Archive of SID

بررسی برخی صفات کیفی و کمی زراعی سویا (*Glycine max L. Merrill*) در شرایط تنش آبی

حسین بابازاده[۱]*، مهدی سرائی‌تبریزی، مسعود پارسی‌نژاد و سیدعلی‌محمد مدرس ثانوی

استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، گروه مهندسی آب، تهران؛ **h_babazadeh@srbiau.ac.ir**

دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، گروه مهندسی آب، تهران؛ **mahdisarai@yahoo.com**

دانشیارگروه مهندسی آبیاری و آبادانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران؛ **parsinejad@ut.ac.ir**

استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس؛ **modaresa@modares.ac.ir**

چکیده

در تحقیق حاضر، اثر چهار تیمار آبیاری سطحی شیاری شامل آبیاری کامل (درحد ۱۰۰ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک)، کم آبیاری سنتی درحد ۷۵ و ۵۰ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک و تیمار آبیاری بخشی درحد ۵۰ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک روی صفات کیفی شامل: میزان روغن، پروتئین دانه و برخی صفات مرفولوژی اندام هوایی و زیرزمینی گیاه سویا در قالب آزمایشی به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران (کرج) مورد مطالعه و تعیین قرار گرفت. مقادیر آبیاری درست درحد جبران نقصان رطوبتی خاک (تلفات ناچیز) اعمال شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که با افزایش میزان تنش آبی درصد روغن دانه کاهش و درصد پروتئین دانه افزایش می‌یابد. با اعمال کم آبیاری رشد اندام هوایی سویا کاهش و اندام زیرزمینی آن افزایش پیدا کرده و دوره رشد گیاه کاهش یافت. نه تنها درصد روغن دانه و اغلب صفات مرفولوژیکی گیاه بین تیمار آبیاری بخشی نسبت به تیمار کم آبیاری سنتی در حد ۵۰ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، بلکه صرفه جویی ۵۰ درصد آب آبیاری در تیمار آبیاری بخشی (PRD) نسبت به تیمار کم آبیاری سنتی درحد ۵۰ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک حاصل شد.

واژه های کلیدی: روغن و پروتئین دانه، کم آبیاری، آبیاری بخشی(PRD)، سویا

مقدمه

در بسیاری از نقاط ایران تمام نیاز رطوبتی گیاهان از جمله سویا در طول دوره رشد بایستی از طریق آبیاری تأمین گردد و بالاخص که در بسیاری از مناطق، طی مراحل بحرانی رشد یعنی مرحله گل‌دهی و پرشدن دانه، ممکن است هیچ‌گونه ریزش‌های آسمانی وجود نداشته باشد. در عین حال چون مراحل بحرانی رشد عموماً با شرایط آب و هوایی گرم و خشک تابستان مواجه بوده که نیاز آبی اغلب محصولات زراعی نیز در این دوره تحت چنین شرایطی بالا می‌باشد توجه به صرفه‌جویی در مصرف آب

---

[۱] نویسنده مسئول، آدرس: تهران، انتهای بزرگراه اشرفی اصفهانی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، گروه مهندسی آب-کد پستی: ۱۴۷۷۸۹۳۸۵۵

* دریافت: اسفند، ۱۳۸۹ و پذیرش:فروردین، ۱۳۹۰

www.SID.ir

Archive of SID

با اعمال کم آبیاری بسیار کارساز خواهد بود (ایزانلو و همکاران ۱۳۸۴ و مارتین و همکاران ۲۰۰۹). عامل دیگر که کشت سویا را در شرایط اعمال مدیریت صحیح مصرف آب با اهمیت جلوه می‌دهد پتانسیل کشت این محصول در کشور می‌باشد.

سویا در شمال ایران در شرایط بدون آبیاری و آبی به عنوان کشت اول و دوم تولید می‌شود. عملکرد سویا در شرایط مطلوب درحد ۴۵۰۰ تا ۴۷۰۰ کیلوگرم در هکتار حتی با ارقام خیلی قدیمی برداشت شده که قابل مقایسه با عملکردهای مطلوب در سطح جهان می‌باشد. عملکرد سویا نه فقط نسبت به عملکرد دیگر محصولات روغنی در ایران بهتر است، بلکه در سال‌های خوب متوسط عملکردها از متوسط آسیا و حتی اروپا نیز بالاتر است و این امر نشانگر پتانسیل خوب این محصول به عنوان یک کشت استراتژیک در کشور است (وزارت جهاد کشاورزی ۱۳۸۷).

سویا یکی از شش گیاه اصلی روغنی به همراه نخل روغنی، کلزا، آفتابگردان، پنبه و بادام زمینی است که ۸۴ درصد روغن خوراکی تولید شده در جهان را تشکیل می‌دهند (سونگ و همکاران ۱۹۹۶). ایزانلو و همکاران (۱۳۸۴) ضمن بررسی صفات عملکرد و اجزای عملکرد و همچنین برخی صفات مرفولوژی ارقام تجاری سویا در شرایط تنش رطوبتی در اواخر مرحلهٔ زایشی نشان دادند که با اعمال تنش آبی طول دورهٔ رشد، تعداد روزهای تا شروع گل‌دهی، تعداد روزهای تا شروع دانه‌بندی و ارتفاع بوته نسبت به تیمار شاهد کاهش می‌یابد.

بهتری و همکاران (۱۳۸۴) با بررسی اثرات محدودیت آب بر روند ذخیره‌سازی روغن، پروتئین و عملکرد دانه در دو رقم سویا نشان دادند که با افزایش تنش آبی درصد روغن کاهش و درصد پروتئین دانه افزایش یافت. سونگ و همکاران (۱۹۹۶) با بررسی تأثیر تنش آبی بر کیفیت و کمیت گیاه سویا دریافتند که با اعمال کم آبیاری کیفیت و کمیت محصول کاهش یافت. سبکدست و همکاران (۱۳۸۷) ضمن ارتباط عملکرد دانه با مقدار روغن دانه برای ۲۰ رقم سویا نشان دادند که درصد روغن با صفات درصد پروتئین همبستگی منفی و معنی‌داری داشت. پورموسوی و همکاران (۱۳۸۴) با بررسی اثر تنش خشکی و کود دامی بر ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه سویا، اظهار داشتند که با افزایش شدت تنش آبی، درصد روغن دانه‌ها کاهش و درصد پروتئین دانه‌ها افزایش یافت. ارتفاع بوته، تعداد گره در بوته، تعداد شاخه در بوته در اثر تنش خشکی کاهش و با افزایش کود مصرفی افزایش یافت. هوک و همکاران (۱۹۸۶) صفات مرفولوژی اندام زیرزمینی گیاه سویا را تحت سناریوهای مختلف آبیاری مورد مطالعه قرار دادند و نشان دادند که کمترین طول و عرض تقریبی ریشه در تیمار آبیاری بدون تنش و بیشترین تعداد ریشه فرعی در تیماری که تحت بیشترین تنش آبی بود حاصل شد.

نوآوری این تحقیق بررسی صفات مرفولوژیکی اندام زیرزمینی گیاه سویا و مطالعهٔ تأثیر تیمار آبیاری بخشی منطقه ریشه درحد ۵۰ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک روی برخی صفات کیفی و کمی سویا در مقایسه با تیمارهای مختلف آبیاری می‌باشد.

هدف از انجام این پژوهش بررسی برخی صفات کیفی شامل: درصد روغن و پروتئین دانه و برخی صفات مرفولوژیکی اندام هوایی و زیرزمینی سویا تحت اعمال تیمارهای مختلف آبیاری می‌باشد.

مواد و روش‌ها

برای بررسی صفات کیفی و برخی صفات مرفولوژی سویا آزمایشی به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و چهار تیمار آبیاری شیاری روی سویا رقم ویلیامز در سال زراعی ۱۳۸۷ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران واقع در کرج انجام شد. منطقه مورد مطالعه در موقعیت طول جغرافیایی ۵۱ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه شمالی و ارتفاع ۱۳۱۲ متر از سطح دریا قرار گرفته است.

بافت خاک مزرعه تا عمق ۶۰ سانتی‌متری لوم با جرم مخصوص ظاهری ۱/۵۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب بود. وجین علف‌های هرز به صورت دستی صورت گرفت. کشت در تاریخ ۱۲ خرداد بعد از یک شخم سطحی و برداشت محصول در تاریخ ۸ مهر صورت گرفت.

سال قبل از کشت مزرعه آزمایشی در آیش بود. در طول فصل کشت هیچ بارشی صورت نگرفت. تیمارهای آبیاری عبارت بودند از: تیمار آبیاری کامل (تیمار شاهد) (درحد ۱۰۰ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک) (FI)، تیمار کم آبیاری سنتی درحد ۷۵ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک بر اساس شاهد ($DI_{75\%}$)، تیمار کم آبیاری سنتی درحد ۵۰ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک بر اساس شاهد ($DI_{50\%}$) و تیمار آبیاری بخشی منطقه ریشه ($PRD_{50\%}$) درحد ۵۰ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک بر اساس شاهد.

برای تعیین درصد روغن و درصد پروتئین به ترتیب از روش‌سوکسله و دستگاه اینفراماتیک استفاده شد (وزارت جهاد کشاورزی۱۳۸۷). با خالی کردن اطراف ریشه به فاصلهٔ ۳۰ در ۳۵ سانتی‌متر از هر طرف بوته (به ابعاد ۶۰ در ۷۰ سانتی‌متر) یک نمونه پروفیل ریشه از هر تکرار هر

www.SID.ir

Archive of SID

تیمار آبیاری در مرحلهٔ برداشت محصول تهیه و صفات مرفولوژی اندام زیرزمینی ریشه اندازه‌گیری شد (شکل۱). اندازه‌گیری حجم ریشه‌ها مستقیماً از طریق وارد کردن ریشه‌های شسته شده به داخل ظروف مدرج و اندازه گیری جابجا شدن آب صورت گرفت.

صفات مرفولوژی اندام هوایی با کف‌بر کردن ۵ نمونه گیاه در سه مرحلهٔ حساس و اصلی دوره رشد شامل گل‌دهی (۴۹ روز بعد از کشت)، تشکیل غلاف (۷۵ روز بعد از کشت) و پر شدن دانه (۱۰۰ روز بعد از کشت) اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری شاخص سطح برگ با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری مساحت برگ (CAMPBELL SCIENTIFIC Company-Model: LAI-1996) انجام شد.

اعمال تیمارهای کم آبیاری درست پس از ۵ برگی شدن گیاه در نوبت آبیاری ششم در تاریخ ۱۷ تیر انجام شد. برای تهیه تقویم آبیاری برای گیاه سویا در مزرعه بر اساس نمایه خاک از روش نقصان رطوبتی خاک (SMD) در تیمار شاهد استفاده شد که مبتنی بر تعیین رطوبت خاک قبل از آبیاری و تعیین مقدار آبیاری لازم برای جبران کمبود رطوبت خاک تا حد ظرفیت زراعی است.

– اندازه‌گیری با استفاده از یک اوگر در طول فصل کشت به صورت منظم به فواصل دو روز دو روز با تهیه یک نمونه خاک از هر تکرار تیمار آبیاری کامل در سه عمق ۲۰-۰، ۴۰-۲۰ و ۶۰-۴۰ سانتی‌متر از سطح خاک انجام گرفت.

در این مطالعه دور و مقدار آبیاری برای تیمار شاهد بر اساس حد تخلیه رطوبت خاک در منطقه ریشه به حدّ مورد نظر (MAD=65%) تعیین می‌شد. یعنی به مجرد اینکه رطوبت خاک به حد ذیل می‌رسید آبیاری انجام می‌شد:

$$\theta_{v0} = [\theta_{fc} - 0.65 \times (\theta_{fc} - \theta_{pwp})] \qquad ۱$$

که در آن:

θ_{v_0} = رطوبت حجمی خاک یک روز قبل از آبیاری (اعشاری)

θ_{fc} = رطوبت حجمی خاک درحد ظرفیت زراعی (اعشاری)

θ_{pwp} = رطوبت حجمی خاک درحد نقطه پژمردگی (اعشاری)

بنابراین زمان و عمق آب آبیاری آن در طول فصل کشت متفاوت بود. از آنجا که مقادیر آبیاری درست به اندازه جبران کمبود رطوبتی خاک است، در نتیجه بر اساس معادله بیلان، مقدار آبیاری برابر مصرف خالص گیاه می‌باشد. نیاز آبی تیمارهای کم آبیاری بر اساس درصدی از نیاز آبی تیمار آبیاری کامل (تیمار شاهد) تعیین شدند.

برای مثال در طول فصل کشت از آبیاری نوبت ششم به بعد تیمار کم آبیاری سنتی درحد ۷۵ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک، درحد ۷۵ درصد نیاز آبی تیمار شاهد آبیاری شد. بنابراین زمان آبیاری در تمام تیمارها یکسان بوده و عمق آب آبیاری در تیمار شاهد براساس ۶۵ درصد تخلیه رطوبتی تعیین شده و در سایر تیمارها معادل ۷۵ و ۵۰ درصد تیمار شاهد بوده است.

برای آبیاری بخشی به دلیل کاهش سطح آبیاری، آب اعمال شده برابر ۵۰ درصد، تیمار ۵۰ درصد سنتی می‌باشد. با توجه به تراکم کشت مطلوب فواصل کشت ۶۵ سانتی‌متر و فواصل بوته‌ها ۵ سانتی‌متر بر روی ردیف‌های کشت در نظر گرفته شد. هر کدام از کرت‌های آزمایشی دارای ۲ متر طول و ۲/۶ متر عرض و ۴ خط کاشت در آن وجود داشت.

برای حذف اثرات ناشی از نفوذ آب از تیمارهای مختلف روی یکدیگر و از بین بردن اثرات حاشیه‌ای، فواصل طولی بین کرت‌ها ۰/۹ متر، فواصل عرضی بین کرت‌ها ۰/۷۵ متر و اندازه‌گیری‌ها فقط از دو خط کاشت وسط هر کرت انجام شد. خطوط کاشت دقیقاً در وسط پشته‌ها قرار گرفت.

در کلیه تیمارها به جز تیمار آبیاری بخشی منطقه ریشه هر ردیف کشت از هر دو سمت آبیاری شد ولی در تیمار آبیاری بخشی هر بار تنها یک طرف ردیف‌های کشت به طور متناوب آبیاری شد، اندازه‌گیری دبی ورودی به هر شیار موجود در کرت و کنترل مقدار آب آبیاری در هر تیمار توسط یک بشکه ۲۲۰ لیتری که یک مانومتر به آن متصل شده بود با استفاده از اندازه‌گیری ارتفاع سطح آب در داخل بشکه انجام شد.

به علت کوتاهی طول شیارها و جلوگیری از تشکیل رواناب، انتهای شیارها بسته در نظر گرفته شد. هر شیار به صورت مجزا با استفاده از یک شلنگ که از بشکه ۲۲۰ لیتری متصل به مانومتر تغذیه می‌شد آبیاری شد و حجم آب مورد نیاز هر شیار بر حسب لیتر با در نظر گرفتن میزان نقصان رطوبتی خاک و سطح مقطع هر شیار تعیین شد. برای تعیین مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه قبل از مرحله کاشت نمونه خاک از سه عمق ۲۰-۰، ۴۰-۲۰ و ۶۰-۴۰ تهیه و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن تجزیه و تحلیل شد.

وزن مخصوص ظاهری خاک (ρ_b) (۱/۵۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب)، درصد رطوبت خاک درحد ظرفیت

www.SID.ir

Archive of SID

زراعی (۳۲/۲٪ حجمی)، درصد رطوبت خاک درحد نقطه پژمردگی (۱۶٪ حجمی) و ضریب مدیریتی تخلیه مجاز رطوبت (۶۵٪) تعیین شد (شکل۲). بر اساس آزمون شیمیایی خاک، کود مصرفی به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره قبل از مرحله گل‌دهی و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفات قبل از کشت به زمین مورد آزمایش داده شد. (جدول۱).

پیش‌بینی زمان آبیاری با توجه به ضریب تخلیه مجاز و با تعیین اختلاف بین نقصان رطوبتی خاک و ضریب تخلیه مجاز (MAD) صورت گرفت. میزان آب آبیاری مورد نیاز هر شیار از روابط (۲) و (۳) محاسبه گردید (۶ و ۱۱):

$$SMD = \left(\theta_{fc} - \theta_{v_0}\right) \times D_{rz} \qquad ۲$$

که در آن:

SMD = نقصان رطوبتی خاک در ناحیه توسعه ریشه، سانتی‌متر

D_{rz} = عمق توسعه ریشه، سانتی‌متر

$$V_{in} = A_{i_0} \times SMD \times 1000 \qquad ۳$$

که در آن:

V_{in} = حجم آب مورد نیاز برای هر شیار، لیتر

A_{i_0} = مساحت ارضی هر شیار، متر مربع

SMD = نقصان رطوبتی خاک، متر

برای تخمین وزن ریشه‌ها، تعیین حجم ریشه‌ها و سطح ریشه‌ها از روابط (۴) و (۵) استفاده شد (۵، ۱۲ و ۱۹):

$$L = W \times 0.890 \qquad ۴$$

که در آن:

L = طول ریشه‌ها، سانتی‌متر

W = وزن ریشه‌ها، میلی‌گرم

$$A = 2\{[V] \times \pi \times [L]\}^{0.5} \qquad (۵)$$

که در آن:

A = سطح ریشه‌ها، سانتی‌مترمربع

V = حجم ریشه‌ها، سی‌سی

L = طول ریشه‌ها، سانتی‌متر

از نرم افزار SAS برای تجزیه آماری داده‌ها استفاده شد و با مشاهده تفاوت معنی‌دار در آنالیز واریانس (ANOVA)، مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال (P≤۰/۰۵) صورت گرفت.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس (جداول ۲، ۳، ۴ و ۵) نشان می‌دهد که تیمار آبیاری روی صفات اندازه‌گیری شده شامل: درصد روغن و پروتئین دانه و همچنین اغلب صفات مرفولوژی سویا اثر کاملاً معنی‌داری دارد (P≤۰/۰۱) و تیمار کم آبیاری روی برخی صفات مرفولوژی سویا از قبیل تعداد شاخه فرعی در مرحله گل‌دهی و در مرحله تشکیل غلاف، اثر معنی‌داری نداشت.

عملکرد دانه

مقایسه میانگین‌ها (شکل۳) نشان داد که میانگین‌های عملکرد دانه در سطوح مختلف تیمارهای آبیاری در چهار گروه مختلف قرار گرفتند به نحوی که بیشترین عملکرد دانه (۳۷۹۷/۶kg/ha) در تیمار آبیاری کامل به دست آمد.

آبیاری بخشی(PRD) درحد ۵۰٪ جبران نقصان رطوبتی خاک کمترین عملکرد دانه را داشت، میزان این صفت در کم آبیاری سنتی درحد ۷۵٪ جبران نقصان رطوبتی خاک، پس از آبیاری کامل و قبل از سطح کم آبیاری سنتی و آبیاری بخشی(PRD) درحد ۵۰٪ جبران نقصان رطوبتی خاک قرار گرفت. تیمارهایی که با حروف یکسان در شکل ۳ نشان داده شده‌اند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن (P≤۰/۰۵)، دارای اختلاف معنی‌دار نیستند.

مطالعات انجام شده توسط یحیایی (۱۳۸۶) در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه صنعتی اصفهان نیز نشان می‌دهد که حداکثر عملکرد سویا در تیمار آبیاری کامل حاصل می‌شود و با اعمال کم آبیاری عملکرد محصول کاهش می‌یابد که با نتایج تحقیق حاضر کاملاً مطابقت دارد.

درصد روغن

مقایسه میانگین‌ها (شکل۴) نشان داد که سه گروه آماری برای این صفت وجود دارد. به طوری‌که بیشترین درصد روغن دانه (۲۴/۴ درصد) به ترتیب در تیمار آبیاری کامل و تیمار کم آبیاری سنتی درحد ۷۵ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک، کم آبیاری سنتی و آبیاری بخشی درحد ۵۰ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک قرار می‌گیرند.

نتایج نشان داد که، اعمال کم آبیاری با افزایش میزان تنش آبی درصد روغن کاهش یافت و از لحاظ درصد روغن بین دو تیمار آبیاری سنتی و آبیاری بخشی درحد ۵۰ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.

درصد روغن در تیمار آبیاری کامل نسبت به تیمار کم آبیاری سنتی درحد ۷۵ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک، تیمار کم آبیاری سنتی و آبیاری بخشی درحد ۵۰ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک به ترتیب ۲/۰۵، ۱۳/۴۲ و ۱۴/۱۲ درصد بیشتر بود.

www.SID.ir

Archive of SID

مطالعات صورت گرفته توسط بهتری و همکاران (۱۳۸۴)، پورموسوی و همکاران (۱۳۸۴)، سبکدست و همکاران (۱۳۸۷) و همچنین سونگ و همکاران (۱۹۹۶) نشان داد که درصد روغن با اعمال تنش آبی کاهش می‌یابد. تیمارهایی که با حروف یکسان در شکل ۴ نشان داده شده‌اند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن ($P\leq ۰/۰۵$)، دارای اختلاف معنی‌دار نیستند.

درصد پروتئین

مقایسه میانگین‌ها (شکل۵) نشان داد که تیمارهای مختلف آبیاری از نظر تأثیر بر روی این صفت در سه گروه مجزا قرار دارند، به نحوی که حداکثر درصد پروتئین در تیمار آبیاری بخشی به میزان ۳۳/۴ درصد و سپس تیمار کم آبیاری سنتی درحد ۵۰ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک، کم آبیاری سنتی درحد ۷۵ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک، و تیمار آبیاری کامل قرار گرفتند.

این صفت بین دو تیمار آبیاری بخشی و کم آبیاری سنتی درحد ۵۰ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک مختلف بود. از لحاظ درصد پروتئین بین دو تیمار آبیاری کامل و آبیاری سنتی درحد ۷۵ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

درصد پروتئین در تیمار آبیاری بخشی نسبت به تیمار کم آبیاری سنتی درحد ۵۰ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک، تیمار کم آبیاری سنتی درحد ۷۵ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک و آبیاری کامل به ترتیب ۲/۷۸، ۱۲/۹۶ و ۱۴/۷۸ درصد بیشتر بود. پورموسوی و همکاران (۱۳۸۴) نتیجه گرفتند که با افزایش تنش آبی بر خلاف درصد روغن درصد پروتئین دانه سویا افزایش می‌یابد که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد، ولی سونگ (۱۹۹۶) و همکاران و همچنین ونگ و همکاران (۲۰۰۸) با افزایش تنش آبی کاهش درصد پروتئین دانه سویا را گزارش کردند که با تحقیق حاضر مغایرت دارد.

تیمارهایی که با حروف یکسان در شکل ۵ نشان داده شده‌اند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن ($P\leq ۰/۰۵$)، دارای اختلاف معنی‌دار نیستند.

صفات مرفولوژی اندام‌های هوایی و زیرزمینی

ارتفاع بوته در مرحله گل‌دهی(HP_1)، تشکیل غلاف (HP_2) و پرشدن غلاف (HP_3)[1]

مقایسه میانگین‌ها (جدول۶) نشان داد که تیمار کم آبیاری صفت ارتفاع بوته را در اولین و دومین نمونه‌گیری در مرحله گل‌دهی و تشکیل غلاف در چهار گروه مختلف قرار دارند به نحوی که بیشترین ارتفاع بوته در تیمار آبیاری کامل به ترتیب با ارتفاع ۶۹/۱۴ و ۷۴/۱۶ سانتی‌متر بدست آمد. میزان این صفت در آبیاری بخشی درحد ۵۰ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک پس از آبیاری کامل و بعد از دو سطح کم آبیاری سنتی درحد ۷۵ و ۵۰ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک قرارگرفت. تیمارهای کم آبیاری صفت ارتفاع بوته را در سومین نمونه‌گیری در مرحله پرشدن غلاف در سه گروه آماری قرار داشتند. بیشترین ارتفاع بوته به تیمار آبیاری کامل تعلق دارد و از بیشترین مقدار به کمترین مقدار به ترتیب تیمار کم آبیاری سنتی درحد ۷۵ و ۵۰ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک و آبیاری بخشی درحد ۵۰ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک قرار می‌گیرد. ایزانلو و همکاران (۱۳۸۴) رابطهٔ معکوس بین افزایش تنش آبی و افزایش ارتفاع بوته سویا مشاهده کردند که با مطالعهٔ حاضر همخوانی دارد. همچنین کادم و همکاران (۱۹۸۵) در یک مطالعهٔ سه ساله به این نتیجهٔ رسیدند که در تمام مراحل رشد گیاه سویا اعمال تنش آبی کاهش در ارتفاع بوته را به همراه دارد ولی تنش آبی در اوایل مرحلهٔ گل‌دهی ارتفاع بوته را به مقدار بیشتری نسبت به اعمال تنش آبی در مرحلهٔ تشکیل دانه، پر شدن دانه و شروع رسیدگی کاهش داد.

تعداد برگ در بوته در مرحله گل‌دهی (NLP_1)، تشکیل غلاف (NLP_2) و پرشدن غلاف (NLP_3)[2]

مقایسه میانگین‌ها (جدول ۶) نشان داد که تیمارهای آبیاری صفت تعداد برگ در بوته را در اولین و دومین نمونه گیری در مرحله گل‌دهی و تشکیل غلاف در سه گروه مختلف قرار داده‌اند، به نحوی که بیشترین تعداد برگ در بوته در تیمار آبیاری کامل به ترتیب با تعداد ۵۶ و ۶۲/۳ به دست آمد و کم آبیاری سنتی درحد ۵۰ و ۷۵ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک از نظر تعداد برگ در بوته اختلاف معنی‌داری نداشتند.

میزان این صفت در آبیاری بخشی درحد ۵۰ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک پس از آبیاری کامل و بعد از دو سطح کم آبیاری سنتی درحد ۵۰ و ۷۵ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک قرارگرفت. تیمارهای آبیاری صفت تعداد برگ در بوته را در سومین نمونه‌گیری در مرحله پر شدن غلاف در چهار گروه آماری قرار داد. بیشترین تعداد برگ در بوته به تیمار آبیاری کامل تعلق داشت و از

[1]. Height of Plant in Flowering, Pod Formation and Seed Filling Stages (HP_1 , HP_2 and HP_3)

[2]. Number of Leaves per Plant at Flowering, Pod Formation & Seed Filling Stages(NLP_1, NLP_2 & NLP_3)

www.SID.ir

Archive of SID

بیشترین مقدار به کمترین مقدار به ترتیب تیمار آبیاری کامل، کم آبیاری سنتی درحد ۷۵ و ۵۰ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک و آبیاری بخشی درحد ۵۰ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک قرار گرفت. کورت و همکاران (۱۹۸۳) گزارش کردند که تنش آبی رشد سبزینه‌ای، به ویژه تعداد گره در ساقه اصلی، ارتفاع و تعداد ساقه‌های فرعی، تعداد برگ و اندازه آن را کاهش داد که با نتایج حاصل از این تحقیق مطابقت دارد.

شاخص سطح برگ در مرحله گل‌دهی (LAI_1)، تشکیل غلاف (LAI_2) و پرشدن غلاف (LAI_3)[1]

مقایسه میانگین‌ها (جدول۶) نشان می‌دهد که تیمارهای آبیاری صفت شاخص سطح برگ را در اولین، دومین و سومین نمونه‌گیری به ترتیب در مرحله گل‌دهی، تشکیل غلاف و پر شدن غلاف در چهار گروه مختلف قرار داده‌اند به نحوی که بیشترین میزان این صفت در تیمار آبیاری کامل به ترتیب با مقدار ۳/۷۴، ۴/۷۱ و ۵/۶۸ به دست آمد.

میزان این صفت در آبیاری بخشی درحد ۵۰ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک پس از آبیاری کامل و بعد از دو سطح کم آبیاری سنتی درحد ۵۰ و ۷۵ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک قرارگرفت. بهتری و همکاران (۱۳۸۴) گزارش کردند که با افزایش تنش آبی میزان شاخص سطح برگ کاهش می‌یابد که با تحقیق حاضر همخوانی دارد.

تعداد شاخه فرعی در مرحله گل‌دهی (NB_1)، تشکیل غلاف (NB_2) و پرشدن غلاف (NB_3)[2]

مقایسه میانگین‌ها (جدول۷) نشان داد که با آزمون دانکن تفاوت معنی‌دار بین میانگین تعداد شاخه فرعی در مرحله گل‌دهی وجود ندارد. از نظر تعداد شاخه فرعی در مرحله تشکیل غلاف تیمار آبیاری کامل با تیمارهای کم آبیاری سنتی و آبیاری بخشی منطقه ریشه درحد ۵۰ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک از نظر آماری تفاوتی وجود نداشت.

این صفت در آبیاری کامل بیش از تیمار کم آبیاری سنتی درحد ۷۵ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک بود. تیمارهای آبیاری صفت تعداد شاخه فرعی را در مرحله پرشدن غلاف به دو گروه آماری مجزا تقسیم می‌کنند.

حداکثر تعداد شاخه فرعی در بوته مربوط به تیمار آبیاری کامل می‌باشد. تیمارهای کم آبیاری سنتی درحد ۷۵ و ۵۰ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک و تیمار آبیاری بخشی به ترتیب از بیشترین تعداد شاخه فرعی به کمترین تعداد بعد از تیمار آبیاری کامل قرار می‌گیرند که از نظر آماری با یکدیگر اختلاف ندارند. فردریک و همکاران (۲۰۰۱) در مطالعات خود گزارش کردند که حداکثر میزان رشد سبزینه گیاه سویا تا اوایل مرحلهٔ گل‌دهی صورت می‌گیرد ولی اعمال تنش آبی در بین مرحلهٔ گل‌دهی و پر شدن غلاف هم موجب کاهش شاخهٔ فرعی می‌شود. در کل تعداد شاخه فرعی با اعمال تنش آبی کاهش می‌یابد که با تحقیق حاضر مطابقت دارد.

تعداد ریشه منشعب شده از ریشهٔ اصلی (NBR)[3]

مقایسه میانگین‌ها (جدول ۸) نشان داد که تیمارهای آبیاری صفت تعداد ریشه را در مرحله برداشت محصول به سه گروه آماری تقسیم می‌کنند. آبیاری بخشی دارای حداکثر تعداد ریشه می‌باشد. تیمارهای کم آبیاری سنتی درحد ۵۰ و ۷۵ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک و تیمار آبیاری کامل به ترتیب از بیشترین به کمترین تعداد ریشه منشعب بعد از تیمار آبیاری بخشی قرار می‌گیرند. بین دو تیمار کم آبیاری سنتی و آبیاری بخشی درحد ۵۰ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

استون و همکاران (۱۹۷۶) در مطالعات خود روی اندام زیرزمینی گیاه سویا بیشترین تعداد ریشه فرعی را در تیماری که تحت بیشترین تنش آبی بود گزارش کردند و تیمار تحت حداقل تنش دارای کمترین مقدار این صفت گزارش شد که این نتایج با تحقیق حاضر مطابقت دارد. همچنین ورنر و همکاران (۱۹۸۵) در تحقیقات خود عدم تأثیر معنی‌دار تعداد ریشه فرعی را تحت اعمال تنش آبی گزارش کردند که این گزارشات با نتایج تحقیق حاضر مغایرت دارد که ممکن است به علت تفاوت در سناریوهای مختلف آبیاری، روش آبیاری و یا رقم انتخابی باشد.

NLP_3, NLP_2, NLP_1: به ترتیب تعداد برگ در بوته در مرحله گل‌دهی، تشکیل غلاف و پرشدن غلاف

HP_3, HP_2, HP_1: به ترتیب ارتفاع بوته در مرحله گل‌دهی، تشکیل غلاف و پرشدن غلاف

LAI_3, LAI_2, LAI_1: به ترتیب شاخص سطح برگ در مرحله گل‌دهی، تشکیل غلاف و پرشدن غلاف

---

1. Leaf Area Index per Plant at Flowering, Pod Formation and Seed Filling Stages (LAI_1, LAI_2 & LAI_3)
2. Number of Branches per Plant at Flowering, Pod Formation and Seed Filling Stages (NB_1, NB_2 & NB_3)
3. Number of Branches of the Root (NBR)

www.SID.ir

Archive of SID

NB_1, NB_2, NB_3: تعداد شاخه فرعی در مرحله گل‌دهی، تشکیل غلاف و پرشدن غلاف

وزن خشک ریشه (DRW)[1]، حجم ریشه (RV)[2] و سطح ریشه‌ها (رابطه اتکینسون) (RSA)

مقایسه میانگین‌ها (جدول ۸) نشان داد که تیمارهای آبیاری صفت وزن خشک ریشه را در مرحله برداشت محصول به دو گروه آماری تقسیم می‌کنند. تیمار کم آبیاری سنتی درحد ۵۰ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک بیشترین میزان این صفت را دارا می‌باشد. بین تیمار کم آبیاری سنتی و آبیاری بخشی درحد ۵۰ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک و همچنین بین دو تیمار آبیاری کامل و کم آبیاری سنتی درحد ۷۵ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. استون و همکاران (۱۹۷۶) در مطالعات خود گزارش کردند که کمترین وزن خشک ریشه مربوط به تیمار آبیاری کامل (تیمار شاهد) بوده است که با این تحقیق مشابهت دارد.

مقایسه میانگین‌ها (جدول ۸) نشان داد که تیمارهای آبیاری صفت سطح و حجم ریشه را در مرحله برداشت محصول به ترتیب به سه و دو گروه آماری تقسیم می‌کنند. بیشترین میزان این صفت مربوط به تیمار آبیاری بخشی درحد ۵۰ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک و کمترین مقدار مربوط به تیمار آبیاری کامل می‌باشد. بین تیمار آبیاری بخشی و کم آبیاری سنتی درحد ۵۰ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک تفاوت معنی‌داری وجود ندارد.

هوک و همکاران (۱۹۸۶) در مطالعات خود روی اندام زیرزمینی گیاه سویا بیشترین میزان حجم و سطح ریشه را در تیماری که تحت بیشترین تنش آبی بود گزارش کردند و تیمار تحت حداقل تنش دارای کمترین مقدار این صفت گزارش شد که این نتایج با تحقیق حاضر مطابقت دارد.

بزرگترین طول تقریبی ریشه (LLR)[3] و بزرگترین عرض تقریبی ریشه (LWR)[4]

مقایسه میانگین‌ها (جدول۸) نشان داد که تیمارهای آبیاری صفت بزرگترین طول تقریبی ریشه را در مرحله برداشت محصول به سه گروه آماری تقسیم می‌کنند. آبیاری بخشی دارای حداکثر طول تقریبی ریشه می‌باشد. تیمارهای کم آبیاری سنتی درحد ۵۰ و ۷۵ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک و تیمار آبیاری کامل به ترتیب از بیشترین به کمترین بعد از تیمار آبیاری بخشی قرار می‌گیرند. بین دو تیمار کم آبیاری سنتی و آبیاری بخشی درحد ۵۰ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. این مشاهدات بیانگر فعالیت بیشتر ریشه و گسترش و توسعه بیشتر در جهت دستیابی به آب بیشتر است. هوک و همکاران (۱۹۸۶) در تحقیقی روی اندام زیرزمینی گیاه سویا کمترین طول تقریبی ریشه را در تیمار آبیاری بدون تنش گزارش کردند که با نتایج حاصله در این تحقیق همخوانی دارد.

جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول۸) نشان داد که تیمارهای آبیاری صفت بزرگترین عرض تقریبی ریشه را در مرحله برداشت محصول به چهار گروه آماری تقسیم می‌کنند. آبیاری بخشی درحد ۵۰ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک دارای بزرگترین عرض تقریبی ریشه می‌باشد. تیمارهای کم آبیاری سنتی درحد ۵۰ و ۷۵ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک و تیمار آبیاری کامل به ترتیب از بیشترین به کمترین بعد از تیمار آبیاری بخشی قرار می‌گیرند. هوک و همکاران (۱۹۸۶) در تحقیقی روی اندام زیرزمینی گیاه سویا کمترین عرض تقریبی ریشه را در تیمار آبیاری بدون تنش گزارش کردند که با نتایج حاصله در این تحقیق همخوانی دارد.

جمع بندی

در تحقیق حاضر، برخی صفات کیفی محصول شامل درصد روغن و پروتئین دانه سویا و برخی صفات مرفولوژی اندام هوایی و اندام زیرزمینی سویا تحت اعمال کم آبیاری مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بین دو تیمار آبیاری بخشی و کم آبیاری سنتی درحد ۵۰ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک اختلاف قابل توجهی از لحاظ کلیه صفات مرفولوژیکی مشاهده شد. ولی از لحاظ درصد روغن دانه هیچ اختلاف معنی‌داری بین دو تیمار فوق وجود نداشت. حداکثر درصد پروتئین دانه در تیمار آبیاری بخشی به دست آمد. با توجه به صرفه‌جویی ۵۰ درصدی آب آبیاری در تیمار آبیاری بخشی نسبت به تیمار کم آبیاری سنتی درحد ۵۰ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک می‌توان در شرایط محدودیت منابع آبی و با هدف استفاده کیفی از محصول تیمار کم آبیاری بخشی را به جای کم آبیاری سنتی توصیه نمود.

---

1. Dry Root Weight (DRW)
2. Root Volume (RV)
3. The Longest Approximate Length of the Root (LLR)
4. The Longest Approximate Width of the Root (LWR)

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- خلاصه نتایج تجزیه شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

عمق خاک (cm)	هدایت الکتریکی (dS.m)	درصد کربن آلی(درصد)	ازت کل	فسفرقابل‌جذب (ppm)	پتاسیم
۰-۲۰	۳/۹	۰/۳۹	۴/۱	۹/۵	۱۸۶/۹
۲۰-۴۰	۴/۸	۰/۳۳	۳/۲	۵/۲	۱۵۴/۱
۴۰-۶۰	۵/۳	۰/۲۶	۱/۶	۳	۱۱۳/۳

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات کیفی سویا در شرایط کم آبیاری

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد دانه	درصد روغن	درصد پروتئین
تکرار	۲	۰/۷۷	۰/۱۶	۰/۰۴۳
کم آبیاری	۳	۲۷۱۳/۴**	۹/۷۵**	۱۵/۲۶**
خطا	۶	۶/۰۲	۰/۱۴	۰/۰۹۸
C.V.		۰/۷۱	۱/۶۶	۱

** و * به ترتیب معنی‌دار در سطوح ۱ درصد و ۵ درصد

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک اندام هوایی سویا در شرایط کم آبیاری

منابع تغییر	DF	HP_1	HP_2	HP_3	NLP_1	NLP_2	NLP_3	LAI_1	LAI_2	LAI_3
تکرار	۲	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۴	۲/۹	۰/۰۶	۰/۲۵	۰/۰۰۵	۰/۰۳	۰/۰۶۵
کم آبیاری	۳	۴۷۶/۳**	۵۶۴/۷۸**	۱۲۸۸/۴۹**	۱۳۳/۷۳**	۲۴۵/۰۳**	۳۹۲/۳**	۰/۹۹**	۲/۷۹**	۵/۷۷**
خطا	۶	۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۴۵	۰/۷۱	۱/۷۲	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲
C.V.		۰/۲۵	۰/۳۷	۰/۲۴	۱/۳۹	۱/۶۸	۲/۴۸	۴/۰۹	۳/۶۲	۳/۹۳

** و * به ترتیب معنی‌دار در سطوح ۱ درصد و ۵ درصد

جدول ۴- ادامه تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک اندام هوایی سویا در شرایط کم آبیاری

منابع تغییر	DF	NB_1	NB_2	NB_3
تکرار	۲	۰/۱۲۳	۰/۱۶۳	۰/۰۷۰
کم آبیاری	۳	۰/۱۱۶	۰/۴۰۰	۲/۶۱۸**
خطا	۶	۰/۰۴۶	۰/۱۵۰	۰/۰۷۴
C.V.		۱/۹۲	۲/۸۸	۱/۹۶

** و * به ترتیب معنی‌دار در سطوح ۱ درصد و ۵ درصد

جدول ۵- تجزیه واریانس صفات مورفولوژیک اندام زیرزمینی سویا در شرایط کم آبیاری

منابع تغییر	درجه آزادی	NBR	DRW	RV	RSA	LLR	LWR
تکرار	۲	۰/۲۵	۰/۰۲	۰/۱۲	۸۱۷/۳۳	۰/۰۳	۰/۲۲
کم آبیاری	۳	۱۷/۱۱**	۰/۵۵**	۲۳/۹۹**	۷۷۰۷۲/۱۷**	۳۱/۹۵**	۴/۸**
خطا	۶	۰/۳۶	۰/۰۱۸	۰/۲۱	۶۱۴/۳۶	۰/۱	۰/۰۴
C.V.		۳/۷۶	۲/۴۳	۶/۶	۳/۸۲	۰/۸۲	۱/۳

** و * به ترتیب معنی‌دار در سطوح ۱ درصد و ۵ درصد

جدول ۶- مقایسه میانگین‌های صفات مورفولوژیک اندام هوایی سویا در شرایط کم آبیاری

تیمار	HP_1(cm)	HP_2(cm)	HP_3(cm)	NLP_1	NLP_2	NLP_3	LAI_1	LAI_2	LAI_3
FI	۶۹/۱۴ a	۷۴/۱۶ a	۹۰/۳۹ a	۵۶/ ۰۰ a	۶۲/۳۳ a	۶۸/۹۳ a	۳/۷۴ a	۴/۷۱ a	۵/ ۶۸ a
$DI_{75\%}$	۶۷/۶۶ b	۷۰/۸۸ b	۷۹/۱۹ b	۴۷/۹۳ b	۴۹/۴۷ b	۵۱/۸۷ b	۳/۳۵ b	۳/۴۴ b	۳/۷۹۷ b
$DI_{50\%}$	۴۶/۸۴ c	۴۹/۲۲ c	۴۹/۸۳ c	۴۸/۵۳ b	۴۹/۰۷ ba	۴۸/۸ c	۲/۷۶ c	۲/۸۹ c	۲/۹۵ c
$PRD_{50\%}$	۴۶/۳۷ d	۴۸/۵۳ d	۴۹/۷۳ c	۳۹/۶۷ c	۴۰/۴۰ c	۴۲/۰۷ d	۲/۴۶ d	۲/۴۹ d	۲/۵۷ d

در هر صفت مقایسه شده، تیمارهایی که با حروف یکسان نشان داده شده‌اند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن ($P\leq$۰/۰۵)، دارای اختلاف معنی‌دار نیستند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۷- مقایسه میانگین‌های صفات مورفولوژیک اندام هوایی سویا در شرایط کم آبیاری

تیمار	NB_1	NB_2	NB_3
FI	۱۳/۵۳^{a}	۱۳/۹۳^{a}	۱۵/۲۷ ^{a}
$DI_{75\%}$	۱۳/۳۳^{a}	۱۳/۰۹^{b}	۱۳/۷۳ ^{b}
$DI_{50\%}$	۱۳/۰۷^{a}	۱۳/۳۱^{ab}	۱۳/۳۳ ^{b}
$PRD_{50\%}$	۱۳/۴۰^{a}	۱۳/۵۳^{ab}	۱۳/۲۷ ^{b}

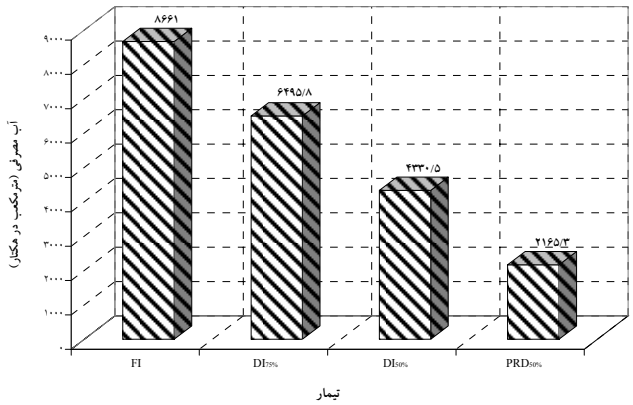
در هر صفت مقایسه شده، تیمارهایی که با حروف یکسان نشان داده شده‌اند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن ($P\leq$۰/۰۵)، دارای اختلاف معنی‌دار نیستند.

جدول ۸- مقایسه میانگین‌های صفات مورفولوژیک اندام زیرزمینی سویا در شرایط کم آبیاری

تیمار	NBR	DRW (g)	$RV(cm^3)$	$RSA\ (cm^2)$	LLR(cm)	LWR(cm)
FI	۱۳/۳۳ ^{c}	۵/۰۳ ^{b}	۴/۲ ^{b}	۴۸۵/۵۶ ^{c}	۳۵/۰۷ ^{c}	۱۴/۰۷ ^{d}
$DI_{75\%}$	۱۴/۶۷ ^{b}	۵/۳ ^{b}	۴/۸۷ ^{b}	۵۳۶/۴۶ ^{b}	۳۷/۹ ^{b}	۱۴/۵۷ ^{c}
$DI_{50\%}$	۱۷/۶۷ ^{a}	۵/۹ ^{a}	۹/۲ ^{a}	۷۷۸/۸۹ ^{a}	۴۱/۸۷ ^{a}	۱۶/۲ ^{b}
$PRD_{50\%}$	۱۸/۳۳ ^{a}	۵/۸۷ ^{a}	۹/۶ ^{a}	۷۹۳/۳۱ ^{a}	۴۱/۶۷ ^{a}	۱۶/۷ ^{a}

در هر صفت مقایسه شده، تیمارهایی که با حروف یکسان نشان داده شده‌اند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن ($P\leq$۰/۰۵)، دارای اختلاف معنی‌دار نیستند.
NBR: تعداد ریشه منشعب شده از ریشهٔ اصلی، DRW : وزن خشک ریشه، RSA: سطح ریشه (رابطه اتکینسون)، RV: حجم ریشه، LLR: بزرگترین طول تقریبی ریشه، LWR: بزرگترین عرض تقریبی ریشه

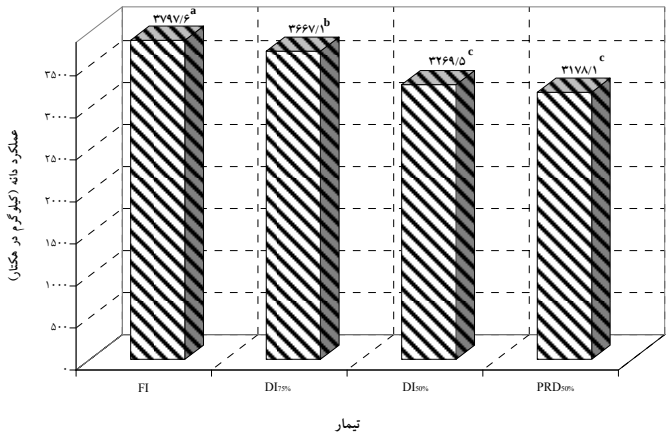
شکل ۱- نمایی از پروفیل ریشه در یکی از بلوک‌های آزمایشی در مزرعه



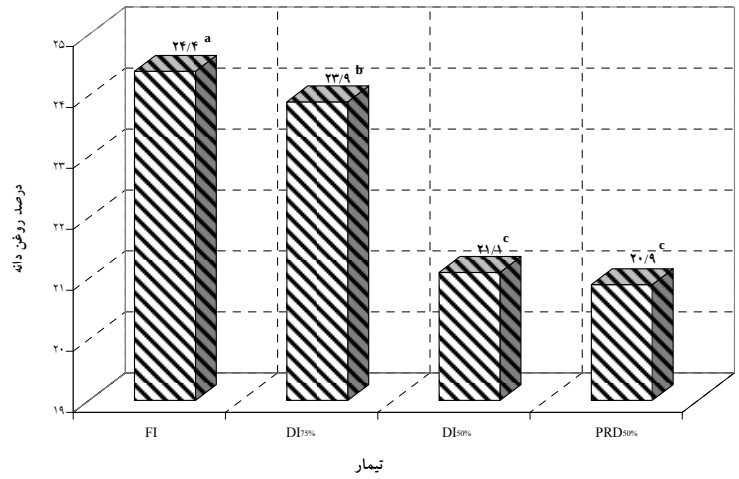
شکل ۲- میزان کل آب مصرفی در تیمارهای مختلف آبیاری

www.SID.ir

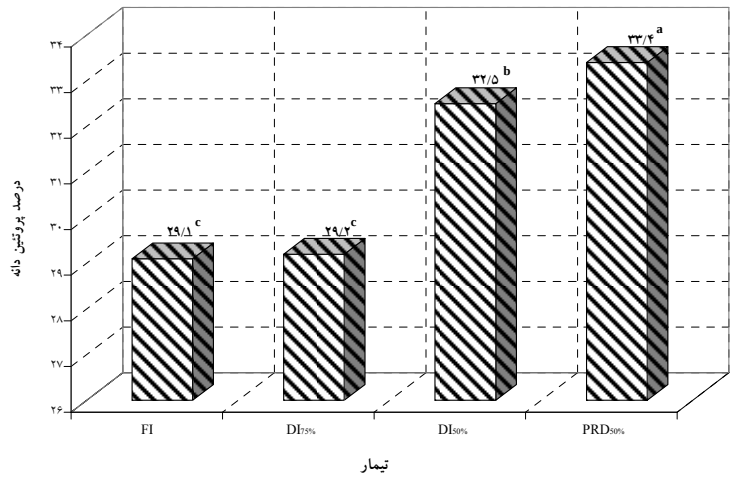
Archive of SID



شکل ۳- مقایسه تیمارهای آبیاری از لحاظ عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)



شکل ۴- مقایسه میانگین تیمارهای آبیاری از لحاظ درصد روغن



شکل ۵- مقایسه میانگین تیمارهای آبیاری از لحاظ درصد پروتئین دانه

www.SID.ir

Archive of SID

فهرست منابع

۱. ایزانلو ، ع.، زینالی خانقاه ، ح.، حسین‌زاده ، ع.، مجنون حسینی، ن.، و سبکدست، م. ۱۳۸۴. بررسی عکس‌العمل ارقام تجاری سویا در شرایط تنش رطوبتی در اواخر مرحلهٔ زایشی. مجله علوم کشاورزی ایران، جلد ۳۶، شماره ۴، ۱۰۲۳-۱۰۱۱.

۲. بهتری، ب.، گلعذانی، ک.، دباغ محمدی نسب، ع.، زهتاب سلماسی، س.، و تورچی، م. ۱۳۸۴. اثرات محدودیت آب بر روند ذخیره‌سازی روغن، پروتئین و عملکرد دانه در دو رقم سویا، پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه تبریز، ص۷۶.

۳. پورموسوی، م.، گلوی، م.، دانشیان، ج.، قنبری، ا.، و بصیرانی، ن. ۱۳۸۴. تأثیر کود دامی بر شاخص‌های رشد و ویژگی‌های زراعی و فیزیولوژیکی سویا در شرایط تنش رطوبتی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه زابل، ۱۴۳ص.

۴. سبکدست، م.، زینالی خانقاه، ح.، و خیالپرست، ف. ۱۳۸۷. بررسی ارتباط عملکرد و اجزای عملکرد با میزان روغن، ترکیب اسیدهای چرب و پروتئین دانه سویا (*Glycine max L.*) ، مجله علوم گیاهان زراعی ایران، دوره ۳۹، شماره۱، ۲۲۰-۲۱۱.

۵. علیزاده، امین. ۱۳۸۳. رابطه آب و خاک و گیاه. چاپ چهارم، انتشارات دانشگاه امام رضا (ع)، مشهد، ۴۷۰ص.

۶. مصطفی زاده، ب.، و موسوی، ف. ۱۳۸۵. آبیاری سطحی: تئوری و عمل. چاپ سوم، نشر کنکاش، اصفهان، ۵۸۲ ص.

۷. وزارت جهاد کشاورزی ۱۳۸۷. اداره کل پنبه و دانه‌های روغنی ایران، مذاکرات حضوری.

۸. یحیایی، غ. ۱۳۸۶. اثر رژیم های آبیاری بر عملکرد دانه ارقام رشد محدود و رشد نامحدود سویا، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی جلد چهاردهم، شماره پنجم، ویژه نامه زراعت و اصلاح نباتات،۱۳۴-۱۲۴.

9. Allen, R. G., Pereira L. S., Raes D. and Smith, M. 1998. FAO Crop evapotranspiration guidelines for computing crop water requirements – FAO Irrigation and drainage paper N0.56.
10. Ferderick, J. R., Camp, C. R. and Baure, P. J. 2001. Drought stress effects on branch and mainstream seed yield and yield components of determine soybean. Crop Sci. 41:759-763.
11. Hoffman, G. J., Howell, T. A. and Solomon, K. H. 1990. Management of Farm Irrigation Systems. American Society of Agricultural Engineers (ASAE). 1040p
12. Huck, M. G., Peterson, C. M., Hoogenboom, G. and Busch, C. D. 1986. Distribution of dry matter between shoots and roots of irrigation and nonirrigation determinate soybean. Agron. J., 78, 807.
13. Kadhem, F. A., Specht, J. E., and Williams, J. H. 1985. Soybean irrigation serially timed during stage R1 to R6. I. Agronomic responses. Agron. J. 77: 291-298.
14. Koret, L. L., Williams, J. H., Specht, J. E., and Sorence, R. C. 1983. Irrigation of soybean genotypes during reproductive ontogeny. I. Agronomic responses. Crop Sci. 23: 521-529.
15. Martin S. K., Xie F. T., Zhang H. J., Wei. Z. and Song X. J. 2009. Epistasis for quantitative traits in crosses between soybean lines from China and the United States. Crop Sci. J., 49: 20-28.
16. Song, Q., Junyi G. and Yuhua M. A. 1996. Cononical correlation analysis and path coefficient analysis of protein content, oil content and yield of summer soybean landrace population from mid-Yangze River valley., Soybean Sci. China, 15: 11-16.
17. Stone, L. R., Teare, I. D., Nickell, C. D., and Mayaki, W. C. 1976. Soybean root development and soil water depletion, Agron. J. 68: 677-683.
18. Wang Ch. F., Zhiu H. and Feng L. J. 2008. Effect of water and fertilizer level on agronomic characteristics and quality of high protein soybean. Soybean Sci. China, 47: 23-35.
19. Werner, D., and Kuhlman, K. P. 1985. Calcium, iron and Cobalt accumulation in root hairs of soybean (Glycine max.), Z. Naturforsch. Transactions of the ASAE J. 18:194-197.

www.SID.ir