نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۶، ص. ۱۹۷-۱۸۵

Journal of Agroecology
Vol. 9, No. 1, Spring 2017, p. 185-197

اثر روش خاک‌ورزی و کوددهی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.)

رضا طباطبایی[۱]، رضا توکل افشاری[۲*]، محمد تقی ناصری[۳]، علیرضا کوچکی[۲] و نادر تنیده[٤]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۱/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۳/۲۰

طباطبایی، ر.، توکل افشاری، ر.، ناصری، م.ت.، کوچکی، ع.ر.، تنیده، ن. ۱۳۹۶. اثر روش خاک‌ورزی و کوددهی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.). بوم‌شناسی کشاورزی، ۹(۱): ۱۹۷-۱۸۵.

چکیده

مدیریت عناصر خاک با استفاده از کودهای آلی و روش خاک‌ورزی از ارکان کشاورزی پایدار محسوب می‌شود. به منظور بررسی اثر روش خاک‌ورزی و کوددهی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.)، پژوهشی مزرعه‌ای در شهرستان شیراز، منطقه کاوه و در دو سال زراعی ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار طراحی و اجرا گردید. تیمارها شامل سه روش خاک‌ورزی (بدون خاک‌ورزی، کم خاک‌ورزی و خاک‌ورزی رایج) و چهار نوع منبع تأمین کننده نیتروژن (کود گاوی، ورمی‌کمپوست، کمپوست شهری و کود اوره) بودند که در قالب ۱۲ تیمار در مزرعه اعمال شدند. نتایج نشان داد که اثر تیمار سامانه‌های متفاوت کشت بر وزن خشک و سطح برگ همیشه بهار در سطح یک درصد معنی‌دار بود. بیشترین وزن خشک بوته و سطح برگ در تیمار سامانه خاک‌ورزی رایج و کاربرد ۱۶۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره به دست آمد. در حالی‌که بیشترین وزن خشک گل و گلبرگ، تعداد گل، شاخص برداشت گل و عصاره گیاه دارویی همیشه بهار در تیمار سامانه کم خاک‌ورزی و کاربرد ۸۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره با ۱۰ تن در هکتار کمپوست شهری به دست آمد. با توجه به نتایج مقایسات گروهی روش‌های خاک‌ورزی، روش‌های کم خاک‌ورزی در مقایسه با سایر روش‌های خاک‌ورزی باعث بهبود ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه همیشه بهار شد. به طور کلی، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که برای افزایش و بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاه همیشه بهار کاربرد توأم ۸۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی اوره همراه با ۱۰ تن در هکتار کمپوست شهری در قالب سامانه کم خاک‌ورزی قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: خاک‌ورزی کاهش یافته، کمپوست شهری،کود گاوی،کود اوره، ورمی‌کمپوست

مقدمه

گیاه دارویی همیشه بهار (*Calendula officinalis* L.) از خانواده Asteraceae و یکی از معروف‌ترین و پرکاربردترین گیاهان دارویی است. از عصاره این گیاه به طور وسیعی در طب سنتی و گیاه درمانی استفاده می‌گردد (Muley et al., 2009; Butnariu & Zepa Coradini, 2012). مطالعات انجام شده بر روی گیاهان دارویی در بوم نظام‌های طبیعی و زراعی گویای آن است که استفاده از نظام‌های کشاورزی پایدار بهترین شرایط را برای تولید کمی و کیفی این گیاهان فراهم می‌آورد. هر چند استفاده از کودهای معدنی ظاهراً سریع‌ترین و مطمئن‌ترین راه برای تأمین نیازهای غذایی گیاه محسوب می‌شود (Gehan et al., 2010)، اما استفاده از کودهای شیمیایی در بوم‌نظام‌های زراعی باعث تخریب ساختار فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک شده و کیفیت محصولات تولید شده را نیز به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد (Balk, 2003). با این‌حال، به یکباره نمی‌توان کودهای شیمیایی را از بوم نظام‌های زراعی حذف نمود؛ زیرا لازمه پایداری، اطمینان از تولید مناسب، درآمد کافی و امنیت تولید نیز می‌باشد (Daneshian et al., 2013). بنابراین رویکرد جهانی در تولید محصولات کشاورزی به خصوص گیاهان دارویی، اتخاذ روش‌های

۱، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب دانشجوی دکتری اگرواکولوژی، استاد و استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد و دانشیار، گروه سلول‌های بنیادی و فناوری ترانسژنیک، فارماکولوژی دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شیراز
(*-نویسنده مسئول: Email:tavakolafshari@ferdowsi.um.ac.ir)
DOI:10.22067/jag.v9i1.53348

مدیریت اکولوژیک در قالب سامانه‌های کشاورزی پایدار می‌باشد (Sharma, 2004). امروزه کاربرد انواع کمپوست (ورمی‌کمپوست، کمپوست زباله‌های شهری و کودهای حیوانی) را به عنوان عاملی برای کاهش مصرف کودهای شیمیایی، افزایش حاصلخیزی خاک به دلیل نمک محلول کم‌تر، ظرفیت تبادل کاتیونی بیشتر و میزان هیومیک اسید بیشتر، تشدید فعالیت میکروارگانیسم‌ها و بهبود کیفیت و حفظ سلامت محیط زیست می‌دانند (Pirasteh anooshe et al., 2010; Azizi et al., 2008).

کمپوست زباله‌های شهری به عنوان یک کود آلی مقرون به صرفه می‌باشد که در نتیجه تسریع در فرآیند معدنی شدن می‌تواند عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را در زمان کوتاهی تامین نماید و از ارزش غذایی مناسبی برخوردار می‌باشد (Sumner, 2000). لیکن، بایستی تمام مراحل تولید و فرآوری کمپوست زباله‌های شهری با دقت زیادی مورد پایش قرار گیرد تا عواقب زیست محیطی در خصوص انتقال آلاینده‌ها به محیط زیست کاهش یابد (Wolkowski, 2003). کاسترو و همکاران (Castro et al., 2009) گزارش کردند که کاربرد کمپوست زباله شهری در خاک، در نتیجه بهبود شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک و افزایش غلظت عناصر غذایی خاک به ویژه عناصر میکرو خاک (روی، آهن و مس) باعث بهبود رشد رویشی و کیفی گیاه کاهو (*Lactuca sativa* L.) شد. یکی از راه‌های غنی‌سازی کمپوست زباله‌های شهری، استفاده از کرم‌های خاکی ویژه‌ای به منظور تولید ورمی‌کمپوست با قابلیت حاصلخیزی به مراتب بالاتر است.

ورمی‌کمپوست به دلیل سرعت بالای معدنی شدن و میزان هوموس فراوان شرایط مناسب‌تری را برای رشد و نمو گیاه فراهم می‌کند و اثرات مثبت زیست محیطی دارد (Jeyabal & Kupposwamy, 2001). چاند و همکاران (Chand et al., 2007) نشان دادند که کاربرد ورمی‌کمپوست باعث بهبود رشد رویشی و افزایش محتوای اسانس در گل‌های گیاه شمعدانی (*Pelargonium graveolens* L.) شد. همچنین، کودهای حیوانی نیز در مقایسه با کودهای شیمیایی علاوه بر تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه از جمله نیتروژن، فسفر و پتاسیم با افزایش ماده آلی، بهبود ظرفیت نگهداری آب، کاهش فرسایش و پایداری خاکدانه‌ها باعث بهبود ساختمان خاک گردد (Albiach et al., 2001). سانچز و همکاران (Sanchez et al., 2008) گزارش کردند که کاربرد کود حیوانی بر روی دو گونه گیاه دارویی بارهنگ (*Plantago* spp.) باعث بهبود رشد رویشی و افزایش عملکرد کیفی دانه‌های هر دو گونه گیاهی شد.

از سوی دیگر، اتخاذ سامانه‌های بدون خاک‌ورزی و کم-خاک‌ورزی، به عنوان یکی از مهم‌ترین مبانی کشاورزی پایدار در حفاظت از خاک می‌باشد. از مزایای کاربرد این سامانه‌های خاک‌ورزی می‌توان به کاهش فرسایش بادی و آبی خاک، نگهداری بیش‌تر و جابه‌جایی آسان‌تر آب در خاک (Varela et al., 2014)، بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (Abdullah, 2014)، توزیع بهتر و در دسترس بودن عناصر غذایی (Dikgwatlhe et al., 2014) اشاره نمود. بنابراین نوع روش خاک‌ورزی و منبع تأمین‌کننده کود نیتروژن مورد نیاز گیاه از مهمترین عوامل موفقیت در کشاورزی به شمار آمده و این دو عامل بر کمیت و کیفیت محصولات، تأثیر به سزایی دارند (Marbet, 2000)؛ زیرا ممکن است یک تیمارکودی و یا یک روش خاک‌ورزی باعث افزایش کمی محصول شود در حالی که کیفیت همان محصول تولید شده را کاهش دهد و یا تغییر کیفی خاصی در اجزای متشکله مواد مؤثره ایجاد نماید که سودمند نباشد (Omid Baigi & Nobakht, 2001). محمدی و همکاران (Mohammadi et al., 2013) نشان دادند که میزان سولفور و ترکیب اسیدهای چرب دانه آفتابگردان تحت تأثیر روش خاک‌ورزی و نوع منبع تأمین کننده نیتروژن متغیر بوده و بیشترین درصد اسیدهای چرب غیر اشباع در تیمار خاک‌ورزی حداقل و استفاده توأم از کود دامی و اوره به دست آمد. در پژوهشی دیگر بیشترین درصد اسیدهای چرب غیر اشباع در گیاه زراعی کلزا (*Brassica napus* L.) در روش بی‌خاک‌ورزی به دست آمد (Omidi et al., 2010).

هدف از این پژوهش، مطالعه اثر کاربرد کود شیمیایی اوره، کمپوست شهری، ورمی‌کمپوست و کود گاوی در قالب سامانه‌های متفاوت خاک‌ورزی بر وزن خشک و سطح برگ، عملکرد گل و درصد عصاره و اسانس گیاه همیشه بهار بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر مدیریت نظام‌های کشت رایج و اکولوژیک بر وزن خشک و ارتفاع بوته، عملکرد گل، درصد عصاره و اسانس همیشه بهار، آزمایشی مزرعه‌ای در استان فارس، شهرستان شیراز، منطقه کاوه (طول جغرافیایی ′۴۶ °۵۲ شرقی و عرض جغرافیایی ′۷ °۲۹ شمالی و ارتفاع ۱۸۱۰ متر از سطح دریا) و در دو سال ۱۳۹۲ و

۱۳۹۳ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار و ۱۲ تیمار طراحی و اجرا شد. تیمارها عبارت بودند از: ۱- بدون خاک‌ورزی (دو مرتبه دیسک جهت صاف و هموار کردن زمین) در چهار روش کودی شامل بدون کاربرد کود ، کاربرد ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست ، کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود گاوی و کاربرد۲۰ تن در هکتار کمپوست شهری ، ۲- کم خاک‌ورزی (شخم به کمک گاوآهن پنجه غازی به عمق ۱۰ سانتی‌متر، دو مرتبه دیسک جهت خرد کردن کلوخه‌ها) در چهار روش کودی شامل بدون کاربرد کود ، کاربرد ۸۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره و پنج تن در هکتار ورمی کمپوست ، کاربرد ۸۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره و ۱۰ تن در هکتار کود گاوی و کاربرد ۸۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره و ۱۰ تن در هکتار کمپوست شهری ، ۳- خاک‌ورزی رایج (شخم به کمک گاوآهن برگردان دار به عمق ۲۰ سانتی‌متر، دو مرتبه دیسک جهت خرد کردن کلوخه‌ها و عملیات صاف و هموار کردن به وسیله دو بار لولر زدن) در چهار سطح کودی شامل بدون کاربرد کود ، ۵۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره (تیمار۱۰)، ۱۱۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره ، ۱۶۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره . کود شیمیایی نیتروژن از منبع کود شیمیایی اوره با ۴۶ درصد نیتروژن تهیه شد. کود گاوی دارای ۱/۱ درصد نیتروژن، کمپوست زباله شهری ۰/۸۷ درصد نیتروژن و ورمی‌کمپوست حاوی ۱/۲ درصد نیتروژن بود (جدول۱).

پس از اجرای عملیات خاک‌ورزی، کرت‌بندی مزرعه به طول سه متر و عرض دو و نیم متر انجام شد. فاصله پشته‌ها نیم متر و در هر کرت پنج ردیف کشت در نظر گرفته شد. بذر همیشه بهار در تاریخ ۱۵ اردیبهشت به صورت کپه‌ای در یک ردیف روی هر پشته و در عمق دو تا سه سانتی‌متر با فاصله شش و نیم سانتی‌متر از یکدیگر کشت شد. سپس گیاهچه‌ها در مرحله چهار تا پنج برگی تنک شدند و تعداد بوته‌ها در هر چاله به یک بوته رسید تا تراکم ۳۰ بوته در متر مربع به دست آید. فاصله کرت‌ها از یکدیگر دو متر و فاصله بلوک‌ها از یکدیگر دو متر بود. چند روز قبل از کاشت بذر گیاه همیشه بهار، تیمارهای کمپوست با خاک مزرعه به خوبی مخلوط شدند تا اثر منفی بر جوانه-زنی بذور نداشته باشند. قبل از اعمال تیمارها، از خاک مزرعه نمونه-برداری و خصوصیات آن تعیین گردید. بافت خاک مزرعه از نوع لومی شنی رسی (۱۶/۳۲٪ رس، ۵۷/۶۲٪ سیلت و ۲۰/۳۲٪ شن) بود. اطلاعات آب و هوایی منطقه و نتایج آزمایش خاک، در جدول ۲ آورده شده است. آبیاری یک روز بعد از کاشت بذر گیاه همیشه بهار و به صورت جوی و پشته‌ای و کرت به کرت انجام شد. فاصله آبیاری در سه هفته اول کاشت هر هفت روز یکبار و در ادامه فصل رشد هر ده روز یکبار انجام شد. در پایان فصل رشد، نمونه برداری از سطح یک مترمربع و با رعایت اثر حاشیه‌ای از سه ردیف وسط هر کرت انجام شد. صفات اندازه گیری شده شامل سطح برگ، وزن خشک بوته در واحد سطح، تعداد گل در هر بوته، وزن خشک گل و گلبرگ در واحد سطح، شاخص برداشت گل، عملکرد عصاره و اسانس بود. برای محاسبه شاخص برداشت گل، وزن خشک گل در واحد سطح به کل ماده خشک تولیدی تقسیم شده و برحسب درصد بیان شد. پس از هر برداشت و برای جلوگیری از تغییر در محتوای عصاره و اسانس گل‌ها در مجاورت آفتاب، نمونه‌های جمع آوری شده بلافاصله در سایه قرار گرفتند و سپس عمل خشک شدن در آون و با دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت انجام شد. پس از خشک شدن نمونه‌ها، با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم، عمل توزین انجام شد. نمونه‌های خشک شده گلبرگ (به میزان ۲۰۰ گرم از هر کرت) جهت تعیین میزان عصاره و اسانس به آزمایشگاه ارسال گردید. درصد عصاره نمونه‌ها با استفاده از دستگاه پرکولاتور و روتاری (به روش اتانول ۷۰ درصد) (Lapornik et al.,. 2005) و درصد اسانس نمونه-ها با استفاده از دستگاه کلونجر (به روش تقطیر با آب) تعیین گردید (Clevenger, 1928). داده‌های جمع آوری شده دو سال آزمایش با استفاده از نرم افزار آماری SAS 9 مورد تجزیه واریانس مرکب قرار گرفت و میانگین‌ها توسط آزمون LSD در سطح پنج درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمار سامانه‌های متفاوت کشت بر وزن خشک و سطح برگ همیشه بهار در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین وزن خشک بوته (۷۳۰/۳ گرم در مترمربع) و سطح برگ (۳۷۷۴/۳ سانتی‌مترمربع) همیشه بهار در تیمار سامانه خاک‌ورزی رایج و کاربرد ۱۶۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره به دست آمد. لیکن، کمترین وزن خشک (۱۸۳/۱ گرم در مترمربع) و سطح برگ (۱۷۳۲/۹ سانتی‌مترمربع) در تیمار سامانه بدون خاک‌ورزی و بدون کاربرد کود دیده شد که نسبت به تیمار سامانه خاک‌ورزی رایج و کاربرد ۱۶۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره به ترتیب ۷۴/۹۳ درصد و ۵۴/۰۸ درصد کاهش نشان داد (جدول ۴).

جدول ۱- اطلاعات آنالیز کودهای مورد استفاده در تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاه همیشه بهار

Table 1- Fertilizers information to use as a nitrogen sources for marigold requirement.

نوع کود Fertilizer source	نیتروژن (درصد) N (%)	فسفر (درصد) P (%)	پتاسیم (درصد) K (%)	آهن (قسمت در میلیون) Fe (ppm)	مس (قسمت در میلیون) Cu (ppm)	روی (قسمت در میلیون) Zn (ppm)	ماده آلی (درصد) Organic Carbon (%)
کمپوست زباله شهری Wastage compost	0.87	0.18	1.24	800	20	200	44
ورمی‌کمپوست Vermicompost	1.2	0.05	0.75	1140	22	192	39
کود گاوی Cow manure	1.1	0.62	2.03	1480	20	68	91

جدول۲- اطلاعات آب و هوایی و آزمایش خاک در طول فصل رشد همیشه بهار در منطقه شیراز- فارس

Table 2- Soil and climate characteristics of Marigold during growing season at Shiraz-Fars

	2013		2014	
ماه Month	میانگین دما (درجه سانتی‌گراد) Average temperature (^oC)	میزان بارش (میلی‌متر) Precipitation (mm)	میانگین دما (درجه سانتی‌گراد) Average temperature (^oC)	میزان بارش (میلی‌متر) Precipitation (mm)
اردیبهشت April - May	18.3	41.9	20.9	0.1
خرداد May - June	26.1	0	26.2	0.2
تیر June - July	29.5	0	29.4	1.8
مرداد July - August	29.9	3.5	29.8	0
شهریور August - September	26.2	0	25.8	0

ویژگی‌های خاک Soil characteristics	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC ($ds.m^{-1}$)	ماده آلی (درصد) OM (%)	نیتروژن کل (درصد)[1] Total N (%)	فسفر (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) P[2] (mg/kg soil)	پتاسیم (میلی‌گرم در کیلوگرم خاک) k[3] (mg/kg soil)
	7.25	0.57	1.12	0.05	15	380

۱- نیتروژن کل خاک با استفاده از روش کجدال (Bremner & Mulvaney, 1982)، ۲- میزان فسفر قابل دسترس در خاک با روش اولسن (Olsen et al., 1954) و ۳- پتاسیم قابل دسترس در خاک با روش جذب اسپکتروفتومتری اندازه‌گیری شد (Richards & Bates, 1989).

1- Total nitrogen was determined via the Semimicro-Kjeldahl digestion procedure (Bremner & Mulvaney, 1982). 2- The available phosphorus was determined based on Olsen Test (Often referred to as the bicarbonate test) (Olsen et al., 1954). 3- The available potassium was extracted (weight $_{(soil)}$/volume $_{(1\ mol/L\ NH4\text{-}OAc,\ pH=7)}$) then measured via absorption spectrophotometry (Richards & Bates, 1989).

افزایش کاربرد کود نیتروژن در گیاه همیشه بهار منجر به افزایش سطح برگ گیاه و تعداد شاخه‌های فرعی در گیاه می‌شود و این امر باعث افزایش جذب و انتقال مواد فتوسنتزی و انتقال هورمون‌های تحریک کننده رشد به مریستم‌های انتهایی و جانبی می‌شود (Hosseini Mazinani & Hadipoor, 2014; Alaa et al., 2014).

علاوه براین، کاربرد مقادیر زیاد کود نیتروژن در روش خاک‌ورزی رایج موجب افزایش ارتفاع، افزایش شاخه‌های جانبی و کل تولید ماده خشک همیشه بهار می‌شود، در نتیجه سهم نیتروژن اختصاص یافته به تولید گل که عملکرد اقتصادی همیشه بهار را تشکیل می‌دهد کاهش می‌یابد (Ameri et al., 2007). با توجه به اینکه همیشه بهار گیاهی رشد نامحدود است، کاربرد مناسب کود در طی دوره رشد رویشی از اهمیت زیادی برخوردار است. کاربرد مقادیر بالاتر کودهای نیتروژنه طی این دوره باعث می‌شود گیاه از منابع محیطی (فضا، آب، نیتروژن) استفاده بیشتری جهت افزایش بیش از حد رشد رویشی در اختیار داشته باشد و در نتیجه توازن مناسب میان رشد رویشی و زایشی برقرار نشده و گیاه شاخه‌های گل دهنده کمتری تولید نماید که به کاهش عملکرد گل منجر می‌شود (Daneshian et al., 2013). نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمار سامانه-های متفاوت کشت بر تعداد گل، وزن خشک گل، گلبرگ و شاخص برداشت گل همیشه بهار به ترتیب در سطح پنج و یک درصد معنی‌دار بود (جدول۳). بیشترین وزن خشک گل (۱۴۷/۹ گرم در مترمربع)، گلبرگ (۶۶/۶ گرم در مترمربع)، تعداد گل (۳۹ عدد در بوته) و شاخص برداشت گل (۶۵/۲ درصد) همیشه بهار در تیمار سامانه کم-خاک‌ورزی و کاربرد ۸۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره با ۱۰ تن در هکتار کمپوست شهری به دست آمد که با تیمار سامانه کم خاک‌ورزی و کاربرد ۸۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره با ۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری ($p\leq۰/۰۵$) نداشت (جدول ۴). میزان وزن خشک گل در تیمار سامانه خاک‌ورزی رایج و کاربرد ۱۶۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره نسبت به تیمار سامانه کم خاک‌ورزی و کاربرد ۸۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره با ۱۰ تن در هکتار کمپوست شهری ۴۸/۲۳ درصد کاهش نشان داد. علاوه بر این، کمترین وزن خشک گلبرگ در تیمار سامانه بدون خاک‌ورزی و بدون کاربرد کود به دست آمد که نسبت به تیمار کم‌خاک‌ورزی و کاربرد ۸۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره با ۱۰ تن در هکتار کمپوست شهری ۸۲/۵ درصد کاهش داشت (جدول ۴). در مورد گیاه دارویی همیشه بهار، عملکرد اقتصادی مورد نظر میزان تولید گل خشک در واحد سطح می‌باشد. بنابراین، مدیریت مصرف نیتروژن باید به گونه‌ای باشد که حداکثر عملکرد اقتصادی به دست آید. نکته مهم ایجاد تعادل مناسب بین رشد رویشی و زایشی (در جهت افزایش هرچه بیشتر رشد زایشی) همیشه بهار است، زیرا از مرحله شروع گلدهی، رشد رویشی و زایشی به موازات یکدیگر صورت می‌گیرد (Rahimi et al., 2009). علاوه براین، استفاده از کودهای کمپوست باعث بهبود فعالیت میکروبی خاک شده و با افزایش سهل‌الوصول شدن عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم و احتمالاً گوگرد موجود در خاک برای گیاه و همچنین برقراری تعادل این عناصر با فاز فیزیکی و شیمیایی خاک، عملکرد کیفی گیاه را بهبود بخشیده است (Ghilavizadeh et al., 2013). نتایج نشان داد که تعداد گل در تیمار سامانه کم خاک‌ورزی و کاربرد ۸۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره با ۱۰ تن در هکتار کود گاوی نسبت به تیمار کم خاک‌ورزی و کاربرد ۸۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره با ۱۰ تن در هکتار کمپوست شهری ۲۳/۵۶ درصد کاهش نشان داد (جدول ۴). کمترین شاخص برداشت گل در تیمار سامانه خاک‌ورزی رایج و کاربرد ۱۶۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره مشاهده شد که نسبت به تیمار سامانه کم‌خاک‌ورزی و کاربرد ۸۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره با ۱۰ تن در هکتار کمپوست شهری ۸۳/۳۰ درصد کاهش نشان داد (جدول۵). نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد اثر سامانه‌های متفاوت کشت بر عملکرد اسانس و عصاره همیشه بهار معنی‌دار نبود (جدول۳). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین عملکرد اسانس (۰/۰۹ میلی‌لیتر در ۱۰۰ گرم وزن خشک گل) در تیمار بدون خاک‌ورزی و کاربرد ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و بیشترین عملکرد عصاره (۱/۱۳ گرم در ۱۰۰ گرم وزن خشک گل) همیشه بهار در تیمار کم خاک‌ورزی و کاربرد ۸۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره با ۱۰ تن در هکتار کمپوست شهری دیده شد (جدول ۴). کاربرد کود کمپوست باعث تأمین و فراهمی مناسب نیتروژن برای گیاه و بهبود فعالیت‌های میکروبی خاک، جذب بیشتر عناصر ریز مغذی و همچنین سبب افزایش میزان فتوسنتز و ماده خشک گیاهی گردیده که این مسئله در نهایت به افزایش گلدهی می‌انجامد (Sanches et al., 2005).

جدول ۳- میانگین مربعات اثر سامانه‌های متفاوت خاک‌ورزی بر سطح برگ، وزن خشک بوته، تعداد گل، وزن خشک گل، وزن خشک گلبرگ، شاخص برداشت گل، عملکرد عصاره و عملکرد اسانس همیشه بهار

Table 3 – Mean squares of different tillage systems on leaf area, plant dry weight, Number of flower, flower dry weight, petal dry weight, flower harvest index, extract yield and essence yield of marigold

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	سطح برگ Leaf area	وزن خشک بوته Plant dry weight	تعداد گل Number of flower	وزن خشک گل Flower dry weight	وزن خشک گلبرگ Petal dry weight	شاخص برداشت گل Flower harvest index	عملکرد عصاره Extract yield	عملکرد اسانس Essence yield
سال Year	1	236118.27^{ns}	2320.321^{ns}	24.120^{n}s	170.040^{ns}	32.740^{ns}	21.177^{ns}	0.0156^{ns}	0.00009^{ns}
اشتباه اول (سال × بلوک) Error (a) (Year×Block)	6	1234847.27	1255.336	63.268	625.716	123.915	112.272	0.0578	0.00043
تیمار Treatment	11	3679536.36**	174104.652**	312.333*	10426.248**	2159.940**	1874.807**	0.7066^{ns}	0.0056^{ns}
سال×تیمار Year×treatment	11	1105.25^{ns}	8.124^{ns}	0.248^{ns}	1.301^{ns}	0.237^{ns}	2.388^{ns}	0.0002^{ns}	0.00002^{ns}
اشتباه باقی‌مانده Error (b)	66	9411.90	526.413	23.743	1153.701	223.456	212.078	0.0809	0.00063
کل (Total)	95								
ضریب تغییرات(٪) CV (%)		26.51%	15.15%	17.36%	29.02%	28.52%	24.60%	25.49%	23.53%

ns، * و **: به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می باشند

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

جدول ٤- اثر سامانه‌های متفاوت خاک‌ورزی بر سطح برگ، وزن خشک بوته، وزن خشک گل، وزن خشک گلبرگ، تعداد گل، شاخص برداشت گل، عملکرد عصاره و عملکرد اسانس همیشه بهار

Table 4- Effect of different tillage systems on leaf area, plant dry weight, flower dry weight, petal dry weight, number of flower, flower harvest index, extract yield and yield of essence marigold.

شماره تیمار Number of treatment	سطح برگ (سانتی‌متر مربع) Leaf area (cm^2)	وزن خشک بوته (گرم در مترمربع) Plant dry weight ($g.m^{-2}$)	وزن خشک گل (گرم در مترمربع) flower dry weight ($g.m^{-2}$)	وزن خشک گلبرگ (گرم در مترمربع) petal dry weight ($g.m^{-2}$)	تعداد گل (در بوته) Number of flower (in plant)	شاخص برداشت گل (درصد) Flower harvest index (%)	عملکرد عصاره (گرم در ۱۰۰ گرم وزن خشک گل) Extract yield (g in 100 g flower dry weight)	عملکرد اسانس (میلی لیتر در ۱۰۰ گرم وزن خشک گل) Essential oil yield (ml in 100 g flower dry weight)
1	1732.9^{c}	183.07^{h}	27.11^{f}	11.66^{f}	17^{e}	14.84^{de}	0.32^{e}	0.03^{c}
2	2411.7^{bc}	208.44^{g}	71.96^{de}	30.94^{de}	27^{bcd}	34.64^{b}	0.85^{bc}	0.09^{a}
3	2216.0^{c}	212.61^{fg}	64.67^{de}	27.81^{de}	26^{bcd}	30.41^{bc}	0.76^{cd}	0.08^{a}
4	1904.7^{c}	210.85^{g}	61.74^{de}	26.55^{def}	25^{cd}	29.30^{bcd}	0.73^{cd}	0.07^{a}
5	2054.5^{c}	219.44^{efg}	38.53^{ef}	17.34^{ef}	22^{de}	17.60^{cde}	0.30^{e}	0.02^{c}
6	3203.7^{ab}	271.80^{c}	140.24^{ab}	63.11^{ab}	39^{a}	54.29^{a}	1.08^{ab}	0.07^{ab}
7	2583.0^{bc}	272.72^{c}	89.86^{cd}	40.44^{cd}	30^{b}	33.03^{b}	0.70^{cd}	0.04^{bc}
8	3252.4^{ab}	235.45^{def}	147.97^{a}	66.59^{a}	39^{a}	65.28^{a}	1.04^{a}	0.07^{a}
9	2521.1^{bc}	240.97^{de}	79.91^{cd}	35.16^{cd}	28^{bc}	33.24^{b}	0.36^{e}	0.02^{c}
10	2533.7^{bc}	244.11^{d}	84.89^{cd}	37.35^{cd}	28^{bc}	35.48^{b}	0.38^{e}	0.02^{c}
11	3696.7^{a}	344.94^{b}	109.97^{bc}	48.39^{bc}	30^{b}	32.73^{b}	0.49^{de}	0.02^{c}
12	3774.3^{a}	730.30^{a}	76.60^{cd}	33.70^{cd}	27^{bc}	10.90^{e}	0.35^{e}	0.02^{c}
LSD (5%)	968.47	22.90	33.91	14.92	4.86	14.53	0.28	0.02

میانگین‌هایی که در هر ستون حداقل در یک حرف مشترک می‌باشند، تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند (LSD=5%).

There are no significant differences between averages with similar overlap ranges according to LSD=5%.

۱- بدون خاک‌ورزی و بدون کود، 2- بدون خاک‌ورزی + ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست، 3-بدون خاک‌ورزی + ۲۰ تن در هکتار کود گاوی، 4-بدون خاک‌ورزی + ۲۰ تن در هکتار کمپوست شهری، 5-کم خاک‌ورزی و بدون کود، 6- کم خاک‌ورزی و ۸۰ کیلو گرم در هکتار اوره+ ۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست، 7- کم خاک‌ورزی و ۸۰ کیلو گرم در هکتار اوره + ۱۰ تن در هکتار کود گاوی، 8- کم خاک‌ورزی و ۸۰ کیلوگرم در هکتار اوره + ۱۰ تن در هکتار کمپوست شهری، 9- خاک‌ورزی رایج و بدون کود، 10- خاک‌ورزی رایج و ۵۵ کیلوگرم در هکتار اوره، 11- خاک‌ورزی رایج و ۱۱۰ کیلوگرم در هکتار اوره و 12- خاک‌ورزی رایج و ۱۶۵ کیلوگرم در هکتار اوره.

1-No-till without fertilizer, 2- No-till + 10 $t.ha^{-1}$ vermicompost, 3- No-till + 20 $t.ha^{-1}$ manure, 4- No-till + 20 $ton.ha^{-1}$ wastage compost, 5- Reduced till + without fertilizer, 6- Reduced till + 80 $kg.ha^{-1}$ urea+ 5 $t.ha^{-1}$ vermicompost, 7- Reduced till + 80 kg ha^{-1} urea + 10 $t.ha^{-1}$ manure, 8- Reduced till + 80 $kg.ha^{-1}$ urea + 10 $ton.ha^{-1}$ wastage compost, 9- Conventional till + without fertilizer, 10- Conventional till + 55 $kg.ha^{-1}$ urea, 11- Conventional till + 110 $kg.ha^{-1}$ urea and 12- Conventional till + 110 $kg.ha^{-1}$ urea.

شکل ۱ – اثر سامانه‌های متفاوت خاک‌ورزی بر وزن خشک بوته (الف)، وزن خشک گل (ب)، تعداد گل (ج)، شاخص برداشت گل (د)، عملکرد اسانس (ه) و عملکرد عصاره (و) همیشه بهار
میانگین‌های دارای دامنه یکسان براساس خطای استاندارد تفاوت معنی‌دار ندارند

Fig1. Effect of tillage systems on plant dry weight (a), flower dry weight (b), No. flower (c), flower harvest index (d), essence (e) and extract yield (f) of marigold
There are no significant differences between averages with similar overlap ranges according to standard error

نتایج تحقیقی نشان داد که کاربرد کود کمپوست در گیاهان دارویی بابونه (*Matricaria chamomilla* L.) و همیشه بهار باعث افزایش عملکرد گل شد (Sanches et al., 2005). در تحقیقی دیگر مشخص شد که کاربرد توأم کود شیمیایی نیتروژن‌دار و کود کمپوست باعث افزایش عملکرد اسانس و محتوای لینالول در اسانس گیاه گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) شد (Rahimi et al., 2009). نتایج سایر مطالعات بر روی عملکرد گل در توت فرنگی (*Fragaria vesca* L.) (Arancon et al., 2004) و گلدهی و عملکرد اسانس رازیانه (*Foeniculum vulgara* Mill.) (Darzi et al., 2009) نیز مبین اثرات مثبت کاربرد کمپوست بر روی عملکرد کمی و کیفی این گیاهان می‌باشد.

نتایج مقایسات گروهی تیمارهای خاک‌ورزی نشان داد که بیشترین میزان وزن خشک بوته در تیمار خاک‌ورزی رایج به دست آمد که نسبت به تیمار کم خاک‌ورزی ۵۶/۱۲ ٪ افزایش نشان داد (شکل ۱ الف). بیشترین وزن خشک گل، تعداد گل و شاخص برداشت گل در تیمار کم خاک‌ورزی به دست آمد (شکل۱ ب، ج و د). بیشترین عملکرد اسانس در تیمار بدون خاک‌ورزی به دست آمد و بیشترین عملکرد عصاره در تیمار کم‌خاک‌ورزی فراهم شد (شکل ۱ ذ و س). واکنش همیشه بهار نسبت به مصرف کود شیمیایی نیتروژن دار، تحت تأثیر نوع خاک، میزان رطوبت خاک، تعادل عناصر غذایی و نوع سامانه خاک‌ورزی قرار دارد (Daneshian et al., 2013). به نظر می‌رسد انجام روش خاک‌ورزی رایج باعث بهبود تهویه محیط خاک، ایجاد بسترکشت یکنواخت و استقرار مناسب گیاهچه‌ها می‌شود که این عوامل منجر به استفاده بهتر گیاهچه‌ها از شرایط محیطی و کودی می‌گردد (Ahmadi & Bahrani, 2009)، که این امر منجر به بهبود رشد رویشی و افزایش کل تولید ماده خشک گیاه می‌شود (Edwards et al., 1988). لیکن، کاربرد روش کم‌خاک‌ورزی به دلیل بهبود وضعیت تغذیه‌ای گیاه در نتیجه افزایش ماده آلی خاک و همچنین افزایش محتوای رطوبت خاک باعث ایجاد تعادل بین رشد رویشی و زایشی شده و این امر منجر به افزایش عملکرد اقتصادی گیاه می شود (Crabtree & Rupp, 1980). نتایج پژوهشی نشان داد که کاربرد روش بدون خاک‌ورزی در کاشت گیاه زراعی کلزا باعث تولید بیشترین درصد اسیدهای چرب غیر اشباع شد (Lopez-Bellide, 2005; Omidi et al., 2010). علاوه بر این، نتایج تحقیقات نشان داده است که استفاده توأم از کودهای آلی و شیمیایی در قالب سامانه‌های خاک‌ورزی نیمه حفاظتی نه تنها مقدار کاربرد کودهای شیمیایی را کاهش می‌دهد، بلکه به ذخیره انرژی و کاهش آلودگی محیط کمک خواهد نمود (Sharma, 2004). همچنین، کاربرد روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی و کاهش استفاده از نهاده‌های شیمیایی در نهایت منجر به بهبود کمیت و کیفیت محصولات می‌شود (Singh et al., 2004).

نتیجه‌گیری

به طور کلی نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که می‌توان به اثرات کودهای آلی به خصوص کودهای کمپوست بر گیاه دارویی همیشه بهار امیدوار بود و این مسئله در مطالعات اندکی که در مورد این کودها بر گیاهان دارویی صورت گرفته نیز تایید شده است. نتایج بسیاری از تحقیقات نشان داده اشت که کاربرد کودهای کمپوست در سامانه‌های کشاورزی پایدار، ضمن بهبود ساختار و فعالیت میکروارگانیسم های مفید خاک موجب تدارک مطلوب آب و عناصر غذایی ماکرو و میکرو گردیده که این مسئله به افزایش عملکرد گیاه منجر می‌گردد. در صورت تأیید نتایج پژوهش حاضر توسط پژوهش-های مزرعه‌ای آینده، شاید بتوان توصیه کرد که کاربرد توأم ۸۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره همراه با ۱۰ تن در هکتار کمپوست شهری در قالب سامانه کم خاک‌ورزی باعث افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاه همیشه بهار می‌شود.

منابع

Abdullah, A.S. 2014. Minimum tillage and residue management increase soil water content, soil organic matter and canola seed yield and seed oil content in the semiarid areas of Northern Iraq. Soil and Tillage Research (144): 150–155.

Ahmadi, M., and Bahrani, M.J. 2009. Yield and yield component of rapeseed as influenced by water stress at different growth stage and nitrogen levels. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science (5): 755-761.

Alaa, E.H., Karim, M.B., and Mushtaq, T.H.A. 2014. The impact of peat moss and sheep manure compost extracts on marigold (*Calendula officinalis* L.) growth and flowering. Journal of Organic Systems (9): 56-62.

Albiach, R., Canet, R., Pomares, F., and Ingelmo, F. 2001. Organic matter components and aggregate stability after the application of different amendments to a horticultural soil. Environmental Pollution (76): 125-129.

Ameri, A., Nassiri, M., and Rezvani, P. 2007. Effects of different nitrogen levels and plant density on flower, essential oils and extract production and nitrogen use efficiency of Marigold (*Calendula officinalis*). Iranian Journal of Agronomy Research (5): 315-325. (In Persian with English summary)

Arancon, N., Edwards, C.A, Bierman, P., Welch, C., and Metzger, J.D. 2004. Influences of vermin-composts on field strawberries: 1. Effects on growth and yield. Bio-resource Technology (93): 145-153.

Azizi, M., Lakziyan, A., Arooyi, H., and Baghani, M. 2008. Effect of different levels of vermi-compost and vermin wash spray on morphological trait and essential oil of basil (*Ocimum basilicum* L.). Science and Industrial Agriculture (21): 41-52. (In Persian with English summary)

Black, C.A. 2003. Soil fertility evaluation and control. First Edition. Lewis Publisher, London 768 pp.

Bremmer, J.M., and Mulvaney, C.S. 1982. Total nitrogen. In: Page, A.L., et al., (Eds.), Methods of soil analysis. Part 2. 2nd ed. American Social Agronomy, USA 595-624.

Butnariu, M., and Coradini, Z.C. 2012. Evaluation of biologically active compounds from *Calendula officinalis* flowers using spectrophotometry. Butnariu and Coradini Chemistry Central Journal (6): 1-7.

Crabtree, R.J., and Rupp, R.N. 1980. Double and mono-cropped wheat and soybeans under different tillage and row spacing. Agronomy Journal (27): 445-448.

Castro. E., Manas, P., and De las Heras, J. 2009. A comparision of the applications of different waste products to a lettuce crop: Effects on plant and soil properties. Scientia Horticulturae (123): 148-155.

Chand, S., Pande, P., Prasad, A., Anwar, M., and Patra, D.D. 2007. Influence of Integrated supply of vermi-compost and zinc-enriched compost with two grade levels of iron and zinc on the productivity of Geranium. Soil Science and Plant Analysis (38): 2581-2599.

Clevenger, J.F. 1928. Apparatus for determination of essential oil. Journal of the American Pharmacists Association (17): 346–349.

Daneshian, J., Rahmani, N., and Alimohammadi, M. 2013. Effects of nitrogen and manure fertilizer application on yield and yield components of calendula (*Calendula officinalis* L.) under water deficit stress conditions. Journal of Agronomy Research (5): 251-261. (In Persian with English Summary)

Dikgwatlhe, S.B., Chen, Z.D., Lal, R., Zhang, H.L., and Chen, F. 2014. Changes in soil organic carbon and nitrogen as affected by tillage and residue management under wheat–maize cropping system in the North China Plain. Soil and Tillage Research (144): 110–118.

Darzi, M.T., Ghalavand, A., and Rejali, F. 2009. The effects of biofertilizers application on N, P and K assimilation and seed yield in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants (25): 1-19. (In Persian with English Summary)

Edwards, J.H., Thurlow, D.L., and Eason, J.T. 1988. Influence of tillage and crop rotation on yields of corn, soybean and wheat. Agronomy Journal (80): 76-80.

Gehan, G., Mostafa, A., and Abo-Baker, A.A. 2010. Effect of bio-and chemical fertilizers on sunflower (*Helianthus annuus* L.) growth at south valley area. Asian Journal of Crop Science (2): 137-146.

Ghilavizadeh, A., Darzi, M.T., and Hadi, M. 2013. Effects of biofertilizer and plant density on essential oil content and yield traits of Ajowan (*Carum copticum*). Middle-East Journal of Scientific Research (14): 8-12.

Hosseini Mazinani, M., and Hadipoor, A. 2014. Improving yield quality and quantity of marigold (*Calendula officinalis* L.) by bio-fertilizers application. Medicinal Plants Journal (2): 83-91. (In Persian with English Summary)

Jeyabal, A., and Kupposwamy, G. 2001. Recycling of organic wastes for the production of vermicompost and it's response in rice-legume cropping system and soil fertility. European Journal of Agronomy (15): 153-170.

Lapornik, B., Prosek, M., and Wondra, A.G. 2005. Comparison of extracts prepared from plant by-products using different solvents and extraction time. Journal of Food Engineering (71): 214–222.

Lopez–Bellide, L., Castillo, J.E., and Lopez- Bellido, F.J. 2005. Effect of tillage, crop rotation, and nitrogen fertilization on wheat under rain-fed Mediterranean conditions. Agronomy Journal (92): 1054-1063.

Marbet, R. 2000. Differential response of wheat to tillage management systems in a semi-arid area of Morocco. Field Crops Research (66): 165-174.

Mohammadi, K., Heidari, G., Javaheri, M., Rokhzadi, A., Karimi Nezhad, M.T., Sohrabi, Y., and Talebi, R. 2013. Fertilization affects the agronomic traits of high oleic sunflower hybrid in different tillage systems. Industrial Crops and Products (44): 446-451.

Muley, B.P., Khadabadi, S.S., and Banarase, N.B. 2009. Photochemical constituents and pharmacological activities of *Calendula officinalis* L. (Asteraceae): A Review. Tropical Journal of Pharmaceutical Research (8): 455-65.

Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S., and Dean, L.A. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. USDA circular 939. U.S. Govt. Printing Office, Washington, D.C.

Omid Baigi, R., and Nobakht, A. 2001. Nitrogen fertilizer affecting growth, seed yield and active substances of Milk thistle (*Silybum marinum*). Pakistan Journal of Biological Science (4): 1342-1349.

Omidi, H., Tahmasebi, Z., Naghdi Badi, HA., Torabi, H., and Miransari, M. 2010. Fatty acid composition of canola (*Brassica napus* L.) as affected by agronomical, genotypic and environmental parameters. Journal of Comptes Rendus Biologies (333): 248-254.

Pirasteh Anooshe, H., Emam, Y., and Jamali Ramin, F. 2010. Effects of bio and chemical fertilizers on sunflower (*Helianthus annuss* L.) growth, yield, and oil percentage under different levels of salt stress. Journal of Agroecology (2): 492-501. (In Persian with English Summary)

Rahimi, A.R., Mashayekhi, K., Amini, S., and Soltani, E. 2009. Effect of mineral vs. biofertilizer on the growth, yield and essential oil content of Coriander (*Coriandrum sativum* L.). Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology (3): 2-4.

Richards, J.E., and Bates, T.E. 1989. Studies on the potassium-supplying capacities of southern Ontario soils. III. Measurement of available K. Canadian Journal of Soil Science (69): 597–610.

Sanches, G.E., Rodrigues Gonzales, H., and Carballo, G.C. 2005. Influence of organic manures and bio-fertilizers on the quality of two species of medicinal *Calendula officinalis*. Revista Cubana de Plantas Medicinales (10): 1-10.

Sanchez, G.E., Carballo, G.C., and Ramos, G.S.R. 2008. Influence of organic manures and bio-fertilizers on the quality of two Plantaginaceae: *Plantago major* L. and *Plantago lanceolata* L. Revista Cubana de Plantas Medicinales (13): 12-15.

Sharma, A.K. 2004. Biofertilizers for Sustainable Agriculture. Agrobios, India 407 pp.

Singh, Y., Ladha, J.K., Khind, C.S., and Bueno, C.S. 2004. Effects of residue decomposition on productivity and soil fertility in rice- wheat rotation. Soil Science Society American Journal (68): 854-864.

Sumner, M.E. 2000. Beneficial use of effluents, wastes, and bio-solids. Communication in Soil and Plant Analyses (31): 1701- 1715.

39- Varela, M.F., Scianca, C.M., Taboada, M.A., and Rubio, G. 2014. Cover crop effects on soybean residue decomposition and P release in no-tillage systems of Argentina. Soil and Tillage Research (143): 59-66.

40- Wolkowski, R.P. 2003. Nitrogen management considerations for land spreading municipal solid waste compost. Journal of Environmental Quality (32): 1844-1850.

Journal of Agroecology
Vol. 9, No. 1, Spring 2017, p. 185-197

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۹، شماره ۱، بهار ۱۳۹۶، ص. ۱۹۷-۱۸۵

Effect of Tillage Systems and Fertilizer on Quality and Quantity of Marigold (*Calendula officinalis* L.)

R. Tabatabaee[۱], R. Tavkol Afshari[2*], M. T. Naseri[3], A. Koocheki[2] and N. Tanideh[4]

Submitted: 26-01-2016
Accepted: 09-06-2016

Tabatabaee, R., Tavkol Afshari, R., Naseri, M. T., Koocheki, A. R., and Tanideh, N. 2017. Effect of ecological and conventional farming management systems on quality and quantity of marigold (*Calendula officinalis* L.). Journal of Agroecology 9(1): 185-197.

Introduction

The marigold is a medicinal plant from Asteraceae family and widely used as a medicinal plant. The marigold extract is widely used in the traditional medicine and herbal therapy. According to previous studies on the medicinal plant in the natural and agricultural ecosystem, using the sustainable agricultural systems provides the best conditions for plant qualitative and quantitative production. So, the global approach in production of products especially medicinal plants is toward using the ecologic management methods in the format of sustainable agricultural systems. The objectives of this experiment were to study on the effect of using the nitrogen chemical fertilizers and the variety of composts in the format of different tillage systems on the leaf area, dry weight, flower yield and the extract yield of marigold plants.

Material and methods

A field experiment was conducted in order to assessing the effect of conventional farming, ecological management and semi ecological management systems on the dry weight and the height of plant, yield of flower, the percentage of extract and the essence of marigold, in two years of 2013 and 2014 in Fars province, Shiraz in the format of randomized complete block design with 4 replications and 12 treatments. All the data were submitted to an analysis of variance (ANOVA) and Least Significant Different test (LSD) was used to verify the significant differences among treatment means at the 5% probability level.

Results and discussion

The results of analysis of variance showed that the effect of different farming systems treatment on vegetative and reproductive growth of marigold were significant ($p \leq 0.01$) (Table 3). For example, the highest dry weight and leaf area of marigold were obtained from the conventional tillage system treatment and 165 kg ha^{-1} urea fertilizer. Furthermore, the highest flower dry weight, the number of flower and flowers harvest index and extract yield of marigold were achieved by reduce tillage system and 80 kg ha^{-1} urea fertilizer and 10 ton ha^{-1} waste compost (Table4). It seems that the application of chemical nitrogen fertilizer could increase marigold vegetative growth due to increase of absorption and transfer of photo assimilate and transmission of growth-stimulating hormones to lateral and end meristems. Meanwhile, improving vegetative growth of marigold and increasing photo assimilate content can be achieve more reproductive growth. So, the management of nitrogen consumption should be in a way that the maximum economical performance will be obtained. The important point in this regard is creating appropriate balance between vegetative and reproductive growth of marigold, because from the beginning of flowering, vegetative and reproductive stages are done in parallel with each other (Daneshian et al., 2013). As a whole, in case of approving this study results by the future farm studies, it maybe recommendable that application of chemical fertilizer and compost at the same time in the format of reduce tillage system leads to increase of qualitative and quantitative performance of marigold plant.

۱, 2, 3 and 4- PhD Student, Professor, and Associate Professor, Department of Agroecology, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, and Associate Professor, Stem Cell and Transgenic Technology Research Center, Department of Pharmacology, School of Medicine, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran, respectively.
(*-Corresponding Author Email:tavakolafshari@ferdowsi.um.ac.ir)

Acknowledgements

At the end, I appreciate all the friends that help me for conducting this research.

Keywords: Reduce tillage, Waste compost, Vermicompost, Cow manure, Urea fertilizer