

## مقایسه تأثیر برخی کودهای آلی و نانوکود زیستی بر صفات مورفولوژیک و ترکیبات عصاره گیاه دارویی سرخارگل (*Echinacea purpurea* L.)

کاظم کمالی علی آباد<sup>۱\*</sup>، محدثه السادات میرعزآبادی<sup>۲</sup>، الهه زمانی<sup>۳</sup>

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۷/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۷/۰۹)

### چکیده

استفاده بی‌رویه از آفت کش‌ها و کودهای شیمیایی باعث مشکلات زیست محیطی شده است. استفاده از کودهای آلی و زیستی در برنامه‌های مدیریتی می‌تواند موجب کاهش مصرف مواد شیمیایی شوند. پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست (صفر، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ گرم در دو کیلوگرم خاک)، نانوکود بیولوژیک (صفر، ۱، ۲ و ۳ گرم در دو کیلوگرم خاک)، بیوچار (صفر، ۱/۲۵، ۲/۵ و ۵ گرم در دو کیلوگرم خاک) و همچنین ترکیب کودهای ورمی‌کمپوست-نانوکودزیستی (۱۰ گرم ورمی‌کمپوست-۲ گرم نانوکود زیستی در دو کیلوگرم خاک) و ورمی‌کمپوست-بیوچار (۱۰ گرم ورمی‌کمپوست-۲/۵ گرم بیوچار و ۱۰ گرم ورمی‌کمپوست-۵ گرم بیوچار در دو کیلوگرم خاک)، روی برخی ویژگی‌های مورفولوژیک و میزان ترکیبات فنلی عصاره گیاه دارویی سرخارگل (*Echinacea purpurea* L.) انجام گرفت. نتایج نشان داد که گیاهان کشت شده در تیمار ترکیبی ورمی‌کمپوست-بیوچار در مقایسه با سایر تیمارهای کودی، دارای بالاترین مقادیر طول ریشه (۲۹/۹۷ سانتی‌متر)، وزن خشک شاخساره (۱۰/۵۴ گرم) و سطح برگ (۱۴۷/۴۰ میلی‌متر مربع) بودند. همچنین کاربرد ترکیب ورمی‌کمپوست-نانوکود زیستی نسبت به سایر تیمارها، وزن تر ریشه (۳۴/۸۴ گرم) و وزن خشک ریشه (۶/۵۴ گرم) بیشتری را نشان داد. بیشترین میزان وزن تر شاخساره در مقایسه با تیمارهای کودی دیگر در تیمار ۵ گرم بیوچار به میزان ۳۵/۳۷ گرم به ازای هر گلدان مشاهده گردید. همچنین کشت گیاه دارویی سرخارگل تحت تیمار ترکیبی ورمی-کمپوست - بیوچار بر میزان ترکیبات فنلی عصاره گیاه مذکور تأثیر بهتری داشت که مقدار ۰/۱۲۳ میلی‌گرم بر لیتر بود.

**واژه‌های کلیدی:** بیوچار، ترکیبات فنلی عصاره، نانوکود بیولوژیک، ورمی‌کمپوست

کمالی علی آباد ک، میرعزآبادی م.س، زمانی ا. ۱۴۰۱. مقایسه تأثیر برخی کودهای آلی و نانوکود زیستی بر صفات مورفولوژیک و ترکیبات عصاره گیاه دارویی سرخارگل (*Echinacea purpurea* L.). تحقیقات کاربردی خاک. جلد ۱۰، شماره ۴. صفحه: ۱-۱۰.

۱-دانشیار گروه مدیریت مناطق خشک و بیابانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد

۲-دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم خاک، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد

۳-دانشجوی دکتری گروه مدیریت مناطق خشک و بیابانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد

\*پست الکترونیک: [kkamali@yazd.ac.ir](mailto:kkamali@yazd.ac.ir)

## مقدمه

بیان نمودند که با استفاده از ورمی کمپوست بیشترین مقدار سیترونلال و بتا-کاربوفیلین به دست آمده است. نانوکودها، فناوری نوینی هستند که با کوچک کردن اندازه ذرات در مقیاس نانو، امکان جذب بیشتری مواد مغذی را برای گیاه فراهم می‌آورند. قابلیت جذب و مصرف بالا هم از طریق خاک (به صورت سرک همراه آب آبیاری، سیستم‌های آبیاری قطره‌ای و بارانی) و هم از طریق برگ (محلول پاشی) از ویژگی‌های این نوع کودها به شمار می‌روند. خاصیت کندرها بودن نانوکود به استفاده بهینه از آن کمک شایانی می‌نماید. همچنین مظلومی ابولخیلی و همکاران (Mazloomi Abukhyly et al., 2018) با بررسی تأثیر نانو کود زیستی بر ریخت شناسی، عملکرد و اجزای عملکرد سیب زمینی رقم آگریا بیان نمودند که نانوکود زیستی در ترکیب با کودهای شیمیایی نیتروژن و فسفر باعث بهبود ویژگی‌های کمی و کیفی سیب زمینی و کاهش مصرف کودهای شیمیایی می‌شود. تجزیه گرمایی زیست توده گیاهی در غیاب جزئی و یا کامل اکسیژن، علاوه بر دی اکسید کربن، گازهای سوختی، مواد تبخیر شونده و بخارهای قیری، یک جزء جامد غنی از کربن تولید می‌کند که بیوچار گفته می‌شود. بیوچار یک ماده متخلخل و غنی از کربن است که از گرمادهی بقایای آلی مانند ضایعات گیاهی، کودهای دامی و سایر ضایعات در دمای ۲۰۰ تا ۹۰۰ درجه سلسیوس در یک محیط بدون اکسیژن یا با اکسیژن محدود به دست می‌آید (Lehmann & Joseph, 2015). بیوچار زمانی که به خاک اضافه می‌شود، باعث افزایش حاصلخیزی خاک، نگهداری مواد غذایی و ظرفیت نگهداری آب، بهبود ظرفیت تبادل کاتیونی، اصلاح pH خاک و در نتیجه افزایش عملکرد محصول می‌گردد (Pandey et al., 2016). چن و همکاران (Chen et al., 2018) در آزمایشی از بیوچار تهیه شده از لجن استفاده کردند و گزارش نمودند که این ماده باعث افزایش رشد گیاه و جمعیت میکروبی و افزایش رطوبت بستر شده است. به دلیل مضرات زیاد استفاده از کودهای شیمیایی در کشاورزی، باید همگان سعی بر استفاده از کودهای آلی و زیستی نمایند تا علاوه بر سلامت اشخاص، کمترین آسیب به محیط زیست وارد آید. در این آزمایش تأثیر نانوکود زیستی، ورمی کمپوست و بیوچار بر روی رشد و عملکرد عصاره گیاه دارویی سرخارگل بررسی شده است تا اثرات

سرخارگل با نام علمی *Echinacea purpurea* L. یکی از گیاهان تیره کاسنی است. این گیاه بومی آمریکای شمالی است ولی امروزه در بیشتر نقاط اروپا و آسیا و همچنین ایران کشت می‌شود و به عنوان ششمین گیاه دارویی پر فروش در ایالات متحده در سال ۲۰۱۰ شناخته شده است (Alizadeh Ahmadabadi & khorasaninejad, 2016). جنس *Echinacea* شامل ۹ گونه است که ۳ گونه - *E. purpurea*, *E. pallida* و *E. angustifolia* کاربرد درمانی دارند (Wu et al., 2008). در گذشته این گیاه برای درمان مارگزیدگی، بیماری‌های لثه و دهان، سرماخوردگی، سرفه و گلودرد استفاده می‌شد. در سالیان اخیر این گیاه به دلیل خواص ضد قارچی، ضد ویروسی و ضد باکتریایی شهرت جهانی یافته است و ترکیبات آن در گروه مواد تقویت کننده سیستم ایمنی بدن در مقابل عوامل بیماری‌زا به شمار می‌رود که سبب گردیده است این گیاه به عنوان یک داروی مؤثر در پیشگیری و درمان بسیاری از بیماری‌ها همچون آنفولانزا و عفونت‌ها مورد استفاده قرار گیرد (Alizadeh Ahmadabadi & khorasaninejad, 2016).

ورمی کمپوست در کشاورزی نوین یکی از نهاده‌های مهم توسعه به شمار می‌رود که وقتی به خاک‌های رسی اضافه می‌شود باعث سبک شدن این خاک‌ها شده و زمانی که به خاک‌های شنی اضافه شود، باعث نگهداری بهتر آب در خاک می‌شود. کیفیت بسیار بالا، نداشتن بوی نامطبوع، نداشتن عوارض جانبی کودهای شیمیایی، تثبیت و جلوگیری از فرسایش خاک از مزیت‌های برجسته ورمی کمپوست است (Sarlak, 2014). رخا و همکاران (Rekha et al., 2018) با پژوهش درباره اثر ورمی کمپوست و محرک‌های رشد بر ویژگی‌های اگزومورفولوژیک گیاه فلفل (*Capsicum annuum*) دریافتند که گیاهان تحت تیمار ورمی کمپوست نسبت به اسید جیبرلیک و ایندول استیک اسید رشد قابل ملاحظه‌ای را نشان داده و کود ورمی کمپوست می‌تواند به عنوان کود آلی مورد استفاده قرار گیرد. همچنین کاظمی نسب و همکاران (Kazeminasab et al., 2016) در آزمایشی با بررسی تأثیر ورمی کمپوست و کودهای زیستی بر ترکیب‌های اسانس بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) در شرایط خشکی،

۳۶' ۳۱° شمالی و با ارتفاع ۲۳۸۹ متر از سطح دریا تهیه شد. نمونه‌های خاک باهم مخلوط گردید و برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن مطالعه شد. سپس نمونه‌ها هوا خشک شده و از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند. بافت خاک به روش هیدرومتر (Hesse, 1971) تعیین گردید. برای اندازه‌گیری pH و قابلیت هدایت الکتریکی خاک از عصاره گل اشباع استفاده شد. pH محلول خاک با استفاده از دستگاه pH متر (مدل ۸۲۷) و قابلیت هدایت الکتریکی توسط دستگاه هدایت‌سنج (مدل ۸۶۵۰۳) اندازه‌گیری شد. درصد نیتروژن کل با استفاده از دستگاه اتوکلتک (مدل Behr distillation unir S4) بر اساس روش کج‌دال (Kjeldahl, 1883)، میزان پتاسیم قابل جذب خاک (عصاره‌گیری شده با استات آمونیوم) توسط دستگاه شعله سنج (مدل Jenway PFP7) و میزان فسفر قابل جذب به روش اولسن تعیین گردید (Murphy & Riley, 1962) (جدول ۱).

مفید و کارآمد این کودهای آلی و زیستی روی این گیاه بررسی شود.

### مواد و روش‌ها

ابتدا بذرهای گیاه سرخارگل رقم *E. purpurea* از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شد. بذرها برای تولید نشاء در سینی‌های پر شده از کوکوپیت و پرلیت در تاریخ ۱۳۹۶/۹/۱۳ کشت گردیدند. آبیاری به صورت یک روز در میان با آب شهری با  $EC = 0.5$  دسی زیمنس بر متر و  $pH = 7.79$  انجام گرفت و بذرها پس از گذشت ۱۳ روز جوانه زده و در سطح خاک نمایان شدند. پس از ۱۰ هفته گیاهچه‌ها به ارتفاع ۵ سانتی‌متر رسیده و برای انتقال به گلدان‌ها آماده شدند.

نمونه‌های خاک از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری و در شرایط رطوبتی ظرفیت زراعی مزرعه و از نقاط مختلف مزرعه‌ای مسطح و یکنواخت در منطقه ده بالا استان یزد با طول جغرافیایی  $34^{\circ} 07'$  شرقی و عرض جغرافیایی  $57^{\circ}$

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده

Table 1. Some chemical and physical characteristics in the used soil

| Property                | Unit         | Amount    |
|-------------------------|--------------|-----------|
| Texture                 | -            | Clay Loam |
| pH                      | -            | 8.1       |
| Electrical conductivity | $dS m^{-1}$  | 1.52      |
| Total nitrogen          | %            | 0.30      |
| Available phosphorus    | $mg kg^{-1}$ | 51.7      |
| Available potassium     | $mg kg^{-1}$ | 766.6     |

تعیین گردید (Murphy & Riley, 1962) (جدول ۲). به دلیل متفاوت بودن ماهیت نانوکود زیستی خصوصیات شیمیایی آن از شرکت بیوزر تهیه شد (جدول ۳). به منظور اعمال تیمارهای کودی به نشاءها ابتدا ورمی کمپوست با نسبت‌های ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ گرم نانوکود زیستی به مقدار ۱، ۲ و ۳ گرم و بیوجار به میزان ۱/۲۵، ۱/۵، ۲/۵ و ۵ و ۱۰ گرم و نیز ترکیبی از این سه کود به صورت ۱۰ گرم ورمی-کمپوست همراه با ۲ گرم نانوکود زیستی و ۱۰ گرم ورمی-کمپوست در ترکیب بیوجار به مقدار ۲/۵ و ۵ گرم در دو کیلوگرم خاک مخلوط شدند و در تاریخ ۱۳۹۶/۳/۲۱ به گلدان‌های پلاستیکی ۲ کیلوگرمی منتقل گردیدند.

کودهای مورد استفاده جهت تعیین برخی ویژگی‌های شیمیایی، به وسیله آسیاب خرد و از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند. اندازه‌گیری pH و قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره ۱:۵ ورمی کمپوست و بیوجار به وسیله دستگاه pH متر و هدایت‌سنج صورت پذیرفت. درصد نیتروژن کل به روش کج‌دال و درصد کربن آلی به روش اکسیداسیون تر در مجاورت دی کرومات پتاسیم و اسید سولفوریک غلیظ (Nelson & Sommers, 1996) اندازه‌گیری شد. میزان پتاسیم قابل جذب (عصاره‌گیری شده با استات آمونیوم) توسط دستگاه شعله سنج (مدل Jenway PFP7) و میزان فسفر قابل جذب به روش اولسن

جدول ۲- برخی خصوصیات بیوجار و ورمی کمیوست

Table 2. Some characteristics of vermicompost and biochar

| Property                                     | Vermicompost | Biochar |
|--|--------------|---------|
| pH   | 7.99         | 7.3     |
| Electrical conductivity (dSm <sup>-1</sup> ) | 1.12         | 2.73    |
| Organic carbon (%)                           | 24.38        | 56.2    |
| Total nitrogen (%)                           | 1.52         | 4.1     |
| Total phosphorus (gkg <sup>-1</sup> )        | 7650         | 868.76  |
| Available potassium (gkg <sup>-1</sup> )     | 9780         | 326.5   |

جدول ۳- برخی خصوصیات نانو کود زیستی

Table3. Some characteristics of nano-biofertilizer

| Humic acid | Folic acid | K    | Ca   | Mg   | Fe                  | Mn | B  | Zn  |
|------------|------------|------|------|------|---------------------|----|----|-----|
|            |            | %    |      |      | mg kg <sup>-1</sup> |    |    |     |
| 32         | 2          | 0.14 | 3.63 | 0.33 | 596                 | 43 | 14 | 110 |

کننده دستگاه سوکسله قرار گرفت. ۵۰۰ میلی لیتر از حلال مورد نظر (اتانول ۸۰ درصد) درون بالن ریخته شد و جهت استخراج در دمای ۸۰ درجه سانتی گراد به مدت ۲ ساعت قرار گرفت. سپس عصاره با کاغذ صافی، صاف شده و داخل ظرفی مسطح در سایه و به دور از نور مستقیم آفتاب و گرد و خاک قرار داده شد تا اتانول آن تبخیر شود. بعد از گذشت ۷۲ ساعت اتانول عصاره‌ها تبخیر گردید و عصاره باقی مانده در ته ظرف جمع‌آوری و داخل فالدکون‌های ۱۵ میلی لیتری ریخته شد. میزان ترکیب‌های فنلی موجود در عصاره این گیاه از طریق رنگ‌سنجی به روش فولین-سیوکالتو مورد بررسی قرار گرفت (Singleton & Rossi, 1965). جهت رقیق‌سازی عصاره‌ها، به آن‌ها ۱۰ میلی لیتر اتانول ۹۶ درصد اضافه شد. سپس به ۱ میلی لیتر از محلول رویی، ۱ میلی لیتر اتانول ۹۶ درصد اضافه گردید و با آب مقطر به حجم ۵ میلی لیتر رسانده شد و ۰/۵ میلی لیتر معرف فولین سیوکالتو ۵۰ درصد و ۱ میلی لیتر محلول سدیم کربنات ۵ درصد به آن اضافه گردید. مخلوط حاصل به مدت ۱ ساعت در تاریکی و در دمای اتاق نگهداری شد تا رنگ آبی نمایان شود. سپس مقدار جذب محلول توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل Analytic jena 210) در طول موج ۷۶۵ نانومتر خوانده شد و با استفاده از منحنی استاندارد، غلظت ترکیبات فنلی کل بر حسب میلی گرم بر گرم وزن خشک گیاه محاسبه گردید. برای تهیه استاندارد،

گلدان‌های شاهد (گلدان‌های با بستر خاک معمولی بدون افزودن مواد آلی و زیستی) نیز آماده و به گلدان‌های حاوی نشاء اضافه شدند. گیاهچه‌ها به صورت یک روز در میان به میزان ۲۵۰ میلی لیتر با آب شهری آبیاری شدند. در طول دوره رشد دمای گلخانه ۲۵ درجه سلسیوس نگهداشته شد. پس از گذشت ۵ ماه از اعمال تیمارهای کودی، ریشه و شاخساره گیاه به طور جداگانه برداشت و با آب مقطر شسته شدند. سپس ویژگی‌هایی از قبیل وزن تر و خشک ریشه و شاخساره، ارتفاع شاخساره و طول ریشه اندازه‌گیری و به منظور نگهداری داخل پاکت‌های کاغذی قرار گرفتند. جهت خشک کردن، پاکت‌ها در آون با دمای ۵۰ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک و سپس سطح برگ و محتوای فنل کل شاخساره گیاه اندازه‌گیری شد.

برای اندازه‌گیری سطح برگ در هر گیاه، سه عدد برگ با اندازه‌های کوچک، متوسط و بزرگ از گیاه جدا و خشک شدند. سپس توسط دستگاه سنجش سطح برگ (مدل WINAREA-UT-11) سطح برگ اندازه‌گیری شد؛ به نحوی که عدد دستگاه میانگینی از مساحت سه برگ بود. جهت اندازه‌گیری محتوای فنل شاخساره، ابتدا از نمونه‌های گیاهی عصاره تهیه شد. به منظور استخراج عصاره گیاه سرخارگل از حلال اتانول ۸۰٪ استفاده گردید؛ بدین صورت که شاخساره گیاه توسط آسیاب پودر و به مقدار ۵۰ گرم درون کارتوش انتقال و در بخش استخراج

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر نوع کود بر طول ریشه در سطح پنج درصد و بر وزن تر و خشک ریشه، وزن تر و خشک شاخساره، ارتفاع و سطح برگ در سطح یک درصد معنی‌دار بوده است. تأثیر غلظت کود مصرفی نیز بر طول ریشه و ارتفاع شاخساره در سطح پنج درصد و بر وزن تر و خشک ریشه، وزن تر و خشک شاخساره و سطح برگ در سطح یک درصد معنی‌دار بوده است. همچنین اثر متقابل نوع کود و غلظت بر طول ریشه و وزن خشک ریشه در سطح پنج درصد و بر وزن تر و خشک شاخساره در سطح یک درصد معنی‌دار بوده است (جدول ۴). تأثیر نوع کود و غلظت بر ترکیبات فنلی شاخساره سرخارگل در سطح یک درصد معنی‌دار بوده است در حالی که اثر متقابل نوع کود و غلظت بر این شاخص معنی‌دار نبوده است (جدول ۵).

غلظت‌های ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسیدگالیک تهیه شدند. سپس یک میلی‌لیتر از هر کدام از غلظت‌های ذکر شده در یک لوله آزمایش ریخته و بقیه مراحل انجام گرفت. آزمایش انجام شده در قالب طرح کاملاً تصادفی به صورت فاکتوریل و با هشت تکرار انجام گرفت. فاکتورهای وزن تر ریشه، وزن خشک ریشه، ارتفاع ریشه، وزن تر شاخه، وزن خشک شاخه، ارتفاع شاخه و میزان فنل کل مورد سنجش قرار گرفت. نرمال بودن داده‌ها با استفاده از روش کولموگروف-اسمیرنوف تست شد. سپس تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن، در نرم افزار SPSS 23 انجام گرفت. برای رسم نمودارها از نرم افزار Microsoft Excel 2016 استفاده شد.

### نتایج و بحث

جدول ۴- تجزیه واریانس اثر انواع کودها و سطوح مختلف آن بر خصوصیات رویشی گیاه سرخارگل

Table 4. Variance analysis of the effect of fertilizer types and its different levels of fertilizer on vegetative characteristics of *E. purpurea*

| Source of variation | Mean square |                   |                 |                     |                    |                     |                     | Leaf area<br>mm <sup>2</sup> |
|---------------------|-------------|-------------------|-----------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|------------------------------|
|                     | df          | Root length<br>cm | Shoot<br>length | Root wet<br>weight  | Root dry<br>weight | Shoot dry<br>weight | Shoot wet<br>weight |                              |
| Fertilizer (a)      | 5           | 32.3*             | 40.07**         | 210.25**            | 12.85**            | 10.67**             | 142.33**            | 33.60**                      |
| Concentration (b)   | 3           | 42.55*            | 32.87*          | 599.94**            | 10.60**            | 16.40**             | 100.21**            | 36.06**                      |
| a×b                 | 15          | 35.64*            | 10.62**         | 13.82 <sup>ns</sup> | 1.17*              | 7.76**              | 82.56**             | 38.10 <sup>ns</sup>          |
| Error               | 8           | 13.10             | 8.53            | 12.02               | 0.50               | 1.37                | 15.41               | 24.85                        |

ns, \* and \*\* showed significant and non-significant on level 0.05 and 0.01 respectively

که نسبت به سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشتند (جدول ۴).

نانوکود زیستی می‌تواند عملکرد و وزن ریشه گیاه را افزایش دهد. همچنین استفاده از نانوکود زیستی بیوزر به‌عنوان جایگزین کودهای شیمیایی می‌تواند موجب افزایش کمی و کیفی محصول شود. علاوه بر این به‌دلیل کند رها بودن این کود، مسمومیت ناشی از غلظت‌های بالای عناصر و نیز تجمع نمک در خاک به حداقل خواهد رسید. نتایج این پژوهش نیز افزایش وزن تر ریشه را با استفاده از نانوکود زیستی نشان می‌دهد.

بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها، استفاده از تیمار ترکیبی ورمی‌کمپوست - بیوچار تأثیر بیشتری بر افزایش طول ریشه داشته است که میزان آن ۲۹/۹۷ سانتی‌متر بود اما با سایر تیمارهای کودی تفاوت معنی‌داری ندارد. بالاترین وزن تر ریشه (۳۴/۸۴ گرم) در تیمار ترکیبی ورمی‌کمپوست-نانوکود زیستی اندازه‌گیری شد که با سایر تیمارها دارای اختلاف معنی‌دار بود. گیاهان موجود در هر دو تیمار ترکیبی ورمی‌کمپوست - بیوچار و ورمی‌کمپوست - نانوکود زیستی به ترتیب با وزن خشک ریشه ۶/۱۱ و ۶/۵۴ گرم بیشترین مقدار را داشته

جدول ۵- تجزیه واریانس اثر انواع کودها و سطوح مختلف آن بر ترکیبات فنولی گیاه سرخارگل

Table 5. Analysis of variance of the effect of fertilizer types and its different levels of fertilizer on phenolic compounds of *E. purpurea*

| Source of variation | df | Mean square         |
|---------------------|----|---------------------|
|                     |    | Phenolic compounds  |
| Fertilizer (a)      | 5  | 0.006**             |
| Concentration (b)   | 3  | 0.008**             |
| a×b                 | 15 | 0.002 <sup>ns</sup> |
| Error               | 89 | 0.001               |

ns, \* and \*\* showed significant and non-significant on level 0.05 and 0.01 respectively

جدول ۶- مقایسه میانگین اثرات نوع و سطح کودها بر طول و وزن تر و خشک ریشه گیاه سرخارگل

Table 6. Mean comparison of effect of fertilizer types and its different levels of fertilizer on root length, root wet weight and root dry weight of *E. purpurea*

| Fertilizer                       | Root dry weight   | Root wet weight    | Root length         |
|----------------------------------|-------------------|--------------------|---------------------|
|                                  | g                 | g                  | cm                  |
| Vermichompost                    | 4.76 <sup>c</sup> | 29.68 <sup>b</sup> | 29.45 <sup>a</sup>  |
| Nano biofertilizer               | 5.45 <sup>b</sup> | 31.82 <sup>b</sup> | 26.81 <sup>ab</sup> |
| Biochar                          | 4.64 <sup>c</sup> | 29.70 <sup>b</sup> | 28.55 <sup>a</sup>  |
| Vermichompost-Biochar            | 6.11 <sup>a</sup> | 31.61 <sup>b</sup> | 29.97 <sup>a</sup>  |
| Vermichompost- NanoBiofertilizer | 6.54 <sup>a</sup> | 34.84 <sup>a</sup> | 28.52 <sup>a</sup>  |
| Blank                            | 3.96 <sup>d</sup> | 25.17 <sup>c</sup> | 24.38 <sup>b</sup>  |

Different letters on the top of columns indicate statistically significant differences

و کاربرد آن‌ها به صورت مخلوط باهم، باعث بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک و افزایش تولید محصولات مختلف می‌شود (Guo *et al.*, 2016). در این آزمایش مشخص گردید که تیمارهای ترکیبی اثر بهتر و بیشتری بر وزن تر ریشه گیاه سرخارگل داشتند.

بر اساس نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها، تیمار ترکیبی ورمی کمپوست - بیوچار بیشترین تأثیر را به میزان ۳۶/۴۰ سانتی‌متر بر ارتفاع شاخساره گیاه سرخارگل داشت. بیشترین وزن تر شاخساره گیاه سرخارگل با استفاده از کودهای بیوچار به میزان ۳۵/۳۷ گرم در گلدان و ورمی کمپوست - بیوچار به میزان ۳۴/۴۷ گرم در گلدان بود که نسبت به سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت. اثر همه تیمارهای کودی بر وزن خشک شاخساره معنی‌دار بود اما بیشترین تأثیر بر وزن خشک شاخساره مربوط به تیمار ترکیبی ورمی کمپوست - بیوچار به مقدار عددی ۱۰/۵۴ گرم در گلدان و پس از آن تیمار ورمی کمپوست به تنهایی به میزان ۱۰/۰۸ گرم در گلدان بود. همچنین اثر هر کدام

رضوی‌نیا و همکاران (Razavi Nia *et al.*, 2015) بیان کردند که عملکرد زیستی و وزن خشک ریشه سرخارگل در برابر افزایش مقدار ورمی کمپوست از نوع رابطه درجه دوم بود. بنابراین ممکن است با افزایش کود بیش از حد نیاز گیاه، عملکرد زیستی و وزن خشک ریشه ثابت مانده یا کاهش یابد. از این رو باید اذعان داشت که حفظ تعادل بین میزان عناصر غذایی در تغذیه گیاهی، شرط لازم برای دستیابی به عملکرد بالا و کیفیت مطلوب محصول می‌باشد. به نظر می‌رسد که کود آلی ورمی کمپوست عمدتاً با بهبود شرایط فیزیکی و ساختمانی خاک، حفظ و نگهداری رطوبت و افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی به ویژه در خاک لومی شنی باعث ایجاد یک بستر مناسب برای رشد ریشه می‌گردد.

ورمی کمپوست و بیوچار از مهم‌ترین کودهای آلی مؤثر بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک به‌شمار می‌روند. این مواد از جرم مخصوص ظاهری پایین و ساختار متخلخل برخوردار بوده و بنابراین در اثر اختلاط این مواد با خاک

از تیمارهای کودی بر سطح برگ معنی دار بود و بیشترین تأثیر در تیمار ترکیبی ورمی کمپوست - بیوچار به میزان معنی دار با سایر تیمارها بود (جدول ۷).

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر نوع کود بر طول شاخه، وزن تر و خشک شاخه و سطح برگ گیاه سرخارگل

Table 7. Mean comparison of effect of fertilizer types on shoot length, shoot wet weight, shoot dry weight and leaf area of *E. purpurea*

| Fertilizer                       | Leaf area            | Shoot dry weight    | Shoot wet weight    | Shoot length        |
|----------------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                                  | mm <sup>2</sup>      | g pot <sup>-1</sup> |                     | cm                  |
| Vermichompost                    | 123.26 <sup>b</sup>  | 10.08 <sup>ab</sup> | 33.71 <sup>ab</sup> | 35.34 <sup>a</sup>  |
| Nano biofertilizer               | 104.66 <sup>c</sup>  | 7.87 <sup>c</sup>   | 29.07 <sup>c</sup>  | 32.71 <sup>b</sup>  |
| Biochar                          | 124.70 <sup>b</sup>  | 9.17 <sup>bc</sup>  | 35.37 <sup>a</sup>  | 34.91 <sup>ab</sup> |
| Vermichompost-Biochar            | 147.40 <sup>a</sup>  | 10.54 <sup>a</sup>  | 34.47 <sup>a</sup>  | 36.40 <sup>a</sup>  |
| Vermichompost- Nanobiofertilizer | 108.59 <sup>c</sup>  | 9.30 <sup>bc</sup>  | 30.94 <sup>bc</sup> | 35.78 <sup>a</sup>  |
| Blank                            | 8675.65 <sup>d</sup> | 7.51 <sup>d</sup>   | 24.93 <sup>d</sup>  | 30.18 <sup>c</sup>  |

Different letters on the top of columns indicate statistically significant differences

افزایش درصد پایداری آب در خاکدانه‌ها و افزایش میزان فسفات در خاک‌های مخلوط با بیوچار نسبت دادند. اثرات مثبت بیوچار تا حد زیادی وابسته به قابلیت بیوچار در نگهداری مواد مغذی خاک به واسطه سطح ویژه زیاد آن است که این امر به نوبه خود منجر به افزایش هدایت الکتریکی خاک خواهد شد (Dong *et al.*, 2015). همچنین کاربرد بیوچار احتمالاً به دلیل تأمین نیتروژن و سایر عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در سطوح متعادل است که باعث اثر مثبت در رشد رویشی گیاه شده در حالی که کاربرد سطوح زیادتر بیوچار به دلیل افزایش شوری اثر معنی داری بر صفات گیاه در جهت مثبت ندارد (Gavili *et al.*, 2016). ورمی کمپوست با بهبود خواص فیزیکی و زیستی خاک موجب افزایش رشد گیاه می‌شود. ورمی-کمپوست سرشار از جمعیت میکروبی، به ویژه قارچ‌ها، باکتری‌ها و اکتینومیست‌هاست که نقش مهمی در تأمین چرخه برخی عناصر غذایی دارند. همچنین در اثر مصرف مواد آلی توسط کرم‌ها در دستگاه گوارش آن‌ها فعل و انفعالات بیوشیمیایی ویژه‌ای صورت می‌گیرد به نحوی که زائدات و مواد دفعی حاصل از کرم‌های خاکی می‌تواند توسط گیاه جذب شده و عناصر غذایی مورد نیاز گیاه فراهم شود. رخا و همکاران (Rekha *et al.*, 2018) گزارش کردند که با اعمال ۵۰ درصد ورمی کمپوست، ارتفاع شاخساره گیاه فلفل دلمه‌ای (*Capsicum annuum*) افزایش قابل توجهی یافته است. در پژوهش حاضر، علت

کاربرد ترکیبات کودی سه‌گانه و دوگانه به نوعی باعث اثرات هم‌افزایی در گیاه می‌شود و تا حد زیادی خصوصیات رشدی مطلوبی را برای گیاهان به وجود می‌آورد. کودهای آلی و زیستی با تأمین عناصر پر مصرف و کم مصرف مورد نیاز گیاه، بهبود ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، گسترش مناسب سیستم ریشه‌ای گیاه با بهبود ساختار خاک و افزایش خلل و فرج خاک، تولید هورمون‌های گیاهی به وسیله باکتری‌ها و تقویت جذب و انتقال مواد معدنی، موجب رشد و نمو بیشتر گیاه و بالطبع افزایش وزن خشک گیاه می‌شوند (Rezaei Moaddab *et al.*, 2014). افزایش سطح برگ و ارتفاع شاخساره‌ها با استفاده از کودهای زیستی در این آزمایش حاصل شد. افزایش سطح برگ و طول و عرض برگ را می‌توان چنین توجیه کرد که کود زیستی باعث افزایش جذب عناصری مانند نیتروژن می‌شوند. افزایش نیتروژن باعث افزایش پروتوپلاسم و تقسیم سلولی، در نتیجه اندازه سلول و سطح برگ شده و در نهایت با بالا رفتن فعالیت فتوسنتزی، رشد رویشی در گیاه تشدید می‌شود (Saikia *et al.*, 2010). با استفاده از محیط کشت دارای بیوچار وزن خشک ساقه‌ها افزایش قابل توجهی داشت (۴۲/۶۰ درصد). در پژوهشی کیم و همکاران (Kim *et al.*, 2015) بیان کردند که بالاترین وزن خشک ذرت با کاربرد بیوچار به میزان پنج درصد به دست آمد. علت را می‌توان به

تیمارهای ترکیبی تأثیر به‌سزایی بر افزایش ترکیبات فنلی شاخساره داشتند به‌صورتی که افزایش میزان ترکیبات فنلی در گیاهان در بسترهای ترکیبی به‌طور معنی‌داری ( $p < 0.05$ ) بیشتر شده است (جدول ۸). بیشترین میزان ترکیبات فنولی در گیاهان در بسترهای کشت ورمی کمپوست - بیوچار و ورمی کمپوست - نانوکود زیستی به میزان  $0.123$  میلی‌گرم در لیتر بوده و کمترین میزان آن در شاهد به میزان  $0.056$  میلی‌گرم در لیتر بود.

احتمالی افزایش سطح برگ در تیمارهای ورمی کمپوست ناشی از افزایش جذب عناصر غذایی مانند نیتروژن، فسفر و ریزمغذی‌ها در خاک است (Moulaei *et al.*, 2016). قنبری و خواجهی‌نژاد (Ghanbari & Khajoei Nejad, 2018) گزارش کردند که کاربرد کمپوست و بیوچار در بستر کشت منجر به افزایش معنی‌دار سطح برگ گردید. در این بررسی اثر معنی‌دار بیوچار و کمپوست بر سطح برگ زعفران را به افزایش در ویژگی‌های ظهور برگ‌های اولیه از پیاز زعفران نسبت دادند که منجر به افزایش رشد اولیه و سطح برگ شد.

جدول ۸- مقایسه میانگین اثر نوع کودها بر میزان ترکیبات فنولی گیاه سرخارگل

Table 8. Mean comparison of effect of fertilizer types on phenolic compounds of *E. purpurea*

| Fertilizer                        | Phenolic compounds (mg l <sup>-1</sup> ) |
|-----------------------------------|--|
| Vermichompost                     | 0.111 <sup>ab</sup>                      |
| Nano biofertilizer                | 0.089 <sup>b</sup>                       |
| Biochar                           | 0.092 <sup>b</sup>                       |
| Vermichompost-Biochar             | 0.123 <sup>a</sup>                       |
| Vermichompost- Nano biofertilizer | 0.123 <sup>a</sup>                       |
| Blank                             | 0.056 <sup>c</sup>                       |

Different letters on the top of columns indicate statistically significant differences

### نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج این پژوهش تأثیر مثبت و حداکثری کودهای بیوچار و ورمی کمپوست به تنهایی و در ترکیب با هم، بسیاری از خصوصیات مورفولوژیکی گیاه را بهبود می‌بخشد اما کاربرد نانوکود زیستی نسبت به سایر تیمارها تأثیر کمتری بر شاخص‌های مورد بررسی داشت. در کشت گیاهان دارویی که اندام هوایی آن‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد، اندازه و مقدار مواد مؤثره شاخساره این گیاهان قابل توجه است بنابراین با کاربرد تیمار ترکیبی ورمی کمپوست - بیوچار می‌توان عملکرد گیاه دارویی سرخارگل را افزایش داد.

کودهای آلی به دلیل افزایش دسترسی گیاه به مواد غذایی مخصوصاً کربن و نیتروژن موجب افزایش تولید ترکیبات فنلی می‌گردد (Vojodi Mehrabani *et al.*, 2020). پژوهش‌های زیادی در رابطه با اثر بیوچار بر ترکیبات فنلی شاخساره گیاهان در دسترس نیست اما مشخص است که تهیه منابع مورد نیاز برای متابولیسم اولیه گیاهان ارتباط تنگاتنگی با بیوسنتز متابولیت‌های ثانویه در مسیرهای بیوشیمیایی داشته و افزایش رشد و نمو گیاهان همراه با بهبود کارایی فتوسنتز، عرضه متابولیت‌ها و سوبستراهای لازم برای مسیرهای متابولیسمی ثانویه را افزایش داده است و منجر به تولید بهینه ترکیبات مذکور می‌گردد (Vojodi Mehrabani *et al.*, 2020). در این پژوهش با افزودن بیوچار به خاک، میزان ترکیبات فنلی افزایش نشان داد.

### References

- Ali Ahyaei M., and Behbahanizadeh A.A. 1993. Description of soil chemical methods. Agricultural Research and Promotion Organization of Soil and Water Research Institute, pp. 1-76. (In Persian)
- Alizadeh Ahmadabadi A., and khorasaninejad S. 2016. The Effect of Humic acid pretreatment on germination of purple cornflower (*Echinacea purpurea*) plant under drought and salinity conditions. *Arid Biome Scientific and Research Journal*, 6(2): 97-105. (In Persian)

- Chen H., Ma J., Wei J., Gong X., Yu X., Guo H., and Zhao Y. 2018. Biochar increases plant growth and alters microbial communities via regulating the moisture and temperature of green roof substrates. *Science of the Total Environment*, 635: 333-342.
- Gavili E., mousavi A.A., and Kamgar Haghghi A.A. 2016. Effect of Biofertilizer on Cow Fertilizer and Water Stress on Growth Characteristics and Water Use Efficiency of Spinach in Greenhouse Conditions. *Journal of Water Research in Agriculture*, 30(2):1607-1619. (In Persian)
- Ghanbari J., and Khajoei Nejad Gh. 2018. The effect of compost and combination of compost and biochar application in soil bulk density of planting bed, seedling emergence rate and early growth of saffron ecotypes. *Saffron Agronomy & Technology*, 6(1): 17-33. (In Persian)
- Guo L., Wu G., Li Y., Li C., Liu W., Meng J., and Jiang G. 2016. Effects of cattle manure compost combined with chemical fertilizer on topsoil organic matter, bulk density and earthworm activity in a wheat-maize rotation system in Eastern China. *Soil and Tillage Research*, 156: 140-147.
- Mazloomi Abukhyly, M., khorasaninejad, S., Alizadeh, M. 2018. Comparison of the effects of nano fertilizer and chemical fertilizer on morphophysiological and phytochemical properties of *Lavandula stricta* Del. regeneration from seed and tissue culture. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 33(6): 975-989. (In Persian)
- Hesse P. R. 1971. A textbook of soil chemical analysis. pp. 184.
- Kazeminasab A., Yarnia M., Lebaschi M.H., Mirshekar B., and Rajali F. 2016. Effects of vermicompost and biofertilizers on essential oil composition of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) under drought stress. *Iranian Journal Medicinal and Aromatic plants*, 32(4): 678-687. (In Persian)
- Kim H. S., Kim K. R., Yang J. E., Ok Y. S., Owens G., Nehls T., and Kim K. H. 2016. Effect of biochar on reclaimed tidal land soil properties and maize (*Zea mays* L.) response. *Chemosphere*, 142: 153-159.
- Kjeldahl J. 1883. A new method for the estimation of nitrogen in organic compounds. *Zeitschrift für Analytische Chemie*, 22: 366-382.
- Lehmann J., and Joseph S. 2015. Biochar for environmental management: an introduction. In *Biochar for environmental management*. pp. 33-46.
- Moulaei Sh., Shirvani H., Hamidpour M., Shekofteh H., and Besalatpour A.A. 2016. Influence of some organic modifiers on vegetative properties and concentration of cadmium, zinc and lead in maize in a soil contaminated with heavy metals. *Journal of Water and Soil Sciences (Agriculture and Natural Sciences and Technologies)*, 74: 113-123. (In Persian)
- Murphy J. A. M. E. S., and Riley J. P. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Analytica chimica acta*, 27: 31-36.
- Nelson D. W., and Sommers L. E. 1996. Total carbon, organic carbon, and organic matter. *Methods of Soil Analysis: Part 3 Chemical methods*, 5: 961-1010.
- Pandey V., Patel A., and Patra D. D. 2016. Biochar ameliorates crop productivity, soil fertility, essential oil yield and aroma profiling in basil (*Ocimum basilicum* L.). *Ecological Engineering*, 90: 361-366.
- Razavi Nia M., Aghaalkhani M., and Naghdi Badi H. 2015. Effect of vermicompost and chemical fertilizers on quantitative and qualitative properties of *Echinaceae purpurea* L. Moench. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 31(2): 357-373. (In Persian)
- Rekha G. S., Kaleena P. K., Elumalai D., Srikumaran M. P., and Maheswari V. N. 2018. Effects of vermicompost and plant growth enhancers on the exo-morphological features of *Capsicum annum* (Linn.) Hepper. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 7(1): 83-88.
- Saikia S. P., Dutta S. P., Goswami A., Bhau B. S., and Kanjilal P. B. 2010. Role of Azospirillum in the Improvement of Legumes. In *Microbes for Legume Improvement*, pp. 389-408.
- Sarlak R., 2014. Earthworm fertilizer production technology (vermicompost). Publishers: Noor kamreh, 160p. (In Persian)
- Singleton V. L., and Rossi J. A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology and Viticulture*, 16(3): 144-158.
- Vojodi Mehrabani L., Valizadeh Kamran R., and Hassanpouraghdam M.B. 2020. The effects of organic and chemical fertilizers on some morphological and physiological traits of *Petroselinum crispum* L. *Journal of Plant Ecophysiology*. 12(41): 86-96. (In Persian)
- Wu L., Bae J., Kraus G., and Wurtele E. S. 2004. Diacetylenic isobutylamides of Echinacea: synthesis and natural distribution. *Phytochemistry*, 65(17): 2477-2484.

## Comparison of Some Organic and Nano Bio Fertilizers Effect on Morphologic Traits and Extraction Components of *Echinacea purpurea* as a Medicinal Plant

Kazem Kamali Aliabad<sup>1\*</sup> Mohadeseh Sadat Mirezabadi<sup>2</sup>, Elahe Zamani<sup>3</sup>

(Received: January 2021 Accepted: October 2021)

### Abstract

The excessive use of pesticides and chemical fertilizers causes environmental problems. Organic and biological fertilizers in management programs can be considered as a way to reduce utilization of chemical materials. The aim of this study was to investigate the effect of different levels of vermicompost (0, 5, 10, 15 and 20 gr pot<sup>-1</sup>), Nano biological Fertilizer (0, 1, 2, and 3 gr pot<sup>-1</sup>), and Biochar (0, 1.25, 2.5, 5 and 10 gr pot<sup>-1</sup>) as well as a combination of vermicompost-Nano-compost (10 gr vermicompost-2 gr Nano-biologic fertilizer) and vermicompost-biochar (10 gr vermicompost-2.5 gr of biochar and 10 gr vermi-compost and 5 gr of biochar) was conducted on some morphological traits and the amount of phenolic compounds of *Echinacea purpurea* L. The results showed that plants grown in vermi-compost-biochar combination treatment had the highest amount of root length factors (29.97 cm), dry shoot weight (10.54 gr 2 kg<sup>-1</sup> pot<sup>-1</sup>) and leaf area (14745.07 mm) compared to other fertilizer treatments. In addition, the use of vermicompost-compost-nano-bio fertilizer for other treatments caused the highest fresh root weight (34.84 gr) and root dry weight (6.54 gr). The highest fresh stem weight was observed in biochar 5 gr treatment at 35.37 gr 2 kg<sup>-1</sup> pot<sup>-1</sup> compared to other fertilizer treatments. In addition, the cultivation of echinacea under the combined treatment of Vermicompost and biochar had the highest number of phenolic compounds (0.123 mg l<sup>-1</sup>).

**Keywords:** Biochar, Phenolic component of extract, Nano Bio Fertilizer, Vermicompost

Kamali K., Mirezabadi M. S. and Zamani E. 2023. Comparison of some organic and nano bio fertilizers effect on morphologic traits and extraction components of *Echinacea purpurea* Extract as a medicinal plant. *Applied Soil Research*, 10(4): 1-10.

1. Associate professor, Department of Arid Land and Desert Management, Natural Resources faculty, Yazd University

2. Graduated of master science, Department of Soil Science, Natural Resources faculty, Yazd University

3. PhD Student, Department of Arid Land and Desert Management, Natural Resources Faculty, Yazd University

\* Corresponding Author Email: [kkamali@yazd.ac.ir](mailto:kkamali@yazd.ac.ir)