دوماهنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران
جلد ۳۱، شماره ۳، صفحه ۵۲۶-۵۱۲ (۱۳۹۴)

ارزیابی روشهای مختلف تغذیه‌ای خاک بر خواص خاک، جذب عناصر و عملکرد کمّی و کیفی گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare* Miller.)

آذر موقتیان[1*]، اسفندیار فاتح[2]، امیر آینه‌بند[3]، و امیر سیاهپوش[4]

۱*- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران، اهواز
پست الکترونیک: Azarmovaghatian@yahoo.com
۲- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران، اهواز
۳- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران، اهواز
۴- استادیار، گروه داروسازی، دانشکده داروسازی، دانشگاه جندی شاپور، اهواز

تاریخ دریافت: بهمن ۱۳۹۱ تاریخ اصلاح نهایی: آذر ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۹۲

چکیده

به‌منظور بررسی اثر کودهای شیمیایی و زیستی-آلی بر برخی خصوصیات فیزیکی و غلظت عناصر در خاک و گیاه و عملکرد کمّی دانه و اسانس رازیانه (*Foeniculum vulgare* Miller.)، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل با استفاده از فاکتورهای کود شیمیایی در ۳ سطح (N0-P0-K0، N60-P60-K48 و N120-P120-K96 کیلوگرم در هکتار) و کود زیستی-آلی در ۶ سطح (بدون مصرف کود، ترکیب بیوسوپرفسفات و نیتروکسین، نیتروکسین، بیوسوپرفسفات، کمپوست ضایعات نیشکر و بیوسولفور) در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۸ تیمار و ۳ تکرار در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ به اجرا درآمد. نتایج نشان داد که تأثیر کود شیمیایی بر کلیه صفات مورد اندازه‌گیری بجز جرم مخصوص ظاهری، تخلخل خاک و عملکرد اسانس معنی‌دار بود. کود زیستی-آلی نیز بجز درصد اسانس بر کلیه صفات مورد اندازه‌گیری تأثیر معنی‌داری داشت. همچنین میزان فسفر دانه، جرم مخصوص ظاهری خاک و درصد تخلخل خاک تحت تأثیر برهم‌کنش تیمارها معنی‌دار شد. براساس مقایسه میانگین تیمارها به‌ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه (۲۳۷/۶۶ کیلوگرم در هکتار) و (۱۰۳/۱۵ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد اسانس (۶/۴۶ کیلوگرم در هکتار) و (۲/۶۳ کیلوگرم در هکتار) با کاربرد کمپوست ضایعات نیشکر همراه با N120-P120-K96 کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی و تیمار بیوسولفور بدون مصرف کود شیمیایی بدست آمد. همچنین تیمار کمپوست ضایعات نیشکر همراه با N120-P120-K96 کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی بیشترین درصد نیتروژن دانه (۲/۶۱٪) و درصد فسفر دانه (۰/۳۳٪) و تیمار شاهد کمترین میزان این صفات را داشتند. در مجموع با توجه به این که بین سطح کودی N120-P120-K96 وN60-P60-K48 کیلوگرم در هکتار اختلاف آماری وجود نداشت، تیمار کمپوست ضایعات نیشکر همراه با N60-P60-K48 کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی برای زراعت این گیاه در شرایط آب و هوایی اهواز پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: کود شیمیایی، کود زیستی-آلی، اسانس، عملکرد دانه، رازیانه (*Foeniculum vulgare* Miller.).

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

کاهش حاصلخیزی و باروری خاک در بسیاری از کشورها و مخصوصاً کشورهای در حال توسعه و استفاده دائم گیاهان از ذخایر غذایی خاک بدون جایگزینی مناسب و کافی، باعث کاهش مقدار عناصر غذایی قابل دسترس در آن شده‌است. از این رو استفاده از کودهای شیمیایی به‌عنوان سریع ترین راه برای جبران کمبود مواد غذایی و حاصلخیزی خاک لازم به نظر می‌رسد. از طرفی هزینه رو به افزایش تولید کودهای شیمیایی در کمّیت‌های پیشنهادی و آلودگی خاک و آب ناشی از مواد شیمیایی ساخت بشر و کاهش کیفیت تولیدات کشاورزی باعث ایجاد مسائل بغرنج شده است (شریفی عاشورآبادی، ۱۳۷۷). با این حال به یک‌باره نمی‌توان کودهای شیمیایی را از اکوسیستم‌های زراعی حذف نمود، زیرا لازمه پایداری در کشاورزی، اطمینان از درآمد کافی و امنیت غذایی است. در این رابطه کاربرد توأم کودهای معدنی و آلی نه تنها مقدار کاربرد کودهای شیمیایی را کاهش می‌دهد، بلکه به ذخیره انرژی، کاهش آلودگی محیط و بهبود شرایط فیزیکی شیمیایی و بیولوژیکی خاک کمک خواهد کرد (Singh *et al.*, 1992؛ حسن‌زاده و همکاران، ۱۳۸۰؛ محمدی‌نیا، ۱۳۷۴). امروزه در کشاورزی پایدار به‌منظور کاهش مصرف کودهای شیمیایی و افزایش حاصلخیزی خاک از طریق به‌کارگیری موادی با منشأ طبیعی تأکید می‌شود. از میان ترکیب‌های با ارزشی که می‌توانند در افزایش حاصلخیزی خاک‌های زراعی مورد استفاده قرار گیرند می‌توان به کمپوست و کودهای زیستی اشاره نمود. واکنش گیاهان به کودها و عناصر غذایی متفاوت، یکسان نبوده و مدیریت صحیح کاربرد این عناصر در افزایش عملکرد و کیفیت یک گونه گیاهی بسیار مهم می‌باشد. نیتروژن، فسفر و پتاسیم سه ماده غذایی عمده هستند که چه به‌صورت مجزا و چه در ترکیب با یکدیگر بر رشد، عملکرد و کیفیت گیاهان تأثیر می‌گذارند. پژوهشگران تأثیر کودهای زیستی-آلی را بر pH خاک و بر فراهمی کاتیون‌هایی مانند کلسیم و منیزیم و برخی عناصر پرمصرف و کم‌مصرف دیگر و در نتیجه بهبود تغذیه گیاه را از مزایای مصرف این کودها نسبت به کودهای شیمیایی می‌دانند (Mkhabelaa & Warman, 2005؛ Zinati *et al.*, 2001). در پژوهشی قلاوند و همکاران (۱۳۸۵) مشاهده کردند که اثر ترکیب کودهای شیمیایی و آلی به‌عنوان یک منبع تغذیه مناسب برای گیاه و عامل اساسی در اصلاح ساختار فیزیکی و شیمیایی خاک عمل نموده است. میرزایی تالارپشتی و همکاران (۱۳۸۸) بیان کردند که کمپوست سبب افزایش ماده آلی خاک و عناصر غذایی پرمصرف در خاک و بهبود خصوصیات فیزیکی خاک می‌گردد. Olaniyi و Odedere (۲۰۰۹) نیز مشاهده کردند که تیمار تلفیق کمپوست با کود شیمیایی نیتروژن تأثیر مثبتی بر عملکرد *Telfairia occientalis* داشت. در تحقیق دیگری Ajimoddin و همکاران (۲۰۰۵) دریافتند که بالاترین عملکرد اسانس و عملکرد رویشی ریحان در تیمار تلفیق ۷۵٪ کود شیمیایی N-P-K همراه با آزوسپریلیوم، باکتری‌های حل‌کننده فسفات و قارچ میکوریزا حاصل شد. Kumar و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که کاربرد آزوسپریلیوم همراه با ۹۳/۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و فسفر در گیاه دارویی درمنه سبب افزایش رشد، زیست‌توده تر و خشک گیاه و عملکرد اسانس گیاه شد. همچنین در مطالعات متعدد به اثرات افزاینده و مثبت استفاده تلفیقی کودهای زیستی-آلی و شیمیایی بر عملکرد گیاهان اشاره شده است (Ekin *et al.*, 2009؛ Efthimiadou *et al.*, 2010؛ Mahfouz & Sharaf-Eldin, 2007). Darzi (۲۰۱۲) در بررسی باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپریلیوم بر گیاه گشنیز اظهار داشت که این باکتری‌ها از طریق افزایش نیتروژن قابل دسترس، فتوسنتز گیاه را سرعت بخشیده و اثرات معنی‌داری بر افزایش عملکرد دانه داشتند. در همین رابطه در پژوهشی که با استفاده از باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن و حل‌کننده فسفات بر گیاه دارویی مرزنجوش انجام شد، نتایج نشان داد که مصرف کودهای زیستی باعث افزایش درصد و عملکرد اسانس نسبت به

Archive of SID

www.SID.ir

تیمار شاهد شد (Gharib *et al.*, 2008). Azzaz و همکاران (۲۰۰۹) نیز کاربرد کودهای زیستی را عاملی در افزایش رشد رویشی، عملکرد و میزان اسانس گیاه رازیانه گزارش کردند. همچنین در مطالعات متعدد گزارش شده‌است که کودهای آلی می‌توانند عملکرد و محتوای اسانس را در بعضی محصولات دارویی مانند بابونه (Azizi *et al.*, 2008)، ریحان (Anwar *et al.*, 2005) و گل شمعدانی (Chand *et al.*, 2007) افزایش دهد. از طرفی رویکرد روز افزون به استفاده از گیاهان دارویی و داروهای گیاهی در سطح جهانی اهمیت کشت، تولید و فرآوری این گیاهان را روشن‌تر می‌کند. در این میان گیاهان دارویی معطر و ادویه‌ای از جایگاه ویژه‌ای برخوردارند. گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculumvulgare*) از تیره چتریان است و از اهمیت زیادی در ایران و جهان برخوردار بوده و از اسانس حاصل از آن در صنایع مختلف داروسازی، غذایی، آرایشی و بهداشتی استفاده می‌شود. این گیاه در کشور ما ایران از پراکندگی وسیعی برخوردار است (درزی و همکاران، ۱۳۸۷). البته تعداد آزمایش هایی که تأثیر کودهای زیستی را به صورت جداگانه و یا در تلفیق با کود شیمیایی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، جذب و غلظت عناصر غذایی را توسط گیاهان دارویی بررسی کرده‌اند، اندک است. اما نتایج بدست آمده حکایت از افزایش عملکرد محصول و بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی خاک در کاربرد توأم کودهای شیمیایی و آلی دارد (اکبری‌نیا و همکاران، ۱۳۸۳). بنابراین این تحقیق که مبتنی بر دیدگاه کشاورزی پایدار است، با هدف بررسی تأثیر سیستم‌های تغذیه گیاه بر خواص فیزیکوشیمیایی خاک و جذب و غلظت عناصر توسط گیاه دارویی رازیانه به اجرا درآمد.

مواد و روشها

این تحقیق در سال ۱۳۹۰-۱۳۸۹ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۲ عامل و در ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز با عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۱۹ دقیقه و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۴۱ دقیقه با ارتفاع ۲۲ متر از سطح دریا انجام شد. پیش از کشت، نمونه‌ای مرکب از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک مزرعه برداشت شد و تجزیه‌های شیمیایی روی آن انجام گردید (جدول ۱). تیمارهای آزمایشی شامل فاکتور اول کود شیمیایی N-P-K در سه سطح (N0-P0-K0، N60-P60-K48 و N120-P120-K96 کیلوگرم در هکتار) و فاکتور دوم کود زیستی-آلی در شش سطح (بدون مصرف کود زیستی-آلی، نیتروکسین (شامل ازتوباکتر و آزوسپریلیوم)، بیوسوپرفسفات (شامل سودوموناس و باسیلوس)، بیوسوپرفسفات+نیتروکسین، کمپوست ضایعات نیشکر و بیوسولفور (شامل تیوباسیلوس)+گوگرد بنتونیت‌دار) بودند. کودهای شیمیایی مصرفی از نوع اوره (۴۶٪ نیتروژن)، سوپرفسفات تریپل (۴۵٪ فسفر) و سولفات پتاسیم (۶۰٪ پتاسیم) بودند. یک سوم مقدار کود اوره و تمام کود فسفات و پتاسیم در هنگام کاشت به زمین داده شد. دو سوم باقیمانده از کود اوره در دو مرحله رویشی (۱ ماه پس از کاشت) و گلدهی همراه با آبیاری به زمین اعمال شد. کمپوست ضایعات نیشکر از شرکت سارا وکیل تهیه شد و به میزان ۲۰ تن در هکتار قبل از کشت با خاک کرت‌های مربوط به این تیمار مخلوط گردید. برخی خصوصیات شیمیایی این کود در جدول ۲ ذکر شده‌است. کودهای زیستی بیوسوپرفسفات، نیتروکسین و بیوسولفور از شرکت مهرآسیا (مایکو) تهیه شد. کود بیوسولفور (حاوی تیوباسیلوس) مخلوط با گوگرد بنتونیت‌دار (۲۵۰ کیلوگرم در هکتار) در یک مرحله به‌صورت جاگذاری در کنار بذر اعمال شد (براساس توصیه کودی شرکت مهرآسیا). همچنین تلقیح بذرهای رازیانه با کودهای زیستی بیوسوپرفسفات و نیتروکسین در شرایط عدم وجود نور و قبل از کاشت انجام شد، سپس بذرها در سایه خشک شده و بلافاصله پس از خشک شدن عملیات کاشت در کرت‌هایی به ابعاد ۳×۲ مترمربع به‌صورت

Archive of SID

www.SID.ir

شیاری در ۵ ردیف بـه فاصـله روی و بـین ردیـف ۲۵ و ۴۰ سانتی‌متر و در عمـق ۲-۱ سـانتی‌متـر در تـاریخ ۲۶ اسفند ۱۳۸۹ صورت پذیرفت. در پایان فصل رشد گیاه به منظور تعیین عملکـرد دانـه در واحـد سـطح، بـا در نظـر گرفتن اثرات حاشیه‌ای از خطوط میانی هر کـرت معـادل ۲ مترمربع، بوته‌ها به روش دستی برداشت و دانه آنها جدا گردید. پس از اطمینان از خشک شدن طبیعـی بـذرها در سایه (۴۸ ساعت بعد) عمل اسانس‌گیری از طریـق تقطیـر با بخار آب و توسط دستگاه کلـونجر در طـول ۲ سـاعت انجام شد. بعد از تعیین درصد اسانس، عملکرد اسانس بـا کمـک حاصـل‌ضـرب عملکـرد دانـه در درصـد اسـانس محاسبه شد. پس از عملیات برداشت، نمونه مرکب خـاک از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر تهیه شد. برای اندازه‌گیـری وزن مخصوص ظاهری و حقیقی به ترتیـب از روش سـیلندر و پیکنومتر و برای اندازه‌گیری فسفر قابل جذب در خاک از روش السن و غلظت فسـفر در دانـه از روش کـالریمتری (رنـگ زرد مولیبـدات وانـادات) توسـط دسـتگاه UV.Vis Spectrophotometer و بـرای تعیـین درصـد نیتروژن کل دانه و خـاک از روش هضـم بـا سـولفوریک اسید و بعد تیتراسیون با دستگاه کجلدال (Kjeltec Auto 1030 Analyzer) استفاده شد. داده‌های بدسـت آمـده بـا استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C مورد تجزیه قرار گرفـت و میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن، رسم نمودارها و جدول های آماری نیـز توسـط نـرم‌افزارهـای Excel و Word انجام شد.

جدول ۱- خصوصیات شیمیایی خاک عمق ۳۰ - ۰ سانتی‌متر محل آزمایش

pH	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	نیتروژن کل (٪)	فسفر کل (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	مواد آلی (٪)
۷/۹۷	۳/۴۲	۰/۰۵۷	۱۲/۱۳	۶۵	۱

جدول ۲- برخی از خصوصیات شیمیایی کود آلی مورد استفاده در آزمایش

کود آلی	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	آهن	مس	روی	منگنز	آهن	کلسیم
	(٪)			(میلی‌گرم در کیلوگرم)					
کمپوست ضایعات نیشکر	۴	۲	۲	۲۸۰۰	۱۰۰۰	۶۰۰۰	۲۵۰	۵۰	۳۰۰۰

نتایج

درصد نیتروژن کل خاک

اثر سطوح مختلف کود شیمیایی و کودهای زیستی- آلی بر درصد نیتروژن خاک در سطح ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۳). در حالی‌که تأثیر برهم‌کنش تیمارها بر این صفت تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴) نیز حکایت از آن داشت که با افزایش کود شیمیایی مصرفی، مقدار این صفت نیز افزایش یافت. سطح کودی N120-P120-K96 کیلوگرم در هکتار بیشترین (۰/۰۷۴٪) و عدم مصرف کود شیمیایی (شاهد) کمترین (۰/۰۶۲٪) نیتروژن خاک را داشت. بین سطح کودی N60-P60-K48 و N120-P120-K96 کیلوگرم در هکتار اختلاف آماری معنی‌دار مشاهده نشد. همچنین کاربرد تیمار کمپوست ضایعات نیشکر بیشترین (۰/۰۷۵٪) و بیوسولفور کمترین (۰/۰۶۵٪) نیتروژن در خاک را داشتند (جدول ۴). بقیه کودهای زیستی هرچند نسبت به تیمار شاهد نیتروژن خاک را افزایش دادند ولی این افزایش معنی‌دار نبود.

Archive of SID

www.SID.ir

فسفر قابل جذب خاک

طبق نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های حاصل از آزمایش (جدول ۳) اثرات ساده تیمارها در سطح ۱٪ برای صفت مقدار فسفر قابل جذب خاک معنی‌دار گردید. در حالی‌که برهم‌کنش تیمارها تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴) نشان داد که با افزایش سطوح کود شیمیایی مقدار فسفر در خاک افزایش یافت، به‌طوری که بیشترین (۶۷/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم) و کمترین (۴۰/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم) مقدار فسفر خاک به‌ترتیب در سطح کودی N120-P120-K96 کیلوگرم در هکتار و عدم کاربرد کود شیمیایی مشاهده شد. با مقایسه تأثیر انواع کود زیستی–آلی بر این پارامتر نیز مشاهده شد که تیمار کمپوست ضایعات نیشکر، فسفر خاک را به میزان ۶۷/۶٪ نسبت به شاهد افزایش داد. این در حالی بود که بقیه کود زیستی مورد آزمایش نیز (بجز نیتروکسین) هر چند فسفر خاک را افزایش دادند ولی این افزایش به لحاظ آماری معنی‌دار نبود.

درصد نیتروژن دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس حکایت از آن داشت که تنها اثرات ساده تیمارها بر درصد نیتروژن دانه گیاه رازیانه در سطح ۱٪ معنی‌دار گردید (جدول ۳). نتایج مقایسات میانگین تیمارها (جدول ۴) نیز نشان داد که تأثیر کاربرد کود شیمیایی بر درصد نیتروژن دانه تابع قانون بازده نزولی است، به‌طوری که با افزایش مقادیر کود شیمیایی تا حد بهینه N60-P60-K48 کیلوگرم در هکتار درصد نیتروژن دانه رازیانه افزایش و بعد با افزایش کود شیمیایی کاهش یافت. همچنین بیشترین (۲/۵۳٪) و کمترین (۲/۱۵٪) نیتروژن دانه به‌ترتیب در تیمار مصرف کمپوست ضایعات نیشکر و عدم مصرف کود مشاهده شد.

فسفر دانه

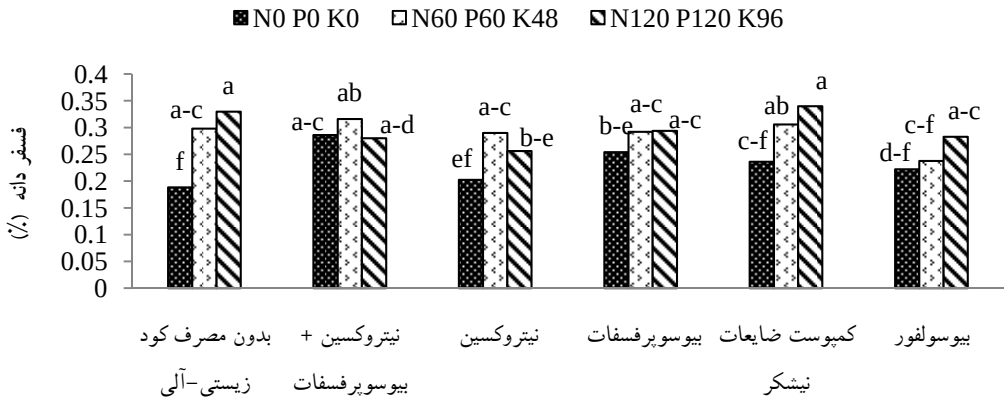
اثرات ساده و متقابل تیمارها بر میزان فسفر دانه در سطح ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۳). براساس نتایج مقایسات میانگین‌ها (جدول ۴)، میزان فسفر دانه در سطح کودی N120-P120-K96 و N60-P60-K48 کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب ۲۹/۱٪ و ۲۶٪ نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت، ولی بین این دو سطح کودی اختلاف آماری مشاهده نشد. همچنین مقدار فسفر در دانه در تیمار کمپوست ضایعات نیشکر بیشترین (۰/۲۹۸٪) و در تیمار بیوسولفور کمترین (۰/۲۴۷٪) مقدار را داشتند. با بررسی برهم‌کنش بین تیمارها (شکل ۱) مشاهده شد که تیمار تلفیق کمپوست ضایعات نیشکر و N120-P120-K96 کیلوگرم در هکتار بیشترین (۰/۳۳۹٪) و تیمار شاهد (بدون مصرف هیچگونه کود) کمترین (۰/۱۸۸٪) مقدار فسفر در بذر را داشتند. نتایج نشان داد که در شرایط بدون مصرف کود شیمیایی، رازیانه‌های متأثر از تلفیق کود زیستی بیوسوپرفسفات و نیتروکسین بیشترین میزان فسفر در دانه را داشتند. در حالیکه در شرایط مصرف N60-P60-K48 کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی، بین دو تیمار کمپوست ضایعات نیشکر و تلفیق بیوسوپرفسفات و نیتروکسین اختلافی وجود نداشت و بیشترین میزان فسفر در دانه مشاهده شد.

جرم مخصوص ظاهری خاک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۳) نشان داد که اثر سطوح مختلف کود زیستی–آلی و برهم‌کنش دو فاکتور بر جرم مخصوص ظاهری خاک در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. در حالیکه اثر سطوح مختلف کود شیمیایی بر این صفت تفاوت معنی‌داری نشان نداد. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمار عدم مصرف کود زیستی–آلی، بیشترین (۱/۴۹۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب) و مصرف کمپوست ضایعات نیشکر کمترین (۱/۴۱۸ گرم بر سانتی‌متر مکعب) مقدار جرم مخصوص ظاهری را داشتند. البته بین تیمار مصرف کمپوست ضایعات نیشکر و تلفیق بیوسوپرفسفات و نیتروکسین تفاوتی به لحاظ آماری مشاهده نشد (جدول ۴). برهم‌کنش تیمارها نیز نشان داد که بیشترین (۱/۵۳۸گرم بر سانتی‌متر مکعب) و کمترین (۱/۳۴۳ گرم بر سانتی‌متر مکعب) جرم مخصوص ظاهری به ترتیب در تیمار شاهد و کمپوست ضایعات نیشکر بدون مصرف کود شیمیایی مشاهده شد (شکل ۲).

Archive of SID

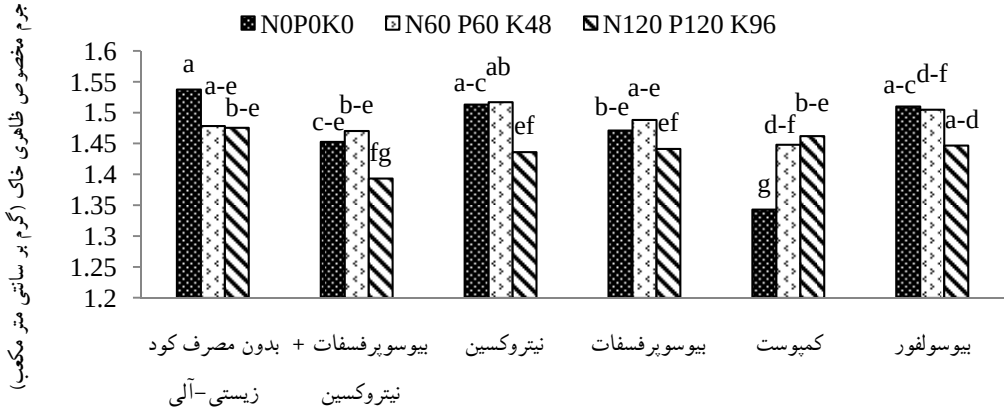
www.SID.ir



شکل ۱- اثر متقابل تیمارهای کود شیمیایی و زیستی-آلی بر میزان فسفر دانه

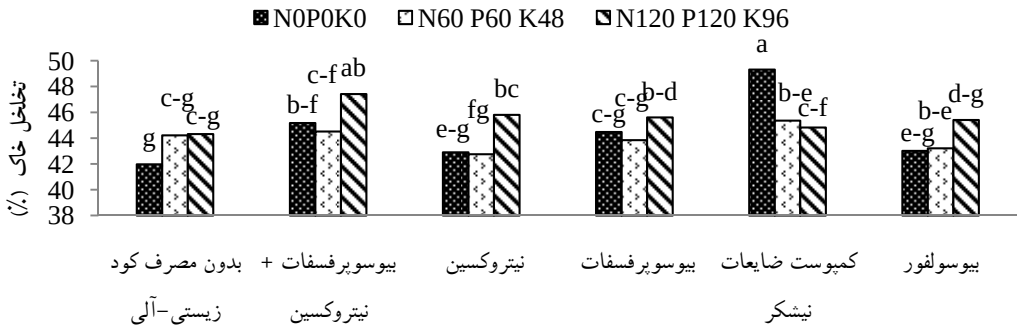
درصد تخلخل خاک

صفت درصد تخلخل خاک در رابطه با انواع کود زیستی-آلی و برهم‌کنش تیمارها در سطح ۱٪ معنی‌دار شد. در حالیکه سطوح مختلف کود شیمیایی بر این صفت تفاوت معنی‌داری نشان نداد (جدول ۳). نتایج مقایسات میانگین تیمارها (جدول ۴) نشان داد که استفاده از انواع کود زیستی-آلی درصد تخلخل خاک را افزایش داد. هرچند این صفت تنها در کاربرد تیمارهای کمپوست ضایعات نیشکر، ترکیب بیوسوپرفسفات و نیتروکسین و بیوسوپرفسفات معنی‌دار شد. نتایج نشان داد که کمپوست ضایعات نیشکر با افزایش ۶/۸۷ درصدی نسبت به شاهد بیشترین خلل و فرج در خاک را داشت. نتایج برهم‌کنش تیمارها (شکل ۳) نیز نشان داد که کاربرد کمپوست ضایعات نیشکر بدون مصرف کود شیمیایی بیشترین (۴۹/۳۲٪) و عدم استفاده از هیچگونه کود کمترین (۴۱/۹۷٪) تخلخل در خاک را داشتند. از طرفی مصرف کود شیمیایی در تلفیق با کودهای زیستی درصد تخلخل خاک را افزایش دادند، ولی در تیمار کمپوست ضایعات نیشکر همراه با کود شیمیایی تأثیر منفی بر درصد تخلخل خاک داشته است.



شکل ۲- اثر متقابل تیمارهای کود شیمیایی و زیستی-آلی بر جرم مخصوص ظاهری خاک

www.SID.ir



شکل ۳- اثر متقابل تیمارهای کود شیمیایی و زیستی-آلی بر درصد تخلخل خاک

عملکرد دانه

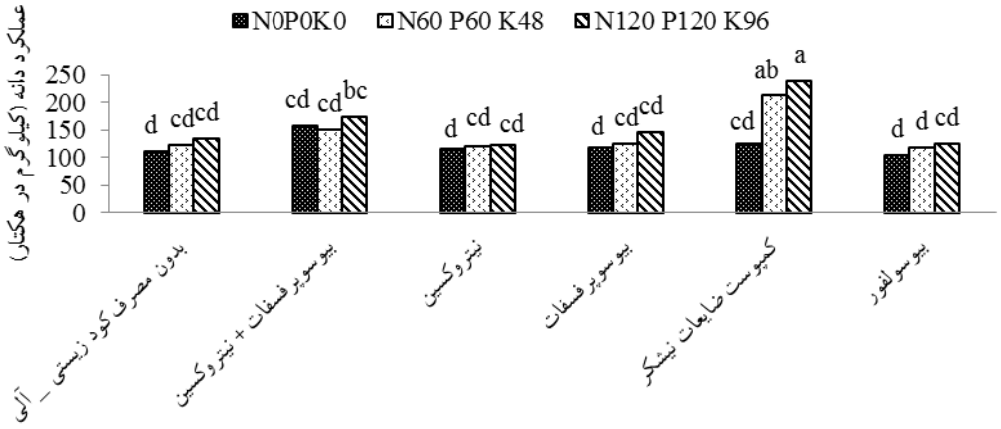
سطوح مختلف کود شیمیایی و زیستی-آلی بر عملکرد دانه به‌ترتیب در سطح ۵٪ و ۱٪ معنی‌دار بود. در حالیکه برهم‌کنش آنها تفاوت معنی‌داری را به لحاظ این صفت نشان نداد (جدول ۵). براساس نتایج بدست آمده از مقایسات میانگین تیمارها (جدول ۶) از بین سطوح مختلف کود شیمیایی، سطح کودی N120-P120-K96 کیلوگرم در هکتار بیشترین (۱۵۶/۳ کیلوگرم در هکتار) و عدم کاربرد کود شیمیایی (شاهد) کمترین (۱۲۱/۱ کیلوگرم در هکتار) عملکرد دانه را تولید نمودند. با وجود معنی‌دار نشدن برهم‌کنش تیمارها مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین (۲۳۷/۷ کیلوگرم در هکتار) و کمترین (۱۰۳/۲ کیلوگرم در هکتار) عملکرد دانه به‌ترتیب در اثر کاربرد کمپوست ضایعات نیشکر به همراه N120-P120-K96 کیلوگرم در هکتار و کاربرد بیوسولفور بدون مصرف کود شیمیایی بوده است (شکل ۴). از نظر تأثیر کاربرد کود زیستی-آلی بر این صفت نیز رازیانه‌های کشت شده با کمپوست ضایعات نیشکر و بیوسولفور به‌ترتیب بیشترین (۱۹۲/۲ کیلوگرم در هکتار) و کمترین (۱۱۵/۱ کیلوگرم در هکتار) عملکرد دانه را داشتند.

درصد و عملکرد اسانس

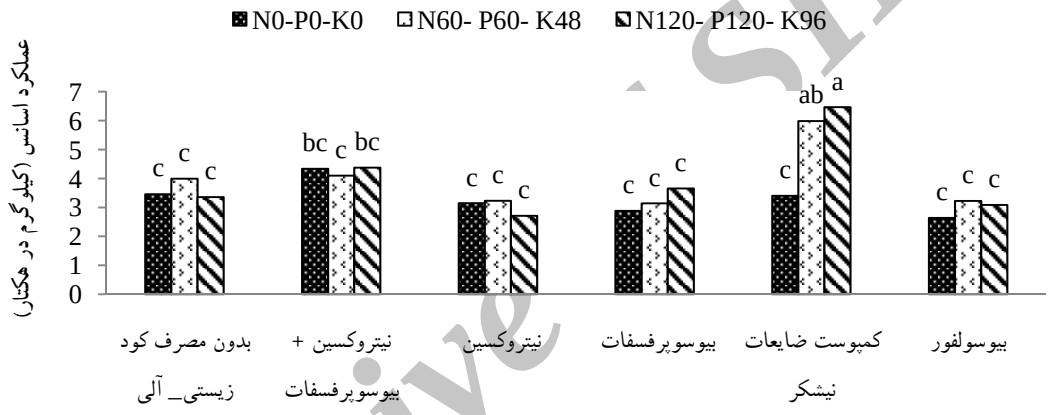
میزان اسانس در دانه رازیانه در رابطه با مصرف سطوح مختلف کود شیمیایی در سطح ۵٪ معنی‌دار شد. در حالیکه بین سطوح مختلف کود زیستی-آلی و برهم‌کنش تیمارها بر این صفت تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۵). براساس مقایسه میانگین‌ها (جدول ۶) بیشترین (۲/۷۸٪) و کمترین (۲/۴۹٪) میزان اسانس به‌ترتیب در سطح N60-P60-K48 و N120-P120-K96 کیلوگرم در هکتار مشاهده شد. از طرفی تأثیر تیمارهای مختلف کود زیستی-آلی در سطح ۱٪ بر عملکرد اسانس معنی‌دار بود (جدول ۵)، ولی سطوح مختلف کود شیمیایی و برهم‌کنش تیمارها تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. براساس مقایسات میانگین تیمارها (جدول ۶) کاربرد کمپوست ضایعات نیشکر بیشترین (۵/۲۸ کیلوگرم در هکتار) و مصرف کود بیوسولفور (۲/۹۸ کیلوگرم در هکتار) کمترین عملکرد اسانس را داشتند. همچنین با وجودی که برهم‌کنش تیمارها معنی‌دار نبود، ولی کاربرد کمپوست ضایعات نیشکر همراه با N120-P120-K96 کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی بیشترین (۶/۴۶ کیلوگرم در هکتار) و مصرف بیوسولفور بدون مصرف کود شیمیایی (۲/۶۳ کیلوگرم در هکتار) کمترین عملکرد اسانس را نشان دادند (شکل ۵).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۴- اثر متقابل تیمارهای کود شیمیایی و زیستی-آلی بر عملکرد دانه در گیاه رازیانه



شکل ۵- اثر متقابل تیمارهای کود شیمیایی و زیستی-آلی بر عملکرد اسانس در گیاه رازیانه

بحث

در رابطه با غلظت عناصر غذایی در خاک با مصرف کود آلی در خاک این‌گونه استنباط می‌شود که افزایش عناصر غذایی از قبیل N-P-K در خاک به دلیل وجود مقادیر زیاد این عناصر در کمپوست می‌باشد، به‌طوری که بررسی‌ها نشان داده است که کمپوست دارای بیش از ۱/۵٪ نیتروژن و غنی از فسفر است که می‌تواند منجر به افزایش این عناصر در خاک شود و منبع خوبی برای گیاه محسوب می‌شود (فردوسی، ۱۳۷۲؛ خوش‌گفتارمنش و کلباسی، ۱۳۸۱ و گندمکار، ۱۳۷۵). به نظر می‌رسد که استفاده از کود شیمیایی در تلفیق با کمپوست ضایعات نیشکر می‌تواند سبب افزایش مقدار نیتروژن و فسفر موجود در کمپوست شده و موجبات افزایش رشد گیاه را نیز فراهم آورد. از طرفی با توجه به اینکه بیشتر کود اوره یا توسط گیاه در اوایل رشد جذب می‌شود و یا از طریق شستشو از پروفیل خاک خارج می‌گردد، مصرف مقادیر کود شیمیایی در تلفیق با کمپوست باعث تجزیه سریعتر کمپوست و رهاسازی تدریجی مواد غذایی از آن برای گیاه می‌شود. بنا به گزارش Giusquian و همکاران (۱۹۸۸) شاید یکی از دلایل افزایش حلالیت فسفر در نتیجه افزودن کمپوست، حضور فسفر زیاد در کمپوست و تشکیل کمپلکس‌های فسفوهیومیک باشد که باعث

Archive of SID

www.SID.ir

کند شدن فرایند تثبیت فسفر در خاک، تعویض یون فسفر با یون‌های هومات و ایجاد پوشش سزکویی‌اکسید به‌وسیله هوموس می‌شود. عبدالله زارع (۱۳۹۰)، پوریوسف (۱۳۸۵) و فاتح (۱۳۸۷) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند. از طرفی به نظر می‌رسد که کافی نبودن عناصر غذایی، سبب کمبود نیتروژن در دانه‌ها در هنگام پر شدن دانه در تیمار شاهد می‌گردد. زیرا در این شرایط ذخایر کمی برای انتقال مجدد فراهم خواهد بود، در صورتی‌که در تیمار کمپوست علاوه بر تأمین عناصر پرمصرف گیاه، عناصر کم‌مصرف نیز تأمین شده و چون آزادسازی عناصر غذایی از این منبع کودی به‌صورت تدریجی صورت می‌گیرد، هدر روی عناصر کاهش و قابلیت گیاه برای جذب این عناصر افزایش می‌یابد. Ahmad و همکاران (۲۰۰۸)، Sarwar و همکاران (۲۰۰۹) و نژادحسینی و همکاران (۱۳۹۰) نیز به نتایج مشابهی رسیدند. بنابراین به نظر می‌رسد که کاهش میزان فسفر دانه در تیمار مصرف بیوسولفور و گوگرد بیانگر این مطلب باشد که افزایش آنیون‌هایی مانند سولفات‌ها، افزایش شوری خاک و کاهش فعالیت میکروبی و تجزیه مواد آلی را در پی داشته است. از طرفی با بررسی برهم‌کنش تیمارها به لحاظ میزان فسفر دانه اینگونه استنباط می‌شود که در شرایط کمبود عناصر غذایی در خاک باکتری‌های محرک رشد بهتر عمل کرده و به تبع دانه رازیانه از غلظت بیشتری از این عنصر برخوردار بود، در صورتی که در سطوح بالاتر کود شیمیایی، کود آلی بهتر از کودهای زیستی عمل کرده است. علت این امر شاید در تجزیه سریع‌تر کود آلی (کمپوست) در تلفیق با کود شیمیایی باشد. این نتایج با نتایج Sarwar و همکاران (۲۰۰۹) و Iglesias-Jimenez و Alvarez (۱۹۹۳) مطابقت داشت بود. همچنین کودهای آلی از طریق بهبود ابعاد خاکدانه‌ها و کاهش تراکم خاک منجر به کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک شده است. کود شیمیایی هم به دلیل اتصال ذرات خاک و خاکدانه‌ها، تخلخل خاک را تا حدودی کاهش داده است. ولی هنگامی که کود شیمیایی در تلفیق با کمپوست ضایعات نیشکر استفاده شد باعث بهم‌خوردگی بیشتر ساختمان و افزایش جرم مخصوص ظاهری خاک شده است. Dick و McCoy (۱۹۹۳) اظهار داشتند که تأثیر کمپوست بر جرم مخصوص ظاهری خاک به‌دلیل کم بودن چگالی خود کمپوست، اثر رقیق‌کنندگی این ترکیب‌ها و تأثیر آن بر افزایش اندازه و مقدار خلل و فرج خاک می‌باشد. Evanylo (۱۹۹۷) در این ارتباط بیان داشت که جمعیت میکروارگانیسم‌های مفید در خاک‌هایی که در آنها کود آلی استفاده شده بود بیشتر از خاک‌هایی بود که در آنها کود غیرآلی بکار گرفته شده بود و کمپوست زباله، کیفیت خاک را بسیار بیشتر از کودهای شیمیایی افزایش داد. Marinari و همکاران (۲۰۰۰) در ارزیابی تأثیر مقادیر مختلف کودهای آلی و معدنی روی خواص فیزیکی و بیولوژیکی خاک به این نتیجه رسیدند که کودهای آلی باعث بهبود خواص فیزیکی و بیولوژیکی خاک می‌شود که به افزایش ماکروپورها و منافذ بهم پیوسته مربوط می‌شود که این امر موجب سهولت نفوذ ریشه‌ها و آب و هوا می‌گردد. کودهای معدنی نیز با افزایش منافذ (به‌طور منظم یا نامنظم) باعث افزایش تخلخل خاک می‌شود ولی تأثیر آنها کمتر از کودهای آلی بوده است. همچنین مرتضی و همکاران (۱۳۸۹) و Soumare و همکاران (۲۰۰۳) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند. از سوی دیگر در همه تیمارهای آزمایش عملکرد دانه بدست آمده در برداشت اول نسبت به مناطق دیگر کشور به‌طور قابل توجهی کمتر بود. با توجه به اینکه برای اولین بار این گیاه در این منطقه کشت شد، علت کاهش عملکرد، برخورد مرحله گلدهی و دانه‌دهی با گرمای شدید هوای تابستان در اهواز تلقی شد. از طرفی افزایش عملکرد دانه رازیانه به دلیل اثرات مفید کود کمپوست ضایعات نیشکر در افزایش رشد ریشه، عرضه تدریجی و مناسب عناصر غذایی، بهبود فتوسنتز و تسهیم بهتر مواد در دانه‌هاست. علاوه‌براین، به‌دلیل تبدیل تدریجی گوگرد به اسید سولفوریک و ترکیب آن با آهک و املاح خاک احتمالاً علت کاهش عملکرد دانه در تیمار مصرف بیوسولفور شوری خاک بوده‌است (khorsandi, 1994). شریفی عاشورآبادی (۱۳۸۰) و Singer و همکاران (۲۰۰۷) به‌ترتیب در گیاهان رازیانه و ذرت به نتایج مشابهی دست یافتند. کاهش درصد اسانس با افزایش بیشتر از حد بهینه کود شیمیایی با قانون بازده نزولی قابل توجیه است و بیان‌کننده محدودیت رازیانه در استفاده از کود شیمیایی برای افزایش درصد اسانس است. Khan و Azam (۱۹۹۹)،

Archive of SID

www.SID.ir

Mollafilabi و همکاران (۲۰۰۹) و Alizadeh و همکاران (۲۰۱۰) نیز به‌ترتیب به افزایش میزان اسانس گیاهان رازیانه، زیره سبز و مرزه تحت تأثیر کودهای شیمیایی اشاره کردند، با این حال در برخی از گزارش‌ها عدم تأثیر کود شیمیایی بر درصد اسانس دانه انیسون و بابونه گزارش شده است (ایران‌نژاد و رسام، ۱۳۸۱؛ باقری و همکاران، ۱۳۸۷). از نتایج حاصل از عملکرد اسانس می‌توان گفت که کود آلی کمپوست از طریق فراهمی مناسب عناصری که برای تولید کلروفیل و تأمین آنزیم‌های مورد نیاز گیاه لازم هستند و بهبود فراهمی جذب آب توسط گیاه باعث افزایش میزان بافت‌های فتوسنتزی و به تبع افزایش تعداد غده‌های ترشحی و بیوسنتز مونوترپن‌ها و در نهایت افزایش اسانس شده است. از طرف دیگر افزایش رشد زایشی را نیز به‌همراه داشته و با ایجاد مقصد (Sink) فراوان (دانه)، آسیمیلات تولیدی حاصل از رشد رویشی به دانه‌ها انتقال یافته و عملکرد دانه نیز به تبع افزایش یافته است. ازاین‌رو با بهبود اجزای عملکرد اسانس میزان اسانس تولیدی در واحد سطح نسبت به دیگر تیمارها افزایش نشان داده‌است. در ارتباط با کاهش عملکرد اسانس در تیمار بیوسولفور این‌طور استنباط می‌شود که کاهش عملکرد دانه به‌عنوان یکی از اجزای عملکرد اسانس، منجر به کاهش میزان اسانس تولیدی در واحد سطح در این تیمار شده‌است. همچنین Mahfouz و Sharaf-Eldin (۲۰۰۷) نشان دادند که بالاترین عملکرد اسانس در رازیانه در تیمار تلفیقی آزوسپریلیوم، ازتوباکتر و باسیلوس و ۵۰٪ نیتروژن و فسفر حاصل شد. همچنین این نتایج با یافته‌های Mona و همکاران (۲۰۰۸) در گیاه رازیانه مطابقت داشت.

به‌طور کلی نتایج نشان داد که استفاده تلفیقی از کود شیمیایی و کود آلی کمپوست ضایعات نیشکر که اصطلاحاً مدیریت تلفیقی مواد غذایی نامیده می‌شود، نه تنها منجر به حفظ حاصلخیزی خاک و فعالیت زیستی آن می‌شود، بلکه منجر به بهبود خواص فیزیکی خاک نیز شده و در نتیجه منجر به افزایش تولید از طریق استفاده مؤثر و کارآمد از آب و مواد غذایی می‌شود و از این طریق عملکرد دانه را افزایش می‌دهد و می‌تواند اثرگذاری بیشتری نسبت به استفاده هر کدام از آنها به تنهایی در افزایش عملکرد دانه رازیانه داشته باشد. از طرفی کود آلی کمپوست ضایعات نیشکر از طریق اثرگذاری مثبت بر اجزای عملکرد اسانس به‌عنوان بهترین کود ارگانیک برای دستیابی به عملکرد اسانس مطلوب پیشنهاد می‌شود.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس تیمارهای کود شیمیایی و زیستی-آلی بر برخی خصوصیات فیزیکی و غلظت عناصر در خاک و دانه گیاه رازیانه

منابع تغییرات (s.o.v)	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات					
		درصد نیتروژن خاک	فسفر قابل جذب خاک	نیتروژن دانه	فسفر دانه	وزن مخصوص ظاهری خاک	درصد تخلخل خاک
تکرار	۲	۰/۰۰۰۹ ns	۴/۲۶۲ ns	۰/۰۱۳ ns	۱۲۶۹۸/۲ ns	۲/۵۹ ns	۲/۱۵۳ ns
کود شیمیایی (C)	۲	۰/۰۰۱ **	۳۹۵۴/۳۹ **	۰/۱۷۴ **	۲۴۰۶۷۷۴/۱ **	۰/ ۹۷ ns	۳/۷۹ ns
کود زیستی-آلی (B)	۵	۰/۰۰۰۲۵ **	۱۶۴۱/۴۳ **	۰/۱۴۴ **	۴۴۳۹۰۸/۳ **	۰/۷۷ **	۱۲/۸۳۴ **
C * B	۱۰	۰/۰۰۰۴۶ ns	۳۱۴/۷۷ ns	۰/۰۱۲ ns	۴۶۹۷۴۱/۱ **	۰/۶۲ **	۸/۶۲۴ **
خطای آزمایشی	۳۴	۰/۰۰۰۲۹۴	۲۴۸/۴۷	۰/۰۱۶	۶۶۹۴۵/۷	۰/۰۰۱	۱/۶۸۶
ضریب تغییرات		٪۶/۳۵	٪۲۷/۴۵	٪۵/۳۶	٪۹/۵۲	٪۲/۳۵	٪۲/۹۱

**، * و ns: به‌ترتیب معنی‌دار بودن در سطح ۱٪، ۵٪ و عدم تفاوت معنی‌داری

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات ساده تیمارهای کود شیمیایی و زیستی-آلی بر برخی خصوصیات فیزیکی و غلظت عناصر در خاک و دانه گیاه رازیانه

	تیمارها	نیتروژن خاک (٪)	فسفر قابل جذب خاک (میلی‌گرم در کیلوگرم)	نیتروژن دانه (٪)	فسفر دانه (٪)	جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌مترمکعب)	درصد تخلخل خاک (٪)
کود شیمیایی	**N0-P0-K0**	۰/۰۶۲ b	۲۴/۳۹ b	۲/۲۳۷ b	۰/۲۳ b	۱۲۱/۱ b	۴۴/۴۸ a
	N60-P60-K48	۰/۰۷۲ a	۴۸/۴۸ a	۲/۴۱۱ a	۰/۲۹۰ a	۱۴۱/۴ a	۴۴/۳۵ a
	N120-P120-K96	۰/۰۷۴ a	۵۱/۴۰ a	۲/۴۰۳ a	۰/۲۹۷ a	۱۵۶/۳ a	۴۵/۲۰ a
کود زیستی- آلی	عدم کاربرد کود زیستی-آلی	۰/۰۶۶ bc	۳۲/۹۱ bc	۲/۱۵۵ c	۰/۲۷۲ ab	۱۲۲/۰ c	۴۳/۵۱ c
	بیوسوپرفسفات+ نیتروکسین	۰/۰۷۱ ab	۴۴/۱۰ b	۲/۴۲۲ ab	۰/۲۹۴ a	۱۶۰/۱ b	۴۵/۷۱ ab
	نیتروکسین	۰/۰۷۰ abc	۲۶/۸۲ c	۲/۳۵۹ b	۰/۲۴۹ b	۱۱۹/۲ c	۴۳/۸۲ c
	بیوسوپرفسفات	۰/۰۶۹ bc	۴۱/۱۸ bc	۲/۳۲۷ b	۰/۲۸۰ ab	۱۲۹/۰ c	۴۴/۶۵ bc
	کمپوست ضایعات نیشکر	۰/۰۷۵ a	۶۶/۰۰ a	۲/۵۳۵ a	۰/۲۹۸ a	۱۹۲/۲ a	۴۶/۵۰ a
	بیوسولفور	۰/۰۶۵ c	۳۷/۵۳ bc	۲/۳۰۵ b	۰/۲۴۷ b	۱۱۵/۱ c	۴۳/۸۸ c

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌هاست.

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس تیمارهای کود شیمیایی و زیستی-آلی بر عملکرد دانه و اسانس

منابع تغییرات (s.o.v)	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات عملکرد دانه	درصد اسانس	عملکرد اسانس
تکرار	۲	۳۳۸۶/۴۶	۰/۱۹	۱/۱۳۶
کود شیمیایی (C)	۲	۳۹۴۲/۳۱ *	۰/۴۳ *	۲/۴۰ ns
کود زیستی-آلی (B)	۵	۸۰۷۸/۶۳ **	۰/۲۵ ns	۷/۲۴ **
C * B	۱۰	۱۷۰۵/۶۴ ns	۰/۰۷ ns	۱/۴۳ ns
خطای آزمایشی	۳۴	۸۰۸/۶۸	۰/۱۲۲	۱/۰۲
ضریب تغییرات		۲۰/۱۱	٪۱۳/۰۸	٪۲۷/۰۹

**، * و ns: به‌ترتیب معنی‌دار بودن در سطح ۱٪، ۵٪ و عدم تفاوت معنی‌داری

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۶- مقایسه میانگین اثرات ساده تیمارهای کود شیمیایی و زیستی_آلی بر عملکرد دانه و اسانس

تیمارها		عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	درصد اسانس (٪)	عملکرد اسانس (کیلوگرم در هکتار)
کود شیمیایی	**N0-P0-K0**	۱۲۱/۱ b	۲/۷۱ ab	۳/۳۱ a
	N60-P60-K48	۱۴۱/۴ a	۲/۷۸ a	۳/۹۴ a
	N120-P120-K96	۱۵۶/۳ a	۲/۴۹ b	۳/۹۴ a
کود زیستی_آلی	عدم کاربرد کود زیستی-آلی	۱۲۲/۰ c	۲/۹۵ a	۳/۶۰ bc
	بیوسوپرفسفات+ نیتروکسین	۱۶۰/۱ b	۲/۶۴ ab	۴/۲۷ b
	نیتروکسین	۱۱۹/۲ c	۲/۵۱ b	۳/۰۲ c
	بیوسوپرفسفات	۱۲۹/۰ c	۲/۵۲ b	۳/۲۲ c
	کمپوست ضایعات نیشکر	۱۹۲/۲ a	۲/۷۴ ab	۵/۲۸ a
	بیوسولفور	۱۱۵/۱ c	۲/۵۹ ab	۲/۹۸ c

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌هاست.

منابع مورد استفاده

- اکبری‌نیا، ا.، قلاوند، ا.، سفیدکن، ف.، رضایی، م.ب. و شریفی عاشورآبادی، ا.، ۱۳۸۳. بررسی تاثیر کودهای شیمیایی، دامی و تلفیقی بر عملکرد و میزان ترکیبات اسانس دانه گیاه دارویی زنیان. پژوهش و سازندگی (در زراعت و باغبانی)، ۶۱: ۴۱-۳۲.
- ایران‌نژاد، ح. و رسام، ق.، ۱۳۸۱. بررسی تأثیر مقادیر مختلف ازت و فسفر بر عملکرد و میزان اسانس دانه انیسون. علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۹(۱): ۱۰۱-۹۳.
- باقری، م.، گلپرور، ا.ر.، شیرانی‌راد، ا.ح.، زینلی، ح. و جعفرپور، م.، ۱۳۸۷. بررسی اثرات تاریخ کاشت و مقادیر مختلف کود نیتروژن بر خصوصیات کمّی و کیفی گیاه دارویی بابونه آلمانی در شرایط اصفهان. پژوهش در علوم کشاورزی، ۴(۱): ۴۰-۲۹.
- پوریوسف، م.، ۱۳۸۵. اثر تیمارهای مختلف حاصلخیزی خاک (شیمیایی و ارگانیک) و رژیم‌های مختلف آبیاری بر عملکرد و کیفیت اسفرزه (*Plantago ovate*). پایان‌نامه دکترای کشاورزی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، ۲۶۵ صفحه.
- حسن‌زاده قورت تپه، ع.، قلاوند، ا.، احمدی، م.ر. و میرنیا، خ.، ۱۳۸۰. بررسی تأثیر کودهای شیمیایی، آلی و تلفیقی بر خصوصیات کمّی و کیفی ارقام آفتابگردان در استان آذربایجان غربی. علوم کشاورزی، ۱۷: ۱۰۴-۸۵.
- خوش‌گفتارمنش، ا.ح. و کلباسی م.، ۱۳۸۱. اثر باقیمانده شیرابه زباله بر ویژگی‌های خاک، رشد و عملکرد گندم. علوم و فنون کشاورزی، ۳: ۱۴۸-۱۴۱.
- درزی، م .ت.، قلاوند، ا.، سفیدکن، ف. و رجالی ف.، ۱۳۸۷. تأثیر کاربرد میکوریزا، ورمی‌کمپوست و کود فسفات زیستی بر کمّیت و کیفیت اسانس گیاه دارویی رازیانه. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۴: ۴۱۳-۳۹۶.
- شریفی عاشورآبادی، ا.، ۱۳۷۷. بررسی حاصلخیزی خاک اکوسیستم‌های زراعی. پایان‌نامه دکتری زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، ۲۸۴ صفحه.
- شریفی عاشورآبادی، ا.، ۱۳۸۰. بررسی تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد رازیانه. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۹: ۹۸-۹۲.
- عبدالله زارع، س.، ۱۳۹۰. مطالعه مدیریت‌های مختلف تغذیه‌ای خاک (شیمیایی و آلی) و تاریخ‌های مختلف کشت بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه خارمریم (*Silybum marianum* L.). پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، ۱۷۰ صفحه.
- فاتح، ا.، ۱۳۸۷. بررسی تأثیر نظام‌های حاصلخیزی خاک (آلی و شیمیایی) بر عملکرد علوفه‌ای و خصوصیات دارویی گیاه کنگرفرنگی (*Cynarascolymus* L.). رساله دکتری رشته زراعت، گرایش اکولوژی گیاهان زراعی، دانشکده پردیس کشاورزی کرج، ۲۵۹ صفحه.
- فردوسی، س.، ۱۳۷۲. مدیریت پسماندهای شیمیایی (ترجمه). سازمان بازیافت و تبدیل مواد شهرداری تهران، ۴۸۰ صفحه.
- قلاوند، ا.، حمیدی دهقان شعار، م.، ملکوتی، م.، اصغرزاده، ا. و چوگان، ر.، ۱۳۸۵. کاربرد کودهای زیستی (بیولوژیک)، راهبردی

Archive of SID

www.SID.ir

بوم‌شناختی برای مدیریت پایدار بوم نظام‌های زراعی. مقالات کلیدی نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، ۷-۵ شهریور: ۳۵.

- گندمکار، ا.، ۱۳۷۵. اثر شیرابه زباله و شیرابه کمپوست بر برخی خصوصیات خاک و رشد و عملکرد گیاه ذرت. پایان‌نامه کارشناسی ارشد خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی، دانشگاه اصفهان، ۱۲۹ صفحه.
- مرتضی، ا.، اسکندری زاده، ا.، نصری، م. و سیلسپور. م.، ۱۳۸۹. تأثیر کمپوست زباله شهری بر خصوصیات خاک و عملکرد برگ ذرت علوفه‌ای. پنجمین همایش ملی ایده‌های نو در کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خوراسگان (اصفهان)، دانشکده کشاورزی، ۲۸-۲۷ بهمن‌ماه: ۲۹۸.
- محمدی‌نیا، غ.، ۱۳۷۴. ترکیب شیمیایی شیرابه زباله و کمپوست و اثر آن بر خاک و گیاه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد خاک‌شناسی، دانشگاه اصفهان، ۱۰۵ صفحه.
- میرزایی تالارپشتی، ر.، صباحی، ح. و مهدوی دامغانی، ع.، ۱۳۸۸. اثر کاربرد کودهای آلی بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک و تولید محصول و ماده خشک گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum*). پژوهشهای زراعی ایران، ۷(۱): ۲۷۰-۲۵۹.
- نژادحسینی، ط.، آستارایی، ع.، خراسانی، ر. و امامی، ح.، ۱۳۹۰. بررسی دو نوع کود آلی همراه با عناصر بُر و روی بر عملکرد، اجزای عملکرد و غلظت عناصر غذایی در دانه ارزن معمولی. پژوهشهای زراعی ایران، ۹(۱): ۷۷-۷۰.

- Ahmad, R., Arshad, M., Zahir, Z.A., Naveed, M., Khalid, M. and Asghar, H.N., 2008. Integrating nitrogen enriched compost with biologically active substances for improving growth and yield of cereals. Pakistan Journal of Botany, 40(1): 283-293.
- Ajimoddin, I., Vasundhara, M., Radhakrishna, D., Biradar, S.L. and Rao, G.G.E., 2005. Integrated nutrient management studies in sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). Indian Perfume, 49: 95-101.
- Alizadeh, A., Khoshkhui, M., Javidnia, K., Firuzi, O., Tafazoli, E. and Khalighi, A., 2010. Effect of fertilizer on yield, essential oil composition, total phenolic content and antioxidant activity in *Satureja hortensis* L. (Lamiaceae) cultivated in Iran. Journal of Medicinal Plants Research, 4(1): 33-40.
- Anwar, M., Patra, D.D., Chand, S., Alpesh, K., Naqvi, A.A. and Khanuja, S.P.S., 2005. Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, nutrient accumulation, and oil quality of French basil. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 36(13-14): 1737-1746.
- Azizi, M., Rezwanee, F., Hassanzadeh Khayat, M., A., Lackzian, H. and Neamati, S.H., 2008. The effect of different levels of vermicompost and irrigation on morphological properties and essential oil content of German chamomile (*Matricaria recutita*) C.V. Goral. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 24(1): 82-93.
- Azzaz, N.A., Hassan, E.A. and Hamad, E.H., 2009. The chemical constituent and vegetative and yielding characteristics of Fennel plants treated with organic and biofertilizer instead of mineral fertilizer. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 3(2): 579-587.
- Chand, S., Pande, P., Prasad, A., Anwar, M. and Patra, D.D., 2007. Influence of integrated supply of vermicompost and zinc-enriched compost with two graed levels of iron and zinc on the productivity of geranium. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 38: 2581-2599.
- Darzi, M.T., 2012. Effects of organic manure and biofertilizer application on flowering and some yield traits of coriander (*Coriandrum sativum*). International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 4(3):103-107.
- Dick, W.A. and McCoy, E.L., 1993. Enhancing soil fertility by addition of compost: 622-644. In: Hoitink, H.A.J. and Keener, H.M., (Eds.). Science and Engineering of Composting (Vol.1). Wooster, Ohio, 724p.
- Efthimiadou, A., Bilalis, D., Karkanis, A. and Froud-Williams, B., 2010. Combined organic/inorganic fertilization enhance soil quality and increased yield, photosynthesis and sustainability of sweet maize crop. Australian Journal of Crop Science, 4(9): 722-729.
- Ekin, Z., Oguz, F., Erman, M. and Ogun, E., 2009. The effect of *Bacillus* sp. OSU-142 inoculation at various levels of nitrogen fertilization on growth, tuber distribution and yield of potato (*Solanum tuberosum* L.). African Journal of Biotechnology, 8(18): 4418-4424.
- Evanylo, G., 1997. Effects of organic and chemical inputs on soil quality crop and soil environmental news. Virginia Cooperative Extension. Online Available, In: http://www.ext.vt.edu/news/periodicals/cses/1996-12/dec1203.html.
- Gharib, F.A., Moussa, L.A. and Massoud, O.N., 2008. Effect of compost and Bio-fertilizers on growth, yield and essential oil of sweet marjoram (*Majorana hortensis*) plant. International Journal of Agriculture & Biology, 10(4): 381-387.
- Giusquiani, P.L., Arucchini, C.M. and Businelli, M., 1988. Chemical properties of soils amended with compost of urban waste. Plant and Soil, 109: 73-78.

Archive of SID

www.SID.ir

- Iglesias-Jimenez, E. and Alvarez, C.E., 1993. Apparent availability of nitrogen in composted municipal refuse. Biological Fertility Soils, 16: 313-318.
- Khan, M.M. and Azam, Z.M., 1999. Change in the essential oil conostituents of *Foeniclum rulgarein* relation of basal and foliar application of nitrogen and phosphorus. Journal of plant nutrition, 11: 2205-2515.
- Khorsandi, F., 1994. Sulfuric acid effects on iron and phosphorus availability in two calcareous soils. Journal of Plant Nutrition, 17(9): 1611-1623.
- Kumar, T.S., Swaminathan, V. and Kumar, S., 2009. Influence of nitrogen, phosphorus and biofertilizers on growth, yield and essential oil constituents in ratoon crop of davana (*Artemisi apallens* Wall.). Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry, 8: 86-95.
- Mahfouz, S.A. and Sharaf-Eldin, M.A., 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). International Agrophysics, 21: 361-366.
- Marinari, S., Masciandaro, G., Ceccanti, B. and Grego, S., 2000. Influence of organic and mineral fertilizers on soil biological and physical properties. Bioresource Technology, 72: 9-17.
- Mollafilabi, A., Hosseini, M., Shoorideh, H. and Javaheri, A., 2009. Influence of seed rate and nitrogen fertilizer on yield, yield components and essential oil of cumin (*Cuminum cyminum* L.). Abstrct of 3rd International Symposium on Medicinal and Aromatic Plants, Djerba, Tunisia, 26-28 March: 25.
- Mona, Y., Kandil, A.M. and Swaefy Hend, M.F., 2008. Effect of three different compost levels on fennel and salvia growth character and their essential oils. Biological Sciences, 4: 34-39.
- Mkhabelaa, M.S. and Warman, P.R., 2005. The influence of municipal solid waste compost on yield, soil phosphorous availability and uptake by two vegetable crops grown in a pugwash sandy loam soil in Nova Scotia. Agriculture, Ecosystems & Environment, 106: 57-67.
- Olaniyi, J.O. and Odedere, M.P., 2009. The effects of mineral N and compost fertilizers on the growth, yield and nutritional values of fluted pumpkin (*Telfairia occientalis*) in south western Nigeria. Journal of Animal and Plant Sciences, 1: 443-449.
- Sarwar, G., Schmeisky, H., Hussain, N., Muhammad, S., Tahir, M.A. and Saleem, U., 2009. Variations in nutrient concentrations of wheat and paddy as affected by different levels of compostand chemical fertilizer in normal soil. Pakistan Journal of Botany, 41(5): 2403-2410.
- Soumare, M., Tack, F. and Verloo, M., 2003. Characterisation of Malian and Belgian solid waste composts with respect to fertility and suitability for land application. Waste Management, 23: 517-522.
- Singer, W.J., Sally, S.D. and Meek, D.W., 2007. Tillage and compost effects on corn growth, nutrient accumulation, and grain yield. Agronomy Journal, 99: 80-87.
- Singh, B., Singh, Y. and Meelu, O.P., 1992. Effect of green manure, wheat straw and organic manure on DTPA extracable Fe, Mn, Zn and Cu in a calcareous sandy loam soil. Journal of the Indian Society of Soil Science, 40: 114-118.
- Zinati, G.M., Li, Y.C. and Bryan, H.H., 2001. Accumulation and fractionation of copper, iron, manganese, and zinc in calcareous soils amended with compost. Journal of Environmental Health Science, 36: 229-243.

Archive of SID

www.SID.ir

Effect of different soil fertilizing methods on soil properties, nutrient uptake and quanitative and qualitative yield of fennel (*Foeniculum vulgare* Miller.)

A. Movaghatian[1*], E. Fateh[2], A. Aynehband[2] and A. Siahpoosh[3]

1*- Corresponding author, M.Sc. Student, in Agroecology, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran
E-mail: Azarmovaghatian@yahoo.com
2- Department of Agronomy & Plant Breeding, Agriculture Faculty, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran
3- Faculty of Pharmacy, Jondishapoor University of Medical Science, Ahvaz, Iran

Received: February 2013 Revised: December 2014 Accepted: January 2015

Abstract

In order to study the effects of chemical and biological fertilizers on soil physical properties, nutrient uptake, nutrient concentration in soil and plant and seed yield and essential oil of fennel (*Foeniculum vulgare* Miller.), a field experiment was conducted in Agricultural Faculty of Shahid Chamran University in 2011. Trial study was carried out as two-ways factorial in a randomized complete block design (RCBD) with three replications. Chemical fertilizer at three levels (C1=0-0-0 kg/ha NPK, C2=60-60-48 kg/ha NPK and C3=120-120-96 kg/ha NPK) was the first factor, and different biological fertilizers at six levels (B1=control, B2=Biosuperphosphate+Nitroxin, B3=Nitroxin, B4=Biosuperphosphate, B5=Biosulphur and B6=Sugar cane waste compost) were the second factor. Results showed that chemical fertilizer had significant effect on all traits except soil bulk density, soil porosity and essential oil yield. The interaction of chemical fertilizer and biological fertilizer was significant for seed phosphorus, soil bulk density and soil porosity percentage. The highest grain yield (237.66 kg/ha) and essential oil yield (6.46 kg/ha) was found at sugar cane waste compost in combination with 120-120-96 kg/ha NPK and the lowest grain yield (103.15 kg/ha) and essential oil yield (2.63 kg/ha) was obtained at bio sulfur without chemical fertilizer application, respectively. Also, sugar cane waste compost in combination with 120-120-96 kg/ha NPK had the highest grain nitrogen (2.61%) and phosphorus (0.33%), respectively. The lowest was obtained at control treatment. Totally, the results suggested that the sugar cane waste in combination with 60-60-48 kg/ha NPK was the best treatment for fennel cultivation.

Keywords: Chemical fertilizer, organic-biological fertilizer, essential oil, seed yield, *Foeniculum vulgare* Miller.

Archive of SID

www.SID.ir