

## تاثیر آبیاری محدود در مراحل حساس رشد بر افزایش عملکرد و بهره‌وری آب سه

### ژنوتیپ سویا در منطقه رشت

سید اکبر موسوی، محمدرضا خالدیان<sup>۱\*</sup>، افشین اشرف‌زاده و پریسا شاهین‌رخسار

دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان.

sayedakbarmosavy69@yahoo.com

استادیار، گروه مهندسی آب، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان و گروه پژوهشی مهندسی آب و محیط زیست، پژوهشکده حوزه آبی دریای

خزر. khaledian@guilan.ac.ir

استادیار، گروه مهندسی آب، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان.

ashrafzadeh@guilan.ac.ir

مربی پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی رشت.

pshahinrokhsar@yahoo.com

## چکیده

به منظور بررسی اثر آبیاری محدود بر افزایش عملکرد و بهره‌وری آب سویا، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با چهار تکرار در دو سال زراعی ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ در رشت اجرا شد. فاکتورها شامل آبیاری به عنوان عامل اصلی در سه سطح شامل: دو نوبت آبیاری ( $I_2$ )، آبیاری در زمان گلدهی و تشکیل غلاف، سه نوبت آبیاری ( $I_3$ )، آبیاری در زمان گلدهی، تشکیل غلاف و در زمان پر شدن دانه‌ها و کشت دیم ( $I_1$ ) به عنوان شاهد، و سه تیمار ژنوتیپ شامل ویلیامز ( $V_1$ )، L17 ( $V_2$ ) و هایبیت ( $V_3$ ) به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. در طول مراحل حساس رشد گیاه طبق اعمال تیمارهای آبیاری با توجه به بارش باران و رسیدن رطوبت خاک به حد کافی در منطقه ریشه در سال زراعی ۱۳۹۲ فقط یک نوبت آبیاری ( $I_1$ ) صورت گرفت که ارقام ویلیامز و هایبیت در مرحله غلاف و ژنوتیپ L17 در مرحله گل‌دهی بود، اما در سال زراعی ۱۳۹۳ با توجه به بارندگی کم‌تر تمامی تیمارهای آبیاری اعمال شدند. در زمان رسیدگی کامل، صفات مورد بررسی اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که آبیاری محدود در دو سال زراعی باعث افزایش عملکرد و اجزای عملکرد در ژنوتیپ‌های سویا شد. بیش‌ترین عملکرد دانه در سال ۱۳۹۲ مربوط به تیمار  $I_1V_2$  و در ۱۳۹۳ مربوط به تیمار  $I_3V_2$  به ترتیب برابر ۴۶۱۶ و ۴۱۹۸ کیلوگرم در هکتار بود. در سال زراعی ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ ژنوتیپ L17 نسبت به دو ژنوتیپ دیگر دارای بیش‌ترین میانگین عملکرد دانه به ترتیب با وزن ۳۹۳۲ و ۳۰۰۰ کیلوگرم بر هکتار بود و برای کشت در منطقه رشت مناسب تشخیص داده شد. در دو سال زراعی ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ بالاترین بهره‌وری آب آبیاری به ترتیب مربوط به تیمار  $I_1V_2$  و  $I_3V_2$  به میزان ۱/۷۲ و ۰/۹۷ کیلوگرم بر متر مکعب بود.

واژه‌های کلیدی: دیم، رقم ویلیامز، رقم هایبیت.

۱ - آدرس نویسنده مسئول: رشت، گروه مهندسی آب دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان.

\*- دریافت: اسفند ۱۳۹۳ و پذیرش: آذر ۱۳۹۴

## مقدمه

سویا (*Glycine max L.*) از قدیمی‌ترین گیاهان زراعی و یکی از منابع عمده تولید روغن و پروتئین گیاهی می‌باشد (خواجه‌پور، ۱۳۹۱). زراعت این گیاه در ایران از نظر تامین بخشی از روغن مورد نیاز کشور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (خواجویی‌نژاد و همکاران، ۱۳۸۴). کمبود رطوبت یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده رشد سویا می‌باشد (اوبر و شارپ، ۲۰۰۳). پراکنش نامناسب بارندگی در سال‌های اخیر تولید دیم محصول سویا را در گیلان با مشکل مواجه ساخته است، به طوری که گیاه در مراحل بحرانی رشد خود دچار تنش می‌شود. از این رو شناخت مراحل حساس رشد گیاهان به تنش خشکی و تامین به موقع نیاز آن‌ها می‌تواند ما را در جهت حصول حداکثر عملکرد یاری نماید. از عوامل مهم و تعیین کننده عملکرد هر گیاهی علاوه بر ژنوتیپ و پتانسیل عملکرد آن، آب مورد نیاز گیاه است.

مقدار رطوبت خاک برای رشد مطلوب هر گیاه باید دارای یک حد بهینه‌ای باشد که به هر میزان از این حد کم‌تر و یا بیش‌تر شود، رشد گیاه کاهش می‌یابد. بنابراین به منظور جلوگیری از کاهش عملکرد، باید در زمان‌هایی که بارندگی کافی واقع نشد، به طرقی نیاز آبی گیاه را برطرف نمود. از شیوه‌ها و راهبردهای مدیریت فنی زراعی موثر می‌توان اعمال مدیریت آبیاری تکمیلی و تک آبیاری را نام برد که تعیین رقم مناسب، میزان آب مصرفی، زمان کاشت، زمان آبیاری و میزان افزایش عملکرد با آبیاری تکمیلی و تک آبیاری از جمله مسائل مرتبط با آن است. منظور از آبیاری تکمیلی انجام آبیاری در زمان کمبود بارندگی است تا آب کافی برای تداوم رشد بوته‌ها تامین شود. مطالعه واکنش گیاه سویا به تنش رطوبتی و تعیین مراحل حساس رشد آن می‌تواند به میزان قابل توجهی از کاهش محصول جلوگیری کند (ایزانلو و همکاران، ۱۳۸۱). تلن و همکاران (۲۰۰۳) با مطالعه‌ای روی گیاه سویا گزارش کردند که دو مرحله تشکیل گل و غلاف‌بندی از مراحل حساس به کم‌آبی هستند. فورود و

همکاران (۱۹۹۳) گزارش نمودند که مرحله‌ی شروع گل‌دهی تا مرحله‌ی شروع پرشدن دانه، حساس‌ترین مراحل رشد گیاه سویا نسبت به کم‌آبی می‌باشند. علیزاده و کاراپشن (۲۰۰۶) گزارش کردند که شروع گل‌دهی از صفات بسیار مهم در شرایط دیم می‌باشد و موجب می‌شود که گیاه از خشکی و گرمای آخر فصل رشد اجتناب کند. سوئینی و مار (۲۰۰۵) گزارش کردند که آبیاری تکمیلی در نواحی مرطوب و نیمه‌مرطوب می‌تواند در دوره‌ای از رشد گیاه باعث کاهش استرس شود و بارش‌ها می‌توانند به عنوان حمایت‌کننده در تامین باقی‌مانده نیاز آبی گیاه عمل نمایند. کوکس و جولیف (۱۹۸۶) در آزمایشات دو ساله خود روی سویا گزارش نمودند که در تیمار آبیاری تکمیلی نسبت به شرایط دیم، ۵۱ درصد افزایش عملکرد مشاهده شد. به منظور شناخت عواملی که با انجام آبیاری تکمیلی تاثیر می‌پذیرند بررسی و مطالعه شاخص‌های رشد و اجزای عملکرد در مطالعات زراعی ضروری به نظر می‌رسد (ویلسون، ۱۹۹۷).

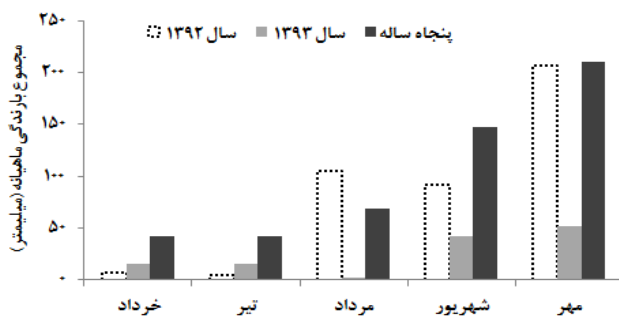
شاخص بهره‌وری آب که رابطه بین عملکرد محصول و مقدار آب آبیاری را مشخص می‌کند، برای اولین بار توسط ویتز (۱۹۶۲) وارد مباحث مرتبط با بخش کشاورزی شده است. بهره‌وری آب آبیاری از نسبت عملکرد محصول به میزان آب آبیاری و بهره‌وری آب کاربردی (مجموع آب آبیاری و بارش) از نسبت عملکرد محصول به مجموع آب آبیاری و بارش بدست می‌آید (سپاسخواه، ۱۳۸۴). ارتقاء بهره‌وری آب با هدف تولید بیش‌تر به ازای مصرف آب کم‌تر، به عنوان یکی از گزینه‌های راهبردی مؤثر در مدیریت آبیاری تحت شرایط کم-آبی قلمداد می‌گردد. با توجه به محدودیت منابع آب، افزایش تولید از طریق افزایش عملکرد به ازای هر واحد آب مصرفی ضرورت دارد و برنامه‌ریزی آبیاری می‌تواند با تنظیم و تامین مقدار مناسب آبیاری مخصوصا در مراحل حساس رشد گیاه، سبب افزایش بهره‌وری آب گردد. بهره‌وری آب یکی از معیارهای مهم برای ارزیابی سودمندی

صورتی که توان تولید بخش عمده‌ای از آن در کشور فراهم می‌باشد. در سال‌های اخیر بارندگی در منطقه رشت پاسخ‌گوی نیاز آبی سویا نیست و هیچ‌گونه مطالعه‌ای در مورد آبیاری محدود در مراحل حساس و بحرانی این گیاه صورت نگرفته است. هدف از این پژوهش بررسی تأثیر مدیریت آبیاری محدود بر عملکرد و بهره‌وری آب سویا و تعیین مناسب‌ترین ارقام از نظر عملکرد و سازگاری با اقلیم رشت می‌باشد.

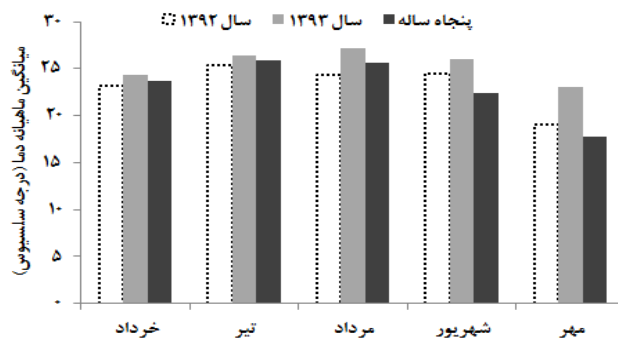
### مواد و روش‌ها

این طرح به منظور ارزیابی اثر رژیم‌های مختلف آبیاری محدود بر عملکرد و بهره‌وری آب سه ژنوتیپ سویا به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گیلان با عرض ۳۷ درجه و ۱۱ دقیقه شمالی و طول ۴۹ درجه و ۳۸ دقیقه طول شرقی و با ارتفاع ۲۸ متر از سطح دریای آزاد در تابستان سال‌های زراعی ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ اجرا شد. اقلیم منطقه رشت براساس طبقه‌بندی روش دومارتن در یک دوره آماری ۵۰ ساله (۱۹۵۶ تا ۲۰۰۵) بسیار مرطوب تعیین شد. مجموع بارندگی ماهانه و میانگین ماهانه دما در طی فصل رشد در دو سال زراعی ۱۳۹۲، ۱۳۹۳ و ۵۰ سال اخیر (۱۳۹۰-۱۳۴۱)، به ترتیب در شکل (۱) و (۲) نشان داده شده است که این اطلاعات از ایستگاه مرکز تحقیقات هواشناسی کشاورزی رشت جمع‌آوری شد.

تولید در کشاورزی و اتخاذ تدابیر لازم برای مدیریت منابع آب است (ژیا و همکاران، ۲۰۰۶؛ یو و همکاران، ۲۰۰۴). بهره‌وری آب سویا بر مبنای عملکرد دانه و عملکرد ماده خشک توسط کرم و همکاران (۲۰۰۵) به ترتیب معادل ۰/۵۲ و ۱/۱۱ کیلوگرم به ازای مصرف هر متر مکعب آب برآورد شد. داس (۲۰۰۳) با بررسی بهره‌وری آب سویا در چهار منطقه نیمه‌خشک هندوستان بیان نمود که بهره‌وری آب در سویا از یک منطقه به منطقه دیگر به دلیل تغییر شرایط اقلیمی و نوع خاک و همچنین در یک منطقه خاص، با نوع رقم متفاوت خواهد بود. نتایج بررسی اوت و همکاران (۲۰۰۱) نشان داد که گیاهان مختلف به دلیل تفاوت در مکانیزم فتوسنتزی آن‌ها در شرایط مختلف تنش آبی دارای بهره‌وری آب متفاوتی هستند. شاهین‌رخسار و رئیسی (۱۳۹۰) در تحقیقی با عنوان بهینه کردن مصرف آب سویا در شرایط خشکسالی در مرکز تحقیقات کشاورزی گرگان به این نتیجه دست یافتند که بیش‌ترین کارایی مصرف آب برابر با ۰/۹۴ مربوط به تیمار آبیاری ۵۰ درصد نیاز آبی و کم‌ترین آن ۰/۶۳ کیلوگرم بر متر مکعب مربوط به تیمار آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی حاصل شده است. حدود ۹۹/۵ درصد سطح زیرکشت سویا در کشور به سه استان گلستان، مازندران و اردبیل اختصاص دارد (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۴) و کشت این محصول در استان گیلان در مرحله تحقیق و توسعه است، بنابراین انجام پژوهش‌های مرتبط ضروریست. برنامه بلندمدت وزارت جهاد کشاورزی کشت این محصول در ۱۷ استان کشور و از جمله استان گیلان است زیرا کشور ما عمده روغن مورد نیاز خود را از طریق واردات تامین می‌کند در



شکل ۱- مجموع بارندگی ماهانه در طول فصل رشد سال‌های زراعی ۱۳۹۲، ۱۳۹۳ و ۵۰ سال اخیر (۱۳۴۱-۱۳۹۰)



شکل ۲- میانگین ماهیانه دما در طول فصل رشد سال‌های زراعی ۱۳۹۲، ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ و ۵۰ سال اخیر (۱۳۹۰-۱۳۴۱)

ریزوبیوم آغشته شدند. زمان کاشت، برداشت و طول دوره رشد در دو سال زراعی ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ در جدول (۳) نشان داده شده است که زمان کاشت در سال اول ۱۵ خرداد و در سال دوم پنجم خرداد بود. طول دوره رشد لاین L17 (V<sub>2</sub>) در هر دو سال بیش‌تر از دو ژنوتیپ دیگر بود. برای استقرار گیاه و جوانه‌زدن بذرها تمامی تیمارها دو بار آبیاری شدند، که یک آبیاری بعد از کاشت بذرها و دیگری یک هفته بعد از کاشت اعمال شد، پس از آن تیمارهای آبیاری اعمال شد. این آبیاری‌ها به‌منظور نرم شدن خاک سطحی و استقرار بهتر گیاه انجام شدند و با استفاده از آبیاری دستی حجم کمی از آب به‌منظور مرطوب و نرم کردن خاک سطحی توزیع شد. آبیاری به-صورت جویچه‌ای انجام شد. براساس تخلیه رطوبتی و طبق تیمارهای مذکور تا رسیدن رطوبت خاک به حد ظرفیت مزرعه‌ای میزان آب مورد نیاز محاسبه و حجم آب هر کرت توسط کنتور حجمی اندازه‌گیری و اعمال گردید. رطوبت خاک قبل و بعد از آبیاری با استفاده از روش وزنی، با نمونه‌برداری از منطقه توسعه ریشه، توزین نمونه‌ها و خشک کردن آن‌ها در آون (۲۴ ساعت با دمای ۱۱۰ درجه سلسیوس) تعیین شد. عمق آب آبیاری با هدف رساندن رطوبت خاک در عمق توسعه ریشه به رطوبت ظرفیت مزرعه‌ای برای هر تیمار آبیاری از رابطه (۱) محاسبه شد. در مراحل گل‌دهی، تشکیل غلاف و دانه عمق ریشه متفاوت بود که داده‌های مربوط به عمق ریشه به‌صورت مزرعه‌ای از داخل کرت‌ها اندازه‌گیری شد.

فاکتورها شامل آبیاری به عنوان عامل اصلی در سه سطح شامل: دو نوبت آبیاری (I<sub>2</sub>): آبیاری در زمان گل‌دهی و تشکیل غلاف، سه نوبت آبیاری (I<sub>3</sub>): در زمان گل‌دهی، تشکیل غلاف و در زمان پر شدن دانه‌ها و کشت دیم (I<sub>0</sub>)، و سه تیمار ژنوتیپ شامل: ویلیامز (V<sub>1</sub>)، L17 (V<sub>2</sub>) و هابیت (V<sub>3</sub>) به‌عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. در سال زراعی ۹۲ طبق اعمال تیمارهای آبیاری با توجه به بارش باران و رسیدن رطوبت به حد کافی در منطقه ریشه (پایش رطوبت) در مراحل حساس گیاه فقط یک نوبت آبیاری در تاریخ دو مرداد (I<sub>1</sub>) صورت گرفت که ژنوتیپ‌های ویلیامز و هابیت در مرحله غلاف و ژنوتیپ L17 در مرحله گل‌دهی بود. در سال زراعی ۹۳ با توجه به بارندگی کم‌تر نسبت به سال ۹۲ (شکل ۱) تمامی تیمارهای آبیاری اعمال شد. جدول (۱) تاریخ آبیاری در هر یک از تیمارها را نشان می‌دهد. مساحت هر کرت آزمایشی پنج متر مربع با طول دو متر و عرض ۲/۵ متر که شامل چهار خط دو متری کاشت (طولی) با فاصله ۵۰ سانتی‌متر و فاصله‌ی روی خطوط کشت ۱۰ سانتی‌متر و بین هر کرت و تکرارها یک متر مرز در نظر گرفته شد. نتایج تجزیه خاک محل آزمایش در جدول (۲) آمده است. سه نوع کود فسفر، پتاسیم و اوره هر کدام به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار براساس نتایج آزمون خاک، مخلوط و به صورت دستی به کرت‌ها اضافه شد. پس از پیاده کردن نقشه طرح و مسطح کردن زمین، کشت به صورت دستی انجام شد. در زمان کاشت، بذور با باکتری

(جزء وزنی)،  $\rho_b$ : جرم مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی متر مکعب) و  $D_z$  عمق توسعه ریشه (میلی متر) می باشد. حجم آب آبیاری از رابطه (۲) به دست آمد.

$$V = d \times A \quad (2)$$

که در آن:

$V$  حجم آبیاری (متر مکعب)،  $d$  عمق آب آبیاری (متر) و  $A$  مساحت کرت آزمایشی (متر مربع) می باشد.

حداکثر عمق ریشه ۶۰ سانتی متر به دست آمد که برای تعیین رطوبت خاک تا عمق ۶۰ سانتی متری خاک با دستگاه اوگر نمونه برداری شد.

$$d = (\theta_{fc} - \theta_i) \times \rho_b \times D_z \quad (1)$$

که در آن:

$d$  عمق خالص آبیاری (میلی متر)،  $\theta_i$  و  $\theta_{fc}$  به ترتیب رطوبت خاک قبل از آبیاری و رطوبت ظرفیت مزرعه ای

جدول ۱- تاریخ اعمال آبیاری در تیمارهای مختلف در دو سال زراعی ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳

سال	ژنوتیپ	مرحله گل دهی	مرحله تشکیل غلاف	مرحله پرشدن دانه
۱۳۹۲	V1	-	۱۲ مرداد	-
	V2	۷ مرداد	-	-
	V3	-	۱۴ مرداد	-
۱۳۹۳	V1	۱۷ تیر	۲۸ تیر	۱۵ مرداد
	V2	۱ مرداد	۱۳ مرداد	۲۷ مرداد
	V3	۲۵ تیر	۷ مرداد	۲۲ مرداد

جدول ۲- نتایج تجزیه خاک محل آزمایش

عمق (cm)	EC (dS/m)	pH	آن یون ها (meq/lit)			جمع آن یون ها	کاتیون ها (meq/lit)			جمع کاتیون ها
			HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	
۲۰	۰/۷۸۳	۷/۷۶	۵/۲۵	۲/۷۵	۲	۱۰	۵/۷۵	۵/۷۵	۴	۱۰/۵
۴۰	۰/۷۵۹	۷/۰۹	۴	۲/۵	۲/۷۳	۹/۲۳	۰/۷۵	۳/۲۵	۵	۹
۶۰	۰/۵۲۳	۸/۰۳	۳	۴	۲	۹	۰/۷۵	۳	۷	۹/۷۵

جدول ۳- زمان کاشت، برداشت و طول دوره رشد در دو سال زراعی ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳

سال	ژنوتیپ	زمان کاشت	زمان برداشت	طول دوره ی رشد
۱۳۹۲	ویلیامز (V <sub>1</sub> )	۱۵ خرداد	۲۸ شهریور	۱۰۵
	(V <sub>2</sub> ) L17	۱۵ خرداد	۱۶ مهر	۱۲۴
	هاییت (V <sub>3</sub> )	۱۵ خرداد	۶ مهر	۱۱۴
۱۳۹۳	ویلیامز (V <sub>1</sub> )	۵ خرداد	۱۴ شهریور	۱۰۱
	(V <sub>2</sub> ) L17	۵ خرداد	۲۷ شهریور	۱۱۴
	هاییت (V <sub>3</sub> )	۵ خرداد	۲۱ شهریور	۱۰۸

بافت خاک، جرم مخصوص ظاهری، رطوبت ظرفیت زراعی و پژمردگی دائم خاک محل آزمایش در جدول (۴) آمده است. صفات مورد مطالعه شامل تعداد غلاف در بوته، وزن کل ماده خشک، عملکرد دانه، وزن هزار دانه، شاخص برداشت، ارتفاع بوته، ارتفاع اولین غلاف، تعداد شاخه فرعی، تعداد گره و تعداد دانه در

بافت خاک، جرم مخصوص ظاهری، رطوبت ظرفیت زراعی و پژمردگی دائم خاک محل آزمایش در جدول (۴) آمده است. صفات مورد مطالعه شامل تعداد غلاف در بوته، وزن کل ماده خشک، عملکرد دانه، وزن هزار دانه، شاخص برداشت، ارتفاع بوته، ارتفاع اولین غلاف، تعداد شاخه فرعی، تعداد گره و تعداد دانه در

$$IWP = \frac{dY}{I} \quad (3)$$

$$WP_{I+P} = \frac{Y}{I + P} \quad (۴)$$

که در آن:

IWP: بهره‌وری آب آبیاری نسبت به شرایط بدون آبیاری (کیلوگرم بر متر مکعب)، dY: اختلاف عملکرد هر تیمار آبیاری از تیمار دیم (کیلوگرم)، I: مقدار آب آبیاری (متر مکعب)، WP<sub>I+P</sub>: بهره‌وری آب کاربردی (کیلوگرم بر متر

مکعب)، Y: عملکرد دانه (کیلوگرم) و I+P: مجموع آبیاری و بارندگی (متر مکعب) می‌باشد. جدول تجزیه واریانس با استفاده از نرم‌افزار SPSS و مقایسه‌ی میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت.

جدول ۴- بافت خاک، جرم مخصوص ظاهری، رطوبت ظرفیت زراعی و پژمردگی دائم خاک محل آزمایش

عمق (cm)	رطوبت وزنی در مکش ۰/۳ اتمسفر (gr/gr)	رطوبت وزنی در مکش ۱۵ اتمسفر (gr/gr)	بافت خاک	جرم مخصوص ظاهری (gr/cm <sup>3</sup> )
۰-۲۰	۲۶/۵۳	۱۵/۷۴	رس سیلتی	۱/۳۱
۲۰-۴۰	۲۶/۷۱	۱۵/۸۴	رس سیلتی	۱/۳۶
۴۰-۶۰	۲۸/۳۸	۱۶/۰۸	رس سیلتی	۱/۴

### نتایج و بحث

براساس نتایج آزمون من-کندال روی سری زمانی مجموع بارش سالیانه از سال ۱۹۵۶ تا ۲۰۱۴ روند کاهشی معنی‌داری مشاهده شد (به‌خصوص در طول فصل کشت سویا). لذا در آینده بارندگی جوابگوی نیاز آبی سویا نبوده و باید با استفاده از آبیاری محدود از بروز تنش آبی به‌خصوص در دوره‌های حساس رشد گیاه جلوگیری کرد.

### تجزیه واریانس عملکرد و صفات عملکرد

براساس نتایج تجزیه واریانس سال ۱۳۹۲ جدول (۵)، آبیاری محدود بر تعداد غلاف در بوته، عملکرد دانه، شاخص برداشت، تعداد شاخه فرعی و

تعداد گره در سطح یک درصد، عملکرد ماده خشک و وزن هزار دانه در سطح پنج درصد موثر بود، و بر ارتفاع بوته، ارتفاع اولین غلاف و تعداد دانه در غلاف اثر معنی‌داری نداشت. اثر ژنوتیپ بر کل صفات به جز عملکرد ماده خشک و تعداد گره در سطح پنج درصد معنی‌دار شد. اثر متقابل ژنوتیپ و آبیاری بر عملکرد دانه، شاخص برداشت و تعداد شاخه فرعی در سطح پنج درصد معنی‌دار شد. براساس نتایج تجزیه واریانس سال ۱۳۹۳ جدول (۶)، آبیاری محدود و اثر ژنوتیپ بر عملکرد و تمامی صفات در سطح یک درصد معنی‌دار شد. اثر متقابل ژنوتیپ و آبیاری بر تمامی صفات به جز تعداد دانه در غلاف معنی‌دار شد.

جدول ۵- تجزیه واریانس عملکرد و برخی صفات ژنوتیپ‌های مورد مطالعه سویا در رژیم‌های آبیاری سال ۱۳۹۲

میانگین مربعات منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد غلاف در بوته	عملکرد ماده خشک	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	شاخص برداشت
آبیاری	۱	۷۹۲۰/۷ <sup>**</sup>	۸۲۱۵۷۴۰/۲ <sup>*</sup>	۷۰ <sup>*</sup>	۲۹۱۲۷۶۳/۴ <sup>**</sup>	۰/۰ <sup>**</sup>
ژنوتیپ	۲	۷۸۶۸/۶ <sup>**</sup>	۴۶۱۱۰۲۲/۱ <sup>ns</sup>	۱۰۷/۲ <sup>**</sup>	۲۷۲۶۰۴۴/۹ <sup>**</sup>	۰/۰ <sup>**</sup>
آبیاری×ژنوتیپ	۲	۲۵۵ <sup>ns</sup>	۳۰۸۲۴۴۴ <sup>ns</sup>	۳۲/۲ <sup>ns</sup>	۶۸۲۱۶۴/۹ <sup>*</sup>	۰/۰ <sup>*</sup>
خطا	۱۲	۱۰۳/۱	۱۳۶۷۸۴۹/۴	۱۲	۱۳۰۵۴۷/۲	۰/۰
-	-	ارتفاع بوته	ارتفاع اولین غلاف	تعداد شاخه فرعی	تعداد گره	تعداد دانه در غلاف
آبیاری	۱	۱۷۶ <sup>ns</sup>	۶ <sup>ns</sup>	۶	۸/۲ <sup>**</sup>	۰/۰ <sup>ns</sup>
ژنوتیپ	۲	۴۶۵/۹ <sup>**</sup>	۱۰۴/۳ <sup>**</sup>	۱/۵ <sup>*</sup>	۲/۲ <sup>ns</sup>	۰/۴ <sup>*</sup>
آبیاری×ژنوتیپ	۲	۲۱/۳ <sup>ns</sup>	۰/۹ <sup>ns</sup>	۱/۵ <sup>*</sup>	۲/۷ <sup>ns</sup>	۰/۰ <sup>ns</sup>
خطا	۱۲	۵۲	۱۰/۳	۰/۲	۰/۹	۰/۰

ns، \* و \*\*: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۶- تجزیه واریانس عملکرد و برخی صفات ژنوتیپ‌های مورد مطالعه سویا در رژیم‌های آبیاری سال ۱۳۹۳

میانگین مربعات منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد غلاف در بوته	عملکرد ماده خشک	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	شاخص برداشت
آبیاری	۲	۱۱۳۳/۶**	۵۷۸۷۰۰۰**	۵۳۴/۳**	۱۵۹۳۰۰۰**	۰/۱**
ژنوتیپ	۲	۶۴۵/۶**	۳۱۲۲۶۸۴/۶**	۱۰۳/۴**	۱۶۰۰۶۷۵**	۰/۰**
آبیاری×ژنوتیپ	۴	۱۶۴/۲**	۱۳۵۰۳۸۴/۸**	۱۴/۷**	۱۱۲۳۳۳/۳*	۰/۰**
خطا	۱۸	۲۳/۹	۱۹۹۹۶۴/۳	۱/۴	۵۳۴۱۳/۹	۰/۰
-	-	ارتفاع بوته	ارتفاع اولین غلاف	تعداد شاخه فرعی	تعداد گره	تعداد دانه در غلاف
آبیاری	۲	۱۸۰۹/۵**	۲۶/۸**	۵/۵**	۲۲/۷**	۰/۴**
ژنوتیپ	۲	۸۷۳/۳**	۴۹/۹**	۰/۵**	۷/۵**	۰/۱**
آبیاری×ژنوتیپ	۴	۱۶۳/۷**	۱۴/۳**	۰/۱*	۱/۸**	۰/۰ <sup>ns</sup>
خطا	۱۸	۳/۹	۰/۶	۰/۰	۰/۳	۰/۰

ns، \* و \*\* به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

### مقایسه میانگین عملکرد و صفات عملکرد

#### الف) عملکرد دانه

دیم) نشان داده و ۱۹ درصد افزایش عملکرد داشته است. در سال زراعی ۱۳۹۳ سطوح آبیاری I<sub>2</sub> (دو نوبت آبیاری)، I<sub>3</sub> (سه نوبت آبیاری) بر عملکرد دانه ژنوتیپ‌های سویا تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد نسبت به تیمار I<sub>0</sub> (دیم) داشتند (جدول ۸).

با توجه به نتایج مقایسه میانگین جدول (۷)، در سال زراعی ۱۳۹۲ سطح آبیاری I<sub>1</sub> (یک نوبت آبیاری) بر عملکرد دانه ارقام سویا تفاوت معنی‌داری با تیمار I<sub>0</sub>

جدول ۷- مقایسه میانگین صفات ژنوتیپ‌های مورد مطالعه سویا و سطوح مختلف آبیاری سال ۱۳۹۲

تیمار	تعداد غلاف در بوته	عملکرد ماده خشک (kg/ha)	وزن هزار دانه (gr)	عملکرد دانه (kg/ha)	شاخص برداشت (%)
آبیاری I <sub>1</sub>	۱۳۴ <sup>a</sup>	۱۲۵۹۶ <sup>a</sup>	۱۶۹ <sup>a</sup>	۳۶۵۶ <sup>a</sup>	۳۳ <sup>a</sup>
I <sub>0</sub>	۹۸ <sup>b</sup>	۱۱۴۲۶ <sup>b</sup>	۱۶۵ <sup>b</sup>	۲۹۶۰ <sup>b</sup>	۲۶ <sup>b</sup>
V <sub>1</sub>	۸۱/۱ <sup>c</sup>	۱۱۹۶۳ <sup>ab</sup>	۱۶۶ <sup>b</sup>	۲۷۷۵ <sup>b</sup>	۲۴ <sup>b</sup>
ژنوتیپ V <sub>2</sub>	۱۴۲/۳ <sup>a</sup>	۱۲۷۹۳ <sup>a</sup>	۱۷۰ <sup>a</sup>	۳۹۳۳ <sup>a</sup>	۳۵ <sup>a</sup>
V <sub>3</sub>	۱۲۳/۹ <sup>b</sup>	۱۱۲۷۷ <sup>b</sup>	۱۶۴ <sup>b</sup>	۳۲۱۵ <sup>c</sup>	۲۸ <sup>b</sup>
-	ارتفاع بوته	ارتفاع اولین غلاف	تعداد شاخه فرعی	تعداد گره	تعداد دانه در غلاف
آبیاری I <sub>1</sub>	۹۷ <sup>a</sup>	۱۵/۸ <sup>a</sup>	۵ <sup>a</sup>	۱۶ <sup>a</sup>	۲/۷ <sup>a</sup>
I <sub>0</sub>	۹۱ <sup>a</sup>	۱۶/۸ <sup>a</sup>	۴ <sup>b</sup>	۱۴/۸ <sup>b</sup>	۲/۵ <sup>a</sup>
V <sub>1</sub>	۱۰۲/۳ <sup>a</sup>	۱۱/۸ <sup>b</sup>	۳/۸ <sup>b</sup>	۱۴/۸ <sup>a</sup>	۲/۹ <sup>a</sup>
ژنوتیپ V <sub>2</sub>	۹۰/۹ <sup>b</sup>	۱۷/۹ <sup>a</sup>	۴/۵ <sup>a</sup>	۱۵/۵ <sup>a</sup>	۲/۴ <sup>b</sup>
V <sub>3</sub>	۸۷/۸ <sup>b</sup>	۱۸/۱ <sup>a</sup>	۳/۸ <sup>b</sup>	۱۴/۵ <sup>a</sup>	۲/۴ <sup>b</sup>

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد است.

عملکرد دانه آن را کاهش دهد، مطابقت دارد. به‌طور کلی استفاده از آبیاری محدود باعث افزایش عملکرد ارقام مختلف سویا شد. نتایج بدست آمده با نتایج دانکن و اسپاچو (۱۹۹۷)، ویلالوبوس و همکاران (۱۹۸۴) و لانگر و همکاران (۱۹۸۱) مبنی بر افزایش عملکرد مطابقت دارد. در هر دو سال، ارقام مختلف سویا در تیمارهای مختلف آبیاری عملکردشان متفاوت بود (جداول ۷ و ۸). به‌طوری

بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد دانه به‌ترتیب مربوط به تیمار آبیاری I<sub>3</sub> (بیش‌ترین تعداد غلاف و دانه در غلاف) و I<sub>0</sub> (کم‌ترین تعداد غلاف و دانه در غلاف)، ۳۶۴۰ و ۱۳۶۰ کیلوگرم بر هکتار به‌دست آمد. تیمار آبیاری I<sub>3</sub> نسبت به تیمار I<sub>0</sub> ۶۲ درصد افزایش عملکرد داشت که با نتایج ایزانلو و همکاران (۱۳۸۱) مبنی بر اینکه تنش رطوبتی در مراحل حساس گیاه سویا می‌تواند

که ژنوتیپ  $V_2$  با ژنوتیپ‌های  $V_1$  و  $V_3$  تفاوت معنی‌داری داشت. در سال زراعی ۹۲ و ۹۳ بیش‌ترین عملکرد مربوط به ژنوتیپ  $V_2$  به‌ترتیب با عملکرد ۳۹۳۲ و ۳۰۰۰ کیلوگرم بر هکتار با تعداد غلاف و وزن هزار دانه بیش‌تر بود. نتایج بدست آمده با نتایج گارسید و همکاران (۱۹۹۲) و جانا (۱۹۷۵) مطابقت دارد.

جدول ۸- مقایسه میانگین صفات ژنوتیپ‌های مورد مطالعه سویا و سطوح مختلف آبیاری سال ۱۳۹۳

تیمار	تعداد غلاف در بوته	عملکرد ماده خشک (kg/ha)	وزن هزار دانه (gr)	عملکرد دانه (kg/ha)	شاخص برداشت (%)
$I_3$	۱۰۰ <sup>a</sup>	۱۰۰۰۰ <sup>a</sup>	۱۶۹ <sup>a</sup>	۳۶۴ <sup>a</sup>	۳۴ <sup>a</sup>
$I_2$	۶۰/۴ <sup>b</sup>	۸۰۰۰ <sup>b</sup>	۱۶۱ <sup>b</sup>	۲۷۳ <sup>b</sup>	۳۳ <sup>a</sup>
$I_0$	۴۰ <sup>c</sup>	۶۰۰۰ <sup>c</sup>	۱۵۶ <sup>c</sup>	۱۳۶ <sup>c</sup>	۲۱ <sup>b</sup>
$V_1$	۶۲/۷ <sup>b</sup>	۷۹۸۰ <sup>b</sup>	۱۶۰ <sup>c</sup>	۲۳۰۲ <sup>b</sup>	۲۸ <sup>c</sup>
$V_2$	۷۵/۷ <sup>a</sup>	۹۰۰۰ <sup>a</sup>	۱۶۶ <sup>a</sup>	۳۰۰ <sup>a</sup>	۳۳ <sup>a</sup>
$V_3$	۶۳/۴ <sup>b</sup>	۸۰۰۰ <sup>b</sup>	۱۶۲ <sup>b</sup>	۲۴۴۷ <sup>b</sup>	۳۰ <sup>b</sup>

	ارتفاع بوته (cm)	ارتفاع اولین غلاف (cm)	تعداد شاخه فرعی	تعداد گره	تعداد دانه در غلاف
$I_3$	۹۸ <sup>a</sup>	۱۰ <sup>a</sup>	۴/۲ <sup>a</sup>	۱۴/۸ <sup>a</sup>	۲/۶ <sup>a</sup>
$I_2$	۸۸/۳ <sup>b</sup>	۱۰/۸ <sup>a</sup>	۳/۹ <sup>b</sup>	۱۳/۵ <sup>b</sup>	۲/۴ <sup>b</sup>
$I_0$	۷۲/۶ <sup>c</sup>	۸ <sup>c</sup>	۲/۹ <sup>c</sup>	۱۲ <sup>c</sup>	۲/۲ <sup>c</sup>
$V_1$	۹۲ <sup>a</sup>	۱۰/۵ <sup>a</sup>	۳/۶ <sup>b</sup>	۱۳/۷ <sup>b</sup>	۲/۳ <sup>b</sup>
$V_2$	۹۱/۳ <sup>a</sup>	۷/۳ <sup>b</sup>	۳/۹ <sup>a</sup>	۱۴/۲ <sup>a</sup>	۲/۵ <sup>a</sup>
$V_3$	۷۶/۸ <sup>b</sup>	۱۱ <sup>a</sup>	۳/۶ <sup>b</sup>	۱۲/۶ <sup>c</sup>	۲/۴ <sup>b</sup>

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد است.

### ب) تعداد غلاف در بوته

نتایج مقایسه میانگین‌های این صفت (جدول ۷) نشان می‌دهد که در سال زراعی ۹۲ سطوح آبیاری  $I_1$  (یک نوبت آبیاری) تفاوت معنی‌داری با تیمار  $I_0$  (دیم) داشته و ۲۷ درصد افزایش داشته است. در سال زراعی ۹۳ سطوح آبیاری با یکدیگر تفاوت معنی‌داری داشتند که بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد غلاف در بوته به‌ترتیب مربوط به تیمار  $I_3$  با ۱۰۰ و  $I_0$ ، با ۴۰ غلاف به‌دست آمد (جدول ۸). در هر دو سال ژنوتیپ‌های مختلف سویا از نظر تعداد غلاف در بوته با یکدیگر تفاوت معنی‌داری داشتند و در هر دو سال زراعی ۹۲ و ۹۳ بیش‌ترین تعداد غلاف مربوط به ژنوتیپ  $V_2$  (L17) به‌ترتیب با ۱۴۲ و ۷۶ غلاف به‌دست آمد. به‌طور کلی با افزایش نوبت آبیاری تعداد غلاف در بوته نیز افزایش یافت. تنش خشکی در طول مدت گلدهی و اوایل نمو غلاف دلیل اصلی سقط غلاف در سویا است (وستگیت و پترسون، ۱۹۹۳). کمبود مختصر آب خاک در

این مراحل می‌تواند تا حدود ۷۰ درصد تشکیل غلاف را کاهش دهد (اندریانی و همکاران، ۱۹۹۱).

### ج) وزن هزار دانه

براساس نتایج مقایسه میانگین (جدول ۷ و ۸) در سال زراعی ۱۳۹۲ سطح آبیاری  $I_1$  (یک نوبت آبیاری) با  $I_0$  (دیم) تفاوت معنی‌داری داشتند، به‌طوری‌که تیمار  $I_1$  وزن هزار دانه‌ی بیش‌تری (۱۶۹ گرم) نسبت به  $I_0$  داشت. در سال زراعی ۱۳۹۳ سطوح آبیاری با یکدیگر تفاوت معنی‌داری داشتند و بیش‌ترین وزن هزار دانه مربوط به  $I_3$  (سه نوبت آبیاری) با وزن ۱۶۹ گرم به‌دست آمد. ارقام از نظر وزن هزار دانه در هر دو سال با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند و بیش‌ترین وزن هزار دانه در هر دو سال ۹۲ و ۹۳ مربوط به ژنوتیپ  $V_2$  (L17) به‌ترتیب با وزن ۱۷۰ و ۱۶۶ گرم به‌دست آمد.

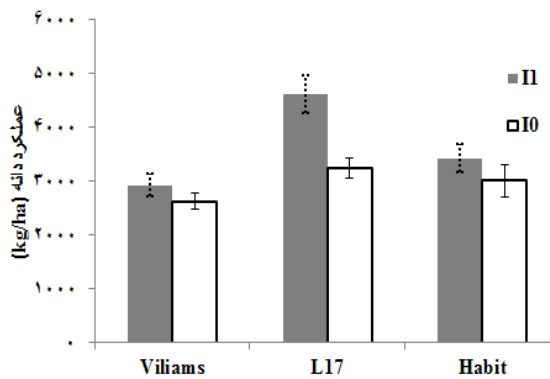


#### د) شاخص برداشت

نتایج مقایسه میانگین‌ها (جداول ۷ و ۸) نشان می‌دهد که در سال زراعی ۱۳۹۲ اثر سطوح آبیاری بر شاخص برداشت تفاوت معنی‌داری داشت. تیمار  $I_1$  شاخص برداشت بیش‌تری (۳۲ درصد) نسبت به تیمار  $I_0$  (۲۶ درصد) داشت. در سال زراعی ۱۳۹۳ سطوح آبیاری  $I_2$ ،  $I_3$  با  $I_0$  تفاوت معنی‌داری داشتند و بیش‌ترین شاخص برداشت مربوط به تیمار  $I_3$  با ۳۴ درصد بود. ارقام از نظر شاخص برداشت در دو سال زراعی با یکدیگر تفاوت معنی‌داری داشتند که بیش‌ترین شاخص برداشت در دو سال زراعی ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ مربوط به ژنوتیپ  $V_2$  (L17) به ترتیب ۳۵ و ۳۲ درصد بود. در هر دو سال آبیاری محدود باعث افزایش شاخص برداشت شد. یحیایی (۱۳۸۶) در مطالعات خود روی سویا به این نتیجه رسید که تیمار آبیاری کامل بیش‌ترین شاخص برداشت را دارد و بعد از آن تیماری که کم‌ترین تنش بر آن اعمال می‌شود قرار گرفت.

#### ه) تعداد دانه در غلاف

براساس جداول (۷ و ۸) در سال زراعی ۱۳۹۲ سطح آبیاری  $I_1$  (یک نوبت آبیاری) با  $I_0$  (دیم) تفاوت معنی‌داری نداشتند. در سال زراعی ۱۳۹۳ سطوح آبیاری با یکدیگر تفاوت معنی‌داری داشتند و با افزایش آبیاری به



شکل ۳- میانگین عملکرد دانه تیمار آبیاری و ژنوتیپ سال زراعی ۱۳۹۲

نتایج نشان می‌دهند که در دو سال زراعی در تمامی سطوح آبیاری، ژنوتیپ  $V_2$  (L17) دارای بیش‌ترین

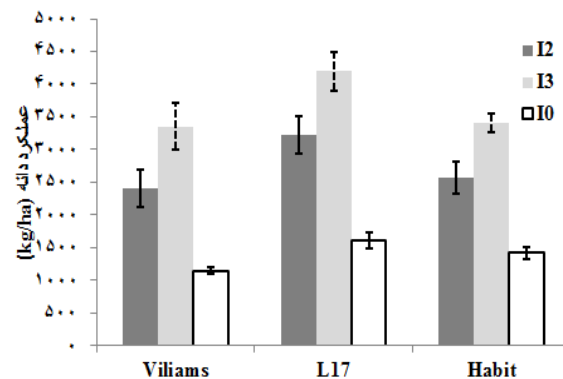
تعداد دانه در غلاف افزوده شد که بیش‌ترین تعداد دانه در غلاف مربوط به  $I_3$  (سه نوبت آبیاری) با میانگین ۲/۶ دانه در غلاف بود.

#### و) تعداد شاخه فرعی

با توجه به جداول (۷ و ۸) در سال اول سطوح آبیاری  $I_1$  با  $I_0$  از لحاظ تعداد شاخه‌ی فرعی با یکدیگر تفاوت معنی‌داری داشتند. در سال دوم سطوح آبیاری از نظر تعداد شاخه فرعی در سه گروه متفاوت قرار گرفتند به این معنا که سطوح آبیاری با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند و در هر دو سال، آبیاری محدود باعث افزایش تعداد شاخه فرعی شد. از نظر ارقام بیش‌ترین تعداد شاخه فرعی در دو سال زراعی ۹۲ و ۹۳ به ترتیب مربوط به ژنوتیپ  $V_2$  (L17) با ۴/۵ و ۴ شاخه فرعی بود.

#### ز) اثر متقابل آبیاری و ژنوتیپ بر عملکرد دانه

طبق جداول تجزیه واریانس (جداول ۵ و ۶) در دو سال زراعی اثر متقابل آبیاری و ژنوتیپ بر عملکرد دانه در سطح پنج درصد معنی‌دار شد. اشکال (۳ و ۴) بر-همکنش آبیاری و ژنوتیپ بر عملکرد دانه در دو سال زراعی را نشان می‌دهد.



شکل ۴- میانگین عملکرد دانه تیمار آبیاری و ژنوتیپ سال زراعی ۱۳۹۳

عملکرد دانه می‌باشد و بیش‌ترین عملکرد دانه تحت اثر ژنوتیپ و آبیاری در سال اول مربوط به تیمار  $I_1V_2$  (یک

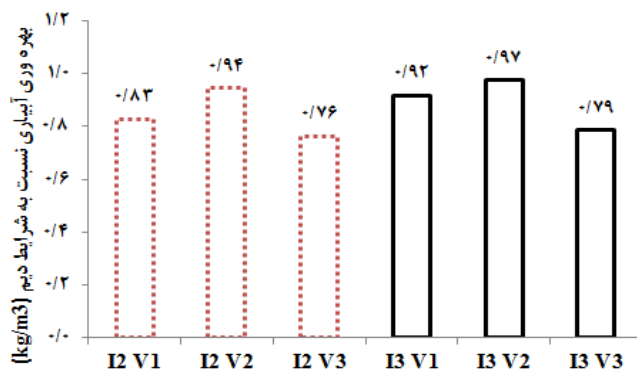
### آب مصرفی

در جدول (۹) میزان آب مصرفی و عملکرد تیمارهای مورد آزمایش در دو سال زراعی نشان داده شده است. در دو سال زراعی در تمامی تیمارها با افزایش میزان آب کاربردی عملکرد نیز افزایش یافت. کیانی و رئیسی (۱۳۹۲) نتیجه گرفتند که عملکرد ارقام سویا تحت تاثیر مقدار آب قرار گرفته به طوری که با کاهش مقدار آب عملکرد نیز کاهش یافته است.

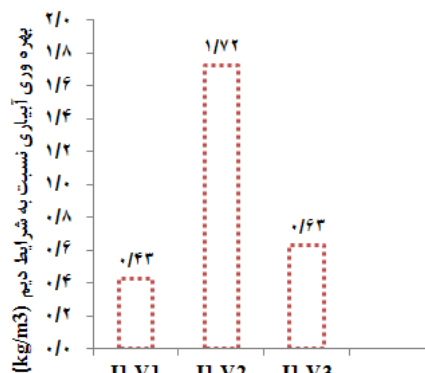
نوبت آبیاری و ژنوتیپ (L17) و در سال دوم مربوط به تیمار I<sub>3</sub>V<sub>2</sub> (سه نوبت آبیاری و ژنوتیپ L17) با عملکردی به ترتیب برابر ۶۱۶ و ۱۹۷/۵ کیلوگرم بر هکتار بود. همچنین نتایج نشان می‌دهند که در هر ژنوتیپ، آبیاری محدود باعث افزایش عملکرد می‌شود. به‌عنوان نمونه، در سال اول در ژنوتیپ L17 یک نوبت آبیاری باعث افزایش ۴۲ درصدی عملکرد نسبت به تیمار دیم و در سال دوم سه نوبت آبیاری باعث افزایش ۱۶۰ درصد عملکرد نسبت به تیمار دیم شده است.

جدول ۹- میزان آب مصرفی و عملکرد تیمارهای آبیاری و ژنوتیپ سال زراعی ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳

سال	تیمار	آب آبیاری (m <sup>3</sup> /ha)	بارندگی (m <sup>3</sup> /ha)	آب کاربردی (m <sup>3</sup> /ha)	عملکرد (kg/ha)	بهره‌وری آب کاربردی (kg/m <sup>3</sup> )	بهره‌وری آبیاری نسبت به دیم (kg/m <sup>3</sup> )
۱۳۹۲	I <sub>1</sub> V <sub>1</sub>	۷۱۶	۳۶۷۱	۴۳۸۷	۲۹۲۸	۰/۶۷	۰/۴۳
	I <sub>1</sub> V <sub>2</sub>	۷۹۴	۴۵۱۷	۵۳۱۱	۴۶۱۶	۰/۸۷	۱/۷۲
	I <sub>1</sub> V <sub>3</sub>	۶۶۲	۳۶۷۱	۴۳۳۳	۳۴۲۴	۰/۷۹	۰/۶۳
	I <sub>0</sub> V <sub>1</sub>	-	۳۶۷۱	۳۶۷۱	۲۶۲۳	۰/۷۱	-
	I <sub>0</sub> V <sub>2</sub>	-	۴۵۱۷	۴۵۱۷	۳۳۴۸	۰/۷۲	-
	I <sub>0</sub> V <sub>3</sub>	-	۳۶۷۱	۳۶۷۱	۳۰۰۷	۰/۸۲	-
۱۳۹۳	I <sub>2</sub> V <sub>1</sub>	۱۵۲۳	۳۲۸	۱۸۵۱	۲۴۰۸	۱/۳۰	۰/۸۳
	I <sub>2</sub> V <sub>2</sub>	۱۷۱۵	۴۵۶	۲۱۷۱	۳۲۲۸	۱/۴۹	۰/۹۴
	I <sub>2</sub> V <sub>3</sub>	۱۵۰۵	۴۵۵	۱۹۶۰	۲۵۷۳	۱/۳۱	۰/۷۶
	I <sub>3</sub> V <sub>1</sub>	۲۴۰۱	۳۲۸	۲۷۲۹	۳۳۵۰	۱/۲۳	۰/۹۲
	I <sub>3</sub> V <sub>2</sub>	۲۶۵۷	۴۵۶	۳۱۱۳	۴۱۹۸	۱/۳۵	۰/۹۷
	I <sub>3</sub> V <sub>3</sub>	۲۵۱۹	۴۵۵	۲۹۷۴	۳۴۰۰	۱/۱۴	۰/۷۹
	I <sub>0</sub> V <sub>1</sub>	-	۳۲۸	۳۲۸	۱۱۵۰	۳/۵۱	-
	I <sub>0</sub> V <sub>2</sub>	-	۴۵۶	۴۵۶	۱۶۱۰	۳/۵۳	-
	I <sub>0</sub> V <sub>3</sub>	-	۴۵۵	۴۵۵	۱۴۲۳	۳/۱۳	-



سال زراعی ۱۳۹۳



سال زراعی ۱۳۹۲

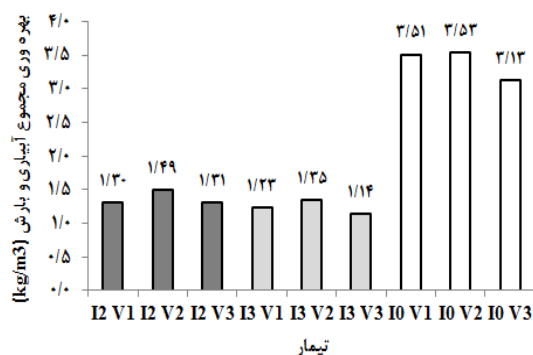
شکل ۵- میانگین بهره‌وری آب آبیاری نسبت به شرایط دیم در ترکیب تیمار آبیاری و ژنوتیپ

### بهره‌وری آب آبیاری نسبت به شرایط دیم

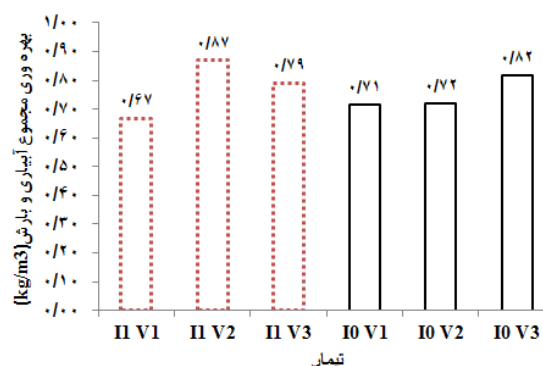
با توجه به شکل (۵) در سال زراعی ۱۳۹۲ بالاترین بهره‌وری آب آبیاری نسبت به شرایط دیم مربوط به ژنوتیپ  $V_2$  به میزان  $1/72$  کیلوگرم بر متر مکعب بود. در سال زراعی ۱۳۹۳ بالاترین بهره‌وری مربوط به تیمار  $I_3V_2$  (سه نوبت آبیاری و ژنوتیپ L17) به میزان  $0/97$  کیلوگرم بر متر مکعب بود. هر چند افزایش آبیاری از دو به سه بار تغییر اندکی ایجاد کرد که معنی‌دار نبود، لذا افزایش تعدا آبیاری از دو به سه در بهره‌وری آب این ژنوتیپ‌ها تاثیر زیادی نداشته است. در سال دوم با افزایش آبیاری محدود در هر ژنوتیپ، بهره‌وری آب افزایش پیدا کرد. در ژنوتیپ  $V_1$  با افزایش آبیاری از دو نوبت به سه نوبت آبیاری به میزان ۱۰ درصد بهره‌وری آب افزایش یافت. شایان ذکر است که در تیمار سه نوبت آبیاری، ژنوتیپ  $V_1$  و  $V_2$  اختلاف معنی‌داری ندارند.

### بهره‌وری آب کاربردی

بالاترین بهره‌وری آب کاربردی در سال زراعی ۱۳۹۲ در تیمار  $I_1V_2$  به میزان  $0/87$  کیلوگرم بر متر مکعب به‌دست آمد (شکل ۶). دلیل افزایش بهره‌وری آب کاربردی، عملکرد بیش‌تر آن نسبت به سایر تیمارها (شکل ۳) می‌باشد. طبق شکل (۶) در سال زراعی ۱۳۹۳ بالاترین بهره‌وری آب کاربردی مربوط به تیمار آبیاری  $I_0$  (بدون آبیاری) در ژنوتیپ  $V_2$  (L17) به میزان  $3/53$  کیلوگرم بر متر مکعب به‌دست آمد. دلیل افزایش بهره‌وری آب کاربردی در این تیمار، لحاظ نکردن آب آبیاری بوده است (جدول ۹). در هر دو سال اول و دوم با توجه به شرایط پیش آمده، بیش‌ترین بهره‌وری آب کاربردی مربوط به ژنوتیپ L17 به‌ترتیب به میزان  $0/8$  و  $2/12$  کیلوگرم بر متر مکعب بود.



سال زراعی ۱۳۹۳



سال زراعی ۱۳۹۲

شکل ۶- میانگین بهره‌وری مجموع آب آبیاری و بارش (آب کاربردی) در ترکیب تیمار آبیاری و ژنوتیپ

### نتیجه‌گیری

باعث افزایش عملکرد و اجزای آن در ژنوتیپ‌های سویا شده است. نتایج نشان می‌دهند که در دو سال زراعی در تمامی سطوح آبیاری، ژنوتیپ  $V_2$  (L17) دارای بیش‌ترین عملکرد دانه بود. بیش‌ترین عملکرد دانه تحت اثر ژنوتیپ در سال اول مربوط به تیمار  $V_2$  (ژنوتیپ L17) و در سال دوم تحت اثر ژنوتیپ مربوط به تیمار  $I_3V_2$  (سه نوبت آبیاری و ژنوتیپ L17) با عملکردی به‌ترتیب برابر ۳۹۳۲ و  $4197/5$  کیلوگرم بر هکتار بود. در سال اول در ژنوتیپ L17 یک نوبت آبیاری باعث افزایش ۴۲ درصدی عملکرد

در سال اول با توجه به اینکه در مراحل حساس و طبق اعمال تیمارهای آبیاری، رطوبت خاک در حد ظرفیت زراعی بود و نیازی نبود که در همه‌ی مراحل حساس، آبیاری انجام گیرد بنابراین فقط یک نوبت آبیاری صورت گرفت و در سال اول دو سطح  $I_0$  و  $I_1$  انجام شد. اما در سال دوم تمامی تیمارها اعمال شد، بنابراین سه سطح آبیاری  $I_0$ ،  $I_2$  و  $I_3$  وجود داشت، لذا طرح آماری دو سال متوازن نبود و تجزیه مرکب در زمان انجام نگرفت. با توجه به نتایج به‌دست آمده استفاده از آبیاری محدود

سال ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ به ترتیب ۰/۷۵ و ۳/۳۹ کیلوگرم بر مترمکعب به دست آمد که دلیل افزایش بهره‌وری سال دوم، کاهش میزان بارش نسبت به سال اول بوده است. با توجه به نتایج عملکرد و بهره‌وری آب آبیاری نسبت به شرایط دیم به نظر می‌رسد که آبیاری در مرحله پرشدن دانه حائز اهمیت می‌باشد و تاثیر زیادی روی عملکرد و بهره‌وری می‌گذارد، به طوری که تیمار I<sub>3</sub> (اعمال یک نوبت آبیاری بیش تر در مرحله تشکیل دانه) نسبت به تیمار I<sub>2</sub>، ۳۳ درصد افزایش عملکرد و ۱۱ درصد افزایش بهره‌وری آب آبیاری نسبت به شرایط دیم داشت. با توجه به نتایج به دست آمده از جداول (۷ و ۸) و شکل (۵)، از بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه ژنوتیپ L17 و از نظر تیمارهای آبیاری، در سال‌های با بارندگی مناسب تیمار I<sub>1</sub> و در سال‌های کم باران تیمار I<sub>3</sub> بیشترین عملکرد و بالاترین بهره‌وری آب آبیاری نسبت به دیم را از خود نشان داده و برای منطقه مورد مطالعه توصیه می‌شود.

نسبت به تیمار دیم و در سال دوم سه نوبت آبیاری باعث افزایش ۱۶۰ درصدی عملکرد نسبت به تیمار دیم شد. در سال دوم با افزایش آبیاری در هر ژنوتیپ بهره‌وری آب افزایش پیدا کرد هر چند این افزایش برای همه تیمارها معنی دار نبود. در ژنوتیپ V<sub>2</sub> با افزایش آبیاری از دو به سه نوبت، سه درصد بهره‌وری آب افزایش یافت، هر چند این افزایش معنی دار نبود. در دو سال زراعی ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ بالاترین بهره‌وری آب آبیاری نسبت به شرایط دیم به ترتیب مربوط به تیمار I<sub>1</sub>V<sub>2</sub> و I<sub>3</sub>V<sub>2</sub> به میزان ۱/۷۲ و ۰/۹۷ کیلوگرم بر متر مکعب بود. بهره‌وری آب کاربردی تیمار دیم در سال ۱۳۹۳ بیش تر از بهره‌وری تیمارهای آبیاری محدود بود. دلیل کاهش بهره‌وری تیمارهای آبیاری محدود، افزایش میزان آب کاربردی بود. اما در سال ۱۳۹۲ بهره‌وری آب کاربردی تیمار دیم و یک نوبت آبیاری تفاوت چندانی نداشتند به این دلیل که میزان آب کاربردی تیمار یک نوبت آبیاری، ۱۸ درصد بیش تر از تیمار دیم بود (جدول ۹). متوسط بهره‌وری آب کاربردی تیمار دیم در

## فهرست منابع

۱. آمارنامه کشاورزی. ۱۳۹۴. آمارنامه کشاورزی سال ۱۳۹۲. وزارت جهاد کشاورزی. معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی. مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.
۲. ایزنلو، ع.، زینالی، ح. حسین زاده، ع. ه و مجنون حسینی، ن. ۱۳۸۱. بررسی عکس العمل ارقام تجاری سویا به تنش کمبود آب در مراحل زایشی، هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، ۲ تا ۴ شهریور ماه ۱۳۸۱.
۳. توکلی، ع. ۱۳۸۲. اثر مقادیر مختلف آبیاری تکمیلی و نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم دیم رقم سیلان. مجله نهال و بذر. جلد ۱۹. صفحات: ۳۸۱-۳۶۷.
۴. خواجویی‌نژاد، غ. ر.، کاظمی، ح. ا.، آلیاری، ه.، جوانشیر، ع.، آروین، م. ج. ۱۳۸۴. تاثیر رژیم‌های آبیاری و تراکم کاشت بر عملکرد، کارایی مصرف آب و کیفیت دانه سه رقم سویا در کشت تابستانه در شرایط آب و هوایی کرمان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۹ (۴): ۱۳۷-۱۵۱.
۵. خواجه‌پور، م. ر. ۱۳۹۱. گیاهان صنعتی. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان.
۶. سپاسخواه، ع. ۱۳۸۴. اصول و کاربرد کم‌آبیاری. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. ۱۹۰ صفحه.
۷. شاهین‌رخسار، پ. و س. رئیسی. ۱۳۹۰. بهینه کردن مصرف آب سویا در شرایط خشکسالی. نشریه دانش آب و خاک، ۲۱ (۴): ۶۳-۵۳.
۸. یحیایی، غ. ۱۳۸۶. اثر رژیم‌های آبیاری بر عملکرد دانه ارقام رشد محدود و رشد نامحدود سویا. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی (ویژه نامه زراعت و اصلاح نباتات). ۱۴ (۵): ۱۲۴-۱۳۴.

9. Alizadeh, Kh., and J.Carapetian. 2006. Genetic variation in a safflower germplasm grown in rainfed cold drylands .J. Agron. 5(1):50-52.
10. Andriani, J.M., F.H. Andrade, E.E. Suero, and J.L. Dardanelli. 1991. Water deficits during reproductive growth of soybeans. 1. Their effects on dry-matter accumulation, seed yield and its components. Agronomie. 11: 737-746.
11. Cox, W.J., and G.D. Jollif. 1986. Growth and yield of sunflower and soybean under soil water deficits. Agron. J. 78: 226-230.
12. Duncan, S. R. and W. T. Schapaugh. 1997. Relay-inter cropped soybean in different water regimes, planting patterns and winter wheat cultivars. Journal of Agricultural Production. 10: 123-129.
13. Das, H.P. 2003. Water use efficiency of soybean and its yield response to evapotranspiration and rainfall. J. Agric. Phys. 3(1-2): 35-39.
14. Evett, S.R., T.A., Howell, A.D., Schneider, D.F., Wanura, and D.P. Upcharch. 2001. WUE regulated by automatic drip irrigation control. International irrigation show Oct. 31 to Nov7, San Antonio, Tx. Pp: 45-56.
15. Foroud, N., H.H., Mundel, G., Saindon, and T., Entz. 1993. Effect of level and timing of moisture stress on soybean yield components. Irrig. Sci. 13: 149-155.
16. Garside, A.L., R.J., Lawn, R.C., Muchow, and D.E., Byth. 1992. Irrigation management of soybean in a semiarid tropical environment. II. Effect of irrigation frequency on soil and plant water status and crop water use. Australian Journal of Agriculture Research. 43: 1019-1032.
17. Jana, R.K. 1975. Water management for soybean. Publication, International Soybean Program INSTOY. 6: 55-68.
18. Karam, F., K., Karaa, and N., Tarabey. 2005. Effects of deficit irrigation on yield and water use efficiency of some crops under semi-arid conditions of the Bekaa valley of Lebanon. P 139-155, In: Lamadalena, N., M.R., Shatawi, M., Todorovic, C., Bogliotti, and R., Albrizio (eds), Proceedings of 4th WASAMED (Water Saving in Mediterranean agriculture), Water Use Efficiency and Water Productivity, Amman, Jordan.
19. Longer, D.E., C.E., Caviness, and L., Simon. 1981. Response of soybean cultivars to irrigation at three locations. Arkansas Farm Research. 30(3): P.2.
20. Ober, E.S., and R.E., Sharp. 2003. Electrophysiological responses of maize roots to low water potentials: relationship to growth and ABA accumulation. J. Exp. Bot. 54: 813-824.
21. Sweeney, D.W., and C.W. Marr. 2005. Supplemental irrigation at reproductive growth stages to improve popcorn grown at different populations. Agron. J. 97: 741-745.
22. Thelen, K., M., Bernards, and M., Staton. 2003. Effects of irrigation scheduling on soybean growth and yield. Michigan State University. E. Lansing. Michigan 48824.
23. Villalobos-Rodriguez, E., R., Shibles, and D.E., Green. 1984. Response of stem termination types of soybean to supplemental irrigation. Iowa State Journal of Research. 59: 45-52.
24. Viets, F.G. 1962. Fertilizers and the efficient use of water. Adv. Agronomy. 14: 223-264.
25. Wilson, V.E. 1977. Components of yield and seed characteristics in Lentil. Hort. Sci. 12: 555-556.
26. Westgate, M.E., and C.M. Peterson. 1993. Flower and pod development in water-deficient soybean (*Glycine max* L. Merr.). Journal of Experimental Botany. 44: 109-117.

27. Xia, S., Y., Guirui, L., Yunfen, S., Xiaomin, L., Yaoming, and W. Xuefa. 2006. Seasonal variations and environmental control of water use efficiency in subtropical plantation. *China Earth Sci J.* 49: 119-126.
28. Yu, G.R., Q.F., Wang, and J. Zhung. 2004. Modeling the water use efficiency of soybean and maize plants under environmental stresses: Application of a synthetic model of photosynthesis-transpiration based on stomatal behavior. *J Plant Physiol.* 161: 303-318.