



بررسی تأثیر مقادیر محلول‌پاشی متانول بر عملکرد و اجزای عملکرد

عدس (*Lens culinaris* L.) در شرایط دیم

شهریار غفوری^۱، حمید مظفری^{۱*}، بهزاد ثانی^۱

۱- گروه زراعت، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۶/۱/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۶/۵/۵

چکیده

به منظور بررسی اثر مقادیر متانول بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه عدس در شرایط دیم، آزمایشی در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در منطقه خدابنده زنجان انجام گردید. این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل مقادیر مختلف محلول‌پاشی متانول در ۶ سطح، صفر (شاهد)، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درصد حجمی متانول بود. نتایج آزمایشات نشان داد که اثر متانول بر روی صفات طول شاخه‌های فرعی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد و بر روی صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های فرعی و شاخص برداشت در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. بیشترین تعداد شاخه فرعی با ۷ عدد، طول شاخه‌های فرعی با ۱۱/۵۳ سانتی‌متر، ارتفاع بوته با ۲۴/۳۳ سانتی‌متر، عملکرد بیولوژیک با ۶۲۴/۳۳ کیلوگرم در هکتار، عملکرد دانه با ۲۸۱ کیلوگرم در هکتار، وزن صد دانه با ۶/۳۳ گرم و شاخص برداشت ۴۵/۶۱ درصد، با اعمال تیمار ۲۵ درصد محلول‌پاشی متانول به دست آمد. همچنین بیشترین وزن دانه تک بوته با ۲/۶۲ گرم و بیشترین تعداد غلاف در بوته با ۶۰/۳۳ عدد با اعمال تیمار ۲۰ درصد محلول‌پاشی متانول مشاهده گردید.

واژه‌های کلیدی: عدس، متانول، محلول‌پاشی، عملکرد، اجزاء عملکرد

مقدمه

حبوبات به لحاظ داشتن پروتئین گیاهی مورد نیاز بشر دارای اهمیت زیادی می‌باشند (باقری و همکاران، ۱۳۷۶). میزان پروتئین تحت تأثیر ژنوتیپ و محیط می‌باشد (Singh *et al.*, 1982). ارزش بیولوژیکی پروتئین حبوبات به خاطر وجود اسیدهای آمینه ضروری بخصوص لیزین (لایسین) می‌باشد که کمبود این اسید آمینه در غلات به وفور مشاهده می‌شود (کوچکی و بنایان اول، ۱۳۷۲). عدس از قدیمی‌ترین گیاهان غذایی بشر محسوب می‌شود که منشأ آن در خاک‌های حاصلخیز خاور نزدیک است (باقری و همکاران، ۱۳۷۶). گیاه عدس با دارا بودن پروتئین بالا (۲۲ تا ۲۳ درصد) در دانه آن به عنوان منبع مهم تأمین پروتئین گیاهی محسوب می‌گردد. در ایران در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ سطح زیر کشت عدس حدود ۱۵۵/۷ هزار هکتار برآورد شده که معادل ۱/۳ درصد از کل سطح محصولات زراعی و ۲۰/۲ درصد از کل سطح حبوبات می‌باشد و سهم اراضی دیم ۹۴/۷ درصد و مابقی به صورت آبی کشت می‌گردد.

ایران به لحاظ سطح زیر کشت این محصول رتبه چهارم در جهان بعد از هند، ترکیه و کانادا را به خود اختصاص داده است. همچنین به علت نیاز کمی که عدس به آب دارد، در اکثر نقاط کشور به خصوص زنجان به صورت دیم کشت می‌گردد و سطح زیر کشت آن در استان زنجان ۲۲۴۳۵ هکتار با متوسط عملکرد ۱۹۲ کیلوگرم در هکتار می‌باشد (آمار نامه محصولات زراعی، ۱۳۹۲). متوسط عملکرد گیاه عدس در ایران حدود ۴۷۶ کیلوگرم در هکتار می‌باشد که نسبت به میانگین عملکرد جهانی و کشورهای مهم تولید کننده عدس بسیار پایین می‌باشد (Sabaghpour *et al.*, 2004). از آنجا که آب قابل دسترس، عامل اصلی محدود کننده‌ی رشد در محیط‌های خشک می‌باشد، بیشترین بازده از نظر رشد و تولید محصول، زمانی حاصل می‌شود که از آب محدود موجود در خاک، حداکثر جذب صورت پذیرد. این خصوصیت تنها از طریق مکانیسم‌های سازگاری مرتبط با سیستم ریشه حاصل خواهد شد. طی سال‌های اخیر مطالعات به سمت استفاده از ترکیب جدیدی که در داخل گیاه سنتز می‌شود

و در مراحل از دوره رشد گیاه، جهت افزایش غلظت CO_2 در داخل گیاه و بالا بردن راندمان فتوسنتزی گیاه استفاده می شود، معطوف گردیده است. این ماده متانول نام دارد که ساده ترین الکل تک کربنی می باشد (Nonomura & Benson, 1992). گیاهان سه کربنه مقدار قابل توجهی از مواد حاصل از فتوسنتز خود را در طی چند ثانیه پس از تثبیت در اکسید کربن به صورت CO_2 از دست می دهند. این فرایند آزادسازی CO_2 وابسته به نور است. اگر گیاهان سه کربنه در شرایطی قرار گیرند که از تنفس نوری آنها جلوگیری شود یا مقدار تنفس نوری کاهش یابد، مقدار رشد این گیاهان ۲۵ تا ۵۰ درصد افزایش خواهد یافت (Feibert *et al.*, 1995). متانول یکی از موادی است که تثبیت CO_2 را در گیاهان سه کربنه افزایش می دهد. همچنین به عنوان یک منبع غنی کربن می تواند در شرایطی که تنفس نوری در گیاه به مقدار زیادی در حال انجام است با افزایش غلظت CO_2 در داخل گیاه و با بالا بردن راندمان فتوسنتزی، بخشی از تلفات کربن تثبیت شده

توسط فتوسنتز را جبران کند. متانول از طریق دمتیلاسیون پکتین در دیواره سلولی تولید می شود (Galbally, Fall & Benson, 1996). Nonomura & Kirstine, 2002 ; (Benson, 1992). از جمله کارهای دیگری که متانول در داخل گیاه انجام می دهد، این است که تولید قند و آمینواسیدها را در داخل گیاه در مقایسه با دی اکسید کربن سرعت می بخشد. متانول استفاده شده بر روی گیاهان سه کربنه خصوصاً در شرایطی با تنفس نوری زیاد می تواند، بخشی از تلفات کربن تثبیت شده توسط فتوسنتز را جبران نماید که این امر منجر به افزایش فتوسنتز خالص در واحد سطح و بالا رفتن تولید ماده خشک در گیاهان زراعی سه کربنه می شود (Mcgiffen *et al.*, 1995). متانول تولید شده در گیاهان در آب داخل بافتها و نیز برخی از بافت‌های گیاهان ذخیره شده و مقداری از آن نیز در داخل گیاهان ابتدا به فرمالدئید و سپس به اسید فرمیک و در نهایت به CO_2 تبدیل می شود. این CO_2 تولید شده

پاشی متانول باعث افزایش عملکردشان شد (Makhdum *et al.*, ; Devlin *et al.*, 1994). اما در گیاهان سه کربنه ای مانند سیب زمینی، یولاف، کلزا، گندم پاییزه، ذرت و غیره متانول تأثیر چندانی بر عملکرد نداشت (Faver & Gerik, Feibert *et al.*, 1995 ; 1996). در اوایل دهه ۱۹۹۰ میلادی گزارش شد که کاربرد محلول‌های متانول روی قسمت‌های هوایی گیاهان زراعی باعث افزایش عملکرد، تسریع در رسیدگی، کاهش اثر تنش خشکی و کاهش نیاز آبی آن‌ها می‌شود (Nemecek *et al.*, 1995). در مطالعه‌ای که بر روی گوجه فرنگی صورت گرفت، مشاهده شد محلول پاشی متانول موجب افزایش وزن ساقه و ریشه می‌شود (Row *et al.*, 1994). (Zbieć *et al.*, 1994) گزارشات (1999) افزایش غلظت دی اکسید کربن می‌تواند، اثرات ناشی از تنش‌های محیطی را خنثی کند. افزایش غلظت دی اکسید کربن می‌تواند سبب افزایش تجمع کربوهیدرات‌ها، تسریع گلدهی و افزایش فشار تورگر در گیاهان شود. مطالعات نشان داد که متانول سبب

می‌تواند بر آسیمیلاسیون CO₂ در گیاهان اثر بگذارد (Hemming *et al.*, 1995). متانول از طریق حل کردن مواد لیپیدی موجود در غشای پلاسمایی از آن عبور کرده و وارد پروتوپلاسم سلول می‌شود. متانول ۳۰ برابر بیشتر از اوره در چربی‌ها محلول‌تر است و با سرعت حدود ۳۰۰ برابر اوره وارد سلول‌های گیاهی می‌شود (صفرزاده و پیشکایی، ۱۳۸۶). بنابراین متانول، اتانول و سایر الکل‌ها به صورت غیرفعال و از طریق انتشار ساده از غشاء جذب سلول‌های گیاه می‌شوند. سرعت جذب مستقیماً به غلظت الکل‌ها بستگی دارد. مقدار متانول واقعی جذب شده بسته به نوع بافت گیاهی متفاوت است (Murali *et al.*, 1994). اولین بار اثر مثبت محلول پاشی متانول بر روی گیاه ماش گزارش شد (Bhattacharya *et al.*, 1985). در گندم دوروم تیمار با متانول باعث دو برابر شدن عملکرد شد (Nonomora & Benson, 1992). در گیاه جو نیز باعث افزایش رشد رویشی گیاه شد (Nonomora & Benson, 1992). در گیاهانی مانند پنبه، بادام زمینی، سویا، گوجه فرنگی و غیره محلول

- افزایش عملکرد گیاهانی گردید که با این ماده تیمار شده بودند. بررسی بر روی بادام زمینی نشان داد که محلول پاشی ۲۰ درصد متانول باعث افزایش عملکرد دانه، وزن ۱۰۰ دانه و مقدار پروتئین دانه شد (Vyshkayy *et al.*, 2008).
- مطالعات نشان داد که محلول پاشی متانول در برخی از گیاهان سه کربنه موجب افزایش سرعت رشد و شاخص برداشت و محصول گیاهان زراعی فاریاب در مناطق خشک می‌شود (Nonomura & benson, 1992).
- بررسی‌های انجام شده در مناطق خشک پاکستان نیز نشان داد، که محلول پاشی متانول ۳۰ درصد در گیاه پنبه موجب افزایش ارتفاع و محصول دانه پنبه می‌شود (Makhduma *et al.*, 2002).
- به طور کلی بررسی‌ها نشان می‌دهد که مصرف متانول در اغلب گیاهان زراعی موجب افزایش راندمان مصرف آب، کاهش تنفس نوری، افزایش سطح و دوام برگ و در نهایت افزایش عملکرد می‌شود (Rowe *et al.*, 1994; Benson *et al.*, 1994).
- حسین زاده و همکاران، (۱۳۹۲ و ۱۳۹۳).
- Nonomura & Benson (1992) اظهار داشتند که گلیسین تولید شده طی تنفس نوری، برای آسیمیلایون متانول در گیاهان سه کربنه ضروری می‌باشد. به عبارت دیگر گیاهانی که تنفس نوری ندارند، نمی‌توانند متانول را آسیمیله نموده و در نتیجه پس از کاربرد متانول بر روی آن‌ها، از خود علائم مسمومیت نشان می‌دهند (Nonomura & Benson, 1992).
- همچنین محلول پاشی متانول سبب افزایش ۱۶ تا ۲۲ درصد عملکرد در سویا می‌شود که علت آن افزایش عملکرد، افزایش ظرفیت فتوسنتزی گیاه در مرحله‌ی رشد زایشی با افزایش مقدار دی اکسید کربن است (Gay, 1980).
- عملکرد دانه، وزن دانه‌ها و تعداد غلاف در بوته‌هایی از سویا که با متانول تیمار شده بودند، به طور معنی داری در مقایسه با شاهد افزایش یافت، نتایج این تحقیق نشان داد که محلول پاشی متانول ۲۵ درصد حجمی، بیشترین اثر را بر رشد و افزایش عملکرد سویا داشت (Li *et al.*, 1995).
- مطالعات Nonomura & Benson (1992) نشان داد که

عملکرد و اجزای عملکرد عدس در شرایط دیم است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به منظور بررسی اثر مقادیر مختلف متانول بر عملکرد و اجزای عملکرد عدس در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ در منطقه خدابنده از توابع استان زنجان انجام شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل: مقادیر صفر (شاهد)، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درصد حجمی محلول پاشی متانول به مدت یک سال زراعی (۹۵-۱۳۹۴) بود. هر کرت دارای ۱۰ خط کشت به طول ۶ متر بود که خطوط ۱ و ۱۰ به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. فاصله بین خطوط کاشت ۲۰ سانتی‌متر و عرض هر کرت ۲ متر بود که بر این اساس مساحت هر کرت آزمایشی ۱۲ متر مربع در نظر گرفته شد. عملیات تهیه زمین شامل شخم با گاواهن قلمی در پاییز سال ۱۳۹۴ انجام گردید. قبل از کاشت، مطابق نتایج آنالیز خاک (جدول ۱) و توصیه آزمایشگاه خاک، کود سوپر فسفات

متانول سبب افزایش عملکرد گیاهانی شد که با این ماده تیمار شده بودند. آن‌ها اعلام کردند کاربرد متانول روی قسمت‌های هوایی گیاهان زراعی باعث افزایش عملکرد، تسریع رسیدگی، کاهش اثر تنش خشکی و کاهش نیاز آبی گیاهان می‌شود. این دو محقق جایگاه عمل متانول را مسیر تنفس نوری دانستند و اعلام کردند، متانول سبب مختل شدن مسیر تنفس نوری می‌شود (Nonomura & Benson, 1992). در مطالعه‌ای که بر روی گیاه نخود صورت گرفت گزارش شد که محلول پاشی متانول در غلظت ۲۵ درصد حجمی منجر به افزایش معنی دار در کلیه صفات مورفولوژی مورد بررسی گردید (حسین زاده و همکاران، ۱۳۹۲). بررسی‌های انجام شده در مناطق خشک پاکستان نیز نشان داد که محلول پاشی متانول ۳۰ درصد در گیاه کتان موجب افزایش ارتفاع و محصول دانه کتان می‌شود (Makhdum et al., 2002). هدف از این بررسی مقایسه سطوح مختلف متانول بر روی

ساعت ۸ تا ۹ صبح در روزهای تعیین شده انجام پذیرفت. در مرحله اواسط غلاف‌دهی از هر کرت ۱۰ بوته برداشت شد و صفاتی مانند ارتفاع بوته، طول و تعداد شاخه‌های فرعی اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری وزن خشک برگ، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۲ درجه قرار گرفتند و سپس با ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد. پس از رسیدگی فیزیولوژیکی، نمونه‌برداری از کرت‌های آزمایشی در سطح یک متر مربع انجام و صفات برای اندازه‌گیری صفات مرتبط با عملکرد بوته‌های یک متر مربع با حذف اثر حاشیه انجام شد و صفات وزن صد دانه، عملکرد تک بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت اندازه‌گیری شد. برای محاسبه شاخص برداشت از فرمول زیر استفاده گردید:

شاخص برداشت (HI)

طبق معادله زیر محاسبه گردید.

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

که در آن EY، عملکرد اقتصادی و BY،

عملکرد بیولوژیک می‌باشد. که برای هر کرت از

تریپل و سولفات پتاسیم به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار بعد از شخم در مزرعه پخش گردید و توسط دیسک با خاک مخلوط شد. کود نیتروژن نیز همزمان با کاشت به خاک اضافه شد. عملیات کشت بصورت دستی انجام شد. بذور پیش از کاشت با قارچکش ویتاواکس (به نسبت ۲ در ۱۰۰۰) ضدعفونی شدند. کشت با دست در اوایل فروردین انجام شد. برای مبارزه با علف‌های هرز از عملیات وجین دستی در دو مرحله صورت گرفت. تنک کردن بوته‌ها در مرحله ۴ برگی صورت گرفت.

به هرکدام از محلول‌های تیمارها دو گرم در لیتر گلیسین اضافه شد. افزودن گلیسین به محلول آبی متانول سبب جلوگیری از صدمات ناشی از سمیت متانول می‌شود. محلول پاشی ۴ هفته پس از کاشت انجام شد. محلول‌پاشی به این صورت انجام گرفت که بر روی تمام قسمت‌های بوته عدس قطرات محلول جاری شد، به طوری که اندام‌های هوایی خیس شدند. محلول‌پاش دارای حجمی حدود ۱/۵ لیتر بود و سعی شد در ارتفاع ۲۰ سانتیمتری بالای بوته‌ها قرار داده شود. زمان محلول‌پاشی در

تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک بدست آمد. تجزیه و تحلیل آماری برای بررسی همبستگی، تجزیه واریانس و مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد. برای رسم نمودار از نرم‌افزار Excel استفاده گردید و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد انجام پذیرفت.

جدول ۱- نتایج تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از اجرای آزمایش (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر)

مقدار	خصوصیت کیفیت فیزیکی و شیمیایی خاک	مقدار	خصوصیت کیفیت فیزیکی و شیمیایی خاک
۹/۵۷	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم - اولسن)	۲۰/۳	شن (درصد)
۵۷۳	پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم - استات آمونیم)	۳۶	سیلت (درصد)
۷/۲	آهن قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم - DTPA)	۴۳/۷	رس (درصد)
۱۳/۸	منگنز قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم - DTPA)	۷/۵۷	pH
۱/۲	روی قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم - DTPA)	۰/۵۳	قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع (دسی‌زمینس بر متر)
۱/۶	مس قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم - DTPA)	۳/۴	مواد خنثی شونده (درصد)
۰/۴۵	بر قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم - DTPA)	۰/۶۴	کربن آلی (درصد)
		۰/۰۷۱	نیتروژن کل (درصد)

نتایج و بحث

عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در سطح احتمال ۱ درصد و بر صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های فرعی و شاخص برداشت در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲).

نتایج تجزیه واریانس اثر محلولپاشی متانول بر صفات مختلف عدس نشان داد که اثر متانول بر روی صفات طول شاخه‌های فرعی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه،

جدول شماره ۲- تجزیه واریانس میانگین مربعات صفات عملکرد و اجزای عملکرد عدس در شرایط

تیمارهای آزمایشی

منابع تغیرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته (cm)	طول شاخه فرعی (cm)	تعداد شاخه فرعی	وزن صد دانه (g)	عملکرد بیولوژیک (kg/ha)	عملکرد دانه (kg/ha)	شاخص برداشت	تعداد دانه در غلاف	وزن دانه تک بوته (g)
تکرار	۲	۹/۵۵ ^{ns}	۱/۵۸ ^{ns}	۲ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}	۱۱۸۹/۳۸ ^{ns}	۱۷۱/۰۵ ^{ns}	۲/۴۶ ^{ns}	۰/۰۰۹ ^{ns}	۰/۰۳۷ ^{ns}
تیمار	۵	۴۰/۴۸ [°]	۲۲/۷۲ ^{**}	۴ [°]	۳/۲۶ ^{**}	۱۵۵۵۳/۲۸ ^{**}	۷۷۰۸/۹۸ ^{**}	۵۴/۵۹ [°]	۰/۳۴ ^{**}	۰/۰۸۹ [°]
خطای آزمایش	۱۰	۹/۰۲	۱/۴۹	۱	۰/۰۷	۲۲۱۴/۱۸	۱۲۷/۳۲	۱۵/۸۳	۰/۰۱	۰/۰۲
ضریب تغیرات (درصد)		۱۶/۵	۱۳/۹	۸/۳	۵/۷	۸/۹	۵/۳	۹/۹	۶/۸	۲۶۱۸

ns: به ترتیب نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد، ۵ درصد و عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشند. **، * و ns

ارتفاع بوته

مطابق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر

متانول بر روی ارتفاع بوته در سطح ۵ درصد

معنی‌دار گردید. نتایج حاصل از مقایسه میانگین

اثر متانول با آزمون LSD در سطح احتمال ۵

درصد بر روی ارتفاع بوته (جدول ۳) نشان داد

که بیشترین مقدار این صفت در تیمار ۲۵

درصد حجمی متانول (۲۴/۳۳ سانتی‌متر) به

دست آمد. تیمار ۲۵ درصد حجمی با ۲۰ درصد

حجمی اختلاف معنی‌داری نداشت. و کمترین

مقدار مربوط به تیمار شاهد متانول ۱۴/۶۶

سانتی‌متر بود و با سه تیمار ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد

حجمی اختلاف معنی‌داری داشت.

در محلول‌پاشی با ۲۰ درصد حجمی متانول،

افزایش ۵۰ درصدی ارتفاع بوته گندم دوروم

نسبت به شاهد گزارش شده است

(Nonomura & Benson, 1992). در گوجه

فرنگی نیز بیشترین ارتفاع بوته در محلول‌پاشی

۲۰ درصد متانول مشاهده شد

(Row *et al.*, 1994). بررسی‌های انجام شده

در مناطق خشک پاکستان نیز نشان داد، که

محلول‌پاشی متانول ۳۰ درصد در گیاه پنبه

موجب افزایش ارتفاع و محصول دانه پنبه

می‌شود (Makhduma *et al.*, 2002). طبق

گزارشات (Nonomura & Benson (1992

محلول‌پاشی ۱۰ تا ۵۰ درصد متانول سبب

افزایش عملکرد و رشد در گیاه می‌شود، این دو

محقق علت این افزایش عملکرد را به کاهش

میزان تنفس نوری و همچنین افزایش مقدار

آماس سلولی بافت گیاهی مربوط دانستند.

همچنین محلول پاشی متانول بطور غیرمستقیم سبب تحریک باکتری‌های متیلوتروف می‌شود و این باکتری‌ها با تولید اکسین و سایتوکینین باعث تسریع روند رشد در گیاهان می‌گردد (Ivanova et al., 2001).

طول شاخه‌های فرعی

مطابق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر متانول بر طول شاخه‌های فرعی در سطح یک درصد معنی‌دار گردید. نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر متانول با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد (جدول ۳) نشان داد که بیشترین مقدار در تیمار ۲۵ درصد حجمی متانول به میزان ۱۱/۵۳ سانتی‌متر بود و کمترین مقدار مربوط به تیمار شاهد به میزان ۵/۲۳ سانتی‌متر بود. افزایش مصرف متانول باعث افزایش مقدار طول شاخه‌های فرعی شد. تیمارهای ۱۵ و ۲۰ درصد حجمی با تیمار ۲۵ درصد حجمی اختلاف معنی‌داری نداشتند. حسین زاده و همکاران (۱۳۹۱) با کاربرد متانول بر روی ارتفاع گیاه نخود بیان نمودند که سطوح مختلف متانول همگی در یک گروه آماری و سطح شاهد در گروه دیگر قرار گرفت، بنابراین

تمام سطوح متانول تأثیر افزایشی یکسانی بر این صفت داشتند. در بررسی که روی پنبه صورت گرفت، مشاهده شد که محلول پاشی متانول موجب افزایش طول ساقه فرعی و تعداد گره ساقه اصلی می‌شود (Makhdum et al., 2002). در مطالعه‌ای دیگر که بر روی بادام زمینی انجام شد، بیشترین طول شاخه فرعی در محلول پاشی ۲۰ درصد متانول مشاهده شد (Vyshkayy et al., 2008). محلول پاشی متانول بطور غیرمستقیم سبب تحریک باکتری‌های متیلوتروف می‌شود و این باکتری‌ها با تولید اکسین و سایتوکینین باعث تسریع روند رشد در گیاهان می‌گردد (Ivanova et al., 2001).

تعداد شاخه‌های فرعی

مطابق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر متانول بر تعداد شاخه‌های فرعی در سطح ۵ درصد معنی‌دار گردید. مقایسه میانگین تعداد شاخه‌های فرعی در تیمارهای مختلف متانول با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد (جدول ۳) نشان داد که بیشترین تعداد در تیمار ۲۰ و ۲۵ درصد حجمی (۷ عدد) بود و با تیمارهای

۱۵ و ۱۰ درصد حجمی متانول اختلاف معنی داری نداشت. کمترین مقدار مربوط به تیمار شاهد متانول (۴ عدد) بود. در تحقیقی گزارش گردید که شاخه دهی در گیاه نخود به شدت تحت تأثیر شرایط محیطی به ویژه خصوصیات فیزیکی خاک و یا تنش خشکی قرار می‌گیرد، بنابراین شرایط محیطی می‌تواند سهم شاخه‌ها از عملکرد نهایی را تغییر دهد (Bagheri *et al.*, 2008). در نخود بیشترین تعداد شاخه‌های فرعی در محلول‌پاشی ۳۰ درصد متانول مشاهده شد (احیایی و همکاران، ۱۳۸۹).

تعداد غلاف در بوته

مطابق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر متانول بر تعداد غلاف در بوته در سطح ۵ درصد معنی‌دار گردید. نتایج مقایسه میانگین‌ها در سطح پنج درصد با آزمون LSD (جدول ۳) نشان داد که کاربرد متانول نسبت به شاهد باعث افزایش تعداد غلاف در بوته می‌شود. بیشترین تعداد غلاف در بوته مربوط به تیمار ۲۰ درصد حجمی با ۶۰/۳۳ عدد بود و بین این تیمار با تیمارهای ۲۵ و ۱۵ درصد حجمی

اختلاف معنی داری مشاهده نشد. کمترین مقدار مربوط به تیمار شاهد (۳۳/۳۳ عدد) بود و این تیمار با تیمار ۵ درصد حجمی اختلاف معنی‌داری نداشت. ثابت شده که متانول با افزایش میزان تثبیت CO₂ باعث افزایش اجزای عملکرد از قبیل تعداد غلاف، وزن ۱۰ دانه، عملکرد بیولوژیک و تعداد دانه در بوته می‌شود (احیایی و همکاران، ۱۳۸۹). در نخود بیشترین تعداد غلاف در محلول‌پاشی ۲۵ درصد حجمی متانول در شرایط بدون تنش کمبود آب مشاهده شد (حسین زاده و همکاران، ۱۳۹۱). در بررسی دیگر که روی پنبه صورت گرفت، مشاهده شد که محلول‌پاشی متانول موجب افزایش تعداد غلاف و وزن خشک گیاه می‌شود (Makhdum *et al.*, 2002). جانبازی و همکاران (۱۳۹۴) گزارش کردند که سطوح مختلف محلول‌پاشی متانول و نیتروژن بر تعداد غلاف در بوته به ترتیب در سطح احتمال یک و پنج درصد تأثیر معنی‌دار داشت. اما اثر برهمکنش این عوامل بر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار نشد. بیشترین و کمترین تعداد دانه به ترتیب با ۱۳۸/۲۹ و ۶۷/۰۴ دانه در تیمار ۴۰ درصد

حيث برخلاف نتایج آزمایش Sunderman and Sweeney (1997) بود. جانبازی و همکاران (۱۳۹۴) گزارش کردند که تعداد دانه در غلاف در سویا تحت تاثیر مقادیر مختلف محلول پاشی متانول قرار نگرفت.

وزن دانه تک بوته

مطابق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر متانول بر وزن دانه تک بوته در سطح ۵ درصد معنی دار گردید. مقایسه میانگین وزن دانه تک بوته با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد در تیمارهای مختلف متانول (جدول ۳) نشان داد که بیشترین مقدار به میزان ۲/۶۲ گرم در تیمار ۲۰ درصد حجمی متانول مشاهده شد و کمترین مقدار به میزان ۲/۱۷ گرم مربوط به تیمار شاهد بود. افزایش مصرف متانول باعث افزایش مقدار وزن دانه تک بوته شده ولی بین ۲۰ و ۲۵ درصد حجمی متانول اختلاف معنی داری مشاهده نگردید و تیمار شاهد با دو تیمار ۱۰ و ۵ درصد حجمی متانول اختلاف معنی داری نداشت. احیایی و همکاران (۱۳۸۹) بیان کردند که بین تیمارهای محلول پاشی متانول بر روی نخود، تیمار محلول پاشی ۳۰

حجمی متانول و شاهد مشاهده شد. محققین نشان دادند که تعداد غلاف در گیاه، یک ویژگی متغیر در بین اجزای عملکرد است (Aggrawel *et al.*, 1994).

تعداد دانه در غلاف

مطابق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر متانول بر تعداد دانه در غلاف در سطح یک درصد معنی دار گردید. نتایج مقایسه میانگین در سطح ۵ درصد با آزمون LSD نشان داد که بیشترین تعداد دانه در غلاف در تیمارهای ۲۰ و ۲۵ درصد حجمی با ۱/۹۶ عدد بود که با تیمارهای ۱۵ و ۱۰ درصد حجمی اختلاف معنی داری نداشت و کمترین مقدار مربوط تیمار شاهد با ۱/۲۵ عدد بود که با تیمار ۵ درصد حجمی اختلاف معنی داری نداشت (جدول ۳). نور حسینی و همکاران (۱۳۹۰) بیان نمودند که اثر غلظت محلول پاشی برگی متانول بر تعداد دانه در غلاف در گیاه ماش در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد که بیشترین تعداد دانه در غلاف در غلظت ۳۰ درصد حجمی متانول و کمترین آن متعلق به تیمار شاهد بود. نتایج تحقیق حاضر از این

درصد با ۱۰/۵ گرم بیشترین و تیمار صفر درصد با ۸/۱ گرم کمترین وزن دانه در بوته را داشت. در بررسی (Nonomura & Benson (1992 بر روی گندم دوروم، محلول پاشی ۲۰ درصد متانول موجب دو برابر شدن وزن دانه در مقایسه با تیمار شاهد شد. در مطالعه بر روی عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم نخود گزارش شد که احتمالاً محلول پاشی متانول با افزایش سیتوکینین و افزایش تقسیم سلولی، منجر به تحریک شاخسهای رشدی و عملکردی در گیاهان تیمار شده می‌گردد (احیایی و همکاران، ۱۳۸۹).

وزن صد دانه

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که اثر متانول بر روی وزن صد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. جدول مقایسه میانگین با روش LSD در سطح احتمال ۵ درصد (جدول ۳) نشان داد که بیشترین وزن صد دانه مربوط به تیمار ۲۵ درصد حجمی با ۶/۳۳ گرم بود و با تیمار ۲۰ درصد حجمی اختلاف معنی داری نداشت و کمترین مقدار مربوط به تیمار ۵ درصد حجمی با ۳/۹۶ گرم

بود که با دو تیمار شاهد و ۱۰ درصد حجمی اختلاف معنی دار نبود و در یک گروه آماری قرار گرفتند. (Miroakhori *et al* (2009 در آزمایشات خود به این نتیجه رسیدند که محلول پاشی متانول اثر مثبتی بر وزن هزار دانه سویا گذاشته بود. جانبازی و همکاران (۱۳۹۴) در گیاه سویا گزارش کردند که بیشترین وزن صد دانه (۲۴/۷۸ گرم) از تیمار ۴۰ درصد حجمی متانول حاصل شد. کمترین وزن صد دانه هم از تیمار شاهد (۲۱/۱۴ گرم) به دست آمد. به نظر می‌رسد، کاربرد متانول موجب افزایش دسترسی گیاه به کربن حاصل از تجزیه آن و کاهش تنفس نوری در گیاهان تیمار شده، می‌گردد که این موارد سبب افزایش وزن دانه در گیاهان تحت تیمار می‌گردد. به عبارت دیگر افزایش وزن صد دانه را می‌توان ناشی از افزایش تخصیص مواد فتوسنتزی به سمت غلاف‌های در حال رشد و همچنین افزایش سرعت رشد غلاف به دلیل افزایش فتوسنتز بر اثر تأمین دی‌اکسید کربن مورد نیاز گیاه دانست. عمارت پرداز و همکاران (۱۳۹۴) گزارش کردند که کمترین

مقدار وزن صددانه در دو سطح اول تنش و بدون استفاده از متانول مشاهده گردید. بیشترین وزن صد دانه در میزان پنج درصد حجمی پس از گلدهی و ۱۰ درصد حجمی پس از گلدهی در سطح اول تنش آبی به ترتیب با میانگین ۲۲/۰۰ و ۲۲/۲۳ گرم حاصل گردید.

عملکرد بیولوژیک

مطابق نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر متانول بر عملکرد بیولوژیک در سطح ۱ درصد معنی‌دار گردید. مطابق نتایج حاصل از جدول مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد، بیشترین عملکرد بیولوژیک از تیمار ۲۵ درصد حجمی متانول با ۶۲۴/۳۳ کیلوگرم در هکتار به دست آمد و این تیمار با تیمارهای ۱۵ و ۲۰ درصد حجمی متانول اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین مقدار عملکرد بیولوژیک مربوط به تیمار شاهد با ۴۳۹/۶۷ کیلوگرم در هکتار بود. تیمار شاهد از نظر آماری با تیمارهای ۵ و ۱۰ درصد حجمی اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۳). (Ramberg *et al* (2002) با بررسی نقش متانول در تحریک رشد گیاهان به این

نتیجه رسیدند که متانول در بوته‌هایی که دارای کمبود آب بودند، باعث افزایش بیوماس آن‌ها شد. در حالی که تیمار کردن گیاهان زراعی دارای آب کافی با متانول، بیوماس آن‌ها را کاهش داد. متانول در مقایسه با مولکول CO₂ کوچکتر است و می‌تواند به راحتی توسط گیاهان سه کربنه برای افزایش عملکرد ماده خشک و به عنوان منبع کربن درون گیاه مورد استفاده قرار گیرد (Ramirez *et al.*, 2006). کاربرد دوره‌ای و با فاصله زمانی معین متانول روی گیاه باعث می‌شود تا حدی سرعت متابولیسم گیاه حداقل برای مدت ۲ هفته افزایش یابد (Hanson & Roje, 2001). مطالعات انجام شده بر روی گوجه فرنگی، برنج و پنبه نشان داد که گیاهانی که با متانول تیمار شدند، وزن خشک اندام هوایی بیشتری نسبت به شاهد داشتند (Row *et al.*, 1994; 2002; Makhdam *et al.*, Maliti, 2000). احتمالاً افزایش میزان وزن خشک اندام هوایی بر اثر محلول‌پاشی متانول به کاهش تنفس نوری در گیاهان تیمار شده مربوط می‌شود.

عملکرد دانه

مطابق نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۲)، اثر تیمارهای متانول بر عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی‌دار گردید. مقایسات میانگین در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون LSD (جدول ۲) نشان داد که تیمار ۲۵ درصد حجمی متانول با ۲۸۱ کیلوگرم در هکتار تولید بیشترین عملکرد دانه را تولید کرد و کمترین میزان این صفت با ۱۵۶/۶۶ کیلوگرم در هکتار از تیمار شاهد به دست آمد. تیمار ۲۵ درصد حجمی با تیمارهای دیگر از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری داشت و نشان دهنده اثر بخشی متانول بر عملکرد دانه بود و سطوح پائین‌تر این ماده با یکدیگر اختلاف چندانی نداشتند. محلول‌پاشی متانول باعث تأخیر پیری در برگ‌ها با تأثیر بر روی اتیلن می‌شود که این امر می‌تواند سبب طولانی شدن دوره ی فعال فتوسنتزی گیاه شود (Heins et al., 1980). بررسی بر روی بادام زمینی نشان داد که محلول‌پاشی ۲۰ درصد متانول باعث افزایش عملکرد دانه، وزن ۱۰۰ دانه و مقدار پروتئین دانه شد (Vyshkayy et al., 2008). همچنین

مطالعات بر روی گیاهان گوجه فرنگی، لوبیا، چغندر قند و کلزا نشان داد گیاهانی که با متانول ۳۰ درصد محلول‌پاشی شدند، ۱۲ تا ۱۳ درصد محصول بیشتری نسبت به گیاهان شاهد تولید کردند (Zebic et al., 2003). احتمالاً افزایش میزان محصول بر اثر محلول‌پاشی متانول به کاهش تنفس نوری در گیاهان تیمار شده مربوط می‌شود. بنابراین، فعالیت کربوکسیلاسیون آنزیم روبیسکو نسبت به فعالیت اکسیژنازی به علت فراهم بودن CO₂ بیشتر است که نشان دهنده کاهش تنفس نوری می‌باشد (Dowine et al., 2004).

شاخص برداشت

مطابق نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۲)، اثر محلول‌پاشی متانول بر شاخص برداشت در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار گردید. نتایج مقایسه میانگین با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد (جدول ۳) نشان داد که بیشترین شاخص برداشت با ۴۵/۶۱ درصد در تیمار ۲۵ درصد حجمی به دست آمد که با تیمار ۲۰ درصد حجمی اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین مقدار این صفت با ۳۵/۷۳

شاخص برداشت، بیانگر میزان انتقال مواد آلی ساخته شده از مبدأ به مقصد می‌باشد، بدیهی است که هرچه مقدار مواد فتوسنتزی بیشتری از اندام‌های سبز گیاه به دانه‌ها منتقل شود، سهم وزن دانه از کل گیاه افزایش می‌یابد (رضائیان زاده، ۱۳۸۶). متانول نیز با افزایش سطح سبز موجب افزایش شاخص برداشت می‌شود. همچنین متانول از طریق تأثیر بر زودرسی محصول نیز می‌تواند موجب افزایش شاخص برداشت شود (Nonomura & Benson, 1992). یوسفی و همکاران (۱۳۹۰) بیشترین شاخص برداشت در لوبیا سبز را با مخلوط پاشی ۳۰ درصد حجمی متانول به دست آوردند.

درصد مربوط به تیمار شاهد بود که با تیمارهای ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد حجمی متانول اختلاف معنی داری نداشت. دلیل معنی دار بودن شاخص برداشت در تیمار متانول را می‌توان مربوط به افزایش معنی دار عملکرد دانه نسبت داد. جانبازی و همکاران (۱۳۹۴) گزارش کردند که بیشترین شاخص برداشت در سویا از تیمار ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و ۳۰ درصد حجمی متانول به دست آمد که با تیمار ۹۰ کیلوگرم نیتروژن و ۳۰ درصد حجمی متانول تفاوت آماری معنی داری نداشت. کمترین شاخص برداشت در تیمار ۹۰ کیلوگرم نیتروژن و بدون متانول مشاهده شد. با توجه به اینکه

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات و اجزای عملکرد نخود در سطوح مختلف متانول

طول شاخه‌های	وزن صد دانه	شاخص	عملکرد دانه	عملکرد	ارتفاع بوته	تعداد دانه	تعداد غلاف در	تعداد غلاف	وزن دانه	تعداد شاخه	تیمار
(cm) فرعی	(g)	برداشت	(kg/h)	(kg/ha)	(cm)	در غلاف	بوته	بوته	تک بوته (g)	فرعی	•
۵/۲۳c	۴/۰۳c	۳۵/۷۳b	۱۵۶/۶۶d	۴۳۹/۶۷c	۱۴/۶۶c	۱/۲۵b	۳۳/۳۳c	۲/۱۷c	۴/۰B	۴/۰B	۰
۵/۷۳c	۳/۹۶c	۳۶/۷۱b	۱۷۳/۳۳d	۴۷۳/۶۷bc	۱۶/۳۳bc	۱/۳۱b	۴۰/۰۰cb	۲/۱۸bc	۵/۳۲ab	۵/۳۲ab	۵
۸/۷۳b	۴/۰۶c	۳۷/۰۸b	۱۷۶/۶۶d	۴۷۷/۶۷bc	۱۵/۶۶bc	۱/۹۳a	۴۲/۰۰b	۲/۲۹bc	۶/۳۳a	۶/۳۳a	۱۰
۱۰/۱۰ab	۴/۹۳b	۴۰/۱۱ab	۲۲۳/۶۶c	۵۵۸/۰۰ab	۱۷/۰۰bc	۱/۹۰A	۵۸/۳۳a	۲/۳۴bc	۶/۳۳a	۶/۳۳a	۱۵
۱۱/۳۶ab	۵/۹۳a	۴۴/۶۹a	۲۵۸/۳۳b	۵۷۸/۰۰a	۲۰/۶۶ab	۱/۹۶a	۶۰/۳۳a	۲/۶۲a	۷/۰a	۷/۰a	۲۰
۱۱/۵۳a	۶/۳۳a	۴۵/۶۱a	۲۸۱/۰۰a	۶۲۴/۳۳a	۲۴/۳۳a	۱/۹۶a	۵۶/۶۶a	۲/۴۶ab	۷/۰a	۷/۰a	۲۵

حروف مشابه در هر سطوح نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد می‌باشند.

نتیجه‌گیری

استفاده از متانول تأثیر به‌سزایی بر روی اجزای عملکرد دانه داشت. اعمال تیمار متانول باعث افزایش تعداد دانه در غلاف و تعداد غلاف در بوته گردید و همچنین بیشترین وزن صد دانه نیز در تیمار ۲۵ درصد حجمی متانول مشاهده گردید که مجموع این صفات باعث افزایش عملکرد دانه گردید. همچنین بیشترین عملکرد بیولوژیک نیز در تیمار ۲۵ درصد حاصل شد که باعث تشکیل بیوماس زیاد، افزایش سطح دریافت‌کننده نور و در نهایت افزایش عملکرد گردید. بنابراین به‌نظر می‌رسد مخلوط پاشی متانول با مقدار ۲۵ درصد حجمی نیز منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد دانه در شرایط دیم نسبت شاهد خگردیده است.

سپاسگزاری: از دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر قدس که در انجام این کار تحقیقی ما را مورد حمایت قرار دادند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

- احیایی، ح.ر.، م. کافی، و م. نصیری محلاتی. ۱۳۸۹. اثر مخلوط پاشی متانول و رژیم‌های آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام نخود. مجله تحقیقات حبوبات ایران. ۱: ۳۷-۴۸.
- باقری، ع.، گ.، م. لدانی، و م. حسن زاده. ۱۳۷۶. زراعت و اصلاح عدس (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۲۸۴ص.
- جانبازی رودسری، ا.، م. عاشوری، و ا. امیری. ۱۳۹۴. اثر مخلوط پاشی متانول و نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا در شرایط آب و هوایی گیلان. مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی. ۷(۲۰): ۱-۱۴.
- حسین زاده، س. ر.، ا. سلیمی، و ع. گنجعلی. ۱۳۹۲. تأثیر متانول بر خصوصیات مورفولوژیکی گیاه نخود (*Cicer arietinum* L.). تحت تنش خشکی. ۴(۲): ۱۳۹-۱۵۰.

نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۱۲۵-
۱۳۷.

کوچکی، ع.، م. بنایان اول. ۱۳۷۲. زراعت
حبوبات. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۲۱۲
ص.

نورحسینی نیاکی، س. ع.، م. ن. صفرزاده
ویشکایی، ا. اصلانی، و ف. واله شیدا.
۱۳۹۰. اثر زمان و غلظت های محلول پاشی
متانول بر رشد و عملکرد ماش. مجله
پژوهش‌های به زراعی. ۳ (۳): ۲۹۵-۳۰۶.

یوسفی، م.، م.، م. ن. صفرزاده ویشکایی،
ق. نور محمدی، و س. ع. نور حسینی
نیاکی. ۱۳۹۰. اثر محلول پاشی متانول بر
عملکرد لوبیا سبز. اولین همایش ملی مباحث
نوین در کشاورزی. ساوه - دانشگاه آزاد اسلامی
واحد ساوه. ص ۷۹.

Aggrawal, P., K. Khanna, R. Chopra,
and S.K. Sinha. 1984. Changes in leaf
water potential in relation to growth and
drymatter production. Indian Journal of
Experimental Biology. 22:98-101.

حسین زاده، س. ر.، ا. سلیمی، ا. گنجعلی، و
ر. احمدپور. ۱۳۹۳. اثر محلول ژاشی متانول بر
صفات فتوسنتزی، فلوریانس و محتوی کلروفیل
نخود (*Cicer arietinum L.*) در شرایط
تنش خشکی. مجله فیزیولوژی گیاهی ایران. ۵:
۱۱۵-۱۳۲.

رضائیان زاده، ا. ۱۳۸۶. اثر آبیاری تکمیلی بر
عملکرد و اجزاء عملکرد و شاخص‌های رشد در
سه رقم نخود (*Cicer arietinum L.*).
پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه مشهد.
۱۷۸ ص.

صفرزاده ویشکایی، م. ن. ۱۳۸۶. اثر متانول
بر رشد و عملکرد بادام زمینی. (رساله دکتری).
دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات
تهران. ۲۳۶ ص.

عمارت پرداز، ج.، ا. حامی و ح. دواتی
کاظم نیا. ۱۳۹۴. تأثیر محلول پاشی متانول بر
اجزای عملکرد لوبیا چیتی (*Phaseolus*
vulgaris L.) در شرایط تنش آبی. ویژه نامه

- Feibert, E. B. G., S. R. games, K. A. Rykbost, A. R. Mitchell, and C. C. shock.** 1995. potato yield and quality not changed by foliar applied methanol. Hortsci. 30(3) : 494-495.
- Gay, S.** 1980. Physiological aspects of yield improvement in soybean. Agron. J. 72: 387-391.
- Galbally, E. and W. Kirstine.** 2002. Production of methanol by flowers. Atmosphere. 43(3): 195-223.
- Gay, S. 1980. Physiological aspects of yield improvement in soybean. Agron. J. 72: 387-391.
- Ghodki, J.P. and P.V. Sane.** 1974. Studies on Photosynthetic activities of non leaf green tissues of crop plants.
- Hanson, A. D. and S. Roje.** 2001. Onecarbon metabolism in higher plants. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 52: 119-137.
- Heins, R.** 1980. Inhibition of ethylene synthesis and senescence in carnation by ethanol. J. Am. Soc. Hort. Sci. 105(1): 141-144.
- Hemming, D. and R. Criddle.** 1995. Effects of methanol on plant respiration. Plant Physiology. 146: 193-198.
- Benson, A.A. and A.M. Nonomura.** 1994. The path of carbon in photosynthesis: methanol inhibition of glycolic acid accumulation. Photosynth. Res. 34, 196.
- Bhattacharya, S., N. C. Bhattacharya, and B. B. Bhatnagar.** 1985. Effect of ethanol, methanol and acetone on rooting etiolated cuttings of *Vigna radiata* in presence of sucrose and auxin. Ann. Bot. 55: 143-145.
- Devlin, M., P. C. Bhowmik, and S. J. Karczmarczyk.** 1994. Influence of methanol on plant germination and growth. Plant Growth Regul. Soc. Am. Q. 22: 102– 108.
- Downie, A., S. Miyazaki, H. Bohnert, P. John, J. Coleman, M. Parry, and R. Haslam.** 2004. Expression profiling of the response of *Arabidopsis thaliana* to methanol stimulation. Phytochem. 65: 2305-2316.
- Fall, R. and A. benson.** 1996. Leaf methanol, the simplest natural product from plants. Trends plant sci. 1:296-301.
- Faver, K.L. and T.J. Gerik.** 1996. Foliar-applied methanol effects on cotton (*Gossypium hirsutum L.*) gas exchange and growth. Field Crops Res. 47: 227–234.

- Mirakhori, M., F. Paknejad, F. Moradi, M.R. Ardakani, H. Zahedi, and P. Nazeri.** 2009. Effect of drought stress and Methanol on yield and yield components of soybean Max (L17). American journal of Biochemistry and Biotechnology. 5(4): 162-169.
- Murali, N. S., W. Meskuntavon, and T. M. Aye.** 1994. Effect of methanol on the growth of field crops under water stress on Bangkok plain. Suranaree J. Sci. Technol. pp:1-2.
- Nemecek-Marshall, M., R. C. MacDonald, J. J. Franzen, C. L. Wojciechowski, R. Fall.** 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.
- Nonomura, A.M. and A.A. Benson.** 1992. The path to carbon in photosynthesis: improved crop yields with methanol. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 89: 9794-9798.
- Rajala, A., J. Karkkainen, J. Peltonen, and P. Peltonen-Sainio.** 1998. Foliar applications of alcohols failed to enhance growth and yield of C3 crops. Ind. Crop. Prod. 7: 129–137.
- Ivanova, E.G., N.V. Dornina, and Y.A. Trotsenko.** 2001. Aerobic methylobacteria are capable of synthesizing auxins. Microbiology 70: 392-397.
- Li, Y., G. Gupta, J.M. Joshi and A.K. Siyumbano.** 1995. Effect of methanol on soybean photosynthesis and chlorophyll. J. Plant Nutr. 18: 1875-1880.
- Makhdum, I.M., A. Nawaz, M. Shabab, F. Ahmad, and F. Illahi.** 2002. Physiological response of cotton to methanol foliar application. Journal of Research (Science), Bahauddin Zakariya University, Multan, Pakistan. 13: 37-43.
- Maliti, C. M.** 2000. Physiological and Biochemical Effects of Methylobacterium Sp. Strains and Foliar-applied Methanol on Growth and Development of Rice *Oryza Sativa* L. City University of New York Publisher. 354 p.
- Manwell, F.G. and P.R. Jennings.** 1980. Breeding plants resistant insects. Jhon Wiley and Sons, NewYork. PP 683.
- McGiffen, M.E. and J.A. Manthey.** 1996. The role of methanol in promoting plant growth: A current evaluation. Hort Science. 31: 1092-1096.

- Sunderman, H. D. and D. W. Sweeney.** 1997. Soybean response to foliar applied methanol in humid and semiarid environments. *Journal of production agriculture*. 10(3): 415-418.
- Vyshkayy, M., Gh. Noormohammadi, A. Majidi, and B. Rabii.** 2008. Effect of methanol on the growth function peanuts. *Iranian J. Agric. Sci., Special Issue*. 1: 102-87.
- Zbiec, I.I., S. Karczmarczyk, and Z. koszanski.** 1999. Influence of methanol on some cultivated plants. *Folia Univ. Agric. Stetin. Agricultura*. 73: 217-220.
- Zbiec, I., S. Karczmarczyk, C. Podsiadlo.** 2003. Response of some cultivated plants to methanol as compared to supplemental irrigation. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities (EJPAU)*. 6(1): 1-7.
- Ramberg, H.A., J.S.C. Bradley, J.S.C. Olson, J.N. Nishio, J. Markwell, and J.C. Osterman.** 2002. The role of methanol in promoting plant growth: An update. *Rev. Plant Biochem. Biotechno*. 1:113-126 .
- Ramirez, I., F. Dorta, V. Espinoza, E. Jimenez, A. Mercado, and H. Pen a-Cortes.** 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.
- Rowe, R. N., D. J. Farr, and B. A. J. Richards.** 1994. Effects of foliar and root applications of methanol or ethanol on the growth of tomato plants (*Lycopersicon esculentum*.L). *New Zealand J. Crop Horti. Sci.* 22, 335-337.
- sabaghpour, S.H., H. sadeghi, and R.S. Malhotra.** 2004. Present status and future prospects. Chick pea cultivation in Iran. *International chick pea conference Raipur. India.*
- Singh, K.B., R.S. Malhotra, and B.L. Respana.** 1982. Inheritance studies for yield and its components in chick pea *Estrattoda Genetics Agraria*. Vol. XXX. Vi-Fase. (3-4). 231-246.

Investigate the effect of methanol foliar application amounts on yield and yield components of lentil (*Lens culinaris* L.) under rainfed conditions

Sh. Ghafouri¹, H. Mozafari^{1*}, B. Sani¹

¹-Department of Agronomy, Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Abstract

In order to investigate the effect of methanol foliar application amounts on yield and yield components of lentil (*Lens culinaris* L.) under rainfed conditions an experiment was conducted in the Khodabandeh region as a randomized complete block design with three replications in 2015. Treatments included different levels of foliar application of methanol containing 0 (control), 5, 10, 15, 20 and 25% percent of methanol volume. The experimental results showed that the effect of methanol was significant at the 1% probability level on the sub shrubs length, number of pods per plant, seeds per pod, 100 grain weight, biological yield and grain yield and was significant at the 5% probability level on plant height, number of sub shrubs and harvest index. The most number of sub shrubs (7), sub shrub length (11.53) cm, plant height (24.33) cm, biological yield (624.33) kg, grain yield (281) kg per hectare, 100 grain weight (6.33) gr and harvest index with (45.61) percent obtained at 25% methanol foliar application treatment, also the most grain weight (2.62) gr and number of pods (60.33) per plant observed at 25% methanol foliar application treatment.

Key word: lens culinaris, foliar application, methanol, yield and yield components.

* Corresponding author (Mozafarihamid@yahoo.com)