Archive of SID

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 14, No. 4, Winter. 2017, p. 775-787

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۴، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۵، ص. ۷۸۷-۷۷۵

تأثیر مصرف کود شیمیایی نیتروژنه و نانوکود دامی بر عملکرد، اجزای عملکرد و اسانس گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.)

سمیه خوش‌پیک[۱]- رضا صدرآبادی حقیقی[۲]*- احمد احمدیان[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۹/۰۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۱۹

چکیده

استفاده از فناوری نانو در کشاورزی ابعاد جدیدی یافته است. به‌طوری‌که می‌توان از فناوری نانو در تولید کودهای آلی نانو استفاده نمود. این نوع کود شاید بتواند جایگزین کودهای شیمیایی و آلی سنتی گردد. به‌منظور مقایسه مصرف سطوح مختلف انواع کودهای دامی نانو و شیمیایی، آزمایشی در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی پژوهشکده زعفران دانشگاه تربت‌حیدریه انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. تیمارها شامل مصرف نانوکود دامی در چهار سطح (صفر، ۱۰، ۲۰ و ۳۰تن در هکتار) و مصرف کود نیتروژن در چهار سطح (شاهد (عدم مصرف کود)، مقادیر ۳۳، ۶۶ و ۱۰۰درصد مقدار نیتروژن توصیه شده معادل صفر، ۲۵، ۵۰ و ۷۵کیلوگرم در هکتار از منبع اوره) بود. نتایج نشان داد که ارتفاع بوته، تعداد ساقه فرعی، تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در بوته، وزن هزاردانه، وزن تَر و خشک بوته، عملکرد دانه، کاه و بیولوژیک، شاخص برداشت و عملکرد اسانس تحت تأثیر مصرف نانوکود آلی قرار گرفتند. کود نیتروژن نیز بر ارتفاع بوته، تعداد دانه در چتر، تعداد دانه در بوته، وزن تَر و خشک بوته، عملکرد دانه، کاه، بیولوژیک و عملکرد اسانس اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشت و بر تعداد ساقه فرعی، تعداد چتر در بوته، وزن هزاردانه و شاخص برداشت تأثیر معنی‌داری نداشت. مصرف ۱۰تن نانوکود دامی و ۲۵کیلوگرم کود نیتروژن هر کدام به‌تنهایی باعث افزایش عملکرد بیولوژیک، دانه، کاه و اسانس رازیانه گردید. در حالی‌که مقادیر بالاتر از هر کدام از این تیمارها تأثیری بر عملکرد نداشت. مصرف ۲۵کیلوگرم کود نیتروژن از طریق افزایش عملکرد بیولوژیک باعث افزایش عملکرد دانه و هم‌چنین باعث افزایش عملکرد اسانس دانه و پیکره شد. کود آلی نانو با افزایش تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در بوته و وزن هزاردانه باعث افزایش عملکرد دانه گردید. با توجه به‌این‌که اثر متقابل تیمارها در صفات مورد مطالعه در این آزمایش معنی‌دار نشد، می‌توان عدم مصرف توأم کودهای نانو دامی با کود شیمیایی نیتروژن را توصیه نمود. هم‌چنین می‌توان نتیجه گرفت مصرف ۱۰تن نانوکود دامی عملکرد کمی و کیفی قابل قبولی در گیاه دارویی رازیانه تولید می‌نماید.

واژه‌های کلیدی: تعداد چتر، تعداد دانه در چتر، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیک

مقدمه

بشر از همان ابتدای خلقت ضمن تلاش برای تامین خوراک، پوشاک و سرپناه به فکر بهبود آلام جسمی خود نیز افتاد و بر حسب تجربه گیاهان سمی را از غیر سمی و گیاهان دارویی را از غیر دارویی تفکیک نمود. به‌طوری‌که در حال حاضر گیاهان دارویی جزو محصولات کشاورزی بوده که نقش بسیار مهم در سلامت افراد جامعه ایفا می‌کنند (Omidbaigi, 2007). اگرچه مصرف گیاهان دارویی با توسعه و پیشرفت داروهای صنعتی و شیمیایی محدود شد، اما امروزه با توجه به گسترش فرهنگ، حفظ سلامتی در میان اقشار مردم و هویدا شدن عوارض جانبی داروهای شیمیایی، در تمام دنیا توجه خاصی به گیاهان دارویی و داروهای حاصل از آن‌ها جهت درمان بیماری‌ها به‌وجود آمده است، به گونه‌ای که بزرگان علم داروسازی، قرن بیست‌ویکم را به نام قرن بازگشت به طبیعت و قرن استفاده از داروهای گیاهی نام نهاده‌اند (Manafi Molayosefi and Hayati, 2010). در بین گیاهان دارویی، رازیانه با نام علمی (*Foeniculum vulgare* Mill.) به‌طور سنتی برای درمان بیماری‌هایی نظیر نفخ و دل پیچه به‌کار می‌رفت. این گیاه از جمله گیاهانی است که از قدیم در ایران کشت می‌شده، ولی به‌علت عدم رعایت موارد لازم برای کشت مفید و اقتصادی آن، در حال حاضر کشت این گیاه در منطقه

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران
۲- استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران
۳- استادیار تولیدات گیاهی، پژوهشکده زعفران، دانشگاه تربت حیدریه، ایران
(* نویسنده مسئول: (Email : rsadarabadi@mshdiau.ac.ir
DOI: 10.22067/gsc.v14i4.51678

www.SID.ir

Archive of SID

مرسوم نمی‌باشد (Darzi and Hadj Seyed Hadi, 2003). خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور ما که بیش از ۸۰درصد زمین‌های کشاورزی را تشکیل می‌دهد از نظر مواد آلی فقیر هستند. برای بهبود باروری و حاصل‌خیزی خاک‌های کشاورزی، افزودن مواد آلی به آن‌ها ضروری است، اما منابع محدود سنتی مواد آلی هم‌چون کود حیوانی به‌تنهایی جوابگوی نیاز روزافزون بخش کشاورزی به کود آلی نیست (Baybordi *et al*., 2000). کودهای شیمیایی در ۳۰سال اخیر نقش مهمی در افزایش عملکرد محصولات کشاورزی داشته است و هزینه کودهای شیمیایی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین هزینه‌های کشت‌وکار محسوب می‌شود (Black and Dyson, 2008). از طرفی کشاورزی در تولید ۱۶درصد گازهای گلخانه‌ای سهیم می‌باشد (Fitzgerald *et al*., 2011). اکنون یکی از اهداف اصلی در کشاورزی امروزی کاهش مصرف کودهای شیمیایی و استفاده بیشتر از کودهای آلی به‌ویژه کودهای دامی است (Picard *et al*., 2010). استفاده از کودهای آلی در ابعاد نانو می‌تواند در جذب مواد غذایی مورد نیاز گیاه کمک مؤثری باشد. به‌عبارت بهتر استفاده از فناوری نانو در تولید کودهای آلی مناسب برای جذب توسط گیاه می‌تواند در شرایط مختلف محیطی به کمک گیاه آمده و در رشد و عملکرد کمی و کیفی گیاهان دارویی مؤثر واقع گردد (Sumner, 2000). در همین‌راستا مدیریت مصرف انواع کودهای آلی و شیمیایی به‌ویژه کودهای آلی نانو حائز اهمیت بوده و لزوم تحقیق و بررسی بیشتر در انواع گیاهان به‌ویژه گیاهان دارویی و معطر را اثبات می کند. Akbarinia *et al,* 2003 با بررسی تأثیر سیستم‌های مختلف تغذیه بر خواص خاک، جذب و غلظت عناصر توسط گیاه دارویی زنیان (*Ajowan caraway*) به‌این نتیجه رسیدند که مقدار عناصر غذایی جذب شده توسط گیاه با نوع و میزان کوددهی رابطه مستقیمی دارد. آن‌ها هم‌چنین گزارش کردند که بیش‌ترین عملکرد دانه در تیمار تلفیقی کود دامی و شیمیایی شامل ۲۵تن کود دامی، ۴۰کیلوگرم فسفر و ۶۰کیلوگرم نیتروژن به‌دست آمد. Abdallah *et al,* 1978 کود نیتروژنه را عاملی جهت افزایش تعداد چتر مرکب و درصد اسانس در رازیانه گزارش نموده اند. هم‌چنین بیان کرده‌اند که عملکرد دانه و عملکرد اسانس با افزایش نیتروژن افزایش یافته است. در تحقیقی دیگر توسط Wagner ,1993 استفاده از کود نیتروژنه باعث افزایش میزان عملکرد بذر و اسانس گیاه رازیانه شده است. Moradi *et al,* 2010 نتیجه گرفتند که استفاده از کودهای آلی و بیولوژیکی مختلف موجب بهبود شاخص های رشدی و عملکرد دانه و اسانس رازیانه شد. Sharif Ashor Abadi, 2002 با بررسی مقادیر کود دامی، کودهای شیمیایی و یا به‌کارگیری توأم آن‌ها در مورد گیاه دارویی رازیانه اظهار داشت کاربرد کود دامی موجب افزایش ۷۸درصد و کودهای شیمیایی NPK، ۶۹درصد افزایش محصول رازیانه گردیدند. در حالی‌که به‌کارگیری مخلوط آن‌ها تولید را ۱۲۲درصد افزایش داد. هم‌چنین تیمار ۴۰تن کود دامی در هکتار عملکرد دانه‌های معادل ۹۴۷کیلوگرم در هکتار داشت که بیش از عملکرد حاصل از کاربرد ۱۶۰کیلوگرم در هکتار نیتروژن، ۱۲۸کیلوگرم در هکتار فسفر و ۱۶۰کیلوگرم در هکتار پتاسیم بود. به‌طور کلی تعداد آزمایش‌هایی که تأثیر کود دامی و به‌خصوص کودهای آلی نانو را به‌صورت جداگانه و یا مخلوط با کودهای شیمیایی بر عملکرد کمی و کیفی گیاهان دارویی بررسی کرده‌اند اندک است. با توجه به اهمیت و جایگاه رازیانه به‌عنوان یک گیاه دارویی و هم‌چنین اهمیت مصرف نانوکودها این آزمایش جهت بررسی عملکرد کمی و کیفی این گیاه به کودهای نیتروژن و نانوکود دامی طراحی شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی شماره چهار پژوهشکده زعفران شهرستان تربت‌حیدریه در استان خراسان رضوی در عرض‌جغرافیایی ۳۵درجه و ۲۰دقیقه شمالی و ۵۹درجه و ۱۳دقیقه شرقی در ارتفاع ۱۴۵۰متری از سطح دریا انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل دو عاملی در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام گرفت. تیمارها شامل مصرف نانوکود دامی در چهار سطح (صفر، ۱۰، ۲۰ و ۳۰تن در هکتار) به‌عنوان عامل اول و کود نیتروژن در چهار سطح (شاهد (عدم مصرف کود) و مقادیر ۳۳، ۶۶ و ۱۰۰درصد مقدار نیتروژن توصیه شده معادل صفر، ۲۵، ۵۰ و ۷۵کیلوگرم در هکتار از منبع اوره) به‌عنوان عامل دوم بود. نمونه‌برداری از خاک محل آزمایش قبل از کشت انجام شد. پس از انجام مراحل مقدماتی از قبیل خشک‌کردن، کوبیدن و الک‌کردن به آزمایشگاه خاک انتقال داده شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و نتایج آنالیز نانوکود دامی قبل از اجرای آزمایش در جدول ۱ و ۲ ارائه شده است. در قطعه زمینی که برای کشت در نظر گرفته شد، پس از انجام شخم، کرت‌هایی به‌ابعاد ۳×۲متر آماده گردید. فاصله بین کرت‌ها یک متر و بین بلوک‌ها ۲متر در نظر گرفته شد. از سیستم آبیاری قطره‌ای با کمک لوله‌های تیپ جهت آبیاری مزرعه استفاده شد. مقدار آب مصرفی با کمک کنتور و بر اساس نیاز آبی خاک محاسبه و کنترل گردید. عملیات کاشت رازیانه در اوایل اردیبهشت ۱۳۹۳ انجام شد. قبل از کاشت، بذور جهت افزایش درصد جوانه‌زنی به‌مدت ۴۸ساعت در آب خیسانده شد تا مواد بازدارنده جوانه‌زنی که در پوسته بذر وجود دارد، حل شده و از بین برود (Ahmadian, 2006). کودهای نانو جهت کشت بذر با خاک تا عمق ۲۰سانتی‌متری مخلوط شد. نصف کود نیتروژن به نسبت‌های مختلف و طبق تیمارهای مربوطه، قبل از کاشت و نصف دیگر کودهای نیتروژن به‌صورت سرک هنگامی‌که ارتفاع بوته‌ها به ۱۰ تا ۱۵سانتی‌متری (چهار تا شش برگی) رسید به مزرعه داده شد. کاشت به روش دستی و به‌صورت

www.SID.ir

Archive of SID

هیرم‌کاری انجام گردید. عمق کاشت سطحی حدود ۱/۵-۱سانتی‌متر بود. فاصله بین ردیف‌ها از یکدیگر ۵۰سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف ۲۰سانتی‌متر در نظر گرفته شد. بنابراین گیاه با تراکمی حدود ۱۰۰۰۰۰بوته در هکتار کشت گردید. اولین آبیاری ۱۰روز بعد از کاشت که جوانی‌زنی و سبزشدن انجام شده بود، صورت گرفت. آبیاری‌های بعدی به‌طور متوسط هر پنج روز به‌صورت قطره‌ای و به‌مدت ۲ساعت داده شد. بعد از سبزشدن، عملیات تنک‌کردن در مرحله سه-چهار برگی به‌منظور تراکم نهایی صورت گرفت. هم‌چنین در طی دوران رشد و نمو، عملیات وجین و مبارزه با علف‌های هرز به‌صورت دستی در سه مرحله صورت پذیرفت. برداشت رازیانه در زمان رسیدگی دانه‌ها در اوایل شهریور با دست انجام گرفت. به‌منظور اندازه‌گیری ارتفاع بوته، تعداد ساقه فرعی، تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر، تعداد دانه در بوته، وزن هزاردانه، وزن تَر و خشک تک بوته، تعداد پنج بوته از هر کرت با رعایت اثر حاشیه‌ای به‌طور تصادفی انتخاب و برداشت گردید. برای تعیین عملکرد بیولوژیک سطح یک مترمربع از هر کرت را با رعایت اثر حاشیه‌ای برداشت و بوته‌ها قبل و بعد از خشک‌کردن توزین گردید. پس از جداکردن دانه‌ها از کاه‌وکلش، برای محاسبه عملکرد دانه و عملکرد کاه به‌ترتیب دانه‌ها و کاه به‌صورت جداگانه توزین گردیدند و عملکرد هر کرت بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. جهت تعیین خصوصیات کیفی، از بذور و کاه حاصل از هر تیمار بطور جداگانه نمونه‌برداری تصادفی انجام گردید، که برای تعیین درصد و عملکرد اسانس رازیانه به روش تقطیر با آب‌مقطر به‌وسیله دستگاه کلونجر به آزمایشگاه انتقال داده شد. نتایج به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SAS ver 9.2 و آزمون دانکن در سطح احتمال پنج‌درصد مورد تجزیه و تحلیل آماری و مقایسه میانگین قرار گرفتند.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table1- Physical and chemical properties of soil in experimental site

بافت خاک Soil texture	شن Sand	رس Clay	لای Silt	کربن آلی OC	منگنز (Mn)	روی (Zn)	آهن (Fe)	پتاسیم (K)	فسفر (P)	نیتروژن (N)	pH	هدایت الکتریکی Ec (dS m^{-1})
	درصد(٪)				mg. kg^{-1}							
لومی شنی Sandy loam	41	30	29	1.2	3. 9	4. 1	2. 0	172	16	7.3	7.4	1.5

جدول ۲- آنالیز نانوکود دامی

Table 2- Nano-organic manure analysis

سدیم Na	1.505 %	کلسیم Ca	5.604 %	مس Cu	0.003 %	روی Zn	0.009 %	سرب Pb	0.001 %
منیزیم Mg	1.310 %	تالیم Ti	0.100 %	ژرمانیوم Ge	0.000 %	گالیوم Ga	0.001 %	جیوه Hg	0.000 %
آلمینییوم Al	1.444 %	وانادیم V	0.003 %	آرسنیک As	0.000 %	زیرکونیم Zr	0.005 %	ید I	0.000 %
سیلیسیم Si	7.915 %	کروم Cr	0.004%	سلنیوم Se	0.000 %	نیوبیوم Nb	0.000 %	سزیوم Cs	0.001 %
فسفر P	0.327 %	منگنز Mn	0.039 %	برم Br	0.005 %	مولیبدن Mo	0.000 %	باریم Ba	0.018 %
گوگرد S	0.583 %	آهن Fe	1.483 %	رابیدیوم Rb	0.003 %	نقره Ag	0.000 %	لانتان La	0.000 %
کلر Cl	1.306 %	کوبالت Co	0.000 %	استرانیسیم Sr	0.026 %	کادمیم Cd	0.000 %	اورانیم U	0.000 %
پتاسیم K	3.498 %	نیکل Ni	0.002 %	ایتریم Y	0.001 %	قلع Sn	0.000 %		

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس جدول ۳ نشان داد که ارتفاع بوته، تعداد ساقه فرعی، تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در بوته، وزن هزاردانه، وزن تَر و خشک بوته، عملکرد دانه، کاه و بیولوژیک، شاخص برداشت و عملکرد اسانس تحت تأثیر مصرف نانوکود قرار گرفتند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثرات مصرف کودهای نانودامی و نیتروژن بر صفات کمی و کیفی رازیانه

Table 3 - Analysis of variance (mean of squares) of nano-organic manure and nitrogen fertilizer effects on quantitative and qualitative traits of fennel

منبع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Height	تعداد ساقه فرعی No. of lateral branch	تعداد چتر دربوته No. of umbel per plant	تعداد دانه درچتر No. of seed per umbel	تعداد دانه دربوته No. of seed per plant	وزن هزاردانه Weight of 1000 seed	وزن تَر تک بوته Fresh weight of plant	وزن خشک تک بوته Dry weight of plant
تکرار Replication	2	6.102	1.39	23.20	27.29	4733.37	0.06	119.21	6.76
کود نانودامی Nano organic manure	3	74.57 **	19.87 **	13.97*	9.46 ns	16564.01**	3.66**	12748.84**	722.79**
نیتروژن Nitrogen	3	33.42 **	3.13 ns	4.31 ns	29.29**	29792.50**	0.06 ns	2607.13**	147.82**
کود نانو دامی درنیتروژن Nitrogen *Nano organic manure	9	3.29 ns	2.11 ns	0.22 ns	6.66 ns	3555.29 ns	0.005 ns	103.21 ns	5.86 ns
خطا Error	30	5.99	2.87	3.11	5.59	2167.75	0.04	173.10	9.81
ضریب تغییرات cv		3.0	18.0	7.0	11.1	8.6	6.2	9.5	9.5

* و ** و ns به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و عدم معنی‌دار

ns: Not significant. * and **: Significant at the 5 and 1% probability levels, respectively.

ادامه جدول ۳ - تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثرات مصرف کودهای نانودامی و نیتروژن بر صفات کمی و کیفی رازیانه

Continued table 3 - Analysis of variance (mean of squares) of nano-organic manure and nitrogen fertilizer effects on quantitative and qualitative traits of fennel

منبع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد کاه Straw yield	شاخص برداشت Harvest index	عملکرد اسانس دانه Seed essence oil yield	عملکرد اسانس پیکره Straw essence yield	عملکرد اسانس کل Total essence yield
تکرار Replication	2	4337.44	67604.41	37915.50	0.07	4.24	6.92	21.83
کودنانودامی Nano organic manure	3	542089.97**	7227352.04**	3815129.04**	4.81**	530.10 **	1102.15**	3122.35 **
نیتروژن Nitrogen	3	124765.62**	1478060.33**	743987.11**	0.04 ns	230.28 **	128.07 **	692.45 **
کود نانو دامی درنیتروژن Nitrogen* Nano organic manure	9	5330.49 ns	58499.31 ns	29029.12 ns	0.11 ns	14.45 ns	13.04 ns	42.68 ns
خطا Error	30	7267.12	98128.20	52870.81	0.60	5.64	6.97	24.83
ضریب تغییرات cv		8.9	9.5	9.8	2.7	8.7	9.7	9.1

* و ** و ns به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و عدم معنی‌دار

ns: Not significant. * and **: Significant at the 5 and 1% probability levels, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

کود نیتروژن نیز بر ارتفاع بوته، تعداد دانه در چتر، تعداد دانـه در بوته، وزن تَر و خشک بوته، عملکرد دانه، کاه و بیولوژیک و عملکـرد اسانس اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک‌درصد داشت. درحالی‌که بر تعداد ساقه فرعی، تعداد چتر در بوته، وزن هزاردانه و شاخص برداشت تأثیر معنی‌داری نداشت. اثر متقابل نانوکود دامی و نیتروژن بر صفات فوق معنی‌دار نبود.

ارتفاع بوته

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کمترین ارتفاع بوتـه متعلـق بـه تیمار شاهد و بیش‌ترین آن متعلق به تیمار ۷۵کیلـوگرم نیتـروژن در هکتار است (جدول ۳). ارتفاع بوته در تیمار ۷۵کیلوگرم کود نیتـروژن ۴/۹درصد نسبت به تیمار شاهد و۲/۷درصد نسبت به تیمار ۵۰کیلوگرم نیتروژن افزایش نشان داد. البتـه بـین تیمارهـای ۲۵ و ۵۰کیلـوگرم نیتروژن و هم‌چنـین ۵۰ و ۷۵کیلـوگرم نیتـروژن در هکتـار اخـتلاف آماری وجود نداشت. مقایسه میـانگین ارتفـاع بوتـه‌هـای رازیانـه در تیمارهای مختلف نانوکود دامی نشان‌دهنده افزایش ارتفـاع بوتـه بـا افزایش میزان مصرف نانوکود دامی بود. کمترین ارتفاع بوته در تیمار شاهد و بیش‌ترین آن در تیمار ۳۰تن نانوکود دامی در هکتار مشاهده شد که ۷/۸درصد نسبت به تیمار شاهد و۴/۵درصد نسـبت بـه تیمـار ۱۰تن نانوکود افزایش داشت. تیمارهای ۱۰ و ۲۰تن نانوکود حدواسط دو تیمار شاهد و ۳۰تن در هکتار قرار گرفتند (جدول ۴). از آنجایی‌که کمبود عناصر غذایی یکی از عوامل اصلی در تعیین اندازه ارتفاع بوتـه است (Singh and Chauhan, 1994)، لذا رشد کمتر تیمار شاهد دور از انتظـار نیسـت. Ehsanipour *et al,* 2013 و Mahfouz and Sharaf Eldin, 2007 نیز مشاهده کردند که با افزایش کود نیتروژن و کود دامی ارتفاع بوته رازیانه افزایش یافت.

تعداد ساقه فرعی

تعداد ساقه‌های فرعی در گیاه بـه‌طـور معنـی‌داری تحـت تـأثیر تیمارهای نانوکود دامی قرار گرفت، اما کودهای نیتروژنه و اثر متقابل نانوکود و کود نیتروژنه بر تعداد شاخه‌های فرعی رازیانه معنی‌دار نبود (جدول ۳). مقایسه میانگین ها نشان داد که با افزایش کود نانو تعداد ساقه فرعی افزایش یافت (جدول ۴). افـزایش ۱۰تـن کـود دامـی در هکتار باعث افزایش ۲۱/۸درصد ساقه فرعی نسبت به شاهد گردیـد. البته بین کاربرد ۱۰ و ۲۰تن نانوکود دامی در هکتار اخـتلاف آمـاری وجـود نداشـت. Movaghatian and Siahposh, 2011 نیـز بیـان نمودند که شاخه فرعی در رازیانه هیچ‌گونه تغییر معنی‌داری را تحـت تأثیر تیمارهای کود شیمیایی و آلی و اثر متقابل آن‌ها نداشته است.

تعداد چتر در بوته

اثر مصرف نانوکود دامی بر تعداد چتر در بوته در سـطح احتمـال پنج‌درصد معنی‌دار شد. مصرف کود نیتروژن و اثر متقابل آن با نانوکود بر تعداد چتر از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (جدول ۳). بر اساس مقایسه میانگین کمترین تعداد چتر در تیمار شاهد و بیش‌تـرین آن در تیمـار ۳۰تن در هکتار کود آلی نانو مشاهده شد (جدول ۴). البته بین کاربرد ۱۰ و ۲۰تن در هکتار کود دامی نانو از نظر این صفت اختلاف آماری وجود نداشت، که با نتـایج Mahfouz and Sharaf Eldin, 2007 و Badran and Safwat, 2004 مطابقت داشت. مناسب‌بـودن شـرایط فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک، وجود عناصر غذایی کـافی، در دسترس‌بودن آب در مراحل حساس و مناسب برای گیـاه بـه‌ویـژه در دوران رویشی باعث افزایش رشد سبزینگی گیاه و به‌دنبال آن افزایش تعداد چتر در بوته می‌گردد (Ahmadian, 2006).

تعداد دانه در چتر

تجزیه واریانس نشان داد که تعداد دانه در چتر به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای کود نیتروژن در هکتار قرار گرفت. اما نانوکـود دامی و اثر متقابل نانوکود و نیتروژن بـر ایـن صـفت معنـی‌دار نبـود (جدول ۳). افزودن ۲۵کیلوگرم کود نیتروژن باعث افزایش ۱۴/۹درصد تعداد دانه در چتر نسبت به شاهد گردید و سایر سطوح کود نیتروژن با تیمار ۲۵کیلوگرم کود نیتروژن اختلاف آمـاری نداشـتند (جـدول ۴). آزمایشـات Ehsanipour *et al,* 2013 در رازیانـه و Chandhary, 1989 در زیره سبز (*Cuminum cyminum*) نشان داد که تعداد دانه در چتر با افزایش کود نیتروژن افزایش یافت. تعـداد دانـه در چتـر از خصوصیات مهم گیاه است که به‌طور مستقیم با پتانسیل عملکرد آن در ارتباط است (Ahmadian, 2006).

تعداد دانه در بوته

تعداد دانه در بوته به‌طور معنی‌داری تحت تـأثیر تیمارهـای کـود نیتروژن و نانوکود دامی قرار گرفت. اما اثر متقابل نانوکود و نیتروژن اثر معنی‌داری بر تعداد دانه در بوتـه رازیانـه نداشـت (جـدول ۳). بـا افزودن ۲۵کیلوگرم کود نیتروژن افزایش ۱۷/۸درصدی تعداد دانـه در بوته نسبت به شاهد مشـاهده شـد. بـین تیمـار ۲۵کیلـوگرم و سـایر تیمارهای کود نیتروژن اختلاف آماری وجود نداشت. کود نیتروژن با افزایش تعداد دانه در چتر باعث افزایش تعداد دانـه در بوتـه گیاهـان خانواده چتریان شده و در افزایش عملکرد مؤثراست (Akbarinia *et al*., 2004). مصرف نانوکود دامی باعث افزایش تعداد دانـه در بوتـه رازیانه گردید (جدول۴).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- مقایسه میانگین صفات کمی و کیفی رازیانه تحت تأثیر کودهای نانو دامی و نیتروژن

Table 4- Means comparison of quantitative and qualitative traits of fennel affected by nono-organic manure and nitrogen fertilizers

	ارتفاع Height (cm)	تعداد ساقه فرعی No. of lateral branch	تعداد چتر دربوته No. of umbel per plant	تعداد دانه درچتر No. of seed per umbel	تعداد دانه دربوته No. of seed per plant	وزن هزاردانه Weight of 1000 Seed (g)	وزن تَر تک بوته Fresh weight of plant (g)	وزن خشک تک بوته Dry weight of plant (g)
				کود نانو دامی Nano organic manure (ton ha^{-1})				
0	77.95c	8.02c	24.13b	20.15	486.53b	2.51b	89.89 b	21.40b
10	80.35 b	9.77 ab	25.03b	22.13	522.48 a	3.60 a	150.91 a	35.93 a
20	81.16 b	8.79 bc	25.57 ab	21.91	557.99 a	3.63 a	154.20 a	36.71 a
30	84.00 a	11.00 a	26.71a	21.43	568.47a	3.61 a	159.09a	37.88 a
				کود نیتروژن Nitrogen fertilizer (kg ha^{-1})				
0	78.76c	9.09	24.54	19.09b	468.56 b	3.24	117.12 b	27.89 b
25	80.46 bc	8.86	25.28	21.93 a	552.16a	3.35	141.22 a	33.62 a
50	81.59 ab	9.67	25.81	22.09 a	565.04 a	3.37	145.47 a	34.64 a
75	82.66 a	9.97	25.81	22.51a	579.71 a	3.40	150.29 a	35.78 a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج‌درصد ندارند.

In each column means with same letter according to Duncan test are not significantly different at 5% level of probability.

www.SID.ir

Archive of SID

ادامه جدول ٤ – مقایسه میانگین صفات کمی و کیفی رازیانه تحت تأثیر کودهای نانو دامی و نیتروژن

Continued table 4 - Means comparison of quantitative and qualitative traits of fennel affected by nono-organic manure and nitrogen fertilizers

عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد کاه Straw yield	شاخص برداشت Harvest index	عملکرد اسانس دانه Seed essence yield	عملکرد اسانس پیکره Straw essence yield	عملکرد اسانس کل Total essence yield
کیلوگرم در هکتار ($kg\ ha^{-1}$)			درصد	کیلوگرم در هکتار ($kg\ ha^{-1}$)		
کود نانو دامی Nano organic manure ($ton\ ha^{-1}$)						
0 641.12b	2140.3 b	1499.20 b	30.04 a	17.45 c	12.91b	30.36b
10 1049.08a	3593.2 a	2544.09 a	29.22 b	28.65b	32.41a	61.06a
20 1067.41 a	3671.3a	2603.88 a	29.09 b	31.51a	31.61a	63.11a
30 1079.87a	3788.0a	2708.18 a	28.51 c	31.29a	32.19a	63.48a
کود نیتروژن Nitrogen fertilizer ($kg\ ha^{-1}$)						
0 811.50 b	2788.7 b	1977.17 b	29.30	21.13c	22.72c	43.85c
25 977.93 a	3362.3 a	2384.40 a	29.16	27.24b	27.12b	54.37b
50 1006.42 a	3463.6 a	2457.18 a	29.15	29.27a	29.82a	59.09a
75 1041.63 a	3578.2 a	2536.60 a	29.22	31.25a	29.46a	60.70a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج‌درصد ندارند.

In each column means with same letter according to Duncan test are not significantly different at 5% level of probability.

www.SID.ir

Archive of SID

افزودن ۱۰تن نانوکود باعث افزایش ۱۳/۵درصدی تعداد دانه در بوته نسبت به شاهد شد. بین این تیمار و سایر تیمارهای نانوکود دامی اختلاف آماری وجود نداشت. نانوکود دامی باعث تغذیه مناسب ریشه‌ها شده و رشد سبزینگی و تولید را در گیاه افزایش می‌دهد. یافته‌های آزمایشات Krishmamoorthy *et al.,* 2000 بر گیاه دارویی زنیان(*Ajowan caraway*) و Salem and Awad, 2005 روی گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum*) که هر دو از خانواده چتریان و هم‌خانواده با رازیانه هستند نشان داد که تعداد دانه در بوته با افزودن کود نیتروژن و کود دامی افزایش یافت.

وزن هزاردانه

وزن هزاردانه نشان‌دهنده وضعیت و طول دوره زایشی گیاه است. از بین اجزاء عملکرد، وزن هزاردانه خصوصیتی ژنتیکی بوده و کمتر تحت تأثیر عوامل زراعی و شرایط محیطی قرار می‌گیرد (Sarmadnia and Kochaki, 1999). وزن هزاردانه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای نانوکود دامی قرار گرفت. مصرف کود نیتروژنه به‌تنهایی و هم‌چنین مصرف توأم آن با نانوکود اثر معنی‌داری بر وزن هزاردانه نداشت (جدول۳). جدول ۴ نشان می‌دهد که با افزایش نانوکود وزن هزاردانه افزایش یافت. افزایش ۱۰تن نانوکود باعث ۴۳/۴درصد افزایش در وزن هزاردانه رازیانه نسبت به شاهد گردید. مصرف ۲۰ و ۳۰تن نانوکود دامی تأثیری در افزایش وزن هزاردانه نسبت به تیمار ۱۰تن نانوکود نداشت. Moradi *et al,* 2010 بیان داشتند که احتمالاً به‌دلیل کوچک‌بودن بذر رازیانه افزایش جزئی در وزن هزاردانه چندان محسوس نیست. Jamshidi *et al,* 2010 مشاهده نمودند که بین تیمار تغذیه با کود شیمیایی و کود آلی از نظر وزن هزاردانه اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد. Akbarinia *et al,* 2004 نیز تأثیر کود شیمیایی را بر وزن هزاردانه زنیان بی‌اثر دانستند.

وزن تَر و خشک بوته

تأثیر نانوکود و کود نیتروژنه بر عملکرد وزن تَر و خشک بوته در سطح احتمال یک‌درصد معنی‌دار شد، اما اثر متقابل آن‌ها بر این صفات معنی‌دار نشد (جدول ۳). افزایش ۲۰/۵ و۲۰/۶درصدی وزن خشک و تر بوته نسبت به شاهد با افزودن ۲۵کیلوگرم کود نیتروژن مشاهده شد. بین تیمار ۲۵کیلوگرم و سایر تیمارهای کود نیتروژن اختلاف آماری وجود نداشت. مصرف نانوکود دامی باعث افزایش وزن خشک و تَر بوته رازیانه گردید. افزودن ۱۰تن نانوکود باعث افزایش ۶۷/۹ و ۶۷/۸درصدی وزن خشک و تر بوته نسبت به شاهد شد. بین این تیمار و سایر تیمارهای نانوکود دامی اختلاف آماری وجود نداشت. افزودن ۱۰تن نانوکود و ۲۵کیلوگرم نیتروژن هر کدام به‌تنهایی باعث افزایش وزن خشک و تَر تک‌بوته رازیانه شد و مصرف بیش‌تر هرکدام تأثیر چندانی بر این صفت نداشت (جدول ۴). به‌طور کلی افزایش تجمع ماده خشک نشان‌دهنده توانایی سایه‌انداز گیاهی در استفاده از عوامل محیطی نظیر نور، مواد غذایی و آب برای تولید ماده خشک می‌باشد. نتایج تحقیق Mirshekari and Farahvash, 2009 نشان داد که افزایش وزن خشک بوته می‌تواند ناشی از افزایش شاخص سطح برگ و در نتیجه افزایش سرعت رشد محصول باشد.

عملکرد بیولوژیک

عملکرد بیولوژیک تحت تأثیر کود دامی و کود نیتروژن قرار گرفت، اثر متقابل آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر عملکرد بیولوژیک نداشت (جدول۳). مقایسه میانگین ها نشان داد که مصرف ۲۵کیلوگرم کود نیتروژن باعث افزایش ۲۰/۵درصدی عملکرد بیولوژیک نسبت به شاهد شد. بین تیمار ۲۵کیلوگرم و سایر تیمارهای کود نیتروژن اختلاف آماری وجود نداشت. مصرف ۱۰تن نانوکود دامی باعث افزایش ۶۷/۸درصدی عملکرد بیولوژیک نسبت به شاهد شد. بین تیمار۱۰تن و سایر تیمارهای نانوکود دامی اختلاف آماری وجود نداشت (جدول۴). نتایج آزمایشات Moradi *et al,* 2010 و Sharifi and Haghnia, 2008 در گیاه رازیانه وAkbarinia *et al,* 2003 در زنیان وAhmadian, 2006 در زیره سبز (*Cuminum cyminum*) نشان داد که با افزایش کود دامی عملکرد بیولوژیک افزایش یافت. این مسئله نشان می‌دهد که مناسب‌بودن شرایط محیطی باعث رشد رویشی بیشتر و تولید تعداد چتر بیشتر و به‌دنبال آن افزایش عملکرد بیولوژیک گردید.

عملکرد کاه

عملکرد کاه از اختلاف عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه به‌دست آمده و بیان‌گر میزان کاه‌وکلش تولید شده (برگ و شاخه) یا قسمت غیر اقتصادی گیاه می‌باشد که شاید رقیبی برای تولید دانه محسوب شود (Ahmadian, 2006). عملکرد کاه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای کود نیتروژن و نانوکود دامی قرار گرفت، اما اثر متقابل این دو کود تأثیر معنی‌داری بر عملکرد کاه نداشت (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که مصرف ۲۵کیلوگرم کود نیتروژن باعث افزایش۲۰/۶درصدی عملکرد کاه نسبت به شاهد شد. بین تیمار ۲۵کیلوگرم و سایر تیمارهای کود نیتروژن اختلاف آماری وجود نداشت. مصرف ۱۰تن نانوکود دامی باعث افزایش ۶۹/۷درصدی عملکرد کاه نسبت به شاهد شد. بین تیمار۱۰تن و سایر تیمارهای نانوکود دامی اختلاف آماری وجود نداشت (جدول ۴). کود دامی باعث افزایش عملکرد بیولوژیک، تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در بوته و عملکرد دانه نیز گردید. بنابراین، افزایش تولید دانه مستلزم رشد بیشتر اندام‌های رویشی است که عملکرد کاه بیش‌تری را به‌وجود خواهد

www.SID.ir

Archive of SID

آورد. آزمایشات Sharif Ashor Abadi, 2002 بر رازیانه، Akbarinia *et al,* 2004 بر زنیان و Salem and Awad, 2005 بر گیاه گشنیز (*Coriandrum sativum*) نیز افزایش عملکرد کاه را با افزایش کود نیتروژن و کود دامی نشان داد.

عملکرد دانه

نانوکود دامی و کود نیتروژنه بر عملکرد دانه (عملکرد اقتصادی) تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک‌درصد داشت. اما اثر متقابل نانوکود و نیتروژن بر عملکرد دانه معنی‌دار نشد (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که مصرف ۲۵کیلوگرم کود نیتروژن باعث افزایش۲۰/۵درصدی عملکرد دانه نسبت به شاهد شد. بین تیمار ۲۵کیلوگرم و سایر تیمارهای کود نیتروژن اختلاف آماری وجود نداشت. مصرف ۱۰تن نانوکود دامی باعث افزایش ۶۳/۶درصدی عملکرد دانه نسبت به شاهد شد. بین تیمار۱۰تن و سایر تیمارهای نانوکود دامی اختلاف آماری وجود نداشت (جدول ۴). کودهای دامی و نیتروژن با افزایش تعداد دانه در بوته و به‌دنبال آن افزایش عملکرد بیولوژیک توانسته‌اند باعث افزایش عملکرد دانه شوند.کود دامی ضمن در دسترس قراردادن بسیاری از عناصر ضروری و غیر ضروری برای گیاه با بهبود شرایط رشد ریشه و در نتیجه افزایش رشد، تعداد چتر بیش‌تر را در پی‌خواهد داشت. این افزایش رشد سبزینگی گیاه باعث تولید دانه‌های بیش‌تر و باروری موفق‌تر آن‌ها شده و در مجموع عملکرد دانه افزایش می‌یابد. نتایج حاصل با نتایج Krishmamoorthy and Madalager, 2000 بر زنیان ، Sharif Ashor Abadi, 2002 بر رازیانه و Tabrizi, 2005 بر گیاه اسفرزه (*Plantago psyllium*) مطابقت داشت. Ahmadian, 2006 نیز با بررسی روی زیره‌سبز بیان نمود که کود دامی بر عملکرد دانه تأثیر گذاشته و باعث افزایش معنی‌داری به‌میزان ۱۵درصد می‌شود. Mirshekari and Farahvash, 2009 نیز بیان نمود با افزایش نیتروژن عملکرد دانه گیاه رازیانه افزایش می‌یابد.

شاخص برداشت

نانوکود دامی تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک‌درصد بر شاخص برداشت داشت، در حالی‌که شاخص برداشت تحت تأثیر مصرف کود نیتروژن و اثر متقابل آن با نانوکود قرار نگرفت (جدول ۳). با توجه به این‌که شاخص برداشت تحت تأثیر تیمارها و اثر متقابل آن‌ها قرار نگرفته است، نشان می‌دهد که گیاه رازیانه در شرایط متفاوت تغذیه‌ای سهم تقریباً ثابتی از مواد فتوسنتزی خود را به عملکرد دانه و بیولوژیک اختصاص داده و تناسب دانه به سایر اندام‌های گیاه تغییر چندانی نمی‌کند. برخی محققین گزارش کرده‌اند که شاخص برداشت گیاهان تحت تأثیر ژنتیک بوده و کمتر تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد (Ahmadian, 2006). نتایج آزمایش نشان داد که با مصرف کود نیتروژن عملکرد دانه و بیولوژیک افزایش معنی‌داری یافته است، اما شاخص برداشت تحت تأثیر قرار نگرفت.

عملکرد اسانس رازیانه

نانوکود دامی و کود نیتروژنه بر عملکرد اسانس رازیانه تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک‌درصد داشت، اما اثر متقابل نانوکود و نیتروژن بر عملکرد اسانس رازیانه معنی‌دار نشد (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که افزایش نیتروژن سبب افزایش عملکرد اسانس دانه و پیکر رویشی رازیانه به‌ترتیب ۲۹ و ۱۹/۴درصد نسبت به شاهد شد. بین تیمارهای ۵۰ و ۷۵کیلوگرم نیتروژن اختلاف آماری وجود نداشت. مقایسه میانگین عملکرد اسانس رازیانه در تیمارهای مختلف نانوکود دامی نشان دهنده افزایش عملکرد با افزایش میزان مصرف نانوکود دامی بود. مصرف نانوکود باعث افزایش عملکرد اسانس دانه و پیکر رویشی رازیانه به‌ترتیب ۶۴/۲ و ۱۵۱درصد نسبت به شاهد شد. افزایش ۲۵کیلوگرم نیتروژن و ۱۰تن نانوکود دامی هر کدام به‌تنهایی باعث افزایش عملکرد اسانس رازیانه گردید و مقادیر بالاتر هر کدام تأثیر معنی‌داری بر افزایش عملکرد اسانس نداشت (جدول ۴). در برخی از گزارش هایی توسط Khan *et al,* 1999 به افزایش میزان اسانس رازیانه تحت تأثیرکودهای شیمیایی اشاره شده است. Kapoor *et al,* 2004 و Mona *et al,* 2008 نیز گزارش کردند که کودهای آلی سبب افزایش عملکرد اسانس رازیانه می‌شود که با نتایج به دست آمده از مصرف نانوکود و کود نیتروژن در این آزمایش مطابقت داشت.

نتیجه‌گیری

مصرف ۱۰تن نانوکود دامی و ۲۵کیلوگرم کود نیتروژن هرکدام به‌تنهایی باعث افزایش عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، کاه و عملکرد اسانس رازیانه گردید. مقادیر بالاتر از هر کدام از این تیمارها تأثیری بر عملکرد نداشت. مصرف ۲۵کیلوگرم کود نیتروژن از طریق بهبود اجزای عملکرد و افزایش عملکرد بیولوژیک باعث افزایش عملکرد دانه شد. کود نانو با افزایش تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در بوته و وزن هزاردانه باعث افزایش شاخص برداشت گردید. با توجه به‌این‌که اثر متقابل تیمارها در صفات مورد مطالعه در این آزمایش معنی‌دار نشد، می‌توان عدم مصرف توأم کودهای نانو دامی با کود شیمیایی نیتروژن را توصیه نمود. هم‌چنین می‌توان نتیجه گرفت مصرف ۱۰تن نانوکود دامی عملکرد کمی و کیفی قابل‌قبولی در گیاه دارویی رازیانه تولید می‌نماید که می‌تواند جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی نیتروژنه شده و مصرف مقادیر بیش‌تر از ۱۰تن نانوکود دامی در هکتار به‌منظور افزایش عملکرد و بهبود کیفیت

www.SID.ir

Archive of SID

توصیه نمی‌شود.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از ریاست و کارشناسان مزرعه و آزمایشگاه‌های پژوهشکده زعفران دانشگاه تربت‌حیدریه که این پژوهش با حمایت مادی و معنوی پژوهشکده زعفران دانشگاه تربت‌حیدریه انجام شده است، صمیمانه تشکر می‌گردد.

References

1. Abdallah, N., El- Gengaihi, S., and Sedrak, E. 1978. The effect of fertilize treatment on yield of seed and volatile of fennel (*Foeniculum vulgare*). Journal of Medicinal and Aromatic Plants 33(9): 607-608.
2. Ahmadian, A. 2006. Effect of irrigation frequency and manure on the quality and quantity of cumin. MSc thesis. Zabol University. (In Persian with English Abstract).
3. Akbarinia, A., and Tahmasbi sarvestani, A. 2003. Effect of different feeding systems on yield and essential oil content of seeds Ajowan. Journal of Medicinal and Aromatic Plants 18:79-89. (In Persian with English Abstract).
4. Akbarinia, A., Ghalavand, A., Sefidkan, F., Rezayi, M., and Sharifi Ashorabadi, A. 2004. The effect of chemical fertilizer, manure on yield and essential oil content of seeds Ajowan modulator. Research and Development 16(4): 32- 42. (In Persian with English Abstract).
5. Badran, F. S., and Safwat, M. S. 2004. Response of fennel plants to organic manure and bio-fertilizers in replacement of chemical fertilization. Egyptian Journal of Agricultural Research 82: 247-256.
6. Baybordi, Y., Malakoti, J., Amirmakri, H., and Nafisi, M. 2000. Production and consumption of chemical fertilizers in line with the objectives of sustainable agriculture. Publish Agricultural Education 97 PP.
7. Black, I., and Dyson, C. 2008. Thirty years of change in South Australian broadacre agriculture. In Global Issues, Paddock Action Proc. 14th Australian Agronomic Conference Adelaide. South Australia, Australian Societa Agronomic. 21–25 September.
8. Chandhary, G. R. 1989. Effect of nitrogen level and weed control on weed competition, nutrient uptake of Cumin (*Cuminum cyminum* L.). Indian Journal of Agricultural Science 59(6): 397-399.
9. Darzi, M. T., and Hadj Seyed Hadi, M. R. 2003. Evaluation of agronomic and ecological issues of chamomile and fennel. Olive magazine 152: 42-49. (In Persian with English Abstract).
10. Ehsanipour, A., Razmjoo, K., and Zeinali. H. 2013. Effect of nitrogen rates on yield, yield components and essential oil content of several fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) populations. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 28 (4) 579-593. (In Persian with English Abstract).
11. Fitzgerald, G., Rodriguez, D., and Leary, G. O. 2010. Measuring and predicting canopy nitrogen nutrition in wheat using a spectral index. The canopy chlorophyll content index (CCCI). Field Crops Research 116: 318-324.
12. Jamshidi, E., Ghalavand, A., Sefidkon, F., and Goltapeh, A. 2010. Positive effect of fungi *Piriformospora Indica* on fennel yield, yield components under effect organic matter. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production 7-14. (In Persian with English Abstract).
13. 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.
14. Khan, M. M., and Azam, Z. M. 1999. Change in the essential oil constituents of *Foeniculum vulgare* in relation of basal and foliar application of nitrogen and phosphorus. Journal Plant Nutrition 11: 2205-2515.
15. Krishmamoorthy, V., and Madalager, M. B. 2000. Effect of interaction of nitrogen and phosphorus on seed and essential oil of Ajowan (*Trachypermum ammi*). Journal of Spices and Aromatic Crops 9(2): 137- 149.
16. Mahfouz, S. A., and Sharaf Eldin, M. A. 2007. Effect of mineral biofertilizer on growth, yield and essential oil content of Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). International Agrophisics 21(4): 361-366.
17. Manafi Molayosefi, M., and Hayati, B. 2010. Production and export of medicinal plants, advantages, problems and solutions. Proceedings of the First Regional Conference on Marketing Medicinal Plants Kurdistan.145-156 (In Persian with English Abstract).
18. Mirshekari, B., and Farahvash, F. 2009. Irrigation management and Nitrogen fertilization in Fennel in a semi-arid climate quarterly. Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research 27(4): 541-550. (In Persian with English Abstract.)
19. Mona, Y., Kandil, A. M., and Swaefy Hend, M. F. 2008. Effect of three different compost levels on Fennel and Salvia growth character and their essential oils. Biological Sciences 4: 34-39.
20. Moradi, R., Rezvani Moghaddam, P., Nasiri Mahallati, M., and Lakzian, A. 2010. The effect of application of organic and biological fertilizers on yield, yield components and essential oil of *Foeniculum vulgare* (Fennel).

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Agricultural Research 7(2): 625-635. (In Persian with English abstract).
21. Movaghatian, A., and Siahposh, A. 2011. Effect of integrated nutrient management and yield components of Fennel. Journal of Agriculture 37(2): 113-126. (In Persian with English Abstract).
22. Omidbaigi, R. 2007. Production and processing of medicinal plants. Volume 2. 4th. Edition. Astan Qods Razavi Publications, Beh Nashr. 438 pp.
23. Picard, D., Ghiloufi, M., Saulas, P., and Tourdonnet, S. 2010. Does undersowing winter wheat with a cover crop increase competition for resources and is it compatible with high yield? Field Crops Research 115: 9–18.
24. Salem, A. G., and Awad, A. M. 2005. Response of Coriander plants to organic and mineral fertilizers fertigated in sandy soils. Egyptian Journal Agricultural Research 83(2): 829-858.
25. Sarmadnia, GH. H., and Kochaki, A. 1999. Crop Physiology. Press Mashhad University Jihad. 400 PP
26. Sharifi, Z., and Haghnia, GH. 2008. Effect Nitroxin biological fertilizer on yield and yield components wheat Sabalan. The National Conference of Ecological Agriculture. Iran. Gorgan.104-108. (In Persian with English Abstract).
27. Sharif Ashor Abadi, A. 2002. Effect of organic and chemical fertilizers on yield Fennel. Journal of Medicinal and Aromatic Plants in Iran.7: 1-26. (In Persian with English Abstract).
28. Singh, R. V., and Chauhan, S. P. S. 1994. Response of barley to the levels and sources of nitrogen with and without zinc in relation to yield and water use under dryland conditions. Bhartiya Krishi Anusandhan Patrika. 6: 43-48.
29. Soltaninejhad, F., Fallah, S., and Heidari, M. 2014. Effect of different sources and rates of nitrogen fertilizer on the growth and biomass production of purslane (*Portulaca oleracea*). Journal of Crop Production 6(3): 125-143. (In Persian with English abstract).
30. Sumner, M. E. 2000. Beneficial use of effluents, waste and biosolids. Communication in Soil and Plant Analyses 31:1701-1715.
31. Tabrizi, L .2005. The effect of moisture and manure on quantitative and qualitative characteristics of Fleawort. MSc thesis. Faculty of Agriculture. Ferdowsi University of Mashhad.
32. Wagner, H. 1993. Maximizing seed yield and important components of Fennel (*Foeniculum vulgare*). Seed Science Journal 95: 114-117.

www.SID.ir

Archive of SID

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 14, No. 4, Winter. 2017, p. 775-787

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۴، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۵، ص. ۷۸۷-۷۷۵

The Effect of Application of Nitrogen Fertilizer and Nano-Organic Manure on Yield, Yield Components and Essential Oil of Fennel (*Foeniculum vulgar* Mill.)

S. Khoshpeyk[1]- R. Sadrabadi Haghighi[2*]- A. Ahmadian[3]

Received: 24-11-2015
Accepted: 09-01-2016

Introduction

Since discovery of food, clothing and shelter, human wanted to improve their physical sufferings, and using experience separated toxic plants from non – toxic ones and medicinal herbs from non – medicine. Medicinal herbs are agricultural products which have a very important role in the health of people in society. Among the medicinal herbs, fennel with scientific name *(Foeniculum vulgare* Mill.) traditionally was used for treating problems such as Inflammation and Cramping. Now, one of the main objectives of the modern agriculture is decreasing the consumption of fertilizers and greater the use of organic fertilizers especially livestock fertilizers. The use of organic fertilizers in nano-dimensions can absorb the nutrients needed to plant. Better use of nano-technology for producing organic fertilizers, suitable for recruiting plant can help plants in variable environmental conditions and be effective in the growth, quantity and quality performance (Sumner, 2000). By the considering the same management of organic and chemical fertilizers consumption especially nano–organic fertilizers, is of great importance and necessitate further research and consideration in all kinds of plants, medical and aromatic herbs and plants in particular.

Materials and Methods

A factorial experiment, arranged in a randomized complete blocks design with three replications, was conducted in the Saffron Research Institute at Torbat - Heydarieh University in 2014. The geographical location of the experimental station was 35º 20´ N and 59º 13´ E with the altitude of 1450 m. Factors, including utilization of nano-organic fertilizer in four levels (zero, 10, 20 and 30 tons per hectare) and nitrogen fertilizers application in four levels (0, 25 , 50 and 75 kg per hectare). Each experimental plot was 3 m long and 2 m wide and contained 4 rows with 50 cm distance. Seeds were directly sown by hand in late May. First irrigation was done 10 days after seedling emergence. The rest of irrigation was done every 5 days. The spacing between plants were 20 cm that was achieved by thinning plants in 3-4 leaves stage .Weeding was done manually tree times. Fennel harvesting was done in early September at the time of physiological maturity. At the first five plants harvested randomly from each plot for measurement of plant height, the number of lateral branches per plant, the number of umbels per plant, the number of seeds per umbel, the number of seeds per plant, weight of 1000 seed and fresh and dry weight of plant. Then for measurement of biomass, grain yield and harvest index, one m^{-2} of center of each plot was harvested. Seed and straw essence were measured using distillation method with distilled water by Clevenger apparatus. The data was analyzed using the SAS software. Means comparisons were done with Duncan's multiple rang test at 5% probability.

Results and Discussion

Results showed that height, the number of lateral branches, the number of umbels per plants, the number of seeds per plant, 1000 seed weight, dry weight, seed yield, straw yield, biological yield, harvest index, and essence yield were affected by nano-organic manure. Nitrogen fertilizers had significant effect on height, the number of seeds per umbrella, the number of seeds per plant, plant fresh and dry weight, seed yield, straw yield, biological yield and essence yields while the number of lateral branches, umbels per plant, seed weight and harvest index was not affected by this factor. The interaction of nano- organic manure and nitrogen fertilizer had not significant effect on the measurement characteristics. While the application of 10 ton ha^{-1} of nano-organic manure or 25 kg ha^{-1} of nitrogen fertilizer could increase biological, seed, straw and essential oil yield, higher amount utilization values of each treatment had no effect .Consumption of 25 kg ha^{-1} of nitrogen fertilizer increased seed yield by increasing the biological yield, while 10 tons ha^{-1} nano-organic manure increased yield by increasing the number of umbrellas per plant, number of seeds per plant and seed weight.

1- Agronomy MSc. Student, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran
2- Professor, Agronomy and Plant Breeding Department, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran
3- Assistant Professor, Department of Plant Production, Saffron Institute, University of Torbat Heydarieh,Torbat Heydarieh, Iran
(*- Corresponding Author Email: rsadarabadi@mshdiau.ac.ir)

www.SID.ir

Archive of SID

Conclusions

In general it can be concluded that consumed 10 ton ha-1 of nano-organic manure can be an appropriate alternative for nitrogen fertilizers in fennel and probably has less adverse effects on environment.

Keywords: Biological yield, Harvest index, Number of seeds per umbel, Number of umbel per plant

www.SID.ir