بررسی تاثیر زمان و سطوح مختلف محلول‌پاشی متانول بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه ماش (*Vigna radiate*)

Effect of Time and Different Levels of foliar application Methanol on Yield and Yield Components of Mung bean (*Vigna radiate* L.)

مصطفی خمر[1*]، حمیدرضا مبصر[2]، سجاد کیخایی[3]

۱. باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد زاهدان، دانشگاه آزاد اسلامی، زاهدان، ایران.
۲. گروه زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان، زاهدان، ایران.
۳. گروه زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند، بیرجند، ایران.

*نویسنده مسوول مکاتبات: khm.mostafa@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۶/۹/۵ تاریخ پذیرش: ۹۷/۲/۱۱

چکیده

به منظور بررسی تاثیر زمان و سطوح مختلف محلول پاشی متانول بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه ماش (*Vigna radiate* L.) در منطقه سیستان، آزمایشی به صورت فاکتوریل با طرح پایه بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. در این آزمایش محلول‌پاشی متانول سه بار در طی فصل رشدبه ترتیب در مرحله آغاز رشد یا ساقه‌دهی (T_1)، گلدهی (T_2) ودانه بندی (T_3) و در پنج غلظت مختلف شامل ۱۰ درصد حجمی (C_1)، ۲۰ درصد حجمی (C_2)، ۳۰ درصد حجمی (C_3)، ۴۰ درصد حجمی (C_4) و ۵۰ درصد حجمی (C_5) درنظرگرفته شدند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر مراحل محلول‌پاشی متانول و غلظت‌های محلول‌پاشی متانول و برهمکنش آنها بر عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، ارتفاع بوته، تعداد نیام دربوته معنی‌دار بود. بر اساس مقایسه میانگین برهمکنش مراحل و غلظت های مختلف محلول‌پاشی متانول بیش‌ترین عملکرد بیولوژیک (۶۰۴۳ کیلوگرم در هکتار) تحت شرایط محلول‌پاشی در مرحله ساقه‌دهی و در غلظت ۴۰ درصد حجمی، بیش‌ترین عملکرد دانه (۶۷۲/۶۷ کیلوگرم در هکتار) و تعداد نیام در بوته (۴۶/۳۳ عدد) تحت شرایط محلول‌پاشی در مرحله گل‌دهی و در غلظت ۴۰ درصد حجمی، بیش‌ترین ارتفاع بوته (۲۵ سانتی‌متر) و وزن هزاردانه (۳۳/۳۳ گرم) تحت شرایط محلول‌پاشـــی در مرحله گل‌دهی و در غلظت ۳۰ درصد حجمی به‌دست آمد.

واژگان کلیدی: ماش، متانول، عملکرد و اجزای عملکرد، مرحله دانه‌بندی، مرحله گلدهی.

مقدمه

حبوبات با سطح زیرکشت یک میلیون و دویست هزار هکتار و تولید۷۰۰ هزار تن، به‌عنوان یکی از مهمترین منابع گیاهی غنی از پروتئین بعد از غلات، دومین منبع مهم غذایی انسان به شمار می‌روند. حبوبات جزو اصلی رژیم غذایی بسیاری از مردم فقیر جهان را تشکیل می‌دهد. زیرا مقادیر قابل توجه پروتئین مرغوب موجود در دانه‌یاین محصولات در ترکیب با غلات می‌تواند ترکیب زیستی ارزشمند غذایی را فراهم نماید و از نظر تامین نیاز غذایی جامعه، زراعی، کشاورزی پایدار و سودمندی اقتصادی نقش مهمی را ایفا می‌کنند و به علت دارا بودن ۳۲-۱۸ درصد پروتئین، ۶۵-۵۳ درصد کربوهیدرات و میزان قابل توجهی کلسیم و آهن در تامین نیازهای تغذیه‌ای انسان اهمیت دارند (موسوی‌فر و همکاران، ۱۳۸۹). ماش با نام علمی (*Vigna radiate*) گیاهی است یکساله از خانواده حبوبات، از نظر گیاه‌شناسی حبوبات متعلق به خانواده بقولات می‌باشد. سطح زیر کشت ماش سبز در جهان در حدود ۲/۵ تا سه میلیون هکتار و تولید آن در حدود ۵ میلیون تن است، عمده‌ترین مناطق کشت این گیاه در جهان سریلانکا، هندوستان، تایلند و پاکستان می‌باشند. دانه ماش از نظر ویتامین و مواد پروتئینی غنی است و بذرهای خشک آن تقریبا دارای ۲۳/۶ درصد پروتئین می‌باشد، علاوه بر این دانه ماش سرشار از فسفر است (مبصر و موسوی نیک، ۱۳۹۰). استفاده از تنظیم کننده‌های رشد جهت بهبود رشد گیاهان زراعی در جهت افزایش تولید حبوبات، یکی از راه حل‌های اساسی و مفید جهت افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصول، تأمین امنیت غذایی، پایداری در تولید به-نظر می‌رسد. در سال‌های اخیر تحقیقات زیادی روی موادی نظیر متانول، بوتانول، گلیسین و آسپارتات در جهت افزایش عملکرد گیاهان زراعی سه کربنه انجام شده است (صفرزاده ویشکایی، ۱۳۸۶). نقش عمده‌ایی که این مواد دارند، جلوگیری از کاهش اثر تنش‌های القا شده به گیاهان زراعی در انجام تنفس نوری آنها است (Ramirez *et al.*, 2006). واژه متیل الکل ریشهٔ یونانی داشته و از عبارت متوهیل گرفته شده است. متو به معنی شراب و هیل به معنای چوب است. متیل در سال ۱۸۴۰ ازکلمهٔ متیلن مشتق شده و برای نامیدن متیل الکل استفاده گردید. در سال ۱۹۸۲ از طرف انجمن بین اللمللی نام‌گذاری ترکیبات شیمیایی، متیل الکل به متانول تغییر نام یافت.محلول‌پاشی متانول یکی از راه‌هایی است که باعث افزایش تثبیت دی‌اکسید کربن در گیاهان زراعی در واحد سطح می‌شود. راه‌هایی که موجب افزایش تثبیت Co_2 در گیاهان زراعی می‌شوند، می‌تواند به عنوان راهکارهای مناسب برای افزایش عملکرد و زیست توده گیاهان زراعی مورد استفاده قرار-گیرد (مجتهدی و لسانی، ۱۳۷۴). در تحقیقات اخیر، کاربرد متانول به عنوان یک منبع کربن برای گیاهان زراعی رواج پیدا کرده است (Downie *et al.*, 2004). زیر اگیاهان می‌توانند متانول محلول‌پاشی شده روی برگ‌ها را به راحتی جذب کرده و آن را به عنوان منبع کربنی اضافه بر کربن اتمسفر مورد استفاده قرار دهند. متانول در مقایسه باCo_2 مولکول نسبتاً کوچکتری است که به راحتی توسط گیاهان، جذب شده و مورد استفاده قرار می‌گیرد (Downie *et al.*, 2004). طی سال‌های اخیر خصوصاً پس از اعلام نتایج آزمایشات نورمان و بنسون (Noomura and Benson, 1992) مطالعات به سمت استفاده از ترکیب جدیدی که در داخل گیاه سنتز می‌شود و در و مراحلی از دوره رشد گیاه، جهت افزایش غلظت Co_2 در داخل گیاه و بالابردن ران بازده فتوسنتزی گیاه استفاده می‌شود، معطوف گردیده است. این ماده متانول نام دارد که ساده‌ترین الکل تک کربنی می‌باشد. متانول استفاده شده روی گیاهان سه کربنه خصوصاً در شرایطی که تنفس نوری در آنها به مقدار زیاد در حال انجام است می‌تواند بخشی از تلفات کربن تثبیت شده توسط فتوسنتز را جبران نماید و از این طریق شاهد افزایش فتوسنتز خاص در واحد سطح و بالارفتن تولید ماده خشک در گیاهان زراعی سه کربنه بود. فرمول شیمیایی متانول CH_3OH است که ساده‌ترین نوع الکل‌ها می‌باشد. متانول دارای کربن نشان‌دار (C^{14}) پس از محلول‌پاشی روی گیاهان سریعا وارد بافت‌های آنها شده و پس از تأثیرگذاشتن روی سوخت و ساز گیاه، کربن مذکور در ساختار سرین یافت می‌گردد (Gout *et al.*, 2000). یکی از مسیرهای متیلوتروفیک پذیرفته شده جهت سوخت و ساز متانول در گیاهان عالی، مسیر سرین باکتریایی می‌باشد، این مسیر از گلیسین (به عنوان پذیرنده حد واسط متانول اکسید شده) و نیز هیدروکسی متیل تترا هیدروفولیت استفاده می‌نماید و مولکول سرین را تولید می‌کند. سرین تولید شده نهایتاً در اثر ترکیب با

Co_2، به متابولیت‌های چهار کربنه تبدیل می‌شود. در این مسیر سوبستراهای تک کربنه با گلیسین به عنوان منبع کربن و انرژی جفت شده و در سوخت و ساز سلول به کار می‌روند. این جفت شدن از سمیت ناشی از واکنش متقابل فرمالدئید با پروتئین‌های سلولی جلوگیری می‌کند (Hanson and Roje, 2001). بررسی‌های اولیه در زمینه آسمیلاسیون متانول در بافت‌های گیاهی که توسط دومین وورومانوآ (Domen and Romanova , 1962) انجام گرفت نشان داد که ترکیبات تک کربنه در برگ‌ها به Co_2 تبدیل می‌شوند که این Co_2 توسط فتوسنتز سریعا آسیمیله می‌گردد. اما سرعت آسیمیلاسیون این Co_2در تاریکی چندین برابر کندتر است.

بخشی از متانول موجود در اتمسفر توسط اکسیژن و نور خورشید به Co_2 اکسید می‌شود (Ford and Thorne, 1997). عمده‌ترین منابع تولید متانول در گیاهان، دمتیلاسون پکتین در دیواره سلولی آنهاست (Fall and Benson, 1996). پکتین‌ها پلی ساکاریدهای ساختمانی قابل انتقال هستند که با بقایای α-D- گالاکتورونات غنی می‌شوند و حاوی مقادیر کمی α-L- آرابینوز D-B- گالاکتوز، α-L-رامنوز و چندین قند دیگر می‌باشند (Oliviera et al., 2009). محلول‌پاشی متانول اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، تعداد شاخه در بوته، بیوماس کل، وزن صد دانه و درصد پروتئین لوبیا قرمز داشت (میرآخوری و همکاران،۱۳۸۹). محلول‌پاشی متانول اثر معنی‌داری بر بیوماس کل لوبیا قرمز داشت که در نتایج آنها بیشترین میانگین‌ها در تیمار ۳۹ درصد حجمی متانول به دست آمده بود. افزایش بیوماس به دلیل افزایش سطح برگ و مقدار کلروفیل بوده و متانول بر ظرفیت فتوسنتزی گیاهان و افزایش عملکرد آن‌ها خصوصا در شرایط تنش‌های محیطی نقش بسزایی دارد (Dowine et al., 2004). در آزمایش‌هایی که روی آفتابگردان (*Helianthus annus* L.) انجام شد ثابت شد که متانول باعث افزایش طول ساقه، شاخص سطح برگ، وزن خشک ساقه، تعداد گلچه‌های اصلی و تسریع در گلدهی می‌شود (Hernandez *et al*., 2000). طی این بررسی مشخص شده که محلول پاشی متانول با حجم ۲۵درصد بیشترین اثر را بر رشد و افزایش عملکرد سویا گذاشت (Li *et al*., 1995).

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۵ در یکی از مزارع کشاورزی شهرستان زهک (قلعه نو) با طول جغرافیایی ۶۱ درجه و ۴۱ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۵۴ دقیقه و با ارتفاع ۴۸۱ متر از سطح دریا اجرا شد. آب و هوای این شهر خشک و بسیار گرم با تابستان‌های گرم و خشک است. براساس آمار هواشناسی منطقه و براساس طبقه‌بندی کوپن، این منطقه دارای اقلیم خشک و بسیار گرم می‌باشد. میزان متوسط بارندگی در آن ۵۸/۹ میلی‌متر در سال، و متوسط دمای سالانه آن ۲۲ درجه سانتی‌گراد است، میزان سالانه تبخیر در آن ۴۸۶۵ میلی‌متر است که بیش از ۷۸ برابر بارندگی سالانه منطقه می‌باشد. نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی خاک نشان داد که خاک محل آزمایش با بافت لومی شنی و دارای هدایت الکتریکی عصاره اشباع ۳/۸ دسی زیمنس‌برمتر می‌باشد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از اجرای آزمایش در جدول یک ارائه گردید.

جدول ۱- نتایج تجزیه شیمیایی خاک

Table 1. Results of chemical analysis of soil

عمق نمونه برداری Depth (Cm)	بافت خاک	رس (%)	سیلت (%)	شن (%)	Zn (ppm)	Fe (ppm)	P (ppm)	K (ppm)	pH	O.C (%)	EC*10^3
0-30	لوم شنی	11	37	52	016	3.14	2.6	140	8.3	0.2	3.8

این پژوهش در قالب آزمایش فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. در این آزمایش محلول‌پاشی متانول سه بار در طی فصل رشد به ترتیب در مرحله آغاز رشد یا ساقه‌دهی (T_1)، گلدهی (T_2) ودانه بندی (T_3) و در ۵ غلظت مختلف شامل ۱۰ درصد حجمی (C_1)، ۲۰ درصد حجمی (C_2)، ۳۰ درصد حجمی

(C_3)، ۴۰ درصد حجمی (C_4) و ۵۰ درصد حجمی (C_5) در نظر گرفته شدند. بذر ماش یک رقم محلی می‌باشد که از مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی شهرستان زهک تهیه شد دارای طول دوره رشد ۶۵ تا ۷۵ روز می‌باشد. برای آماده سازی زمین، ابتدا با گاو آهن برگردان‌دار عملیات شخم انجام گردید. پس از خردکردن کلوخه‌ها توسط دیسک و تسطیح زمین به‌وسیله لولر، عملیات کرت‌بندی زمین صورت گرفت. براساس نتایج حاصل از تجزیه خاک، مقدار کود مورد نیاز با خاک مخلوط گردید. سپس مطابق با نقشه آزمایش، عملیات طناب‌کشی و خط‌کشی جهت مشخص نمودن محدوده هریک از کرت‌های آزمایشی انجام گرفت. هر کرت آزمایشی شامل پنج خط کشت به طول چهار و عرض سه متر و با فاصله بین ردیف‌های ۵۰ سانتی‌متر آماده گردید. بعد از تغییر رنگ دو سوم نیام‌ها به زرد و قهوه ای با در نظرگرفتن اثر حاشیه‌ای، یک متر مربع از هرکرت برداشت شد، سپس در داخل آون با حرارت ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک قرار داده شد و میانگین عملکرد علوفه بیولوژیک در هکتار محاسبه شد، بذرهای کل یک متر مربع از هر کرت نیزتوزین شد و میانگین عملکرد دانه به‌دست آمده به هکتار تعمیم داده شد. با به‌دست آوردن عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه در هر کرت، شاخص برداشت توسط فرمول زیر محاسبه گردید.

$$HI = \text{عملکرد دانه} / \text{عملکرد بیولوژیکی} \times 100$$

همچنین تعداد پنج نیام به‌طور تصادفی انتخاب و سپس متوسط تعداد نیام در بوته به‌دست آمد. و با در نظر گرفتن اثر حاشیه‌ای، تعداد پنج نیام به‌طور تصادفی انتخاب و سپس متوسط تعداد دانه در هر نیام به‌دست آمد. تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار آماری SAS استفاده گردید و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه گردیدند. برای رسم نمودار ها از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج وبحث

عملکرد بیولوژیک

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر مراحل محلول‌پاشی متانول و غلظت‌های محلول‌پاشی متانول و برهمکنش آنها بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بود (جدول دو).مقایسه میانگین برهمکنش نشان داد که بیش‌ترین عملکرد بیولوژیک (۶۰۴۳ کیلوگرم در هکتار) تحت شرایط محلول‌پاشی در مرحله ساقه‌دهی و در غلظت ۴۰ درصد حجمی و کمترین عملکرد بیولوژیک (۱۳۰۵ کیلوگرم در هکتار) تحت شرایط محلول‌پاشی در مرحله دانه بندی و در غلظت ۱۰ درصد حجمی به‌دست آمد (جدول سه). محلول‌پاشی متانول اثر معنی‌داری بر بیوماس کل لوبیا قرمز داشت که در نتایج آنها بیش‌ترین میانگین‌ها در تیمار ۳۹ درصد حجمی متانول به دست آمده بود. افزایش بیوماس به دلیل افزایش سطح برگ و مقدار کلروفیل بوده و متانول بر ظرفیت فتوسنتزی گیاهان و افزایش عملکرد آن‌ها خصوصا در شرایط تنش‌های محیطی نقش به‌سزایی دارد (Dowine *et al*., 2004). در بررسی روی پنبه، بیشترین عملکرد بیولوژیک، در تیمار۳۰ درصد حجمی متانول مشاهده شد (Makhduma *et al*., 2002). مشاهده شده است که کاربرد محلول متانول می‌تواند باعث افزایش وزن تر بوته‌های توتون شود و مقدار افزایش ماده خشک تولید شده توسط گیاه بستگی به مقدار متانول مصرفی دارد. این موضوع نشان می‌دهد که متانول می‌تواند بر آسمیلاسیون Co_2در گیاه اثر بگذارد (Downie *et al*., 2004; Ramirez *et al*., 2006).

جدول ۲- تجزیه واریانس عملکرد بیولوژیک،عملکرد دانه و شاخص برداشت ماش تحت تاثیر مراحل و غلظت‌های مختلف محلول‌پاشی متانول.

Table 2. Analysis of variance of biological yield, grain yield and harvest index of mushrooms under the influence of various steps and concentrations of methanol solubility.

			میانگین مربعات M.s		
S.O.V	منابع تغییرات	درجه آزادی df	شاخص برداشت Harvest index	عملکرد دانه Grain Yield	عملکرد بیولوژیک Biological Yield
Replication	تکرار	2	1.42	4579.4	165915.8
methanol solubility	مراحل محلول‌پاشی متانول (a)	2	61.62**	4676.2ns	3543911.8**
Methanol soluble concentrations	غلظت های محلول‌پاشی متانول (b)	4	371.2**	32074.5**	13206822.6**
a × b	مراحل* غلظت	8	92.90**	94480.4**	4895615.04**
Error	خطا	28	2.27	3411.3	88145.4
C.v	ضریب تغییرات (درصد)	-	10.62	13.93	8.40

ns: غیر معنی‌دار، *و**: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

MS: mean of square; CV coefficient of variation; *,** significant at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively. ns; non-significant.

جدول ۳- مقایسه میانگین برهمکنش مراحل و غلظت های مختلف محلول‌پاشی متانول بر عملکرد بیولوژیک،عملکرد دانه و شاخص برداشت ماش

Table 3. Comparison of Mean Interaction of Different Steps and Different Concentrations of Methanol Spraying on Biological Performance, Grain Yield and Mushroom Harvesting Index

تیمارهای آزمایشی	شاخص برداشت (%)	عملکرد دانه (Kg.ha)	عملکرد بیولوژیک (Kg.ha)
T_1C_1	9.29^{gf}	266.67^{e}	4770.00^{b}
T_1C_2	8.81^{g}	266.67^{e}	4887.00^{b}
T_1C_3	7.29^{gh}	272.33^{e}	4906.70^{b}
T_1C_4	5.72^{h}	311.00^{de}	6043.00^{a}
T_1C_5	8.27^{g}	278.33^{e}	4906.70^{b}
T_2C_1	13.88^{d}	432.00^{c}	2649.00^{d}
T_2C_2	12.77^{de}	561.33^{b}	3658.30^{c}
T_2C_3	11.39^{ef}	616.67^{ab}	3786.30^{c}
T_2C_4	9.66^{gf}	672.67^{a}	4770.00^{b}
T_2C_5	11.73^{def}	672.67^{a}	3745.30^{c}
T_3C_1	32.11^{a}	339.00^{cde}	1305.00^{e}
T_3C_2	23.82^{b}	362.00^{cde}	1310.00^{e}
T_3C_3	20.42^{c}	394.33^{cd}	2319.70^{d}
T_3C_4	14.07^{d}	421.00^{c}	$2620.3.00^{d}$
T_3C_5	23.53^{b}	421.00^{c}	1310.00^{e}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

زمان محلول‌پاشی متانول (Time)، T1: محلول‌پاشی در مرحله آغاز رشد یا ساقه‌دهی، T2: محلول‌پاشی در مرحله گلدهی، T3:محلول‌پاشی در مرحله دانه بندی؛ غلظت محلول‌پاشی متانول (Concentration)، C1: ۱۰ درصد حجمی، C2: ۲۰ درصد حجمی، C3: ۳۰ درصد حجمی، C4: ۴۰ درصد حجمی، C5: ۵۰ درصد حجمی.

In each column, the averages containing the alphabets do not differ significantly from the five-percent probability level based on the Duncan's multi-domain test. Time of spraying methanol (Time), T_1: Spraying at the beginning of growth or stemming, T_2: Spraying at flowering stage, T_3: Spraying at seeding stage; Concentration of methanol, C_1: 10% vol. , C_2: 20% vol., C_3: 30% vol., C_4: 40% vol., C_5: 50% vol.

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد که اثر مراحل محلول‌پاشی متانول و برهمکنش آنها بر عملکرد دانه معنی‌دار بود، اما غلظت‌های مختلف محلول‌پاشی متانول معنی‌دار نبود (جدول دو)، مقایسه میانگین برهمکنش نشان داد که بیش‌ترین عملکرد دانه (۶۷۲/۶۷ کیلوگرم در هکتار) تحت شرایط محلول‌پاشی در مرحله گلدهی و در غلظت ۴۰ درصد حجمی و کمترین عملکرد دانه (۲۶۶/۶۷ کیلوگرم در هکتار) تحت شرایط محلول‌پاشی در مرحله ساقه‌دهی و در غلظت ۱۰ درصد حجمی به‌دست آمد (جدول سه). امروزه نتایج بسیاری از تحقیقات حاکی از آن است که به‌کارگیری برخی از الکل‌های ساده نظیر متانول سبب افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن و در نهایت افزایش عملکرد گیاهان زراعی سه کربنه می‌شود (Ramirez *et al*., 2006). افزایش عملکرد را با استفاده از محلول‌پاشی متانول در چغندرقند را گزارش کردند (نادعلی و همکاران، ۱۳۸۹). محلول‌پاشی متانول اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، تعداد شاخه در بوته، بیوماس کل، وزن صد دانه و درصد پروتئین لوبیا قرمز داشت (میرآخوری و همکاران، ۱۳۸۹). کاربرد متانول ۱۴ و ۱۲ درصد در شرایط تنش خشکی باعث افزایش شاخص سطح برگ، میزان رشد محصول، میزان رشد غلاف، دوام سطح برگ، عملکرد غلاف و عملکرد دانه در گیاه سویا شد (Miakhori *et al*., 2008). بیش‌ترین عملکرد غلاف لوبیا چشم بلبلی در ۲۰ درصد حجمی متانول و بیش‌ترین عملکرد دانه، تعداد غلاف و شاخص برداشت در ۳۰ درصد حجمی متانول وجود داشت (Jafari Paskiabi *et al*., 2011).

شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر مراحل محلول‌پاشی متانول و غلظت‌های محلول‌پاشی متانول و برهمکنش آنها بر شاخص برداشت معنی‌دار بود (جدول دو)، مقایسه میانگین برهمکنش نشان داد که بیش‌ترین شاخص برداشت (۳۲/۱۱ درصد) تحت شرایط محلول‌پاشی در مرحله دانه بندی و در غلظت ۱۰ درصد حجمی و کمترین شاخص برداشت (۵/۷۲ درصد) تحت شرایط محلول‌پاشی در مرحله ساقه‌دهی و در غلظت ۴۰ درصد حجمی به‌دست آمد (جدول سه). در سویا بیش‌ترین شاخص برداشت با محلول‌پاشی ۷ درصد حجمی متانول به‌دست آمد (میرآخوری و همکاران، ب ۱۳۸۹). بیش-ترین شاخص برداشت لوبیا چشم‌بلبلی در محلول‌پاشی ۳۰ درصد حجمی متانول وجود داشت (Jafari Paskiabi et al., 2011). باتوجه به نتایج به دست آمده، مشخص است که تیمارهای ذکرشده دارای عملکرد دانه و بیوماس بیشتری بودند وا فزایش این دو صفت می‌تواند بر افزایش شاخص برداشت تأثیرگذار باشد، به‌طوری که با افزایش عملکرد دانه صورت کسر افزایش یافته که باعث افزایش شاخص برداشت می‌شود که نشان می‌دهدگیاه پس از محلول‌پاشی توانسته است که سهم بیشتری از تولیدات خود را صرف تولید دانه کند (Madhaiyan *et al*., 2006).

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر مراحل محلول‌پاشی متانول و غلظت‌های محلول‌پاشی متانول و برهمکنش آنها بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود (جدول چهار). مقایسه میانگین برهمکنش نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته (۲۵ سانتی‌متر) تحت شرایط محلول‌پاشی در مرحله گلدهی و در غلظت ۳۰ درصد حجمی و کمترین ارتفاع بوته (۱۹/۶۶ سانتی‌متر) تحت شرایط محلول‌پاشی در مرحله دانه‌بندی و در غلظت ۱۰ درصد حجمی بدست آمد (جدول چهار). با بررسی اثر محلول‌پاشی متانول روی سویا به این نتیجه رسیدند محلول‌پاشی متانول باعث افزایش عملکرد دانه، ارتفاع، تعداد غلاف پر شده، سطح برگ و بیوماس کل گردید در نتایج آنها کاربرد متانول در غلظت‌های ۱۴ و ۲۱ درصد حجمی به ترتیب موجب ۱۶/۸ و ۴۰/۲ درصد افزایش عملکرد نسبت به تیمار شاهد شد (میرآخوری و همکاران، ب ۱۳۸۹). محلول‌پاشی متانول سبب افزایش طول ساقه، سطح برگ، وزن خشکساقه و همچنین میزان گلچه‌های آفتابگردان می‌شود (Hernandez *et al*., 2000). در تحقیقی دیگر که روی گیاه دارویی بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) صورت گرفته بود، ارتفاع بوته تحت تأثیر محلول‌پاشی با متانول۳۰ درصد به بیش‌ترین میزان خود رسید، ولی با تیمار دهی با متانول۴۰ درصدکاهش ارتفاع بوته مشاهده گردید که بیشترین مقدار تولید انشعابات فرعی ساقه مربوط به تیمار متانول۴۰ درصد بوده است و با افزایش

غلظت به میزان ۵۰ درصد،کاهش انشعابات فرعی مشاهده گردید (خسروی،۱۳۹۰).

جدول ۴- تجزیه واریانس ارتفاع بوته،تعداد نیام در بوته،تعداد دانه در نیام، ماش تحت تاثیر مراحل و غلظت های مختلف محلول‌پاشی متانول

Table 4. Analysis of variance of plant height, number of plants per plant, number of seeds per nym, mushroom under the influence of various steps and concentrations of methanol

S.O.V	منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد دانه در نیام	تعداد نیام در بوته	ارتفاع بوته
Replication	تکرار	2	3.488	17.15	1.08
methanol solubility	مراحل محلول‌پاشی متانول(a)	2	1.622^{**}	363.6^{**}	7.37^{**}
Methanol soluble concentrations	غلظت محلول‌پاشی (b)	4	0.366^{ns}	1213.5^{**}	10.84^{**}
A × B	مراحل* غلظت	8	0.400^{ns}	441.7^{**}	7.95^{**}
Error	خطا	28	0.2507	12.25	0.8507
C.v	ضریب تغییرات (درصد)	-	5.03	13.71	4.15

ns: غیر معنی‌دار، *و**: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

MS: mean of square; CV coefficient of variation; *,** significant at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively. ns; non-significant

جدول ۵- مقایسه میانگین برهمکنش مراحل و غلظت‌های مختلف محلول‌پاشی متانول بر ارتفاع بوته، تعداد نیام در بوته و وزن هزاردانه

Table 5. Comparison of the average interactions between different stages and concentrations of methanol solution on plant height, number of plants per plant and 1000 seed weight

تیمارهای آزمایشی	تعداد نیام در بوته (N.o)	ارتفاع بوته (Cm)
T_1C_1	5.00^{g}	21.16^{cd}
T_1C_2	5.33^{fg}	21.50^{bc}
T_1C_3	11.00^{ef}	22.80^{b}
T_1C_4	11.00^{ef}	22.83^{b}
T_1C_5	10.00^{efg}	21.50^{bc}
T_2C_1	13.00^{e}	23.00^{b}
T_2C_2	24.33^{d}	23.00^{b}
T_2C_3	34.33^{bc}	25.00^{a}
T_2C_4	37.33^{b}	25.00^{a}
T_2C_5	29.00^{cd}	24.66^{a}
T_3C_1	39.00^{b}	19.66^{d}
T_3C_2	39.00^{b}	20.33^{cd}
T_3C_3	39.00^{b}	21.16^{cd}
T_3C_4	46.33^{a}	20.83^{cd}
T_3C_5	39.00^{b}	20.83^{cd}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

زمان محلول‌پاشی متانول (Time)، T1: محلول‌پاشی در مرحله آغاز رشد یا ساقه‌دهی، T2: محلول‌پاشی در مرحله گلدهی، T3:محلول‌پاشی در مرحله دانه بندی؛ غلظت محلول‌پاشی متانول (Concentration)، C1: ۱۰ درصد حجمی، C2: ۲۰ درصد حجمی، C3: ۳۰ درصد حجمی، C4: ۴۰ درصد حجمی، C5: ۵۰ درصد حجمی

In each column, the averages containing the alphabets do not differ significantly from the five-percent probability level based on the Duncan's multi-domain test. Time of spraying methanol (Time), T_1: Spraying at the beginning of growth or stemming, T_2: Spraying at flowering stage, T_3: Spraying at seeding stage; Concentration of methanol, C_1: 10% vol. , C_2: 20% vol., C_3: 30% vol., C_4: 40% vol., C_5: 50% vol.

تعداد نیام در بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر مراحل محلول‌پاشی متانول و غلظت‌های محلول‌پاشی متانول و برهمکنش آنها بر تعداد نیام در بوته معنی‌دار بود (جدول چهار)، مقایسه میانگین برهمکنش نشان داد که بیش‌ترین تعداد نیام در بوته (۴۶/۳۳ عدد) تحت شرایط محلول‌پاشی در مرحله گلدهی و در غلظت ۴۰ درصد حجمی و کمترین تعداد نیام در بوته (پنج عدد) تحت شرایط محلول‌پاشی در مرحله دانه‌بندی و در غلظت ۱۰ درصد حجمی به‌دست آمد (جدول پنج). مشاهده شد که محلول‌پاشی متانول تا ۳۰ درصد حجمی باعث افزایش عملکرد نیام، عملکرد دانه، تعداد نیام قابل برداشت و درصد پروتئین دانه در گیاه بادام زمینی شد (پیله وری خمامی و همکاران، ۱۳۸۷).

تعداد دانه در نیام

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر مراحل محلول‌پاشی متانول بر تعداد دانه در نیام معنی‌دار بود، اما غلظت‌های محلول‌پاشی متانول و برهمکنش آنها معنی‌دار نبود (جدول چهار)، مقایسه میانگین‌های مراحل محلول‌پاشی متانول نشان داد که بیش‌ترین تعداد دانه در نیام (۱۰/۳۳ عدد) تحت شرایط محلول‌پاشی در مرحله ساقه‌دهی و کمترین تعداد دانه در نیام (۹/۷۳ عدد) تحت شرایط محلول‌پاشی در مرحله دانه‌بندی به‌دست آمد (جدول پنج). محققان در بررسی اثر متانول روی گیاه ماش گزارش کردند که بیش‌ترین تعداد دانه در نیام و بیش-ترین شاخص برداشت متعلق به تیمار ۳۰ درصد حجمی متانول و بیش‌ترین عملکرد دانه مربوط به ۲۰ درصد حجمی متانول بود (Aslani *et al*., 2011).

جدول ۶- مقایسه میانگین تعداد دانه در نیام ماش تحت تاثیر مراحل و غلظت های مختلف محلول‌پاشی متانول

Table 6. Comparison of the average number of seeds per mashed potato under the influence of different stages and concentrations of methanol spraying

Treatments	تیمار	تعداد دانه در نیام
methanol solubility	مراحل محلول‌پاشی متانول	
stemming stage	ساقه‌دهی	10.33[a]
flowering stage	گلدهی	9.80[b]
seeding stage	دانه بندی	9.73[b]
Methanol soluble concentrations	غلظت‌های محلول‌پاشی متانول (درصد حجمی)	
10% vol	۱۰	10.11[a]
20% vol	۲۰	9.77[a]
30% vol	۳۰	9.88[a]
40% vol	۴۰	10.22[a]
50% vol	۵۰	9.77[a]

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

In each column, the averages containing the alphabets do not differ significantly from the five-point probability test based on the Duncan multi-domain test.

In each column, the averages containing the alphabets do not differ significantly from the five-percent probability level based on the Duncan's multi-domain test. Time of spraying methanol (Time), T_1: Spraying at the beginning of growth or stemming, T_2: Sp

raying at flowering stage, T_3: Spraying at seeding stage; Concentration of methanol, C_1: 10% vol. , C_2: 20% vol., C_3: 30% vol., C_4: 40% vol., C_5: 50% vol.

نتیجه گیری کلی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر مراحل محلول‌پاشی متانول و غلظت‌های محلول‌پاشی متانول و برهمکنش آنها بر عملکرد بیولوژیک، تعداد نیام در بوته، وزن هزاردانه و غلظت کلروفیل ماش معنی‌دار بود. همبستگی بین عملکرد دانه و شاخص برداشت با تعداد دانه در نیام نیز مثبت و معنی دار بود. براساس مقایسه میانگین برهمکنش مراحل و غلظت‌های مختلف محلول‌پاشی متانول بیشترین عملکرد بیولوژیک (۶۰۴۳ کیلوگرم در هکتار) تحت شرایط محلول‌پاشی در مرحله ساقه‌دهی و در غلظت ۴۰ درصد حجمی، بیشترین عملکرددانه (۶۷۲/۶۷ کیلوگرم در هکتار) و تعداد نیام دربوته (۴۶/۳۳ عدد) تحت شرایط محلول‌پاشی در مرحله گلدهی و در غلظت ۴۰ درصد حجمی بدست آمدمی‌توان چنین بیان

کرد که افزایش تعداد دانه در نیام عامل اصلی در افـزایش عملکرد دانه و شاخص برداشت است. بین ارتفـاع بوتـه بـا وزن هزاردانه همبستگی مثبت و معنی داری مشاهده شد. همچنین همبسـتگی بـین تعـدادنیام در بوتـه بـا غلظـت کلروفیل هم معنی‌دار بود.

منابع مورد استفاده: **References**

پیله‌وری خمامی، ر.، صفرزاده ویشکایی، م.ن.، ساجدی، ن.ع.، رسولی، م. و مرادی، م. ۱۳۸۷. اثر مصرف مقادیر متانول و روی بر خصوصیات کمی و کیفی بادام زمینی در گیلان. یافته‌های نوین کشاورزی، ۲ (۴) :۳۵۱ -۳۳۹.

صفرزاده ویشکایی، م.ن. ۱۳۸۶. اثر متانول بر رشد و عملکرد بادام زمینی(*Arachishypogaea* L.). پایـان‌نامـه دکتـری فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران. ۲۳۲ صفحه.

مبصر، ح.ر.،موسوی نیک، م.ح. ۱۳۹۰. تولید گیاهان صنعتی، چاپ اول. دانشگاه آزاد اسلامی واحد زاهدان. ۱۷۷ صفحه.

مجتهدی، م. و لسانی، ح.۱۳۷۴. زندگی گیاه سبز ترجمه. انتشارات دانشگاه تهران.

موسوی‌فر، ب.ا.، بهدانی، م.ع.، جام الاحمدی، م.ج. و حسینی بجد، م.س. ۱۳۸۹. اثر آبیاری محدود بر رشـد و عملکـرد ژنوتیپ‌های گلرنگ بهاره(*CarthamustinctoriusL.*) در شرایط بیرجند. نشریه بوم شناسی کشاورزی، ۲ (۴): ۶۳۹-۶۲۷.

میرآخوری، م.، پاک‌نژاد، ف.، اردکانی، م.ر.، مرادی، ف.، ناظری. پ. و نصری، م. ۱۳۸۹. اثر محلول‌پاشی متانول بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا (*Glycine max* L.). نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، ۲ (۲): ۲۴۴-۲۳

Aslani, A., SafarzadehVishekaei, M.N., Farzi, M., NoorhosseiniNiyaki, S.A., and Jafari Paskiabi, M. 2011. Effects of foliar applications of methanol on growth and yield of mung bean (*Vigna radiata L.*) in Rasht, Iran. African Journal of Agricultural Research, 6(15): 3603-3608.

Downie, A., Miyazaki, S., Bohnert, H., John, P., Coleman, J., Parry, M., and Haslam, R. 2004. Expression profiling of the response of arabidopsis thaliana to methanol stimulation. *Phytochem*, 65: 2305–2316.

Ford, M., and Thorne, G. 1967. The effect of Co_2 concentration on the growth of sugar beet, barely, kale, maize. *Annals of. Botany*, 31:630-644.

Hernandez, L.F., Pellegrini, C., and Malla, M. 2000. Effect of foliar application of methanol on growth and yield of sunflower. Phyton vol, 66:1-8.

Lee, Y.S., Choi, C.W., and Kim, J. J. 2009. Determination of mineral content in methanolic safflower (*Carthamustinctorius* L.) seed extract and Its effect on osteoblast markers. *International Journal of Molecular Sciences*, 292-305.

Oliviera-Neto, C.F., Silva-Lobato A.K., Goncalves-Vidigal. M.C., Costa R.C.L., Santos Filho, B.G., Alves, G.A.R., Silva-Maia, W.J.M., Cruz, F.J.R., Neres, H.K.B., and Santos Lopes, M.J. 2009. Carbon compounds and chlorophyllcontents in sorghum submitted to water deficit during three growth stages. *Science and Technology*, 7: 588-593**.**

Makhdum, M.I., Malik, M.N.A., Din, S.U., Ahmad, F., and Chaudhry, F.I. 2002. Physiological response of cotton to methanol foliar application. *Journal of Research* Science, 13: 37–43.

Nonomura, A.M., and Benson, A.A.1992. The path of carbon in photosynthesis: improved crop yields with methanol. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 89: 9794–9798.

Ramirez, I., Dorta, F., Espinoza, V., Jimenez, E., Mercado, A. and Pen a-Cortes, H. 2006. Effects of foliar and root applications of methanol on the growth of Arabidopsis, tobacco and tomato plants. *Journal of Plant Growth Regulation*, 25: 30–44.