Journal of Vegetables Sciences, Autumn & Winter 2024, Vol 7, No 14(2), Pages 122-135

doi: 10.22034/IUVS.2022.556494.1214 Article Type: Research Online ISSN: 2676-4822

The Influence of Soil Application of Organic Fertilizers and Foliar Application of Growth Stimulants on the Growth and Physiological Indices of *Lepidium sativum* L.

Lamia Vojodi Mehrabani[1*], Nahideh Kheirollahi[2] and Hemat Ali Haghverdi[2]

1- Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran

2- M.Sc. Graduate, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran

[*]**Corresponding author:** vojodilamia@gmail.com

(**Received:** 25 June 2022 **Revise:** 31 July 2022 **Accepted:** 14 August 2022)

Extended Abstract

1. **Introduction:** *Lepidium sativum* L. is a widely consumed vegetable worldwide, and plays an essential role in ensuring human health by enhancing the body's resistance against free radicals. The agricultural management practices depend on the using fertilizers to increase crops yield. A proper plant nutrition is a crucial factor to improve vegetables quality. Organic fertilizers are essential factor for modulating pH, increasing cation exchange capacity, increasing the activity of microorganisms, and improving soil's physical and chemical properties. Using seaweeds extract in agricultural systems ensures a sufficient supply of nutrients, and increases the efficacy of sustainable farm systems. Plants with high vegetative growth accumulate excess nitrogen in their tissues. Nitrate has a detrimental effect on human health due to its conversion to nitrite which is a carcinogenic compound in combination with amines. Due to adverse effects of chemical fertilizers application and nitrate accumulation in vegetables; using organic fertilizers and seaweed extract could be a reliable solution to improve crop qualitative parameters. The high levels of soil pH in the arid and semi-arid regions of Iran lead to considerable reduction in nutrients absorption rate, subsequently leading to lower crops yield. Therefore, it seems necessary to use these organic fertilizers during crops cultivation.
2. **Materials and Methods:** To investigate the influence of soil application of organic fertilizers (vermicompost and poultry manure) and foliar application of some growth stimulants (*Ascophyllum nodosum* seaweed extract and Dobogen bio-stimulant) on some physiological traits of *L. sativum* L., a factorial experiment was performed based on a randomized complete blocks design with three replications at Research Farm of Azarbaijan Shahid Madani University, Iran. Plowing was done in autumn. At early spring, watercress seeds were directly sown in experimental plots after adding organic fertilizers (0 (control), 5 and 10 ton ha^{-1} of vermicompost and poultry manure). Each plot was 1×1 m. Seeds were sown at depth of 0.2 cm and a distance of 20 cm between rows. First time foliar application of seaweed extract and Dobogen solution (0 (control), 2 and 4 ml L^{-1}) was carried out at three-leaf stage. The second time foliar application was done two weeks later. Dobogen contained salicylic acid (10%), soluble boron (5%) and soluble molybdenum (0.005%). Seaweed extract contained magnesium (0.1%), boron (16%), calcium (0.06%), iron (25%), cytokinin (0.01%), nitrogen (0.1%), phosphoric acid (0.05%) and soluble potassium (4.2%). Weeding was done mechanically. Plants were harvested to evaluate the characteristics, 35 d after seed sowing.
3. **Results and Discussion:** Total nitrogen, nitrate, total soluble solids, ascorbic acid, flavonoids, and total phenolic compounds were affected by the experimental treatments. The highest accumulation rate of nitrogen and nitrate was recorded in poultry manure 10 ton ha^{-1} × Dobogen 2 and 4 ml L^{-1}. Vermicompost 10 ton ha^{-1} × seaweed extract 2 and 4 ml L^{-1} increased the soluble solids and total phenolic compounds. Ascorbic acid was responsive to vermicompost 10 ton ha^{-1} × seaweed extract 4 ml L^{-1}. The experimental treatments affected the yield, height, and chlorophyll content as well. Vermicompost and poultry manure 10 ton ha^{-1} increased plant dry weight, chlorophyll, and calcium content. The potassium content was the highest with the application of vermicompost 10 ton ha^{-1}. Moreover, phosphorus and magnesium content increased by the application of 5 and 10 ton ha^{-1} vermicompost. The highest plant height was recorded by applying poultry manure 10 ton ha^{-1}. Chlorophyll, phosphorus, and magnesium contents were increased by the foliar application of 2 and 4 ml L^{-1} seaweed extract. Seaweed extract 4 ml L^{-1} increased plant height. It seems that manures application improves growth and yield performance of watercress plants mainly by affecting soil physico-chemical characteristics. Also, seaweed extract has noticeable amounts of minerals, proteins, carbohydrates and plant growth regulators such as ascorbic acid and cytokinins which can positively affect plants vegetative growth and qualitative characteristics.

4. **Conclusion:** The use of chemical fertilizers has increased due to the large-scale production of vegetables. Increasing the application of chemical fertilizers causes the pollution of water and soil resources, and leads to the accumulation of nitrate in vegetables tissues. Replacing organic fertilizers and seaweeds extract with chemical fertilizers is an excellent way to increase the crops yield with the minimal fertilizer residues. Results of the current study indicated that the combined application of vermicompost and poultry manure and, the foliar application of seaweed extract had a promising effect on improving the physiological traits of watercress and reducing the nitrate accumulation rate.

Keywords: Ascorbic acid, Nitrate, Total phenol, *Lepidium sativum* L.

Citation: Vojodi Mehrabani, L., Kheirollahi, N. & Haghverdi, H. A. (2024). The influence of soil application of organic fertilizers and foliar application of growth stimulants on the growth and physiological indices of watercress (*Lepidium sativum* L.). *Journal of Vegetables Sciences*, 14(2), 122-135. doi: 10.22034/IUVS.2022.556494.1214

Copyrights:
Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to Journal of Vegetables Sciences. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/ by/4.0).

دوفصلنامه علمی علوم سبزی‌ها، سال ۷، دوره ۱۴، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۴۰۲، صفحات (۱۳۵-۱۲۲)

شاپا الکترونیکی: ۴۸۲۲-۲۶۷۶ نوع مقاله: پژوهشی doi: 10.22034/IUVS.2022.556494.1214

تأثیر کاربرد خاکی کودهای آلی و محلول‌پاشی با محرک‌های رشدی بر رشد و شاخص‌های فیزیولوژیکی گیاه شاهی (*Lepidium sativum* L.)

لمیا وجودی مهربانی[1*]، ناهیده خیرالهی[2] و همت علی حق‌وردی[2]

۱- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران

۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران

*نویسنده مسئول: vojodilamia@gmail.com

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۴/۰۴ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۵/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۲۳)

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر کاربرد کودهای ورمی‌کمپوست و مرغی (صفر، ۵ و ۱۰ تن در هکتار) و محلول‌پاشی با کود دوبوژن و عصاره جلبک (*Ascophyllum nodosum*) (صفر، ۲ و ۴ میلی‌لیتر در لیتر) بر رشد و برخی صفات فیزیولوژیکی شاهی (*Lepidium sativum* L.)، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهید مدنی آذربایجان اجرا شد. محتوای نیتروژن کل، نیترات، مواد جامد محلول کل، اسید آسکوربیک، فلاونوئید و فنول کل تحت تأثیر اثرات متقابل تیمارهای آزمایشی قرار گرفت. بالاترین تجمع نیتروژن و نیترات در تیمارهای ۱۰ تن در هکتار کود مرغی با محلول‌پاشی ۲ و ۴ میلی‌لیتر در لیتر کود دوبوژن حاصل شد. تیمارهای ۱۰ تن در هکتار کود ورمی‌کمپوست با کاربرد ۲ و ۴ میلی‌لیتر در لیتر عصاره جلبک موجب افزایش محتوای مواد جامد محلول و فنول کل شد. محتوای اسید آسکوربیک تحت تأثیر تیمار ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست با محلول‌پاشی ۴ میلی‌لیتر در لیتر عصاره جلبک قرار گرفت. وزن خشک گیاه، ارتفاع و محتوای کلروفیل تحت تأثیر اثرات ساده تیمارهای آزمایشی قرار گرفت. تیمارهای ۱۰ تن در هکتار کود ورمی‌کمپوست و مرغی موجب افزایش وزن خشک و محتوای کلروفیل شاهی شد. محتوای کلروفیل، فسفر و منیزیم در اثر محلول‌پاشی با ۲ و ۴ میلی‌لیتر در لیتر عصاره جلبک افزایش یافت. بطورکلی کاربرد کود ورمی‌کمپوست به مقدار ۱۰ تن در هکتار و محلول‌پاشی با عصاره جلبک تأثیر مثبتی بر رشد و صفات فیزیولوژیکی شاهی داشت. استفاده از کودهای آلی و عصاره جلبک می‌تواند روش مناسبی برای تولید سالم و پایدار سبزی‌ها باشد.

واژه‌های کلیدی: اسید آسکوربیک، شاهی، فنول کل، نیترات

استناد: وجودی مهربانی، ل.، خیرالهی، ن. و حق‌وردی، ه. ع. (۱۴۰۲). تأثیر کاربرد خاکی کودهای آلی و محلول‌پاشی با محرک‌های رشدی بر رشد و شاخص‌های فیزیولوژیکی گیاه شاهی (*Lepidium sativum* L.). *علوم سبزی‌ها*، ۱۴(۲)، ۱۳۵-۱۲۲.

حق چاپ:

حق چاپ برای نویسنده (گان) این مقاله محفوظ است. بر اساس قوانین انتشارات با دسترسی آزاد، تمام مطالعات چاپ شده در این مجله به‌صورت آزاد در وب سایت مجله برای عموم بدون پرداخت هزینه قابل‌دسترس است.

مقدمه

شاهی با نام علمی *Lepidium sativum* L. گیاهی علفی، یک‌ساله، با برگ‌های بدون کرک از خانواده شب‌بو است (Diwakar *et al*., 2010). این گیاه کاربرد گسترده‌ای در طب سنتی داشته و یکی از سبزی‌های مورد توجه در اغلب کشورها به‌خاطر مزه تند و روغن-های فرار آن می‌باشد. از شاهی در طب سنتی برای درمان اختلالات تنفسی، درد عضلات، درمان التهاب، کاهش فشار خون، اثرات ضد میکروبی، ضدالتهاب و آنتی‌اکسیدانی آن استفاده می‌شود. این گیاه حاوی آلکالوئید، فلاونوئید، گلیکوزید، پروتئین، مواد معدنی و کربوهیدرات می‌باشد که این ترکیبات نقش مهمی در تأمین سلامت انسان‌ها از طریق افزایش مقاومت بدن در مقابل رادیکال‌های آزاد اکسیژن را دارند (Hafiz, 2018).

مدیریت کشاورزی مدرن به‌شدت به کاربرد کودها برای افزایش محصول وابسته است. تغذیه صحیح گیاه یکی از عوامل تأثیرگذار برکیفیت سبزی‌ها می‌باشد. کاربرد کودهای آلی و شیمیایی حاوی نیتروژن نقش مهمی در افزایش رشد گیاه، محتوای کلروفیل (Vojodi Mehrabani *et al*., 2018b) و عملکرد گیاه (Hafiz, 2018) دارد. نیاز گیاهان مختلف در طی مراحل مختلف رشد به نیتروژن متفاوت است. نیتروژن دارای نقش‌های متنوعی در گیاه مانند مشارکت در بیوسنتز آنزیم‌ها، نوکلئوپروتئین‌ها، آمینواسیدها، پروتئین‌ها، قندها، پلی‌پپتیدها و کلروفیل، و تقویت تقسیم سلولی می‌باشد (Marschner, 1995). گیاهان با رشد رویشی زیاد اغلب مقادیر بالایی از نیتروژن را در بافت‌های خود انباشته می‌کنند. نیتروژن به سه شکل آمونیوم، نیترات و اوره جذب گیاه می شود (Marschner, 1995). نیترات دارای اثرات سوء بر سلامت انسان به‌دلیل تبدیل به نیتریت است که در ترکیب با آمین‌ها، به نیتروزآمین تبدیل می‌شود که بسیار سرطان‌زاست و به‌همین دلیل تجمع نیترات به-عنوان یکی از شاخص‌های فیزیولوژیکی و کیفی در سبزی‌ها در نظر گرفته می‌شود. وجود سایر عناصر غذایی مانند کلسیم، پتاسیم و فسفر نقش مهمی در کاهش تجمع نیترات در گیاه به‌دلیل ایجاد تغییر در واکنش شیمیایی خاک دارد (Salama *et al*., 2015). باتوجه به مضرات کاربرد کودهای شیمیایی و تجمع نیترات در سبزی‌ها، استفاده از کودهای آلی و عصاره جلبک راه‌حل مناسبی برای کاهش آسیب ناشی از مصرف کودهای شیمیایی و تجمع نیترات در گیاه می-باشد (Salama *et al*., 2015). کودهای آلی نقش مهمی در تعدیل pH، افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی، افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها و بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک دارند (Adediran *et al*., 2004). استفاده از عصاره جلبک دریایی در کشاورزی مدرن با تأمین مقادیر کافی عناصرغذایی برای گیاهان در حال رشد، موجب افزایش امید به تولید محصولات کشاورزی در سیستم‌های پایدار کشاورزی می‌شود. عصاره جلبک به‌دلیل دارا بودن مواد زیست فعال طبیعی، مواد معدنی، پروتئین‌ها، چربی‌ها، کربوهیدرات-ها و ریزمغذی‌ها نقش مهمی در رشد گیاه دارد (Vojodi Mehrabani *et al*., 2018a; Hafiz, 2018). در بررسی انجام‌شده در اسفناج مشخص شد که کاربرد عصاره جلبک (*Spirulina platensis*) موجب افزایش عملکرد گیاه شد (Abo- Basha *et al*., 2019). کاربرد عصاره جلبک قهوه‌ای (*Ascophyllum nodosum*) در فرآیند پرورش بسیاری از محصولات علاوه بر تقویت رشد گیاه موجب کاهش تأثیرات منفی تنش‌های زیستی بر گیاه شد (Abo- Basha *et al*., 2019). دوبوژن یکی از ترکیبات زیستی است که حاوی مقادیر قابل توجهی اسید سالیسیلیک است. اسید سالیسیلیک از ترکیبات فنولی موجود در گیاه است که دارای وظایف متعددی مانند تحریک رشد، ایجاد پاسخ-های دفاعی در مقابل تنش‌های زیستی و غیرزیستی، اثرات هورمونی و افزایش بیوسنتز متابولیت‌های ثانویه در گیاه می‌باشد (Gorni & Pacheco, 2016). در بررسی انجام شده برروی گیاه بومادران (*Achillea millefolium*) مشخص شد که کاربرد اسید

سالیسیلیک موجب افزایش عملکرد، محتوای کلروفیل و رشد ریشه گیاه گردید (Gorni & Pacheco, 2016).

قلیایی بودن خاک‌های ایران در مناطق خشک و نیمه‌خشک موجب ایجاد مشکلاتی در جذب برخی عناصر غذایی می‌شود که موجب کاهش رشد و عملکرد گیاه به‌دلیل عدم توازون در جذب مواد غذایی می‌شود، لذا به‌منظور دستیابی به بالاترین عملکرد محصول لازم است تا عناصر غذایی به طریقی به خاک افزوده شوند. لذا هدف از این مطالعه ارزیابی تأثیر کودهای آلی و محلول‌پاشی با عصاره جلبک و محرک زیستی دوبوژن بر میزان رشد و برخی صفات فیزیولوژیکی شاهی بود تا از نتایج آن بتوان در ارتقاء سطح تولید سبزی‌های برگی استفاده کرد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف کودهای آلی و محلول‌پاشی با محرک‌های رشدی عصاره جلبک *A. nodosum* و دوبوژن بر میزان رشد و برخی از مهم‌ترین صفات فیزیولوژیکی گیاه شاهی، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دانشگاه شهید مدنی آذربایجان انجام شد. به‌منظور اجرای آزمایش، ابتدا در پاییز زمین محل آزمایش شخم عمیق زده شد و در بهار بعد از افزودن کودهای آلی (صفر، ۵ و ۱۰ تن در هکتار کود ورمی‌کمپوست و کود مرغی) زمین تسطیح شد (جدول ۱). بذر شاهی در کرت‌هایی به ابعاد یک متر در یک متر، در ردیف‌هایی به فاصله ۲۰ سانتی‌متر از یکدیگر در عمق ۰/۲ سانتی‌متری خاک در تاریخ ۲۷ اردیبهشت ماه کشت گردید. بذرها با استفاده از ماسه شسته‌شده پوشانیده شدند. بعد از سبزشدن بذرها، در مرحله سه برگی تیمارهای محلول‌پاشی با عصاره جلبک و محلول دوبوژن (صفر، ۲ و ۴ میلی‌لیتر در لیتر) روی گیاهان اعمال شد و محلول‌پاشی دوم دو هفته بعد تکرار شد. دوبوژن مورداستفاده در این پژوهش از شرکت آرمان سبز آدینه تهیه شد. دوبوژن مورداستفاده حاوی ۱۰ درصد اسید سالیسیلیک، ۵ درصد بُر محلول و ۰/۰۰۵ درصد مولیبدن محلول بود. عصاره جلبک دریایی حاوی ۰/۱ درصد منیزیم، ۱۶ درصد بُر، ۰/۰۶ درصد کلسیم، ۲۵ درصد آهن، ۰/۰۱ درصد سیتوکینین، ۰/۱ درصد نیتروژن، ۰/۰۵ درصد اسید فسفریک و ۴/۲ درصد پتاسیم محلول بود. در مواقع نیاز، آبیاری در مقادیر یکسان برای کلیه تیمارها صورت پذیرفت. مبارزه با علف‌های هرز به‌صورت مکانیکی انجام شد. ۳۵ روز پس از کاشت، گیاهان به‌منظور اندازه‌گیری صفات برداشت شدند. برای تعیین وزن خشک گیاه، گیاهان در سایه خشک شدند.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکو - شیمیایی خاک و کودهای آلی مورداستفاده در آزمایش حاضر

Table 1- Physico-chemical characteristics of soil and organic manure used in this experiment

مشخصات Characteristics	واحد Unit	ورمی کمپوست Vermicompost	کود مرغی Poultry manure	خاک Soil
نیتروژن (N)	درصد (%)	0.64	1.0	0.03
فسفر (P)	درصد (%)	0.57	1.1	0.80
پتاسیم (K)	درصد (%)	1.01	12	0.81
روی (Zn)	درصد (%)	163	132	1.51
منگنز (Mn)	درصد (%)	264	205	1.97
آهن (Fe)	درصد (%)	1391	1278	0.66
هدایت الکتریکی (EC)	دسی زیمنس بر متر ($dS\ m^{-1}$)	-	-	1.90
اسیدیته (pH)	-	7.3	7.5	7.50

محتوای نیترات: محتوای نیترات به روش Baranauskiene و همکاران (۲۰۰۳) تعیین شد. بدین منظور با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر میزان جذب در طول موج ۴۱۰ نانومتر قرائت و ثبت گردید.

محتوای کلروفیل: محتوای کلروفیل به کمک کلروفیل‌سنج دستی تعیین شد.

محتوای فنول و فلاونوئید کل: فنول و فلاونوئید کل نمونه‌ها به‌روش Kim و همکاران (۲۰۰۶) اندازگیری شد. محتوای فنول بر مبنای استاندارد اسید گالیک و فلاونوئید بر مبنای استاندارد روتین هیدرات بیان شد.

اندازه‌گیری عناصر: مقدار عناصر کلسیم و پتاسیم با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر به روش نشر شعله‌ای اندازه‌گیری شد. محتوای فسفر به روش رنگ‌سنجی با استفاده از رنگ زرد مولیبدات وانادات به‌کمک اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۲۰ نانومتر اندازه‌گیری گردید. محتوای منیزیم به‌کمک دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. محتوای نیتروژن به روش کجلدال براساس دستورالعمل Honarjoo و همکاران (۲۰۱۳) تعیین شد.

محتوای اسید آسکوربیک: محتوای اسید آسکوربیک به روش Shojah و همکاران (۲۰۱۲) اندازه‌گیری شد. از اندازه‌گیری اسپکتروفتومتری درطول موج ۵۲۰ نانومتر برای این منظور استفاده شد.

محتوای مواد جامد محلول: محتوای قند محلول با استفاده از رفرکتومتر دستی (Erma, Tokyo, Japan) اندازه‌گیری شد.

آنالیز آماری: داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTATC مورد تجزیه قرار گرفت. مقایسه میانگین تیمارها به‌کمک آزمون LSD در سطح احتمال ۱ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

ارتفاع گیاه

نتایج نشان داد که کاربرد کودهای آلی در خاک، ارتفاع گیاه را تحت تأثیر قرار داد. بیشترین ارتفاع گیاه در تیمار ۱۰ تن در هکتار کود مرغی حاصل شد (جدول ۲). براساس نتایج، کاربرد ۴ میلی‌لیتر در لیتر عصاره جلبک موجب افزایش ارتفاع گیاه نسبت به سایر تیمارها شد. کمترین ارتفاع گیاه در تیمار شاهد مشاهده شد که نشان‌دهنده کاهش ۵۷ درصدی ارتفاع گیاه نسبت تیمار ۴ میلی‌لیتر در لیتر عصاره جلبک بود (جدول ۳). در تحقیق انجام شده بر روی گیاه آلوئه‌ورا مشخص شد که کاربرد کود دامی نقش مثبتی در افزایش رشد و طول برگ گیاه داشت (Hassanpouraghdam *et al.*, 2022). نتایج مشابهی در این خصوص در گیاه سیر در اثر کاربرد کودهای زیستی گزارش شد (Mardi *et al.*, 2022). چنین به‌نظر می‌رسد که کاربرد کود دامی با بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و عصاره جلبک با تأمین هورمون‌ها و سایر عناصر غذایی موردنیاز گیاه به بهبود رشد و عملکرد گیاه کمک می‌کند.

وزن‌خشک بخش هوایی گیاه

بیشترین وزن‌خشک بخش هوایی گیاه به‌ترتیب در تیمارهای ۱۰ تن در هکتار کود ورمی‌کمپوست و کود مرغی مشاهده شد. هرچند هر دو تیمار موجب افزایش وزن‌خشک گیاه شدند، اما کاربرد ۱۰ تن در هکتار کود ورمی‌کمپوست موجب افزایش ۱۰ درصدی وزن‌خشک گیاه نسبت به تیمار مشابه کود مرغی شد. کمترین مقدار این صفت در تیمار شاهد مشاهده شد که حکایت از کاهش ۴۰/۸۲ درصدی وزن خشک بخش هوایی گیاه نسبت به کاربرد ۱۰ تن در هکتار کود ورمی‌کمپوست داشت (جدول ۲). در تحقیق انجام شده بر روی گیاه فلفل (Muscolo *et al.*, 2020) و آلوئه‌ورا (Darini & Sulistyaningsih, 2020) مشخص شد که کاربرد کودهای آلی موجب افزایش عملکرد گیاه گردید. کاربرد کود دامی با تأمین نیازهای غذایی میکروارگانیسم‌های خاک و بهبود ساختار خاک موجب افزایش جذب آب و مواد غذایی شده و با افزایش بیوسنتز کلروفیل و فتوسنتز موجب افزایش بیوماس گیاه خواهد شد (Adediran *et al.*, 2004).

محتوای کلروفیل

بالاترین محتوای کلروفیل در تیمارهای ۱۰ تن کود مرغی و ورمی‌کمپوست مشاهده شد (جدول ۲). کاربرد ۲ و ۴ میلی‌لیتر در لیتر عصاره جلبک موجب افزایش ارتفاع گیاه نسبت به تیمار شاهد شد. کاربرد ۴ میلی‌لیتر در لیتر عصاره جلبک موجب افزایش ۵۲ درصدی محتوای کلروفیل گیاه نسبت به تیمار شاهد شد (جدول ۳). نتایج مشابهی درخصوص افزایش رنگدانه‌های فتوسنتزی در گیاه اسفناج گزارش شده است (Abo-Basha *et al*., 2019). وجود عناصر غذایی متعدد در عصاره جلبک و کود آلی (مخصوصاً نیتروژن و منیزیم) موجب افزایش محتوای کلروفیل خواهد شد. نیتروژن و منیزیم از اجزای اصلی ساختمان کلروفیل می‌باشند که نقش مهمی در بیوسنتز این رنگدانه دارند. افزایش رنگدانه‌های فتوسنتزی موجب افزایش فتوسنتز در گیاه خواهد شد. کاربرد کود به‌صورت محلول‌پاشی موجب افزایش کارایی مصرف عناصر غذایی توسط گیاه می‌شود، از طرفی آزادسازی تدریجی مواد غذایی توسط کودهای آلی به دسترسی بهتر گیاه در طی دوره رشد به عناصر غذایی کمک می‌کند و با بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک موجب افزایش فتوسنتز و رشد گیاه می‌شود (Rahimi *et al*., 2019).

محتوای عناصر فسفر و پتاسیم

کاربرد ۵ و ۱۰ تن در هکتار کود ورمی‌کمپوست موجب افزایش هر دو عنصر در گیاه شد (شکل ۱a و ۱b). محلول‌پاشی با غلظت ۴ میلی‌لیتر در لیتر عصاره جلبک موجب افزایش محتوای فسفر و پتاسیم و محلول‌پاشی با غلظت ۲ میلی‌لیتر در لیتر عصاره جلبک موجب افزایش محتوای فسفر گیاه شد (جدول ۳). نتایج مشابهی در این خصوص توسط Vojodi Mehrabani و همکاران (۲۰۱۸ b) گزارش شد. کوددهی مناسب به خاک و تأمین مقادیر کافی نیتروژن در طی رشد گیاه در خاک نقش مهمی در جذب فسفر و پتاسیم دارد که به بهبود فتوسنتز گیاه کمک می‌کند (Rahimpour *et al*., 2017). پتاسیم عنصری پرمصرف در گیاه می‌باشد که نقش مهمی در افزایش مقاومت گیاه در برابر آفات و بیماری‌ها، حفظ شادابی گیاه، تنظیم اسمزی، بهبود فعالیت آنزیمی و کنترل روزنه‌ای درگیاه دارد (Hamidi & Safarnejad, 2003).

محتوای عناصر کلسیم و منیزیم

کاربرد ۱۰ تن در هکتار کود مرغی و ورمی‌کمپوست موجب افزاش محتوای کلسیم گیاه شد (شکل ۱c). محتوای منیزیم با کاربرد ۵ و ۱۰ تن در هکتار کود ورمی‌کمپوست افزایش یافت (شکل ۱d). کاربرد ۲ و ۴ میلی‌لیتر در لیتر عصاره جلبک موجب افزایش محتوای منیزیم گیاه شد در حالیکه کاربرد ۲ و ۴ میلی‌لیتر در لیتر دوبوژن و کاربرد ۴ میلی‌لیتر در لیتر عصاره جلبک موجب افزایش محتوای کلسیم گیاه شد (جدول ۳). نتایج مشابهی در خصوص افزایش محتوای کلسیم و منیزیم در اثر کاربرد کود دامی در گیاه آلوئه‌ورا گزارش شده است (Hasssanpouraghdam *et al*., 2022).

جدول ۲- مقایسه میانگین تأثیر کاربرد کودهای آلی بر وزن خشک، ارتفاع و محتوای کلروفیل شاهی

Table 2- Mean comparison for the effect of organic manures application on dry weight, plant height and chlorophyll content of *Lepidium sativum* L.

کود Manure	ارتفاع گیاه Plant height (cm)	وزن‌خشک بخش هوایی Aerial part dry weight (g)	محتوای کلروفیل Chlorophyll content (SPAD)
شاهد Control	11^{c}	29^{c}	24^{c}
۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست Vermicompost 5 ton ha^{-1}	11^{c}	37^{b}	31^{b}
۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست Vermicompost 10 ton ha^{-1}	15^{b}	49^{a}	40^{a}
۵ تن در هکتار کود مرغی Poultry manure 5 ton ha^{-1}	14^{b}	35^{b}	29^{b}
۱۰ تن در هکتار کود مرغی Poultry manure 10 ton ha^{-1}	18^{a}	44^{ab}	41^{a}

اختلاف معنادار آماری بین تیمارها با حروف لاتین متفاوت نشان داده شده است (LSD, P ≤ 1%)

Statistically significant difference between treatments is indicated by the different Latin letters (LSD, P ≤ 1%)

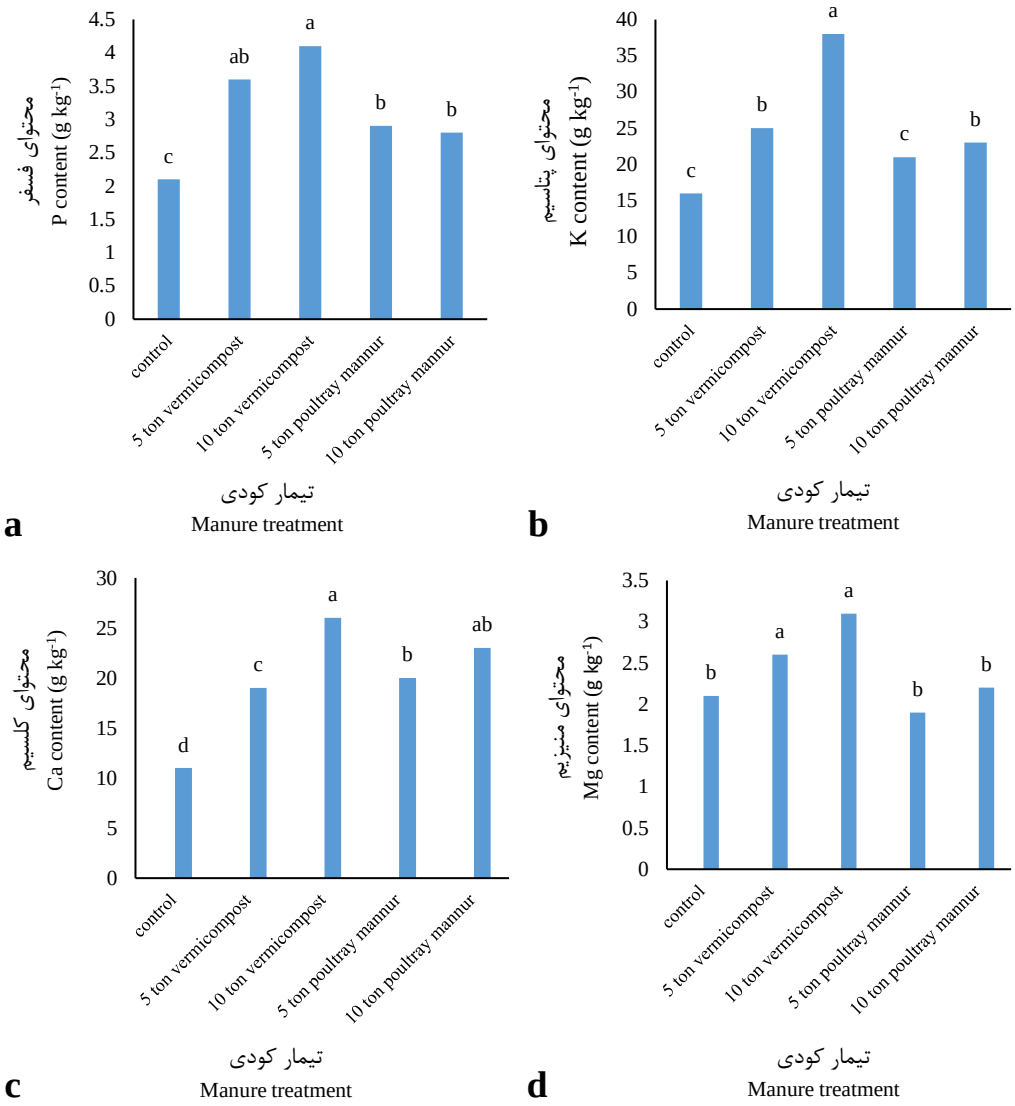
جدول ۳- مقایسه میانگین تأثیر محلول‌پاشی با عصاره جلبک و دوبوژن بر ارتفاع گیاه، محتوای کلروفیل و محتوای عناصر گیاه شاهی

Table 3- Mean comparison for the effect of foliar application of seaweed extract and Dobogen on plant height, chlorophyll content and elemental content of *Lepidium sativum* L.

محلول‌پاشی Foliar application	ارتفاع گیاه Plant height (cm)	محتوای کلروفیل Chlorophyll content (SPAD)	محتوای پتاسیم K content (g kg^{-1})	محتوای فسفر P content (g kg^{-1})	محتوای کلسیم Ca content (g kg^{-1})	محتوای منیزیم Mg content (g kg^{-1})
شاهد Control	10^{c}	19.1^{c}	18^{c}	1.7^{c}	10^{c}	1.5^{c}
۲ میلی‌لیتر در لیتر عصاره جلبک Seaweed extract 2 ml L^{-1}	15^{b}	37^{ab}	24^{b}	2.9^{a}	16^{b}	2.8^{a}
۴ میلی‌لیتر در لیتر عصاره جلبک Seaweed extract 4 ml L^{-1}	23^{a}	40^{a}	38^{a}	2.6^{a}	25^{a}	2.5^{ab}
۲ میلی‌لیتر در لیتر دوبوژن DOBOGEN 2 ml L^{-1}	12^{c}	34^{b}	23^{b}	1.9^{c}	24^{ab}	2.3^{b}
۴ میلی‌لیتر در لیتر دوبوژن DOBOGEN 4 ml L^{-1}	15^{b}	35^{b}	21^{b}	2.3^{b}	3^{a}	1.9^{b}

اختلاف معنادار آماری بین تیمارها با حروف لاتین متفاوت نشان داده شده است (LSD, P ≤ 1%)

Statistically significant difference between treatments is indicated by the different Latin letters (LSD, P ≤ 1%)



شکل ۱ – مقایسه میانگین تأثیر کود آلی بر محتوای فسفر (a)، پتاسیم (b)، کلسیم (c) و منیزیم (d) شاهی.
اختلاف معنادار آماری بین تیمارها با حروف لاتین متفاوت نشان داده شده است (LSD, P ≤ 1%)

Figure 1- Mean comparison for the effect of organic manure on P (a), K (b), Ca (c) and Mg (d) content of *Lepidium sativum* L. Statistically significant difference between treatments is indicated by the different Latin letters (LSD, P ≤ 1%).

محتوای اسید آسکوربیک

کاربرد ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست همراه با محلول‌پاشی ۴ میلی‌لیتر در لیتر عصاره جلبک موجب افزایش محتوای اسید آسکوربیک در گیاه به میزان ۵۰ درصد نسبت به تیمار شاهد (بدون کاربرد کود و محلول‌پاشی) شد (جدول ۴). نتایج مشابهی در خصوص افزایش محتوای اسید آسکوربیک در اثر کاربرد کودهای آلی در گیاه رازیانه (Salama *et al.*, 2015) و کود زیستی در گیاه گوجه‌فرنگی (Goldani *et al.*, 2022) گزارش شد.

محتوای فلاونوئید کل

بالاترین محتوای فلاونوئید در تیمارهای ۱۰ تن در هکتار کود ورمی‌کمپوست با کاربرد ۴ میلی‌لیتر در لیتر عصاره جلبک و دوبوژن، ۵ تن در هکتار کود مرغی با محلول‌پاشی ۲ میلی‌لیتر در لیتر عصاره جلبک و دوبوژن، ۱۰ تن در هکتار کود مرغی با کاربرد ۲ میلی‌لیتر در لیتر دوبوژن و ۴ میلی‌لیتر در لیتر عصاره جلبک حاصل شد (جدول ۴). نتایج مشابهی در خصوص افزایش فلاونوئیدها در اثر کاربرد عصاره جلبک در گیاه شاهی گزارش شد (Vojodi Mehrabani *et al.*,

2018a). کاربرد کود دامی موجب افزایش عملکرد دانه و بوته، افزایش در خاصیت آنتی‌اکسیدانی، محتوای فنول و فلاونوئید گیاه ماش شد (Sutrisno & Yusnawan, 2018). نتایج تحقیق انجام‌شده بر روی زعفران (Kianimanesh *et al*., 2021) و سیب (Gacnik *et al*., 2021) نشان داد که کاربرد کود دامی موجب افزایش محتوای فنول و فلاونوئید گیاه گردید. اسید سالیسیلیک به‌عنوان یک تنظیم‌کننده رشد گیاهی موجب افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاه می‌شود. نتایج بررسی انجام‌شده در خیار نشان داد که کاربرد اسید سالیسیلیک موجب افزایش خاصیت آنتی‌اکسیدانی میوه گردید (Precido-Rangel *et al*., 2019). فلاونوئیدها نقش مهمی در از بین بردن رادیکال‌های آزاد اکسیژن دارند که موجب بروز بیماری‌های قلبی و عروقی و سرطان می‌شوند (Salama *et al*., 2015).

محتوای فنول کل

کاربرد تیمارهای ۱۰ تن در هکتار کود ورمی‌کمپوست با محلول‌پاشی ۲ و ۴ میلی‌لیتر در لیتر عصاره جلبک موجب افزایش محتوای فنول کل شد (جدول ۴). افزایش دسترسی گیاه به مواد غذایی به‌دلیل بهبود فعالیت میکروبی و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در اثر کاربرد کودهای آلی مشاهده شد (Adediran *et al*., 2004). افزایش دسترسی گیاه به کربن و نیتروژن در اثر کاربرد کود آلی موجب افزایش بیوسنتز متابولیت‌های ثانویه می‌شود (Ghorbanli *et al*., 2011). متابولیت‌های ثانویه مخصوصاً ترکیبات فنولی نقش مهمی در تأمین سلامت افراد دارند، لذا لازم است تا با فراهم‌سازی شرایط مساعد برای بیوسنتز این ترکیبات بر محتوای این مواد در سبزی‌ها افزود. نتایج کاربرد کود ورمی‌کمپوست به‌همراه قارچ میکوریزا در گیاه *Cephalaria syriaca* نشان‌دهنده افزایش محتوای فنول و فلاونوئید، رنگیزه‌های فتوسنتزی و عملکرد گیاه بود که دلیل آن افزایش دسترسی گیاه به آهن، روی و مس بود. کودهای آلی نقش مهمی در تأمین مواد غذایی خاک، بهبود خصوصیات فیزیکی خاک، افزایش توان ذخیره‌سازی آب در خاک و تهویه خاک را دارند. پایداری مواد غذایی در خاک در اثر کاربرد کود دامی نقش مهمی در بهبود رشد و عملکرد گیاه دارد (Rahimi *et al*. 2019).

محتوای مواد جامد محلول

بالاترین محتوای مواد جامد محلول در تیمارهای ۱۰ تن در هکتار کود ورمی‌کمپوست با کاربرد ۲ و ۴ میلی‌لیتر در لیتر عصاره جلبک مشاهده شد (جدول ۴). کاربرد ۱۰ تن در هکتار کود ورمی‌کمپوست به‌همراه محلول‌پاشی با ۴ میلی‌لیتر در لیتر عصاره جلبک موجب افزایش ۸۲ درصدی محتوای مواد جامد محلول نسبت به تیمار شاهد (بدون کاربرد کود و محلول‌پاشی) شد. نتایج بررسی انجام‌شده در گیاه اسفناج (Vojodi Mehrabani *et al*., 2018b) و *Cephalaria syriaca* (Rahimi *et al*., 2019) نشان داد که کاربرد کود دامی موجب افزایش محتوای مواد جامد محلول به‌دلیل افزایش فتوسنتز گردید. در بررسی انجام‌شده بر روی گیاه شاهی مشخص شد که محلول‌پاشی با عصاره جلبک، موجب افزایش محتوای مواد جامد محلول و کلروفیل در گیاه می‌شود (Vojodi Mehrabani *et al*., 2018a). افزایش فتوسنتز گیاه در اثر کاربرد کودهای آلی نقش مهمی در افزایش محتوای مواد جامد محلول گیاه دارد.

محتوای نیترات گیاه

بالاترین تجمع نیترات در تیمارهای ۱۰ تن در هکتار کود مرغی با محلول‌پاشی ۲ و ۴ میلی‌لیتر در لیتر کود دوبوژن حاصل شد (جدول ۴). در بررسی انجام‌شده در گیاه اسفناج (Vojodi Mehrabani *et al*., 2018b) و ریحان (Rahimpour *et al*., 2017) مشخص شد که کاربرد مقادیر بالای کود مرغی موجب تجمع نیترات در گیاه خواهد شد. کود مرغی حاوی مقادیر بالایی از نیتروژن است. pH قلیایی خاک‌های ایران در اغلب مناطق، موجب محدودیت دسترسی گیاه به مولیبدن کافی می‌شود. عدم جذب مولیبدن کافی توسط گیاه، موجب تجمع نیترات در گیاه می‌شود. مصرف سبزی‌های حاوی مقادیر بالای نیترات موجب ایجاد مسمومیت،

کم‌خونی و تولید ماده سرطان‌زای نیتروآمین در بزرگسالان می‌شود (Turan & Sevimli, 2005; Salama *et al*., 2015). تجمع نیترات در گیاه تحت تأثیر عواملی مانند خصوصیات بیولوژیکی گیاه، شدت نور، دما، نوع خاک، زمان برداشت محصول و میزان دسترسی ریشه به نیترات قرار دارد (Marschner, 1995).

محتوای نیتروژن کل گیاه

براساس نتایج، تیمارهای ۱۰ تن در هکتار کود مرغی و محلول‌پاشی با ۲ و ۴ میلی‌لیتر در لیتر دوبوژن موجب افزایش محتوای نیتروژن گیاه شد (جدول ۴). در آلوئه‌ورا افزایش در محتوای ازت بافت‌های گیاه به‌دلیل افزایش در محتوای ازت خاک گزارش شد (Hassanpouraghdam *et al*., 2022). در بررسی انجام‌شده بر روی اسفناج مشخص شد که کاربرد عصاره جلبک موجب افزایش محتوای ازت، فسفر، پتاسیم، آهن، منگنز و روی در گیاه می‌شود (Abo- Basha *et al*., 2019).

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات متقابل کودهای آلی و محلول‌پاشی بر برخی صفات فیزیولوژیکی شاهی

Table 4- Mean comparison for interaction of organic manures and foliar application on some of physiological traits of *Lepidium sativum* L.

کود Manure	محلول‌پاشی Foliar application	محتوای اسید آسکوربیک Ascorbic acid content (mg 100 g^{-1} FW)	محتوای فلاونوئید کل Total Flavonoid content (mg g^{-1} DW)	محتوای فنول کل Total phenol content (mg g^{-1} DW)	محتوای مواد جامد محلول کل Total soluble solid content (% B)	محتوای نیترات Nitrate content (mg kg^{-1})	محتوای نیتروژن کل Total N content (%)
Control	Control	0.9^{e}	5.5^{e}	47^{f}	0.6^{e}	265^{d}	2.7^{i}
Control	2 SE	1.1^{d}	5.6^{e}	52^{e}	1.0^{d}	269^{d}	2.8^{hi}
Control	4 SE	1.3^{c}	5.6^{e}	53^{e}	1.9^{c}	289^{c}	2.8^{hi}
Control	2 D	1.6^{b}	5.8^{e}	61^{c}	1.5^{c}	278^{cd}	2.7^{i}
Control	4 D	1.5^{c}	6.3^{d}	58^{e}	1.6^{c}	298^{c}	2.7^{i}
5 V	Control	1.1^{d}	5.0^{e}	52^{e}	1.3^{c}	274^{cd}	$3g^{h}$
5 V	2 SE	1.6^{b}	8.8^{c}	63^{d}	2.4^{b}	287^{c}	3.8^{de}
5 V	4 SE	1.6^{b}	10^{b}	74^{c}	2.6^{b}	302^{b}	3.9^{bc}
5 V	2 D	1.3^{c}	9.7^{b}	70^{c}	1.6^{c}	308^{b}	3.5^{fg}
5 V	4 D	1.4^{c}	10^{b}	73^{c}	1.6^{c}	289^{c}	3.3^{fg}
10 V	Control	1.1^{d}	8.0^{c}	61^{d}	1.1^{d}	278^{c}	2.9^{gh}
10 V	2 SE	1.6^{b}	9.9^{b}	89^{a}	3.1^{a}	301^{b}	4.3^{cd}
10 V	4 SE	1.8^{a}	11^{a}	91^{a}	3.5^{a}	300^{b}	4.2^{cd}
10 V	2 D	1.3^{c}	10^{b}	78^{c}	1.6^{c}	287^{c}	4.2^{cd}
10 V	4 D	1.2^{d}	12^{a}	83^{b}	1.5^{c}	294^{b}	3.4^{ef}
5 PM	Control	1.3^{c}	9.8^{b}	60^{d}	1.1^{d}	286^{c}	3.1^{fg}
5 PM	2 SE	1.6^{b}	11.2^{a}	64^{d}	1.4^{d}	297^{b}	3.5^{fg}
5 PM	4 SE	1.6^{b}	10.1^{b}	73^{c}	2.1^{b}	301^{b}	4.0^{cd}
5 PM	2 D	1.3^{c}	11^{a}	79^{b}	1.9^{b}	303^{b}	3.7^{de}
5 PM	4 D	1.6^{b}	8.9^{c}	64^{d}	2.1^{b}	304^{b}	3.4^{ef}
10 PM	Control	1.1^{d}	7.7^{d}	64^{d}	1.1^{d}	307^{b}	4.5^{bc}
10 PM	2 SE	1.3^{c}	10^{b}	80^{b}	2.6^{b}	299^{b}	4.1^{bc}
10 PM	4 SE	1.1^{c}	11^{a}	83^{b}	2.3^{b}	288^{c}	4.3^{bc}
10 PM	2 D	1.5^{c}	10.5^{ab}	79^{c}	2.1^{b}	317^{a}	5.7^{a}
10 PM	4 D	1.4^{c}	9.1^{c}	74^{c}	2.3^{b}	321^{a}	6.1^{a}

اختلاف معنادار آماری بین تیمارها با حروف لاتین متفاوت نشان داده شده است (LSD, $P \leq 1\%$). Control: شاهد، 5 V: ورمی‌کمپوست ۵ تن در هکتار، 10 V: ورمی‌کمپوست ۱۰ تن در هکتار، 5 PM: کود مرغی ۵ تن در هکتار، 10 PM: کود مرغی

۱۰ تن در هکتار، 2 SE: عصاره جلبک ۲ میلی‌لیتر در لیتر، 4 SE: عصاره جلبک ۴ میلی‌لیتر در لیتر، 2 D: دوبوژن ۲ میلی‌لیتر در لیتر و 4 D: دوبوژن ۴ میلی‌لیتر در لیتر

Statistically significant difference between treatments is indicated by the different Latin letters (LSD, P ≤ 1%). 5V: Vermicompost 5 ton ha^{-1}, 10V: Vermicompost 10 ton ha^{-1}, 5 PM: Poultry manure 5 ton ha^{-1}, 10 PM: Poultry manure 10 ton ha^{-1}, 2 SE: Seaweed extract 2 ml L^{-1}, 4 SE: Seaweed extract 4 ml L^{-1}, 2 D: DOBOGEN 2 ml L^{-1} and 4 D: DOBOGEN 4 ml L^{-1}

نتیجه‌گیری کلی

باتوجه به افزایش جمعیت و لزوم تأمین مواد غذایی مورد نیاز، امروزه مصرف کودهای شیمیایی در پرورش سبزی‌ها افزایش یافته است. افزایش مصرف کودهای شیمیایی علاوه بر آلودگی منابع آبی و خاکی با تجمع نیترات در سبزی‌ها موجب آسیب به موجودات زنده می‌شود که برای سلامتی انسان بسیار خطرناک می‌باشد، لذا لازم است تا تدابیری در راستای تولید محصولات سالم اندیشیده شود. جایگزینی کودهای آلی و عصاره جلبک‌ها با کودهای شیمیایی روشی مناسب برای افزایش تولید در واحد سطح و تولید محصولات سالم با حداقل باقی‌مانده کود می‌باشد. نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که کاربرد تلفیقی کود ورمی‌کمپوست همراه با محلول‌پاشی عصاره جلبک نقش مهمی در بهبود رشد و صفات فیزیولوژیکی شاهی دارد و می‌تواند تجمع نیترات در گیاه را کاهش دهد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از معاونت محترم دانشگاه شهید مدنی آذربایجان به‌خاطر تأمین هزینه‌های پژوهش حاضر تقدیر و تشکر می‌شود.

References

- Abo- Basha, M.R., Afify, R.R.M. & Abdel-Kader, H.H. (2019). Response of spinach (*Spinacia olerasea* L.) to algae extract under different nitrogen rates. *Middle East Journal of Agriculture Research*, 8, 47-55.
- Adediran, J.A., Taiwo, L. B., Akande, M.O., Sobulo, R.A. & Idowu, O.J. (2004). Application of organic and inorganic fertilizer for stainable maize and cowpea yields in Nigeria. *Journal of Plant Nutrition*, 27, 1163-1181.
- Baranauskiene, R., Venskutonis, P.R., Viskelis, P. & Dambrauskiene, E. (2003). Influence of nitrogen fertilizers on the yield and composition of Thyme (*Thymus vulgaris*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 7751-7758.
- Darini, M.T. & Sulistyaningsih, E. (2020). Combination of cow manure rate and different sources of nitrogen humite on the nutritional content and yield of *Aloe vera* L. plant in sandy soil. *International Journal on Advanced Science Engineering and Information Technology*, 10(4), 1631. doi:10.18517/ijaseit.10.4.8479.
- Diwakar, B.T., Dutta, P.K., Lokesh, B.R. & Naidu, K.A. (2010). Physicochemical properties of garden cress (*Lepidium sativum* L.) seed oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 87, 539-548.
- Gacnik, S., Veberic, R., Hudina, M., Marinovic, S., Halbwirth, H. & Mikulic-petkovsek, M. (2021). Methyl salicylic acid affect quality and phenolic apple fruit three weeks before the harvest. *Plants*, 10, 1807. doi: 10.3390/plants10091807
- Ghorbanli, M., Saadatmand, L. & Niakan, M. (2011). Study the effects of natural habitats on flavonoids polyphenols, anthocyanin and their related antioxidant activity in *Elaeagnus agustifolia*. The first congress on advanced Agricultural finding, Islamic Azad University Saveh, Iran.

- Goldani, M., Fazeli Kakhki S.F. & Beilkzadeh, N. (2022). The effects of application method and biofertillizer type on some morphophysiological, Biochemical and yield components traits of tomato plant (*Solanum lycopersicum* L.). *Journal of Vegetables Sciences*, 5, 53-71. (In Farsi)
- Gorni, P.H. & Pacheco, A.C. (2016). Growth promotion and elicitor activity of salicylic acid in *Achillea millefolium* L. *African Journal of Biotechnology*, 15(16), 657-665.
- Hafiz Y.A.M. (2018). Effect of humic acid soil application and foliar spray of some nutrient elements on growth, yield and chemical composition of *Lepidium sativum* Plant. *Journal of Productivity and Development*, 23(3), 607- 625.
- Hamidi, H. & Safarnejad, A. (2003). Evaluation of morphological and biochemical characteristics of alfalfa (*Medicago sativa* L.) calluses and their regeneration against osmotic stress. *Pajuhesh and Sazandegi*, 58, 84-89. (In Farsi)
- Hassanpouraghdam, M.B., Vojodi Mehrabani, L., Badali, R., Azami, M.A., Rasouli, F., Kakaei, K. and Szczepanek, M. (2022). Cerium oxide salicylic acid nanoparticles' (CeO_2: SA-NPs) foliar application and in-soil animal manure use influence the growth and physiological responses of *Aloe vera* L. *Agronomy*, 12(3), 731. https://doi.org/10.3390/agronomy12030731.
- Honarjoo, N., Hajrasuliha, S.H. & Amini, H. (2013). Three plants in absorption of ions from different natural saline and sodic soils. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 6, 988-993.
- Kianimanesh, K., Lebaschi, M.H., Jaimand, K., Abdossi, V. & Tabaei-Aghdaei, S.R. (2021). The changes in yield, biochemical properties and essential oil compounds of saffron (*Crocus sativus* L.) plants treated with organic and inorganic fertilizers under dryland farming system. *Journal of Medicinal Plants and By-product*, 10(1), 37-44.
- Kim, K.H., Tsao, R., Yang, R. & Cui, S.W. (2006). Phenolic acid profiles and antioxidant activities of wheat bran extracts and the effect of hydrolysis conditions. *Food Chemistry*, 95, 466-473.
- Mardi, M., Abbasifar, A. & ValizadehKaji, B. (2022). Comparison of the effects of biological and non-biological fertilizers on quantitative, qualitative and phytochemical properties of Garlic (*Allium sativum* L.). *Journal of Vegetable Sciences*, 5, 1-17. (In Farsi)
- Marschner, H. (1995). *Mineral Nutrition of Higher Plant*. 2nd (ed.), Academic Press Limited. Text Book. pp. 864.
- Muscolo, A., Papalia, T., Mallamaci, C., Carabetta, S., Di Sanzo, R. & Russo M. (2020). Effect of organic fertilizers on selected health beneficial bioactive compounds and aroma profile of red *Topepo* sweet pepper. *Foods*, 9(9), 1323. https://doi.org/10.3390/foods9091323.
- Precido-Rangel, P., Reyes-Perez, J.J., Ramirez-Rodriguez, S.C., Salas-Perez, L., Fortis-Hernandez, M., Murillo-Amador, B. & Troyo-Diequez, E. (2019). Foliar aspersion of salicylic acid improves phenolic and flavonoid compounds, and the fruit yield in cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Plants*, 8, 44. doi: 10.3390/plants8020044.
- Rahimi, A., Siavash Moghaddam, S., Ghiyasi, M., Heydarzadeh, S., Ghazizadeh, K. & Popovic-Djordjevic, J. (2019). The influence of chemical, organic and biological fertilizers on agrobiological and antioxidant properties of Syrian Cephalaria (*Cephalaria syriaca* L.). *Agriculture*, 9, 122. doi.org/10.3390/agriculture9060122.
- Rahimpour, M., Fallah, S. & Rafieiolhossaini, M. (2017). Substitution of inorganic fertilizer by animal manure reduces nitrate accumulation, and improves shelf life and nutrient contents of basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal*

of Plant Process and Function, 7(27), 139-154.
- Salama, Z.A., El-Baz, F., Gaafar, A. & Zaki, M. F. (2015). Antioxidant activities of phenolics, flavonoids and vitamin C in two cultivars of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) in responses to organic and bio-organic fertilizers. *Journal of Saudi Society of Agricultural Science*, 14, 91-99.
- Shojah, A., Ghasemmezhad, M. & Mortezavi, S.N. (2012). The changes of antioxidant capacity and postharvest quality of Thompson navel and blood orange fruit during storage. *Journal of Horticultural Science*, 25(2), 147-155.
- Sutrisno, S. & Yusnawan, E. (2018). Effect of manure and inorganic fertilizers on vegetative, generative characteristics, nutrient, and secondary metabolite contents of mungbean. *Journal of Biology and Biology Education*, 10(1), 56-65.
- Turan, M. & Sevimli, F. (2005). Influence of different nitrogen sources and levels on ion contents of cabbage (*Brassica oleracea* var. capitate) plant. *Journal of Crop and Horticultural Science*, 33, 241-24.
- Vojodi Mehrabani, L., Hassanpouraghdam M.B., Valizadeh, R. & Asadi, R. (2018a). Foliar application of marmarin on antioxidant activity and storage time of garden cress (*Lepidium sativum* L.) *Agriculture Conspectus Scientificus*, 83(3), 263-268.
- Vojodi Mehrabani, L., Valizadeh Kamran, R., Soltanighralar, Z., Emanizeraatcar, Z. & Masumpour, Z. (2018b). The effects of urea and organic fertilizers on nitrate accumulation and some physiological traits of spinach (*Spinacia oleraceae*) L. *Journal of Plant Productions (Scientific Journal of Agriculture)*, 41(3), 83-95.