Archive of SID

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

اثر کودی‌های آلی و شیمیایی و ریزمغذی‌های رایج و نانوی آهن، روی و منگنز بر عملکرد و اجزای عملکرد رازیانه (*Foeniculum vulgare* L.)

صادق انصاری [۱]، یوسف نصیری [۲*]، محسن جان محمدی [۳]، ناصر صباغ نیا [۲]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد آگرواکولوژی، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه
۲-دانشیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه
*مسئول مکاتبه: E-mail: ysf_nasiri@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۷/۳/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۷/۷/۲۹

چکیده

به‌منظور بررسی اثر کاربرد کودهای آلی و شیمیایی و همچنین عناصر غذایی میکرو رایج و نانو بر اجزای عملکرد، عملکرد و اسانس رازیانه، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه اجرا شد. فاکتور اول کاربرد کودهای آلی و شیمیایی شامل شاهد (بدون استفاده از کود)، ورمی‌کمپوست، کمپوست زباله شهری و کود شیمیایی و فاکتور دوم شامل محلول‌پاشی ریزمغذی‌های آهن، روی و منگنز (شاهد، رایج و نانو) بود. نتایج نشان داد بیشترین تعداد چتر در بوته با کاربرد کود شیمیایی متداول، بیشترین تعداد دانه در چترک و عملکرد دانه با کاربرد کود شیمیایی و کمپوست زباله شهری و بیشترین عملکرد بیولوژیک با کاربرد هر سه نوع کود به‌دست آمد. در رابطه با کاربرد عناصر کم‌مصرف، بیشترین تعداد دانه در چترک، وزن هزار دانه و عملکرد دانه با محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف رایج و بیشترین عملکرد بیولوژیک با کاربرد هر دو نوع کود کم‌مصرف رایج و نانو به‌دست آمد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که برهمکنش کاربرد کودهای شیمیایی و آلی و کم‌مصرف بر تعداد چترک درچتر، درصد اسانس و عملکرد اسانس معنی‌دار شد. به‌طوریکه بیشترین تعداد چترک در چتر (۱۲/۹ عدد) در تیمار کود شیمیایی + کود نانو با ۳۹/٦ درصد افزایش نسبت به شاهد (عدم کاربرد هر نوع کودی) و بیشترین مقادیر درصد اسانس (۲/۷۸ درصد) و عملکرد اسانس (٤/٥۳ گرم در مترمربع) در تیمار کود شیمیایی + کم‌مصرف رایج به‌ترتیب با ٥٤/٤ و ۹۸/۷ افزایش درصد نسبت به شاهد به‌دست آمد. به‌طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد کودهای آلی کمپوست زباله شهری و ورمی‌کمپوست جهت جایگزینی کود شیمیایی و همچنین محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف رایج و یا نانو در بهبود اجزای عملکرد و عملکرد کمی و کیفی رازیانه مؤثر می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: اسانس، رازیانه، کمپوست، عملکرد دانه، عناصر کم‌مصرف

www.SID.ir

Archive of SID

Influence of Organic and Chemical Fertilizers, Common and Nano Iron, Zinc and Manganese on Yield and Yield Components of Fennel (*Foeniculum vulgare* L.)

Sadegh Ansari[1], Yousef Nasiri[2*], Mohsen Janmohammadi[3], Naser Sabaghnia[2]

Received: October 21, 2018 Accepted: June 10, 2018
1-MSc Student, Dept. of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Iran.
2-Assoc. Prof., Dept. of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Iran
*Corresponding Author: E-mail: ysf_nasiri@yahoo.com

Abstract

The effect of organic and chemical fertilizers, application as well as nano and common micronutrient on yield, yield components and essential oil of fennel were investigated by experiment as factorial based on randomized complete block design with three replications at the Faculty of Agriculture, University of Maragheh in 2017. The first factor was application of organic and chemical fertilizers including control (without fertilizer), vermicompost, urban waste compost and chemical fertilizer, and the second factor was foliar application of Fe, Zn and Mn (control, common and nano forms). Results showed that the highest number of umbels per plant was obtained by using chemical fertilizer, the highest number of grains per umbelet and grain yield were obtained by chemical fertilizers and urban waste compost application, and the highest biological yield was obtained with all three types of fertilizers application. Regarding the application of micronutrients results indicated that, the highest number of grains per umbelet, 1000-grain weight and grain yield were obtained by foliar application of common micronutrients and the highest biological yield was obtained by application of both types of common and nano micronutrients. The analysis of variance results showed that the interaction of organic and chemical and micronutrients was significant on the number of umbelet per umbel, essential oil percentage and essential oil yield. So that the highest number of umbelet per umbel (12.9) was observed in chemical fertilizer + nano micronutrients application by 39.6% increase compared to control (no application of any fertilizer) and the highest percentage of essential oil (2.78%) and essential oil yield (4.53 $g.m^{-2}$) were obtained in chemical fertilizer + common micronutrients by 54.5% and 98.7%, respectively. In general, the results of this study showed that the application of organic fertilizers of urban waste compost and vermicompost to replace the chemical fertilizer, as well as foliar application of common or nano-micronutrients for improving the yield components and qualitative and quantitative yield of fennel are effective.

Keywords: Compost, Essential Oil, Fennel, Grain Yield, Micronutrients

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

رازیانه (*Foeniculum vulgare* L.) گیاهی معطر متعلق به تیره چتریان است که تمام اندام‌های گیاه حاوی اسانس است ولی بیشترین مقدار اسانس در میوه آن در حدود ٦-۲ درصد تولید می‌شود. رازیانه از مهمترین و پرمصرف‌ترین گیاهان دارویی تیره چتریان می‌باشد که عمدتاً به‌منظور استفاده از اسانس حاصل از آن در صنایع مختلف دارویی، غذایی، آرایشی و بهداشتی مورد کشت قرار می‌گیرد (امیدبیگی ۲۰۱۰؛ مجنون‌حسینی و دوازده امامی ۲۰۰۷).

استفاده بیش از حد و طولانی مدت نهاده‌های شیمیایی به‌علت اسیدی‌شدن و کاهش فعالیت‌های بیولوژیکی خاک، افت ویژگی‌های فیزیکی مطلوب خاک و عدم وجود ریزمغذی‌ها در کودهای NPK، عملکرد گیاهان زراعی را کاهش می‌دهد (اددیران و همکاران ۲۰۰۵). علاوه براین در بسیاری موارد کاربرد کودهای شیمیایی باعث بروز آلودگی‌های زیست محیطی و صدمات اکولوژیکی می‌شود که در نهایت هزینه تولید را افزایش می‌دهد (گوش و بهات ۱۹۹۸). ماده آلی در پایداری تولید محصولات کشاورزی نقش بسیار مهمی ایفا می‌کند. از جمله راهکارهایی که می‌توان برای افزایش مواد آلی جهت بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های زراعی ارائه داد کاربرد کمپوست‌ها می‌باشد. کمپوست مخلوطی فرآوری شده از زباله‌های آلی (مانند پس ماندهای غذایی، زراعی، برگ درختان و ...) توسط فعالیت تجزیه ریزجانداران می‌باشد. کمپوست دارای وزن مخصوص کم است و استفاده از آن در خاک علاوه بر مزایای تغذیه‌ای برای گیاه، باعث بهبود وضعیت ساختمان خاک می‌شود. کمپوست منبعی از ماده آلی و نیتروژن برای مزارع ارگانیک در نواحی خشک و نیمه خشک است (احتشامی و چایی چی ۲۰۱۰). ورمی-کمپوست حاصل یک فرایند هوازی است که در نتیجه تجزیه مشترک مواد آلی توسط کرم خاکی و میکروارگانیسم‌های خاکزی تولید می‌شود (آتیه و همکاران ۲۰۰۰). مقدار نیتروژن و فسفر ورمی کمپوستی اغلب به میزان ۱۱-۵ برابر بیشتر از مقدار آنها در خاک بوده و سایر عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف آن نیز بیش از مقدار موجود در خاک می‌باشد، از طرفی ترشحات درون سیستم گوارشی کرم‌ها، قادر است عناصر غذایی با قابلیت دسترسی پایین را به‌صورت عناصر قابل دسترس برای جذب گیاه تبدیل کند (آرانکون و همکاران ۲۰۰۵). اکبر نژاد و همکاران (۲۰۱۰) در تحقیقی دریافتند که کاربرد ۱۵ تن در هکتار کود زباله شهری باعث افزایش وزن هزاردانه سیاهدانه شد. محمدخانی و روزبهانی (۲۰۱۵) گزارش کردند که کاربرد ورمی‌کمپوست باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته، تعداد دانه، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت دانه در ذرت دانه‌ای شد.

عناصر کم‌مصرف نقش اساسی در تغذیه، واکنش-های آنزیمی، فرآیندهای متابولیکی و مقاومت در برابر بیماریها و شرایط نامساعد محیطی ایفا می‌کنند. این عناصر شرایط عمومی گیاه را بهبود بخشیده و به‌عنوان کاتالیزور در واکنش‌های بیوشیمیایی گیاهان، فعالیت‌های آنزیمی، رشد، تمایز سلولی، تشکیل گل، میوه و بهبود کیفیت محصول شرکت می‌کنند (پاتیل و همکاران ۲۰۰۸؛ خلیلی محله و رشدی ۲۰۰۸). در خاکهای ایران به‌دلیل کمبود مواد آلی، درصد بالای کربنات کلسیم و در برخی موارد مدیریت نامناسب تغذیه محصولات از جمله مصرف بی‌رویه کودهای فسفاته، کمبود عناصر کم‌مصرف مانند روی وآهن بسیار شایع است (ملکوتی و تهرانی ۲۰۰۵). آهن، منگنز و روی از جمله عناصر ضروری مورد نیاز گیاهان می‌باشند که کمبود هر یک به شدت عملکرد گیاهان را کاهش داده، حتی باعث مرگ گیاه می‌شود (منکیر ۲۰۰۸). روی از عناصرکم مصرفی است که برای رشد طبیعی و تولید مثل گیاهان زراعی ضروری است (ال لووی ۲۰۰٤). از سوی دیگر، این عنصر برای سنتز تریپتوفان به‌عنوان پیش ماده هومون اکسین که نقش محوری در تنظیم فرایندهای مختلف فیزیولوژی در

www.SID.ir

Archive of SID

گیاه دارد، مورد نیاز است (هلد ۲۰۰۵). آهن در ساختمان ناقل‌های الکترون مانند سیتوکروم مورد نیاز فتوسنتز، تنفس و تثبیت بیولوژیک نیتروژن نقش دارند (محمدخانی و روزبهانی ۲۰۱۵). کمبود آهن موجب کاهش کلروفیل برگ و تشدید کلروز در گیاه می‌شود و کاربرد آن از طریق افزایش تعداد و توسعه سطح برگ، شرکت در فرآیند فتوسنتز و افزایش ماده خشک زمینه تشکیل و توسعه اجزای عملکرد و در نتیجه عملکرد دانه را فراهم می‌کند (پینتو و همکاران ۲۰۰٤). منگنز در واکنش‌های فتوسنتزی و زنجیره انتقال الکترون و در ساختار آنزیم-هایی همچون سوپراکسید دیسموتار، پراکسیداز و فسفاتاز شرکت دارد (باست میا ۲۰۱۵).

رمرودی و همکاران (۲۰۱۱) در تحقیقی گزارش کردند که محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی آهن، روی و منگنز بر عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، عملکرد موسیلاژ، تعداد دانه در سنبله اسفرزه معنی‌دار بود و محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف بیشترین عملکرد دانه را تولید کرد. در آزمایشی دیگر گزارش شد که بین تیمارهای محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف و عدم محلول-پاشی از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری در صفاتی از قبیل ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و عملکرد بیولوژیک وجود داشت و نتایج حاکی از برتری محلول‌پاشی آهن، روی و منگنز نسبت به سایر تیمارها در صفات مذکور بود (محمدزاده توتونچی و امیرنیا ۲۰۱۳). نانوکودها عناصر غذایی را به‌تدریج و به‌صورت کنترل شده در خاک آزاد می‌کنند و در نتیجه از بروز پدیده مردابی شدن آب‌های ساکن و همچنین آلودگی آب آشامیدنی جلوگیری می‌شود. در حقیقت با بهره‌گیری از فنآوری نانو در طراحی و ساخت نانوکودها، فرصت‌های جدیدی به‌منظور افزایش کارآیی مصرف عناصر غذایی و به حداقل رساندن هزینه‌های حفاظت از محیط زیست به‌دست می‌آید (نادری و ابدی ۲۰۱۲). استفاده از محلول‌پاشی نانوکودهای آهن و روی باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک در گیاه دارویی کاسنی شد (سپهری و وزیری ارجمند ۲۰۱۵).

از آنجائیکه که امروزه رویکرد تولید گیاهان دارویی به‌سمت کشت ارگانیک به‌منظور تولید محصول با کیفیت‌تر می‌باشد، کاربرد انواع کودهای آلی برای تأمین نیاز غذایی کشتزارهای ارگانیک اهیمت بیشتری پیدا کرده است. همچنین استفاده از عناصر کم‌مصرف بویژه در خاکهای آهکی مناطق خشک و نیمه خشک در بهبود عملکرد کمی و کیفی محصول قابل توجه می‌باشد. بر این اساس هدف از اجرای این پژوهش ارزیابی کاربرد انواع کودهای آلی و شیمیایی و عناصر کم‌مصرف نانو و رایج بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی رازیانه بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹٦ در مزرعه تحقیقاتی گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۲ تیمار در سه تکرار اجرا شد. فاکتور اول شامل کودهای آلی و شیمیایی ۱- شاهد، ۲- ورمی-کمپوست (۱۵تن در هکتار)، ۳- کود کمپوست زباله شهری (۲۰ تن در هکتار) و ٤- کود شیمیایی (با مقادیر توصیه کودی) و فاکتور دوم شامل محلول‌پاشی ریزمغذی‌های آهن، روی و منگنز (شاهد، رایج و نانو) بود. کودهای ریزمغذی مورد استفاده از شرکت فناور سپهر پارمیس تهیه شد. قبل از آماده سازی کرتها به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک نمونه‌ای مرکب از عمق۰ تا ۳۰ سانتی متری خاک تهیه مورد تجزیه قرار گرفت. بر اساس نتایج تجزیه، خاک دارای بافت لومی تا لومی شنی بود و سایر خصوصیات خاک و کودهای آلی مورد استفاده در آزمایش در جدول ۱ آورده شده اند. با توجه به تعداد تیمارها و تکرارها کرت بندی مزرعه صورت گرفت و کود فسفاته، کودهای ورمی‌کمپوست و زباله شهری قبل از کاشت در کرت‌های مربوطه مصرف شدند. در هر کرت آزمایشی با ابعاد

www.SID.ir

Archive of SID

۲×۳ مترمربع، بذور رازیانه توده اصفهان که از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شده بود به‌صورت ردیفی بذور با عمق دو تا سه سانتیمتر و با فاصله ۳۰ سانتی‌متر بین ردیف و ۲۰ سانتی‌متر روی ردیف‌ها در کرتهایی به ابعاد ۲×۳ متر مربع در ۱۰ اردیبهشت‌ماه سال ۱۳۹۶ کشت شدند. آبیاری با استفاده از روش نوار تیپ صورت گرفت و وجین علفهای هرز پس از کاشت تا قبل از برداشت به‌صورت دستی انجام شد. کودهای شیمیایی با مقادیر ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع کود اوره و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل بر اساس توصیه کودی به کرت‌های مربوطه اضافه شد. کود اوره در سه نوبت بعد از کاشت، قبل و بعد از گلدهی مصرف شد. کودهای میکرو کلاته رایج (آهن، روی و منگنز) با نسبت سه درهزار و کودهای نانو آهن، روی و منگنز به‌ترتیب به نسبت یک در هزار، ۲ در هزار و ۰/۵ درهزار قبل از گلدهی گیاهان به‌صورت محلول‌پاشی استعمال شد.

قبل از برداشت و در مرحله رسیدگی دانه از هر کرت آزمایشی ۷ بوته به‌طور تصادفی با اعمال اثر حاشیه انتخاب و صفات مربوط به اجزای عملکرد از جمله تعداد چتر در بوته، تعداد چترک در چتر، تعداد دانه در چترک هر بوته اندازه‌گیری شد. جهت تعیین عملکرد دانه و بیولوژیک از هر کرت آزمایشی یک مترمربع انتخاب گردید. برداشت در مرحله رسیدگی دانه‌ها که از ۱۵ مردادماه تا اوایل شهریور ماه به طول انجامید با دست انجام شد و با توجه به اینکه همه دانه‌های رازیانه در چترهای هربوته به‌طور یکنواخت و همزمان به مرحله رسیدگی نمی‌رسند چترهای حاوی دانه‌های رسیده طی چند مرحله برداشت شد و درنهایت مجموع برداشت‌ها به‌عنوان عملکرد دانه در واحد سطح ثبت گردید. سپس دانه‌ها در داخل پاکت‌های کاغذی تا زمان اسانس‌گیری در محل مناسب نگهداری شد. پس از اتمام برداشت دانه کل اندام‌های هوایی باقی‌مانده بوته‌های سطح مذکور برداشت و در محل سایه با تهویه مناسب به مدت چند روز خشک شدند و پس از توزین همراه با وزن چترهای برداشت شده در مرحله‌های قبلی به‌عنوان عملکرد بیولوژیکی ثبت شد. وزن هزاردانه نیز از توده بذری برداشت شده از هر کرت تعیین گردید. به‌منظور استخراج و تعیین درصد اسانس، از روش تقطیر با آب و دستگاه کلونجر استفاده شد. به‌این ترتیب که از نمونه‌های دانه هر واحد آزمایشی ۵۰ گرم جدا و پس از آسیاب کردن به مدت ۳ ساعت با استفاده از دستگاه مذکور اقدام به اسانس گیری شد. پس از استخراج اسانس و رطوبت‌زدایی با سولفات سدیم خشک، مقدار اسانس با ترازوی حساس با دقت توزین گردید. درصد اسانس و سایر پارامترها از جمله شاخص برداشت دانه، عملکرد اسانس و شاخص برداشت اسانس با استفاده از رابطه‌های زیر محاسبه شدند:

۱۰۰ × (۵۰ / وزن اسانس استخراج شده) = درصد اسانس

عملکرد دانه در متر مربع × درصد اسانس = عملکرد اسانس در متر مربع

۱۰۰× (عملکردبیولوژیک/ عملکرد دانه) = شاخص برداشت دانه

داده‌های حاصل از آزمایش با نرم افزار MSTA-C تجزیه و تحلیل و مقایسه میانگین صفات با استفاده از روش حداقل تفاوت معنی‌داری (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- خصوصیات خاک و کودهای آلی مورد استفاده در آزمایش

	EC ($ds.m^{-1}$)	pH	کربن آلی (درصد)	نیتروژن کل (درصد)	فسفر	پتاسیم	آهن	روی	منگنز
					پی‌پی‌ام				
خاک	۰/۶۹	۷/۴۳	۰/۲۹	۰/۰۱۸	۲۱/۴	۵۱۳	۱/۱۶	۱/۰۲	۲/۱۵
	EC ($ds.m^{-1}$)	pH	کربن آلی	نیتروژن کل	فسفر	پتاسیم	آهن	روی	منگنز
			درصد				میلی‌گرم در کیلوگرم		
ورمی کمپوست	۴/۵	۷	۳/۸	۰/۴	۱/۲۲	۱/۵	۴۲	۳۴	۲۱
کمپوست زباله شهری	۷/۷۳	۷/۲	۱۶/۲	۱/۹	۱/۰۵	۰/۹	۵۸۰۰	۱۶۲	۳۳۵

نتایج و بحث

تعداد چتر (گل آذین در بوته)

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر کاربرد کودهای آلی و شیمیایی بر تعداد چتر در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد ولی اثر کاربرد کودهای میکرو و اثر متقابل بر تعداد چتر معنی‌دار نشد (جدول ۲). بیشترین تعداد چتر (۱۰/۹ عدد) در تیمار کاربرد کودشیمیایی به‌دست آمد که نسبت به شاهد ۳۱/۷ درصد افزایش نشان داد (شکل۱). بین کودهای آلی ورمی کمپوست و زباله شهری با شاهد افزایش معنی‌دار مشاهده نشد. طاهر و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که افزودن نیتروژن تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش تعداد گل‌آذین در گیاه گل‌مریم نسبت به شاهد شده است. در گزارشی مشخص شد که استفاده از کود آلی (ورمی-کمپوست و کمپوست) باعث افزایش تعداد چتر (گل‌آذین) در رازیانه شد (محفوظ و شرف‌الدین، ۲۰۰۷). در گزارشی دیگر بیان شد که کاربرد مقادیر مختلف ورمی-کمپوست، به‌طور معنی‌داری باعث افزایش تعداد گل‌آذین در بابونه شده است (تصدیقی و همکاران ۲۰۱۵) و این افزایش به بهبود جمعیت میکروبی خاک و تولید مواد محرک رشد نظیر هورمونهای گیاهی موجود در ورمی-کمپوست و همچنین بهبود جذب آب و مواد غذایی از جمله نیتروژن، فسفر و پتاسیم و در نهایت بهبود شرایط محیطی و تغذیه‌ای گیاه نسبت داده شده است.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر کودهای آلی و شیمیایی و عناصر میکرو رایج و نانو بر عملکرد و اجزای عملکرد رازیانه

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد چتر در بوته	تعداد چترک در چتر	تعداد دانه در چترک	وزن هزار دانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت دانه	درصد اسانس	عملکرد اسانس
تکرار	۲	۲۸/۳۹ *	۲/۶۸*	۸/۵۱*	۱/۸۴ **	۹۲۲/۹	۱۷۷/۰۱ ns	۳۶/۹ ns	۰/۱۰۳**	۰/۷۳**
کودهای آلی و شیمیایی (A)	۳	۱۲/۲۹**	۴/۱۴**	۵/۶۶*	۰/۶۱ ns	۱۷۲۴۶/۷**	۲۴۱۱/۳**	۹۱/۷*	۰/۷۲۲**	۳/۹۱**
عناصر میکرو (B)	۲	۲/۴۶ ns	۲/۰۳*	۶/۳۴*	۴/۶۸**	۲۸۳۹۲/۱**	۳۵۷/۴۲*	۶۲/۷ ns	۰/۳۰۳**	۱/۴۱**
A×B	۶	۱/۵۵ ns	۱/۳۵*	۲/۴۶ ns	۰/۱۴ ns	۲۶۳۳/۴ ns	۱۱/۹۹ ns	۱۲/۴ ns	۰/۰۳۷*	۰/۱۱*
خطای آزمایشی	۲۲	۲/۲۶	۰/۵	۱/۸	۰/۲۷	۳۳۱۳/۹	۸۶/۴۳	۲۹/۲	۰/۰۱۱	۰/۰۴
ضریب تغییرات (٪)		۱۶/۱۵	۶/۵	۱۰/۲۳	۹/۶۹	۱۲/۶۴	۶/۲۴	۱۶/۳۵	۴/۸۸	۶/۲۲

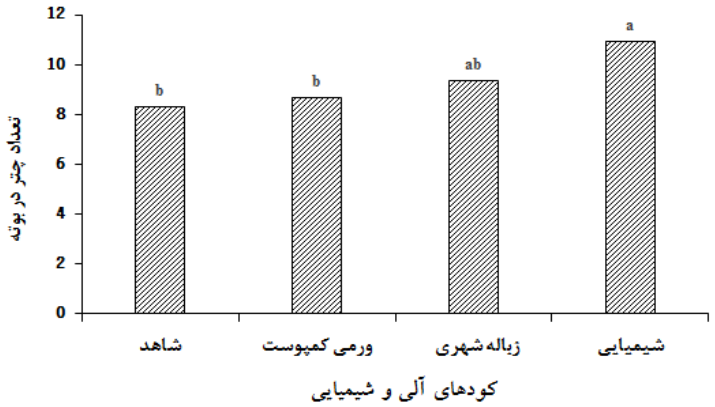
ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

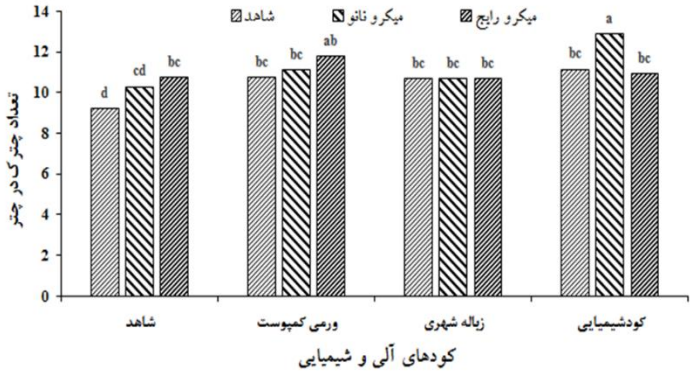
تعداد چترک در چتر

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که بر-همکنش کود شیمیایی و کودهای آلی با عناصر میکرو (نانو و رایج) بر تعداد چترک در چتر رازیانه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بر اساس مقایسات میانگین‌ها کاربرد کود شیمیایی و عناصر میکرو نانو بیشترین تأثیر بر روی تعداد چترک در چتر را داشت و تیمار کاربرد ورمی‌کمپوست و عناصر میکرو رایج بدون اختلاف معنی‌دار در رتبه بعدی قرار داشت. دو تیمار اخیر به‌ترتیب باعث افزایش ۳۹/۶ و ۲۷ درصدی تعداد چترک در بوته نسبت به شاهد (عدم کاربرد هر نوع کودی) شدند (شکل ۲). در اثر کاربرد سطوح مختلف عناصر آهن و روی، تعداد چترک در چتر در گیاه شوید نسبت به شاهد افزایش یافت (میر انصاری و همکاران ۲۰۱۵). نوری حسینی و همکاران (۲۰۱۶) در گزارشی اعلام کردند که تلفیق کودهای آلی و شیمیایی (نیتروژن و فسفر) بر افزایش تعداد چترک در گیاه زیره سیاه معنی‌دار شد و علت آن را دسترسی آسانتر و بهتر گیاه به عناصر غذایی مورد نیاز برای تولید انشعابات فرعی بیان کرده‌اند.



شکل۱- مقایسه میانگین‌های تعداد چتر در بوته رازیانه دراثر کاربرد کودهای شیمیایی و آلی

حروف غیرمشابه بر روی نمودارها نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌داری (LSD) می باشد.



شکل۲- مقایسه میانگین‌های تعداد چترک در چتر رازیانه در اثر کاربرد کودهای آلی و شیمیایی و عناصر میکرو

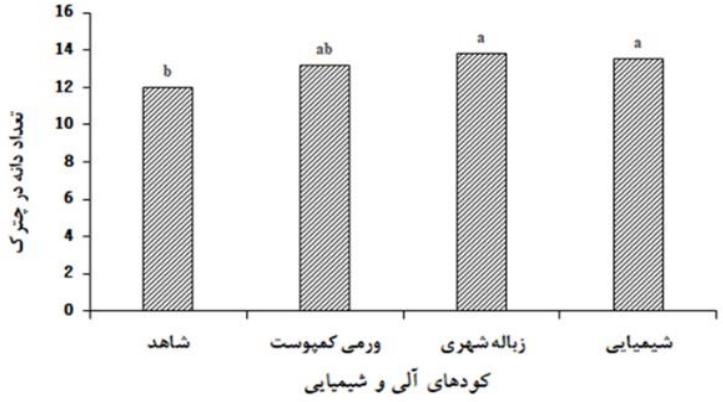
حروف غیرمشابه بر روی نمودارها نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌داری (LSD) می باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

تعداد دانه در چترک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از آن است که اثر کودهای آلی و شیمیایی و همچنین عناصر میکرو در سطح احتمال ۵ درصد بر تعداد دانه در چترک معنی‌دار شد (جدول۲)، به‌طوریکه کاربرد کود زباله شهری (۱۳/۸ دانه در چترک) و کود شیمیایی (۱۳/۵ دانه در چترک) بیشترین تعداد دانه در چترک با اختلاف معنی‌دار با شاهد را داشتند که نسبت به آن به‌ترتیب ۱۵ و ۱۲/۵ درصد افزایش داشتند (شکل۳). به نظر می‌رسد که کمپوست زباله شهری با فراهم نمودن عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف بیشتری نسبت به ورمی‌کمپوست (جدول۱) افزایش معنی‌دار تعداد دانه نسبت به شاهد را بهمراه داشته است. در گزارشی مشخص شد کاربرد کودهای آلی (ورمی‌کمپوست و کمپوست و کود دامی) باعث افزایش معنی‌دار تعداد دانه ریحان نسبت به شاهد شد. کاربرد کودهای آلی از طریق آزاد سازی تدریجی عناصر غذایی سبب بهبود رشد رویشی و اجزای عملکرد گیاه شده و تعداد دانه را افزایش می‌دهد (شکفته و همکاران ۲۰۱۵). همچنین بر اثر کاربرد عناصر میکرو رایج بیشترین تعداد دانه در چترک (۱۳/۸عدد) به‌دست آمد که نسبت به شاهد ۱۲/۲ درصد افزایش داشت. بین کاربرد کودهای میکرو نانو و شاهد تفاوت معنی‌دار وجود نداشت (شکل ٤). کریمی و همکاران (۲۰۱۷) افزایش تعداد دانه در طبق گلرنگ با کاربرد عناصر میکرو مانند روی و منگز را گزارش نمودند. از آنجایی که روی نقش مهمی در فرآیندهای زایشی گیاه دارد کاربرد آن موجب افزایش تعداد گل و در نهایت افزایش تعداد دانه می‌شود (گالاوی و همکاران ۲۰۱۲). گزارشات احمدی و همکاران (۲۰۱۳) در کنجد و شعبان زاده (۲۰۱۲) در سیاهدانه مطابق با نتایج به‌دست آمده در مورد کاربرد کودهای میکرو در افزایش تعداد دانه می‌باشد. محمدخانی و روزبهانی (۲۰۱۵) نیز دریافتند که استفاده از کود نانو کلات آهن باعث افزایش تعداد دانه در بلال ذرت می‌شود. پهلوان و همکاران (۲۰۰۸) افزایش تعداد دانه در گندم را با کاربرد منگنز و روی گزارش نمودند.

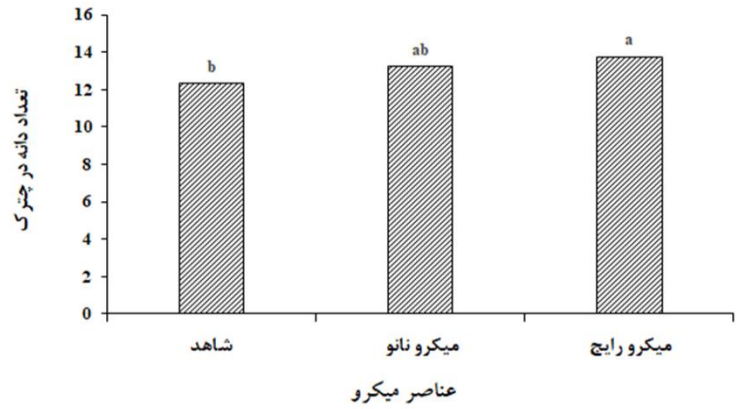


شکل۳- مقایسه میانگین‌های تعداد دانه در چترک رازیانه در اثر کاربرد کودهای شیمیایی و آلی

حروف غیرمشابه بر روی نمودارها نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌داری (LSD) می باشد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۴- مقایسه میانگین‌های تعداد دانه در چترک رازیانه در اثر محلول‌پاشی عناصر میکرو

حروف غیرمشابه بر روی نمودارها نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌داری (LSD) می باشد.

وزن هزار دانه

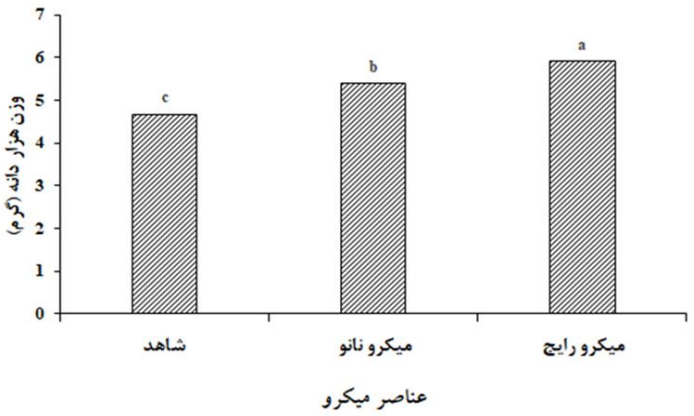
بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر کاربرد عناصر میکرو (رایج و نانو) در سطح احتمال یک درصد بر وزن هزاردانه رازیانه معنی‌دار شد (جدول۲). بیشترین مقدار وزن هزار دانه مربوط به استفاده از کود میکرو رایج با ۵/۹۲ گرم بود که نسبت به کاربرد نانو کود و شاهد بترتیب ۹/۸ و ۲۶/۷ درصد افزایش نشان داد (شکل ۵). شعبانزاده و گلوی (۲۰۱۱) در سیاه دانه و رستمی و همکاران (۲۰۱۷) در گشنیز افزایش وزن هزاردانه را با کاربرد ریزمغذی‌های آهن و روی را گزارش دادند و دلایل آن را افزایش دوام سبز گیاه و بهبود شرایط فتوسنتز و تثبیت دی‌اکسید کربن گیاه را با کاربرد ریز مغذی‌های عنوان نمودند. رمرودی و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که تأثیر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی (آهن، روی و منگنز) بر وزن هزار دانه اسفرزه معنی‌دار بود. در شرایط کمبود آهن، میزان فتوسنتز و سرعت دی اکسید کربن در واحد سطح برگ کاهش یافته (آلوارز فرناندز و همکاران ۲۰۰٤) در نتیجه از ذخیره نشاسته و قند در برگ کاسته خواهد شد که این به کاهش وزن هزار دانه منجر می‌شود (راوی و همکاران، ۲۰۰۸) لذا کاربرد آهن می‌تواند وزن هزار دانه را افزایش دهد. نقش روی نیز در تشکیل دانه و افزایش وزن دانه از طریق تأثیر بر فرآیند زایشی و کمک به ماده سازی و تولید کربوهیدرات و پروتئین دانه می‌باشد (بروآدلی و همکاران ۲۰۰۷). همچنین عناصر کم‌مصرف به دلیل نقش تقویت کننده آنها در فعالیت‌های آنزیمی، باعث افزایش فعالیت فتوسنتزی و انتقال بیشتر مواد پرورده به دانه و افزایش وزن آنها می‌شوند (حیدریان و همکاران ۲۰۱۱) .

عملکرد بیولوژیک

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر کودهای آلی و شیمیایی و همچنین کاربرد عناصر میکرو بر عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول۲). بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها هر سه نوع کود شیمیایی، ورمی‌کمپوست و زباله شهری بدون تفاوت معنی‌دار با همدیگر نسبت به شاهد باعث افزایش معنی‌دار عملکرد بیولوژیک نسبت به شاهد شدند که این افزایش به‌طور متوسط معادل ۲۰/٤ درصد بود (شکل٦).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۵- مقایسه میانگین‌های تعداد وزن هزاردانه رازیانه در اثر محلول‌پاشی عناصر میکرو

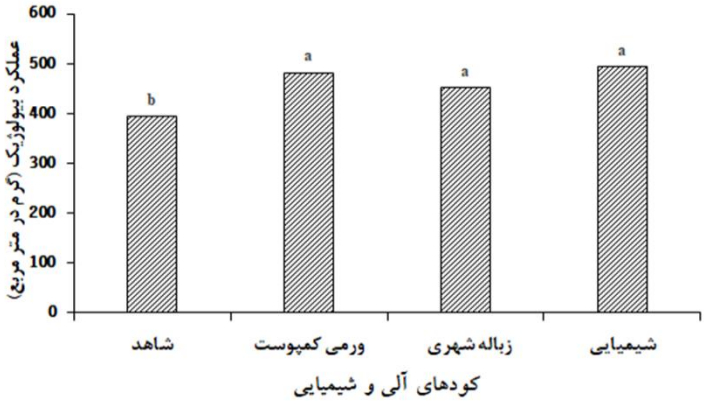
حروف غیرمشابه بر روی نمودارها نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌داری (LSD) می باشد.

انوار (۲۰۰۵) گزارش کرد که کاربرد ورمی‌کمپوست در گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) باعث افزایش عملکرد بیولوژیک نسبت به تیمار شاهد شد. آریافر و سیروس مهر (۲۰۱۷) افزایش عملکرد بیولوژیکی سیاه‌دانه با کاربرد کمپوست زباله شهری را گزارش نمودند و علت آن را افزایش فراهمی‌عناصر غذایی برای گیاه بیان نمودند. استفاده از ورمی‌کمپوست باعث جذب بیشتر عناصر غذایی توسط گیاه و درنتیجه افزایش ماده خشک می‌شود. این خاصیت ورمی‌کمپوست به‌علت دارا بودن عناصر غذایی مختلف ماکرو و میکرو در آن و نیز وجود مقادیر زیادی اسید هیومیک بوده که باعث فراهم شدن عناصر مختلف از جمله نیتروژن، آهن و روی می‌باشد (کومار و همکاران ۲۰۱۱؛ جات و اهلاوات ۲۰۰۸).

نتایج مقایسه میانگین‌ها همچنین نشان داد که عملکرد بیولوژیک با مقادیر ۵۰۲/۶ و ٤٥٨/٧ گرم در مترمربع بترتیب با کاربرد کودهای رایج و نانو بدون تفاوت معنی‌دار با یکدیگر به‌دست آمد که باعث افزایش ٢٤ و ۳۱/۱ درصدی آن نسبت به شاهد شدند (شکل ۷). السماوی و محمد (۲۰۰۲) گزارش کردند که کاربرد سولفات روی به‌صورت محلول‌پاشی در زیره باعث افزایش عملکرد بیولوژیک شد. زهتاب سلماسی و همکاران (۲۰۰۸) نیز افزایش معنی‌دارعملکرد بیولوژیکی نعناع فلفلی نسبت به شاهد را با محلول‌پاشی عناصر کم مصرف آهن و روی را گزارش نمودند. سپهری و وزیری امجد (۲۰۱۵) گزارش دادند که محلول‌پاشی نانوکلات آهن باعث افزایش عملکرد بیولوژیک گیاه کاسنی شد. افزایش عملکرد بیولوژیک با استفاده از ریز مغذی‌ها را می‌توان به افزایش بیوسنتز اکسین در حضور آهن و روی و افزایش غلظت کلروفیل، افزایش غلظت فسفو انول پیروات کربوکسیلاز (PEP_C) و ریبولوز بی فسفات کربوکسیلاز (RBP_C)، کاهش تجمع سدیم در بافت‌های گیاهی و افزایش کارایی جذب نیتروژن و فسفر در حضور آهن و روی نسبت داد که چنین عملکردهایی در گیاه باعث سوخت وساز بهتر گیاه و در نتیجه افزایش عملکرد کلی گیاه به‌ویژه عملکرد بیولوژیک می‌شود (شرفی و همکاران ۲۰۰۱).

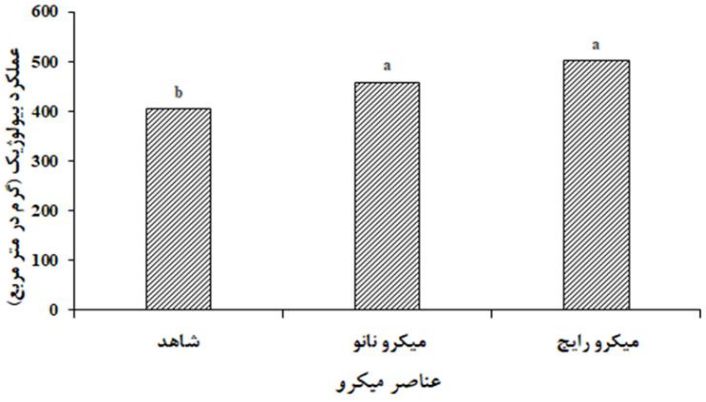
www.SID.ir

Archive of SID



شکل۶- مقایسه میانگین‌های عملکرد بیولوژیکی رازیانه دراثر کاربرد کودهای شیمیایی و آلی

حروف غیرمشابه بر روی نمودارها نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌داری (LSD) می باشد.



شکل۷- مقایسه میانگین‌های عملکرد بیولوژیکی رازیانه دراثر محلول‌پاشی عناصر غذایی میکرو

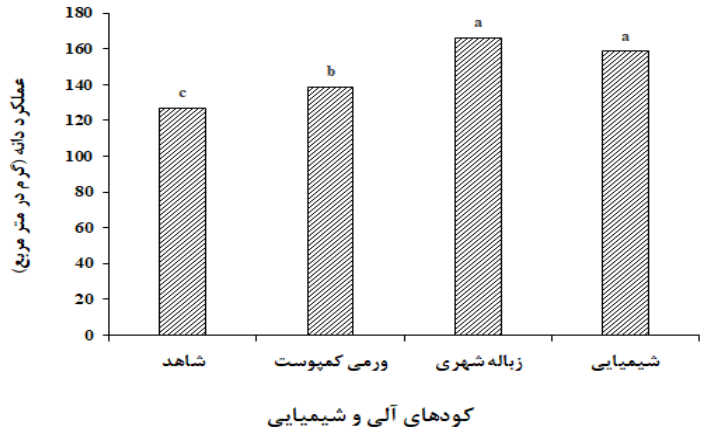
حروف غیرمشابه بر روی نمودارها نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌داری (LSD) می باشد.

عملکرد دانه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس کاربرد کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول۲). مقایسه میانگین‌ها حاکی از آن بود که بیشترین عملکرد دانه در کود آلی زباله شهری (۱۶۶/۲ گرم در مترمربع) و کود شیمیایی (۱۵۸/۶ گرم در مترمربع) بدون تفاوت معنی‌دار بایکدیگر به‌دست آمد که نسبت به شاهد به‌طور متوسط ۲۷/۷ درصد افزایش نشان داد (شکل ۸). در یک بررسی در گیاه زیره سبز گزارش شد که بیشترین عملکرد دانه با کاربرد ۱۵ تن در هکتار کمپوست زباله شهری حاصل شد (فروزنده و همکاران ۲۰۱۴). کودهای کمپوستی (اعم از کود زباله شهری) موجب بهبود خواص فیزیکی خاک مانند ظرفیت نگهداری آب، ساختمان خاک و نیز چگالی خاک) می‌شوند و نیز با آزاد کردن عناصر میکرو و ماکرو به‌صورت مستقیم بر عملکرد و نیز از طریق بهبود خواص فیزیکی خاک و ایجاد خلل و فرج و تهویه و نیز ظرفیت نگهداری آب بالا به‌صورت غیر مستقیم بر افزایش عملکرد دانه مؤثر است (مجاب قصرالدشتی و همکاران ۲۰۱۱). گزارش اکبر نژاد و همکاران (۲۰۱۰) نیز حاکی از آن است که کود کمپوست زباله شهری تأثیر معنی‌داری بر وزن دانه در بوته نسبت به شاهد و بدون استفاده از کود داشت.

www.SID.ir

Archive of SID



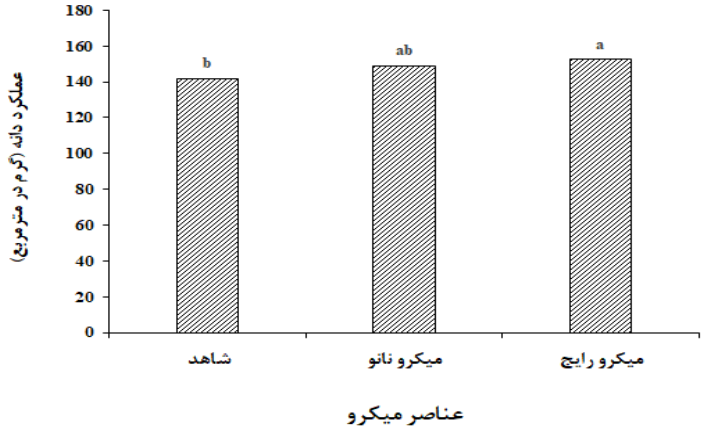
شکل۸- مقایسه میانگین‌های عملکرد دانه رازیانه دراثر کاربرد کودهای شیمیایی و آلی

حروف غیرمشابه بر روی نمودارها نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌داری (LSD) می باشد.

نتایج تجزیه واریانس همچنین نشان داد که اثر محلول‌پاشی عناصر میکرو بر عملکرد دانه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول۲). به‌طوریکه با توجه به مقایسه میانگین‌ها استفاده از عناصر میکرو رایج بیشترین تأثیر بر افزایش عملکرد دانه (۱۵۲/۳۵ گرم در متر مربع) را داشته است که نسبت به شاهد ۷/٦ درصد افزایش معنی‌دار داشت (شکل ۹). در تحقیقی محمد و الساوی (۲۰۰۲) گزارش کردند که محلول‌پاشی سولفات روی در زیره باعث افزایش عملکرد دانه شد. محلول‌پاشی گشنیز با روی و آهن در مراحل رشد رویشی و گلدهی و تشکیل میوه سبب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه شد (سید الاهل و عمر، ۲۰۰۹). در تحقیقی دیگر در گیاه گل گاوزبان باغی مشخص شد که محلول‌پاشی عناصر میکرو (آهن، روی و منگنز) باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه گردید (خیری و همکاران ۲۰۱۷). عملکرد دانه تابع اجزاء عملکرد ازجمله تعداد دانه در بوته، تعداد چترک و نیز وزن هزار دانه می‌باشد و افزایش یا کاهش این صفات سبب تغییر در عملکرد دانه خواهد شد. از آنجایی که کاربرد عناصر ریز مغذی در این آزمایش باعث افزایش اجرای عملکرد دانه (تعداد دانه در چترو وزن هزار دانه) شده بنابراین افزایش عملکرد دانه با کاربرد ریزمغذی‌ها دور از انتظار نیست. از طرق دیگر عناصر میکرو به‌خصوص آهن با تأثیر در فتوسنتز گیاه باعث افزایش تولید کربوهیدرات‌ها شده و در نتیجه این افزایش، ذخیره و انباشت مواد مغذی در دانه شکل خواهد گرفت به‌همین دلیل می‌توان بیان نمود که محلول‌پاشی عناصر میکرو سبب افزایش عملکرد دانه خواهد شد (رامش و همکاران ۱۹۹۹). نصراالهی اصل و قربان نژاد (۱۳۹۳) نیز در این خصوص علت افزایش عملکرد دانه را به نقش آهن در افزایش فتوسنتز و سرعت تثبیت دی اکسیدکربن در واحد سطح برگ و نقش روی در ساخت اسیدمالیک و انتقال هیدراتهای کربن و آنزیم‌ها و شرکت منگنز در واکنش‌های انتقال الکترون و تولید کلروفیل و افزایش فتوسنتز ارتباط داده‌اند.

www.SID.ir

Archive of SID

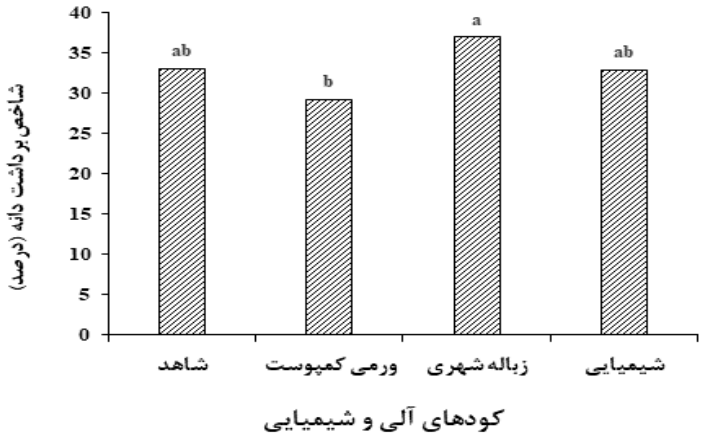


شکل۹- مقایسه میانگین‌های عملکرد دانه رازیانه دراثر محلول‌پاشی عناصر غذایی میکرو

حروف غیرمشابه بر روی نمودارها نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌داری (LSD) می باشد.

شاخص برداشت دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر کاربرد کودهای آلی و شیمیایی بر شاخص برداشت دانه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول۲). بیشترین شاخص برداشت دانه (۳۷/۰۲ درصد) مربوط به استفاده از کود زباله شهری بود که نسبت به شاهد، ۱۱/۹ درصد افزایش داشت. کمترین آن در ورمی‌کمپوست به‌دست آمد (شکل ۱۰). تدین و قربانی‌نژاد (۲۰۱۱) علت افزایش شاخص برداشت دانه را اینطور گزارش نمودند که کمپوست با فراهم نمودن عناصر غذایی باعث افزایش تولید مواد فتوسنتزی در گیاه شده و در نتیجه انتقال مواد از مبدأ به مقصد (دانه‌ها) به میزان بیشتری انجام می‌شود لذا باعث افزایش عملکرد اقتصادی و شاخص برداشت دانه می‌شود.



شکل۱۰- مقایسه میانگین‌های شاخص برداشت دانه رازیانه در اثر کاربرد کودهای شیمیایی و آلی

حروف غیرمشابه بر روی نمودارها نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌داری (LSD) می باشد.

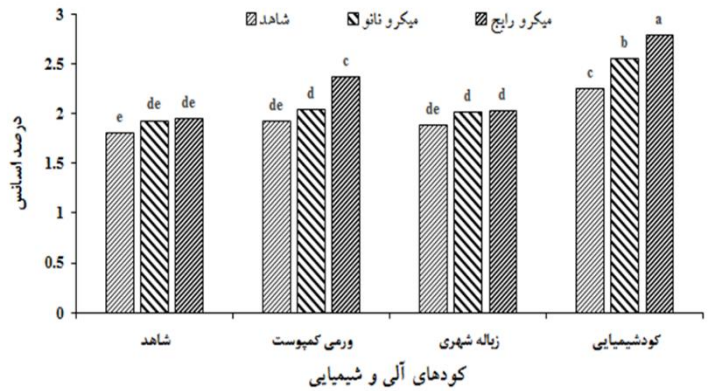
www.SID.ir

Archive of SID

درصد اسانس

بر اساس نتایج تجزیه واریانس برهمکنش اثر کودهای شیمیایی و آلی و کودهای نانو بر درصد اسانس رازیانه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین درصد اسانس در تیمار کود شیمیایی + میکرو رایج (۲/۸درصد) به‌دست آمد، که نسبت به شاهد ٥٤/٦ درصد افزایش نشان داد و تیمار کود شیمیایی + میکرو نانو (۲/٦درصد) در رتبه بعدی قرار گرفت که نسبت به شاهد ٤١/٦ درصد افزایش داشت (شکل ۱۱). کابرد تلفیقی کودهای آلی ورمی-کمپوست و زباله‌شهری و ریزمغذی‌ها نیز در رتبه‌های بعدی باعث افزایش درصد اسانس نسبت به شاهد شدند. پازوکی و همکاران (۲۰۱٦) افزایش درصد اسانس همیشه بهار با کاربرد کودهای نیتروژنه و ورمی کمپوست را گزارش نمودند. در گزارشی دیگر اعلام شد که کاربرد ورمی‌کمپوست در گیاه ریحان باعث افزایش درصد اسانس نسبت به شاهد شد (انوار و همکاران ۲۰۰۵).

همچنین گزارش شد کاربرد کمپوست زباله شهری تأثیر معنی‌داری بر درصد اسانس گیاه نعناع فلفلی داشته است (فروزنده و همکاران، ۲۰۱۲). از آنجایی که اسانس‌ها ترکیباتی ترپنوئیدی هستند و واحدهای سازنده آنها نیاز به NADPH و ATP دارند و با توجه به این موضوع که حضور عناصری نظیر نیتروژن و فسفر برای تشکیل ترکیبات مذکور ضروری می‌باشد (لومیس و کورتئو ۱۹۷۲)، کاربرد کودهای شیمیایی و آلی (کمپوست و ورمی‌کمپوست) از طریق فراهم نمودن جذب بیشتر فسفر و نیتروژن موجب افزایش درصد اسانس پیکر رویشی می‌شود (انوار و همکاران، ۲۰۰۵). لایق حقیقی و همکاران (۲۰۱٦) در آزمایشی دریافتند محلول‌پاشی نانو کلات آهن در گیاه گل محمدی موجب افزایش درصد اسانس نسبت به شاهد گردید. شاید بتوان علت اصلی افزایش درصد اسانس به‌وسیله محلول‌پاشی را دسترسی آسان-تر اندام هوایی گیاه به کود کم تحرک آهن و نقش آن در فتوسنتز و کمک به جذب سایر عناصر دانست.



شکل۱۱- مقایسه میانگین‌های برهمکنش کاربرد کودهای آلی و شیمیایی و عناصر میکرو برای درصد اسانس رازیانه

حروف غیرمشابه بر روی نمودارها نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌داری (LSD) می باشد.

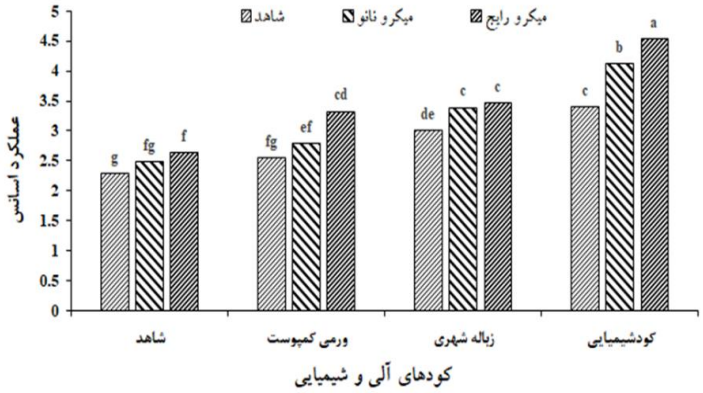
عملکرد اسانس

نتایج تجزیه واریانس حاکی از آن است که برهمکنش اثر کودهای شیمیایی و آلی و کودهای نانو بر عملکرد اسانس در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول۲). به‌طوری‌که بیشترین عملکردهای اسانس به‌ترتیب در تیمارهای کود شیمیایی + میکرو رایج (٤/٥٣

www.SID.ir

Archive of SID

گرم در مترمربع) و کود شیمیایی + نانو رایج (٤/١٣ گرم در مترمربع) به‌دست آمد، که نسبت به شاهد ۹۸/۷ و ۸۱/۱ درصد افزایش نشان داد (شکل ۱۲). کاربرد تلفیقی کودهای آلی و عناصر میکرو نیز با نسبت کمتر باعث افزایش عملکرد اسانس نسبت به شاهد شدند. از آنجایی که عملکرد اسانس از حاصل‌ضرب عملکرد دانه و درصد اسانس به دست می‌آید، لذا هرگونه افزایش در این دو صفت باعث افزایش عملکرد اسانس نیز می‌شود. سالارپور و همکاران (۲۰۰٦) مشاهده کردند که تأثیر محلول‌پاشی نانو کلات آهن بر روی میزان اسانس گیاه شاهی معنی‌دار بود. پناهی نیا و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند که کاربرد آهن روی درصد و عملکرد اسانس ریحان معنی‌دار بود. همچنین آجای و همکاران (۲۰۱۰) دریافتند که کاربرد عناصر کم مصرف در گیاه نعناع به دلیل بهبود فعالیت‌های آنزیمی مختلف و سنتز بیشتر پروتئین‌ها منجر به افزایش رشد، درصد و عملکرد اسانس و همچنین میزان منتول در اسانس شد.



شکل۱۲- مقایسه میانگین‌های برهمکنش کاربرد کودهای آلی و شیمیایی و عناصر میکرو برای عملکرد اسانس رازیانه

حروف غیرمشابه بر روی نمودارها نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ٥ درصد بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌داری (LSD) می باشد.

نتیجه گیری کلی

نتایج نشان داد که کاربرد کودهای آلی و یا شیمیایی باعث بهبود شاخص‌های مورد بررسی رازیانه نسبت به شاهد شدند. بنابراین با توجه به نقش تغذیه‌ای و زیست محیطی مثبت کودهای آلی ورمی‌کمپوست و زباله شهری می‌توان آنها را جایگزین کاربرد کودهای شیمیایی نمود. در رابطه با محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف نیز نتایج حاکی از آن بود که هر دو شکل کود کم‌مصرف (رایج و نانو) باعث بهبود بعضی از صفات گردید. بنابراین با توجه به اینکه کودهای نانو در مقادیر بسیار کم مصرف می‌شوند و اثرات جانبی کمتری نسبت به کودهای متداول بر محیط زیست خواهند داشت، درصورت امکان از این نوع کودها برای تغذیه گیاه استفاده گردد. در کل نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که کاربرد کودهای آلی به‌همراه محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف رایج و یا نانو به بهبود اجزای عملکرد و عملکرد کمی و تولید اسانس رازیانه منجر خواهد شد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع مورد استفاده

Adediran JA, Taiwo LB, Akande MO, Sobulo RA and Idowu OJ, 2005. Application of organic and inorganic fertilizer for sustainable maize and cowpea yields in Nigeria. Journal of Plant Nutrition, 27(7): 1163-1181.

Ahmadi J, Seyfi MM and Amini M, 2013. Effect of spraying micronutrients Fe, Zn and Ca on grain and oil yield of sesame (*Sesamus indicum* L.) varieties. Electronic Journal of Crop Production, 5 (3): 115-130. (In Persian).

Ajay K and Patro HK, 2010. Effect of zinc and sulphur on herb, oil yield and quality of menthol mint (*Mentha arvensis* L.) var. Kosi. Journal of Chemical and Pharmaceutical Research, 2(4): 642-648.

Akbarnejad F, Astaraii A, Fotovat A, Nasiri-mahallati M, 2010. Effect of urban waste compost and sewage sludge on yield and yield components of seeds. Iranian journal of Field Crop Research, 8(5): 767-771. (In Persian).

Alloway BJ, 2004. Zinc in soils and crop nutrition. International Zinc Association Communications. Brussels: IZA Publications, 128p.

Alvarez-Fernandez A, Garcia-Lavina P, Fidalgo C, Abadia J and Abadia A, 2004. Foliar fertilization to control iron chlorosis in pear (*Pyrus communis* L.) trees. Plant and Soil Journal, 263(1): 5-15.

Anwar M, Patra DD, Chand S, Alpesh K, Naqvi AA and Khanuja SPS, 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.

Arancon NQ, Edwards CA, Bierman P, Metzger JD and Lucht C, 2005. Effects of vermicomposts produced from cattle manure, food waste and paper waste on the growth and yield of peppers in the field. Pedobiologia, 49(4): 297-306.

Ariafar S and Sirousmehr AR, 2017. Effect municipal compost on yield, essential oil percentage and some physiological characteristics of *Nigella sativa* L. under drought stress. Agriculture Crop Management, 19 (1): 31-42. (In Persian).

Atiyeh RM, Subler S, Edwards CA, Bachman G, Metzger JD and Shuster W, 2000. Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. Pedobiologia, 44(5): 579-590.

Baset Mia MA, 2015. Nutrietion of Crop Plants. Published by Nova Science Publishers, Inc., New York. USA, 187 pages.

Broadley MR, White PJ, Hammond JP, Zelko I and Lux A, 2007. Zinc in plants. New phytologist, 173(4): 677-702.

Ehteshamami MR and chaiichi MR, 2010. Organic Farming (Cropping). Gilan University. Gilan. 346 pp. (In Persian).

El-Sawi SA, and Mohamed MA, 2002. Cumin herb as a new source of essential oils and its response to foliar spray with some micro-elements. Food Chemistry, 77(1): 75-80.

Foruzandeh M, Sirusmehr A, Ghanbari A, Asgharipour MR and Khomri A, 2012. Effect of drought stress and urban waste compost on quantitative and qualitative characteristics of peppermint medicinal plant (*Mentha piperita* L.). Iranian Journal of Field Crops Research, 9(4): 670-677. (In Persian).

Forouzandeh M, Karimian M and Mohkami Z. 2014. Effect of Water stress and different type of organic fertilizers on essential oil content and yield components of *Cuminum cyminum*. Indian Journal of Fundamental and Applied Life Science, 4(3): 523-536.

Galavi M, Ramroudi M and Tavassoli A, 2012. Effect of micronutrients foliar application on yield and seed oil content of safflower (*Carthamus tinctorius*). Agricultural Research, 7: 482-486.

Ghosh BC and Bhat R, 1998. Environmental hazards of nitrogen loading in wetland rice fields. In Nitrogen, the Confer-Ns: 123-126.

www.SID.ir

Archive of SID

Heidarian AR, Kord H, Mostafavi K and Amin-Mashhadi F, 2011. Investigating Fe and Zn foliar application on yield and its components of soybean (*Glycine max* L. Merr.) at different growth stages. Sustainable Agriculture, 28: 41-54.

Heldt H W, 2005. Plant biochemistry. 3rd edition, Elsevier Academic Press, Amesterdam.

Jat RS and Ahlawat IPS, 2008. Direct and residual effect of vermicompost, biofertilizers and phosphorus on soil nutrient dynamics and productivity of chickpea-fodder maize sequence. Journal of Sustainable Agriculture, 28(1): 41-54.

Karimi AR, Behdani MA, Eslami SV and Fathi MH, 2017. Yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) as affected by micronutrient application and vermicompost in two Kerman and Bardsir regions, Journal of Agroecology, 9 (2): 505-519. (In Persian).

Khalili Mahalleh J, Roshdi M, 2008. Effect of foliar application of micro nutrients on quantitative and qualitative characteristics of 704 silage corn in Khoy. Seed and Plant Improvment Journal, 24(2):281-293. (In Persian)

kheiry A, Vaisi M, Sanikhani M, 2017. Effect of micro-elements of Fe, Zn and Mn on some characteristics of borage (*Borago officinalis* L.) Journal of Plant Ecophysiology, 9(29): 183-194. (In Persian).

Kumar GA, Bishwas R, Mahendra PS, Vibha U and Chandan KS, 2011. Effect of fertilizers and vermicompost on growth, yield and biochemical changes in *Abelmoschus esculentus*, Plant Archives, 11(1): 285-287.

Layeghhaghighi M, Hassanpour Asil M and Abbaszadeh B, 2016. Effect of nano chelated iron on essential oil percentage and essential oil compounds of *Rosa damascena* Mill. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 32(1). 138-147. (In Persian)

Loomis WD and Corteau R, 1972. Essential oil biosynthesis. Recently Advance Phytochemistry, 6: 147-185.

Mahfouz SA and Sharaf-Eldin MA, 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel *(Foeniculum vulgare* Mill.). International Agrophysics, 21(4): 361.

Majnunhosseini N and Davazdahemami S, 2007. Farming and production of some herbs and medicinal plants. Publication of Tehran: Tehran. 320pp. (In Persian).

Malakoti MJ and Tehrani MM. 2005. Effects of micronutrients on the yield and quality of agricultural products. Tarbiat Modarres University Publications, Tehran. 398 pp. (In Persian).

Menkir A. 2008. Genetic variation for grain mineral content in tropical-adapted maize inbred lines. Food Chemistry, 110(2): 454-464.

Miransari H, Mehrafarin A, Naghdi Badi H, 2015. Morphophysiological and phytochemical responses of dill (*Anethum graveolens* L.) to foliar application of iron sulfate and zinc sulfate. Journal of Medicinal Plants, 14(2): 15-31. (In Persian).

Mohammad Khani E and Roozbahani A, 2015. Application of vermicompost and nano iron fertilizer on yield improvement of grain corn (*Zea mays* L.). Journal of Plant Eco-Physiology, 23: 123-131. (In Persian).

Mohammadzadeh Totounchi, P and Amirnia, R. 2013. The 2nd National Conference on Climate Change and its Impact on Agriculture and the Environment. Orumieh. 3945-3952. (In Persian).

Mojab- Ghasroldashti A and Baluchi HR, Badvi AR, 2011. Effect of municipal waste and nitrogen compost on grain yield, forage production and some morphological traits of sweet corn *(Zea mayz* L. sacchrata). Electronic Journal of Crop Production, 4(1): 115-130. (In Persian).

Naderi MR and Abedi A, 2012. Application of nanotechnology in agriculture and refinement of environmental pollutants. Journal of Nanotechnology, 11(1): 18-26. (In Persian).

Nasrollahzadeh Asl A and Gorbannezhad H, 2014. Effect of biological and mineral phosphorus fertilizers together with microelement sprayings on yield and component of yield in pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Journal of Crop Ecophysiology, 4(4): 451-464.

www.SID.ir

Archive of SID

Nourihoseini S, Khorassani R, Astaraei A, Rezvani Moghadam P and Zabihi H, 2016. Effect of different fertilizer resources and humic acid on some morphological criteria, yield and antioxidant activity of black zira seed (*Bunium persicum* Boiss*).* Applied Field Crops Research, 29(4): 87-104. (In Persian)

Omidbaigi R. 2010. Production and Processing of Medicinal Plants. Astane Ghodse Razavi Press. Mashhad, Iran. 423 pp. (In Persian).

Pahlavan Rad MR, Kikha GH and Naarooyi Rad MR, 2008. Application of zinc, iron and manganese on yield, yield components, nutrient concentration and uptake in wheat grain. Journal of Research and Development, 79: 150- 142. (In Persian).

Patil BC, Hosamani RM, Ajjappalavara PS, Naik BH, Smitha RP and Ukkund KC, 2008. Effect of foliar application of micronutrients on growth and yield components of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Karnataka Journal of Agricultural Sciences, 21(3): 428-430.

Pazoki A, Tavakoli Haghighat, H and Rashidi Asl A, 2016. Evaluation of yield, yield components and essential oil content of marigold (*Calendula officinalis* L.) with the use of nitrogen and vermicompost. Journal of Crop Ecophysiology, 10 (3). 629-644.

Pinto AP, Mota AM, De Varennes A and Pinto FC, 2004. Influence of organic matter on the uptake of cadmium, zinc, copper and iron by sorghum plants. Science of the Total Environment, 326(1-3): 239-247.

Ramesh S, Raghbir S, Mohinder S, Sharam R, Singh R and Singh M, 1999. Effect of P, Fe on the yield of Sun flower. Annals of Agricultural Sciences, 4: 445-450.

Ramrudi M, Kikhazhaleh M, Galvi M, Seghatoleslami MH and Baradaran R, 2011. Effect of spraying of micronutrient elements and irrigation regimes on the quantitative and qualitative yield of psyllium *(Plantago ovata* Forsk). Journal of Agroecology, 3(2): 219-226. (In Persian)

Ravi S, Channal HT and Ananda, N, 2008. Response of sulphur, zinc and iron nutrition on yield components and economics of safflower (*Carthamus tinctorius* L.*).* Asian Journal of Soil Science, 3(1): 21-23.

Rostami B, Asilan K, Yousefzadeh S and Mansorifar S, 2017. Effect of foliar application of iron and zinc sulfate on quantitative traits and essential oil yield of coriander (*Coriandrum sativum* L.). Iranian Journal of Field Crop Science, 48(2): 517-525. (In Persian).

Said-Al Ahl HAH and Omer EA, 2009. Effect of spraying with zinc and/or iron on growth and chemical composition of coriander *(Coriandrum sativum* L.*)* harvested at three stages of development. Journal of Medicinal Food Plants, 1(2): 30-46.

Salarpour O, Parsa S, Sayyari MH and Alahmadi MJ. 2013. Effect of nano-iron chelates on growth, peroxidase enzyme activity and oil essence of cress *(Lepidium sativum* L.). International Journal of Agronomy and Plant Production, 4(Special issue): 3583-3589.

Sepehri A and Vaziriamjad A, 2015. The effect of iron and zinc Nano fertilizers on quantitative yield of chicory (*Cichorium inyubus* L.) in different crop densities. Agricultural Science and Sustainable Production, 61-74. (In Persian).

Shabanzadeh SH and Galavi M, 2011. Effect of micronutrients foliar application and irrigation regimes on agronomic traits and yield of black cumin (*Nigella sativa* L.). Environmental Stresses in Crop Sciences, 4(1)1: 1-9. (In Persian).

Shabanzadeh SH, Ramroudi M and Galavi M, 2012. Influence of micronutrients foliar application on seed yield and quality traits of black cumin in different irrigation regimes. Journal of Crop Production and Processing, 1(2): 79-89. (In Persian).

Sharafi S, tagbakhsh M ans purmirza AA, 2001. Effect of iron and zinc fertilizers on yield and yield components of two maize varieties (*Zea mays* L.*)* in Urmia. 7th Iranian Soil Science Congress. 424pp. (In Persian).

www.SID.ir

Archive of SID

Shekofte H. Marzi A and Ghafari Sharabad S, 2015. Study on the effect of chemical, organic and bio-phosphorus fertilizer on yield and essence of basil (*Ocimum basilicum)*. Iranian Journal of Horticultural Science, 46(1): 119-129. (In Persian).

Stampar F, Hudina M, Dolenc K and Usenik V. 1999. Influence of foliar fertilization on yield quantity and quality of apple (*Malus domestica* Borkh.). In Improved crop quality by nutrient management (pp. 91-94): Springer, Dordrecht.

Tadayon MR and Ghorbani Nezhad AJ, 2011. Effect of municipal solid waste compost and supplemental irrigation on morphological traits, yield and yield components of dryland chickpea. Journal of Crop Production and Processing Isfahan University of Technology, 1(1): 51-66. (In Persian)

Tahami Zarandi SMK, Rezvani Moghadam P and Jahan M. 2010. Comparison the effect of organic and chemical fertilizers on yield and essential oil percentage of basil (*Ocimum basilicum* L.). Journal of Agroecology, 2(1): 63-74. (In Persian).

Taher T, Golchin A, Shafiei S and Sayfzadeh S. 2013. Effect of nitrogen and phosphate solubilizing bacteria on growth and quantitative traits of tuberose (*Polianthes tuberose* L.*)*. Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture, 4 (4): 41-50. (In Persian).

Tasdighi H, Salehi A, Movahhedi Dehnavi M, Behzadi Y, 2015. Survey of yield, yield components and essential oil of *Matricaria chamomilla* L. with application of vermicompost and different irrigation levels. Agricultural Sciences and Sustainable Production, 25(3), 61-78.

Zehtab-Salmasi S, Heidari F and Alyari H, 2008. Effect of microelements and plant density on biomass and essential oil production of peppermint (*Mentha piperment* L.). Plant Sciences Research, 1(1): 24-26.

www.SID.ir