نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۶، ص. ۱۲۸-۱۱۵

Journal of Agroecology
Vol. 9, No. 1, Spring 2017, p. 115-128

اثر منابع مختلف نیتروژن و کودهای آلی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی زنیان (*Trachyspermum ammi* L.)

زهرا صیدی[1*]، اسفندیار فاتح[2] و امیر آینه بند[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۶/۳۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۱/۰۸

صیدی، ز.، فاتح، ا.، و آینه بند، ا. ۱۳۹۶. اثر منابع مختلف نیتروژن و کودهای آلی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی زنیان (*Trachyspermum ammi* L.). بوم‌شناسی کشاورزی، ۹(۱): ۱۲۸-۱۱۵.

چکیده

به منظور بررسی اثر منابع مختلف نیتروژن و کودهای آلی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی زنیان (*Trachyspermum ammi* L.)آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتور اول شامل منابع مختلف نیتروژن در چهار سطح شاهد (بدون منبع نیتروژن)، اوره معمولی، اوره کند رها، نصف اوره کند رها + آلکازت پلاس) و فاکتور دوم شامل کودهای آلی در چهار سطح شاهد (بدون کود آلی)، هیومیک اسید، ورمی‌کمپوست، نصف ورمی‌کمپوست + هیومیک اسید) بود. نتایج نشان داد برهمکنش میان منابع مختلف نیتروژن و کودهای آلی بر صفات ارتفاع بوته، تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه معنی‌دار بود. بیش‌ترین میزان ارتفاع بوته (۱۱۷/۸ سانتی متر) مربوط به تیمار اوره کند رها همراه ورمی‌کمپوست، تعداد دانه در چتر (۴۲۴/۳) تیمار شاهد همراه نصف ورمی‌کمپوست + هیومیک اسید ، وزن هزار دانه (۱/۱۴۰ گرم) تیمار نصف اوره کند رها+ آلکازت پلاس همراه هیومیک اسید به‌دست آمد. همچنین بالاترین میانگین تعداد شاخه فرعی (۴۰/۹)، تعداد چتر در بوته (۸۷/۲۷)، عملکرد بیولوژیک (۸۵۰۷/۱ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد دانه (۱۶۷۰ کیلوگرم در هکتار) در تیمار اوره معمولی همراه ورمی‌کمپوست حاصل شد و نهایتا صفت شاخص برداشت (۳۲ درصد) بیش‌ترین میزان را در تیمار نصف اوره کند رها + آلکازت پلاس همراه ورمی‌کمپوست دارا بود. با توجه به نتایج این پژوهش، به منظور حصول بهترین عملکردگیاه زنیان کاربرد کود ورمی‌کمپوست به همراه اوره معمولی در منطقه مورد آزمایش و مناطقی با شرایط اقلیمی مشابه پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: اوره معمولی، اوره کند رها، آلکازت پلاس، هیومیک اسید، ورمی‌کمپوست

مقدمه

زنیان (*Trachyspermum ammi* L.) که در فارسی انیسون بری یا بادیان رومی نیز نامیده می‌شود، گیاهی علفی و یکساله از تیره چتریان[4] است که ارتفاع آن به ۳۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر می‌رسد. زنیان در منطقه مدیترانه، جنوب غرب کشورهای آسیایی، ایران، عراق، افغانستان و مصر کشت شده ولی با این حال، تولید کننده و صادر کننده عمده آن کشور هند می‌باشد میزان اسانس و ترکیبات شیمیایی زنیان بسته به منطقه و مرحله برداشت بین دو تا چهار درصد متفاوت بوده و مهم‌ترین ترکیبات اسانس آن را تیمول، کارواکرول، آلفا و بتا-پینن، ترپینن و پاراسیمن تشکیل می‌دهند (Akbarinia et al., 2005). بیش‌تر اجزای این اسانس از ترکیبات فنلی هستند که دارای خواص آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی بوده و در نتیجه قابلیت استفاده به عنوان نگهدارنده در مواد غذایی دارند. همچنین اسانس این گیاه کاربردهای متنوعی در پزشکی و صنایع داروسازی دارد (Aberoomand Azar et al., 2010).

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد اگرواکولوژی، دانشیار، استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز
(* نویسنده مسئول: Email: Zahra.saydi@yahoo.com)
DOI:10.22067/jag.v9i1.49334
۴- Apiaceae

استفاده از کودهای شیمیایی به عنوان سریع‌ترین راه برای جبران کمبود عناصر غذایی خاک گسترش چشمگیری یافته است. در بسیاری موارد کاربرد کودهای شیمیایی باعث آلودگی‌های محیطی و صدمات اکولوژیکی می‌شود که خود سبب افزایش هزینه‌های تولید می‌گردد (Moradi et al., 2011). یکی از راهکارهای رفع این مشکلات استفاده از اصول کشاورزی پایدار در بوم‌نظام‌های زراعی می‌باشد. امروزه کودهای زیستی به عنوان جایگزینی برای کودهای شیمیایی مطرح شده است (Coba et al., 2005). کودهای زیستی شامل انواع مختلف ریز موجودات آزادزی هستند (Vessey, 2003) که قادرند عناصر غذایی پر مصرف را از فرم غیر قابل دسترس به فرم قابل دسترس تبدیل کرده و سبب بهبود جوانه‌زنی بذور و نیز توسعه سیستم ریشه‌ای گیاه می‌گردند (Rajendran & Devaraj, 2004). همچنین مصرف کودهای زیستی غالبا موجب بهبود شرایط فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک شده و حاصلخیزی آن را افزایش می‌دهد (Fatma et al, 2008).

از جمله کودهای زیستی، باکتری‌های تحریک‌کننده رشد گیاه نظیر *ازتوباکتر* هستند. *ازتوباکتر* در تثبیت زیستی نیتروژن اهمیت داشته و توانایی ساخت و ترشح مواد بیولوژیکی فعال مانند ویتامین‌های B، اسید نیکوتینیک، بیوتین، اکسین‌ها، جیبرلین‌ها و غیره را در محیط ریشه گیاه دارد که باعث افزایش رشد ریشه می‌شوند (Naghdi Badi et al., 2013). قیلاوی زاده و همکاران (Ghilavizadeh et al., 2013) اثر کودهای زیستی و تراکم گیاهی را بر محتوای اسانس و اجزای عملکرد گیاه زنیان در منطقه فیروزکوه مورد بررسی قرار دادند. آنان دریافتند که کاربرد *ازتوباکتر* و *آزوسپیریلیوم* باعث افزایش عملکرد دانه گیاه زنیان شد. همچنین درصد اسانس دانه در اثر تلقیح بذر با *ازتوباکتر* و *آزوسپیریلیوم* و محلول‌پاشی با باکتری‌های مذکور افزایش یافت. از طرفی عملکرد اسانس نیز با کاربرد این کودها افزایش نشان داد. دهقانی (Dehghani, 2010) با مقایسه تیمار کود زیستی (شامل *ازتوباکتر*، *آزوسپیریلیوم* و *باسیلوس*)، کود شیمیایی کامل (NPK) و شاهد، مشاهده کرد که کاربرد کود زیستی سبب افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته، اندازه (قطر) کاپیتول‌ها و تعداد کاپیتول در بوته بابونه شیرازی (*Matricaria recutita* L.) شد.

کود آلی ورمی‌کمپوست شامل مخلوط زیستی بسیار فعالی از باکتری‌ها، آنزیم‌ها، بقایای گیاهی و پیله‌های کرم خاکی می‌باشد که استفاده از آن علاوه بر افزایش جمعیت و فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید خاک، سبب فراهم شدن عناصر غذایی محلول مورد نیاز گیاه شده که بهبود رشد و عملکرد گیاه را به دنبال دارد (Fayazi et al., 2014). ورمی‌کمپوست یک ماده آلی پیت مانند است که به دلیل دارا بودن ویژگی هوموسی باعث نرمی بافت خاک، افزایش تهویه و ظرفیت نگهداری آب خاک می‌شود (Majidian Habibi, 2014 &). نتایج مطالعه شیرزادی و همکاران (Shirzadi et al., 2013) نشان داد که مصرف توأم ورمی‌کمپوست، مایکوریزا و *ازتوباکتر* باعث افزایش ارتفاع بوته، تعداد برگ در بوته، تعداد گل‌آذین در بوته، قطر ساقه، عملکرد وزن خشک و عملکرد وزن تر اندام هوایی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) شد. گزارش مؤمنی فیلی و همکاران (Momeni fili et al., 2014) نیز حاکی از اثر مثبت ورمی‌کمپوست بر تعداد غلاف در بوته، تعداد غلاف در متر مربع، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت سویا (*Glycine max* L.) بود.

هیومیک اسید یک پلیمر طبیعی است که دارای مکان‌های تبادل کاتیونی بوده (Rahi et al., 2012) و نقش مستقیمی در تعیین پتانسیل تولیدی خاک دارد (Haghparast et al., 2012). برغمدی و همکاران (Barghamadi, 2013) اثر سطوح مختلف نیتروکسین و اسید هیومیک را بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه زنیان در زابل بررسی کرده و مشاهده نمودند که تأثیر هیومیک اسید بر وزن هزار دانه، تعداد چتر در بوته، تعداد شاخه جانبی در بوته، میزان کلسیم اندام هوایی، میزان نیتروژن دانه، درصد مواد آلی دانه، درصد اسانس و عملکرد اسانس معنی‌دار بود و بهترین اسانس (۴/۱۷ درصد) و عملکرد اسانس (۶۴/۷۵ کیلوگرم در هکتار) از تیمار سه کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک به دست آمد. گزارش هاکان و همکاران (Hakan et al., 2011) نیز حاکی از اثر مثبت کاربرد محلول ۰/۰۱ درصد اسید هیومیک در جذب عناصر مس، روی، منگنز، فسفر و سدیم در گیاه ذرت بود. همچنین گولسر و همکاران (Gulser et al., 2010) بیان کردند که با کاربرد اسید هیومیک، وزن تر و خشک برگ و ساقه فلفل (*Capsicum frutesens* L.) افزایش یافت.

نتایج مطالعات برخی پژوهشگران نشان می‌دهد که استفاده از کودهای آلی مانند ورمی‌کمپوست به صورت غنی شده با کود شیمیایی در مقایسه با مصرف جداگانه، رشد و عملکرد گیاه را به مقدار بیش‌تری افزایش می‌دهد (Tejada & Gonzalez, 2006)، که این امر به دلیل تأثیر کودهای شیمیایی مصرفی در کاهش زمان لازم برای

تجزیه کودهای آلی و در نتیجه فراهم شدن عناصر تغذیه‌ای برای گیاه می‌باشد (Tejada & Gonzalez, 2006). با توجه به اهمیت زنیان به عنوان یک گیاه دارویی و نیز لزوم جایگزینی کودهای شیمیایی با کودهای آلی و زیستی در راستای کشاورزی پایدار و تولید محصولات سالم، این پژوهش با هدف بررسی اثر کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه زنیان صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز (´۴۸ °۴۰ شرقی و ارتفاع ۲۰ متر از سطح دریا) در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و با دو فاکتور انجام شد. فاکتور اول منابع مختلف نیتروژن در چهار سطح شاهد (بدون منبع نیتروژن)، اوره معمولی، اوره کند رها، نصف اوره کند رها + آلکازت پلاس) و فاکتور دوم شامل کودهای آلی در چهار سطح شاهد (بدون کود آلی)، هیومیک اسید، ورمی‌کمپوست، نصف ورمی‌کمپوست + هیومیک اسید) بود.

عملیات خاک‌ورزی اولیه در ۱۳۹۳/۰۶/۲۲ و عملیات خاک‌ورزی ثانویه شامل تهیه زمین به روش جوی و پشته و تهیه نهرها در تاریخ ۱۳۹۳/۰۸/۰۵ انجام شد. ابعاد کرت‌ها ۳×۳ متر مربع و هر کرت دارای پنج پشته با فاصله ۶۰ سانتی‌متر بود. از هر کرت طرف بیرونی دو پشته ابتدا و انتهای کرت به صورت نکاشت به عنوان مرز و طرف دیگر این پشته‌ها که کشت شد به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. همچنین نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. کاشت در دو طرف هر پشته با فاصله روی ردیف پنج سانتی‌متر و عمق دو سانتی‌متر صورت گرفت. برای کشت از توده بومی کرمان استفاده و کشت در تاریخ ۱۳۹۳/۰۸/۱۹ انجام شد. به دلیل ریز بودن بذور کاشت به‌صورت متراکم انجام و پس از سبز شدن و رشد رویشی اولیه اقدام به تنک کردن مزرعه گردید. آبیاری به روش سیفونی هر هفت روز یک بار انجام شد. عملیات وجین علف‌های هرز در سه مرحله و به صورت دستی انجام شد. کودهای اوره معمولی و کند رها به ترتیب به میزان ۱۵۰ و ۷۵ کیلوگرم در هکتار در سه نوبت به خاک داده شد. کود آلکازت پلاس (حاوی باکتری‌های محرک رشد گیاه از جمله *ازتوباکتر*، *آزوسپیریلیوم* و *سودوموناس*) بر حسب توصیه شرکت تولید کننده به میزان ۱۰۰ میلی‌لیتر در ۳۰۰ لیتر آب در هکتار به صورت محلول‌پاشی روی برگ در دو نوبت (مرحله رشد سریع گیاه و اوایل مرحله گلدهی) مورد استفاده قرار گرفت. کود هیومیک اسید (PH = ۸-۹، ۱۱٪ K_2O، ۸۰٪ هیومیک اسید + فولیک اسید) طبق نظر شرکت تولیدکننده برای مصارف محلول‌پاشی در یک هکتار به میزان ۲۵۰ گرم در ۱۰۰۰ لیتر آب در دو قسط (اوایل و اواسط مرحله گلدهی). همچنین کود ورمی‌کمپوست بر حسب ۵ تن در هکتار ده روز قبل از کاشت (۱۳۹۳/۰۸/۱۰) با خاک پشته تا عمق ریشه مخلوط گردید. در تاریخ ۱۳۹۳/۰۷/۱۵ از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌گیری صورت گرفت، نتایج آزمون خاک زمین مورد آزمایش و کود ورمی‌کمپوست به ترتیب در جداول شماره ۱ و ۲ آورده شده است.

جدول ۱- نتایج خصوصیات فیزیکو شیمیایی خاک
Table 1- Results of soil physical and chemical characteristics

عمق (سانتی‌متر) Depth (cm)	اسیدیته PH	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) Electrical conductivity ($dS.m^{-1}$)	نیتروژن کل (درصد) Total nitrogen (%)	فسفر (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) Phosphours ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم قابل تبادل (میلی گرم در کیلوگرم خاک) Available potassium ($mg.kg^{-1}$)	ماده آلی (درصد) Organic matter (%)
0-30	7.06	3.15	0.025	5.05	159.2	0.037

جدول ۲- نتایج خصوصیات شیمیایی کود ورمی‌کمپوست
Table 2- Results of chemical criteria vermicompost

اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)	نیتروژن کل (درصد) Total nitrogen (%)	فسفر (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) P ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم قابل دسترس (میلی گرم در کیلوگرم خاک) Available K ($mg.kg^{-1}$)	ماده آلی (درصد) Organic matter (%)
6.4	5.7	2.23	2.35	1.4	40.2

در پایان فصل رشد تعداد ۱۰ بوته به‌صورت تصادفی برداشت و صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر و وزن هزار دانه در آن‌ها اندازه‌گیری شد. در نهایت پس از حذف اثر حاشیه برداشت گیاهان به منظور تعیین عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه صورت گرفت. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزارهای SAS 9.2 و MSTAT-C صورت گرفت و مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال پنج درصد و با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار[1] انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس تیمارهای مختلف در جدول ۳ ارائه شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، اثر فاکتورهای مورد مطالعه بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود ($p\leq$ ۰/۰۱). در بین منابع مختلف نیتروژن، بیش‌ترین و کم‌ترین ارتفاع بوته به ترتیب در اوره معمولی و شاهد به دست آمد و از میان منابع کودهای آلی، ورمی‌کمپوست بیش‌ترین و شاهد (بدون کود آلی)کم‌ترین ارتفاع بوته را به خود اختصاص دادند (جدول ۴). مقایسه میانگین اثرات متقابل بیانگر آن بود که بیش‌ترین و کم‌ترین ارتفاع بوته به ترتیب در تیمارهای اوره کند رها به همراه ورمی‌کمپوست و شاهد به دست آمد (جدول ۵). نیتروژن نقش اساسی در ساختمان کلروفیل دارد و مهم‌ترین عنصر در سنتز پروتئین-هاست، دسترسی گیاه به نیتروژن از طریق تأثیر بر روی تقسیم و بزرگ شدن سلول‌ها در افزایش ارتفاع بوته بسیار مؤثر می‌باشد به همین دلیل ارتفاع گیاه با کاربرد کود نیتروژن افزایش می‌یابد. از آن‌جایی که میزان عناصر غذایی قابل دسترس گیاه، یکی از عوامل اصلی تعیین‌کننده رشد گیاه است (Franklin et al., 1999)، لذا به نظر می‌رسد که تیمار شاهد (بدون منبع نیتروژن و کود آلی) به علت کمبود مواد غذایی رشد کم‌تری در مقایسه با سایر تیمارها داشته است. ورمی‌کمپوست با کاهش فشردگی خاک و افزایش خلل و فرج آن موجب بهبود ساختار خاک و تهویه مناسب آن شده و از طرفی محتوای آب قابل دسترس خاک را افزایش می‌دهد (Darzi et al., 2013)، مجموعه این عوامل منجر به فراهمی مطلوب عناصر غذایی ضروری گیاه می‌گردد که نتیجه نهایی آن بهبود فتوسنز بوده که به دنبال آن شاهد تاثیر مثبت بر بیوماس گیاه زنیان بودیم که از آن جمله می‌توان به افزایش ارتفاع گیاه اشاره کرد. به نظر می‌رسد.

جدول ۳- میانگین مربعات خصوصیات مورد مطالعه گیاه زنیان در تیمارهای مختلف نیتروژن و کودهای آلی

Table 3- Mean squares of studied criteria of ajowan in different treatments of nitrogen and organic fertilizers

منابع تغییرات Sources of Varieties	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Plant Height	تعداد چتر در بوته Number of Umbels per plant	تعداد دانه در چتر Number of seeds per Umbel	تعداد شاخه فرعی Number of branches per plant	وزن ۱۰۰۰ دانه 1000-seed weight	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index
تکرار Replication	2	335.8	4.7	1.2	21.3	.03	27467.4	634449.1	23.2
منابع نیتروژن (A) Nitrogen sources (A)	3	3915.5**	2500.1**	30126.7**	754**	0.05ns	1767384.8**	56972802.8**	31.3ns
کودهای آلی(B) Organic fertilizers (B)	3	825.9**	1597.9**	22191.7**	120**	0.2**	735958.5**	3126037.1*	269.1**
A*B	9	180.9**	452.3**	12330.8**	42.4**	0/07**	53830.9**	442172.8**	89.9**
خطا Error	30	37.3	1.7	11.5	5	0.02	12397.8	787344/4	17.6
ضریب تغییرات CV (%)		7.2	1.4	1.1	10.5	20.1	15	20.7	14

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

ns, * and **: non- significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

1- LSD

جدول ٤- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه گیاه زنیان تحت تأثیر منابع مختلف نیتروژن و کودهای آلی

Table 4- Mean comparison of studied criteria of ajowan affected as different nitrogen sources and organic fertilizers

تیمار Treatments		ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	تعداد شاخه فرعی Number of branches per plant	تعداد چتر در بوته Number of umbels per plant	تعداد دانه در چتر Number of seeds per umbel	وزن ۱۰۰۰ دانه (گرم) 1000-seed weight (g)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biological yield ($kg.ha^{-1}$)	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)
منابع نیتروژن Nitrogen sources	شاهد (بدون منبع نیتروژن) Control (No nitrogen)	64.06 c*	13.8 d	18.48 d	241.14 d	0.67 b	298.08 c	1432.2 c	20.81 a
	اوره معمولی Common urea	101.55 a	31.93 a	51.91 a	326.11 b	0.82 a	1234.59 a	6782/4 a	18.2 ab
	اوره کندرها Slow released urea	96.51 a	22.23 b	32.33 b	357.01 a	0.78 ab	735.8 b	4323.8 b	17.01 b
	نصف اوره کندرها+آلکازت پلاس Half -rate of slow release urea + alkazotplus	73.18 b	17.01 c	25.25 c	287.08 c	0.74 ab	696.23 b	4352.2 b	15.99 ab
کودهای آلی Organic fertilizers	شاهد (بدون کود آلی) Control (No organic fertilizer)	75.53 b	17.61 c	21.68 d	276.71 c	0.57 b	468.83 c	4258.7 a	11 c
	هیومیک اسید Humic acid	78.25 b	20.9 b	27.71 c	284.17 b	0.84 a	692.71 b	3480.8 b	19.9 b
	ورمی‌کمپوست Vermicompost	93.03 a	25.33 a	48.46 a	283.31 b	0.75 a	1068.93 a	4740.1 a	22.55 a
	نصف ورمی‌کمپوست+هیومیک اسید Half-rate of vermicompost+Humic acid	88.5 a	21.13 b	30.11 b	367.15 a	0.85 a	734.23 b	4411 a	16.64 c

* برای هر گروه از میانگین‌ها، اعداد دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

*Means with the same letter in each column are not significantly different at 5% level of probability based on LSD test.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات متقابل منابع مختلف نیتروژن و کودهای آلی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی زنیان

Table 5- Mean comparison of interaction between different nitrogen sources and organic fertilizers on studied criteria of ajowan

تیمار	ارتفاع بوته (سانتی متر) Plant Height (cm)	تعداد شاخه فرعی Number of branches per plant	تعداد چتر در بوته Number of umbels per plant	تعداد دانه در چتر Number of seeds per umbel	وزن ۱۰۰۰ دانه (گرم) 1000-seed weight (g)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biological yield ($kg.ha^{-1}$)	شاخص برداشت(درصد) Harvest index (%)
N_1O_1	50.5 ^{c*}	9.4 ^{i}	10.8 ^{i}	164.0 ^{k}	0.49 ^{a}	146.6 ^{c}	689.6 ^{g}	21.5 $^{b-e}$
N_1O_2	61.0 ^{bc}	13.3 ^{h}	15.2 ^{hi}	198.9 ^{ij}	0.61 ^{a}	390.6 ^{bc}	1551.7 ^{g}	25.1 ^{b}
N_1O_3	70.0 ^{abc}	14.2 ^{gh}	21.3 $^{e-i}$	177.3 ^{jk}	0.65 ^{a}	429.8 ^{bc}	1776.7 ^{g}	24.3 ^{bc}
N_1O_4	74.6 ^{abc}	18.1 ^{f}	26.5 $^{e-h}$	424.3 ^{a}	0.92 ^{a}	225.2 ^{bc}	1710.9 ^{g}	13.0 ^{fg}
N_2O_1	98.0 ^{abc}	31.0 ^{b}	41.4 ^{cd}	348.8 ^{cde}	0.59 ^{a}	908.8 ^{abc}	5676.7 ^{dc}	16.0 $^{d-g}$
N_2O_2	91.0 ^{abc}	29.1 ^{cb}	45.6 ^{c}	326.9 $^{d-g}$	0.85 ^{a}	1185.0 ^{ab}	5283.3 ^{d}	22.5 $^{b-d}$
N_2O_3	111.5 ^{ab}	40.8 ^{a}	87.2 ^{a}	308.5 ^{fg}	0.87 ^{a}	1670.0 ^{a}	8507.1 ^{a}	19.6 $^{b-f}$
N_2O_4	105.7 ^{abc}	26.7 ^{cd}	33.4 ^{de}	320.3 ^{efg}	0.98 ^{a}	1175.0 ^{ab}	7662.6 ^{ab}	15.7 $^{e-g}$
N_3O_1	79.9 ^{abc}	14.9 $^{f-h}$	15.4 ^{ghi}	330.2 ^{def}	0.64 ^{a}	458.6 ^{bc}	3900.0 ^{ef}	11.6 ^{gh}
N_3O_2	89.6 ^{abc}	23.4 ^{de}	23.1 $^{e-h}$	389.1 ^{b}	0.75 ^{a}	725.8 ^{abc}	3960.5 ^{ef}	22.5 $^{c-g}$
N_3O_3	117.8 ^{a}	28.0 ^{bc}	57.8 ^{b}	351.1 ^{cde}	0.83 ^{a}	1047.0 ^{abc}	4924.0 ^{de}	19.6 $^{b-e}$
N_3O_4	98.7 ^{abc}	22.6 ^{e}	32.9 ^{de}	357.6 ^{cd}	0.9 ^{a}	711.0.^{5abc}	4510.8 ^{de}	15.7 $^{d-g}$
N_4O_1	73.6 ^{abc}	15.0 $^{f-h}$	19.0 $^{f-i}$	263.9 ^{h}	0.55 ^{a}	361.3 ^{bc}	6768.7 ^{bc}	11.6 ^{h}
N_4O_2	71.4 ^{abc}	17.7 ^{fg}	26.9 $^{e-h}$	221.8 ^{i}	1.14 ^{a}	469.8 ^{bc}	3127.7 ^{f}	18.2 $^{e-g}$
N_4O_3	72.7 ^{abc}	18.2 ^{f}	27.4 ^{efg}	296.4 ^{g}	0.67 ^{a}	1129.0 ^{abc}	3752.7 ^{ef}	21.3 ^{a}
N_4O_4	74.9 ^{abc}	17.0 f-^{h}	27.6 ^{ef}	366.3 ^{bc}	0.64 ^{a}	825.0 ^{abc}	3759.7 ^{ef}	16.2 $^{b-e}$

* برای هر گروه از میانگین‌ها، اعداد دارای حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

* Means with the same letter in each column are not significantly different at 5% level of probability based on LSD test.

N_1 تا N_4 به ترتیب (عدم استفاده از نیتروژن، اوره، اوره کند رها و نصف اوره کند رها+آلکازوت پلاس) و O_1 تا O_4 به ترتیب (بدون کود آلی، هیومیک اسید، ورمی‌کمپوست و ترکیب نصف ورمی‌کمپوست و هیومیک اسید) هستند.

N_1-N_4: (no nitrogen, Common urea, slow released urea and half –rate of slow release urea + alkazotplus, respectively). O_1-O_4: (no organic fertilizer, humic acid, vermicompost and half–rate of vermicompost+humic acid, respectively).

ترکیب دو کود ورمی‌کمپوست و اوره، به سبب تأثیر ورمی‌کمپوست در تأمین مناسب عناصر غذایی و نیز جلوگیری از آب‌شویی کود اوره، باعث افزایش ارتفاع بوته شده است. نتایج مطالعه ولایی و همکاران (Velaiy et al., 2010) نشان داد که با افزایش میزان کاربرد ورمی‌کمپوست ازصفر به ۲۰ تن در هکتار، ارتفاع بوته گیاه دارویی ماریتیغال (*Silybum marianum* L.) به طور معنی‌داری افزایش یافت. در مطالعه‌ای که توسط سعیدنژاد و همکاران (Saeid Nejad et al., 2012) در خصوص اثر کودهای زیستی بر گیاه سورگوم علوفه‌ای (*Sorghum bicolor* L.) صورت گرفت مشاهده شد که کاربرد کودهای زیستی سبب افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته نسبت به تیمار شاهد شد، به‌طوری‌که گیاهان تحت تیمار تلفیقی *ازتوباکتر* و ورمی‌کمپوست از بیش‌ترین ارتفاع بوته برخوردار بودند. همچنین در پژوهش صورت گرفته توسط درزی و همکاران (Darzi et al., 2011) گزارش شد که مصرف ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست منجر به حصول بیش‌ترین ارتفاع بوته در گیاه دارویی انیسون (*Pimpinella anisum* L.) شد.

تعداد شاخه فرعی

نتایج تجزیه واریانس تیمارهای مختلف در جدول ۳ ارائه شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود، اثر فاکتورهای مورد مطالعه بر تعداد شاخه فرعی معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۱). از میان منابع مختلف نیتروژن، تیمارهای اوره معمولی و شاهد به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد شاخه فرعی را به خود اختصاص دادند و در بین کودهای آلی نیز بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد شاخه فرعی به ترتیب مربوط به تیمارهای ورمی‌کمپوست و شاهد بود (جدول ۴). از نظر اثر متقابل بین منابع نیتروژن و کود آلی نیز، بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد شاخه فرعی به ترتیب در تیمارهای کود اوره معمولی به همراه ورمی‌کمپوست و شاهد به دست آمد (جدول ۵). تعداد شاخه فرعی صفتی است که تحت تأثیر ژنتیک و محیط قرار می‌گیرد و فراهمی عناصر غذایی بر این صفت مؤثر است. در تیمار تلفیقی اثر مفید کود ورمی‌کمپوست در افزایش عرضه عناصر غذایی و در نتیجه بهبود فتوسنتز و تسهیم بهتر مواد در مخازن موجب شده است که تعداد شاخه‌های فرعی در بوته افزایش یابد. از طرفی افزایش سطح سبز فتوسنتز کننده در نتیجه مصرف نیتروژن موجب بیش‌تر شدن تولید و انتقال مواد فتوسنتزی و هورمون‌های تحریک کننده رشد به مریستم‌های انتهایی و جانبی می‌شود و در نتیجه، مجموعه این عوامل باعث افزایش تحریک مریستم انتهایی و جانبی و افزایش تولید شاخه‌های فرعی در تیمار حاوی اوره می‌گردد. لذا از نتایج حاصله می‌توان چنین استنباط کرد که کود اوره معمولی و همچنین ورمی‌کمپوست با افزایش رشد رویشی و فراهمی برخی عناصر غذایی باعث افزایش تعداد شاخه فرعی شده است (Franklin et al., 1999). نتایج مطالعه قریب و همکاران (Gharib et al., 2008) در رابطه با اثر کاربرد کمپوست کودهای بیولوژیک (*آزوسپیریلیوم*، *ازتوباکتر* و *باسیلوس*) بر گیاه مرزنجوش (*Origanum majorana* L.) نتایج نشان داد که کاربرد این کودها منجر به افزایش تعداد شاخه جانبی گیاه شد. در مطالعه‌ای که توسط توسط یزدانی بیوکی و همکاران (Yazdani Bouiki et al., 2014) در خصوص کاربرد سطوح مختلف کود نیتروژن (صفر، ۲۱/۷، ۱۰۸/۷ و ۱۹۵/۷ کیلوگرم در هکتار) صورت گرفت مشاهده شد که سطح ۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و سطح صفر با ۱۵ درصد اختلاف معنی‌دار به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد شاخه‌های جانبی را داشتند. همچنین در پژوهش انجام شده توسط نوری و گلچین (Noori & Golchin, 2013)، بر روی گیاه مرزه (*Satureja hotensis* L.) نتایج حاکی از آن بود که بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد شاخه فرعی به ترتیب در تیمار کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و تیمار شاهد (عدم کاربرد نیتروژن) حاصل گردید.

تعداد چتر در بوته

همان‌گونه که از جدول ۳ مشاهده می شود، اثر فاکتورهای مورد مطالعه بر تعداد چتر در بوته معنی‌دار بود ($p\leq$ ۰/۰۱). با کاربرد منابع مختلف نیتروژن، تعداد چتر در بوته نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و میزان افزایش در تیمار اوره معمولی بیش از سایر تیمارها بود و دربین کودهای آلی تیمار ورمی‌کمپوست در بین سایر تیمارها بیش‌ترین تعداد چتر در بوته را به خود اختصاص داد (جدول ۴). بر اساس مقایسه میانگین اثرات متقابل، بیش‌ترین تعداد چتر در بوته در تیمار اوره معمولی به همراه ورمی‌کمپوست وکم‌ترین تعداد چتر در بوته در تیمار شاهد (بدون منبع نیتروژن و کود آلی) به دست آمد (جدول ۵). افزودن ورمی‌کمپوست به خاک احتمالا نه تنها فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را افزایش داده است بلکه با

بهبود شرایط فیزیکی و فرآیندهای حیاتی خاک، ضمن ایجاد یک محیط مناسب برای رشد ریشه، از طریق بهبود فرآیند جذب عناصر غذایی توسط گیاه موجبات افزایش رشد اندام‌های هوایی نظیر تعداد چتر در بوته را نیز فراهم آورده است. به عبارت دیگر مصرف مقادیر مناسب ورمی کمپوست، احتمالا از طریق بهبود فعالیت‌های میکروبی خاک و تولید تنظیم کننده‌های رشد گیاه توسط این موجودات و نیز فراهمی جذب بیش‌تر عناصر غذایی سبب افزایش میزان فتوسنتز و ماده خشک گیاهی گردیده که این مسئله در نهایت به افزایش گلدهی می‌انجامد که به تبع آن افزایش تعداد چتر در بوته را شاهد خواهیم بود. از طرفی تلفیق ورمی‌کمپوست به عنوان یک کود آلی با کود شیمیایی اوره می‌توانند تأثیری جبرانی و مکمل را داشته باشند. در مطالعه‌ای که توسط وحیدی پور و همکاران (Vahidipour et al., 2013) بر روی گیاه زنیان صورت گرفت مشاهده شد که بیش‌ترین تعداد چتر در بوته با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و کم-ترین آن در تیمار شاهد (عدم مصرف نیتروژن) به دست آمد. در مطالعه قنبری (Ghanbari, 2013) بر روی گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgare* L.) بیش‌ترین تعداد چتر در بوته (۹۱ چتر) درتیمار کاربرد ۱۵ تن ورمی‌کمپوست در هکتار حاصل شد. نتایج پژوهش درزی و همکاران (Darzi et al., 2012) بر روی گیاه دارویی انیسون (*Pimpinella anisum* L.) نیز حاکی از تأثیر مثبت ورمی‌کمپوست در افزایش تعداد چتر در بوته بود. قادری و هاشمی مقدم (Ghaderi & Hashemi Moghadam, 2012) نیز با بررسی اثر سطوح مختلف نیتروژن بر گیاه زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) گزارش کردند که بیش‌ترین تعداد چتر در بوته در تیمار کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن حاصل گردید.

تعداد دانه در چتر

نتایج تجزیه واریانس تیمارهای مختلف در جدول ۳ ارائه شده است. همان‌گونه که مشاهده می شود، مصرف کودهای آلی و شیمیایی باعث اختلاف معنی‌دار تعداد دانه در چتر در میان تیمارهای مختلف شد ($p\leq$ ۰/۰۱). مقایسه میانگین اثرات ساده منابع مختلف نیتروژن نشان داد که تیمار اوره کندرها بیش‌ترین تعداد دانه در چتر را از میان منابع نیتروژن به خود اختصاص و از بین کودهای آلی بیش-ترین تعداد دانه در چتر مربوط به تیمار ورمی‌کمپوست + هیومیک اسید بود که اختلاف معنی‌داری با کم‌ترین تعداد دانه در چتر در تیمار شاهد دارا بود (جدول ۴). مقایسه میانگین اثرات متقابل حاکی از آن بود که بیش‌ترین تعداد دانه در چتر مربوط به تیمار شاهد (بدون منبع نیتروژن) به همراه نصف ورمی‌کمپوست + هیومیک اسید و کم‌ترین تعداد دانه در چتر مربوط به تیمار شاهد (بدون منبع نیتروژن و کود آلی) بود (جدول ۵). به طور کلی، تعداد دانه در چتر تابعی از تراکم بوته و تعداد چتر در بوته است و به شرایط محیطی زمان گرده‌افشانی نیز بستگی دارد، عنصر فسفر عنصری مهم در فرآیند گلدهی به حساب می‌آید. به نظر می‌رسد به دلیل بالا بودن میزان عناصر غذایی از قبیل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، و منیزیم در ورمی‌کمپوست و اینکه این کود با تأمین تدریجی و مداوم عناصر غذایی توانسته است با افزایش میزان فتوسنتز و ماده خشک گیاهی باعث افزایش تعداد گل در بوته گردد. از طرفی هیومیک اسید نیز با تأثیر بر هورمون‌های رشد گیاهی و نیز تأثیر بر فتوسنتز و با توجه به اینکه این کود در مرحله گلدهی مورد استفاده گیاه بوده است لذا همانند ورمی‌کمپوست باعث تولید تعدا دانه در چتر بیش‌تری گردید. نتایج سعید نژاد و رضوانی مقدم (Saeid Nejad & Rezvani Moghadam, 2010) نیز در پژوهش خود بر روی گیاه زیره سبز، بیان کردند که کاربرد ورمی‌کمپوست سبب افزایش معنی‌دار تعداد دانه در چتر نسبت به تیمار شاهد شد.

وزن هزار دانه

نتایج تجزیه واریانس تیمارهای مختلف در جدول ۳ ارائه شده است. همان‌گونه که مشاهده می شود، اثر فاکتورهای مورد مطالعه بر وزن هزار دانه معنی‌دار بود ($p\leq$ ۰/۰۱). مقایسه میانگین اثرات ساده حاکی از آن بود که در منابع مختلف نیتروژن بیش‌ترین و کم‌ترین وزن هزار دانه مربوط به اوره معمولی و شاهد (بدون منبع نیتروژن) بوده و برای کودهای آلی بیش‌ترین و کم‌ترین به ترتیب در نصف ورمی‌کمپوست + هیومیک اسید و شاهد (بدون کود آلی) مشاهده شد (جدول ۴). در مقایسه میانگین اثرات متقابل بین تیمارهای مختلف برای صفت وزن هزار دانه تفاوت معنی‌داری وجود نداشت با این حال تیمار نصف اوره کند رها + آلکازت پلاس به همراه هیومیک اسید بیش‌ترین و تیمار شاهد (بدون منبع نیتروژن و کود آلی) کم‌ترین وزن هزار دانه را داشتند (جدول ۵). اثر هیومیک اسید شامل اثر مستقیم به عنوان ترکیبی شبه هورمونی و اثر غیر مستقیم به‌صورت افزایش جذب عناصر غذایی از راه ویژگی کلات‌کنندگی و احیاکنندگی و

افزایش نفوذ پذیری غشا و افـزایش متابولیسـم ریزجانـداران، بهبـود وضعیت فیزیکی خاک و افزایش رشد ریشه و ساقه می‌باشد که نتیجه این اثرات بهبود کارایی گیاه در فتوسنتز و ذخیره مواد بوده که نهایتا با افزایش وزن دانه همراه است (Rahi et al., 2012). در خصوص اثـر کود بر وزن هزار دانه نتایج متفاوتی حاصل شـده، در مطالعـه‌ای کـه توسط درزی و همکاران (Darzi et al., 2011) بر روی گیاه انیسون صورت گرفت نتایج نشان داد که وزن هزاردانه گیـاه انیسـون تحـت تأثیر ورمی‌کمپوست قرار نگرفت. همچنین نتایج مطالعه سعید نـژاد و رضوانی مقـدم (Saeid Nejad & Rezvani Moghadam, 2010) بر روی گیاه زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) حاکی از آن بـود که وزن هزار دانه این گیاه تحت تـأثیر تیمـار ورمـی‌کمپوسـت قـرار نگرفت.

عملکرد بیولوژیک

نتایج تجزیه واریانس تیمارهای مختلف در جـدول ۳ ارائـه شـده است. نتایج آزمایش حـاکی از آن بـود کـه در تمـامی تیمارهـا بـین عملکـرد بیولوژیک به‌دست آمده با عملکرد بیولوژیـک تیمـار شـاهد اختلاف معنـی داری وجود داشت ($p\leq$ ۰/۰۱). مقایسه میانگین اثرات ساده نشان داد که در منابع مختلف نیتروژن بیش‌تـرین و کـم‌تـرین عملکرد بیولوژیک به ترتیب در اوره معمـولی و شـاهد (بـدون منبـع نیتروژن) مشاهده شد و از بین کودهای آلی ورمی‌کمپوست بیش‌ترین و هیومیک اسید کم‌ترین عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص دادند (جدول ۴). در بین تیمارها نیز تیمار ورمی کمپوسـت بـه همـراه اوره معمولی بیشترین عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص داد و اختلاف معنی‌داری بین آن و سایر تیمارهـا وجـود داشـت همچنـین از میـان تیمارها، تیمار شاهد کم‌ترین عملکرد بیولوژیک را دارا بود (جدول ۵). اوره اثر افزایشی بر رشد رویشی داشته از طرفی ورمی‌کمپوست دارای آنزیم‌هایی نظیر پروتئاز، آمیلاز، لیپاز، سلولاز و کتینـاز اسـت کـه در تجزیه مواد آلی خاک و در نتیجه در دسترس قرار دادن مـواد مغـذی مورد نیاز گیاه نقش مؤثری دارد و با فراهم آوردن محیط رشد مناسبی برای گیاه موجب افزایش رشد آن می‌گردد از این رو کـاربرد تلفیقـی این دو موجب افزایش عملکرد بیولوژیـک گردیـد. در کـل مـی‌تـوان چنین بیان کرد که از آن‌جایی که کود نیتروژن باعث افزایش میزان فتوسنتز و در نتیجه افزایش ذخیره کربوهیدرات گیاه می‌شود، کاربرد این گونه کودها باعث افزایش عملکرد گیاه می‌شود. همچنین قابـل ذکر است که استفاده از کـود ورمـی‌کمپوسـت بـه سـبب افـزایش هوموس و مواد آلی خاک، ویتامین‌ها، هورمـون‌هـا، و آنـزیم‌هـای گیاهی که در کودهای شیمیایی وجود ندارند، را در خاک افـزایش داده و بدین ترتیب سبب افزایش کمیـت محصـول شـده اسـت. در مطالعـه درزی و همکـاران (Darzi et al., 2011)، بـر روی اثـر کودهای آلی بر گیاه انیسون مشاهده شـد کـه بـیش‌تـرین عملکـرد بیولوژیک با مصرف ۱۰ تن ورمـی‌کمپوسـت حاصـل گردیـد. نتـایج مطالعـه سـعید نـژاد و رضـوانی مقـدم (Saeid Nejad & Rezvani Moghadam, 2010)، نیـز نشـان داد کـه تیمـار ورمـی‌کمپوسـت بیش‌ترین عملکرد بیولوژیک زیره سبز را داشت. همچنین در پژوهشی کـه توسـط عبـدالرحمن (Abdel Rahman, 2008)، بـر روی اثـر کودهای نیتروژنه و فسفره بر گیاه کنجد (*Sesamum indicum* L.) صورت گرفت مشاهده گردید کـه کـاربرد ۴۴ کیلـوگرم نیتـروژن در هکتار سبب افزایش معنی‌دار عملکرد بیولوژیک نسبت به تیمار شاهد (بدون استفاده از نیتروژن) شد.

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس تیمارهای مختلف در جـدول ۳ ارائـه شـده است. همان‌گونه که مشاهده می شود، اثر فاکتورهای مورد مطالعه بر عملکرد دانه معنی‌دار بود ($p\leq$ ۰/۰۱). در مقایسه میانگین اثرات ساده منابع مختلف نیتروژن، اوره معمولی بیش‌ترین و شاهد (بـدون منبـع نیتروژن) کم‌ترین عملکرد دانه را داشتند. از میان کودهای آلی بیش-ترین و کم‌ترین عملکرد دانه به ترتیب مربوط بـه ورمـی‌کمپوسـت و شاهد (بدون کود آلی) بودند (جدول ۴). همچنین در مقایسه میانگین اثرات متقابل، تیمار اوره معمولی به همراه ورمی‌کمپوست، بیش‌ترین و تیمار شاهد (بدون منبع نیتروژن و کود آلی)، کم‌ترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). کود نیتروژن به دلیل نقش مهمی که در افزایش رشد رویشی گیاه دارد. افزایش مصرف نیتروژن از طریق تأثیر بر فرایندهای فیزیولوژیکی، منجر به افزایش فتوسنتز، آسمیلات بیش‌تر و ماده خشک و عملکرد دانـه بـالاتر مـی‌گـردد. در پـژوهش صورت گرفته توسط موسوی و همکـاران (Mosavi et al., 2015)، مشاهده شد که افزایش مصرف نیتروژن اثر مثبت و معنـی‌داری روی عملکرد دانه گیاه دارویی زنیان داشت. نتایج مطالعه ولایی و همکاران (Velaiy et al., 2010) بـر روی گیـاه ماریتیغـال (*Silybum marianum* L.) نشان داد که بـا افـزایش کـاربرد ورمـی‌کمپوسـت

عملکرد بذر این گیاه افزایش یافت و کم‌ترین عملکرد بذر در تیمار شاهد به دست آمد. در نتایج حاصل از پژوهش اسدی و همکاران (Asadi et al., 2014) بر روی گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovata* Forsk.) بیش‌ترین عملکرد دانه در تیمار مصرف شش تن ورمی کمپوست در هکتار حاصل گردید. در پژوهش سعید نژاد و رضوانی مقدم (Saeid Nejad & Rezvani Moghadam, 2010)، نیز مشاهده شد که تیمار ورمی‌کمپوست دارای بیش‌ترین عملکرد دانه گیاه زیره سبز بود.

شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس تیمارهای مختلف در جدول ۳ ارائه شده است. همان‌گونه که مشاهده می شود، اثر فاکتورهای مورد مطالعه بر شاخص برداشت معنی‌دار بود ($p\leq$ ۰/۰۱). در مقایسه میانگین اثرات ساده منابع مختلف نیتروژن بیش‌ترین و کم‌ترین شاخص برداشت به ترتیب مربوط به شاهد (بدون منبع نیتروژن) و نصف اوره کند رها + آلکازت پلاس بود. همچنین در کودهای آلی بیش‌ترین و کم‌ترین شاخص برداشت به ترتیب مربوط به ورمی‌کمپوست و شاهد (بدون کود آلی) بود (جدول ۴). در مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمار نصف اوره کند رها + آلکازت پلاس به همراه ورمی‌کمپوست بیش‌ترین و تیمار نصف اوره کند رها + آلکازت پلاس به همراه شاهد (بدون کود آلی) کم‌ترین شاخص برداشت را به خود اختصاص دادند (جدول ۵). از آن‌جایی که شاخص برداشت نشان دهنده تخصیص مواد فتوسنتزی به دانه‌ها نسبت به کل مواد تولید شده در دوران رشد رویشی و زایشی است، بنابراین با بررسی عملکرد دانه متوجه می شویم که بیش‌ترین عملکرد را در زمان استفاده از تیمار ورمی‌کمپوست داشته و کم‌ترین عملکرد دانه در تیمار شاهد حاصل گردیده و همچنین نتایج مربوط به عملکرد بیولوژیک نشان داد تیمار ورمی‌کمپوست بیش‌ترین عملکرد بیولوژیک را دارا بود. کودهای نیتروژنه از طریق توسعه اندام‌های هوایی و تولید مواد کربوهیدراتی بیش‌تر با افزایش سطح کربن‌گیری، در افزایش عملکرد محصولات کشاورزی نقش مهمی ایفا می‌کنند. از طرفی ورمی‌کمپوست موجب افزایش رشد اندام هوایی و تولید ماده خشک و در نهایت بهبود عملکرد می‌گردد. به این ترتیب گیاهان به دلیل اثرات هم افزایی که ورمی‌کمپوست و اوره کند رها دارند دارای عملکرد بالایی خواهند بود. در مطالعه‌ای که توسط موسوی و همکاران (Mosavi et al., 2012)، روی پاسخ گیاه برنج (*Oryza sativa* L.) به کود ورمی‌کمپوست و کودهای شیمیایی صورت گرفت مشاهده شد تیمار ۴۰ تن ورمی‌کمپوست غنی شده با ۵۰ درصد کود شیمیایی بیش‌ترین شاخص برداشت برنج را دارا بود.

نتیجه‌گیری

به طور کلی، نتایج این پژوهش حاکی از آن بود که کاربرد کود ورمی‌کمپوست به صورت جداگانه و نیز همراه با کود شیمیایی اوره معمولی، عمده صفات رشدی و عملکرد زنیان را تحت تأثیر قرار داد. یافته‌های این پژوهش بیانگر اهمیت استفاده از کودهای آلی نظیر ورمی‌کمپوست و همچنین استفاده تلفیقی از کودهای آلی با کودهای شیمیایی و اعمال شرایط مدیریتی مناسب در زمان اجرای آزمایش بر رشد و عملکرد زنیان است، با توجه به ضرورت تولید گیاهان دارویی در نظام‌های زراعی و نیز کشت این گیاهان در نظام‌های کم نهاده، و با توجه به اثرات مثبت کودهای آلی در پایداری منابع خاک، حفظ تولید در دراز مدت، جلوگیری از آلودگی محیط زیست و در نهایت عرضه محصول سالم و با کیفیت به بازار، استفاده از این نوع کودها به تنهایی و یا در تلفیق با کودهای شیمیائی تواند به عنوان گزینه‌ای مناسب در راستای کاهش مصرف کودهای شیمیایی و نیل به اهداف کشاورزی پایدار مد نظر قرار گیرد. البته تکرار آزمایش در سال‌های آینده جهت رسیدن به نتایج دقیق ضروری است.

منابع

Abdel Rahman, A. 2008. Response of sesame to nitrogen and phosphorus fertilization in Northern Sudan. Journal of Applied Biosciences 8(2): 304–308.

Aberoomand Azar, P., Mottaghianpuor, Z., Sharifan, A., and Larijani, K. 2010. Studies on the effect of extraction method on chemical composition and antimicrobial activity of *Carum copticum* essential oil. Food Technology and Nutrition 7(2): 75-84. (In Persian with English Summary)

Akbarinia, A., Sefidkon, F., Ghalvand, A., Tahmasebi Sarvestani, Z., and Sharifi Ashorabadi, E. 2005. A study on chemical composition of Ajowan (*Trachyspermum ammi*) essential oil produced in Qazvin. Journal of Medical

Sciences 9(3): 22-25. (In Persian with English Summary)

Asadi, G.H., Momen, A., and Khorramdel, S. Nurzadeh Nameghi, A. 2014. Effect 0f different levels of organic and chemical fertilizers on yield and nitrogen efficiency indices in (*Plantago ovata* Forsk.). Journal of Agroecology 5(4): 373-382. (In Persian with English Summary)

Barghamadi, K. 2013. The effect of different levels of nitroxin and humic acid on the quantity and quality ajowan *(Trachyspermum ammi*. MSc Dissertation, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Iran. (In Persian with English Summary)

Caob, Z.H., Lib, Z.G., Cheunga, K.C., and Wong, M.H. 2005. Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: A greenhouse trial. Geoderma 125: 155–166.

Darzi, M.T., Hadjseyed Hadi, M.R., and Rejali, F. 2011. Effects of vermicompost and phosphate biofertilizer application on yield and yield components in anise (*Pimpinella anisum* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 26(4): 452-456. (In Persian with English Summary)

Darzi, M.T., Haj Seyedhadi, M.R., and Rejali, F. 2012. Effects of the application of vermicompost and phosphate solubilizing bacterium on the morphological traits and seed yield of anise (*Pimpinella anisum* L.). Journal of Medicinal Plants Research 6(2): 215-219. (In Persian with English Summary)

Darzi, M.T., Shirkhodaei, M., and Haj Seyed Hadi, M. 2013. Effects of vermicomost and *Azotobacter* and *Azospirillum* bacteria on quantity and quality of essential oil of coriander (*Coriandrum sativum* L.). International Journal of Farming and Allied Sciences 2(S): 1277-1283.

Dehghani, M. 2010. The effect of biological and chemical fertilizers on qualitative yield of Shirazian *Matricaria chamomilla*, *Matricaria recutita* L. 10(2): 83-97. (In Persian)

Fatma, A., Gharib, F., Lobna, A., Moussa, A., and Osama, A. 2008. Effect of compost and bio-fertilizers on growth, yield and essential oil of sweet Marjoram (*Majorana hortensis*) plant. International Journal of Agriculture and Biology 10(4): 381-387.

Fayazi, H., Abdali Mashhadi, A.R., Koochak Zadeh, A., Papzan, A.A., and Arzanesh, M.H. 2014. Evaluation of Echinacea (*Echinacea purpurea* L.) medicinal plant response to the usage of organic and biological fertilizers. The Second National Conference of Medicinal Plants and Sustainable Agriculture, 21 August 2014, Hamedan p. 1-7. (In Persian)

Gardner, F.P., Pearce, R.B., and Miychell, R.G. 1999. Physiology of Crop Plants. Iowa State University Press, Ames, U.S 129 pp. (In Persian)

Ghaderi, E.A., and Hashemi Moghadam, H. 2012. Effect of different levels nitrogen fertilizer and row spacing on growth and development and yield of cumin. National Conference of Medicinal Plants, 26-30 August 2012, Yasooj p. 312-316. (In Persian)

Ghanbari, S.A. 2013. Compare the effects of fertilizers and different amounts of vermicompost on quantitative and qualitative performance fennel. First National Conference on Electronic Agriculture and Sustainable Natural Resources, 21 December, Tehran p. 1-13. (In Persian)

Gharib, F.A., Moussa, L.A., and Massoud O.N. 2008. Effect of compost and bio-fertilizers on growth, yield and essential oil of sweet Marjoram (*Majorana hortensis*) Plant. International Journal of Agriculture and Biology 10(4): 381-387.

Ghilavizadeh, A., Darzi, M.T., and Haj Seyed Hadi, M. 2013. Effects of biofertilizer and plant density on essntial oil content and yield traits of Ajowan (*Carum copticum*). Middle-East Journal of Scientific Research 14(11): 1508-1512.

Gulser, F., Sonmez, F., and Boysan, S. 2010. Effects of calcium nitrate and humic acid on pepper seedling growth under saline condition. Journal of Environmental Biology 31(5): 873-876.

Habibi, S., and Majidian, M. 2014. Effect of different levels of nitrogen fertilizer and vermi-compost on yield and quality of sweet corn (*Zea mays* Hybrid Chase). Journal of Crop Production and Processing 4(11): 15-25. (In Persian with English Summary)

Haghparast, M., Maleki Farahani, S., Masoudi sink, J., and Zare, G.H. 2012. Reducing negative effects of stress on the whole with the application of humic acid and seaweed extract. Crop Production under Environmental Stress 4(1): 59-71. (In Persian with English Summary)

Hakan, C., Vahap katkat, A., Bulent Asık, B., and Turan, M.A. 2011. Effect of foliar-applied humic acid to dry weight

and mineral nutrient uptake of maize under calcareous soil conditions communications. Soil Science and Plant Analysis 42(1): 29-38.

Malhotra, S.K. 2012. Indian Council of Agricultural Research, India, Ajowan. Woodhead Publishing Limited 118-137.

Momeni Fili, P., Khorgami, A., and Sayah Far, M. 2014. Effect of biological vermicompost fertilizer and plant density on yield and yield components in soybean cropping in Khorramabad, Journal of Plant Physiology, Islamic Azad University of Ahvaz 6(23): 113-127. (In Persian with English Summary)

Moradi, R., Nasiri Mahallati, M., Rezvani Moghaddam, P., Lakzian, A., and Nejad Ali, A. 2011. The effect of biological and organic fertilizers on quality and quantity of essential oil of fennel *(Foeniculum vulgare)*. Journal of Horticultural Science 25(1): 25-33. (In Persian with English Summary)

Mosavi, M., Bahmanyar, M.A., and Pirdashti, H. 2012. The reaction of rice plant to application of perennial vermicompost of individually and enriched with chemical fertilizers. Electronic Journal of Crop Production 5(2): 19-35. (In Persian with English Summary)

Mosavi, S.G., Seghatoleslami, M.J., Jouyban, Z., Ansarinia, S., and Moosavi, S.A. 2015. Response morphological traits and yield of ajowan (*Carum copticum*) to water deficit stress and nitrogen fertilizer. Biological Forum– An International Journal 7(1): 293-299.

Naghdi badi, H.A., Lotfi zadeh, M., Ghavami, N., Mehrafarin, A., and Khavazi, K. 2013. Response yield and quality of the herb valerian to application of biological and chemical fertilizers phosphorus. Journal of Medicinal Plant 12(2): 25-38.

Noori, M., and Golchin. A. 2013. The effect of irrigation intervals and nitrogen levels on the growth and yield of essential oil of savory. National Conference of Medicinal Plants 20-21 November 2013 p. 7-15.

Rahi, A.R., Davoodi Fard, M., Azizi, F., and Habibi, D. 2012. Effects of different amounts of humic acid and response curves in the *Dactylis glomerata*. Journal of Agriculture and Plant Breeding 8(3): 15-28. (In Persian with English Summary)

Rajendran, K., and Devaraj, P. 2004. Biomass and nutrient distribution and their return of *Casuarina equisetifolia* inoculated with biofertilizers in farm land. Biomass and Bioenergy 26: 235-249.

Saeid Nejad, A.H., and Rezvani Moghaddam, P. 2010. Evaluate the effect of compost, vermicompost and manure on yield, yield components and the percentage of cumin. Journal of Horticultural Science 24(2): 142-148. (In Persian with English Summary)

Shirzadi, F., Ardakani, M.R., Golzardi, F., and Asadi rahmani, H. 2013. Investigate the parameters basil growth affect biological fertilizers in organic farming. Second National Congress of Organic and Conventional Agriculture, 21-22 August 2013, Ardabil p. 1-5. (In Persian)

Tejada, M., and Gonzalez, J.L. 2006. Crushed cotton gin compost on soil biological properties and rice yield. European Journal Agronomy 25: 22-29.

Vahidipour, T.H., Vahidipour, H.R., Baradaran, R., and Seqhatoleslami, M.J. 2013. Effect of irrigation and nitrogen fertilizer on grain yield and essential oil percentage of medicinal plant ajowan. International Journal of Agronomy and Plant Production 4(5): 1013-1022.

Velaiy, L., Noormohammadi, G.H., Hasanlu, T., Haj Sydhady, M.R., and Valaee, N. 2010. Effect of biological fertilizer vermicompost and fruitful phosphate on growth and yield of milkthistle. First National Conference on Electronic Agriculture and Sustainable Natural Resources, 21 December 2013, Tehran p. 1-5. (In Persian with English Summary)

Vessey, J.K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. Plant and Soil 255: 571-586.

Yazdani Bouiki, R., Banayane Aval, M., Khazaei, H.R., and Sodayi Zadeh, H. 2015. Evaluation of some quantitative and qualitative characteristics of wild marjoram herb affects different levels of azocompost and urea fertilizer. Journal of Agroecology 6(4): 798-811. (In Persian with English Summary)

Journal of Agroecology
Vol. 9, No. 1, Spring 2017, p. 115-128

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۶، ص. ۱۲۸-۱۱۵

Effect of Different Sources of Nitrogen and Organic Fertilizers on Yield and Yield Components of Ajowan (*Trachyspermum ammi* L.)

Z. Saydi[2*], E. Fateh[2] and A. Aynehband[3]
Submitted: 22-09-2015
Accepted: 27-03-2016

Saydi, Z., Fateh, E., and Aynehband, A. 2017. The effect of different sources of nitrogen and organic fertilizers on the yield and yield components of Ajowan (*Trachyspermum ammi* L.). Journal of Agroecology 9(1): 115-128.

Introduction

Ajowan (*Trachyspermum ammi* L.) is an annual medicinal plant of the family Apiaceae which can reach 30 - 100 cm in height. and its growth is highly depended on the availability of mineral nutrients in the soil. But, it has been shown that utilization of chemical fertilizers for growth promotion of Ajown could have negative impacts on environment and ecological systems. Nowadays, sustainable agriculture is the best approach to overcome such problems and prevent the excess accumulation of chemical fertilizers deposited within the soil. Application of bio-fertilizers as an alternative to chemical fertilizers is a new sustainable approach which have been raised in the new era of Agriculture. Therefore, this study was conducted to investigate the application of various source of biological fertilizers such as Vermicompost, Alkazotplus and Humic Acid in combination with nitrogen fertilizers on growth behavior, yield and yield components of Ajowan under Ahvaz growing condition.

Materials and methods

This research was conducted at the Agricultural Research Station of Shahid Chamran University in 2014-2015 to determine the effects of different sources of nitrogen and organic fertilizers on the yield and yield components of *Ajowan* based on two way randomized complete block design with three replications. The first factor of the experiment was Application of four different nitrogen sources including: Urea (U), Sulfur-coated Urea (SCU), %50 Sulfur-coated urea (1/2 SCU) + Alkazot Plus biological fertilizer and Control (no nitrogen source used). Organic fertilizers were also applied at four levels, consisting of Humic Acid, Vermicompost, %50 Vermicompost + Humic Acid and Control (no organic Fertilizer) as the second factor. After soil preparation, approximately four $Kg.ha^{-1}$ of the seeds were planted on the rows with 30 cm distance. Plant height, number of sub branches, number of umbels per plant, number of seeds per umbel , 1000-seeds weight, biological and grain yield and harvest index were measured during vegetative and maturity stage of plant growth.

Results and discussion

The results of the experiment showed that the interaction between different sources of nitrogen and organic fertilizers on plant height, number of umbrella per plant, number of seeds per umbrella, biomass and grain yield were significant. Also most of plant growth characteristics under either no nitrogen or no organic fertilizers were gained the lowest values. On the other hand, it seems that combination of chemical and biological fertilizers can improve plant trait performances in Ajowan. The highest plant height (117.8 cm) was measured in the treatments received slow release Urea combined with Vermicompost. The highest seed per umbel (424.3) was observed at the %50 rate of Vermicompost + Humic Acid and without nitrogen fertilizer (control) and the biggest amount of 1000 seeds weight (1.14 g) was measured at the %50 rate of slow release urea with Alkazotplus + Humic Acid. Also the highest umbel per plant (82.27), biological yield (8507.1 $kg.ha^{-1}$) and grain yield (1670 $kg.ha^{-1}$) were obtained at Vermicompost + Urea fertilizer and finally the highest harvest index (32%) was related to the %50 rate of slow release urea with the highest value Alkazotplus + Vermicompost. Vahidipour et al (2013) showed that the maximum Essential oil yield and the highest grain yield of Ajowan was gained in application of 200 kg N.ha-1. The results of the current study indicated that most of plant trait improvements were induced by combanitaion of vermicompost with urea fertilizer. As a result, in order to gain maximum plant yield under an

2, 2 and 3- student of Agroecology, Associate Professor, Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran, respectively.
(*- Corresponding author Email: Zahra.saydi@yahoo.com)

environmental friendly situation, it is strongly suggested to implement Vermicompost in combination with minimized application of urea fertilizer. This could be an important economic and sustainable approach.

Conclusion

Totally the results of this research showed that the application of Vermicompost purely and in combination with urea, had a significant effect on the yield and growth characteristics of Ajowan. Findings of this research also revealed that organic fertilizers like Vermicompost especially its integrated application with chemical fertilizers and proper agronomical management had significant effect on the Ajowan yield. In order to increase the production of medicinal plants in low input agricultural systems and due to positive effects of organic fertilizers on soil sustainability, long term production process, prevention of environmental pollution and finally supplying proper and qualitative food, this fertilizer purely and with combination of minimized rates of chemical fertilizer could be important in reaching to sustainable agriculture goals and decreasing application of chemical fertilizers.

Keywords: Alkazot Plus, Humic Acid, Slow Release Urea, Urea, Vermicompost