

بررسی تاثیر کمپوست و ورمیکمپوست بر ویژگی‌های مورفولوژیک *(Eryngium caucasicum Trautv.)* گیاه زولنگ و بیوشیمیایی

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:

صرف کودهای آلی در نظام کشاورزی پایدار، موجب پایداری عملکرد به ویژه در تولید گیاهان دارویی می‌گردد. از طرفی توجه به گیاهان دارویی فراموش شده مانند زولنگ (*Eryngium caucasicum Trautv.*) که برگ آن حاوی اسانس می‌باشد، بدليل پتانسیل‌های غنی ناشناخته بسیار حائز اهمیت است. به منظور بررسی اثر کودهای آلی و شیمیایی بر روی گیاه زولنگ آزمایشی به صورت بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال ۱۳۹۰-۱۳۹۱ در شهرستان ساری انجام شد. تیمارها شامل ورمیکمپوست، کمپوست، کود شیمیایی NPK، کمپوست + ورمیکمپوست، کود شیمیایی+کمپوست، کود شیمیایی + ورمیکمپوست، مخلوط کود شیمیایی+کمپوست + ورمیکمپوست، شاهد (بدون مصرف کود آلی یا شیمیایی)، به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی NPK ۱۰ تن در هکتار ورمیکمپوست و ۱۵ تن در هکتار کمپوست بودند. عملکرد وزن تر، وزن خشک، شاخص سطح برگ، میانگین تعداد برگ، درصد اسانس، عملکرد اسانس و همچنین متابولیت‌های ثانویه عملده 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 معنی‌داری بین تیمارهای اعمال شده و تیمار شاهد وجود داشت ($p < 0.05$). بیشترین درصد ماده لیموئین در تیمار کمپوست، ۵-متیل-پایریمندون و بتا-سزکی فولاتدرین در تیمار تلفیقی کمپوست + ورمیکمپوست بدست آمد. همچنین بیشترین عملکرد وزن تر، شاخص سطح برگ و درصد ماده ۴-۵-دایمتیلکس-۴-انیل، سیکولکس-۲-انون از تیمار ۱۰ تن در هکتار ورمیکمپوست حاصل شد.

کلمات کلیدی: زولنگ، کشاورزی پایدار، کودهای آلی، متابولیت‌های ثانویه.

مقدمه:

استان مازندران محسوب می‌گردد که دارای اسانس معطری بوده و مصرف زیادی در غذاهای بومی شمال دارد. همچنین عصاره مтанولی گیاه زولنگ بدليل محتوای بالای فنل و فلاونوئید در برابر رادیکال‌های آزاد مانند نیتریک اکساید، دارای بیشترین اثر آنتی‌اکسیدانی می‌باشد که از آن در داروهایی مانند آفروdisیاک (داروی تقویت جنسی)، نروین (آرامش-بخش) استفاده می‌شود (نبوی و همکاران، ۱۳۸۸؛ Ebrahimzadeh et al., 2010).

زولنگ (*Eryngium caucasicum Trautv.*) از خانواده چتریان (Apiaceae) و زیرخانواده (Saniculoideae) می‌باشد، که از این جنس در جهان ۲۵۰ گونه وجود دارد (Pimenov and Leonov, 1993). در ایران ۹ گونه علفی از جنس زولنگ وجود دارد (مصطفیان، ۱۳۸۶)، که به دلیل رشد وحشی در عرصه‌های منابع طبیعی کشت و کارستی آن در حال فراموشی می‌باشد. این گیاه از سبزیجات برگی محلی (غیرزراعی) در

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

رشد گیاهان می‌باشد (Chaudhry *et al.*, 1999) برای بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک می‌توان از مواد آلی مثل کمپوست و ورمی کمپوست و میکروارگانیسم‌های 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 میکروارگانیسم‌ها 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 (Hyoscyamus niger L.), بذرالبنج (Plantago ovata) و سداب (Ruta graveolens L.) با افزایش میزان کمپوست در خاک، افزایش یافت (Anwar *et al.*, 2005). همچنین ورمی کمپوست با داشتن مواد مغذی نقش مثبتی بر فتوستترز، محتوی کلروفیل برگ‌ها و اصلاح مواد مغذی در اجزای گیاه (ریشه، شاخساره و میوه) دارد. درصد بالای اسیدهیومیک در ورمی کمپوست به سلامت گیاه کمک می‌کند، افزایش ترکیبات فنولی از جمله آنتوسیانین و فلاونوئید نیز ممکن است باعث بهبود کیفیت گیاه و منع از حمله آفات و بیماری‌ها گردد (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 زایش Khoshbakht گیاه بدليل خاردار بودن مصرف خوراکی ندارد (et al., 2007; Hashemabadi *et al.*, 2010 و تابستان بطور مداوم سرزنشی 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 همین طور تولید ترکیبات جدید و یا افزایش میزان ترکیباتی که به مقدار کم در گیاه وجود دارد، اشاره کرد (اعلم و همکاران، ۱۳۹۲). از دیاد 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) 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 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 ریزمنفذی‌ها 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، در حالی که کودهای آلی، محتوی اکثر عناصر غذایی لازم برای

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

نوع خاک	هدایت الکتریکی (dSm ⁻¹)	pH	اسیدیته	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	۲/۱	۷/۵	۵۰۰	۳۱	۳۶/۴	۳۲/۶	لومی رسی
کمپوست	۱/۳۶	۷/۳۵	۳۱	۱۵	۷/۱	۲/۱	۵۰۰	-	-	-	-	-
ورمیکمپوست	۱/۱۲	۷/۶۴	۳۲/۹	۱/۵۵	۲۱/۲۲	۴۰	۴۰	-	-	-	-	-

مقدار ۵۰ گرم از برگ‌های تولید شده در هر کرت که در دمای ۲۵-۳۰ درجه سانتی‌گراد 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-پتان استفاده شد و درصد و عملکرد اسانس تعیین گردید.

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

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

مواد و روش‌ها:

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۹۰-۱۳۹۱ در مزرعه‌ای واقع در ۲۳ کیلومتری شهرستان ساری (روستای سرکت) با عرض ۵۳° ۹' ۹۳" شمالی و طول جغرافیایی ۲۴' ۶۵" شمالي و در ارتفاع ۴۰۶ متر از سطح دریا اجرا شد. پس از آزمون خاک، کمپوست و ورمیکمپوست (جدول ۱)، آزمایش مزرعه‌ای به صورت بلوک‌های کامل تصادفی با ۸ تیمار: شاهد NPK (T1)، ورمیکمپوست (T2)، کمپوست (T3)، کود شیمیایی (T4)، کمپوست + ورمیکمپوست (T5)، ورمیکمپوست NPK + کود شیمیایی (T6)، کمپوست + کود شیمیایی (T7)، کمپوست + ورمیکمپوست + کود شیمیایی (T8) NPK انجام شد. براساس آزمون خاک، کمپوست و ورمیکمپوست، به ترتیب ۱۵ تن در هکتار کمپوست، ۱۰ تن در هکتار ورمیکمپوست و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود کامل شیمیایی NPK مصرف شد. کرت‌ها در ابعاد ۲×۲ مترمربع، در هر کرت ۶ ردیف کاشت به فاصله ۳۰ cm 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 تناسب‌گیری شد. سپس گیاهان در دمای ۶۶ درجه سانتی‌گراد 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 Leaf area meter model ΔT شاخص سطح برگ (England) اندازه‌گیری 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 زیستی چوبی تحت تأثیر افرودن ۲۰ درصد حجمی ورمی کمپوست به بستر کشت نیز گزارش شده است (Scott, 1988). همچنین درزی و همکاران (۱۳۸۵، ۱۳۸۷، ۱۳۸۸) اظهار داشتند که افرودن 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 معنی داری 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 معنی داری 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 زرنده 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 معنی داری 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 پرسون استفاده گردید.

نتایج و بحث

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

تیمارهای مورد آزمایش تأثیر معنی داری 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 میانگین ها نشان داد، حداقل 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 Metzeger و Bachman (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 مفخر (۱۳۹۰) گزارش کردند مصرف ۷ تن در هکتار ورمی کمپوست باعث افزایش عملکرد سبزه‌مینی 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	آزادی	درجه	عملکرد وزن خشک	عملکرد وزن تر	میانگین تعداد برگ	شاخص سطح برگ	درصد اسانس	عملکرد
اسانس								بلوک
٤٥٢٦٤٢	٠/٠٢٤	٤٦/٩١	١٤٨٦٢٠	٩٥٤٢٧	٣٦٩٦٠٠٣	٢		
٢٩٠٣٠٠٤*	٠/٤٠ ^{ns}	٩/٦١*	٥٩١٢٩*	١٦٩٩٧*	٢٢٦٠٣٥*	٧		
١٠٨٥٤	٠	٢/٢١	١٤٤٨٠	٦٤٢٠	٨٧٣٩١	١٤	خطای آزمایش	
٤/٥٨	٦/٥٣	٩/٣٠	٢٤/٤١	١٩/٤٠	١٠/٥٥			%CV

* 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	آزادی	درجه	عملکرد	5-Methy l-2-Primidone	4- (1,5-Dimethylhex-4-enyl) cyclohex-2-enone	β- Sesquiphellandrene
بلوک	۲	٤٦٧٤	٩٦/٥٣	٦٢/٩٠	٧/٧٥	
تیمار	٧	*٥٦٢/٥٨	٤٣/٠٧*	٢٢/٦٣*	١/٧٢*	
خطای آزمایش	١٤	٧/١٠	٢/٦٨	٠/٧٣	٠/٢٢	
%CV		١٣/٢٤	١٠/١٩	١٦/٣٩		

* 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)	سطح برگ (mm ²)	درصد اسانس (%)	عملکرد اسانس (ml/ha)	لیمونن (Limonene) (%)	پریمیدون (5-Methy l-2-Primidone) (%)	دی‌میتلیکس (4- (1,5-Dimethylhex-4-enyl) cyclohex-2-enone) (%)	β- سکوی‌فلاندرین (β-Sesquiphellandrene) (%)
T1	٢٦٩٤ ^{bc}	٣٧٧٩ ^{ab}	٥٧١ ^b	١٨/٧٨ ^a	١٦٥٠ ^{de}	٠/٢٠ ^{cd}	٢٧/٢ ^b	١٢/٣٣ ^{bc}	٣/٢٩ ^a
T2	٤٨٢/٧ ^a	٧٧٨/٧ ^a	٧٧٨/٧ ^a	١٧/٢٢ ^{ab}	١٥٧٧ ^{de}	٠/١٩ ^d	٢٠/٦٥ ^c	١٤/٤٣ ^{ab}	٣/٧٨ ^a
T3	٣٩٥/٥ ^{ab}	٤٦٣/١ ^{bc}	٤٦٣/١ ^{bc}	١٧/٤٤ ^a	١٨٠٠ ^d	٠/٢٢ ^c	٥٢/٢ ^a	٩/٦١ ^{cd}	٢/٢٧ ^c
T4	٢٨٨/١ ^b	٣٠٣/٣ ^c	٣٠٣/٣ ^c	١٣/٢٤ ^d	٣٠٠٠ ^c	٠/٣٦ ^b	٢٦/٩ ^b	١٤/٦٥ ^{ab}	٢/٣٥ ^{bc}
T5	٥١٩/٦ ^a	٥٠٤/١ ^b	٥٠٤/١ ^b	١٥/١٢ ^{bcd}	٣٧٨٧ ^a	٠/٤٥ ^a	١٧ ^a	١١/٦٨ ^a	٤/٠٧ ^a
T6	٤٩٥/١ ^a	٤٩٤/٥ ^b	٤٩٤/٥ ^b	١٤/٥٨ ^{cd}	١٤٠٧ ^c	٠/١٧ ^d	٧/١١ ^d	٥/١١ ^c	٢ ^c
T7	٤٠٠/٤ ^{ab}	٣٩٢/٥ ^{bc}	٣٩٢/٥ ^{bc}	١٦/٥٥ ^{abc}	١٥٠٧ ^e	٠/١٨ ^d	٢٧/٥١ ^b	١٨/٠٤ ^a	٣/١٨ ^{ab}
T8	٤٢٢/٨ ^{ab}	٤٣٦/٤ ^{bc}	٤٣٦/٤ ^{bc}	١٥/٠١ ^{bcd}	٣٥٠٠ ^b	٠/٤٢ ^a	٢١/٧ ^c	٧/٨ ^d	٢/٣٤ ^{bc}

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

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

این اختلاف معنی دار بود. همچنین افزایش عناصر غذایی (حسن‌زاده قورتپه، ۱۳۷۹) و بهبود وضعیت فیزیکی و شیمیایی خاک (شفیعی‌زرگر، ۱۳۷۵) از عوامل مؤثر در افزایش میزان سطح

Scheffer و همکاران (۱۹۹۳) گزارش کردند که مصرف کود آلی در بومادران (L. *Achillea millefolium*) 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 باونه، در شرایط کشت ارگانیک به مراتب بالاتر از کشت رایج آن بود (Vildova *et al.*, 2006). میزان مونوتیرین‌ها و هیدروکربن‌های سزکوئی ترین 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 بادرشی 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 سیلیبین 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 باونه 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 متغیرهای عملکرد وزن تر در هکتار با متغیرهای عملکرد وزن خشک، شاخص سطح برگ، میانگین تعداد برگ، ۵-متیل-پایریمندون، ۴-۵-

سطح برگ به ترتیب در گیاهچه‌های سیب‌زمینی و فلفل 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 لیموئین 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 میانگین‌ها 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 ۴-۱-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 ورمیکمپوست و کمترین میزان میانگین از تیمار تلفیقی ۱۰ تن در هکتار ورمیکمپوست + ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی NPK حاصل شد (جدول ۴).

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

X10	X9	X8	X7	X6	X5	X4	X3	X2	X1	صفات
۰/۶۵ **	۰/۵۶ **	۰/۵۱ **	۰/۱۲	۰/۱۰	۰/۲۷	۰/۶۴ **	۰/۶۷ **	۰/۸۱ **	۱	عملکرد وزن تر
۰/۵۳	۰/۳۷	۰/۳۲	۰/۰۷	۰/۱۳	۰/۲۵	۰/۵۹ **	۰/۶۰ **	۱		عملکرد وزن خشک
۰/۶۵ **	۰/۵۳	۰/۳۳	۰/۱۱	-۰/۱۲	-۰/۰۰۷	۰/۶۳ **	۱			شاخص سطح برگ
۰/۵۹ **	۰/۴۳ *	۰/۴۴ *	۰/۵۰ *	-۰/۱۹	-۰/۰۳	۱				تعداد برگ
۰/۳۵	۰/۳۸	۰/۳۶	-۰/۲۷	۰/۹۷ **	۱					درصد انسانس
۰/۲۴	۰/۲۸	۰/۲۵	-۰/۳۸	۱						عملکرد انسانس
-۰/۱۰	-۰/۱۴	-۰/۱۱	۱							لیموئین
۰/۸۱ **	۰/۸۲ **	۱								۵- متیل - پایریمندون ۵- متیل - پایریمندون
۰/۸۰ **	۱									۴- (۵، ۱- دایمتیلکس - ۴- انیل) سیکولکس - ۲- انون
۱										بتابسزکی فولاندرین

ستون‌های X10 – X1 به ترتیب ده صفت قید شده در ستون صفات می‌باشد. * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

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

نتیجه‌گیری کلی:

نتیجه پژوهش نشان داد که کودهای آلی می‌توانند 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 انسانس، اختلاف معنی داری نسبت به شاهد مشاهده شد، بطوریکه بیشترین عملکرد وزن تر، شاخص سطح برگ و درصد مواد موثره اصلی در تیمار کمپوست، ورمیکمپوست و تیمار تلفیقی کمپوست + ورمیکمپوست بدست آمد. بنابراین، با توجه به پاسخ مثبت گیاهان دارویی به کاربرد کودهای آلی، به نظر می‌آید 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 می‌باشد.

دایمتیلکس - ۴- انیل) سیکولکس - ۲- انون و بتا-سزکی فولاندرین 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 فولاندرین همبستگی مثبتی مشاهده شد (جدول ۵). میانگین تعداد برگ نیز با متغیرهای بتا-سزکی فولاندرین در سطح یک درصد و متغیرهای لیموئین، 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 فولاندرین 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 انسانس و درصد انسانس دیده شد، بنابراین با افزایش درصد انسانس عملکرد انسانس افزایش می‌یابد. ولی از آنجا که انسانس‌ها از نمونه‌های خشک برگی تهیه شده بودند عدم وجود همبستگی بین عملکرد وزن خشک و درصد انسانس ($r = 0.25^{ns}$) و عملکرد وزن خشک و عملکرد انسانس ($r = 0.13^{ns}$) نشان دهنده این موضوع می‌باشد که با

منابع:

- ورمی کمپوست و کودهای دامی روی عملکرد، اجزای عملکرد و درصد اسانس زیره سبز (*Cuminum cyminum*) نشریه علوم باطنی دانشگاه فردوسی مشهد ۲۴: ۱۴۸-۱۴۲. (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.
- علی‌پور، م. و محسن‌زاده، س. (۱۳۹۱) پاسخ گیاهچه‌های آلوئنورا (*Aloe vera*) به مقادیر مختلف نیتروژن، فرآیند و کارکرد گیاهی ۱: ۹۵-۸۸.
- مرادی، ر.، رضوانی مقدم، پ.، نصیری محلاتی، م. و لکزیان، ا. (۱۳۸۸) بررسی تأثیر کودهای بیولوژیک و آلی بر عملکرد، اجزای دانه و میزان اسانس گیاه رازیانه، مجله پژوهش‌های زراعی ایران ۷: ۶۳۵-۶۲۵.
- مصطفی‌یان، و. (۱۳۸۶) فلور ایران، تیره چتریان. انتشارات موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران.
- مفاحیری، س.، امیدی‌گیگی، ر.، سفیدکن، ف. و رجالی، ف. (۱۳۹۰) تأثیر کاربرد کودهای زیستی بر فاکتورهای کمی و کیفی اسانس گیاه دارویی بادرشی (*Dracocephalum moldavica*) هفت‌مین کنگره علوم باطنی 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 بروون تن. مجله دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان ۸: ۱۴۸-۱۳۸.
- یحیی‌آبادی، م. و مفاحیر، م. (۱۳۹۰) بررسی اثر کاربرد ورمی کمپوست در تولید سبزیجات برگی و غدهای هفت‌مین کنگره علوم باطنی ایران، اصفهان، ایران.
- یزدانی‌بیوکی، ر.، رضوانی مقدم، پ.، خراعی، ح. و آستانایی، ع. (۱۳۸۹) بررسی برخی صفات کمی و کیفی گیاه دارویی ماریتیغال (*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,
- اعلم، ف.، رامین، ع. ا. و امینی، ف. (۱۳۹۲) تغییرات میزان ماده موثره گیاه ماریتیغال (*Silybum marianum*) در تنش خشکی، فرآیند و کارکرد گیاهی ۲: ۸۷-۷۷.
- تهاجمی زرندی، 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 قورتپه، 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: ۱۰۹-۸۸.
- 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: ۱-۱۹.
- دهقانی مشکانی، م.، نقدي بادي، ح.، رضازاده، ش. و درزی، م. (۱۳۸۹) تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی بر کمیت و کیفیت اسانس گیاه دارویی بابونه شیرازی (*Matricaria recutita* L.), همايش ملي 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،

- 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, vermicompost 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 Environmental 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 basilicum*) 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.