

ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی ژنوتیپ‌های سویا در شرایط تنش کم آبی

Study of quantitative and quality characteristics of soybean genotypes in deficit irrigation conditions

جهانفر دانشیان^۱، حامد هادی^۲ و پریسا جنوبی^۳

چکیده

دانشیان، ج. ح. هادی و پ. جنوبی. ۱۳۸۸. ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی ژنوتیپ‌های سویا در شرایط تنش کم آبی. مجله علوم زراعی ایران: ۱۱(۴): ۳۹۳-۴۰۹.

به منظور ارزیابی رشد و عملکرد دانه ۱۹ ژنوتیپ و لاین سویا در شرایط تنش کم آبی، سه آزمایش جداگانه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. نیمارهای آبیاری در آزمایش اول تا سوم به ترتیب پس از ۵۰ (آبیاری مطلوب)، ۱۰۰ (تنش متوسط) و ۱۵۰ میلی‌متر (تنش شدید) تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A انجام گرفت. نتایج نشان داد که اثر متقابل تنش کم آبی و ژنوتیپ تاثیر معنی داری بر تعداد دانه در واحد سطح، میزان روغن و پروتئین دانه داشتند. تنش کم آبی تاثیر معنی داری بر تعداد گره، ارتفاع بوته، تعداد شاخه، تعداد غلاف در مترمربع، تعداد دانه در مترمربع، عملکرد دانه، شاخص باروری (نسبت وزن غلاف به وزن کل گیاه)، عملکرد روغن و پروتئین داشت. بیشترین کاهش تعداد شاخه، تعداد غلاف در مترمربع، عملکرد دانه، شاخص باروری، عملکرد روغن و پروتئین در شرایط تنش شدید مشاهده شد. عملکرد دانه در شرایط تنش متوسط و شدید با شاخص‌های مقاومت به تنش (STI)، میانگین بهره‌وری (MP)، میانگین بهره‌وری هندسی (GMP)، همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. در شرایط تنش متوسط، ژنوتیپ ال ۱۱ و در تنش شدید ژنوتیپ کلین عملکرد دانه بیشتری تولید کردند.

واژه‌های کلیدی: تنش کم آبی، سویا، شاخص باروری و شاخص مقاومت به تنش.

تاریخ دریافت: ۱۳۸۶/۰۵/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/۷/۱۵
۱- استاد یار موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر (مکاتبه کننده)
۲- کارشناس ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین
۳- استادیار دانشگاه تربیت معلم

باشد. در صورت عدم تحمل یک ژنوتیپ نسبت به خشکی، تفاوت عملکرد آن در شرایط تنش و بدون تنש کم آبی، قابل توجه می باشد (Sneller and Dombek, 1997). بنابراین انتخاب ژنوتیپ‌هایی که در شرایط تنش کم آبی از عملکرد دانه بالاتری برخوردار باشند، باعث کاهش میزان خسارت به تولید کنندگان سویا خواهد شد. بسیاری از محققان ارقامی را که در در هر دو شرایط کم آبی و آبیاری مناسب عملکرد بهتری داشته باشند، به عنوان ارقام مناسب جهت کشت در مناطقی با مشکل کم آبی، معرفی می نمایند. علاوه بر این شناسایی صفاتی که در ژنوتیپ‌های متتحمل باعث افزایش عملکرد می‌شوند، می توانند در کارهای اصلاحی برای تولید لاین‌های متتحمل به کم آبی مورد استفاده قرار گیرند.

مواد و روش‌ها

جهت ارزیابی واکنش ارقام و لاین‌های رشد نامحدود سویا به تنش کم آبی، سه آزمایش جداگانه در سال ۱۳۸۴ در مزرعه موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج اجرا شد.

مقدمه

گیاه سویا به عنوان مهم‌ترین گیاه روغنی در دنیا، رتبه دوم را از نظر تولید و سطح زیر کشت در کشور به خود اختصاص داده است. در دو دهه اخیر کم آبی باعث شده است که میزان عملکرد گیاهان زراعی با محدودیت مواجه شود. اخیراً تلاش‌های زیادی برای تولید ارقام متتحمل به خشکی در دنیا انجام شده است. یکی از راه‌های ممکن برای افزایش عملکرد در چنین شرایطی، شناسایی ارقامی است که در شرایط وقوع تنش کاهش عملکرد کمتری داشته و در ضمن در شرایط آبیاری مناسب نیز از عملکرد قابل قبولی برخوردار باشند. رامسور و همکاران (Ramseur *et al.*, 1986) گزارش دادند که آبیاری باعث افزایش تعداد دانه یا افزایش غلاف در شاخه‌های سویا می‌شود. وقوع تنش خشکی در مراحل اولیه نمو زایشی ممکن است باعث افزایش ریزش گل و غلاف شود (Korte *et al.*, 1983). اگر چه ممکن است با کاهش تعداد دانه، وزن دانه افزایش یابد. برای شناسایی ارقام متتحمل و حساس روش‌های مختلفی ارائه شده است. تحمل به کم آبی یک ژنوتیپ زمانی است تفاوتی بین عملکرد آن در شرایط تنش و بدون تنش وجود نداشته و یا در حداقل

جدول ۱- اسامی و منشاء ارقام و لاین‌های سویایی مورد آزمایش

Table 1. Name and origin of soybean genotypes in the experiment

ردیف	ردیف	زنوتیپ	مبدأ	ردیف	ردیف	زنوتیپ	مبدأ	ردیف	ردیف	زنوتیپ	مبدأ
		Genotype	origin			Genotype	origin			Genotype	origin
1	Delsoy4210	USA	آمریکا	8	Wisconsin	USA	آمریکا	15	Manokin	USA	آمریکا
2	LD3	Chin.	چین	9	Williams	USA	آمریکا	16	Hobbit×Williams	IR	ایران
3	L11	IR.	ایران	10	Hamilton	USA	آمریکا	17	Collombus × Williams	IR	ایران
4	Linford	USA	آمریکا	11	Ronak×Williams	IR.	ایران	18	Collombus×Williams82	IR	ایران
5	Clean	USA	آمریکا	12	KW506×Williams	IR.	ایران	19	Clarck × Hobbit	IR	ایران
6	M4	IR.	ایران	13	Daivis×Williams	IR.	ایران				
7	Zalta Zalha	Yug.	یوگلاری	14	SRF × T3	IR.	ایران				

روی خط کشت پنج تا هفت سانتی‌متر بود. تراکم بوته حدود ۳۰ گیاه در مترمربع در نظر گرفته شد. اولین آبیاری یک روز پس از کاشت انجام شد. برای تعیین

کلیه ارقام و لاین‌های سویا متعلق به گروه رشدی ۳ بودند. هر کرت آزمایشی دارای چهار خط به طول پنج متر با فاصله خطوط کاشت ۶ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها

جدول ۲- مقادیر متوسط ماهانه دما، بارش و رطوبت هوا در ایستگاه کشاورزی سال ۸۴ کرج

Table 2. Monthly mean value of precipitation, temperature, and relative humidity in agricultre karaj station in 2005

Month	ماه	حدائق دما	حدائق دما	میزان بارش (میلی متر)	حدائق رطوبت	حدائق رطوبت (درصد)
		(درجه سانتی گراد) Min temp (°C)	(درجه سانتی گراد) Max temp (°C)		(درصد) Min.RH (%)	(درصد) Max.RH (%)
May	اردیبهشت	12	26	3.7	25.0	69.6
Jun.	خرداد	17	31	2.1	21.1	63.5
Jul.	تیر	19	36	0	18.9	61.2
Aug.	مرداد	20	36	0	20.5	63.9
Sep.	شهریور	15	32	0	22.2	74.9
Oct.	مهر	12	29	0	22.8	71.7
Nov.	آبان	5	16	0	39.7	81.0

استفاده از کمباین جدا شدند. برای ارزیابی صفات رویشی و زایشی در زمان رسیدن از هر کرت آزمایشی شش گیاه به طور تصادفی انتخاب و صفات رویشی و اجزای عملکرد دانه مورد ارزیابی قرار گرفتند. شاخص بهره وری با محاسبه نسبت وزن غلاف به وزن کل گیاه (Pourmousavi *et al.*, 2009) و شاخص برداشت با محاسبه نسبت وزن دانه به وزن کل گیاه برآورد شدند. از بذر جمع آوری شده مربوط به عملکرد دانه هر کرت آزمایشی حدود سه گرم بذر به طور تصادفی جدا و با استفاده از دستگاه اینفرماتیک میزان روغن و پروتئین دانه های هر کرت آزمایشی اندازه گیری شدند. حساسیت و تحمل ارقام و لاین ها در شرایط تنش خشکی نسبت به آبیاری کامل با استفاده از شاخص های زیر انجام شد. شاخص حساسیت به تنش که اولین بار توسط فیشر و مورر معرفی شده (Fisher and Maurer, 1978) به شرح زیر می باشد:

$$SI = 1 - (\bar{Y}_S / \bar{Y}_P)$$

$$SSI = [1 - (\bar{Y}_S / \bar{Y}_P)] / SI$$

$$Tol = (Y_P - Y_S)$$

$$Mp = (Y_P + Y_S) / 2$$

$$GMP = (Y_P \cdot Y_S)^{1/2}$$

$$STI = (Y_P \cdot Y_S) / (\bar{Y}_P)^2$$

زمان آبیاری در کرت های شاهد و تنش از روش کسر رطوبتی اتمسفر استفاده گردید. به این جهت از تستک تبخیر کلاس A استفاده گردید. در هر روز میزان تبخیر از تستک تبخیر بر اساس آب اضافه شده به تستک محاسبه و زمانی که تبخیر به ۵۰ میلی متر رسید، آبیاری تیمار شاهد انجام گرفت. آبیاری کلیه کرت های آزمایشی تا مرحله تشکیل گره ۷-۵ مطابق شاهد انجام شد و پس از آن تیمارهای کم آبی اعمال شدند. بر این اساس زمان آبیاری آزمایش دوم و سوم به ترتیب پس از تبخیر ۱۰۰ (تنش متوسط) و ۱۵۰ (تنش شدید) میلی متر از تستک تبخیر انجام شدند. در طول زمان انجام آزمایش بارش قابل توجهی وجود نداشت. اطلاعات آب و هوایی محل اجرای آزمایش در جدول ۲ ارائه شده است. وجین از مراحل ۴-۲ برگی آغاز و تا گلدهی بصورت دستی انجام شد. عملیات برداشت در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک بصورت دستی از مساحت حدود سه مترمربع انجام گرفت و دانه ها با

شدت تنش (۱)

شاخص حساسیت به تنش (۲)

شاخص تحمل (۳)

میانگین بهره وری (۴)

میانگین هندسی بهره وری (۵)

شاخص تحمل به تنش (۶)

کاسته شد. لاین کلمبوس \times ویلیامز ارتفاع بوته بیشتری داشت. ارتفاع بوته تحت تاثیر تعداد گره در ساقه می باشد (جدول ۳). بنابراین با افزایش تعداد گرهها، ارتفاع بوته نیز افزایش می یابد، به طوری که ماچو و همکاران (1986) *Muchow et al.* با بررسی اعمال تیمارهای آبیاری در مراحل مختلف رشد سویا گزارش کردند که عدم آبیاری منجر به کاهش شدید تعداد گرهها و در نتیجه بوته شد. دسکلاس و همکاران (Desclaux *et al.*, 2000) در آزمایشی روی سویا گزارش کردند که میانگین ارتفاع بوته در مراحل رشد رویشی و زایشی گیاه نسبت به اعمال تنفس رطوبتی حساس‌ترین صفت به شمار می رود و ارتفاع بوته تحت این شرایط کاهش می یابد.

عامل تنفس کم آبی و ژنتیپ تاثیر معنی‌داری بر تعداد شاخه‌ها داشتند. بوتهای سویا در شرایط آبیاری مطلوب تعداد چهار شاخه تولید کردند. در مقایسه با گیاهان شرایط تنفس متوسط و شدید مشخص شد که تعداد شاخه‌ها نسبت به آبیاری مطلوب ۱۹ درصد کاهش داشتند. وقوع تنفس کم آبی باعث کاهش رشد رویشی گیاهان گردید. بنابراین به نظر می‌رسد که کاهش تعداد شاخه در شرایط تنفس به محدودیت تولید مواد فتوستراتی مربوط باشد. ژنتیپ‌های لینفورد و ام ۴ تعداد شاخه بیشتری داشتند (جدول ۳). عوامل تنفس خشکی و ژنتیپ تاثیر معنی‌داری بر تعداد غلاف در مترمربع داشتند. در شرایط آبیاری مطلوب بیشترین تعداد با $962/3$ غلاف در مترمربع تولید شد. در شرایط تنفس با توجه به کاهش میزان آب خاک از میزان گل‌های تبدیل شده به غلاف کاسته شد. به این ترتیب میزان غلاف در مترمربع در شرایط تنفس متوسط و شدید به ترتیب 26 ($715/6$) و 36 درصد ($671/5$) نسبت به آبیاری مطلوب کاهش یافت. تیمارهای کم آبیاری به ترتیب 77 و 20 درصد غلاف کمتری نسبت به تیمار آبیاری مطلوب تولید کردند. با توجه به اینکه تیمارهای تنفس قبل از مرحله نمو زایشی اعمال شدند،

عملکرد ژنتیپ در محیط بدون تنفس، Y_S عملکرد ژنتیپ در محیط دارای تنفس، Y_P متوسط عملکرد کلیه ژنتیپ‌ها در محیط بدون تنفس، Y_S متوسط عملکرد کلیه ژنتیپ‌ها در محیط دارای تنفس و SI شدت تنفس می باشد. شاخص تحمل (Tol) و متوسط عملکرد یا میانگین بهره‌وری تولید (MP) توسط روش Rosielle and Hamblin (1981) و هامبلین (ver 2.0) و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح ۵ درصد انجام شد. برای محاسبه ضرایب همبستگی از نرم افزار SPSS (ver. 16.0) استفاده شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که عامل ژنتیپ تاثیر معنی‌داری بر فاصله اولین غلاف از زمین داشت. لاین ک.دابلیو $506 \times$ ویلیامز با مقدار $18/78$ سانتی‌متر بیشترین فاصله اولین غلاف از زمین را نشان داد و با لاین ال ۱۱ و اس.آر.اف \times تی 3 در گروه آماری مشابهی قرار گرفت (جدول ۳). عامل تنفس کم آبی و ژنتیپ تاثیر معنی‌داری بر تعداد گره ساقه در سطح یک درصد نشان داد. تعداد گره ساقه نشان دهنده میزان رشد گیاه می‌باشد. همان گونه که انتظار می‌رفت، در شرایط آبیاری مطلوب، گیاهان از رشد بیشتری برخوردار بودند و به طور متوسط $16/65$ گره در ساقه اصلی تولید کردند. تنفس متوسط و شدید به ترتیب 13 و 16 درصد باعث کاهش در تعداد گره ساقه اصلی در شدند. در شرایط تنفس، مواد فتوستراتی کمتری در گیاهان تولید شد و از رشد رویشی گیاهان کاسته شد. در مقایسه ژنتیپ‌ها نیز لاین اس.آر.اف \times تی 3 بالاترین تعداد گره را در بین ژنتیپ‌ها داشت (جدول ۳). ارتفاع بوته تحت تاثیر عامل تنفس کم آبی و ژنتیپ قرار گرفت. در شرایط آبیاری مطلوب، بالاترین ارتفاع بوته ($73/6$ سانتی‌متر) بدست آمد و در شرایط تنفس متوسط و شدید به ترتیب 13 و 22 درصد از ارتفاع بوته

....
 گیاهان سویای تحت تنش خشکی، غلاف‌های کمتری تولید کردند، دانه‌های کمتری در هر غلاف داشتند و اندازه دانه‌ها کوچک‌تر از گیاهان رشد یافته در شرایط آبیاری مطلوب بود. مکل و همکاران (Meckel *et al.*, 1984) دریافتند که در شرایط تنش کم آبی، رشد دانه‌های موجود در غلاف از حساسیت کمتری نسبت به مدت پر شدن دانه برخوردار بود. آبیاری پس از مرحله پایان تشکیل غلاف، تعداد دانه‌ها را افزایش داد (Ramseur *et al.*, 1984). افزایش شدت تنش موجب کاهش فتوستنتر گیاه و در نتیجه کاهش تولید مواد پرورده در گیاه شد، به طوری که تنش قطع آب در زمان گلدهی و نمو غلاف باعث کاهش تعداد غلاف در گیاه و تعداد دانه در غلاف گردید. با اعمال تنش در مرحله شروع گلدهی، حفظ وزن صد دانه باعث جبران کاهش تعداد دانه در بوته و حفظ عملکرد دانه می‌شود. تنش در مرحله شروع تشکیل غلاف باعث افزایش ریزش گل و غلاف شده و منجر به کاهش تعداد دانه در گیاه می‌شود (Daneshian *et al.*, 2000). تعداد دانه در گیاه سویا مهم‌ترین جزء عملکرد محسوب می‌شود و تحت تاثیر تعداد غلاف در گیاه و تعداد دانه در غلاف می‌باشد. عوامل تنش خشکی، ژنوتیپ و اثر متقابل آنها تاثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در مترمربع داشتند. بیشترین تعداد دانه به لاین ال ۱۱ در شرایط آبیاری مطلوب با ۳۲۳۶ دانه، در مترمربع تعلق داشت. در شرایط تنش متوسط، ۳۴ درصد از میزان دانه در مترمربع کاسته شد و در شرایط تنش شدید به میزان قابل توجهی کاهش نشان داد. در شرایط آبیاری مطلوب لاین ال ۱۱ با مقدار ۳۲۳۶ دانه بالاترین میزان را داشت که با ژنوتیپ‌های لینفورد، زالتازالها، ک.دابلیو ۵۰۶×ویلیامز، منوکین، هایت×ویلیامز، کلمبوس×ویلیامز، کلمبوس×ویلیامز ۸۲ کلارک×هایت در گروه آماری مشابهی قرار گرفتند (جدول ۴). در شرایط تنش متوسط، رقم لینفورد بیشترین تعداد دانه در مترمربع را تولید نمود و با

بنابراین به نظر می‌رسد که علت کاهش تعداد غلاف در گیاه با افزایش شدت تنش ناشی از ریزش گل و غلاف می‌باشد (جدول ۳). رامسور و همکاران (Ramseur *et al.*, 1984) گزارش کردند که تنش رطوبتی طی گلدهی و آغاز تشکیل غلاف، تعداد غلاف را به مقدار زیادی کاهش داد. مقایسه ژنوتیپ‌ها مشخص کرد که لینفورد با مقدار ۹۸۱/۴، ۱۱، ویسکانسین، روناک ویلیامز، منوکین، کلمبوس ویلیامز ۸۲، کلارک هایت در گروه آماری مشابهی قرار گرفتند (جدول ۳). وست گیت و پترسون (Westgate and Peterson, 1993) دریافتند که تغییر مرحله نموی از تقسیم سلولی به تمایز در گل‌ها و نمو غلاف‌های جوان سویا، تحت تاثیر تنش خشکی قرار می‌گیرد. عوامل گیاهی که تقسیم و توسعه سلولی را تحت تاثیر قرار می‌دهند، مانند میزان آب بافت و غلظت هورمون‌های موثر گیاهی مانند آبسیزیک اسید مسئول تنظیم غلاف در شرایط تنش خشکی می‌باشد (Saini and Westgate, 2000). کاهش آب خاک قبل یا پس از آغاز گلدهی باعث کاهش معنی دار پتانسیل آب گل می‌شود که ممکن است فعالیت تحمدان را مختل و در نتیجه مانع از نمو آن شود (Kokubun *et al.*, 2001). تعداد دانه در غلاف فقط تحت تاثیر عامل ژنوتیپ قرار گرفت. بنابراین به نظر می‌رسد که این صفت از پایداری بیشتری نسبت به سایر صفات وابسته به عملکرد برخوردار باشد، اما متفاوت بودن ویژگی‌های ژنتیکی ژنوتیپ‌ها بر این صفت تاثیر داشت. رقم منوکین با ۲/۶۵ عدد بیشترین میزان دانه در غلاف را داشت که با دلسوزی ۱۱، لینفورد، کلین، ویسکانسین، ویلیامز، همیلتون و ک.دابلیو ۵۰۶×ویلیامز در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۳). نتایج بدست آمده از این آزمایش با نتایج بدست آمده توسط پندی و همکاران (Pandey

نسبت به سایر تیمارها در شرایط کم آبی و آبیاری کامل برخوردار بودند. دانشیان (Daneshian, 2002) نیز در ارزیابی تاثیر تنفس خشکی بر ۲۰ لاین و ژنوتیپ سویا در کرج گزارش کرد که ارقام کلین، ام، زالتزالها، ویسکانسین، روناک × ویلیامز از عملکرد دانه بیشتری برخوردار بودند. در این آزمایش نیز لاین ال ۱۱ با مقدار ۲۲۲۱ کیلوگرم در هکتار بالاترین عملکرد را داشت و با دلسوزی ۴۲۱۰، لینفورد، کلین، ویسکانسین، منوکین، هایست × ویلیامز، کلمبوس × ویلیامز و کلارک × هایست در گروه آماری مشابهی قرار گرفتند (جدول ۱). شاخص بهره وری نشان دهنده میزان اختصاص مواد فتوستراتی به اندام‌های زایشی است. ارقامی که از شاخص بهره وری بیشتری برخوردار باشند، سهم بیشتری از مواد پرورده را در اختیار غلاف‌ها قرار می‌دهند (Daneshian, 2002). تنفس کم آبی و ژنوتیپ تاثیر معنی‌داری بر شاخص بهره وری داشتند. بین گیاهان شرایط آبیاری مطلوب و تنفس متوسط از نظر میزان واحدهای زایشی تفاوتی وجود نداشت در حالی که در شرایط تنفس شدید نسبت به آبیاری مطلوب کاسته شد و در گروه آماری مجزا قرار گرفت. ژنوتیپ ویسکانسین از شاخص بهره وری بالاتری برخوردار بود. ژنوتیپ ویسکانسین با مقدار ۸۰/۴۷ درصد شاخص بهره وری بالاتری داشت و با ۱۲ ژنوتیپ دیگر در گروه آماری مشابهی قرار گرفت (جدول ۳). عامل ژنوتیپ و اثر متقابل تنفس کم آبی و ژنوتیپ تاثیر معنی‌داری بر میزان روغن دانه داشتند. ژنوتیپ ویسکانسین در شرایط آبیاری مطلوب بالاترین میزان روغن دانه (۲۴/۷ درصد) را داشت. همچنین دانه گیاهان شرایط تنفس متوسط را داشت. همچنین دانه گیاهان شرایط تنفس متوسط ژنوتیپ ال ۱۱ با مقدار ۲۳/۷ درصد بیشترین میزان و در بین گیاهان شرایط تنفس شدید ژنوتیپ همیلتون بیشترین میزان روغن دانه را (۲۴/۴ درصد) داشت. کمترین میزان روغن دانه (۱۹/۹ درصد) به آبیاری کامل تعلق داشت و تنفس متوسط و شدید به ترتیب با مقدار ۲۱/۳ و ۲۲/۷ درصد در گروه‌های جداگانه‌ای قرار گرفتند.

لاین ال ۱۱ در گروه آماری مشابهی قرار گرفت. در شرایط تنفس شدید نیز رقم ویلیامز با تعداد ۱۹۲۶ دانه، بالاترین مقدار را داشت (جدول ۱۴) تعداد دانه در متربعد ژنوتیپ‌ها در شرایط مختلف آبیاری متفاوت بود. بیشترین تغییرات در آبیاری مطلوب مشاهده شد و در شرایط تنفس تغییرات ژنوتیپ‌ها کاسته شد. در شرایط آبیاری مطلوب و تنفس شدید، ژنوتیپ ال.دی ۳ کمترین میزان دانه در متربعد را تولید کرد (جدول ۴). عامل تنفس کم آبی و ژنوتیپ تاثیر معنی‌داری بر وزن هزار دانه داشتند. رقم همیلتون بالاترین وزن هزار دانه را داشت و با ارقام ال.دی ۳، لینفورد، کلین، ام، ویسکانسین در گروه آماری مشابهی قرار گرفت (جدول ۴). دلوج (Delouche, 1980) گزارش کرد که تنفس شدید با ایجاد اختلال در نمو بذر باعث ایجاد چروکیدگی و کاهش وزن هزار دانه شد. تنفس در مرحله دانه بندی کامل عملکرد را به واسطه کاهش در اندازه بذر کاهش داد (Viera *et al.*, 1992).

عملکرد دانه تحت تاثیر تنفس کم آبی و ژنوتیپ قرار گرفت، به عبارت دیگر در کلیه ژنوتیپ‌ها وقوع تنفس باعث کاهش قابل توجه عملکرد دانه شد. در شرایط آبیاری مطلوب گیاهان از بیشترین تعداد گره ساقه، ارتفاع، تعداد شاخه، تعداد غلاف در واحد سطح، تعداد دانه در متربعد برخوردار بودند، بنابراین عملکرد بیشتری را نیز تولید نمودند. با وقوع تنفس از عملکرد دانه کاسته شد، به طوری که گیاهان در شرایط تنفس متوسط و شدید به ترتیب ۲۹ و ۴۳ درصد عملکرد کمتری نسبت به آبیاری مطلوب داشتند. مقایسه میانگین‌های عملکرد ژنوتیپ‌ها نشان داد که لاین ال ۱۱ با تولید ۲۲۲۱ کیلوگرم در هکتار بالاترین عملکرد دانه را داشت (جدول ۳). زارع و همکاران (Zarea *et al.*, 2002) در ارزیابی عکس العمل ۲۵ ژنوتیپ سویا نسبت به تنفس خشکی در کرج گزارش کردند که ارقام دلسوزی ۴۲۱۰، ال.دی ۳، ال ۱۱، لینفورد با بیش از دو تن در هکتار، از عملکرد دانه بیشتری

....

جدول ۳- میانگین صفات گیاهی ژنوتیپ‌های سویا در تیمارهای تنفس کم آبی

Table 3. Mean characteristics of soybean genotype in water deficit stress treatment

تنفس کم آبی Water deficit (mm evaporation)	ژنوتیپ Genotype	فاصله اولین غلاف از زمین 1th.Pod distance (cm)	تعداد گره‌ها No. of nodes	ارتفاع بوته Plant height	تعداد شاخه No. of branch	تعداد غلاف در مترا مربع Pod.m ⁻²	تعداد دانه در غلاف Seed.Pod ⁻¹	وزن هزار دانه 1000.seed.wt (g)	عملکرد دانه Seed yield (kg.ha ⁻¹)	شاخص بهره‌وری Productivity index (%)	شاخص برداشت HI (%)
50		14.035	16.65 a	73.6 a	3.684 a	962.3 a	2.475	129.068	2433 a	79.38 a	47.763
100		13.175	14.75 b	63.7 b	2.982 b	715.6 b	2.46	137.007	1729 b	78.05 a	47.768
150		14.018	13.98 c	57.2 c	2.965 b	618.5 c	2.382	123.975	1390 c	76.34 b	45.754
Delsoy 4210											
	LD3	15.1 b-e	16.2 abc	67.7 ab	3.4 a-d	658.3 c	2.4 a-f	130.1 bcd	1958 abc	76.1 c-f	78.6 a-e
	L11	11.8 fg	12.7 fg	58.7 bc	3.3 a-e	639.2 c	2.3 efg	143.7 a	1842 bcd	80.2 ab	55.8 a
	Linford	15.9 abc	16.6 ab	65.9 ab	3.2 a-f	905.4 ab	2.6 ab	125.2 de	2221 a	79.5 abc	48.3 b-e
	Clean	11.6 g	15.8 a-d	72.7 a	4.2 a	981.4 a	2.4 a-f	145.5 a	2013 abc	77.9 a-e	46.5 b-f
	M4	13.8 c-g	15.3 a-d	71.0 ab	3.1 b-f	675.3 c	2.5 abc	137.9 abc	2192 ab	77.7 a-f	48.1 b-e
	Zalta Zalha	12.7 d-g	15.8 a-d	68.2 ab	4.2 a	704.1 bc	2.3 d-g	146.7 a	1761 cd	78.2 a-e	53.1 ab
	Wisconsin	14.8 b-f	14.0 d-g	60.2 abc	3.0 c-f	669.4 c	2.4 b-f	132.1 bcd	1846 bcd	76.9 b-f	44.8 c-f
	Williams	11.3 g	13.4 efg	62.2 ab	4.1 ab	847.9 abc	2.5 a-f	140.5 ab	1869 a-d	80.5 a	50.1 abc
	Hamilton	12.1 efg	15.1 b-e	60.6 abc	3.4 a-d	688.2 bc	2.5 a-d	131.1 bcd	1807 cd	79.4 abc	45.9 b-f
	Ronak x Williams	11.0 g	12.4 g	47.7 c	3.5 abc	633.2 c	2.5 a-e	148.4 a	1564 d	78.5 a-e	49.1 a-e
	KW506 × Williams	12.3 efg	14.6 cde	59.1 bc	2.8 c-f	818.1 abc	2.1 g	121.4 a	1856 bcd	77.8 a-f	48.5 a-e
	Davis × Williams	18.8 a	15.8 a-d	71.0 ab	2.3 ef	700.1 bc	2.4 a-f	117.0 e	1650 cd	74.3 f	43.2 c-f
	SRF × T3	15.8 abc	15.6 a-d	59.9 abc	3.7 abc	673.9 c	2.5 a-f	123.5 de	1568 d	75.8 def	40.5 f
	Manokin	13.7 c-g	14.4 c-f	70.0 ab	3.3 a-e	771.2 abc	2.6 a	130.7 bcd	1963 abc	78.7 a-d	49.4 a-d
	Hobbit × Williams	15.4 bcd	15.1 a-d	70.1 ab	2.3 ef	699.8 bc	2.6 abc	126.8 de	1984 abc	79.1 a-d	47.6 b-f
	Collombus × Williams	13.2 c-g	16.6 ab	72.8 a	2.2 f	911.8 ab	2.2 fg	117.3 e	1974 abc	75.7 def	42.1 def
	Collombus × Williams82	12.6 d-g	15.8 a-d	65.2 ab	2.7 c-f	952.4 a	2.4 c-f	123.2 de	1593 d	79.7 ab	44.9 c-f
	Clark × Hobbit	12.3 efg	14.9 b-e	61.9 ab	2.4 def	792.2 abc	2.4 a-f	129.2 cd	1918 a-d	79.1 a-d	46.6 b-f

در هر ستون سطوح تیماری که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means in column and treatments followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using LSD Test

جدول ۴- اثر متقابل تیمارهای تنش کم آبی و ژنوتیپ بر تعداد دانه، میزان روغن و پروتئین دانه ارقام و لاین‌های سویا

Table 4 .- Interaction effect of water deficit stress and genotype on seed.m⁻², oil and protein percent in soybean

ژنوتیپ	تعداد دانه در مترمربع			میزان روغن دانه			میزان پروتئین دانه			
	Seed.m ⁻²			Oil content (%)			Protein content (%)			
	Genotype	آبیاری مطلوب	تنش متوسط	تنش شدید	آبیاری مطلوب	تنش متوسط	تنش شدید	آبیاری مطلوب	تنش متوسط	
Irrigation										
		normal	mild	severe	normal	mild	severe	normal	mild	severe
Delsoy 4210	2157 c-n	1303 n-r	1315 n-r	23.7 b-f	23.4 c-l	23.1 d-n	34.4 a-i	33.9 a-j	33.3 a-m	
LD3	1241 n-r	1990 c-p	930 r	23.8 a-e	22.7 i-p	23.2 d-n	31.1 l-q	34.4 a-i	33.8 a-k	
L11	3236 a	2418 a-k	1554 k-r	22.9 f-n	23.7 b-f	22.4 m-p	33.3 a-m	31.5 j-q	34.1 a-j	
Linford	2808 a-e	2787 a-f	1658 j-r	22.7 h-p	23.6 b-g	23.4 c-l	35.3 abc	34.4 a-i	34.0 a-j	
Clean	1934 d-q	1965 c-p	1330 m-r	23.3 c-l	23.2 c-m	23.1 d-n	33.8 a-k	35.1 a-e	33.7 a-k	
M4	2259 b-m	1504 k-r	1149 o-r	23.3 c-m	23 e-n	22.9 f-o	34.2 a-i	35.0 a-e	35.1 a-d	
Zalta Zalha	2734 a-g	1284 n-r	932 r	23.4 c-l	23.1 d-n	22.6 j-p	33.9 a-j	34.6 a-i	34.2 a-i	
Wisconsin	1837 g-r	2663 a-h	1862 f-r	24.7 a	23.6 b-g	23.4 c-l	29.1 q	31.2 k-q	33.1 b-m	
Williams	2268 b-l	1073 pqr	1926 d-q	24.1 abc	23.6 b-g	22.8 g-o	32.2 g-p	32.4 e-o	34.5 a-i	
Hamilton	1629 j-r	1616 j-r	1490 k-r	24.1 abc	23.2 c-m	24.4 ab	33.1 c-n	35.7 ab	33.5 a-l	
Ronak x Williams	2056 c-o	2082 c-o	1071 pqr	23.5 c-j	23.1 d-n	22.5 l-p	34.3 a-i	34.7 a-g	35.9 a	
KW506 × Williams	2663 a-h	1007 qr	1616 j-r	23.6 b-h	23.3 c-l	22.8 g-o	30.5 n-q	30.8 m-q	32.1 i-p	
Davis × Williams	2055 c-o	1407 l-r	1432 l-r	23.4 c-k	22.6 j-p	22.3 nop	32.3 f-p	34.5 a-i	34.6 a-h	
SRF × T3	2165 c-n	1988 c-p	1766 h-r	23.5 b-i	23.7 b-g	23.9 a-d	34.3 a-i	30.1 opq	29.8 pq	
Manokin	2609 a-i	1624 j-r	1827 g-r	23.5 c-j	23.1 d-n	23.3 c-m	32.1 h-p	34.3 a-i	33.2 b-m	
Hobbit × Williams	2873 abc	1437 l-r	1195 o-r	23.2 c-m	23.1 d-n	22.1 op	32.2 g-p	32.9 c-n	34.7 a-g	
Collombus × Williams	2859 a-d	1432 l-r	1809 g-r	22.6 j-p	23.7 b-g	22.6 j-p	34.4 a-i	32.7 d-n	35.0 a-e	
Collombus × Williams82	3123 ab	1919 e-q	1706 i-r	23.1 d-n	22.6 k-p	21.9 p	33.5 a-l	35.3 abc	34.8 a-f	
Clark × Hobbit	2520 a-j	1721 i-r	1440 l-r	22.6 j-p	23.2 c-m	22.8 f-o	33.9 a-j	32.9 c-n	33.3 a-m	

در هر ستون سطوح تیماری که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند

Means in column and treatments followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using LSD Test

تاثیر ندارد (Sionit and Kramer, 1977). با بررسی میزان کاهش هر یک از ویژگی های گیاه در مقایسه شرایط آبیاری مطلوب و تنش کم آبی مشخص شد که در شرایط تنش متوسط، در بین صفت های مورد بررسی، تنها وزن هزار دانه و میزان پروتئین دانه، به ترتیب ۵/۷۹ و ۱/۳۷ درصد افزایش داشتند، در حالی که سایر موارد کاهش داشتند. بیشترین میزان کاهش مربوط به عملکرد دانه با ۴۱ درصد و پس از آن عملکرد روغن و پروتئین نیز تحت تاثیر عملکرد دانه کاهش یافتند. کمترین میزان کاهش را شاخص برداشت (۰/۰۲۱ درصد) داشت. در شرایط تنش شدید، تنها پروتئین دانه به میزان جزئی افزایش یافت و سایر صفات کاهش یافتند (جدول ۵). بررسی ضرایب همبستگی نشان داد که فاصله اولین غلاف از زمین همبستگی مثبت و معنی داری با ارتفاع بوته و تعداد گره داشت. تعداد گره با تعداد غلاف در مترمربع، تعداد دانه در مترمربع و عملکرد دانه همبستگی

(جدول ۴) نتایج به دست آمده با یافته های فرود و مندل مطابقت داشت (Foroud and Mundell, 1993). عامل ژنتیک و اثر متقابل تنش کم آبی و ژنتیک، تاثیر معنی داری بر میزان پروتئین دانه داشتند. رقم لینفورد در شرایط آبیاری مطلوب، بالاترین میزان پروتئین دانه را داشت. در شرایط تنش متوسط رقم همیلتون و در شرایط تنش شدید لاین روناک × ولیامز، بیشترین میزان پروتئین را داشتند. با افزایش شدت تنش میزان پروتئین دانه به شدت کاهش یافت، به طوری که تیمار آبیاری مطلوب با ۳۷/۹ درصد کمترین مقدار پروتئین دانه را تولید کرد و دو سطح دیگر هر یک در گروه جداگانه ای قرار گرفتند (جدول ۴). فرود و مندل (Foroud and Mundell, 1993) نیز گزارش دادند با افزایش شدت تنش میزان پروتئین دانه کاهش یافت. نتایج بدست آمده نشان داده است که تنش خشکی در هیچ مرحله ای از رشد بر میزان روغن و پروتئین دانه ها

جدول ۵- میزان کاهش میانگین صفات گیاهی ژنتیکی سویا در تیمارهای تنش کم آبی

Table 5. Average reduction rate in plant characteristics of soybean genotypes in water deficit stress treatments

Plant characteristics	صفات گیاهی	آبیاری مطلوب	تش متوسط	درصد تغییر تش متوسط	تش شدید	میزان کاهش در تنش شدید
		Normal irrigation	Mild stress	Red. rate in medium stress (%)	Severe stress	Red. rate in severe stress (%)
1th pod dis. (cm)	فاصله اولین غلاف	14.035	13.175	-6.125	14.018	-0.121
Plant height (cm)	ارتفاع بوته	73.596	63.702	-13.445	57.228	-22.240
No. of nodes	تعداد گره	16.649	14.754	-11.380	13.982	-16.019
Inter node dis. (cm)	فاصله میان گره	4.445	4.299	-3.287	4.241	-4.589
No. of Branch	تعداد شاخه	3.684	2.982	-19.048	2.965	-19.517
1000.Seed.wt (g)	وزن هزار دانه	129.068	137.007	6.151	123.975	-3.946
Pod.m ⁻²	غلاف در مترمربع	962.306	715.537	-25.644	618.447	-35.733
Seed.m ⁻²	تعداد دانه در مترمربع	2369.773	1748.335	-26.226	1474.103	-37.796
Seed.Pod ⁻¹	تعداد دانه در غلاف	2.474	2.457	-0.703	2.383	-3.678
Seed yield (kg.ha ⁻¹)	عملکرد دانه	2433.187	1728.947	-28.943	1390.351	-42.859
HI (%)	شاخص برداشت	47.766	47.764	-0.004	45.749	-4.233
Productivity index (%)	شاخص بهرهوری	79.374	78.040	-1.680	76.345	-3.816
Oil content (%)	روغن دانه	23.437	23.242	-0.832	22.928	-2.172
Protein content (%)	پروتئین دانه	33.039	33.498	-1.390	33.832	2.4

بالاترین اثرات مستقیم بر روی عملکرد دانه بودند بنابراین از این صفات می‌توان در بهبود عملکرد دانه در سویا بهره برد. همچنین محققین و همکاران (Mohagheghin *et al.*, 2008) گزارش کردند که تعداد دانه در بوته و وزن صد دانه بر اساس تجزیه رگرسیون گام به گام موثرترین صفات بر عملکرد دانه سویا بودند. تجزیه علیت نشان داد که تعداد دانه در بوته با اثر مستقیم ۰/۹ بیشترین تاثیر را در افزایش عملکرد دانه ارقام مورد مطالعه داشت. وزن صد دانه نیز نقش موثری در عملکرد دانه ارقام داشته و احتمالاً گزینش ژنتیکی های با وزن صد دانه کمتر منجر به افزایش عملکرد دانه در جمعیت خواهد شد. به علاوه تعداد غلاف در بوته با اثر مستقیم ۰/۹۲ از طریق تاثیر بر تعداد دانه در بوته به طور غیر مستقیم بر عملکرد دانه موثر بود.

مثبت و معنی‌داری داشت. ارتفاع بوته با تعداد گره، تعداد غلاف در مترمربع، تعداد دانه در مترمربع، تعداد دانه در غلاف و عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. تعداد شاخه با تعداد غلاف در مترمربع، تعداد دانه در مترمربع و عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. عملکرد دانه با ارتفاع بوته، تعداد گره، تعداد غلاف در مترمربع و تعداد بذر در غلاف ارتباط مثبت و معنی‌داری داشت (جدول ۶). بکائی و همکاران (Bokaei *et al.*, 2008) گزارش کردند که ماده خشک، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه، تعداد غلاف در گره و تعداد گره زیای دارای بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد دانه سویا بودند. تجزیه علیت نشان داد که عملکرد ماده خشک، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه در شرایط مختلف آبیاری دارای

جدول ۶- ضرایب همبستگی ساده بین صفات گیاهی سویا و تیمارهای بدون تنش و تنش کم آبی

Table 6. Simple correlation coefficients between soybean plant characteristics in non-stress and water deficit

	stress treatments								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Plant height	ارتفاع بوته	2	0.321*						
No. of nodes	تعداد گره ساقه	3	0.357**	0.809**					
Inter node dis.	فاصله میانگره	4	0.061	0.380**	-0.145				
No. of Branch	تعداد شاخه	5	-0.307*	0.164	0.247	-0.014			
1000.Seed.wt	وزن هزار دانه	6	-0.496**	0.034	-0.247	0.224	0.242		
Pod.m ⁻²	تعداد غلاف در مترمربع	7	-0.106	0.589**	0.604**	0.165	0.356**	-0.036	
Seed.m ⁻²	تعداد بذر در مترمربع	8	-0.039	0.630**	0.605**	0.232	0.374**	0.0170	0.961**0
Seed.pod ⁻¹	تعداد بذر در غلاف	9	0.158	0.325*	0.170	0.312*	0.180	0.180	0.431**
Seed yield	عملکرد دانه	10	0.038	0.627**	0.531**	0.280*	0.289*	0.158	0.631**
									0.648**
									0.288*

* and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

تنش متوسط همبستگی مثبت و معنی‌داری با شاخص تحمل به تنش، میانگین بهره‌وری و میانگین هندسی بهره‌وری داشت. شاخص حساسیت به تنش نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری با شاخص تحمل داشت. عملکرد دانه گیاهان شرایط تنش شدید نیز همبستگی مثبت و معنی‌داری با شاخص تحمل به تنش، میانگین بهره‌وری و میانگین هندسی بهره‌وری داشت

بررسی همبستگی عملکرد دانه شرایط مختلف آبیاری و شاخص‌های حساسیت و تحمل به تنش نشان داد که عملکرد شرایط آبیاری مطلوب با عملکرد دانه گیاهان شرایط تنش متوسط و شدید، شاخص حساسیت به تنش، شاخص تحمل به تنش، میانگین بهره‌وری، شاخص تحمل و میانگین هندسی بهره‌وری همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. عملکرد دانه گیاهان شرایط

....

۰/۴۲۹ بود. در شرایط تنفس شدید نیز ژنوتیپ کلین با ۱۸۱۱ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد را داشت. بر اساس شاخص STI ژنوتیپ کلین با مقدار ۸۸۸،۰ رتبه بالاتری را کسب نمود. بر اساس شاخص MP مشخص شد که لاین کلمبوس × ویلیامز ۸۲ بیشترین رتبه را در GMP بین ارقام با مقدار ۲۳۵۷ داشت. بر اساس شاخص MP لاین روناک × ویلیامز رتبه بالاتر را با مقدار ۲۲۹۳ داشت. در نهایت با توجه به اینکه شاخص‌های STI، MP، GMP همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد در شرایط تنفس شدید داشتند، با توجه به رتبه حاصل از هر یک از ژنوتیپ‌ها بر اساس شاخص‌های تنفس مشخص شد که ژنوتیپ کلین در مجموع رتبه کمتری را کسب نموده و به عنوان ژنوتیپی که حساسیت کمتر و تحمل بیشتری به شرایط کم آبی دارد، شناخته شد (جدول ۱۰).

(جدول ۷ و ۸). غریب عشقی و همکاران (Gharib eshghi *et al.*, 2008) مناسب‌ترین شاخص برای ارزیابی GMP و STI مقاومت به خشکی در سویا بوده و می‌توانند برای شناسایی ارقام دارای عملکرد بالا در هر دو شرایط مورد استفاده قرار داده شوند. در شرایط تنفس متوسط شدت تنفس برابر با ۰/۲۸۹ بود. رتبه بندی مقادیر عملکرد شرایط آبیاری مطلوب ارقام و لاین‌های مختلف نشان داد که لاین ال ۱۱ با تولید ۲۹۹۲ کیلوگرم در هکتار رتبه بالاتری را داشت. عملکرد‌های شرایط تنفس متوسط ارقام مختلف نشان داد که لاین هایبت × ویلیامز با مقدار ۲۰۷۵ کیلوگرم در هکتار رتبه بالاتری را در این شرایط داشت. بر اساس شاخص‌های MP، STI و GMP مشخص شد که لاین ال ۱۱ برترین ژنوتیپ بود (جدول ۹). در شرایط تنفس شدید، شدت تنفس برابر

جدول ۷- ضرایب همبستگی ساده بین عملکرد دانه سویا در تیمار تنفس متوسط و شاخص‌های حساسیت و تحمل

Table 7. Simple correlation coefficients between soybean yield in medium stress treatment and susceptibility and tolerance indices

		and tolerance indices					
		1	2	3	4	5	6
2	Y100	عملکرد در تنفس متوسط	0.377				
3	SSI	شاخص حساسیت به تنفس	0.718**	-0.364			
4	STI	شاخص تحمل به تنفس	0.848**	0.796**	0.260		
5	MP	میانگین بهره‌وری	0.920**	0.710**	0.392	0.982**	
6	TOL	شاخص تحمل	0.837**	-0.191	0.976**	0.429	0.556*
7	GMP	میانگین هندسی بهره‌وری	0.875**	0.778**	0.299	0.993**	0.995** 0.468*

* and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۸- ضرایب همبستگی ساده بین عملکرد دانه سویا در تیمار شرایط تنفس شدید و شاخص‌های حساسیت و تحمل

Table 8. Simple correlation coefficient between soybean yield in severe stress treatment and susceptibility and tolerance indices

		tolerance indices					
		1	2	3	4	5	6
2	Y150	عملکرد در تنفس شدید	0.267				
3	SSI	شاخص حساسیت به تنفس	0.672** -0.527*				
4	STI	شاخص تحمل به تنفس	0.810** 0.775**	0.122			
5	MP	میانگین بهره‌وری	0.913** 0.638**	0.314 0.976**			
6	TOL	شاخص تحمل	0.859** -0.263	0.952** 0.399 0.575**			
7	GMP	میانگین هندسی بهره‌وری	0.823** 0.766**	0.139 0.998** 0.983** 0.417			

* and **: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۹- عملکرد دانه و شاخص‌های حساسیت و تحمل به تنش ژنوتیپ‌های سویا در تیمارهای آبیاری مطلوب و تنش متوسط

Table 9. Seed yield and susceptibility and tolerance indices of soybean genotype in normal and medium water stress treatments

ژنوتیپ	عملکرد دانه در آبیاری مطلوب		عملکرد دانه در تنش متوسط		درصد کاهش عملکرد دانه		شاخص حساسیت به تنش		شاخص تحمل به تنش		شاخص تحمل بهره‌وری میانگین بجهه‌وری		میانگین هندسی بهره‌وری		
	Yield in normal irr.	Rank	Yield in mid. stress (kg.ha ⁻¹)	Rank	Red.rate in seed yield (%)	SSI	Rank	STI	Rank	MP	Rank	Tol	Rank	GMP	Rank
	Genotype	(kg.ha ⁻¹)													
1 Delsoy4210	2769	4	1628	10	-41.22	1.424	18	0.761	11	2199	8	1142	18	2123	8
2 LD3	2558	9	1553	15	-39.31	1.358	16	0.671	12	2056	12	1006	15	1993	12
3 L11	2992	1	2011	3	-32.78	1.132	10	1.016	1	2501	1	981	13	2453	1
4 Linford	2906	2	1742	9	-40.06	1.384	17	0.855	5	2324	4	1164	19	2250	5
5 Clean	2903	3	1861	6	-35.89	1.240	13	0.913	2	2382	2	1042	16	2324	2
6 M4	2283	12	1533	17	-32.85	1.135	11	0.591	14	1908	14	750	9	1871	14
7 Zalta Zalha	2628	7	1628	11	-38.05	1.315	15	0.722	9	2128	10	1000	14	2068	9
8 Wisconsin	2422	11	1983	4	-18.12	0.626	6	0.811	6	2203	7	439	6	2192	6
9 Williams	2025	16	1811	7	-10.56	0.365	3	0.619	13	1918	13	214	2	1915	13
10 Hamilton	1875	18	1542	16	-17.78	0.614	5	0.488	18	1708	18	333	5	1700	18
11 Ronak×Williams	2628	8	1808	8	-31.18	1.077	9	0.803	7	2218	6	819	12	2180	7
12 KW506×Williams	2228	13	1425	18	-36.03	1.245	14	0.536	15	1826	15	803	11	1782	15
13 Davis×Williams	1889	17	1628	12	-13.82	0.478	4	0.519	17	1758	17	261	4	1753	17
14 SRF × T3	1778	19	1622	13	-8.75	0.302	1	0.487	19	1700	19	156	1	1698	19
15 Manokin	2175	15	1956	5	-10.09	0.349	2	0.718	10	2065	11	219	3	2062	10
16 Hobbit×Williams	2547	10	2075	1	-18.54	0.641	7	0.893	4	2311	5	472	7	2299	4
17 Collombus×Williams	2664	6	2017	2	-24.30	0.839	8	0.907	3	2340	3	647	8	2318	3
18 Collombus×Williams82	2217	14	1422	19	-35.84	1.238	12	0.532	16	1819	16	794	10	1776	16
19 Clark × Hobbit	2744	5	1606	14	-41.50	1.434	19	0.744	8	2175	9	1139	17	2099	11

(SI=0.289)

شدت تنش برابر ۰/۲۸۹ می باشد

....

جدول ۱۰- عملکرد دانه و شاخص‌های حساسیت و تحمل به تنش ژنتیکی سویا در تیمارهای آبیاری مطلوب و تنش شدید

Table 10. Seed yield and susceptibility and tolerance indices of soybean genotype in normal and severe water stress treatments

ژنوتیپ	عملکرد دانه در آبیاری مطلوب		عملکرد دانه در تنش شدید		درصد کاهش عملکرد دانه		شاخص حساسیت به تنش	شاخص تحمل به تنش		میانگین بهره‌وری	شاخص تحمل		میانگین بهره‌وری	میانگین هنرسی بهره‌وری	
	Yield in normal irr. (kg.ha ⁻¹)	Rank	Yield in severe stress (kg.ha ⁻¹)	Rank	Reduction in seed yield (%)	SSI	Rank	STI	Rank		MP	Rank	Tol	Rank	GMP
	Genotype														
1 Delsoy4210	2769	4	1478	5	-46.64	1.088	11	0.691	3	2149	3	1217	11	1836	9
2 LD3	2558	9	1414	7	-44.73	1.044	10	0.611	7	1939	10	417	2	2229	2
3 L11	2992	1	1661	3	-44.48	1.038	9	0.839	2	1986	6	1222	12	1830	10
4 Linford	2906	2	1392	9	-52.10	1.216	17	0.683	4	1953	9	1422	17	1705	14
5 Clean	2903	3	1811	1	-37.61	0.877	7	0.888	1	2326	2	1342	15	1819	11
6 M4	2283	12	1467	6	-35.77	0.835	5	0.566	10	1539	19	1331	14	1499	19
7 Zalta Zalha	2628	7	1283	13	-51.16	1.194	16	0.570	9	1575	17	1144	10	1956	6
8 Wisconsin	2422	11	1200	16	-50.46	1.177	15	0.491	14	1875	12	817	5	1791	12
9 Williams	2025	16	1583	4	-21.81	0.509	2	0.542	12	2074	5	1497	18	1700	15
10 Hamilton	1875	18	1275	14	-32.00	0.747	4	0.404	17	1678	16	1514	19	1962	5
11 Ronak×Williams	2628	8	1131	19	-56.98	1.329	19	0.502	13	1956	8	600	6	2293	1
12 KW506×Williams	2228	13	1297	12	-41.77	0.975	8	0.488	15	2124	4	931	7	1724	13
13 Davis×Williams	1889	17	1189	17	-37.06	0.865	6	0.379	19	1967	7	442	3	1902	7
14 SRF × T3	1778	19	1364	10	-23.28	0.543	3	0.410	18	1804	14	1344	16	1557	17
15 Manokin	2175	15	1758	2	-19.16	0.447	1	0.646	6	1811	13	700	4	2011	4
16 Hobbit×Williams	2547	10	1331	11	-47.76	1.114	12	0.572	8	1879	11	414	1	2023	3
17 Collombus×Williams	2664	6	1242	15	-53.39	1.246	18	0.559	11	1571	18	1292	13	1589	16
18 Collombus×Williams82	2217	14	1139	18	-48.62	1.134	13	0.426	16	2357	1	1078	8	1546	18
19 Clark × Hobbit	2744	5	1403	8	-48.89	1.141	14	0.650	5	1763	15	1092	9	1841	8

(SI=0.429)

شدت تنش برابر ۰/۴۲۹ می باشد

گروه آماری متفاوتی قرار داشت، تعداد دانه در مترمربع به عنوان یکی از اجزای موثر در عملکرد دانه باعث کاهش عملکرد دانه گیاه سویا شد و بنا بر این لاین ال ۱۱ که در شرایط تنفس متوسط ژنتیک بهتری بود، در شرایط تنفس شدید به میزان قابل توجهی کاهش عملکرد داشت، در حالی که رقم کلین در شرایط تنفس کاهش تعداد دانه در مترمربع کمتر و در نتیجه کاهش عملکرد کمتری را نشان داد و به عنوان ژنتیک برتر در این شرایط شناخته شد. عملکرد دانه در شرایط تنفس متوسط و شدید همبستگی مثبت و معنی داری با شاخص های STI و GMP، MP داشت و به عنوان شاخص های این اساس لاین ال ۱۱ برای شرایط تنفس متوسط و ژنتیک کلین برای تنفس شدید انتخاب شدند.

نتیجه گیری

در بین ویژگی های گیاه که نشان دهنده سرعت رشد گیاه می باشد، تعداد گره ساقه، ارتفاع بوته و تعداد شاخه تحت تاثیر تنفس آبی کاهش یافته و از بین ویژگی های زایشی گیاه تعداد غلاف در مترمربع که ارتباط معنی داری با تعداد دانه در مترمربع و عملکرد دانه داشت، تحت تاثیر تعداد غلاف در گیاه و تعداد گیاه در مترمربع بود. از آنجا که شاخص بهره وری بازتابی از نحوه عملکرد واحد های زایشی گیاه می باشد، مشخص شد که از میزان آن کاسته شده و باعث کاهش تعداد غلاف در گیاه و در نهایت عملکرد دانه شد. با توجه به اینکه تعداد دانه در مترمربع در شرایط تنفس متوسط با گیاه شرایط آبیاری مطلوب در گروه آماری مشابهی قرار گرفت ولی در شرایط تنفس شدید در

References

- Bokaei, A.S., H.R., Babaee, D., Habibi, F., Javidfar, A. Mohammadi. 2008.** Path analysis for grain yield in soybean under different irrigation conditions. Proceeding of the 10th Iranian Congress of Crop Science 18-20 Aug. 2008. Karaj.Iran (In Persian).
- Daneshian, J., Gh. Nourmohammadi and P. Jonoubi. 2002.** Evaluation of yield the model difference and grain yield components of soybean under drought stress condition. Abstracts the 7th Iranian Congress of Crop Science 4-7 Sep. 2002. Karaj. Iran (In Persian).
- Delouche, J.C. 1980.** Environmental effects on seed development and seed quality. Hortscience 15: 775-80.
- Desclaux, D. and P. Roumet. 1996.** Impact of drought stress on the phenology of two soybean (*Glycine max* L.merr) cultivars. Field Crop Res. 46: 61-70.
- Fisher, F. A. and R. Maurer. 1978.** Drought resistance in spring wheat cultivars, I Grain yield response. Austr. J. of Agric. Res. 29:897-912.
- Foroud, H. and H. Mundel. 1993.** Effect of level and timing of moisture stress on soybean yield protein and oil. Field Crop Res. 61: 195-209.

منابع مورد استفاده

-
- Gharib eshghi, A., N. Razmi, R. Adel zadeh, F. Madad Zadeh.** 2008. Study of the efficiency of some drought tolerance indices in selection of soybean lines and cultivars under moisture deficit conditions in Caspian region using principal component analysis. Procceding of the 10th Iranian Congress of Crop Science 18-20 Aug. 2008. Karaj. Iran (In Persian).
- Kokubun, M., S. Shimada. and M. Takahashi.** 2001. Flower abortion caused by pre anthesis water deicit is not attributed to impairment of pollen in soybean. *Crop Sci.* 41, 1517-1521.
- Korte, L.L., J.E. Specht, J.H. Williams, and R.C. Sorenson.** 1983. Irrigation of soybean genotypes during reproductive ontogeny. II. Yield component responses. *Crop Sci.* 23: 528-533.
- Meckel, L., D.B. Egli, R.E. Phillips, D. Radcliffe and J.E. Leggett.** 1984. Effect of moisture stress on seed growth in soybeans. *Agron.J.* 75:1027-1031.
- Mohagheghin, A., B., Rabee, A. Kafi ghasemi, M. Jvaher dashti.** 2008. Correlation between morphological traid and grain yield in soybean. Procceding of the 10th Iranian Congress of Crop Science 18-20 Aug. 2008. Karaj. Iran (In Persian).
- Muchow, R.C., T.R. Sinclair, and L.C. Hammond.** 1986. Response of leaf growth, leaf nitrogen, and stomatal conductance to water deficits during vegetative growth of field-grown soybean. *Crop Sci.*26: 1190-1195.
- Pandey, R.KL., W.A.T. Hen-era and J.W. Pendleton.** 1984. Drought response of grain legumes under irrigation gradient. I. Yield and yield components. *Agronomy Journal.* 76:549-553.
- Pourmousavi, S.M., M. Gelavi, J. Daneshian, A. Ghanbari, N. Basirani, P. Jonoubi.** 2009. Effect of cattel manure on quantitive and qualitive yield of Soybean L17 line under drought stress condition. *Iranian Crop Sci.* 40(1). 133-146 (In Persian with English abstract).
- Ramseur, E.L., V.L. Quinsenberry, S.V. Wallace and J.H. Palmer.** 1984. Yield and yield components of 'Braxton' soybeans as influenced by irrigation and intrarow spacing. *Agron.J.* 76: 442-446.
- Rosielle, A.A. and J. Hamblin.** 1981. Theoretical aspect of selectionfor yield in stress and non-stress environment. *Crop Sci.* 21: 943-946.
- Saini, H.S. and M.E. Westgate.** 2000. Reoroductive development in grain crops during drought. *Advances in Agron.* 68, 59-95.
- Sionit, N., and P.J. Kramer.** 1977. Effect of ater stress during different stages of growth of soybean. *Agron. J.* 69: 274-278.
- Sneller, C.H. and D. Dombek.** 1997. Use of Irrigation in selection for soybean yield potential under drought. *Crop Sci.* 37: 1141-1147.

Vieira, R.D., D.M. Tekrony and D.B. Egli. 1991. Effect of drought stress on soybean seed germination and vigor. *J of Seed Tech.* 16:12-21.

Viera, R.D., D.M. Tekrony and D.B. Egli. 1992. Effect of drought and defoliation stress in the field on Soybean seed germination and vigor. *Crop Sci.* 32 (2): 471-475.

Westgate, M.E. and C.M. Peterson. 1993. Flower and pod development in water-deficit soybean. *J. Exp. Bot.* 44, 109-117.

Zarea, M., J. Daneshian and H. Zynalikhanehah. 2004. Variability for drought resistance in soybean. *The Scientific J. of Agric.* 27 (1). 33-50 (In Persian with English abstract).

Zarea, M., H. Zynalikhanehah and J. Daneshian. 2004. An evaluation of tolerance of some soybean genotypes to drought stress. *Iranian J of agric. Sci.* 35 (4). 859-867 (In Persian with English abstract).

Study of quantitative and quality characteristics of soybean genotypes in deficit irrigation conditions

Daneshian¹, J., H. Hadi² and P. Jonoubi³

ABSTRACTS

Daneshian, J., H. Hadi and P. Jonoubi. 2009. Study of quantitative and quality characteristics of soybean genotypes in deficit irrigation conditions. Iranian Journal of Crop Sciences. 11 (4):393-409.

To study growth and yield in 19 genotypes of soybean under deficit irrigation conditions, three separate experiments were carried out using randomized complete block design with three replications. Three irrigation regimes were applied in three experiments: Experiment 1: after 50 (optimum irrigation), Experiment 2: after 100 (moderate stress) and Experiment 3: after 150 millimeters (severe stress) evaporation from evaporation pan class A. Results showed that the Irrigation regimes×genotype interaction had significant effect on the number of seeds per unit area, oil and protein contents. Deficit irrigation had significant effect on the number of nodes, plant height, number of branches, number of pod.m⁻², number of seed.m⁻², grain yield, productivity index (pod weight/total dry weight), proteins and oil contents. Severe stress conditions had maximum effect on reduction in branch number, number of pods.m⁻², grain yield, productivity index, oil and protein contents. Grain yield in moderate and severe stress conditions had positive and significant correlation with STI, MP, GMP indices. The highest grain yield was obtained from genotypes L11 and Clean in moderate and severe stresses conditions, respectively.

Keywords: Deficit irrigation, Productivity index, Soybean and Stress tolerance index.

Received: August, 2008 Accepted: October, 2009

1- Assistant Prof., Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran (Corresponding author)

2- MSc. in Agronomy, Islamic Azad University, Varamin Unit, Iran

3- Assistant Prof., Tarbiat Moalem Univ. Tehran, Iran