

ارزیابی اثر تنش خشکی و محلول پاشی متانول بر مقدار پروتئین و روغن دانه، سرعت و دوره پر شدن دانه سویا (L17)

مجتبی میرآخوری^۱، فرزاد پاک‌نژاد^۲، محمد رضا اردکانی^۳، علیرضا پازکی^۴، پریسا ناظری^۱،
محمد اسماعیل پور جهرمی^۵

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت و عضو باشگاه پژوهشگران جوان. دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج؛
۲. استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج؛
۳. دانشیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج؛
۴. استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر ری؛
۵. دانشجوی دکتری زراعت پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران، و عضو هیئت علمی مجتمع آموزش عالی جهرم.

تاریخ دریافت: ۸۸/۳/۳؛ تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۲/۱۵

چکیده

به منظور بررسی اثر خشکی و متانول بر عملکرد دانه و مقدار پروتئین و روغن دانه، سرعت، مدت و روند پر شدن دانه در سویا، آزمایشی بصورت فاکتوریل و در قالب طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی در ۳ تکرار در سال زراعی ۱۳۸۷ در مزرعه پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی کرج اجرا شد. فاکتور اول ۶ سطح که یک تیمار شاهد (M0 بدون مصرف متانول) و تیمارهای M1، M2، M3، M4، M5 به ترتیب محلولهای ۳۵، ۲۸، ۲۱، ۱۴، ۷ درصد حجمی و با ۳ بار در فصل رشد با فواصل ۱۲ روز یکبار بر روی قسمتهایی هوایی بوته های سویا محلول پاشی شدند. تنش کم آبی در ۲ سطح ۷۰٪ و ۴۰٪ تخلیه رطوبت قابل دسترس اعمال گردید. صفاتی نظیر عملکرد دانه، وزن هزار دانه، درصد روغن و پروتئین دانه و روند پر شدن مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که بین اثر رژیمهای مختلف آبیاری بر، وزن هزار دانه، و عملکرد پروتئین در سطح احتمال ۵٪ و بر عملکرد دانه، عملکرد روغن و درصد روغن و پروتئین تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۱٪ وجود دارد. همچنین نتایج نشان داد که بین اثر محلول های مختلف بر عملکرد دانه، وزن هزار دانه، درصد و عملکرد پروتئین دانه و مدت پر شدن دانه تفاوت معنی داری در سطح ۵٪ وجود دارد. مقایسه میانگین خصوصیات مورد بررسی نشان داد که سطوح M2، M3، بیشترین مقادیر این صفات را به دست دادند. نتایج همبستگی نشان داد که عملکرد دانه با درصد روغن و عملکرد پروتئین و روغن و وزن هزار دانه همبستگی مثبت و با سرعت پر شدن دانه همبستگی منفی دارد. اثر متقابل متانول و رژیم آبیاری معنی دار نشد.

واژه‌های کلیدی: تنش، متانول، پر شدن دانه، سرعت و مدت پر شدن دانه، پروتئین، روغن.

مقدمه

و ایجاد تنش خشکی برای گیاهان وجود دارد، این امر باعث کاهش کلیه صفات کیفی و کمی محصول می شود (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۷۷). جانسون و همکاران (۱۹۹۵) نیز گزارش کرده‌اند که تنش خشکی، یکی از مهم‌ترین فاکتورهایی است که می‌تواند به طور موثری بر عملکرد دانه اثر گذاشته و آن را کاهش دهد.

در زمینه افزایش مقدار روغن دانه و همچنین همبستگی آن با دیگر صفات در سویا، برتون و بریم

سویا (*Glycin Max*) در حدود ۴۰ درصد پروتئین و ۲۰ درصد روغن و تقریباً ۴۰ درصد فراورده‌های پروتئینی و ۳۰ درصد روغن نباتی دنیا را تولید می‌کند. طبق آمار منتشره از سوی فائو در سال ۱۹۹۶ میلادی، از حدود ۶۲/۵ میلیون هکتار سطح زیر کشت سویا در جهان، ۱۳۰ میلیون تن دانه تولید شده است (فائو، ۱۹۹۶).

ایران کشوری است که دارای آب و هوای گرم و خشک بوده و در سال‌هایی که احتمال کمبود بارندگی

(۱۹۸۱) توانستند با انتخاب دوره ای مقدار روغن را با افزایش سالیانه ۰/۳۵ از ۱۸/۸ به ۱۹/۹ درصد برسانند. اکثر پژوهشگران وجود همبستگی منفی بین درصد روغن و پروتئین دانه را گزارش نموده اند (پاکنژاد و همکاران، ۱۳۸۶؛ داوئی، ۱۹۸۹؛ حافظ و همکاران، ۱۹۸۳). وزن دانه یکی از اجزای مهم عملکرد سویا است و بوسیله سرعت و مدت پرشدن دانه تعیین می‌شود و اثرات آن بر عملکرد و سایر صفات فیزیولوژیکی توسط محققان متعددی مورد آزمون قرار گرفته است. سرعت پرشدن به مقدار زیادی بوسیله ژنوتیپ کنترل می‌شود، ولی مدت پرشدن تحت تاثیر محیط است (پاکنژاد و همکاران، ۱۳۸۶).

اثر تنش رطوبت بر روی گیاهان بسته به این که در کدام مرحله از رشد رخ دهد متفاوت است. تنش اول فصل زمان گرده‌افشانی و رسیدگی فیزیولوژیک را به تاخیر انداخته، ولی تنش در مراحل گلدهی و دانه‌بندی دوره پر شدن را ۱۰ تا ۱۱ روز کوتاه‌تر می‌کند (سانگ و همکاران، ۱۹۹۶). خشکی در طی مرحله پر شدن دانه به ویژه اگر با گرما همراه باشد می‌تواند موجب تسریع پیری، کاهش دوره پر شدن دانه و کاهش وزن دانه شود (پاکنژاد و همکاران، ۱۳۸۶). نتایج آزمایش شریفی (۱۳۷۶) نیز نشان داد که اعمال تنش رطوبت در مرحله پر شدن دانه سبب کاهش طول دوره گرده افشانی تا رسیدگی، تعداد سنبله، وزن هزاردانه و عملکرد دانه در گندم می‌شود.

روند پر شدن دانه بوسیله یک منحنی سیگموئیدی توجیه می‌شود و در این منحنی سه مرحله رشد بطئی، رشد خطی و رسیدگی فیزیولوژیک قابل تمایز است (دای و همکاران، ۱۹۷۹). برخی محققان بر این باورند که یکی از عوامل رشد و نمو در گیاهان، میزان آب مصرفی است و وجود آن برای ادامه رشد گیاهان ضرورت دارد، ولی زیاد و کمبود آن در هر مرحله از رشد ممکن است برای گیاهان زیان آور باشد. گیاهان در مرحله زایشی رشد حساسیت ویژه‌ای به کمبود آب دارند (شریفی، ۱۳۷۶).

استفاده از تنظیم کننده‌های رشد جهت بهبود رشد گیاهان زراعی و افزایش تولید آنها محققین زیادی را به سمت خود جلب کرده است. در این بین محلول پاشی متانول یکی از راه‌هایی است که باعث افزایش

تثبیت CO₂ در گیاهان زراعی در واحد سطح می‌شود. در سال‌های اخیر افزایش عملکرد گیاهان زراعی سه کربنه مورد توجه محققین قرار گرفته و تحقیقات زیادی در این باره انجام شده است. تحقیقات سال-های اخیر نشان داده است که رشد و عملکرد گیاهان C₃ با محلول پاشی متانول افزایش پیدا می‌کند و متانول به عنوان یک منبع کربن برای این گیاهان محسوب می‌شود (نانومورا و بنسون، ۱۹۹۷؛ فال و بنسون، ۱۹۹۶). در گیاهان C₄ به علت متفاوت بودن ساختار درونی برگ و غنی‌سازی CO₂ در سلول مزوفیل، افزایش CO₂ از طریق محلول پاشی متانول اثر زیادی در عملکرد نداشته است. بطور کلی نقش عمده‌ایی که این مواد دارند، جلوگیری از کاهش اثر تنش‌های القا شده به گیاهان زراعی در انجام تنفس نوری آن‌ها است (رامبرگ و همکاران، ۲۰۰۲؛ داوئی و همکاران، ۲۰۰۴). عمده ترین منبع تولید متانول در گیاهان، دمتیلاسیون پکتین سلولی آنهاست. این ترکیب آلی فرار از طریق روزنه‌های برگ‌ها خارج می‌شود (نمک-مارشال، ۱۹۹۵؛ گالبالی و کریستین، ۲۰۰۲؛ آرتور و همکاران، ۱۹۴۵) و بطور قطع می‌توان گفت که بافت‌های گیاهی متانول را متابولیزه می‌کنند. متانول دارای کربن نشاندار ۱۴ پس از محلول پاشی روی گیاهان سریعا وارد بافت‌های آنها شده و کربن مذکور پس از تاثیر گذاشتن بر متابولسیم گیاه، در ساختار سرین یافت می‌شود (گوت و همکاران، ۲۰۰۰). برخی از محلول پاشی متانول توسط صفرزاده ویشگاهی و همکاران (۱۳۸۶) بر روی بادام زمینی نشان داد محلول پاشی ۲۰٪ حجمی متانول سبب افزایش سرعت رشد غلاف، افزایش عملکرد غلاف و دانه، افزایش وزن ۱۰۰ دانه، افزایش تعداد غلاف رسیده و مقدار پروتئین در دانه‌ی بادام زمینی شده است. همچنین محلول پاشی متانول سبب افزایش ۱۶ تا ۲۲٪ عملکرد در سویا می‌شود که علت این افزایش عملکرد، افزایش ظرفیت فتوسنتزی گیاه در مرحله‌ی رشد زایشی با افزایش مقدار CO₂ است (نانومورا و بنسون، ۱۹۹۷). نتایج تحقیقات جانسون و همکاران (۱۹۹۵) روی سویا نشان داده است که تیمار متانول نسبت به دیگر مواد غذایی اضافه شده اثر بسیار مفیدتری دارد. طبق گزارشات آندرس و

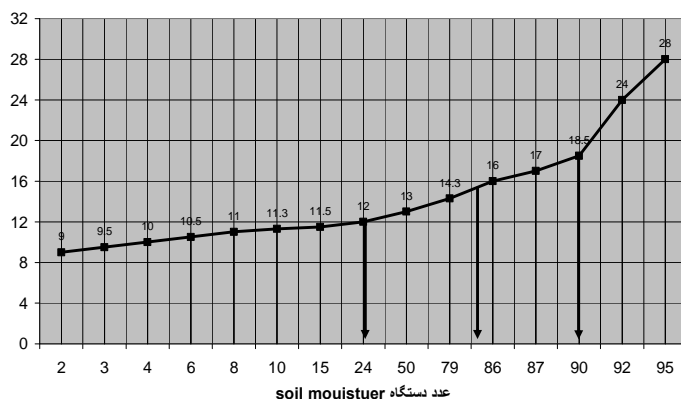
کرتی اجرا و تمامی تیمارها تا ظهور پنجمین و ششمین برگ به طور کامل آبیاری شدند.

تهیه زمین شامل شخم اصلی، دو دیسک عمود بر هم و لولر بودند. پس از آماده نمودن زمین بر اساس نتایج تجزیه خاک (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر) مقدار ۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تیرپیل و ۶۰ کیلوگرم کود اوره در یک مرحله و در زمان قبل از کاشت مصرف شد. بذره‌های سویا ضد عفونی شده، در تاریخ ۸۷/۲/۱۴ بطور دستی در عمق ۵ سانتی‌متری کشت شدند. در هر محل کاشت ۳-۲ بذر قرار داده شد و پس از سبز شدن بذر در مرحله‌ی سه برگی، گیاهان بر اساس تراکم ۱۵-۲۰ بوته در متر مربع تنک شدند. کلیه کرت‌ها در ۴ و ۳ مهر ماه ۱۳۸۷ برداشت شدند. به منظور بررسی روند رشد دانه جمعاً ۷ بار نمونه‌برداری به فاصله ۴ روز از یکدیگر از خطوط ۲ و ۳ هر کرت به عمل آمد. در هر بار نمونه برداری یک بوته از هر کرت برداشت شد و سپس تمام غلاف‌ها از بوته جدا شده و پس از خشک شدن دانه‌ها از آن جدا شدند. دانه‌ها جهت تعیین وزن دانه شمارش و توزین گردیدند. آغاز نمونه برداری‌ها مرحله آغاز رشد غلاف‌ها (R5) بود. بدین ترتیب سعی شد که تمام نمونه برداری‌ها از مرحله رشد خطی دانه انجام شود و نمونه برداری‌هایی که در قسمت رشد خطی پر شدن دانه نبود حذف شدند. سپس معادله رگرسیون خطی وزن دانه‌ها نسبت به زمان برازش گردید و شیب خط رگرسیون (b) بعنوان معیار سرعت پرشدن دانه در نظر گرفته شد. طول دوره پرشدن دانه‌ها از تقسیم وزن نهایی دانه ساقه اصلی در زمان رسیدگی بر سرعت پرشدن دانه محاسبه شد. ارزیابی عملکرد دانه و وزن هزار دانه در سطحی معادل سه متر مربع انجام شد. استخراج روغن توسط دستگاه سوکسله و مقدار پروتئین به روش کجلدل انجام پذیرفت (لارنس و جیبونس، ۱۹۷۶). تجزیه واریانس و محاسبات آماری صفات مورد مطالعه با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد. مقایسه میانگین تیمارها از نظر صفات مورد بررسی به روش LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. برای رسم شکل از نرم افزار Excel استفاده شد.

همکاران (۱۹۹۰) محلول پاشی متانول سبب افزایش آنزیم FBpase که از آنزیم‌های مهم کنترل کننده‌ی فتوسنتز است، می‌شود. در نتیجه این تحقیق با هدف بررسی واکنش عملکرد دانه و مقدار پروتئین و روغن دانه، سرعت و دوره پر شدن و روند رشد دانه سویا به تنش خشکی و محلول پاشی متانول به مرحله اجرا در آمد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه جهت بررسی اثر محلول پاشی متانول و تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا (رقم L17) در سال زراعی ۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی کرج (کرج، ماهدشت) به مرحله اجرا در آمد. برای انجام این تحقیق از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار استفاده شد. فاکتور اول در ۶ سطح که شامل یک تیمار شاهد (M0) بدون مصرف متانول و پنج تیمار محلول پاشی متانول بود که در آنها به ترتیب محلول‌های ۷، ۱۴، ۲۱، ۲۸ و ۳۵ درصد حجمی استفاده شد. فاکتور دوم تنش کم آبی در دو سطح آبیاری پس از تخلیه ۷۰ و ۴۰ درصد رطوبت قابل دسترس بود. به هر یک از محلول‌های متانول مقدار ۲ گرم در لیتر گلیسین اضافه شد. محلول پاشی بوته‌های سویا با محلول‌های متانول، سه بار در طی فصل رشد و به فاصله ۱۲ روز نسبت به یکدیگر انجام گرفت. اولین محلول پاشی در ۲۵ تیرماه، ۶۰ روز پس از کاشت، و محلول پاشی‌های دیگر در ۷۵ و ۹۰ روز پس از کاشت انجام شدند. نحوه‌ی محلول پاشی به این صورت بود که بر روی تمام بوته سویا قطرات محلول جاری شد، به طوری که تمام اندام‌های هوایی خیس شدند و سعی شد تا نازل سم-پاش در ارتفاع ۴۰ سانتی‌متری بالای بوته‌ها قرار داده شود. محلول پاشی در ساعت ۲۰-۱۶ در روزهای تعیین شده انجام شد. جهت اعمال فاکتور دوم یعنی تنش کم آبی از بلوک گچی که قبلاً با توجه به منحنی کالیبراسیون بلوک‌های گچی (شکل ۱) توسط پاک نژاد و همکاران (۱۳۸۶) مورد آزمون واسنجی قرار گرفته بود، استفاده شد. در زمان قرائت اعداد ۹۰-۵۰ که توسط دستگاه Soil Moisture نشان داده شد، اقدام به آبیاری تیمارهای مربوطه گردید. آبیاری به روش



شکل ۱. منحنی رطوبتی خاک و تغییرات هدایت الکتریکی بلوک‌های گچی (پاک نژاد و همکاران، ۱۳۸۶)

نتایج و بحث

(۲۰۰۲) مطابقت دارد که در طی تحقیق خود گزارش کردند که تنش خشکی یکی از مهم‌ترین فاکتورهایی است که می‌تواند به طور موثری بر پروتئین دانه اثر گذاشته و آن را کاهش دهد.

بیشترین درصد روغن مربوط به تیمار T1 (۴۰٪ تخلیه رطوبتی) بود و تیمار T2 (۷۰٪ تخلیه رطوبتی) کمترین درصد روغن را دارا بود. اکثر پژوهشگران وجود همبستگی منفی بین درصد روغن و پروتئین دانه را گزارش نموده‌اند (لارنس و جیبونس، ۱۹۷۶؛ حافظ و همکاران، ۱۹۸۳؛ جانسون و همکاران، ۲۰۰۲). بیشترین عملکرد پروتئین و روغن دانه مربوط به تیمار T1 (۴۰٪ تخلیه رطوبتی) بود. با افزایش سطح تنش خشکی، عملکرد پروتئین و روغن دانه به ترتیب به میزان ۹/۷٪ و ۳۱/۷٪ کاهش پیدا کردند. دانشیان و همکاران (۱۳۸۱) گزارش نمودند که بر اثر تنش خشکی در سویا عملکرد دانه کاهش یافت که ناشی از کاهش تعداد دانه در گیاه و وزن هزاردانه بود. آنها هم چنین دریافتند که مقدار روغن دانه با تشدید تنش افزایش و مقدار پروتئین دانه کاهش یافت، اما در نهایت به علت کاهش عملکرد، تنش تاثیر منفی در عملکرد روغن و پروتئین دانه داشت. البته کیفیت دانه سویا تحت تاثیر عوامل مختلف دیگری نیز قرار می‌گیرد (شریفی ۱۳۷۶؛ دانشیان و همکاران، ۱۳۸۱).

در حالی که سرعت و دوره پر شدن دانه تحت تاثیر تنش خشکی قرار نگرفت اما تیمار T2 دارای کمترین مدت و بیشترین سرعت پر شدن دانه بود. افزایش سرعت رشد دانه در این تیمار احتمالاً به دلیل

نتایج تجزیه واریانس اثر تنش خشکی بر صفات مورد بررسی (جدول ۱) نشان داد که عملکرد دانه، درصد پروتئین و روغن، و عملکرد روغن در سطح احتمال ۱٪ و وزن هزار دانه و عملکرد پروتئین در سطح احتمال ۵٪ تغییرات معنی‌داری داشتند، در صورتی که آبیاری بر سرعت رشد دانه^۱ و دوره موثر پر شدن دانه^۲ اثر معنی‌داری نداشت. طبق نتایج بدست آمده از جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲)، بیشترین عملکرد مربوط به تیمار T1 (آبیاری در ۴۰٪ تخلیه رطوبتی) بود و تیمار T2 (آبیاری در ۷۰٪ تخلیه رطوبتی) کمترین مقدار عملکرد دانه را داشت، به نحوی که تیمار T1 نسبت به تیمار T2 ۱۶/۴٪ افزایش عملکرد از خود نشان داد. این نتایج با نتایج دانشیان و همکاران (۱۳۸۱) مطابقت دارد که در مطالعات خود اعلام نمودند با افزایش شدت تنش مقدار عملکرد سویا کاهش پیدا می‌کند، اما عامل اصلی در کاهش عملکرد در شرایط تنش، کاهش مقدار دانه در غلاف به علت ریزش گل به هنگام گلدهی است. به نظر می‌رسد تنش خشکی ضعیف در مرحله رویشی دانه سویا را تحت تاثیر قرار نمی‌دهد (زارع و همکاران، ۱۳۸۳). نتایج بدست آمده از میانگین درصد پروتئین نشان داد که بیشترین و کمترین درصد پروتئین به ترتیب مربوط به تیمار T1 با ۳۶/۹ درصد و تیمار T2 با میانگین ۳۴/۷ درصد بود (جدول ۲). نتایج بدست آمده با نتایج جانسون و همکاران

1. grain growth rate
2. effective filling duration

شدن دانه امکان‌پذیر است (پاکنژاد و همکاران، ۱۳۸۶). پاکنژاد و همکاران (۱۳۸۶) نیز اعلام نمودند که تنش خشکی باعث کاهش دوره پر شدن دانه، عملکرد دانه، وزن هزار دانه و باعث افزایش سرعت پر شدن دانه در گندم می‌شود.

تاثیر محلول پاشی متانول بر سرعت و دوره پر شدن دانه، درصد و عملکرد پروتئین و روغن دانه: نتایج تجزیه واریانس اثر محلول پاشی متانول بر صفات مورد بررسی (جدول ۱) نشان داد که عملکرد دانه، درصد پروتئین، دوره موثر پر شدن دانه^۱ و وزن هزار دانه در سطح احتمال ۵٪ و عملکرد پروتئین و عملکرد روغن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری داشتند، در صورتی که محلول پاشی متانول بر سرعت رشد دانه^۲ و درصد روغن اثر معنی‌داری نداشت.

نتایج بدست آمده نشان داد که تیمارهای ۲۱ و ۱۴ درصد حجمی متانول به ترتیب با میانگین ۱۶۲۳ و ۱۸۱۱ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین مقدار عملکرد دانه بودند و اختلاف معنی‌داری با عملکرد تیمار شاهد و سایر تیمارها داشتند (جدول ۲). کاربرد متانول در تیمارهای ۱۴ و ۲۱ درصد حجمی به ترتیب موجب ۱۳/۰۲ و ۲۶/۱۱ درصد افزایش عملکرد نسبت به تیمار شاهد شد. افزایش مقدار عملکرد دانه ناشی از افزایش وزن هزار دانه، ارتفاع، بیوماس، تعداد شاخه فرعی و تعداد غلاف در بوته می‌باشد (نتایج نشان داده نشده است). نکته قابل توجه این است که با افزایش مقدار متانول از ۲۸ تا ۳۵ درصد حجمی، عملکرد دانه کاهش پیدا کرد بطوری که عملکرد آنها حتی از شاهد هم کمتر بود که احتمالاً به دلیل کاهش تعداد غلاف پر، ارتفاع و دیگر صفات بوده است. علاوه بر آن بین تیمارهای ۷، ۲۸ و ۳۵ درصد حجمی متانول تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. این نتایج با نتایج صفرزاده ویشگاهی و همکاران (۱۳۸۶) که اعلام نمودند محلول پاشی متانول موجب افزایش ۲۰ تا ۳۰ درصدی عملکرد دانه با دام زمینی می‌شود، مطابقت دارد. لای و همکاران (۱۹۹۵) نیز اعلام کردند که عملکرد دانه، وزن دانه‌ها و تعداد غلاف در بوته‌هایی از سویا که با متانول تیمار شده بودند، بطور معنی‌داری در مقایسه

شرایط فرار از خشکی گیاهان در تکمیل چرخه زندگی و پر کردن دانه‌ها می‌باشد. تیمار T1 که بیشترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داد، دارای کمترین سرعت رشد دانه و بیشترین دوره موثر پر شدن دانه بود (جدول ۲). به نظر می‌رسد دوره طولانی پر شدن دانه موجب افزایش حداکثر وزن دانه و وزن هزاردانه شده است و به همین دلیل این تیمار بیشترین مقدار وزن هزار دانه، و دوره پر شدن دانه را دارا می‌باشد و این نشان دهنده اهمیت دوره پر شدن دانه در عملکرد دانه است. میزان محصولات سویا شدیداً تحت تاثیر کمبود رطوبت در زمان پر شدن غلاف‌ها (تشکیل دانه) قرار می‌گیرد (دانشیان و همکاران، ۱۳۸۱). تحت شرایط تنش در مراحل گل‌دهی و پر شدن غلاف، اکثر صفات اجزاء عملکرد کاهش می‌یابند که بیشترین خسارت وارده به عملکرد دانه ناشی از ریزش گل‌ها بوده و پس از آن کاهش وزن صدانه بر اثر تنش در مرحله پر شدن غلاف، قابل ملاحظه بود. پترسون و همکاران (۱۹۷۹)، به نقل از پاکنژاد، (۱۳۸۶) اظهار داشتند که اگر قبل از مرحله شروع پر شدن دانه‌ها تنش خشکی مرتفع گردد، دانه‌های باقی مانده بر اثر فتوسنتز بازیابی شده و ادامه رشد، به نمو خود ادامه داده و اندازه مناسب خود را به دست می‌آورند.

طبق گزارشات FAO حساس‌ترین مرحله رشدی سویا در مقابل کم‌آبی اواخر گل‌دهی و اوایل غلاف‌دهی است و اگر در مناطقی فقط به یک آبیاری تکمیلی نیاز باشد بهتر خواهد بود که در همین زمان صورت پذیرد. بررسی‌ها در شرایط آب و هوایی مختلف و همچنین گندم‌های بهاره تحت شرایط تنش خشکی نشان می‌دهد که سرعت پر شدن دانه به طور مثبت با وزن نهایی دانه مرتبط بوده و به طور غیر مستقیم از طریق افزایش وزن دانه سبب افزایش عملکرد در واحد سطح می‌شود و گزینش برای سرعت پر شدن دانه بالا از طریق گزینش برای وزن دانه بیشتر امکان‌پذیر است (حافظ و همکاران، ۱۹۸۳؛ پاکنژاد و همکاران، ۱۳۸۶). همچنین در محیط‌هایی که فصل رویش به خاطر تنش‌های شدید کوتاه شده است، با توجه به عدم همبستگی ژنتیکی سرعت پر شدن دانه با طول دوره پر شدن دانه، دستیابی به عملکرد بالا از طریق افزایش سرعت پر شدن دانه و کاهش طول دوره پر

1. Effective filling duration
2. Grain growth rate

داشت. محققین دیگر نیز به نتایج مشابهی دست یافتند (نانومورا و بنسون، ۱۹۹۷، زیبک و همکاران، ۲۰۰۳؛ رامیرز و همکاران، ۲۰۰۶).

با شاهد افزایش یافت. طی بررسی‌های این محققین مشخص شد که محلول پاشی متانول ۲۵ درصد حجمی بیشترین اثر را بر رشد و افزایش عملکرد سویا

جدول ۱. تجزیه واریانس اثر تنش خشکی و متانول بر عملکرد دانه، سرعت و دوره پر شدن دانه، درصد و عملکرد پروتئین و روغن دانه

میانگین مرهمات									
منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	درصد پروتئین	درصد روغن	عملکرد پروتئین	عملکرد روغن	سرعت پر شدن دانه	مدت پر شدن دانه
تکرار	۲	۵۲/۳ ^{BS}	۳۶.۲۲ ^{BS}	۰/۸۹ ^{BS}	۸/۵۵ ^{BS}	۵۳۶/۸ ^{BS}	۱۶۱.۰ ^{BS}	۰/۱ ^{BS}	۲۷۸/۴ ^{BS}
تنش رطوبت	۱	۴۸۷/۸ [*]	۵۰.۳۸۶۳ ^{**}	۴۰/۰۹ ^{**}	۶۶/۱۵ ^{**}	۳۳۹/۱۶ [*]	۷۵۹۶۳ ^{**}	۰/۱۶ ^{BS}	۰/۱ ^{BS}
متانول	۵	۲۸۵/۶ [*]	۱۵۵/۴۶۶ [*]	۴۴/۷ [*]	۰/۷۳ ^{BS}	۲۶۵/۱۷/۱ ^{**}	۷۸۶۷/۰۷ ^{**}	۰/۰۵ ^{BS}	۲۲۰/۳ [*]
تنش*متانول	۵	۱۵۳/۸ ^{BS}	۳۵۲۶۵/۳ ^{BS}	۶۴۰/۳ ^{BS}	۰/۷۴ ^{BS}	۲۹۸۳/۴ ^{BS}	۲۰۰/۱۶ ^{BS}	۰/۰۴ ^{BS}	۲۰۸ ^{BS}
خطا	۲۲	۷۶/۸	۳۷۷۶۷/۱	۱/۶۶	۲/۷۷	۴۳۲۲/۵	۱۸۶۷	۰/۰۴	۹۶/۶
ضرب تغییرات	-	۷/۸	۱۸۳	۳/۶	۷/۷۴	۱۱/۸	۱۳/۸	۱۲/۹	۱۴/۳

BS، و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح ۵٪ و ۱٪.

جدول ۲. مقایسه میانگین اثر تنش خشکی و متانول بر عملکرد دانه، سرعت و دوره پر شدن دانه، درصد و عملکرد پروتئین و روغن دانه

منابع تغییرات	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	وزن هزار دانه (گرم)	پروتئین (%)	روغن (%)	عملکرد پروتئین (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)	سرعت پر شدن دانه (میلی گرم در روز)	مدت پر شدن دانه (روز)
نرمال	۱۶۷۵/۵۹ a	۱۱۵/۴۵ a	۹/۳۶ a	۲/۷۸ a	۵۸۲/۷ a	۳۸۷/۰۷ a	۱/۵۸ a	۶/۸۸۱ a
تنش	۱۳۳۸/۸۸ b	۱۰۸/۱۳ b	۳۲/۷ b	۲/۱۵ b	۵۳۱/۲ b	۲۹۰/۲ b	۱/۷۲ a	۶/۷۷۷ a
شاهد	۱۴۲۶ bc	۱۱۰/۳۵ b	۳۵/۱۲ bc	۲/۱۰۱ a	۵۰۴/۹ cd	۳۰۱/۹ cd	۱/۶۷ a	۶/۶۱ ab
۷٪ حجمی	۱۶۰۹ ab	۱۱۴/۳۵ ab	۳۴/۸۳ c	۲/۲۰۵ a	۵۵۸/۹ bc	۳۵۹/۵ abc	۱/۶۵ a	۷/۰۶۳ ab
۱۴٪ حجمی	۱۶۲۳/۹ ab	۱۰۶/۶۵ b	۳۶/۳۵ abc	۲/۱۷ a	۵۸۸/۱ ab	۳۵۴ ab	۱/۴۹ a	۷/۱۷ ab
۲۱٪ حجمی	۱۸۱۱ a	۱۲۴/۵ a	۳۶/۹۷ a	۲/۱۳۸ a	۶۶۵ a	۳۸۹/۳ a	۱/۶۲ a	۷/۸۳۳ a
۲۸٪ حجمی	۱۵۱۷/۱ bc	۱۰۸/۷ b	۳۶/۴۸ ab	۲/۱۳۶ a	۵۴۹/۹ bcd	۳۲۴/۴ bcd	۱/۷۷ a	۶/۷۰۷ ab
۲۵٪ حجمی	۱۳۵۲/۱ c	۱۰۶/۳ b	۳۵/۳۲ bc	۲/۱۵۱ a	۴۷۵ d	۹۲/۹ d	۱/۷۱ a	۶/۳۱ ab
حداقل اختلاف معنی دار	۲۳/۱۶	۱۰/۴۹	۱/۵۴	۱/۹	۷۸	۵۱/۷	۰/۳۵	۱/۱۷

۱۴٪ حجمی متانول دارای کمترین سرعت پرشدن و تیمار ۲۸٪ حجمی متانول دارای بیشترین سرعت پر شدن دانه بودند. افزایش سرعت رشد دانه در این تیمار احتمالاً به دلیل فرار از شرایط نامساعد گیاهان در تکمیل چرخه زندگی و پر کردن دانه‌ها می‌باشد. تیمارهای ۱۴٪ و ۲۱٪ حجمی متانول که بیشترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند دارای کمترین سرعت رشد دانه و بیشترین دوره موثر پر شدن دانه بودند. به نظر می‌رسد دوره طولانی پر شدن دانه موجب افزایش وزن هزاردانه شده است و این تیمار به همین دلیل بیشترین مقادیر وزن هزار دانه، و دوره پر شدن دانه را دارا می‌باشد و این نشان دهنده اهمیت دوره پر شدن دانه بر عملکرد دانه است. نتایج بدست آمده با نتایج صفرزاده ویشگاهی و همکاران (۱۳۸۶) که در طی آزمایش خود اعلام نمود که محلول پاشی متانول باعث کاهش دوره موثر پر شدن غلافها بادام زمینی می‌شود، مطابقت دارد.

تأثیر تنش خشکی و محلول پاشی متانول بر روند رشد دانه سویا: روند پرشدن دانه بوسیله یک منحنی سیگموئیدی توجیه می‌شود و در این منحنی سه مرحله رشد بطئی، رشد خطی و رسیدگی فیزیولوژیک قابل تمایز است (دای و همکاران، ۱۹۷۹). در مرحله رشد بطئی، اگرچه فقط ۵ درصد وزن دانه تشکیل می‌شود، ولی نقش کلیدی در وزن نهایی دانه دارد. هر عاملی از جمله انواع تنش‌های محیطی که این دوره را کوتاهتر کند، موجب کاهش تعداد سلول‌های آندوسپرم و در نتیجه موجب کاهش وزن دانه می‌شود (دای و همکاران، ۱۹۷۹). مرحله دوم از رشد دانه، مرحله رشد خطی است که از حدود ۱۱ تا ۱۴ روز پس از گرده‌افشانی شروع می‌شود (گواری و همکاران، ۱۹۷۰). مرحله سوم، مرحله رسیدگی فیزیولوژیک است که ۵ درصد در وزن نهایی دانه نقش دارد، ولی از جنبه‌های مختلف بر وزن دانه و کیفیت آن مؤثر است. مهمترین فرآیند این دوره کاهش سریع رطوبت دانه است که سبب کاهش شدید تنفس می‌شود. در این مرحله تاثیر سایر تنش‌های محیطی نیز کمتر می‌شود (پاکنژاد و همکاران، ۱۳۸۶). در این مطالعه روند تغییرات وزن دانه سویا بر اساس تاثیر محلول

بیشترین وزن هزار دانه مربوط به تیمار ۲۱٪ حجمی متانول بود و سایر تیمارها از نظر آماری با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۲). این نتایج بدست آمده با نتایج صفرزاده ویشگاهی و همکاران (۱۳۸۶)، مادیان و همکاران (۲۰۰۶) و همینگ و همکاران (۱۹۹۵) مطابقت دارد. نتایج بدست آمده از جدول مقایسه میانگین درصد پروتئین نشان داد که بیشترین درصد پروتئین مربوط به تیمار ۲۱٪ حجمی متانول بوده و تیمار ۷٪ حجمی متانول کمترین مقدار پروتئین را دارا می‌باشد و هر دوی این تیمارها اختلاف معنی‌داری با عملکرد تیمار شاهد و سایر تیمارها داشتند (جدول ۲). کاربرد متانول در تیمار ۲۱ درصد حجمی موجب ۵/۳۹ درصد افزایش پروتئین نسبت به تیمار شاهد شد. این نتایج بدست با نتایج صفرزاده ویشگاهی و همکاران (۱۳۸۶) که در طی آزمایش خود اعلام نمودند محلول پاشی متانول باعث افزایش مقدار پروتئین بادام زمینی می‌شود، مطابقت دارد.

محلول پاشی متانول تاثیر معنی‌داری بر روی مقدار روغن دانه نداشت (جدول ۲). همچنین مقایسه میانگین مقدار عملکرد روغن و پروتئین (جدول ۲) نشان داد که محلول پاشی متانول تفاوت معنی‌داری را در سطح احتمال ۵٪ بین تیمارهای مورد بررسی بوجود آورده است، بطوری که تیمارهای ۱۴٪ و ۲۱٪ حجمی متانول دارای بیشترین مقدار عملکرد پروتئین و روغن بوده و با عملکرد تیمار شاهد و سایر تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۲). با توجه به عدم معنی‌داری درصد روغن، افزایش عملکرد دانه و تاثیر متانول بر روی عملکرد دانه را می‌توان یکی از علل تاثیرگذار در عملکرد روغن بیان نمود. اکثر پژوهشگران وجود همبستگی منفی بین مقدار روغن و پروتئین دانه را گزارش نموده‌اند (جانسون و همکاران، ۱۹۹۵؛ حافظ و همکاران، ۱۹۸۳). مطالعه جدول مقایسه میانگین دوره پرشدن دانه نشان داد که بیشترین مدت پرشدن دانه مربوط به تیمار ۲۱٪ حجمی متانول بود و تیمار ۲۸٪ حجمی متانول کمترین مدت پرشدن دانه را در بین تیمارهای متانول دارا بود (جدول ۲). در حالی که سرعت پرشدن دانه تحت تاثیر متانول قرار نگرفت، اما تیمار

خود تا ۷۰ روز پس از گلدهی ادامه داد، که احتمالاً به دلیل داشتن کمترین سرعت رشد دانه و بیشترین دوره موثر پر شدن دانه در این تیمار می‌باشد. این نتایج با نتایج صفرزاده ویشگاهی و همکاران (۱۳۸۶) که در طی آزمایش خود اعلام نمودند که محلول پاشی متانول موجب افزایش وزن دانه و غلاف بادام زمینی در تیمارهای ۱۰٪ و ۳۰٪ حجمی متانول می‌شود، مطابقت دارد.

همبستگی ساده بین عملکرد دانه و سرعت و دوره پر شدن دانه، درصد و عملکرد پروتئین و روغن دانه: ارتباط بین عملکرد دانه و سایر صفات در سطوح مختلف تنش خشکی مورد ارزیابی قرار گرفت (جدول ۳ و ۴). در تیمار شاهد نتایج همبستگی صفات مورد مطالعه قدری متفاوت با نتایج تیمار تنش خشکی می‌باشد، بطوری که عملکرد دانه در تیمار شاهد (T1) همبستگی مثبت با عملکرد روغن ($r=0.85^{**}$)، عملکرد پروتئین ($r=0.96^{**}$)، مدت پر شدن دانه ($r=0.47^{*}$) نشان داد. عملکرد پروتئین با عملکرد دانه قوی‌ترین همبستگی را داشت ($r=0.96^{**}$). همبستگی منفی سرعت و مدت پر شدن به دلیل روش محاسبه دوره پر شدن دانه که از تقسیم وزن نهایی بر سرعت رشد دانه برآورد می‌شود، قابل انتظار بود (پاکنژاد و همکاران، ۱۳۸۶). سرعت پر شدن دانه در تیمار شاهد همبستگی منفی با دوره پر شدن دانه ($r=0.72^{**}$) نشان داد (جدول ۳). در مقابل عملکرد دانه در تیمار تنش (T2) همبستگی مثبتی با عملکرد روغن ($r=0.95^{**}$)، عملکرد پروتئین ($r=0.93^{**}$) و وزن هزار دانه ($r=0.59^{**}$) نشان داد. طبق نتایج، تیمار تنش خشکی نسبت به تیمار شاهد سبب کاهش عملکرد شد (جدول ۲). تغییرات کاهش عملکرد دانه، کاهش طول دوره موثر پر شدن دانه و کاهش وزن دانه با یکدیگر موازی بوده و سرعت رشد دانه دارای روندی مخالف روند صفات فوق الذکر بود (جدول ۴). سرعت پر شدن دانه همبستگی منفی با دوره پر شدن دانه ($r=0.49^{*}$) نشان داد. نتایج نشان می‌دهد که سرعت و مدت پر شدن دانه همبستگی شدیدی با عوامل محیطی از جمله تنش خشکی دارند (داونی و همکاران، ۲۰۰۴؛ جانسون و همکاران،

پاشی متانول و تنش کم آبی مورد ارزیابی قرار گرفت. همان گونه که از شکل های ۲ و ۳ برمیآید، روند تغییرات وزن دانه در ابتدای رشد غلاف‌ها روند افزایشی داشت و این روند تا ۶۵ روز پس از گلدهی ادامه یافت و پس از آن روند نزولی به خود گرفت. الگوی تجمع وزن دانه در این مطالعه با بسیاری از مطالعات مشابه در مورد حبوبات و دانه‌های روغنی مطابقت دارد. شکل ۲ روند تجمع تغییرات وزن دانه را بر اساس تاثیر تنش خشکی نشان می‌دهد. روند تغییرات وزن دانه در تمام تیمارها در ابتدای فصل رشد روند افزایشی و یکسانی داشت، ولی با گذشت زمان تفاوت‌هایی بین تیمارهای تنش خشکی به وجود آمد، بطوری که تیمار T1 بیشترین و تیمار T2 کمترین تجمع وزن دانه را دارا بودند و این روند تا آخرین مرحله نمونه‌برداری ادامه یافت. روند پر شدن دانه حاصل از ۷ مرحله نمونه‌برداری برای تیمارهای متانول در شکل ۳ نمایش داده شده است. از ابتدای نمونه‌برداری تا زمان محلول‌پاشی دوم تفاوتی بین روند پر شدن دانه در تیمارهای مختلف متانول مشاهده نشد، اما از ۴۵ روز پس از گلدهی و پس از انجام سومین مرحله محلول‌پاشی، تفاوت‌های زیادی بین روند پر شدن دانه در تیمارهای متانول دیده شد بطوری که بیشترین وزن دانه ۵۵ روز پس از گلدهی حاصل شد و در این مرحله تیمار ۲۱٪ حجمی متانول دارای بیشترین وزن دانه نسبت به سایر تیمارها بود. به عبارت دیگر پس از محلول‌پاشی سوم اثر تیمارهای مختلف بر رشد گیاه سویا بیشتر مشخص شد و احتمالاً طی این دوره گیاه سویا بخوبی توانسته است با استفاده از گلايسين و متانول تثبيت CO₂ و تولید ماده خشک دانه را افزایش دهد. از ۵۵ روز پس از گلدهی در کلیه تیمارها به جز تیمار ۲۱٪ حجمی متانول، تجمع وزن دانه به تدریج کاهش پیدا کرد و این روند تا آخرین مرحله نمونه‌برداری ادامه یافت، اما مقدار کاهش وزن دانه در بوته‌های تیمار شده با محلول‌های ۲۸٪ و ۳۵٪ حجمی متانول بیشتر از سایر تیمارها بودند. به نظر می‌رسد افزایش مقدار مصرف متانول از ۲۸٪ حجمی متانول بر روی مقدار فتوسنتز خالص گیاه اثر منفی گذاشته است. تیمار ۲۱٪ حجمی متانول ۵۵ روز پس از گلدهی نیز به روند افزایشی

عملکرد دانه و پروتئین یا روغن و پروتئین می‌باشد. درصد پروتئین دانه همبستگی منفی با درصد روغن ($r = -0.62^{**}$) نشان داد. اکثر پژوهشگران وجود همبستگی منفی بین درصد روغن و پروتئین دانه را گزارش نموده‌اند (جانسون و همکاران، ۱۹۹۵؛ حافظ و همکاران، ۱۹۸۳). دانشیان و همکاران (۱۳۸۱) گزارش نمودند که مقدار روغن دانه با تشدید تنش افزایش و مقدار پروتئین دانه کاهش یافت، اما در نهایت به علت کاهش عملکرد، تنش تاثیر منفی در عملکرد روغن و پروتئین دانه داشت.

(۱۹۹۵)، به طوری که اعمال شرایط تنش خشکی موجب کاهش مدت پر شدن دانه و افزایش سرعت پر شدن دانه شد. جانسون و همکاران (۲۰۰۲) علاوه بر گزارش وجود همبستگی بین روغن و پروتئین دانه، زودرسی را باعث افزایش میزان روغن دانه دانستند. سانگ و همکاران (۱۹۹۶) نشان دادند که درصد روغن دانه با طول دوره گلدهی، تعداد روزها تا رسیدگی، وزن صددانه، ارتفاع گیاه، تعداد شاخه، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف همبستگی معنی‌داری دارد. اسکات و کپهارت (۱۹۹۷) اظهار داشته‌اند که بهبود همزمان عملکرد دانه و روغن موفق‌تر از بهبود

جدول ۳. ضرایب همبستگی ساده بین عملکرد دانه، سرعت و دوره پر شدن دانه، درصد و عملکرد پروتئین و روغن دانه در شرایط نرمال آبیاری (T1):

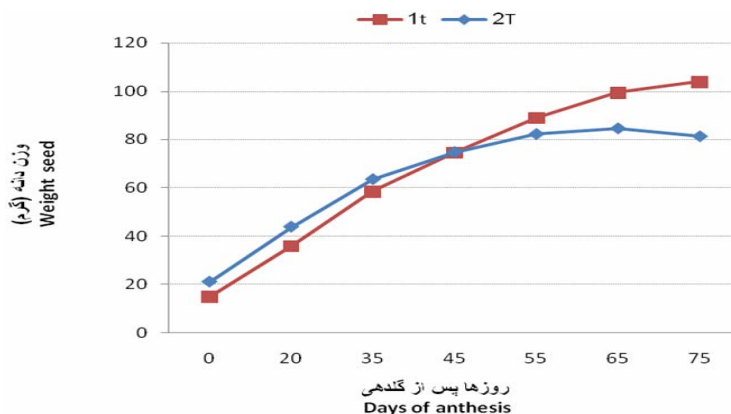
دوره پر شدن دانه	سرعت پر شدن دانه	عملکرد روغن	عملکرد پروتئین	در صد روغن	درصد پروتئین	وزن هزار دانه
۰/۴۷*	-۰/۳۸ ^{ns}	۰/۸۵**	۰/۹۶**	-۰/۱۸ ^{ns}	-۰/۰۷ ^{ns}	۰/۴۴ ^{ns}
۰/۱۶ ^{ns}	-۰/۱۶ ^{ns}	۰/۴۸*	۰/۳۷ ^{ns}	۰/۹ ^{ns}	-۰/۳۲ ^{ns}	
۰/۵۰ ^{ns}	-۰/۱۵ ^{ns}	-۰/۱۲ ^{ns}	۰/۱۸ ^{ns}	-۰/۶۴*		
-۰/۱۳ ^{ns}	۰/۴۸*	۰/۳۴ ^{ns}	-۰/۲۱ ^{ns}			
۰/۴۱ ^{ns}	-۰/۴ ^{ns}	۰/۸۵**				
۰/۳۸ ^{ns}	-۰/۱۱ ^{ns}					
-۰/۷۲**						

ns، * و ** به ترتیب به مفهوم غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪

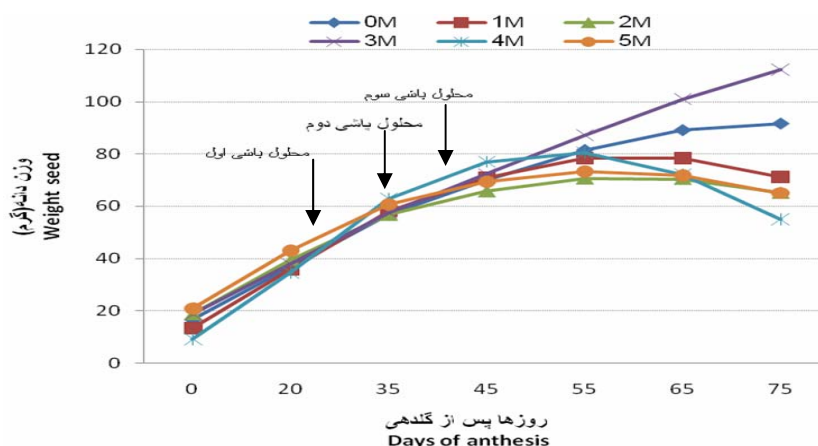
جدول ۴. ضرایب همبستگی ساده بین عملکرد دانه، سرعت و دوره پر شدن دانه، درصد و عملکرد پروتئین و روغن دانه در شرایط تنش (T2):

دوره پر شدن دانه	سرعت پر شدن دانه	عملکرد روغن	عملکرد پروتئین	در صد روغن	درصد پروتئین	وزن هزار دانه
۰/۲۳ ^{ns}	۰/۰۵ ^{ns}	۰/۹۵**	۰/۹۳**	۰/۱۷ ^{ns}	۰/۰۳ ^{ns}	۰/۵۹**
۰/۰۹ ^{ns}	۰/۱۶ ^{ns}	۰/۴۸*	۰/۴۹*	-۰/۱۷ ^{ns}	-۰/۱۵ ^{ns}	
۰/۵۵*	-۰/۲۲ ^{ns}	-۰/۰۵ ^{ns}	۰/۳۹ ^{ns}	-۰/۶۲*		
-۰/۳۴ ^{ns}	۰/۱۴ ^{ns}	۰/۴۵*	۰/۴ ^{ns}			
۰/۴۱ ^{ns}	-۰/۰۷ ^{ns}	۰/۸۵**				
۰/۱۱ ^{ns}	-۰/۰۵ ^{ns}					
-۰/۴۹*						

ns، * و ** به ترتیب به مفهوم غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪



شکل ۲. تغییرات وزن دانه در طی روزهای پس از گلدهی (روند پر شدن دانه) در تیمارهای آبیاری. T1 و T2 به ترتیب عبارتند از آبیاری در ۴۰٪ و ۷۰٪ تخلیه رطوبتی.



شکل ۲. تغییرات وزن دانه در طی روزهای پس از گلدهی (روند پر شدن دانه) در تیمارهای محلول-پاشی متانول. تیمارها عبارت بودند از عدم محلول پاشی (0M) و یا محلول پاشی در غلظت های ۷ (1M)، ۱۴ (2M)، ۲۱ (3M)، ۲۸ (4M) و ۳۵ (5M) درصد حجمی

منابع

- پا کنزاد. ف.، مجیدی هروان، ا.، نورمحمدی، ق.، سیادت، ع.، وزان، س.، ۱۳۸۶. ارزیابی تاثیر تنش خشکی بر صفات موثر بر انباشت مواد در دانه ارقام مختلف گندم. ۱۳۸۲. علوم کشاورزی (دانشگاه آزاد اسلامی). ج. ۱۳، ص. ۱۴۹-۱۳۷.
- دانشیان. ج. جنوبی، پ.، ۱۳۸۱. بررسی اثر تنش خشکی و مقادیر مختلف کلسیم در خصوصیات سویا. علوم کشاورزی (دانشگاه آزاد اسلامی). ج. ۸، ش. ۱، ص. ۹۵-۱۰۸.
- زارع، م.، دانشیان، ج.، زینالی خانقاه، ح.، ۱۳۸۳. تنوع برای مقاومت به خشکی در سویا. علمی کشاورزی. ج. ۲۷، ص. ۳۳-۵۰.
- صفرزاده ویشکایی، م.ن.، نور محمدی، ق.، مجیدی هروان، ا.، ربیعی، ب.، ۱۳۸۶. اثر متانول بر رشد و عملکرد بادام زمینی. مجله علوم کشاورزی (دانشگاه آزاد). ج. ۱۳ (ویژه نامه شماره ۱)، ص. ۸۷-۱۰۳.

- شریفی، م.، ۱۳۷۶. بررسی مراحل نمو سه رقم گندم در تاریخهای مختلف کاشت تحت شرایط آب و هوایی اهواز. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه شهید چمران اهواز.
- وزارت جهاد کشاورزی. ۱۳۷۷. آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۷۶-۱۳۷۵. نشریه شماره ۷۷/۰۱ معاونت برنامه ریزی و پشتیبانی اداره کل آمار و اطلاعات تهران.
- Nonomura, A.M., Benson, A.A., 1997. Methanol and compositions for enhancing carbon fixation in plants. United States Patent, No. 574. [online:<http://www.freepatentsonline.com/5597400.html>].
- Rodriguez, A.A., Lazaro, J.J., Chueca, A., Hermoso, R., Lopez Gorge, J., 1990. Effect of alcohols on the association of photosynthetic fructose-1,6-bisphosphatase to thylakoid membranes. *Physiol. Plantarum*. 78, 409-413. [DOI: 10.1111/j.1399-3054.1990.tb09056.x].
- Burton, J.W., Brim, C.A., 1981. Recurrent selection in soybean. III. selection for increased percent oil in seeds. *Crop Sci*. 21, 31-34.
- Day, A.D. Intalap, S., 1970. Some effects of soil moisture on the growth of wheat. *Agron .J*. 62, 27- 29 .
- Downey, R.G., 1989. Oil crop of world. McGrow Hill Inc. pp, 280-300
- Downie, A., Myazaki, S., Bohnert, H., 2004. Expression profiling of the response of *Arabidopsis thaliana* to methanol stimulation. 65, 2305-2316.
- Johnston, A.M., Tanaka, D.L., Miller, P.R., Brandt, S.A., Nielsen, D.C., Lafond, G.P., Riveland, N.R., 2002. Oilseed Crops for Semiarid Cropping Systems in the Northern Great Plains. *Agron. J*. 94, 231-240.
- Johnson, H.W., Robinson, H.F., Comstock, R.E., 1995. Genotypic and phenotypic correlations in soybean and their implications in selection. *Agron. J*. 47, 477-483.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1997. FAO Production Yearbooks. 1996. Vol. 50. FAO Statistics Series No. 135. Rome, Italy.
- Fall, R., Benson, A.A., 1996. Leaf methanol- the simplest natural product from plants. *Trends Plant Sci*. 1, 296-301.
- Galbally, E., Kirstine, W., 2002. The Production of methanol by flowering plants and the global cycle of methanol, *J. Atmos. Chem*. 43, 195-229.
- Gout, E., Aubert, S., Bligny, R., Rebeille, F., Nonomura, A.R., Benson, A.A., Douce, R., 2000. Metabolism of methanol in plant cells. Carbon-13 nuclear magnetic resonance studies. *Plant Physiol*. 123, 287– 296.
- Hafez, Y.D., 1983. Nutrient composition of different varieties strains of soybean. *Nutr. Rep. Int*. 28, 1197-1206.
- Hemming, D., Criddle, R., 1995. Effects of methanol on plant respiration. *J. Plant Physiol*. 146, 198-193.
- Laurence, R.C.N., Gibbons, R.W., 1976. Changes in yield, protein, oil and maturity of groundnut cultivars with the application of sulfur fertilizers and fungicides. *J. Agric. Sci. Cam.*, 86, 245-250
- Li, Y., Gupta, J., Siyumbano, A.K., 1995. Effect of methanol on soybean photosynthesis and chlorophyll. *J. Plant Nutr*. 18, 1875-1880.
- Madhaiyan, T., Poonguzhali, S., Sundaram S.P., Sa. T., 2006. A new insight into foliar applied methanol influencing phylloplane ethylophic dynamics and growth promotion of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). *Env. Exp. Bot*. 57, 168-176.

- Nonomura, A.M., Benson. A.A., 1992. The path of carbon in photosynthesis: improved crop yields with methanol. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 89, 9794–9798
- Nemecek-Marshall, M., MacDonald, R.C., Franzen, J.J., Wojciechowski, C.L., Fall. R., 1995. Methanol emission from leaves: enzymatic detection of gas-phase methanol and relation of methanol fluxes to stomatal conductance and leaf development. *Plant Physiol.* 108, 1359-1368.
- Quarrie, S.A., Jones, H.G., 1979. Genotypic variation in leaf water potential, stomatal conductance and abscisic acid concentration in spring wheat subjected to artificial drought stress. *Ann. Bot.* 44, 323-332.
- Ramberg, H.A., Bradley, J.S.C., Olson, J.S.C., Nishio, J.N., Markwell J., Osterman, J.C., 2002. The Role of Methanol in promoting plant growth: an update. *Rev. Plant Biochem. Biotechnol.* 1, 113-126.
- Ramirez, I., Dorta, F., Espinoza, V., Jimenez, E., Mercado, A., Pen a-Cortes, H., 2006. Effects of foliar and root applications of methanol on the growth of arabidopsis, tobacco and tomato plants. *J. Plant Growth Regul.* 25, 30–44.
- Scott, R.A., Dephart, K.D., 1997. Selection for yield, protein, and oil in soybean crosses between adapted and introduced parents. *Field Crops Res.* 49, 177-185.
- Song, Q.J., JunYi, G., YuHua, M., 1996. Canonical correlation analysis and path coefficient analysis of protein content, oil content and yield of summer soyabean landrace population from mid-Yangtze River valley. *Soybean Sci.* 15, 11-16.
- Zbiec, I., Karczmarczyk, S., Podsiado, C., 2003. Response of some cultivated plants to methanol as compared to supplemental irrigation. *Elec. J. Polish Agri. Univer.: Agron.* 6, 1-7.

Studying effects of drought stress and methanol on grain protein and oil contents, and rate and length of grain filling of soybean (cv. L17)

**M. Mirakhori^{1*}, F. Paknejad², M.R. Ardakani³, A.Pazoki⁴, P.Nazeri⁵,
M. EsmailPor Jahromi⁶**

1. M.Sc. student of Islamic Azad University, and member of young researcher club, Karaj Branch, Karaj, Iran;
2. Assistant Professor, Islamic Azad University, Karaj Branch, Karaj, Iran;
3. Associated Professor, Islamic Azad University, Karaj Branch, Karaj, Iran;
4. Assistant Professor, Islamic Azad University, Rey Branch- Rey, Iran;
5. PhD student of Agronomy, Tehran University

Abstract

In order to evaluate effects of and methanol application on grain yield, oil and protein contents, rate and length of grain filling process of soybean under drought stress, a factorial experiment was done at Research Field of Faculty of Agriculture and Natural Resources, Islamic Azad University-Karaj Branch, Karaj, Iran, during 2008, based on a randomized complete block design with three replications. The first factor was consisted of different levels of methanol equal to 0 (control), 7, 14, 21, 28 and 35 volumetric percentage (v/v), which were used as foliar applications at three times during growth season of soybean, with 15 days intervals. The second factor was water stress conditions in two levels, based on depletion of 40 and 70% of available soil moisture. Some traits such as grain yield, 1000 grains weight, grain protein and oil contents and time of filling process were measured. Results show that there was a significant difference in grain yield, 1000 grains weight, seed yield and protein and oil content among different irrigation regimes in 5% probabilities level. There was a different effect ($p>0.05$) of applying methanol solutions on grain yield, 100 grains weight, seed yield, protein content and length of grain filling, with the highest values were obtained with applying 14% and 21% methanol solutions. The grain yield had positive correlations with oil and protein yields and 1000 grains weight, and a negative correlation the rate of grain filling. Interactions of methanol and irrigation regime on traits were not significant.

Key words: drought stress, methanol, filling of grain, grain filling rate, protein, oil.

*Corresponding author: Mojtaba Mirakhori. Tel: +98 (21) 22068287;
Email: mojtaba.mirakhori@yahoo.com

Filename: 8-A8824-MirAkhori
Directory: K:\Vol3-1\Final\Papers
Template: C:\Documents and Settings\Majid\Application
Data\Microsoft\Templates\Normal.dot
Title: تاثير تنش رطوبتي بر عملکرد و اجزاي عملکرد دو رقم گندم
Subject:
Author: My Friend
Keywords:
Comments:
Creation Date: 12/9/2009 10:47:00 AM
Change Number: 129
Last Saved On: 6/13/2010 8:49:00 PM
Last Saved By: Majid
Total Editing Time: 1,391 Minutes
Last Printed On: 6/13/2010 8:52:00 PM
As of Last Complete Printing
Number of Pages: 14
Number of Words: 4,961 (approx.)
Number of Characters: 28,284 (approx.)