Archive of SID

نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار/ جلد ۲۹ شماره ۱ / بهار ۱۳۹۸

تاثیر سطوح مختلف محلول‌پاشی متانول بر سیب‌زمینی بهاره تحت مدیریت کودی

مرضیه خمری[۱*]، احمد قنبری[۲]، مهدی دهمرده[۲]، سید محسن موسوی‌نیک[۳]

تاریخ دریافت: ۹۷/۲/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۰/۱۱

۱- دانشجوی دکتری، گروه اگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل
۲-استاد و دانشیار، گروه اگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل
۳-دانشیار، گروه زراعت واصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل
*مسئول مکاتبه: Email: ma_khammari@yahoo.com

چکیده

به منظور بررسی سطوح مختلف محلولپاشی متانول بر سیب‌زمینی بهاره تحت مدیریت کودی آزمایشی به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۵ در مزرعه آموزشی در شهرستان هیرمند انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل ۷ سطح کودی شامل ۱۰۰ درصد کود NPK، ورمی‌کمپوست، کود دامی، کود نانو، تلفیقی از ۵۰ درصد کود NPK + ۵۰ درصد ورمی‌کمپوست، ۵۰ درصد کود NPK + ۵۰ درصد کود دامی و ۵۰ درصد کود NPK + ۵۰ درصد کود نانو به عنوان عامل اصلی و سطوح مختلف متانول در چهار سطح صفر، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد حجمی به عنوان عامل فرعی بودند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های آزمایش نشان داد که اثر متقابل مدیریت کودی و محلول‌پاشی متانول تاثیر معنی‌دار بر تمامی صفات مورد مطالعه به جز روز تا ۵۰ درصد گلدهی، روز تا پوشش کامل، روز تا رسیدگی و کربوهیدارت غده داشت. نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد که در تیمار کاربرد تلفیقی کود شیمیایی و نانو بهمراه مصرف ۲۰ درصد حجمی متانول بیشترین میزان عملکرد غده بزرگ و عملکرد کل (۲۸/۰۵ تن در هکتار) بدست آمد. همچنین بیشترین میزان کربوهیدرات و کمترین میزان کاتالاز و پراکسیداز از این تیمار کودی بدست آمد. می‌توان نتیجه گیری کرد که برای افزایش و بهبود ویژگی‌های کمی و کیفی سیب‌زمینی کاربرد تلفیقی کود شیمیایی و نانو بهمراه محلولپاشی ۲۰ درصد حجمی متانول قابل توصیه است.

واژه های کلیدی: اسکوربات، پراکسیداز، تنش آبی، عملکرد غده، کربوهیدرات، کود دامی، گلدهی

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of Different Levels of Methanol on Spring Planting Potato Under Fertilizer Manegement

Marzieh Khammari[1*], Ahmad Ghanbari[2], Mahdi Dahmardeh[2], Mohsen Mousavinik[3]

Received: May 13, 2018 Accepted: January 1, 2019
1- Student of PhD, Dept. of Agroecology, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Iran.
2- Prof., and Assoc. Prof., Dept. of Agroecology, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Iran.
3- Assoc. Prof., Dept. of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Iran.
*Corresponding author: Email: ma_khammari@yahoo.com

Abstract

In order to study the different levels of methanol foliar application on spring potato under experimental fertilizer management in 2016 in a training farm in Hirmand, split-plot experiment was conducted in a completely randomized block design with three replications. Experimental treatments consisted of 7 levels of fertilizer including 100% NPK fertilizer vermicompost manure nano fertilizer a combination of 50 percent NPK + 50 percent vermicompost 50 percent NPK + 50 percent manure Manure and 50% NPK fertilizer + 50% of nano fertilizer were the main factors and different levels of methanol at four levels (0 10 20 and 30 volumes) as a minor. The results of analysis of variance of the test data showed that the interaction of fertilizer management and methanol foliar application had a significant effect on all traits except day to 50% flowering day to day full coverage day to tuber mature and carbohydrate of the tuber. The results of the comparison of the mean interactions showed that in the application fertilizer and nano of combined with 20% volumetric methanol consumption the highest large tuber and total yield (28.05 $t.ha^{-1}$) were obtained. Also highest amount of carbohydrates and the lowest amount of catalaze and peroxidase were obtained from this treatment. It can be concluded that for increasing and improving the quantitative and qualitative properties of potato the use of fertilizer and nano of combined with 20% volumetric methanol solution is recommended.

Keywords: Ascorbate, Carbohydrate, Flowering Manure, Peroxidase, Tuber Yield, Water Stress

مقدمه

در سیستم کشاورزی رایج برای بدست آوردن حداکثر عملکرد، استفاده مداوم از کودهای شیمیایی امری رایج بوده و استفاده مداوم و مفرط از کودهای شیمیایی رایج فعالیت باکتریایی و حاصلخیزی خاک را به طور محسوسی کاهش می‌دهد و فراهم‌سازی شرایط لازم برای استفاده بیشتر از منابع یکی از راهکارهای تولید بهینه محصول و تغییر شرایط کنونی در جهت کشاورزی

www.SID.ir

Archive of SID

پایدار است (گلیسمن و روسمی‌یر ۲۰۱۰). در سالهای اخیر سازمان کشاورزی و خواربار جهانی(FAO) طرح توسعه نظامهای تلفیقی کودهای آلی و زیستی را برای کشورهای در حال توسعه پیشنهاد نموده است (فائو ۲۰۱۳). گزینش مدیریت کودی می‌تواند از آلودگی زمین، آب و هوا ممانعت و به کاهش آسیب‌های زیست‌محیطی کمک می‌کند (کامکار و مهدوی دامغانی ۲۰۰۸). سیب‌زمینی پس از گندم، برنج و ذرت یکی از باارزش‌ترین محصولات کشاورزی دنیا محسوب می‌شود (فائو ۲۰۱٤). این گیاه از نظر مصرف کودهای شیمیایی یک محصول پر نیاز به شمار می‌آید (اکیلوف ۲۰۰۷). به اثرات مثبت کودهای حیوانی بر باروری خاک، (کاپکیایی و همکاران ۱۹۹۹) افزایش ماده آلی خاک و رشد و نمو گیاه و غنی‌سازی خاک به کرات در منابع اشاره شده است (کائور و همکاران ۲۰۰۸). در آزمایش للاحقانی دزاکی و همکاران (۲۰۰٦) در مورد اثر کود دامی و عمق کاشت بر مراحل فنولوژیکی و عملکرد غده‌ی سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum*) مشخص شد که میزان کود دامی به کار رفته بر تعداد روزهای کاشت تا سبز شدن، تعداد غده در بوته و عملکرد غده تأثیر معنی‌داری داشت. یانگ و همکاران (۲۰۱۵) با مقایسه اثر انواع کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد و کیفیت گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon sculentum* L.) گزارش کردند که کود ورمی‌کمپوست با افزایش فعالیت آنزیم‌های خاک باعث افزایش فراهمی عناصر غذایی و به دنبال آن بهبود عملکرد و کیفیت میوه شده است. علاوه بر کودهای آلی استفاده از نانو کودها که همه خصوصیات لازم مانند غلظت موثر، قابلیت حل‌پذیری مناسب، ثبات و تاثیرگذاری بالا و رهایش کنترل شده را دارند، سبب افزایش کارایی عناصر غذایی می‌شود (نادری و همکاران ۱۳۹۰). علاوه بر نقش مدیریت کود بر افزایش عملکرد، یکی از راهکارهای افزایش غلظت دی‌اکسیدکربن در گیاهان در شرایط تنشهای محیطی، استفاده از ترکیباتی نظیر متانول، اتانول، پروپانول، بوتانول می‌باشد. متانول به عنوان یک منبع غنی کربن، یکی از موادی است که تثبیت را در گیاهان سه کربنه افزایش می‌دهد و در شرایط تنفس نوری بالا با افزایش راندمان فتوسنتزی، بخشی از تلفات کربن تثبیت شده را با افزایش غلظت CO_2 جبران می‌کند (نونومورا و بنسون ۱۹۹۷). بنابراین راههایی که موجب افزایش دی‌اکسیدکربن در گیاهان می‌شود می‌تواند به عنوان راهکاری مناسب برای افزایش عملکرد و زیست‌توده گیاهان مورد استفاده قرار گیرد (کافی و همکاران ۲۰۱۱). اولین بار اثر مثبت محلول‌پاشی متانول بر روی گیاه ماش گزارش شد (بهاتاچاریا و همکاران ۱۹۸۵). در گندم دوروم تیمار با متانول باعث دو برابر شدن عملکرد شد (نونومورا و بنسون ۱۹۹۲). در گیاهانی مانند پنبه، بادام زمینی، سویا، گوجه‌فرنگی و غیره محلول‌پاشی متانول باعث افزایش عملکردشان شد (فال بنسون ۱۹۹٦). هدف از انجام این پژوهش، بررسی چگونگی و مقایسه تاثیر کودی مختلف شیمیایی، دامی، آلی و نانو کودها به همراه محلولپاشی متانول بر برخی از صفات کمی و کیفی سیب‌زمینی بهاره بود.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی تأثیر مدیریت کودی و مقادیر مختلف محلول‌پاشی متانول بر صفات کمی و کیفی سیب‌زمینی بهاره، آزمایشی در سال ۱۳۹۵ به صورت آزمایش اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه آموزشی واقع در شهرستان هیرمند انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل ۷ سطح کودی شامل ۱۰۰ درصد کود NPK، ورمی‌کمپوست (۲۰ تن در هکتار)، کود دامی (٤۰ تن در هکتار)، کود نانو، تلفیقی از ۵۰ درصد کود NPK + ۵۰ درصد ورمی‌کمپوست، ۵۰ درصد کود NPK + ۵۰ درصد کود دامی و ۵۰ درصد کود NPK + ۵۰ درصد کود نانو به عنوان عامل اصلی و سطوح مختلف متانول در چهار سطح (صفر، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد حجمی) به عنوان عامل

www.SID.ir

Archive of SID

فرعی بودند. کلیه تیمارهای مورد آزمایش تحت تنش کم آبی ۷۰ درصد ظرفیت زراعی قرار گرفتند. جهت تعیین رطوبت خاک و اعمال تنش از دستگاه TDR مدل TRIME-FM ساخت کشور آلمان استفاده شد. متانول (خلوص ۹۹ درصد با فرمول CH_3OH) مورد استفاده در این پژوهش ساخت ایران بود. میزان غده بذری سیب‌زمینی مورد استفاده ۳ تن در هکتار از رقم ساتینا در نظر گرفته شد. مقادیر مورد استفاده کود شیمیایی (NPK) به صورت اوره، سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم بر اساس نتایج آزمون خاک به ترتیب ٤۰۰، ۱۰۰ و ۱۷۰ کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد (جدول ۱).

جدول ۱- برخی خصوصیات شیمیایی خاک و کودهای آلی بکار رفته در آزمایش

	نیتروژن (%)	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)	کربن آلی (٪)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	بافت	عمق (cm)	موادآلی (%)	نیتروژن /کربن C/N (%)	رطوبت (%)
خاک	۰/۰۷	۱٦/۸	۱۱۵	۰/۲۹	۷/۹	۲/٤	لوم	۰-۳۰	-	-	-
کودگاوی	۰/۵۷	۰/٤۵	۰/۲۷	۲۵/۵	-	۳/۸	-	-	۳۲/۵	۱۰/٤	۸/۷
ورمی‌کمپوست	۱/٤۱	۰/۸٦	۱/٦	۲۷/۹	-	۲/٦	-	-	٤۸/۲	۱۱/۵	٦/۹

بعد از آماده‌سازی زمین شامل تسطیح و آبیاری، در پانزدهم بهمن ماه کشت گیاه سیب‌زمینی انجام شد. هر کرت شامل شش ردیف کاشت به طول شش متر و به فاصله ۷۵ سانتیمتر از یکدیگر و فاصله روی ردیف ۲۰ سانتیمتر بود. فاصله بین کرت‌ها دو متر و فاصله بین بلوک‌ها پنج متر در نظر گرفته شد. کودهای پایه شامل NPK، کود دامی و ورمی‌کمپوست مطابق سطوح تعیین شده قبل از کاشت به زمین داده شد. همچنین کود نانو بیوزر مخصوص سیب‌زمینی نیز مطابق دستورالعمل مصرف (۲-۳ کیلوگرم در هکتار)، در طول دوره رشد مورد استفاده قرار گرفت. در مرحله داشت عملیات آبیاری، خاک‌دهی پای بوته و وجین علف‌های هرز مرتب انجام شد. پس از استقرار کامل بوته، محلول‌پاشی متانول در غلظت‌های تعیین شده در دو مرحله به فاصله ۱۵ روز (اولین مرحله پس از استقرار کامل بوته) انجام شد. در طول مرحله داشت یادداشت‌برداری صفات فیزیولوژیکی (بیوشیمیایی) مورد نظر انجام و پس از اتمام مرحله رویشی، نمونه‌برداری از گیاه جهت تعیین صفات کیفی صورت گرفت. در طول فصل رشد اندازه‌گیری صفات زراعی و عملکرد غده از ٤ ردیف وسط با حذف حاشیه هر کرت انجام شد. برای اندازه‌گیری ساقه اصلی و فرعی، تعداد غده و عملکرد غده در بوته تعداد ۱۰ بوته انتخاب و میانگین آن بدست آمد. برای تعیین وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ساقه و برگ ۱۰ بوته به تفکیک از طریق نمونه‌برداری و خشک کردن در آون به مدت ۷۲ ساعت و دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد انجام شد. اندازه گیری صفات کیفی شامل: سنجش فعالیت آنزیم پراکسیداز و پلی‌فنول‌اکسیداز مطابق روش قناتی و همکاران (۲۰۰۲)، سنجش فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز مطابق روش گیانوپولیتیس و ریس (۱۹۹۷)، تعیین فعالیت آنزیم کاتالاز از روش ککمک و هورست (۱۹۹۱)، تعیین پراکسیداسیون لیپیدهای غشاء با استفاده از دووس و همکاران (۱۹۹۱)، و برای اندازه‌گیری آسکوربات از روش لاو و همکاران (۱۹۸۳) استفاده گردید. اندازه‌گیری کربوهیدرات‌های محلول در غده‌ها با استفاده از معرف آنترون و استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتری در طول موج ٦۲۵ نانومتر بر اساس روش فسلس (۱۹۵۱) انجام شد. تجزیه وتحلیل آماری داده‌ها و برش‌دهی تأثیرات متقابل با استفاده از

www.SID.ir

Archive of SID

نرم افزار SAS نسخه (۹/۲) و مقایسه میانگین ها با روش دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

روز تا ۵۰ درصد گلدهی

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها، اثر ساده سطوح مختلف کود بر صفت تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی با میانگین ٦٨/٦٦ روز مربوط به کاربرد تلفیقی کود شیمیایی و دامی بود و کمترین آن در تیمار کود ورمی‌کمپوست مشاهده گردید (جدول ۳). در روند گلدهی محصولات زراعی و ورود به مرحله زایشی نسبت کربن به نیتروژن بسیار مهم بوده و تاثیر مستقیمی بر آن دارد. در تیمار کود ورمی‌کمپوست به دلیل بالا بودن این نسبت، گلدهی با سرعت بیشتری انجام شد و زودتر از سایر تیمارها به مرحله ۵۰ درصد گلدهی رسید. ولی با کاربرد کود دامی بدلیل پایین بودن نسبت کربن به نیتروژن، بالاترین تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی بدست آمد. همچنین نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که محلول‌پاشی متانول بر صفت تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشت ولی اثر متقابل سطوح کود در متانول بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۲)، نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده (جدول ۳) نشان داد، بیشترین تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی مربوط به تیمار عدم محلول‌پاشی با متانول بود و با کاربرد متانول به صورت ۱۰ درصد حجمی در یک گروه قرار گرفت. خاصیت آنتی‌اکسیدانی متانول باعث تاخیر پیر شدن گل-ها و افزایش عمر و ماندگاری گل‌ها می‌شود که این نتایج با تحقیقات جین و همکاران (۲۰۰٦)، در مورد گل رز مطابقت دارد.

روز تا پوشش کامل

پوشش کامل مزرعه به سرعت رشد بوته بستگی داشته و در ارقام مختلف سیب‌زمینی متفاوت است و تحت تأثیر رژیم رطوبتی و شرایط فیزیولوژیکی غده بذری قبل از کاشت می باشد (صوفیان و عمادی ۱۹۹۲ و کومار و همکاران ۲۰۰٦). بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها، اثر ساده سطوح مختلف کود بر صفت روز تا پوشش کامل در سطح آماری پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) نشان داد که تاثیر کلیه مقادیر کوددهی بر روی این صفت یکسان بود. با توجه به اینکه تمامی کرتها قبل از رسیدن بوته‌ها به پوشش کامل، در شریط رطوبتی یکسان قرار داشتند و همچنین شرایط فیزیولوژیکی غده‌های مورد استفاده در آزمایش نیز یکسان بود لذا از این نظر اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد. به نظر می‌رسد بافت خاک و تامین درجه-روز مرحله جوانه‌زنی تا سبز شدن فاکتور مهمتری در رسیدن بوته‌ها به پوشش کامل باشد. در آزمایش مقایسه ارقام تجاری سیب‌زمینی که در آنها رقم سانته جزو ارقام شاهد بوده، مشخص شد که زمان متوسط کسب پوشش کامل در این رقم٤٥/٣٦ روز بوده است (پرویزی ۲۰۰۷). نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر ساده محلول‌پاشی متانول و اثر متقابل سطوح کود در متانول بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۲)، نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳)، نشان داد که تاثیر کلیه مقادیر محلولپاشی بر روی این صفت یکسان بود. همچنین اثر متقابل سطوح کود در متانول نیز بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۲).

روز تا رسیدگی

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها، اثر سطوح مختلف کود بر صفت روز تا رسیدگی در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود ولی اثر متقابل سطوح کود در متانول بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۲).

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج مقایسه میانگین‌های اثرات ساده نشان داد که در این صفت بیشترین تعداد روز تا رسیدگی با میانگین ۱۰۷/٦٦ روز مربوط به کاربرد کود دامی بود (جدول ۳). به نظر می‌رسد تیمار کود دامی بدلیل افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت موجود در خاک توانسته است بیشترین طول دوره رشد را کسب نماید. در ارزیابی صفات کمی و کیفی کلون‌های سیب‌زمینی مشخص شد در تیمار آبیاری ۸۰ درصد، رقم ساوالان با تأخیر بیشتر و با اختلافی معنی‌دار نسبت به کلون 3970097-1 به رسیدگی فیزیولوژیکی رسیده است اما در تیمارهای ۷۰ درصد این وضعیت برقرار نبوده و فاصله بسیار نزدیکتر شد. با این نتایج مشخص می‌شود که طول دوره رشد در سیب‌زمینی اگرچه صفتی وابسته به رقم می‌باشد اما می‌تواند تحت تأثیر رژیم و میزان آبیاری و سایر اقدامات مدیریتی در مزرعه نیز قرار گیرد (پرویزی و قدمی فیروزآبادی ۲۰۱۵). نتایج تجزیه واریانس محلولپاشی متانول بر صفت روز تا رسیدگی نشان داد که اثر ساده محلول‌پاشی متانول و اثر متقابل سطوح کود در متانول بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۲)، همچنین مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳)، نشان داد که تاثیر کلیه مقادیر محلولپاشی بر روی این صفت یکسان بود.

طول ساقه اصلی

تغییرات ارتفاع گیاه معمولا بارزترین تغییر ناشی از شرایط رشد در اغلب گیاهان زراعی می‌باشد. این صفت تاثیر عوامل زراعی و تیمارهای آزمایشی را به خود منعکس می‌کند و دارای همبستگی معنی‌داری با عملکرد محصول می‌باشد. (اکرمی نژاد و همکاران ۲۰۱٦) بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها، اثر متقابل سطوح کود در متانول بر صفت طول ساقه اصلی در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). طبق جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل، بیشترین طول ساقه اصلی با میانگین ۵۹/۱۶ سانتی‌متر به کاربرد کود شیمیایی و محلولپاشی ۳۰ درصد حجمی متانول و کمترین آن به کاربرد کود نانو به تنهایی و عدم محلولپاشی متانول تعلق داشت (جدول ۵). به نظر می‌رسد کود شیمیایی اوره به دلیل داشتن نیتروژن قابل دسترس بیشتر نسبت به سایر تیمارها باعث افزایش ارتفاع بوته سیب‌زمینی شده است. نتایج مشابهی (زلالم و همکاران ۲۰۰۹ و اولیویرا ۲۰۰۰) در رابطه با تأثیر مقدار نیتروژن بر طول ساقه و ارتفاع بوته سیب‌زمینی گزارش شده است. رضوانی مقدم و همکاران (۱۳۸۹) نشان دادند که بیشترین ارتفاع بوته کنجد از تیمار کود گاوی و سپس کود شیمیایی به ترتیب۷۹/۳ و ۷۰/۷ سانتی متر به دست آمد. در مطالعه دیگر اصغر مالیک و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند که کاربرد ۸۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه سبب افزایش ارتفاع کنجد به مقدار حدود ۷ درصد نسبت به شاهد (عدم مصرف کود) شد.

طول ساقه فرعی

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها، اثر متقابل سطوح کود در متانول بر صفت طول ساقه فرعی در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). طبق جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل، بیشترین طول ساقه فرعی با میانگین ۱۸/۱۱ سانتی متر به کاربرد کود ورمی‌کمپوست و محلولپاشی ۲۰ درصد حجمی متانول تعلق داشت و کمترین آن با میانگین ٦/۷ سانتی متر در کاربرد تلفیقی کود شیمیایی و نانو و عدم محلولپاشی متانول مشاهده گردید (جدول ۵). طول ساقه از جمله صفاتی است که ارتباط مستقیم با وضعیت رشد و ارسال مواد فتوسنتزی به این اندام گیاهی دارد. (جعفرزاده

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات کمی اندازه‌گیری شده در آزمایش تحت تأثیر تیمارهای کودی و محلولپاشی متانول

منابع تغییر	درجه آزادی	روز تا ۵۰ درصد گلدهی	روز تا پوشش کامل	روز تا رسیدگی	طول ساقه اصلی	طول ساقه فرعی	عملکرد غده بزرگ
تکرار (r)	۲	۳/۰۸n.s	۳/۵۷n.s	۲۲/۰۱n.s	۸/۱۱n.s	۲/۱۳n.s	۱/٤۷ns
سطوح کود (a)	٦	۳۸۲/۰۹**	۱۱/۲*	۱۹٦/۱٦**	۳۷٤/۸۳**	٤٤/٤۹**	۳۰/۸٤**
خطای اصلی	۱۲	۱۸/۵۸*	۱۰/۸٤**	٤۸/۷۳*	۱۷/۸۷n.s	۱/۷۱n.s	٤/۷*
سطوح متانول (b)	۳	۱۸۷/۷۵**	٤/۸۸n.s	۰/۷٦n.s	۱۷/۵n.s	۱٦/۲۵**	۲۰۳n.s
سطوح کود * متانول	۱۸	٤/۵n.s	۳/٤n.s	۳/۳۱n.s	۹۳/۷**	۱۳/٤۸**	۱۸/۸**
خطای فرعی	٤۲	۹/۳	۳/۵۸	۲۱/۰۵	۱۲/۷	۱/۸۱	۱/۷۹
ضریب تغییرات (٪)	-	٤/۸۹	۵/۰٤	٤/٦٤	۸/۲۵	۱۰/۸۵	۱۲/۹۷

ns ,*, **به ترتیب بیانگر غیرمعنی‌دار و معنی داری در سطوح احتمال پنج و یک درصدمی باشد.

کنارسری و پوستینی ۱۳۸٤)، در تحقیقی که به منظور بررسی اثر چهار سطح ورمی‌کمپوست بر گیاه *Dracocephalum moldavica*ا نجام گرفت، مشاهده شد که تیمارهای ورمی‌کمپوست بطور معنی‌داری باعث افزایش ویژگیهای رشدی گیاه مانند سطح برگ، ارتفاع بوته و تعداد شاخه‌های فرعی شدند. رشد گیاه به مقدار عناصر غذایی و رطوبت موجود در خاک وابسته است و کودهای آلی از طریق افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت موجود در خاک شرایط مساعدتری را برای رشد گیاه فراهم می‌آورند (روس ۱۹۹٤). نتایج مقایسهٔ میانگین‌ها نشان می‌دهد، با افزایش محلولپاشی متانول تا سطح ۲۰ درصد حجمی، طول ساقه فرعی افزایش یافت، ولی افزایش مصرف متانول به ۳۰ درصد حجمی این صفت را کاهش داد که مبین تأثیر منفی آن در غلظتهای بالا بر رشد گیاه است. گیاه سوزی بادرنجبویه نیز تحت تأثیر غلظتهای بالای محلولپاشی متانول گزارش شده است (خسروی ۲۰۱۱). افزایش ارتفاع بوته در اثر مصرف متانول همچنین به دلیل فعالیت باکتریهای متیلوتروف موجود در برگها است که با دریافت متانول هورمونهایی مانند اکسین و سیتوکنین تولید می‌کند که باعث تقسیم سلولی و افزایش طولی سلول و در نتیجه افزایش طول ساقه می‌شود (ایوانووا و همکاران ۲۰۰۱، لی و همکاران ۱۹۹۵، کاتو و اساکا ۱۹۹۹، دپینتو و همکاران ۱۹۹۹).

عملکرد غده بزرگ

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها، اثر متقابل بین سطوح کودی مختلف و محلولپاشی متانول بر صفت عملکرد غده بزرگ در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). طبق جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل، بیشترین عملکرد غده بزرگ با میانگین ۱٤/۸۲ تن در هکتار به کاربرد تلفیقی کود شیمیایی و نانو بیوزر و محلولپاشی ۲۰ درصد حجمی متانول تعلق داشت و کمترین آن با میانگین ۵/٤۱ تن در هکتار در تیمار کاربرد ورمی‌کمپوست و عدم محلولپاشی متانول مشاهده گردید (جدول ۵). حضور کودهای بیولوژیک به ویژه باکتریهای حل‌کننده فسفات از طریق تولید اسیدهای آلی نقش مهمی در شکستن پیوند فسفر- کلسیم و افزایش دسترسی فسفر در خاک دارند ساندرا و همکاران (۲۰۰۲). پاریک و همکاران (۱۹۷۳) گزارش دادند که کودهای بیولوژیک pH خاک را از طریق تولید باکتریهای حل‌کننده فسفات به ویژه انواع اسیدهای آلی

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- مقایسه میانگین تیمارهای کودی و محلولپاشی متانول بر صفات کمی سیب زمینی

تیمارهای آزمایشی	روز تا ۵۰ درصد گلدهی	روز تا پوشش کامل	روز تا رسیدگی	طول ساقه اصلی (سانتی متر)	طول ساقه فرعی (سانتی متر)	عملکرد غده بزرگ (تن در هکتار)
سطوح کود	کود					
NPK	۵۶/۰۸b	۳۶/۶۶a	۹۷/۷۵b	۵۰/۷۳a	۱۲/۷۵b	۸/۶c
ورمی	۴۱/۵۸c	۳۷/۸۳a	۹۵/۲۵b	۳۷/۸۱a	۱۳/۶۱a	۸/۱۰cd
دامی	۶۸/۰۷a	۳۹/۳۳a	۱۰۷/۶۶a	۳۵/۰۳de	۱۳/۵۲a	۱۱/۹۱a
نانو	۶۸/۱۶a	۳۶/۵a	۹۶/۸۳b	۳۱/۳۳f	۱۲/۸۸b	۹/۶c
NPK * ورمی	۵۸/۶۶b	۳۷/۸۳a	۹۸/۵۸b	۳۶/۷۳bc	۱۰/۶c	۸/۶۷c
NPK * دامی	۶۸/۶۶a	۳۷/۸۳a	۹۷/۹۱b	۳۷/۵۸ab	۱۲/۰۹b	۱۱/۰۶ab
NPK * نانو	۵۸/۳۳b	۳۷a	۹۷/۶۶b	۳۳/۰۵cd	۹/۳۷d	۱۲/۲۸a
سطوح متانول	متانول					
صفر درصد حجمی	۶۵/۳۳a	۳۷/۳۳a	۹۸/۵۲a	۳۲/۸۶a	۱۱/۸۹b	۱۰/۰۷a
۱۰ درصد حجمی	۶۳/۲۳a	۳۷/۲۳a	۹۸/۹a	۳۳/۳۳a	۱۱/۵۰b	۱۰/۸a
۲۰ درصد حجمی	۶۱b	۳۷/۳۲a	۹۸/۹a	۳۳/۱۷a	۱۳/۳۷a	۱۰/۳۵a
۳۰ درصد حجمی	۵۸/۸c	۳۸/۲۸a	۹۸/۹a	۳۲/۲۸a	۱۲/۷۳b	۹/۹۳a

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

کاهش می‌دهند. اسیدی شدن خاک بوسیله تولید اسیدهای آلی و افزایش ماده آلی خاک ممکن است علت اصلی دسترسی بیشتر عناصری از قبیل فسفر و پتاسیم باشد (اسچیلینگ ۱۹۹۸). کودهای بیولوژیک با بهبود جذب سایر عناصر غذایی نظیر آهن باعث ایجاد تعادل در بین اجزای عملکرد (تعداد غده و وزن تک‌غده) شده و باعث افزایش عملکرد، یکنواختی غده و بازارپسندی محصول سیب‌زمینی می‌شود (لین ۲۰۰۲).

عملکرد غده متوسط

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌های حاصل از آزمایش، اثر متقابل بین سطوح مختلف کودی و محلولپاشی متانول بر صفت عملکرد غده متوسط در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود (جدول ٤). طبق جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل، بیشترین عملکرد غده متوسط با میانگین ۱۰/۷۲ تن در هکتار به کاربرد تلفیقی کود شیمیایی و دامی و محلولپاشی ۲۰ درصد حجمی متانول تعلق داشت و کمترین آن در تیمار کود شیمیایی و عدم محلولپاشی متانول مشاهده گردید (جدول ۵). در این آزمایش درصد غده‌های متوسط در بین تیمارها نوسانات کمتری نشان داد. به نظر می‌رسد که اثر ترکیب کودهای شیمیایی و دامی سبب بهبود فعالیتهای میکروبی خاک و افزایش زیست توده میکروبی در خاک شده است. از طرفی این زیست توده میکروبی سبب ایجاد کمپلکسهای ناپایدار بین عناصر غذایی خصوصاً فسفر شده و از تثبیت آن در خاک جلوگیری کرده و آنرا به آرامی و در دراز مدت آزاد و در اختیار گیاه قرار می‌دهد (پانت و همکاران ۲۰۱۲). تلفیق کود شیمیایی و کود دامی شرایط تغذیه‌ای و رشدی را برای انجام فرآیندهای حیاتی گیاه مانند جذب فراهم می‌آورد. جذب عناصر، انتقال و اختصاص آن، فتوسنتز را مساعدتر کرده و از طریق افزایش فرآیندهای حیاتی گیاه

www.SID.ir

Archive of SID

سبب افزایش زیست توده شده که در مجموع عملکرد گیاه افزایش می‌یابد. نتایج نشان داد که در این آزمایش بالاترین عملکرد غده متوسط مربوط به تیمار محلول-پاشی با ۲۰ درصد حجمی متانول بود. بهبود در رشد و عملکرد می‌تواند ناشی از حفظ محتوای رطوبت نسبی برگ (تیان ۲۰۰۶) و بهبود سیستم آنزیمی گیاه در اثر کاربرد متانول باشد (شوکند و همکاران ۲۰۱۰). نتایج تحقیقات متعددی گویای افزایش عملکرد گیاهانی از جمله آفتابگردان (هرناندز و همکاران ۲۰۰۰)، چغندرقند (لی و همکاران ۲۰۰۶)، ماش (اصلانی و همکاران ۲۰۱۱) و پنبه (مخدوم ۲۰۰۲) تحت تأثیر محلولپاشی متانول است.

عملکرد غده کوچک

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها، اثر متقابل بین سطوح مختلف کودی و محلولپاشی متانول بر صفت عملکرد غده کوچک در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود (جدول ٤). طبق جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل بیشترین عملکرد غده کوچک با میانگین ۹/۰۵ تن در هکتار به تیمار کود شیمیایی و عدم محلولپاشی متانول و کمترین آن با میانگین ۳/۵۸ تن در هکتار به کاربرد تلفیق کود شیمیایی و ورمی‌کمپوست و کاربرد ۳۰ درصد حجمی متانول تعلق داشت (جدول ٥). در میزان تولید غده ریز، بدشکل و غیر قابل استفاده اثرات نوع رقم، آبیاری و نیز تغذیه بسیار موثر است. عملکرد غده‌های با وزن کمتر از ۳۰ گرم (ریز) در تیمار کود شیمیایی بیشترین و در تیمار ترکیب کود شیمیایی و ورمی‌کمپوست کمترین مقدار بوده است. در تیمار کود شیمیایی ۲۹/۸ درصد از عملکرد کل را غده های ریز تشکیل داده بود در حالی که این رقم با مصرف کودهای آلی و شیمیایی تغییر یافت و کمترین مقدار آن در تیمار ترکیب کود شیمیایی و ورمی‌کمپوست مشاهده شد. اثرات مثبت کودهای آلی برای سایر محصولات به ویژه محصولات غده‌ای ریشه‌ای نیز گزارش شده است (پوپونین و همکاران ۱۹۹٤). اروز و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند که کاربرد پنج تن کود دامی همراه با کود

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده در آزمایش تحت تأثیر تیمارهای کودی و محلولپاشی متانول

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد غده متوسط	عملکرد غده کوچک	عملکرد کل	کربوهیدرات	اسکوربات کل	کاتالاز	پراکسیداز	سوپراکسید دیسموتاز
تکرار (r)	۲	۰/٦٤n.s	۰/٤٦n.s	۲/۲٤ns	٤/٥۳*	۰/۰۰۰۳n.s	۰/۰۰۰۲۱n.s	۰/۰۰۰۱n.s	۰/۰۰۰۰۰۱ns
سطوح کود (a)	٦	۹/٤٥**	۷/۹۷**	٥٦/٤۸**	٤٥۹/۱**	۰/۲۷**	۰/۱۱٦**	۰/۰۰۹٥**	۰/۰۰۰۹۷**
خطای اصلی	۱۲	۰/۳٤n.s	۰/۳۱n.s	٥/۳٦*	۰/۷۹n.s	۰/۰۰۰۱n.s	۰/۰۰۰۲n.s	۰/۰۰۰۰۷ns	۰/۰۰۰۰۰۱n.s
سطوح متانول (b)	۳	٤٥/۳٦**	۱۸/۳۱**	۱۲۱/۷٤**	۱٤/۳۱**	۰/٤۷۸**	۰/۰٥۹**	۰/۰۰٦۷**	۰/۰۰۱٥**
سطوح کود * متانول	۱۸	٦۱/٤**	٥/٦**	۳۷/٦۱**	۰/۹٦n.s	۰/٥٦۷**	۰/۱۱۱**	۰/۰۰۷۲**	۰/۰۰۱۷**
خطای فرعی	٤۲	۰/٤٤	۰/۲۲	۲/۲٦	۱/۰۱	۰/۰۰۰٤	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۰۱
ضریب تغییرات(٪)	-	٤/۸۹	٥/۰٤	٤/٦٤	۸/۲٥	۱۰/۸٥	۱۱/۰٥	۱۲/۹۷	۲/۱۸

ns ,* ,**به ترتیب بیانگر غیرمعنی‌دار و معنی داری در سطوح احتمال پنج و یک درصدمی باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

پتاسیم در مقایسه با عدم کاربرد کود دامی موجب افزایش تعداد غده‌های بازارپسند در سیب‌زمینی شد. در تیمار کود شیمیایی، کاربرد این تیمار باعث افزایش تعداد غده در نتیجه کاهش وزن غده شد. اما در تیمارهایی که کودهای شیمیایی، زیستی ،آلی و بیولوژیک به صورت تواما استفاده شد، تعداد و وزن غده رشد متوازنی داشت و محصول یکنواختی حاصل شد. علت کاهش تعداد غده ریز در غلظتهای بالاتر متانول احتمالا به دلیل اثر دسترسی بیشتر به CO_2 در نتیجه محلولپاشی متانول و افزایش تعداد غده‌های درشت می‌باشد. در تحقیقات میراخوری و همکاران (۲۰۰۹) کاربرد متانول در آنها باعث تاثیرات معنی‌داری در تعداد دانه پوک در غلاف سویا شد.

جدول ۵- برش‌دهی اثرات متقابل مدیریت کودی و محلولپاشی متانول بر صفات کمی مورد اندازه گیری در آزمایش

	تیمارهای آزمایشی	طول ساقه اصلی(سانتی متر)	طول ساقه فرعی (سانتی متر)	عملکرد غده بزرگ	عملکرد غده متوسط	عملکرد غده کوچک	عملکرد کل
NPK	عدم محلولپاشی متانول	۵۰/۵۷ ab	۱۱/۹۶ ab	۸/۱۱b	۵/۲۲ b	۹/۰۵ a	۱۷/٦٦ c
	۱۰ درصد حجمی متانول	٤۷/۷۷ b	۱۰/۹۷ b	۱۱/۲۵ a	۸/٤۵ a	٦/٤۱ b	۲٦/۳۲ b
	۲۰ درصد حجمی متانول	۵۱/۲ ab	۱٤/۷۸ a	۱۱/۷٤ a	۹/۰ a	٦/۷۹ b	۲۷/٤٤ a
	۳۰ درصد حجمی متانول	۵۹/۱٦ a	۱۳/۲۹ ab	۹/۲۱ b	۸/۰۷ a	۸/۲۱ a	۲۵/۷۱ b
ورمی کمپوست	عدم محلولپاشی متانول	۳۲/۷۲ c	۱٤/۵۸ a	۵/٤۱ b	۷/۹٦ b	٤/٦٤ b	۲۳/۰۷ b
	۱۰ درصد حجمی متانول	٤۳/۱٦ a	۱٤/۰۳ a	۵/۵۸ b	۹/۳۸ a	٤/۰۱ b	۲٤/۰۳ ab
	۲۰ درصد حجمی متانول	۳۹/۲٤ ab	۱۸/۱۱ a	۱۰/۳۱ a	۸/۲۹ a	۵/۸۷ a	۲٦/۵۷ a
	۳۰ درصد حجمی متانول	۳٤/۳۷ b	۱٦/۰۳ a	۱۱/۱۱ a	۱۰/۰۲ a	۵/۸۳ a	۲۱/۲۷ b
کود دامی	عدم محلولپاشی متانول	۳٤/۳۱ a	۱٦/۹۳ a	۹/۵۸ b	۵/۸۱ b	٤/۰۸ b	۲۰/۱٤ c
	۱۰ درصد حجمی متانول	۳٦/٤۳ a	۱۱/۵ b	۹/۷۵ b	۵/۸۳ b	۵/۳٤ ab	۲۱/۰۳ bc
	۲۰ درصد حجمی متانول	۳۳/٦۹ a	۱٤/۳۳ ab	۱۲/۵٦ a	۸a	٦/۲۱ a	۲٦/۱۱ a
	۳۰ درصد حجمی متانول	۳۵/٦۹ a	۱۵/۳۲ a	۸/۷۲ b	۸/۹۳ a	٦/٦۷ a	۲۵/۰۹ ab
کود نانو	عدم محلولپاشی متانول	۳۲/۷ c	۱۲/۸۷ a	۱٤/۷۹ a	۵/٦٦ b	۳/۸۱ c	۲٤/۲۵ b
	۱۰ درصد حجمی متانول	٤۲/۸۷ ab	۱۳/۹۸ a	۱۲/۸۲ b	۷/۷۷ a	۵/۵۹ b	۲٦/۱۸ ab
	۲۰ درصد حجمی متانول	٤۹/۷۲ a	۱۳/۳۳ a	۱۱/٤٤ b	۸/٦ a	۷/٤۱ a	۲۷/۵ a
	۳۰ درصد حجمی متانول	٤۰/۷۷ b	۱۱/۳۵ b	۹/۰٦ c	۸/۱۸ a	۷/۱۱ b	۲٤/۳٦ b
۵۰٪ NPK+ ۵۰٪ ورمی کمپوست	عدم محلولپاشی متانول	٤۳/۳۳ a	۱۰/۸۱ a	۸/۰۹ b	۵/۳٦ b	۷/٤ a	۱۷/۷۵ c
	۱۰ درصد حجمی متانول	٤۸/۵٤ a	۱۰/٦۲ a	۱۱/۳٦ a	٦/۰۱ a	۷/۵۱ a	۲۲/۰۷ b
	۲۰ درصد حجمی متانول	٤۹/۳۸ a	۱۱/۲ a	۱۰/۰۳ a	۷/۳۱ a	٤/۰۱ b	۲۵/٤۳ ab
	۳۰ درصد حجمی متانول	٤۵/٦۸ a	۹/۷۹ a	۱۰/۲۸ a	۷/۲۳ a	۳/۵۸ b	۲۵/۷۸ a
دامی ۵۰٪ NPK ۵۰٪+	عدم محلولپاشی متانول	۳۷/٦۱ c	۹/۳۵ b	۸/۷٦ b	۵/۷۹ b	۵/۷۸ b	۲۱/۱ c
	۱۰ درصد حجمی متانول	٤۷/٤۷ b	۹/۳٤ b	۸/۸٦ b	۷/۷۱ a	۸/۱۲ a	۲۵/۳۱ a
	۲۰ درصد حجمی متانول	۵۳/٤۱ a	۱۳/۸۱ a	۱۰/۹۱ a	۱۰/۷۲ a	۷/۸۷ b	۲٤/٤۷ ab
	۳۰ درصد حجمی متانول	٤٦/۰۸ b	۱۱/۵۸ b	۹/۸۵ ab	۷/۳۵ a	٦/٤۹ b	۲٤/۳٦ ab
نانو ۵۰٪ NPK ۵۰٪+	عدم محلولپاشی متانول	۵۰/۳٦ a	٦/۷۷ c	۹/۷۵ b	۵/٦۱ b	٤/۵ b	۲۰/٤۹ b
	۱۰ درصد حجمی متانول	٤٤/۸٦ b	۱۰/۱۰ ab	۱۰/۸۹ ab	٦/۵۷ ab	٦/۳۳ a	۲۲/٤۳ b
	۲۰ درصد حجمی متانول	۳٦/۸۱ c	۸/۷۵ bc	۱٤/۸۲ a	۷/۱۲ a	۵/۱۱ b	۲۸/۰۵ a
	۳۰ درصد حجمی متانول	۳۹/۹۸ c	۱۱/۸٦ a	۱۱/۱۸ ab	۷/۹٦ a	٦/۵٤ a	۲۷/٤ a

www.SID.ir

Archive of SID

عملکرد کل غده

اجزای عملکرد و عملکرد کل بیشتر تحت تاثیر عوامل متعددی از جمله رقم گیاهی، طول دوره رشد، بافت خاک، وضعیت حاصلخیزی خاک و شرایط آب و هوایی می‌باشد (دلین و همکاران ۲۰۰٤). بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها، اثر متقابل بین سطوح مختلف کودی و محلولپاشی متانول بر صفت عملکرد کل در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود (جدول ٤). طبق جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل، بیشترین عملکرد غده کل با میانگین ۲۸/۰۵ تن در هکتار به کاربرد تلفیقی کود شیمیایی و نانو بیوزر و محلولپاشی ۲۰ درصد حجمی متانول تعلق داشت و کمترین میزان عملکرد کل با میانگین ۱۷/٦ تن در هکتار به تیمار کود شیمیایی و عدم محلولپاشی متانول مشاهده گردید (جدول ٥). در تیمار تلفیقی کود شیمیایی و نانو ٥۳ درصد از عملکرد کل را غده‌های درشت و حدود ۲٥/٤ درصد را غده‌های متوسط تشکیل داده بود. غده‌های متوسط در بین تیمارها نوسانات کمتری نشان داد. روسین و همکاران (۲۰۱۰) بیان کردند استفاده از کودهای زیستی و آلی در ترکیب با کود شیمیایی باعث بهبود شرایط محیط ریشه و تغذیه سیب‌زمینی باعث تولید غده‌های یکنواخت و سالم شد. این پژوهشگران گزارش کردند که میزان عملکرد قابل فروش نسبت به شاهد (کاربرد کود شیمیایی به تنهایی) ٦۲ درصد افزایش پیدا کرد. زبیک و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند که محلولپاشی متانول عملکرد وزن خشک گندم را افزایش داد و متانول ۲۰ ٪ در شلغم باعث ۲۳ ٪ افزایش عملکرد شد. به طور کلی بررسیهای انجام شده نشان می‌دهد که متانول در گیاهان سه کربنه در افزایش عملکرد، یکنواختی رسیدگی، کاهش اثر تنش خشکی و کم کردن نیاز آبی گیاه موثر است (نونومورا و بنسون ۱۹۹۲). افزایش قابل ملاحظه‌ای در رشد گندم، تربچه، نخود، بادام زمینی و گوجه‌فرنگی نیز پس از محلولپاشی متانول در آنها گزارش شده است (رامیرز و همکاران ۲۰۰٦).

کربوهیدرات

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها، اثر ساده سطوح مختلف کودی بر میزان کربوهیدرات غده در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود ولی بین اثرات متقابل کود در متانول اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ٤). طبق جدول مقایسه میانگین‌های اثرات ساده، بیشترین میزان کربوهیدرات به تیمار کود دامی تعلق داشت و با تیمارهای کود نانو و ترکیب کود شیمیایی و نانو اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ٦). شکل‌گیری غده‌ها در سیب‌زمینی به منزله ظهور یک مخزن قوی (Sink) برای انباشت کربوهیدراتها و پروتئین‌ها می‌باشد (وروگ دنهیل و همکاران ۲۰۰۷). از آن جایی که در این پژوهش بالاترین میزان هیدرات‌کربن از تیمار کودهای دامی و نانو به دست آمد بیانگر تاثیر تعادل عناصر غذایی در افزایش رشد رویشی و رشد ریشه، به دنبال آن جذب بیشتر آب و موادغذایی و تولید آسیمیلات حاصل از فتوسنتز و همچنین امکان ذخیره قند ناشی از ماده‌سازی به نشاسته می‌باشد. با افزایش دسترسی گیاه به عناصر غذایی به صورت یکنواخت در دوره تشکیل و پر شدن غده، ابتدا حجم غده به حداکثر مقدار خود رسیده و در نهایت توسط نشاسته پر می‌گردد (خلدبرین و اسلام زاده ۱۳۸۰). نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر ساده محلولپاشی متانول بر میزان کربوهیدرات تاثیر معنی‌داری در سطح آماری یک درصد داشت (جدول ٤)، نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ٦)، نشان داد که در این صفت بالاترین میزان کربوهیدرات مربوط به تیمار محلول‌پاشی با ۳۰ درصد حجمی متانول بود. از جمله دلایل تاثیرگذاری متانول بر مقدار قند غده این است که متانول از طریق تاثیری که بر دی‌اکسید کربن می‌گذارد و باعث افزایش آن در گیاه می‌شود و از طریق تحت تاثیر قرار دادن متابولیسم گیاه سبب افزایش میزان قند می‌شود (ویشکایی و همکاران ۲۰۰۸). مقایسه مقادیر مختلف محلولپاشی متانول از نظر مقدار قند بر روی توتون نشان داد مقدار ٥۰ درصد حجمی متانول بیشترین میزان قند برگ (۱۷/۹۷ درصد) را دارا بود (رامیرز و همکاران ۲۰۰٦).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۷- ترکیبات تیماری مدیریت کودی و محلولپاشی متانول برای صفات کیفی مورد اندازه گیری

	تیمارهای آزمایشی	آسکوربات کل	کاتالاز	پراکسیداز	سوپراکسید دیسموتاز
NPK	عدم محلولپاشی متانول	۰/۱۶ c	۰/۹۵ a	۰/۱۸ a	۰/۰۲۶ c
	۱۰ درصد حجمی متانول	۰/۳۵ b	۰/۸ c	۰/۱۶ a	۰/۰۳۵ b
	۲۰ درصد حجمی متانول	۰/۵۶ a	۰/۹۲ b	۰/۱۵ a	۰/۰۱۵ d
	۳۰ درصد حجمی متانول	۰/۵۸ a	۰/۷۵ d	۰/۱۵ a	۰/۰۷۵ a
ورمی کمپوست	عدم محلولپاشی متانول	۰/۲۳ d	۰/۸۵ a	۰/۱۷ a	۰/۰۴۶ a
	۱۰ درصد حجمی متانول	۰/۴۴ c	۰/۶۶ c	۰/۱۴ b	۰/۰۲۸ c
	۲۰ درصد حجمی متانول	۰/۵۶ b	۰/۶۸ c	۰/۰۶ c	۰/۰۳۸ b
	۳۰ درصد حجمی متانول	۰/۵۸ a	۰/۷۴ b	۰/۱۲ b	۰/۰۴۶ a
کود دامی	عدم محلولپاشی متانول	۰/۲۸ d	۰/۷۵ b	۰/۰۷ c	۰/۰۶۷ b
	۱۰ درصد حجمی متانول	۰/۳۴ c	۰/۸۳ a	۰/۱۴ b	۰/۰۸۷ a
	۲۰ درصد حجمی متانول	۰/۷۳ a	۰/۷۴ b	۰/۱۳ b	۰/۰۴۱ d
	۳۰ درصد حجمی متانول	۰/۳۸ b	۰/۴۶ c	۰/۱۶ a	۰/۰۵۱ c
کود نانو	عدم محلولپاشی متانول	۰/۲۵ c	۰/۸۳ a	۰/۱۵ b	۰/۰۱۸ d
	۱۰ درصد حجمی متانول	۰/۳۳ b	۰/۵۲ b	۰/۱۵ b	۰/۰۲۴ c
	۲۰ درصد حجمی متانول	۰/۱۸ d	۰/۵۴ b	۰/۱۳ b	۰/۰۶۹ a
	۳۰ درصد حجمی متانول	۰/۸۳ a	۰/۳۵ c	۰/۲ a	۰/۰۲۶ b
۵۰٪NPK+ ۵۰٪ دامی	عدم محلولپاشی متانول	۰/۱۷ d	۰/۴۴ c	۰/۳۵ a	۰/۱ a
	۱۰ درصد حجمی متانول	۰/۳ b	۰/۷۳ b	۰/۱۳ c	۰/۰۳۶ b
	۲۰ درصد حجمی متانول	۰/۵۶ a	۰/۷۳ b	۰/۱۸ b	۰/۰۲۴ c
	۳۰ درصد حجمی متانول	۰/۲۱c	۰/۸۴ a	۰/۱۲ c	۰/۰۳۷ b
NPK+ ۵۰٪ دامی	عدم محلولپاشی متانول	۰/۳۳ b	۰/۷۶ b	۰/۱۲۴ a	۰/۰۸۲ a
	۱۰ درصد حجمی متانول	۰/۴۵ a	۰/۶۲ c	۰/۱۲۳ a	۰/۰۱۶ c
	۲۰ درصد حجمی متانول	۰/۴۶ a	۰/۸۴ a	۰/۰۸۸ b	۰/۰۵ b
	۳۰ درصد حجمی متانول	۰/۳۵ b	۰/۵۳ d	۰/۱۲۱ a	۰/۰۶۳ a
NPK+ ۵۰٪ نانو	عدم محلولپاشی متانول	۰/۲۵ d	۰/۴۲ b	۰/۱۲ bc	۰/۰۴۵ c
	۱۰ درصد حجمی متانول	۰/۵۷ b	۰/۳۴ c	۰/۱۳۴ a	۰/۰۳۴ b
	۲۰ درصد حجمی متانول	۱/۷a	۰/۲۷ d	۰/۱۲۳ b	۰/۰۶۲ a
	۳۰ درصد حجمی متانول	۰/۴۵ c	۰/۸۶ a	۰/۱۱ c	۰/۰۲۴ d

آسکوربات کل

بررسیها نشان داده است در گیاهان مقاوم به تنشهای محیطی میزان آسکوربات درون سلول افزایش یافته ولی در گیاهان حساس مانند سیب‌زمینی کاهش آن گزارش شده است (سرینیواسولو و همکاران ۲۰۰۰). بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها، اثر متقابل بین سطح مختلف کودی و محلولپاشی متانول بر آنزیم آسکوربات در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود (جدول ٤). طبق جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل، بیشترین میزان آسکوربات کل با میانگین ۱/۷ جذب به ازای میلی گرم پروتیین به تیمار کود نانو و محلولپاشی ۲۰ درصد حجمی متانول تعلق داشت و کمترین آن در

www.SID.ir

Archive of SID

تیمار کود شیمیایی و عدم محلولپاشی متانول با میانگین ۰/۱۶ جذب به ازای میلی گرم پروتیین مشاهده گردید (جدول ۷). در شرایط تنش‌های اکسیداتیو، آسکوربات به عنوان یک ماده مصرفی در پاک‌سازی گونه‌های فعال اکسیژن عمل کرده و در گیاه کاهش می‌یابد. در تحقیق دولت‌آبادیان و همکاران (۱۳۸۷)، تنش کمبود آب سبب کاهش آسکوربات و دهیدروآسکوربات نسبت به شاهد (آبیاری مطلوب) شد به طوری که اثر تنش قبل از گلدهی در این کاهش بیشتر بود. کاهش مواد آنتی‌اکسیدان در اثر افزایش تنش در گندم (ژانگ و کایرخام ۱۹۹٤) و ذرت (ژیانگ و ژام ۲۰۰۲) گزارش شده است که علت آن اثر تنش کمبود آب بر پروتئین‌ها می‌باشد. بیشترین محتوی آسکوربات در تیمارهایی که کمتر تحت تاثیر تنش کم آبی قرار گرفته بودند مشاهده شد. تیمارهایی که بیشتر اثرات تنش را نشان داد (کود شمیایی و ورمی‌کمپوست) بدون مصرف متانول جزء دارندگان کمترین مقدار آسکوربات بودند.

کاتالاز

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها، اثر متقابل بین سطوح مختلف کودی و محلولپاشی متانول بر آنزیم کاتالاز برگ در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود (جدول ٤). طبق جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل، بیشترین میزان کاتالاز با میانگین ۰/۹۵ جذب به ازای میلی گرم پروتیین به تیمار کود شیمیایی و عدم محلولپاشی متانول تعلق داشت و کمترین آن با میانگین ۰/۲۷ جذب به ازای میلی گرم پروتیین در تلفیق کود شیمیایی و نانو و کاربرد ۲۰ درصد حجمی متانول مشاهده گردید (جدول ۷). فعالیت آنزیم کاتالاز مطابق نتایج به دست آمده در شرایط تنش کم آبی افزایش می‌یابد (ژانگ و کایرخام ۱۹۹٤). در این آزمایش تیمار تلفیقی کود شیمیایی و نانو به میزان بیشتری سبب کاهش فعالیت آنزیم کاتالاز (۰/۲۹ درصد) در مقایسه با کاربرد کود شیمیایی شد. کاربرد کوددهی تلفیقی در مقایسه با کود شیمیایی و نانو به تنهایی از کارایی بیشتری برخوردار بود و منجر به کاهش فعالیت این آنزیم شد (باردل و همکاران ۲۰۱٦). این کاهش در تیمار تغذیه تلفیقی در مقایسه با کود شیمیایی برای آنزیم کاتالاز ٦٦ درصد بود. به نظر می‌رسد کاهش فعالیت این آنزیمها حاصل بهبود شرایط خاک، دستیابی گیاه به رطوبت و عناصر غذایی کافی و قرارگرفتن در وضعیت مناسب فیزیولوژیکی باشد (باردل و همکاران ۲۰۱٦). در مطالعه‌ای که بر روی ذرت انجام گرفت گزارش کردند که افزایش فعالیت کاتالاز، سبب افزایش پتانسیل دفاعی گیاه در مقابل تنش خشکی شده و میزان تحمل این گیاه را بهبود می‌بخشد (هلال و سمیر ۲۰۰۸). افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز در گیاه لوبیا تحت تنش خشکی نیز گزارش شده است (احمد و همکاران ۲۰۱۲). بنابراین به نظر می‌رسد متانول با کاهش میزان پراکسید هیدروژن در کاهش فعالیت آنزیم کاتالاز نقش دارد (سیموا استولووا و همکاران ۲۰۰۸).

پراکسیداز

تغییر فعالیت آنزیمهای آنتی اکسیدان یکی از مکانیسم‌های مقاومت گیاهان در برابر تنش ها می‌باشد. بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها، اثر متقابل بین سطوح مختلف کودی و محلولپاشی متانول در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود (جدول ٤). طبق جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل، بیشترین میزان پراکسیداز با میانگین ۰/۱۸ جذب به ازای میلی گرم پروتیین به تیمار کود شیمیایی و عدم محلولپاشی متانول تعلق داشت و کمترین آن با میانگین ۰/۱۱ جذب به ازای میلی گرم پروتیین در تیمار تلفیق کود شیمیایی و نانو و محلولپاشی ۳۰ درصد حجمی متانول مشاهده گردید (جدول ۷). پراکسید هیدروژن و سوپراکسید هیدروژن اولین ترکیبهای تولید شده در شرایط تنش خشکی هستند، پراکسیداز اغلب به عنوان آنزیم آنتی‌اکسیدان در نظر گرفته و از سلول در برابر نفوذ مخرب اکسیژن فعال

www.SID.ir

Archive of SID

محافظت می‌کند. افزایش فعالیت پراکسیداز تحت تنش آب نشان‌دهنده شکل‌گیری بخش زیادی H2O2 در طول تنش آبی است (هلال و سمیر ۲۰۰۸). نتایج تحقیق امینی و همکاران (۱۳۸۷) نشان دادند که از بین آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان مختلف آنزیم پراکسیداز مهمترین آنزیم جهت افزایش مقاومت گیاه جو به تنش خشکی می‌باشد. نتایج مشابهی توسط ظرابی و همکاران (۱۳۸۹) سادات اسیلان و همکاران (۱۳۸۹) مشاهده شده است. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که محلولپاشی متانول بر میزان پراکسیداز تاثیر معنی‌دار در سطح آماری یک درصد داشت (جدول ٤)، نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ٥)، نشان داد که در این صفت بالاترین میزان پراکسیداز مربوط به تیمار عدم محلول‌پاشی با متانول بود. کاهش فعالیت آنزیمهای پراکسیداز و کاتالاز را می‌توان به کاهش تنش‌های القا شده در طی فرآیند تنفس نوری از قبیل کاهش میزان پراکسید هیدروژن و سوپراکسید هیدروژن در برگها نسبت داد (گوت و همکاران ۲۰۰۰).

سوپر اکسید دیسموتاز

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها، اثر متقابل بین سطوح مختلف کودی و محلولپاشی متانول بر صفت میزان سوپراکسیددیسموتاز در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود (جدول ٤). طبق جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل، بیشترین میزان سوپراکسیددیسموتاز با میانگین ۰/۰۸۲ جذب به ازای میلی گرم پروتیین به تیمار ترکیبی کود شیمیایی و دامی و عدم محلولپاشی متانول تعلق داشت و کمترین آن با میانگین ۰/۰۱۵ جذب به ازای میلی گرم پروتیین در تیمار کود شیمیایی و محلولپاشی ۲۰ درصد حجمی متانول مشاهده گردید (جدول ۷). در تحقیقی بر روی گیاهان ذرت مشاهده شد که در بعضی مراحل رشد و نمو، تنش خشکی باعث کاهش فعالیت سوپراکسیددیسموتاز شد، درحالی که در همین مراحل فعالیت پراکسیداز در اثر تنش خشکی افزایش یافت (کوکا و همکاران ۲۰۰۷). سوپراکسید دیسموتاز اولین مرحله دفاع‌ها را تشکیل می‌دهد و یکی از مهمترین پالایش‌کننده‌های رادیکالهای آزاد علیه سوپراکسید است (اراسلان و همکاران ۲۰۰۷). چنین به نظر می‌رسد که در شرایط تنش کم آبی، افزایش غلظت پراکسید هیدروژن توسط فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز، سبب افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز برای تجزیهٔ پراکسیدهیدروژن می‌گردد اما در شرایط بدون تنش به دلیل عدم تولید بیش از حد رادیکال-های آزاد اکسیژن، تولید پراکسیدهیدروژن ناشی از یون سوپراکسید کاهش یافته و در نتیجه فعالیت آنزیم کاتالاز کاهش می‌یابد (بولر و همکاران ۱۹۹۲). افزایش معنی-داری در فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز در گیاهان تنش دیده در زمان بروز تنش نسبت به گیاهان تنش ندیده مطابق نتایج ژانگ و کایرخام (۱۹۹٤) مشاهده گردید. بسته شدن روزنه به عنوان یک پاسخ به خشکی و در نتیجه کاهش غلظت CO2 و تشکیل رادیکالهای آزاد در مزوفیل برگ است، این حالت منجر به تشکیل رادیکالهای سوپراکسید می‌شود. متانول با تبدیل به CO2 سبب افزایش غلظت CO2 درون سلولهای برگی و انجام عمل فتوسنتز و ماده‌سازی می‌شود، بدین منظور از تشکیل سوپراکسید در کلروپلاست سلولهای برگی جلوگیری می‌شود (یوردانو و همکاران ۲۰۰۳).

منابع مورد استفاده

Ahmed S, Nawata E, Hosokawa M, Domae Y and Sakuratani T. 2002. Alterations in photosynthesis and some antioxidant enzymatic activity of mungbean subjected to waterlogging. Journal of Plant Science, 163: 117-123.

Akrami nejad O, Saffari M and Abdolshahi R. 2016. Effect of Organic and Chemical Fertilizers on Yield and Essential Oil of Two Ecotypes of Savory (*Satureja hortensis* L.) under Normal and Drought Stress Conditions. Iranian Journal of Field Crops Research, 13(4): 675-686.(In Persian).

www.SID.ir

Archive of SID

Amini Z, Haddad R and Moradi A. 1387. The effect of water deficit stress on the activity of antioxidant enzymes in the growth stage of barley growth. Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 12(46): 65-74. (In Persian).

Asghar Malik A, Farrukh Saleem M, Cheema MA and Ahmad S. 2003. Influence of different nitrogen levels on productivity on sesame (*Sesamum indicum* L.) under varying planting patterns. International Journal of Agriculture and Biology. 5(4): 490-492.

Aslani A, Safarzadeh Vishekaei MN, Farzi M, Noorhosseini Niyaki SA, and Jafari Pakiabi M. 2011. Effects of folier applications of methanol on growth and yield of mung bean (*Vigna radiata* L.) in Rasht, Iran. African Journal of Agricultural Research. 6(1): 3603-3608.

Bardel J, Ghanbari A, and Khajeh M. 2016. Physiological response and polyamines content of cumin (*Cuminum cyminum* L,) to water irrigation quality in the application of chemical and organic fertilizers, Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 32(2): 360-374. (In Persian).

Bhattacharya S, Bhattacharya NC, and Bhatnagar BB. 1985. Effect of ethanol, methanol and acetone on rooting etiolated cuttings of *Vigna radiata* in presence of *Vigna radiat*a in presence of sucrose and auxin. Annual Botany, 55:143-145.

Bowler C, Montagu MV, and Inze D. 1992. Superoxide dismutase and stress tolerance Annual Review, plant Physiology. Plant Molecular Biology, 43: 83-86.

Cakmak I, and Horst JH. 1991. Effects of aluminum on lipid peroxidation superoxide dismutase catalase and peroxidase activities in root tips of soybean (*Glycine max*), Physioly Plantarum. 83: 463-468.

De Pinto MC, Francis D, and De Gara L. 1999. The redox state of the ascorbate-dehydroascorbate pair as a specific sensor of cell deviation in tobaccoBY-2 cells, Protoplasma, 209: 90-97.

De Vos C, Schat H, De Waal M, Vooijs R, and Ernst W. 1991. Increased to copper induced damage of the root plasma membrane in copper tolerant *silene cucubalus* Plant Physiology, 82: 523-528.

Dolat Abadian A, Modarres Sanevi AS, and Sharifi M. 2008. Effect of water deficit stress and ascorbic acid solution on the activity of antioxidant enzymes and some biochemical changes in corn leaf (*Zea mais* L.). 22(3): 422-407.

Ekelof J. 2007. Potato yield and tuber set as affected by phosphorus fertilization. Master project in the Hortical Science programme. 2: 20 p (30 ECTS).

Eraslan F, Inal A, Savasturk O, and Gunes A. 2007. Changes in antioxidative system and membrane damage of lettuce in response to salinity and boron toxicity. Journal of Crop and Horticultural Science,114: 5-10.

Ervez MAP, Aqir F, Uliammaid M, Hsan E, and Llah U. 2000. Effects of organic and in organic manure on physical characteristics of potato (*solonum tuberosum* L.). International Journal of Agriculture and Biology. 2: 34-36.

Fales FW. 1951. The assimilation and degradation of carbohydrates of yeast cells. Journal of Biology Chemistry, 193: 113-116.

Fall R, and Benson AA. 1996. Leaf methanol-the simplest natural product from plants. Trends Plant Science, 1: 296-301.

FAO (Food and Agricultural Organization) 2014. FAOSTAT database for agriculture.

FAO. 2013. International year of the Potato. 2013. Www. Potato. 2013.org.

Ghanati F, Morita A and Yokota H. 2002. Induction of suberin and increase of lignin content by excess boron in tobacco cells. Soil Science and Plant Nutrition, 48: 357-364.

Giannopolitis CN and Ries SK. 1977. Superoxide dismutases: I. occurrence in higher plants. Plant Physiology, 59: 309-314.

Gliessman SR and Rosemeyer M. 2010. The Conversion to Sustainable Agriculture. Principle Processes and Practice. CRC Press. Taylor and Francis.

www.SID.ir

Archive of SID

Gout E, Aubert S, Bligny R, Rebeille F, Nonomura AR, Benson A, and Douce R. 2000. Plant Metabolism of methanol in plant cells. Carbon-13 nuclear magnetic resonance studies. Journal of Plant Physiology, 123: 287-296.

Helal RM and Samir MA. 2008. Comprative response of drought tolorant and drought sensitive maize genotypes to water stress. Australian Journal Crops Science, 1: 31-36.

Hernandez LF, Pellegrini CN and Malla LM. 2000. Effect of foliar application of methanol on growth and yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.). Phyton-Revista Internacional de Botanica Experimental, 66: 1-8.

Ivanova EG, Dornina NV and Trotsenko YA. 2001. Aerobic methyl bacteria are capable of synthesizing axins. Microbiology, 70: 392-397.

Ja'farzadeh Karsari M and Sethini K. 1384. Effect of Drought Stress on Different Growth Stages on Some Morphological Characteristics and Components of Sunflower Iranian Journal of Agricultural Science, 29(2): 353-361.

Jiang M and Zhang J. 2002. Effect of abscisic acid on active oxygen species antioxidative efence system and oxidative damage in leaves of maize seedlings. Plant Cell Physiology, 42: 1265-1273.

Jin J, Ningwei SH, Nan M, Jinhe b and Junping C. 2006. Regulation of ascorbate peroxidase at the transcript level is involved in tolerance to post harvest water deficit stress in the cut rose samanta. Post harvest Biology and Technology, 40: 236-243.

Kafi M, Borzoee A, Salehi M, Kamandi A, Masoumi A and Nabati J. 2011. Physiology of environmental stresses in plants. Ferdowsi University Mashhad Iran. 502 pp.

Kamkar B. and Mahdavi Damghani AM. 2008. Principle of Sustainable Agriculture. Jihad Daneshgahi of Mashhad press Mashhad Iran. (In Persian).

Kapkiyai JJ, Karanja NK, Qureshi JN, Smithson PC and Woomer PL. 1999. Soil organic matter and nutrient dynamics in a Kenyan nitisol under long-term fertilizer and organic input management. IWMI provides free access to all its publications.

Kaur T, Brar BS and Dhillon NS. 2008. Soil organic matter dynamics as affected by long term use of organic and inorganic fertilizers under maize- wheat cropping system. Nutrient Cycling Agroecosystems, 81: 59 69.

Kato N and Esaka M. 1999. Changes in ascorbate oxidase gene expression and ascorbate levels in cell division and cell elongation in tobacco cells. Plant Physiology, 105: 321-329.

Khosravi M. 2011. Effect of methanol and ethanol foliar on yield and quality of medicinal plant of balm (*Melissa officinalis* L.). M.Sc. dissertation Faculty of Agriculture Islamic Azad University Karaj Unit. (In Persian).

Koca H, Bor M, Ozdemir F and Turkan I. 2007. The effect of salt stress on lipid peroxidation antioxidative enzymes and proline content of sesame cultivars. Environmental and Experimental Botany, 60: 344-351.

Kumar P, Pandey SK, Singh SV and Kumar D. 2006. Irrigation requirement of chipping potato cultivars under West Indian Plains. Potato Journal, 34: 3-14.

Law MY, Charles SA and Halliwell B. 1983. Glutathione and ascorbic acid in spinach (*Spinacia oleracea*) chloroplast. The effect of hydrogen peroxide and of paraquat. Journal of Biochemical, 253: 109-116.

Lee HS, Madhaiyanm M, Kim CW and Choi SJ. 2006. Physiology enhancement of early growth of rice seedling (*Oryza sativa* L.) by production of phytohormone of N2-fixing methyl trophic isolated. Biology and Fertility of Soils, 42: 402-408.

Lellahgani Dezaki B, Koocheki A and Nassiri Mahallati M. 2006. Effect of manure and plantation depth on phonological stages and tuber yield of potato. Journal of Iranian Agricultural Research, 4(2): 1-10.

www.SID.ir

Archive of SID

Li Y, Gupta J and Siyumbano AK. 1995. Effect of methanol on soybean photosynthesis and chlorophyll. Journal Plant Nutrients, 18: 1875-1880.

Lin QM, Rao ZH, Sun YX, Yao J and Xing LJ. 2002. Identification and practical application of silicatedissolving bacteria. Agriculture Science in China, 1: 81-85.

Makhdum MI, Malik MNA, Din SU, Ahmad F and Chaudhry FI. 2002. Physiological response of cotton to methanol foliar application. Journal of Research (Science) Bahauddin Zakariya University Multan Pakistan, 13: 37-43. (In Persian).

Marschner H. 1996. Mineral nutrition of higher plants. Publication of Academic Press.

Mirakhori M, Paknejad F, Moradi F, Ardakani MR, Zahedi H and Nazeri P. 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.

Naderi M, Shahrokhi A and Naderi R.1390.The Role of Nanotechnology in Improving the Efficiency of Consumption of Food Elements and Chemical Fertilizers. Nanotechnology Monthly, 11(12): 2316.

Nonomura AM and Benson AA. 1997. The path to carbon in photosynthesis: improved crop yields with methanol. Proceedings of the National Academy of Sciences. U.S.A. 89: 9794-9798.

Nonomura AM and Benson A. 1992. The path of carbon in photosynthesis: improved crop yields with methanol. In: Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America. 89: 9794-9798.

Oliveira CAD. 2000. Potato crop growth as affected by nitrogen and plant density. Pesquisa Agropencuaria Brasileira. 34: 939-950.

Pant AP, Radovich TJ, Hue NV and Paull RE. 2012. Biochemical properties of compost tea associated with compost quality and effects on pak choi growth. Scientia Horticulturale, 148: 138-146.

Pareek RP and AC. Gaur. 1973. Release of phosphate from tricalcium phosphates by organic acids. Chemical Science in Egypt. 42: 278-279.

Parvizi1 K and Ghadami-firooz Abadi A. 2015. The Effect of Water Deficit Imposing Methods on Quantitative and Qualitative Traits of New Potato Cultivar. Iranian Journal of Field Crops Research, 13(3): 637-650.(In Persian).

Parvizi K. 2007. Survey and evaluation of quantitative and Qualitative yield traits of new potato cultivars with Sante and Marfona control cultivars in Hamedan region. Annual Report of Research Design Agricultural and Natural Resources Research Center of Hamedan. 35 p. (In Persian).

Poponin AJ, Manzhosov VP, Maimusov UN and Chigaen AM. 1994. Yield and quality of field crops in relation to different treatments and methods of soil cultivation and fertilizers. Potato Abstracts, 19: 481.

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 Plant Growth Regularity, 25: 30-44.

Rezvani Moghaddam P, Mohammad Abadi ASU and Right R. 1389. Investigation of the effect of chemical and organic fertilizers on yield and yield components of sesame seeds (*Sesamum indicum* L.) in different planting densities. Journal of Agricultural Ecology, 2(3): 256-265. (In Persian).

Rosen C. Mcnearney M. and Bierman P. 2010. Evaluation of specialty phosphorus fertilizer sources for potato. Northern Plains Potato Growers Association Research Reporting Meeting Minnesota USA.

Ross SM. 1994. Toxic metals in soil-plant system. John Wiley and Sons 138- Quality. (J.W. Doran and A.J. Jones). Soil Science Soicety of American. Specification publication. Madison WI. Inc. England.

Sadat Esilan K, Modarres Secondary M and Hajilawi S. 2010. Effect of drought stress on the antioxidant and antioxidant system of seedlings of some perennial alfalfa ecotypes. Journal of Crop Sciences in Iran, 41(1): 67-77. (In Persian).

www.SID.ir

Archive of SID

Sandra B, Natarajan V and Hari K. 2002. Influence of phosphorus solubilizing bacteria on the changes in soil available phosphorus and sugarcane sugar yields. Field Crops Research, 77: 43-49.

Schilling G, Gransee A, Deuble A, Lezovic G and Ruppel S. 1998. Phosphorus availability root exudates and microbial activity in the rhizosphere. Z. Pflanzenernahr. Bodenkd, 161: 465-478.

Sheokand S, Bhankar V and Sawhney V. 2010. Ameliorative effect of exogenous nitric oxide on oxidative metabolism in NACl treated chickpea plants. Society of Plant Physiology, 22: 81-90. (In Persian).

Simova-Stoilova L, Demirevska K, Petrova T, Tsenov N. and Feller U. 2008. Antioxidative protection in wheat varieties under severe recoverable drought at seedling stage. Plant Soil Environment, 54: 529-536.

Soufian M and Emadi M. 1992. Botanical of Potato systematic and morphology. Agricultural Research Organization Press Agricultural Research Center of Hamedan. 35 p. (In Persian).

Sreenivasulu Y, Prasad TNVKV, Sudhakar P, Latha P, Munaswamy V, Raja Reddy K, Sreeprasad TS, Sajanlal PR and Pradeep T. 2000. Effect of nanoscale zinc oxide particles on the germination growth and yield of Peanut. Journal of Plant Nutrition, 35(6): 905-927.

Tian X and Li Y. 2006. Nitric oxide treatment alleviates drought stress in wheat seedlings. Journal of Biology, 50: 775-778.

Vreugdenhil D, Bradshaw J, Gebhardt C, Govers F, Mackerron KLL, Taylor MA and Ross HA. 2007. Potato biology and biotechnology. Advances and perspectives. First edition Elsevier limited. 823pp.

Vyshkayy M, Noormohammadi GH, Majidi A and Rabii B. 2008. Effect of methanol on the growth function peanuts. Special Issue Journal of Agricultural Sciences, 1: 102-87.

Yanga L, Zhaoa F, Changa Q, Li T and Li F. 2015. Effects of vermicomposts on tomato yield and quality and soil fertility in greenhouse under different soil water regimes. Agricultural Water Management, 160: 98-105.

Yordanov I, Velikova V and Tsonev T. 2003. Plant responses to drought and stress tolerance. Bulgharestan Journal of Plant Physiology, 2: 187-206.

Zarebi MM, Talaee A, Soleimani A and Haddad R. 1389. Physiological role and biochemical changes of six olive cultivars against drought. Journal of Horticultural Sciences. Agriculture Sciences and Technology, 24(2): 234-244. (In Persian).

Zbiec I, Karczmarczyk S and Podsiado C. 2003. Response of some cultivated plants to methanol as compared to supplemental irrigation. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities. 61-7.

Zelalem A, Tekalign T and Nigussie D. 2009. Response of potato (*Solanum tuberosum* L.) to different rates of nitrogen and phosphorus fertilization on vertisols at Debre Berhan in the central highlands of Ethiopia. African Journal of Plant Science, 3: 16-24.

Zhang JX and Kirkham MB. 1994. Droughtstress-induced changes in activities of superoxide dismutase catalase and peroxidase in wheat species. Plant Cell Physiology, 35: 785-791.

www.SID.ir