



به‌زرعی کشاورزی

دوره ۲۴ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۴۰۱

صفحه‌های ۶۱-۶۰

DOI: 10.22059/jci.2021.318412.2513

مقاله پژوهشی:

تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovata* Forssk.)

عبدالشکور رئیسی^{۱*}، فاطمه نصرتی^۲، حسین پیری^۳

۱. مربی، گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولایت، ایرانشهر، ایران.

۲. دانشجوی دکتری، گروه بیوتکنولوژی و به‌نژادی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران.

۳. استادیار، گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولایت، ایرانشهر، ایران.

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۲/۲۶

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۱۱/۱۶

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی تأثیر کودهای آلی، زیستی و شیمیایی بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه دارویی اسفرزه توده محلی ایرانشهر در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ در شهرستان ایرانشهر، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با شش تیمار و چهار تکرار به‌اجرا در آمد. تیمارهای کودی شامل کود زیستی فسفات بارور۲، کود زیستی فسفات بارور۳، کود دامی گاوی، سوپرفسفات تریپل و ورمی‌کمپوست بودند که با شاهد (عدم مصرف کود) نیز مقایسه شدند. نتایج نشان داد که اثر کودها بر اکثر ویژگی‌های موردبررسی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. تأثیر تیمارها بر ویژگی‌های شاخص تورم، شاخص سبزی‌نگی و ارتفاع بوته در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد. بیش‌ترین درصد نیتروژن دانه (۶/۲۴) و پتاسیم دانه (۰/۴۲) تعداد پنجه در بوته، تعداد سنبله، طول سنبله، وزن تر بوته، شاخص تورم، کربوهیدرات بذر و شاخص سبزی‌نگی تحت تأثیر کود دامی حاصل شد. حداکثر مقدار طول ریشه، ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله، وزن خشک بوته، وزن هزاردانه، عملکرد بوته، عملکرد در هکتار، موسیلاژ، پروتئین، کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل تحت تأثیر کود ورمی‌کمپوست به‌دست آمد. تیمار ورمی‌کمپوست عملکرد دانه و کلروفیل کل را به‌ترتیب به میزان ۴۶/۵۶ و ۳۲/۷۶ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. هم‌چنین شاهد و کود زیستی بارور۲ به‌ترتیب بیش‌ترین میزان تورم و بیش‌ترین درصد فسفر دانه را به‌خود اختصاص دادند. به‌طوریکه این نتیجه حاصل می‌شود که کود آلی ورمی‌کمپوست بر اکثر ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه اسفرزه به نسبت تأثیر بیش‌تری دارد و استفاده از آن مناسب می‌باشد.

کلیدواژه‌ها: ایرانشهر، عملکرد، فیتوشیمیایی، منابع تغذیه‌ای، مورفولوژی.

The Effect of Organic and Chemical Fertilizers on Some Quantitative and Qualitative Characteristics of Isabgol (*Plantago ovata* Forssk.) as a Medicinal Plant

Abdolshakor Raissi^{1*}, Fatemeh Nosrati², Hossein Piri³

1. Instructor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Velayat, Iranshahr, Iran.

2. Ph.D. Student, Department of Biotechnology and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Zabol University, Zabol, Iran.

3. Assistant Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Velayat, Iranshahr, Iran.

Received: February 4, 2021

Accepted: May 16, 2021

Abstract

This study aims at investigating the effect of organic, biological, and chemical fertilizers on some quantitative and qualitative traits of local mass of Iranshahr Isabgol, as a medicinal plant during 2018-2019 crop year in a randomized complete block design with 6 treatments and 4 replications in Iranshahr. Fertilizer treatments are no fertilizer application (control), Phosphate Barvar 2 biofertilizer, Phosphate Barvar 3 biofertilizer, Cow manure, Superphosphate triple, and Vermicompost. The results show that fertilizers' effect on most traits have been significant at the 1% probability level. The effect of fertilizer treatments on plant Height and Carbohydrates has not been significant but it has been considerable on Inflation index and Greenness index at 5% probability level. Maximum number of tillers per plant, number of spikes, spike length, fresh weight of plant, swelling index, Carbohydrate, Seed Nitrogen, Seed Potassium, and Greenness index were obtained under the influence of manure, and traits including root length, plant height, number of seeds per spike, dry weight Plant, 1000-seed weight, plant yield, yield per hectare, Mucilage, Protein, Chlorophyll a, Chlorophyll b, and Total chlorophyll are obtained under the influence of vermicompost. Vermicompost treatment increases grain yield and total chlorophyll by 46.56% and 32.76%, respectively, compared to the control. Also, control and Phosphate Barvar 2 biofertilizer have had the highest swelling and the highest percentage of Seed Phosphorus, respectively. In general, it is concluded that vermicompost has a greater effect on most quantitative and qualitative traits of Isabgol, and its use is recommended.

Keywords: Fertilizer sources, morphology, phytochemistry, yield.

۱. مقدمه

اسفرزه با نام علمی *Plantago ovate* Forssk. گیاهی یکساله از خانواده بارهنگ^۱ است (Mozaffarian, 2015)، که رویشگاه آن به طور عمده در مناطق گرمسیری می باشد (Manish Kumar et al., 2018). این گیاه یکساله پوشیده از کرک های کم و بسیار نرم، برگ ها کامل، خطی، باریک یا سرنیزه ای، گل ها سبز متمایل به قهوه ای و مجتمع در خوشه ها (Grieve, 1971) و دانه ها استوانه ای شکل و با حاشیه ای باریک و غشایی می باشند. دانه های اسفرزه علاوه بر موسیلاژ، حاوی سلولز، روغن غیرآلی، قندهای احیاناً نشده، پروتئین و نشاسته می باشد. قند موجود در اسفرزه پلانتیوز نام دارد. پلانتیوز تری ساکاریدی احیا نشده است که در اثر هیدرولیز در دانه به گلوکز، فروکتوز و گالاکتوز تبدیل می شود (Fakhr Tabatabai et al., 1990). پلی ساکاریدهای موجود در برگ این گیاه خاصیت آنتی کسیدانی، مهار رادیکال های آزاد و فعالیت ضدسرطانی دارد (Manish Kumar et al., 2018).

کاربرد کودهای شیمیایی در ابتدا تأثیر به سزایی در افزایش عملکرد داشته است، لیکن استفاده بیش از حد این نهاده ها منجر به کاهش حاصلخیزی خاک شده و تخریب محیط زیست را در پی داشته است (Mupambwa & Mnkeni, 2018). مصرف کودهای آلی باعث بهبود خاک، کاهش تجمع نیتروژن، کاهش آبشویی عناصر غذایی و افزایش رشد و عملکرد می شود. کمپوست و ورمی-کمپوست از کودهای آلی سازگار با محیط زیست هستند (Mupambwa & Mnkeni, 2018). تیمار کود دامی و تلفیق آن با کود شیمیایی در مقایسه با تیمار کود شیمیایی از تأثیر بیش تری برخوردار بوده و عملکرد دانه، موسیلاژ و میزان تورم را به طور معنی داری در گیاه اسفرزه افزایش داده است (Puryousef et al., 2010). ورمی کمپوست

دارای عناصر غذایی مانند فسفر، پتاسیم، کلسیم و هم چنین حاوی مواد بیولوژیکی فعال هستند که همانند مواد تنظیم کننده های رشد عمل می کنند (Mupambwa et al., 2017). کاربرد کود آلی ورمی کمپوست باعث افزایش عملکرد، اجزای عملکرد و میزان رنگیزه های فتوسنتزی در گیاه اسفرزه شده است (Mardani Amoo Agae, 2016; Raissi et al., 2013)، که این توانایی به طور عمده به دلیل حضور تنظیم کننده های رشد از جمله اکسین، سیتوکینین و جیبرلین در ورمی کمپوست نسبت داده شده است (Edwards et al., 2006). این کود آلی باعث افزایش ارتفاع، تعداد برگ، قطر ساقه و عملکرد در گوجه فرنگی (Ravindran et al., 2019) و افزایش جوانه زنی بذر، ارتفاع ساقه، تعداد برگ، سطح برگ، وزن خشک برگ، طول ریشه، تعداد ریشه، عملکرد کل، تعداد میوه در گیاه، مقدار کلروفیل، عناصر میکرو و ماکرو، درصد کربوهیدرات، پروتئین و کیفیت میوه و دانه در منداب (Joshi et al., 2014) شده است. استفاده از کودهای زیستی که حاوی نوع و تعداد مشخصی از ریزجاندارهای مفید هستند توان گیاه را برای جذب بیش تر عناصر غذایی افزایش می دهد (Kokalis-Buerelle et al., 2006). از کودهای زیستی بسیار مؤثر که به تازگی در ایران ساخته شده اند می توان فسفات بارور ۲ و فسفات بارور ۳ را نام برد. مصرف کود زیستی بارور ۲ در ذرت باعث افزایش عملکرد دانه، عملکرد زیستی، وزن هزاردانه، تعداد دانه در بلال و شاخص برداشت شده است (Tohidinia et al., 2013). Nejatizadeh et al. (2020) نیز گزارش کردند که در گیاه بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.) کود زیستی فسفات بارور ۲ در تولید اسانس و ویژگی های مورفولوژیکی نسبت به شاهد اثر معنی داری داشته است. با توجه به این که گیاه اسفرزه از گیاهان دارویی پرمصرف است و نیز جایگزینی کودهای شیمیایی توسط

کودهای آلی و زیستی می‌تواند علاوه بر افزایش کیفیت، خطرات ناشی از مصرف کودهای شیمیایی را نیز کاهش دهد، این پژوهش با هدف بررسی تأثیر منابع کودی مختلف بر عملکرد اسفرزه برای دست‌یافتن به بهترین نوع کود در منطقه ایرانشهر انجام شد.

۲. مواد و روش‌ها

۲.۱. محل اجرای طرح

این پژوهش در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ در مزرعه آموزشی- تحقیقاتی دانشگاه ولایت ایرانشهر در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با شش تیمار و چهار تکرار به اجرا درآمد. منطقه ایرانشهر در ناحیه بلوچستان مرکزی بین طول‌های ۵۸ درجه و ۵۵ دقیقه تا ۶۱ درجه و ۲۳ دقیقه شرقی و عرض‌های جغرافیایی ۲۶ درجه و ۵۳ دقیقه تا ۲۷ درجه و ۲۵ دقیقه شمالی؛ با ارتفاع متوسط ۵۹۱ متر از سطح دریا در فاصله ۳۴۵ کیلومتری مرکز استان سیستان و بلوچستان واقع است. شرایط آب‌وهوایی منطقه گرم و خشک با تابستان‌های گرم و زمستان‌های معتدل است. تیمارهای کودی شامل ورمی‌کمپوست (۱۰ تن در هکتار)، کود دامی (۲۰ تن در هکتار)، کود زیستی فسفات بارور ۲ (۱۰۰ گرم در هکتار)، کود زیستی فسفات بارور ۳ (۱۰۰ گرم در هکتار)، سوپرفسفات‌تریپل (۵۰ کیلوگرم در هکتار) بودند که با حالت عدم مصرف کود (شاهد) نیز مقایسه شدند. کودهای زیستی بارور ۲ و بارور ۳ محصولات تولیدی شرکت زیست‌فناور سبز هستند. کود

بارور ۲ حاوی دو باکتری حل‌کننده فسفات شامل *Bacillus lentus* (سویه p13) و *Pseudomonas putida* (سویه p5) می‌باشند. کود زیستی بارور ۳ علاوه بر دو سویه نامبرده حاوی سویه‌ای از باکتری *Pseudomonas aeruginosa* به نام MCI است. این کودهای زیستی علاوه بر این‌که در جذب فسفر خاک مؤثر هستند، می‌توانند جایگزین حداقل ۵۰ درصد کود شیمیایی فسفات باشند. پس از کربندی و قبل از کشت، کودهای دامی، ورمی‌کمپوست و سوپرفسفات‌تریپل به کرت‌های مربوطه اضافه و تا عمق ۳۰ سانتی‌متری، با خاک مخلوط شد. میزان ۱۰۰ گرم از کودهای بارور ۲ و ۳ مطابق دستور شرکت سازنده با آب مخلوط شده و با بذور در درون شیارها تلقیح شد. کشت در بهمن ماه به صورت کرتی انجام گرفت. هر کرت با ابعاد ۳×۱، دارای شش ردیف به طول ۳ متر، فاصله بین ردیف‌ها ۲۵ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۴ سانتی‌متر بود. میزان بذر مصرفی ۶ کیلوگرم در هکتار (بذر اسفرزه توده محلی ایرانشهر) و عمق کاشت نیز ۰/۵ تا ۱ سانتی‌متر بود (Alamdar, & Dori, 2005). اولین آبیاری برای تمامی تیمارها بلافاصله بعد از کاشت اعمال شد. پس از آن آبیاری هر هشت روز یک‌بار به روش غرقابی انجام شد. عملیات تنک در مرحله دو تا چهار برگی، و وجین علف‌های هرز در طول دوره رشد با دست صورت پذیرفت. ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک محل آزمایش، ورمی‌کمپوست و کود دامی در جدول‌های (۱) و (۲) ارائه شده است.

جدول ۱. ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر)

هدایت الکتریکی (dS.m ⁻¹)	pH	کربن (%)	نیترژن (%)	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)	بافت خاک
۱/۷۵	۸/۴	۰/۳۴	۰/۰۳	۱۵/۶	۱۸۰	شنی لومی

جدول ۲. ویژگی‌های شیمیایی ورمی کمپوست و کود دامی

منابع آلی	pH	C:N (نسبت)	نیترژن (%)	فسفر	پتاسیم	منیزیم (mg.kg ⁻¹)	مس	روی	آهن
ورمی کمپوست	۷/۸	۱۵/۶	۰/۸۰	۱۷۳۲/۹	۴۶۹۲/۴	۳۶۲/۸	۸۷/۹	۷۲	۶۶۴۷/۷
کود دامی	۷/۶	۲۷/۴	۱/۷۱	۳۲۲	۳۸۵۶/۶	۳۹۷/۵	۳۹	۹۹	۱۵۹۹/۵

۲.۲. اندازه‌گیری ویژگی‌ها

در اواخر فروردین ماه در زمانی که رنگ بوته‌ها متمایل به زرد و رنگ سنبله‌ها متمایل به قهوه‌ای شده بود، برداشت با دست انجام شد. ویژگی‌هایی طول ریشه، ارتفاع بوته و طول سنبله با استفاده از وسایلی از قبیل خط‌کش مدرج و دستگاه کولیس اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن تر و خشک بوته، وزن هزاردانه، عملکرد بوته و عملکرد دانه در هکتار از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم استفاده شد. جهت اندازه‌گیری عملکرد دانه از هر کرت پنج بوته به‌طور تصادفی انتخاب شد و دانه‌های هر سنبله جدا گشته و توزین شد. میانگین وزن دانه‌های پنج بوته به‌عنوان عملکرد دانه در نظر گرفته شد. تعداد سنبله در بوته، تعداد دانه در سنبله، تعداد پنجه در بوته در بوته‌ها شمارش و میانگین آن‌ها به‌عنوان ویژگی مورد نظر در بوته برای هر واحد آزمایشی ثبت شد. ویژگی‌های موسیلاژ، میزان تورم دانه (درصد موسیلاژ در هر گرم بذر/ (۱۰۰ × فاکتور تورم) = میزان تورم) (Kalnyasundaran *et al.*, 1982) و فاکتور تورم دانه (از طریق سنجش اختلاف حجم یک گرم از بذر پس از ۲۴ ساعت قرارگیری در آب مقطر) (Ebrahimzadeh *et al.*, 1998) اندازه‌گیری شد. پتاسیم (Rayan *et al.*, 2001) توسط فلیم‌فتومتر، فسفر بذر از روش اسپکتوفتومتری (Rayan *et al.*, 2001) و نیترژن بذر (Page *et al.*, 1982) توسط دستگاه کج‌دال اندازه‌گیری شد. برای تعیین پروتئین دانه (ضریب تبدیل پروتئین × درصد نیترژن = درصد پروتئین دانه) با ضریب تبدیل ۸/۲۵ به وسیله دستگاه جذب اتمی (مدل PerkinElmer 5500, USA) از روش Parvaneh

(Keles & Oncle 2004) استفاده شد. کربوهیدرات به‌روش (2004) اندازه‌گیری شد. برای این منظور ابتدا ۰/۲ گرم بافت خشک بذر به‌همراه ۱۰ سی‌سی اتانول ۹۵ درصد (یا ۵ سی‌سی اتانول ۹۶ درصد) در لوله‌های آزمایش در بسته به‌مدت یک ساعت در حمام بن‌ماری در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد. پس از سرد شدن، ۱ سی‌سی از نمونه‌ها را برداشته و به آن ۱ سی‌سی فنل ۰/۵ درصد و ۵ سی‌سی سولفوریک اسید ۹۸ درصد اضافه شد. میزان نور جذبی در ۴۸۳ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتوفتومتری قرائت شد. میزان کربوهیدرات استخراجی از جدول استاندارد به‌دست آمد. شاخص سبزی‌نگی به‌روش (Javaheri *et al.*, 2012) توسط دستگاه کلروفیل متر دستی (SPAD-502, Minolta Co. Japan) اندازه‌گیری شد. استخراج و اندازه‌گیری رنگیزه-ها شامل کلروفیل a، b و کلروفیل کل به‌روش (Arnon 1949) با دستگاه اسپکتوفتومتر (Shimadzu, Japan UV-2600/2700) از طریق رابطه‌های زیر محاسبه شد:

$$\text{Chlorophyll a} = [(0.0127 \times A663) - (0.00269 \times A645)] \times 1000$$

$$\text{Chlorophyll b} = [(0.0229 \times A645) - (0.00269 \times A663)] \times 1000$$

$$\text{Chlorophyll Total} = (A652 / 34.5) \times 1000$$

۲.۲. تجزیه و تحلیل آماری

محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹،۱) انجام گرفت و میانگین‌ها با استفاده از همین نرم‌افزار به‌روش آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند.

۳. نتایج و بحث

۳.۱. طول ریشه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۳) حاکی از آن است که کودهای مورد مطالعه در سطح احتمال ۱ درصد بر طول ریشه معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴) نشان داد که ورمی‌کمپوست بیش‌ترین و عدم مصرف کود (شاهد) کم‌ترین طول ریشه را به‌خود اختصاص دادند. کود سوپرفسفات‌تریپل از نظر تأثیر با ورمی‌کمپوست در یک گروه آماری قرار گرفت. پاسخ گیاه زراعی به انواع کودها بستگی به ماده آلی خاک دارد. افزایش طول ریشه توسط ورمی‌کمپوست می‌تواند ناشی از ایجاد تعادل در جذب عناصر غذایی و آب در محیط ریشه باشد (Swaefty et al., 2007). Ravindran et al. (2019) نیز گزارش کردند که کود ورمی‌کمپوست در گیاه گوجه‌فرنگی باعث افزایش ویژگی‌های مورفولوژیک ریشه شده است.

۳.۲. ارتفاع بوته

کاربرد کودهای مورد مطالعه بر ارتفاع بوته اسفرزه در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴) نشان داد که کود دامی (۲۹/۲۶) و شاهد (۲۴/۹۳) به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین ارتفاع بوته را به‌خود اختصاص دادند. کود دامی با کودهای فسفاته بارور ۲، سوپرفسفات‌تریپل و ورمی‌کمپوست از نظر آماری در یک گروه قرار گرفتند. (Shahbazi et al., 2019) نیز گزارش کردند که ورمی‌کمپوست باعث ارتفاع گیاه شده است. کودهای آلی ممکن است از طریق تأثیر مثبت بر باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن در ریزوسفر باعث افزایش ارتفاع گیاه شود (Wang et al., 2017).

۳.۳. وزن تر و خشک بوته

نتایج حاکی از آن است که تأثیر کودهای مختلف بر وزن

تر و خشک بوته بدر سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۳) و بیش‌ترین وزن تر و خشک مربوط به کاربرد کود دامی و کم‌ترین آن متعلق به تیمار شاهد بود (جدول ۴). به‌طور کلی استفاده از کود دامی به‌دلیل تولید سطح سبز بالاتر و در نتیجه افزایش فتوسنتز و به تبع آن افزایش تولید ماده خشک (Moradi, 2009)، سبب برتری این تیمار در افزایش وزن تر و خشک بوته نسبت به سایر تیمارها می‌شود. Arancon & Norman (2006) نیز افزایش رشد رویشی توت‌فرنگی را با مصرف کودهای دامی گزارش کردند. افزایش وزن تر و خشک اندام هوایی گوجه‌فرنگی (Ravindran et al., 2019) نیز با اعمال کود ورمی‌کمپوست گزارش شده است.

۳.۴. تعداد پنجه در بوته

تأثیر کودهای مورد مطالعه در سطح احتمال یک درصد بر تعداد پنجه در بوته معنی‌دار بود (جدول ۳)، به‌طوری‌که بیش‌ترین تعداد پنجه در بوته با کاربرد کود دامی حاصل شد که البته با کود فسفاته زیستی تفاوت معنی‌داری نشان نداد (جدول ۴). به‌نظر می‌رسد افزایش تعداد پنجه در بوته تحت تیمار کودهای آلی و زیستی می‌تواند در نتیجه بهبود جذب عناصر غذایی و در نتیجه آن افزایش فتوسنتز در این تیمار باشد (Pouryousef et al., 2010). کود زیستی فسفات بارور ۲ نسبت به کود سوپرفسفات‌تریپل و کود زیستی فسفات بارور ۳ برتری داشت که با نتایج Pouryousef et al. (2010) تطابق دارد. Yadav et al. (2003) نیز افزایش تعداد پنجه در اسفرزه را تحت تأثیر کودهای آلی گزارش کرده‌اند.

۳.۵. تعداد سنبله در بوته

کودهای مورد مطالعه تأثیر معنی‌داری ($P < 0.01$) بر تعداد سنبله در بوته داشت (جدول ۳). بیش‌ترین تعداد سنبله

خشک گیاهی شده که این مسأله در نهایت به افزایش گلدھی (Darzi et al., 2008) و تعداد سنبله در بوته می‌انجامد.

۶.۳. طول سنبله

تأثیر کودهای مورد مطالعه بر طول سنبله در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). بیش‌ترین طول سنبله مربوط به تیمار کود دامی بود. کودهای زیستی فسفات بارور ۲ و بارور ۳ در گروه مشترک قرار داشت (جدول ۴).

در بوته با میانگین (۴۵/۴۳) عدد به تیمار کود دامی و کم‌ترین آن با میانگین ۱۲/۱۲ عدد به شاهد اختصاص داشت. کودهای زیستی فسفات بارور ۲ و بارور ۳ در یک گروه مشترک قرار داشتند (جدول ۴). Yadav et al. (2003) نیز افزایش تعداد سنبله در بوته را با کاربرد کود آلی گزارش کردند. کودهای آلی احتمالاً از طریق بهبود فعالیت‌های میکروبی خاک و تولید تنظیم‌کننده‌های رشد گیاه توسط این موجودات و نیز فراهمی جذب بیش‌تر عناصر غذایی، سبب افزایش میزان فتوسنتز و ماده

جدول ۳. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) ویژگی‌های مورفولوژیکی اسفرزه تحت تأثیر کودهای آلی و شیمیایی

منابع تغییر	درجه آزادی	طول ریشه	ارتفاع بوته	تعداد پنجه در بوته	تعداد سنبله در بوته	طول سنبله	تعداد دانه در سنبله	وزن تر بوته	وزن خشک بوته	وزن هزار دانه	عملکرد بوته	عملکرد در هکتار
بلوک	۳	۰/۲۱ns	۱۴/۰۶*	۰/۶۹ns	۱۱/۱۰ns	۰/۴۳ns	۶/۶۷ns	۱۷/۲۳ns	۰/۲۰ns	۰/۳۵**	۰/۰۰۵ns	۱۵۳۳/۴۸ns
تیمار	۵	۸/۹۶**	۱۵/۹۴*	۲/۲۰**	۵۰۰/۸۱**	۴/۰۸**	۲۳۵۸/۳۵**	۳۱۱۹/۱۹**	۱۱۸/۷۳**	۰/۵۱**	۰/۳۰**	۱۴۳۸۵۲/۱۱**
خطا	۱۵	۰/۱۸	۳/۴۹	۰/۳۱	۱۱/۷۶	۰/۲۸	۲۰/۸۰	۴۴/۷۳	۰/۴۸	۰/۰۳	۰/۰۰۶	۱۶۴۴/۷۲
CV (%)		۵/۸۷	۶/۹۶	۱۴/۴۷	۱۲/۲۷	۱۳/۰۴	۴/۴۰	۱۲/۳۴	۸/۳۳	۹/۴۶	۱۱/۱۰	۶/۱۳

ns و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۱ و ۵ درصد.

جدول ۴. مقایسه میانگین ویژگی‌های مورفولوژیکی اسفرزه تحت تأثیر کودهای آلی و شیمیایی

تیمارها	طول ریشه (cm)	ارتفاع بوته (cm)	تعداد پنجه در بوته	تعداد سنبله در بوته	طول سنبله (cm)	تعداد دانه در سنبله	وزن تر بوته (gr)	وزن خشک بوته (gr)	وزن هزار دانه (gr)	عملکرد دانه در بوته (gr)	عملکرد در هکتار (kg ha ⁻¹)
شاهد	۵/۷۱d	۲۴/۹۳b	۳/۱۲c	۱۲/۱۲d	۲/۷۵e	۶۰/۴۷d	۱۵/۹۵d	۳/۱۸e	۱/۷۲d	۰/۵۲c	۴۲۴/۰۳f
فسفات بارور ۲	۶/۴۱c	۲۷/۰۰a	۴/۳۱ab	۲۵/۸۷c	۳/۷۲cd	۹۵/۸۷c	۳۳/۶۹c	۳/۸۱de	۲/۰۷cb	۰/۴۴c	۴۹۰/۰۸e
فسفات بارور ۳	۶/۱۵cd	۲۴/۱۲b	۳/۴۴bc	۲۵/۳۶c	۳/۳۳de	۱۰۶/۲۷b	۴۷/۳۳b	۴/۳۷d	۱/۹۲bcd	۰/۵۶bc	۵۹۵/۸۹d
کود دامی گاوی	۸/۰۱b	۲۹/۲۶a	۵/۱۲a	۴۵/۴۳a	۵/۵۸a	۱۲۵/۶۲a	۸۷/۴۷a	۱۳/۸۳b	۲/۲۳b	۱/۰۱a	۸۱۲/۸۲b
سوپرفسفات تریپل	۸/۸۹a	۲۷/۱۲a	۳/۳۸c	۲۴/۱۸c	۴/۳۵cb	۱۰۶/۰۸b	۵۷/۰۹b	۹/۱۴c	۱/۸۷cd	۰/۶۷b	۷۳۰/۴۰c
ورمی کمپوست	۹/۲۰a	۲۸/۵۶a	۳/۷۵bc	۳۴/۶۳b	۴/۶۲b	۱۲۶/۶۲a	۸۳/۴۰a	۱۵/۷۴a	۲/۷۴a	۱/۱۱a	۹۱۰/۶۹a

حروف مشترک در هر ستون نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار بین داده‌ها در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

دانه قابل توجهی بوده و می‌تواند بیانگر تأثیر کودهای آلی بر عملکرد دانه از طریق افزایش مقدار مواد فتوسنتزی ذخیره شده و طول مدت بیش‌تر پرشدن دانه باشد.

۹.۳. عملکرد دانه در بوته

تأثیر کودهای مختلف بر عملکرد دانه در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها حاکی از افزایش عملکرد در بوته تحت تأثیر کودهای مختلف نسبت به شاهد شد، به‌طوری‌که بیش‌ترین عملکرد بوته مربوط به تیمار ورمی‌کمپوست بود و با تیمار کود دامی در گروه مشترکی قرار گرفت. کودهای زیستی بارور ۳ و بارور ۲ در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۴). Pouryousef *et al.* (2010) نیز افزایش معنی‌دار عملکرد دانه در اسفرزه را تحت تأثیر کود زیستی فسفات بارور ۲ گزارش کردند. به‌نظر می‌رسد که بهبود وضعیت تغذیه‌ای و خواص فیزیکی خاک در اثر مصرف ورمی‌کمپوست باعث افزایش رشد گیاه و در نتیجه تعداد دانه در بوته را شده است. Moradi (2009) نیز گزارش کرد که مصرف کودهای آلی باعث افزایش تعداد چتر در بوته و تعداد دانه در چتر گیاه دارویی رازیانه شده است.

۱۰.۳. عملکرد دانه در هکتار

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که عملکرد دانه اسفرزه در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر کودها قرار گرفت (جدول ۳). بیش‌ترین عملکرد دانه با کاربرد ورمی‌کمپوست و پس از آن از کود دامی به‌دست آمد. کود بارور ۳ نسبت به بارور ۲ برتری داشت (جدول ۴). در واقع واکنش گیاهان در رابطه با کودهای آلی و شیمیایی درخصوص اجزای عملکرد و عملکرد دانه بیش‌تر تحت تأثیر عوامل متعددی از جمله نوع و ارقام گیاهی، طول

افزایش طول سنبله تحت تأثیر کود دامی (Lotfi *et al.*, 2009) گزارش شده است. Darzi *et al.* (2008) علت افزایش طول سنبله ذرت توسط کودهای آلی را، افزایش جذب عناصر غذایی و بهبود فتوسنتز و ساخت مواد در اثر افزایش سطح برگ عنوان کردند. افزایش طول سنبله در جو (Fikretin *et al.*, 2004) در اثر کاربرد باکتری‌های حل‌کننده فسفات گزارش شده است.

۷.۳. تعداد دانه در سنبله

تأثیر کودهای مختلف بر تعداد دانه در سنبله تأثیر معنی‌داری ($P < 0/01$) داشت (جدول ۳). بیش‌ترین تعداد دانه در سنبله از کاربرد کود ورمی‌کمپوست (۱۲۶/۶۲) به‌دست آمد. تأثیر کودهای فسفات زیستی بارور ۳ و فسفر شیمیایی از نظر آماری مشابه و در یک گروه پس از کودهای آلی قرار داشتند (جدول ۴). تأثیر بیش‌تر ورمی‌کمپوست در افزایش تعداد دانه را به افزایش جذب عناصر معدنی پرمصرف و کم‌مصرف و بهبود فرایند فتوسنتز نسبت داده‌اند (Darzi *et al.*, 2008). کاربرد مواد آلی از جمله ورمی‌کمپوست در گیاه دارویی زیره سبز نیز تأثیر قابل‌توجهی روی اجزای عملکرد داشته است (Saeid, Nezhad & Rezvani Moghaddam, 2010). نتایج این آزمایش هم‌چنین با نتایج آزمایش Moradi (2009) مطابقت دارد.

۸.۳. وزن هزاردانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۳) حاکی از تأثیر معنی‌دار ($P < 0/01$) کاربرد کودهای مورد مطالعه بر وزن هزاردانه می‌باشد. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴) نشان داد که بیش‌ترین وزن هزاردانه به تیمار کودی ورمی‌کمپوست تعلق دارد که با نتایج Pouryousef *et al.* (2010) مطابقت دارد. افزایش وزن هزاردانه با توجه به افزایش طول دوره پرشدن

فسفات بارور ۲ و بارور ۳ نیز می‌تواند به‌عنوان یک مکمل مناسب و مؤثر در کنار کودهای آلی و شیمیایی مورد استفاده قرار گرفته و در افزایش موسیلاژ اسفرزه مفید واقع شود.

۱۲.۳. شاخص تورم و میزان تورم

تأثیر کودهای مختلف بر شاخص تورم در سطح احتمال ۵ درصد و بر میزان تورم در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۵). مقایسه میانگین‌ها (جدول ۶) نشان داد که بیش‌ترین شاخص تورم مربوط به کود دامی بود. کودهای زیستی فسفات بارور ۲ و ۳ نسبت به سوپر فسفات‌تریپل برتری نشان دادند. تورم بذر از ویژگی‌های بذرهای حاوی موسیلاژ می‌باشد که در اثر جذب آب موسیلاژ موجود در بذر متورم می‌شود (Yadav et al., 2003). (Yadav et al., 2003) علت افزایش تورم بذر تحت تیمارهای کود آلی را مربوط به اثر مفید این کودها در افزایش عرضه عناصر غذایی و در نتیجه بهبود فتوسنتز و تسهیم بهتر مواد در مخازن عنوان کردند. در اسفرزه، مصرف کود دامی نسبت به عدم مصرف آن دارای اثر مثبتی بر شاخص تورم بوده است (Lotfi et al., 2009). بیش‌ترین میزان تورم مربوط به تیمار عدم مصرف کود و کم‌ترین آن به ورمی‌کمپوست اختصاص داشت.

دوره رشد، بافت خاک، وضعیت حاصلخیزی خاک و شرایط آب‌وهوایی می‌باشد (Delin et al., 2004). کودهای آلی از طریق افزایش هورمون‌های رشدی در خاک (Singh & Varshney, 2013) جذب بیش‌تر مواد غذایی و بهبود ساختمان خاک و گسترش بهتر ریشه و باعث افزایش رشد رویشی و زایشی گیاه می‌شود. (Truong et al., 2018)

۱۱.۳. درصد موسیلاژ

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که کودهای مختلف تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر موسیلاژ داشت (جدول ۵). بیش‌ترین درصد موسیلاژ تحت تأثیر ورمی‌کمپوست حاصل شد. کود دامی و نیز فسفات بارور ۲ و بارور ۳ از این نظر نسبت به کود سوپر فسفات‌تریپل برتری نشان دادند. کودهای آلی آب بیش‌تری در دسترس گیاه قرار داده و در اثر پیوند آب با هیدرات‌های کربن آب‌دوست نظیر موسیلاژها، باعث افزایش درصد موسیلاژ می‌شود (Moradi et al., 2009). (Moradi et al., 2009) و (Shahbazi et al., 2019) و (Pouryousef et al., 2018) گزارش کردند که کودهای آلی به‌ترتیب در گاو زبان و اسفرزه درصد موسیلاژ را افزایش دادند. کودهای زیستی

جدول ۵. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) ویژگی‌های مورفولوژیکی اسفرزه تحت تأثیر کودهای آلی و شیمیایی

تجزیه واریانس	تجزیه واریانس	تجزیه واریانس	تجزیه واریانس	تجزیه واریانس	تجزیه واریانس	تجزیه واریانس	تجزیه واریانس	تجزیه واریانس	تجزیه واریانس	تجزیه واریانس	تجزیه واریانس	تجزیه واریانس
بلوک	تیمار	خطا	CV	میزان تورم	نسبت	تجزیه واریانس	تجزیه واریانس	تجزیه واریانس	تجزیه واریانس	تجزیه واریانس	تجزیه واریانس	تجزیه واریانس
۳	۳/۶۱ ns	۶/۷۹*	۱۵۷۰/۶۱/۰۵**	۰/۳۹ ns	۰/۱ ns	۰/۰۳ ns	۰/۰۰۵ ns	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۰۶ ns	۰/۰۰۰۱ ns	۰/۰۰۰۱ ns	۰/۰۰۰۱ ns
۵	۶۷/۸۶**	۶/۸۹*	۸۶۳۶۸/۲۸**	۰/۴۸ ns	۰/۶۱**	۰/۰۳**	۰/۰۲**	۰/۰۰**	۰/۰۱۸**	۰/۰۰۶**	۰/۰۰۰۱**	۰/۰۰۰۱**
۱۵	۵/۰۴	۱/۹۳	۱۹۳۲/۵۳	۰/۵۶	۰/۰۰۶	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
CV	۱۴/۵۶	۷/۳۶	۷/۷۴	۱۳/۲۱	۸/۴۱	۹/۶۵	۹/۴۵	۱۱/۳۴	۱۳/۶۰	۶/۰۷	۱۳/۷۹	۱۰/۱۴

ns و **: به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovata* Forssk.)

جدول ۶. مقایسه میانگین ویژگی‌های کیفی اسفرزه تحت تأثیر کودهای آلی و شیمیایی

شاخص سبزیگی	کلروفیل کل (mgg ⁻¹ FW)	کلروفیل b (mgg ⁻¹ FW)	کلروفیل a (mgg ⁻¹ FW)	پروتئین بذر (/)	پتاسیم بذر (/)	فسفر بذر (/)	نیترژن بذر (/)	کربوهیدرات بذر (mg/g DW)	میزان تورم برای هر گرم موسیلاژ (ml)	شاخص تورم (ml)	موسیلاژ (/)	تیمارها
شاهد	۲۸/۲۳c	۰/۵۸e	۰/۲۲e	۰/۳۷d	۰/۵۸d	۰/۲۳c	۰/۱۶c	۰/۱۰d	۵/۹۲a	۷۵/۶۸a	۱۸/۱۴b	۱۱/۶۴d
فسفات بارور ۲	۳۴/۵۶ab	۱/۴۰bc	۰/۵۳b	۰/۹۲a	۰/۷۵c	۰/۲۸b	۰/۲۳ab	۰/۱۴c	۵/۵۴a	۴۷/۹۷c	۱۹/۳۳ab	۱۵/۴۲cb
فسفات بارور ۳	۳۴/۹۴ab	۰/۹۷d	۰/۴۶c	۰/۶۷b	۰/۸۵c	۰/۲۹b	۰/۲۶a	۰/۱۶c	۵/۴۹a	۶۱/۷۴b	۱۷/۹۶b	۱۲/۸۶d
کود دامی گاوی	۳۶/۵۲a	۱/۶۰ab	۰/۴۳cd	۰/۷۲b	۱/۱۹b	۰/۴۲a	۰/۲۲ab	۰/۳۷a	۶/۲۴a	۴۷/۸۹c	۲۰/۹۳a	۱۸/۳۶b
سوپرفسفات‌تریپل پل	۳۲/۲۲abc	۱/۳۰c	۰/۳۹d	۰/۵۲c	۰/۷۵c	۰/۲۴bc	۰/۲۲ab	۰/۱۴c	۵/۴۹a	۶۹/۷۰a	۱۷/۳۲b	۱۲/۱۴cd
ورمی‌کمپوست	۳۰/۸۷cb	۱/۷۷a	۰/۵۹a	۰/۹۱a	۱/۶۵a	۰/۳۹a	۰/۲۱b	۰/۲۳b	۵/۲۹a	۳۷/۴۴d	۱۹/۵۱ab	۲۲/۱۰a

حروف مشترک در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین داده‌ها می‌باشد.

در غلظت‌های کم شرایط دسترسی به عناصر غذایی را فراهم می‌کنند (Atiyeh et al., 2000). Ahmadian et al. (2010) نیز گزارش کردند که کودهای آلی باعث افزایش میزان کربوهیدرات در گیاه بابونه شد. توزیع مواد هیدروکربنی به‌طور مستقیم تحت تأثیر عناصر قرار می‌گیرند (Flagella et al., 1995).

۳.۱۴. درصد پروتئین بذر

درصد پروتئین که تابعی از درصد نیترژن می‌باشد، به‌طور معنی‌داری ($P < 0/01$) تحت تأثیر کود مورد استفاده قرار گرفت. با استناد به نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۵) دریافت شد که درصد پروتئین موجود در بذر در سطح احتمال ۱ درصد تحت تأثیر نوع کود قرار گرفت. کود ورمی‌کمپوست بیش‌ترین میزان پروتئین را به‌خود اختصاص داد. در پژوهش مشابهی که در منطقه زابل بر روی گیاه اسفرزه انجام شد کود دامی نسبت به ورمی‌کمپوست بر میزان افزایش پروتئین تأثیر بیش‌تری

کود زیستی فسفات بارور ۳ حد واسط کودهای سوپرفسفات‌تریپل و فسفات بارور ۲ قرار گرفت (جدول ۶). هرچه درصد موسیلاژ بیش‌تر باشد میزان تورم کاهش می‌یابد. Lotfi et al. (2009) گزارش کردند ضریب همبستگی بین میزان موسیلاژ و شاخص تورم قابل‌توجه نبوده و این موضوع حاکی از آن است که رابطه‌ای بین تورم و میزان موسیلاژ بذر وجود ندارد. بنابراین فاکتور تورم بیش‌تر به کیفیت موسیلاژ بستگی داشته تا به کمیت آن. این صفت تحت تأثیر وراثت بوده و ممکن است مربوط به صفاتی باشند که تعداد کمی مکان ژنی آن را کنترل می‌کند.

۳.۱۳. کربوهیدرات محلول

میزان کربوهیدرات محلول بذر تحت تأثیر کاربرد کودهای مورد مطالعه قرار نگرفت (جدول ۵). البته بیش‌ترین میزان کربوهیدرات محلول تحت تأثیر تیمار کود دامی حاصل شد (جدول ۶). تنظیم‌کننده‌های رشد موجود در کود دامی

کودهای زیستی احتمالاً به دلیل وجود باکتری‌های حل‌کننده فسفات و افزایش فراهمی سطح فسفر برای گیاه باشد که باعث جذب فسفر بیشتر شده است. Torabi-*Giglou et al.* (2020) گزارش کردند در گیاه اسفناج (*Spinacea oleracea L.*) بیش‌ترین میزان فسفر در گیاهان تلقیح‌شده با باکتری‌های سودوموناس فلورسنس سویه‌های R150 و در تیمار ۳۰ درصد ورمی‌کمپوست در بستر کاشت حاصل شد. پتاسیم به‌عنوان یکی از عناصر پرمصرف اگرچه جزئی از ساختمان گیاه نیست، اما در انجام واکنش‌های داخلی گیاه نقش کلیدی دارد (Malakouti, 2008). در راستای نتایج این پژوهش، Hosseinzadeh *et al.* (2018) در مورد گیاه نخود گزارش کردند که کاربرد کودهای آلی چون ورمی‌کمپوست باعث افزایش معنی‌دار پتاسیم نسبت به تیمار شاهد شده است.

۱۶.۳. رنگیزه‌های گیاهی

طبق نتایج به‌دست‌آمده (جدول ۵) تأثیر کودهای مورد مطالعه بر میزان کلروفیل a, b و کل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. بیش‌ترین میزان کلروفیل a در تیمار کود فسفات بارور ۲ ($0.925 \text{ mg.g}^{-1} \text{ FW}$) حاصل شد که با ورمی‌کمپوست ($0.917 \text{ mg.g}^{-1} \text{ FW}$) شباهت بسیار نزدیکی داشت. بیش‌ترین میزان کلروفیل b متعلق به تیمار به ورمی‌کمپوست ($0.592 \text{ mg.g}^{-1} \text{ FW}$) بود و کود زیستی فسفات بارور ۲ ($0.532 \text{ mg.g}^{-1} \text{ FW}$) رتبه دوم را به‌خود اختصاص داد. بیش‌ترین میزان کلروفیل کل در تیمارهای کودی ورمی‌کمپوست ($1.775 \text{ mg.g}^{-1} \text{ FW}$) و سپس دامی ($1.605 \text{ mg.g}^{-1} \text{ FW}$) حاصل شد و کم‌ترین آن به شاهد تعلق داشت (جدول ۶). هرچه شرایط تغذیه‌ای و محیطی برای رشد گیاه مناسب‌تر باشد، توان گیاه در تولید کلروفیل بیش‌تر می‌شود. میزان کلروفیل به ویژگی‌های ژنتیکی و ذاتی هر گیاه نیز بستگی دارد (Demir, 2004).

داشت (Raissi *et al.*, 2013). ترکیباتی نظیر پروتئین‌ها دارای ساختار نیتروژنی هستند. از این‌رو، استفاده از نیتروژن می‌تواند تا حد زیادی سبب افزایش مقدار آن‌ها در گیاه شود (Marchesini, 1988). کودهای دامی از طریق جلوگیری از هدرروی، توانسته است نیتروژن بیش‌تری در اختیار گیاه قرار دهد و بنابراین میزان پروتئین در تیمارهای کود آلی نسبت به سایر تیمارها بیش‌تر است (Ghani *et al.*, 2000).

۱۵.۳. درصد عناصر بذر

تجزیه واریانس (جدول ۵) نشان داد که کودهای مختلف تأثیر بسیار معنی‌داری بر درصد نیتروژن، فسفر و پتاسیم بذر داشت. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها (جدول ۶) نشان داد که بیش‌ترین درصد نیتروژن موجود در بذر، مربوط به تیمار کود دامی و کم‌ترین آن به تیمار شاهد اختصاص داشت. کودهای فسفره سوپرفسفات‌تریپل، فسفات بارور ۲ و فسفات بارور ۳ باهم تفاوت معنی‌دار نداشتند. تیمار کود زیستی فسفات بارور ۳ بیش‌ترین درصد فسفر را به‌خود اختصاص داد، که البته با کود دامی، سوپرفسفات‌تریپل و کود بارور ۲ اختلاف معنی‌داری نشان نداد. هم‌چنین بیش‌ترین درصد پتاسیم به کود دامی اختصاص داشت که از این نظر با کود ورمی‌کمپوست تفاوت معنی‌دار نداشت. کم‌ترین درصد پتاسیم دانه متعلق به شاهد بود. بهترین راه تأمین نیتروژن خاک، افزودن مواد آلی به آن است (Atik, 2013). بالاتر بودن درصد نیتروژن دانه تحت تیمار کود دامی به دلیل وجود مقادیر بیش‌تر عناصر غذایی ضروری به‌ویژه نیتروژن در کود دامی است. با باکتری‌های محرک رشد سبب افزایش معنی‌دار مقدار عناصر نیتروژن و فسفر گیاه ذرت در مقایسه با شاهد شد. در آزمایش حاضر افزایش میزان فسفر دانه تحت تأثیر

کربوهیدرات، نیتروژن، پتاسیم و شاخص سبزی‌نگی تحت تأثیر کود دامی، ویژگی‌هایی شامل طول ریشه، ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله، وزن خشک بوته، وزن هزاردانه، عملکرد بوته، عملکرد در هکتار، موسیلاژ، پروتئین، کلروفیل a و b و کل تحت تأثیر کود ورمی‌کمپوست حاصل شد. هم‌چنین شاهد و کود زیستی بارور ۲ به‌ترتیب بیش‌ترین میزان تورم و بیش‌ترین درصد فسفر را به‌خود اختصاص دادند. به‌طورکلی با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش حاضر، این نتیجه حاصل می‌شود که از میان تیمارهای موردبررسی، کودهای آلی و به‌ویژه ورمی‌کمپوست بر اکثر ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه اسفرزه به نسبت تأثیر بیش‌تری دارد. در مقایسه منابع شیمیایی و زیستی فسفر موردبررسی، کودهای زیستی نسبت به کود سوپرفسفات‌تریپل بر ویژگی‌های کیفی نسبتاً اثرگذاری بیش‌تری دارند. بنابراین استفاده از کودهای زیستی جهت حصول عملکرد مناسبی از پارامترهای کیفی اسفرزه هم‌زمان با کودهای آلی توصیه می‌شوند.

۵. تشکر و قدردانی

از حمایت‌های دانشگاه ولایت در طول انجام این پژوهش، تشکر و قدردانی می‌گردد.

۶. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۷. منابع

Ahmadian, A., Ghanbari, A., Siahsar, B., Heidari, M., Ramroodi, M., & Moosavi-Nik, S.M. (2010). Residual Effect of Chemical and Animal Fertilizers and Compost on Yield, Yield Components, Physiological Characteristics and Essential Oil Content of *Matricaria chamomilla* L. under Drought Stress conditions. *Iranian Journal of Field Crop Research*, 8(4), 668-676.

Panwar (1991) گزارش کرد که در تلقیح گندم با باکتری *Glomus fasciculatum* و *Azospirillum brasilens* غلظت رنگیزه‌ها افزایش یافت. افزایش کلروفیل برگ‌ها تحت تیمار کودهای بیولوژیک به‌دلیل افزایش جذب فسفر از خاک و هم‌چنین نقش این باکتری‌ها در تعدیل‌کنندگی در برابر تنش‌ها باشد (Saghafi et al., 2013). در پژوهش‌های Torabi-Giglou et al. (2020) و Ravindran et al. (2019) گزارش شده که کاربرد کودهای زیستی و آلی باعث افزایش میزان کلروفیل کل در گیاه شده است.

۱۷.۳. شاخص سبزی‌نگی

شاخص سبزی‌نگی که توسط دستگاه کلروفیل‌متر اندازه‌گیری می‌شود، اعداد حاصل از آن با مقدار کلروفیل برگ ارتباط دارد، و رابطه میان انتقال نور در طول موج ۶۶۰ و ۶۴۰ نانومتر را نشان می‌دهد (Major et al., 2003). کودهای مختلف تأثیر معنی‌داری بر شاخص سبزی‌نگی داشت (جدول ۵). بیش‌ترین عدد کلروفیل‌متر مربوط به کود دامی بود که نسبت به کود زیستی بارور ۲ و بارور ۳ تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۶). در گیاه ذرت دانه‌ای نیز بالاترین اعداد کلروفیل‌متر تحت تیمار کودهای آلی به‌دست آمد (Majidian et al., 2008). زیرا کودهای آلی مقادیر زیادی مواد آلی تولید می‌کنند که به‌راحتی تجزیه شده و دارای مقادیر زیادی نیتروژن هستند.

۴. نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش نشان داد که اثر کودهای مورد مطالعه عملکرد و اجزای عملکرد اسفرزه را تحت تأثیر قرار داد. تیمار ورمی‌کمپوست عملکرد دانه را به میزان قابل‌ملاحظه‌ای نسبت به شاهد افزایش داد. بیش‌ترین میزان تعداد پنجه در بوته، تعداد سنبله، طول سنبله، وزن تر بوته، شاخص تورم،

- Arnon, D. I. (1949). Copper enzymes in isolated chloroplasts polyphenol oxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, 24, 1-15.
- Atik, A. (2013). Effects of planting density and treatment with vermicompost on the morphological characteristics of Oriental Beech (*Fagus orientalis* Lipsky.). *Compost Science and Utilization*, 21, 87-98.
- Atiyeh, R. M., Arancon, N., Edwards, C. A., & Metzger, J. D. (2002). Incorporation of earthwormprocessed organic wastes into greenhouse container media for production of marigolds. *Bioresource Technology*, 81(2)103-108.
- Darzi, M. T., Qalavand, A., & Rejali, F. (2008). The effect of mycorrhiza application, vermicompost and biophosphate fertilizer on flowering, biological yield and root coexistence in fennel medicinal plant. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 10(1), 88-109. (In Persian)
- Delin, S., Linden, B., & Berglund, K. (2004). Yield and protein response to fertilizer nitrogen in different parts of a cereal field: potential of site-specific fertilization. *European Journal of Agronomy*. Pp: 1-11.
- Demir, S. (2004). Influence of arbuscular mycorrhiza on some physiological growth parameters of pepper. *Turk Journal of Biology*, 28, 85-90.
- Dori, M. A., & Alamdar, M. (2005). Effect of Seed Amount and Planting Date in Dryland Conditions on Quantity and Quality of Seed Mucilage of *Plantago ovate*. *Journal of Research and Construction in Natural Resources*, 57, 81-89. (In Persian).
- Ebrahimzadeh, H., Mir Masoumi, M., & Fakhrat Tabatabai, M. (1998). Study of mucilage production aspects in several regions of Iran with cultivation of asparagus, turmeric and psyllium. *Journal of Research and Construction*, 22, 34-45. (In Persian)
- Edwards, C. A., Arancon N. Q., & Greytak, S. (2006). Effects of vermicompost teas on plant growth and disease. *BioCycle*, 47, 28-31.
- Fakhr Tabatabai, S. M., Mir Masoumi, M., & Mir Haji, M. T. (1990). Study on cultivation of two similar medicinal species in Iran, the fourth seminar on medicinal plants in Iran. Faculty of Pharmacy. *Tehran University of Medical Sciences*. (In Persian).
- Fikretin, S., Chakmakji, R., & Kantar, F. (2004). Sugar beet and barley yield in relation to inoculation with N₂-fixing and phosphate solubilizing bacteria. *Plant and Soil*, 256, 123-129.
- Flagella, Z., Pastore, D., Campanile, R. G., & Fonzo, N. D. (1995). The quantum yield or photosynthetic Application to precision agriculture and crop physiology. *Journal of Special Publication, Madison*, 170, 224-233.
- Ghani, A., Hussain, M., & Hassan, A. (2000). Interactive effect of nitrogen and water stress on leaf area of sunflower. *Pakistan Biology Science*, 3, 989-990.
- Gholami, A., & Biari, A. (2007). The effect of seed priming by Azotobacter and Azospirillum strains on growth characteristics, yield and yield components of maize. *The Second National Conference on Ecological Agriculture of Iran*. 12 pages. (In Persian)
- Grieve, M. (1971). *A Modern Herbal: The Medicinal, Culinary, Cosmetic and Economic Properties, Cultivation and Folk-Lore of Herbs, Grasses, Fungi, Shrubs & Trees with Their Modern Scientific Uses*. Dover Publications. Pp: 17-32.
- Hero, A. (1984). Color flora of Iran. *Forest and Rangeland Research Institute Publications*, 1, 134. (In Persian)
- Hosseinzadeh, S. R., Amiri, H., & Ismaili, A. (2018). Evaluation of photosynthesis, physiological, and biochemical responses of chickpea (*Cicer arietinum* L. cv. Pirouz) under water deficit stress and use of vermicompost fertilizer. *Journal of Integrative Agriculture*, 17 (11), 2426-2437.
- Javaheri, Sh., Abdollahian-Noghabi M., Kashani, A., Noshad, H., & Habibi, D. (2012). Effect of leaf position and age on the nitrogen content and chlorophyll meter values in sugar beet. *Iranian journal of crop science*, 13(1), 87-98. (In Persian).
- Joshi, R., Singh, J., & Vig, A. P. (2014). Vermicompost as an effective organic fertilizer and biocontrol agent: effect on growth, yield and quality of plants. *Rev Environ Sci Biotechnol*, 14, 137-159.
- Kalyanasundaram, N. K., Patel, P. B., & Dalal, K. C. (1982). Nitrogen needs of *Plantago ovata* Forsk. in relation to the available nitrogen in soil. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 52(4), 240-242.
- Keles, Y., & Oncel, I. (2004). Growth and solute composition on two wheat species experiencing combined influence of stress conditions. *Russian Journal of Plant Physiol*, 51, 203-208.
- Kokalis-Buerelle, N., Kloepper, J. W., & Reddy, M. S. (2006). Plant growth promoting Rhizobacteria as transplant amendments and their effects on Indigenous Rhizosphere microorganisms. *Journal of Applied Soil Ecology*, 31, 91-100.
- Lotfi, A., Vahabi Sedehi, A. A., Ganbari, A., & Heydari, M. (2009). The effect of deficit irrigation and manure on quantity and quality traits of *plantago ovata* Forssk. in Sistan region. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 24 (4), 506-518. (In Persian)

- Majidian, M., Ghalavand, A., Kamgar Haghghi, A. A., & Karimian, N. (2008). Effect of drought stress, nitrogen fertilizer and manure on chlorophyll meter reading, grain yield and yield components in grain maize cv. SC 704. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 10(3), 303-330. (in Persian).
- Major, D. J., Baumeister, R., Toure, A., & Zhao, S. (2003). Digital imaging and spectral techniques electron transport evaluated by chlorophyll fluorescence as indicator of drought tolerance in durum wheat. *Journal of Separation Science*, 18, 125-202.
- Malakouti, M. J. (2008). *Sustainable Agriculture and Yield Increase by Optimizing Fertilizer Consumption in Iran*. Publication of Agricultural Education. 168 p. (In Persian)
- Manish, K. P., Bhakti, T., & Avinash, M., B, Jha. (2018). Physicochemical characterization, antioxidant and anti-proliferative activities of a polysaccharide extracted from psyllium (*P. ovata*) leaves. *International Journal of Biological Macromolecules*, 118 (A), 976-987.
- Mardani, F., & Amoo Agae, R. (2016). The effect of vermicompost extract and solid vermicompost on the emergence and growth parameters of *Plantago psyllium*. *Science and Technology of Greenhouse Cultivation*, 7(25), 1-13. (In Persian)
- Marchesini, A. (1988). Long term effects of quality-compost treatment on soil. *Plant and Soil*, 106, 253-261.
- Mozaffarian, W. (2015). *Recognition of medicinal and aromatic plants of Iran*. Farhang Moaser Publications. Second edition. Pp: 1350. (In Persian)
- Moradi, R. (2009). Investigation of the effect of biological and organic fertilizers on yield, grain yield components and essential oil of fennel (*Foeniculum vulgare*) Master's thesis. Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. 104 pages. (In Persian)
- Mupambwa, H. A., & Mnkeni, P. N. S. (2018). Optimizing the vermicomposting of organic wastes amended with inorganic materials for production of nutrient-rich organic fertilizers: a review. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 10577-10595.
- Mupambwa, H. A., Ncoyi, K., & Mnkeni, P. N. S. (2017). Potential of chicken manure vermicompost as a substitute for pine bark based growing media for vegetables. *International Journal of Agriculture and Biology*, 19, 1007-1011.
- Nejatzadeh, F. (2020). Effect of biofertilizer and magnesium sulfate on the components of essential oil of *Dracocephalum moldavica*. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 27, 101671.
- Norman, Q., & Arancon, C. (2006). Effects of humic acids from vermicomposts on plant growth. *European Journal*, Pp: 89-103.
- Page, A. L., Miller, R. H., & Keeney, D. R. (1982). *Methods of soil analysis*. Part 2. Chemical and microbiological properties. (2nd edition). Pp: 345.
- Parvaneh, V. (2004). Food quality control and chemistry experiments. University of Tehran Press. 332 pages. (In Persian)
- Pouryousef, M., mazaheri, D., Chaiechi, M. R., Rahimi, A., & Tavakoli, A. (2018). Effect of different soil fertilizing treatments on some of agro morphological traits and mucilage of Isabgol (*Plantago ovata* Forsk.). *Enternational Journal of Crop Production*, 3(2), 193-213. (In Persian).
- Puryousef, M., Mazaheri, D., Chai Chi, M. R., Rahimi, R., & Tavakoli, A. (2010). The effect of different soil fertility treatments on some agromorphological traits and mucilage of (*Plantago ovata* Forsk.). *Electronic Journal of Crop Production*, 3(2), 193-213.
- Pouryousef, M., Mazaheri, D., Yousefi, A. R., Rahimi, A., & Tavakoli, A. (2010). Evaluation of grain qualitative traits of Isabgol (*Plantago ovata* Forsk.) under limited irrigation regimes and different fertilizing treatments. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 30 (3), 414-424.
- Raissi A. Sh, Galavi, M., Zafaraneieh, M., Soluki, M., & Mousavi, S. R. (2013). Biochemical Change of Seeds and Yield of Isabgol (*Plantago ovata*) under Bio-fertilizer, Organic Manure and Chemical Fertilizer. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*, 2(6), 112-117.
- Ravindran, B., Lee, S. R., Chang, S. W., Nguye, D. D., Chung, W. J., Balamuralikrishnan B., Hupenyu, A. M., Mariadhas, V. A., Naif, A., Al-D., & Ganesan, S. (2019). Positive effects of compost and vermicompost produced from tannery waste animal fleshing on the growth and yield of commercial crop-tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) plant. *Journal of Environmental Management*, 234, 154-158.
- Rayan, J. R., Estefan, G., & Rashid, A. (2001). Soil and plant analysis laboratory manual, (2nd edition). ICARDA, Syria. Pp: 231.
- Saeid Nezhad, A. H., & Rezvani Moghaddam, P. (2010). Effect of Biofertilizers and Chemical Fertilizers on Morphological Properties, Yield, Yield Components and Essence Percentage of Cumin (*Cuminum cyminum*). *Journal of Horticultural Science*, 24 (1), 38-44. (In Persian)

- Saghafi, K., Ahmadi, J., Asgharzadeh, A., & Bakhtiari, S. (2013). The effect of microbial inoculants on physiological responses of two wheat cultivars under salt stress. *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, 1, 421-431.
- Shahbazi, Z., Salehi, A., Movahedi Dehnavi, M., & Farajee, H. (2019). The effect of organic fertilizer and mycorrhizal fungus on morphological characteristics, shoot biomass and mucilage of borage (*Borago officinalis*). *Iranian Journal of Horticulture Science*, 50 (3), 561-570. (In Persian)
- Swaefy, M. F., Weaam, R. A., Sabh, A. Z., & Ragab, A. A. (2007). Effect of some chemical and biofertilizers on peppermint plants grown in sandy soil. *Journal of Agricultural Science*, 52(2), 451-463.
- Tohidinia, M. A., Mazaheri, D., Hosseini, S. M. B., & Madani, H. (2013). Effect of biofertilizer Barvar-2 and chemical phosphorus fertilizer application on kernel yield and yield components of maize (*Zea mays* cv. SC704). *Iranian Journal of Crop Sciences*, 15(4), 295-307.
- Torabi-Giglou, M., Noroozi, H., Maleki Lajayer, H., & Dehdar, B. (2020). Effects of Organic and Biological Fertilizers on Growth and Nutrient Content of Spinach (*Spinacea oleracea* L.). *Journal of Vegetables Sciences*, 3 (6), 109-121. (In Persian)
- Truong, V. D., Avula, R. Y., Pecota, K. V., & Yencho, G. C. (2018). Sweetpotato production, processing, and nutritional quality. In: Siddiq, M; Uebersax, M. A. (Eds), *Handbook of vegetables and vegetable processing*, Volume II, 2nd Edition. John Wiley & Sons, Ltd.
- Wang, X., Ren, Y., Zhang, S., Chen, Y., & Wang, N. (2017). Applications of organic manure increased maize (*Zea mays* L.) yield and water productivity in a semi-arid region. *Agricultural Water Management*, 187, 88-98.
- Yadav, R. L., Keshwa, G. L., & Yadav, S. S. (2003). Effect of integrated use of FYM and sulphure on growth and yield of isabgol. *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences*, 25, 668-671.