Archive of SID

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 6، شماره 3، پاییز 1393، ص. 443-425

Journal of Agroecology
Vol. 6, No. 3, Fall 2014, p. 425-443

ارزیابی اثرات کاربرد کودهای آلی، زیستی و شیمیایی بر شاخص‌های رویشی و میزان اسانس گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum* L.)

مهسا اقحوانی شجری[1]، پرویز رضوانی مقدم[2*]، رضا قربانی[2] و مهدی نصیری محلاتی[2]

تاریخ دریافت:1390/06/29
تاریخ پذیرش:1391/12/30

چکیده

به منظور مطالعه اثرات کاربرد منفرد و تلفیقی کودهای آلی، زیستی و شیمیایی بر عملکرد کمّی و کیفی شاخص‌های رویشی گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum* L.)، آزمایشی در سال زراعی 90-1389 در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به صورت کرت-های خرد شده در زمان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و 12 تیمار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: 1- کود زیستی میکوریزا (*Glomus mosseae*)، 2- کود زیستی بیوسولفور (*Thiobacillus* sp.) به همراه گوگرد آلی بنتونیت دار، 3- کود شیمیایی (NPK)، 4- کود گاوی، 5- ورمی‌کمپوست، 6- میکوریزا + کود شیمیایی، 7- میکوریزا + کود گاوی، 8- میکوریزا + ورمی‌کمپوست، 9- بیوسولفور + کود شیمیایی، 10- بیوسولفور + کود گاوی، 11- بیوسولفور + ورمی‌کمپوست و 12- شاهد. پیکر رویشی گیاه در مرحلهٔ پنج درصد گلدهی و در دو چین (29 اردیبهشت و 15 خرداد) برداشت شد. نتایج آزمایش نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته (28 سانتی‌متر) و تعداد شاخه جانبی در بوته (5/2) در تیمار کاربرد تلفیقی کود زیستی بیوسولفور با کود گاوی و بیشترین مقدار عملکرد تر و خشک برگ، عملکرد تر و خشک کل و عملکرد خشک ساقه در تیمار مصرف منفرد کود شیمیایی بدست آمد. کاربرد منفرد کود زیستی بیوسولفور باعث افزایش نسبت برگ به ساقه (6) گردید. حداکثر مقادیر درصد و عملکرد اسانس با مصرف منفرد کود گاوی (به ترتیب با 0/2 درصد و 1753 گرم در هکتار) به دست آمد. بیشترین مقدار عملکرد تر برگ و نسبت برگ به ساقه در چین اول و بیشترین مقادیر ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی در بوته، عملکرد تر و خشک ساقه، درصد و عملکرد اسانس در چین دوم حاصل شد. به طور کلی نتایج آزمایش نشان داد که مصرف کود شیمیایی باعث افزایش عملکرد اندام رویشی گیاه و کاربرد کودهای آلی و زیستی باعث بهبود درصد و عملکرد اسانس گیاه دارویی گشنیز شد.

واژه‌های کلیدی: بیوسولفور، چین، عملکرد، میکوریزا، نسبت برگ به ساقه

مقدمه

مطالعهٔ جنبه‌های مختلف به زراعی گیاهان دارویی از جمله تغییرات کمّی و کیفی این گیاهان در پاسخ به منابع تغذیه‌ای مختلف، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum* L.)، گیاهی یکساله و متعلق به خانواده چتریان بوده که به دلیل داشتن ماده موثره لینالول در صنایع غذایی، دارویی و آرایشی کاربردهای متعددی دارد (Volatil, 2000). مطالعات حاکی از آن است که عملکرد کمّی و کیفی گیاهان دارویی از عوامل مختلف محیطی، تغذیه‌ای و خصوصیات خاک تأثیر پذیرفته و از این رو، مطالعه روش‌های مختلف تغذیهٔ این قبیل گیاهان از جمله گشنیز جهت کسب بیشترین عملکرد کمّی، توأم با حصول حداکثر کیفیت دارویی دارای اهمیت است (Ahmadian et al., 2006; Ebadi et al., 2007).

استفاده درازمدت از کودهای شیمیایی باعث فشردگی و کاهش حاصلخیزی خاک، افزایش آلودگی‌ها و خسارات زیست محیطی و در نتیجه منجر به افزایش هزینه‌های تولید شده است (Hashemi Dezfulli et al., 1994; Ghost & Bhat, 1998). از این‌رو، کشاورزی پایدار از طریق جایگزینی کودهای شیمیایی با کودهای آلی و زیستی، در صدد افزایش حاصلخیزی و سلامت خاک، حفظ محیط

1 و 2- به ترتیب دانشجوی دکتری بوم‌شناسی زراعی و استاد گروه زراعت دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: (Email: rezvani@um.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

زیست و افزایش کیفیت محصولات می‌باشد (Allievi et al., 1993; Ebhin Masto, 2006).

استفاده از کودهای آلی و دامی از طریق افزایش میزان ماده آلی خاک، ایجاد تعادل مناسب بین عناصر موجود در خاک و نیاز گیاه و نیز بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک باعث افزایش حاصلخیزی و باروری خاک و در نهایت بهبود وضعیت رشدی و عملکرد گیاه می‌شود (Renato et al., 2003; Fallah et al., 2007). علاوه بر کودهای آلی، مصرف کودهای بیولوژیک نیز جایگاه قابل توجهی در کشاورزی پایدار به منظور جایگزین نمودن نهاده‌های شیمیایی دارا می‌باشد (Abas Zade, 2005). میکروارگانیسم‌های موجود در این قبیل کودها با تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، افزایش فعالیت‌های حیاتی موجود در خاک و نیز ترشح برخی هورمون‌ها و اسیدهای آلی باعث بهبود رشد گیاه می‌شوند (Barea et al., 2005; Saleh Rastin, 2001). کودهای زیستی بیوسولفور (*Thiobacillus* sp.) و میکوریزا جایگاه مهمی در بین کودهای بیولوژیک دارند؛ گزارش شده است که مصرف کود زیستی بیوسولفور همراه با گوگرد از طریق اکسایش گوگرد باعث کاهش pH خاک شده و در نتیجه میزان دسترسی گیاه به فسفر قابل جذب را، به‌خصوص در خاک‌های قلیایی افزایش می‌دهد (Garcia, 1991). میکوریزا نیز از طریق افزایش قابلیت جذب و انتقال آب و فراهمی مواد غذایی مانند فسفر و روی و نیز تقویت جامعه میکروبی خاک باعث افزایش رشد و نمو گیاه می‌شود (Paradi et al., 2003; Arpana & Bagyaraj, 2007).

تاکنون در مطالعات مختلفی اثرات کاربرد منابع تغذیه‌ای آلی، بیولوژیک و شیمیایی بر عملکرد کمّی و کیفی گیاهان دارویی مورد مطالعه قرار گرفته است. تهامی و همکاران (Tahami et al., 2010) در پژوهش روی گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) گزارش کردند که کاربرد کودهای آلی کمپوست و ورمی کمپوست باعث افزایش ارتفاع بوته و نیز عملکرد تر و خشک اندام‌های هوایی گیاه مورد مطالعه شد. مرادی و همکاران (Moradi et al., 2009) نیز در مطالعه‌ای روی گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare* L.) دریافتند که کاربرد تلفیقی کمپوست و کود بیولوژیک ازتوباکتر تأثیر مثبتی بر ارتفاع و تعداد شاخه جانبی گیاه داشت. در تحقیقی بر روی گیاه ذرت (*Zea mays* L.) مشاهده شد که کاربرد کودهای آلی با اثر مثبت بر روی فعالیت باکتری بیوسولفور (*Thiobacillus* sp.) و باکتری حل‌کننده فسفات باعث افزایش جذب فسفر و رشد گیاه شد (Mohamadi Ariya et al., 2010). در پژوهش دیگری، اثرات کاربرد کود زیستی میکوریزا و کود شیمیایی فسفر در گیاه گشنیز بررسی و گزارش شد که مصرف این منابع کودی باعث افزایش میزان جذب فسفر و ماده خشک تولیدی گیاه گردید (Valadabadi et al., 2009). با این وجود در پژوهش دیگری، اثر کاربرد قارچ میکوریزا بر عملکرد اندام هوایی، ارتفاع بوته و تعداد شاخه جانبی گیاه دارویی گشنیز چندان مثبت ارزیابی نشد (Ali Abadi Farahani & Valadabadi, 2010). رحیمی و همکاران (Rahimi et al., 2009) و گوجار و همکاران (Gujar et al., 2005) در پژوهش بر روی گیاه دارویی گشنیز و کاندیل و همکاران (Kandeel et al., 2002) بر روی گیاه دارویی ریحان دریافتند که مصرف کودهای شیمیایی نیتروژن، پتاسیم و فسفر اثر مثبتی بر عملکرد کمّی و کیفی این گیاهان داشت. با این حال، در مطالعاتی بر روی گیاهان دارویی ریحان و گشنیز گزارش کردند که سطوح بالای کود نیتروژن اثرات بازدارنده‌ای بر عملکرد کمّی گیاهان مذکور داشت (Dadvand Sarab et al., 2008; Ali et al., 2009).

یکی دیگر از عوامل موثر بر کمّیت و کیفیت گیاهان دارویی، تاریخ برداشت می‌باشد. امیدبیگی و همکاران (Omidbaigi et al., 2010) در پژوهشی روی گیاه دارویی آویشن (*Thymus vulgaris* L.) تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین عملکرد کمّی گیاه در زمان‌های مختلف برداشت مشاهده نکردند. با این وجود در تحقیقی بیان شده است که حداکثر ارتفاع، وزن تر و خشک بوته ریحان و نیز عملکرد اسانس برگ گیاه در چین سوم مشاهده شد که دلیل آن به آزادسازی و تأثیر تدریجی عناصر غذایی توسط کودهای آلی نسبت داده شده است (Tahami Zarandi et al., 2010). در پژوهش‌هایی مشاهده شد که بیشترین درصد و عملکرد اسانس در گیاه دارویی آویشن در تاریخ برداشت چهارم و در گیاه دارویی بابونه (*Matricaria chamomilla* L.) در تاریخ برداشت دوم به دست آمد (Naghdi Badi et al., 2002; Ebadi et al., 2010).

با توجه به گسترش آلودگی‌های ناشی از مصرف نهاده‌های شیمیایی و اثرات آن بر روی محیط زیست، استفاده از کودهای آلی و زیستی جهت تأمین نیازهای غذایی گیاهان امری ضروری است. لذا، در این آزمایش اثرات کاربرد کودهای آلی، زیستی و شیمیایی بر برخی شاخص‌های رشدی و عملکرد اندام رویشی گیاه دارویی گشنیز در طی

www.SID.ir

Archive of SID

دو تاریخ برداشت مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثرات مصرف منفرد و تلفیقی کودهای آلی، زیستی و شیمیایی بر عملکرد کمّی و کیفی پیکر رویشی گیاه دارویی گشنیز آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی 90-1389 به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در زمان با 12 تیمار و سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: 1- کود زیستی میکوریزا، 2- کود زیستی بیوسولفور به همراه گوگرد آلی بنتونیت‌دار، 3- کود شیمیایی (NPK)، 4- کود گاوی، 5- ورمی‌کمپوست، 6- میکوریزا + کود شیمیایی، 7- میکوریزا + کود گاوی، 8- میکوریزا + ورمی‌کمپوست، 9- بیوسولفور + کود شیمیایی، 10- بیوسولفور + کود گاوی، 11- بیوسولفور + ورمی‌کمپوست و 12- شاهد. پیکر رویشی گیاه در مرحلهٔ پنج درصد گلدهی و در دو چین در تاریخ‌های 29 اردیبهشت‌ماه و 15 خردادماه، برداشت شد. قبل از اجرای آزمایش از عمق 15-0 سانتی‌متری خاک محل اجرای آزمایش، نمونه‌برداری شد و به همراه نمونه‌ای از کودهای گاوی و ورمی‌کمپوست به آزمایشگاه منتقل و درصد عناصر غذایی موجود در آنها تعیین گردید (جدول‌های 1 و 2).

محاسبه مقدار نیتروژن، فسفر و پتاسیم مورد نیاز گیاه گشنیز بر اساس توصیه کودی ارائه شده توسط ملکوتی و طهرانی (Malakuti & Tehrani, 1999) برای سبزیجات صورت گرفت (جدول 3).

جدول 1- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد آزمایش

Table 1- Soil physical and chemical characteristics of experimental location

بافت خاک Soil texture	کربن آلی (%) Organic carbon (%)	نیتروژن کل (%) Total nitrogen (%)	فسفر (ppm) Phosphorus (ppm)	پتاسیم (ppm) Potassium (ppm)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)
لوم Loam	0.59	0.063	13.2	135	7.24	3.21

جدول 2- خصوصیات شیمیایی کودهای گاوی و ورمی‌کمپوست

Table 2- Chemical characteristics of cow manure and vermicompost

نوع کود Type of fertilizer	نیتروژن کل (%) Total nitrogen (%)	فسفر (%) Phosphorus (%)	پتاسیم (%) Potassium (%)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)	اسیدیته pH
کود گاوی Cow manure	0.57	0.09	1.1	6.1	6.8
ورمی‌کمپوست Vermicompost	1.3	1.3	1.2	5	6.9

جدول 3- توصیه کودی برای کشت سبزی‌ها بر اساس آزمون خاک (Malakuti & Tehrani, 1999)

Table 3- Fertilizer recommendation for vegetables cultivation based on soil analyze (Malakuti & Tehrani, 1999)

نیتروژن Nitrogen		فسفر Phosphorus		پتاسیم Potassium	
کربن آلی (درصد) Organic carbon (%)	اوره (کیلوگرم در هکتار) Urea ($kg.ha^{-1}$)	فسفر (میلی گرم در کیلوگرم) Phosphorus ($mg.kg^{-1}$)	سوپر فسفات تریپل (کیلوگرم در هکتار) Triple superphosphate ($kg.ha^{-1}$)	پتاسیم (میلی گرم در کیلوگرم) Potassium ($mg.kg^{-1}$)	سولفات پتاسیم (کیلوگرم در هکتار) Potassium sulphate ($kg.ha^{-1}$)
<0.5	500	<5	150	<150	200
0.5-1	450	5-10	100	150-200	150
1-1.5	350	1-1.5	50	201-250	100
>1.5	250	>1.5	0	>300	0

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 4- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برخی شاخص‌های رویشی گیاه دارویی گشنیز تحت تأثیر کودهای مختلف آلی، بیولوژیک و شیمیایی

Table 4- Results of analysis variance (mean square) of some coriander vegetative growth parameters as affected by organic, biological and chemical fertilizers

عملکرد تر کل Total fresh weight	عملکرد تر ساقه Stem fresh yield	عملکرد تر برگ Leaf fresh yield	تعداد شاخه جانبی Number of lateral branch	ارتفاع Plant height	درجه آزادی df	منابع تغییرات Source of variance
1480196.0^{ns}	22207.0^{ns}	1229993.0*	0.2^{ns}	4.4^{ns}	2	تکرار Replication
1985383.0**	77042.0**	1522144.0**	3.0**	16.2**	11	تیمار Treatment
753777.0^{ns}	52222.0*	445582.0^{ns}	0.5^{ns}	8.0^{ns}	22	تکرار × تیمار Replication × Treatment
452517.0^{ns}	6796984.0**	10429505.0**	131.0**	822**	1	چین Cutting
687658.0^{ns}	96005.0**	346136.0^{ns}	0.7^{ns}	15.4**	11	چین × تیمار Cutting × Treatment
873006.0^{ns}	39067.0^{ns}	1288426.0^{ns}	0.2^{ns}	5.2^{ns}	2	چین × تکرار Cutting × Replication
456012.	23931.0	325978.0	0.4	5.1	22	خطا Error
-	-	-	-	-	71	کل Total
18	20	19	16	9	-	ضریب تغییرات CV (%)

**، * و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و عدم معنی‌داری

**, * and ns are significant at p≤ 0.01 and p≤ 0.05 and not significant, respectively.

سپس عنصر نیتروژن به عنوان معیار تعیین مقدار کود گاوی و ورمی‌کمپوست مورد نیاز جهت تأمین نیاز غذایی گیاه، انتخاب شد. با توجه به مقدار نیتروژن توصیه شده برای گیاه دارویی گشنیز و نیز مقدار نیتروژن موجود در هر یک از منابع کودی، مقدار کود گاوی و ورمی‌کمپوست لازم جهت برآورده شدن نیاز غذایی به ترتیب 60 و 17 تن در هکتار تعیین گردید.

کودهای آلی مورد استفاده یک ماه قبل از کاشت به زمین اضافه و تا عمق 15 سانتی‌متری با خاک مخلوط گردید. تمامی کودهای فسفر و پتاسیم به همراه یک سوم کود شیمیایی نیتروژن همزمان با کاشت و مابقی کود نیتروژن به صورت سرک در مراحل شش برگی و ابتدای ساقه‌دهی گیاه، مصرف شد. کود زیستی بیوسولفور (*Thiobacillus* sp.) به تعداد 10^9 عدد در هر گرم به همراه گوگرد آلی بنتونیت‌دار همزمان با کشت در زیر بذر و بر اساس توصیه کودی شرکت زیستی مهر آسیا (250 کیلوگرم گوگرد به همراه پنج کیلوگرم بیوسولفور در هر هکتار) استفاده شد. کود زیستی میکوریزا حاوی (50 درصد اسپور + 25 درصد پرلیت + 25 درصد کود دامی سه ساله) از کلینیک گیاه‌پزشکی ارگانیک واقع در شهرستان اسدآباد همدان تهیه و به مقدار3300 کیلوگرم در هکتار، همزمان با کاشت، در اطراف و زیر بذر، مصرف شد.

کاشت گیاه دارویی گشنیز در 21 اسفندماه و در کرت‌هایی با ابعاد 3×1 متر انجام گرفت. داخل هر کرت، پنج پشته با فاصله 60 سانتی-متر ایجاد و روی هر پشته دو ردیف گیاه کشت گردید، به طوری که تراکم گیاهی 40 بوته در متر مربع به دست آمد (Akbari Nia et al., 2006). آبیاری تا زمان استقرار کامل گیاه (یک ماه پس از کاشت) هر هفته دو مرتبه و پس از آن هفته‌ای یک نوبت و بصورت نشتی انجام شد. اولین وجین علف‌های هرز همزمان با عملیات تنک در مرحله چهار برگی و دومین وجین سه هفته پس از وجین اول صورت گرفت. قبل از برداشت، پنج بوته از هر کرت بصورت تصادفی انتخاب و صفات ارتفاع و تعداد شاخه فرعی در هر گیاه تعیین شد. پس از حذف دو ردیف کناری هر کرت به عنوان اثر حاشیه، زیست

www.SID.ir

Archive of SID

توده گیاهی کل گیاه برداشت و پس از تفکیک آن به برگ و ساقه، عملکرد تر برگ، ساقه و کل تعیین گردید. به منظور تعیین عملکرد خشک برگ و ساقه، نمونه‌های گیاهی به مدت 24 ساعت در آون با دمای 70 درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. جهت اندازه‌گیری درصد و عملکرد اسانس، 50 گرم برگ و ساقه خشک شده از هر کرت برداشته و به روش تقطیر با آب با استفاده از دستگاه کلونجر به مدت چهار ساعت اسانس‌گیری شد (Arganosa et al., 1998).

داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم افزار MINITAB16 نرمال شدند و سپس تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با کمک برنامه آماری SAS 9.1 صورت پذیرفت. همچنین مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

جدول 5- مقایسه میانگین‌های برخی شاخص‌های رویشی گیاه دارویی گشنیز تحت تأثیر کودهای مختلف آلی، بیولوژیک و شیمیایی

Table 5- Results of mean comparisons of some coriander vegetative growth parameters as affected by organic, biological and chemical fertilizers

عملکرد تر کل (کیلوگرم در هکتار) Total fresh weight ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد تر ساقه (کیلوگرم در هکتار) Stem fresh yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد تر برگ (کیلوگرم در هکتار) Leaf fresh yield ($kg.ha^{-1}$)	تعداد شاخه جانبی در گیاه Number of lateral branch in plant	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	
3982.00^{ab}	912.00^{ab}	3070.00^{ab}	4.50^{abcd}	27.10^{ab}	کود گاوی Cow manure
3644.00^{ab}	607.00^{b}	3037.00^{ab}	3.67^{def}	24.00^{bc}	ورمی‌کمپوست Vermicompost
4696.00^{a}	795.00^{ab}	3900.00^{a}	5.20^{a}	26.10^{abc}	کود شیمیایی Chemical fertilizer
3337.00^{b}	675.00^{ab}	2661.00^{b}	3.17^{ef}	23.00^{c}	بیوسولفور Biosulfur
$3438^{.00b}$	677.00^{ab}	2761.00^{b}	2.83^{f}	23.70^{bc}	میکوریزا Mycorrhiza
3137.00^{b}	813.00^{ab}	2324.00^{b}	5.17^{a}	28.00^{a}	بیوسولفور - کودگاوی Biosulfur-cow manure
3319.00^{b}	654.00^{ab}	2665.00^{b}	4.17^{bcd}	24.10^{bc}	بیوسولفور - ورمی‌کمپوست Biosulfur-vermicompost
4076.00^{ab}	835.00^{ab}	3241.00^{ab}	4.83^{abc}	25.90^{abc}	بیوسولفور - کود شیمیایی Biosulfur- chemical fertilizer
3077.00^{b}	711.00^{ab}	2365.00^{b}	4.33^{abcd}	24.50^{abc}	میکوریزا - کودگاوی Mycorrhiza-cow manure
3935.00^{ab}	812.00^{ab}	3052.00^{ab}	4.00^{cde}	25.60^{abc}	میکوریزا - ورمی‌کمپوست Mycorrhiza-vermicompost
4691.00^{a}	941.00^{a}	3751.00^{a}	4.66^{abc}	27.10^{ab}	میکوریزا - کود شیمیایی Mycorrhiza-chemical fertilizer
3119.00^{b}	609.00^{b}	2509.00^{b}	5.00^{ab}	23.50^{bc}	شاهد Control

*اعداد هر ستون که دارای یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

*The numbers in each column that have a same letter, don't have significant difference in 5% level based on Duncan test.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 6- مقایسه میانگین‌های برخی شاخص‌های رویشی گیاه دارویی گشنیز تحت تأثیر چین‌های مختلف

Table 6- Results of mean comparisons of some coriander vegetative growth parameters as affected by different cutting

چین Cutting	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	تعداد شاخه جانبی در گیاه Number of lateral branch in plant	عملکرد تر برگ (کیلوگرم در هکتار) Leaf fresh yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد تر ساقه (کیلوگرم در هکتار) Stem fresh yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد تر کل (کیلوگرم در هکتار) Total fresh weight ($kg.ha^{-1}$)
اول The first	21.8^{b}	2.9^{b}	3325.0^{a}	446.0^{b}	3783.0^{a}
دوم The second	28.6^{a}	5.6^{a}	2564.0^{b}	1061.0^{a}	3625.0^{a}

*اعداد هر ستون که دارای یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

*The numbers in each column that have a same letter, don't have significant difference in 5% level based on Duncan test.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته و تعداد شاخه جانبی

اثر منابع کودی مختلف و چین بر ارتفاع گیاه دارویی گشنیز معنی‌دار ($p\leq0/01$) بود (جدول 4).

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین و کمترین ارتفاع بوته به ترتیب در تیمارهای مصرف تلفیقی کود زیستی بیوسولفور با کود گاوی و کاربرد منفرد بیوسولفور بدست آمد. مقدار ارتفاع بوته در تیمار کاربرد تلفیقی کود زیستی بیوسولفور با کود گاوی به میزان 17 درصد بیشتر از تیمار شاهد بود. مصرف تلفیقی منابع کودی در مقایسه با کاربرد منفرد آنها باعث بهبود نسبی ارتفاع بوته گردید (جدول 5).

حداکثر مقدار این شاخص در چین دوم بدست آمد؛ به طوری که مقدار ارتفاع در این چین به میزان 25 درصد بیشتر از چین اول بود (جدول 6).

نتایج اثر متقابل نشان داد که بیشترین مقدار ارتفاع بوته در چین دوم و در تیمار کاربرد تلفیقی کود زیستی میکوریزا با کود شیمیایی و کمترین مقدار این شاخص در چین اول و در تیمار مصرف منفرد کود زیستی بیوسولفور به دست آمد؛ به طوری‌که بین این دو تیمار حدود 47 درصد اختلاف وجود داشت (جدول 7).

اثر تیمارهای تغذیه‌ای و دفعات چین بر صفت تعداد شاخه جانبی گیاه دارویی گشنیز معنی‌دار ($p\leq0/01$) بود (جدول 4). حداکثر مقدار این شاخص در تیمارهای کاربرد کود شیمیایی و مصرف تلفیقی کود زیستی بیوسولفور با کود گاوی بدست آمد؛ ولی سایر تیمارهای تغذیه‌ای اثر مثبتی بر افزایش مقدار این شاخص نداشتند. کاربرد تلفیقی تیمارهای کودی در مقایسه با کاربرد منفرد آنها، تعداد شاخه جانبی گیاه را به میزان 18 درصد افزایش داد (جدول 5). بیشترین تعداد شاخه جانبی گیاه دارویی گشنیز در چین دوم به دست آمد؛ مقدار این صفت در چین دوم به میزان 50 درصد بیشتر از چین اول بود (جدول 6). نتایج اثر متقابل نشان داد که بیشترین تعداد شاخه جانبی در چین دوم و در تیمار مصرف تلفیقی کود زیستی میکوریزا با کود شیمیایی و کمترین آن در تاریخ برداشت اول و تیمارهای کاربرد منفرد کودهای زیستی بیوسولفور و میکوریزا بدست آمد؛ ارتفاع بوته در چین اول تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار نگرفت، ولی در چین دوم اکثر تیمارهای کودی مورد مطالعه باعث افزایش صفت مذکور شدند (جدول 7).

تاکنون در مطالعات متعددی اثرات کودهای آلی، شیمیایی و بیولوژیک بر شاخص‌های رشدی گیاهان دارویی از جمله ارتفاع بوته مورد مطالعه قرار گرفته است. در تحقیقی بر روی گیاه دارویی ریحان گزارش شد که بیشترین ارتفاع بوته با مصرف کود آلی ورمی‌کمپوست و در چین سوم به دست آمد (Tahami Zarandi et al., 2010). نتایج برخی پژوهش‌های انجام شده روی گیاه دارویی رازیانه نشان داد که استفاده از کود بیولوژیک بیوفسفات، ازتوباکتر (*Azotobacter chroococcum*) و نیز کود آلی ورمی کمپوست از طریق افزایش جذب عناصر و نگهداری بهتر رطوبت خاک باعث افزایش ارتفاع گیاه شد (Darzil et al., 2006; 2009; Moradi et al., 2009). در تحقیقی بر روی گیاه ذرت مشاهده شد که کاربرد کودهای آلی با اثر مثبت بر روی فعالیت باکتری بیوسولفور و باکتری حل‌کننده فسفات باعث افزایش جذب فسفر و در نتیجه بهبود رشد گیاه شد (Mohamadi Ariya et al., 2010).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 7- اثرات متقابل دفعات چین و کودهای مختلف آلی، بیولوژیک و شیمیایی بر برخی شاخص‌های رویشی گیاه دارویی گشنیز در چین اول

Table 7 - Results of interaction effects of cut and organic, biological and chemical fertilizers on some of vegetative growth parameters of coriander at the first cutting

عملکرد تر کل (کیلوگرم در هکتار) Total fresh weight ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد تر ساقه (کیلوگرم در هکتار) Stem fresh yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد تر برگ (کیلوگرم در هکتار) Leaf fresh yield ($kg.ha^{-1}$)	تعداد شاخه جانبی در گیاه Number of lateral branch in plant	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	
4244.00^{a-f}	656.00^{e-h}	3588.00^{a-c}	3.66^{f-h}	24.90^{c-e}	کود گاوی Cow manure
3890.00^{a-f}	432.00^{g-i}	3458.00^{a-d}	2.33^{ij}	21.70^{d-g}	ورمی‌کمپوست Vermicompost
5030.00^{a}	526.00^{f-i}	4504.00^{a}	4.00^{e-g}	21.20^{e-g}	کود شیمیایی Chemical fertilizer
2760.00^{ef}	202.00^{i}	2558.00^{c-g}	1.66^{j}	17.40^{g}	بیوسولفور Biosulfur
2905.00^{d-f}	206.00^{i}	2699.00^{c-g}	1.66^{j}	20.30^{fg}	میکوریزا Mycorrhiza
3581.00^{a-f}	563.00^{e-h}	3018.00^{b-f}	4.00^{e-g}	26.6^{0bc}	بیوسولفور - کودگاوی Biosulfur-cow manure
3457.00^{b-f}	386.00^{hi}	3071.00^{b-f}	3.00^{g-i}	19.20^{g}	بیوسولفور-ورمی‌کمپوست Biosulfur-vermicompost
4303.00^{a-e}	556.00^{e-i}	3747.00^{a-c}	4.00^{e-g}	24.60^{c-e}	بیوسولفور-کود شیمیایی Biosulfur- chemical fertilizer
3454.00^{b-f}	598.00^{e-h}	2856.00^{b-g}	2.66^{h-j}	21.40^{e-g}	میکوریزا - کودگاوی Mycorrhiza-cow manure
3922.00^{a-f}	356.00^{hi}	3425.00^{a-d}	2.66^{h-j}	20.90^{e-g}	میکوریزا-ورمی‌کمپوست Mycorrhiza-vermicompost
4535.00^{a-c}	474.00^{f-i}	4057.00^{ab}	2.66^{h-j}	21.80^{d-g}	میکوریزا - کود شیمیایی Mycorrhiza- chemical fertilizer
3323.00^{b-f}	400.00^{hi}	2923.00^{b-f}	3.66^{f-h}	21.60^{d-g}	شاهد Control

*اعداد هر ستون که دارای یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

*The numbers in each column that have a same letter, don't have significant difference in 5% level based on Duncan test.

نتایج آزمایش حاکی از عدم تأثیر منابع کودی مورد استفاده بر صفت ارتفاع گیاه دارویی گشنیز در چین اول و اثر مثبت آنها بر صفت مذکور در دومین چین بود؛ به نظر می‌رسد که این موضوع ناشی از آزادسازی عناصر غذایی موجود در کودهای آلی و نیز استقرار کامل ریزجانداران موجود در کودهای بیولوژیک با گذشت زمان باشد (Azeez et al., 2010). گزارش شده است که در سال اول مصرف کودهای آلی، حدود نیمی از نیتروژن موجود در آنها قابل جذب بوده و بقیه آن درخاک باقی می‌ماند (Pimentel, 1993). با در نظر گرفتن این مسأله و نیز با توجه به نتایج آزمایش حاضر می‌توان بیان نمود که آزادسازی عناصر غذایی کودهای آلی تدریجی بوده و در اولین سال مصرف نیز اثرات آنها عمدتاً در اواخر فصل قابل مشاهده است؛ از این رو به نظر می‌رسد مصرف کودهای آلی پوسیده با فاصله زمانی کافی قبل از کاشت بتواند اثرات بیشتری بر بهبود وضعیت رشدی گیاهان اعمال کند.

www.SID.ir

Archive of SID

ادامه جدول 7- اثرات متقابل دفعات چین و کودهای مختلف آلی، بیولوژیک و شیمیایی بر برخی شاخص‌های رویشی گیاه دارویی گشنیز در چین دوم

Continued Table 7 - Results of interaction effects of cut and organic, biological and chemical fertilizers on some of vegetative growth parameters of coriander at the second cutting

عملکرد تر کل (کیلوگرم در هکتار) Total fresh weight ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد تر ساقه (کیلوگرم در هکتار) Stem fresh yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد تر برگ (کیلوگرم در هکتار) Leaf fresh yield ($kg.ha^{-1}$)	تعداد شاخه جانبی در گیاه Number of lateral branch in plant	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	
3719.00^{a-f}	1168.00^{a-c}	2552.00^{c-g}	5.33^{b-d}	29.30^{a-c}	کود گاوی Cow manure
3398.00^{b-f}	782.00^{d-g}	2615.00^{c-g}	5.00^{c-e}	26.30^{b-d}	ورمی‌کمپوست Vermicompost
4361.00^{a-d}	1064.00^{a-d}	3296.00^{b-e}	6.33^{ab}	31.00^{ab}	کود شیمیایی Chemical fertilizer
3914.00^{a-f}	1149.00^{a-d}	2765.00^{c-g}	4.66^{d-f}	28.50^{a-c}	بیوسولفور Biosulfur
3972.00^{a-f}	1148.00^{a-d}	2823.00^{c-g}	4.00^{e-g}	27.00^{bc}	میکوریزا Mycorrhiza
2693.00^{f}	1064.00^{a-d}	1630.00^{g}	6.33^{ab}	29.30^{a-c}	بیوسولفور - کودگاوی Biosulfur-cow manure
3181.00^{c-f}	923.00^{b-e}	2258.00^{d-g}	5.33^{b-d}	29.00^{a-c}	بیوسولفور-ورمی‌کمپوست Biosulfur-vermicompost
3849.00^{a-f}	1114.00^{a-d}	2736.00^{c-g}	5.66^{a-d}	27.00^{bc}	بیوسولفور-کود شیمیایی Biosulfur- chemical fertilizer
2700.00^{f}	824.00^{c-e}	1874.00^{fg}	6.00^{a-c}	27.60^{a-c}	میکوریزا- کودگاوی Mycorrhiza-cow manure
3948.00^{a-f}	1268.00^{ab}	2679.00^{c-g}	5.33^{b-d}	30.30^{ab}	میکوریزا-ورمی‌کمپوست Mycorrhiza-vermicompost
4851.00^{ab}	1407.00^{a}	3445.00^{a-d}	6.66^{a}	32.30^{a}	میکوریزا- کود شیمیایی Mycorrhiza- chemical fertilizer
2916.00^{d-f}	819.00^{c-f}	2096.00^{e-g}	6.33^{ab}	25.30^{c-e}	شاهد Control

*اعداد هر ستون که دارای یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

*The numbers in each column that have a same letter, don't have significant difference in 5% level based on Duncan test.

در تحقیقات انجام شده در مورد اثر کاربرد منابع کودی بر روی صفت تعداد شاخه جانبی گیاهان دارویی نتایج متفاوتی گزارش شده است. در آزمایشی بر روی گیاهان دارویی بادرنجبویه (*Mellissa officinalis* L.)، بابونه (*Matricaria chamomilla* L.) و مرزنجوش (*Majorana hortensis* L.) اثرات کاربرد کود شیمیایی نیتروژن و کاربرد باکتری‌های حل‌کننده فسفات، آزوسپیریلوم و ازتوباکتر در افزایش تعداد شاخه‌های جانبی گیاهان مذکور، مثبت گزارش شد (Abas Zade, 2005; Fatma et al., 2006; Fallahi et al., 2009). با این حال نتایج تحقیقی دیگر، مطابق با نتایج آزمایش حاضر اثر مصرف منابع غذایی را بر صفت تعداد شاخه جانبی گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovate* L.) مفید ندانسته است (Mahshwari et al., 2000). به هر حال این موضوع نشان می دهد که توده‌های محلی گیاهان، دارای ظرفیت کودپذیری پایینی بوده و شاخص‌های رشدی آنها بر خلاف بسیاری از گیاهان اصلاح شده زراعی تحت تأثیر مصرف عناصر غذایی قرار نمی‌گیرد (Mohamad Abadi et al., 2011).

www.SID.ir

Archive of SID

عملکرد تر برگ و ساقه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای کودی مورد مطالعه و دفعات چین بر صفت وزن تر برگ در گیاه دارویی گشنیز معنی‌دار بود (جدول 4). تقریباً تمامی منابع کودی مورد بررسی باعث افزایش عملکرد تر برگ در مقایسه با تیمار شاهد شدند؛ حداکثر مقدار این صفت در تیمارهای مصرف منفرد کود شیمیایی (3900 کیلوگرم در هکتار) و مصرف تلفیقی کود زیستی میکوریزا با کود شیمیایی (3750 کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد (جدول 5). بیشترین عملکرد تر برگ در چین اول بدست آمد؛ به طوری که مقدار صفت مذکور در این چین به میزان 23 درصد بیشتر از چین دوم بود (جدول 6). نتایج اثر متقابل نشان داد که حداکثر مقدار عملکرد برگ در چین اول و در تیمار مصرف منفرد کود شیمیایی (4504 کیلوگرم در هکتار) و حداقل آن در چین دوم و در تیمار کاربرد تلفیقی کود زیستی بیوسولفور با کود گاوی (1630 کیلوگرم در هکتار) حاصل شد. همچنین کود زیستی میکوریزا در اولین چین بر خلاف چین دوم باعث کاهش نسبی عملکرد برگ و ساقه در مقایسه با تیمار شاهد شد (جدول 7).

اثر منابع کودی مورد مطالعه و نیز اثر متقابل تیمارهای کودی و چین بر صفت عملکرد تر ساقه معنی‌دار بود (جدول 4). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین مقدار عملکرد تر ساقه با مصرف توأم کود زیستی میکوریزا با کود شیمیایی (941 کیلوگرم در هکتار) بدست آمد، مقدار شاخص مذکور در این تیمار به میزان 36 درصد بیشتر از تیمار شاهد بود. کاربرد تلفیقی تیمارهای آزمایشی نسبت به مصرف منفرد آنها دارای برتری بود؛ به طوری‌که مصرف توأم منابع تغذیه‌ای باعث افزایش عملکرد تر ساقه به میزان 24 درصد نسبت به تیمار شاهد شد (جدول 5). عملکرد تر ساقه در چین دوم به مراتب بیشتر از اولین چین بود (جدول 6). نتایج اثرات متقابل حاکی از آن بود که کاربرد تلفیقی تیمار تغذیه‌ای کود زیستی میکوریزا با کود شیمیایی در چین دوم اثر چشمگیری بر افزایش عملکرد تر ساقه داشت (جدول 7).

در مطالعات متعددی که روی گیاهان دارویی صورت گرفته، مشخص شده است که اثرات کاربرد کودهای شیمیایی بر افزایش رشد رویشی گیاه مثبت می باشد. نتایج پژوهشی بر روی گیاه دارویی نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.) بیان‌گر افزایش وزن تر برگ در اثر کاربرد سطوح بالای کود شیمیایی (200 کیلوگرم در هکتار از هر یک از کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم) بود (Niakan et al., 2004). نتایج تحقیق دیگری روی گیاه شنبلیله نیز نشان داد که بیشترین مقادیر عملکرد برگ و ساقه با مصرف کود شیمیایی بدست آمد (Mohamad Abadi et al., 2011). گزارش شده است که کاربرد کود شیمیایی به ویژه کودهای نیتروژنه از طریق افزایش تقسیم سلول‌های مریستمی باعث افزایش رشد رویشی در گیاهان می‌شود (Malakuti, 1995). با توجه به این که نیتروژن یکی از عناصر اصلی موجود در ساختار کلروفیل است، لذا فراهمی مناسب این عنصر باعث بهبود شرایط فتوسنتزی و در نهایت افزایش زیست‌توده تولیدی گیاه می‌شود (Niakan et al., 2004).

اثرات کاربرد منفرد کود زیستی میکوریزا بر عملکرد تر برگ و ساقه در اولین چین بازدارنده و در دومین چین افزاینده بود. از آنجا که در رابطه همزیستی ایجاد شده بین قارچ میکوریزا و ریشه گیاه، قارچ باعث فراهمی عناصر غذایی به خصوص فسفر برای گیاهان شده و در عوض گیاه مواد غذایی مورد نیاز قارچ را فراهم می‌کند (Gholami & Koocheki, 2001)، لذا به نظر می‌رسد که در مراحل ابتدایی رشد گیاه، رابطه همزیستی به تکامل نرسیده و قارچ میکوریزا توانایی بهبود شرایط رشد گیاه را نداشته است، در حالی‌که مواد غذایی مورد نیاز خود را که حاصل فرآیند فتوسنتز گیاه می‌باشد از شریک همزیست خود دریافت کرده است که این موضوع باعث کاهش رشد گیاه دارویی گشنیز شده است؛ در حالی‌که در دومین چین رابطه همزیستی بین گیاه و قارچ میکوریزا به خوبی شکل گرفته و قارچ همزیست با ایجاد شرایط مطلوب‌تری برای رشد گیاه باعث افزایش رشد گیاه گردیده است. نتایج مطالعات نشان داده است که میکوریزا از طریق افزایش قابلیت جذب و انتقال آب و فراهمی مواد غذایی مانند فسفر و روی و نیز تقویت جامعه میکروبی خاک و حفاظت از گیاه در مقابل عوامل بیماری‌زای ریشه باعث افزایش رشد و نمو گیاه می‌شود (Paradi et al., 2003; Arpana & Bagyaraj, 2007).

مجموع عملکرد تر چین اول و دوم

نتایج تجزیه واریانس بیان‌گر اثر معنی‌دار ($p\leq0/01$) تیمارهای آزمایشی بر عملکرد تر زیست‌توده گیاه دارویی گشنیز بود (جدول 4). تمامی منابع کودی مورد بررسی موجب افزایش زیست‌توده گیاه شدند. حداکثر مقدار وزن تر کل با مصرف منفرد کود شیمیایی و مصرف تلفیقی کود زیستی میکوریزا با کود شیمیایی بدست آمد؛ به طوری‌که مقدار این شاخص در تیمارهای مذکور به میزان 34 درصد بیشتر از

www.SID.ir

Archive of SID

تیمار شاهد بود (جدول 5). از نظر زیست‌توده گیاه، بین دو چین تفاوت قابل ملاحظه‌ای وجود نداشت (جدول 6). نتایج اثرات متقابل نشان داد که بیشترین مقدار این صفت در اولین چین و در تیمار کاربرد منفرد کود شیمیایی بدست آمد (جدول 7).

نتایج تحقیقات انجام شده بر روی گیاهان دارویی نعناع فلفلی و شنبلیله نشان داد که کاربرد کودهای شیمیایی باعث افزایش تولید شاخه و برگ و در نتیجه افزایش عملکرد تر گیاهان مذکور شد (Niakan et al., 2004; Mohamad Abadi et al., 2011). همچنین پژوهش بر روی گیاهان بادرنجبویه، اسفناج (*Spinacia oleracea* L.) و جعفری (*Petroselinum crispum* L.) نشان داد که مصرف نیتروژن عملکرد پیکر رویشی این گیاهان را افزایش داد (Behtash et al., 2001; Abas Zade et al., 2006). گزارش شده است که مصرف فسفر و پتاسیم در کنار کود نیتروژن نقش بسزایی در بهبود مراحل نمو و نیز فعالیت‌های متابولیکی گیاهان دارد (Niakan et al., 2004). با توجه به نقش نیتروژن در ساختار اسیدهای آمینه و پروتئین‌ها، فراهمی مناسب این عنصر می‌تواند اثر مثبتی بر روند واکنش‌های درونی گیاه و در نهایت میزان تولید فرآورده‌های فتوسنتزی داشته باشد و این موضوع باعث افزایش رشد و زیست‌توده تولیدی گیاه می‌گردد (Niakan et al., 2004).

مصرف کودهای آلی ورمی‌کمپوست، کود گاوی و کود زیستی میکوریزا تا حدی باعث افزایش عملکرد تر گیاه دارویی گشنیز گردید. در پژوهشی گزارش شد که کاربرد کودهای آلی، اکثر صفات رشدی و در نتیجه عملکرد گیاه شنبلیله را افزایش داد (Detoroja et al., 1996).

جدول 8- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برخی شاخص‌های رویشی گیاه دارویی گشنیز تحت تأثیر کودهای مختلف آلی، بیولوژیک و شیمیایی

Table 8- Results of analysis of variance (mean square) of some coriander vegetative growth parameters as affected by organic, biological and chemical fertilizers

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	عملکرد خشک برگ Leaf dry matter yield	عملکرد خشک ساقه Stem dry matter yield	عملکرد خشک کل Total dry matter yield	نسبت برگ به ساقه Leaf/stem ratio	درصد اسانس Essential oil percentage	عملکرد اسانس Essential oil yield
تکرار Replication	2	55714.0**	2328.0^{ns}	45727.0*	0.8^{ns}	0.0001^{ns}	116946.0^{ns}
تیمار Treatment	11	55486.0**	4994.0**	91480.0**	3.5^{ns}	0.0080**	673127.0**
تکرار × تیمار Replication × Treatment	22	9442.0^{ns}	1424.0^{ns}	12499.0^{ns}	2.8^{ns}	0.0003^{ns}	40102.0^{ns}
چین Cutting	1	970456.0**	1140050.0**	4442683.0**	564**	0.3000**	54496365.0**
چین × تیمار Cutting × Treatment	11	11800.0^{ns}	4409.0**	18577.0^{ns}	2.9^{ns}	0.0020**	239866.0**
چین × تکرار Cutting × Replication	2	11920.0^{ns}	1984.0^{ns}	14073.0^{ns}	0.7^{ns}	0.0003^{ns}	149182.0*
خطا Error	22	8968.0	1290.0	13522.0	2.8	0.0002	38321.0
کل Total	71	-	-	-	-	-	-
ضریب تغییرات (%) CV (%)	-	15	18	14	33	12	15

**، * و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و عدم معنی‌داری

**, * and ns are significant at $p \leq 0.01$ and $p \leq 0.05$ and not significant, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

در مطالعات مشابهی که بر روی گیاهان دارویی ریحان، نعناع فلفلی و گشنیز انجام گرفت، گزارش شد که کاربرد میکوریزا سبب افزایش غلظت فسفر و در نتیجه عملکرد محصول گردید (Cabello et al., 2005; Kapoor et al., 2002; Toussaint et al., 2007). گزارش شده است که کاربرد میکوریزا از طریق افزایش جذب فسفر، باعث افزایش سطح برگ و میزان فتوسنتز گیاه شده و در نتیجه عملکرد رویشی گیاه را بهبود می دهد (Valadabadi et al., 2009).

عملکرد خشک برگ و ساقه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای تغذیه‌ای و دفعات چین بر صفت عملکرد خشک برگ و ساقه معنی‌دار ($p\leq 0/01$) بود (جدول 8).

جدول 9- مقایسه میانگین‌های برخی شاخص‌های رویشی گیاه دارویی گشنیز تحت تأثیر کودهای مختلف آلی، بیولوژیک و شیمیایی

Table 9- Results of mean comparisons of some coriander vegetative growth parameters as affected by organic, biological and chemical fertilizers

عملکرد اسانس (کیلوگرم در هکتار) Essential oil yield ($kg.ha^{-1}$)	درصد اسانس (%) Essential oil percentage (%)	نسبت برگ به ساقه Leaf/stem ratio	عملکرد خشک کل (کیلوگرم در هکتار) Total dry matter yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد خشک ساقه (کیلوگرم در هکتار) Stem dry matter yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد خشک برگ (کیلوگرم در هکتار) Leaf dry matter yield ($kg.ha^{-1}$)	
1.753^{a}	0.208^{a}	3.68^{a}	761.000^{c-e}	203.000^{b-d}	586.000^{b-d}	کود گاوی Cow manure
1.221^{bc}	0.133^{bc}	5.38^{a}	787.000^{cd}	171.000^{cd}	621.000^{b-d}	ورمی‌کمپوست Vermicompost
1.084^{b-d}	0.095^{e}	5.210^{a}	1056.000^{a}	253.000^{a}	815.000^{a}	کود شیمیایی Chemical fertilizer
1.287^{b}	0.145^{b}	6.000^{a}	720.000^{de}	165.000^{cd}	561.000^{c-e}	بیوسولفور Biosulfur
0.937^{de}	0.118^{cd}	5.950^{a}	688.000^{de}	167.000^{cd}	527.000^{de}	میکوریزا Mycorrhiza
0.755^{e}	0.105^{de}	3.900^{a}	621.000^{e}	180.000^{cd}	452.000^{e}	بیوسولفور - کودگاوی Biosulfur-cow manure
0.808^{e}	0.086^{e}	5.260^{a}	761.000^{c-e}	188.000^{b-d}	624.000^{b-d}	بیوسولفور-ورمی‌کمپوست Biosulfur-vermicompost
1.582^{a}	0.150^{b}	4.510^{a}	893.000^{bc}	211.000^{a-d}	691.000^{bc}	بیوسولفور -کود شیمیایی Biosulfur-chemical fertilizer
1.609^{a}	0.190^{a}	4.360^{a}	748.000^{c-e}	192.000^{b-d}	570.000^{c-e}	میکوریزا - کودگاوی Mycorrhiza-cow manure
1.198^{bc}	0.116^{cd}	5.460^{a}	876.000^{bc}	216.000^{a-c}	659.000^{b-d}	میکوریزا-ورمی‌کمپوست Mycorrhiza-vermicompost
1.590^{a}	0.146^{b}	5.510^{a}	948.000^{ab}	235.000^{ab}	715.000^{ab}	میکوریزا - کود شیمیایی Mycorrhiza-chemical fertilizer
1.011^{c-e}	0.121^{cd}	5.410^{a}	703.000^{de}	164.000^{d}	555.000^{de}	شاهد Control

*اعداد هر ستون که دارای یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

*The numbers in each column that have a same letter, don't have significant difference in 5% level based on Duncan test.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 10- مقایسه میانگین‌های برخی شاخص‌های رویشی گیاه دارویی گشنیز تحت تاثیر دفعات چین

Table 10- Results of mean comparisons of some coriander vegetative growth parameters as affected by different cutting

چین Cut	عملکرد خشک برگ (کیلوگرم در هکتار) Leaf dry matter yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد خشک ساقه (کیلوگرم در هکتار) Stem dry matter yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد خشک کل (کیلوگرم در هکتار) Total dry matter yield ($kg.ha^{-1}$)	نسبت برگ به ساقه stem /Leaf ratio	درصد اسانس (%) Essential oil percentage (%)	عملکرد اسانس (کیلوگرم در هکتار) Essential oil yield ($kg.ha^{-1}$)
اول The first	498.000^{b}	70.000^{b}	548.000^{b}	7.850^{a}	0.066^{b}	0.366^{b}
دوم The second	731.000^{a}	321.000^{a}	1045.000^{a}	2.250^{b}	0.203^{a}	2.106^{a}

*اعداد هر ستون که دارای یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

*The numbers in each column that have a same letter, are not had significant different in 5% level based on Duncan test.

به طور متوسط مصرف منابع کودی مختلف عملکرد خشک برگ را به میزان 11 درصد در مقایسه با تیمار شاهد افزایش دادند. بیشترین و کمترین مقدار این صفت به ترتیب، در تیمار کاربرد منفرد کود شیمیایی و تیمار مصرف تلفیقی کود زیستی بیوسولفور با کود گاوی مشاهده شد. کاربرد کود شیمیایی عملکرد خشک برگ را نسبت به تیمار شاهد 32 درصد افزایش داد؛ در حالی‌که با مصرف تلفیقی بیوسولفور با کود گاوی این شاخص به میزان 19 درصد کاهش یافت (جدول 9).

نتایج آزمایش بیانگر برتری چین دوم از نظر عملکرد خشک برگ بود، به طوری‌که اختلاف بین دو چین 32 درصد بود (جدول 10).

نتایج اثر متقابل بیانگر حصول حداکثر عملکرد برگ خشک در چین دوم و در تیمار مصرف منفرد کود شیمیایی بود. کمترین مقدار این صفت نیز در چین اول و در گیاهان تیمار شده با کود زیستی میکوریزا به دست آمد (جدول 11).

نتایج آزمایش نشان داد که کاربرد تمامی منابع کودی مورد مطالعه، به طور نسبی سبب افزایش عملکرد خشک ساقه شد. بیشترین مقدار صفت مورد مطالعه در تیمار کاربرد منفرد کود شیمیایی به دست آمد. کاربرد تلفیقی منابع کودی، در مقایسه با مصرف منفرد آنها اثر به مراتب بهتری بر افزایش عملکرد خشک ساقه داشت (جدول 9). عملکرد خشک ساقه در چین دوم به طور چشمگیری بیشتر از چین اول بود؛ به طوری‌که اختلاف این دو چین از نظر صفت مذکور 80 درصد بود (جدول 10). نتایج اثرات متقابل بیان‌گر حصول بیشترین مقدار عملکرد خشک ساقه در دومین چین و در تیمار مصرف منفرد کود شیمیایی بود. تیمارهای کودی مورد مطالعه در دومین چین تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ای بین تیمارهای تغذیه‌ای از حیث صفت مذکور بروز نمودند (جدول 11).

عملکرد خشک برگ و ساقه گیاه دارویی گشنیز با کاربرد کود شیمیایی افزایش قابل ملاحظه‌ای نشان داد. در پژوهشی بر روی گیاه دارویی نعناع فلفلی مشاهده شد که کاربرد سطوح بالای کود شیمیایی شامل 200 کیلوگرم در هکتار از هر یک از کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم باعث افزایش عملکرد خشک برگ شد (Niakan et al., 2004). همچنین نتایج تحقیق دیگری بر روی گیاه شنبلیله حاکی از افزایش عملکرد خشک برگ و ساقه گیاه در اثر کاربرد کود شیمیایی حاوی نیتروژن، فسفر و پتاسیم بود (Mohamad Abadi et al., 2011). با توجه به نقش عنصر نیتروژن در ساختار کلروفیل گیاهی و بهبود واکنش‌های فتوسنتزی گیاه، نقش عنصر پتاسیم در تقسیم سلول‌های گیاهی و نیز نقش فسفر در انتقال انرژی حاصل از فتوسنتز؛ می‌توان نتیجه گرفت که کاربرد مقادیر مناسب کودهای شیمیایی می‌تواند باعث افزایش رشد و نمو و در نهایت افزایش عملکرد گیاه گردد (Niakan et al., 2004; Malakuti, 1995; Paradi et al., 2003).

مجموع عملکرد ماده خشک چین اول و دوم

اثر تیمارهای کودی مورد مطالعه و دفعات چین بر عملکرد زیست‌توده اندام هوایی گیاه دارویی گشنیز معنی‌دار ($p\leq0/01$) بود (جدول 8). کاربرد تلفیقی و منفرد تیمارهای کودی، به طور متوسط به میزان 13 درصد باعث بهبود زیست‌توده گیاه، نسبت به تیمار شاهد شد. حداکثر و حداقل مقدار این صفت، به ترتیب در تیمارهای مصرف منفرد کود شیمیایی (1056 کیلوگرم در هکتار) و کاربرد تلفیقی کود زیستی بیوسولفور با کود گاوی (621 کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد (جدول 9).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 11- اثرات متقابل تاریخ برداشت و کودهای مختلف آلی، بیولوژیک و شیمیایی بر برخی شاخص‌های رویشی گیاه دارویی گشنیز در چین اول

Table 11 - Results of interaction effects of harvesting date and organic, biological and chemical fertilizers on some coriander vegetative growth parameters at the first cutting

عملکرد اسانس (کیلوگرم در هکتار) Essential oil yield ($kg.ha^{-1}$)	درصد اسانس (%) Essential oil percentage (%)	نسبت برگ به ساقه Leaf/stem ratio	عملکرد خشک کل (کیلوگرم در هکتار) Total dry matter yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد خشک ساقه (کیلوگرم در هکتار) Stem dry matter yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد خشک برگ (کیلوگرم در هکتار) Leaf dry matter yield ($kg.ha^{-1}$)	
0.677^{g}	0.116^{h}	5.260^{cd}	579.000^{g-i}	103.000^{f}	532.000^{f-i}	کود گاوی Cow manure
0.290^{g-i}	0.053^{j-m}	8.130^{a-c}	574.000^{g-i}	65.000^{f}	521.000^{g-j}	ورمی‌کمپوست Vermicompost
0.497^{g-i}	0.066^{jk}	8.230^{a-c}	761.000^{fg}	85.000^{f}	701.000^{b-g}	کود شیمیایی Chemical fertilizer
0.254^{hi}	0.056^{j-l}	9.600^{a}	445.000^{hi}	38.000^{f}	420.000^{ij}	بیوسولفور Biosulfur
0.291^{g-i}	0.080^{ij}	9.500^{a}	364.000^{i}	35.000^{f}	341.000^{j}	میکوریزا Mycorrhiza
0.144^{hi}	0.030^{lm}	6.100^{bc}	484.000^{hi}	77.000^{f}	428.000^{ij}	بیوسولفور - کودگاوی Biosulfur-cow manure
0.116^{i}	0.023^{m}	8.400^{a-c}	522.000^{hi}	62.000^{f}	476.000^{h-j}	بیوسولفور-ورمی‌کمپوست Biosulfur-vermicompost
0.511^{g-i}	0.083^{ij}	6.630^{a-c}	614.000^{gh}	81.000^{f}	553.000^{e-i}	بیوسولفور-کود شیمیایی Biosulfur-chemical fertilizer
0.538^{gh}	0.106^{hi}	6.230^{bc}	500.000^{hi}	99.000^{f}	429.000^{ij}	میکوریزا- کودگاوی Mycorrhiza-cow manure
0.330^{g-i}	0.050^{j-m}	8.900^{ab}	608.000^{gh}	57.000^{f}	550.000^{e-i}	میکوریزا-ورمی‌کمپوست Mycorrhiza-vermicompost
0.503^{g-i}	0.08^{ij}	8.900^{ab}	634.000^{gh}	68.000^{f}	569.000^{e-h}	میکوریزا-کود شیمیایی Mycorrhiza-chemical fertilizer
0.239^{hi}	0.046^{k-m}	8.360^{a-c}	496.000^{hi}	65.000^{f}	463.000^{h-j}	شاهد Control

*اعداد هر ستون که دارای یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

*The numbers in each column that have a same letter, are not had significant different in 5% level based on Duncan test.

بین تاریخ‌های برداشت از نظر میزان زیست‌توده تولیدی تفاوت قابل توجهی وجود داشت، به طوری که مقدار صفت مذکور در چین دوم حدود دو برابر مقدار آن در چین اول بود (جدول 10). نتایج اثرات متقابل دفعات چین و تیمارهای تغذیه‌ای نشان داد که بیشترین زیست‌توده گیاه دارویی گشنیز در چین دوم و در تیمار کاربرد منفرد کود شیمیایی و کمترین مقدار صفت مورد نظر در چین اول و در تیمار کود زیستی میکوریزا مشاهده شد؛ به طوری‌که تفاوت موجود بین این دو تیمار به طور متوسط 74 درصد بود (جدول 11).

مطالعه کنونی نشان داد که مصرف مقادیر مناسب کودهای شیمیایی می‌تواند باعث افزایش زیست‌توده تولیدی گیاه دارویی گشنیز گردد. نتایج پژوهشی بر روی گیاه دارویی ریحان و بادرنجبویه نشان داد که حداکثر عملکرد خشک گیاه در تیمار کاربرد کود شیمیایی به دست آمد (Arabaci & Bayram, 2004; Sharifi Ashoorabadi et al., 2004).

www.SID.ir

Archive of SID

ادامه جدول 11- اثرات متقابل تاریخ برداشت و کودهای مختلف آلی، بیولوژیک و شیمیایی بر برخی شاخص‌های رویشی گیاه دارویی

Continued Table 11 - Results of interaction effects of harvesting date and organic, biological and chemical fertilizers on some coriander vegetative growth parameters at the second cutting

عملکرد اسانس (کیلوگرم در هکتار) Essential oil yield ($kg.ha^{-1}$)	درصد اسانس (%) Essential oil percentage (%)	نسبت برگ به ساقه Leaf/stem ratio	عملکرد خشک کل (کیلوگرم در هکتار) Total dry matter yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد خشک ساقه (کیلوگرم در هکتار) Stem dry matter yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد خشک برگ (کیلوگرم در هکتار) Leaf dry matter yield ($kg.ha^{-1}$)	
2.830^{a}	0.300^{a}	2.100^{de}	943.000^{d-f}	302.000^{de}	640.000^{d-h}	کود گاوی Cow manure
2.148^{c}	0.213^{bc}	2.630^{de}	999.000^{c-e}	277.000^{de}	722.000^{b-e}	ورمی‌کمپوست Vermicompost
1.670^{ef}	0.123^{gh}	2.200^{de}	1351.000^{a}	421.000^{a}	929.000^{a}	کود شیمیایی Chemical fertilizer
2.321^{bc}	0.233^{b}	2.400^{de}	995.000^{c-e}	293.000^{de}	702.000^{b-g}	بیوسولفور Biosulfur
1.582^{ef}	0.156^{ef}	2.400^{de}	1013.000^{c-e}	300.000^{de}	713.000^{b-e}	میکوریزا Mycorrhiza
1.365^{f}	0.180^{de}	1.700^{e}	758.000^{fg}	282.000^{de}	476.000^{h-j}	بیوسولفور - کودگاوی Biosulfur-cow manure
1.501^{ef}	0.150^{fg}	2.130^{de}	1000.000^{c-e}	314.000^{c-e}	772.000^{a-d}	بیوسولفور-ورمی‌کمپوست Biosulfur-vermicompost
2.653^{ab}	0.216^{bc}	2.400^{de}	1171.000^{a-c}	341.000^{b-d}	829.000^{a-c}	بیوسولفور-کود شیمیایی Biosulfur-chemical fertilizer
2.680^{ab}	0.273^{a}	2.500^{de}	996.000^{c-e}	285.000^{de}	711.000^{b-f}	میکوریزا - کودگاوی Mycorrhiza-cow manure
2.066^{cd}	0.180^{de}	2.030^{de}	1145.000^{b-d}	376.000^{a-c}	768.000^{a-d}	میکوریزا-ورمی‌کمپوست Mycorrhiza-vermicompost
2.677^{ab}	0.213^{bc}	2.130^{de}	1262.000^{ab}	401.000^{ab}	861.000^{ab}	میکوریزا-کود شیمیایی Mycorrhiza-chemical fertilizer
1.783^{de}	0.195^{cd}	2.460^{de}	911.000^{ef}	263.000^{e}	648.000^{c-h}	شاهد Control

*اعداد هر ستون که دارای یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

*The numbers in each column that have a same letter, are not had significant different in 5% level based on Duncan test.

محققان دیگر دریافتند که بیشترین عملکرد زیست‌توده خشک گیاه ریحان در چین دوم و با کاربرد سطوح بالای کود نیتروژن (100 کیلوگرم در هکتار) بدست می‌آید؛ آنها دلیل این مشاهده را به افزایش تعداد شاخه‌های گیاه در چین دوم نسبت دادند (Dadvand Sarab et al., 2008; Singh et al., 1989). تهامی زرندی و همکاران (Tahami Zarandi et al., 2010) نیز بیان کردند که حداکثر عملکرد خشک گیاه ریحان در چین سوم به دست آمد. این یافته‌ها با نتایج پژوهش کنونی بر روی گیاه دارویی گشنیز مطابقت دارد. به نظر می‌رسد که در اثر افزایش تعداد شاخه‌های جانبی گیاه در چین دوم و متعاقب آن افزایش میزان برگ و ساقه تولیدی گیاه، زیست‌توده خشک گیاه افزایش یافته است. همچنین در چین دوم، ریشه گیاه به خوبی در خاک توسعه پیدا کرده و اثرات مفید کودهای مصرف شده قبل از کاشت گیاه نیز بیشتر از چین اول ظاهر گشته و در نهایت توان تولید ماده خشک در گیاه افزایش یافته است؛ هر چند که سهم ساقه

www.SID.ir

Archive of SID

از این افزایش به مراتب بیشتر از برگ بود.

مصرف تلفیقی کود بیولوژیک میکوریزا با سایر منابع کودی، اثر به مراتب بیشتری در افزایش زیست‌توده گیاه دارویی گشنیز در مقایسه با کاربرد تلفیقی کود بیولوژیک بیوسولفور با کودهای آلی و شیمیایی داشت. در پژوهش‌هایی بر روی گیاهان دارویی رازیانه و گشنیز گزارش شد که کاربرد قارچ میکوریزا باعث افزایش زیست‌توده خشک گیاهان مذکور شد (Darzil et al., 2009; Valadabadi et al., 2009). گزارش شده است که قارچ میکوریزا از طریق گسترش و نفوذ هیف‌های قارچ در منافذ خاک و نیز ترشح اسیدهای آلی حل-کننده فسفر باعث افزایش میزان جذب فسفر توسط گیاه و در نتیجه افزایش زیست‌توده گیاه می‌گردد (Khalvati et al., 2005; Darzil et al., 2009).

نسبت برگ به ساقه

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین و کمترین نسبت برگ به ساقه به ترتیب در تیمارهای کاربرد منفرد کود زیستی بیوسولفور و کود گاوی بدست آمد؛ به طوری که اختلاف این دو تیمار در مورد صفت مذکور 40 درصد بود. همچنین کاربرد منفرد تیمارهای تغذیه‌ای باعث برتری صفت مورد نظر به میزان 23 درصد در مقایسه با کاربرد تلفیقی آنها گردید (جدول 9). نتایج آزمایش بیان‌گر اثر معنی‌دار چین بر نسبت برگ به ساقه در گیاه دارویی گشنیز بود (جدول 8). چین اول اثر به مراتب بهتری بر این شاخص داشت، به طوری‌که میزان صفت مذکور در این تاریخ برداشت به میزان 72 درصد بیشتر از چین دوم بود (جدول 10). نتایج اثر متقابل نشان‌دهنده حصول حداکثر نسبت برگ به ساقه در چین اول و در تیمارهای کاربرد منفرد کودهای زیستی بیوسولفور و میکوریزا بود (جدول 11). افزایش نسبت برگ به ساقه در چین اول ناشی از عدم تولید ساقه گل‌دهنده در این چین بود؛ به طوری‌که در اولین چین عمده وزن تر گیاه شامل برگ‌های گیاه بود و این در حالی است که در چین دوم، گیاه با سرعت بیشتری تولید ساقه گل‌دهنده و نیز شاخه‌های جانبی نمود و این موضوع باعث کاهش نسبت برگ به ساقه در این چین گردید.

درصد و عملکرد اسانس

کاربرد تیمارهای کودی، دفعات چین و اثر متقابل آنها بر درصد و عملکرد اسانس گیاه دارویی گشنیز معنی‌دار ($p\leq 0/01$) بود (جدول 8). بیشترین مقدار این صفت در تیمارهای مصرف منفرد کود گاوی و کاربرد تلفیقی کود زیستی میکوریزا با کود گاوی (0/19 درصد) و کمترین مقدار آن در تیمار کاربرد منفرد کود شیمیایی (0/095 درصد) بدست آمد. کاربرد کود شیمیایی باعث کاهش درصد اسانس پیکر رویشی گیاه به میزان 25 درصد نسبت به تیمار شاهد شد. کاربرد تلفیقی کود زیستی میکوریزا اثر به مراتب بهتری در مقایسه با کاربرد تلفیقی کود زیستی بیوسولفور بر میزان صفت مذکور داشت (جدول 9). اختلافات موجود بین چین اول و دوم از نظر درصد اسانس قابل توجه بود؛ به طوری که درصد اسانس در چین دوم به میزان 19/04 درصد بیشتر از چین اول بود (جدول 10). نتایج اثر متقابل دفعات چین و منبع تغذیه‌ای نشان داد که بیشترین مقدار صفت مذکور در چین دوم با کاربرد منفرد کود گاوی (0/3 درصد) و کمترین مقدار آن در چین اول و با کاربرد تلفیقی کود زیستی بیوسولفور و کود آلی ورمی کمپوست (0/023 درصد) بدست آمد (جدول 11).

نتایج آزمایش حاکی از آن است که به طور متوسط کاربرد منفرد و تلفیقی منابع تغذیه‌ای باعث بهبود صفت مذکور به میزان 20 درصد نسبت به تیمار شاهد گردید. حداکثر عملکرد اسانس با کاربرد منفرد کود گاوی (1/753 کیلوگرم در هکتار) و مصرف توأم کود زیستی میکوریزا با کود گاوی (1/609 کیلوگرم در هکتار) بدست آمد و حداقل مقدار آن در تیمار کاربرد تلفیقی کود زیستی بیوسولفور با کود گاوی (0/755 کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد (جدول 9). نتایج آزمایش بیان‌گر اثر مثبت چین دوم بر مقدار عملکرد اسانس بود؛ به طوری که صفت مورد مطالعه را 83 سدرصد نسبت به چین اول افزایش داد (جدول 10). نتایج اثرات متقابل دفعات چین و منابع کودی نشان داد که بیشترین و کمترین مقدار عملکرد اسانس به ترتیب، در چین دوم با مصرف منفرد کود گاوی و در چین اول با مصرف کود زیستی بیوسولفور با کود آلی ورمی‌کمپوست بدست آمد (جدول 11).

تاکنون گزارش‌های متعدد و گاه متناقضی در مورد اثرات مصرف کودهای شیمیایی بر روی گیاهان دارویی شده است. در پژوهشی بر روی گیاه ریحان گزارش شده است که بیشترین درصد اسانس در چین اول گیاه و در تیمار عدم مصرف کود نیتروژن و بیشترین عملکرد اسانس در چین اول و با کاربرد سطوح بالای کود نیتروژن به دست آمد؛ این موضوع به افزایش تولید ماده خشک گیاه در این سطح نسبت داده شده است (Dadvand Sarab et al., 2008). از طرف

www.SID.ir

Archive of SID

دیگر، گزارش شده است که بیشترین درصد و عملکرد اسانس در گیاهان دارویی نعناع و ریحان با مصرف سطوح پایین کود نیتروژن به دست آمد (Singh et al., 1989; Arabaci & Bayram, 2004). همچنین در تحقیقی دیگر مشاهده شد که حداکثر مقادیر درصد و عملکرد اسانس گیاه دارویی بادرنجبویه با کاربرد سطوح میانی (60 کیلوگرم در هکتار) کود نیتروژن به دست آمد (Abas Zade et al., 2006). از مجموع مطالعات صورت گرفته چنین به نظر می‌رسد که که مصرف سطوح بالای کودهای شیمیایی به دلیل کاهش درصد اسانس باعث کاهش عملکرد کیفی گیاه شده است؛ ولی کاربرد سطوح میانی کود نیتروژن ضمن کمک به توسعه بخش‌های رویشی گیاه، اثرات بازدارنده چندانی بر درصد اسانس گیاه نداشته و یا حتی در مواردی باعث افزایش درصد اسانس گیاه گردیده است و در نهایت مقدار عملکرد اسانس به عنوان مهمترین فاکتور مطرح در تولید گیاهان دارویی، افزایش می‌یابد.

در تحقیق حاضر مصرف کود زیستی میکوریزا در تلفیق با کود گاوی درصد و عملکرد اسانس را در گیاه دارویی گشنیز افزایش داد. در مطالعات صورت گرفته بر روی گیاهان نعناع و مرزنجوش گزارش شده است که کاربرد میکوریزا اثر مثبتی در افزایش مقدار اسانس گیاهان مورد نظر دارد (Gupta et al., 2002; Khaosaad et al., 2006). علت افزایش اسانس گیاه در شرایط مصرف میکوریزا به بهبود جذب آب و عناصر غذایی از طریق همزیستی میکوریزا نسبت داده شده است (Gupta et al., 2002). گزارش شده است که واحدهای سازنده ترکیبات ترپنوئیدی اسانس، نیاز به ATP و NADPH دارند که همزیستی میکوریزایی از طریق جذب فسفر و نیتروژن باعث افزایش این مواد و در نتیجه افزایش درصد اسانس گیاه می‌شود (Loomis & Corteau, 1972).

کاربرد کودهای آلی اثرات مثبتی بر عملکرد کیفی گیاه دارویی گشنیز داشت. در تحقیقی بر روی گیاه دارویی ریحان مشاهده شد که میزان اسانس گیاه با مصرف کود آلی ورمی کمپوست افزایش یافت (Anwar et al., 2005). در پژوهش دیگری گزارش شد که میزان اسانس گیاه نعناع فلفلی در تیمارهای مصرف ورمی کمپوست و کود گاوی با تیمار شاهد برابری داشت (Kalra, 2003). با این وجود نتایج برخی مطالعات حاکی از اثر منفی کودهای آلی بر درصد اسانس گیاهان دارویی می‌باشد (Jahan, 2004; Moradi et al., 2009). به هر حال اگر فرض شود که درصد اسانس گیاهان دارویی در شرایط مصرف کودهای آلی کاهش می یابد، باز هم به دلیل اثرات مثبت این کودها بر عملکرد کمی گیاه، در نهایت، عملکرد اسانس که برآیندی از درصد اسانس و عملکرد کمّی گیاه است، افزایش می‌یابد (Fallahi et al., 2008).

کاربرد تلفیقی کود بیولوژیک میکوریزا با کودهای آلی و شیمیایی میزان عملکرد اسانس گیاه دارویی گشنیز را افزایش داد. در تحقیق مشابهی بر روی گیاه رازیانه، گزارش شد که کاربرد توأم باکتری حل-کننده فسفات و کود آلی ورمی کمپوست باعث افزایش میزان اسانس گیاه شد؛ این مسئله به وجود اثر هم‌افزایی بین این کودها و در نتیجه افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک و متعاقب آن افزایش میزان دسترسی به فسفر که از عناصر اصلی اسانس است، نسبت داده شده است (Darzil et al., 2006). همچنین گزارش شده است که کاربرد تلفیقی میکوریزا و کود آلی ورمی کمپوست از طریق ایجاد سطح جذب مناسب عناصر توسط میکوریزا از یک سو و آزادسازی تدریجی عناصر توسط کودهای آلی از سوی دیگر، باعث افزایش عملکرد کیفی گیاه می‌گردد (Darzil et al., 2009).

در پژوهش حاضر درصد و عملکرد اسانس گیاه دارویی گشنیز در دومین چین به مراتب بیشتر از اولین چین بود. در تحقیقی بر روی گیاه آویشن گزارش شد که بیشترین درصد اسانس گیاه در تاریخ برداشت چهارم به دست آمد (Naghdi Badi et al., 2002). همچنین در مطالعه دیگری بر روی ریحان مشاهده شد که بیشترین مقدار عملکرد اسانس گیاه مورد نظر در چین سوم به دست آمد (Tahami Zarandi et al., 2010). به نظر می‌رسد که افزایش درصد و عملکرد اسانس ناشی از افزایش دمای محیط در دومین چین، پیری گیاه و نیز افزایش حجم رویشی گیاه و افزایش رقابت بین و درون گیاهی بوده که در نتیجه باعث ایجاد شرایط نامساعدتر برای گیاه و در نتیجه تولید بیشتر متابولیت‌های ثانویه به عنوان یک عامل دفاعی گیاه در شرایط نامناسب شده است. نتایج تحقیقی روی بابونه نیز نشان داد که بیشترین درصد و عملکرد اسانس گیاه در چین دوم به دست آمد (Ebadi et al., 2010).

نتیجه‌گیری

به طور کلی، نتایج این آزمایش حاکی از پاسخ مثبت گیاه دارویی گشنیز به مصرف کودهای آلی، زیستی و شیمیایی است. به نظر می-رسد که کاربرد کود گاوی اثر بهتری بر عملکرد کیفی این گیاه داشت.

www.SID.ir

Archive of SID

در بین تیمارهای مورد مطالعه، کاربرد منفرد کود شیمیایی و مصرف تلفیقی کود زیستی میکوریزا با کود شیمیایی باعث اثر به مراتب بهتری بر عملکرد رویشی گیاه دارویی گشنیز شد. با توجه به این‌که مقدار عملکرد خشک کل، درصد و عملکرد اسانس در چین دوم گیاه در حداکثر مقادیرش بود، لذا چین دوم نسبت به چین اول از نظر بهبود صفات کمی و کیفی دارای برتری بود. از آنجا که کودهای زیستی اثرات مثبتی بر گیاه مورد مطالعه داشت، می‌تواند به عنوان جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی در جهت حرکت به سمت کشاورزی پایدار مطرح شود.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه فردوسی به دلیل تأمین هزینه‌های اجرایی این تحقیق و از پرسنل زحمت‌کش مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و مسئولین آزمایشگاه گیاهان زراعی ویژه و آزمایشگاه تحقیقات عالی گیاهان زراعی که در طول انجام مراحل این آزمایش نهایت همکاری را مبذول داشتند، کمال تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

Abas Zadeh, B. 2005. The effects of different levels and application methods of nitrogen fertilizer on amounts of essential oil of *Melissa officinalis* L. MSc Thesis, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Karaj Branch, Iran. (In Persian with English Summary)

Abas Zadeh, B., Sharifi Ashourabadi, A., Ardakani, M.R., Lebaschi, M.H., Safikhani, F., and Naderi Hadjibagher Kandi, M. 2006. Effect of application methods of nitrogen fertilizer on essential oil content and composition of balm (*Melissa officinalis* L.) under field condition. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 22(3): 223-230. (In Persian with English Summary)

Ahmadian, H., Ghanbari, A., and Ghalavi, M. 2006. Effect of animal manure on quantitative and qualitative yield and chemical composition of essential oil in cumin (*Cuminum cyminum*). Iranian Journal of Field Crops Research 4(2): 207-216. (In Persian with English Summary)

Akbari Nia, A., Daneshian, J., and Mohammadbeigi, F. 2006. Effect of nitrogen fertilizer and plant density on seed yield, essential oil and oil content of *Coriandrum sativum* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 22(4): 410-419. (In Persian with English Summary)

Ali, F.S., Zayed, G., Saad, O.A., and Abdul-Mohsen, H. 2009. Optimization of nitrogen fertilizer levels for maximum colonization of mycorrhiza on roots of coriander plants. African Crop Science Conference Proceedings 9: 117-122.

Ali Abadi Farahani, H., and Valadabadi, A.R. 2010. The role of arbuscular mycorrhiza under water stress conditions of coriander. Journal of Water and Soil 24(1): 69-80. (In Persian with English Summary)

Allievi, L., Marchesisni, A., Salardi, C., Piano, V., and Ferrari, A. 1993. Plant quality and soil residual fertility six years after a compost treatment. Bioresource Technology 43: 85-89.

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.

Arabaci, D., and Bayram, E. 2004. The Effect of nitrogen fertilization and different plant densities on some agronomic and technologic characteristic of *Ocimum basilicum* L. (Basil). Journal of Agronomy 3(4): 255 -262.

Arganosa, G.C., Sosuskli, F.W., and Slikard, A.E. 1998. Seed yield and essential oil of biennial caraway grown in Western Canada. Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants 1(9): 9-17.

Arpana, J., and Bagyaraj, D.J. 2007. Response of kalmegh to an arbuscalar mycorrhizal fungus and a plant growth promoting rhizomicroorganism at two levels of phosphorus fertilizer. American-Eurasian Journal Agriculture Science 2(1): 33-38.

Azeez, J.O., Van Averbeke, W. and Okorogbona, A.O.M. 2010. Differential responses in yield of pumpkin (*Cucurbita maxima* L.) and nightshade (*Solanum retroflexum* Dun.) to the application of three animal manures. Bioresource Technology 101: 2499–2505.

Barea, J.M., Pozo, M.J., Azcon, R., and Azcon-Aguilar, C. 2005. Microbial co-operation in the rhizosphere. Journal of Experimental Botany 56: 1761-1778.

Behtash, F., Masiha, S., and Malakuti, M.G. 2001. Effect of different amounts of urea on nitrate accumulation in edible parts of spinach and parsley. Journal of Horticulture Science and Technology 2(3): 150-160. (In Persian with English Summary)

Cabello, M., Irrazabal, G., Bucsinszky, A.M., Saparrat, M., and Schalamuk, S. 2005. Effect of Arbuscular Mycorrhizal

www.SID.ir

Archive of SID

fungus, *Glomus mosseae* and a rock phosphate- solubilizing fungus, *Penicillium thomii*, on *Mentha piperita* growth in a soilless medium. Journal of Basic Microbiology 45(3): 182-189.

Dadvand Sarab, M., Naghdi Badi, H., Nasri, M., Maki Zade, M., and Omidi, H. 2008. The change of essential oil and yield of ocmimum as affected by density and nitrogen fertilizer. Journal of Medicinal Plants 27: 60-70.

Darzi1, M.T., Ghalavand, A., Rejali, F., and Sefidkon, F. 2006. Effects of biofertilizers application on yield and yield components in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 22(4): 276-292. (In Persian with English Summary)

Darzi1, M.T., Ghalavand, A., and Rejali, F. 2009. The effects of biofertilizers application on N,P,K assimilation and seed yield in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 25(1): 1-19. (In Persian with English Summary)

Detoroja, H.J., Sukhadia, N.M., Khanpara, V.D., Malavia, D.D., and Kaneria, B.B. 1996. Response of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) to nitrogen, phosphorus and potassium. Indian Journal of Agronomy 41(1):160-161.

Ebadi, M.T., Fallahi, J., Azizi, M., and Rezvani Moghaddam, P. 2007. The effects of application of organic fertilizer on growth parameters and yield of two breeding cultivars of chamomile. The First National Conference of Management and Developing of Sustainable Agriculture in Iran, Ahvaz, 3-5 December, p. 129-135. (In Persian)

Ebadi, M., Azizi, M., Omidbaigi, R., and Hassanzadeh Khayyat, M. 2010. Effect of sowing date and harvest frequency on flower yield, essential oil percent and composition in chamomile (*Matricaria recutita* L.) cv. Presov. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 26(2): 213-226. (In Persian with English Summary)

Ebhin Masto, R., Chhonkar, P.K., Singh, D., and Patra, A.K. 2006. Changes in soil biological and biochemical characteristics in a long-term field trial on a sub-tropical inceptisoil. Soil biology and Biochemistry 38: 1577-1582.

Fallah, A., Ghalavand, M., and Khajehpour, R. 2007. Effects of animal manure incorporation methods and its integration with chemical fertilizer on yield and yield components of maize (*Zea mays* L.) in Khorramabad, Lorestan. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources 40(11): 233-243. (In Persian with English Summary)

Fallahi, J., Koocheki, A., and Rezvani Moghaddam, P. 2008. The effect of organic fertilizers on quantity index and the amount of essential oil and chamazulene in chamomile. Agriculture Research: Water, Soil and Plant in Agriculture 8(1): 157-168. (In Persian with English Summary)

Fallahi, J., Koochaki, A., and Rezvani Moghaddam, P. 2009. Investigating the effects of biological fertilizers on qualitative and quantitative of chamomile. Iranian Journal of Field Crops Research 7(1): 127-135. (In Persian with English Summary)

Fatma, E.M., El-Zamik, I., Tomader, T., El-Hadidy, H.I., Abd El-Fattah, L., and Seham Salem, H. 2006. Efficiency of biofertilizers, organic and in organic application on growth and essential oil percentage of marjoram (*Majorana hortensis* L.) plants grown in sandy and calcareous soil. Microbiology Department Faculty of Agriculture, Zagazig University and Soil Fertility and Microbiology Department, Desert Research Center, Cairo, Egypt.

Garcia, O. 1991. Isolation and characterization of *Aciditiobacillus thiooxidans* and *Aciditiobacillus ferrooxidans* from mineral minees. Revista Berasileira de Microbiologia 20: 1-6.

Gholami, A., and Koocheki, A. 2001.Mycorrhiza in Sustainable Agriculture. Shahrood University Publishing, Iran 200 pp. (In Persian)

Ghost, B.C., and Bhat, R. 1998. Environmental hazards of nitrogen loading in wetland rice fields. Environmental Pollution 102: 123–126.

Gujar, S.M., Warade, A.D., Anjali, M., and Paltankar, D.H. 2005. Effect of sowing date and nitrogen levels on growth, seed yield and quality of coriander. Crop Research 29(2): 288-291.

Gupta, M.L., Prasad, A., Ram, M., and Kumar, S. 2002. Effect of the Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal (VAM) fungus *Glomus fasiculatum* on the essential oil yield related characters and nutrient acquisition in the crops of different cultivars of menthol mint (*Mentha arvensis*) under field conditions. Bioresource Technology 81: 77-79.

Hashemi Dezfulli, A., Koocheki, A., and Banayan, M. 1994. Crop Yield Improvement. Jihad Daneshgahi Mashhad, Press, Iran 287 pp. (In Persian)

Jahan, M. 2004. Investigative the ecological factors of intercropping of *Matricaria chamomilla* and *Calendula officinalis*. M.Sc dissertation, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)

Kalra, A. 2003. Organic cultivation of medicinal and aromatic plants. A hope for sustainability and quality enhancement. Journal of Organic Production of Medicinal. Aromatic and Dye-Yielding Plants (MADPs). FAO. 198 pp.

Kandeel, A.M., Naglaa, S.A.T., and Sadek, A.A. 2002. Effect of biofertilizers on the growth, volatile oil yield and chemical composition of *Ocimum basilicum* L. plant. Annual Agriculture Science 1: 351–371.

Kapoor, R., Giri, B., and Mukerji, K.G. 2002. Mycorrhization of coriander (*Coriandrum sativum*) to enhance the

www.SID.ir

Archive of SID

concentration and quality of essential oil. Journal of Food and Agricultural Science 82 (4): 339-342.

Khalvati, M.A., Mozafar, A., and Schmidhalter, U. 2005. Quantification of water uptake by Arbuscular Mycorrhizal hyphae and its significance for leaf growth, water relations, and gas exchange of barley subjected to drought stress. Plant Biology Stuttgart 7(6): 706-712.

Khaosaad, T., Vierheilig, H., Nell, M., Zitterl-Eglseer, K., and Novak, J. 2006. Arbuscular mycorrhiza alters the concentration of essential oils in oregano (*Origanum* sp., Lamiaceae). Mycorrhiza 16: 443- 446.

Loomis, W.D., and Corteau, R., 1972. Essential oil biosynthesis. Recently Advance Phytochem 6: 147-185.

Mahshwari, S.K., Sharma, R.K., and Gangrade, S.K. 2000. Performance of isabgol or blond psillium (*Plantago ovata*) under different levels of nitrogen, phosphorus and biofertilizers in shallow black soil. Indian Journal of Agronomy 45: 443-446.

Malakuti, M.J. 1995. Sustainable Agriculture and Increase of Yield by Optimization of Fertilizers Application in Iran. Tarbiat Modarres University, Press, Iran 460 pp. (In Persian)

Malakuti, M.J., and Tehrani, M.M. 1999. The Role of Micronutrients in Increasing Yield and Improving of Quality of Agriculture Production. Tarbiat Modares University Publishing, Iran 190 pp. (In Persian)

Mohamad Abadi, A.A., Rezvani Moghaddam, P., Fallahi, J., and Bromand Rezazadeh, Z. 2011. Effect of chemical and organic fertilizers on quantitative and qualitative characteristics of fenugreek *(Trigonella foenum-graecum*) forage. Journal of Agroecology 3: 491-499. (In Persian with English Summary)

Mohamadi Ariya, M., Lakziyan, A., and Hagh Nia, G.H. 2010. The effects of inoculum of *Thiobacillus* and *Asperjillus* on growth of *Zea mays*. Iranian Journal of Field Crops Research 8(1): 82-89. (In Persian with English Summary)

Moradi, R., Rezvani Moghaddam, P., Nasiri Mahallati, M., and Lakzian, A. 2009. The effect of application of organic and biological fertilizers on yield, yield components and essential oil of *Foeniculum vulgare* (Fennel). Iranian Journal of Field Crops Research 7(2): 625-635. (In Persian with English Summary)

Naghdi Badi, H.A., Yazdani, D., Nazari, F., and Mohammad Ali, S. 2002. The seasonal changes of yield and essential oil components in different density of *Thymus vulgaris*. Journal of Medicinal Plants 5: 81-56. (In Persian with English Summary)

Niakan, M., Khavarynejad, R.A., and Rezaee, M.B. 2004. Effect of different rates of NPK fertilizer on leaf fresh weight, dry weight, leaf area and oil content in *Mentha piperita* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research 20(2): 131-148. (In Persian with English Summary)

Omidbaigi, R., Fattahi, F., Fattahi, F., and Karimzadeh, G. 2010. Harvest time affect on the herb yield and essential oil content of lemon thyme (*Thymus* × *citriodorus* (Pers.) Schreb). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 26(3): 317-325. (In Persian with English Summary)

Paradi, I., Bratek, Z., and Lang, F. 2003. Influence of arbuscular mycorrhiza and phosphorus supply on polymine content, growth and photosynthesis of *Plantago anceolata*. Biologia Plantarum 46: 563-569.

Pimentel, D. 1993. Economics and energies of organic and conventional farming. Journal of Agriculture and Environment Ethics 6: 53-60.

Rahimi, A.R., Mashayekhi, K., Hemmati, K., and Dordipour, E. 2009. Effect of salicylic acid and mineral nutrition on fruit yield and yield components of coriander (*Coriandrum sativum* L.). Journal of Plant Production 16(4): 149-156. (In Persian with English Summary)

Renato, Y., Ferreira, M.E., Cruz, M.C., and Barbosa, J.C. 2003. Organic matter fractions and soil fertility under influence of liming, vermicopmpost and cattle manure. Bioresource Technology 60: 59-63

Saleh Rastin, N. 2001. The role of biological fertilizer to reaching to sustainable agriculture. Journal of Water and Soil 23: 19-23. (In Persian with English Summary)

Sharifi Ashoorabadi, E., Matin, A., Lebaschi, M.H., and Abbaszadeh, B. 2004. Effects of nitrogen application methods on yield of Melissa (*Melissa officinalis*). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 20(3): 369-376. (In Persian with English Summary)

Singh, V.P., Chattersee, B.N., and Singh, D.V. 1989. Response of mint species to nitrogen fertilization. Journal of Agriculture Science 113 (2): 267 - 71.

Tahami Zarandi, M.K., Rezvani Moghaddam, P., and Jahan, M. 2010. Comparison of the effects of organic and chemical fertilizer on the percentage and yield of essential oil of ocmimum (*Ocimum basilicum* L.). Journal of Agroecology 2(1): 63-74. (In Persian with English Summary)

Toussaint, J.P., Smith, F.A., and Smith, S.E. 2007. Arbuscular Mycorrhizal fungi can induce the production of phytochemicals in sweet basil irrespective of phosphorus nutrition. Mycorrhiza 17(4): 291-297.

Valadabadi, S.A.R., Lebaschi, M.H., and Aliabadi Farahani, H. 2009. The effects of Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF), P_2O_5 fertilizer and irrigation according to physiological growth indices of coriander (*Coriandrum sativum* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 25 (3): 414-428. (In Persian with English Summary)

Volatil, O. 2000. Coriander (*Coriandrum sativum* L.). Plant Foods for Human Nutrition 51(2): 167-172.

www.SID.ir