

اثر کود دامی و سوپر جاذب در شرایط تنش کم آبی بر ویژگی‌های مورفولوژیک و کمی و کیفی گیاه سویا
Effect of manure fertilizer and super absorbent on morphological, quantitative and qualitative characteristics of soybean under water deficit stress conditions.

امیرحسین مظاهری^۱، حمیدرضا توحیدی مقدم^{۲*} و مسعود مشهدی اکبربوجار^۳

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین- پیشوا، ورامین. ایران.

۲- استادیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین- پیشوا، ورامین. ایران.

۳- دانشیار دانشگاه تربیت معلم تهران. گروه زیست شناسی

*نویسنده مسئول مکاتبات: hamid_Tohidi2008@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۱/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۴/۹

چکیده

آزمایشی به منظور بررسی اثر کود دامی و سوپر جاذب در شرایط تنش خشکی بر ویژگی‌های مورفولوژیک و کمی و کیفی گیاه سویا به صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی و با سه تکرار در مزرعه آموزشی پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین در سال ۱۳۹۰ اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل تنش خشکی در دو سطح (آبیاری معمول و قطع آبیاری از مرحله تشکیل غلاف)، کود دامی در سه سطح شامل شاهد (عدم استفاده از کود دامی)، ۱۵ تن در هکتار، ۳۰ تن در هکتار و سوپر جاذب در دو سطح شامل شاهد (عدم استفاده از سوپر جاذب) و استفاده از سوپر جاذب بود. نتایج نشان داد که اثر ساده آبیاری تأثیر معنی داری بر تعداد شاخه فرعی، تعداد غلاف در ساقه اصلی، تعداد غلاف در گیاه، عملکرد روغن، درصد پروتئین، عملکرد پروتئین، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه داشت. اثر ساده کود دامی نیز تأثیر معنی داری بر تعداد شاخه فرعی، تعداد بذر در غلاف، تعداد غلاف در ساقه اصلی، تعداد غلاف در گیاه، درصد روغن، عملکرد روغن، درصد پروتئین، عملکرد پروتئین، تعداد بذر در گیاه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه داشت. اثر ساده سوپر جاذب نیز تأثیر معنی داری بر تعداد غلاف در ساقه اصلی، تعداد غلاف در گیاه، درصد پروتئین، عملکرد پروتئین، تعداد بذر در گیاه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت داشت. اثر متقابل سه گانه آبیاری، کود دامی و سوپر جاذب تأثیر معنی داری بر تعداد غلاف در ساقه اصلی، تعداد غلاف در گیاه، عملکرد روغن، درصد پروتئین، عملکرد پروتئین، تعداد بذر در گیاه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه داشت. در شرایط تنش خشکی تمام ویژگی‌های گیاه تحت تأثیر قرار گرفت و در مقایسه با شرایط آبیاری معمول کاهش یافت. ولی با بهبود شرایط حاصلخیزی خاک، تمام ویژگی‌ها در مقایسه با شاهد افزایش نشان دادند.

واژگان کلیدی: سویا، کود دامی، سوپر جاذب، تنش خشکی، عملکرد، شاخص برداشت.

مقدمه

تنش‌های محیطی از مهم‌ترین عوامل تعیین کننده الگوی پراکنش گیاهان در سطح جهان می‌باشند. محققان، متوسط کاهش عملکرد سالانه در اثر تنش خشکی را در جهان در حدود ۱۷ درصد ذکر کرده‌اند که تا بیش از ۷۰ درصد در سال نیز می‌تواند افزایش یابد (کافی و همکاران، ۱۳۸۸). تنش به شرایطی گفته می‌شود که سبب کاهش عملکرد از حداکثر مورد نظر شود و یا به عبارتی دیگر به هر عاملی که سبب شود گیاه به اندازه پتانسیل ژنتیکی خود رشد نکند، تنش اطلاق می‌شود (Levvit, 1980).

آزمایش‌های انجام شده روی گیاه سویا نشان داده که میانگین ارتفاع گیاه نسبت به اعمال تنش خشکی در مراحل رشد رویشی و گل‌دهی حساس‌ترین صفت به شمار می‌رود (Desclaux *et al.*, 2000). طی تحقیقات انجام شده، مشخص شد که در اثر تنش خشکی در سویا بیش از ۵۰ درصد گل‌ها و غلاف‌های کوچک می‌ریزند (Hunson and Hitz, 1982). پژوهش‌ها نشان می‌دهد که تنش خشکی در طی دوره پر شدن دانه در سویا کاهش معنی‌داری را (از ۳۲ درصد تا ۴۲ درصد) در عملکرد موجب می‌شود. تنش خشکی در طی نمو بذر، عملکرد را کاهش داده، دوره پر شدن دانه را کوتاه نموده که با کاهش اندازه نهایی بذر همراه است (Vieira *et al.*, 1992). در آزمایشی دیگر مشخص شد که کمبود آب، عملکرد بذر، تولید ماده خشک، تعداد غلاف در گیاه و اندازه بذر سویا را کاهش داد اما تعداد بذر در غلاف کاهش پیدا نکرد (Pookpakdi *et al.*, 1990).

کود دامی از منابع ارزشمند زیستی به حساب می‌آید، چرا که دام‌ها قادر به جذب تمام مواد غذایی علوفه نیستند و قسمت اعظم عناصر غذایی مهمی که در علوفه و غذای دام وجود دارد از طریق فضولات دفع می‌شود. نتیجه تحقیقات روی سیب‌زمینی نشان داده کاربرد کودهای دامی سبب اصلاح ساختار خاک به‌ویژه در خاک‌های شنی، اصلاح تهویه خاک و نهایتاً سبب ایجاد ریشه‌های خوب و قوی در خاک می‌گردد (نجم، ۱۳۸۸). پلیمر سوپر جاذب یک ماده

افزودنی به خاک است که اساس ساخت این ماده آلی بوده و به صورت مصنوعی تولید می‌گردد و ویژگی منحصر به فرد آن، بالا بودن ظرفیت جذب، حفظ و نگهداری آب است. این مواد بی‌بو، بی‌رنگ و بدون خاصیت آلاینده‌گی خاک، آب و بافت گیاهی می‌باشند (روشن، ۱۳۸۱). از مهم‌ترین مزایای استفاده از پلیمرهای سوپر جاذب در بخش کشاورزی می‌توان به کاهش تعداد نوبت‌های آبیاری تا ۵۰ درصد، کاهش هزینه‌های آبیاری، فراهم نمودن رطوبت پیوسته خاک، هوادهی بهتر خاک و رشد گیاهان در مناطق گرم و خشک اشاره نمود (اله‌دادی، ۱۳۸۱). مقدار کاربرد سوپر جاذب‌ها بستگی به نوع سوپر جاذب، بافت خاک، گونه گیاهی و شرایط اقلیمی منطقه دارد. خاک رس به دلیل دارا بودن درصد بالاتری از خلل و فرج ریز، نیاز کم‌تری به سوپر جاذب نسبت به خاک شنی و لومی دارد. بنابراین خاک شنی به دلیل قابلیت نگهداری آب کم‌تر، عکس‌العمل بهتری نسبت به خاک رسی در مقابل کاربرد سوپر جاذب نشان داده و در نتیجه میزان کاربرد آن در خاک‌های رسی کم‌تر از خاک‌های لومی و شنی است. مقدار مصرف آن در خاک‌های نواحی گرم و خشک به مراتب بیش‌تر از نواحی مرطوب است. کاربرد آن در نواحی مرطوب عمدتاً در گیاهان مستقر در شیب‌ها توصیه می‌شود. میزان کاربرد آن برای گیاهان آب دوست بیش‌تر از خشکی دوست است (Prado *et al.*, 2000). کاربرد پلیمر سوپر جاذب روی رشد و نمو سویا و آفتابگردان نشان داده که افزودن این ماده به خاک باعث بهبود شرایط فیزیکی خاک شده و به‌طور غیرمستقیم در رشد و نمو گیاهان مؤثر می‌باشد (کریمی، ۱۳۷۲). مطالعات نشان داد که پلیمر سوپر جاذب می‌تواند میزان نگهداری رطوبت در خاک‌های سبک را افزایش دهد و همچنین مشکل نفوذپذیری خاک‌های سنگین را مرتفع نماید و به‌طور کلی با بهبود شرایط فیزیکی خاک، مانع از تنش‌های رطوبتی و نهایتاً باعث موفقیت برنامه‌های آبیاری در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌شود (گنجی خرم‌دل، ۱۳۸۱). طی بررسی دیگری روی لوبیا قرمز مشاهده شد که غلظت بالاتر این پلیمر قادر است میزان برخی از صفات

نگهداری شده را در اختیار گیاه قرار دهند. با توجه به تأثیر این ماده بر خاک و همچنین بر رشد گیاه سبب افزایش ویژگی‌های رشدی گیاه در شرایط کم آبی در مقایسه با شرایط آبیاری معمول می‌شود (مظاهری، ۱۳۹۰). اهداف این پژوهش شامل بررسی تأثیر پلیمر سوپرجاذب و کود دامی در شرایط آبیاری و قطع آبیاری و همچنین بررسی اثر متقابل سه گانه آبیاری، کود دامی و سوپرجاذب بر روی صفات مورفولوژیک و کمی و کیفی سویا بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی کاربرد سطوح مختلف کود دامی و پلیمر سوپرجاذب بر روی خصوصیات مورفولوژیک و کمی و کیفی سویا در شرایط تنش کم آبی، طرحی در مزرعه آموزشی پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین واقع در ۳۱° و ۵۱" طول شرقی و ۲۰° و ۳۵" عرضی شمالی و ارتفاع ۱۰۵۰ متری از سطح دریا در اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۰ مورد اجرا قرار گرفت. در این طرح از بذر سویای رقم ویلیامز استفاده شد. بذرها از شرکت دانه‌های روغنی پارس‌آباد تهیه گردید. این رقم بومی آمریکا بوده و جز ارقام متوسط رس محسوب شده و در گروه رسیدگی III قرار می‌گیرد و دارای تیپ رشدی نامحدود است. نمونه‌برداری از خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری از نقاط مختلف زمین و به صورت زیگزاگ و تصادفی انجام گرفت. نمونه‌ها با هم ترکیب گردید و به آزمایشگاه خاک‌شناسی ارسال شد و نتایج آزمایش به صورت جدول ۱ ثبت شد.

همچون اجزای عملکرد، طول غلاف، تعداد دانه در غلاف و تعداد غلاف را به طور معنی‌داری افزایش دهد و مشاهدات حاکی از افزایش شاخص برداشت در گیاه نیز بود (Specht and Harvy, 2000). در آزمایشی مشخص گردید که میزان کارایی مصرف آب سویا در تیمار ۳ درصد سوپرجاذب، ۱۲ برابر و در تیمار ۷ درصد سوپرجاذب، ۱۹ برابر نسبت به شاهد افزایش یافت (اله‌دادی، ۱۳۸۱). در طی یک آزمایش صورت گرفته، تأثیر پلیمر سوپرجاذب ایگیتا بر روی ظرفیت نگهداری رطوبت و آب قابل استفاده در خاک و نیز افزایش عملکرد دانه سویا در واحد سطح مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که کاربرد پلیمر سوپرجاذب می‌تواند در شرایط تنش خشکی و کم آبی موجب افزایش عملکرد و برخی اجزای عملکرد در سویا شود که این امر احتمالاً به دلیل جذب مقادیر قابل ملاحظه آب و به دنبال آن قرار دادن آب جذب شده به خاک اطراف و ریشه گیاه در هنگام خشکی می‌باشد (کریمی، ۱۳۷۲).

در شرایط کم آبی ویژگی‌های گیاه تحت تأثیر قرار گرفته و کاهش می‌یابد و از طرفی کود دامی باعث افزایش حاصلخیزی خاک، افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت در خاک، افزایش خلل و فرج خاک می‌شود. همچنین سوپرجاذب نیز با توجه به وظیفه شیمیایی پتانسیل خود، باعث افزایش نگهداری رطوبت در خود و در خاک می‌شود. بنابراین در حالت کم آبی که رطوبت در اختیار گیاه کم شده، کود دامی و سوپرجاذب می‌توانند با نگهداری رطوبت به میزان قابل توجه در خود، در زمان کم آبی رطوبت

جدول ۱- مشخصات خاک مزرعه آزمایشی دانشکده کشاورزی ورامین.

Table 1. Soil characteristics of field of varamin Agricultural college.

| عمق نمونه Depth (cm) | بافت Texture | نیترژن کل Total N | P (ppm) | K (ppm) | T.N.V (%) | O.C (%) | pH | EC (ds/m) |
|----------------------------|-----------------|----------------------|------------|------------|--------------|------------|-----|-----------|
| 0-30 | Clay loam | 0.079 | 25.9 | 368 | <10 | 0.71 | 7.4 | 4.1 |

سه تکرار استفاده شده است. عامل اصلی شامل تنش خشکی (I) در دو سطح ۰: آبیاری معمول تا

جهت اجرای این تحقیق از طرح اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با

انتهای دوره رشد گیاه (عدم تنش) و I₁: قطع آبیاری از مرحله تشکیل غلاف تا انتهای دوره رشد گیاه (اعمال تنش)، عامل فرعی شامل کود دامی (k) در سه سطح k₀: عدم کاربرد کود دامی (صفر)، k₁: ۱۵ تن کود دامی در هکتار و k₂: ۳۰ تن کود دامی در هکتار و پلیمر سوپر جاذب (s) در دو سطح s₀: عدم کاربرد پلیمر سوپر جاذب (صفر) و s₁: ۱۵ کیلوگرم در هکتار پلیمر سوپر جاذب بود.

مساحت هر کرت ۱۶ مترمربع در نظر گرفته شده که شامل پنج ردیف کاشت بود. طول هر خط کاشت چهار متر در نظر گرفته شد. فاصله خطوط ۶۵ سانتی متر لحاظ گردید و فاصله بین دو بوته سویا در روی خط کاشت ۱۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. دو ردیف کناری و همچنین نیم متر از ابتدا و انتهای هر ردیف به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. کود دامی در سطح k₁ و k₂ به میزان ۱۵ و ۳۰ تن در هکتار در نظر گرفته شده بود که با توجه به مساحت کرت (۱۶ مترمربع) به میزان ۲۴ و ۴۸ کیلوگرم محاسبه شد و با توجه به تعداد ردیف کاشت (پنج ردیف)، برای هر ردیف کاشت به ترتیب ۴/۸ و ۹/۶ کیلوگرم کود دامی استفاده گردید. پلیمر سوپر جاذب در سطح s₁ به میزان ۱۵ کیلوگرم در هکتار لحاظ گردید که با در نظر گرفتن مساحت کرت، میزان ۲۴ گرم سوپر جاذب برای هر کرت در نظر گرفته شد و با توجه به تعداد ردیف کاشت، برای هر ردیف ۴/۸ گرم سوپر جاذب استفاده شد. در ادامه این مقدار سوپر جاذب در نیم لیتر آب ریخته شد و به مدت حدود بیست دقیقه اجازه داده شد تا سوپر جاذبها به طور کامل آب را جذب نموده و به صورت ژل درآیند. سپس به دقت و به طور یکنواخت در سراسر خطوط کشت پخش گردید.

در اوایل اردیبهشت ماه زمین ابتدا به وسیله یک گاواهن سه خیش، هم از کنار و هم از وسط زمین مورد شخم قرار گرفت. کشت بذرها به صورت دستی و در اواسط اردیبهشت ماه انجام شد. قبل از کاشت، ابتدا بذرها را سویا به وسیله باکتریهای مخصوص سویا مایه زنی شدند که برای این منظور و بسته به نیاز، مقداری بذر سویا در ظرف حاوی آب و شکر غلیظ ریخته شد و سپس باکتری برادی ریزوبیوم

ژاپونیکم (*Bradyrhizobium japonicum*) به همراه مواد چسباننده به ظرف اضافه گردید و به خوبی با بذر سویا مخلوط شد و سپس مورد کشت قرار گرفت. با علفهای هرز مزرعه در طول فصل رشد، به صورت دستی و شیمیایی مبارزه گردید.

برای سنجش روغن دانه از روش سوکسله (Soxhlet, 1879) استفاده شد. جهت سنجش پروتئین از روش (Kjeldahl, 1883) استفاده شد. پس از اندازه گیری روغن و پروتئین با یک تناسب ساده میزان عملکرد روغن و پروتئین دانه در هکتار محاسبه شد. جهت محاسبه عملکرد بیولوژیک ابتدا تمام بوته های موجود در مساحت یک مترمربع کف بر و سپس توزین شدند و وزن آنها به عنوان عملکرد بیولوژیک یادداشت گردید. جهت محاسبه عملکرد دانه، بعد از توزین بوته ها در قسمت عملکرد بیولوژیک، غلاف های آنها جدا گردید، دانه ها خارج شد و سپس توزین شدند و وزن آنها به عنوان عملکرد دانه منظور گردید. جهت محاسبه شاخص برداشت، بعد از محاسبه عملکرد اقتصادی و عملکرد بیولوژیک، این پارامتر طبق فرمول زیر مورد محاسبه قرار گرفت. که در این رابطه GY عملکرد دانه و BY عملکرد بیولوژیک می باشد.

$$HI = (GY/BY) \times 100$$

فرمول عملکرد روغن: عملکرد دانه × درصد روغن

فرمول عملکرد پروتئین: عملکرد دانه × درصد پروتئین

نتایج و بحث

تعداد گره

نتیجه تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده آبیاری، کود دامی، سوپر جاذب، اثر متقابل دو گانه آبیاری و کود دامی، آبیاری و سوپر جاذب و کود دامی و سوپر جاذب و اثر متقابل سه گانه آبیاری، کود دامی و سوپر جاذب اختلاف معنی داری را از نظر تعداد گره نشان نداد (جدول دو). در تیماری که از سوپر جاذب استفاده نشده بود تعداد گره برابر با ۲۱/۷ بود و استفاده از سوپر جاذب به میزان جزئی میزان گره را کاهش داد و به ۲۱/۴ رساند (جدول سه). در شرایط آبیاری معمول، تعداد گره در بیشترین میزان بود در حالی که در شرایط قطع

۱۵ تن کود دامی با مقدار ۶/۱۵ سانتی‌متر بود (جدول پنج). در شرایط تنش کم آبی، کمبود آب سبب کاهش فشار آماس می‌گردد و از آن جایی که توسعه و رشد سلول وابسته به فشار آماس می‌باشد، نمو سلول کاهش و اندازه سلول کوچک‌تر می‌گردد که در نتیجه ارتفاع گیاه کاهش می‌یابد و در نهایت با کوتاه شدن فاصله میانگره‌ها و قطر ساقه همراه است.

ارتفاع بوته

ارتفاع بوته اختلاف معنی‌داری را از نظر اثر ساده، متقابل دو گانه و سه گانه نشان نداد (جدول دو). مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح پنج درصد نشان داد که در تیمار عدم مصرف سوپرجاذب، کم‌ترین ارتفاع گیاه با مقدار ۱۳۱/۷ سانتی‌متر بود و با مصرف سوپرجاذب ارتفاع افزایش یافته بود و به ۱۳۲/۵ سانتی‌متر رسید (جدول سه). بررسی تیمارهای آبیاری نشان داد که قطع آبیاری باعث کاهش ارتفاع گیاه از ۱۳۸/۶ به ۱۲۵/۶ سانتی‌متر شد. تیمار شاهد کود دامی کم-ترین ارتفاع بوته را داشت و با افزایش مصرف کود دامی ارتفاع افزایش نشان داد ولی در عین حال بیش‌ترین ارتفاع با کاربرد ۱۵ تن کود دامی حاصل شد (جدول سه). افزایش ارتفاع گیاه ناشی از افزایش تعداد گره‌ها و همچنین افزایش فاصله میانگره-هاست. بنابراین در شرایط حاصلخیزی زیاد خاک یا در دسترس بودن رطوبت مناسب رشد گیاه، ارتفاع افزایش یافته ولی در شرایط کم آبی که افزایش اندازه گیاه ناشی از دو عامل افزایش تعداد و طول سلول‌هاست، ممکن است که یا تقسیم سلولی انجام نشده یا این که با توجه به شرایط خاص تنش کم آبی، سلول‌ها آب و انرژی مورد نیاز جهت افزایش اندازه را نداشته باشند و لذا ارتفاع گیاه کم شود که در این آزمایش سوپرجاذب با نگهداری میزان رطوبت بیش‌تر در خاک، باعث می‌شود کم آبی کم‌تری برای گیاه رخ دهد. همچنین با افزایش کود دامی که از دو جهت تأثیرگذار است هم از جهت نگهداری رطوبت بیش‌تر در اختیار گیاه و هم از جهت در اختیار نهادن مواد غذایی موجود در کود

آبیاری باعث کاهش تعداد گره شد و میزان آن را به ۲۰/۴ تغییر داد. در تیمار شاهد کود دامی، تعداد گره کم‌ترین میزان بود با مقدار ۲۰/۳۸ و با مصرف ۱۵ تن کود دامی بیش‌ترین مقدار را با عدد ۲۲/۵۰ داشت (جدول سه). گره در گیاه محل خروج (انشعاب) شاخه، برگ و غلاف است و در شرایطی بیش‌ترین میزان را داراست که عوامل فیزیولوژیکی و محیطی رشد گیاه فراهم باشد. در حالتی که از نظر آبیاری شرایط فراهم باشد و در حالت عدم حضور سوپرجاذب، کود دامی به میزان ۳۰ تن در هکتار که استفاده می‌شود حاصلخیزی خاک زیاد شده، از طرفی آب به‌میزان کافی در دسترس گیاه قرار داشته و مساعد رشد رویشی و زایشی پتانسیل گیاه بوده و بیش‌ترین میزان برگ، شاخه و غلاف ایجاد شده و محل اثر خروج آن به عنوان گره منظور می‌گردد. در شرایط آبیاری معمول استفاده از سوپرجاذب باعث کاهش تعداد گره شده بود. در حالی که در شرایط قطع آبیاری، سوپرجاذب با ایفا کردن نقش خود جهت حفظ آب و در اختیار گیاه نهادن در حالت کمبود آب باعث افزایش تعداد گره می‌شود. همچنین در شرایط آبیاری معمول با افزایش کاربرد کود دامی، تعداد گره افزایش می‌یابد درحالی که در تیمار قطع آبیاری با استفاده از ۱۵ تن کود دامی افزایش تعداد گره مشاهده می‌شود.

فاصله میانگره

فاصله میانگره اختلاف معنی‌داری را از نظر اثر ساده، متقابل دو گانه و سه گانه نشان نداد (جدول دو). مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح پنج درصد نشان داد که بیش‌ترین فاصله میانگره با مصرف سوپرجاذب به دست آمد که مقدار آن ۶/۱۳ سانتی‌متر بود ولی تیمار شاهد مصرف سوپرجاذب کم‌ترین فاصله میانگره را با میزان ۵/۹۷ سانتی‌متر داشت (جدول سه). در شرایط قطع آبیاری کم‌ترین میزان را با مقدار ۶/۰ سانتی‌متر داشت و بیش‌ترین میزان مربوط به تیمار آبیاری معمول با مقدار ۶/۱ سانتی‌متر بود. در تیمار شاهد کود دامی کم‌ترین فاصله را با مقدار ۵/۹۳ سانتی‌متر داشت و بیش‌ترین میزان مربوط به تیمار استفاده از

دامی که باعث افزایش ارتفاع نسبت به تیمار شاهد شود. افزایش مواد غذایی و رطوبت خاک تا حدی باعث افزایش پیوسته ارتفاع گیاه شده که به نظر می‌رسد تا ۱۵ تن صرف رشد متعادل گیاه شده که مواد غذایی و رطوبت در دسترس گیاه با سهم مناسبی در اختیار تمام اجزای گیاه قرار گرفته در حالی که با مصرف ۳۰ تن کود، ممکن است که این افزایش رشد، صرف افزایش وزن هر یک از اندام‌های گیاهی شده باشد. تعداد گره و فاصله میانگره نیز باعث افزایش ارتفاع گیاه می‌شود. بدین معنی که در حالتی که ارتفاع گیاه زیاد شده، فاصله میانگره زیاد شده و باعث افزایش آن شده است. بنابراین با افزایش تعداد گره‌ها، ارتفاع بوته نیز افزایش می‌یابد. ماچو و همکاران (Muchow *et al.*, 1986) با بررسی اعمال تیمارهای آبیاری در مراحل مختلف رشد سویا گزارش کردند که عدم آبیاری منجر به کاهش شدید تعداد گره‌ها و در نتیجه کاهش ارتفاع بوته شد. دسکلاس و همکاران (Desclaux *et al.*, 2000) نیز در آزمایشی روی سویا بیان کردند که میانگین ارتفاع بوته در مراحل رشد رویشی و زایشی گیاه، نسبت به اعمال تنش رطوبتی حساس‌ترین صفت به شمار می‌رود و ارتفاع بوته تحت این شرایط کاهش می‌یابد. نتیجه این آزمایش با نتایج دانشیان و همکاران (۱۳۸۸) نیز همسو بود که کم آبی باعث کاهش تعداد گره و ارتفاع گیاه می‌شود.

تعداد شاخه فرعی

اثر ساده آبیاری، کود دامی، اثر متقابل آبیاری و سوپر جاذب، آبیاری و کود دامی، کود دامی و سوپر جاذب تأثیر معنی‌داری بر تعداد شاخه فرعی داشت (جدول دو). مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح پنج درصد برای اثر متقابل دو گانه آبیاری و کود دامی نشان داد که در شرایط آبیاری معمولی و ۱۵ تن کود دامی در هکتار تعداد شاخه فرعی ۹/۸۳۳ بود که بیش‌ترین میزان را داشت و در شرایط تنش کم آبی و در حضور ۳۰ تن کود دامی در هکتار تعداد شاخه ۴/۰۰ بود که کم‌ترین میزان را داشت (جدول سه). اثر متقابل دو

گانه آبیاری و سوپر جاذب مشخص کرد که در شرایط آبیاری معمول و عدم استفاده از سوپر جاذب، تعداد شاخه فرعی با مقدار ۸/۳ بیش‌ترین میزان بود و در شرایط قطع آبیاری و عدم استفاده از سوپر جاذب، تعداد شاخه فرعی با مقدار ۴/۹ کم‌ترین میزان را داشت. اثر متقابل دو گانه کود دامی و سوپر جاذب نشان داد که با استفاده از ۱۵ تن کود دامی و عدم استفاده از سوپر جاذب، تعداد شاخه برابر با ۹/۴ بود و با استفاده از ۳۰ تن کود دامی و ۱۵ کیلوگرم سوپر جاذب تعداد شاخه به ۴/۵ رسید (جدول سه). روند داده‌ها بدین صورت است که در شرایط آبیاری معمول، سوپر جاذب باعث کاهش تعداد شاخه می‌شود در حالی که در تیمار قطع آبیاری، سوپر جاذب باعث افزایش تعداد شاخه می‌گردد. در هر دو شرایط آبیاری معمول و قطع آبیاری تا ۱۵ تن در هکتار کود دامی باعث افزایش تعداد شاخه شده و در ۳۰ تن کاهش مشاهده می‌شود که به نظر می‌رسد مربوط به این حالت باشد که تا ۱۵ تن ضمن افزایش ظرفیت نگهداری آب، حاصلخیزی خاک به حدی است که صرف تولید شاخه‌ای می‌شود که خود حامل غلاف‌های بارور است که یک جزو از اجزای عملکرد را تشکیل می‌دهد. ولی در حد ۳۰ تن که کود دامی استفاده شده، صرف تولید شاخه نشده بلکه باعث افزایش وزن و تأثیر بر سایر اجزای عملکرد شده است. پورموسوی و همکاران (۱۳۸۸) گزارش نمودند که کودهای دامی و مرغی در شرایط تنش خشکی می‌توانند باعث افزایش رشد رویشی، عملکرد و اجزای عملکرد سویا شوند. تعداد شاخه در هر بوته در اثر استفاده از این نوع کودها افزایش یافت. نتایج به‌دست آمده با نتایج حاصل از آزمایش‌های پورموسوی و همکاران (۱۳۸۸)، دانشیان و همکاران (۱۳۸۸) و طباطبایی و رنجبر (۱۳۸۴) مطابقت دارد.

تعداد بذر در غلاف

اثر ساده کود دامی، اثر متقابل دو گانه آبیاری و سوپر جاذب، کود دامی و سوپر جاذب تأثیر معنی‌داری بر تعداد بذر در غلاف داشت (جدول دو).

۱۱/۷ بود که کمترین میزان را داشت (جدول سه). گل‌های تشکیل شده روی گیاه تبدیل به غلاف می‌شوند که در شرایط آبیاری معمول و عدم استفاده از کود دامی و کاربرد ۱۵ تن کود دامی نتوانست تعداد غلاف ساقه را افزایش دهد و با کاربرد ۳۰ تن درهکتار در شرایط آبیاری معمول، تعداد غلاف ساقه اصلی افزایش نشان می‌دهد و در تیمار قطع آبیاری نیز استفاده از سوپرچاذب در هر یک از تیمارهای کود دامی سبب افزایش غلاف ساقه اصلی گردید و بیش‌ترین افزایش غلاف با استفاده از ۱۵ تن کود دامی به‌دست آمد. مشخص است که با قطع شدن آبیاری و آب در دسترس گیاه، میزان غلاف کاسته شده که به‌نظر می‌رسد مربوط به این حالت باشد که قطع آبیاری باعث ریزش گل و غلاف می‌شود و یا حتی اگر گل باقی بماند و تلقیح شود کم آبی سبب عدم تشکیل گل می‌شود و بنابراین میزان غلاف کم می‌گردد.

عوامل گیاهی که تقسیم و توسعه سلولی را تحت تأثیر قرار می‌دهند، مانند میزان آب بافت و غلظت هورمون‌های موثر گیاهی مانند آبسزیک اسید، مسئول تنظیم غلاف در شرایط تنش خشکی می‌باشند (Saini and Westgate, 2000). کاهش آب خاک قبل یا پس از آغاز گلدهی باعث کاهش معنی‌دار پتانسیل آب گل می‌شود که ممکن است فعالیت تخمدان را مختل و در نتیجه مانع از نمو آن شود (Kokubun et al., 2001).

تعداد غلاف در گیاه

اثر ساده آبیاری، کود دامی، سوپرچاذب و اثر متقابل آبیاری و کود دامی، کود دامی و سوپرچاذب و اثر سه گانه آبیاری، کود دامی، سوپرچاذب تأثیر معنی‌داری بر تعداد غلاف در گیاه داشت (جدول دو). مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح پنج درصد نشان داد که در شرایط آبیاری معمولی و ۳۰ تن کود دامی در هکتار و در حضور سوپرچاذب، تعداد غلاف در گیاه ۱۱۷/۱ بود که بیش‌ترین میزان را داشت و در شرایط تنش کم آبی و بدون کود دامی و ۱۵ تن کود دامی و در عدم حضور سوپرچاذب، تعداد غلاف ۴۳/۳ بود که کم‌ترین

مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد برای اثر متقابل کود دامی و سوپرچاذب نشان داد که بیش‌ترین میزان بذر در غلاف مربوط به تیمار کاربرد ۳۰ تن کود دامی و مصرف سوپرچاذب با مقدار ۲/۵۰ بود و کم‌ترین میزان را تیمار شاهد کود دامی و مصرف سوپرچاذب با مقدار ۲/۰۱ داشت. بیش‌ترین میزان بذر در غلاف مربوط به شرایط آبیاری معمول و عدم استفاده از سوپرچاذب با مقدار ۲/۴۲ و کم‌ترین تعداد بذر در غلاف را تیمار قطع آبیاری و عدم استفاده از سوپرچاذب با مقدار ۲/۲۳ داشت (جدول سه). اثر متقابل آبیاری و کود دامی مشخص کرد بیش‌ترین میزان بذر در غلاف مربوط به تیمار آبیاری معمول و استفاده از ۳۰ تن کود دامی با مقدار ۲/۵۰ بود و کم‌ترین میزان را شرایط آبیاری معمول و عدم مصرف کود دامی با مقدار ۲/۱۰ داشت (جدول سه). تعداد بذر در غلاف از جمله صفاتی است که معمولاً تحت تأثیر سایر صفات قرار نمی‌گیرد. تنش اولیه آب در مرحله رشد غلاف‌ها در حبوبات، تعداد آن‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد، درحالی که تنش در زمانی دیرتر بر تعداد بذر در غلاف اثر دارد. محققین اهمیت پرهیز از تنش آب را در طول دوره بحرانی گل‌دهی تا رسیدن فیزیولوژیک متذکر شده و بیان نمودند که در طول این دوره میزان آب نباید کم‌تر از ۵۰ درصد ظرفیت نگهداری آب در خاک باشد (معصومی و همکاران، ۱۳۸۴).

تعداد غلاف در ساقه اصلی

اثر ساده آبیاری، کود دامی، سوپرچاذب، اثر متقابل دو گانه آبیاری و سوپرچاذب، کود دامی و سوپرچاذب، اثر متقابل سه گانه آبیاری، کود دامی، سوپرچاذب تأثیر معنی‌داری بر تعداد غلاف در ساقه اصلی داشت (جدول دو). مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح پنج درصد نشان داد که در شرایط آبیاری معمولی و ۳۰ تن کود دامی و در حضور سوپرچاذب، تعداد غلاف در ساقه اصلی ۵۷ بود که بیش‌ترین میزان را داشت و در شرایط تنش کم آبی و عدم استفاده از کود دامی و ۱۵ تن کود دامی و عدم استفاده از سوپرچاذب، تعداد غلاف

ترتیب هفت و پنج درصد، روغن دانه افزایش یافته است. پورموسوی و همکاران (۱۳۸۸) اعلام کردند که با افزایش کود دامی، عملکرد افزایش یافت، به طوری که حداکثر عملکرد دانه با مصرف ۴۵ تن کود دامی در هکتار به میزان ۲۲۴۳ کیلوگرم در هکتار به دست آمد.

درصد پروتئین دانه

اثر ساده آبیاری، کود دامی، سوپر جاذب، اثر متقابل دو گانه آبیاری و سوپر جاذب، اثر متقابل سه گانه آبیاری، کود دامی، سوپر جاذب تأثیر معنی داری بر درصد پروتئین دانه داشت (جدول دو). مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح پنج درصد نشان داد که در شرایط آبیاری معمولی و ۳۰ تن کود دامی در هکتار و در حضور سوپر جاذب، پروتئین دانه ۳۸/۲۳ درصد بود که بیشترین میزان را داشت و در شرایط تنش کم آبی و عدم استفاده از کود دامی و سوپر جاذب، پروتئین دانه ۲۷/۳۰ درصد بود که کمترین میزان را داشت. قطع آبیاری باعث کاهش میزان پروتئین دانه نسبت به شرایط آبیاری معمول می‌شود (جدول سه). در هر دو شرایط آبیاری معمول و قطع آبیاری با افزایش میزان مصرف کود دامی، میزان پروتئین دانه افزایش می‌یابد که به نظر می‌رسد مربوط به این حالت باشد که به دلیل دارا بودن عنصر نیتروژن در کود دامی، نیتروژن بیش‌تری در اختیار گیاه قرار گرفته و محتوای پروتئین دانه زیاد شده است.

عملکرد روغن دانه

اثر ساده آبیاری، کود دامی، اثر متقابل دو گانه آبیاری و کود دامی، آبیاری و سوپر جاذب، کود دامی و سوپر جاذب و اثر متقابل سه گانه آبیاری، کود دامی، سوپر جاذب تأثیر معنی داری بر عملکرد روغن دانه در هکتار داشت (جدول دو). مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح پنج درصد نشان داد که در شرایط آبیاری معمولی و عدم استفاده کود دامی و سوپر جاذب، عملکرد روغن دانه ۱۵۴۱ کیلوگرم در هکتار بود که بیشترین میزان را داشت و در شرایط تنش کم آبی و استفاده از ۳۰ تن کود دامی و عدم

میزان را داشت (جدول سه). یکی از عوامل محدود کننده رشد سویا در ایران کمبود رطوبت است. نتایج تحقیقات مختلف حاکی از کاهش رشد و عملکرد دانه سویا در اثر خشکی می‌باشد. تنش خشکی باعث کاهش ارتفاع، تعداد گره، تعداد شاخه، وزن بوته، تعداد دانه، وزن دانه، تعداد غلاف، وزن غلاف و شاخص برداشت سویا می‌شود. تعداد غلاف در گیاه یکی از مهم‌ترین اجزای عملکرد در تعیین عملکرد دانه سویا است. وقوع تنش خشکی در مرحله گل‌دهی و اوایل گسترش غلاف، به طور معنی داری باعث افزایش سرعت سقط غلاف و در نتیجه کاهش عملکرد نهایی می‌شود (پورموسوی و همکاران، ۱۳۸۶).

درصد روغن دانه

اثر ساده کود دامی تأثیر معنی داری بر درصد روغن دانه داشت و سایر اثرات ساده و متقابل اختلاف معنی داری را نشان ندادند (جدول دو). مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح پنج درصد نشان داد که در شرایط آبیاری معمولی و ۳۰ تن کود دامی در هکتار و در حضور سوپر جاذب روغن دانه ۱۹/۵ درصد بود که بیشترین میزان را داشت و در شرایط تنش کم آبی و عدم استفاده از کود دامی و در حضور یا عدم حضور سوپر جاذب، روغن دانه ۱۶/۶ درصد بود که کمترین میزان را داشت (جدول سه). در هر دو شرایط آبیاری معمول و قطع آبیاری، به ترتیب با افزایش مصرف کود دامی بر میزان درصد روغن دانه افزوده شد. همچنین مشخص است که قطع آبیاری باعث کاهش میزان درصد روغن دانه نسبت به شرایط آبیاری معمول شده است. در شرایط آبیاری معمول در تیمار عدم مصرف و مصرف ۳۰ تن کود دامی، استفاده از سوپر جاذب باعث افزایش درصد روغن دانه شده در حالی که با استفاده از ۱۵ تن کود دامی در هکتار، سوپر جاذب باعث کاهش میزان روغن دانه نسبت به شاهد شد. در حالت قطع آبیاری نیز در حالت‌های استفاده از کود دامی، در تیمار شاهد کود دامی، هیچ تغییری با استفاده از سوپر جاذب مشاهده نشد در حالی که با استفاده از ۱۵ و ۳۰ تن کود دامی به

پروتئین دانه ۶۶۷ کیلوگرم در هکتار بود که کم-ترین میزان را داشت (جدول سه). با قطع آبیاری، عملکرد پروتئین دانه در مقایسه با آبیاری معمول کاهش یافت. در دانه سویا، پروتئین در بخشی به نام آلورون قرار گرفته است. با کاهش فتوسنتز، مواد فتوسنتزی کم‌تری ساخته شده و به سمت مقصد (دانه) می‌روند و به دلیل کاهش عملکرد دانه، عملکرد پروتئین دانه نیز کاهش می‌یابد (آبیاری و همکاران، ۱۳۷۹). فراند و موندل (Foroud and Mundell, 1993) گزارش دادند که با افزایش شدت تنش خشکی، عملکرد پروتئین و میزان پروتئین دانه سویا کاهش یافت.

تعداد بذر در گیاه

اثر ساده آبیاری تأثیر معنی‌داری بر تعداد بذر در گیاه نداشت و اثر ساده کود دامی و سوپرچادب و نیز اثر متقابل دو گانه آبیاری و کود دامی، آبیاری و سوپرچادب، کود دامی و سوپرچادب و اثر متقابل سه گانه آبیاری، کود دامی و سوپرچادب تأثیر معنی‌داری بر تعداد بذر در گیاه داشت (جدول دو). مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح پنج درصد نشان داد که در شرایط آبیاری معمولی و ۱۵ تن کود دامی در هکتار و در عدم حضور سوپرچادب، تعداد بذر در گیاه ۲۴۴ بود که بیش‌ترین میزان گردید و در شرایط تنش کم‌آبی و عدم استفاده از کود دامی و سوپرچادب، تعداد بذر در گیاه ۶۵ بود که کم‌ترین میزان را کسب نمود (جدول سه). با قطع آبیاری و در شرایط عدم استفاده از کود دامی و نیز استفاده از ۱۵ تن کود دامی و با کاربرد سوپرچادب در مقایسه با عدم کاربرد سوپرچادب، افزایش تعداد بذر در گیاه مشاهده می‌شود که به نظر می‌رسد در شرایط تنش خشکی سوپرچادب توانسته با حفظ و نگهداری آب در درون خود و در اختیار گیاه گذاشتن این آب، باعث افزایش تعداد بذر در گیاه شود. نوذری (۱۳۹۰) در یک آزمایش کاربرد زئولیت (نوعی ماده طبیعی جاذب آب) و کود دامی را در شرایط تنش خشکی روی گیاه سویا به کار

استفاده از سوپرچادب، عملکرد روغن دانه ۳۹۴ کیلوگرم در هکتار بود که کمترین میزان را داشت (جدول سه). عملکرد روغن وابسته به دو صفت درصد روغن دانه و عملکرد دانه می‌باشد. بنابراین بررسی این صفت مشخص می‌کند که در شرایط قطع آبیاری، عملکرد روغن مقدار کم‌تری را نسبت به شرایط آبیاری معمول داشت. در عین حال در شرایط قطع آبیاری به ترتیب با افزایش میزان مصرف کود دامی، میزان عملکرد روغن افزایش نشان داد و همچنین با مصرف یا عدم مصرف سوپرچادب در هر سطح از کاربرد کود دامی، افزایش عملکرد روغن نسبت به عدم مصرف سوپرچادب وجود داشت. بررسی‌ها نشان می‌دهد که بر اثر تنش خشکی در سویا، عملکرد دانه کاهش یافت که ناشی از کاهش تعداد دانه در گیاه و وزن هزار دانه بود. محققان همچنین دریافتند که مقدار روغن دانه با تشدید تنش افزایش و مقدار پروتئین دانه کاهش یافت. اما در نهایت به علت کاهش عملکرد، تنش، تأثیر منفی در عملکرد روغن و پروتئین دانه داشت (دانشیان و همکاران، ۱۳۸۱). پورموسوی و همکاران (۱۳۸۸) گزارش کردند با افزایش دور آبیاری، مقدار روغن دانه کاهش و میزان پروتئین دانه افزایش یافت. مقادیر مختلف کود دامی تنها توانست باعث تفاوت معنی‌دار در مقدار پروتئین دانه شود و بر روی میزان روغن دانه تأثیر محسوسی نداشت، به نحوی که بیش‌ترین مقدار کود دامی باعث کاهش مقدار پروتئین دانه (۳۶/۲۱ درصد) شد.

عملکرد پروتئین دانه

اثر ساده آبیاری، کود دامی، سوپرچادب و اثر متقابل آبیاری و کود دامی، آبیاری و سوپرچادب در سطح یک درصد تأثیر معنی‌داری بر عملکرد پروتئین دانه داشت (جدول دو). مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد نشان داد که در شرایط آبیاری معمولی و ۳۰ تن کود دامی در هکتار و در عدم حضور سوپرچادب، عملکرد پروتئین دانه ۲۷۷۹ کیلوگرم در هکتار بود که بیش‌ترین میزان را داشت و در شرایط تنش کم‌آبی و استفاده از ۳۰ تن کود دامی و عدم مصرف سوپرچادب، عملکرد

مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح پنج درصد نشان داد که در شرایط آبیاری معمولی و ۳۰ تن کود دامی در هکتار و در عدم حضور سوپر جاذب عملکرد دانه ۷۳۳۳ کیلوگرم در هکتار بود که بیش‌ترین میزان را داشت و در شرایط تنش کم‌آبی و استفاده از ۳۰ تن کود دامی و عدم استفاده از سوپر جاذب، عملکرد دانه ۲۱۳۰ کیلوگرم در هکتار بود که کم‌ترین میزان را داشت (جدول سه). در زمانی که آبیاری به صورت معمول انجام می‌شود و کود دامی یا استفاده نشده بود یا ۱۵ تن در هکتار بود، استفاده از سوپر جاذب باعث افزایش عملکرد دانه شد به طوری که به ترتیب مقدار آن را ۸ و ۱۴ درصد افزایش داد ولی با استفاده از ۳۰ تن کود دامی و با استفاده از سوپر جاذب به مقدار جزئی (پنج درصد) نسبت به شاهد کاهش یافت. در حالی که در شرایط قطع آبیاری، در هر یک از تیمارهای کود دامی، سوپر جاذب نسبت به شاهد افزایش عملکرد دانه را سبب شد، بدین ترتیب که سوپر-جاذب در تیمارهای کود دامی صفر، ۱۵ و ۳۰ تن به ترتیب سبب افزایش عملکرد دانه به مقدار نه، ۱۰ و ۵۰ درصد نسبت به شاهد مصرف سوپر جاذب شد. به نظر می‌رسد افزایش قابل توجه عملکرد دانه با مصرف ۳۰ تن کود دامی و سوپر جاذب در تیمار قطع آبیاری مربوط به این حالت باشد که با قطع آبیاری میزان دانه تولیدی کم شده و از طرفی چون ۳۰ تن کود دامی استفاده شده حاصلخیزی خاک افزایش یافته و باعث رشد زیاد گیاه شده بنابراین صرف رشد سایر اندام‌های رویشی گیاه نیز شده و رشد دانه‌ها انجام نشده در حالی که با استفاده از سوپر جاذب میزان نگهداری آب خاک با توجه به حضور کود دامی به میزان مناسب بوده و هم‌زمان که شرایط تغذیه ای و فیزیکی مناسب ایجاد گل و غلاف است، عملکرد دانه حتی در حالت قطع آبیاری نیز افزایش دارد.

عملکرد بیولوژیک

اثر ساده آبیاری، کود دامی، سوپر جاذب، اثر متقابل دو گانه آبیاری و کود دامی، کود دامی و

برد و مشخص گردید که در شرایط تنش خشکی، کود دامی و زئولیت توانسته‌اند با افزایش و حفظ میزان عناصر غذایی قابل دسترس و بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی خاک، ظرفیت منبع را برای تولید آسمیلات‌ها افزایش داده و به این ترتیب باعث افزایش تعداد بذر در گیاه می‌شوند. در یک پژوهش دیگر اعلام شد که افزایش شدت تنش خشکی موجب کاهش فتوسنتز گیاه شده و در نتیجه باعث کاهش تولید مواد پرورده در گیاه می‌شود، به طوری که تنش قطع آب در زمان گل‌دهی و نمو غلاف باعث کاهش تعداد غلاف در گیاه و تعداد بذر در غلاف می‌شود که در نهایت می‌تواند تعداد بذر در گیاه را کاهش دهد (Ramseur et al., 1984).

وزن صد دانه

اثر ساده، اثر متقابل دو گانه و سه گانه تأثیر معنی‌داری بر وزن صد دانه نداشت (جدول دو). مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد نشان داد که در شرایط آبیاری معمولی و استفاده از ۱۵ تن کود دامی و ۳۰ تن کود دامی در حضور سوپر جاذب و عدم حضور سوپر جاذب، وزن صد دانه با مقدار ۱۸/۷ گرم بیش‌ترین میزان را داشت. در شرایط تنش و عدم استفاده از کود دامی و با کاربرد سوپر جاذب، وزن صد دانه با ۹/۰ گرم کم‌ترین میزان را داشت (جدول سه). وزن صد دانه در شرایط تنش کم‌آبی کاهش بیش‌تری را نسبت به شرایط آبیاری نشان می‌دهد. وزن دانه با سرعت و مدت پر شدن دانه ارتباط دارد. تنش خشکی در طی پر شدن دانه، معمولاً وزن دانه را کاهش می‌دهد. این امر احتمالاً به دلیل کاهش مواد پرورده برای رشد دانه‌ها است. کاهش تولید مواد پرورده نیز به کاهش فرآیند فتوسنتزی مربوط می‌شود که با بسته شدن روزنه‌ها مرتبط است (Morgan, 1977).

عملکرد دانه

اثر ساده آبیاری، کود دامی، سوپر جاذب، اثر متقابل سه گانه آبیاری، کود دامی و سوپر جاذب تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه نداشت (جدول دو).

شاخص برداشت

اثر ساده سوپرچادب تأثیر معنی‌داری بر شاخص برداشت داشت و اثر ساده و متقابل دو گانه و سه گانه اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (جدول دو). مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح پنج درصد نشان داد که در شرایط آبیاری معمولی و ۱۵ تن کود دامی در هکتار و سوپرچادب شاخص برداشت ۲۶/۵ درصد بود که بیش‌ترین میزان را داشت و در شرایط قطع آبیاری و استفاده از ۳۰ تن کود دامی و عدم سوپرچادب، شاخص برداشت ۱۷/۳ درصد بود که کم‌ترین میزان را داشت (جدول سه). خواجویی‌نژاد و همکاران (۱۳۸۴) ضمن تحقیق روی عملکرد ذرت تحت شرایط تنش خشکی به این نتیجه رسیدند که با کاهش میزان آب قابل دسترس، عملکرد، شاخص برداشت و کل ماده خشک کاهش می‌یابد. آقا علیخانی و طهماسبی (۱۳۸۱) گزارش کردند کمبود رطوبت در لوبیا قرمز قادر است میزان شاخص برداشت را از ۳۱ درصد به ۲۳ درصد کاهش دهد. نتایج به دست آمده با نتایج حاصل از آزمایش‌های رحمانی (۱۳۸۷)، عبدی‌پور و همکاران (۱۳۸۹)، پوراسماعیل (۱۳۸۵) و گوپتا و همکاران (Gupta et al., 2001) مطابقت دارد. کوچکی و سرمدنیا (۱۳۸۶) بیان کردند که تنش خشکی در زمان پر شدن دانه‌ها باعث کاهش فتوسنتز می‌گردد. بنابراین نیاز مقصد برای پر کردن دانه از طریق انتقال مجدد مواد فتوسنتزی ذخیره شده تأمین می‌گردد. در نتیجه این امر، انتقال مجدد مواد فتوسنتزی به‌منظور پر کردن دانه‌ها اهمیت بیش‌تری پیدا می‌کند. افزایش توان انتقال مجدد مواد فتوسنتزی به دانه از ساقه به منظور پر شدن دانه یک صفت اصلاحی مهم در شرایط تنش خشکی است. همچنین در شرایط تنش خشکی سهم انتقال مجدد افزایش می‌یابد. با توجه به نتایج به دست آمده از این تحقیق می‌توان این گونه نتیجه‌گیری نمود که کاربرد پلیمر سوپرچادب در شرایط تنش خشکی می‌تواند علاوه بر کسب سود بیش‌تر، میزان عملکرد را نیز افزایش دهد. برای این منظور بهتر است در ابتدا در زمینه صرفه اقتصادی

سوپرچادب، و اثر متقابل سه گانه آبیاری، کود دامی و سوپرچادب تأثیر معنی‌داری بر عملکرد بیولوژیک داشت (جدول دو). مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح پنج درصد نشان داد که در شرایط آبیاری معمولی و ۳۰ تن کود دامی در هکتار و در عدم حضور سوپرچادب، عملکرد بیولوژیک ۲۹۴۵۰ کیلوگرم در هکتار بود که بیش‌ترین میزان را داشت و در شرایط تنش کم‌آبی و استفاده از ۱۵ تن کود دامی در هکتار و بدون سوپرچادب، عملکرد بیولوژیک ۱۱۸۱۰ کیلوگرم در هکتار بود که کم‌ترین میزان را داشت (جدول سه). در شرایط آبیاری معمول، تیمارهای ۱۵ و ۳۰ تن کود دامی به ترتیب ۸ و ۲۴ درصد عملکرد بیولوژیک را نسبت به شاهد افزایش دادند. این در حالی است که سوپرچادب با ۱۵ تن کود دامی، عملکرد را افزایش می‌دهد، در حالی که در شرایط ۳۰ تن کود دامی، سوپرچادب عملکرد بیولوژیک را کاهش می‌دهد. در تیمار قطع آبیاری نیز با استفاده از ۱۵ و ۳۰ تن کود دامی، سوپرچادب عملکرد بیولوژیک را افزایش داده است. به‌نظر می‌رسد که علت این افزایش، استفاده از کود دامی و سوپرچادب است که باعث ایجاد شرایط بهتر و مناسب‌تر از نظر رطوبت برای گیاه شده و در نهایت با تأثیر مثبت بر روی میزان فتوسنتز، سبب افزایش عملکرد بیولوژیک شده است. در این تحقیق با اعمال تنش خشکی، عملکرد بیولوژیک کاهش نشان داد. زمانی که در شرایط تنش خشکی و کم‌آبی، ارتفاع گیاه و تعداد برگ در گیاه کاهش می‌یابد، در نتیجه وزن خشک اندام هوایی طی پتانسیل‌های منفی‌تر گزارش شده است (Siddique et al., 1993). راهنما (۱۳۸۲) با تحقیقی که روی عملکرد ذرت انجام داد، نشان داد که با کاهش میزان آب قابل دسترس، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و کل ماده خشک کاهش می‌یابد. نتایج به دست آمده با نتایج آزمایش‌های رحمانی (۱۳۸۷)، پوراسماعیل (۱۳۸۵)، سالم (Saleem, 2003) و گوپتا و همکاران (Gupta et al., 2001) مطابقت دارد.

این مواد در سطوحی وسیع مانند مزرعه بررسی‌های لازم صورت گیرد و بین یک مترمکعب آب مصرفی در بخش کشاورزی و هم چنین یک کیلوگرم پلیمر سوپر جاذب مقایسه‌هایی از نظر قیمت تمام شده هر

یک، افزایش عملکرد ناشی از استفاده هر یک و قیمت فروش صورت گیرد و در نهایت در مورد استفاده یا عدم استفاده از این مواد تصمیم‌گیری شود.

جدول ۲- تجزیه واریانس ویژگی‌های سویا در تیمارهای مختلف کود دامی و سوپر جاذب در شرایط تنش خشکی

Table 2. Analysis variation of soybean characteristics in different treatments of manure and super absorbent under drought stress

| S.O.V | منابع تغییرات | درجه آزادی | تعداد بذر در غلاف | تعداد شاخه فرعی | ارتفاع گیاه | فاصله میانگره | تعداد گره |
|------------------------------------|-----------------------------|------------|---------------------|----------------------|------------------------|---------------------|----------------------|
| | | df. | Seed number per pod | Branch number | Plant height | Internodes distance | Node number |
| Replication | تکرار | 2 | 0.027 ^{ns} | 2.333 ^{ns} | 1769.250 ^{ns} | 0.861 ^{ns} | 18/083 ^{ns} |
| Irrigation | آبیاری | 1 | 0.032 ^{ns} | 9.000 ^{**} | 1534.027 ^{ns} | 0.005 ^{ns} | 46/694 [*] |
| Error a | خطای الف | 2 | 0.034 | 0/009 | 827.527 | 0.431 | 8.694 |
| Manure | کود دامی | 1 | 0.212 ^{**} | 38.583 ^{**} | 831.250 [*] | 0.151 ^{ns} | 13.583 [*] |
| Irrigation×Manure | آبیاری× کود دامی | 1 | 0.084 ^{ns} | 16.583 ^{**} | 500.861 ^{ns} | 0.162 ^{ns} | 7.694 ^{ns} |
| Super absorbent | سوپر جاذب | 2 | 0.002 ^{ns} | 0.444 ^{ns} | 6.250 ^{ns} | 0.228 ^{ns} | 0.694 ^{ns} |
| Irrigation× Super absorbent | آبیاری× سوپر جاذب | 2 | 0.141 [*] | 53.777 ^{**} | 650.250 ^{ns} | 0.386 ^{ns} | 8.027 ^{ns} |
| Manure× Super absorbent | کود دامی× سوپر جاذب | 2 | 0.203 ^{**} | 16.361 ^{**} | 774.250 ^{ns} | 1.588 ^{ns} | 0.194 ^{ns} |
| Irrigation×manure× Super absorbent | آبیاری× کود دامی× سوپر جاذب | 2 | 0.045 ^{ns} | 0.027 ^{ns} | 183.083 ^{ns} | 0.335 ^{ns} | 0.194 ^{ns} |
| Error b | خطای ب | 20 | 0.028 | 2.000 | 296.988 | 0.535 | 4.122 |
| C.V (%) | ضریب تغییرات (درصد) | | 7.22 | 21.75 | 13.04 | 12.10 | 9.40 |

ns و * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

ns, * and **: Not significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

ادامه جدول ۲- Table 2. Continued

| S.O.V | منابع تغییرات | درجه آزادی | عملکرد درصد | عملکرد درصد | عملکرد درصد | تعداد غلاف | تعداد غلاف |
|------------------------------------|-----------------------------|------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|---------------------------|
| | | df. | پروتئین Protein yield | پروتئین Protein percent | روغن Oil yield | در گیاه Pod per plant | در ساقه اصلی Pod per stem |
| Replication | تکرار | 2 | 44478.69 ^{ns} | 5.333 ^{ns} | 24538.111 ^{ns} | 106.361 ^{ns} | 1.027 ^{ns} |
| Irrigation | آبیاری | 1 | 11603106.78 [*] | 112.713 ^{**} | 5004914.694 [*] | 3580.027 ^{**} | 2466.777 [*] |
| Error a | خطای الف | 2 | 3115.19 | 0.267 | 4675.111 | 1.694 | 1.194 |
| Manure | کود دامی | 1 | 1278944.53 ^{**} | 151.023 ^{**} | 40765.444 [*] | 1331.027 ^{**} | 073.777 ^{**} |
| Irrigation×Manure | آبیاری× کود دامی | 1 | 371471.36 ^{**} | 5.354 ^{ns} | 38318.778 [*] | 592.861 ^{**} | 24.111 ^{ns} |
| Super absorbent | سوپر جاذب | 2 | 631495.11 ^{**} | 10.133 [*] | 9571.361 ^{ns} | 1534.027 ^{**} | 576.000 ^{**} |
| Irrigation× Super absorbent | آبیاری× سوپر جاذب | 2 | 620418.78 ^{**} | 10.133 [*] | 223886.694 ^{**} | 51.361 ^{ns} | 573.444 ^{**} |
| Manure× Super absorbent | کود دامی× سوپر جاذب | 2 | 19324.36 ^{ns} | 3.861 ^{ns} | 153861.444 ^{**} | 967.527 ^{**} | 97.333 [*] |
| Irrigation×manure× Super absorbent | آبیاری× کود دامی× سوپر جاذب | 2 | 376603.86 ^{**} | 14.954 ^{**} | 74748.111 ^{**} | 1411.027 ^{**} | 476.777 ^{**} |
| Error b | خطای ب | 20 | 30480.61 | 1.985 | 10231.911 | 67.761 | 19.977 |
| C.V (%) | ضریب تغییرات | | 10.91 | 4.42 | 10.84 | 12.90 | 11.69 |

ns و * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

* and **: Not significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

Table 2. Continued

ادامه جدول ۲-

| S.O.V | منابع تغییرات | درجه آزادی df. | تعداد بذر در گیاه Seed number per plant | وزن صد دانه 100 seed weight | عملکرد بیولوژیک Biological yield | عملکرد دانه Seed yield | شاخص برداشت Harvest index |
|------------------------------------|-----------------------------|-------------------|---|-----------------------------------|--|------------------------------|---------------------------------|
| Replication | تکرار | 2 | 617.361 ^{ns} | 59.141 ^{ns} | 973077 ^{ns} | 240058.33 ^{ns} | 33.134 ^{ns} |
| Irrigation | آبیاری | 1 | 4011.111 ^{ns} | 618/434 ^{ns} | 1316057006 ^{**} | 94478400.00 [*] | 61.517 ^{ns} |
| Error a | خطای الف | 2 | 1041.694 | 53/839 | 4257806 | 176725.00 | 21.026 |
| Manure | کود دامی | 1 | 15769.194 ^{**} | 1.653 ^{ns} | 12156431 [*] | 140033.33 ^{**} | 50.491 ^{ns} |
| Irrigation×Manure | آبیاری× کود دامی | 1 | 3172.027 ^{**} | 0.137 ^{ns} | * 17894494 | 426533.33 ^{ns} | 10.081 ^{ns} |
| Super absorbent | سوپر جاذب | 2 | 2669.444 [*] | 1.566 ^{ns} | 16020006 [*] | 3622677.78 [*] | 21.221 [*] |
| Irrigation× Super absorbent | آبیاری× سوپر جاذب | 2 | 10000.000 ^{**} | 0.156 ^{ns} | 7035756 ^{ns} | 650711.11 ^{ns} | 10.497 ^{ns} |
| Manure× Super absorbent | کود دامی× سوپر جاذب | 2 | 3570.194 ^{**} | 3.856 ^{ns} | 12259056 [*] | 202977.78 ^{ns} | 3.313 ^{ns} |
| Irrigation×manure× Super absorbent | آبیاری× کود دامی× سوپر جاذب | 2 | 11291.583 ^{**} | 1.132 ^{ns} | 24915869 ^{**} | 2018011.11 [*] | 15.149 ^{ns} |
| Error b | خطای ب | 20 | 396.894 | 1.327 | 3469269 | 466981.7 | 9.892 |
| C.V (%) | ضریب تغییرات (درصد) | | 12.65 | 8.27 | 9.53 | 14.40 | 13.61 |

ns و * و **: به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

* and **: Not significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر ساده و متقابل تیمارهای آبیاری، کود دامی و سوپر جاذب بر ویژگی‌های مختلف سویا

Table 3. Mean comparison of simple and interaction effects of irrigation, manure and super absorbent on different characteristics of soybean

| آبیاری Irrigation | کود دامی Manure (t.ha ⁻¹) | سوپر جاذب Super absorbent (Kg.ha ⁻¹) | تعداد گره Node Number (N.o) | فاصله میانگره Inter node distance (cm) | ارتفاع گیاه Plant height (cm) | تعداد شاخه فرعی Branch number (N.o) | تعداد بذر در غلاف Seed number per pod (N.o) |
|------------------------|---|--|--------------------------------------|---|--|---|--|
| | 0 | 0 | ---- | ---- | ---- | 5.6 ^{cd} | 2.32 ^a |
| | | 15 | ---- | ---- | ---- | 7.7 ^b | 2.01 ^b |
| | 15 | 0 | ---- | ---- | ---- | 9.4 ^a | 2.31 ^a |
| | | 15 | ---- | ---- | ---- | 7.0 ^{bc} | 2.42 ^a |
| | 30 | 0 | 21.7 ^a | 5.97 ^a | 131.7 ^a | 4.8 ^d | 2.34 ^a |
| | | 15 | 21.4 ^a | 6.13 ^a | 132.5 ^a | 4.5 ^d | 2.50 ^a |
| معمول Normal | | 0 | 22.7 ^a | 6.10 ^a | 138.6 ^a | 8.3 ^a | 2.42 ^a |
| | | 15 | ---- | ---- | ---- | 5.7 ^b | 2.28 ^{ab} |
| قطع آبیاری Defficit | | 0 | 20.4 ^a | 6.00 ^a | 125.6 ^a | 4.9 ^b | 2.23 ^b |
| | | 15 | ---- | ---- | ---- | 7.1 ^a | 2.34 ^{ab} |
| | 0 | | 20.38 ^b | 5.93 ^a | 122.9 ^b | 5.8 ^{bc} | 2.10 ^c |
| شاهد Normal | 15 | | 22.50 ^a | 6.15 ^a | 139.2 ^a | 9.8 ^a | 2.43 ^{ab} |
| | 30 | | 21.77 ^{ab} | 6.06 ^a | 134.2 ^{ab} | 5.3 ^{cd} | 2.50 ^a |
| | 0 | | ---- | ---- | ---- | 7.3 ^b | 2.23 ^{bc} |
| قطع آبیاری Defficit | 15 | | ---- | ---- | ---- | 6.6 ^{bc} | 2.28 ^{abc} |
| | 30 | | ---- | ---- | ---- | 4.0 ^d | 2.34 ^{ab} |

بحروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد هستند.

Means with similar letters in each column are not significantly different at 5% level of probability according to Duncans multiple range test.

Table 3. continued ادامه جدول ۳-۳

| آبیاری | کود دامی | سوپر جاذب | تعداد غلاف در ساقه اصلی | تعداد غلاف در گیاه | درصد روغن | عملکرد روغن | درصد پروتئین | عملکرد پروتئین |
|------------------------|------------------------------|--|-------------------------|---------------------|--------------------|----------------------------------|---------------------|--------------------------------------|
| Irrigation | Manure (t.ha ⁻¹) | Super absorbent (Kg.ha ⁻¹) | Pod per stem (N.o) | Pod per plant (N.o) | Oil Percent (%) | Oil yield (kg.ha ⁻¹) | Protein percent (%) | Protein yield (kg.ha ⁻¹) |
| معمولی Normal | 0 | 0 | 42.4 ^{cde} | 54.4 ^{cd} | 17.5 ^{bc} | 1541 ^a | 28.30 ^d | 1519 ^d |
| | | 15 | 33.0 ^f | 56.0 ^{cd} | 18.5 ^{ab} | 1054 ^d | 31.17 ^c | 1834 ^c |
| | 15 | 0 | 54.9 ^a | 88.1 ^b | 19.3 ^a | 1144 ^{cd} | 34.67 ^b | 2199 ^b |
| | | 15 | 41.7 ^{de} | 64.3 ^{bc} | 18.6 ^{ab} | 1315 ^{bc} | 31.53 ^c | 2214 ^b |
| قطع آبیاری Defficit | 30 | 0 | 49.9 ^{abc} | 62.9 ^{cd} | 19.4 ^a | 1419 ^{ab} | 37.97 ^a | 2779 ^a |
| | | 15 | 57.0 ^a | 117.1 ^a | 19.5 ^a | 1361 ^{ab} | 38.23 ^a | 2457 ^b |
| | 0 | 0 | 11.7 ^h | 43.3 ^d | 16.6 ^c | 451 ^g | 27.30 ^d | 748 ^e |
| | | 15 | 25.0 ^g | 57.7 ^{cd} | 16.6 ^c | 481 ^g | 27.33 ^d | 818 ^e |
| 15 | 0 | 11.7 ^h | 43.3 ^d | 17.4 ^{bc} | 551 ^{fg} | 28.57 ^d | 889 ^e | |
| | 15 | 51.7 ^{ab} | 63.3 ^{cd} | 18.6 ^{ab} | 673 ^{ef} | 31.27 ^c | 1577 ^{cd} | |
| | 30 | 0 | 34.7 ^{ef} | 51.7 ^d | 18.5 ^{ab} | 394 ^g | 31.27 ^c | 667 ^e |
| | | 15 | 45.0 ^{bcd} | 63.7 ^{cd} | 19.4 ^a | 812 ^e | 34.90 ^b | 1492 ^d |

بحروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد هستند.

Means with similar letters in each column are not significantly different at 5% level of probability according to Duncans multiple range test.

Table3. Continued

ادامه جدول ۳-۳

| آبیاری | کود دامی | سوپر جاذب | تعداد بذر در گیاه | وزن صد دانه | عملکرد دانه | عملکرد بیولوژیک | شاخص برداشت |
|------------------------|------------------------------|--|----------------------|----------------------|------------------------------------|---|---------------------|
| Irrigation | Manure (t.ha ⁻¹) | Super absorbent (Kg.ha ⁻¹) | Seed per plant (N.o) | 100 seed weight (gr) | Grain yield (kg.ha ⁻¹) | Biological yield (kg.ha ⁻¹) | Harvest index (%) |
| معمولی Normal | 0 | 0 | 131 ^{def} | 18.1 ^a | 5260 ^{de} | 22350 ^c | 24.7 ^{ab} |
| | | 15 | 102 ^f | 17.4 ^a | 5740 ^{cd} | 26375 ^{ab} | 24.2 ^{ab} |
| | 15 | 0 | 244 ^a | 17.0 ^a | 5953 ^{bcd} | 24250 ^{bc} | 24.6 ^{ab} |
| | | 15 | 162 ^{cd} | 18.7 ^a | 6890 ^{abc} | 24850 ^{bc} | 26.5 ^a |
| قطع آبیاری Defficit | 30 | 0 | 154 ^{cde} | 18.7 ^a | 7333 ^a | 29450 ^a | 23.3 ^{ab} |
| | | 15 | 216 ^{ab} | 18.5 ^a | 7013 ^{ab} | 26175 ^{ab} | 23.3 ^{ab} |
| | 0 | 0 | 65 ^g | 9.9 ^b | 2730 ^{gh} | 13010 ^e | 19.0 ^{bc} |
| | | 15 | 188 ^{bc} | 9.0 ^b | 2990 ^{fgh} | 12150 ^e | 24.6 ^{ab} |
| 15 | 0 | 164 ^{cd} | 9.3 ^b | 3160 ^{fgh} | 11810 ^e | 25.2 ^a | |
| | 15 | 205 ^b | 10.4 ^b | 3510 ^{fg} | 17650 ^d | 24.3 ^{ab} | |
| | 30 | 0 | 136 ^{def} | 9.3 ^b | 2130 ^h | 12300 ^e | 17.3 ^c |
| | | 15 | 124 ^{ef} | 10.8 ^b | 4230 ^{ef} | 13975 ^e | 20.4 ^{abc} |

بحروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد هستند.

Means with similar letters in each column are not significantly different at 5% level of probability according to Duncans multiple range test.

منابع

References

- آفاعلیخانی، م. و طهماسبی، ز. ۱۳۸۱. تأثیر تنش کم‌آبی بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم لوبیا قرمز. چکیده مقالات هفتمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، تهران، صفحه ۲۰.
- آلیاری، ه.، شکاری، ف. و شکاری، ف. ۱۳۷۹. دانه‌های روغنی (زراعت و فیزیولوژی). انتشارات عمیدی، تبریز. صفحه ۱۸۲.
- الهدادی، ا. ۱۳۸۱. بررسی تأثیر کاربرد هیدروژل‌های سوپرجاذب بر کاهش تنش خشکی در گیاهان. دومین دوره تخصصی و آموزشی کاربرد کشاورزی و صنعتی هیدروژل‌های سوپرجاذب. پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران. صفحه ۵۵.
- پوراسماعیل، پ. ۱۳۸۵. بررسی استفاده از پلیمر سوپرجاذب آب در افزایش عملکرد و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت در ارقام مختلف لوبیا قرمز تحت تنش خشکی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج.
- پورموسوی، س.م.، گلوی، م.، دانشیان، ج.، قنبری، ا. و بصیرانی، ن. ۱۳۸۶. بررسی تأثیر تنش خشکی و کود دامی بر محتوای رطوبت، میزان پایداری غشای سلول و محتوای کلروفیل برگ سویا. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱۴(۴): ۱۰.
- پورموسوی، س.م.، گلوی، م.، دانشیان، ج.، قنبری، ا.، بصیرانی، ن. و جنوبی، پ. ۱۳۸۸. تأثیر کود دامی بر عملکرد کمی و کیفی سویا در شرایط تنش خشکی. مجله علوم گیاهان زراعی ایران. ۴۰(۱): ۱۴۵-۱۳۳.
- خواجویی‌نژاد، غ.، کاظمی، ح.، آلیاری، ه.، جوانشیر، ع. و آروین، م. ۱۳۸۴. تأثیر 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): ۱۵۱-۱۳۷.
- دانشیان، ج.، نورمحمدی، ق. و جنوبی، پ. ۱۳۸۱. بررسی واکنش سویا به تنش خشکی و مقادیر مختلف فسفر. چکیده مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، موسسه تحقیقات و اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج، صفحه ۴۵.
- دانشیان، ج.، هادی، ح. و جنوبی، پ. ۱۳۸۸. ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی ژنوتیپ‌های سویا در شرایط تنش کم‌آبی. مجله علوم زراعی ایران. ۱۱: ۴۰۹-۳۹۳.
- راهنما، ا. ۱۳۸۲. بررسی اثر تنش خشکی در مراحل مختلف رشد و تأثیر آن بر عملکرد و کیفیت ذرت دانه‌ای. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.
- رحمانی، م. ۱۳۸۷. تأثیر سطوح مختلف تنش کم‌آبی و سوپرجاذب بر صفات کمی و کیفی گیاه دارویی خردل. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تاکستان.
- روشن، ب. ۱۳۸۱. تأثیر مصرف سوپرجاذب بر افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی. دومین دوره تخصصی، آموزشی کاربرد کشاورزی و صنعتی هیدروژل‌های سوپرجاذب، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران. صفحه ۶۰.
- طباطبایی، س.ع. و رنجبر، ق.ح. ۱۳۸۴. بررسی اثرات تنش خشکی و تاریخ کاشت بر عملکرد و کارایی مصرف آب ارزن نوتریفید. خلاصه مقالات اولین همایش اثر تنش‌های محیطی بر گیاهان. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان.
- عبدی‌پور، م.، رضائی، ع.، هوشمند، س.، و رئیسی، ف. ۱۳۸۹. اثر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم سویا. مجله علمی پژوهشی علوم کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز. ۱۳(۱): ۱۰-۱۳.
- کافی، م.، برزوئی، ا.، صالحی، م.، کمندی، ع.، معصومی، ع. و نباتی، ج. ۱۳۸۸. فیزیولوژی تنش‌های محیطی در گیاهان. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۵۰۲ صفحه.
- کریمی، ا. ۱۳۷۲. بررسی تأثیر ماده اصلاحی ایگیتا بر برخی خصوصیات فیزیکی خاک و رشد گیاه. پایان‌نامه

- کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران. ۱۴۲ صفحه.
- کوچکی، ع. و سرمدنیا، غ. ۱۳۸۶. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۴۰۰ صفحه.
- گنجی خرم‌دل، ن. ۱۳۸۱. تأثیر پلیمر سوپر جاذب بر خصوصیات فیزیکی خاک. دومین دوره تخصصی و آموزش کاربرد کشاورزی و صنعتی هیدروژل های سوپر جاذب، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران. ۶۶ صفحه.
- مظاهری، ا. ۱۳۹۰. بررسی کاربرد سطوح مختلف کود دامی و پلیمر سوپر جاذب بر روی خصوصیات کمی و کیفی سویا در شرایط تنش کم آبی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی ورامین.
- معصومی، ع.، کافی، م.، نظامی، ا. و حسینی، ح. ۱۳۸۴. اثرات تنش خشکی روی برخی خصوصیات مورفولوژیکی تعدادی از ژنوتیپ‌های نخود در شرایط گلخانه. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ۳۰(۲): ۲۸۹-۲۷۷.
- نجم، ا. ۱۳۸۸. بررسی تأثیر مدیریت تلفیقی کود نیتروژن و دامی بر خصوصیات کمی و کیفی سیب‌زمینی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رودهن. ۱۸۶ صفحه.
- نوذری، ر. ۱۳۹۰. بررسی کاربرد سطوح مختلف کود دامی و زئولیت بر روی خصوصیات کمی و کیفی سویا در شرایط تنش کم آبی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ورامین- پیشوا.
- Desclaux, D.T., Huynh, T., and Roumet, P. 2000.** Identification of soybean plants characteristics that indicate the timing of drought stress. *Crop Science* 40: 716-722 .
- Foroud, H., and Mundel, H. 1993.** Effect of level and timing of moisture stress on soybean yield protein and oil. *Field crops Research* 61: 195-209.
- Gupta, N.K., Gupta, S., and Kumar, A. 2001.** Effect of water stress on physiological attribute and their relationship with growth and yield of wheat cultivars and different stages *Crop Science* 116: 55-62 .
- Hunson, A.D., and Hitz, W. D. 1982.** Metabolic response of mesophytes to plant water deficits *Ann. Rev. Plant Physiology*. 33: 163 – 203.
- Kjeldahl, J. 1983.** Neue Methode zur Bestimmung des Stick Stoffs in Organischen Korpern, *ZAnal. Chem* 22: 366 -382.
- Kokubun, M., Shimada, S. Takahashi, M. 2001.** Flower abortion caused by pre anthesis water deficit is not attributed to impairment of pollen in soybean. *Crop Science* 41: 1517-1521.
- Levitt, J. 1980.** Response of Plants to Environmental Stress: Water, Radiation, Salt, and other Stresses. Academic Press, New York, USA.
- Morgan, J.M. 1977.** Changes in diffusive conductance and water potential of wheat plants before and after anthesis. *Australian Journal of Plant Physiology* 4:75-86.
- Muchow, R.C., Sinclair, T.R., and Hammond L.C., 1986.** Response of leaf growth, leaf nitrogen, and stomatal conductance to water deficits during vegetative growth of field-grown soybean. *Crop Science* 26: 1190-1195.
- Prado, F. Boero, E.C. Callardo, M., and Gonzale, Y.A. 2000.** Effects of NaCl and germination growth and soluble sugar content in chenopodium quinoa. *Wild Seeds. Bot. Ball. Acid . Sin.* 41: 22-34.
- Pook pakdi, A., Thiravirojana, K. Saeradee, I., and Chaikaew, S. 1990.** Response of new soybean accessions to water stress during reproductive phase. *Kasetsart Journal of Natural Science* 24 (3): 378 – 387.
- Ramseur, E.L., Quinsberry, V.L., Wallace, S.V., and Palmer, J.H. 1984 .** yield and yield components of braxton soybean as influenced by irrigation and intrarow spacing. *Agron.j* 76: 442-446.
- Saini, H.S., and Westgate, M.E. 2000.** Reoroductive development in grain crops during drought. *Advances in Agronomy* 68: 59-95.
- Saleem, M. 2003.** Response of durum and bread wheat genotypes to drought stress. *Biomass and yield components, Asian Journal of Plant Science.* 2(3): 210-213.
- Siddique, K.H. Walton, M.G.H., and Seymour, M. 1993.** A comparison of seed yields of winter grain legumes in western Australia. *Australian Journal of Express Agriculture* 33: 915-922.
- Specht, S., and Harvy, J. 2000.** Use of hydrogels to reduce leaf loss and haster root establishment . *Field Crops res* 42:1-13.
- Soxhlet, F. 1879.** Die Gewichts Analytische Bestimmung des Milchfettes, *Polytechnisches. J(dinglers)* :232 - 461.

Vieira, R. D., Tekrony, D.M., and Egli, D.B. 1992. Effect of drought and defoliation stress in the field on soybean seed germination and vigor, *Crop Science*. 32: 471- 475 .