J. Crop Prod. Process. 2026, 16(2), 57-73; DOI: 10.47176/jcpp.16.2.34303

Journal of Crop Production and Processing

Journal homepage: https://jcpp.iut.ac.ir/

Original Article

The Effect of Spent Mushroom Compost and Seaweed Extract on Growth, Yield, and Phosphorus and Iron Nutrient Content of Faba (*Vicia faba* L.)

M. Zamani Galeh, Ahmad Koochekzadeh*, Seyed Ataolah Siadat, Aidin Khodaei Jonaghan and AliReza Abdali Mashhadi

Agronomy, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran

Extended Abstract:

Introduction: Today, the use of chemical fertilizers is an easy way to provide nutrients to the soil, which has caused numerous environmental problems and a decline in the quality of agricultural products. Sustainable agriculture by reducing the use of these fertilizers is a suitable solution to these problems. In recent years, seaweed extract and mushroom compost have been used as organic fertilizers in organic and sustainable agriculture. It has been reported that the use of mushroom compost increased soil organic carbon, total nitrogen, pH, and soil electrical conductivity; and also reduced bulk density. As a result, soil structure and permeability improved, and soil microbial activity increased. Using mushroom compost increases the concentration of essential nutrients in the soil and plants. The use of mushroom compost significantly increases plant height, leaf area, and weight. After using mushroom compost, the absorption of nutrients in the plant increased, which is due to a decrease in bulk density, improved soil aggregates, water holding capacity and soil conditioning. The effect of compost in high water holding capacity in soils can be attributed to the increase in soil organic matter content and the enhanced presence of microorganisms in the soil, which create suitable pores in the soil. Seaweed extract contains growth regulators such as gibberellins, cytokinin, abscisic acid, indole acetic acid, jasmonic acid, salicylic acid, as well as large amounts of sulfates, flavonoids, phenolic compounds, macro and micro elements. The application of seaweed resulted in a significant increase in germination, root and stem growth, increased chlorophyll and carotenoids, number of lateral branches, leaf dry weight, leaf area, relative leaf water content, plant fresh and dry weight, grain yield and protein. After cereals, legumes are the most important source of human protein, and beans are important because they contain protein, phosphorus, calcium, and iron. This study aimed to study the effect of mushroom compost and seaweed extract on the growth, grain yield and quality of faba bean.

Materials and Methods: This study was conducted during the 2019–2020 growing season as a factorial experiment arranged in a randomized complete block design (RCBD) with two factors and three replications at the Research Farm of Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Iran. The experimental factors included: mushroom compost (main factor) at four levels (control (0), 10, 20 and 30 tons ha^{-1}) and different methods of applying seaweed extract at three levels (with irrigation water, foliar spraying, and with irrigation water plus foliar spraying). The mentioned high amounts of organic matter were deliberately used in the treatments as our measurements indicated low amounts of this material in the soil of the experimental site. The evaluated traits were plant height, number of branches, number of pods per plant, pod length, pod dry weight, leaf area index, chlorophyll index, leaf and seed phosphorus, grain iron, thousand-grain weight, plant above-ground dry mass, harvest index, grain yield and protein.

Results and Discussion: The results demonstrated that the highest height (138 cm), number of pods per plant (17.2), pod length (20.1 cm), pod dry weight (2.72 g), leaf area index (7.19) and chlorophyll index (44.4) were achieved with the combined application of 30 tons ha^{-1} mushroom compost and applying seaweed extract with irrigation water plus foliar

Received: Feb. 17, 2026; Revised: May. 31, 2026; Accepted: Jun. 06, 2026; Published Online: July. 18, 2026.

* Corresponding Autho: koochekzadeh@asnrukh.ac.ir

Journal of Crop Production and Processing

Journal homepage: https://jcpp.iut.ac.ir/

spraying. Also, the above treatments could significantly increase the amount of leaf and seed phosphorus (0.56 and 0.33% respectively), grain iron (90.97 mg kg^{-1}), thousand-grain weight (1571 g), grain yield (317.7 g m^{-2}) and grain protein (18.4 %) which were higher than another treatment. In this experiment, after absorbing the growth regulators and nutrients contained in seaweed extract and mushroom compost, pods/plant and thousand-grain weight, and consequently the grain yield, increased. The positive effect of using organic fertilizers such as mushroom compost on improving the physical, chemical, and microbial properties of the soil, including the formation of soil aggregates, reducing soil bulk density, increasing soil organic carbon, field capacity for water, water holding capacity, the presence of organic acids, hormones, and abundant nutrients such as nitrate, iron, and zinc, led to improved plant growth indices. Also, plant growth regulators such as gibberellin, abscisic acid, cytokinin, and salicylic acid in seaweed extract increased leaf area, chlorophyll index and photosynthetic material production, and consequently thousand-grain weight and grain yield and protein.

Conclusions: Application of seaweed extract and mushroom compost significantly increased yield and yield components in faba bean, due perhaps to enhancing nutrients availability to the roots of plants. Among the treatments, 30 tons ha^{-1} of mushroom compost and combined application of seaweed as foliar spray and with irrigation water is recommended as a sustainable fertilization strategy. Spent mushroom compost and seaweed extract, due to the presence of growth regulators, allow their use in large quantities as environmentally friendly organic biofertilizers that act as growth stimulants in agricultural crops.

Keywords: Organic fertilizer, Plant growth regulators, Soil fertility, Thousand- grain weight, Water holding capacity

How to Cite: Zamani Galeh M., Koochekzadeh A., Siadat S. A., Khodaei Jonaghan A., Abdali Mashhadi A. R., The Effect of Spent Mushroom Compost and Seaweed Extract on Growth, Yield, and Phosphorus and Iron Nutrient Content of Faba (Vicia faba L.) *J. Crop Prod. Process*. 2026, 16(2), 57-73 (*In Persian*). DOI: 10.47176/jcpp.16.2.34303.

Copyright © 2025 Isfahan University of Technology, Published by Isfahan University of Technology press. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، ۱۴۰۵، دوره ۱۶، شماره ۲، صص. ۷۳-۵۷، DOI: 10.47176/jcpp.16.2.34303

نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی

صفحه خانگی نشریه: https://jcpp.iut.ac.ir/

مقاله پژوهشی

اثر پسماند کمپوست قارچ و عصاره جلبک دریایی بر رشد، عملکرد و محتوای عناصر غذایی فسفر و آهن باقلا (*Vicia faba* L.)

مرضیه زمانی گله، احمد کوچک‌زاده*، سیدعطاالله سیادت، آیدین خدایی جوقان و علیرضا ابدالی مشهدی

چکیده– به‌منظور بررسی اثر پسماند کمپوست قارچ خوراکی و عصاره جلبک دریایی بر رشد و عملکرد باقلا (*Vicia faba* L.) آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۸ در مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. عوامل آزمایش شامل سطوح مختلف پسماند کمپوست قارچ در ٤ سطح (صفر، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ تن در هکتار) و روش‌های مختلف کاربرد عصاره جلبک دریایی در سه سطح (همراه با آب آبیاری، محلول‌پاشی و همراه با آب آبیاری + محلول‌پاشی) بودند. نتایج آزمایش نشان داد که کاربرد توأم پسماند کمپوست قارچ خوراکی و عصاره جلبک دریایی، تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد غلاف در بوته، طول غلاف، وزن خشک غلاف، شاخص سطح برگ، وزن هزار دانه، شاخص برداشت و در سطح احتمال یک درصد بر شاخص سبزینگی، فسفر برگ و دانه، آهن دانه، عملکرد دانه و پروتئین دانه داشته و آن‌ها را افزایش داد. همچنین، کمپوست قارچ و مصرف جلبک دریایی به‌صورت محلول‌پاشی و همراه با آب آبیاری توانست شاخص سطح برگ، شاخص سبزینگی، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و پروتئین دانه را نسبت به شاهد به‌ترتیب ۹۱/۷، ۱۷/۸، ۲۰/۵، ۲٦/۲ و ۱٤/۳ درصد افزایش دهد. بر اساس نتایج به‌دست آمده در این تحقیق کاربرد ۳۰ تن در هکتار پسماند کمپوست قارچ خوراکی و کاربرد عصاره جلبک دریایی به‌صورت تلفیق همراه با آب آبیاری و محلول‌پاشی در افزایش عملکرد باقلا تأثیر قابل‌توجهی داشت.

واژه‌های کلیدی: تنظیم کننده‌های رشد گیاهی، حاصلخیزی خاک، ظرفیت نگهداری آب، کود آلی، وزن هزار دانه

دریافت مقاله: ۱٤۰٤/۱۱/۲۸، بازنگری: ۱٤۰۵/۰۳/۱۰، پذیرش: ۱٤۰۵/۰۲/۱٦، اولین انتشار: ۱٤۰۵/۰٤/۲۷

گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران

*: نویسنده مسئول، رایانامه: koochekzadeh@asnrukh.ac.ir

حق انتشار این مستند، متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان است. ©۱٤۰۳

این مقاله تحت گواهی زیر منتشر شده و هر نوع استفاده غیرتجاری از آن مشروط بر استناد صحیح به مقاله و با رعایت شرایط مندرج در آدرس زیر مجاز است:

Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

مقدمه

در نظام‌های کشاورزی پایدار، هرگونه تغییر باید منجر به افزایش تولید، کاهش اثر مخرب زیست محیطی و درنهایت موجب افزایش پایداری نظام‌ها شود. یکی از این روش‌ها، استفاده از محرک‌های بیولوژیک است که می‌تولند اثر کودهای معدنی را افزایش دهد (۱۲). در سال‌های اخیر عصاره‌ی جلبک دریایی به‌عنوان کود آلی (۵۵) و کمپوست قارچ خوراکی به‌عنوان منبع ارزشمند عناصر غذایی (۱٦) برای استفاده در کشاورزی ارگانیک و پایدار مورد استفاده قرار گرفته است. امروزه استفاده از کودهای شیمیایی به‌عنوان سریع‌ترین راه برای جبران کمبود عناصر غذایی خاک افزایش یافته است، که این موضوع موجب بروز مشکلات زیست محیطی متعدد و افت کیفیت محصولات کشاوزی شده است (٤۷). کشاورزی پایدار با هدف کاهش مصرف کودهای شیمیایی راه حلی مطلوب برای غلبه بر این مشکلات است (۲).

کمپوست قارچ به بقایای بستر پرورش قارچ اطلاق می‌شود و یکی از فرآورده‌های جانبی صنعت تولید قارچ‌های خوراکی می‌باشد. این ماده که بعد از برداشت قارچ به‌عنوان ضایعات دور ریخته می‌شود، نسبت به سایر اصلاح کننده‌های خاک دارای قیمت بسیار ارزانی است که می‌تواند هزینه‌های تولید را به مقدار زیاد کاهش دهد (۵۲). گزارش شده است که مصرف پسماند کمپوست قارچ، باعث افزایش کربن آلی خاک، نیتروژن کل، pH و هدایت الکتریکی خاک شده و وزن مخصوص ظاهری را کاهش داده است (۷). همچنین ساختمان خاک بهبود یافته (٦)، ظرفیت آب قابل استفاده خاک افزایش (٤٦) و با زیاد شدن مواد آلی فعالیت میکروبی خاک افزایش یافت (۳۷). کورتنی و مولن (۱٦) به بررسی مزرعه‌ای اثر کمپوست قارچ مصرف شده در سطوح ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ تن در هکتار، به‌همراه کود شیمیایی (٦۷/۵ کیلوگرم نیتروژن، ۲۲/۵ کیلوگرم فسفر و ٤۵ کیلوگرم پتاسیم) بر کیفیت خاک و رشد جو (*Hordeum vulgare*) پرداختند. نتایج نشان داد با مصرف ۱۰۰ تن در هکتار کمپوست قارچ، کربن آلی خاک (از ۱/۲۳ به ۱/۷۱ درصد)، نیتروژن خاک (از ۰/۱۸ به ۰/۲۳ درصد)، فسفر خاک (از ۱ /۳۸ به ۹۰/۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و پتاسیم خاک (از ۳۲/٦ به ۹۱/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم) افزایش یافت. در این آزمایش عملکرد دانه به مقدار ۵۹ درصد نسبت به شاهد زیاد شد. در واقع، با توجه به افزودن کودهای آلی به خاک، فعالیت‌های میکروبی افزایش یافته و درنتیجه عناصر غذایی کافی در اختیار گیاه قرار می‌گیرد (۳۰). نتایج کومار و همکاران (۳٦) نشان داد که مصرف ۱۰۰ درصد کمپوست قارچ خوراکی به‌همراه ۱۰۰ درصد ماده آلی باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع، تعداد و سطح برگ و ماده خشک عدس (*Lens culinaris*) و در نهایت باعث افزایش رشد و افزایش ۱۹ درصدی عملکرد شد. گزارش شد که عملکرد دانه سویا (*Glycine max*) پس از مصرف ۸۰ تن در هکتار کمپوست قارچ خوراکی، تا ۲۰۱۷ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت (۱۹) که دلیل آن وجود اکسین، سایتوکینین، جیبرلین و عناصر غذایی فراوان مانند پتاسیم، روی آهن و سدیم در کمپوست است (٤۸). در پژوهشی اعلام شد که با کاربرد ۳۰ تن در هکتار کود آلی ورمی‌کمپوست، عملکرد دانه را تا ۲/۷ و عملکرد بیولوژیک را تا ١٤ گرم در بوته در گیاه ماش (*Vigna radiata*) افزایش داد (٤۳). همچنین کاربرد ٦۰ تن در هکتار کمپوست در ماش (*Vigna radiata*) ضمن افزایش وزن خشک اندام هوایی، ارتفاع بوته، وزن هزار دانه و تعداد غلاف در بوته، عملکرد دانه را تا ٦۰۹ کیلوگرم در هکتار افزایش داد (۳).

گزارش شده است که با تجزیه عصاره جلبک‌های دریایی *Padina durvillaei* و *Ulva lactuca*، تنظیم کننده‌های رشد مانند جیبرلین، سیتوکینین، اسید آبسیزیک، اسید ایندول استیک، اسید جاسمونیک، اسید سالیسیلیک و همچنین مقادیر زیادی سولفات، فلاونوئید و ترکیبات فنولی شناسایی و کمی سازی شده و می‌توان از آن‌ها به‌عنوان کودهای زیستی استفاده نمود (٢٤). عصاره جلبک دریایی دارای مقادیر مناسبی از عناصر پتاسیم، منیزیم، منگنز، سدیم و کلر بوده که حاصلخیزی خاک را باعث می‌شود (۱). پل و شری‌دوی (٤۲) نشان دادند که کاربرد ۱۰ درصد عصاره جلبک قرمز *Gracilaria dura* به‌ترتیب

موجب افزایش ۸۴ و ۷۷ درصدی رشد ریشه و ساقه گیاه پنی‌زتوم (*Pennisetum glaucum*) نسبت به تیمار شاهد شدند. نتایج تحقیقات راتور و همکاران (٤٤) در گیاه سویا (*Glycine max*) نشان داد که مصرف عصاره جلبک دریایی با غلظت ۱۵ درصد، عملکرد دانه را نسبت به شاهد ۵۷ درصد افزایش داد. همچنین کومار و ساهو (۳۵) در گندم (*Triticum aestivum*) نشان دادند که کاربرد ۲۰ درصد عصاره جلبک دریایی، جوانه‌زنی بذر را به ۱۰۰ درصد رساند که نسبت به شاهد ۱۱ درصد بیشتر بود. گریش و همکاران (۲٦) دریافتند که کاربرد ۲۰ درصد عصاره جلبک سبز *Ulva lactuca* موجب افزایش جوانه‌زنی، رشد ساقه، وزن تر و خشک و مقدار کلروفیل کل و کاروتنوئید لوبیا (*Vigna unguiculata*) شد. اسماعیل‌پور و همکاران (۲۰) گزارش کردند که مصرف عصاره جلبک دریایی موجب افزایش تعداد شاخه فرعی، وزن خشک برگ، سطح برگ، محتوای نسبی آب برگ و کلروفیل a، b و کل در ریحان (*Ocimum basilicum*) شد. مطالعات نشان داد کاربرد جلبک دریایی بر روی گیاه گوار (*Cyamopsis tetragonoloba*)، رشد ساقه، وزن تر و خشک گیاه، سطح برگ و میزان رنگدانه‌های فتوسنتزی را به‌طور معنی‌دار افزایش داد که درنتیجه آن تعداد دانه در غلاف از ۵/۵ به ۷ و وزن غلاف از ۳/۳۷ به ۵/٤۳ گرم تغییر یافت (٤۸). محققان وجود عناصر غذایی در عصاره جلبک دریایی (٥٤) و ماده آلی از جمله کمپوست (٤٦) را گزارش کرده‌اند. در پژوهشی گزارش داده شد که استفاده از کود زیستی Azospirillum به‌میزان ٤٥ کیلوگرم در هکتار می‌تواند عملکرد گندم را به مقدار ۲۰ تا ٤٦ درصد در مقایسه با شاهد افزایش دهد (۵). مکانیسم این اثر را می‌توان به بهبود خصوصیات زیستی خاک (۳۷) و شرایط فیزیکی، شیمیایی و درنتیجه دسترسی بیشتر گیاه به عناصر غذایی مختلف نسبت داد (١٦).

حبوبات بعد از غلات مهم‌ترین منبع تأمین پروتئین انسان است. در این میان دانه خشک باقلا دارای ۲۵-۲۳ درصد پروتئین (۱۱)، ٤۷-٤۲ درصد کربوهیدرات و سرشار از عناصر معدنی (۳۳) دارای ارزش غذایی بالایی است. همزیستی باکتری ریزوبیوم با گیاه باقلا علاوه بر تثبیت نیتروژن و در نتیجه کاهش مصرف کودهای شیمیایی نیتروژنی، سبب افزایش عملکرد نیز می‌شود (۹). گزارش شده که نیتروژن مشتق شده از اتمسفر توسط باقلا برای یک سویه معین ریزوبیوم بین ٧٤-٦٦ درصد بود (٤). این مقدار در استان گلستان ۵۸-٦۵ درصد برآورد شد (٣٤). سطح زیر کشت جهانی باقلا ۲/۹ میلیون هکتار بوده و ایران در سطحی معادل ۳٦ هزار هکتار، تولیدی بیش از ٤٦ هزار تن دارد که از این نظر مقام دوازدهم را به خود اختصاص داده است (۲۲). کشت باقلا در خوزستان از اواخر مهر تا اوایل آبان و برداشت آن از اواسط تا اواخر فروردین است.

هدف از پژوهش حاضر، بررسی اثر متقابل پسماند کمپوست قارچ و روش‌های مختلف کاربرد عصاره جلبک دریایی بر گیاه باقلا است. همچنین مقایسه‌ی اثر کاربرد تلفیقی عصاره جلبک دریایی در مقابل کاربرد جداگانه آن و نیز اندازه‌گیری همزمان فسفر برگ و دانه و آهن دانه تحت تیمارهای تلفیقی بررسی شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر سطوح مختلف پسماند کمپوست قارچ و روش‌های مختلف کاربرد جلبک دریایی بر رشد و عملکرد باقلا در سال زراعی ۱۳۹۸-۱۳۹۷ آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان با ۳ تکرار انجام شد. بر اساس آمار هواشناسی بلندمدت شهر ملاثانی، با متوسط بارندگی ۲۳۵ میلی‌متر، متوسط درجه حرارت ۲۳/۵ و متوسط حداکثر و حداقل دمای ۳۳ و ١٤/٦ درجه سانتی‌گراد از لحاظ اقلیمی جزء مناطق خشک و نیمه خشک است. عوامل آزمایشی شامل پسماند کمپوست قارچ در ٤ سطح (صفر، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ تن در هکتار) و روش‌های مختلف کاربرد عصاره جلبک دریایی در سه سطح (همراه با آب آبیاری، محلول‌پاشی و همراه با آب آبیاری + محلول‌پاشی) بود. در اول آبان ۱۳۹۷، بذر گیاه باقلا

(رقم شامی) به‌صورت کپه‌ای در کرت‌هایی با ابعاد دو در سه متر کشت و پس از مرحله چهار برگی، تنک کردن انجام شد، به‌طوری که تراکم به هفت بوته در مترمربع رسید. خاک مزرعه تا عمق ۳۰ سانتی‌متری دارای بافت رسی سیلتی، کربن آلی ۰/۵۵ درصد، هدایت الکتریکی عصاره اشباع ۲/۵ دسی‌زیمنس برمتر، pH برابر ۷/٤، میزان نیتروژن ۰/۰۵ درصد، فسفر و پتاسیم به‌ترتیب ۷/۳ و ۱۸۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. آنالیز شیمیایی پسماند کمپوست قارچ نیز نشان داد که این کود دارای کربن آلی به‌مقدار ۲۵ درصد، هدایت الکتریکی ٤ دسی‌زیمنس بر متر، pH برابر ۷/۲، میزان کلسیم، نیتروژن، فسفر و پتاسیم نیز به‌ترتیب ۲، ۱، ۰/۷ و ۱/۵ درصد بود. قبل از اجرای آزمایش، بر اساس نتایج آزمون خاک، معادل ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع کود اوره (۵۰ کیلوگرم در هکتار آن در هنگام کاشت و مابقی به عنوان سرک در مرحله‌ی گلدهی) به زمین داده شد. همچنین ۸۵ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل و ٤۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم همراه با کاشت مصرف شد. قبل از کاشت مقادیر متفاوت پسماند کمپوست قارچ با توجه به مساحت کرت‌های آزمایشی و تیمارهای مربوطه، محاسبه و به‌طور کامل با خاک مخلوط شدند. عصاره جلبک دریایی با عنوان تجاری شوک به مقدار سه لیتر در هکتار همراه با آب آبیاری و همچنین محلول‌پاشی به میزان دو لیتر در هزار لیتر آب در اوایل بهمن و قبل از مرحله گلدهی به‌کار برده شد.

صفات اندازه‌گیری شده شامل ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد غلاف در بوته، طول غلاف، وزن خشک غلاف، شاخص سطح برگ، شاخص سبزینگی، فسفر برگ و دانه، آهن دانه، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد زیستی، شاخص برداشت و پروتئین دانه بود. عملیات برداشت در اواخر فروردین زمانی که اکثر غلاف‌ها به رنگ سیاه و به حالت چرمی شده درآمده، برگ‌های گیاه خشک شده و رطوبت دانه بین ۱۵–۱۰ درصد رسید، انجام شد. تعداد ۱۰ بوته ازهر کرت به‌طور تصادفی انتخاب، و پس از میانگین‌گیری اجزای عملکرد تعیین شدند. عملکرد زیستی، عملکرد دلنه و وزن هزار دلنه نیز با برداشت سه مترمربع از خطوط میانی هر کرت و با حذف حاشیه‌ها تعیین شد. برای اندازه‌گیری وزن هزار دانه از هر کرت دو نمونه ۵۰۰ عددی به‌صورت تصادفی انتخاب و وزن شد، پس از محاسبه و میانگین‌گیری وزن هزار دلنه به‌دست آمد. شاخص برداشت از تقسیم عملکرد دانه به عملکرد زیستی ضربدر ۱۰۰ حاصل شد. شاخص سبزینگی در مرحله گل‌دهی با استفاده از دستگاه کلروفیل‌متر دستی SPAD 502-plus Konica Minolta ساخت ژاپن و شاخص سطح برگ در مرحله گلدهی توسط دستگاه سطح سنج برگ اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری عناصر ، نمونه‌های برگ و دانه به‌طور جداگانه آسیاب و جهت هضم خشک یک گرم از هر یک را به مدت ٤ ساعت در کوره الکتریکی قرار داده شد و به وسیله اسید کلریدریک ۲ نرمال عصاره‌گیری انجام گرفت. فسفر برگ و دانه با دستگاه اسپکتروفتومتر (۱۵) و آهن دانه با روش جذب اتمی (۲۹) محاسبه شدند. همچنین پس از اندازه‌گیری میزان نیتروژن با روش کجلدال (٤۱) و ضرب این عدد در ۸/۲۳ (۳۹) مقدار پروتئین دانه به‌دست آمد.

جهت محاسبات و تجزیه و تحلیل آماری، از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/٤) استفاده شد. مقایسه میانگین به روش آزمون LSD و اشکال نیز توسط نرم افزار Excel رسم شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که کاربرد توأم پسماند کمپوست قارچ خوراکی و عصاره جلبک دریایی بر صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد غلاف در بوته، طول غلاف، وزن خشک غلاف، شاخص سطح برگ، وزن هزار دانه و شاخص برداشت در سطح احتمال پنج درصد و بر صفات شاخص سبزینگی، فسفر برگ، فسفر و آهن دانه، عملکرد دانه و پروتئین دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱).

جدول ۱. تجزیه واریانس برخی صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک باقلا تحت تأثیر پسماند کمپوست قارچ خوراکی و عصاره جلبک دریایی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		ارتفاع بوته	تعداد شاخه فرعی	تعداد غلاف در بوته	طول غلاف	وزن خشک غلاف	شاخص سطح برگ	شاخص سبزینگی
تکرار	۲	۲۷/۱	۰/۸۵	۰/۳۳	۱/۵۲	۰/۰۳	۰/۱۱	۰/۷۹
پسماند کمپوست قارچ	۳	۱۰۷۳**	۳/۴۰**	۱۱/۳**	۹/۹۹**	۱/۷۴**	۸/۷۴**	۲۵/۵**
عصاره جلبک دریایی	۲	۳۲۰**	۱/۰۹**	۲/۱۷**	۳/۴۱**	۰/۳۳**	۱/۵۴**	۷/۰۸*
کمپوست×جلبک	۶	۵۵/۶*	۰/۳۵*	۰/۳۷*	۱/۲۶*	۰/۰۷*	۰/۲۳*	۱/۷۶**
خطا	۲۲	۱۷/۹	۰/۱۲	۰/۱۵	۰/۳۶	۰/۰۳	۰/۰۸	۱/۷۰
ضریب تغییرات (٪)		۱۳/۷	۲۱/۳	۱۶/۲	۱۹/۵	۹/۲۲	۱۸/۵	۱۶/۲

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ارتفاع بوته

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر برهم‌کنش تیمارها بر ارتفاع بوته نشان داد که با افزایش مقدار مصرف کمپوست قارچ، رشد باقلا افزایش داشته به‌طوری‌که بیشترین ارتفاع با ۱۳۸ سانتی‌متر مربوط به مصرف ۳۰ تن در هکتار کمپوست قارچ و کاربرد عصاره جلبک که همراه با آب آبیاری و محلول‌پاشی مصرف شد، است. کمترین مقدار این صفت نیز با روش مصرف جلبک دریایی همراه با آب آبیاری و بدون مصرف کمپوست قارچ به‌دست آمد (جدول ۲). به‌نظر می‌رسد افزودن کودهای بیولوژیک به خاک ضمن بهبود شرایط فیزیکی و بیولوژیکی خاک، با جذب مناسب عناصر غذایی سبب افزایش رشد اندام هوایی گیاه می‌شود. همچنین عصاره جلبک دریایی با دارا بودن ترکیباتی مانند اکسین و جیبرلین ارتفاع را افزایش می‌دهد. گزارش شده است که عصاره جلبک دریایی (۲۶) و کمپوست قارچ خوراکی (۱۹) ارتفاع بوته را در ماش افزایش دادند.

تعداد شاخه فرعی

مقایسه میانگین اثر برهم‌کنش تیمارها بر تعداد شاخه فرعی نشان داد که با افزایش مقدار مصرف کمپوست قارچ، بیشترین تعداد شاخه فرعی با تعداد ۶/۲۷ و ۶/۰۲ به‌ترتیب با مصرف ۳۰ و ۲۰ تن در هکتار کمپوست قارچ و کاربرد عصاره جلبک دریایی که همراه با آب آبیاری و محلول‌پاشی مصرف شد، حاصل شد. کمترین مقدار این صفت نیز با روش مصرف جلبک دریایی همراه با آب آبیاری و بدون مصرف کمپوست قارچ به‌دست آمد (جدول ۲).

به نظر می‌رسد جلبک دریایی با دارا بودن سایتوکینین، غالبیت انتهایی گیاه را مهار کرده و جوانه‌های جانبی را فعال می‌کند. همچنین کاربرد ماده آلی کمپوست به‌همراه عصاره جلبک دریایی با تأمین مواد غذایی مورد نیاز گیاه، بر شاخص‌های رشد گیاه اثر داشته و اجزای عملکرد از جمله تعداد شاخه فرعی را افزایش داده است. بسیم‌فر و همکاران (۱۳) با کاربرد دو در هزار عصاره جلبک دریایی و مصرف ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست، تعداد شاخه فرعی را درماش (*Vigna radiata*) به تعداد ۵۳/۱ عدد زیاد کرد.

تغییرات تعداد غلاف در بوته، طول غلاف و وزن خشک غلاف

طبق نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱)، تعداد غلاف در بوته، طول غلاف و وزن خشک غلاف در سطوح مختلف

جدول ۲. مقایسه میانگین اثر متقابل پسماند کمپوست قارچ خوراکی و عصاره جلبک دریایی بر برخی صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک باقلا

پسماند کمپوست قارچ (تن در هکتار)	عصاره جلبک دریایی	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد شاخه فرعی	تعداد غلاف در بوته	طول غلاف (سانتی‌متر)	وزن خشک غلاف (گرم)	شاخص سطح برگ	شاخص سبزینگی
۰	همراه با آب آبیاری	۹۱/۸^{g}	۳/۵۳^{e}	۱۳/۰^{h}	۱۵/۳^{f}	۱/۱۰ ^{g}	۳/۷۵ ^{g}	۳۷/۷ ^{e}
	محلول‌پاشی	۱۰۳^{f}	۳/۹۷^{de}	۱۳/۷^{gh}	۱۶/۹^{bcde}	۱/۳۹ ^{f}	۴/۳۶ ^{f}	۳۹/۴ ^{cde}
	همراه با آب آبیاری + محلول‌پاشی	۱۰۸^{ef}	۴/۲۳^{cd}	۱۳/۸^{fg}	۱۶/۴^{e}	۱/۵۴ ^{ef}	۴/۲۷ ^{f}	۳۸/۸ ^{de}
۱۰	همراه با آب آبیاری	۱۱۱^{de}	۴/۴۳^{bcd}	۱۴/۰^{efg}	۱۶/۶^{de}	۱/۶۱ ^{ef}	۴/۴۳ ^{f}	۳۹/۷ ^{bcde}
	محلول‌پاشی	۱۱۲^{cde}	۴/۴۷^{bcd}	۱۴/۱^{defg}	۱۶/۷^{cde}	۱/۷۲ ^{de}	۴/۷۸ ^{ef}	۳۹/۷ ^{bcde}
	همراه با آب آبیاری + محلول‌پاشی	۱۱۶ ^{bcde}	۴/۵۰^{bcd}	۱۴/۴^{cdef}	۱۷/۰^{bcde}	۱/۸۱ ^{cde}	۵/۰۹ ^{de}	۴۰/۴ ^{bcd}
۲۰	همراه با آب آبیاری	۱۱۵^{bcde}	۴/۶۷^{bc}	۱۴/۶^{cde}	۱۷/۳^{bcde}	۲/۰۱ ^{bcd}	۵/۴۱ ^{cd}	۴۰/۹ ^{bcd}
	محلول‌پاشی	۱۱۸^{bcd}	۴/۷۳^{bc}	۱۴/۸^{cd}	۱۷/۶^{bcd}	۲/۱۰ ^{bc}	۵/۶۱ ^{bcd}	۴۱/۲ ^{bcd}
	همراه با آب آبیاری + محلول‌پاشی	۱۱۹^{bc}	۶/۰۲^{a}	۱۶/۱^{ab}	۱۷/۸^{bc}	۲/۵۷ ^{ab}	۶/۸۴ ^{ab}	۴۳/۱ ^{ab}
۳۰	همراه با آب آبیاری	۱۲۱^{b}	۴/۹۰^{bc}	۱۵/۶^{b}	۱۷/۹^{b}	۲/۲۶ ^{b}	۵/۹۵ ^{b}	۴۱/۴ ^{bc}
	محلول‌پاشی	۱۲۳^{b}	۵/۰۰^{b}	۱۵/۷^{b}	۱۷/۹^{b}	۲/۰۷ ^{bc}	۶/۰۲ ^{b}	۴۱/۶ ^{bc}
	همراه با آب آبیاری + محلول‌پاشی	۱۳۸^{a}	۶/۲۷^{a}	۱۷/۲^{a}	۲۰/۱^{a}	۲/۷۲ ^{a}	۷/۱۹ ^{a}	۴۴/۴ ^{a}

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

پسملند کمپوست قارچ خوراکی و عصاره جلبک دریایی اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد نشان داد. همچنین، برهم‌کنش سطوح مختلف این دو عامل بر صفات فوق نیز اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد دارند. نتایج نشان داد که بیشترین تعداد غلاف در بوته، طول غلاف و وزن خشک غلاف مربوط به تیمار ۳۰ تن در هکتار کمپوست قارچ و مصرف عصاره جلبک دریایی همراه با آب آبیاری و محلول‌پاشی به‌ترتیب با ۱۷/۲، ۲۰/۱ سانتی‌متر و ۲/۷۲ گرم و کم‌ترین آن در تیمار شاهد کمپوست قارچ و کاربرد جلبک همراه با آب آبیاری به‌ترتیب با ۱۳/۰، ۱۵/۳ سانتی‌متر و ۱/۱۰ گرم بود (جدول ۲). احتمالاً این افزایش به‌دلیل وجود موادی مانند اکسین، جیبرلین، سیتوکینین، اسید سالیسیلیک، اسید آبسیزیک (۲۴) و عناصر غذایی بسیاری از قبیل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، منیزیم، آهن، روی و منگنز در عصاره جلبک دریایی (۵۴) است. منیزیم با افزایش فتوسنتز گیاه، وزن غلاف را افزایش می‌دهد. بسیم‌فر و همکاران (۱۳) گزارش کردند که با مصرف دو بار محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی در مراحل قبل از گلدهی و پر شدن دانه با غلظت دو در هزار و استفاده از ورمی‌کمپوست به مقدار ۱۰ تن در هکتار، تعداد غلاف در بوته ماش (*Vigna radiata*) به ۶۴/۳ عدد رسید که نسبت به تیمار شاهد در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. زوداپ و همکاران (۵۵) نیز با مصرف ۱۰ درصد جلبک دریایی در مرحله گلدهی در نوعی ماش (*Phaseolus radiata*)، وزن غلاف آن را تا ۲۴/۱ گرم افزایش دادند که نسبت به شاهد در سطح احتمال

۵ درصد معنی‌دار بود. همچنین ویجای‌آنلند و همکاران (۵۱) اظهار داشتند که با کاربرد ۱/۵ درصد جلبک دریایی، طول غلاف تا ۸/۷۵ سانتی‌متر در گیاه گوار (*Cyamopsis tetragonoloba*) افزایش یافت.

شاخص سطح برگ

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر برهم‌کنش تیمارها بر شاخص سطح برگ نشان داد که با افزایش مقدار مصرف کمپوست قارچ، شاخص سطح برگ افزایش داشته به‌طوری‌که بیشترین آن با ۷/۱۹ مربوط به مصرف ۳۰ تن در هکتار کمپوست قارچ و کاربرد عصاره جلبک همراه با آب آبیاری و محلول‌پاشی است. کمترین مقدار این صفت نیز با ۳/۷۵ با روش مصرف جلبک دریایی همراه با آب آبیاری و بدون مصرف کمپوست قارچ به‌دست آمد (جدول ۲).

در تحقیقی نشان داده شد که کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود کمپوست، شاخص سطح برگ و تولید محصول کاهو (*Lactuca sativa*) را نسبت به شاهد در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نمود (۱۸). به‌نظر می‌رسد کاربرد کودهای کمپوست با تأمین عناصر غذایی موردنیاز گیاه، اصلاح حاصلخیزی خاک و توسعه سیستم ریشه‌ای، باعث افزایش شاخص سطح برگ می‌شود. فسفر موجود در کمپوست، با تقسیم سلولی در مریستم برگ و جیبرلین موجود در جلبک دریایی از طریق طویل کردن سلول‌های پهنک باعث افزایش سطح برگ می‌شوند. ران-هوا و همکاران (۴۵) با بررسی استفاده از پسماند کمپوست قارچ به‌عنوان محیط رشد در کشت های گلخانه ای دریافتند که شاخص سطح برگ و عملکرد خیار (*Cucumis sativus*) و گوجه (*Solanum lycopersicum*) افزایش یافت. محققان دیگر بیان نمودند که کاربرد کودهای آلی ضمن آزاد کردن تدریجی مواد غذایی، شاخص سطح برگ و سرعت رشد گیاه شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum*) را افزایش داد (۱۰).

همچنین محققان اعلام کردند کاربرد یک درصد عصاره جلبک دریایی با دارا بودن اکسین، جیبرلین، سایتوکنین و عناصر غذایی مختلف مانند منیزیم، منگنز، مس، کبالت، روی و آهن سطح برگ گیاه گوار (*Cyamopsis tetragonoloba*) را افزایش داد (۴۸). اسماعیل‌پور و همکاران (۲۰) نیز با مطالعه اثر غلظت‌های ۰/۵، ۱ و ۲ گرم در لیتر عصاره جلبک دریایی بر روی ریحان (*Ocimum basilicum*) گزارش دادند غلظت ۲ گرم در لیتر عصاره جلبک دریایی موجب افزایش شاخص سطح برگ شد.

شاخص سبزینگی

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر برهم‌کنش تیمارها بر شاخص سبزینگی نشان داد که با افزایش مقدار مصرف کمپوست قارچ، این شاخص افزایش داشته به‌طوری‌که بیشترین آن با ۴۴/۴ مربوط به مصرف ۳۰ تن در هکتار کمپوست قارچ و کاربرد عصاره جلبک همراه با آب آبیاری و محلول‌پاشی است. کمترین مقدار این صفت نیز با روش مصرف جلبک دریایی همراه با آب آبیاری و بدون مصرف کمپوست قارچ به‌دست آمد (جدول ۲). منیزیم و آهن موجود در کمپوست قارچ و جلبک دریایی، اجزای ساختاری کلروفیل بوده ضمن اینکه سیتوکینین موجود در جلبک از تخریب کلروفیل توسط آنزیم کلروفیلاز جلوگیری می‌کند. گزارش شده است که با اضافه شدن کمپوست مصرف شده قارچ، میزان نیتروژن آلی در خاک افزایش یافت (۴۹) اما در ادامه با افزایش سرعت تنفس در خاک و انجام عمل نیتریفیکاسیون، به فرم معدنی در آمده و جذب گیاه می‌شود (۳۸)، این نیتروژن جذب شده، تأثیر مستقیمی بر شاخص سبزینگی و افزایش فتوسنتز گیاهان دارد. همچنین بیان شد که عصاره جلبک دریایی با داشتن مواد مغذی موجب افزایش سطح برگ (۴۸) و محتوای کلروفیل می‌شود (۴۲).

فسفر برگ و دانه

طبق نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۳)، مقدار فسفر در برگ و دانه باقلا در سطوح مختلف پسماند کمپوست قارچ خوراکی و

جدول ۳. تجزیه واریانس برخی صفات عملکردی و محتوای عناصر غذایی باقلا تحت تأثیر پسماند کمپوست قارچ خوراکی و عصاره جلبک دریایی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		فسفر برگ	فسفر دانه	آهن دانه	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	پروتئین دانه
تکرار	۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۸۳/٤	۲۷٤۳	۲۳/٤	۱۰۷۵	۲/۱۳	۰/۰۵
پسماند کمپوست قارچ	۳	۰/۰۱۰**	۰/۰۰۵**	۱۷٦۱**	٦۵۲۷٦**	۲۷۰٤**	٤۵۱۰**	۱۱/٤**	۰/۹۳**
عصاره جلبک دریایی	۲	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۲**	۳٦٦*	۷۸۳۳**	۸٤۱**	۵۸۵**	۵/۲۲**	۰/٦۳**
کمپوست×جلبک	٦	۰/۰۰۲**	۰/۰۰۲**	۳٤۰**	۱۱۸۲*	۹٤/٦**	۳۲/۳ns	۰/۷۱*	۰/٤۸**
خطا	۲۲	۰/۰۰۰٤	۰/۰۰۰۲	۷۹	٤٦۲	۲٤/٦	۹۵/٤	۰/۲۰	۰/۱۱
ضریب تغییرات (٪)		٤۱/۳۰	۵۱/۹	۱۲/٤	۱۰/۸	۱٤/۱	۷/۰	۸/۱۰	۲۲/۱

ns، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

عصاره جلبک دریایی و همچنین برهم‌کنش آن‌ها اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود دارد. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار فسفر در برگ و دانه باقلا مربوط به تیمار ۳۰ تن در هکتار کمپوست قارچ و مصرف عصاره جلبک دریایی همراه با آب آبیاری و محلول‌پاشی به‌ترتیب با ۰/۵٦ و ۰/۳۳ درصد و کمترین آن در تیمار شاهد کمپوست قارچ و کاربرد جلبک به‌صورت محلولپاشی به‌ترتیب با ۰/٤۰ و ۰/۲۲ درصد بود (جدول ٤). بسیم‌فر و همکاران (۱۳) در تحقیقی دریافتند که با مصرف توأم ورمی‌کمپوست و عصاره جلبک دریایی، درصد فسفر دانه ماش (*Vigna radiata*) تا ۰/۵٤ درصد افزایش یافت. با توجه به اینکه کمپوست قارچ خوراکی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مانند میزان کربن آلی و میزان آب در خاک را افزایش داده (۷) و از نظر عناصر غذایی مورد نیاز گیاه غنی است، باعث شده تا جذب عناصر غذایی از جمله فسفر افزایش یافته و عملکرد محصول افزایش یابد (۱۷).

کودهای کمپوست با دارا بودن میکروارگانیسم‌های مختلف از جمله میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفر، باعث شده تا این عنصر به شکل قابل جذب درآمده و مقدار آن در گیاه افزایش یابد (۵۰). از طرفی با کاربرد کودهای آلی، تولید اسیدهای آلی توسط باکتری‌های حل‌کننده فسفات افزایش یافته و درنتیجه بر اثر جایگزینی یون هیدروژن با یون‌های کلسیم، فسفر به شکل قابل جذب در محیط خاک آزاد می‌شود (۲۸). همچنین کاربرد عصاره جلبک دریایی، جذب فسفر را در سویا (*Glycine max*) بهبود بخشید (٤٤).

آهن دانه

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر برهم‌کنش تیمارها نشان داد که با افزایش مقدار مصرف کمپوست قارچ، مقدار آهن در دانه باقلا افزایش داشت به‌طوری‌که بیشترین مقدار آن با ۹۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم مربوط به مصرف ۳۰ تن در هکتار کمپوست قارچ و کاربرد عصاره جلبک همراه با آب آبیاری و محلول‌پاشی است. این مقدار آهن تجمع یافته در دانه نسبت به کمترین مقدار آن که با روش مصرف جلبک دریایی به شکل محلول‌پاشی و بدون مصرف کمپوست قارچ و به مقدار ٤۰/۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم به‌دست آمد، ۲/۲ برابر بیشتر است (جدول ٤).

کودهای آلی به‌دلیل ظرفیت نگهداری آب بالا، دارا بودن موادی شبیه به هورمون‌ها و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی و دارا بودن مقادیر بالای عناصر غذایی باعث افزایش جذب عناصر مختلف از جمله آهن می‌شوند (۱٤). همچنین

جدول ٤. مقایسه میانگین اثر متقابل پسماند کمپوست قارچ خوراکی و عصاره جلبک دریایی بر وزن هزار دانه، شاخص برداشت و محتوای برخی عناصر غذایی باقلا

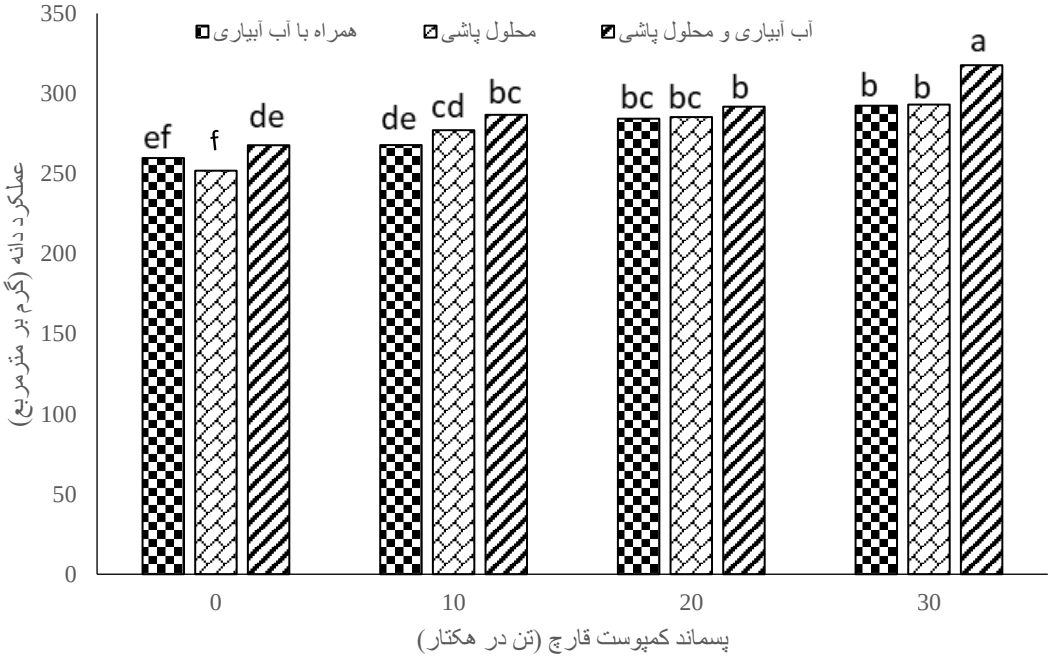
پسماند کمپوست قارچ (تن در هکتار)	عصاره جلبک دریایی	فسفر برگ (درصد)	فسفر دانه (درصد)	آهن دانه (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	وزن هزار دانه (گرم)	شاخص برداشت (درصد)
۰	همراه با آب آبیاری	۰/٤٨ bc	۰/۲۷ b	٦۲/۹ bc	۱۳۰۳ f	۲۷/۷ e
	محلول‌پاشی	۰/٤۰ d	۰/۲۲ c	٤۰/۸ d	۱۳٤۱ e	۲٦/۸ f
	همراه با آب آبیاری به‌علاوه محلول‌پاشی	۰/٤۸ bc	۰/۲۷ b	٦۳/۲ bc	۱۳٦۰ de	۲۸/۲ de
۱۰	همراه با آب آبیاری	۰/٤٥ cd	۰/۲۲ c	٤٦/۷ cd	۱۳۹٥ d	۲۸/۲ de
	محلول‌پاشی	۰/٤۹ bc	۰/۲۸ b	۷٤/۸ ab	۱٤٥٤ c	۲۸/۹ cd
	همراه با آب آبیاری به‌علاوه محلول‌پاشی	۰/٤۸ bc	۰/۲۸ b	۷٥/۱ ab	۱٤٥٥ c	۲۹/٦ bc
۲۰	همراه با آب آبیاری	۰/٤۹ bc	۰/۲۸ b	۷۸/۷ ab	۱٥۰۰ b	۲۹/۲ bc
	محلول‌پاشی	۰/٤۹ bc	۰/۲۹ b	۸۱/۱ ab	۱٤۹٤ b	۲۹/۲ bc
	همراه با آب آبیاری به‌علاوه محلول‌پاشی	۰/٥۰ bc	۰/۲۹ b	۸٤/۳ ab	۱٥٥۰ a	۲۹/۸ b
۳۰	همراه با آب آبیاری	۰/٥۱ ab	۰/۲۹ b	۸٤/٤ ab	۱٤۹٥ b	۲۹/٦ bc
	محلول‌پاشی	۰/٥۳ ab	۰/۲۹ b	۸۱/۸ ab	۱٥۰۷ b	۲۹/٦ bc
	همراه با آب آبیاری به‌علاوه محلول‌پاشی	۰/٥٦ a	۰/۳۳ a	۹۱/۰ a	۱٥۷۱ a	۳۱/٦ a

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

گزارش شده است که عصاره جلبک دریایی به‌دلیل داشتن عناصر مغذی فراوان، جذب عناصر مختلف مانند آهن را تسهیل می‌کند (٥٤). محققان مختلف گزارش نمودند که افزایش جذب فسفر در گیاه، از جذب آهن جلوگیری کرده و آن را کاهش می‌دهد (۲۷). بعضی دیگر از پژوهشگران رابطه معنی‌داری بین این دو عنصر در گیاه نیافتند (٥۳). با این وجود در یک پژوهش نشان داده شد که با افزایش مصرف کود فسفر در گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum*)، اگرچه غلظت آهن در بافت گیاه افزایش نیافت، اما به‌دلیل افزایش رشد و زیست‌توده، جذب کل آهن توسط گیاه به‌طور معنی‌داری بیشتر شد (۳۱). به‌نظر می‌رسد ریشه گیاهان با ترشح اسیدهای آلی، می‌توانند همزمان فسفر و آهن را از خاک فعال کرده و جذب هر دو را افزایش دهند (٤۰). در تحقیق حاضر نیز غلظت این دو عنصر در دانه باقلا روند افزایشی داشت.

وزن هزار دانه

اثر متقابل تیمارها نشان داد که بیشترین میزان وزن هزاردانه با ۱٥۷۱ گرم در شرایط مصرف ۳۰ تن در هکتار پسماند کمپوست



شکل ۱. مقایسه میانگین اثر متقابل پسماند کمپوست قارچ خوراکی و عصاره جلبک دریایی بر عملکرد دانه باقلا

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

قارچ به همراه کاربرد توأم عصاره جلبک دریایی همراه با آب آبیاری و محلول‌پاشی به‌دست آمد که با ۲۰ تن در هکتار پسماند کمپوست قارچ و مصرف توأم عصاره جلبک دریایی همراه با آب آبیاری و محلول‌پاشی تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین مقدار این صفت نیز با ۱۳۰۳ گرم در شرایط شاهد پسماند قارچ خوراکی و کاربرد عصاره جلبک دریایی همراه با آب آبیاری حاصل شد (جدول ٤). مصرف ماده آلی از جمله کمپوست باعث افزایش ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مانند کربن آلی، وزن مخصوص ظاهری، رطوبت خاک، مقدار نیترات، آهن و روی (٤٦) و درنتیجه افزایش صفات عملکردی از جمله وزن هزار دلنه می‌شود. محققان گزارش کردند هورمون‌هایی که در عصاره جلبک دریایی موجود هستند، مانند سیتوکینین، در تشکیل اندام‌های هوایی و اکسین که در رشد ریشه دخالت دارند، نقش مهمی در افزایش تقسیم سلولی و رشد آن داشته که نتیجه آن افزایش وزن دانه است (۲۱).

عملکرد دانه

اثر متقابل تیمارها نشان داد که بیشترین عملکرد دانه ۳۱۸ گرم در مترمربع در شرایط کاربرد ۳۰ تن در هکتار پسماند کمپوست قارچ به‌همراه کاربرد عصاره جلبک دریایی که همراه با آب آبیاری و محلول‌پاشی مصرف شد، به‌دست آمد. کمترین مقدار نیز با ۲۵۲ گرم در مترمربع در شرایط عدم مصرف کمپوست قارچ و محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی بود که با مصرف آن همراه با آب آبیاری اختلاف معنی‌دار نداشت (شکل ۱). بنظر می‌رسد در این آزمایش با توجه به تعداد غلاف‌های باقلا در هنگام برداشت و وزن هزار دلنه آن در تیمار ۳۰ تن در هکتار کمپوست قارچ (جداول ۲ و ٤)، می‌توان اختلاف موجود در عملکرد دانه را به این فاکتورها نسبت داد. همچنین جلبک دریایی با افزایش شاخص کلروفیل و شاخص سطح برگ (جدول ۲)، جذب نور و فتوسنتز را افزایش داده که نتیجه آن حداکثر شدن عملکرد دانه است. رحیمی و هاشمی (٤۳) در یک پژوهش گزارش نمودند که کاربرد ۳۰ تن در هکتار کود آلی

ورمی‌کمپوست بیشترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک را در ماش تولید نمود. محققان با مصرف پسماند کمپوست قارچ در گیاه جو (*Hordeum vulgare*) موفق به افزایش مقدار ماده آلی و عناصر غذایی در خاک و درنتیجه افزایش ۵۹ درصدی عملکرد گیاه نسبت به شاهد شدند (۱۶). راتور و همکاران (۴۴) با مصرف ۱۵ درصد عصاره جلبک دریایی گزارش کردند که پس از جذب عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و گوگرد، عملکرد دانه سویا (*Glycine max*) به میزان ۵۷ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت. این گزارش توسط زوداپ و همکاران (۵۴) در گندم تأیید شده است. همچنین بسیم‌فر و همکاران (۱۳) دریافتند که پس از مصرف دو بار محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی در طول فصل رشد ماش با غلظت دو در هزار و استفاده از ورمی‌کمپوست به مقدار ۱۰ تن در هکتار، عملکرد بذر به ۱۷۲۰ کیلوگرم در هکتار رسید که نسبت به سایر تیمارها معنی‌دار بود.

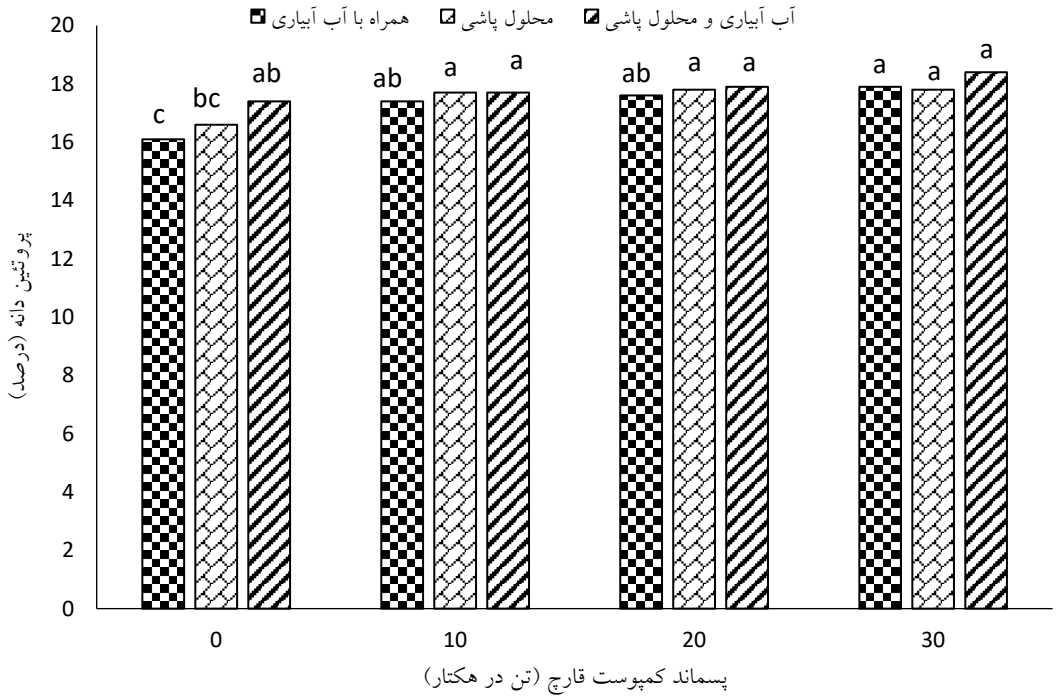
عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت

نتایج نشان داد که فقط اثر ساده تیمارها بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بود (جدول ۳). با مصرف ۳۰ تن در هکتار پسماند کمپوست قارچ، عملکرد بیولوژیک ۹۹۴ گرم بر مترمربع به‌دست آمد که نسبت به سایر تیمارها معنی‌دار بود. همچنین کاربرد عصاره جلبک دریایی همراه با آب آبیاری و محلول‌پاشی بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیک را به مقدار ۹۷۶ گرم بر مترمربع تولید نمود. در گزارشی نشان داده شد که با مصرف ۳۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست عملکرد دانه و بیولوژیک ماش (*Vigna radiata*) افزایش داشت (۴۳). همچنین کاربرد سه لیتر در هکتار عصاره جلبک دریایی، عملکرد زیست توده کلزا (*Brassica napus*) را تا ۲۳ تن در هکتار افزایش داد (۸). به‌نظر می‌رسد افزودن کودهای بیولوژیک به خاک با بهبود شرایط فیزیکی و حیاتی آن، ضمن اینکه محیط مناسبی برای رشد ریشه ایجاد می‌کنند، سبب افزایش رشد اندام هوایی و عملکرد بیولوژیک گیاه می‌شود.

بیشترین شاخص برداشت نیز در تیمار ۳۰ تن کمپوست قارچ و مصرف توأم همراه با آب آبیاری و محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی به مقدار ۳۱/۶ درصد به‌دست آمد که نسبت به شاهد کمپوست قارچ و محلول‌پاشی جلبک دریایی ۱۷/۹ درصد بیشتر بود (جدول ۴). غفاری‌زاده و همکاران (۲۵) با مصرف عصاره جلبک دریایی در گندم دریافتند که تا غلظت ۱۰ درصد، عملکرد دانه، زیست توده و شاخص برداشت افزایش و در غلظت‌های بالاتر کاهش داشت. آن‌ها علت کاهش را کند شدن جذب عناصر غذایی و درنتیجه کاهش تولید عنوان کردند.

پروتئین دانه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) اثر متقابل پسماند کمپوست قارچ خوراکی و عصاره جلبک دریایی در سطح احتمال یک درصد بر میزان پروتئین دانه معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد بیشترین میزان پروتئین دانه (۱۸/۴ درصد) با کاربرد ۳۰ تن در هکتار پسماند کمپوست قارچ به همراه کاربرد عصاره جلبک دریایی همراه با آب آبیاری و محلول‌پاشی و کمترین آن (۱۶/۱ درصد) در شرایط مصرف جلبک دریایی همراه با آب آبیاری و بدون مصرف کمپوست قارچ به‌دست آمد (شکل ۲). با توجه به وجود عناصر غذایی از جمله نیتروژن در عصاره جلبک دریایی (۵۴) و در کمپوست (۴۶) پروتئین در گیاه افزایش یافت. ویجای‌آناند و همکاران (۵۱) نشان دادند که با کاربرد عصاره جلبک قهوه‌ای به صورت محلول‌پاشی، میزان پروتئین های سیتوپلاسمی و عملکرد گیاه گوار (*Cyamopsis tetragonoloba*) افزایش یافت. گزارش شده است که عصاره جلبک دریایی با افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های تثبیت کننده نیتروژن میزان پروتئین در یونجه (*Medicago sativa*) را افزایش داد (۲۳). محققان بیان کردند که با افزایش ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست، میزان پروتئین موجود در دانه سویا (*Glycine max*) افزایش یافت؛ اما نسبت به شاهد معنی‌دار نبود (۳۲).



شکل ۲. مقایسه میانگین اثر متقابل پسماند کمپوست قارچ خوراکی و عصاره جلبک دریایی بر پروتئین دانه باقلا

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که مقادیر مختلف کمپوست قارچ خوراکی و نحوه مصرف عصاره جلبک دریایی به‌طور جداگانه بر تمام صفات اندازه‌گیری شده در این پژوهش اثر معنی‌داری داشتند. با توجه به اثر مثبت کاربرد کودهای آلی مانند کمپوست قارچ خوراکی در بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمایی و میکروبی خاک از جمله تشکیل خاکدانه، کاهش وزن مخصوص خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، حضور اسیدهای آلی، هورمون‌ها و دارا بودن مواد غذایی فراوان و همچنین تنظیم کننده‌های رشد گیاهی مانند جیبرلین، اسید آبسیزیک، سیتوکینین و اسید سالیسیلیک در عصاره جلبک‌های دریایی، سطح برگ، شاخص سبزینگی و تولید مواد فتوسنتزی و به دنبال آن وزن هزار دلنه، عملکرد دلنه و پروتئین دلنه افزایش یافت. به‌طوری‌که این صفت‌ها به‌ترتیب ۲۰/۵، ۲۶/۲ و ۱۴/۳ درصد نسبت به شاهد زیاد شدند. بر اساس نتایج به‌دست آمده در این تحقیق مصرف ۳۰ تن در هکتار پسماند کمپوست قارچ و کاربرد توأم همراه با آب آبیاری و محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی در افزایش عملکرد باقلا تأثیر قابل‌توجهی داشت.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله تشکر خود را از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به خاطر فراهم آوردن شرایط این تحقیق ابراز می‌دارند.

منابع

1. Albuquerque, C. R., V. A. Maihara, C. B. De Lima and P. S. Cardoso Silva. 2019. Seaweeds as source of the essential elements. *Brazilian Journal of Radiation Sciences* 7 (2A): 1-9.

2. Alipour, A., M. M. Rahimi, M. Hosseini and A. Bahrani. 2021. Mycorrhizal fungi and growth-promoting bacteria improves fennel essential oil yield under water stress. *Industrial Crops and Products* 170(5): 113792.
3. Allahdadi, I., A. Memari, G. A. Akbari, O. Lotfifar and A. Shams. 2013. The effect of application of different amounts of urban solid compost on growth and yield of mung bean. *Journal of Plant Production* 20(2): 145-160. (In Farsi).
4. Amanuel, G., R. F. Kuhne, D. G. Tanner and P. L. G. Vlek. 2000. Biological nitrogen fixation in faba bean (*Vicia faba* L.) in the Ethiopian highlands as affected by P fertilization and inoculation. *Biology and Fertility of Soils* 32: 353-359.
5. Amanullah, A., A. A. Kurd, S. K. Saifullah Khan, M. A. Munir Ahmed and J. K. Jahangir Khan. 2012. Biofertilizer-a possible substitute of fertilizers in production of wheat variety zardana in Balochistan. *Pakistan Journal of Agricultural Research* 25(1): 44-49.
6. Annabi, M., S. Houot, C. Francou, M. Poitrenaud and Y. Le Bissonnais. 2007. Soil aggregate stability improvement with urban composts of different maturities. *Soil Science Society of America Journal* 71(2): 413-423.
7. Arthur, E., W. Cornelis and F. Razzaghi. 2012. Compost Amendment to sandy soil affects soil properties and greenhouse tomato productivity. *Compost Science and Utilization* 20(4): 215-221.
8. Azarmehr, A. R., M. Baghi and M. Ziaeinasab. 2018. Effect of Seaweed extract (Basfoliar Kelp sl) and Sulphate (K-leaf) on yield and some yield components of winter rapeseed (*Brassica Napus* L.) var. Natalie. *Agronomic Research in Semi Desert Region* 14(3): 155-165. (In Farsi).
9. Babiker, E. E., E. A. E. EL-sheikh, A. J. Osman and A. H. El -Tinay. 1995. Effect of nitrogen fixation, nitrogen fertilization and viral infection on yield, tannin and protein contents and *in vitro* protein digestibility of faba bean. *Plant Foods for Human Nutrition* 47(3): 257-263.
10. Baghbani- Arani, A., S. A. M. Modarres-Sanavy, M. Mashhadi Akbar Boojar and A. Mokhtassi Bidgoli. 2017. Towards improving the agronomic performance, chlorophyll fluorescence parameters and pigments in fenugreekusing zeolite and vermicompost under deficit water stress. *Industrial Crop & Products*, 109: 346-357.
11. Bagheri, V. and B. Torabi. 2015.A simple model for simulation of growth. development and yield of faba bean in Golestan province. *Journal of Crop Production* 8(2): 133-152. (In Farsi).
12. Basar, N. U., M. A. Shahid, A. S. B. Primo and D. M. Kadyampakeni. 2025. Synergies between biostimulants and plant nutrients: A review of ecofriendly nutrient management in crop production. *Discover Agriculture* 3: 150.
13. Basimfar, R., M. Nasri and K. Zargari. 2015. Effect of seaweed extract and vermicompost on yield and yield components and phosphor and chlorophyll of mung bean in Varamin region. *Agronomic Research in Semi Desert Regions* 12(2): 81-92. (In Farsi).
14. Beyk Khurmizi, A., A. Ganjeali, P. Abrishamchi and M. Parsa. 2012. Effect of vermicompost on photosynthesis and transpiration rate and water use efficiency of bean under salinity stress. *Journal of Agroecology* 4(3): 223-234. (In Farsi).
15. Chapman, H. D. and P. F. Pratt. 1961. Methods of Analysis for Soils, Plants and waters. University of California. Los Angeles.
16. Courtney, R. G. and G. J. Mullen. 2008. Soil quality and barley growth as influenced by the land application of two compost types. *Bioresource Technology* 99(8): 2913-2918.
17. Dehghani Tafti, M., B. Esmaeilpour, S. Chamani and B. Fathi Achacheloei. 2017. Effect of different rates of spent mushroom compost and rootstock type on growth and yield of greenhouse tomato cv. Synda. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture* 8(2): 119-132. (In Farsi).
18. Eifediyi, E. K. 2023. Impact of urban compost manure on the soil physical properties, growth, yield and quality of lettuce. *Iran Agricultural Research* 41(1): 165-176.
19. Esmaelian, Y. and M. B. Amiri. 2022. Effect of spent mushroom (*Agaricus bisporus* Imbach.) compost on growth, yield, and water use efficiency of mung bean (*Vigna radiata* L.) in conditions of cut irrigation in the pod formation stage. *Journal of Agroecology* 14(2): 235-249. (In Farsi).
20. Esmaielpour, B., H. Fatemi and M. Moradi. 2020. Effects of seaweed extract on physiological and biochemical characteristics of basil (*Ocimum basilicum* L.) under water-deficit stress conditions. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture* 11(1): 59-69. (In Farsi).
21. Fan, M., Z. Liu, L. Zhou and T. Lin. 2011. Effects of plant growth regulators and saccharide on in vitro plant and tuberous root regeneration of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *Journal of Plant Growth Regulation* 30(1):11-19.
22. FAOSTS. 2012. World Agriculture Data. Available online at: http://www.fao.org/ag/agl/agll/spush/
23. Farnia, A. and O. Ehyaei. 2016. Study on quantity and quality changes of alfalfa (*Medicago sativa* cv. Hamedani) under application of different rates of seaweed and humic acid. *New Finding in Agriculture* 40(10): 291-307. (In Farsi).
24. Garcia, I. B., A. K. Ledezma, E. M. Montano, J. A. Leyva, E. Carrera and I. O. Ruiz. 2020. Identification and quantification of plant growth regulators and antioxidant compounds in aqueous extracts of *Padina durvillaei* and *Ulva Lactuca*. *Agronomy* 10(6): 866.

25. Ghafarizadeh, A., S. M. Seyyednejad and A. A. Gilani. 2015. Investigation the effect of different levels of urea fertilizer and brown seaweed extract on the physiological traits and grain yield of wheat. *Crop Physiology Journal* 7(27): 69-83. (In Farsi).
26. Gireesh, R., C. Haridevi and J. Salikutty. 2011. Effect of *Ulva lactuca* extract on growth and proximate composition of *Vigna unguiculata* L. Walp. *Journal of Research in Biology* 1(8): 624-630.
27. Hajeb, S., N. Boroumand and S. Sanjari. 2016. Effect of application of phosphorus fertilizer in calcareous soils containing different amounts of native phosphorus on yield and micronutrients uptake of cucumber. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture* 7(4): 1-11. (In Farsi).
28. Hanc, A., P. Tlustos, J. Szakova and J. Balík. 2008. The influence of organic fertilizers application on phosphorus and potassium bioavailability. *Plant, Soil and Environment* 54(6):247-254.
29. Hanlon, E. A. 1998. Elemental Determination by Atomic Absorption Spectrophotometry. pp.157-164, In: Y. P. Kalra (ed.), Handbook of Reference Methods for Plant Analysis. Taylor and Francis Group, New York.
30. Hosseinpour, R. and M. Ghajar Sepanlou. 2012. Evaluating the effects of integrate municipal waste compost and chemical fertilizers on micronutrient availability in soil and lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Journal of Water and Soil Conservation* 19(3): 123-140. (In Farsi).
31. Ismail, A. S., A. A. Orabi and H. R. Mashadi. 1986. Interaction of iron with both phosphorus and zinc in the nutrition of tomato seedlings grown on an alluvial and a calcareous soil. *Journal of Plant Nutrition* 9(3-7): 289-295.
32. Jahangiri Nia, E., S. A. Siyadat, A. Koochekzadeh, M. R. Moradi Telavat and M. Sayyah far. 2016. Effect of the usage of vermicompost and mycorrhizal fertilizer on quantity and quality yield of soybean in water deficit stress condition. *Journal of Crops Improvement* 18(2): 319-331. (In Farsi).
33. Karkanis, A., G. Ntatsi, L. Lepse, J. A. Fernández, I. M. Vagen, B. Rewald, I. Alsina, A. Kronberga, A. Balliu, M. Olle, G. Bodner, L. Dubova, E. Rosa and D. Savvas. 2018. Faba bean cultivation– revealing novel managing practices for more sustainable and competitive European cropping systems. *Frontiers in Plant Science* 9: 1115.
34. Khosravi, H., K. Mirzashahi, M. Ramezanpour, M. Kalhor and E. Mir-Rasouli. 2015. Effectiveness evaluation of some native Rhizobia on Faba bean yield in Iran. *Journal of Soil Biology* 3(1): 83-91. (In Farsi).
35. Kumar, G. and D. Sahoo. 2011. Effect of seaweed liquid extract on growth and yield of *Triticum aestivum* var. Pusa Gold. *Journal of Applied Phycology* 23(2): 251-255.
36. Kumar, M., T. Pakpu and D. K. Rathore. 2023. Effect of spent mushroom compost and farm yard manure on growth and yield parameters of lentil (*Lens culinaris* L.). *International Journal of Advanced Biochemistry Research* 7(2S): 124-127.
37. Marinari, S. G., B. Masciandaro, S. Ceccanti and S. Grego. 2000. Influence of organic and mineral fertilizers on soil biological and physical properties. *Bioresource Technology* 72 (1): 9-17.
38. Medina, E., C. Paredes, M. A. Bustamante, R. Moral and J. Moreno-Caselles. 2012. Relationships between soil physico-chemical, chemical and biological properties in a soil amended with spent mushroom substrate. *Geoderma* 173-174: 152-161.
39. Merrill, A. L. and B. K. Watt. 1973. Energy Value of Foods: Basis and Derivation. Agriculture handbook No. 74. Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture, Washington, DC.
40. Mitra, R., P. Yadav, K. Usha and B. Singh. 2022. Regulatory role of organic acids and phytochelators in influencing the rhizospheric availability of phosphorus and iron and their uptake by plants. *Plant Physiology Reports* 27(2): 193-206.
41. Nelson, D. W. and L. E. Sommers. 1980. Total nitrogen analysis for soil and plant tissues. *Journal Association of Official Analytical Chemists* 63: 770-778.
42. Paul, J. P. and S. D. K. Shridevi. 2014. Effect of seaweed liquid fertilizer of *Gracilaria dura* (AG.) J. AG. (Red seaweed) on *Pennisetum glaucum* (L.) R.Br. in Thoothukudi, Tamil nadu, India. *Indo American Journal of Pharmaceutical Research* 4(4): 2183-2187.
43. Rahimi, M. M. and A. Hashemi. 2016. Yield and yield components of vetch (*Vigna radiata*) as affected by the use of vermicompost and phosphate bio-fertilizer. *Journal of Crop Ecophysiology* 10(38): 529-540. (In Farsi).
44. Rathore, S., D. Chaudhary, G. Boricha, A. Ghosh, B. Bhat, S. Zodape and J. Patolia. 2009. Effect of seaweed extract on the growth, yield and nutrient uptake of soybean (*Glycine max*) under rainfed conditions. *South African Journal of Botany* 75(2): 351-355.
45. Run-Hua, Z., D. Zeng-Qiang and L. Zhi-Guo. 2012. Use of spent mushroom substrate as growing media for tomato and cucumber seedlings. *Pedosphere* 22(3): 333-342.
46. Seilsepour, M. 2020. Field evaluation of municipal waste and nitrogen fertilizer application on forage maize yield and some physical and chemical properties of soil. *Journal of Crops Improvement* 23(3): 471-484. (In Farsi).
47. Shi, S., L. Tian and F. Zhang. 2025. A comprehensive review of the effects of organic amendments on soil health and fertility: Mechanisms, greenhouse gas emissions, and implications for sustainable agriculture. *Agronomy* 15(12): 2705.

48. Sivasangari Ramya, S., S. Nagaraj and N. Vijayanand. 2010. Biofertilizing efficiency of brown and green algae on growth, biochemical and yield parameters of *Cyamopsis tetragonolaba* L. Taub. *Recent Research in Science and Technology* 2(5): 45-52.
49. Stewart, D. P. C., K. C. Cameron and I. S. Cornforth. 1998. Inorganic-N release from spent mushroom compost under laboratory and field conditions. *Soil Biology and Biochemistry* 30(13): 1689-1699.
50. Turan, M., A. Kocaman, S. Tufenkci, H. Katircioglu, A. Gunes, N. Kitir, G. Giray, B. Gurkan, N. Ersoy and E. Yildirim. 2023. Development of organic phosphorus vermicompost from raw phosphate rock using microorganisms and enzymes and its effect on tomato yield. *Scientia Horticulturae* 321: 112323.
51. Vijayanand, N., S. Sivasangari Ramya and S. Rathinavel. 2014. Potential of liquid extracts of *Sargassum wightii* on growth, biochemical and yield parameters of cluster bean plant. *Asian Pacific Journal of Reproduction* 3(2): 150-155.
52. Wang, Z. H., S. X. Li and S. Malhi. 2008. Effects of fertilization and other agronomic measures on nutritional quality of crops. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 88(1): 7-23.
53. Welch, R. M., W. A. House, S. Beebe, D. Senadhira, G. B. Gregorio and Z. Cheng. 2000. Testing iron and zinc bioavailability in genetically enriched beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and rice (*Oryza sativa* L.) in a rat model. *Food and Nutrition Bulletin* 21(4): 428-433.
54. Zodape, S. T., S. Mukherjee, M. P. Reddy and D. R. Chaudhary. 2009. Effect of *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex silva. extract on grain quality, yield and some yield components of wheat (*Triticum aestivum* L.). *International Journal of Plant Production* 3(2): 97-101.
55. Zodape, S. T., S. Mukhopadhyay, K. Eswaran, M. P. Reddy and J. Chikara. 2010. Enhanced yield and nutritional quality in green gram (*Phaseolus radiata* L.) treated with seaweed (*Kappaphycus alvarezii*) extract. *Journal of Scientific & Industrial Research* 69(6): 468-471.