مجله کشاورزی بوم‌شناختی (2) 4 (1393) 64- 54

ارزیابی نقش تیمارهای کودی بر ویژگی‌های رشدی و عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare* L.)

فرزاد نجفی[1]، جواد شباهنگ[2] و سرور خرم دل[2]*،

[1]گروه مهندسی کشاورزی، پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه دارویی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

[2]گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

*نویسنده مسئول: khorramdel@um.ac.ir

تاریخ دریافت: 1392/09/26

تاریخ پذیرش: 1393/12/24

نجفی، ف.، ج. شباهنگ و س. خرم دل. 1393. ارزیابی نقش تیمارهای کودی بر ویژگی‌های رشدی و عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare* L.). مجله کشاورزی بوم شناختی. 4 (2): 64- 54.

چکیده

به منظور ارزیابی ویژگی‌های رشدی، اجزای عملکرد و عملکرد دانه و اسانس گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare* L.) تحت تأثیر تیمارهای کودی، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی 89-1388، در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارها شامل F_1: کود شیمیایی (نیتروژن، پتاسیم و فسفر به ترتیب برابر با 100، 60 و 100 کیلوگرم در هکتار)، F_2: کود زیستی+1/2 F_1، F_3: کود زیستی، F_4: کود دامی (30 تن در هکتار) و F_5: 1/2+ F_4 1/2 F_1 بودند. صفات مورد بررسی همچون ارتفاع بوته، اجزای عملکرد شامل شمار شاخه جانبی، چتر، چترک، دانه و وزن هزار دانه، عملکرد تر و خشک زیستی یا (زیست توده) بیولوژیکی، عملکرد دانه، محتوی اسانس و عملکرد اسانس رازیانه اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که تاثیر تیمارهای کودی بر ارتفاع بوته، اجزای عملکرد، عملکرد دانه، عملکرد تر و خشک زیستی و اسانس رازیانه معنی‌دار ($p\leq0/01$) بود. بیشترین میزان اجزای عملکرد برابر با 10 شاخه جانبی در بوته، 241/1 چتر در شاخه جانبی، 15/1 چترک در چتر، 14/8 دانه در چترک و 2/9 گرم به تیمار تلفیقی کود شیمیایی+کود دامی اختصاص داشت. بالاترین عملکرد دانه برابر با 296/5 گرم بر متر مربع برای تیمار تلفیقی کود شیمیایی+کود دامی به‌دست آمد. میزان افزایش عملکرد دانه در تیمار F_5 نسبت به دیگر تیمارهای مدیریت کودی شامل شیمیایی، دامی، تلفیقی شیمیایی+زیستی و زیستی به ترتیب برابر با 15، 52، 111 و 297 درصد محاسبه شد. با توجه به نتایج این آزمایش به نظر می‌رسد که می‌توان مصرف نهاده‌های آلی همچون کود دامی را به صورت تلفیقی با دیگر تیمارهای کودی به عنوان راهکاری بوم‌شناختی (اکولوژیک) در مدیریت تلفیقی حاصل‌خیزی خاک مد نظر قرار داد که این امر افزون بر بهبود عملکرد، می‌تواند در درازمدت پایداری را برای این گونه‌های با ارزش به ارمغان بیاورد.

واژه‌های کلیدی: عملکرد اسانس، کود زیستی، کود دامی، مدیریت تلفیقی، حاصلخیزی خاک.

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

امروزه تقاضا برای گیاهان دارویی در پزشکی سنتی و مدرن در حال افزایش است. بنابر گزارش سازمان بهداشت جهانی، بیش از 80 درصد مردم جهان برای درمان بیماری‌های مختلف به پزشکی سنتی وابسته می‌باشند. از جمله دلایل مهم اهمیت گیاهان دارویی می‌توان به نبود امکان تولید بسیاری از مواد مؤثره گیاهی و سوخت و سازگر (متابولیت)های ثانویه با استفاده از روش‌های مصنوعی و نیز نبود تأثیر جانبی منفی در این داروها در مقایسه با داروهای مصنوعی (سنتزی) و شیمیایی اشاره کرد. میزان تولید این سوخت و سازگرها تحت تأثیر عامل های محیطی، میزان رطوبت و حاصل‌خیزی خاک متغیر می‌باشد (Omid Beygi, 1995). نتایج برخی بررسی‌ها (Chatterjee, 2002) نشان داده است که حاصل‌خیزی خاک یکی از مهم‌ترین عامل‌های تعیین‌کننده رشد و عملکرد گیاهان دارویی به شمار می‌آید. البته توصیه کودی برای گیاهان دارویی، باید با دقت انجام شود، زیرا اگر چه ممکن است استفاده از کودهای مختلف افزایش محصول را موجب شود، ولی ممکن است محتوی اسانس را کاهش دهد و یا تغییراتی در اجزای ترکیبی و مؤثره آن ایجاد کند که در نهایت، تأثیر نامطلوبی بر کیفیت آن به همراه داشته باشد (Omid Beygi, 1995).

کود دامی یکی از منابع آلی است که استفاده از آن به منظور بهبود باروری خاک و دستیابی به سطح مطلوب عملکرد در نظامهای کشاورزی پایدار مورد تأکید برخی محققان (Hutchison *et al*., 2005; Araji *et al*., 2001) قرار گرفته است. بررسی‌های Hutchison *et al.* (2005) نشان داده است که مصرف این نهاده کم‌هزینه آلی، به دلیل دارا بودن عناصر غذایی کم‌مصرف و پرمصرف، یکی از منابع مهم برای ارتقاء باروری خاک به شمار می‌آید. استفاده از کود دامی به دلیل افزایش محتوی ماده آلی، بهبود ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی (بیولوژیکی) خاک، کاهش فرسایش، افزایش قابلیت نگهداری آب و کاهش آبشویی، در نتیجه افزایش عملکرد را به دنبال دارد (Leithy *et al*., 2006; Araji *et al*., 2001). Singh and Ramesh (2000) گزارش کردند که کاربرد کود دامی منجر به حفظ رطوبت در خاک، افزایش میزان فراهمی و جذب عناصر غذایی و در نتیجه بهبود شرایط رشدی رزماری (*Rosmarinus officinalis* L.) شد. در همین زمینه، نتایج برخی تحقیقات نیز تأییدکننده بهبود ویژگی های رشدی و عملکرد گونه‌های مختلف دارویی از جمله اسفرزه (*Plantago ovata* Forssk.)، پسیلیوم (*Plantago psyllium* L.) (Tabrizi, 2004)، آویشن (*Thymus transcaspicus* Klokov.) (Tabrizi, 2007)، زوفا (*Hyssopus officinalis* L.) (Shabahang *et al.*, 2013) پونه‌سای بینالودی (*Nepeta binaludensis* Jamzad.) (Nadjafi, 2006) و مرزنجوش (*Origanum vulgare* L.) (Said-Al Ahl *et al*., 2009) تحت تأثیر کاربرد این ماده به نسبت کم هزینه آلی می‌باشد.

کودهای زیستی به عنوان جایگزینی دیگر برای کودهای شیمیایی در بوم‌نظام‌های زراعی مطرح می‌باشند. استفاده از این کودها در درازمدت باعث افزایش باروری خاک و عملکرد در کشاورزی بر پایه اصول مدیریت پایدار می‌شود (Wu *et al*., 2005). از جمله سودمندیهای همزیستی با این ریزموجودها تولید هورمون‌های محرک رشد گیاه مانند اکسین (Lambrecht *et al*., 2000)، جیبرلین (Bashan *et al*., 2004)، سیتوکینین (Cacciari *et al*., 1989)، ترشح مواد زیستی فعال مانند ویتامین‌های گروه ب، اسید نیکوتینیک، اسید پنتوتینیک و بیوتین (Kader, 2002)، افزایش جذب آب و عناصر غذایی تحت تأثیر بهبود توسعهٔ نظام ریشه‌ای (Kravchenko *et al*., 1994) و تثبیت زیستی نیتروژن (Ishizuka, 1992) می‌باشد. Shaalan (2005) گزارش کرد که افزایش حاصل‌خیزی خاک با ازتوباکتر، آزوسپیریلوم و سودوموناس باعث افزایش و بهبود ویژگی‌های رشدی و عملکرد سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) شد. نتایج بررسی‌های Khorramdel *et al.* (2008 and 2010) نشان داد که تلقیح با کودهای زیستی موجب بهبود شاخص‌های رشدی و عملکرد سیاهدانه شد؛ به طوری‌که بالاترین صفات برای تیمار میکوریزا و آزوسپیریلوم دیده شد.

بدین ترتیب، چنین به‌نظر می‌رسد که استفاده تلفیقی از کودهای آلی با دیگر تیمارهای کودی به منظور بهبود حاصل‌خیزی خاک، بتواند افزون بر بهبود ویژگی‌های خاک تأثیر منفی کودهای شیمیایی را بر ویژگی‌های کیفی گیاهان دارویی کاهش دهد. در همین زمینه Gharib *et al*.(2008) با بررسی تاثیر ترکیبی کودهای زیستی آزوسپیریلوم، ازتوباکتر و دو گونه باکتری حل-کنندهٔ فسفات در ترکیب با کودهای دارای عناصر نیتروژن،

Archive of SID

www.SID.ir

فسفر و پتاسیم و ورمی‌کمپوست بیان داشتند که استفاده ترکیبی از تیمارهای کودی باعث بهبود ویژگی‌های رشدی گونه دارویی مرزنجوش (*Majorana hortensis* L.) شد که این امر افزون بر کاهش نیاز به افزودن بیشتر کودهای شیمیایی، اثرگذاریهای منفی ناشی از مصرف این کودها را بر ویژگی‌های کیفی مرزنجوش کاهش داد. بنابراین، این تحقیق با هدف بررسی ویژگی‌های رشدی و عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی رازیانه تحت تأثیر تیمارهای کودی در شرایط آب و هوایی مشهد طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر تیمارهای کودی بر ویژگی‌های رشدی، اجزای عملکرد و عملکرد دانه و اسانس گیاه دارویی رازیانه، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد (واقع در 10 کیلومتری شرق مشهد با طول جغرافیایی 59°28'E، عرض جغرافیایی 36°15'N و ارتفاع بوته 985 متر از سطح دریا) در سال زراعی 89-1388 طراحی و اجرا شد. تیمارها شامل F_1: کود شیمیایی، F_2: کود زیستی+1/2 F_1، F_3: کود زیستی، F_4: کود دامی و F_5: 1/2+ F_4 F_1 بودند. تیمار شیمیایی شامل مصرف 100 کیلوگرم اوره، 60 کیلوگرم پتاسیم (به صورت K_2O) و 100 کیلوگرم فسفر (به صورت P_2O_5) بود که پتاسیم و فسفر پس از عملیات آماده‌سازی زمین و نیتروژن در سه مرحله پیش از کاشت، یک‌ماه پس از سبز شدن بوته‌ها و پیش از گلدهی به خاک اضافه شدند. قابل یادآوری است میزان کودهای شیمیایی بر پایه نیاز گیاه دارویی رازیانه (Omidbaigi, 2005) و با در نظر گرفتن عرف منطقه تعیین شد. سی تن کود دامی در هکتار از نوع کود گاوی پوسیده همزمان با عملیات آماده-سازی زمین به خاک اضافه شد. تلقیح با کود زیستی نیتروکسین (شامل مخلوطی از باکتری‌های *Azospirillum brasilense* و *Azotobacter chroococcum*) بدون فاصله پیش از کاشت انجام شد.

بدین‌منظور، بذر با زادمایه یادشده در شرایط سایه و تاریکی به طوری اختلاط داده شد تا پوشش یکنواخت کامل روی سطح بذر ایجاد شود. پس از خشک شدن بذرها، عملیات کاشت انجام شد.

عملیات آماده‌سازی بستر کاشت شامل شخم و دیسک در اوایل اسفند ماه انجام شد. پیش از اجرای آزمایش برای تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک نمونه‌برداری با استفاده از مته از عمق 20-0 سانتی‌متر انجام شد که نتایج آن در جدول 1 نشان داده شده است.

عملیات کاشت دستی بذر روی شش ردیف چهار متری با فاصله بین ردیف و روی ردیف به ترتیب برابر با 25 و 40 سانتی‌متر در هشتم فروردین ماه انجام شد. ابعاد کرت‌های آزمایشی 4×2/4 متر و فاصله بین کرت‌ها و بلوک‌ها به ترتیب برابر با 1/5 و 4 متر در نظر گرفته شد. آبیاری اول به صورت سنگین به فاصله دو روز یکبار برای اطمینان از سبز شدن کامل و آبیاری‌های بعدی به فاصله هر هفت روز یکبار تا پایان فصل رشد به شیوه نشتی انجام شد. برای جلوگیری از اختلاط تاثیر تیمارها، آبیاری کرت‌ها به طور جداگانه انجام شد. به منظور دستیابی به تراکم مطلوب 10 بوته در متر مربع (Lebaschy *et al.*, 2010) بوته‌ها در مرحله 6-4 برگی تنک شدند. کنترل علف‌های هرز در سه نوبت با وجین دستی انجام شد.

عملیات برداشت در زمان زرد شدن برگ‌ها و چترها در 28 شهریور ماه انجام شد و پس از حذف اثرگذاری حاشیه‌ای ارتفاع بوته و اجزای عملکرد شامل شمار شاخه جانبی، چتر، چترک، دانه و وزن هزار دانه از سطح پنج بوته (0/5 متر مربع) اندازه‌گیری و ثبت شد. محتوی اسانس میزان 100 گرم بذر از روش تقطیر با بخار آب با دستگاه کلونجر اندازه‌گیری شد.

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Minitab-ver 13 تجزیه شدند. از آزمون چنددامنه‌ای دانکن ($p\leq0/05$) و نرم‌افزار MSTAT-C جهت مقایسه میانگین‌ها استفاده شد.

جدول 1- نتایج برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک پیش از آغاز آزمایش.

نوع ماده	بافت	اسیدیته	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	کربن آلی (درصد)	پتاسیم قابل دسترس	پتاسیم قابل دسترس	نیتروژن کل
					(میلی‌گرم بر کیلوگرم)		
خاک	سیلتی- لوم	8/02	1/72	0/095	115	9	387
کو دامی	-	8/3	6/75	41/14	3452	567	745

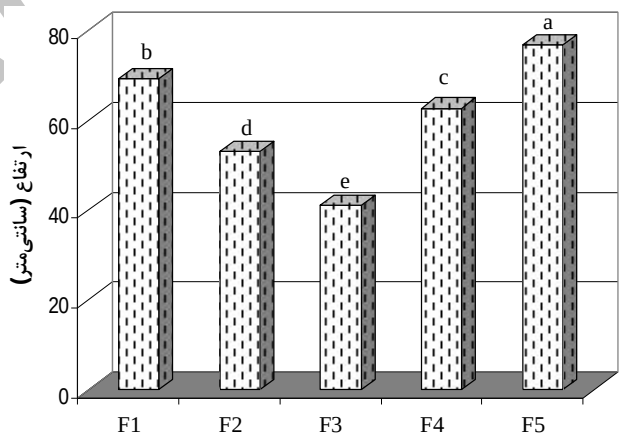
Archive of SID

www.SID.ir

نتایج و بحث

تاثیر تیمارهای کودی بر ارتفاع بوته رازیانه معنی‌دار ($p\leq0/01$) بود (جدول 2). بالاترین ارتفاع بوته رازیانه برابر با 77 سانتی‌متر برای تیمار تلفیقی کود شیمیایی و دامی (F_5) دیده شد. میزان افزایش ارتفاع بوته رازیانه در تیمار F_5 به ترتیب برابر با 11، 22، 45 و 87 درصد میزان آن در تیمارهای شیمیایی، دامی، تلفیقی شیمیایی+زیستی و زیستی بود (شکل 1). به نظر می‌رسد که مصرف کود شیمیایی با آزادسازی سریع عناصر غذایی خاک باعث تحریک رشد رویشی شده که این امر افزایش ارتفاع بوته را به همراه داشته باشد. همچنین از آنجا که فراهمی رطوبت، افزایش آماس یاخته‌ای و تحریک رشد رویشی را به دنبال دارد (Sarmadnia and Koocheki, 2001)، به نظر می‌رسد که مصرف کود دامی با بهبود قابلیت نگهداری آب در خاک بهبود ارتفاع بوته را به دنبال داشته است. تلقیح با کودهای زیستی از راه توسعه نظام ریشه‌ای نیز باعث بهبود ارتفاع بوته شده است. همچنین از آنجا که باکتری‌های موجود در کود زیستی با ترشح هورمون‌های مختلف گیاهی می‌توانند نفوذپذیری یاخته‌های ریشه و مقاومت روزنه‌ای را تحت تأثیر قرار دهند (Scott, 1988)، لذا به نظر می‌رسد که این ریزموجودها رابطه‌های آبی و رشد عمومی گیاه را به طور مثبتی تحت تأثیر قرار داده‌اند. نتایج بررسی دو ساله Shabahang *et al*. (2013) نشان داد که مصرف کود دامی موجب بهبود ارتفاع بوته زوفا شد. Khorramdel *et al*. (2008) اظهار کردند که تلقیح با کودهای زیستی موجب افزایش ارتفاع بوته سیاهدانه شد؛ به طوری‌که بالاترین میزان آن برای تیمار ترکیبی میکوریزا+آزوسپیریلوم دیده شد. Earanna (2007) در گیاه دارویی استویا (*Stevia rebaudiana* L.) نشان داد که با کاربرد کودهای زیستی ارتفاع بوته گیاه در مقایسه با شاهد افزایش یافت. البته به نظر می رسد که محتوی به نسبت پایین ماده آلی خاک های کشور تحت تأثیر مدیریت فشرده (Hajabbasi and Hemmat, 2000) که به‌عنوان ماده اولیه و منبع تغذیه‌ای ریزموجودهای خاک‌زی عمل می‌کند (Bremer *et al*., 1998; Egli, 1991; Banwart, 1979)، باعث کاهش تأثیر تلقیح با ریزموجودهای آزادزی در خاک شده است. بدین‌ترتیب، برای دستیابی به نتیجه مطلوب پیشنهاد می‌شود که مصرف تلفیقی این کودها با کودهای آلی در بوم‌نظام‌های زراعی مدنظر قرار گیرد.

اجزای عملکرد رازیانه شامل شمار شاخه جانبی، چتر، چترک، دانه و وزن هزار دانه به طور معنی‌داری تحت تأثیر تلقیح با تیمارهای کودی قرار گرفت ($p\leq0/01$) (جدول 2). بیشترین میزان این صفات به ترتیب برابر با 10/0 شاخه جانبی در بوته، 241/1 چتر در شاخه جانبی، 15/1 چترک در چتر، 14/8 دانه در چترک و 2/9 گرم به تیمار تلفیقی کود شیمیایی+کود دامی اختصاص داشت. میزان افزایش شمار شاخه جانبی در تیمار F_5 نسبت به تیمارهای شیمیایی، دامی، تلفیقی شیمیایی+زیستی و زیستی به ترتیب برابر با 6، 19، 46 و 97 درصد بود. میزان این



شکل 1- اثر تیمارهای کودی برارتفاع بوته ساقه اصلی رازیانه.

F_1: کود شیمیایی، F_2: کود زیستی+1/2 F_1، F_3: کود زیستی، F_4: کود دامی و F_5: 1/2+ F_1 F_4

میانگین‌های دارای حروف متفاوت، تفاوت معنی‌داری بر پایه آزمون چنددامنه‌ای دانکن دارند ($p\leq0/05$).

Archive of SID

www.SID.ir

افزایش برای شمار چتر به ترتیب برابر با 16، 32، 45 و 68 درصد، برای شمار چترک به ترتیب برابر با 6، 22، 33 و 58 درصد، برای شمار دانه به ترتیب برابر با 6، 19، 52 و 76 درصد و برای وزن هزار دانه به ترتیب برابر با 11، 27، 46 و 102 درصد بود (جدول 3). مصرف کودهای شیمیایی با تحریک رشد رویشی با افزایش سطح اندام‌های نورساخت (فتوسنتزکننده) باعث افزایش جذب نور و بهبود فتوسنتز شده (Lambers *et al*., 2008; Taiz and Zeiger, 2006) که این امر در نهایت، اجزای عملکرد را افزایش داده است. به نظر می‌رسد کاربرد کود دامی با تأثیر مثبت بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک، شرایط ریشه‌گاه (ریزوسفر) را برای رشد بوته‌ها بهبود بخشیده است که این امر در نتیجه به دلیل افزایش و تحریک رشد باعث بهبود سطح اندام‌های رویشی شده و بهبود اجزای عملکرد را به دنبال داشته است. همزیستی با ریزموجود های خاکزی نیز به دلیل افزایش سرعت و مدت فتوسنتز (Copetta *et al*., 2006; Richter *et al*., 2005)، باعث افزایش نسبی بازده انتقال مواد فتوسنتزی به مخزن شده که این امر منجر به افزایش اجزای عملکرد شده است. Shabahang *et al*. (2013) اظهار کردند که با افزایش مصرف کود دامی رشد اندام‌های رویشی زوفا افزایش یافت. نتایج بررسی Kapoor *et al*. (2004) مؤید افزایش اجزای عملکرد رازیانه تحت تلقیح با کودهای زیستی بود. نتایج دیگر بررسی‌ها نیز بهبود اجزای عملکرد برخی گیاهان دارویی همچون سیاهدانه (Khorramdel *et al*., 2010) را در شرایط تلقیح با کودهای زیستی تأیید کرده است.

تیمارهای کودی به طور معنی‌داری عملکرد تر و خشک زیستی (زیست توده)[1] و دانه رازیانه را تحت تأثیر قرار دادند ($p\leq0/01$) (جدول 2). بالاترین عملکرد زیستی تر و خشک و عملکرد دانه به ترتیب برابر با 783/8، 364/4 و 296/5 گرم بر متر مربع برای تیمار تلفیقی کود شیمیایی+کود دامی بدست آمد. میزان افزایش عملکرد زیستی تر در تیمار F_5 نسبت به دیگر تیمارهای مدیریت کودی شامل شیمیایی، دامی، تلفیقی شیمیایی+زیستی و زیستی به ترتیب برابر با 11، 30، 75 و 144 درصد بود. میزان این افزایش برای صفت عملکرد زیستی خشک به ترتیب برابر با 20، 53، 108 و 242 درصد و برای عملکرد دانه به ترتیب برابر با 15، 52، 111 و 297 درصد محاسبه شد (شکل 2- الف و ب). مصرف کودهای شیمیایی به‌دلیل تأثیر بر تحریک رشد رویشی و به ویژه تولید سطح برگ، میزان تولید مواد فتوسنتزی را بهبود داده که افزایش عملکرد این گونه دارویی را به دنبال داشته است. برخی تحقیقات نیز بهبود رشد و عملکرد زنیان را در پاسخ به مصرف کودهای شیمیایی تأیید کرده است (Abd El-Wahab, 2007; Atanasov *et al*., 1979; Clark and Menary, 1980). استفاده از کود دامی با بهبود فعالیت های میکروبی خاک و نیز فراهمی عناصر غذایی (Kartikeyan *et al*., 2008)، سبب افزایش فتوسنتز و بهبود ماده خشک گیاهی شده که این مسئله در نتیجه باعث افزایش عملکرد زیستی و دانه در گیاه دارویی رازیانه شده است. وجود ریزموجودهای خاکزی در کودهای زیستی نیز با تولید مواد تحریک‌کننده رشد همانند ویتامین‌های گروه ب و ایندول استیک اسید[2] باعث افزایش رشد شده و به ویژه مراحل اولیه رشد را تحت تأثیر قرار داده و آنرا تحریک کرده‌اند. افزون بر این، حضور این ریزموجودها با اشغال حجم بیشتری از خاک توسط ریشه سطح جذب را نیز افزایش داده‌اند (Patten and Glick, 2002) که این عامل‌ها در نهایت، منجر به افزایش نسبی عملکرد زیستی و دانه شده است. Mahshawari *et al*. (2000) نیز گزارش کردند که کود شیمیایی و کودهای زیستی به طور معنی‌داری عملکرد اسفرزه را تحت تأثیر قرار داد. Mahfouz and Sharaf-Eldin (2007) با بررسی تلقیح با شماری از کودهای زیستی بیان کردند که اعمال این تیمارهای کودی باعث افزایش عملکرد دانه رازیانه شد. بدین ترتیب با توجه به این مطلب که سیستم ریشه‌ای گیاه مرکز ثقل آن در خاک به شمار می‌آید (Leithy *et al*., 2006)، می‌توان با تغییر مدیریت حاصل-خیزی خاک مانند مصرف نهاده‌های آلی همچون کود دامی افزون بر بهبود ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک و افزایش رشد و عملکرد محصول، پایداری بوم‌نظام را نیز تحت تأثیر قرار داده و آن را در درازمدت تضمین کرد.

محتوی و عملکرد اسانس

اگرچه اثر تیمارهای کودی بر محتوی اسانس رازیانه معنی‌دار نبود، ولی عملکرد اسانس را به طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار داد ($p\leq0/01$) (جدول 2)؛ به طوری‌که

[1] Biomass

[2] Indol Acetic Acid (IAA)

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 2- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تاثیر تیمارهای کودی بر ویژگی‌های رشدی، اجزای عملکرد و عملکرد گیاه دارویی رازیانه.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات									
		ارتفاع بوته ساقه اصلی	شمار شاخه جانبی	شمار چتر	شمار چترک	شمار دانه	وزن هزار دانه	عملکرد زیستی تر	عملکرد زیستی خشک	عملکرد دانه	محتوی اسانس	عملکرد اسانس
تکرار	2	16/892	0/20	0/211	0/051	0/026	0/006	0/023	0/070	1617/266	0/007	17973/563
تیمار	4	583/928**	12/004**	4286/293**	14/736**	22/533**	0/981**	17/728**	2/684**	23730/485**	0/ 0091 ns	273384/326**
خطا	8	1/999	0/089	8/743	0/047	0/066	0/002	0/057	0/021	35/054	0/012	638/889
ضریب تغییرات (درصد)		1/03	2/33	3/77	1/57	1/73	2/16	1/99	7/90	3/07	3/07	3/68

ns و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

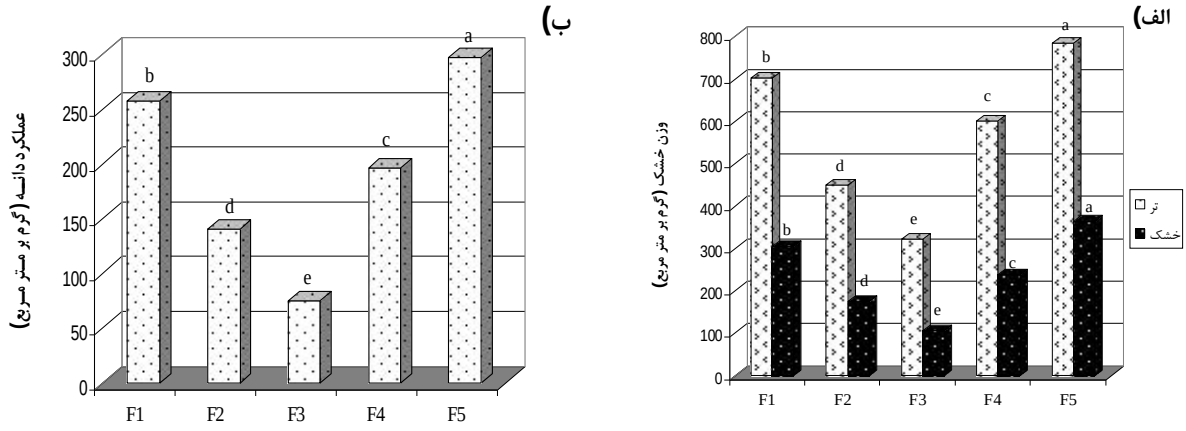
جدول 3- مقایسه میانگین اجزای عملکرد گیاه دارویی رازیانه تحت تأثیر تیمارهای کودی.

تیمارهای کودی	شمار شاخه جانبی (شمار در بوته)	شمار چتر (شمار در شاخه جانبی)	شمار چترک (شمار در چتر)	شمار دانه (شمار در چترک)	وزن هزار دانه (گرم)
F_1*	9/34** a	207/93 b	22/14 b	13/98 b	2/64 b
F_2	6/85 c	166/67 d	11/40 d	9/73 d	2/01 d
F_3	5/07 d	143/17 e	9/59 e	8/43 e	1/45 e
F_4	8/36 b	182/03 c	12/44 c	12/50 c	2/30 c
F_5	9/98 a	241/08 a	15/14 a	14/83 a	2/93 a

*F_1: کود شیمیایی، F_2: کود زیستی+1/2 F_1، F_3: کود زیستی، F_4: کود دامی و F_5: 1/2+ F_4 F_1

**: میانگین‌های دارای حروف متفاوت، در هر ستون، دارای تفاوت معنی‌داری بر پایه آزمون چنددامنه‌ای دانکن می‌باشند ($p\leq 0/05$).

Archive of SID
www.SID.ir

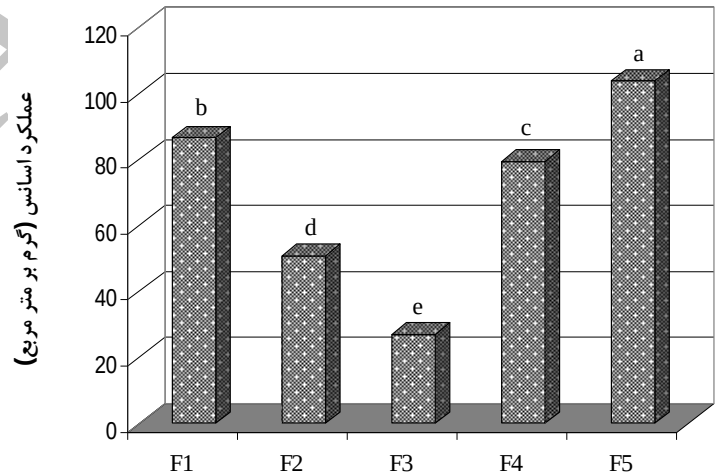


شکل 2- تاثیر تیمارهای کودی بر (الف) عملکرد زیستی تر و خشک و (ب) عملکرد دانه رازیانه.

F_1: کود شیمیایی، F_2: کود زیستی+1/2 F_1، F_3: کود زیستی، F_4: کود دامی و F_5: 1/2+ F_1

میانگین‌های دارای حروف متفاوت، برای هر جزء و در هر شکل، تفاوت معنی‌داری بر پایه آزمون چنددامنه‌ای دانکن دارند ($p\leq 0/05$).

بیشترین و کمترین عملکرد اسانس به ترتیب برای تیمار تلفیقی کود شیمیایی+کود دامی و زیستی برابر با 103/75 و 27/02 گرم بر متر مربع دیده شد. میزان افزایش عملکرد اسانس در تیمار کود شیمیایی+ کود دامی نسبت به دیگر تیمارهای کودی شامل شیمیایی، دامی، تلفیقی شیمیایی+زیستی و زیستی به ترتیب برابر با 20، 31، 104 و 284 درصد بود (شکل 3). از آنجا که اسانس‌ها ترکیب-هایی ترپنوئیدی بوده که واحدهای سازنده آن‌ها (ایزونوئیدها) مانند ایزوپنتنیل پیرو فسفات و دی متیل آلیل پیروفسفات، نیاز به ATP و NADPH دارند و با در نظر گرفتن این مطلب که حضور عناصری نظیر نیتروژن و فسفر برای تشکیل ترکیب‌های اخیر ضروری می‌باشد، به نظر می‌رسد که مصرف تلفیقی کود شیمیایی و دامی از طریق فراهمی فسفر و نیتروژن برای رازیانه موجب افزایش عملکرد اسانس این گیاه دارویی شده است. این موضوع با نتایج تحقیق Kapoor *et al.*(2004) همخوانی دارد. Ratti *et al.* (2001) نیز اظهار کردند که کاربرد کود زیستی درصد ژورافیول اسانس گیاه دارویی علف لیمو (*Cymbopogon martini* L.) را به‌طور چشمگیری افزایش داد. این محققان دلیل این امر را به افزایش جذب آب و عناصر غذایی پر مصرف نسبت دادند. Gharib *et al.* (2001) گزارش کردند که تیمارهای کودی عملکرد اسانس مرزنجوش را تحت تأثیر قرار داد. Mahfouz and Sharaf-Eldin (2007) بیان کردند که تلقیح با کودهای زیستی باعث افزایش عملکرد بذر و اسانس رازیانه شد.



شکل 3- اثر تیمارهای کودی بر عملکرد اسانس دانه رازیانه.

F_1: کود شیمیایی، F_2: کود زیستی+1/2 F_1، F_3: کود زیستی، F_4: کود دامی و F_5: 1/2+ F_1

میانگین‌های دارای حروف متفاوت، تفاوت معنی‌داری بر پایه آزمون چنددامنه‌ای دانکن دارند ($p\leq 0/05$).

Archive of SID

www.SID.ir

نتیجه‌گیری

مصرف تیمارهای کودی به طور معنی‌داری ویژگی‌های رشدی، اجزای عملکرد و عملکرد دانه و اسانس گیاه دارویی رازیانه را تحت تأثیر قرار داد؛ به طوری‌که بهترین نتایج برای تیمار تلفیقی کود شیمیایی و کود دامی به‌دست آمد. کود دامی به عنوان نهاده‌ای آلی با بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی، محتوی رطوبتی و فراهمی عناصر غذایی در خاک، موجب بهبود ویژگی‌های رویشی شد و در نهایت، افزایش عملکرد دانه و اسانس را موجب شد. بدین ترتیب، می‌توان مصرف نهاده‌های آلی همچون کود دامی را به صورت تلفیقی با دیگر تیمارهای کودی مورد توجه قرار داد که این امر افزون بر بهبود عملکرد، می‌تواند به دلیل آزادسازی تدریجی عناصر غذایی موجب کاهش آلودگی‌های زیست محیطی، بهبود کارایی مصرف نهاده‌ها و حرکت به منظور دستیابی به پایداری در بوم-نظام‌های کشور برای این گونه‌های ارزشمند شد. همچنین با توجه به محتوی به نسبت پایین ماده آلی خاک‌های بوم‌نظام‌های زراعی کشور، ضرورت دارد برای دستیابی مطلوب در زمینه تلقیح با کودهای آلی، مصرف تلفیقی این کودها با کودهای آلی مورد توجه قرار گیرد.

سپاسگزاری

بودجه این تحقیق از محل اعتبارات پژوهشی پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه دارویی دانشگاه شهید بهشتی تأمین شده است که بدین‌وسیله از مسئولان مربوط سپاسگزاری می‌شود.

منابع

Abd El-Wahab, A.M., 2007. Effect of nitrogen and magnesium fertilization on the production of *Trachyspermum ammi* L. (Ajowan) plants under Sinai conditions. Journal of Applied Sciences Research. 3(8), 781-786.

Araji, A.A., Abdo, Z.O. and Joyce, P., 2001. Efficient use of animal manure on cropland-economic analysis. Bioresource Technology. 79, 179-191.

Atanasov, Z., Slavov, S.I., Koseva, D., Decheva, R. and Gargova, N., 1979. Application of single and compound mineral fertilizers to peppermint. Plant Science. 1, 61-65.

Banwart, G.J., 1979. Basic Food Microbiology. AVI Westport, CT. USA.

Bashan, Y., Holguin, G. and de-Bashan, L.E., 2004. *Azospirillum*-plant relationships: Physiological, molecular, agricultural, and environmental advances (1997-2003). Canadian Journal of Microbiology. 50, 521-577.

Bremer, D.J., Ham, J.M., Owensby, C.E. and Knapp, A.K., 1998. Responses of soil respiration to clippling and grazing in a tallgrass prairie. Journal of Environmental Quality. 27, 1539-1548.

Cacciari, I., Lippi, D., Pietrosanti, T. and Pietrosanti, W., 1989. Phytohormone-like substances produced by single and mixed diazotrophic cultures of *Azospirillum* and *Arthrobacter*. Plant and Soil. 115, 151-153.

Chatterjee, S.K., 2002. Cultivation of medicinal and aromatic plants in India a commercial approach. Acta Horticulture (ISHS). 576, 191-202.

Clark, R.J. and Menary, R.C., 1980. The effect of irrigation and nitrogen on the yield and composition of peppermint oil (*Mentha piperita* L.). Australian Journal of Agricultural Research. 31(3), 489–498.

Copetta, A., Lingua, G. and Berta, G., 2006. Effects of three AM fungi on growth, distribution of glandular hairs, and essential oil production in *Ocimum basilicum* L. var. Genovese. Mycorrhiza. 16, 485-494.

Earanna, N., 2007. Response of *Stevia rebeudiana* of biofertilizers. Karnataka Journal of Agriculture and Science. 20(3), 616-617.

Egli, T., 1991. On multiple-nutrient-limited growth of microorganisms, with special reference to dual limitation by carbon and nitrogen substrates. Antonie van Leeuwenhoek. 60, 225-234.

Gharib, F.A., Moussa, L.A. and Massoud, O.N., 2008. Effect of compost and bio-fertilizers on growth, yield and essential oil of sweet marjoram (*Marjorana hortensis* L.). Journal of Agriculture and Biology. 10, 381-387.

Hajabbasi, M.A. and Hemmat, A., 2000. Tillage impacts on aggregate stability and crop productivity in a clay-loam soil in central Iran. Soil and Tillage Research. 59, 205-212.

Hutchison, M.L., Walters, L.D., Avery, S.M., Munro, F. and Moore, A., 2005. Analyses of livestock production, waste storage and pathogen levels and prevalence in farm manures. Microbiology. 71, 1231–1236.

Ishizuka, J., 1992. Trends in biological nitrogen fixation research and application. Plant and Soil. 11, 197-209.

Kader, M.A., 2002. Effects of *Azotobacter* inoculant on the yield and nitrogen uptake by wheat. Journal of Biological Science. 2, 259-261.

Archive of SID

www.SID.ir

Kapoor, R., Giri, B. and Mukerji, K.G., 2004. Improved growth and essential oil yield and quality in (*Foeniculum vulgare* Mill.) on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer. Bioresource Technology. 93, 307-311.

Kartikeyan, B.C., Abdul Jaleel, G.M., Lakshmanan A. and Deiveekasundaram, M., 2008. Studies on rhizosphere microbial diversity of some commercially important medicinal plants. Colloids and Surfaces B: Bionterfaces. 62, 143-145.

Khorramdel, S., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M. and Ghorbani, R., 2010. Effects of biofertilizers on the yield and yield components of black cumin (*Nigella sativa* L.). Iranian Journal of Field Crops Research. 8(5), 758.766. (In Persian with English abstract).

Khorramdel, S., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M. and Ghorbani, R., 2008. Application effects of biofertilizers on the growth indices of black cumin (*Nigella sativa* L.). Iranian Journal of Field Crops Research. 6(2), 285-294. (In Persian with English Abstract).

Kravchenko, L.V., Leonova, E.I. and Tikhonovich, I.A., 1994. Effect of root exudates of non-legume plants on the response of auxin production by associated diazotrophs. Microbial Releases. 2, 267-271.

Lambers, H., Chapin, F.S. and Pones, T.L., 2008. Plant Physiological Ecology. Springer-Verlag, New York, USA.

Lambrecht, M., Okon, Y., Vande Broek, A. and Vanderleyden, J., 2000. Indole-3-acetic acid: a reciprocal signaling molecule in bacteria-plant interactions. Trends in Microbiology. 8(7), 298-300.

Lebaschy, M.H., Sharifi Ashoorabadi, E. and Bakhtiary, M., 2010. The effects of plant densities on yields of *Foeniculum vulgare* Mill. under dry farming. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 26(1), 121-132. (In Persian with English abstract).

Leithy, S., El-Meseiry, T.A. and Abdallah, E.F., 2006. Effect of biofertilizer, cell stabilizer and irrigation regime on rosemary herbage oil quality. Journal of Applied Sciences Research. 2, 773-779.

Mahfouz, S.A. and Sharaf-Eldin, A., 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel *(Foeniculum vulgare* Mill.). Agrophysics Journal. 21, 361-366.

Mahshawari, S.K., Sharmi, R.K. and Gangrade, S.K., 2000. Performance of isabgol or blond psyllium (*Plantago ovata*) under different levels of nitrogen, phosphorus and biofertilizer in shallow black oil. Indiana Journal of Agronomy. 45, 443-446.

Nadjafi, F., 2006. Evaluation of ecological criteria of *Nepeta binaludensis* for adaptation under low inputs agroecosystems. Ph.D. Thesis. Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

Omid Beygi, R., 1995. Approaches for Production and Processing of Medicinal Plants, Vol. I. Tarrahan Nashr Publication, Tehran, Iran.

Omidbaigi, R., 2005. Production of Medicinal Plants, Vol. II. Publication of Astane Qods-e- Razavi, Mashhad, Iran.

Patten, C.L. and Glick, B.R., 2002. Role of *Pseudomonas putida* indole acetic acid in development of the host plant root system. Applied Environmental Microbiology. 68, 3795-3801.

Ratti, N., Kumar, S., Verma, H.N. and Gautam, S.P., 2001. Improvement in bioavailability of tricalcium phosphate to *Cymbopogon martini* var. motia by rhizobecteria, AMF and *Azospirillum* inoculation. Microbiology Research. 156, 145- 149.

Richter, J., Stutzer, M. and Schellenberg, I., 2005. Effects of mycorrhization on the essential oil content and composition of aroma components of marjoram (*Marjorana hortensis*), thyme (*Thymus vulgaris* L.) and caraway (*Carum carvi* L.). In Proceedings 36th International Symposium on Essential Oils, 4th-7th September, Budapest, Hungary. p. 508.

Said-Al Ahl, H.A.H., Omer, E.A. and Naguib, N.Y., 2009. Effect of water stress and fertilizer on herb and essential oil of oregano. International Journal of Agrophysics. 23, 269-275.

Sarmadnia, Gh. and Koocheki, A., 2001. Crop Physiology. Jihad Daneshgahi Publication of Mashhad, Mashhad, Iran.

Scott, M.A., 1988. The use of worm -digested animal wastes as a supplement to peat in leas composts for hardy nursery stocks. In: Edwards, C.A. and Neuhayser, E. (Eds.), Earthworm in Waste and Environmental Management. SPB Academic Press, Netherlands, pp. 412-413.

Shaalan, M.N., 2005. Influence of biofertilizers and chicken manure on growth, yield and seeds quality of (*Nigella sativa* L.) plants. Egyptian Journal of Agricultural Research. 83, 811-828.

Shabahang, J., Khorramdel, S., Siahmargue, A. and Gheshm, R., 2013. Evaluation of integrated management of organic manure application and mycorrhiza inoculation on growth criteria, qualitative and essential oil yield of hyssop (*Hyssopus officinalis* L.) under Mashhad climatic conditions. Agroecology. 6(2), 353-363. (In Persian with English abstract).

Archive of SID

www.SID.ir

Singh, M. and Ramesh, S., 2000. Effect of irrigation and nitrogen on herbage, oil yield and water use efficiency in rosemary grown under semi-arid tropical conditions. Journal of Medicinal of Aromatic Plant Sciences. 22, 659-662.

Tabrizi, L., 2004. The effect of water stress and manure on yield, yield components and quality characteristics of *Plantago ovata* and *Plantago psyllium*. MS.c. Thesis. Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

Tabrizi, L., 2007. Evaluation of ecological criteria of *Thymus transcaspicus* for adaptation under low inputs agroecosystems. Ph.D. Thesis. Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

Taiz, L. and Zeiger, E., 2006. Plant Physiology. The Benjamin Publishing, California, USA.

Wu, S.C., Cao, Z.H., Li, Z.G., Cheung, K.C. and Wong, M.H., 2005. Effects of biofertilizers containing N-fixer, P and K solubilizer and AM fungi on maize growth: A greenhouse trail. Geoderma. 125, 155-166.

Archive of SID

www.SID.ir

Effect of fertilizer treatments on growth criteria and qualitative and quantitative yield of fennel (*Foeniculum vulgare* L.) as a medicinal species

Farsad Nadjafi,[1] Javad Shabahang[2] and Surur Khorramdel[2,*]

[1]Department of Agricultural Engineering, Medicinal Plant and Drugs Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

[2]Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

[*]Corresponding author: khorramdel@um.ac.ir

Abstract

In order to evaluate the growth characteristics, yield components, seed yield and essential oil yield of fennel (*Foeniculum vulgare* L.) as affected by different fertilizer treatments, a field experiment was conducted based on a randomized complete block design with three replications at the Agricultural Research Station of Ferdowsi University of Mashhad during the growing season of 2009-2010. Treatments were: F_1: chemical fertilizer (N, P and K were used with 100, 60 and 100 kg ha^{-1}, respectively.), F_2: biofertilizer+1/2 F_1, F_3: biofertilizer, F_4: cow manure (30 t ha^{-1}) and F_5: F_4+1/2 F_1. Plant height, yield components such as branch number, umbel, umbelet, seed and 1000-seed weight, fresh and dry biological yields, seed yield, essential oil content and essential oil yield of fennel were measured. The results indicated that the impact of the fertilizer treatments was significant ($p\leq0.01$) on plant height, yield components, seed yield, fresh and dry biological yields and essential oil yield of fennel. The highest yield components with 10 branches per plant, 241.1 umbels per branch, 15.1 umbelets per umbel, 14.8 seeds per umbelet and 2.9 g were observed in the chemical fertilizer+cow manure treatment. The maximum seed yield with 296.5 g m^{-1} was achieved with the chemical fertilizer+cow manure treatment. Increasing of seed yield in F_5 treatment was 15, 52, 111 and 297% compared to chemical fertilizer, cow manure, chemical fertilizer+biofertilizer and biofertilizer, respectively. So, integrated management of organic inputs such as cow manure with other fertilizers could be considered as an ecological approach that can improve yield and bring sustainability for these valuable species.

Keywords: Essential oil yield, Biofertilizer, Cow manure, Soil fertility, Integrated management.

Archive of SID

www.SID.ir