

بررسی تاثیر کمپوست و ورمی کمپوست بر ویژگی های مورفولوژیک و بیوشیمیایی گیاه زولنگ (*Eryngium caasicum* Trautv.)

بهاره کاشفی*، بهرام بویه و زرین تاج علیپور

گروه کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دامغان، دامغان، ایران.

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۴/۳۰، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۳/۱۱/۲۹)

چکیده:

مصرف کودهای آلی در نظام کشاورزی پایدار، موجب پایداری عملکرد به ویژه در تولید گیاهان دارویی می گردد. از طرفی توجه به گیاهان دارویی فراموش شده مانند زولنگ (*Eryngium caasicum* Trautv.) که برگ آن حاوی اسانس می باشد، بدلیل پتانسیل های غنی ناشناخته بسیار حائز اهمیت است. به منظور بررسی اثر کودهای آلی و شیمیایی بر روی گیاه زولنگ آزمایشی به صورت بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار در سال ۱۳۹۰-۱۳۹۱ در شهرستان ساری انجام شد. تیمارها شامل ورمی کمپوست، کمپوست، کود شیمیایی NPK، کمپوست + ورمی کمپوست، کود شیمیایی + کمپوست، کود شیمیایی + ورمی کمپوست، مخلوط کود شیمیایی + کمپوست + ورمی کمپوست، شاهد (بدون مصرف کود آلی یا شیمیایی)، به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی NPK، ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست و ۱۵ تن در هکتار کمپوست بودند. عملکرد وزن تر، وزن خشک، شاخص سطح برگ، میانگین تعداد برگ، درصد اسانس، عملکرد اسانس و همچنین متابولیت های ثانویه عمده گیاه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس حاکی از آن بود که در اکثر صفات مورد بررسی بجز درصد اسانس، اختلاف معنی داری بین تیمارهای اعمال شده و تیمار شاهد وجود داشت ($p \leq 0.05$). بیشترین درصد ماده لیمونین در تیمار کمپوست، ۵- متیل- پایریمندون و بتا-سزکی فولاندین در تیمار تلفیقی کمپوست + ورمی کمپوست بدست آمد. همچنین بیشترین عملکرد وزن تر، شاخص سطح برگ و درصد ماده ۴- (۵)، ۱- دایمتیکس- ۴- انیل) سیکولکس- ۲- انون از تیمار ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست حاصل شد.

کلمات کلیدی: زولنگ، کشاورزی پایدار، کودهای آلی، متابولیت های ثانویه.

مقدمه:

استان مازندران محسوب می گردد که دارای اسانس معطری بوده و مصرف زیادی در غذاهای بومی شمال دارد. همچنین عصاره متانولی گیاه زولنگ بدلیل محتوای بالای فنل و فلاونوئید در برابر رادیکال های آزاد مانند نیتریک اکساید، دارای بیشترین اثر آنتی اکسیدانی می باشد که از آن در داروهایی مانند آفرودیسیاک (داروی تقویت جنسی)، نروین (آرامش- بخش) استفاده می شود (نبوی و همکاران، ۱۳۸۸؛ Ebrahimzadeh et al., 2010). این گیاه دو تا چندساله با

زولنگ (*Eryngium caasicum* Trautv.) از خانواده چتریان (Apiaceae) و زیرخانواده (Saniculoideae) می باشد، که از این جنس در جهان ۲۵۰ گونه وجود دارد (Pimenov and Leonov, 1993). در ایران ۹ گونه علفی از جنس زولنگ وجود دارد (مظفریان، ۱۳۸۶)، که به دلیل رشد وحشی در عرصه های منابع طبیعی کشت و کار سنتی آن در حال فراموشی می باشد. این گیاه از سبزیجات برگی محلی (غیرزراعی) در

*نویسنده مسؤول، نشانی پست الکترونیکی: Bahareh.kashefi@gmail.com

رشد گیاهان می‌باشند (Chaudhry et al., 1999) برای بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک می‌توان از مواد آلی مثل کمپوست و ورمی‌کمپوست و میکروارگانیزم‌های بهبود دهنده رشد گیاه استفاده نمود. در بسیاری موارد کاربرد کودهای شیمیایی باعث آلودگی‌های محیطی و صدمات اکولوژیکی می‌شود که خود هزینه تولید را افزایش می‌دهند (Ghost and Bhat, 1998).

مطالعات انجام شده بر روی گیاهان دارویی گویای آن است که حداکثر عملکرد کمی و کیفی در ازای مصرف کودهای آلی حاصل می‌گردد. مواد آلی به علت اثرات مفیدی که بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و حاصلخیزی خاک دارند، یکی از ارکان مهم باروری خاک محسوب می‌شوند. کودهای آلی باعث افزایش ماده آلی و pH خاک می‌شوند و به سبب بهبود خصوصیات شیمیایی خاک مانند ظرفیت تبادل کاتیونی، افزایش فعالیت میکروارگانیزم‌ها و میزان دسترسی به مواد غذایی، باعث بهبود باروری خاک می‌شوند (علی‌پور و محسن‌زاده، ۱۳۹۱؛ Zhou et al., 2005; Renato et al., 2003). نتایج تحقیقات نشان داد کاربرد کمپوست در کشت ارگانیک ریحان باعث افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاه گردید (El Gendy et al., 2001). همچنین Singh و همکاران (1998) گزارش کردند که اجزای بیوماس گیاهان دارویی از جمله اسفرزه (*Plantago ovate*)، بذرالبنج (*Hyoscyamus niger* L.) و سداب (*Ruta graveolens* L.) با افزایش میزان کمپوست در خاک، افزایش یافت (Anwar et al., 2005). همچنین ورمی‌کمپوست با داشتن مواد مغذی نقش مثبتی بر فتوسنتز، محتوی کلروفیل برگ‌ها و اصلاح مواد مغذی در اجزای گیاه (ریشه، شاخساره و میوه) دارد. درصد بالای اسیدهیومیک در ورمی‌کمپوست به سلامت گیاه کمک می‌کند، افزایش ترکیبات فنولی از جمله آنتوسیانین و فلاونوئید نیز ممکن است باعث بهبود کیفیت گیاه و مانع از حمله آفات و بیماری‌ها گردند (Theunissen et al., 2010). تحقیق حاضر با هدف افزایش عملکرد برگی، میزان متابولیت‌های ثانویه و تولید سالم و پایدار گیاه زولنگ در شهرستان ساری به اجرا در آمد.

برگ‌هایی به رنگ سبز مایل به زرد و گل‌های ارغوانی با ارتفاع ۴۰ تا ۸۰ سانتیمتر، با دوره رشد رویشی از پاییز تا اردیبهشت و دوره زایشی در خرداد و تیرماه می‌باشد. در فاز رویشی با برگ‌های رزت عموماً قابلیت خوراکی دارند و در فاز زایشی گیاه بدلیل خاردار بودن مصرف خوراکی ندارد (Khoshbakht et al., 2007; Hashemabadi et al., 2010). برگ‌ها را در بهار و تابستان بطور مداوم سرزنی می‌کنند تا به گلدهی نرود، زیرا با آغاز رشد زایشی از کیفیت خوراکی کاسته می‌شود. این گیاه از جمله منابع بزرگ ژنتیکی می‌باشد که در شمال کشور بصورت سنتی کشت می‌شود (Khoshbakht et al., 2007). دلایل زیادی در جهت تغییر میزان نوع متابولیت‌های ثانویه در گیاهان وجود دارد که از آن جمله می‌توان به بیان متابولیت‌هایی که به منظور حفظ گیاه در برابر آفات و پاتوژن‌ها، کاهش سطح عوامل مضر و افزایش سطح ترکیبات مفید در تولیدات کشاورزی و همین‌طور تولید ترکیبات جدید و یا افزایش میزان ترکیباتی که به مقدار کم در گیاه وجود دارد، اشاره کرد (اعلم و همکاران، ۱۳۹۲). ازدیاد گیاه زولنگ از طریق بذر و تقسیم بوته می‌باشد. در ازدیاد از طریق تقسیم بوته، باید به این نکته توجه نمود که بعد از تقسیم، رشد گیاه کند می‌شود (Everett, 1960)، لذا بکارگیری رطوبت و سیستم پاگرما (۲۳-۲۰ درجه سانتی‌گراد) می‌تواند در روند کار بهبود ایجاد نماید (Armitage, 1993). یکی از عملیات زراعی جهت افزایش تولید محصولات کشاورزی در واحد سطح مصرف کودهای شیمیایی می‌باشد، اما استفاده بیش از حد کودهای شیمیایی در بلندمدت، عملکرد گیاهان زراعی را کاهش می‌دهد. این کاهش به علت اسیدی شدن خاک، کاهش فعالیت‌های بیولوژیکی خاک، افت خصوصیات فیزیکی خاک و عدم وجود ریزمغذی‌ها در کودهای ازت، فسفر و پتاسیم می‌باشد. برای کاهش چنین مشکلاتی استفاده از منابع و نهاده‌هایی که ضمن تأمین نیازهای فعلی گیاه، پایداری نظام‌های کشاورزی در بلندمدت را نیز به دنبال داشته باشد، حائز اهمیت است. کودهای شیمیایی عناصر را به میزان سریع‌تر و موثرتر در اختیار گیاهان قرار می‌دهند، درحالی‌که کودهای آلی، محتوی اکثر عناصر غذایی لازم برای

جدول ۱- نتایج آزمون خاک مزرعه، واقع در ۲۳ کیلومتری شهرستان ساری (روستای سرکت)

نوع	هدایت الکتریکی (dSm ⁻¹)	اسیدیته pH	کربن آلی (%)	نیتروژن (%)	C/N (%)	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)	شن (%)	رس (%)	سیلت (%)	بافت خاک
خاک	۰/۴۵۷	۷/۹۱	۱/۹	۰/۱۸	۰/۱۱	۹	۲۴۰	۳۱	۳۶/۴	۳۲/۶	لومی رسی
کمپوست	۱/۳۶	۷/۳۵	۳۱	۱۵	۲/۱	۶/۵	۵۰۰	-	-	-	-
ورمی کمپوست	۱/۱۲	۷/۶۴	۳۲/۹	۱/۵۵	۲۱/۲۲	۴۰	۴۰	-	-	-	-

مواد و روش ها:

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۹۱-۱۳۹۰ در مزرعه ای واقع در ۲۳ کیلومتری شهرستان ساری (روستای سرکت) با عرض جغرافیایی ۳۶° ۲۴' ۶۵" شمالی و طول جغرافیایی ۵۳° ۹' ۹۳" شرقی و در ارتفاع ۴۰۶ متر از سطح دریا اجرا شد. پس از آزمون خاک، کمپوست و ورمی کمپوست (جدول ۱)، آزمایش مزرعه ای به صورت بلوک های کامل تصادفی با ۸ تیمار: شاهد (T1)، ورمی کمپوست (T2)، کمپوست (T3)، کود شیمیایی NPK (T4)، کمپوست + ورمی کمپوست (T5)، ورمی کمپوست + کود شیمیایی NPK (T6)، کمپوست + کود شیمیایی NPK (T7)، کمپوست + ورمی کمپوست + کود شیمیایی NPK (T8) انجام شد. براساس آزمون خاک، کمپوست و ورمی کمپوست، به ترتیب ۱۵ تن در هکتار کمپوست، ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود کامل شیمیایی NPK مصرف شد. کرت ها در ابعاد ۲×۲ مترمربع، در هر کرت ۶ ردیف کاشت به فاصله ۳۰cm از یکدیگر ایجاد شده و بذرها کاشته شدند، آبیاری هر ۷ روز یکبار انجام شد. حدود ۳/۵ ماه پس از کشت برداشت انجام شد. برای محاسبه عملکرد وزن تر برگ با حذف اثر حاشیه تمام گیاهان برداشت شده بوسیله ترازو وزن گردید و عملکرد در هکتار تناسب گیری شد. سپس گیاهان در دمای ۶۶ درجه سانتی گراد آون به مدت ۳ روز خشک شده، وزن خشک محاسبه و عملکرد در هکتار تناسب گیری شد. به منظور تعیین میانگین تعداد برگ و شاخص سطح برگ در گیاه، از هر تیمار به طور تصادفی ۳ گیاه انتخاب شده میانگین تعداد برگ محاسبه و به وسیله دستگاه سنجش شاخص سطح برگ (Leaf area meter model ΔT (England) اندازه گیری گردید.

مقدار ۵۰ گرم از برگ های تولید شده در هر کرت که در دمای ۲۵-۳۰ درجه سانتی گراد در سایه خشک شده بودند بصورت تصادفی انتخاب شده و بوسیله دستگاه کلونجر اسانس آن اندازه گیری شد. به این منظور هر نمونه ابتدا کاملاً آسیاب شد و سپس درون بالن یک لیتری ریخته شد و ۸۰ میلی لیتر آب به آن اضافه گردید، سپس به مدت ۳ ساعت در دستگاه کلونجر قرار داده شد، همچنین جهت استخراج کامل اسانس از دستگاه کلونجر حلال n-پنتان استفاده شد و درصد و عملکرد اسانس تعیین گردید.

کروماتوگراف گازی (GC): کروماتوگراف گازی مدل GC-Varian CP-3800 مجهز به دتکتور F. I. D (یونیازسیون توسط شعله هیدروژن) با ستون به طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۳۲ میلی متر و ضخامت لایه ۰/۲۵ میکرومتر از نوع CP874 بود. برنامه دمایی ستون به این نحو تنظیم گردید: دمای ابتدایی آون ۷۵ درجه سانتی گراد، دمای انتهایی ۲۶۰ درجه سانتی گراد (دما به مدت ۵ دقیقه متوقف شد) و گرادیان حرارتی آون ۲/۵ درجه سانتی گراد در هر دقیقه و گاز حامل نیتروژن بود. دمای اینجکتور ۲۲۵ درجه سانتی گراد و دمای دتکتور ۲۶۰ درجه سانتی گراد تنظیم گردید.

کروماتوگراف گازی متصل به طیف سنج جرمی (GC/MS): دستگاه کروماتوگرافی Agilent Technologies (7890A GC-system – 5975 MSD) ستون همانند، ستون دستگاه GC مدل HP-5MS بود. همچنین برنامه ریزی حرارتی همانند دستگاه GC انجام گردید. ترکیبات جدا شده ضمن مطابقت با کتابخانه دستگاه طیف سنج جرمی مورد شناسایی قرار گرفت و میزان چهار متابولیت ثانویه عمده در گیاه زولنگ (لیمونین، ۵-متیل- پایریمندون، ۴-، ۵، ۱- دایمتیلکس- ۴-انیل) سیکولکس- ۲-انون، بتا- سزکی فولاندین) تجزیه و تحلیل گردید.

بهبود عملکرد گیاه اسانس دار ژرانیوم (*Pelargonium graveolens*) در اثر مصرف ورمی کمپوست بود. در مطالعه‌ای دیگر نیز مشاهده شد که کاربرد ورمی کمپوست موجب افزایش عملکرد دو گونه گیاه دارویی بارهنگ (*Plantaginaceae*) شد (Sanchez et al., 2008).

افزایش ۴۰ درصدی وزن خشک گوجه‌فرنگی و بهبود خصوصیات رشد گیاهان زینتی چوبی تحت تأثیر افزودن ۲۰ درصد حجمی ورمی کمپوست به بستر کشت نیز گزارش شده است (Scott, 1988). همچنین درزی و همکاران (۱۳۸۵، ۱۳۸۷، ۱۳۸۸) اظهار داشتند که افزودن ورمی کمپوست به خاک نه تنها فراهم شدن عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را افزایش داده است، بلکه با بهبود شرایط فیزیکی و فرایندهای حیاتی خاک، ضمن ایجاد بستر مناسب برای رشد ریشه، موجب افزایش رشد اندام هوایی و در نهایت تولید ماده خشک بیشتر در گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare*) گردید که این خود گواه دلیل افزایش عملکرد وزن خشک در بررسی حاضر می‌باشد.

کلیه تیمارها نسبت به تیمار شاهد باعث افزایش معنی‌داری در شاخص سطح برگ گیاه شدند. تیمار ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست بیشترین شاخص سطح برگ و تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی NPK کمترین اختلاف را نسبت به تیمار شاهد نشان می‌دهد (جدول ۴).

تیمارهای مورد آزمایش از نظر میانگین تعداد برگ در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری نشان دادند. جالب آن بود که تیمار شاهد دارای بیشترین تعداد برگ بود، ولی دیگر تیمارهای کودی مانند ۱۵ تن در هکتار کمپوست و ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست اثر تقریباً یکسانی بر تعداد برگ در گیاه داشتند. پایین ترین میزان تعداد برگ متعلق به تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی NPK بود (جدول ۴).

در بررسی که تهامی زرنندی و همکاران (۱۳۸۹) روی مقایسه تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) انجام دادند، از نظر شاخص سطح برگ، تیمارهای کود آلی با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند، ولی در مقایسه با تیمار کودهای شیمیایی و شاهد

تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. به منظور بررسی روابط بین صفات و نحوه اثر آنها بر یکدیگر از ضرایب همبستگی بین صفات پیرسون استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس در سطح آماری ۵ درصد نشان داد، تیمارهای کودی اثر معنی‌داری بر عملکرد وزن تر و وزن خشک گیاه، شاخص سطح برگ، تعداد برگ، عملکرد اسانس و درصد متابولیت‌های ثانویه داشت (جدول ۲ و ۳). با توجه به معنی‌دار بودن اختلاف بین تیمارهای مورد بررسی، مقایسه میانگین دانکن به منظور گروه‌بندی تیمارها از لحاظ صفات زراعی و دارویی انجام شد (جدول ۴).

تیمارهای مورد آزمایش تأثیر معنی‌داری بر صفات عملکرد وزن تر و خشک در سطح هکتار داشتند به طوری که تیمارهای آزمایش باعث افزایش عملکرد نسبت به شاهد شدند (جدول ۴)، با این حال بیشترین عملکرد وزن تر در تیمار ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست و کمترین میزان از تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی NPK بدست آمد. همچنین مقایسه میانگین‌ها نشان داد، حداکثر عملکرد وزن خشک در تیمار تلفیقی ۱۵ تن در هکتار کمپوست + ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست، و کم‌ترین میزان متعلق به تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی NPK بود (جدول ۴).

به نظر می‌رسد اثر اصلاحی تیمارهای آلی سبب افزایش عملکرد وزن تر و خشک شده است. در همین رابطه Bachman و Metzger (1998) بیان داشتند ورمی کمپوست از طریق افزایش ظرفیت نگهداری آب، تأمین عناصر غذایی و تولید هورمون‌های گیاهی اثر اصلاحی بر رشد سبزیجات نشایی دارد و موجب افزایش رشد این گیاهان می‌شود. یحیی آبادی و مفاخر (۱۳۹۰) گزارش کردند مصرف ۷ تن در هکتار ورمی کمپوست باعث افزایش عملکرد سیب‌زمینی و اسفناج می‌گردد. همچنین یافته‌های Chand و همکاران (2007) بیانگر

جدول ۲- تجزیه واریانس بررسی تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر برخی خصوصیات رشدی گیاه زولنگ

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد وزن تر	عملکرد وزن خشک	شاخص سطح برگ	میانگین تعداد برگ	درصد اسانس	عملکرد اسانس
بلوک	۲	۳۶۹۶۰۰۳	۹۵۴۲۷	۱۴۸۶۲۰	۴۶/۹۱	۰/۰۲۴	۴۵۲۶۴۲
تیمار	۷	۲۲۶۰۳۵*	۱۶۹۹۷*	۵۹۱۲۹*	۹/۶۱*	۰/۴۰ ^{ns}	۲۹۰۳۰۰۴*
خطای آزمایش	۱۴	۸۷۳۹۱	۶۴۲۰	۱۴۴۸۰	۲/۲۱	۰	۱۰۸۵۴
%CV		۱۰/۵۵	۱۹/۴۰	۲۴/۴۱	۹/۳۰	۶/۵۳	۴/۵۸

* و ^{ns}: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و عدم تفاوت معنی دار

جدول ۳- تجزیه واریانس بررسی تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر برخی متابولیت‌های ثانویه گیاه زولنگ

منابع تغییرات	درجه آزادی	1-Limonene	5-Methy l-2-Primidone	4- (1,5-Dimethyhex-4-enyl) cyclohex-2-enone	β- Sesquiphellandrene
بلوک	۲	۴۶/۷۴	۹۶/۵۳	۶۲/۹۰	۷/۷۵
تیمار	۷	۵۶۲/۵۸*	۴۳/۰۷*	۲۳/۶۳*	۱/۷۲*
خطای آزمایش	۱۴	۷/۱۰	۲/۶۸	۰/۷۳	۰/۲۲
%CV		۱۰/۲۳	۱۳/۲۴	۱۰/۱۹	۱۶/۳۹

* معنی دار در سطح احتمال ۵٪

جدول ۴- مقایسه میانگین بررسی تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر برخی خصوصیات کمی و کیفی گیاه زولنگ

تیمار	وزن تر (Kg/ha)	وزن خشک (Kg/ha)	شاخص سطح برگ (mm ²)	تعداد برگ	درصد اسانس (%)	عملکرد اسانس (ml/ha)	1-Limonene (%)	5-Methy l-2-Primidone (%)	4- (1,5-Dimethyhex-4-enyl) cyclohex-2-enone (%)	β- Sesquiphellandrene (%)
T1	۲۶۹۴ ^{bc}	۳۷۶/۹ ^{ab}	۵۷۱ ^b	۱۸/۶۸ ^a	۰/۲۰ ^{cd}	۱۶۵۰ ^{de}	۲۷/۲ ^b	۱۲/۳۳ ^{bc}	۱۰/۳۱ ^a	۳/۲۹ ^a
T2	۳۲۲۱ ^a	۴۸۲/۶ ^a	۷۷۸/۶ ^a	۱۷/۲۲ ^{ab}	۰/۱۹ ^d	۱۵۶۷ ^{de}	۲۰/۶۵ ^c	۱۴/۴۳ ^{ab}	۱۱/۶۸ ^a	۳/۶۸ ^a
T3	۲۵۰۰ ^c	۳۹۵/۵ ^{ab}	۴۶۳/۱ ^{bc}	۱۷/۴۴ ^a	۰/۲۲ ^c	۱۸۰۰ ^d	۵۲/۲ ^a	۹/۶۱ ^{cd}	۴/۹۸ ^c	۲/۲۷ ^c
T4	۲۴۷۴ ^c	۲۸۸/۱ ^b	۳۰۳/۳ ^c	۱۳/۲۴ ^d	۰/۳۶ ^b	۳۰۰۰ ^c	۲۶/۹ ^b	۱۴/۶۵ ^{ab}	۱۰/۹۸ ^a	۲/۳۵ ^{bc}
T5	۲۹۷۱ ^{ab}	۵۱۹/۶ ^a	۵۰۴/۱ ^b	۱۵/۱۲ ^{bcd}	۰/۴۵ ^a	۳۷۸۷ ^a	۴/۳۹ ^d	۱۷ ^a	۱۰/۶۲ ^a	۴/۰۷ ^a
T6	۳۱۳۷ ^{ab}	۴۹۵/۱ ^a	۴۹۴/۵ ^b	۱۴/۵۸ ^{cd}	۰/۱۷ ^d	۱۴۰۷ ^e	۲۶/۸۳ ^b	۷/۱۱ ^d	۵/۱۱ ^c	۲ ^c
T7	۲۷۵۷ ^{abc}	۴۰۰/۴ ^{ab}	۳۹۲/۵ ^{bc}	۱۶/۵۵ ^{abc}	۰/۱۸ ^d	۱۵۰۷ ^e	۲۶/۵۱ ^b	۱۸/۰۴ ^a	۷/۳۰ ^b	۳/۱۸ ^{ab}
T8	۲۷۸۳ ^{abc}	۴۲۲/۸ ^{ab}	۴۳۶/۴ ^{bc}	۱۵/۰۱ ^{bcd}	۰/۴۲ ^a	۳۵۰۰ ^b	۲۱/۷ ^c	۷/۸ ^d	۶/۰۸ ^{bc}	۲/۳۴ ^{bc}

T1: شاهد (بدون مصرف کود)، T2: ورمی کمپوست، T3: کمپوست، T4: کود شیمیایی NPK، T5: کمپوست و ورمی کمپوست، T6: ورمی-کمپوست و کود شیمیایی NPK، T7: کمپوست و کود شیمیایی NPK، T8: کمپوست و ورمی کمپوست و کود شیمیایی NPK. حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

این اختلاف معنی دار بود. همچنین افزایش عناصر غذایی (حسن‌زاده قورته، ۱۳۷۹) و بهبود وضعیت فیزیکی و شیمیایی خاک (شفیعی‌زرگر، ۱۳۷۵) از عوامل مؤثر در افزایش میزان سطح برگ در اثر استفاده از کودهای آلی شناخته شده است. در همین راستا Bachman و Metzger (2008) اظهار داشتند که ترکیب ۲۰ درصدی ورمی کمپوست در بستر کشت موجب حداکثر و حداقل

سطح برگ به ترتیب در گیاهچه‌های سیب‌زمینی و لفل گردید. با توجه به اینکه تجزیه واریانس در مورد صفت درصد اسانس معنی‌دار نشد، ولی مقایسه میانگین حداکثر درصد اسانس را در تیمار تلفیقی ۱۵ تن در هکتار کمپوست + ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و حداقل میانگین را در تیمار تلفیقی ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست + ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی NPK نشان داد. همچنین تیمارهای مورد آزمایش از نظر عملکرد اسانس در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری نشان دادند (جدول ۴). به طوری که حداکثر میانگین عملکرد اسانس در تیمار تلفیقی ۱۵ تن در هکتار کمپوست + ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و حداقل میانگین در تیمار تلفیقی ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست + ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی NPK بدست آمد (جدول ۴).

از نظر میزان درصد متابولیت‌های ثانویه مورد بررسی نیز بین تیمارهای کودی و شاهد اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۴). با توجه به مقایسه میانگین داده‌ها، حداکثر میانگین درصد ماده لیمونین در تیمار ۱۵ تن در هکتار کمپوست و پایین‌ترین متعلق به تیمار تلفیقی ۱۵ تن در هکتار کمپوست + ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست بود. همچنین مقایسه میانگین ها نشان داد بیشترین درصد ماده ۵- متیل- پایریمندون در تیمار تلفیقی ۱۵ تن در هکتار کمپوست + ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی NPK و حداقل درصد متعلق به تیمار تلفیقی ۱۵ تن در هکتار کمپوست + ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست + ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی NPK بدست آمد. در مورد ماده ۴- (۵، ۱- دایمتیلکس- ۴-انیل) سیکولکس- ۲-انون مقایسه میانگین‌ها مشخص نمود، حداکثر میانگین متعلق به تیمار ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و حداقل میانگین مربوط به تیمار ۱۵ تن در هکتار کمپوست بود. همچنین بیشترین درصد ماده بتا- سزکی‌فولاندرین از تیمار تلفیقی ۱۵ تن در هکتار کمپوست + ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست و کم‌ترین میزان میانگین از تیمار تلفیقی ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست + ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی NPK حاصل شد (جدول ۴).

Scheffer و همکاران (۱۹۹۳) گزارش کردند که مصرف کود آلی در بومادران (*Achillea millefolium* L.) باعث افزایش درصد اسانس شد. همچنین در بررسی مردای و همکاران (۱۳۸۸) بر روی گیاه رازیانه نتایج نشان داد، که بیشترین عملکرد اسانس در تیمار تلفیقی کمپوست و ورمی‌کمپوست حاصل شد. علاوه بر آن ریحان کشت شده در شرایط ارگانیک دارای عملکرد اسانسی بیش از دو برابر ریحان تغذیه شده با کودهای شیمیایی بود (Khalid et al., 2006).

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین متابولیت‌های ثانویه مورد مطالعه حاکی از اثر قابل توجه کودهای ارگانیک در مقدار این مواد بود. در تحقیقی دیگر مقدار اسانس و نیز مقدار ترکیبات ضروری گیاه دارویی بابونه، در شرایط کشت ارگانیک به مراتب بالاتر از کشت رایج آن بود (Vildova et al., 2006). میزان مونوترپن‌ها و هیدروکربن‌های سزکویی‌ترین به شدت با تعادل شیمیایی در خاک (مواد آلی، فسفر و اشباع بازی) مرتبط می‌باشد. تنوع شیمیایی مشاهده شده در متابولیت‌های ثانویه، با محیط زیست در ارتباط هستند (Curado, 2006). همچنین مفاخری و همکاران (۱۳۹۰) گزارش کردند حداکثر میزان ژرانیل استات در اسانس گیاه دارویی بادرشبی (۶۱/۱ درصد) در تیمار ورمی‌کمپوست حاصل شد. یزدانی‌بیوکی و همکاران (۱۳۸۹) گزارش کردند، مصرف انواع مختلف کودهای آلی و شیمیایی در خاک بر درصد روغن، سیلیمارین و سیلپین موجود در بذر تأثیر معنی‌داری داشت. در پژوهشی دیگر دهقانی‌مشکانی و همکاران (۱۳۸۹) نشان دادند که تیمارهای کودی تأثیر معنی‌داری بر میزان اسانس، کامازولن و فلاونوئید کل بابونه شیرازی داشتند، به طوری که مقایسه میانگین‌ها بیانگر آن بود که تیمارهای حاوی کود زیستی، برتری قابل ملاحظه‌ای نسبت به تیمار شاهد و کود کامل شیمیایی داشتند.

ضریب همبستگی بین صفات مورد بررسی در این تحقیق نشان داد که عملکرد اسانس و درصد اسانس همبستگی مثبت و قوی دارند (جدول ۵). در ضمن متغیر عملکرد وزن تر در هکتار با متغیرهای عملکرد وزن خشک، شاخص سطح برگ، میانگین تعداد برگ، ۵- متیل- پایریمندون، ۴- (۵، ۱-

جدول ۵- همبستگی بین صفات کمی و کیفی گیاه زولنگ تحت تیمار کودهای آلی و شیمیایی

صفات	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10
عملکرد وزن تر	۱	۰/۸۱**	۰/۶۷**	۰/۶۴**	۰/۲۷	۰/۱۰	۰/۱۲	۰/۵۱**	۰/۵۶**	۰/۶۵**
عملکرد وزن خشک	۱	۰/۶۰**	۰/۵۹**	۰/۲۵	۰/۱۳	۰/۰۷	۰/۳۲	۰/۳۷	۰/۵۳	۰/۶۵**
شاخص سطح برگ	۱	۰/۶۳**	۰/۰۰۷	-۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۳۳	۰/۵۳	۰/۶۵**	۰/۵۹**	۰/۶۵**
تعداد برگ	۱	۰/۰۳	-۰/۱۹	۰/۵۰*	۰/۴۴*	۰/۳۸	۰/۲۷	۰/۳۶	۰/۳۸	۰/۳۵
درصد اسانس	۱	۰/۹۷**	۰/۳۸	۰/۲۵	-۰/۳۸	۰/۲۸	۰/۲۴	۰/۱۰	۰/۱۴	۰/۱۰
عملکرد اسانس	۱	۰/۸۱**	۰/۸۲**	۱	۰/۸۰**	۱	۰/۸۰**	۱	۰/۸۰**	۱
لیمونین	۱	۰/۸۱**	۰/۸۲**	۱	۰/۸۰**	۱	۰/۸۰**	۱	۰/۸۰**	۱
۵- متیل - پایریمندون-۵- متیل -	۱	۰/۸۱**	۰/۸۲**	۱	۰/۸۰**	۱	۰/۸۰**	۱	۰/۸۰**	۱
پایریمندون	۱	۰/۸۱**	۰/۸۲**	۱	۰/۸۰**	۱	۰/۸۰**	۱	۰/۸۰**	۱
۴- (۵، ۱- دایمتیلکس - ۴- انیل)	۱	۰/۸۱**	۰/۸۲**	۱	۰/۸۰**	۱	۰/۸۰**	۱	۰/۸۰**	۱
سیکولکس - ۲- انون	۱	۰/۸۱**	۰/۸۲**	۱	۰/۸۰**	۱	۰/۸۰**	۱	۰/۸۰**	۱
بتا-سزکی فولاندین	۱	۰/۸۱**	۰/۸۲**	۱	۰/۸۰**	۱	۰/۸۰**	۱	۰/۸۰**	۱

ستون های X1 - X10 به ترتیب ده صفت قید شده در ستون صفات می باشد. * و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

افزایش وزن برگ های خشک شده و پرورش یافته تحت تیمارهای کودی آلی و شیمیایی، عملکرد و درصد اسانس افزایش نمی یابد. همچنین بررسی سعیدنژاد و مقدم (۱۳۸۹) بر روی گیاه زیره سبز نشان داد که بین عملکرد دانه و درصد اسانس همبستگی منفی بالایی مشاهده شد و با افزایش عملکرد دانه درصد اسانس کاهش یافت.

نتیجه گیری کلی:

نتیجه پژوهش نشان داد که کودهای آلی می توانند جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی در حاصلخیزی و افزایش عملکرد باشند. به نحوی که در پژوهش حاضر مشخص شد، در اکثر صفات مورد بررسی بجز درصد اسانس، اختلاف معنی داری نسبت به شاهد مشاهده شد، بطوریکه بیشترین عملکرد وزن تر، شاخص سطح برگ و درصد مواد موثره اصلی در تیمار کمپوست، ورمی کمپوست و تیمار تلفیقی کمپوست + ورمی کمپوست بدست آمد. بنابراین، با توجه به پاسخ مثبت گیاهان دارویی به کاربرد کودهای آلی، به نظر می آید که به کارگیری این کودها ضمن کاهش مصرف کودهای شیمیایی و نیز نداشتن عواقب سوء زیست محیطی، روش مناسبی برای تولید سالم و پایدار این گونه محصولات گیاهی نادر می باشد.

دایمتیلکس - ۴- انیل) سیکولکس - ۲- انون و بتا-سزکی فولاندین و متغیر عملکرد وزن خشک با متغیرهای شاخص سطح برگ و میانگین تعداد برگ در سطح یک درصد همبستگی مثبت و همسو داشتند. همچنین بین متغیر شاخص سطح برگ با متغیرهای میانگین تعداد برگ و بتا-سزکی فولاندین همبستگی مثبتی مشاهده شد (جدول ۵). میانگین تعداد برگ نیز با متغیرهای بتا-سزکی فولاندین در سطح یک درصد و متغیرهای لیمونین، ۵- متیل - پایریمندون و ۴- (۵، ۱- دایمتیلکس - ۴- انیل) سیکولکس - ۲- انون در سطح ۵ درصد و همچنین متغیر ۵- متیل - پایریمندون با ۴- (۵، ۱- دایمتیلکس - ۴- انیل) سیکولکس - ۲- انون و بتا-سزکی فولاندین در سطح یک درصد همبستگی مثبت و همسویی داشتند (جدول ۵).

با توجه به جدول ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه (جدول ۵)، بیشترین همبستگی مثبت و همسو ($r = 0.97^{**}$) بین عملکرد اسانس و درصد اسانس دیده شد، بنابراین با افزایش درصد اسانس عملکرد اسانس افزایش می یابد. ولی از آنجا که اسانس ها از نمونه های خشک برگ تهیه شده بودند عدم وجود همبستگی بین عملکرد وزن خشک و درصد اسانس ($r = 0.25^{ns}$) و عملکرد وزن خشک و عملکرد اسانس ($r = 0.13^{ns}$) نشان دهنده این موضوع می باشد که با

منابع:

- اعلم، ف.، رامین، ع. ا. و امینی، ف. (۱۳۹۲) تغییرات میزان ماده موثره گیاه ماریتغال (*Silybum marianum*) در تنش خشکی، فرآیند و کارکرد گیاهی ۲: ۸۷-۷۷.
- تهامی زرنندی، س. م. ک.، رضوانی مقدم، پ. و جهان، م. (۱۳۸۹) مقایسه تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد و درصد اسانس گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L.)، نشریه بوم شناسی کشاورزی- دانشگاه فردوسی مشهد ۲: ۷۴-۶۳.
- حسن‌زاده قورته، ع. (۱۳۷۹) بررسی تأثیر کودهای آلی، شیمیایی و تلفیقی بر خصوصیات کمی و کیفی ارقام آفتابگردان در آذربایجان غربی، پایان نامه دکتری. دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
- درزی، م. ت.، قلاوند، ا.، رجالی، ف. و سفیدکن، ف. (۱۳۸۵) بررسی کاربرد کودهای زیستی بر عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه دارویی رازیانه، تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران ۲۲: ۲۹۲-۲۷۶.
- درزی، م. ت.، قلاوند، ا. و رجالی، ف. (۱۳۸۷) بررسی اثر کاربرد میکوریزا، ورمی کمپوست و کود فسفات زیستی بر گلدهی، عملکرد بیولوژیک و همزیستی ریشه، در گیاه دارویی رازیانه، مجله علوم زراعی ایران ۱۰: ۸۸-۱۰۹.
- درزی، م. ت.، قلاوند، ا. و رجالی، ف. (۱۳۸۸) تأثیر مصرف کودهای بیولوژیک بر روی جذب عناصر (N, P, K) و عملکرد دانه در گیاه دارویی رازیانه، تحقیقات گیاهان دارویی و معطر در ایران ۲۵: ۱۹-۱.
- دهقانی مشکانی، م.، نقدی بادی، ح.، رضازاده، ش. و درزی، م. (۱۳۸۹) تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی بر کمیت و کیفیت اسانس گیاه دارویی بابونه شیرازی (*Matricaria recutita* L.)، همایش ملی گیاهان دارویی- جهاد دانشگاهی واحد مازندران- پژوهشکده برنج و مرکبات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.
- سعیدنژاد، ا. و رضوانی مقدم، پ. (۱۳۸۹) ارزیابی اثر کمپوست، ورمی کمپوست و کودهای دامی روی عملکرد، اجزای عملکرد و درصد اسانس زیره سبز (*Cuminum cyminum*)، نشریه علوم باغبانی دانشگاه فردوسی مشهد ۲۴: ۱۴۸-۱۴۲.
- شفیعی زرگر، ع. ر. (۱۳۷۵) بررسی صفات کمی و کیفی ارقام خیار سبز به تبعیت از مواد آلی و معدنی در کشت پاییزه. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
- علی پور، م. و محسن‌زاده، س. (۱۳۹۱) پاسخ گیاهچه‌های آلوئه‌ورا (*Aloe vera*) به مقادیر مختلف نیتروژن، فرآیند و کارکرد گیاهی ۱: ۹۵-۸۸.
- مرادی، ر.، رضوانی مقدم، پ.، نصیری محلاتی، م. و لکزبان، ا. (۱۳۸۸) بررسی تأثیر کودهای بیولوژیک و آلی بر عملکرد، اجزای دانه و میزان اسانس گیاه رازیانه، مجله پژوهش‌های زراعی ایران ۷: ۶۳۵-۶۲۵.
- مظفریان، و. (۱۳۸۶) فلور ایران، تیره چتریان. انتشارات موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران.
- مفاخری، س.، امیدبگی، ر.، سفیدکن، ف. و رجالی، ف. (۱۳۹۰) تأثیر کاربرد کودهای زیستی بر فاکتورهای کمی و کیفی اسانس گیاه دارویی بادرشبی (*Dracocephalum moldavica*)، هفتمین کنگره علوم باغبانی ایران، اصفهان، ایران.
- نبوی، س. م.، نبوی، س. ف.، ابراهیم‌زاده، م. و اسلامی، ب. (۱۳۸۸) بررسی اثر آنتی اکسیدانی چهار گونه گیاهی زولنگ، چوچاخ، تلکا و خرمندی در مدل برون تن. مجله دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان ۸: ۱۴۸-۱۳۸.
- یحیی آبادی، م. و مفاخر، م. (۱۳۹۰) بررسی اثر کاربرد ورمی کمپوست در تولید سبزیجات برگی و غده‌ای. هفتمین کنگره علوم باغبانی ایران، اصفهان، ایران.
- یزدانی بیوکی، ر.، رضوانی مقدم، پ.، خزاعی، ح. و آستارایی، ع. (۱۳۸۹) بررسی برخی صفات کمی و کیفی گیاه دارویی ماریتغال (*Silybum marianum* L.) در پاسخ به کودهای آلی، بیولوژیک و شیمیایی. نشریه بوم شناسی کشاورزی- دانشگاه فردوسی مشهد ۲: ۵۵۵-۵۴۸.
- Anwar, M., Patra, D. D., Chand, S., Alpesh, K., Naqvi,

- Khalid, A. Kh, Hendawy, S. F. and El-Gezawy, E. (2006) *Ocimum basilicum* L. Production under Organic Farming. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences 2: 25-32.
- Khoshbakht, K., Hammer, K. and Pistrick, K. (2007) *Eryngium caucasicum* Trautv. Cultivated as a vegetable in the Elburz Mountains (Northern Iran). Genetic Resources and Crop Evolution 54: 445-448.
- Pimenov, M.G. and Leonov, M. V. (1993) The genera of the Umbelliferae. Kew: Royal Botanic Gardens.
- Renato, Y., Ferreira, M. E., Cruz, M. C. and Barbosa, J. C. (2003) Organic matter fractions and soil fertility under influence of liming, vermicopmpost and cattle manure. Bioresource Technology 60: 59-63.
- Sanchez, G. E., Carballo, G. C. and Ramos, G. S. R. (2008) Influence of organic manures and biofertilizers on the quality of two Plantaginaceae: *Plantago major* L. and *Plantago lanceolata* L. Revista Cubana de Plantas Medicinales 13: 12-15.
- Scheffer, M. C. and Koehler, H. S. (1993) Influence of organic fertilization on the biomass, yield and yield composition of the essential oil of *Achillea millefolium*. Acta Horticulture (ISHS) 331: 109-114.
- Scott, M. A. (1988) The use of worm -digested animal wastes as a supplement to peat in leas composts for hardy nursery stocks. In: Earthworm in Waste and Enviromental Management (ed. Edwards, C.A. and Neuhayser, E.).Pp. 221-228. SPB Academic Press, Netherlands.
- Singh, A. K., Bisen, S. S., Singh, R. B. and Biswas, S. C. (1998) Effectiveness of compost towards increasing productivity of some medicinal plants in skeletal soil. Advances in Forestry Research in India 18: 64-83.
- Theunissen, J., Ndakidemi, P. A. and Laubscher, C. P. (2010) Potential of vermicompost produced from plant waste on the growth and nutrient status in vegetable production. International Journal of the Physical Sciences 5: 1964-1973.
- Vildova, A., Stolcova, M., Kloucek, M. and Orsak, P. M. (2006) Quality Characterization of Chamomile (*Matricaria recutita* L.) in Organic and Traditional Agricultures. In: International Symposium on Chamomile Research, Development and Production. Presov University, Presov.
- Zhou, D. M., Hao, X. Z., Wang, Y. J., Dong, Y. H. and Cang, L. (2005) Copper and Zink uptake by radish and pakchoi as affected by application of livestock and poultry manures. Chemosphere 59: 167-175.
- A. A. and Khanuja, S. P. S. (2005) Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, nutrient accumulation and oil quality of French basil. Communications in Soil Science and Plant Analysis 36: 1737-1746.
- Armitage, A. M. (1993) Specialty cut flowers. Timber Press. Portland, Oregon.
- Bachman, G. R. and Metzger, J. D. (1998) The use of vermicompost as a media amendment. PedoBiologia 32: 419-423.
- Bachman, G. R. and Metzger, J. R. (2008) Growth of bedding plants in commercial potting substrate amended with vermicompost. Bioresource Technology 99: 3155-3161.
- Curado, M. A., Oliveira, C. B., Jesus, J. G., Santos, S. C., Seraphin, J. C. and Ferri, P. H. (2006) Environmental factors influence on chemical polymorphism of the essential oils of *Lychnophora ericoides*. Phytochemistry 67: 2363-2369.
- Chand, S., Pande, P., Prasad, A., Anwar, M. and Patra, D. D. (2007) Influence of integrated supply of vermicompost and zinc-enriched compost with two grade levels of iron and zinc on the productivity of Geranium. Communications in Soil Science and Plant Analysis 38: 2581-2599.
- Chaudhry, M. A., Rehman, A., Naeem, M. A. and Mushtaq, N. (1999) Effect of organic and inorganic fertilizers on nutrient contents and some properties of eroded loess soils. Pakistan Journal of Soil Science 16: 63-68.
- Ebrahimzadeh, M. A., Nabavi, S. F., Nabavi, S. M. and Pourmorad, F. (2010) Nitric oxide radical scavenging potential of some Elburz medicinal plants. African Journal of Biotechnology 9: 5212-5217.
- El Gendy, S. A., Hosni, A. M., Omer, E. A. and Reham, M. S. (2001) Variation in herbage yield, essential oil yield and oil composition on sweet basil (*Ocimum bacilicum*) grown organically in a newly reclaimed land in Egypt. Arab Universities Journal of Agricultural Science 9: 915-933.
- Everett, T. H. (1960) New illustrated encyclopedia of gardening unabridged. Greystone Press. New York.
- Ghost, B. C. and Bhat, R. (1998) Environmental hazards of nitrogen loading in wetland rice fields. Environmental Pollution 102: 123- 126.
- Hashemabadi, D., Kaviani, B., Erfatpour, M. and Larijani, K. (2010) Comparison of essential oils compositions of Eryngo (*Eryngium caucasicum* Trautv.) at different growth phases by hydrodistillation method. Plant Omics Journal 3: 135-139.