تأثیر تنش خشکی بر عملکرد ژنوتیپ‌های سویا در شرایط شمال خوزستان

سید احمد کلانتر احمدی[۱،*]، جهانفر دانشیان[۲]، سید حسین محمودی نژاد دزفولی[۳]

[۱] محقق مرکز تحقیقات کشاورزی صفی آباد دزفول و دانشجوی دکتری دانشگاه محقق اردبیلی
[۲] محقق موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج
[۳] محقق مرکز تحقیقات کشاورزی صفی‌آباد دزفول
[*] پست الکترونیک نویسنده مسئول: Kalantar.ahmadi@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۱/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۴/۲۰

چکیده

مطالعه ارقام سویا تحت تأثیر عوامل تنش‌زای غیرزنده با هدف بهبود تولید آن حائز اهمیت می‌باشد. این پژوهش به‌صورت کرت‌های خرد شده نواری در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی صفی‌آباد در سال ۱۳۸۸ به مورد اجرا گذاشته شد. عامل عمودی شامل سطوح مختلف آبیاری در ۴ سطح (آبیاری پس از ۵۰، ۹۰، ۱۳۰ و ۱۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) و عامل افقی نیز شامل ۶ ژنوتیپ ۵۰۴، کتول، صفی آبادی، BP692×Safiabadi، میگمات و سالند بود. نتایج نشان داد که تأثیر تنش خشکی، ژنوتیپ و اثر متقابل آن‌ها بر عملکرد دانه معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌های مربوط به اثر متقابل تنش خشکی×ژنوتیپ نشان داد که حداکثر عملکرد دانه (۴۵۲۲ کیلوگرم در هکتار) در شرایط آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به ژنوتیپ میگمات و حداقل عملکرد دانه (۱۰۱۷ کیلوگرم در هکتار) نیز به ژنوتیپ کتول و آبیاری پس از ۱۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک اختصاص یافت. با افزایش دور آبیاری تعداد غلاف در بوته نیز کاهش یافت، به‌گونه‌ای که این میزان کاهش در تیمارهای آبیاری پس از ۹۰، ۱۳۰ و ۱۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک در مقایسه با آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به ترتیب ٪ ۱۶، ٪ ۲۸ و ٪ ۵۱ بود. بود. تعداد دانه در غلاف تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. با توجه با نتایج آزمایش برای ژنوتیپ‌های میگمات و BP×Safiabadi آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک مناسب می‌باشد. برای ژنوتیپ‌های ۵۰۴، سالند، کتول و صفی‌آبادی می‌توان آبیاری پس از ۹۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک را نیز اعمال نمود.

واژه‌های کلیدی: آبیاری، رقم، سویا، عملکرد دانه، غلاف

مقدمه

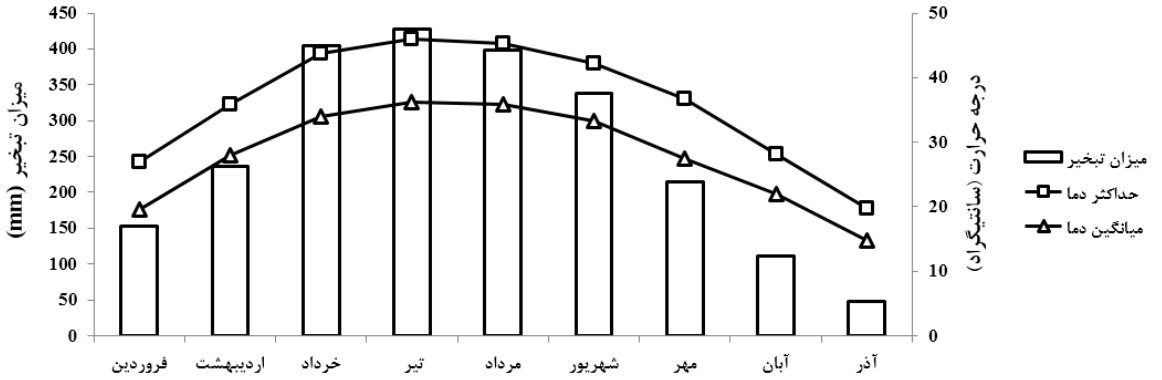
رشد گیاه یکی از پیچیده‌ترین و حساس‌ترین پدیده‌های حیاتی نسبت به پارامترهای محیطی می‌باشد که بازتاب پاسخ گیاه نسبت به متغیرهای محیطی است. کاهش رشد تحت شرایط نامناسب محیطی به قطع ارتباط بین عملکردهای گیاه نسبت داده می‌شود. لذا رشد نیاز ویژه به ارتباط مناسب بین فرآیندهای متابولیسمی بخش‌های مختلف دارد (دیویس[1] و همکاران، ۱۹۹۰). فردریک[2] و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که بیشترین رشد سبزینه‌ای شاخه‌های فرعی تا مرحله شروع گلدهی صورت می‌گیرد. با این حال وقوع تنش خشکی بین مراحل شروع گلدهی و پر شدن دانه نیز باعث کاهش رشد شاخه‌های فرعی، کاهش تعداد دانه و در نهایت کاهش عملکرد دانه می‌گردد. آنان همچنین اظهار داشت که تنش خشکی بیشترین تأثیر را بر رشد سبزینه‌ای و تکثیر شاخه‌های فرعی در مقایسه با شاخه اصلی دارد (فردریک[3] و همکاران، ۲۰۰۱) و اگر تنش خشکی بین مراحل گلدهی و پر شدن دانه اتفاق بیفتد کاهش عملکرد دانه در شاخه‌های فرعی بیشتر از شاخه اصلی می‌باشد (فرود[4] و همکاران، ۱۹۹۳). دانشیان[5] و همکاران (۱۳۸۱) گزارش نمودند که بر اثر تنش خشکی عملکرد دانه سویا کاهش یافت که ناشی از کاهش تعداد دانه در گیاه و وزن هزار دانه بود. آن‌ها همچنین دریافتند که مقدار روغن دانه با تشدید تنش افزایش و مقدار پروتئین دانه کاهش می‌یابد، اما در نهایت به علت کاهش عملکرد دانه، میزان عملکرد روغن و پروتئین نیز کاهش یافت (دانشیان و همکاران، ۱۳۸۱). گیاه سویا در مراحل بین شروع گلدهی و تشکیل دانه در صورت تجدید منابع رطوبتی از توانایی جبران خسارت ناشی از تنش خشکی برخوردار می‌باشد (فرود[6] و همکاران، ۱۹۹۳). دوگان[7] و همکاران (۲۰۰۷) طی آزمایشی در دو سال زراعی نتیجه گرفتند که قطع آبیاری در مراحل زایشی (شروع غلاف دهی، شروع دانه‌بندی و پر شدن دانه) کاهش عملکرد دانه را به دنبال خواهد داشت و قطع آبیاری در مرحله دانه دهی کامل بیشترین تأثیر را در کاهش عملکرد خواهد داشت. این در حالی است که در آزمایشی دیگر حساس‌ترین مرحله زایشی نسبت به قطع آبیاری را مرحله غلاف دهی کامل عنوان کردند (جین[8] و همکاران، ۲۰۰۵). عملکرد سویا و کیفیت آن نسبت به آبیاری و کاربرد کود بسیار حساس می‌باشد و در عملکردهای بالا میزان پروتئین دانه کاهش می‌یابد (لئو[9] و همکاران، ۲۰۰۴). آبیاری در سیستم تک‌کشتی سویا تأثیر مثبتی بر ارتفاع بوته، وزن تر، طول ریشه، تعداد گره‌های ریشه و عملکرد دارد (ژونگ و کای[10]، ۲۰۰۴). بررسی نتایج پژوهش‌های انجام شده بیانگر لزوم شناخت تأثیر فاکتورهای به زراعی از جمله تنش خشکی ناشی از دور آبیاری و ژنوتیپ در بهبود کشت سویا می‌باشد. لذا به دلیل عدم وجود اطلاعات کافی در منطقه این آزمایش با هدف بررسی و مطالعه واکنش ژنوتیپ‌های سویا نسبت به تیمارهای مختلف آبیاری و تنش ناشی از آن اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی واکنش ژنوتیپ‌های سویا نسبت به تنش خشکی آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده نواری در سال ۱۳۸۸ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در اراضی مرکز تحقیقات کشاورزی صفی‌آباد با عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۲ دقیقه، طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۳۲ دقیقه و ارتفاع ۸۲ متر از سطح دریا اجرا گردید. وضعیت درجه حرارت و میزان تبخیر در شکل ۱ ارائه شده است. عامل عمودی شامل سطوح مختلف آبیاری در ۴ سطح (آبیاری پس از ۵۰، ۹۰، ۱۳۰ و ۱۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) و عامل افقی نیز شامل ۶ ژنوتیپ ۵۰۴، کتول، صفی‌آبادی، BP692×Safiabadi، میگمات و سالند (شاهد) بود. گروه رسیدگی ژنوتیپ‌های

[1] Davies
[2] Fredrick
[3] Fredrick
[4] Foroud
[5] Daneshian
[6] Foroud
[7] Dogan
[8] Jin
[9] Liu
[10] Zhong and Cai

مورد آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است. خاک محل آزمایش دارای بافت لومی-رسی با pH=۷/۳۴ و EC =۰/۵۷ دسی زیمنس بر متر بود. بر طبق نتایج حاصل از تجزیه خاک میزان مواد آلی ۰/۲۶ درصد، فسفر ppm ۹/۱۵ و پتاسیم ppm ۱۹۳ بود. مقدار ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل به‌صورت پایه مصرف گردید. کود نیتروژن در سه مرحله (۱/۳ قبل از کاشت، ۲/۳ باقیمانده در مراحل شروع گلدهی و شروع غلاف دهی به میزان مساوی) مصرف گردید. به‌منظور اجرای آزمایش قطعه زمینی مناسب و یکنواخت انتخاب شده و در فروردین ماه پس از آبیاری اولیه (ماخار) اقدام به تهیه زمین شامل گاوآهن، دیسک، ماله و کودپاشی شد. قبل از کاشت عملیات سم‌پاشی به‌وسیله علف‌کش ترفلان به میزان ۲ لیتر در هکتار به‌منظور دفع علف‌های هرز به‌صورت خاک کاربرد به‌کار رفت و سپس با استفاده از فاروئر پشته‌هایی با عرض ۷۵ سانتی‌متر ایجاد شد. هر کرت آزمایشی شامل ۴ پشته با مساحت ۱۸ مترمربع بود. آرایش کاشت نیز به‌صورت دو ردیف روی پشته ۷۵ سانتی‌متری با تراکم ۵۰ بوته در مترمربع بود. پس از کاشت نیز در مرحله ۴-۲ برگی نسبت به تنک نمودن بوته‌ها جهت ایجاد تراکم مورد نظر اقدام گردید. طول خطوط ۶ متر و هر کرت شامل ۴ پشته (۸ ردیف) می‌باشد. تیمارهای آبیاری نیز پس از استقرار گیاه در مرحله شش تا هشت برگی اعمال گردید. آبیاری نیز به روش نشتی و با استفاده از سیفون انجام گردید. عملیات مبارزه با علف‌های هرز نیز در طول فصل رشد به‌صورت مکانیکی (کولتیواتور) و وجین دستی بر حسب نیاز انجام شد. جهت اندازه‌گیری درصد روغن و پروتئین نیز از هر تیمار یک نمونه انتخاب و به‌وسیله روش NMR در آزمایشگاه بخش دانه‌های روغنی کرج اندازه‌گیری گردید. تجزیه آماری با استفاده از نرم‌افزار MSTATC و مقایسه میانگین‌ها نیز به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گرفت. نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم گردید.



شکل ۱- وضعیت درجه حرارت و میزان تبخیر در طول دوره آزمایش

جدول ۱- ویژگی‌های ژنوتیپ‌های سویای مورد بررسی

تیپ رشد	گروه رسیدن	ژنوتیپ
رشد نامحدود	۴	۵۰۴
رشد محدود	۶	سالند
رشد محدود	۵	کتول
رشد محدود	۶-۷	صفی‌آبادی
رشد محدود	۶-۷	BP692×Safiabadi
رشد محدود	۷	میگمات

نتایج و بحث

طول دوره رشد

طول دوره رشد ارقام مورد آزمایش با توجه به گروه‌های رسیدگی مختلف، متفاوت می‌باشد و نتایج تجزیه واریانس در مورد طول دوره رشد نشان داد که بین تیمارهای تنش خشکی، ژنوتیپ و اثر متقابل آن‌ها در سطح ۱٪ اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۲). با افزایش دور آبیاری و تنش خشکی ناشی از آن، طول دوره رشد نیز کاهش یافت. مقایسه میانگین‌های مربوط به اثر متقابل تیمارهای آزمایشی نشان داد که بیشترین طول دوره رشد (۱۰۹/۷ روز) در شرایط آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به ژنوتیپ میگمات و کمترین طول دوره رشد (۹۵ روز) در شرایط آبیاری پس از ۱۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به ژنوتیپ ۵۰۴ اختصاص یافت. افزایش دور آبیاری از ۵۰ به ۹۰ میلی‌متر تأثیر معنی‌داری بر طول دوره رشد ژنوتیپ میگمات نداشت (جدول ۳). بررسی روند تغییرات طول دوره رشد در واکنش ارقام مورد آزمایش نسبت به تنش خشکی نشان داد که میزان کاهش طول دوره رشد در اثر تنش خشکی در ژنوتیپ دیررس میگمات بیشتر از ژنوتیپ زودرس ۵۰۴ بود (جدول ۲). به‌گونه‌ای که این کاهش با تغییر دور آبیاری از ۵۰ میلی‌متر تبخیر به ۱۷۰ میلی‌متر تبخیر در ژنوتیپ ۵۰۴ و میگمات به ترتیب ۴ و ۶ روز بود.

طول دوره گلدهی

تأثیر تنش خشکی، ژنوتیپ و اثر متقابل آن‌ها بر طول دوره گلدهی در سطح ۱٪ معنی‌داری بود (جدول ۲). با به تأخیر افتادن آبیاری و تنش خشکی ناشی از آن طول دوره گلدهی نیز کاهش یافت. معنی‌دار بودن اثر متقابل تنش خشکی و ژنوتیپ بر طول دوره گلدهی نمایانگر وجود تفاوت در واکنش ارقام به شرایط متفاوت آبیاری می‌باشد. نتایج مقایسه میانگین‌های مربوط به اثر متقابل تیمارهای مورد آزمایش نیز نشان داد که بیشترین طول دوره گلدهی (۳۱/۳۳ روز) به ژنوتیپ رشد نامحدود ۵۰۴ و آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر و کمترین طول دوره گلدهی (۳/۳۳ روز) نیز به ژنوتیپ رشد محدود سالند و آبیاری پس از ۱۷۰ میلی‌متر تبخیر اختصاص یافت. طول دوره گلدهی ژنوتیپ ۵۰۴ تحت تأثیر تیمارهای آبیاری قرار نگرفت (جدول ۳). ژنوتیپ ۵۰۴ علیرغم زودرس بودن، دارای طول دوره گلدهی طولانی‌تری بود و این مسئله را می‌توان به نامحدود بودن رشد آن نسبت داد. طولانی‌تر بودن این دوره می‌تواند یک صفت مثبت برای شرایطی باشد که در اثر تنش به گل‌های تشکیل شده در یک دوره زمانی خسارت وارد شده و در نتیجه تعدادشان کم می‌شود. بدیهی است در شرایطی که احتمال تنش می‌رود، ارقامی که عکس‌العمل کمتری نسبت به کاهش طول دوره گلدهی نشان بدهند، می‌توانند پتانسیل عملکرد خود را بیشتر حفظ کنند.

نتایج آزمایش با یافته‌های کارلسون[1] (۱۹۷۳) مبنی بر تحت تأثیر قرار گرفتن طول دوره گلدهی به‌وسیله تاریخ کاشت مطابقت داشت.

ارتفاع بوته

نتایج حاصل از تجزیه واریانس ارتفاع بوته نشان داد که بین تیمارهای تنش خشکی و ارقام مورد آزمایش به ترتیب اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ و ۱٪ وجود دارد، اما اثر متقابل تیمارهای مورد آزمایش معنی‌دار نبود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های مربوط به تنش خشکی بر ارتفاع بوته نشان داد که بیشترین (۷۱ سانتی‌متر) و کمترین (۵۹/۸۲ سانتی‌متر) ارتفاع بوته به ترتیب به تیمارهای آبیاری پس از ۹۰ و ۱۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک اختصاص یافت. ارتفاع بوته در تیمارهای آبیاری پس از ۵۰ و ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به ترتیب ۶۹/۶۶ و ۶۷/۱۸ سانتی‌متر بود. ارتفاع بوته در ژنوتیپ‌های مورد آزمایش ۵۰۴، سالند، کتول، صفی‌آبادی، BP×Safiabadi و میگمات به ترتیب ۸۴/۳۲، ۶۰/۷۰، ۷۱/۸۵، ۶۳/۳۵، ۶۱/۶۰ و ۵۹/۶۵ سانتی‌متر بود. بین ژنوتیپ‌های مورد آزمایش نیز بیشترین ارتفاع بوته (۸۴/۳۲ سانتی‌متر) به ژنوتیپ رشد نامحدود ۵۰۴ اختصاص یافت ویلکاکس و فرانکبرگر[2] (۱۹۸۷) اظهار داشتند که ارقام رشد محدود و نامحدود واکنش متفاوتی از خود نشان می‌دهند، به نحوی که

[1] Carlson
[2] Wilcox and Frankberger

ارقام رشد نامحدود کاشته شده در اواسط و اواخر ژوئن (اوایل خرداد و اوایل تیر) از تاریخ کاشت مه (اردیبهشت) و حتی اوایل ژوئن (اوایل خرداد) کوتاه‌تر بودند و علت واکنش متفاوت این دو تیپ رشد، به دلیل پایان رشد در مرحله گلدهی (رشد محدود) می‌باشد (بورد[1]، ۱۹۸۵؛ بورد و هال[2]، ۱۹۸۴).

تعداد غلاف در بوته

تأثیر تنش خشکی، ژنوتیپ و اثر متقابل آن‌ها بر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار بود (جدول ۲). با افزایش شدت تنش خشکی، تعداد غلاف در بوته کاهش یافت، به‌گونه‌ای که این کاهش در تیمارهای آبیاری پس از ۹۰، ۱۳۰ و ۱۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک در مقایسه با آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به ترتیب ٪ ۱۶، ٪ ۲۸ و ٪ ۵۱ بود. بیشترین تعداد غلاف در بوته (۲۳) به ژنوتیپ میگمات و آبیاری پس از پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک اختصاص یافت که البته در همین رژیم آبیاری با ژنوتیپ‌های ۵۰۴ و BP×Safiabadi در یک گروه آماری قرار گرفت (شکل ۲). هرچند که ژنوتیپ ۵۰۴ از طول دوره گلدهی بیشتری برخوردار بود و این امر افزایش تعداد غلاف در بوته را به همراه داشت، اما بیشتر بودن تعداد غلاف در ژنوتیپ رشد محدود میگمات را می‌توان با توانایی این ژنوتیپ در حفظ گل‌های تشکیل شده مرتبط دانست. کمترین تعداد غلاف در بوته (۵/۶۳) به ژنوتیپ کتول و آبیاری پس از ۱۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک اختصاص یافت (شکل ۲)؛ به عبارت دیگر می‌توان چنین بیان نمود که با افزایش شدت تنش خشکی و به دنبال آن کاهش میزان آب خاک از تعداد گل‌های تبدیل شده به غلاف کاسته شده است. تعداد غلاف در بوته حساس‌ترین جز از اجزای عملکرد می‌باشد که در اثر تنش خشکی کاهش می‌یابد و در مقابل، وزن هزار دانه کمترین میزان کاهش را در مقایسه با سایر صفات، نشان می‌دهد (همایون[3] و همکاران، ۲۰۱۰).

تعداد دانه در غلاف

تأثیر هیچ‌کدام از تیمارهای آزمایشی بر تعداد دانه در غلاف معنی‌دار نبود (جدول ۲)؛ به عبارت دیگر روند تغییرات تعداد دانه در غلاف در نتیجه تیمارهای آزمایشی اعمال شده در مقایسه با سایر صفات از واکنش کمتری برخوردار بود.

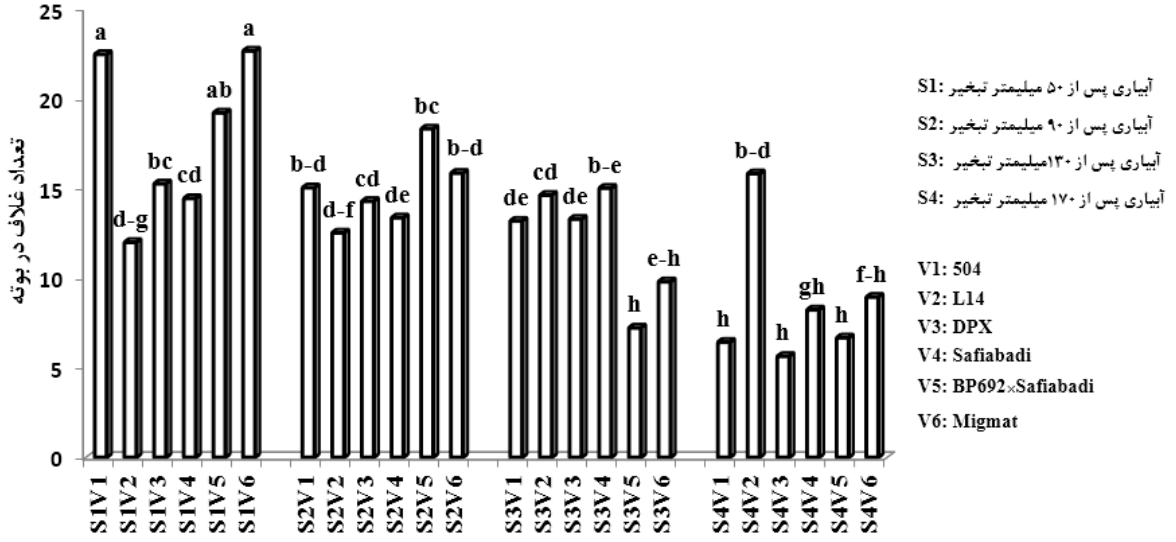
وزن هزار دانه

اثر تنش خشکی و ژنوتیپ بر وزن هزار دانه معنی‌دار بود، اما اثر متقابل تیمارهای مذکور معنی‌دار نگردید (جدول ۲). میانگین وزن هزار دانه در تیمارهای آبیاری پس از ۵۰، ۹۰، ۱۳۰ و ۱۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به ترتیب ۱۷۹/۰۳، ۱۷۸/۱۹، ۱۷۰/۶۳ و ۱۵۷/۵۷ گرم بود. بیشتر بودن وزن هزار دانه در شرایط آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر را می‌توان با بیشتر بودن طول دوره پر شدن دانه و طول دوره نمو زایشی در ارتباط دانست.

نتایج با بخشی از یافته‌های سور و همکاران[4] (۱۹۸۵) که کوتاه شدن دوره پر شدن دانه سویا را عاملی برای کاهش وزن دانه شناختند و همچنین پنتالون[5] و همکاران (۱۹۹۶) مبنی بر تأثیر مثبت سیستم ریشه‌ای گسترده در افزایش وزن دانه، مطابقت داشت. بین ارقام مورد آزمایش نیز بیشترین وزن هزار دانه (۱۹۰/۳۰ گرم) به ژنوتیپ میگمات و کمترین وزن هزار دانه (۱۵۶/۲۳ گرم) نیز به ژنوتیپ رشد نامحدود ۵۰۴ اختصاص یافت (شکل ۳).

احتمالاً بیشتر بودن وزن هزار دانه ژنوتیپ رشد محدود میگمات با کمتر بودن تعداد دانه در غلاف این ژنوتیپ در ارتباط باشد، به عبارت دیگر در فرآیند انتقال مجدد، مواد بیشتری به تعداد دانه‌های کمتری اختصاص یافته و موجب افزایش وزن هزار دانه گردیده است.

[1] Board
[2] Board and Hall
[3] Humayun
[4] Cure
[5] Pantalone



شکل ۲- تأثیر برهمکنش تنش خشکی و ژنوتیپ بر تعداد غلاف در بوته سویا (در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک باشند از نظر آماری در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند (آزمون چند دامنه‌ای دانکن).

یکی از دلایل کمتر بودن وزن هزار دانه لاین ۵۰۴ را می‌توان به زودرس بودن این ژنوتیپ نسبت داد. در رابطه با وزن هزار دانه تیپ‌های مختلف رشدی نظرات متفاوتی وجود دارد. تسانگ و هوانی[1] (تسانگ و همکاران، ۱۹۷۶) گزارش کردند که وزن هزار دانه اثر تنش خشکی، ژنوتیپ و اثر متقابل تنش خشکی و ژنوتیپ بر عملکرد زیستی در سطح ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های مربوط به اثر متقابل تیمارهای مورد آزمایش نیز نشان داد که بیشترین عملکرد زیستی (۱۱۸۳۰ کیلوگرم در هکتار) در تیمار آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر به ژنوتیپ‌های کتول (۱۱۸۳۰ کیلوگرم در هکتار) و صفی‌آبادی (۱۱۵۶۰ کیلوگرم در هکتار) و کمترین مقدار (۴۵۳۳ کیلوگرم در هکتار) نیز در شرایط آبیاری پس از ۱۷۰ میلی‌متر تبخیر به ژنوتیپ صفرآبادی اختصاص یافت (جدول ۳).

اثر متقابل تیمارهای آزمایشی همچنین نشان داد که میزان کاهش عملکرد زیستی با افزایش دور آبیاری از ۵۰ به ۹۰ میلی‌متر برای ژنوتیپ‌های ۵۰۴ و سالند در حد معنی‌داری نبود و میزان کاهش عملکرد زیستی برای ارقام ۵۰۴ و سالند در شرایط آبیاری پس از ۹۰ میلی‌متر تبخیر در مقایسه با ۵۰ میلی‌متر تبخیر به ترتیب ۲/۷۱ و ۳/۲۱ درصد بود. به‌طور کلی با تشدید تنش کمبود آب، میزان عملکرد زیستی کاهش یافت.

اگلی[2] و همکاران (۱۹۸۳) نیز گزارش نمودند که تنش خشکی باعث کاهش وزن خشک اندام‌های هوایی سویا می‌شود.

ارقام رشد محدود بالاتر است در حالی که سوهدجی و ویور[3] (۱۹۹۵) اظهار نموده‌اند که ارقام رشد نامحدود مناطق شمالی آمریکا به‌طور متوسط دارای ۶/۵ درصد وزن هزار دانه بیشتر نسبت به ارقام رشد محدود هستند.

عملکرد دانه

تأثیر تنش خشکی، ژنوتیپ و اثر متقابل آن‌ها بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). از آنجا که تعداد غلاف در بوته یکی از مهم‌ترین صفات در افزایش عملکرد دانه می‌باشد، بیشتر بودن تعداد غلاف در بوته ژنوتیپ میگمات موجب افزایش عملکرد دانه در این ژنوتیپ در شرایط آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر گردید. برخلاف ژنوتیپ‌های میگمات و BP×Safiabadi کاهش عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های ۵۰۴، سالند، کتول و صفی‌آبادی با تغییر رژیم آبیاری از ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به ۹۰ میلی‌متر در حد معنی‌داری نبود

[1] Thseng and Huany

[2] Egli
[3] Sohédjié and Weaver

(شکل ۳). هر چند که ارقام BP×Safiabadi و میگمات در شرایط آبیاری پس از ۵۰ و ۹۰ میلی‌متر تبخیر از بیشترین عملکرد دانه برخوردار بودند، اما با افزایش شدت تنش در تیمارهای آبیاری پس از ۱۳۰ و ۱۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک، عملکرد دانه کاهش بیشتری نشان داد (شکل ۴). کاهش عملکرد دانه در اثر تنش خشکی توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (دیویس و همکاران، ۱۹۹۰؛ کاکس و جولیف[1]، ۱۹۸۶). حداکثر عملکرد دانه در شرایط آبیاری پس از ۱۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به ژنوتیپ سالند اختصاص یافت؛ به عبارت دیگر می‌توان گفت که ژنوتیپ سالند از تحمل بیشتری نسبت به تنش خشکی در مقایسه با سایر ارقام برخوردار می‌باشد. با توجه به حساس بودن ژنوتیپ سالند به ورس افزایش میزان آبیاری افزایش عملکرد دانه را برای این ژنوتیپ به همراه نداشت.

عملکرد زیستی

شاخص برداشت

شاخص برداشت بیان کننده توزیع نسبی مواد فتوسنتزی بین مقصدهای اقتصادی و سایر مقصدهای موجود در گیاه می‌باشد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنش خشکی، ژنوتیپ و اثر متقابل آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر شاخص برداشت داشتند (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های مربوط به اثر متقابل تنش خشکی×ژنوتیپ نشان داد که بیشترین شاخص برداشت در آبیاری پس از ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر به ژنوتیپ‌های صفی‌آبادی و کتول و کمترین میزان (۱۸/۲۹) نیز در آبیاری پس از ۱۷۰ میلی‌متر تبخیر به ژنوتیپ کتول اختصاص یافت (جدول ۲). شدت تنش در آبیاری پس از ۱۷۰ میلی‌متر تبخیر به حدی بوده که هم عملکرد دانه و هم عملکرد زیستی را کاهش داده و در نهایت شاخص برداشت نیز کاهش یافته است. نتایج این تحقیق با یافته‌های کاکس و جولیف[2] که گزارش کردند با کاهش آب مصرفی ماده خشک تولیدی کاهش یافت ولی افت عملکرد دانه در پاسخ به کمبود آب بیش از عملکرد زیستی بود، مطابقت داشت (کاکس و جولیف، ۱۹۸۶).

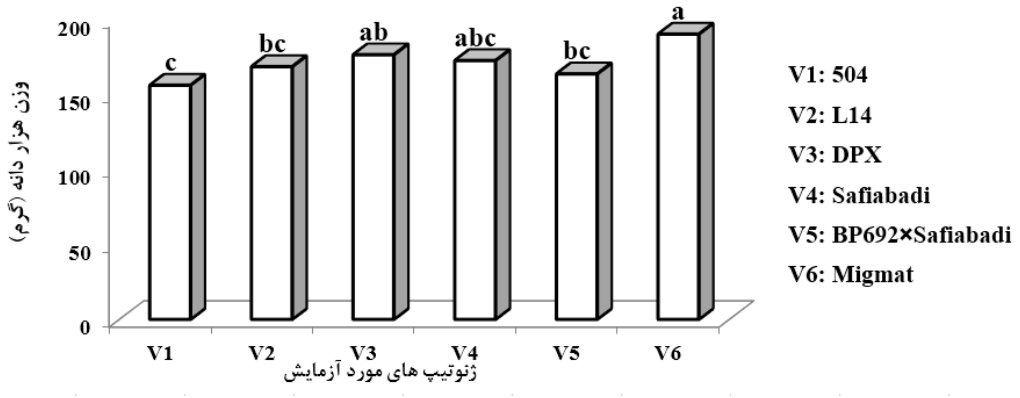
[1] Cox and Jolliff
[2] Cox and Julliof

پاندی[3] و همکاران (۲۰۰۰) نیز دلیل کاهش شاخص برداشت در شرایط تنش خشکی شدید را حساسیت بیشتر رشد زایشی نسبت به شرایط مطلوب در مقایسه با رشد رویشی تشخیص دادند.

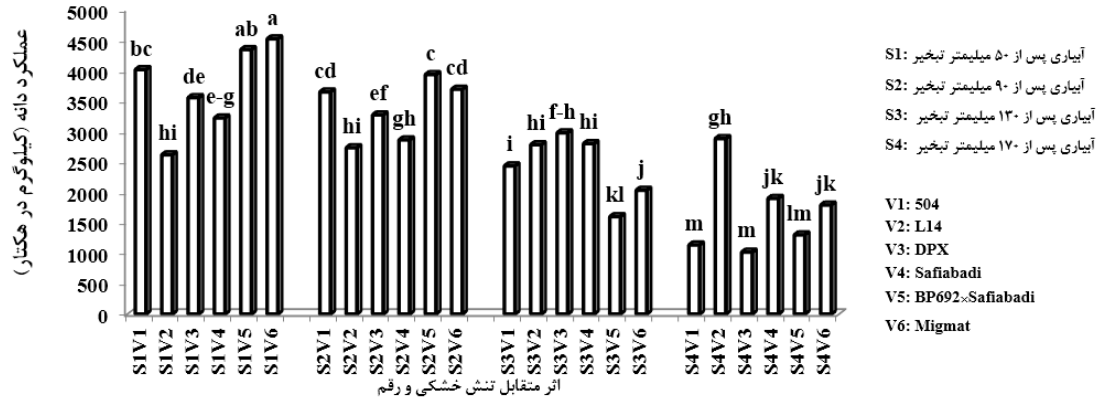
درصد روغن

نتایج این تحقیق نشان داد که تأثیر تنش خشکی و ژنوتیپ بر درصد روغن معنی‌دار بود، اما اثر متقابل آن‌ها معنی‌دار نگردید (جدول ۲). با افزایش شدت تنش خشکی درصد روغن افزایش یافت به طوری که بیشترین (۲۳/۱۵) و کمترین (۲۲/۴۸) درصد روغن به ترتیب در تیمارهای آبیاری پس از ۱۳۰ و ۵۰ میلی‌متر مشاهده گردید. درصد روغن در تیمارهای آبیاری پس از ۵۰، ۹۰، ۱۳۰ و ۱۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به ترتیب ۲۲/۴۸، ۲۲/۵۱، ۲۳/۱۵ و ۲۳/۱۲ درصد بود. درصد روغن در ژنوتیپ‌های ۵۰۴، سالند، کتول، صفی‌آبادی، BP×Safiabadi و میگمات به ترتیب ۲۲/۳۴، ۲۳/۳۲، ۲۲/۷۰، ۲۳/۲۷، ۲۳/۳۹ و ۲۱/۸۶ درصد بود. بین ژنوتیپ‌های مورد آزمایش نیز حداکثر (۲۳/۳۹) و حداقل (۲۱/۸۶) درصد روغن به ترتیب متعلق به ژنوتیپ‌های BP×Safiabadi و میگمات بود. کاهش درصد روغن در تیمارهای آبیاری مطلوب را می‌توان با این مسئله در ارتباط دانست که با توجه به بیشتر شدن طول دوره پر شدن دانه در تیمارهای آبیاری مطلوب و کاهش احتمالی درجه حرارت در اواخر دوره پر شدن دانه میزان روغن در شرایط آبیاری مطلوب در مقایسه با تیمارهای تحت تنش کاهش یافته است (پاندی و همکاران، ۲۰۰۰). دانشیان و همکاران (۱۳۸۱) گزارش نمودند که بر اثر تنش خشکی در سویا درصد روغن دانه با تشدید تنش افزایش و مقدار پروتئین دانه کاهش یافت، اما در نهایت به علت کاهش عملکرد، تنش تأثیر منفی در عملکرد روغن و پروتئین دانه داشت.

[3] Pandey



شکل ۳- تأثیر ژنوتیپ بر وزن هزار دانه (در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک باشند از نظر آماری در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند (آزمون چند دامنه‌ای دانکن).



شکل ۴- تأثیر برهمکنش تنش خشکی و ژنوتیپ بر عملکرد دانه سویا (در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک باشند از نظر آماری در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند (آزمون چند دامنه‌ای دانکن).

جدول ۲- تجزیه واریانس مراحل فنولوژیک، عملکرد دانه و اجزای عملکرد سویا

منابع تغییرات	طول دوره گلدهی	طول دوره رشد	ارتفاع بوته	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد زیستی	شاخص برداشت	درصد روغن	درصد پروتئین
تکرار	۰/۵۹^{ns}	۱/۲۹^{ns}	۲۷۱/۸۷^{ns}	۱/۶۴^{ns}	۰/۱۳۷^{ns}	۵۰۱^{ns}	۲۱۴۱۳۳^{ns}	۴۳۰۱۳۸^{ns}	۱۷/۲۳^{ns}	۰/۰۶^{ns}	۰/۱۹^{ns}
تنش خشکی	۹/۵۶**	۸۶/۸۰**	۴۴۷/۸۲*	۲۶۷**	۰/۲۰۳^{ns}	۱۷۷۷**	۱۵۳۰۳۰۱۱**	۹۷۶۹۲۱۲۹**	۴۴۷**	۲/۴۷**	۳۲**
خطا	۱/۱۵۳	۰/۶۸۴	۵۳/۲۲	۳/۵۹	۰/۰۹۶	۱۲۵/۲	۴۶۵۶۸/۴	۱۰۱۱۵۷/۴	۱۰/۳۲	۰/۱۳۹	۰/۴۲۴
ژنوتیپ	۱۲۳۵**	۱۸۷**	۱۱۰۳**	۱۰/۳۷*	۰/۳۳^{ns}	۱۶۳۵*	۱۵۸۱۳۸*	۱۱۲۵۸۰۵**	۸۵/۹۷**	۴/۶۶**	۷/۹۴**
خطا	۰/۲۳	۰/۰۷	۹۵/۲۵	۲/۹۰۲	۰/۲۲۲	۳۵۹/۶	۴۱۳۰۱/۰۵	۱۴۵۳۸۸	۱۰/۸۸	۰/۲۰۳	۰/۵۳۲
تنش خشکی× ژنوتیپ	۱/۵۳**	۱/۳۶**	۴۲/۲۷^{ns}	۴۳**	۰/۲۴^{ns}	۲۷۲^{ns}	۱۴۶۴۴۰۱**	۲۶۲۶۱۵۷**	۳۲۶/۲**	۰/۱۰^{ns}	۱/۵۲**
خطا	۰/۱۸	۰/۰۴۸	۲۸/۹۹	۵/۱۱	۰/۱۸۲	۲۲۱	۴۱۹۵۸/۹۴	۱۳۴۸۵۱	۵/۶۸	۰/۰۶	۰/۴۵۳
ضریب تغییرات (٪)	۴/۰۴	۰/۲۱	۸/۰۵	۱۶/۹۲	۱۵/۴۶	۸/۶۹	۷/۳۳	۴/۸۳	۶/۴۶	۱/۰۹	۱/۸۶

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد ns: غیر معنی‌دار

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل تنش خشکی × ژنوتیپ بر صفات مورد مطالعه

تنش خشکی× ژنوتیپ	طول دوره گلدهی (روز)	طول دوره رشد (روز)	عملکرد زیستی (Kg/ha)	شاخص برداشت (%)	درصد پروتئین
S1V1	۳۱/۳۳a	۹۹/۵۰i	۹۸۶۷cd	۴۱/۰۱fg	۳۷/۲۹a-d
S1V2	۶/۳۳ef	۱۰۳/۳g	۹۳۶۷de	۲۷/۸۴kl	۳۷/۲۹a-d
S1V3	۹b	۱۰۱/۳h	۱۱۸۳۰a	۳۰/۰۵jk	۳۷/۲۴a-d
S1V4	۸c	۱۰۳/۳g	۱۱۵۶۰a	۲۷/۶۶kl	۳۷/۸۳abc
S1V5	۷/۳۳cd	۱۰۸/۳b	۱۰۲۳۰c	۴۲/۴۵d-g	۳۶/۶۵cd
S1V6	۷/۳۳cd	۱۰۹/۷a	۱۰۸۷۰b	۴۱/۶efg	۳۸/۵۰a
S2V1	۳۱a	۹۹j	۹۶۰۰cde	۳۸/۰۵gh	۳۶/۹۳bcd
S2V2	۶f	۱۰۳g	۹۰۶۷ef	۳۰/۱۱jk	۳۶/۹۶bcd
S2V3	۸c	۱۰۱h	۶۹۰۰hi	۴۷/۳۹abc	۳۶/۶۲cd
S2V4	۷de	۱۰۳g	۶۷۶۷i	۴۲/۳۵d-g	۳۷/۸۵abc
S2V5	۷de	۱۰۷/۷c	۸۴۶۷fg	۴۶/۴۶bcd	۳۶/۷۴bcd
S2V6	۷de	۱۰۹/۳a	۸۱۶۷g	۴۵/۲۰c-f	۳۸/۰۲ab
S3V1	۳۱/۳۳a	۹۵/۶۷m	۷۴۶۷h	۳۲/۶۳ij	۳۶/۴۲d
S3V2	۴/۳۳g	۱۰۱h	۶۰۶۷j	۴۵/۸۸cde	۳۴/۸e
S3V3	۶f	۹۹j	۵۸۶۷jk	۵۰/۷۴ab	۳۴/۲۳ef
S3V4	۶f	۱۰۱h	۵۵۰۰jk	۵۱/۱۴a	۳۴/۰۵ef
S3V5	۶f	۱۰۷d	۶۱۰۰j	۲۶/۱۵kl	۳۴/۱۷ef
S3V6	۶/۳۳ef	۱۰۶e	۵۸۵۰jk	۳۴/۷۶hi	۳۶/۹bcd
S4V1	۳۱/۶۷a	۹۵n	۵۳۳۳k	۲۱/۲۲mn	۳۶/۴۷d
S4V2	۳/۳۳h	۹۸k	۵۹۰۰jk	۴۸/۹abc	۳۴/۱۷ef
S4V3	۶f	۹۷l	۵۵۶۷jk	۱۸/۲۹n	۳۳/۴۸f
S4V4	۶f	۹۹j	۴۵۳۳l	۴۱/۸۱efg	۳۳/۸۵ef
S4V5	۷de	۱۰۵f	۵۴۶۷jk	۲۳/۷۹lm	۳۴/۹۷e
S4V6	۷de	۱۰۳g	۵۹۰۰jk	۳۰/۲۱jk	۳۶/۶۹cd

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک باشند از نظر آماری در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند (آزمون چند دامنه‌ای دانکن).

V1: ۵۰۴
V2: سالند
V3: کتول
V4: صفی‌آبادی
V5: Safiabadi × BP692
V6: میگمات

S1: آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک
S2: آبیاری پس از ۹۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک
S3: آبیاری پس از ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک
S4: آبیاری پس از ۱۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک

درصد پروتئین

درصد پروتئین نیز به‌طور معنی‌دار تحت تأثیر تنش خشکی، ژنوتیپ و اثر متقابل آن‌ها قرار گرفت (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های مربوط به اثر متقابل تیمارهای آزمایشی نشان داد که بیشترین درصد پروتئین (۳۸/۵۰) در شرایط آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر به ژنوتیپ میگمات و کمترین مقدار (۳۳/۴۸) نیز در شرایط آبیاری پس از ۱۷۰ میلی‌متر تبخیر به ژنوتیپ کتول اختصاص یافت (جدول ۳). درصد پروتئین ممکن است با تفاوت در ژنوتیپ و محیط تغییر نماید و معمولاً با درصد روغن نسبت عکس دارد.

نتیجه‌گیری

آنچه از نتایج آزمایش مشهود است، واکنش ژنوتیپ‌های به‌کار رفته نسبت به سطوح مختلف تبخیر متفاوت بود. تمام ژنوتیپ‌های مورد آزمایش در شرایط آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک از عملکرد دانه بالاتری برخوردار بودند، اما کاهش عملکرد دانه ژنوتیپ‌های سالند، ۵۰۴، کتول و صفی‌آبادی در شرایط آبیاری پس از ۹۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک در حد معنی‌داری نبود و می‌توان از آن‌ها در شرایط محدودیت آب استفاده نمود. همچنین پس از انجام آزمایش‌های تکمیلی می‌توان این ژنوتیپ‌ها را جهت کشت در منطقه توصیه نمود.

منابع

دانشیان، ج.ق.، نور محمدی و پ، جنوبی. ۱۳۸۱. بررسی واکنش سویا به تنش خشکی و مقادیر مختلف فسفر. هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج.

Board, J.E. 1985. Yield component associated with soybean yield reduction at nonoptimal planting dates. Agronomy Journal, 77: 135-140.

Board, J.E., and Hall, W. 1984. Premature flowering in soybean yield reductions at nonoptimal planting dates as influenced by temperature and photoperiod. Agronomy Journal, 76: 700-704.

Carlson, J.B. Morphology. 1973. In Caldwell B.E. (ed), Soybeans: Improvement, production, and uses. American society of Agronomy, inc publisher Madison Wisconsin, USA. Pp: 6-67

Cox, W.J., and Jolliff, G.D. 1986. Growth and yield of sunflower and soybean under soil water deficits. Agronomy Journal, 78: 226-230.

Cure, J.D., Raper, C.D., Patterson, R.P., and Robarge, W.P. 1985. Dinitrogen fixation in Soybean in response to leaf water stress and seed growth rate. Crop Science, 25: 52-58.

Davies, W.J., Mansfield, T.A., and Hetherington, A.M. 1990. Sensing of soil water status and the regulation of plant growth and development. Plant Cell and Environment, 13: 709-719.

Dogan, E., Kirnak, H., and Copur, O. 2007. Deficit irrigations during soybean reproductive stages and CROPGRO-soybean simulations under semi-arid climatic conditions. Field Crops Research, 103: 154–159.

Egli, D.B., Meckel, L., Phillips, R.E., Radcliffe, D., and Leggett, J.E. 1983. Moisture stress and N redistribution in soybean. Agronomy Journal, 75: 1027-1031.

Foroud, N., Mundel, H., Saindon, G., and Entz, T. 1993. Effect of level and timing of moisture stress on soybean yield, protein and oil response. Field Crops Research, 31: 195-209.

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

Jin, J., Wang, G.H., Liu, X.B., Pan, X.W., and Herbert, S.J. 2005. Phosphorus regulates root traits and phosphorus uptake to improve soybean adaptability to water deficit at initial flowering and full pod stage in a pot experiment. Soil Science and Plant Nutrition, 51: 953–960.

Liu, X.B., Herbert, S.J., Jin, J., Zhang, Q.Y., and Wang, G.H. 2004. Responses of photosynthetic rates and yield/quality of main crops to irrigation and manure application in the black soil area of Northeast China. Plant and Soil, 261: 55–60.

Humayun, M., Khan, S.A., Shinwari, Z.K., Khan, A.L., Ahmad, N., and Lee, I. 2010. Effect of polyethylene glycol induced drought stress on physio-hormonal attributes of soybean. Pakistan Journal of Botany, 42: 977-986.

Pandey, R.K., Maranville, J.W., and Admou, A. 2000. Deficit irrigation and nitrogen effect on maize in sahelian environment. I. Grain yield and yield components. Agricultural Water Management, 46: 1-13.

Pantalone, V. R., Burton, J.W., and Carter, T.E. 1996. Soybean fibrous root heritability and genotypic correlations with agronomic and seed quality triats. Crop Science, 36(5): 1120-1125.

Sohédjié, O., and Weaver, D.B. 1995. Effects of growth habit on yield components of late-planted soybean. Crop Science, 35: 411-415.

Thseng, F.S., and Huany, P.Y. 1976. Significans of growth habit in soybean breeding. 1. Varietal differences in characteristics of growth habit. Japenese Journal of Breeding, 22: 621-623.

Wilcox, J.R., and Frankenberger, E.M. 1987. Indeterminate and determinate soybean responses to planting date. Agronomy Journal. 79: 1074-1078.

Zhong, W.H., Cai, Z.C. 2004. Effect of soil management practices and environmental factors on soil microbial diversity: a review. Biodiversity Science, 12(4): 456–465.

Journal of Oil Plants Production, 2(1), Spring & Summer, 2015

Effects of drought stress on soybean genotypes yield in northern Khouzestan conditions

Seyed Ahmad Kalantar Ahmadi[1,*], Jahanfar Daneshian[2], Seyed Hossein Mahmoodinezhad Dezfully[3]

[1] *Researcher, Safiabad Agricultural Research Center of Dezful, and Ph.D student of University of Mohaghegh Ardabili, Ardabili, Iran*

[2] *Researcher, Seed and Plant Improvement Institute, Iran*

[3] *Researcher, Safiabad Agricultural Research Center of Dezful, Dezful, Iran*

[*]Corresponding author E-mail address: Kalantar.ahmadi@gmail.com

Received: 2015.02.18 Accepted: 2015.07.11

Abstract

Studyign of soybean cultivars under abiotic stress conditions to improve their yield is important. This experiment was carried out as a strip plot based on a randomized complete block design with three replications in the Safiabad Argicultural Research Center. Vertical factor consisted of foure levels of irrigation (Irrigation after 50, 90, 130 and 170 mm evaporation from class A pan) and horizontal factor was 6 soybean genotypes (504, Katoul, Safiabadi, BP×Safiabadi, Migmat and Salend). Results showed that the effect of drought stress, genotypes and their interactions were significant on grain yield. The mean comparison of drought stress × genotype interaction showed that the highest grain yield (4522 Kg ha^{-1}) achieved in irrigation after 50 mm evaporation from class A pan in Migmat and the lowest grain yield (1017 Kg ha^{-1}) belonged to Katoul genotype with irrigation after 170 mm evaporation from class A pan. Pod number per plant decreased by 16%, 28% and 51% with increasing irrigation intervals to 90, 130 and 170 mm compared to irrigation after 50 mm evaporation. The treatments did not have any significant effect on the number of grain per pod. It is concluded that, irrigation after 50 mm evaporation from class A pan would be suitable for Migmat and BP×Safiabadi genotypes. Irrigation after 90 mm evaporation from class A pan appropriate for 504, Salend, Katoul and Safiabadi genotypes.

Keywords: Cultivar, Grain yield, Irrigation, Pod, Soybean