نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۶، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۳، ص. ۲۷۴-۲۶۶

Journal of Agroecology
Vol. 6, No. 2, Summer 2014, p. 266-274

بررسی تأثیر منابع مختلف کودی بر شاخص‌های رشد و عملکرد گیاه دارویی سرخارگل (*Echinacea purpurea* L.)

محبوبه آشناور[1]*، محمدعلی بهمنیار[2] و وحید اکبرپور[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۰/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۳/۲۰

چکیده

به منظور بررسی واکنش گیاه دارویی سرخارگل (*Echinacea purpurea* L.) به کاربرد کود شیمیایی و مصرف توأم آن با کمپوست زباله شهری (کمپوست)، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی به صورت گلدانی با شش تیمار شامل: شاهد (بدون مصرف کودهای شیمیایی و کمپوست)، کود شیمیایی (۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن، ۱۲۰ کیلوگرم انیدرید فسفریک و ۲۵۰ کیلوگرم اکسید پتاسیم در هکتار به ترتیب از منبع اوره، سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم)، سی تن کمپوست در هکتار، پانزده تن کمپوست در هکتار + ۱/۴ کود شیمیایی تیمار ۲، پانزده تن کمپوست در هکتار + ۲/۴ کود شیمیایی تیمار ۲، پانزده تن کمپوست در هکتار + ۳/۴ کود شیمیایی تیمار ۲ در هکتار با سه تکرار در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در سال ۱۳۹۱ اجرا گردید. نتایج نشان داد که شاخص‌های رشد و عملکردی نظیر تعداد گل در بوته، تعداد ساقه فرعی، تعداد گلبرگ، قطر گل اصلی، قطر نهنج، قطر ساقه اصلی، وزن تر و خشک گل و غلظت کلروفیل a و b در مرحله گلدهی کامل تحت تأثیر کاربرد کود شیمیایی و کمپوست قرار گرفت. تیمار تلفیق ۱۵ تن کمپوست و ۱/۴ تیمار کود شیمیایی موجب افزایش ۳۰ درصدی قطر نهنج و قطر ساقه اصلی، افزایش ۵۰ درصدی تعداد گلبرگ گردید. همچنین کاربرد ۱۵ تن کمپوست به همراه ۱/۴ کود شیمیایی، غلظت کلروفیل a و کلروفیل b، تعداد گل در بوته و وزن تر و خشک گل را در حدود ۸۰ درصد افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: کلروفیل a و b، کمپوست زباله شهری،کود شیمیایی، وزن تر و خشک

مقدمه

گیاهان دارویی و ادویه‌ای از گیاهان اقتصادی مورد استفاده بشر هستند که مواد بیوشیمیایی مخصوص و مفیدی با مقادیر بسیار کم در خود ذخیره می‌کنند (Davazdah Emami & Majnoun Hosseini, 2008). گیاه دارویی سرخارگل (*Echinacea purpurea* L.) گیاهی علفی و چندساله متعلق به تیره کاسنی[4] و بومی آمریکای شمالی می‌باشد. این گیاه قرن‌هاست که به طور سنتی برای درمان سرماخوردگی، سرفه، عفونت دستگاه تنفسی و بعضی التهابات به کار می‌رود (Omidbaigi, 2010). تمام پیکر این گیاه اعم از ریشه و پیکر رویشی حاوی مواد مؤثره ارزشمندی است. بیشترین خاصیت دارویی این گیاه مربوط به فلاونوئیدها، آلکالوئیدها، اینولین‌ها، اسید شیکوریک و آلکیل آمیدها است (Bauer & Wagner, 1991).

با توجه به اهمیت گیاهان دارویی در تأمین سلامت جامعه، تحقیق در ارتباط با کشت ارگانیک، به منظور تولید محصول پاک با عملکرد مطلوب، اهمیت زیادی یافته است. بدین منظور، ارزیابی سیستم‌های مختلف تغذیه گیاه ضروری است (Jeliazkova, 1999). بطور کلی سطح مواد آلی خاک‌های زراعی کشور کمتر از یک درصد است که این امر به دلایل قرار داشتن ایران در زمره مناطق خشک و نیمه‌خشک، مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی و عدم استفاده از کودهای آلی است (Mohammadian & Malakouti, 2002). در بسیاری از موارد نیز کاربرد کودهای شیمیایی سبب آلودگی محیط

۱- کارشناس ارشد گیاهان دارویی، گروه باغبانی دانشگاه آزاد کرج
۲- استاد گروه خاکشناسی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۳- مربی گروه باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
(*- نویسنده مسئول: Email: mahboobe.ashnavar@gmail.com)

4- Asteraceae

زیست و صدمات اکولوژیکی می‌شود که خود باعث افزایش هزینه تولید می‌گردد (Ghosh & Bhat, 1998). یکی از این سیستم‌های تغذیه‌ای مناسب، استفاده از کمپوست زباله شهری است که علاوه بر افزایش ماده آلی، اصلاح خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و افزایش عملکرد، مشکلات ناشی از انباشت زباله‌های شهری را نیز تا حدودی مرتفع می‌سازد. کمپوست زباله‌های شهری به عنوان یک کود آلی مقرون به صرفه با توان مناسب و باارزش می‌تواند به عنوان جایگزین مناسب در کشاورزی پایدار از جایگاه ویژه‌ای برخوردار باشد (Sumner, 2000).

کاربرد کمپوست در کشت ارگانیک ریحان (*Ocimum basilicum* L.) سبب افزایش عملکرد کمی و کیفی این گیاه گردید (El-Gendg et al., 2001; Anwar et al., 2005). همچنین تحقیقات احمدیان و همکاران (Ahmadian et al., 2010) روی گیاه دارویی ریحان نشان داد که نمونه‌های تیمارشده با کمپوست زباله شهری نسبت به کود دامی بیشترین میزان کلروفیل و اسانس را تولید نموده است. مصرف کودهای آلی (کمپوست زباله شهری، ورمی-کمپوست و کود دامی) به واسطه فراهمی فسفر و عناصر کم‌مصرف دیگر سبب افزایش رشد و عملکرد گیاهان می‌شود که رفع کمبود عناصر غذایی کم‌مصرف به وسیله مواد آلی، به علت قدرت کمپلکس-کنندگی این مواد عنوان شده است (Malekoti & Homaei, 2004). افزایش کمپوست زباله‌های شهری به خاک‌های فقیر موجب بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک می‌گردد (Civeira, 2010).

در همین راستا، کشاورز و دلاوری (Keshavarz & Delavari, 2009) نیز با بررسی اثرات کوتاه‌مدت مصرف کمپوست زباله شهری و کود گاوی بر عملکرد ذرت (*Zea mays* L.)، بیان داشتند که بیشترین وزن خشک گیاه در خاک لومی شنی از مصرف ۲۰ تن در هکتار کود آلی (اعم از کمپوست و یا کود گاوی) بدست آمد، به طوری‌که موجب افزایش ۴۹ درصدی وزن خشک گیاه نسبت به شاهد گردید. مطالعات انجام شده روی گیاه دارویی زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) نیز نشان داد که گیاهان پرورش‌یافته در خاک‌های تیمار شده با کمپوست زباله شهری نسبت به خاک‌های تیمار شده با کود شیمیایی، با قابلیت دسترسی بیشتر عناصر غذایی برای گیاه، عملکرد بیشتری را دارا بودند (Rafiei, 2010).

همچنین صدقی‌مقدم و میرزایی (Sedghi Moghadam & Mirzaee, 2008) گزارش نمودند که با افزایش مقدار مصرف کمپوست زباله شهری از صفر به ۱۵۰ تن در هکتار، مقدار کلروفیل a، b و کلروفیل کل برگ‌ها در گیاه کدو حلوایی (*Cucurbita moschata* Duch.expoir) افزایش یافت. یافته‌های اصغری‌پور و احمدیان (Asgharipour & Ahmadian, 2008) نیز مؤید آن بود که استفاده از کمپوست زباله شهری به میزان ۱۵ تن در هکتار، بیشترین ارتفاع بوته و تعداد برگ در بوته را در دو گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovata* Forsk.) و زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) ایجاد نمود. همچنین بررسی‌های سایر محققان در خصوص تأثیر کمپوست زباله شهری بر افزایش رشد و عملکرد گیاه دارویی آلوئه‌ورا (*Aloe vera* L.) (Fariabi & Ghazanchaei, 2008) نیز گزارش شده است.

با عنایت به این‌که رویکرد جهانی در تولید گیاهان دارویی به سمت استفاده از رهیافت‌های کشاورزی پایدار و به‌کارگیری روش‌های مدیریتی نظیر کاربرد کودهای زیستی به منظور بهبود عملکرد کمی و کیفی گیاهان دارویی می‌باشد (Darzi et al., 2008) و با توجه به کمبود مطالعات در رابطه با واکنش گیاه دارویی سرخارگل به منابع کودی و همچنین در راستای کاربرد کمتر کودهای شیمیایی به منظور پیشگیری از افزایش آلودگی محیط زیست و همچنین دلایل اقتصادی و ترغیب کشاورزان به کاربرد بیشتر کودهای آلی، این تحقیق با هدف بررسی اثر مقادیر مختلف کمپوست زباله شهری و تلفیق آنها با کود شیمیایی بر رشد و عملکرد گیاه دارویی سرخارگل به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در گلخانه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در سال ۱۳۹۱ در قالب طرح کاملاً تصادفی با شش تیمار کودی مختلف و سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل: T_1: تیمار شاهد (بدون مصرف کودهای شیمیایی و آلی)، T_2: کود شیمیایی (۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن، ۱۲۰ کیلوگرم انیدرید فسفریک و ۲۵۰ کیلوگرم اکسید پتاسیم در هکتار به ترتیب از منابع اوره، سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم)، T_3: ۳۰ تن کمپوست در هکتار، T_4: ۱۵ تن کمپوست + ۱/۴ تیمار کود شیمیایی، T_5: ۱۵ تن کمپوست + ۲/۴ تیمار کود شیمیایی و T_6: ۱۵ تن کمپوست + ۳/۴ تیمار کود شیمیایی بود. ویژگی‌های خاک مورد استفاده در آزمایش و کمپوست زباله شهری در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک و خصوصیات شیمیایی کمپوست زباله شهری مورد استفاده در آزمایش

Table 1- Some physicochemical properties of soil and chemical properties of municipal solid waste compost applied in the experiment

نوع نمونه Type of sample	بافت Texture	ماده آلی (درصد) Organic matter (%)	نیتروژن (درصد) Nitrogen (%)	فسفر قابل دسترس (میلی‌گرم در کیلوگرم) Available P ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم قابل دسترس (میلی‌گرم در کیلوگرم) Available K ($mg.kg^{-1}$)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)
خاک Soil	سیلتی رسی Silty Clay	2.16	0.12	34.27	180	7.83	1.75
کمپوست زباله شهری Municipal solid waste compost	-	33.58	1.95	8668	8832	7.63	7.25*

*عصاره ۱:۵

* Extract 1:5

تیمارهای کودی (کمپوست زباله شهری، سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم) قبل از انتقال نشاءها به گلدان‌های اصلی اعمال شدند. اما کود شیمیایی نیتروژن به صورت سرک در سه مرحله (قبل از انتقال نشاء به گلدان اصلی، مرحله پنجه‌زنی و مرحله آغاز گلدهی) به گلدان‌ها اضافه گردید. به دلیل کند بودن رشد اولیه سرخارگل، بذور این گیاه در دی‌ماه در خزانه کشت و در اردیبهشت ۱۳۹۱ به گلدان‌های اصلی منتقل شدند، به‌طوری‌که در هر گلدان یک بوته کشت شد و زمانی‌که ۶۰ درصد آب قابل استفاده در خاک گلدان موجود بود، آبیاری صورت پذیرفت.

برخی از خصوصیات مورفولوژیک گیاه مانند ارتفاع بوته، تعداد گل در بوته، تعداد ساقه فرعی، قطر گل اصلی، قطر نهنج، قطر ساقه اصلی، تعداد گلبرگ، وزن تر و خشک گل، کلروفیل a و b در مرحله گلدهی کامل اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری مقدار کلروفیل a و b از معادلات (۱) و (۲) استفاده شد و اندازه‌گیری طیف نور جذبی محلول حاصل با دستگاه اسپکتروفتومتر (6405.UV/Vis-Jenway-England) در دو طول موج ۶۶۳ و ۶۴۵ نانومتر انجام گردید (Arnon, 1967).

معادله (۱) $\text{کلروفیل a} = (19/3A_{663} - 0/86A_{645})\ V/100W$

معادله (۲) $\text{کلروفیل b} = (19/3A_{645} - 3/6\ A_{663})\ V/100W$

که در این معادلات، A: جذب طول موج ویژه، V: حجم نهایی کلروفیل و W: وزن تر بافت استخراج‌شده می‌باشد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS ver 9.1 انجام شد. برای رسم شکل‌ها از نرم‌افزار Excel استفاده شد و میانگین داده‌ها با آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD[1]) در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

صفات مورفولوژیک:

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) حاکی از آن است که صفات مورفولوژیک نظیر ارتفاع بوته، تعداد گل در بوته، تعداد ساقه فرعی، تعداد گلبرگ گل اصلی، قطر گل اصلی، قطر نهنج گل اصلی و قطر ساقه اصلی در تیمارهای مختلف کودی دارای اختلاف معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بودند.

ارتفاع بوته: تیمارهای مختلف از نظر ارتفاع بوته اختلاف معنی‌داری را نشان دادند و ارتفاع بوته در شاهد نسبت به تیمارهای دیگر بالاترین مقدار بود، در ضمن در اثر کاربرد کمپوست زباله شهری و کود شیمیایی ارتفاع بوته کاهش یافت به‌گونه‌ای که در تیمار ۱۵ تن کمپوست + ۲/۴ کود شیمیایی از ۵۱/۲۵ سانتی‌متر به ۳۲ سانتی‌متر کاهش یافت (جدول ۳).

1- Least Significant Difference

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر تیمارهای مختلف کودی بر صفات مورفولوژیک سرخارگل

Table 2- Analysis of variance (Mean of Squares) of different fertilizer treatments on the morphological properties of coneflower

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Plant height	تعداد گل در بوته Number of flower in plant	تعداد گلبرگ گل اصلی Number of petal in main flower	تعداد ساقه فرعی در بوته Number of lateral branch in plant	قطر گل اصلی Diameter of main flower	قطر نهنج گل اصلی Diameter of receptacle main flower	قطر ساقه اصلی Diameter of main stem
تیمار کودی Fertilizer treatment	5	113.90**	7.35**	32.23**	6.88**	2.80**	0.36**	0.05**
خطای آزمایش Experimental error	12	5.52	0.41	2.35	0.26	0.46	0.07	0.001
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	–	63.5	12.01	8.61	12.24	9.10	8.61	4.95

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

**: Significant at 1% probability levels

در پژوهشی مشابه در توت‌فرنگی (*Fragaria ananassa* L.)، ارتفاع گیاه در تیمار شاهد (بدون مصرف کود آلی و شیمیایی) بیشترین مقدار بوده است که با یافته‌های این آزمایش مطابقت دارد (Shehata et al., 2011). کاهش ارتفاع در این گیاهان، می‌تواند ناشی از آزادسازی تدریجی عناصر غذایی توسط کودهای آلی و تأثیر تدریجی آنها در افزایش رشد گیاه در سال اول باشد. طبق بررسی‌های به‌عمل‌آمده در مورد پاسخ گیاه دارویی ماریتیغال (*Silybum marianum* L.) به کودهای آلی، بیولوژیک و شیمیایی، هیچکدام از صفات مورفولوژیک، از جمله تعداد شاخه‌های فرعی و ارتفاع بوته، تحت تأثیر اعمال تیمارهای مختلف کودی قرار نگرفتند (Yazdani Biyoki et al., 2010). درحالی‌که خندان (Khandan, 2004)، افزایش ارتفاع بوته اسفرزه (*Plantago ovata* Forsk.) را در نتیجه استفاده از کمپوست گزارش نمود و همچنین اظهار داشت که کاهش بوته در اسفرزه با افزایش مقادیر نیتروژن و فسفر همراه بود. در یک آزمایش مزرعه‌ای روی ریحان نیز کاربرد توأم کودهای نیتروژنه آلی و معدنی، باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع گیاه نسبت به کاربرد کودهای معدنی به تنهایی شد (Kandeel et al., 2002).

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورفولوژیک سرخارگل تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی

Table 3- Means comparison of morphological properties coneflower affected by different fertilizer treatments

تیمارها Treatments	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	تعداد گل در بوته Number of flower in plant	تعداد گلبرگ گل اصلی Number of petal in main flower	تعداد ساقه فرعی در بوته Number of lateral branch in plant	قطر گل اصلی (سانتی‌متر) Diameter of main flower (cm)	قطر نهنج گل اصلی (سانتی‌متر) Diameter of receptacle main flower (cm)	قطر ساقه اصلی (سانتی‌متر) Diameter of main stem (cm)
T_1	51.25 ^{a*}	3.00 ^{c}	15.50 ^{c}	2.50 ^{c}	7.80 ^{ab}	2.84 ^{c}	0.34 ^{c}
T_2	43.00 ^{b}	5.00 ^{b}	17.50 ^{bc}	4.00 ^{b}	8.56 ^{a}	3.39 ^{a}	0.39 ^{b}
T_3	40.50 ^{b}	4.27 ^{b}	15.00 ^{c}	2.50 ^{c}	8.14 ^{ab}	3.07 ^{ab}	0.37 ^{bc}
T_4	42.67 ^{b}	7.17 ^{a}	23.33 ^{a}	6.17 ^{a}	7.56 ^{ab}	3.29 ^{a}	0.44 ^{a}
T_5	41.00 ^{b}	6.43 ^{a}	19.94 ^{b}	4.50 ^{b}	5.84 ^{c}	2.70 ^{bc}	0.35 ^{c}
T_6	32.00 ^{c}	6.33 ^{a}	15.50 ^{c}	5.50 ^{a}	6.95 ^{bc}	2.98 ^{ab}	0.40 ^{b}

* میانگین‌های دارای حرف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

* Means followed by similar letter in each column are not significantly different on LSD test ($p \leq 0.05$).

T_1: شاهد، T_2: کود شیمیایی، T_3: ۳۰ تن کمپوست در هکتار، T_4: ۱۵ تن کمپوست + ۱/۴ تیمار کود شیمیایی، T_5: ۱۵ تن کمپوست + ۲/۴ تیمار کود شیمیایی و T_6: ۱۵ تن کمپوست + ۳/۴ تیمار کود شیمیایی

T_1: Control, T_2: Chemical fertilizer, T_3: 30 t.ha^{-1} compost, T_4: 15 t.ha^{-1} compost + 1/4 T_2, T_5: 15 t.ha^{-1} compost + 2/4 T_2 and T_6: 15 t.ha^{-1} compost + 3/4 T_2

تعداد گل در بوته و تعداد گلبرگ: در اثر کاربرد کمپوست و کود شیمیایی، تعداد گل در بوته افزایش یافت. بیشترین تعداد گل در بوته مربوط به تیمارهای ۱۵ تن کمپوست + ۱/۴ تیمار کود شیمیایی و تیمار ۱۵ تن کمپوست + ۲/۴ تیمار کود شیمیایی می باشد که با تیمار ۱۵ تن کمپوست + ۳/۴ تیمار کود شیمیایی در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۳). بعلاوه، حداکثر تعداد گلبرگ در گل اصلی مربوط به تیمار ۱۵ تن کمپوست + ۱/۴ تیمار کود شیمیایی بوده است که نسبت به تیمار شاهد ۵۰ درصد افزایش نشان داد (جدول ۳). خندان (Khandan, 2004) اظهار داشت که اثر مقادیر مختلف کود شیمیایی بر تعداد سنبله در بوته در گیاه اسفرزه معنی‌دار نبود، ولی استفاده از کمپوست موجب افزایش تعداد سنبله در اسفرزه شد. کمپوست ضمن افزایش ذخیره آب در خاک باعث تأمین عناصر غذایی مورد نیاز و افزایش رشد سبزینگی و تعداد گل در بوته می‌شود. همچنین طبق پژوهش‌های سعیدنژاد و رضوانی‌مقدم (Saeednejad & Rezvani Moghadam, 2010) مصرف کودهای آلی باعث بهبود رشد رویشی و اجزای عملکرد زیره سبز شده و تعداد چتر در بوته را افزایش داد، ولی در مطالعه‌ای دیگر که به منظور مقایسه سه نوع کود (شیمیایی، دامی و کمپوست) بر عملکرد گیاه دارویی بابونه (*Matricaria chamomilla* L.) صورت گرفت، در بین تیمارهای کودی مورد استفاده، تیمار کود شیمیایی از بیشترین کارایی در میزان گل تولیدی برخوردار بود (Arazmjoo et al., 2009).

تعداد ساقه فرعی، قطر گل اصلی، قطر نهنج گل اصلی و قطر ساقه اصلی: تعداد ساقه فرعی در اثر کاربرد کمپوست و کود شیمیایی افزایش یافت که بالاترین تعداد ساقه‌های فرعی در اثر کاربرد ۱۵ تن کمپوست + ۱/۴ تیمار کود شیمیایی و تیمار ۱۵ تن کمپوست + ۳/۴ تیمار کود شیمیایی حاصل شد (جدول ۳). بزرگترین قطر گل اصلی و قطر نهنج گل اصلی به ترتیب با مقادیر ۸/۵۶ و ۳/۳۹ سانتی‌متر مربوط به تیمار کود شیمیایی بود (جدول ۳). ضمناً بیشترین قطر ساقه اصلی در تیمار ۱۵ تن کمپوست + ۱/۴ تیمار کود شیمیایی بدست آمد که نسبت به شاهد ۳۰ درصد افزایش نشان داد (جدول ۳).

در مطالعه‌ای روی گیاه همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.)، تیمار تلفیقی از کود آلی کمپوست به همراه کود شیمیایی از حداکثر تعداد شاخه فرعی در بوته برخوردار بود (Eslami Khalili et al., 2011). در شرایط یکسان محیطی فراهم آوردن عناصر غذایی برای گیاه توسط کودهای مختلف می‌تواند باعث بهبود فتوسنتز، تسهیم بهتر مواد در مخازن، افزایش رشد گیاه و متعاقباً افزایش تعداد شاخه فرعی شود (Yadav et al., 2002). مطابق تحقیق یزدانی-بیوکی و همکاران (Yazdani Biyoki et al., 2010)، قطر گل‌آذین در ماریتیغال تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی (کمپوست زباله شهری، ورمی‌کمپوست، ازتوباکتر و شیمیایی) قرار نگرفت، آنها دلیل این امر را متناسب بودن نیاز ماریتیغال با میزان عناصر موجود در خاک ذکر کردند. در پژوهشی، حداکثر قطر ساقه در ریحان مربوط به کاربرد کمپوست زباله شهری (۲۰ تن در هکتار) به همراه ۵۰ درصد کود شیمیایی می‌باشد (Kashani, 2011). از آنجا که کود کمپوست قبل از افزودن به خاک مراحل مقدماتی تجزیه را در زمان کمپوست شدن طی کرده است، بخش قابل توجهی از نیتروژن قابل معدنی شدن آن پیش از اضافه شدن به خاک، معدنی شده و سریعاً در اختیار گیاه قرار می‌گیرد (Balkom et al., 2001; Turies et al., 2001). همین امر می‌تواند سبب افزایش قطر ساقه در مراحل اولیه رشد در اثر کاربرد کمپوست زباله شهری شود.

صفات فیزیولوژیک:

نتایج جدول تجزیه واریانس صفات فیزیولوژیک (جدول ۴) نشان داد که صفاتی همانند وزن تر و خشک گل و غلظت کلروفیل a و b در تیمارهای مختلف کودی دارای اختلاف معنی‌داری با یکدیگر بودند.

وزن تر و خشک گل: بیشترین وزن تر گل در اثر کاربرد ۱۵ تن کمپوست + ۱/۴ تیمار کود شیمیایی حاصل شد که نسبت به تیمار شاهد ۸۰ درصد افزایش نشان داد، ولی با تیمارهای ۱۵ تن کمپوست + ۲/۴ تیمار کود شیمیایی و تیمار ۳۰ تن کمپوست در هکتار از نظر آماری تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۵). درضمن حداکثر وزن خشک گل نیز به مقدار ۳/۴۶ گرم در بوته در تیمار ۱۵ تن کمپوست + ۱/۴ تیمار کود شیمیایی بدست آمد که با تیمارهای کود شیمیایی و ۱۵ تن کمپوست + ۲/۴ تیمار کود شیمیایی در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۵). استفاده از کمپوست در گیاه دارویی بابونه نیز سبب افزایش عملکرد گل شد (Arazmjoo et al., 2009). همچنین افزایش اجزای زیست‌توده گیاهی در نتیجه کاربرد کمپوست نیز گزارش شده است (Singh et al., 1998).

جدول ٤- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر تیمارهای مختلف کودی بر صفات فیزیولوژیک سرخارگل

Table 4- Analysis of variance (mean of squares) of different fertilizer treatments on the physiological properties of coneflower

غلظت کلروفیل b Concentration of chlorophyll b	غلظت کلروفیل a Concentration of chlorophyll a	وزن خشک گل Dry weight of flower	وزن تر گل Fresh weight of flower	درجه آزادی df	منابع تغییرات S.O.V.
0.37*	12.51**	1.27**	17.12**	5	تیمار کودی Fertilizer treatment
0.19	1.38	0.19	2.40	12	خطای آزمایش Experimental error
15.35	11.71	15.95	14.13	–	ضریب تغییرات (درصد) CV (%)

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

* and **: are significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

T_1: شاهد، T_2: کود شیمیایی، T_3: ۳۰ تن کمپوست در هکتار، T_4: ۱۵ تن کمپوست + ۱/۴ تیمار کود شیمیایی، T_5: ۱۵ تن کمپوست + ۲/۴ تیمار کود شیمیایی و T_6: ۱۵ تن کمپوست + ۳/۴ تیمار کود شیمیایی

T_1: Control, T_2: Chemical fertilizer, T_3: 30 t.ha^{-1} compost, T_4: 15 t.ha^{-1} compost +1/4 T_2, T_5: 15 t.ha^{-1} compost +2/4 T_2 and T_6: 15 t.ha^{-1} compost +3/4 T_2

نتایج آزمایش تهامی‌زرندی و همکاران (Tahami Zarandi et al., 2010) نشان داد که تیمارهای کود آلی (دامی و ورمی‌کمپوست) از لحاظ وزن تر و خشک اندام هوایی در گیاه ریحان نسبت به تیمار کود شیمیایی برتری داشتند. اصغری‌پور و احمدیان (Asgharipour & Ahmadian, 2008) نیز گزارش کردند که کاربرد ۵ تا ۱۰ تن کمپوست زباله شهری در هکتار، حداکثر عملکرد محصول را در گیاهان دارویی اسفرزه و زیره سبز به دنبال داشت. آنان دریافتند بهبود عناصر غذایی خاک و تا اندازه‌ای بهبود کیفیت ساختمان خاک به دنبال کاربرد کمپوست، سبب افزایش تعداد برگ در این گیاهان شده است، با افزایش تعداد برگ و به دنبال آن افزایش میزان جذب نور و فتوسنتز، مواد هیدروکربنی بیشتری در برگ‌های گیاه ساخته شده و سبب افزایش تعداد گل و میوه و در نتیجه عملکرد ماده تر گیاه می‌گردد.

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات فیزیولوژیک سرخارگل تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی

Table 5- Means comparison of physiological properties coneflower affected by different fertilizer treatments

کلروفیل b (میلی‌گرم در گرم وزن خشک) Concentration of chlorophyll b (mg.g^{-1}DW)	کلروفیل a (میلی‌گرم در گرم وزن تر) Concentration of chlorophyll a (mg.g^{-1}FW)	وزن خشک گل (گرم) Dry weight of flower (g)	وزن تر گل (گرم) Fresh weight of flower (g)	تیمارها Treatments
1.81 b	7.87 c	1.85 c	7.40 c*	T_1
2.07 b	9.95 b	2.42 bc	11.44 ab	T_2
2.07 b	10.07 b	3.11 ab	12.05 a	T_3
2.80 a	13.65 a	3.46 a	13.50 a	T_4
2.24 ab	10.28 b	3.26 a	12.72 a	T_5
1.90 b	8.31 bc	2.19 c	8.74 bc	T_6

* میانگین‌های دارای حرف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

* Means followed by similar letter in each column are not significantly different on LSD test ($p \leq 0.05$).

T_1: شاهد، T_2: کود شیمیایی، T_3: ۳۰ تن کمپوست در هکتار، T_4: ۱۵ تن کمپوست + ۱/۴ تیمار کود شیمیایی، T_5: ۱۵ تن کمپوست + ۲/۴ تیمار کود شیمیایی و T_6: ۱۵ تن کمپوست + ۳/۴ تیمار کود شیمیایی

T_1: Control, T_2: Chemical fertilizer, T_3: 30 t.ha^{-1} compost, T_4: 15 t.ha^{-1} compost + 1/4 T_2, T_5: 15 t.ha^{-1} compost + 2/4 T_2 and T_6: 15 t.ha^{-1} compost + 3/4 T_2

غلظت کلروفیل a و b: میزان کلروفیل a و b تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی قرار گرفت و تیمار ۱۵ تن کمپوست + ۱/۴ تیمار کود شیمیایی بالاترین مقدار کلروفیل a و b را به خود اختصاص داد به‌طوری که در مقایسه با تیمار شاهد ۸۰ درصد افزایش یافت (جدول ۵). بیشترین میزان کلروفیل برگ در تیمار تلفیق کود آلی کمپوست و کود شیمیایی به دست آمد، زیرا کودهای آلی دارای مواد آلی می‌باشند که به راحتی تجزیه شده و حاوی مقادیر زیادی نیتروژن می‌باشند. همچنین منابع آلی در تلفیق با کود شیمیایی می‌توانند به حاصلخیزی خاک و افزایش تولید محصول منجر شوند زیرا این سیستم اکثر نیازهای غذایی مورد نیاز گیاه را تأمین کرده و بازده جذب مواد غذایی توسط محصول را افزایش می‌دهد، با افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاه و افزایش رشد رویشی، برگ‌های بیشتری تولید شده، در نتیجه میزان جذب نور و فتوسنتز توسط گیاه افزایش می‌یابد (Bauer & Black, 1994). طبق نتایج عبدالصبور و ابوالسعود (Abdel-Sabour & Abo El-Seoud, 1996) اضافه کردن کمپوست سبب افزایش میزان کلروفیل برگ در گیاه کنجد (*Sesamum indicum* L.) می‌شود. همچنین مطابق بررسی‌های انجام شده، افزایش مقدار مصرف کمپوست زباله شهری موجب افزایش مقدار کلروفیل a و b و کلروفیل کل برگ‌ها در گیاه کدوحلوایی شده است (Sedghi Moghadam & Mirzaee, 2008)، ولی براساس مطالعات آرزمجو و همکاران (Arazmjoo et al., 2009) کود شیمیایی از بیشترین کارایی نسبت به کودهای آلی (دامی و کمپوست) در افزایش میزان کلروفیل a و b برخوردار بوده است.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این بررسی حاکی از این است که با کاربرد تلفیقی کمپوست زباله شهری همراه با کود شیمیایی (۱۵ تن کمپوست + ۱/۴ تیمار کود شیمیایی) اکثر خصوصیات مورفولوژیک سرخارگل مانند تعداد گل در بوته، تعداد ساقه فرعی، تعداد گلبرگ، قطر نهنج گل اصلی و قطر ساقه اصلی در گیاه دارویی سرخارگل بهبود یافت و نیز بالاترین وزن تر و خشک گل و میزان کلروفیل a و b به دست آمد. لذا جایگزین نمودن بخشی از کود شیمیایی با کمپوست زباله شهری در راستای کشت و اهلی نمودن این نوع گیاه دارویی علاوه بر ارتقاء صفات کمی آن، موجب کاهش مصرف کود شیمیایی به عنوان یکی از نهاده‌های پرهزینه و به دنبال آن، کاهش هزینه‌ها و کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی می‌گردد و استفاده بهینه از کمپوست زباله شهری را نیز به دنبال خواهد داشت.

منابع:

Abdel-Sabour, M.F., and Abo El-Seoud, M.A. 1996. Effect of organic waste compost addition on sesame growth, yield and chemical composition. Agriculture, Ecosystems & Environment 60: 157-164.

Ahmadian, A., Omrani, H., Kamkar, J., and Dastouri, M. 2010. Effect of different amounts of organic and physiological properties of basil. First National Conference on Medicinal Plant and Potential Economic and Employment it, Birjand, Iran, 1-2 June 2010, p. 166. (In Persian)

Anwar, M., Patra, D.D., Chand, S., Alpesh, K., Naqvi, A.A., and Khanuja, S.P.S. 2005. Effects 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.

Arazmjo, A., Heidari, M., and Ghanbari, A. 2009. The effect of water stress and three sources of fertilizers on flower yield, physiological parameters and nutrient uptake in Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). 2009. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 25: 482-494. (In Persian with English Summary)

Arnon, A.N. 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agronomy Journal23:112-121.

Asgharipour, M., and Ahmadian, A. 2008. Utilization of compost for organic production of isabgol and cumin. In: Proceeding of the Third National Congress of Recycling and Reuse of Renewable Organic Resources in Agriculture, Isfahan, Iran, 14-16 May, p. 162-168. (In Persian)

Balkom, K.S., Adams, J.F., Hartzog, D.L., and Woodm, C.W. 2001. Mineralization of composted municipal sludge under field conditions. Communications in Soil Sciences and Plant Analysis 32: 1589-1605.

Bauer, A., and Black, A.L. 1994. Quantification of the effect of soil organic matter content on soil productivity. Soil Science Society of America Journal 58: 185-193.

Bauer, P., and Wagner, H. 1991. *Echinacea* species as potential immune stimulatory drugs. Economic and Medicinal Plants Research 5: 253-321.

Civeira, G. 2010. Influence of municipal solid waste compost on soil properties and plant reestablishment in peri-urban environments. Chilean Journal of Agricultural Research 70(3): 446-453.

Darzi, M.T., Ghalavand, A., and Rejali, F. 2008. Effect of mycorrhiza, vermicompost and phosphate biofertilizer application on flowering, biological yield and root colonization in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Iranian Journal of Crop Sciences 10(1): 88-109. (In Persian with English Summary)

Davazdah Emami, S., and Majnoun Hosseini, N. 2008. Cultivation and Production of Certain Herbs and Spices. Tehran University Press, Tehran, Iran 300 pp. (In Persian)

El-Gendg, S.A., Hosni, A.M., Omer, E.A., and Reham, M.S. 2001. Variation in herbage 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.

Eslami Khalili, F., Pirdashti, H., Bahmanyar, M.A., and Shirdel Shahmiri, F. 2011. Effect of organic and chemical fertilizers separately and combined on growth properties of *Calendula officinalis* L. First National Conference on Strategies for Achieving Sustainable Agriculture, Khouzestan, Iran, 16 June 2011, p. 1037-1041. (In Persian)

Fariabi, A., and Ghazanchaei, R. 2008. Study on the effect of different rates of chemical fertilizer, compost and mixture of them on quantitative and qualitative *Aloe vera* yield. In: Proceeding of the third National Congress of Recycling and Reuse of Renewable Organic Resources in Agriculture, Isfahan, Iran, 14-16 May, p. 845-849. (In Persian)

Ghosh, B.C., and Bhat, R. 1998. Environmental hazards of nitrogen loading in wetland rice fields. Environmental Pollution 102: 123-126.

Jeliazkova, V.D. 1999. NPK fertilizer and yield of peppermint (*Mentha peperitia*). Acta Horticulture 505: 231-236.

Kandeel, A.M., Neglaa, S.A.T., and Sadek, A.A. 2002. Effect of biofertilizers on the growth, volatile oil yield and chemical composition of *Ocimum basilicum* L. plant. Annals Agriculture Science 47(1): 351-371.

Kashani, A. 2010. A long-term study on different amounts of organic and inorganic fertilizer application on morphological and physiological traits of basil (*Ocimum basilicum* L.). MSc Thesis, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran. (In Persian with English Summary)

Keshavarz, P., and Delavari, M. 2009. Short term effects of compost and farmyard manure in two soil type on yield and NPK in corn. In: Proceeding of 11th Iranian Conference of Soil Science, Gorgan, Iran, 12 July 2009, p. 1470-1471. (In Persian)

Khandan, A. 2004. Effect of organic and chemical fertilizers on the chemical-physical properties of soil and Fleawort. MSc Thesis, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)

Malekoti, M.J., and Homaei, M. 2004. Arid and Regions Difficulties and Solutions. Tarbiat Modarres University Press, Tehran, Iran 518 pp. (In Persian)

Mohammadian, M., and Malakouti, M.J. 2002. Effect of two types of composts on soil physical and chemical properties and corn yield. Journal of Soil and Water Science 16(2): 143-150. (In Persian with English Summary)

Omidbaigi, R. 2010. Production and Processing of Medicinal Plants. Astane Ghodse Razavi Press, Mashhad, Mashhad, Iran 423 pp. (In Persian)

Rafiei, M. 2010. Use compost to ecological production of fleawort (*Plantago ovata* Forsk.) and cumin (*Cuminum cyminum*). National Conference of Medicinal Plant and Potential Economic and Employment it, Birjand, Iran, 1-2 June, 149 pp. (In Persian)

Saeednejad, A.H., and Rezvani Moghadam, P. 2010. Evaluate the effect of compost, vermicompost and cattle manures on yield, yield components and essential oil of cumin (*Cuminum cyminum*). Journal of Horticultural Science 24: 142-148. (In Persian with English Summary)

Sedghi Moghadam, M., and Mirzaee, M. 2008. Effect of municipal solid wastes compost on the yield and some quantitative and qualitative indices of pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch. Expoir.). In: Proceeding of 3rd National Congress of Recycling and Reuse of Renewable Organic Resources in Agriculture, Isfahan, Iran, 14-16 May 2008, p. 484-492. (In Persian)

Shehata, S.A., Gharib, A.A., Mohamed El-Mogy, A., Abdel Gawad, K.F., and Shalaby, E.A. 2011. Influence of compost, amino and humic acids on the growth, yield and chemical parameters of strawberries. Journal of Medicinal

Plants Research 5(11): 2304-2308.

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.

Sumner, M.E. 2000. Beneficial use of effluents, wastes and biosolids. Communications in Soil Science and Plant Analysis 31: 1701-1715.

Tahami Zarandi, S.M.K., Rezvani Moghadam, P., and Jahan, M. 2010. Comparison the effect of organic and chemical fertilizers on yield and essential oil percentage of basil (*Ocimum basilicum* L.). Journal of Agroecology 2:70-82. (In Persian with English Summary)

Turies, L., Pansu, M., Feiler, C., Herrman, J.C., and Remy, J.C. 2001. Kinetics of added organic matter decomposition in a Mediterranean sandy soil. Soil Biology and Biochemistry 33: 997-1010.

Yadav, R.D., Keshwa, G.L., and Yadav, S.S. 2002. Effect of integrated use of FYM, urea and sulphure on growth and yield of isabgol (*Plantago ovata*). Journal of Medicinal and Aromatic Plant Science 25: 668-671.

Yazdani Biyoki, R., Rezvani Moghadam, P., Khazaei, H.R., and Astaraei, A.R. 2010. Study on some of qualitative and quantitative properties of *Silybum marianum* in response to organic, biological and chemical fertilizers. 2010. Journal of Agroecology 2: 548-555. (In Persian with English Summary)