

## بهینه کردن مصرف آب سویا در شرایط خشکسالی

پریسا شاهین رخسار<sup>1\*</sup> و سامیه رئیسی<sup>2</sup>

تاریخ دریافت: 89/11/16 تاریخ پذیرش: 90/5/28

1- عضو هیئت علمی، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان

2- عضو هیئت علمی، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان

\* مسئول مکاتبه Email: [shahinrokhsar@yahoo.com](mailto:shahinrokhsar@yahoo.com)

### چکیده

کمبود آب برای تولید محصولات کشاورزی روز به روز افزایش می‌یابد و گسترش منابع جدید آب متحمل هزینه‌های زیادی است. بررسی عکس‌العمل ارقام مختلف گیاهان به کم آبیاری گام مهمی برای بهبود مدیریت و استفاده بهینه از آب می‌باشد. این آزمایش به منظور ارزیابی عکس‌العمل دو رقم سویا نسبت به رژیم‌های مختلف کم آبیاری در سال زراعی (1385) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان اجرا گردید. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با سه تکرار شامل سه تیمار آبیاری 50، 75 و 100 درصد نیاز آبی به عنوان عامل اصلی و دو رقم سپیده (زود رس با رشد نامحدود) و دی پی ایکس (دیر رس با رشد نیمه محدود) به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد تنش خشکی (آبیاری 50 درصد) به طور معنی داری بر ارتفاع بوته، تعداد گره، تعداد غلاف و عملکرد محصول تأثیر منفی گذاشت. همچنین از این نظر، اختلاف قابل ملاحظه‌ای بین آبیاری 100 درصد و آبیاری 75 درصد مشاهده نشد. رقم دی پی ایکس با تعداد شاخه فرعی، تعداد غلاف و وزن هزار دانه بیشتر، تأثیر مستقیم بر روی عملکرد گذاشت و منجر به افزایش عملکرد نسبت به رقم سپیده شد. همچنین رقم دی پی ایکس با کار آبی مصرف آب بیشتر (0/88 کیلوگرم بر متر مکعب) در مقایسه با رقم سپیده (0/66 کیلوگرم بر متر مکعب) در مقابل تنش خشکی تحمل نسبتاً خوبی از خود نشان داد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری، تنش خشکی، سویا، عملکرد

## Optimization of Water Consumption of Soybean under Drought Conditions

P Shahinrokhsar<sup>1\*</sup> and S Raeisi<sup>2</sup>

Received: 05 February 2011 Accepted: 19 August 2011

<sup>1</sup>Scientific Member, Agric. and Nat. Resour. Res. Centre, Guilan Province, Iran

<sup>2</sup>Scientific Member, Agric. and Nat. Resour. Res. Centre, Golestan Province, Iran

\*Corresponding author: Email: [pshahinrokhsar@yahoo.com](mailto:pshahinrokhsar@yahoo.com)

### Abstract

Water scarcity for agricultural productions increases steadily and development of new water resources incurs heavy cost. Study on the reaction of different crops to deficit irrigation is an important step for improving management and optimal use of water. To evaluate the response of two soybean cultivars to different irrigation regimes, the current research was conducted in the crop year 2006 in Gorgan research station. The experiment was arranged in a randomized complete block design as split-plot with three replications. Irrigation treatments of 100 ( $I_{100}$ ), 75 ( $I_{75}$ ) and 50 ( $I_{50}$ ) percent of the irrigation requirement comprised main plots and the subplots were two soybean cultivars: DPX (semi determinate and late maturity) and SEPIDEH (indeterminate and early maturity). Results showed that drought stress ( $I_{50}$ ) had negative significant effect on: node number, plant height, pod number and yield. Furthermore, there was no significant difference between  $I_{100}$  and  $I_{75}$ . DPX cultivar by producing higher number of branches, pods and seed weight led to an increase in yield compared to the SEPIDEH. Moreover DPX cultivar with greater water use efficiency ( $0.88 \text{ kgm}^{-3}$ ) than to SEPIDEH cultivar ( $0.66 \text{ kgm}^{-3}$ ) would consume less irrigation water for the same yield and might be more tolerant to water deficit.

**Key words:** Drought stress, Irrigation, Soybean, Yield

### مقدمه

دانه، وضعیت رطوبتی خاک است. آبیاری به منظور حفظ رطوبت خاک محیط ریشه در وضعیت مطلوب و به حداقل رسانیدن تنش رطوبتی در گیاه در طول فصل رشد صورت می‌گیرد (کومودینی و همکاران 2002). فرآیندهای زایشی که در تعیین عملکرد دانه نقش دارند عبارتند از تشکیل گل، غلاف، دانه در غلاف و پر شدن دانه که همه‌ی آنها تحت تأثیر تنش رطوبتی قرار می‌گیرند. میزان کاهش عملکرد ناشی از تنش رطوبتی به

با توجه به محدودیت منابع آب در کشور، لزوم افزایش تولید از طریق افزایش عملکرد به ازای هر واحد آب مصرفی ضرورت دارد و برنامه‌ریزی آبیاری می‌تواند با تنظیم و تأمین مقدار مناسب آبیاری در مراحل رشد گیاه، سبب افزایش کارایی مصرف آب گردد. از طرف دیگر عملکرد نهایی هر گیاه زراعی بر پایه برهمکنش ژنوتیپ گیاه و محیط رشد تعیین می‌گردد. یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی تعیین کننده‌ی عملکرد

اجزاء رویشی تأثیر داشت. اما در تنش شدید کاهش رشد در اجزاء رویشی نیز رخ داد. یحیایی (1386) اثر دوره‌های مختلف آبیاری بر اساس 60، 90 و 120 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس "آ" بر روی دو رقم سویا رقم "ویلیامز" با رشد نامحدود و "هابیت" با رشد محدود را مورد مطالعه قرار داد. نتایج نشان داد که با افزایش فواصل آبیاری از مدت 60 به 90 میلی‌متر تبخیر از تشتک در دوره‌ی رشد رویشی تا شروع گل‌دهی موجب کاهش معنی دار عملکرد نشد اما افزایش فواصل آبیاری از مدت 90 به 120 میلی‌متر تبخیر از تشتک به کاهش معنی‌دار عملکرد منتهی گردید. به نظر می‌رسد انجام تحقیقات در زمینه بررسی عکس‌العمل ارقام سویا به تنش خشکی اولین قدم برای بهبود مدیریت آبیاری و استفاده بهینه از آب می‌باشد. بدین منظور آزمایشی در راستای نیل به این هدف در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان انجام گرفت.

#### مواد و روش‌ها

این طرح به منظور ارزیابی رژیم‌های مختلف آبیاری روی دو رقم سویا به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات گرگان در سال زراعی (1385) اجرا گردید. سه تیمار آبیاری  $I_1$  100،  $I_2$  75 و  $I_3$  50 درصد نیاز آبی  $I_3$  به عنوان فاکتور اصلی و دو تیمار رقم سپیده  $V_1$  (رقم معرفی شده در استان گلستان) و دی پی ایکس  $V_2$  به ترتیب با تیپ رشدی نامحدود و نیمه محدود به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شدند (جدول 1). مساحت هر کرت آزمایشی 15 متر مربع که شامل 6 خط 5 متری کاشت با فاصله 50 سانتی‌متر و بین هر کرت یک متر و بین تکرارها 4 متر مرز در نظر گرفته شد.

ژنوتیپ، مرحله‌ی نمو گیاه، شدت کمبود آب بستگی دارد (کورت و همکاران 1983، اسپاٹ و همکاران 1984). گارسید و همکاران (2001) تأثیر دور آبیاری را بر رشد و عملکرد محصول سویا را بررسی کردند. دور آبیاری بر اساس 30، 60، 120 و 240 میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر اعمال شد. نتایج بدست آمده نشان داد که عملکرد محصول با افزایش دور آبیاری به صورت خطی کاهش یافت. نتایج مشابهی نیز توسط پاندى و همکاران (1984) گزارش شد، بطوریکه عملکرد در تیمار تحت تنش، نسبت به عملکرد در تیمار آبیاری مطلوب 64 درصد کاهش یافت. عبدل آل و مختار (2004) تأثیر چهار تیمار آبیاری 80، 90، 100 و 110 درصد نیاز آبی گیاه را بر عملکرد سویا مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که عملکرد و اجزاء عملکرد سویا در خاک‌های بافت سبک و کم عمق با افزایش دور آبیاری همبستگی مثبت داشته و افزایش می‌یابد. بطوریکه اجزاء عملکرد نظیر وزن هزار دانه در تیمار 120 درصد نیاز آبی به طور معنی‌داری بیشتر از تیمار 80 درصد نیاز آبی بود. بررسی ایزانلو و همکاران (1384) بر روی عکس‌العمل ارقام تجاری سویا به تنش کمبود آب در مراحل مختلف رشد، نشان داد که تنش رطوبتی در هر مرحله نمو گیاه می‌تواند عملکرد بذر سویا را کاهش دهد. بیشترین آسیب ناشی از تنش آبی مربوط به صفات عملکرد، وزن هزار دانه، تعداد غلاف در گیاه و طول زمانی پر شدن دانه بود. پژوهش دانشیان و همکاران (1381) نیز جهت بررسی پاسخ سویا به تنش خشکی از زمان گل‌دهی تا پایان دوره رشد گیاه و بر اساس تخلیه رطوبتی به میزان 20، 40 و 60 درصد کل آب قابل دسترس، نشان داد که تنش شدید با وجودی که سبب کاهش 44 درصدی در ارتفاع گیاه گردید، اما از نظر آماری تأثیر معنی‌دار نداشت. کاهش عملکرد دانه در سطوح تنش، ناشی از کاهش تعداد دانه در گیاه و وزن هزار دانه و تعداد غلاف در گیاه بود. در تنش متوسط کاهش رطوبت خاک بر اجزاء زایشی بیش از

جدول 1- مشخصات تیپ رشدی ارقام مورد بررسی

واريته	تیپ رشدی	دوره رشد (روز)	ارتفاع	تیپ شاخه بندی	گروه رسیدگی	وزن هزار دانه (گرم)	رنگ	رنگ
دی پی	نیمه محدود	-140	پا	چند شاخه	5 (دیررس)	180-220	قهوه‌ای	کرک
ایکس	نا محدود	120	بلند	تک شاخه	3 (زودرس)	120-150	قهوه‌ای	بنفش
سپیده	نا محدود	-110	پا	تک شاخه	3 (زودرس)	120-150	قهوه‌ای	سفید
		90	بلند	تک شاخه	3 (زودرس)	120-150	قهوه‌ای	سفید

انجام گرفت و در زمان کاشت بذور با باکتری ریزوبیوم (*Rhizobium japonicum*) تلقیح شدند. آب مورد نیاز از آب زیرزمینی ایستگاه تأمین گردید که از لحاظ تقسیم بندی کیفی بر اساس آزمایشگاه شوری خاک آمریکا در کلاس C<sub>1</sub>S<sub>1</sub> قرار گرفت.

مشخصات فیزیکی خاک محل آزمایش در جدول (2) ملاحظه می‌شود. مقدار کود مورد نیاز، بر اساس نتایج آزمون خاک، شامل 200 کیلوگرم در هکتار فسفر خالص و 150 کیلوگرم در هکتار پتاسیم خالص توسط کود پاش به صورت دستی به کرت های آزمایشی اضافه شد. پس از پیاده کردن نقشه طرح و غرقاب کردن زمین، کشت به صورت دستی در تاریخ 18 خرداد

جدول 2- مشخصات فیزیکی خاک محل آزمایش مزرعه ای

عمق (سانتی متر)	بافت	وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی متر مکعب)	وزن مخصوص حقیقی (گرم بر سانتی متر مکعب)	رطوبت ظرفیت مزرعه‌ای (درصد وزنی)	رطوبت پژمردگی دائمی (درصد وزنی)
0-20	لوم	1/44	2/65	28/5	13/1
20-40	لوم	1/41	2/65	27/9	12/3
40-60	لوم	1/40	2/65	26/3	9/8

که در آن  $d$  عمق خالص آبیاری (میلی متر)،  $\theta_i$  و  $\theta_{fc}$  به ترتیب رطوبت خاک قبل از آبیاری و رطوبت ظرفیت مزرعه‌ای (جزء وزنی)،  $p_b$  وزن مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی متر مکعب)،  $p_w$  وزن مخصوص آب (گرم بر سانتی متر مکعب) و  $D_z$  عمق توسعه ریشه (میلی متر) می‌باشد.

در هر آبیاری حجم آب با استفاده از کنتور حجمی متصل به لوله پلاستیکی اندازه گیری و دور آبیاری بر اساس 50 درصد تخلیه مجاز رطوبتی خاک تنظیم گردید. قبل از آبیاری یک بوته از کرت‌های آزمایشی را کنده و طول ریشه آن اندازه گیری شد. رطوبت خاک قبل و بعد از آبیاری با استفاده از روش وزنی، از منطقه توسعه ریشه نمونه برداری و پس از توزین نمونه‌ها و خشک

میزان تراکم بوته برای رقم سپیده 40 و برای دی پی یکس 20 بوته در هر متر مربع در نظر گرفته شد. قبل از اجرای تیمارهای آبیاری گیاهان تا مرحله سبز شدن با استفاده از سیستم آبیاری بارانی کلاسیک ثابت سبز شدند و پس از آن تا پایان دوره رشد از روش آبیاری شیاری (مرسوم منطقه) استفاده شد. عمق آبیاری با هدف رساندن رطوبت خاک در عمق توسعه ریشه به رطوبت ظرفیت مزرعه ای (FC) برای تیمار آبیاری 100 درصد از رابطه (1) محاسبه و برای بقیه تیمارها ضرایب مربوطه (75 و 50 درصد) اعمال شد.

$$d = (q_{fc} - q_i) \times A_s \times D_z \quad [1]$$

$$A_s = \frac{r_b}{r_w}$$

دوره رشد بارندگی محسوس و موثری رخ نداد. آمار بارندگی سال زراعی 1385 در جدول 3 ملاحظه می‌شود.

کردن آن‌ها در آون (24 ساعت با دمای 110 درجه سانتی‌گراد) تعیین گردید. بارش‌های منطقه در سال اجرای طرح بیشتر در پاییز و زمستان رخ داد و در طی

جدول 3- پارامترهای اقلیمی مربوط به زمان کشت در سال 85 (ایستگاه فرودگاه گرگان)

پارامترهای اقلیمی ماه	میانگین حداقل دما (سلسیوس)	میانگین حداکثر دما (سلسیوس)	میانگین رطوبت نسبی (درصد)	بارندگی (میلی‌متر) در روز	آفتابی (ساعت)	ساعات تبخیر (میلی‌متر)
اردیبهشت	14/8	23/1	78/7	3/1	4/5	2/7
خرداد	19/5	32/9	60	2	9/6	6/2
تیر	23/8	33	64/2	1/3	7/2	6/3
مرداد	24/1	34/6	61/3	0/3	8/6	6/8
شهریور	21/9	33	63/4	3/4	8/5	5/8
مهر	18/3	29/5	67/1	2/3	6/4	3/8

(2000) هم‌خوانی دارد. بین ارقام مورد بررسی از نظر ارتفاع بوته اختلاف معنی داری ملاحظه نشد ( $P \geq 0/05$ ) (جدول 4) ولی ارتفاع بوته تحت تأثیر برهمکنش کم آبیاری و رقم در سطح احتمال 5 درصد قرار گرفت (جدول 4). آبیاری 100 درصد در رقم سپیده ( $I_1V_1$ ) موجب افزایش 23 درصدی ارتفاع نسبت به آبیاری 50 درصد در رقم مذکور ( $I_3V_1$ ) گردید (شکل 1).

اختلاف معنی‌داری ( $P \geq 0/05$ ) بین هیچیک از تیمارهای اعمال شده و برهمکنش کم آبیاری و رقم از نظر ارتفاع تا اولین غلاف بندی مشاهده نشد (جدول 4). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنش خشکی تأثیر معنی دار ( $P \leq 0/01$ ) بر تعداد گره گذاشت (جدول 4).

بطوریکه آبیاری 100 درصد دارای بالاترین تعداد گره (میانگین 17/3 عدد) بود و کم‌ترین تعداد گره (میانگین 15/9 عدد) از آبیاری 50 درصد حاصل شد (جدول 5). ماچو (1985) نیز در بررسی اعمال تیمار آبیاری در مراحل مختلف رشد سویا گزارش داد که عدم آبیاری منجر به کاهش شدید تعداد گره در گیاه می‌شود.

بر اساس فرم فهر و کاوینسن (1977) مراحل مختلف فنولوژی هر دو رقم در تیمارهای مختلف یادداشت گردید و در زمان رسیدگی فیزیولوژیکی پارامترهای مورد بررسی برای هر تیمار از طریق شمارش ده بوته از هر کرت تعیین شد. کار آبی مصرف آب بر پایه کیلوگرم محصول در هکتار به ازای متر مکعب حجم آب مصرفی در هکتار محاسبه گردید. تاریخ برداشت رقم سپیده 12 مهر و رقم دی پی ایکس 22 آبان سال 1385 بود. تجزیه واریانس ساده و مقایسه میانگین تیمارها بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال 1 و 5 درصد با استفاده از نرم افزار SAS 9.1 انجام شد. برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel 2003 استفاده گردید.

### نتایج و بحث

نتایج حاصل از تأثیر کم آبیاری بر ارتفاع بوته نشان داد که خشکی بر ارتفاع بوته اثر معنی‌دار ( $P \leq 0/01$ ) گذاشت (جدول 4). بطوریکه آبیاری 100 درصد موجب افزایش ارتفاع بوته (میانگین 98/9 سانتی‌متر) نسبت به آبیاری 50 درصد (میانگین 76/3 سانتی‌متر) شد (جدول 5). نتایج این پژوهش با تحقیقات کپوقومو و همکاران (1990)، هیتلی و همکاران (1992) و پورسل و همکاران

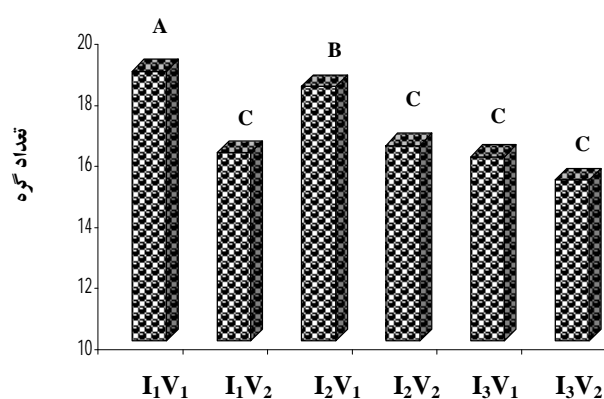
جدول 4- میانگین مربعات تعدادی از صفات مورد مطالعه

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	ارتفاع تا اولین غلاف	تعداد گره	فاصله میان گره	تعداد غلاف
بلوک	2	23/87	6/72	0/15	0/02	11/35
کم آبیاری	2	763/28 **	0/96 <sup>ns</sup>	6/38**	0/89 <sup>ns</sup>	218/39*
خطای 1	4	13/87	1/40	0/11	0/06	28/05
رقم	1	28/13 <sup>ns</sup>	7/22 <sup>ns</sup>	14/40*	0/89 <sup>ns</sup>	348/46**
کم آبیاری × رقم	2	8/49*	26/47 <sup>ns</sup>	1/38*	0/09 <sup>ns</sup>	94/82*
خطای 2	6	6/68	7/67	0/29	0/05	15/86
CV (درصد)		2/89	10/96	3/22	4/14	9/08

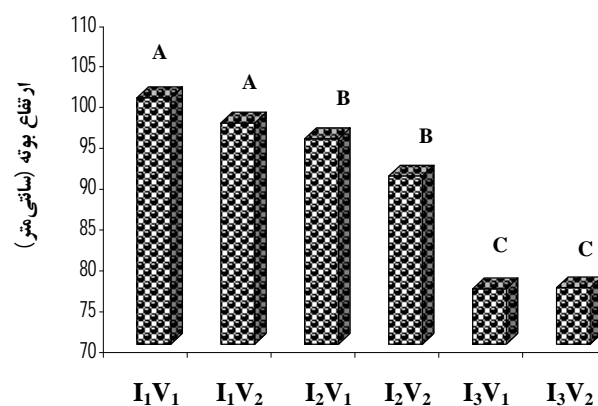
\*، \*\*، ns: به ترتیب معنی دار در سطح 0/05، سطح 0/01 و عدم معنی دار

برهمکنش کم آبیاری و رقم نیز از نظر تعداد گره معنی دار ( $P \leq 0/05$ ) بود (جدول 4). بطوریکه آبیاری 100 درصد در رقم سپیده ( $I_1V_1$ ) موجب افزایش تعداد گره (میانگین 18/8 عدد) نسبت به آبیاری 50 درصد در رقم دی پی ایکس ( $I_3V_2$ ) (میانگین 15/2 عدد) شد (شکل 2).

بین ارقام مورد بررسی اختلاف معنی دار ( $P \leq 0/05$ ) از نظر تعداد گره ملاحظه شد (جدول 4). بطوریکه رقم سپیده بیشترین تعداد گره (میانگین 17/5 عدد) را نسبت به رقم دی پی ایکس (میانگین 15/9 عدد) از خود نشان داد (جدول 5). رقم سپیده به دلیل داشتن رشد نامحدود، با دوره گل‌دهی و رشد طولانی‌تر، تعداد گره بیشتری را نسبت به رقم دی پی ایکس تولید کرده است. همچنین



شکل 2- میانگین تعداد گره در ترکیب تیماری کم آبیاری و رقم



شکل 1- میانگین ارتفاع بوته در ترکیب تیماری کم آبیاری و رقم

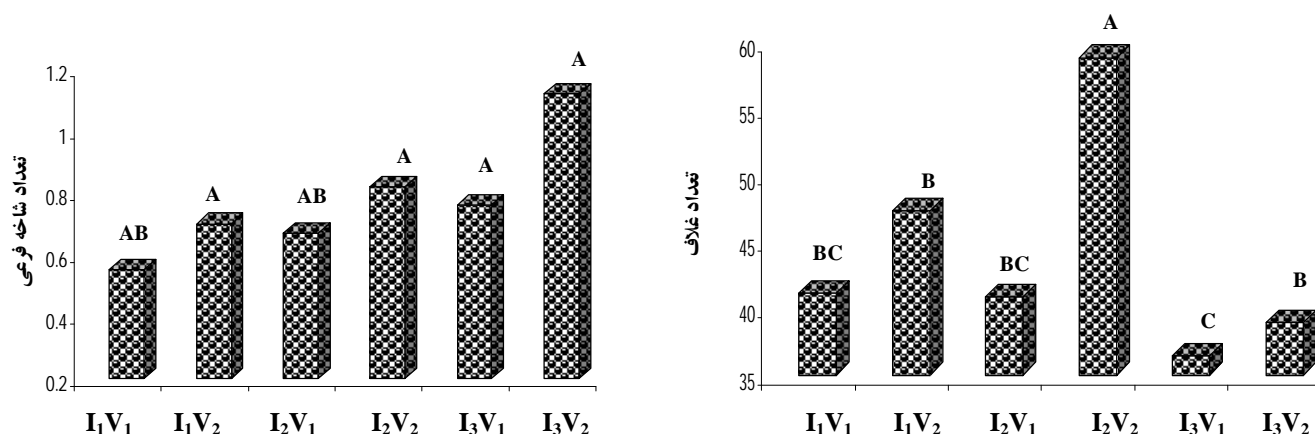
جدول 5- میانگین صفات مورد مطالعه تحت کم آبیاری و رقم

تعداد غلاف (عدد)	فاصله میان گره (سانتی متر)	تعداد گره (عدد)	ارتفاع تا اولین گره (سانتی متر)	ارتفاع بوته (سانتی متر)	نیمار
44/6 A	5/9 A	17/3 A	25/0 A	98/9 A	I <sub>1</sub>
49/7 A	5/6 A	16/9 A	25/6 A	93/4 AB	I <sub>2</sub>
37/6 B	4/9 A	15/9 B	24/1 A	76/3 B	I <sub>3</sub>
39/3 B	5/3 A	17/5 A	25/8 A	90/2 A	V <sub>1</sub>
48/7 A	5/9 A	15/9 B	24/0 A	88/8 A	V <sub>2</sub>

\* حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال 5 درصد می باشند.

بررسی به طور معنی داری ( $P \leq 0/01$ ) متفاوت بود (جدول 4). رقم دی پی ایکس تعداد غلاف بیشتری (با میانگین 48/7) نسبت به رقم سپیده (با میانگین 39/3) از خود نشان داد (جدول 5). ارقام مورد مطالعه عکس العمل متفاوتی را نسبت به کم آبیاری از خود نشان دادند (جدول 4). بطوریکه آبیاری 75 درصد در رقم دی پی ایکس ( $I_2V_2$ ) موجب افزایش 54 درصدی تعداد غلاف نسبت به آبیاری 50 درصد در رقم سپیده ( $I_3V_1$ ) شد (شکل 3). اعمال تیمارهای کم آبیاری تأثیر معنی داری ( $P \geq 0/05$ ) بر روی تعداد شاخه فرعی نگذاشتند (جدول 6) که با نتایج براون و همکاران (1985) و یحیایی (1386) مطابقت دارد. نتایج نشان داد رقم دی پی ایکس تعداد شاخه فرعی بیشتری (میانگین 1/9 عدد در بوته) نسبت به رقم سپیده (میانگین 0/72 عدد در بوته) داشت که در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول 6 و 7). به طور کلی رقم دی پی ایکس از نظر تیپ شاخه بندی تعداد شاخه بیشتری را در مقایسه با رقم سپیده تولید کرد (جدول 1). اختلاف معنی داری ( $P \geq 0/05$ ) بین برهمکنش کم آبیاری و رقم از این نظر مشاهده نشد (جدول 6) (شکل 4).

برهمکنش بین کم آبیاری و رقم از نظر فاصله میان گره معنی دار ( $P \geq 0/05$ ) نشد (جدول 4). ولی تأثیر کم آبیاری بر تعداد غلاف معنی دار ( $P \leq 0/05$ ) بود (جدول 4). بیشترین میانگین تعداد غلاف به میزان 49/6 عدد به آبیاری 75 درصد تعلق داشت که با آبیاری 100 درصد در یک سطح آماری قرار گرفت (جدول 5). پانندی و همکاران (1984) نیز مشاهده نمودند که کمبود رطوبت خاک میزان عملکرد گیاه را از طریق کاهش تعداد غلاف در بوته کاهش می دهد. کاهش تعداد غلاف و در نتیجه کاهش عملکرد سویا در اثر تنش خشکی توسط دانشیان و همکاران (1381) نیز تأیید شده است. علت کاهش تعداد غلاف در ساقه اصلی بوته سویا تحت شرایط تنش خشکی را می توان به کاهش رشد و ارتفاع ساقه اصلی نسبت داد که در این پژوهش ملاحظه گردید. همچنین ریزش شدید گل و غلاف در شرایط تنش خشکی در اوایل رشد زایشی نیز از دلایل احتمالی کاهش تعداد غلاف در گیاه می باشد (استوکر 1960). سیمون و همکاران (1992) نیز نشان دادند که کمبود آب عملکرد دانه را از طریق کاهش تعداد غلاف در بوته تا 30 درصد کاهش می دهد. سومارنو (1986) نیز افزایش تعداد غلاف را در پنج ژنوتیپ سویا با آبیاری مناسب گزارش داده است. تعداد غلاف در بوته در دو رقم مورد



شکل 3- میانگین تعداد غلاف در ترکیب تیماری کم آبیاری و رقم  
شکل 4- میانگین تعداد شاخه فرعی در ترکیب تیماری کم آبیاری و رقم

جدول 6- میانگین مربعات تعدادی از صفات مورد مطالعه

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد شاخه فرعی	هزار دانه	عملکرد دانه <sup>1</sup>	کار آبی مصرف
بلوک	2	0/01	7/74	154105/94	0/023
کم آبیاری (I)	2	0/31 <sup>ns</sup>	68/14 <sup>ns</sup>	847921/76 *	0/023**
خطای 1	4	0/02	28/63	119749/35	0/291
رقم (V)	1	7/094**	5188/41**	957497/35**	0/015**
کم آبیاری × رقم	2	0/11 <sup>ns</sup>	39/03 <sup>ns</sup>	77830/43 *	0/431 **
خطای 2	6	0/013	13/50	37586/82	0/004
CV (درصد)		8/37	3/05	7/76	9/30

•، \*\*، ns: به ترتیب معنی دار در سطح 0/05، سطح 0/01 و عدم اختلاف معنی دار،<sup>1</sup> بر اساس 14 درصد رطوبت

درصد موجب کاهش عملکرد به میزان تقریبی 26 درصد گردید (جدول 6 و 7). نتایج پژوهشگران زیادی گویای این مسئله می باشد که کم آبی در دوره های مختلف رشد، با کاهش دوره پر شدن دانه، اندازه دانه و سقط دانه عملکرد را کاهش می دهد (ایزانلو 1384، اسمیسیکلاس و همکاران 1992، ویرا و همکاران 1992). در آزمایش پاندی و همکاران (1984) نیز عملکرد دانه سویا به صورت خطی تحت تأثیر مصرف آب قرار گرفت. بین ارقام مورد مطالعه نیز از این نظر اختلاف معنی دار (P ≤ 0/01) دیده شد (جدول 6). رقم دی پی ایکس نسبت به رقم سپیده موجب افزایش 17 درصدی عملکرد شد. به نظر می رسد که رقم دی پی ایکس از طریق تعداد شاخه فرعی، تعداد غلاف و وزن هزار دانه بیشتر تأثیر مستقیم

تیمارهای کم آبیاری تأثیر معنی داری (P ≥ 0/05) بر روی وزن هزار دانه نگذاشتند (جدول 6). ولی مقایسه ارقام مورد مطالعه نشان داد رقم دی پی ایکس با میانگین وزن هزار دانه بیشتری (151/9 گرم) در مقایسه با رقم سپیده (102/4 گرم) داشته است (جدول 7). یکی از دلایلی که سبب می شود ژنوتیپ های دیر رس نسبت به ژنوتیپ های زود رس دارای وزن دانه بیشتری باشند، طولانی شدن دوره پر شدن دانه است (یحیایی، 1386). اختلاف معنی داری (P ≥ 0/05) نیز بین برهمکنش کم آبیاری و رقم از نظر وزن هزار دانه مشاهده نشد (جدول 6) (شکل 5). کم آبیاری های اعمال شده به طور معنی داری (P ≤ 0/05) بر عملکرد دانه تأثیر گذاشتند، به گونه ای که آبیاری 50 درصد در مقایسه با آبیاری 100



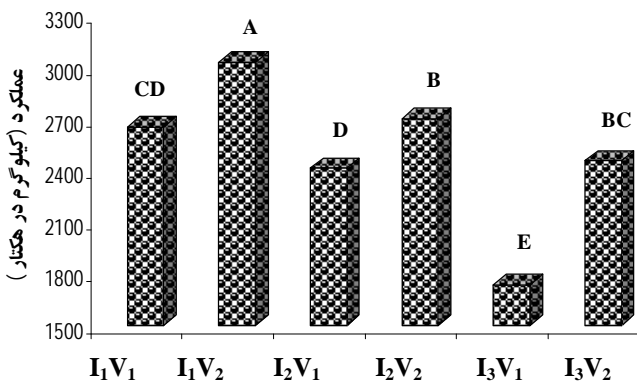
هکتار) را نسبت به آبیاری 100 درصد در رقم سپیده (I<sub>1</sub>V<sub>1</sub>) (با میانگین 2653/3 کیلوگرم در هکتار) از خود نشان داد و در این میان رقم سپیده در آبیاری 50 درصد دارای کمترین عملکرد (با میانگین 1736/3 کیلوگرم در هکتار) بود (شکل 6). نتایج اسپیت و همکاران (2001) نشان داد در تمام ژنوتیپ‌های مورد آزمایش همبستگی بسیار بالایی بین عملکرد دانه و تیمار آب وجود دارد.

بر روی عملکرد گذاشت و منجر به افزایش عملکرد نسبت به رقم سپیده شد. به طور کلی این رقم با دوره گل‌دهی و رشد طولانی‌تر و افزایش اجزای رویشی و زایشی عملکرد بیشتری داشته است. برهمکنش تیمارهای مورد مطالعه از نظر عملکرد معنی دار ( $p \leq 0/05$ ) بود (جدول 6). بطوریکه آبیاری 100 درصد در رقم دی پی ایکس (I<sub>1</sub>V<sub>2</sub>) عملکرد بالاتری (با میانگین 3028/6 کیلوگرم در

جدول 7- میانگین صفات مورد مطالعه تحت کم آبیاری و رقم

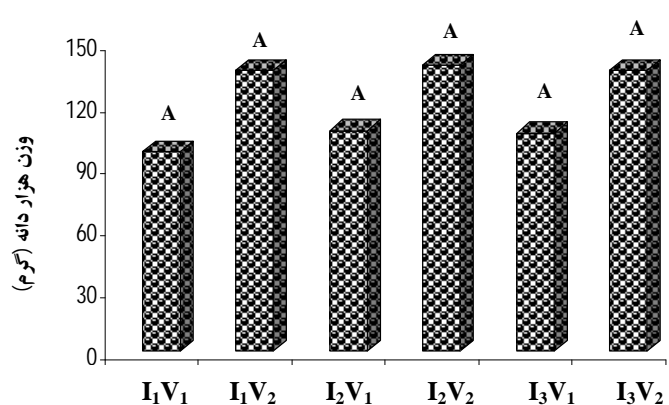
تیمار	تعداد شاخه فرعی	هزار دانه (گرم)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	کار آبی مصرف آب (کیلوگرم بر متر مکعب)
I <sub>1</sub>	1/13 a	116/7 a	2840/5 a	0/63 b
I <sub>2</sub>	1/57 a	123/0 a	2559/5 a	0/75 a
I <sub>3</sub>	1/33 a	121/9 a	2096/3 b	0/94 a
V <sub>1</sub>	0/72 b	102/4 b	2268/1 b	0/66 b
V <sub>2</sub>	1/97 a	151/9 a	2729/6 a	0/88 a

\* حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال 5 درصد می‌باشند.



شکل 6- میانگین عملکرد در ترکیب تیماری کم آبیاری و رقم

مصرف آب بیشتری (0/88 کیلوگرم بر متر مکعب) در مقایسه با رقم سپیده (0/66 کیلوگرم بر متر مکعب) داشت (جدول 7). همچنین بیشترین کارایی مصرف آب (1/12 کیلوگرم بر متر مکعب) مربوط به آبیاری 50 درصد در رقم دی پی ایکس (I<sub>3</sub>V<sub>2</sub>) و کمترین آن (0/55



شکل 5- میانگین وزن هزار دانه در ترکیب تیماری کم آبیاری و رقم

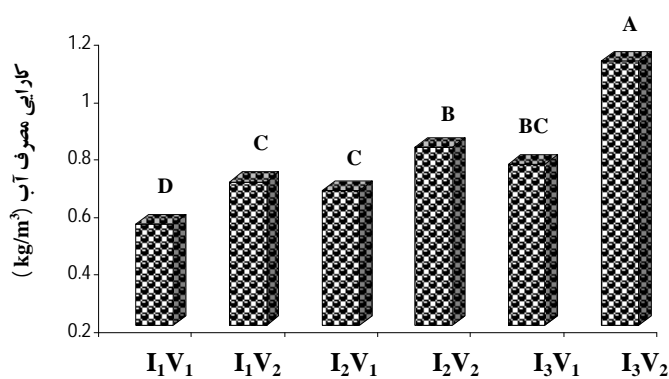
نتایج نشان داد که بیشترین کارایی مصرف آب برابر با 0/94 مربوط به تیمار آبیاری 50 درصد نیاز آبی و کمترین آن 0/63 کیلوگرم بر متر مکعب مربوط به تیمار آبیاری 100 درصد نیاز آبی حاصل شده است (جدول 7). رقم دی پی ایکس به طور معنی داری کارایی

تحقیق علی‌رغم اینکه در بسیاری از صفات رویشی اندازه‌گیری شده عکس‌العمل‌های متفاوتی از خود نشان دادند. ولی به نظر می‌رسد رقم دی پی ایکس در مقایسه با رقم سپیده تحمل نسبتاً خوبی نسبت به تنش خشکی دارد و قادر است در طول تنش تا حدی خصوصیات رشدی خود را حفظ کند.

کیلوگرم بر متر مکعب) مربوط به آبیاری 100 درصد در رقم سپیده بود ( $I_1V_1$ ) (شکل 7).

### نتیجه گیری

نتایج این پژوهش بیانگر آن است که در مواقعی که آب به حد کافی در دسترس است، آبیاری کامل و در زمان مواجهه با کمبود آب، سطح 75 درصد آب مصرفی با توجه به میزان عملکرد، میزان آب مصرفی و کارایی مصرف آب قابل توصیه است. ژنوتیپ‌های سویا در این



شکل 7- میانگین کارایی مصرف آب در ترکیب تیماری کم آبیاری و رقم

### منابع مورد استفاده

- ایزائلوع، زینالی ح، حسین زاده ع ه، مجنون حسینی ن، سبکدست م، 1384. بررسی عکس‌العمل ارقام تجاری سویا به تنش کمبود آب در مراحل زایشی. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد 36، شماره 4. صفحه‌های 1011 تا 1023.
- دانشیان ج، نور محمدی ق و جنوبی پ، 1381. بررسی واکنش سویا به تنش خشکی و مقادیر مختلف فسفر، صفحات 435 تا 440 مجموعه مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، 2 تا 4 شهریور ماه 1381، کرج.
- یحیایی س غ، 1386. اثر رژیم‌های آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ارقام رشد محدود و رشد نامحدود سویا. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد 14، شماره 5، ویژه نامه زراعت و اصلاح نباتات. صفحه‌های 46 تا 56.
- Abdel-Aal A and Moukhtar MM, 2004. Soybean crop production under environmental stress conditions at Toshky / Egypt. Pp. 727-746. Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Crop Science Congress. 26 Sep – 1 Oct. Brisbane, Australia. Available at: <http://www.regional.org.au>
- Brown EA, Caviness CE and Brown DA, 1985. Response of soybean cultivars to soil moisture deficit. *Agronomy Journal* 77:274-278
- Feher WR and Caviness CE, 1977. Stage of soybean development Ames, IA: Agriculture and Home Economics Experiment Station and Cooperative Extension Service, Special Report 80. 11 p, Iowa State University, USA.

- Garside AL, Lawn RJ and Byth DE, 2001. Irrigation management of soybean in a semiarid tropical environment. I. Effect of irrigation frequency on growth, development and yield. *Australian Journal of Agricultural Research* 43: 1003 – 1017.
- Heatherly L, Pringle G, Sciumbato HC, Yaung GL, Ebelhar LD, Wesley MW and Tupper GR, 1992. Irrigation of soybean cultivar susceptible and resistant to soybean nematode. *Crop Science* 32: 802-806.
- Korte LL, Williams JH, Specht JE and Sorensen RC, 1983. Irrigation of soybean genotypes during reproductive ontogeny. II. Component responses. *Crop Science* 23: 521-527.
- Kpoghomou BK, Sapa VT and Beyl CA, 1990. Sensitivity for drought stress of three soybean cultivars during different growth stages. *Journal of Agronomy and Crop Science* 164: 104-109.
- Kumudini S, Hume DJ and Chu G, 2002. Genetic improvement in short season soybean: II Nitrogen accumulation, partitioning and remobilization. *Crop Science* 42:141-145.
- Muchow RC, 1985. An analysis of the effect of water deficits on grain legumes grown in a semiarid environment in terms of radiation interception and its efficiency of use. *Field Crops Research* 11:309-323.
- Pandey RK, Herrera WAT, Villegas AN and Pendleton JW, 1984. Drought response of grain legumes under irrigation gradient: III. Plant growth. *Agronomy Journal* 76: 557-560.
- Purcell LC, King CA and Ball RA, 2000. Soybean cultivar difference in ureides and the relationship to drought tolerant nitrogen fixation manganese nutrient. *Crop Science* 40:1062-1070.
- Simon T, Kalalova S and Sindelarova M, 1992. Study of nodulation and yield parameters of soybean after application of two types of inoculants in different conditions of irrigation. *Scientia Agriculture Bohemoslovaca*. 24: 215-229.
- Smiciklas KD, Mullen RE, Carlson RE and Knapp AD, 1992. Soybean seed quality response to drought stress and pod position. *Agronomy Journal* 84: 166-170.
- Spaeth SC, Randau HC, Sinclair TR, and Vendeland JS, 1984. Stability of soybean harvest index. *Agronomy Journal* 76:482-486.
- Specht JE, Chase K, Maerander M, Graef GL, Chung J, Markwell JP, Germann M, Orf JH and Lark KG, 2001. Soybean response to water: A QTL analysis of drought tolerance. *Crop Science* 40:493-509
- Stocker O, 1960. Physiological and morphological changes in plants due to water deficiency. *Arid Zone Research XV. Plant- water relationships in arid and semiarid conditions. Reviews of Research. Publication. Unesco (Paris)* 15: 63-104.
- Sumarno M, 1986. Response of soybean (*Glycine max Merr*) genotypes to continuous saturated culture. *Indonesian Journal of Crop Science* 2: 71-78.
- Vieira RD, Tekrony DM and Egli DB, 1992. Effect of drought and defoliation stress in the field on soybean seed germination and vigor. *Crop Science* 32:471-475.