مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی
جلد پنجم، شماره دوم، تابستان ۹۱
۹۳-۱۰۹
http://ejcp.gau.ac.ir

اثرات کم‌آبیاری بر عملکرد کمی و کیفی رقم‌های سویا در منطقه رشت

جاسم امینی‌فر[۱]، *محمدحسن بیگلویی[۲]، غلامرضا محسن‌آبادی[۳] و حبیب‌اله سمیع‌زاده[۴]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه زراعت، [۲]استادیار گروه مهندسی آب،
[۳]استادیار گروه زراعت، [٤]دانشیار گروه بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۱/۱۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۲/٤

چکیده

به‌منظور بررسی اثرات کم‌آبیاری بر عملکرد کمی و کیفی رقم‌های سویا آزمایشی به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان در سال زراعی ۱۳۸۸ اجرا گردید. عامل اصلی شامل ۳ سطح آبیاری در پتانسیل‌های رطوبتی ۳۵-۳۰ (I_1)، ۵۵-۵۰ (I_2) و ۷۵-۷۰ (I_3) سانتی‌بار و یک سطح بدون آبیاری (I_4) بود و عامل فرعی شامل ۷ رقم سویا به نام‌های ۰۳۳، ۰۳۲ و سحر (از گروه رسیدگی ٤)، ال.۱۷، کلارک، زان و مادری (از گروه رسیدگی ۳) در نظر گرفته شد. سطوح پتانسیل رطوبتی خاک با استفاده از تانسیومتر کنترل شد. نتایج نشان داد با کاهش آبیاری، گیاهان در تیمارهای I_2، I_3 و I_4 به‌ترتیب ۱۵، ۲۰ و ٦۵ درصد، عملکرد کم‌تری را نسبت به تیمار آبیاری I_1 داشتند. بیش‌ترین (۱۳۷۹ کیلوگرم) و کم‌ترین عملکرد دانه (٤۷۸ کیلوگرم)، به‌ترتیب در تیمارهای I_1 و I_4 به‌دست آمد. رقم ۰۳۳ در تیمار I_3 دارای بیش‌ترین و رقم زان در تیمار I_4 دارای کم‌ترین عملکرد روغن و پروتئین بودند. همچنین بررسی بهره‌وری آب نشان داد که با کاهش آبیاری شاخص بهره‌وری آب به‌طور معنی‌داری افزایش یافت به‌طوری‌که تیمارهای I_2 و I_3 نسبت به تیمار I_1، به‌ترتیب ۱۳ و ۳۳ درصد افزایش نشان دادند. نتایج این آزمایش نشان داد که اعمال آبیاری براساس پتانسیل رطوبتی ۷۵-۷۰ سانتی‌بار، ضمن صرفه‌جویی در مصرف آب و افزایش بهره‌وری مصرف آب، می‌تواند موجب افزایش درصد روغن و پروتئین دانه سویا در منطقه رشت شود.

واژه‌های کلیدی: تنش کم‌آبی، سویا، عملکرد، اجزای عملکرد

* مسئول مکاتبه: mhbiglouei@yahoo.com

مقدمه

سویا (*Glycine max* L.) از قدیمی‌ترین گیاهان زراعی محسوب می‌شود و یکی از منابع عمده تولید روغن و پروتئین گیاهی می‌باشد (خواجه‌پور، ۲۰۰۶). کمبود رطوبت یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده رشد سویا می‌باشد (اوبر و شارپ، ۲۰۰۳). کشور ایران جزء مناطقی محسوب می‌شود که نیاز رطوبتی سویا در دوره رشد آن باید از طریق آبیاری تأمین شود. در برخی مناطق کشور، مراحل حساس رشد سویا با کاهش نزولات آسمانی، گرمای شدید و تلفات آب از طریق تبخیر و تعرق مواجه می‌شود و به این ترتیب، عملکرد آن به‌شدت کاهش می‌یابد. یکی از راه‌کارهایی که با استفاده از آن می‌توان سطح زیر کشت گیاهان زراعی را گسترش داد و در مصرف آب آبیاری صرفه‌جویی کرد، استفاده از روش کم‌آبیاری می‌باشد. در واقع کم‌آبیاری یک راه‌کار مطلوب برای تولید محصول در شرایط کمبود آب است که کاهش محصول در واحد سطح با افزایش سطح زیر کشت جبران می‌شود (انگلیش و همکاران، ۱۹۹۲).

عملکرد نهایی هر گیاه زراعی توسط اثرات متقابل ژنوتیپ گیاه و محیط رشد تعیین می‌گردد. شرایط محیطی هر منطقه، تعیین‌کننده رقم مناسب آن منطقه می‌باشد و از میان ارقام مناسب منطقه، رقمی که بیش‌ترین عملکرد را داراست باید برای کشت انتخاب شود. عکس‌العمل‌های ارقام سویا نسبت به کمبود رطوبت خاک متفاوت است، همچنین نیاز آبی سویا طیف گسترده‌ای دارد به‌طوری‌که دورنبوس و کسام (۱۹۷۹) گزارش داده‌اند که نیاز آبی سویا با توجه به شرایط آب و هوایی و طول دوره رشد آن بین ۷۰۰–۴۵۰ میلی‌متر می‌باشد. نتایج پژوهش‌های مختلف بیان‌گر کاهش رشد و عملکرد دانه سویا در اثر تنش کمبود آب می‌باشد (شاه‌مرادی و همکاران، ۲۰۰۹؛ پورموسوی و همکاران، ۲۰۰۹). تنش کمبود آب باعث کاهش ارتفاع، تعداد گره، تعداد شاخه، وزن بوته، تعداد دانه، وزن دانه، تعداد غلاف، وزن غلاف و شاخص برداشت سویا می‌شود (شاه‌مرادی، ۲۰۰۳؛ دانشیان، ۲۰۰۰). اسمیسیکلاز و همکاران (۱۹۹۲) بیان داشتند که، تنش در مرحله گل‌دهی علاوه‌بر کاهش وزن خشک گیاه، کاهش اجزای زایشی و در نهایت تعداد دانه را در پی خواهد داشت. بنابراین، دسترسی نداشتن به رطوبت لازم مهم‌ترین عامل مؤثر در ریزش گل و غلاف می‌باشد. براساس نتایج به‌دست آمده تنش کمبود آب ضعیف در مرحله رویشی عملکرد دانه سویا را تحت‌تأثیر قرار نمی‌دهد (یحیایی، ۲۰۰۷؛ پوپ و همکاران، ۲۰۰۲). بنابراین ضرورت توجه به محدودیت منابع آب و کاهش میزان بارندگی در سال‌های اخیر تدوین برنامه آبیاری متناسب با نیازها و حساسیت‌های رطوبتی گیاه در مراحل مختلف رویشی و

زایشی با رویکرد صرفه‌جویی در مصرف آب، افزایش راندمان آبیاری و بهره‌وری آب را اجتناب‌ناپذیر می‌سازد. به همین منظور پژوهشی برای بررسی اثرات کم‌آبیاری بر عملکرد کمی و کیفی رقم‌های مختلف سویا انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه پژوهشی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان واقع در رشت، در سال ۱۳۸۸ اجرا گردید. خاک محل آزمایش دارای بافت لوم رسی با وزن مخصوص ظاهری ۱/۳۷ گرم بر سانتی‌مترمکعب، pH ۷/۱، هدایت الکتریکی عصاره اشباع (EC_e) حدود ۰/۱۰۹ دسی‌زیمنس بر متر بود. آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا گردید. تیمار اصلی شامل ۳ سطح آبیاری در پتانسیل‌های رطوبتی ۳۵-۳۰ (I_1)، ۵۵-۵۰ (I_2)، ۷۵-۷۰ (I_3) سانتی‌بار و یک سطح بدون آبیاری (I_4) بود و تیمارهای فرعی شامل ۷ رقم سویا به نام‌های ۰۳۳، ۰۳۲، سحر، (متعلق به گروه رسیدگی ٤)، ال.۱۷، زان، کلارک و مادری (متعلق به گروه رسیدگی ۳) بود. کاشت بذر در روز ۱۳ و ١٤ خردادماه به‌صورت جوی و پشته و با دست انجام شد. هر واحد آزمایشی شامل ٤ ردیف کاشت به طول ٤ متر بود. فاصله بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر، فاصله بین بوته‌ها بر روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر و فاصله بین کرت‌های اصلی ۱۲۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. بذور قبل از کاشت با قارچ‌کش کاربوکسین- تیرام به نسبت دو در هزار ضدعفونی شدند. برای مبارزه با علف‌های هرز علاوه‌بر مصرف علف‌کش ترفلان به‌صورت قبل از کاشت، طی فصل رشد در موقع لزوم عمل وجین‌کاری نیز صورت گرفت. اولین آبیاری بلافاصله بعد از عمل کاشت برای سبز شدن یک‌نواخت بوته‌ها برای همه تیمارها به‌طور یکسان انجام شد. مقدار آب آبیاری با استفاده از کنتور آب با دقت ۰/۱ لیتر اندازه‌گیری شد. زمان آبیاری‌های بعدی براساس سطوح پتانسیل رطوبتی یادشده با استفاده از تانسیومتر مشخص گردید (آلن و همکاران، ۱۹۷۱؛ بیگلوئی و همکاران، ۲۰۱۰؛ مور و همکاران، ۲۰۰۵). تانسیومتر در همه تیمارها به‌جز تیمار بدون آبیاری در ۳۵ سانتی‌متری خاک کار گذاشته شد. میزان آب لازم برای هر نوبت آبیاری در تیمارهای مختلف براساس ویژگی‌های خاک به‌نحوی تعیین گردید که رطوبت خاک تا عمق توسعه ریشه به حد ظرفیت زراعی برسد. مقدار آب آبیاری در طول دوره رشد به‌ترتیب برای تیمارهای I_1، I_2 و I_3 برابر با ۲٤۵۷، ۱۸۸۹ و ۱٦۰۷ مترمکعب در هکتار بود. در ضمن مقدار بارندگی در طول دوره رشد به مقدار آب مصرفی اضافه شد. عملیات

برداشت در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک به‌صورت دستی و با انتخاب ٦ بوته از هر واحد آزمایشی به‌طور تصادفی انجام و عملکرد دانه، عملکرد زیستی و شاخص برداشت محاسبه شد. برای ارزیابی صفات رویشی و زایشی نیز، در زمان رسیدن بوته‌ها از هر واحد آزمایشی ٦ بوته به‌طور تصادفی انتخاب شد. صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزاردانه، درصد روغن (با استفاده از دستگاه سوکسله) و درصد پروتئین (با استفاده از دستگاه کجلدال) اندازه‌گیری شد (کافمن، ۱۹۵۸). عملکرد روغن و پروتئین نیز از حاصل‌ضرب عملکرد دانه در درصد روغن و پروتئین به‌دست آمد. داده‌های به‌دست آمده با نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ تجزیه شد و میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD مقایسه شدند. بهره‌وری آب آبیاری طبق رابطه ۱ محاسبه گردید (سپاسخواه و همکاران، ۲۰۰٦).

$$\text{بهره‌وری آب آبیاری} = \frac{\text{مقدار ماده خشک در شرایط آبیاری (کیلوگرم در هکتار)}}{\text{مقدار آب مصرفی (مترمکعب در هکتار)}} \qquad (۱)$$

نتایج و بحث

ارتفاع بوته: نتایج تجزیه واریانس، بیانگر اثر معنی‌دار (در سطح احتمال ۱ درصد) آبیاری و رقم بر روی ارتفاع بوته سویا بود (جدول ۱). با کاهش مقدار آب مصرفی، ارتفاع بوته‌ها به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، به‌طوری‌که بوته‌های سویا در تیمار بدون آبیاری در مقایسه با سایر تیمارها، کم‌ترین ارتفاع را داشتند. بوته‌هایی که در شرایط مطلوب رطوبتی قرار داشتند (I_1)، دارای بیش‌ترین ارتفاع بودند (جدول ۲). همچنین در بین رقم‌های مورد بررسی، رقم‌های مادری و کلارک دارای بیش‌ترین ارتفاع و رقم‌های زان و سحر کم‌ترین ارتفاع را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). با توجه به نتایج به‌نظر می‌رسد رقم‌هایی که در تیمار I_1 دارای ارتفاع بیش‌تری بوده‌اند، در اثر تنش کم‌آبی در تیمار بدون آبیاری، کاهش شدیدتری در ارتفاع بوته آن‌ها به‌وجود آمده است. کاهش ارتفاع ساقه در اثر کمبود آب را می‌توان در ارتباط با کاهش تعداد گره و طول میان‌گره دانست (پورموسوی و همکاران، ۲۰۰۹). آزمایش‌های متعددی کاهش ارتفاع گیاه سویا را در اثر کاهش مقدار آب موردنیاز نشان داده‌اند (شاه‌مرادی و همکاران، ۲۰۰۹؛ روح‌الامین و همکاران، ۲۰۰۹).

تعداد شاخه فرعی: نتایج تجزیه واریانس بیان‌گر آن است که بین سطوح آبیاری و رقم‌ها از نظر تعداد شاخه فرعی اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود دارد (جدول ۱). تیمار I_1 با میانگین

۳/۳ بیش‌ترین و تیمار I_4 با میانگین ۲/٤ تعداد شاخه فرعی، کم‌ترین آن را به خود اختصاص داد (جدول ۲). در بین رقم‌ها نیز رقم سحر بیش‌ترین و رقم ۰۳۲ کم‌ترین تعداد شاخه فرعی را به خود اختصاص داد (جدول ۲). از آن‌جایی‌که هر دو رقم ۰۳۲ و سحر متعلق به یک گروه رسیدگی می‌باشند، این امر بیان‌گر وجود تفاوت معنی‌دار حتی در درون گروه‌های رسیدگی از نظر این صفت می‌باشد. گزارش شده است که شرایط نامساعد رشدی (تنش کم‌آبی) باعث کاهش رشد شاخه‌های فرعی و کاهش عملکرد آن‌ها و در نتیجه کاهش عملکرد در واحد سطح می‌گردد (فردریک و همکاران، ۱۹۹۸؛ لینک‌مر و همکاران، ۱۹۹۸).

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه ارقام سویا در سطوح مختلف آبیاری.

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		ارتفاع بوته	تعداد شاخه فرعی	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن هزاردانه	عملکرد دانه	عملکرد زیستی
بلوک	۲	٤۰۳ **	۰/۹۸ ^{ns}	۳۲۵/۵۳^{ns}	۰/۰۱^{ns}	٤۹۳^{ns}	٤۲۰۷۰^{ns}	۱۱۰۷۷۳^{ns}
آبیاری	۳	۱۱۵۹۱**	۲/۹۷ **	۱٤۸۸٦**	۰/۷۷**	٤٦۳۰**	۳۲۰۰۸۲۵**	۱۰٦۱٦۰۸٤**
خطای اصلی	٦	۳۱٦	۰/۹۳	۲٤۵/۷	۰/۰۱	۱۵۷/۸۵	۲۷۰۳۱	۸۸۲۱۵
رقم	٦	۲۱۵٤ **	۸/۷۱ **	۸۸٤۱**	۰/٤٤**	۷۰۰۰**	٦۳٦۱۲۸**	۲٤۵۸۸۰۵**
آبیاری در رقم	۱۸	۱۳۲ ^{ns}	۰/٤۱ ^{ns}	٦۷۲/۸۱^{ns}	۰/۱٤**	۱۰۵^{ns}	٦۹٤۲۲^{ns}	۲٦٦٤۸۳*
خطای فرعی	٤۸	۷۷/۳۸	۰/٤۲	٤۱۵۸٤	۰/۰۱	۱۳۳	۳۸۹٦۲	۱۳٤۰۸۹
ضریب تغییرات (درصد)	-	۹/۳	۲۲/۰٤	۲۲/۹٦	٦/۱۱	٦/۷۵	۱۸/۹٦	۱۹/۲۳

* معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و ^{ns} غیرمعنی‌دار.

تعداد غلاف در بوته: نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر آبیاری و رقم بر تعداد غلاف در بوته در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). تیمار بدون آبیاری دارای کم‌ترین و تیمار I_1 دارای بیش‌ترین تعداد غلاف در بوته بود و با تیمارهای I_2 و I_3 در یک گروه آماری قرار گرفت (جدول ۲). در بین رقم‌های مورد بررسی، بیش‌ترین تعداد غلاف را رقم سحر به خود اختصاص داد که با رقم ۰۳۳ در یک گروه آماری قرار گرفت و کم‌ترین تعداد غلاف در بوته متعلق به رقم زان بود (جدول

۲). علت روند کاهشی تعداد غلاف در شرایط تنش کم آبی، تشکیل تعداد گل و غلاف کم‌تر و افزایش میزان ریزش گل و غلاف در فاصله‌های زیاد آبیاری است (محلوجی و همکاران، ۲۰۰۰). گرسک و همکاران (۲۰۰۹) نیز کاهش تعداد غلاف را در شرایط کم‌آبی گزارش نموده‌اند.

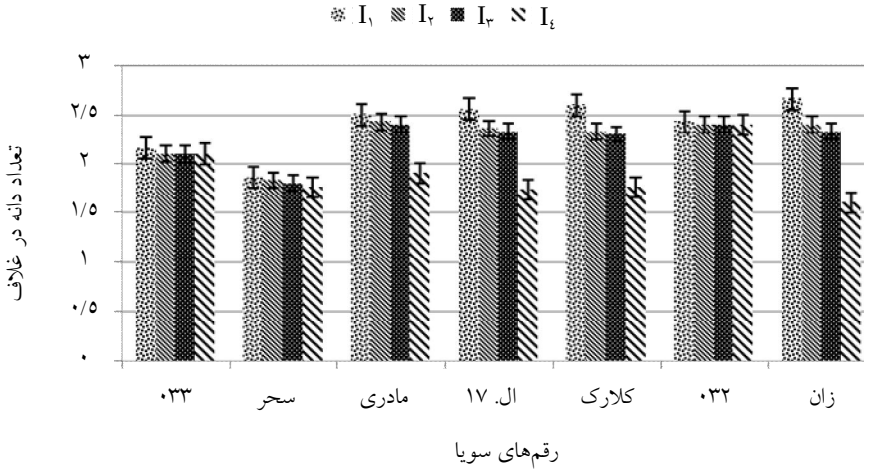
جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه ارقام سویا در سطوح مختلف آبیاری

صفت / تیمار	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد شاخه فرعی	تعداد غلاف در بوته	وزن هزاردانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)	بهره‌وری آب آبیاری
سطوح آبیاری							
I_1	۱۱۳ a	۳/۳ a	۱۰۹/۵ a	۱۸٤/۳٦ a	۱۳۷۹ a	۱۸۹ ab	۰/۵٤ c
I_2	۱۰٤ a	۳/۰ ab	۹۷/۷ a	۱۷٦/۵۳ ab	۱۱٦۸ b	۱۸۲ b	۰/٦۱ b
I_3	۱۰۱ a	۲/۹ ab	۹٦/۵ a	۱۷۳/٤۹ b	۱۰۵۰ b	۱۹۱ a	۰/۷۲ a
I_4	٦۰ b	۲/٤ c	۵۰/٦ b	۱٤۹/۸۸ c	٤۷۸ c	۹٤ c	–
رقم‌های سویا							
۰۳۳	۹۱ b	۲/۷ c	۱۱۹/۵ a	۱۷۷/۰۰ b	۱۵۱۲ a	۲۵۱ a	۰/۹ a
سحر	۷۵ c	٤/۵ a	۱۳۲/۲ a	۱۲۹/۸۸ d	۱۰۰۵ bc	۱٦٦ b	۰/٦۳۳ b
مادری	۱۰۷ a	۲/۹ bc	۷۵/٤ bc	۱۸۱/۷٤ b	۱۰۳۱ bc	۱۷۲ b	۰/٦۳ b
ال.۱۷	۱۰٤ a	۲/۹ bc	۷۲/۷ c	۱۸۱/۷۱ b	۹۰٤ bc	۱۵۱ b	۰/۵۹ b
کلارک	۱۰٦ a	۲/٤ c	٦٦/٦ c	۱۷۵/٦۵ b	۸۱٤ cd	۱٤۸ b	۰/۵۵ bc
۰۳۲	۱۰۱ a	۱/۷ d	۹۱/۲ b	۱٤۸/۵۵ c	۱۰۸۰ b	۱٦٦ b	۰/٦۲ b
زان	۷۸ c	۳/۲ b	٦۳/۲ c	۲۰۳/۰۰ a	۷۸۰ d	۱۱۷ c	۰/٤۷ c

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون برای سطوح هر تیمار، اختلاف آماری معنی‌داری با هم‌دیگر ندارند (آزمون LSD ۰/۰۵). I_1، I_2، I_3 و I_4 به‌ترتیب آبیاری براساس پتانسیل رطوبتی ۳۵-۳۰، ۵۵-۵۰ و ۷۵-۷۰ سانتی‌بار و بدون آبیاری.

تعداد دانه در غلاف: آبیاری، رقم و برهم‌کنش آبیاری در رقم از نظر تعداد دانه در غلاف اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد نشان داد (جدول ۱). مقایسه برهم‌کنش آبیاری و رقم نشان داد که رقم‌های مادری، ال.۱۷، زان و کلارک با داشتن بیش‌ترین تعداد دانه در غلاف در تیمار آبیاری I_1، در شرایط بدون آبیاری (I_4) کاهش معنی‌داری در این صفت نشان دادند (شکل ۱). روح‌الامین و همکاران (۲۰۰۹) نیز نشان داده‌اند که تعداد دانه در غلاف به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر آبیاری قرار

گرفت، به‌طوری‌که کم‌ترین تعداد دانه در غلاف در تیمار بدون آبیاری به‌دست آمد و آبیاری سبب افزایش آن شد.

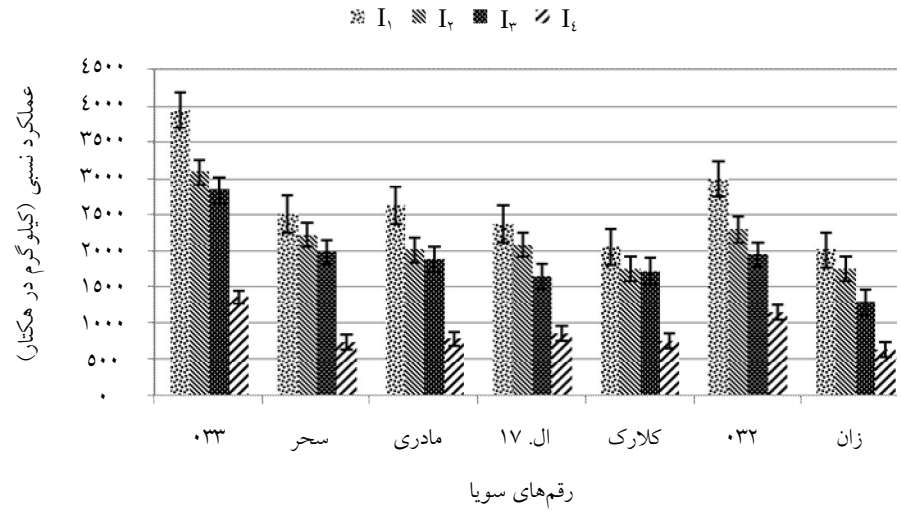


شکل ۱- برهم‌کنش آبیاری و رقم بر تعداد دانه در غلاف سویا (I_1، I_2، I_3 و I_4 به‌ترتیب آبیاری براساس پتانسیل‌های رطوبتی ۳۵-۳۰، ۵۵-۵۰ و ۷۵-۷۰ سانتی‌بار و بدون آبیاری)، بارهای روی نمودار نشانگر خطای استاندارد (SE) می‌باشد.

وزن هزاردانه: آبیاری و رقم در سطح احتمال ۱ درصد سبب تأثیر معنی‌داری بر وزن هزاردانه گردید (جدول ۱). تیمار I_1، با میانگین ۱۸٤/۳٦ گرم و تیمار I_4 با میانگین ۱٤۹/۸۸ گرم به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین وزن هزاردانه در بوته را دارا بودند (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین رقم‌ها نیز نشان داد که رقم‌های زان و ۰۳۲ به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین وزن هزاردانه را دارا بودند (جدول ۲). به‌نظر می‌رسد دلیل بالا بودن وزن هزاردانه در رقم زان، کم بودن تعداد دانه در بوته در این رقم باشد (رقم زان دارای کم‌ترین تعداد دانه در بوته بود). بنابراین در چنین شرایطی دانه‌ها مواد فتوسنتزی بیش‌تری دریافت می‌کنند. نتایج به‌دست آمده در رابطه با تأثیر سطوح آبیاری بر وزن هزاردانه متفاوت می‌باشد، به‌طوری‌که پژوهش‌گران زیادی کاهش معنی‌دار وزن هزاردانه را در شرایط تنش کم‌آبی گزارش نموده‌اند (گرسک و همکاران، ۲۰۰۹)، در حالی‌که نتایج برخی دیگر، بیان‌گر اثر غیرمعنی‌دار کمبود آب بر وزن هزاردانه می‌باشد (روح‌الامین و همکاران، ۲۰۰۹).

عملکرد دانه: آبیاری و رقم در سطح احتمال ۱ درصد سبب تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه گردیدند (جدول ۱). نبود اثر معنی‌دار برهم‌کنش آبیاری و رقم بر عملکرد دانه بیان‌گر این امر می‌باشد که تیمارها بر آن به‌صورت مستقل عمل کرده‌اند. با کاهش مقدار آب قابل دسترس از عملکرد دانه کاسته شد، به‌طوری‌که گیاهان در تیمارهای $I_{۲}$، $I_{۳}$ و $I_{٤}$ به‌ترتیب ۱۵، ۲۰ و ٦۵ درصد، عملکرد کم‌تری را نسبت به تیمار آبیاری $I_{۱}$ داشتند. در شرایط آبیاری براساس تیمار $I_{۱}$ گیاهان از بیش‌ترین ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن دانه برخوردار بودند، بنابراین عملکرد بیش‌تری را نیز تولید نمودند. تیمارهای $I_{۱}$ و $I_{٤}$ به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند و عملکرد دانه در تیمارهای آبیاری $I_{۲}$ و $I_{۳}$، اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۲). همچنین مقایسه میانگین رقم‌ها نشان داد که رقم ۰۳۳ از گروه رسیدگی IV بیش‌ترین و رقم زان از گروه رسیدگی III کم‌ترین عملکرد دانه را دارا بود (جدول ۲). در بین رقم‌های گروه رسیدگی III نیز رقم مادری بیش‌ترین عملکرد را به خود اختصاص داد. عملکرد دانه مهم‌ترین صفت مورد ارزیابی در گیاهان دانه‌ای از جمله سویا می‌باشد. این صفت تحت‌تأثیر اجزاء عملکرد قرار دارد و از این صفت‌ها تأثیر می‌پذیرد. کاهش عملکرد تحت شرایط کمبود آب که متأثر از کاهش اجزای عملکرد می‌باشد با نتایج روح‌الامین و همکاران (۲۰۰۹)، شاهمرادی و همکاران (۲۰۰۹) و پورموسوی و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت داشت.

عملکرد زیستی: نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس نشان داد که بین سطوح آبیاری و رقم‌ها از نظر عملکرد زیستی در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت. همچنین برهم‌کنش آبیاری و رقم از نظر این صفت در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین برهمکنش آبیاری و رقم نشان داد که رقم ۰۳۳ در تیمار $I_{۱}$، بیش‌ترین و رقم زان در تیمار $I_{٤}$ کم‌ترین عملکرد زیستی را به خود اختصاص داد (شکل ۲). کوچک‌ترین تغییر در پتانسیل آب خاک موجب تغییر در مقدار تعرق و در نتیجه محدودیت رشد می‌گردد (مولت و ویتسیت، ۱۹۹٦) و تولید زیست‌توده در گیاهان تحت شرایط تنش کمبود آب، کاهش می‌یابد (فاروغ و همکاران، ۲۰۰۹). نتایج پژوهش‌های مختلف بیان‌گر کاهش عملکرد زیستی سویا در شرایط تنش کمبود آب می‌باشد (دوگان و همکاران، ۲۰۰۷، کارام و همکاران، ۲۰۰۵).



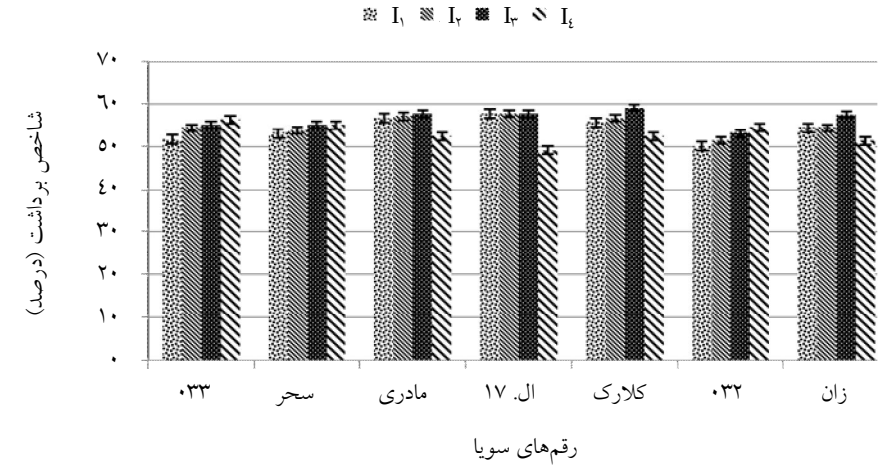
شکل ۲- برهم‌کنش آبیاری و رقم بر صفت عملکرد زیستی سویا (I_1، I_2، I_3 و I_4 به‌ترتیب آبیاری براساس پتانسیل‌های رطوبتی ۳۵-۳۰، ۵۵-۵۰ و ۷۵-۷۰ سانتی‌بار خاک و بدون آبیاری)، بارهای روی نمودار نشانگر خطای استاندارد (SE) می‌باشد.

شاخص برداشت: آبیاری، رقم و برهم‌کنش آبیاری و رقم از نظر شاخص برداشت اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد نشان دادند (جدول ۳). مقایسه میانگین برهم‌کنش آبیاری در رقم نشان داد که رقم کلارک در تیمار I_3 دارای بیش‌ترین و رقم ال.۱۷ در تیمار I_4، دارای کم‌ترین شاخص برداشت بود (شکل ۳). این مطلب نشان‌گر این واقعیت است که رقم کلارک در انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌ها، نسبت به بقیه رقم‌ها موفق‌تر عمل کرده است. همچنین نتایج نشان داد در سطح بدون آبیاری، شاخص برداشت در رقم‌های گروه رسیدگی III به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (در این آزمایش رقم‌های گروه رسیدگی IV نسبت به رقم‌های گروه رسیدگی III از ثبات بیش‌تری از نظر شاخص برداشت در سطوح مختلف آبیاری برخوردار بودند). به‌نظر می‌رسد، کاهش شاخص برداشت در تیمار I_1 را به‌توان، به افزایش میزان عملکرد زیستی و کاهش کارایی توزیع مواد فتوسنتزی نسبت به اندام‌های زایشی در گیاه نسبت داد. شاهمرادی و همکاران (۲۰۰۹) نیز کاهش شاخص برداشت را در شرایط تنش کم‌آبی گزارش نموده‌اند.

جدول ۳- تجزیه واریانس شاخص‌برداشت، درصدروغن، درصدپروتئین و عملکرد روغن و پروتئین سویا در سطوح آبیاری.

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		شاخص برداشت	درصد روغن	عملکرد روغن	درصد پروتئین	عملکرد پروتئین	بهره‌وری آب آبیاری
بلوک	۲	۲/۷۱ ns	۰/۰۳۵ ns	۷۹۳ ns	۰/۶۱ *	۳۵٦٤ ns	۰/۰۱ ns
آبیاری	۳	٤٤/۳۲ **	۱۳۹/۲ **	۵۲۷۱٦ **	٦۰۰/۳۷ **	۲۸٤۲۸۷ **	۰/۳٤ **
خطای اصلی	٦	۸/۹۳	۰/۰۲۵	۷۵٦/۹	۰/۰٤۵	۳۵٦۸/۸	۰/۰۰٤
رقم	٦	۲۳/۵۱ **	٦/۳۹ **	۲۰٦٦۱ **	۲٦/۸۳ **	۱۱٤۷۵٦ **	۰/۱۵ **
آبیاری× رقم	۱۸	۱۸/۰۵ **	۰/٤٦ **	۱۸۱۰/۹ ns	۱/۲۷ **	۱۰۲۷۰ *	۰/۰۲ ns
خطای فرعی	٤۸	۳/۷۵	۰/۱٤	۱۰٤۷/۳۱	۰/۱۸۱	۵۰۲۹/۹	۰/۰۱
ضریب‌تغییرات (درصد)	–	۳/۵٤	۲/۲۷	۱۹/۳٤	۱/۱۲	۱۸/۵۲	۱۷/۱۸

* معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ** معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و ns غیرمعنی‌دار.

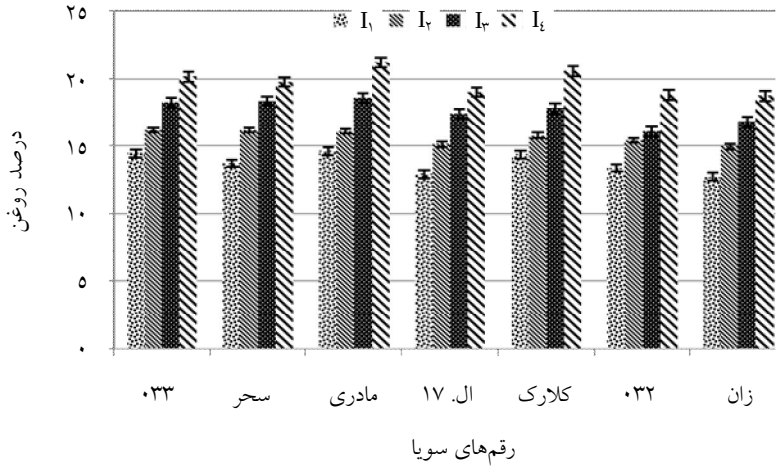


شکل ۳- برهم‌کنش آبیاری و رقم بر صفت شاخص برداشت سویا (I_1، I_2، I_3 و I_4 به‌ترتیب آبیاری براساس پتانسیل‌های رطوبتی ۳۵-۳۰، ۵۵-۵۰ و ۷۵-۷۰ سانتی‌بار خاک و بدون آبیاری)، بارهای روی نمودار نشانگر خطای استاندارد (SE) می‌باشد.

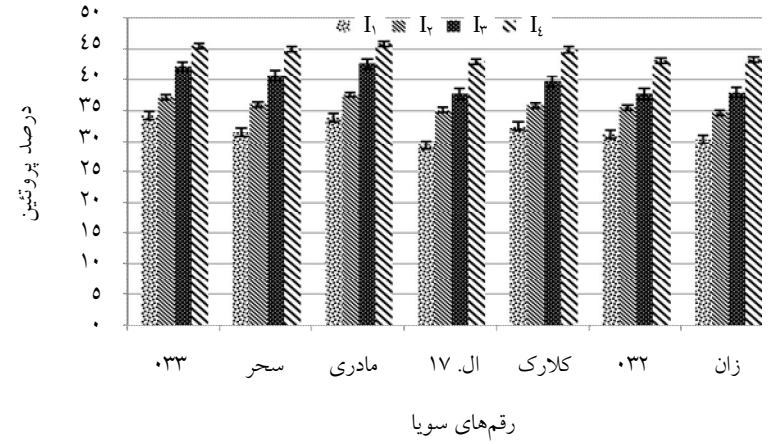
درصد روغن و پروتئین: نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس نشان داد که بین سطوح آبیاری و رقم‌ها از نظر درصد روغن و درصد پروتئین اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت. برهم‌کنش آبیاری و رقم نیز از نظر این صفات، معنی‌دار ($P<۰/۰۱$) بود (جدول ۳). مقایسه

میانگین برهم‌کنش آبیاری و رقم نشان داد که رقم مادری در تیمار $I_{٤}$، بیش‌ترین و رقم زان در تیمار $I_{١}$ کم‌ترین درصد روغن (شکل ٤)، و رقم مادری و ۰۳۳ در تیمار $I_{٤}$ بیش‌ترین و رقم ال.۱۷ در تیمار $I_{١}$، کم‌ترین درصد پروتئین را به خود اختصاص داد (شکل ۵). بهتری (۲۰۰۵) گزارش کرد که تولید روغن و پروتئین سویا در واحد سطح تحت شرایط آبیاری کامل و محدود، را می‌توان با افزایش عملکرد دانه از طریق انتخاب ارقام پرمحصول بهبود بخشید. نتایج این آزمایش با نتایج کارگر و همکاران (۲۰۰٤) و دانشیان و همکاران (۲۰۰۲) که بیان کردند، در شرایط تنش کم آبی با کوچک شدن اندازه دانه، روغن و پروتئین حجم بیش‌تری از فضای دانه را نسبت به شرایط غیرتنش اشغال نمودند، مطابقت دارد.

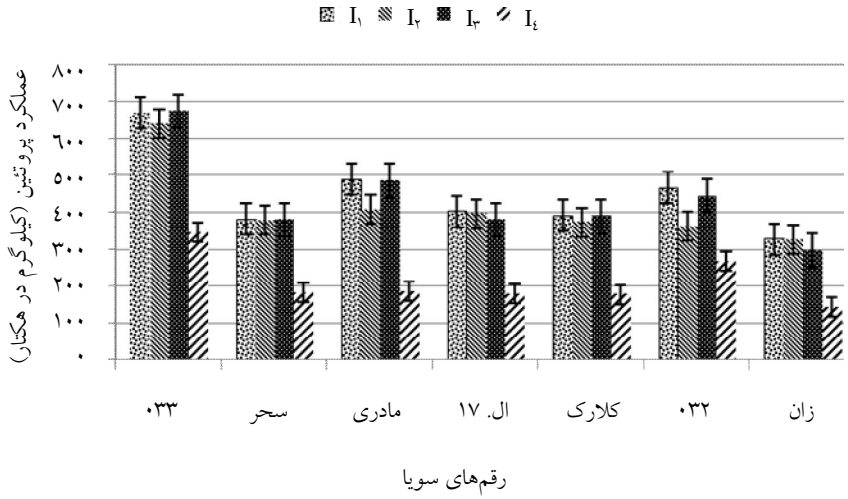
عملکرد روغن و پروتئین: نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس نشان داد که بین سطوح آبیاری و رقم‌ها از نظر عملکرد روغن اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت. برهم‌کنش آبیاری و رقم نیز از نظر صفت عملکرد پروتئین، در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). تیمارهای $I_{٣}$ و $I_{٤}$ به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد روغن را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). همچنین مقایسه میانگین رقم‌ها نشان داد که رقم ۰۳۳ بیش‌ترین و رقم زان کم‌ترین عملکرد روغن را دارا بود (جدول ۲). مقایسه میانگین برهم‌کنش آبیاری و رقم از نظر صفت عملکرد پروتئین نشان داد که رقم ۰۳۳ در تیمار $I_{٣}$ دارای بیش‌ترین و رقم زان در تیمار $I_{٤}$ دارای کم‌ترین عملکرد پروتئین بود (شکل ۵). رقم‌های ۰۳۳ و زان به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد دانه را نیز به خود اختصاص دادند (جدول ۲).



شکل ٤- برهم‌کنش آبیاری و رقم بر صفت درصد روغن دانه سویا (I_1، I_2، I_3 و I_4 به‌ترتیب آبیاری براساس پتانسیل‌های رطوبتی ۳۵-۳۰، ۵۵-۵۰ و ۷۵-۷۰ سانتی‌بار خاک و بدون آبیاری)، بارهای روی نمودار نشانگر خطای استاندارد (SE) می‌باشد.



شکل ۵- برهم‌کنش آبیاری و رقم بر صفت درصد پروتئین دانه سویا (I_1، I_2، I_3 و I_4 به‌ترتیب آبیاری براساس پتانسیل‌های رطوبتی ۳۵-۳۰، ۵۵-۵۰ و ۷۵-۷۰ سانتی‌بار خاک و بدون آبیاری)، بارهای روی نمودار نشانگر خطای استاندارد (SE) می‌باشد.



شکل ۵- برهم‌کنش آبیاری و رقم بر عملکرد پروتئین سویا (I_1، I_2، I_3 و I_4 به‌ترتیب آبیاری براساس پتانسیل‌های رطوبتی ۳۵-۳۰، ۵۵-۵۰ و ۷۵-۷۰ سانتی‌بار خاک و بدون آبیاری)، بارهای روی نمودار نشانگر خطای استاندارد (Se) می‌باشد.

شاخص بهره‌وری آب: بررسی شاخص بهره‌وری آب آبیاری در بین تیمارهای مختلف آبیاری نشان داد که تیمار I_3 نسبت به تیمارهای آبیاری دیگر، از بهره‌وری بیش‌تری برخوردار بود (جدول ۲). هر چند تیمار یاد شده به‌طور معنی‌داری عملکرد دانه کم‌تری نسبت به تیمار I_1 داشت و با تیمار I_2 از این نظر در یک گروه آماری قرار گرفت ولی به‌دلیل محدودیت کمی و کیفی منابع آب در طول دوره رشد گیاه، تیمار I_3 می‌تواند گزینه مناسبی باشد. مقایسه میانگین رقم‌ها نیز نشان داد که رقم ۰۳۳ با میانگین ۰/۹ کیلوگرم بر مترمکعب به بیش‌ترین بهره‌وری آب و رقم زان با میانگین ۰/٤۷ کیلوگرم بر مترمکعب به‌ترتیب کم‌ترین بهره‌وری آب را دارا بودند (جدول ۲). این دو رقم به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد دانه را نیز دارا بودند (جدول ۲). دیگر پژوهش‌گران نیز در پژوهش‌های خود در زمینه کم‌آبیاری به بهبود شاخص بهره‌وری آب آبیاری دست یافته بودند (کانگ و همکاران، ۲۰۰۰). نتایج این آزمایش نشان داد که کم‌آبیاری باعث افزایش شاخص بهره‌وری آب گردید به‌طوری‌که تیمارهای I_2 و I_3 نسبت به تیمار I_1، به‌ترتیب ۱۳ و ۳۳ درصد افزایش نشان دادند. مشاهده شده است که اگر حجم آبیاری با ازدیاد مراحل آبیاری افزایش یابد، بهره‌وری آب کاهش می‌یابد (هانکس، ۱۹۷٤). در این آزمایش، تیمار آبیاری I_1 (شاهد) بیش‌ترین مقدار آب آبیاری را در طول فصل رویش دریافت کرد

(۲٤٥۷/۱٤ مترمکعب در هکتار) و تعداد دور آبیاری نیز در این تیمار بیش‌ترین بود (۸ دور). اما با توجه به نسبت ماده خشک تولیدی به آب مصرفی، این تیمار از بهره‌وری آب پایینی برخوردار بود (در واقع با توجه به مصرف بیش‌تر آب، از آب آبیاری برای تولید ماده خشک بهره کم‌تری برده است). ولی از آن‌جایی‌که تیمار I_3 در بین بقیه تیمارها، بیش‌ترین بهره‌وری آب را نشان داد و از نظر عملکرد دانه نیز با تیمار I_2 در یک گروه آماری قرار گرفت، به‌نظر می‌رسد که این تیمار (I_3) مناسب‌ترین شاخص بهره‌وری آب را دارا می‌باشد. طی آزمایشی دوساله در سویا نیز به‌منظور صرفه‌جویی در مصرف آب و افزایش راندمان استفاده از آب و داشتن عملکرد بالاتر با مقدار آب یکسان، تیمار ۷۵ درصد آبیاری کامل، پیشنهاد شده است (گرچک و همکاران، ۲۰۰۹). بنابراین به‌عنوان نتیجه کلی به‌دست آمده از این آزمایش به‌منظور صرفه‌جویی در مصرف آب و افزایش راندمان استفاده از آب، می‌توان فواصل آبیاری را در دوره رویشی تا اندازه‌ای که تنش شدید و غیرقابل جبران به گیاه وارد نشود، افزایش داد. همچنین به‌نظر می‌رسد که رقم ۰۳۳ در مقایسه با سایر ارقام در شرایط محدودیت آب می‌تواند یک رقم مناسبی برای منطقه باشد.

منابع

Allen, W.H., and Lambert, J.R. 1971. Application of the principle of calculated risk to scheduling of supplemental irrigation, II. use on flue-cured tobacco. Agric. Meteorol. 8: 325-340.

Behtari, B. 2005. Effects of water limitation on oil and protein storage proceeding and yield of two soybean cultivars. M.Sc. Thesis. University of Tabriz. (In Persian)

Biglouei, M.H., Assimi, M.H., and Akbarzadeh, A. 2010. Influence of different levels of soil moisture on yield and quality characteristics of Coker (flue-cured) tobacco. Pro. Environ. 3: 89-99.

Daneshian, J. 2000. Ecophysiological study of water deficit on soybean. Ph.D. Thesis, Islamic Azad University, Science and Research Branch, 250p. (In Persian)

Daneshian, J., Noor Mohammadi, G.H., and Jonubi, P. 2002. Effect of drought stress and phosphorous fertilizer levels on soybean. 7th Congress of Agronomy and Plant Breeding, Karaj. (In Persian)

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

Doorenbos, J., and Kassam, A.K. 1979. Yield response to water. Irrigation and drainage paper 33. FAO, United Nations, Rome, 176p.

Ehsani, M., and Khaledi, H. 2003. Productivity of Agricultural Water. Iranian National Committee on Irrigation and Drainage Publications, 109p. (In Persian)

English, M.J., Musick, J.T., and Mutry, V.V.N. 1992. Deficit irrigation. P 361-393, In: Howell, J.G., and Solomons, K.H.(ed). Management of farm irrigation systems. ASCE Publication, New York, USA. Environment. I. Grain yield and yield components. Agric. Water Manag. 46: 1-13.

Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D., and Basra, S.M.A. 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. Agron. Sustain. Devolop. 29: 185-212.

Frederik, J.R., Bauer, P.J., Busscher, W.J., and McCutcheon, G.S. 1998. Tillage management for doublecropped soybean grown in narrow and wide row width culture. Crop Sci. 38: 755-762.

Gercek, S., Boydak, E., Okant, M., and Dikilitas, M. 2009. Water pillow irrigation compared to furrow irrigation for soybean production in a semi-arid area. Agric. Water Manag. 96: 87-92.

Hanks, R.J. 1974. Model for predicting plant yield as influenced by water use. Agron. J. 66: 660-665.

Kaufman, H.P. 1958. Analyze of fatty products. Springer Verlag, Berlin, 360p.

Kang, S., Shi, W., and Zhang, J. 2000. An improved water-use efficiency for maize grown under regulated deficit irrigation. Field Crop Res. 67: 207-214.

Karam, F., Masaad, R., Sfeir, T., Mounzer, O., and Rouphael, Y. 2005. Evapotranspiration and seed yield of field grown soybean under deficit irrigation conditions. Agric. Water Manag. 75: 3. 226-244.

Kargar, S.M.A., Ghannadha, M.R., Bozorgipour, R., Khaje Ahmad Attari, A.A., and Babaei, H.R. 2004. An investigation of drought tolerance indices in some soybean genotypes under restricted irrigation conditions. Iranian. J. Agric Sci. 35: 129-142. (In Persian)

Khajehpour, M.R. 2006. Industrial Plants. Jehad Daneshgahi of Isfahan Press. 564p. (In Persian)

Linkemer, G., Board, J.E., and Musgrave, M.E. 1998. Waterlogging effects on growth and yield components in late-planted soybean. Crop Sci. 38: 1576-1584.

Mahluji, M., Mousavi, S.F., and Karimi, M. 2000. Effect of drought stress and sowing date on yield and yield components of pinto bean. J. Agric. Sci. Natur. Resour. 4:1. 57-67. (In Persian)

Moore, J.M., and Tyson, A.W. 2005. Irrigation tobacco, the University of Agricultural and Environmental Sciences, Cooperative Extension Service. Int. available:*http://www.griffin.peachnet.edu/case/tobacco/handbook/irrigation98.html.*

Mullet, J.E., and Whitsitt, M.S. 1996. Plant cellular responses. Plant Growth. Reg. 20: 119-124.

Ober, E.S., and Sharp, R.E. 2003. Electrophysiological responses of maize roots to low water potentials: relationship to growth and ABA accumulation. J. Exp. Bot. 54: 813-824.

Popp, M.P., Keisling, T.C., McNew, R.W., Oliver, L.R., Dillon, C.R., and Wallace, D.M. 2002. Planting date, cultivar, and tillage system effects on dry land soybean production. Agron. J. 94: 81-88.

Purmousavi, S.M., Gluee, J., Daneshian, Basirani, N., and Jonubi, A. 2009. Effect of dung on quantitative and qualitative yield of soybean L.17 line under drought stress. Iranian. J. Agron-Plants Sci. 1: 133-145. (In Persian)

Ruhul Amin, A.K.M., Jahan, S.R.A., and Hasanuzzaman, M. 2009. Yield components and yield of three soybean varieties under different irrigation management. Amer. Euro. J. Sci Res. 4: 1. 40-46.

Sepaskha, A.R., Tavakoli, A.R., and Mosavi, S.F. 2006. Principles and Application of Deficit Irrigation. Iranian National Committee on Irrigation and Drainage Publications, 288p. (In Persian)

Shahmoradi, S. 2003. Evaluation of drought stress on quantitative and qualitative characteristics of some cultivars and advanced lines of soybean. M.Sc. Thesis of Agriculture Faculty of Tehran University. (In Persian)

Shahmoradi, S.H., Zynali Khanegha, H., Daneshian, J., Khodabande, N., and Ahmadi, A. 2009. Investigation effects of drought stress on soybean lines and cultivars based on sensitive and tolerance indices. Iran. J. Agron. Plant Sci. 3: 9-23. (In Persian)

Shibles, R., Anderson, I.C., and Gibson, A.H. 1975. Crop Physiology. London: Cambridge University Press.

Smiciklas, K.D., Muuen, R.E., Carlson, R.E., and Knapp, A.D. 1992. Soybean seed quality response to drought stress and pod position. Agron. J. 84: 166-170.

Yahyaei, G.R. 2007. Effect of irrigation regimes on yield and yield components of determinate and indeterminate soybean. J. Agric. Sci. Natur. Resour. 14: 5. (In Persian)

EJCP., Vol. 5 (2): 93-109
http://ejcp.gau.ac.ir

Effect of deficit irrigation on quantitative and qualitative yield of soybean cultivars in Rasht region

J. Aminifar[1], *M.H. Biglouei[2], Gh.R. Mohsenabadi[3] and H. Samiezadeh[4]
[1]M.Sc. Graduated, Dept. of Agronomy, [2]Assistant Prof., Dept. of Water Engineering, [3]Assistant Prof., Dept. of Agronomy, [4]Associate Prof., Dept. of Biotechnology, Agricultural College, University of Guilan
Received: 2011-2-6; Accepted: 2012-4-23

Abstract

To investigate the effect of deficit irrigation on quantitative and qualitative yield of soybean cultivars, an experiment was conducted as split plots based on randomized complete block design with three replications at agricultural research farm, university of Guilan, during 2009. Main factors were included four irrigation levels based on potential moisture 30-35 (I_1), 50-55 (I_2), 70-75 (I_3) Centibar (irrigation time was determined by tensiometer) and without irrigation (I_4), and sub plot factors were included seven soybean cultivars: 033, 032, Sahar (group maturity 4), L.17, Zan, Clark and Madari (group maturity 3). Results showed that seed yield of soybean had decreased in I_2 I_3 and I_4 treatments (15%, 20% and 65% respectively). Among the studied traits, just oil and protein content have increased by drought stress. Highest (1379 Kg) and lowest (478 Kg) seed yield per unit area obtain from I_1 and I_4, respectively. 033 in I_3 treatment had the highest and Zan in I_4 had the lowest oil and protein yield. Also irrigation water productivity increased significantly with application of deficit irrigation treatments (13% and 33% increment in I_2 and I_3, respectively). Results of the present experiment showed that in soybean production in Rasht region, irrigation based on potential moisture 70-75 Centibar, moreover in economize of water use and increase in water productivity, can improve of soybean seed oil and protein percentage.

Keywords: Water deficit stress; Soybean; Yield; Yield components

* Corresponding author; Email: mhbiglouei@yahoo.com