نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد سیزدهم، شماره چهارم، زمستان ۹۹
۱۳۵-۱۵۰
http://ejcp.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/ejcp.2021.18539.2372

مطالعه‌ی اثر کودهای آلی، زیستی و شیمیایی بر صفات رویشی و ترکیبات دارویی گیاه سرخارگل (*Echinaceae purpurea* L.)

سعید محمودان[۱]، عباس بیابانی[۲*]، داوود حبیبی[۳]، عبداللطیف قلیزاده[۴]، ابراهیم غلامعلی‌پور علمداری[۴]

[۱]دانشجوی دکتری گروه زراعت، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران
[۲]دانشیار گروه زراعت، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران
[۳]دانشیار گروه زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، کرج، ایران
[۴]استادیار گروه زراعت، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۸/۲٤ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۱/۰۱

چکیده

سابقه و هدف: امروزه گیاهان دارویی از جمله گیاهان مهم اقتصادی هستند که به‌صورت خام یا فرآوری شده در طب سنتی و مدرن مورد استفاده و بهره‌برداری قرار می‌گیرند که روش و نحوه مدیریت در تولید این گیاهان بسیار اهمیت دارد. سرخارگل یکی از گیاهان تیره گل ستاره (*Asteraceae*) است که بومی آمریکای شمالی است، ولی امروزه در اکثر نقاط اروپا و آسیا و همچنین، ایران کشت می‌شود. همه اندام‌های رویشی این گیاه اعم از ریشه و برگ حاوی مواد مؤثره ارزشمندی می‌باشد. ترکیبات این گیاه در گذشته و حال برای تصفیه خون، مارگزیدگی، اختلالات تنفسی و عفونت‌های ویروسی مورد استفاده قرار گرفته است. تحقیقات نشان دادند که عوامل متعددی از جمله آب‌وهوا، نوع خاک، مدیریت زراعی، تغذیه گیاهان، نحوه‌ی برداشت، تنش‌های محیطی و غیره بر میزان ماده مؤثره گیاهان دارویی تأثیرگذارند. یکی از عوامل زراعی مؤثر در رشد و عملکرد کمی و کیفی گیاهان دارویی، تغذیه گیاهان می‌باشد. در همین راستا مطالعه‌ای در خصوص تاثیر کودهای آلی، زیستی و شیمیایی بر صفات رویشی و ترکیبات دارویی این گیاه انجام شد.

مواد و روش‌ها: این آزمایش در دو سال زراعی ۱۳۹٦ و ۱۳۹۷ به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه آموزشی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، واقع در ماهدشت کرج انجام شد. تیمارهای مورد بررسی در این تحقیق عبارت بودند از قارچ میکوریزا (*Glomus intradices*)، اسید هومیک، باکتری محرک رشد (*Azotobacter chroococum*)، ورمی‌کمپوست (منبع کود گاوی) و کود شیمیایی (NPK) که بر روی گیاه دارویی سرخارگل (*Echinacea purpurea*) اعمال شد. تیمارها به‌صورت انفرادی، دو به دو، سه به سه، و شاهد بودند.

یافته‌ها: نتایج مربوط به صفات زراعی نشان داد که اثر اصلی سال و تیمار و همچنین، اثر متقابل سال و تیمارهای کودی بر صفات شاخص سطح برگ، تعداد برگ در بوته، وزن خشک برگ و ساقه، تعداد شاخه های اصلی و جانبی گل‌دهنده، تعدادگل

*مسئول مکاتبه: abbass.biabani@gonbad.ac.ir

در بوته، تعدد گلبرگ در گل اصلی، وزن خشک کل گل و وزن خشک کل بوته به‌جز ریشه معنی‌دار بود و تنها صفات قطر کاپیتول بود که اثرات اصلی سال و اثر متقابل سال در تیمار کودی تاثیری بر این صفت نداشت. این صفات با کاربرد تلفیقی سه‌گانه کودهای ورمی‌کمپوست، هیومیک اسید و باکتری افزایش معنی‌داری نشان داد. همچنین، در برخی صفات کاربرد ترکیبی میکوریزا + هیومیک اسید + باکتری، ورمی کمپوست + میکوریزا + هیومیک اسید موجب افزایش صفات رویشی و زایشی در گیاه سرخارگل گردید. براساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سال در مصرف کود، بیش‌ترین وزن خشک کل گل و وزن خشک کل به‌جز ریشه به‌ترتیب با میانگین‌های ۷۳۰۰ و ۱۸۵٦۷ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار کودی کاربرد ترکیبی ورمی‌کمپوست، هیومیک اسید و باکتری در سال دوم نمونه برداری به‌دست آمد و کم‌ترین میزان نیز به ترتیب با میانگین ٤٨٧ و ۲۹۳۰ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار شاهد در سال اول آزمایش بود.

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج حاصل، می‌توان کاربرد هم‌زمان ورمی‌کمپوست، باکتری، هیومیک اسید و قارچ میکوریزا را به کشاورزان توصیه نمود.

واژه‌های کلیدی: سرخارگل، کاربرد تلفیقی کودها، کودهای بیولوژیک، ماده خشک کل.

مقدمه

امروزه گیاهان دارویی از جمله گیاهان مهم اقتصادی هستند که به‌صورت خام یا فرآوری شده در طب سنتی و مدرن مورد استفاده و بهره‌برداری قرار می‌گیرند. در دهه های اخیر استفاده از گیاهان دارویی در کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته به علت طیف گسترده فعالیت‌های بیولوژیک شیمیایی، اثر بخشی، ایمنی نسبی و تهیه ارزان قیمت افزایش یافته است و تقریباً یک چهارم داروهای تولید شده حاوی عصاره گیاهی یا ترکیباتی هستند که از مواد گیاهی به‌دست آمده‌اند و یا براساس ترکیبات گیاهی مدل‌سازی شده‌اند (۱۹). سرخارگل یکی از گیاهان تیره گل ستاره (Asteraceae) است که بومی آمریکای شمالی است ولی امروزه در اکثر نقاط اروپا و آسیا و همچنین، ایران کشت می‌شود. همه اندام‌های رویشی این گیاه اعم از ریشه، برگ و... حاوی مواد مؤثره ارزشمندی می‌باشند (۱۳). ترکیبات این گیاه در گذشته و حال برای تصفیه خون، مارگزیدگی، اختلالات تنفسی و عفونت های ویروسی مورد استفاده قرار گرفته است (۱، ۱۱). تحقیقات نشان دادند که عوامل متعددی از جمله آب و هوا، نوع خاک، مدیریت زراعی، تغذیه گیاهان، نحوه‌ی برداشت، تنش‌های محیطی و غیره بر میزان ماده مؤثره گیاهان دارویی تأثیر گذارند که یکی از عوامل زراعی مؤثر در رشد و عملکرد کمی و کیفی گیاهان دارویی، تغذیه گیاهان می‌باشد (۸). اغلب در کشاورزی متداول نیاز غذایی گیاهان با استفاده از کودهای شیمیایی تأمین می شود؛ اما مطالعات طولانی مدت نشان دادند که مصرف بی رویه کودهای شیمیایی به دلیل اسیدی شدن خاک، کاهش فعالیت بیولوژیک، تخریب خصوصیات فیزیکی خاک و کاهش عناصر کم‌مصرف منجر به کاهش تولید گیاهان زراعی می‌شود (١٤). بررسی‌ها نشان می‌دهد که اگر میزان نیتروژن مصرفی قابل دسترس کم تر یا بیش تر از حد مطلوب رشد گیاه باشد، موجب اختلال در فرایندهای حیاتی و خصوصیات کیفی گیاه دارویی می شود که این امر سبب کاهش رشد بخش رویشی و زایشی می‌شود (۱۱). در کشاورزی ارگانیک برای حاصلخیزی خاک و تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان از نهاده‌های طبیعی هم‌چون کودهای

زیستی و آلی استفاده می‌گردد (٦). تأکید کشاورزی پایدار برافزایش کیفیت و پایداری عملکرد محصولات می‌باشد. از بین کودهای زیستی و آلی می‌توان قارچ‌های میکوریزا، ورمی کمپوست و اسید هیومیک را نام برد که با هدف حذف یا کاهش قابل ملاحظه در مصرف نهاده‌های شیمیایی به منظور افزایش کمیت، کیفیت و پایداری عملکرد محصول مورد استفاده قرار می‌گیرند (١).

در بررسی تغییرپذیری عملکرد زراعی و فیتوشیمیایی گیاه دارویی سرخارگل تحت تأثیر اوره و کود زیستی مشاهده شد که تیمار کود زیستی منجر به تولید بیش‌ترین وزن خشک برگ، عملکرد زیست‌توده و صفات کمی شد (١). فیاضی و همکاران (٢٠١٦) در تحقیق خود بر روی تأثیر کاربرد کودهای آلی و زیستی بر گیاه دارویی سرخارگل نشان دادند که بالاترین قطر گل در تیمار ورمی‌کمپوست به‌دست آمد (٩). در بررسی تأثیر کودهای آلی، شیمیایی و تلفیقی بر صفات عملکرد کمی گیاه سرخارگل گزارش شده است که مقادیر مختلف ورمی کمپوست سبب افزایش بیش‌ترین وزن خشک گل، ساقه، عملکرد زیست‌توده، شمار گل در بوته و سبزینگی برگ شد (١٧). اگرچه گیاه سرخارگل به‌طور گسترده در ایران کشت می‌شود و کشت آن در حال گسترش است، دست‌یابی به‌دانش فنی تولید بهینه و عدم مستندات علمی کافی در زمینه اثر انواع کودهای آلی و زیستی بر گیاه سرخارگل و همچنین، ضرورت کاهش مصرف کودهای شیمیایی در راستای تولید ارگانیک گیاهان دارویی، در این مطالعه تأثیر کودهای آلی، زیستی و شیمیایی (NPK) بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی سرخارگل مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در دو سال زراعی ١٣٩٦ و ١٣٩٧ به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه آموزشی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، واقع در ماهدشت کرج انجام شد. ارتفاع محل از سطح دریا ١٣٢٠ متر و موقعیت آن در طول ٥٠ درجه و ٥٥ دقیقه و عرض ٣٥ درجه و ٥٦ دقیقه جغرافیایی قرار داشت.

تیمارها عبارت بودند از قارچ میکوریزا (*Glomus intradices*)، اسید هومیک، باکتری محرک رشد (*Azotobacter chroococum*)، ورمی‌کمپوست (منبع کود گاوی) و کود شیمیایی (NPK) که بر روی گیاه دارویی سرخارگل (*Echinaceae purpurea* L.) اعمال شد. تیمارها به‌صورت انفرادی، دو به دو، سه به سه، و شاهد بودند. تیمار ها عبارت از a1 (ورمی‌کمپوست)، a2 (اسید هیومیک)، a3 (قارچ میکوریزا)، a4 (باکتری)، a5 (ورمی کمپوست + قارچ میکوریزا)، a6 (ورمی کمپوست + اسید هیومیک)، a7 (ورمی‌کمپوست + باکتری)، a8 (قارچ میکوریزا + اسید هیومیک)، a9 (قارچ میکوریزا + باکتری)، a10 (اسید هیومیک + باکتری)،a11 (قارچ میکوریزا + ورمی‌کمپوست + اسید هیومیک)، a12 (قارچ میکوریزا + ورمی کمپوست+ باکتری)، a13 (قارچ میکوریزا + اسید هیومیک + باکتری) a14 (ورمی کمپوست + اسید هیومیک + باکتری)، a15 (کود شیمیایی NPK) وa16 (بدون مصرف کود به‌عنوان تیمار شاهد) بودند. در این پژوهش، مقادیر مصرف در هر یک از تیمارها در هر سال از اجرای آزمایش، برای ورمی‌کمپوست چهار تن در هکتار و مصرف به‌صورت قبل از کاشت (١٨)، کود شیمیایی با توجه به مصرف معمول منطقه (به‌ترتیب ١٥٠، ١٠٠ و ١٠٠ کیلوگرم در هکتار برای نیتروژن (اوره) در سه مرحله (قبل از کاشت و دو مرحله سرک قبل از گلدهی)، پتاسیم (سولفات پتاسیم) و فسفر (سوپر فسفات تریپل) به‌صورت قبل از کاشت و برای قارچ

میکوریزا (۲۰۰ اسپور در هر نشا)، باکتری محرک رشد (دو لیتر در هکتار) و اسید هیومیک (چهار لیتر در هکتار) بر مبنای توصیه حفظ نباتات (۱ و ۲)، (در سال اول اجرای آزمایش) و مقادیر مصرف در تیمارهای ترکیبی دوتایی برابر با ۵۰ درصد مقدار مصرف هر کدام در حالت انفرادی و در تیمارهای ترکیبی ۳ تایی برابر با یک سوم مقدار مصرف هر کدام در حالت انفرادی بود. تیمارهای قارچ میکوریزا و باکتری محرک رشد در هنگام نشاکاری و اسید هیومیک طی سه مرحله بعد از نشاکاری (پس از استقرار گیاه نشاها، ١٤ روز پس از استقرار و زمان گلدهی) به‌صورت مصرف در خاک اعمال شد. در سال دوم آزمایش قارچ میکوریزا، باکتری محرک رشد، ورمی‌کمپوست و کود شیمیایی به‌صورت شیاری، در طول ردیف کاشت (کود اوره علاوه بر مصرف به‌صورت کود پایه، طی دو مرحله به شکل سرک تا قبل از مرحله گلدهی مصرف شد)، مورد مصرف قرار گرفت.

خصوصیات اقلیمی شهر کرج: شهرستان کرج دارای آب و هوای نیمه بیابانی و خشک در تابستان و سرد در زمستان است. میانگین دمای سالیانه کرج در سال های ۱۳۷۸ تا ١٣٩٦، ۱۵ درجه سلسیوس بوده است. دمای حداقل منفی چهار درجه سلسیوس و دمای حداکثر ٤٠ درجه سلسیو است. میانگین بارندگی سالیانه کرج ۲۵۲ میلی‌متر است. همچنین، میانگین دما و بارش محل اجرای آزمایش (کرج) در جدول ۱ برای سال‌های ١٣٩٦ و ۱۳۹۷ ارائه شده است.

جدول ۱- مشخصات اقلیمی منطقه مورد مطالعه.

Table 1- Climatic characteristics of the study area.

ماه Month	سال ١٣٩٦ Year of 2017		سال ۱۳۹۷ Year of 2018	
	بارندگی (میلی‌متر) Precipitation (mm)	میانگین دمای ماهانه (درجه‌سلسیوس) Average monthly temperature (degrees Celsius)	بارندگی (میلی‌متر) Precipitation (mm)	میانگین دمای ماهانه (درجه‌سلسیوس) Average monthly temperature (degrees Celsius)
دی January	15.02	3.66	19.84	4.05
بهمن February	27.01	2.53	30.62	6.46
اسفند March	38.43	9.27	14.11	14.65
فروردین April	46.65	15.11	45.8	13.63
اردیبهشت may	22.01	21.93	57.06	18.43
خرداد June	0	26.08	7.23	25.58
تیر July	0.41	28.88	0	31.90
مرداد August	0	27.43	0	28.29
شهریور September	0	23.72	0.81	24.00
مهر October	4.8	17.02	29.12	16.62
آبان November	0.64	11.52	65.91	9.07
آذر December	4.72	6.67	34.32	7.36
میانگین/ مجموع Mean/Sum	159.65	16.15	304	16.67

جهت تعیین خصوصیات خاک (بافت خاک و خصوصیات شیمیایی خاک) قبل از اجرای آزمایش اقدام به نمونه‌برداری از خاک مزرعه گردید. برای این کار از عمق صفر-۳۰ سانتی‌متری خاک مزرعه در چند نقطه نمونه‌برداری شد و پس از مخلوط کردن نمونه‌ها برای به دست آوردن یک نمونه مرکب جهت تعیین بافت خاک و میزان ترکیبات شیمیایی موجود در خاک به آزمایشگاه ارسال گردید. جدول ۲ مشخصات خاک مزرعه را نشان می‌دهد.

جدول ۲- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش.

Table 2- Physical and chemical properties of the tested soil.

اسیدیته خاک Soil acidity	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) Electrical conductivity ($dS.m^{-1}$)	نیتروژن (قسمت در میلیون) Nitrogen (ppm)	فسفر (قسمت در میلیون) Phosphorus (ppm)	پتاس قابل جذب (قسمت در میلیون) Absorbable Potassium (ppm)	رس (درصد) clay (%)	سیلیت رس (درصد) Silit (%)	شن رس (درصد) Sand (%)
7.9	1.2	0.19	6.5	100	32	58	10

عملیات زراعی شامل شخم، دیسک، تسطیح و کرت بندی از ماه اسفند آغاز و تا اواخر ماه فروردین یا اوایل ماه اردیبهشت (با توجه به شرایط آب و هوایی منطقه) و عملیات کشت به‌صورت دستی (به صورت نشاکاری (مرکز تحقیقات گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی کرج) در ماه اردیبهشت انجام گرفت. زمین طرح، متشکل از ٤٨ کرت آزمایشی، فاصله بین ردیف ٤٠ سانتی متر و روی ردیف ۲۵ سانتی‌متر، فاصله کرت‌ها داخل بلوک از هم یک متر و بین بلوک‌ها از هم دو متر بود (تراکم مورد نظر براساس بررسی منابع و بهترین تراکم مناسب جهت کشت این گیاه در مطالعات قبلی انتخاب شد). همچنین، قبل از استفاده از کود ورمی‌کمپوست، مقادیر عناصر غذایی موجود در آن، EC و pH آن مورد تجزیه قرار گرفت که در جدول ۳ ارائه شده است. فرایندهای زراعی در طول فصل رشد شامل آبیاری و کنترل علف‌های هرز به‌طور منظم انجام شد.

جدول ۳- ماده آلی و عناصر غذایی موجود در ورمی‌کمپوست.

Table 3- Organic matter and nutrients in vermicompost.

اسیدیته خاک Soil acidity	هدایت‌الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) Electrical conductivity ($dS.m^{-1}$)	نیتروژن (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Nitrogen ($mg.kg^{-1}$)	فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Phosphorus ($mg.kg^{-1}$)	پتاس قابل‌جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Absorbable Potassium ($mg.kg^{-1}$)	کربن آلی (درصد) Organic Carbon (%)	روی قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Zn ($mg.kg^{-1}$)	آهن قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Fe ($mg.kg^{-1}$)
8.03	4.9	6600	4230	4400	9.63	9.35	55.24

اندازه‌گیری صفات مورد بررسی: صفات مورفولوژیکی شامل ارتفاع بوته، تعداد برگ در بوته، تعداد ساقه جانبی در بوته، تعداد گل، قطر گل (کاپیتول) و سطح برگ در مرحله ۵۰ درصد گل دهی مورد سنجش قرار گرفت. اندازه‌گیری عملکرد ماده خشک گیاه در پایان مرحله گل دهی

انجام شد. به‌منظور جداسازی ترکیبات فنلی شامل اسید شیکوریک، اسید کافتاریک، اسید کلروژنیک، سینارین و اکیناکوزید از دستگاه High Performance Liquid Chromatograhy (یاگلین ٩٠٠٠ Acme) و Lichrosphere C18 (250mm×4.6 m RP-100) ID×4µm استفاده شد. فاز متحرک، استونیتریل–آب (٤٠:٦٠) با شدت جریان ٠/٥ میلی‌لیتر در دقیقه بوده و شناسایی به‌وسیله دتکتور فرابنفش مدل ٩١٢٠ UV/Vis-YL در طول موج ٢١٥ نانومتر انجام گردید. ترکیبات فنولی در عصاره به‌دست آمده به روش پرکولاسیون جداسازی شده و سپس از طریق مقایسه با اسید سیرینجیک به عنوان استاندارد داخلی کمی گردید.

این آزمایش در دو سال اجرا شد. در ابتدا آزمایش ها به‌صورت جداگانه تجزیه شده و همبستگی و میزان تغییرات آن‌ها نسبت به هم بررسی شد. همبستگی صفات مد نظر در سال اول با پارامترهای مرتبط با صفات رشد گیاه در سال دوم برآورد شد. در انتهای آزمایش نتایج هر دو سال از طریق طرح کرت‌های خرد شده در زمان تجزیه شد و اطلاعات به دست آمده به‌صورت جداول تجزیه واریانس، مقایسه میانگین ها و رسم شکل نمایش داده شدند. داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS مورد تجزیه قرار گرفت و میانگین صفات مورد بررسی توسط آزمون کم ترین تفاوت معنی دار محافظت شده LSD، مقایسه ی میانگین گردید. در نهایت نمودارها با نرم‌افزار Excel ترسیم شد.

نتایج و بحث

تعداد گل در بوته: بررسی‌ها نشان داد که اثرات اصلی سال، تیمار و اثرات متقابل سال در تیمارهای کودی بر تعداد گل در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ٤). نتایج مقایسه میانگین‌ها اثر متقابل سال در تیمار کودی نشان داد که بیش ترین تعداد گل در بوته با میانگین ٤٣/٣ گل در بوته مربوط به تیمار کودی کاربرد ترکیبی مایکوریزا، هیومیک اسید و باکتری در سال دوم نمونه برداری به‌دست آمد و کم‌ترین میزان نیز به ترتیب با میانگین ٤/٣ تعداد گل در بوته مربوط به‌تیمار شاهد در سال اول آزمایش بود (شکل ١). کاربرد تلفیقی کودهای آلی منجر به فراهمی عناصر غذایی و رشد رویشی و زایشی گیاه می‌گردد. در این راستا یافته‌های سایر پژوهشگران نیز نشان می‌دهد که کاربرد کودهای آلی نظیر ورمی‌کمپوست، هیومیک اسید و قارچ مایکوریزا موجب افزایش تعداد گل در بوته در گیاه دارویی رازیانه (٧)، بابونه رومی (١٢)، توت فرنگی (٣) و درمنه (١٥) شده است که نتایج این تحقیق نیز با گزارشات محققین یاد شده مطابقت داشت.

شاخص سطح برگ: نتایج تجزیه واریانس مربوط به صفت شاخص سطح برگ حاکی از آن است که اثر اصلی سال، تیمارهای مختلف مصرف کود و اثر متقابل سال در تیمار کودی بر این صفت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ٤). براساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سال در مصرف کود، بیش‌ترین شاخص سطح برگ با میانگین ٣/٦ مربوط به تیمار کودی کاربرد ترکیبی ورمی کمپوست، هیومیک اسید و باکتری در سال دوم نمونه برداری به‌دست آمد و کم‌ترین میزان برای شاخص سطح برگ نیز با ١/١٢ مربوط به تیمار شاهد در سال اول آزمایش بود (شکل ٢). بنابراین، این امر بیانگر دامنه تغییرات میزان سطح برگ در دو سال و تیمارهای مختلف آزمایش می‌باشد.

جدول ٤- نتایج تجزیه واریانس مربوط به صفات رشدی گیاه سرخارگل تحت تیمارهای مختلف کودی در دو سال مختلف.

Table 4- Results of analysis of variance related to growth traits of Echinacea under different fertilizer treatments in two different years.

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	تعداد گل در بوته Number of flowers per plant	تعداد شاخه اصلی گل‌دهنده Number of main flowering branches	شاخص سطح برگ Leaf area index	وزن خشک کل گل Total dry weight of flowers	وزن خشک کل بوته به‌جز ریشه Dry weight of the whole plant except the roots
تکرار Repetition	2	51.26**	1.54ns	0.24**	845782.3ns	16488032.3ns
سال Year	1	13788.2**	1536.0**	10.25**	341852694.3**	1533528995**
تکرار × سال Repetition * Year	2	0.031	0.12	0.001	71157.3	1854178.1
تیمار Treatment	15	151.6**	16.85**	3.44**	5546688.2**	29021045.0**
سال × تیمار Year* Treatment	15	10.83**	13.64**	0.31*	987234**	3890024**
تکرار × تیمار Repetition*Treatment	30	3.31	0.99	0.042	76815.6	428854.5
خطای کل Total error	30	1.02	1.00	0.015	59257.3	172511
ضریب تغییرات (درصد) Coefficient of variation (%)	-	4.5	19.1	5.7	7.5	4.4

**، * و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، ۵ درصد و عدم معنی‌داری می‌باشد.

**, * and ns are significant at the probability level of 1%, 5% and no significance, respectively.

در سال دوم آزمایش به دلیل استقرار کامل گیاه سرخارگل و اندوخته غذایی از سال قبل انتظار افزایش رشد و به طبع آن افزایش شاخص سطح برگ منطقی به نظر می‌رسد. همچنین، در مورد کاربرد تلفیقی کودهای ورمی کمپوست، هیومیک اسید و باکتری به دلیل اینکه این ترکیبات کودی منجر به بهبود ساختمان خاک و حفظ حاصلخیزی خاک می‌گردد، موجب افزایش سطح برگ نیز شد. کودهای آلی حتی در مقادیر جزئی می‌توانند اثرات مثبتی در ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک اعمال کنند. به‌ویژه این‌که مقدار ماده آلی در بیش‌از ٦٠ درصد خاک‌های زیر کشت ایران کم‌تر از یک درصد و در بخش قابل توجهی از ان کم‌تر از نیم درصد است، در اکثر مناطق مورد کشت محصولات زراعی این مسئله صادق است (٢٠).

اکثر مطالعات به بهبود ویژگی‌های خاک در نتیجه کاربرد ورمی‌کمپوست در خاک اشاره دارند. برای مثال، آزمایش‌ها نشان می‌دهند که کاربرد ورمی‌کمپوست سبب افزایش عناصر کم‌مصرف و پرمصرف، کربن آلی، زیست‌توده میکروبی و فعالیت آنزیمی، تخلخل و ظرفیت نگهداری آب، تولید هورمون‌های رشد گیاهی و تولید اسیدهای آلی در خاک می‌شود (١٧). مطالعات زیادی اثرات مثبت کودهای زیستی را بر رشد گیاهان گزارش کرده‌اند؛ پارای و همکاران (٢٠٠٥) در آزمایشی بر روی گیاه زعفران گزارش کردند که کاربرد کود زیستی PGPR حاوی باکترهای باسیلوس و سودوموناس از طریق رشد و بزرگ‌تر کردن بنه‌ها سبب افزایش سطح برگ زعفران شد (١٥). این امر بیانگر آن است که نتایج این تحقیق با یافته های سایر محققین نیز مطابقت دارد.

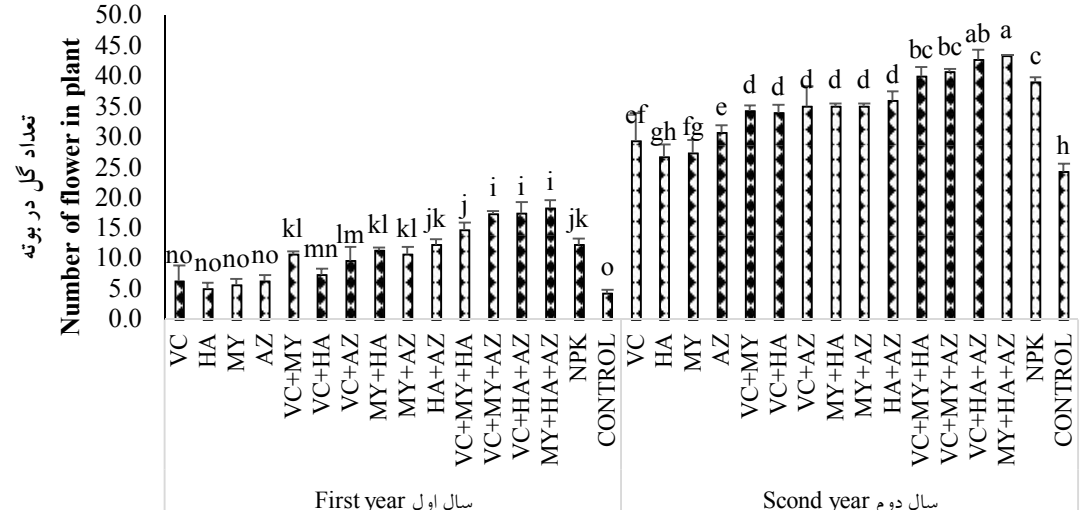
جدول ٥- نتایج مقایسات میانگین اثرات اصلی سال و کاربرد کود در صفات زراعی سرخارگل.

Table 5- Results of comparison of the mean of the main effects of the year and the application of fertilizer in agronomic traits of Echinacea.

تیمارها Treatments / سال Year	تعداد گل در بوته Number of flowers per plant	تعداد شاخه اصلی گل‌دهنده Number of main flowering branches	شاخص سطح برگ Leaf area index	وزن خشک کل گل (کیلوگرم در هکتار) Total dry weight of flowers(Kg/ha)	وزن خشک کل بوته به جز ریشه (کیلوگرم در هکتار) Total dry weight of whole plant except the roots (Kg/ha)
First year سال اول	10.61b	1.22b	1.85b	1367.56b	5411.6b
Second year سال دوم	34.58a	9.22a	2.50a	5141.67a	13405.2a
LSD (0.05)	0.15	0.31	0.038	234.2	1195.9
تیمارهای کودی Fertilizer treatments					
VC	16.42gh	4.5fg	1.34f	4516.7ab	9316.8d
HA	16.83g	3.5gh	1.75e	1676.7j	7168.3g
MY	17.83fg	3.5gh	1.59e	3341.7d	8376.9ef
AZ	19.00ef	3.0h	1.60e	2413.3ghi	7388.2g
VC+MY	22.33cd	4.0gh	2.33cd	4250.0bc	11841.7bc
VC+HA	22.83c	4.6efg	2.15d	4266.7bc	11301.7c
VC+AZ	23.17c	4.0gh	1.8e	4800.0a	13426.7a
MY+HA	22.33cd	6.6bcd	1.18f	2973.8e	8282.2f
MY+AZ	23.33c	5.5def	2.56bc	2806.7ef	9648.3d
HA+AZ	20.50de	6.0bcd	2.56bc	2595.0fgh	9343.3d
VC+MY+HA	26.17b	5.8cde	2.5c	2700.0efg	9133.3de
VC+MY+AZ	29.00a	7.1ab	3.16a	2358.3hi	6215.4h
VC+HA+AZ	30.42a	7.0abc	3.38a	2625.0fgh	8350.0f
MY+HA+AZ	30.50a	8.1a	3.28a	4391.7bc	12061.7bc
NPK	26.82b	7.1ab	2.75b	4150.0c	1331.4b
CONTROL	14.33h	3.1h	0.93g	2208.3i	6350.5h
LSD (0.05%)	2.14	1.17	0.24	326.8	772.16

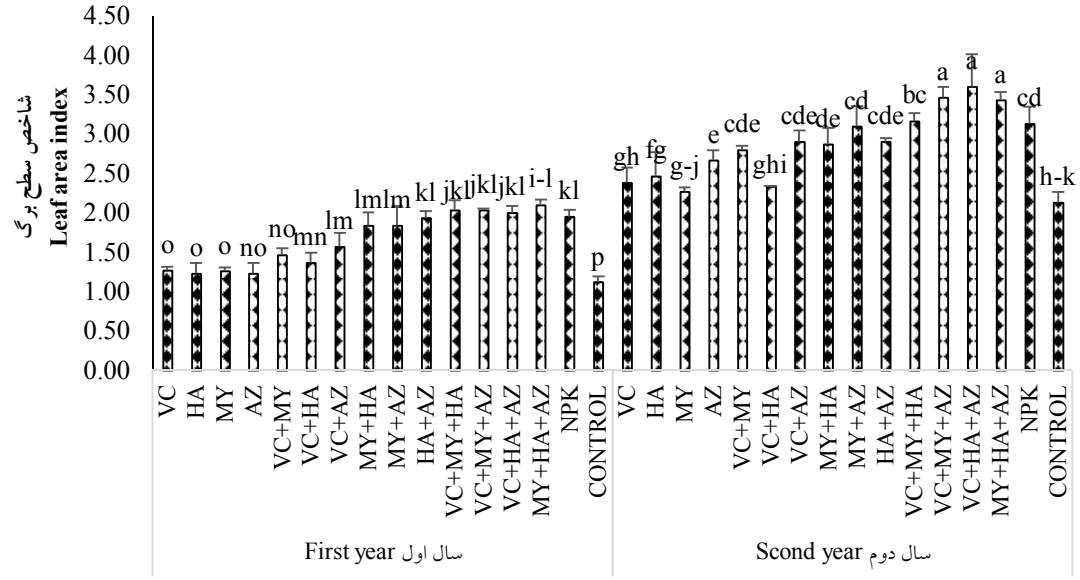
در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه در سطح احتمال ٥ درصد براساس آزمون LSD اختلاف معنی داری ندارند. (VC = ورمی‌کمپوست، HA= اسید هیومیک، MY= قارچ میکوریزا، AZ= باکتری، NPK= کود شیمیایی نیتروژن+ فسفر+ پتاسیم و CONTROL= شاهد می‌باشند)

In each column, the means with similar letters based on the LSD test did not differ significantly at the 5% probability level (VC = vermicompost, HA = humic acid, MY = mycorrhizal fungus, AZ = bacteria, NPK = nitrogen + phosphorus + potassium fertilizer and CONTROL).



شکل ١- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سال در تیمارهای مختلف کودی بر تعداد گل در بوته سرخارگل (VC = ورمی‌کمپوست، HA= اسید هیومیک، MY= قارچ میکوریزا، AZ= باکتری، NPK= کود شیمیایی نیتروژن+ فسفر+ پتاسیم و CONTROL= شاهد می‌باشند).

Figure 1- Results of mean comparing interaction effects of year and different fertilizer treatments on the number of flowers per plant on *Echinaceae purpurea* L. (VC = vermicompost, HA = humic acid, MY = mycorrhizal fungus, AZ = bacteria, NPK = nitrogen + phosphorus + potassium fertilizer and CONTROL).



شکل ۲- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سال در تیمارهای مختلف کودی بر شاخص سطح برگ سرخارگل (VC = ورمی‌کمپوست، HA= اسید هیومیک، MY= قارچ میکوریزا، AZ= باکتری، NPK= کود شیمیایی نیتروژن+ فسفر+ پتاسیم و CONTROL= شاهد می‌باشند).

Figure 2- Means comparison intraction effects of year and different fertilizer application on leaf area index of Echinacea angustifolia (VC = vermicompost, HA = humic acid, MY = mycorrhizal fungus, AZ = bacteria, NPK = nitrogen + phosphorus + potassium fertilizer and CONTROL).

تعداد شاخه اولیه: براساس نتایج تجزیه واریانس ارائه شده در جدول ٤ اثر اصلی سال، تیمارهای مختلف مصرف کود و اثر متقابل سال در تیمار کودی بر صفات تعداد شاخه اصلی سرخارگل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. براساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سال در مصرف کود، دامنه تغییرات برای صفات تعداد شاخه اصلی از ۱ تا ١٤/٧ بود به‌طوری که بیش‌ترین تعداد شاخه اولیه با میانگین‌های ١٤/٧ مربوط به تیمار کودی کاربرد ترکیبی مایکوریزا، هیومیک اسید و باکتری در سال دوم نمونه‌برداری به‌دست آمد و کم‌ترین میزان نیز با میانگین یک شاخه مربوط به تیمار شاهد در سال اول آزمایش بود (جدول ٦).

در این راستا بونملی و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که افزایش کود شیمیایی به‌ویژه کود نیتروژنی، باعث کاهش تعداد گل و تاخیر در گل‌دهی سرخارگل می‌گردد (۵). با توجه به نتایج به‌دست آمده، این طور به‌نظر می‌رسد که کاربرد تلفیقی کودهای آلی با تامین تدریجی و مداوم عناصر غذایی به‌ویژه در اوایل فصل رشد، حفظ رطوبت در سطح خاک و اصلاح فیزیکی و ساختمانی خاک در خاک‌های شنی توانسته است با افزایش میزان فتوسنتز و ماده خشک گیاهی باعث افزایش تعداد گل در بوته گردد. همچنین، به‌دلیل اینکه اضافه کردن کود ورمی‌کمپوست به خاک، قبل از کاشت صورت می‌گیرد از این‌رو، ریشه سرخارگل از زمان نشا در فصل پاییز تا آغاز رشد رویشی در بهار با جذب بهتر عناصر غذایی و آب، مواد ذخیره‌ای و رشد خود را افزایش داده و در بهار (آغاز رشد رویشی) با رشد رویشی بهتر، باعث افزایش اجزای عملکرد گیاه از جمله تعداد گل در بوته نیز می‌گردد. در این خصوص رحیمی و پورمحمدی (۲۰۱٦) در بررسی تاثیر کاربرد ورمی‌کمپوست و محلول پاشی برگی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی اسفرزه گزارش نمودند که کاربرد تلفیقی ورمی‌کمپوست، هیومیک اسید و چای کمپوست موجب افزایش تعداد شاخه های جانبی در اسفرزه شده است (۱۷).

جدول ٦- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سال در تیمارهای مختلف کودی بر تعداد شاخه اولیه گل‌دهنده سرخارگل.

Table 6- Means comparison intraction effects of year and different fertilizer application on Number of perimary flowering branches of Echinacea angustifolia.

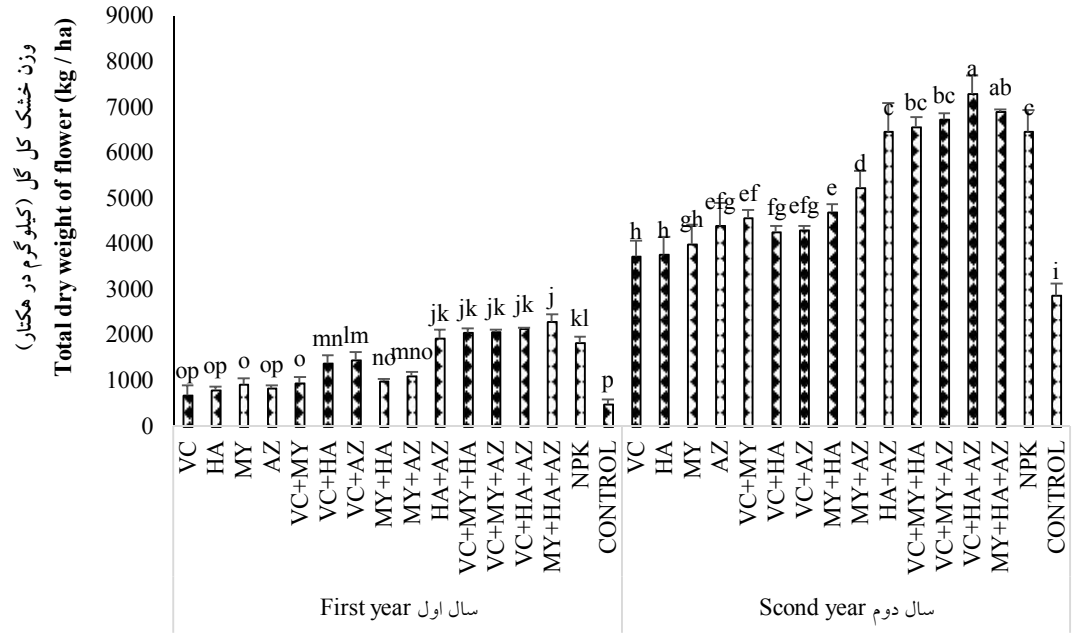
تیمارها	سال اول	سال دوم
Treatments	First year	Second year
VC	1.0±0.46i	5.0±0.47h
HA	1.0±0.46i	6.0±0.8gh
MY	1.0±0.46i	5.67±0.47gh
AZ	1.0±0.46i	7.00±0.23fg
VC+MY	1.0±0.46i	7.67±0.43f
VC+HA	1.0±0.46i	7.00±0.81fg
VC+AZ	1.33±0.46i	9.67±0.55de
MY+HA	1.33±0.46i	8.33±0.94ef
MY+AZ	1.33±0.46i	12.33±0.47cd
HA+AZ	1.33±0.46i	11.00±0.81bc
VC+MY+HA	1.67±0.46i	12.33±0.47b
VC+MY+AZ	1.67±0.46i	12.65±0.76bc
VC+HA+AZ	1.67±0.46i	13.00±0.87b
MY+HA+AZ	1.67±0.46i	14.67±0.52a
NPK	1.33±0.46i	10.33±0.49d
CONTROL	1.0±0.46i	5.00±0.21h

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه در سطح احتمال ٥ درصد براساس آزمون LSD اختلاف معنی داری ندارند. (VC = ورمی‌کمپوست، HA= اسید هیومیک، MY= قارچ میکوریزا، AZ= باکتری، NPK= کود شیمیایی نیتروژن+ فسفر+ پتاسیم و CONTROL= شاهد می‌باشند)

In each column, the means with similar letters based on the LSD test did not differ significantly at the 5% probability level (VC = vermicompost, HA = humic acid, MY = mycorrhizal fungus, AZ = bacteria, NPK = nitrogen + phosphorus + potassium fertilizer and CONTROL).

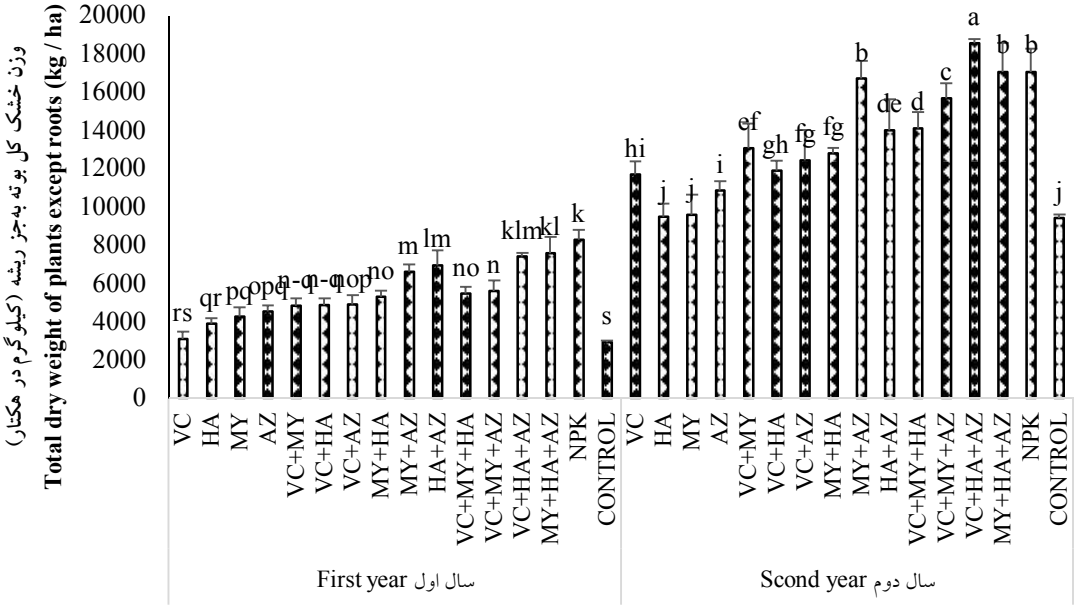
وزن خشک کل گل و وزن خشک کل به‌جز ریشه:

براساس نتایج تجزیه واریانس ارائه شده در جدول ٤ اثر اصلی سال، تیمارهای مختلف مصرف کود و اثر متقابل سال در تیمار کودی بر صفات وزن خشک کل گل و وزن خشک کل به‌جز ریشه سرخارگل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. براساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سال در مصرف کود، بیش‌ترین وزن خشک کل گل و وزن خشک کل به‌جز ریشه به ترتیب با میانگین‌های ٧٣٠٠ و ١٨٥٦٧ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار کودی کاربرد ترکیبی ورمی‌کمپوست، هیومیک اسید و باکتری در سال دوم نمونه برداری به‌دست آمد و کم‌ترین میزان نیز به ترتیب با میانگین ٤٨٧ و ٢٩٣٠ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار شاهد در سال اول آزمایش بود (شکل‌های ٤ و ٥). در تحقیقی به‌منظور بررسی واکنش گیاه دارویی سرخارگل (*Echinacea purpurea* L.) به کاربرد کود شیمیایی و مصرف توام آن با کمپوست زباله شهری (کمپوست)، گزارش شده است که شاخص‌های رشد و عملکرد نظیر تعداد گل در بوته، تعداد ساقه فرعی، تعداد گلبرگ، قطر گل اصلی، قطر نهنج، قطر ساقه اصلی،وزن تر و خشک گل تحت تاثیر کاربرد کود شیمیایی و کمپوست قرار گرفت (٤). تیمار تلفیق ١٥ تن کمپوست و ١/٤ تیمار کود شیمیایی موجب افزایش ٣٠ درصدی قطر نهنج و قطر ساقه اصلی، افزایش ٥٠ درصدی تعداد گلبرگ گردید (٤). که این امر مطابق با یافته های تحقیق حاضر می‌باشد.



شکل ۳- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سال در تیمارهای مختلف کودی بر وزن خشک کل گل سرخارگل(VC = ورمی‌کمپوست، HA= اسید هیومیک، MY= قارچ میکوریزا، AZ= باکتری، NPK= کود شیمیایی نیتروژن+ فسفر+ پتاسیم و CONTROL= شاهد می‌باشند).

Figure 3- Means comparison intraction effects of year and different fertilizer application on Total dry weight of flower in Echinacea angustifolia (VC = vermicompost, HA = humic acid, MY = mycorrhizal fungus, AZ = bacteria, NPK = nitrogen + phosphorus + potassium fertilizer and CONTROL)



شکل ٤- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سال در تیمارهای مختلف کودی بر وزن خشک بوته به‌جز ریشه سرخارگل (VC = ورمی‌کمپوست، HA= اسید هیومیک، MY= قارچ میکوریزا، AZ= باکتری، NPK= کود شیمیایی نیتروژن+ فسفر+ پتاسیم و CONTROL= شاهد می‌باشند).

Figure 4- Means comparison intraction effects of year and different fertilizer application on Total dry weight of plants except roots in Echinacea angustifolia (VC = vermicompost, HA = humic acid, MY = mycorrhizal fungus, AZ = bacteria, NPK = nitrogen + phosphorus + potassium fertilizer and CONTROL).

ترکیبات فنلی: براساس بررسی‌های صورت گرفته اثر اصلی سال و تیمار کودی بر تمامی ترکیبات فنلی که شامل کافتاریک اسید (Caftaric acid)، کلروژنیک اسید (Chlorogenic acid)، سیناریک اسید (Cynaric acid)، شیکوریک اسید (Cichoric acid) و اچیناکوسید (Echinacoside) معنی‌دار شد، ولی اثر متقابل سال در تیمار کودی تنها بر صفت کافتاریک اسید و شیکوریک اسید معنی‌دار بود (جدول ٧). نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی سال برای ترکیبات کلروژنیک، سیناریک اسید و اچیناکوسید نشان داد که بیش‌ترین مقادیر برای ترکیبات فوق به ترتیب با میانگین‌های ١/٠٨، ٠/٤٣ و ٠/٧٤ میلی‌گرم بر گرم وزن تر از در سال دوم نمونه برداری مشاهده شد و کم‌ترین مقادیر نیز به ترتیب با میانگین‌های ٠/٩٧، ٠/٣٧ و ٠/٦٧ میلی‌گرم بر گرم وزن تر مربوط به سال اول نمونه برداری بود (جدول ٨). همچنین، نتایج مقایسه میانگین‌های اثر اصلی کاربرد کود برای صفات فوق نشان داد که بیش‌ترین مقدار کلروژنیک با میانگین‌های ١/٧٨ میلی‌گرم بر گرم وزن تر از تیمار کاربرد ورمی‌کمپوست + میکوریزا + هیومیک اسید، بیش‌ترین مقدار سیناریک اسید با میانگین ٠/٥٨ میلی‌گرم بر گرم وزن تر مربوط به تیمار کودی ورمی‌کمپوست + میکوریزا + باکتری بود و همچنین، بیش‌ترین مقدار اچیناکوسید با میانگین ١/٣٦ میلی گرم بر گرم وزن تر از تیمار کاربرد میکوریزا + هیومیک اسید + باکتری به‌دست آمد (جدول ٨).

جدول ٧- نتایج تجزیه واریانس مربوط به صفات بیوشیمیایی گیاه سرخارگل تحت تیمارهای مختلف کودی در دو سال مختلف.

Table 7- Results of analysis of variance related to biochemical traits of Echinacea under different fertilizer treatments in two different years.

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	کافتاریک اسید Caftaric acid	کلروژنیک اسید Chlorogenic acid	سیناریک اسید Cynaric acid	شیکوریک اسید Cichoric acid	اچیناکوسید Echinacoside
تکرار Repetition	2	0.52ns	0.019**	0.005ns	0.017ns	0.0035ns
سال Year	1	10.59**	0.30**	0.10*	3.78**	0.098*
تکرار × سال Repetition * Year	2	0.007	0.004	0.001	0.002	0.004
تیمار Treatment	15	16.88**	0.82**	0.0094**	9.90**	0.57**
سال × تیمار Year* Treatment	15	0.083**	0.025ns	0.00050ns	0.30**	0.0042ns
تکرار × تیمار Repetition*Treatment	30	0.013	0.0017	0.00058	0.017	0.0043
خطای کل Total error	30	0.014	0.002	0.001	0.010	0.004
ضریب تغییرات (درصد) Coefficient of variation (%)	-	2.56	4.38	8.07	2.48	9.48

**، * و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ١ درصد، ٥ درصد و عدم معنی‌داری می‌باشد.

*, **and ns are significant at the probability level of 1%, 5% and no significance, respectively.

جدول ۸. نتایج مقایسات میانگین اثرات اصلی سال و کاربرد کود در ترکیبات فنلی موجود در اسانس گیاه دارویی سرخارگل

Table 8- Comparison of the mean of the main effects of the year and the application of fertilizer in phenolic compounds in the essential oil of Echinacea.

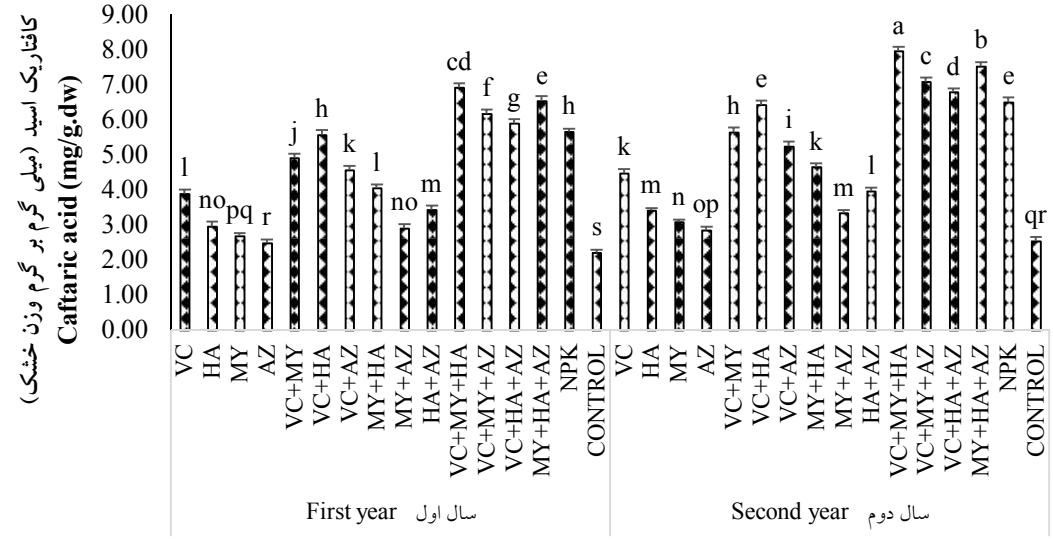
تیمارها Treatments	کافتاریک اسید Caftaric acid	کلروژنیک اسید Chlorogenic acid	سیناریک اسید Cynaric acid	شیکوریک اسید Cichoric acid	اچیناکوسید Echinacoside
			میلی‌گرم بر گرم وزن تر (mg/g.dw)		
سال اول First year	4.42b	0.97b	0.37b	3.89b	0.67b
سال دوم Second year	5.08a	1.08a	0.43a	4.28a	0.74a
حداقل تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد LSD (0.05)	0.076	0.059	0.028	0.061	3.92
تیمارهای کودی Fertilizer treatments					
VC	4.18i	0.78ij	0.44de	3.69h	0.66fg
HA	3.18k	0.92h	0.25j	3.44i	0.51ij
MY	2.88l	0.56k	0.32h	2.22m	0.35k
AZ	2.67m	0.58k	0.23j	2.56l	0.32k
VC+MY	5.28f	1.12f	0.46d	4.38f	0.89d
VC+HA	6.00e	1.22e	0.51c	4.78e	0.73ef
VC+AZ	4.90g	1.02g	0.40f	4.11g	0.58hi
MY+HA	4.35h	0.81i	0.41ef	3.73h	0.61gh
MY+AZ	3.12k	0.80i	0.28i	2.88k	0.51ij
HA+AZ	3.69j	0.73j	0.36g	3.27j	0.46j
VC+MY+HA	7.43a	1.78a	0.56ab	6.51a	1.23b
VC+MY+AZ	6.62c	1.58b	0.58a	5.53c	0.95cd
VC+HA+AZ	6.34d	1.29d	0.49c	5.01d	1.01c
MY+HA+AZ	7.03b	1.43c	0.55b	5.98b	1.36a
NPK	6.08e	1.24e	0.50c	4.85e	0.80e
CONTROL	2.23n	0.61k	0.18k	4.50l	0.38k
LSD (0.05%)	0.13	0.049	0.028	0.077	5.26

تیمارهای دارای حروف یکسان اختلاف معنی‌داری براساس آزمون حداقل تفاوت معنی دار حفاظت شده (PLSD) در سطح احتمال ۵ درصد باهم ندارند.

The treatments with the similar letters based on the LSD test did not differ significantly at the 5% probability level.

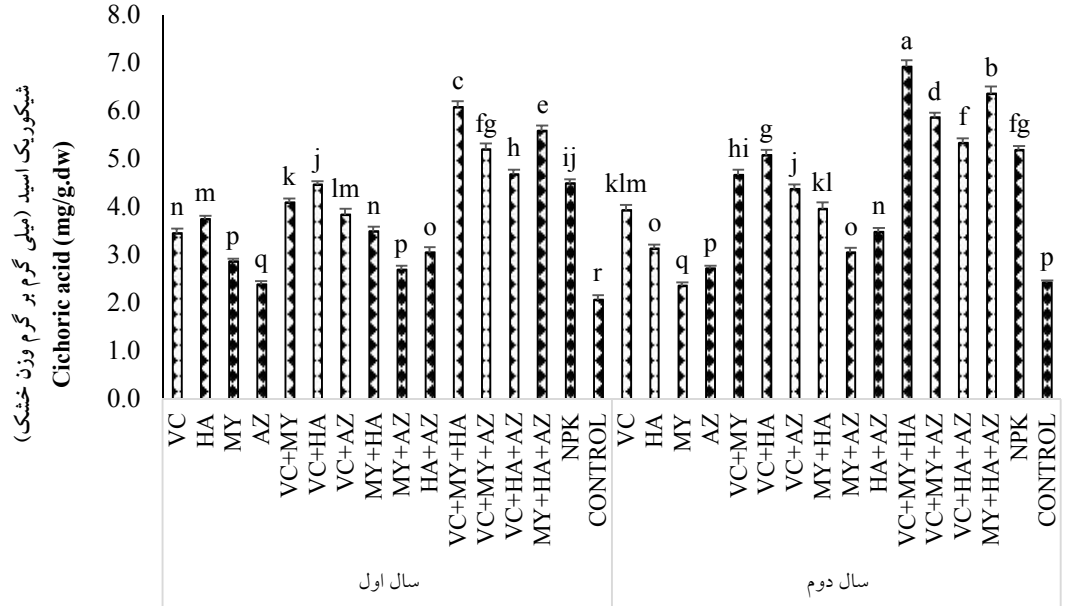
نتایج مقایسه میانگین‌های اثر متقابل سال در تیمارهای کودی برای صفات کافتاریک اسید و شیکوریک اسید نشان داد که بالاترین مقادیر برای این ترکیبات به‌ترتیب با میانگین‌های ۷/۹۵ و ٦/۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تر از تیمار کاربرد ورمی‌کمپوست + میکوریزا + هیومیک اسید به‌دست آمد و کم‌ترین میزان نیز به‌ترتیب با مقادیر ۲/۲۳ و ۲/۲۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تر مربوط به تیمار شاهد در سال اول بود (شکل‌های ٦ و ۷). قارچ‌های مایکوریزا *Glomus intraradices* و *Gigaspora margarita* موجب افزایش پارامترهای رشد تا میزان ٤ برابر و ترکیبات فعال همانند رنگ‌دانه‌ها، میزان اسید کافئیک، آلکامیدها و ترپن‌ها می‌گردد. بنابراین با کاربرد کودهای زیستی می‌توان مصرف کودهای شیمیایی را کاهش داد و به اهداف کشاورزی پایدار نزدیک شد (۱۰). براساس مطالعات انجام شده بر روی گیاه سرخارگل ترکیبات شیمیایی گیاهان تلقیح شده با قارچ میکوریزا که شامل شیکوریک، اسید کافتاریک موجود در برگ و ریشه و اسید کلروژنیک موجود در ریشه و ترکیبات

آلکیلامیدها نیز نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری داشت، پس سینارین موجود در برگ اختلاف معنی‌داری نشان داد (١٠). مطالعات نشان دادند که کاربرد اسید هیومیک بر روی توتون و گیاهان دارویی موجب زیاد شدن آلکالوئیدها در برگ می‌شود، همچنین، اسید هیومیک موجب افزایش گلوکز از بین غشاهای سلولی در گیاهان پیاز، چغندرقند، آفتابرگردان و موجب افزایش هیدروکربن هویج و گوجه فرنگی می‌شود (١٦).



شکل ٥- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سال در تیمارهای مختلف کودی بر ترکیب کافتاریک اسید (VC = ورمی‌کمپوست، HA= اسید هیومیک، MY= قارچ میکوریزا، AZ= باکتری، NPK= کود شیمیایی نیتروژن+ فسفر+ پتاسیم و CONTROL= شاهد می‌باشند).

Figure 5- Means comparison intraction effects of year and different fertilizer application on Caftaric acid in Echinacea angustifolia (VC = vermicompost, HA = humic acid, MY = mycorrhizal fungus, AZ = bacteria, NPK = nitrogen + phosphorus + potassium fertilizer and CONTROL).



شکل ٦- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سال در تیمارهای مختلف کودی بر ترکیب کافتاریک اسید (VC = ورمی‌کمپوست، HA= اسید هیومیک، MY= قارچ میکوریزا، AZ= باکتری، NPK= کود شیمیایی نیتروژن+ فسفر+ پتاسیم و CONTROL= شاهد می‌باشند).

Figure 6- Means comparison intraction effects of year and different fertilizer application on Cichoric acid in Echinacea angustifolia (VC = vermicompost, HA = humic acid, MY = mycorrhizal fungus, AZ = bacteria, NPK = nitrogen + phosphorus + potassium fertilizer and CONTROL).

نتیجه‌گیری کلی

کسب درآمد مستقیم از زراعت گیاه دارویی سرخارگل از دو طریق عرضه در عطاری‌ها و عرضه به شرکت های تولیدکننده دارو امکان‌پذیر است. تعیین قیمت اندام‌های خشک سرخارگل (گل، برگ، ساقه و ریشه) توسط شرکت‌های تولید دارو پس از آزمایشات اندازه گیری مواد موثره موجود در این گیاه که شامل مشتقات اسید کافئیک (اسید کافتاریک، اسید کلروژنیک، سینارین، اکیناکوزید و شیکورید اسید) است؛ انجام می‌گیرد. درحالی‌که تعیین قیمت در عطاری‌ها معمولا براساس شکل ظاهری و کیفیت خشک کردن اندام ها و همچنین، خلوص فیزیکی (میزان علف هرز همراه با نمونه) انجام می‌شود. بر اساس نتایج به دست آمده در این مطالعه، مشخص شد که میزان عملکرد ماده خشک شامل وزن کل گل، برگ و ساقه در تیمارهای ترکیبی سه‌تایی (ورمی‌کمپوست + هیومیک‌اسید + ازتوباکتر) نسبت به دیگر تیمارهای تغذیه‌ای آلی و زیستی با اختلاف معنی‌داری بالاتر بود و در مقایسه با تیمار تغذیه با کود شیمیایی دارای اختلاف معنی‌داری نبود و یا گاها حتی در تیمارهای تغذیه ای سه تایی میزان عملکرد بیش تر هم بود. در رابطه با میزان مشتقات اسید کافئیک نتایج نشان داد که میزان تولید این ترکیبات در تیمارهای ترکیبی سه‌تایی (ورمی‌کمپوست + میکوریزا + هیومیک اسید) با اختلاف معنی‌داری نسبت به تیمار تغذیه با کود شیمیایی بالاتر بود. بنابراین، با توجه به تولید ماده خشک برابر در تیمارهای ترکیبی سه تایی با تغذیه شیمیایی و میزان تولید مشتقات اسید کافئیک بالاتر در تیمارهای تغذیه‌ای سه‌تایی نسبت به تغذیه شیمیایی می‌توان نتیجه گرفت که از لحاظ تولید ماده خشک و مواد موثره دارویی در سرخارگل می‌توان بدون استفاده از کودهای شیمیایی به عملکردی مشابه و یا حتی بالاتر دست یافت. البته از نظر اقتصادی و هزینه تولید کود شیمیایی دارای مزیت بوده و هزینه خرید و مصرف نهاده‌های شیمیایی نسبت به استفاده از ترکیبات آلی و زیستی ارزان تر است. البته با توجه به نتایج این تحقیق بخشی از این اختلاف هزینه با تولید بیش تر مشتقات اسید کافئیک در تولید با کودهای آلی و زیستی نسبت به تولید با کود شیمیایی جبران می‌گردد و این زمانی خواهد بود که اندام های اقتصادی جهت استخراج ترکیبات موثره به شرکت های تولید دارو فروخته شود و به مصرف عطاری نرسد. اما با توجه به این که هدف اصلی از تولید گیاهان دارویی در نهایت، تولید دارو می‌باشد؛ پیشنهاد می‌شود تولید این گیاه با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق همراه با استفاده از کودهای زیستی صورت پذیرد.

Refrences

1. Agha Alikhani, M., Iranpour, A., and Naghdi Badi, H. 2013. Changes in agronomical and phytochemical yield of purple coneflower (*Echinaceae purpurea* (L.) Moench) under urea and three biofertilizers application. J. medic Plants. 2: 46. 121-136.
2. Akbari, I., and Gholami, A. 2015. Evaluation of mycorrhizal fungi, vermicompost and humic acid on essence yield and root colonization of fennel. Iran. J. Field Crop Res. 13: 4. 840-853. (In Persian)
3. Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P.,Welch, C., and Metzger, J.D. 2004. Influence of vermicomposting on field strawberries. Bio Tech. 93: 2. 145-153.
4. Ashenavar, M., Bahmanyar, M., and Akbarpour, V. 2014. The effect of different fertilizer sources on growth indices and yield of (*Echinacea purpurea* L). Agron J. 6: 2. 266-274. (In Persian)

5. Bonomelli, C., Cisterna, D., and Reciné, C. 2005. Effect of restraining nitrogen fertilization on the mineral composition of Echinacea purpurea. Cien Inve agr 32: 2. 85-91.
6. Bruulsema, T.W., Heffer, P., Welch, R.M., Cakmak, I., and Moran, K. 2012. Fertilizing crops to improve human health: a scientific review. Int. Plant Nutr. Inst, USA. 3: 119p.
7. Darzi, M. T. 2007. Investigating the effect of biofertilizer application on quantitative and qualitative yield of fennel in order to achieve a sustainable crop system. PhD Thesis in Agriculture. Tarbiat Modares University. 165p. (In Persian)
8. Davazdah Emami, S., and Majnoun Hosseini, N. 2008. Cultivation and production of certain herbs and spices. Tehran University Press, Tehran. Iran. 300p. (In Persian)
9. Fayazi, H., Abdali Mashhadi, A., Kouchakzadeh, A., Papzan, A., and Arzanesh, M. 2016. The effect of organic and biological fertilizers application on yield and some morphological characteristics in Coneflower (*Echinaceae purpurea* L.). Iran J. Field Crop Sci. 47: 2. 301-314. (In Persian)
10. Gualandi, R.J.J. 2010. Fungal endophytes enhance growth and production of natural products in *Echinacea purpurea* (Moench.). Master's Thesis. (In Persian)
11. Jalil Sheshbahrhe, M., Movahhedi Dehnavi, M., Bahreininejad, B., and Salehi, A. 2018. Response of yield and physiological characteristics of purple coneflower (*Echinaceae purpurea* (L.) Moench) to nitrogen sources at different levels of irrigation. J. crop prod, 10: 3. 145-156. (In Persian)
12. Liuc, J., and Pank, B. 2005. Effect of vermicompost and fertility levels on growth and oil yield of Roman chamomile. Sci Phar. 46: 63-69.
13. Mrozikiewicz, P.M., Bogacz, A., Karasiewicz, M., Mikolajczak, P.L., Ozarowski, M., Seremak-Mrozikiewicz, A., Czerny, B., Bobkiewicz-Kozlowska, T., and Grzeskowiak, E. 2010. The effect of standardized *Echinacea purpurea* extracts on rat cytochrome P450 expression level. Phytomedicine. 17: 10. 830-833.
14. Nihorimbere, V., Ongena, M., Smargiassi, M., Thonart, P., and Biotechnol, I. 2011. Beneficial effect of the rhizosphere microbial community for plant growth and health. Agron. Soc. Environ. 15: 2. 327-337.
15. Pandey, R. 2005. Management of *Meloidogyne incognita* in *Artemisia pallens* with bio-organics. Phytoparasitica. 33: 3. 304-308.
16. Pellati, F., Benvenuti, S., Magro, L., Melegari, M., and Soragni, F. 2004. Analysis of phenolic compounds and radical scavenging activity of *Echinacea* spp. J. Pharml. Bio. Anal. 35: 2. 289-301.
17. Ravindran, B., Wong, J.W., Selvam, A., and Sekaran, G. 2016. Influence of microbial diversity and plant growth hormones in compost and vermicompost from fermented tannery waste. Bio. Technol. 217: 200-204.
18. Razavi Nia, S.M., Aghaalikhani, M., and Naghdi Badi, H.A. 2015. Effect of vermicompost and chemical fertilizers on quantitative and qualitative properties of *Echinaceae pursuerea* (L.) Moench. Iran.J. Med. Aromat Plant. 31: 2. 357-373. (In Persian)
19. Roshankar, T., Peidaei, F., and Rashno, A. 2018. Investigation of the effect of biological fertilizers on some morphological parameters of the farm (*Echinaceae purpurea* L.) The 4th International Conference on New Findings in Agricultural Science, Natural Resources and the Environment. Iran. (In Persian)
20. Shirani, H., Abolhasani, Z.M., Lakzian, A., and Akhgar, A. 2011. Decomposition rate of municipal wastes compost, vermicompost, manure and pistaco compost in different soil texture and salinity in laboratory condition. J. Water. Soil (Agric Sci. Technol). 25: 1. 84-93. (In Persian)