملکرد ساقه‌های فرعی در عملکرد کل دانه در شرایط تنش بر خلاف ساقه‌ی اصلی، روند کاملاً نزولی داشت. شاخص برداشت ساقه‌های فرعی در سطوح مختلف تنش خشکی تحت تأثیر تنش قرار نگرفت و از این حیث تفاوت معنی‌داری با شاهد مشاهده نگردید (جدول ۱۰). محققان دیگر نیز نتایج مشابهی در این زمینه داشته و گزارش دادند که معنی‌دار نشدن شاخص برداشت ساقه‌های فرعی در سطوح مختلف تنش خشکی ناشی از این نکته است که کاهش رشد رویشی و زایشی ساقه‌های فرعی در اثر تنش خشکی منجر به کاهش مشابه وزن خشک ساقه و عملکرد دانه در ساقه‌های فرعی شده و نسبت عملکرد اقتصادی به عملکرد بیولوژیک ساقه‌های فرعی (شاخص برداشت ساقه‌های فرعی) تقریباً ثابت می‌ماند (۱۲). این نتایج نشان می‌دهد که عملکرد دانه‌ی ساقه‌های فرعی در شرایط نامطلوب رشد به دلیل کاهش شدید رشد رویشی ساقه‌های فرعی بیش از عملکرد دانه در ساقه اصلی حساس است (۵، ۷ و ۱۲).

بررسی تأثیر تنش خشکی بر ساقه‌های فرعی نشان داد بیشترین آسیب ناشی از تنش خشکی مربوط به تعداد غلاف در ساقه‌های فرعی با متوسط ۴۶/۷۲ درصد کاهش نسبت به شاهد بوده است که این میزان کاهش می‌تواند ناشی از کاهش شدید در تعداد و طول ساقه‌های فرعی (به‌ترتیب با ۳۶/۱۲ و ۴۱/۶۱ درصد کاهش نسبت به شاهد) باشد. به هرحال، با وجود کاهش شدید عملکرد دانه‌ی ساقه‌های فرعی در اثر تنش خشکی، در مجموع این بخش سهم بالاتری از عملکرد کل دانه (۵۴٪) را نسبت به ساقه‌ی اصلی به خود اختصاص داد. تعداد دانه در ساقه‌های فرعی همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه در ساقه‌های فرعی ($p<0/01$ و $r=0/991$) و عملکرد کل دانه ($p<0/01$ و $r=0/984$) نشان داد (جدول ۱۱). این نتایج نشان می‌دهد که عملکرد دانه‌ی سویا بستگی زیادی به تعداد دانه در هر گیاه داشته و افزایش تعداد دانه نقش مهم‌تری در مقایسه با سایر اجزای عملکرد ساقه‌های فرعی در افزایش عملکرد کل دانه خواهد داشت (۱۲ و ۱۳). اجزای عملکرد ساقه‌های فرعی ضمن داشتن همبستگی بالا با یکدیگر، همبستگی مثبت و معنی‌داری را با تعداد و طول ساقه‌های فرعی نشان دادند (جدول ۱۱). این تعامل بین نمو رویشی و زایشی ساقه‌های فرعی، نتایج حاصله از شاخص‌های برداشت را برای سطوح مختلف تنش در این آزمایش تأیید می‌کند (جدول ۱۰). به هر حال، همبستگی اجزای عملکرد ساقه‌های فرعی با طول ساقه‌های فرعی نسبت به تعداد ساقه‌های فرعی بیشتر بوده و در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شده است (جدول ۱۱). این نتایج نشان می‌دهد که نقش طول ساقه‌های فرعی در مقایسه با تعداد ساقه‌های فرعی در تعیین عملکرد دانه در ساقه‌های فرعی مهم‌تر است. این در حالی است که طول ساقه‌های فرعی با ۴۱/۶۱ درصد کاهش نسبت

www.SID.ir

Archive of SID

به تعداد ساقه‌های فرعی با ۳۶/۱۲ درصد کاهش، بیشتر تحت تأثیر تنش خشکی کاهش یافته است. این‌که چرا طول ساقه‌های فرعی در ارقام رشد محدود سویا به تنش خشکی حساس‌تر بوده و سهم بیشتری در عملکرد دانه ساقه‌های فرعی داشته، درک نشده است. ضرایب همبستگی وزن ۱۰۰ دانه با تمامی اجزای عملکرد ساقه‌های فرعی و همچنین تعداد و طول ساقه‌های فرعی در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. این نتایج اهمیت بالای تعداد و طول ساقه‌های فرعی را در افزایش اجزای عملکرد ساقه‌های فرعی و به دنبال آن افزایش در عملکرد دانه را نشان می‌دهد.

جدول ۷- تجزیه واریانس اجزای عملکرد ساقه‌های فرعی ۳ رقم سویا در سطوح تنش خشکی

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد غلاف	تعداد دانه	وزن غلاف	وزن دانه	طول ساقه‌های فرعی	تعداد ساقه‌های فرعی	وزن ۱۰۰ دانه	شاخص برداشت
رقم	۲	۱۹۳/۳۲**	۵۵۶/۵۳**	۶۰/۹۳**	۵۴/۹۳**	۳۹۸/۴۱**	۳۵/۸۷**	۱۸/۳۷**	۳۴/۵۱**
خشکی	۲	۸۷/۸۳**	۱۴۲/۷۸**	۴۶/۹۰**	۳۴/۴۷**	۲۸۷/۴۵**	۷۷/۵۷**	۱۵/۲۴**	۱۲/۲۱
رقم × خشکی	۴	۹۱/۱۲**	۱۰۱/۳۹**	۵۲/۹۲**	۱۷/۶۳*	۱۲۶/۸۲**	۵۲/۲۳**	۱۱/۴۱**	۹/۱۱
خطا	۲۷	۱۵/۶۵۸	۲۴/۷۲۴	۱۰/۰۳۲	۴/۵۲۴	۲۹/۸۰۶	۷/۶۸۴	۲/۶۶۳	۸/۰۰۱
ضریب تغییرات (٪)		۸/۹۲	۵/۲۷	۱۱/۲۹	۱۵/۵۶	۵/۵۷	۹/۱۶	۷/۲۱	۱/۴۱

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۸- مقایسه میانگین اثرات متقابل تعداد غلاف، تعداد دانه، وزن دانه، تعداد، طول و شاخص برداشت ساقه‌های فرعی ۳ رقم سویا در سطوح تنش خشکی

رقم	سطح تنش	تعداد غلاف	تعداد دانه	وزن دانه	تعداد ساقه‌های فرعی	طول ساقه‌های فرعی	شاخص برداشت (٪)
Brim	شاهد	۲۴/۴۸	۷۰/۱۵	۸/۷۱	۸/۷۵	۶۴/۵۶	۴۳/۶
	S_1	۱۹/۴۹	۵۳/۱۳	۶/۱۱	۶/۱۳	۴۱/۴۱	۳۹/۶
	S_2	۷/۵۵	۲۵/۳۶	۲/۲	۳/۹	۳۴/۰۷	۳۸
HutcheSon	شاهد	۳۷/۳۱	۱۱۴/۲۳	۱۳/۱۲	۱۲/۲۵	۸۱/۳۱	۵۱/۳
	S_1	۲۶/۰۱	۸۰/۴	۹/۸۴	۹/۸۲	۵۲/۶۲	۴۷/۴
	S_2	۱۳/۵۱	۴۴/۱۲	۴/۸۴	۶/۰۲	۴۶/۵۱	۴۴/۳
Stonewall	شاهد	۲۸/۷۱	۹۰/۲۱	۱۰/۷۱	۹	۶۷/۸۲	۴۶/۴
	S_1	۲۲	۶۹	۷/۵۴	۷/۲۴	۴۴	۳۹/۹
	S_2	۹/۰۳	۳۲/۵۵	۳/۴۰	۵/۲۳	۳۴/۹	۴۰/۴
LSD (5%)		۲/۲۱۴۰	۷/۷۱۱۲	۱/۰۶۲۴	۰/۶۱۴۲	۷/۱۱۴۲	۲/۴۱۲۱

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۹- مقایسه میانگین تعداد غلاف، تعداد دانه، عملکرد دانه، تعداد و طول ساقه‌های فرعی در ۳ رقم سویا در سطوح تنش خشکی

سطح تنش	تعداد غلاف در ساقه‌های فرعی	تعداد دانه در ساقه‌های فرعی	عملکرد دانه در ساقه‌های فرعی (گرم)	تعداد ساقه‌های فرعی	طول ساقه‌های فرعی
شاهد	۳۰/۵۰	۹۱/۵۳	۱۰/۶۱	۱۰	۷۱/۲۳
S_1	۲۲/۵۰	۶۷/۵۱	۷/۸۳	۷/۷۳	۴۶/۰۱
S_2	۱۰/۰۳	۳۴/۰۱	۳/۴۸	۵/۰۵	۳۷/۱۶
LSD (5%)	۳/۶۷۹۷	۸/۷۱۳۴	۱/۷۱۲۵	۱/۶۹۲۸	۳/۷۵۲۴

جدول ۱۰- مقایسه میانگین سهم عملکرد ساقه‌های فرعی در عملکرد کل، نسبت عملکرد ساقه‌های فرعی به عملکرد ساقه‌ی اصلی و شاخص برداشت ساقه‌های فرعی در ۳ رقم سویا در سطوح تنش خشکی

سطح تنش	سهم عملکرد ساقه‌های فرعی در عملکرد کل (درصد)	نسبت عملکرد ساقه‌های فرعی به عملکرد ساقه اصلی (درصد)	شاخص برداشت ساقه‌های فرعی (درصد)
شاهد	۶۳/۹۵	۱/۷۸	۴۷/۱۰
S_1	۵۵/۷۶	۱/۲۶	۴۲/۳۰
S_2	۳۴/۷۶	۰/۵۳	۴۰/۹۰
LSD (5%)	۸/۳۲۱۴	۰/۰۶۵۲	۵/۲۱۴۱

جدول ۱۱- ضرایب همبستگی اجزای عملکردی ساقه‌های فرعی با عملکرد کل دانه، طول و تعداد ساقه‌های فرعی

صفات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
۱ تعداد غلاف در ساقه‌های فرعی	۱						
۲ تعداد دانه در ساقه‌های فرعی	۰/۹۳۳**	۱					
۳ عملکرد دانه ساقه‌های فرعی	۰/۹۲۴**	۰/۹۹۱**	۱				
۴ طول ساقه‌های فرعی	۰/۹۲۱**	۰/۹۳۱**	۰/۸۲۴**	۱			
۵ تعداد ساقه‌های فرعی	۰/۸۹۱*	۰/۹۴۵**	۰/۹۱۰*	۰/۸۱۲nS	۱		
۶ عملکرد کل دانه	۰/۹۲۶**	۰/۹۸۴**	۰/۹۶۴**	۰/۸۹۳*	۰/۹۱۳*	۱	
۷ وزن ۱۰۰ دانه	۰/۸۹۰*	۰/۹۰۱*	۰/۸۸۶*	۰/۹۱۲*	۰/۹۰۴*	۰/۸۹۷*	۱

nS ، *, ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری نهایی

تیمار تنش خشکی بیشترین اثر را روی نمو رویشی و زایشی ساقه‌های فرعی در مقایسه با نمو ساقه‌ی اصلی داشت. با توجه به سرعت بالای رشد رویشی ساقه‌های فرعی در طی مراحل R_1 تا R_5 (شروع گلدهی تا شروع پر شدن دانه) و تأثیر تنش خشکی در کاهش این رشد و نهایتاً کاهش عملکرد دانه، شاید بتوان می‌توان مراحل گلدهی و غلاف‌دهی را به عنوان مراحل بسیار حساس به تنش خشکی در ارقام سویای مورد بررسی معرفی نمود. این نتایج با نتایج به‌دست آمده از سایر مطالعات (۱۱، ۱۲ و ۱۶)، مطابقت می‌کند.

رابطه‌ی نزدیک بین رشد رویشی و عملکرد دانه‌ی ساقه‌های فرعی و به‌طور مشابه شاخص‌های برداشت در تیمارهای مختلف تنش خشکی نشان داد رشد مطلوب ساقه‌های فرعی برای عملکرد دانه در ساقه‌های فرعی بسیار ضروری است و تغییر در منابعی که سبب افزایش نرخ رشد گیاه و به‌خصوص ساقه‌های فرعی بین مراحل رشدی R_1 تا R_5 می‌شود منجر به افزایش در تعداد دانه و غلاف و در نتیجه کل عملکرد دانه می‌شود (۵ و ۱۲).

به نظر می‌رسد در مورد سویاهای رشد محدود که عملکرد نسبتاً بالایی داشته و عمده عملکرد آنها ناشی از عملکرد دانه در ساقه‌های فرعی است، برنامه‌های اصلاحی باید در جهت تولید ارقام متحمل به تنشی باشد که رشد رویشی ساقه‌های فرعی در آنها به واسطه حساسیت پایین به تنش خشکی امکان نمو زایشی و عملکرد بالا را در ساقه‌های فرعی فراهم آورد.

منابع مورد استفاده

۱- خدابنده، ن. و ع. جلیلیان. ۱۳۷۶. بررسی اثر تنش خشکی در مراحل رشد زایشی بر جوانه‌زنی و قدرت بذر سویا. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد۲۸، شماره ۱۸:۱-۱۱.

۲- خواجه‌پور، م. ۱۳۸۳. تولید نباتات صنعتی، انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان. ۱۰۶ صفحه.

3- BarrioS A.N., G. Hoogenboom and D.S. Ne Smith. 2005. Drought stress and the distribution of vegetative and reproductive of bean cultivar. Sci. Agric. 62:18-22.

4- Board, J.E. 1987. Yield components related to seed yield in determinate soybean. Crop Sci. 27:1296-1297.

5- Board, J.E., and B.G. Hardville. 1998. Late-planted soybean yield response to reproductive source/sink stress. Crop Sci. 38:763-771.

6- Board, J.E., and J.R. Settimi. 1986. Photoperiod effect befor and after flowering on branch development in determinate soybean. Agron. J. 78:995-1002.

7- Board, J.E., and Q. Tan. 1995. Assimilatory capacity effects on Soybean yield components and pod number. Crop Sci. 35:846-851.

8- Board, J.E., B.G. Harville, and A. M. Saxton. 1990. Branch dey weight in relation to yield increases in narrow-row soybean. Agron. J. 82:540-544.

www.SID.ir

Archive of SID

9-Egli, D.B., R.D. Guffy, and J.E. Leggett. 1985. partitioning of assimilate between vegetative and reproductive growth in soybean. Agron. J. 77:917-922.

10-Fehr W.R., CE. Caviness, D.T. Burmood, and J.S. Pennington.1971. Stage of development descriptions for soybean, *Glycin max* (L.) Merrill. Crop Sci. 11:929-931.

11-Frederick J.R., C.R. Camp, and J.D. Hesketh.. 1994. Genetic improvement in soybean: physiological attributes. P. 237-272 In G.A. Slafer (ed.) Genetic improvement of field crops. Marcel Dekker, New York.

12-Frederick, J.R, C.R. Camp, and J.B. Bauer. 2001. Drought stress effects on branch and main stem seed yield and yield components of determinate soybean. Crop Sci. 41:759-763.

13-Frederick, J.R., P.J. Bauer, W.J. Busscher, and G.S. McCutcheon. 1998. Tillage management for double cropped soybean growth in narrow and wide row width culture. Crop Sci. 38:755-762.

14-Korte, L.L., J.H. Williams, J.E. Specht, and R.C. Sorence. 1983. Irrigation of soybean genotypes during reproductive ontogeny. II. Yield component responses. Crop Sci. 23: 528-533.

15-Mahmood T, K Saitoh, and T. Kuroda. 1999. Effect of moisture stress on the growth and yield of determinate and indeterminate types of soybean. Scientific Reports of the Agriculture Okayama University. 88:87-94.

16-RamSeure, E.L., S.U. Wallace, and V.L. Quiseberry. 1984. Distribution pattern of yield components in Braxon soybeans. Agron. J. 76:493-497.

17-Ramseure, E.L., V.L. Quisenberry, S.U. Wallace, and J.H. Palmer. 1984. Yield and yield components of Braxon soybeans as influenced by irrigation and intra row spacing. Agron. J. 76:442-446.

18-SAS InStitute. 1999. Inc, SAS Procedurey Guide, VerSion 8. SAS InSt. Inc., Cary, NC.

www.SID.ir