University of Tehran Press

Iranian Journal of Horticultural Science

Online ISNN: 2008-482X

Homepage: http:// ijhs.ut.ac.ir/

Effect of Organic and Chemical Fertilizers and Foliar Application of Amino acid on Growth and Yield Indices of ' Akbari ' Pistachio (*Pistacia vera* L.)

Ghazaleh Ghaderi Chermahini[1], Mostafa Shirmardi[2]✉, Azam Jafari[3], Heidar Meftahizade[4]

1. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture & Natural Resources, Ardakan University, Ardakan, Iran. E-mail: golbarg_22@yahoo.com
2. Corresponding Author, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture & Natural Resources, Ardakan University, Ardakan, Iran. E-mail: shirmardi@ardakan.ac.ir
3. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture & Natural Resources, Ardakan University, Ardakan, Iran. E-mail: ajafari@ardakan.ac.ir
4. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture & Natural Resources, Ardakan University, Ardakan, Iran. E-mail: hmeftahizade@ardakan.ac.ir

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received: 23 June 2022

Received: 18 February 2023

Accepted: 13 March 2023

Published online: 21 March 2023

Keywords:

Amendment,

Agricultural Waste,

Biochar, Salinity,

Nutrition.

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the effect of organic amendments, phosphorus and amino acid as a factorial experiment in a randomized complete block design with three replications on Akbari cultivar of pistachio. Treatments include six levels of organic and chemical fertilizers (no application (F1), 20ton/ha cow manure (F2), 15ton/ha cow manure+5ton/ha poultry manure (F3), 10ton/ha cow manure+4ton/ha poultry manure+6ton/ha pistachio waste biochar (F4), 20ton/ha cow manure+300kg/ha of diammonium phosphate (F5), 20ton/ha cow manure+300kg/ha of triple superphosphate (F6)) and three levels of amino acid foliar application (0 (AA0), 60 (AA60) and 120ppm (AA120)). The results showed that the simultaneous application of F6 and AA120 led to a significant increase in chlorophyll, number of spikes, fresh and dry weight of pistachios, number of seeds per spike, concentration of phosphorus and potassium and decrease in Na/K compared to control and their separate application. F6 treatment led to a significant increase in branch length and diameter, leaf area, weight of hundred seeds, laughing percentage and relative water content (17.6, 41.9, 52.8, 21.7, 38.1 and 51.9%, respectively) significantly decreased number of pistachio in one ounce and percentage of emptiness (10.9% and 42.8%, respectively). Application of AA120 significantly increased leaf area compared to the control. Mixing cattle, poultry and biochar fertilizers of pistachio wastes (F4) along with AA60 and AA120 had a positive effect on number of cluster, fresh and dry weight of pistachios. Simultaneous application of cow manure, superphosphate triple and amino acid seems to have a positive effect on pistachio yield.

Cite this article: Ghaderi Chermahini, Gh., Shirmardi, M., Jafari, A., & Meftahizade, H. (2023). Effect of organic and chemical fertilizers and foliar application of amino acid on growth and yield indices of "Akbari" pistachio (Pistacia vera L.). *Iranian Journal of Horticultural Science*, 54 (2), 175-194. DOI: http//doi.org/10.22059/IJHS.2023.344206.2040

© The Author(s).

Publisher: University of Tehran Press.

DOI: http//doi.org/10.22059/IJHS.2023.344206.2040

Extended Abstract

Introduction

The low content of organic matter in the soils is one of the problems in arid and semi-arid regions, and can affect the soil physicochemical properties and plant yield. Application of organic amendments, such as animal manure and biochar improve the physical properties of the soil and increase its nutrients content. On the other hand, in calcareous soils, phosphorus is fixed and this makes it to a large extent unavailable to the plant. The application of fertilizers containing phosphorus has a positive effect on plant growth and yield. In addition, the use of amino acids leads to saving energy in environmental stress conditions, which ultimately increases plant resistance.

Materials and Methods

The aim of this study was to investigate the effect of organic amendments, different forms of phosphorus and application of amino acid as a factorial experiment in a randomized complete block design with three replications on Akbari cultivar of pistachio. Treatments included six levels of organic and chemical fertilizers as: no fertilizers application (F1), 20 t/ha cow manure (F2), 15 t/ha cow manure+5 t/ha poultry manure (F3), 10 t/ha cow manure+4 t/ha poultry manure+6 t/ha pistachio waste biochar (F4), 20 t/ha cow manure+300 kg/ha of diammonium phosphate (F5), 20 t/ha cow manure+300 kg/ha of triple superphosphate (F6) and three levels of amino acid foliar application as: 0 (AA0), 60 (AA60) and 120 ppm (AA120).

Results

The results obtained from analysis of variance showed that the interaction effect of amino acid and organic and chemical fertilizers was significant on the chlorophyll index ($p < 0.05$), as well as number of cluster, number of nuts in cluster, fresh and dry weight of pistachio nut, concentration of phosphorus, potassium and Na/K ratio ($p < 0.01$) indices. The effect of application of organic amendments and phosphorus fertilizer was significant on branch diameter and number of reproductive buds ($p < 0.05$), branch length, leaf area, weight of one hundred nuts, ounce, dehiscent nuts percentage, RWC and Na concentration ($p < 0.01$).The results showed that the simultaneous application of F6 and AA120 led to a significant increase in chlorophyll content, number of fruit clusters, fresh and dry weight of pistachio nuts, number of nuts per cluster, concentration of phosphorus and potassium, and decrease in Na/K, compared to control and their separate application. F6 treatment led to a significant increase in branch length and diameter, leaf area, weight of hundred nuts, percentage of dehiscent nuts and relative water content (17.6, 41.9, 52.8, 21.7, 38.1 and 51.9%, respectively). It also caused significant reduction in the number of nuts per ounce and the percentage of blank fruits (10.9% and 42.8%, respectively), compared to the control. Application of AA120 significantly increased the leaf area, compared to the control. A mixture of cattle and poultry manures, and biochar fertilizer of pistachio wastes (F4), along with AA60 and AA120 had a positive effect on number of fruit cluster, and fresh and dry weight of nuts. It seems that the simultaneous application of cow manure, superphosphate triple and amino acid has a positive effect on pistachio trees yield.

Conclusion

The results of the present research showed that the application of organic amendments and phosphorus fertilizer has a positive effect on the growth indices, the concentration of phosphorus and potassium elements, and the yield characteristics of pistachio. Also, the use of waste biochar in combination with cow and poultry manures had positive effects on chlorophyll content and grain yield indices, and it can be used in mixing with animal fertilizers. Regarding the stabilization of phosphorus in calcareous soils, the effectiveness of phosphorus fertilizers, especially triple superphosphate, on plant characteristics was evident. Foliar spraying of amino acid had a positive effect on growth indices, such as leaf surface and yield. The conspicuous point of this research was that the simultaneous application of organic amendments, phosphorus and foliar spraying of 120 ppm of amino acid had a better effect on the evaluated characteristics and can be used in pistachio orchards.

انتشارات دانشگاه تهران

نشریه علوم باغبانی ایران، دوره ۵۴، شماره ۲

شاپا الکترونیکی: ۲۴۲۳-۷۹۳۰

Homepage: http://ijhs.ut.ac.ir//

تاثیر کودهای آلی و شیمیایی و محلول‌پاشی اسید آمینه بر شاخص‌های رشدی و عملکردی پسته رقم 'اکبری' (Pistacia vera L. 'Akbari')

غزاله قادری چرمهینی[۱] | مصطفی شیرمردی[۲]✉ | اعظم جعفری[۳] | حیدر مفتاحی زاده[۴]

۱. گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران. رایانامه: golbarg_22@yahoo.com

۲. نویسنده مسئول، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران. رایانامه: shirmardi@ardakan.ac.ir

۳. گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران. رایانامه: ajafari@ardakan.ac.ir

۴. گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران. رایانامه: hmeftahizade@ardakan.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:

مقالهٔ پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۴/۰۲

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۱/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۲۲

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۱/۰۱

کلیدواژه‌ها:

اصلاح‌کننده، بیوچار، تغذیه، شوری، ضایعات کشاورز.

چکیده

پژوهش حاضر با هدف بررسی تاثیر اصلاح‌کننده‌های آلی، اشکال مختلف فسفر و محلول‌پاشی اسیدآمینه به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار بر شاخص‌های رشدی و عملکردی پسته رقم اکبری انجام شد. تیمارها شش سطح از کودهای آلی و شیمیایی شامل: عدم کاربرد کود (F1)، ۲۰ تن در هکتار کود گاوی (F2)، ۱۵ تن در هکتار کود گاوی + ۵ تن در هکتار کود مرغی (F3)، ۱۰ تن در هکتار کود گاوی + ۴ تن در هکتار کود مرغی + ۶ تن در هکتار بیوچار ضایعات پسته (F4)، ۲۰ تن در هکتار کود گاوی و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار دی‌آمونیوم‌فسفات (F5) و ۲۰ تن در هکتار کود گاوی و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات‌تریپل (F6) و سه سطح محلول‌پاشی اسید آمینه شامل: صفر (AA0)، ۶۰ (AA60) و ۱۲۰پی‌پی‌ام (AA120) بود. نتایج نشان داد که تیمار کاربرد همزمان F6 و AA120 منجر به افزایش معنی‌دار کلروفیل، تعداد خوشه، وزن تر و خشک پسته، تعداد دانه در خوشه، غلظت فسفر و پتاسیم برگ و نیز کاهش معنی‌دار Na/K نسبت به تیمار شاهد و کاربرد مجزای آن‌ها شد. تیمار F6 منجربه افزایش معنی‌دار طول و قطر شاخه، سطح برگ، وزن صد دانه، درصد خندانی و محتوای‌نسبی‌آب (به ترتیب ۱۷/۶، ۴۱/۹، ۵۲/۸، ۲۱/۷، ۳۸/۱ و ۵۱/۹ درصد) و کاهش معنی‌دار تعداد پسته در یک اونس و درصد پوکی نسبت به شاهد (به ترتیب ۱۰/۹ و ۴۲/۸ درصد) شد. کاربرد AA120 سطح برگ را به طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش داد. اختلاط کود گاوی، مرغی و بیوچار ضایعات پسته (F4) به همراه AA60 و AA120، تاثیر مثبتی بر شاخص‌های تعداد خوشه، وزن تر و خشک پسته داشت. به‌نظر می‌رسد کاربرد همزمان کود گاوی، سوپرفسفات‌تریپل و محلول‌پاشی ۱۲۰ پی‌پی‌ام اسید آمینه اثر مثبتی بر عملکرد پسته داشته باشد.

استناد: قادری چرمهینی، غزاله؛ شیرمردی، مصطفی؛ جعفری، اعظم؛ و مفتاحی‌زاده، اعظم (۱۴۰۲). تاثیر کودهای آلی و شیمیایی و محلول‌پاشی اسید آمینه بر شاخص‌های رشدی و عملکردی پسته رقم 'اکبری' (Pistacia vera L. 'Akbari'). *نشریه علوم باغبانی ایران*، ۵۴ (۲)، ۱۹۴-۱۷۵.
DOI: http//doi.org/10.22059/IJHS.2023.344206.2040

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

© نویسندگان.

DOI: http//doi.org/10.22059/IJHS.2023.344206.2040

مقدمه

پسته (*Pistacia vera* L.) یک محصول باغی، با اهمیت اقتصادی بالا در مناطق با آب و هوای خشک و نیمه خشک بوده و از نظر صادرات و ارزآوری به کشور جزء محصولات مهم کشاورزی محسوب می شود (Jamshidi Goharrizi *et al*., 2020). گل‌آذین نر در پسته به شکل خوشه بوده و هر خوشه توده‌ای متشکل از ۲۵۰–۵۰ گل دارد. گل‌آذین ماده، همانند گل‌آذین نر به شکل خوشه است، با این تفاوت که قرار گرفتن گل‌ها روی خوشه به شکل منفرد و با فاصله از یکدیگر می‌باشد (Rezanejad & Shekari, 2016). در ارتباط با عملکرد، کیفیت و تداوم باردهی منظم پسته مسائل زیادی وجود دارد. افزایش عملکرد پسته در واحد سطح در صورتی ممکن خواهد بود که عوامل موثر بر تولید در حد بهینه و مطلوب برای گیاه فراهم باشند. از این‌رو نوع و میزان کودهای آلی و شیمیایی و نیز زمان و روش مصرف آن‌ها تاثیر زیادی بر عملکرد این گیاه خواهد داشت (Taheri & Najafi, 2018). این محصول با شرایط محیطی نامطلوب، مانند شوری آب و خاک، و کم آبی سازگار است. بیش از ۵۰۰۰۰۰ هکتار باغ پسته در ایران وجود دارد که بالغ بر ۵۵۰ هزار تن محصول پسته از این باغات برداشت می‌شود (FAO, 2018). شوری از عمده ترین تنش‌های محیطی است که اثرات نامطلوبی بر روی عملکرد این محصول دارد. از مهمترین اثرات شوری بر گیاه می‌توان به تغییر روابط آبی، کاهش جذب مواد مغذی، عدم تعادل تغذیه‌ای، سمیت عناصری مانند سدیم و کلر، کاهش فتوسنتز و تعرق، و القای تنش های اسمزی و اکسیداتیو در بافت های گیاهی اشاره نمود (Khalilpour *et al*., 2021).

یکی از مشکلات خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک پائین بودن محتوای ماده آلی خاک می‌باشد که می‌تواند بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک و عملکرد گیاه موثر باشد (Pourahmadi *et al*., 2019). به دلیل مقادیر کم مواد آلی در خاک، از انواع کودهای حیوانی مانند کود گاوی، مرغی و همچنین ضایعات آلی برای بهبود خواص خاک می‌توان استفاده کرد. در مناطق پسته کاری کشور، پوست سبز پسته و ضایعات تولیدی حاصل از فرآوری در ترمینال‌ها انباشته شده و غالبا دور ریخته و یا سوزانده می‌شود. مقدار کل تولید ضایعات پسته در سال در ایران ۵۲۰۴۰۰ تن گزارش شده است (Taghizadeh-Alisaraei *et al*., 2017). به نظر می‌رسد با مدیریت صحیح این ضایعات، ضمن کاهش اثرات زیست محیطی بتوان از اثرات مفید این ترکیبات در خاک بهره برد (Hokmabadi, 2018). اخیرا بیوچار (زغال زیستی) بعنوان یک منبع کربنی و راهکاری برای کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن مورد توجه قرار گرفته است. بیوچار ماده‌ای جامد، سیاه رنگ و غنی از کربن است که در نتیجه سوزاندن مواد آلی در شرایط بدون اکسیژن و یا با اکسیژن محدود، در دمای ۳۰۰ تا ۱۰۰۰ درجه سلسیوس تولید می‌شود (Verheijen *et al*., 2009).

بخش عمده‌ای از خاک‌های ایران را خاک‌های آهکی تشکیل می‌دهند. در چنین خاک‌هایی، فسفر تثبیت شده و از دسترس گیاه خارج می‌شوند. فسفر از عناصر مهم غذایی است که در رشد و نمو گیاهان دخالت داشته و نقش مهمی در انتقال انرژی، تشکیل و انتقال مواد قندی و نشاسته، تقسیم سلولی و توسعه قسمت‌های زایشی گیاه دارد (Mosali *et al*., 2006). با توجه به تثبیت فسفر در خاک‌های آهکی، فراهمی این عنصر برای گیاه محدود می‌شود. با توجه به این‌که در تحقیقاتی که تاکنون گزارش شده کاربرد همزمان اسید آمینه، اصلاح‌کننده‌های آلی و کود فسفره کمتر مورد توجه قرار گرفته است، مطالعه حاضر با هدف بررسی تاثیر کاربرد انواع اصلاح‌کننده‌های آلی و کود فسفره و همچنین محلول‌پاشی اسید آمینه بر شاخص‌های رشدی و عملکرد پسته رقم اکبری در خاک شور انجام شد.

پیشینه پژوهش

کودهای آلی، به‌ویژه کودهای دامی به عنوان منبع غنی از عناصر غذایی مورد نیاز گیاه مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم مورد استفاده قرار می‌گیرند. این کودها به تدریج عناصر ذکر شده را در اختیار گیاهان قرار داده و ضمن بهبود خصوصیات فیزیکی خاک، سبب تعادل در بخش شیمیایی آن می‌شوند (Ahmadian *et al*., 2011). در تحقیقی، تاثیر منابع مختلف کود آلی بر

نخل روغنی مورد بررسی قرار گرفت و نشان داده شد که ارتفاع گیاه و محیط تنه با کاربرد کودهای آلی، به‌ویژه کود گاوی افزایش معنی‌داری می‌یابد (Uwumarongie *et al*., 2012). در مطالعه دیگری کاربرد شش تن در هکتار کود آلی، باعث افزایش رشد و توسعه ریشه، بهبود جذب آب و عناصر غذایی و نهایتا عملکرد به‌لیمو شد (Layeghhaghighi & Abbaszadeh, 2022).

استفاده از بیوچار به‌ویژه در سطوح متوسط کاربرد، می‌تواند سبب بهبود رشد و عملکرد گیاه شود. ترکیبات آلی، مانند بقایای محصولات کشاورزی، از قبیل شاخه، برگ، پوست استخوانی و چوب درختان را می‌توان به بیوچار تبدیل نمود (Lehmann & Joseph, 2015). در سال‌های اخیر کاربرد بیوچار ضایعات بخش کشاورزی مورد توجه قرار گرفته است، اما بررسی کاربرد بیوچار ضایعات برداشت پسته بر ویژگی‌های رشدی و عملکردی محصول پسته کمتر مورد توجه قرار گرفته است. در یک تحقیق مشخص گردید که بیشترین عملکرد و کارائی مصرف آب در بادنجان با کاربرد همزمان کود آلی و بیوچار بدست می آید (Ebrahimi *et al*., 2021). این بررسی نشان داد که تاثیر مثبت کود آلی و بیوچار بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک و بهبود فراهمی عناصر غذایی برای گیاه علت این امر بوده است. علاوه بر این، بهبود شاخص‌های رشدی و عملکردی به‌لیمو نیز با کاربرد همزمان کود آلی و بیوچار گزارش شده است (Layeghhaghighi & Abbaszadeh, 2022).

تحقیقات نشان داده است که کاربرد مقادیر مناسب از انواع کودهای فسفاته، مانند دی‌آمونیوم فسفات و سوپرفسفات تریپل اثرات مثبتی بر گیاه دارد (Aimen *et al*., 2022). افزایش معنی‌دار در وزن خشک اندام هوایی، سطح برگ، محتوای کلروفیل، تعداد گل و طول دوره گلدهی با کاربرد کود فسفر گزارش شده است (Bayat *et al*., 2019; Safari *et al*., 2022).

گیاهان برای سازگاری با شرایط شوری از یک سری مکانیسم‌ها، از جمله سنتز اسیدهای آمینه استفاده می‌کنند. در شرایط تنش ممکن است اثرگذاری اسیدهای آمینه در گیاه مختل شود که در این صورت کاربرد اسید آمینه به صورت محلول‌پاشی می‌تواند به گیاه کمک کند. صرفه جویی در مصرف انرژی، یکی از اثرات مهم اسیدهای آمینه بر گیاه در شرایط تنش بوده که نهایتا منجر به مقاومت گیاه در برابر تنش می‌شود (Cak Mak *et al*., 2010). از بین ۲۱ اسید آمینه پروتئین‌زا، آرژنین دارای بیشترین مقدار نیتروژن می‌باشد. همچنین، این اسید آمینه پیش ساز پلی آمین‌ها و اکسید نیتریک است. بنابراین، نقش مهمی در تنظیم فرآیندهای رشد و همچنین پاسخ به استرس های زیستی و غیر زنده ایفا می‌کند (Winter *et al*., 2015). استفاده از محرک های زیستی یکی از متداول‌ترین روش‌هایی است که امروزه برای کاهش اثرات منفی شوری روی محصولات کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Rouphael *et al*., 2017). این موضوع به دلیل بهبود فتوسنتز، حفظ تعادل تغذیه‌ای، کاهش گونه های فعال اکسیژن و بهبود شرایط تنظیم اسمزی در گیاه می‌باشد (Rouphael & Colla, 2018). در برخی مطالعات، اثرات مثبت کاربرد اسید آمینه بر رشد گیاه گزارش شده است (Naghdibadi *et al*., 2015). گزارشات حاکی از آن است که کاربرد اسید آمینه به صورت محلول‌پاشی خصوصیات عملکردی و کیفی پیاز و سیب زمینی را به طور معنی‌داری افزایش داده است (Rafie *et al*., 2017; Shaheen *et al*., 2019).

روش شناسی پژوهش

انتخاب درختان مناسب، طرح آماری و تیمارها

این پژوهش در سال ۱۳۹۹ در یک باغ تجاری، با درختان ۱۲ ساله رقم اکبری، واقع در شهرستان ابرکوه استان یزد (با مختصات ۵۲ درجه و ۵۸ دقیقه شرقی و ۳۰ درجه و ۴۶ دقیقه شمالی، ارتفاع ۱۴۶۵ متر از سطح دریا و متوسط بارندگی ۶۰ میلی متر در سال) انجام شد. فاصله درختان از یکدیگر ۶×۵ متر بود و آبیاری به صورت غرقابی و هر ۳۰ روز صورت می‌گرفت. آنالیز خصوصیات خاک باغ و آب مورد استفاده در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱. آنالیز خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مورد مطالعه

عمق خاک	EC	pH	TNV	OC	N	P	K	SAR	شن	سیلت	رس	بافت
	dS/m		%	%	%	mg/kg	mg/kg	$(meq/l)^{0.5}$	%	%	%	
۵۰–cm۰	۸/۹	۷/۶	۳۸/۹	۰/۲۴	۰/۰۲	۶/۹	۲۶۳	۱۰/۳	۴۴	۴۰	۱۶	لوم

TNV: Total Neutralizing Value OC: Organic carbon

ادامه جدول ۱. آنالیز ویژگی‌های آب آبیاری مورد استفاده

نمونه آب	EC	pH	CO_3^{2-}	HCO_3^-	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Cl^-	SO_4^{2-}	SAR	TH
	dS/m		meq/l							$(meq/l)^{0.5}$	mg/l
	۱۱/۹۶	۷/۷	۰	۲/۳	۹۱/۲	۱۵/۸	۱۳/۱	۱۰۳	۱۴	۲۴	۱۴۴۵

پژوهش حاضر به صورت آزمایش فاکتوریل، در قالب طرح بلوک کامل تصادفی و با ۳ تکرار انجام شد. تیمارها شش سطح کاربرد کودهای آلی و شیمیایی شامل: عدم کاربرد کود آلی و شیمیایی (F1)، کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود گاوی پوسیده (F2)، کاربرد ۱۵ تن در هکتار کود گاوی به همراه پنج تن در هکتار کود مرغی (F3)، کاربرد شش تن در هکتار بیوچار ضایعات پسته به همراه ۱۰ تن در هکتار کود گاوی و چهار تن در هکتار کود مرغی (F4)، کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود گاوی پوسیده و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود دی‌آمونیوم فسفات (معادل ۶۰ گرم فسفر خالص به ازای هر درخت) (F5) و کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود گاوی پوسیده و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل (معادل ۶۰ گرم فسفر خالص) (F6) و سه سطح محلول‌پاشی اسید آمینه L–آرژنین شامل: محلول‌پاشی با آب، به عنوان غلظت صفر، (AA0)، محلول‌پاشی با غلظت‌های ۶۰ (AA60) و ۱۲۰ پی‌پی‌ام (AA120) بود. آنالیز کود گاوی، مرغی و بیوچار ضایعات پسته در جدول ۲ آورده شده است. نیتروژن کل به روش کجلدال و کربن آلی کود دامی به روش Nelson & Sommers (1996) اندازه‌گیری شد.

جدول۲. آنالیز کودهای آلی مورد استفاده در این تحقیق

پارامتر	واحد	کود گاوی	کود مرغی	بیوچار ضایعات پسته
EC*	$dS.m^{-1}$	۴/۳	۵/۶	۴/۸۵
pH*	-	۷/۳	۷/۸	۱۰/۷
نیتروژن کل	%	۱/۳۵	۲/۸	۲/۴۳
فسفر کل	%	۰/۴۸	۱/۲	۰/۱۵
پتاسیم کل	%	۲/۱	۱/۶	۱/۱۲
OC	%	۲۲/۸	۳۰/۴	۲۸/۶
C:N		۱۶/۸۹	۱۰/۸	۱۱/۸

* اندازه‌گیری شده در عصاره ۱:۵

تهیه کودها و بیوچار ضایعات پسته و اعمال تیمارها

به منظور تهیه بیوچار ضایعات پسته، ضایعات مرحله برداشت پسته نظیر شاخ و برگ، چوب‌های نازک و پسته‌های پوک از ترمینال ضبط و فرآوری پسته جمع‌آوری و پس از خرد کردن مورد استفاده قرار گرفت. در فرآیند تهیه بیوچار از ضایعات، ابتدا ضایعات جمع‌آوری شده در کوره‌ای با دمای حدود ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۸ ساعت قرارداده شدند. به‌منظور جلوگیری از ورود اکسیژن به محفظه‌ی داخلی، منافذ ورود هوا به طور کامل بسته شد. سپس، کودهای گاوی و مرغی، که به میزان کافی تهیه شده بودند، در محل باغ دپو و پس از عملیات پوساندن (به مدت سه ماه، با اضافه کردن کود اوره، کشیدن پلاستیک روی

کود و مخلوط کردن کود هر سه هفته) مورد استفاده قرار گرفت. کودهای سوپرفسفات تریپل (۴۶٪ = P_2O_5) و دی‌آمونیوم فسفات (۴۶٪ = P_2O_5؛ ۱۸٪ = N) از شرکت تعاونی توزیع کود تهیه شد. با ایجاد چال‌کودهایی به عمق ۵۰ سانتی‌متر در یک طرف درختان، کودهای آلی و شیمیایی بر اساس تیمارها مورد استفاده قرار گرفتند. اسیدآمینه L–آرژنین ۶ درصد با عنوان اکورمون از شرکت فیوچر اکو اسپانیا تهیه و در سه نوبت و در تاریخ‌های ۲۰ فروردین، ۱۰ و ۳۰ اردیبهشت با غلظت‌های صفر (محلول‌پاشی با آب)، ۶۰ و ۱۲۰پی‌پی‌ام اسید آمینه در محلول‌پاشی استفاده شد. کودهای فسفره در چالکود مورد استفاده قرار گرفتند.

اندازه‌گیری صفات مرفولوژیک

شاخص سبزینگی: پس از چهار هفته از اعمال تیمارها، با استفاده از دستگاه کلروفیل متر (Spad-502, Minolta, Japan) شاخص سبزینگی تعیین شد. از هر شاخه پنج برگ کاملا توسعه یافته انتخاب و شاخص سبزینگی قرائت گردید.

طول، عرض و سطح برگ: از جهات مختلف درخت، برگ‌های کاملا توسعه یافته و سالم تهیه و با استفاده از دستگاه سطح‌سنج برگ (مدل WinArea_UT_11، ساخت ایران)، طول، عرض و سطح برگ اندازه‌گیری شد.

طول و قطر شاخه: در زمان برداشت محصول، با کولیس دیجیتال طول و قطر شاخه فصل جاری تعیین شد.

جوانه گل و شاخص‌های کمی و کیفی عملکرد: تعداد جوانه گل در زمان برداشت شمارش شد. در اوایل مهر ماه، برداشت محصول از هر درخت به صورت دستی انجام شد، سپس تعداد خوشه در درخت، تعداد دانه در هر خوشه و وزن تر پسته در هر درخت اندازه‌گیری شد. پس از پوست گیری، پسته‌ها به مدت یک هفته در هوای آزاد خشک شدند. سپس، وزن خشک پسته‌ها در هر درخت و وزن صد دانه پسته و تعداد دانه در یک انس (۲۸/۳ گرم) تعیین شد. جهت تعیین درصد پسته‌های پوک، خندان و دهان بست، از هر تکرار ۱۰۰ دانه به طور تصادفی شمارش و پارامترهای مذکور محاسبه شد.

محتوای نسبی آب برگ (RWC): از هر درخت پنج برگ کاملا توسعه یافته تهیه، و وزن برگ تازه با ترازوی دقیق تعیین شد. بعد از آن، برگ‌ها به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر غوطه‌ور شدند، و پس از آن وزن برگ اشباع اندازه‌گیری شد. برگ‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و وزن خشک برگ محاسبه گردید. با استفاده از رابطه ۱، RWC تعیین شد (Korkmaz *et al*., 2010). در این رابطه FW، DW و TW به ترتیب وزن برگ تازه، وزن برگ خشک و وزن برگ اشباع است.

$$RWC\ (\%) = ((FW - DW) / (TW - DW)) \times 100$$

رابطهٔ ۱)

غلظت فسفر، پتاسیم و سدیم: پس از نمونه‌داری برگ از هر تکرار، نمونه‌ها با آب مقطر شسته و در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند. سپس، نمونه‌ها آسیاب و با استفاده از ۲۰ میلی‌لیتر اسید کلریدریک یک مولار به روش هضم خشک، هضم شدند (Cottenie, 1980). غلظت فسفر در نمونه‌ها به روش نیترو وانادومولیبدات، با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر(مدل JENUS-UV- 1200) در طول موج ۴۳۰ نانومتر اندازه‌گیری شد (Murphy & Riley, 1962). غلظت پتاسیم و سدیم نمونه‌های گیاهی با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر (مدلJENWAY- PFP7) اندازه‌گیری و نسبت سدیم به پتاسیم محاسبه شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها: برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SAS 9.2 استفاده شد. مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون کمترین اختلاف معنی‌دار (LSD) و در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

یافته های پژوهش

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثر سه گانه اسید آمینه و کودهای آلی و شیمیایی بر شاخص سبزینگی در سطح پنج درصد و بر شاخص‌های تعداد خوشه، تعداد دانه در خوشه، وزن تر و خشک پسته، غلظت فسفر، پتاسیم و نسبت سدیم به پتاسیم در سطح یک درصد معنی‌دار بود. اثر کاربرد اصلاح‌کننده‌های آلی و کود فسفره بر شاخص‌های قطر شاخه و تعداد جوانه زایشی در سطح پنج درصد و بر شاخص‌های طول شاخه، طول، عرض و سطح برگ، وزن صد دانه، درصد پوکی، انس پسته، درصد خندانی و دهان بست، RWC و غلظت سدیم در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳).

جدول ۳. نتایج آنالیز واریانس اثر اصلاح‌کننده‌های آلی و شیمیایی و اسید آمینه بر شاخص‌های رشدی، عملکردی، RWC و غلظت برخی عناصر پسته رقم 'اکبری'.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		طول شاخه	قطر شاخه	تعداد جوانه زایشی	طول برگ	عرض برگ	سطح برگ	شاخص کلروفیل	تعداد خوشه
بلوک	۲	۸/۸۳^{ns}	۰/۰۴^{ns}	۰/۶۸^{ns}	۱۸/۹۷^{ns}	۲/۱۳^{ns}	۵۲۶۷۱/۱۹^{ns}	۱۶/۵۹^{ns}	۱۸/۴۷^{ns}
اصلاح‌کننده‌های آلی و شیمیایی	۵	۷۳/۰۲**	۲/۹۹*	۴/۶*	۹۸۹/۹**	۴۴۷/۷۷**	۵۳۲۸۷۶۵/۵**	۱۳۵/۷۳**	۷۷/۳۸**
اسید آمینه	۲	۳۳/۷^{ns}	۲/۲۶^{ns}	۱۰/۰۴**	۶۱۱/۲۹*	۶۷/۵۹^{ns}	۲۱۸۳۶۴۱/۵۴**	۲۱/۶۸^{ns}	۷۰/۰۲**
اصلاح‌کننده‌های آلی و شیمیایی× اسید آمینه	۱۰	۱۵/۷۸^{ns}	۰/۷^{ns}	۲/۹۲^{ns}	۱۱۱/۷۶^{ns}	۳۸/۴۶^{ns}	۵۰۰۷۱۹/۷۶^{ns}	۱۷/۱۶*	۲۵۱/۸**
خطا	۳۴	۱۱/۴۴	۰/۸۹	۱/۶	۱۱۷/۹۴	۳۱/۴۲	۳۷۹۳۶۶/۱۲	۷/۳۲	۸/۷۱
C.V (%)	–	۱۸/۲	۱۲/۹۲	۲۶/۱۵	۱۲/۷۴	۱۱/۵۶	۲۰/۵۸	۴/۸۵	۱۹/۱۴

^{ns}، * و ** به ترتیب نبود تفاوت معنی‌دار و تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد. (منبع: یافته های تحقیق)

ادامه جدول ۳. نتایج آنالیز واریانس اثر اصلاح‌کننده‌های آلی و شیمیایی و اسید آمینه بر شاخص‌های رشدی، عملکردی، RWC و غلظت برخی عناصر پسته رقم 'اکبری'.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		تعداد دانه در خوشه	وزن تر پسته	وزن خشک پسته	درصد پوک	درصد خندان	وزن صد دانه
بلوک	۲	۱/۹۴^{ns}	۲۲۴۹/۲۳^{ns}	۳۱۰۴/۵۳^{ns}	۳/۳۹^{ns}	۹/۶۴^{ns}	۱۷/۰۷^{ns}
اصلاح‌کننده‌های آلی و شیمیایی	۵	۷۴/۰۹*	۲۰۴۶۵۸۰/۰۷**	۱۸۹۶۴۴/۰۷**	۱۵۵/۲۵**	۴۵۸/۶**	۴۲۲/۶**
اسید آمینه	۲	۱۳/۳۳^{ns}	۲۸۳۶۹۱/۷۵*	۱۵۶۱۴/۶۷^{ns}	۷۴/۸۶^{ns}	۶۱/۶۲^{ns}	۵۱/۳۲^{ns}
اصلاح‌کننده‌های آلی و شیمیایی× اسید آمینه	۱۰	۳۴/۸۱**	۲۸۸۱۹۶۹/۵۳**	۱۳۲۶۳۱/۶۵**	۴۶/۰۵^{ns}	۵۶/۶^{ns}	۳۷/۰۸^{ns}
خطا	۳۴	۱۰/۷۸	۷۴۶۷۵/۶۵	۶۰۸۳/۳۷	۳۹/۳۸	۳۰/۳۷	۲۷/۳۱
C.V (%)	–	۲۵/۶۸	۲۴/۶۵	۲۷/۲	۲۸/۱۸	۱۱/۳۹	۱۵/۱۶

^{ns}، * و ** به ترتیب نبود تفاوت معنی‌دار و تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد. (منبع: یافته های تحقیق)

ادامه جدول ۳. نتایج آنالیز واریانس اثر اصلاح‌کننده‌های آلی و شیمیایی و اسید آمینه بر شاخص‌های رشدی، عملکردی، RWC و غلظت برخی عناصر پسته رقم 'اکبری'.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		اونس	RWC	P	K	Na	Na/K
بلوک	۲	۰/۲۹^{ns}	۱۸/۷۲^{ns}	۰/۰۰۰۳^{ns}	۰/۲۴**	۰/۰۰۵^{ns}	۰/۰۳*
اصلاح‌کننده‌های آلی و شیمیایی	۵	۲۳/۱۲**	۶۶۲/۶۷**	۰/۰۰۲**	۰/۱۱**	۰/۰۷**	۰/۰۴**
اسید آمینه	۲	۴/۵۱^{ns}	۱۴۵/۴۷^{ns}	۰/۰۰۲**	۰/۴۸**	۰/۰۳^{ns}	۰/۰۲^{ns}
اصلاح‌کننده‌های آلی و شیمیایی× اسید آمینه	۱۰	۱/۹۴^{ns}	۱۳۹/۶^{ns}	۰/۰۰۰۶**	۰/۱۴**	۰/۰۳^{ns}	۰/۰۵**
خطا	۳۴	۲/۹۸	۷۳/۰۴	۰/۰۰۰۱	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۱
C.V (%)	–	۷/۵۵	۱۷/۹۶	۶/۳۷	۹/۳۸	۱۳/۲۲	۱۶/۴۳

^{ns}، * و ** به ترتیب نبود تفاوت معنی‌دار و تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد. (منبع: یافته های تحقیق)

کلروفیل

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در شرایط عدم محلول‌پاشی اسید آمینه، تیمار کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود گاوی و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل بیشترین شاخص سبزینگی را دارا بود و نسبت به سایر تیمارها افزایش معنی‌داری نشان داد. در شرایط محلول‌پاشی اسید آمینه با غلظت ۶۰ پی‌پی‌ام، تمام تیمارهای کود آلی و شیمیایی به استثنای تیمار کاربرد همزمان ۱۵ تن در هکتار کود گاوی و ۵ تن در هکتار کود مرغی، توانست شاخص کلروفیل را به طور معنی‌داری نسبت به تیمار عدم کاربرد کودهای آلی و شیمیایی افزایش دهد. این در حالی است که کاربرد همزمان ۶۰ پی‌پی‌ام اسید آمینه و تیمار کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود گاوی و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل بیشترین مقدار کلروفیل را نشان داد. در ارتباط با تیمار کاربرد ۱۲۰ پی‌پی‌ام اسید آمینه نیز فقط تیمار کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود گاوی و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل توانست مقدار کلروفیل را به طور معنی‌داری افزایش دهد (جدول ۴).

شاخص‌های عملکردی مورد ارزیابی

نتایج مقایسه میانگین شاخص های عملکردی در جدول ۴ نشان داده شده است. بیشترین تعداد خوشه در تیمار کاربرد همزمان ۲۰ تن در هکتار کود گاوی و محلول‌پاشی ۱۲۰ پی‌پی‌ام اسید آمینه بدست آمد که نسبت به تیمار شاهد (عدم کاربرد کود آلی، شیمیایی و اسید آمینه) منجر به افزایش ۸۷/۵ درصدی تعداد خوشه شد. همچنین تیمار کاربرد همزمان ۲۰ تن در هکتار کود گاوی و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار دی آمونیوم فسفات و محلول‌پاشی ۶۰ پی‌پی‌ام اسید آمینه نیز تعداد خوشه را نسبت به شاهد افزایش داد (۴۵ درصد افزایش). تنها تیمار کاربرد همزمان ۲۰ تن در هکتار کود گاوی و محلول‌پاشی ۱۲۰ پی‌پی‌ام اسید آمینه توانست تعداد دانه در خوشه را نسبت به تیمار شاهد افزایش دهد (۴۸/۵ درصد افزایش) و سایر تیمارها اثر معنی‌داری نداشتند.

تیمارهای کاربرد همزمان ۱۲۰ پی‌پی‌ام اسید آمینه و کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود گاوی پوسیده و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود دی‌آمونیوم فسفات و همچنین کاربرد همزمان ۱۲۰ پی‌پی‌ام اسید آمینه و کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود گاوی پوسیده و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل توانست وزن تر پسته را نسبت به تیمار شاهد (عدم کاربرد اسید آمینه و کودهای آلی و شیمیایی) به ترتیب به میزان ۵۶/۶ و ۷۵/۴ درصد افزایش دهد. این در حالی است که سایر تیمارها افزایش معنی‌داری را منجر نشدند. بیشترین وزن خشک پسته در تیمارهای کاربرد همزمان ۶۰ پی‌پی‌ام اسید آمینه با ۲۰ تن در هکتار کود گاوی پوسیده و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود دی‌آمونیوم فسفات و همچنین ۲۰ تن در هکتار کود گاوی پوسیده و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل مشاهده شد. کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود گاوی پوسیده و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود دی‌آمونیوم فسفات به تنهایی توانست وزن خشک پسته را نسبت به شاهد به طور معنی‌داری افزایش دهد. با این وجود کاربرد ۱۲۰ پی‌پی‌ام

اسید آمینه اثر معنی‌داری نشان نداد. کاربرد همزمان ۶۰ پی‌پی‌ام اسید آمینه و شش تن در هکتار بیوچار ضایعات پسته به همراه ۱۰ تن در هکتار کود گاوی و چهار تن در هکتار کود مرغی نیز منجر به افزایش معنی‌دار وزن خشک پسته نسبت به شاهد شد. نتایج حاکی از آن بود که کاربرد همزمان ۱۲۰ پی‌پی‌ام اسید آمینه با تمام تیمارهای کود آلی و فسفره به استثنای کاربرد ۱۵ تن در هکتار کود گاوی به همراه پنج تن در هکتار کود مرغی توانست وزن خشک پسته را به طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش دهد.

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر برهمکنش اصلاح‌کننده‌های آلی و شیمیایی و اسید آمینه بر شاخص‌های مورد ارزیابی پسته رقم 'اکبری'.

اسید آمینه (ppm)	اصلاح‌کننده‌های آلی و شیمیایی	شاخص کلروفیل (Spad Value)	تعداد خوشه	تعداد دانه در خوشه	وزن تر پسته (g/tree)	وزن خشک پسته (g/tree)	P (%)	K (%)	Na/K
۰	F1	۵۴/۲$^{c-f}$	۵/۵^{j}	۹^{fg}	۱۷۵/۵^{hi}	۴۹^{de}	۰/۱۳^{g}	۱/۵۵^{g}	۰/۸۱^{a}
	F2	۵۱/۹$^{e-g}$	۱۰/۳$^{h-j}$	۱۱$^{e-g}$	۴۶۲$^{f-i}$	۱۰۹$^{c-e}$	۰/۱۶^{f}	۱/۷۲$^{c-g}$	۰/۶$^{b-e}$
	F3	۵۲/۴$^{d-f}$	۱۱$^{g-i}$	۷/۶^{g}	۴۴۳$^{f-i}$	۱۳۰$^{c-e}$	۰/۱۹$^{b-d}$	۲/۰۱^{ab}	۰/۶۳$^{b-d}$
	F4	۵۴/۳$^{c-f}$	۱۱/۶$^{f-i}$	۹/۳^{fg}	۱۴۸^{i}	۴۳/۵^{e}	۰/۱۹$^{b-d}$	۱/۸۵$^{a-f}$	۰/۴۵^{e}
	F5	۵۳/۷$^{c-f}$	۹^{ij}	۱۰/۳^{fg}	۱۰۷۶^{de}	۲۳۳^{c}	۰/۲^{bc}	۱/۵۱^{g}	۰/۷۱$^{a-c}$
	F6	۶۱^{ab}	۱۰$^{h-j}$	۹/۳^{fg}	۴۴۶$^{f-i}$	۱۱۶$^{c-e}$	۰/۱۹$^{b-d}$	۱/۶۹$^{d-g}$	۰/۷$^{a-c}$
۶۰	F1	۵۳/۵^{fg}	۱۶/۳$^{d-f}$	۱۰^{fg}	۶۹۶/۷$^{e-g}$	۱۸۵^{c}	۰/۱۶^{f}	۱/۹۵$^{a-d}$	۰/۴۶^{e}
	F2	۵۷/۳۷^{bc}	۱۴$^{e-h}$	۱۶$^{a-d}$	۶۱۸$^{f-h}$	۱۷۳^{cd}	۰/۱۸^{de}	۱/۵۸^{fg}	۰/۷۳^{ab}
	F3	۴۷/۷^{g}	۱۱$^{g-i}$	۱۱/۳$^{d-g}$	۷۷۸^{ef}	۱۷۸^{cd}	۰/۱۷^{ef}	۲/۱^{a}	۰/۴۶^{e}
	F4	۵۷/۲^{bc}	۱۵$^{d-g}$	۱۶/۶$^{a-d}$	۱۵۵۴/۷^{c}	۴۴۴/۳^{b}	۰/۱۹$^{b-d}$	۱/۶۸^{fg}	۰/۵۷$^{b-e}$
	F5	۵۶/۷۲$^{b-d}$	۲۱/۶^{c}	۱۸/۳^{ab}	۲۳۴۹^{b}	۷۳۵^{a}	۰/۱۸$^{c-e}$	۱/۶۲^{fg}	۰/۵۷$^{c-e}$
	F6	۶۵/۱^{a}	۲۹^{b}	۱۶/۶$^{a-d}$	۳۰۶۰/۳^{a}	۶۵۶^{a}	۰/۲۱^{b}	۲/۰۵^{a}	۰/۴۵^{e}
۱۲۰	F1	۵۷/۳۳^{bc}	۱۲$^{f-i}$	۷/۶^{g}	۲۴۴$^{g-i}$	۱۲۵$^{c-e}$	۰/۱۸$^{c-e}$	۱/۱۶^{h}	۰/۸۴^{a}
	F2	۵۳/۷$^{c-f}$	۱۲$^{f-i}$	۱۴/۳$^{a-f}$	۲۰۸۰^{b}	۵۱۱^{b}	۰/۲^{bc}	۱/۷۴$^{b-g}$	۰/۵۶$^{c-e}$
	F3	۵۳/۵$^{c-f}$	۱۳/۵$^{e-i}$	۱۲/۶$^{c-g}$	۴۱۱$^{f-i}$	۱۴۵$^{c-e}$	۰/۱۹$^{b-d}$	۱/۷۶$^{b-g}$	۰/۵۷$^{c-e}$
	F4	۵۶/۳$^{c-e}$	۱۷/۶$^{c-e}$	۱۷/۵$^{a-c}$	۱۳۳۰^{cd}	۴۴۲^{b}	۰/۱۹$^{b-d}$	۱/۵۴^{g}	۰/۵۸$^{b-e}$
	F5	۵۶/۹۷^{bc}	۲۰^{cd}	۱۳$^{b-f}$	۲۰۸۹^{b}	۴۱۹^{b}	۰/۱۹$^{b-d}$	۱/۹۴$^{a-e}$	۰/۵۱^{de}
	F6	۶۲/۵۷^{a}	۳۷/۵^{a}	۱۹/۳^{a}	۲۰۴۶^{b}	۴۵۶^{b}	۰/۲۳^{a}	۱/۹۶$^{a-c}$	۰/۴۹^{de}

F1: عدم کاربرد کود آلی و شـــیمیایی، F2: ۲۰ تن در هکتار کود گاوی ، F3: ۱۵ تن در هکتار کود گاوی + ۵ تن در هکتار کود مرغی، F4: ۱۰ تن در هکتار کود گاوی + ۴ تن در هکتار کود مرغی + ۶ تن در هکتار بیوچار ضـایعات پسـته، F5: ۲۰ تن در هکتار کود گاوی + ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار دی‌آمونیوم‌فسـفات و F6: ۲۰ تن در هکتار کود گاوی + ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل. در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD، در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند. (منبع: یافته های تحقیق)

غلظت فسفر، پتاسیم، سدیم و نسبت سدیم به پتاسیم در برگ

کاربرد تمام سطوح اسید آمینه و کودهای آلی و فسفره منجر به افزایش معنی‌دار غلظت فسفر برگ نسبت به شاهد شد. بالاترین غلظت فسفر برگ در تیمار کاربرد همزمان ۱۲۰ پی‌پی‌ام اسید آمینه و کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود گاوی پوسیده و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل مشاهده شد. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تیمارهای کاربرد ۱۵ تن در هکتار کود گاوی به همراه پنج تن در هکتار کود مرغی، کاربرد شش تن در هکتار بیوچار ضایعات پسته به همراه ۱۰ تن در هکتار کود گاوی و چهار تن در هکتار کود مرغی و تیمار ۶۰ پی‌پی‌ام اسید آمینه به تنهایی منجر به افزایش معنی‌دار غلظت پتاسیم برگ نسبت به شاهد شدند. علاوه بر این کاربرد همزمان ۶۰ پی‌پی‌ام اسید آمینه با ۱۵ تن در هکتار کود گاوی به همراه پنج تن در هکتار کود مرغی و ۲۰ تن در هکتار کود گاوی پوسیده و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل و همچنین کاربرد همزمان ۶۰ پی‌پی‌ام اسید آمینه با تیمارهای کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود گاوی پوسیده و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود دی‌آمونیوم فسفات و ۲۰ تن در هکتار کود گاوی پوسیده و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل توانست پتاسیم برگ را نسبت به شاهد افزایش دهد (جدول ۴). نتایج نشان داد که با کاربرد ۱۵ تن در هکتار کود گاوی به همراه پنج تن در هکتار کود مرغی غلظت سدیم نسبت به شاهد افزایش یافت و سایر تیمارها اثر معنی‌داری بر غلظت سدیم نداشتند (جدول ۵).

نتایج حاکی از آن بود که تیمارهای کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود گاوی پوسیده، کاربرد ۱۵ تن در هکتار کود گاوی به همراه پنج تن در هکتار کود مرغی، کاربرد شش تن در هکتار بیوچار ضایعات پسته به همراه ۱۰ تن در هکتار کود گاوی و چهار تن در هکتار کود مرغی و محلول‌پاشی ۶۰ پی‌پی‌ام اسید آمینه منجر به کاهش معنی‌دار نسبت سدیم به پتاسیم در برگ شدند. کاربرد همزمان ۶۰ پی‌پی‌ام اسید آمینه با تمام تیمارهای کود آلی و فسفره به استثنای کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود گاوی پوسیده این شاخص را به طور معنی‌داری نسبت به شاهد کاهش داد. کاربرد ۱۲۰ پی‌پی‌ام اسید آمینه با تمام تیمارهای کود آلی و فسفره منجر به کاهش معنی‌دار این شاخص نسبت به شاهد شد (جدول ۴).

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر اصلاح‌کننده‌های آلی و شیمیایی بر شاخص‌های مورد ارزیابی پسته رقم 'اکبری'

اصلاح‌کننده‌های آلی و شیمیایی	قطر شاخه (mm)	طول شاخه (mm)	تعداد جوانه زایشی	طول برگ (mm)	عرض برگ (mm)	سطح برگ (mm^2)	RWC (%)	Na (%)
F1	۶/۲۶^{b}	۱۵/۵۶^{c}	۳/۷^{c}	۸۴/۶۸^{b}	۴۷/۵۱^{b}	۲۹۳۲/۸^{b}	۳۸/۸۵^{d}	۰/۹^{b}
F2	۷/۲۴^{a}	۱۶/۶^{bc}	۵/۳۹^{ab}	۸۳/۲^{b}	۴۶/۸^{b}	۲۶۵۸/۷^{bc}	۵۱/۵۹^{b}	۱/۰۱^{b}
F3	۷/۳۴^{a}	۲۱/۶۶^{a}	۵/۲^{ab}	۷۲/۳^{c}	۴۲/۳۶^{b}	۲۲۷۹^{c}	۴۴/۷۶^{c}	۱/۱۸^{a}
F4	۷/۶۹^{a}	۱۶/۲۷^{bc}	۴/۲^{bc}	۸۰/۸۶^{bc}	۴۴/۸۴^{b}	۲۶۴۶/۵^{bc}	۴۴/۳۳^{c}	۰/۹۸^{b}
F5	۷/۹۶^{a}	۱۹/۳^{bc}	۵/۶۱^{a}	۸۶/۶۸^{b}	۴۷/۰۸^{b}	۲۹۵۹/۴^{b}	۵۱/۶۸^{b}	۰/۹۸^{b}
F6	۷/۳۶^{a}	۲۲/۰۸^{a}	۴/۷$^{a-c}$	۱۰۴^{a}	۶۲/۳۴^{a}	۴۴۸۱^{a}	۵۹/۰۲^{a}	۰/۹۳^{b}

F1: عدم کاربرد کود آلی و شـــیمیایی، F2: ۲۰ تن در هکتار کود گاوی ، F3: ۱۵ تن در هکتار کود گاوی + ۵ تن در هکتار کود مرغی، F4: ۱۰ تن در هکتار کود گاوی + ۴ تن در هکتار کود مرغی + ۶ تن در هکتار بیوچار ضـایعات پسـته، F5: ۲۰ تن در هکتار کود گاوی + ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار دی‌آمونیوم‌فسـفات و F6: ۲۰ تن در هکتار کود گاوی + ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل. در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD، در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند. (منبع: یافته های تحقیق)

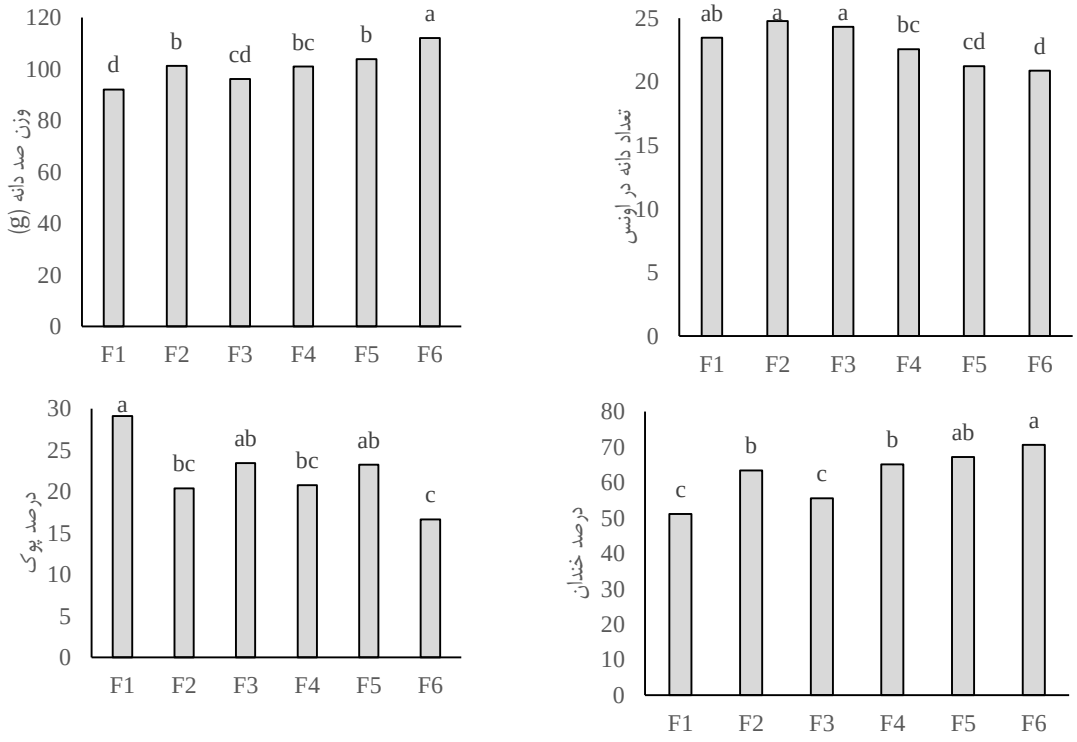
قطر و طول شاخه

کاربرد تمام تیمارهای کودهای آلی و فسفره منجر به افزایش معنی‌دار قطر شاخه نسبت به شاهد شد و بین تیمارهای کود آلی و فسفره تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. نتایج نشان داد که تنها تیمارهای کاربرد ۱۵ تن در هکتار کود گاوی به همراه پنج تن در هکتار کود مرغی و کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود گاوی پوسیده و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل توانستند طول شاخه را نسبت به شاهد به طور معنی‌داری افزایش دهند (جدول ۵).

تعداد جوانه زایشی، وزن صد دانه، انس پسته، درصد پوکی و خندانی

نتایج حاکی از آن بود که کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود گاوی پوسیده، کاربرد ۱۵ تن در هکتار کود گاوی به همراه پنج تن در هکتار کود مرغی و کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود گاوی پوسیده و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود دی‌آمونیوم فسفات منجر به افزایش معنی‌دار تعداد جوانه زایشی نسبت به شاهد شد و بقیه تیمارها اثر معنی‌داری نداشتند (جدول ۵). کاربرد ۶۰ پی‌پی‌ام اسید آمینه توانست تعداد جوانه زایشی را نسبت به شاهد به طور معنی‌داری افزایش دهد (افزایش ۲۸ درصدی) (جدول ۶).

تمام تیمارهای کود آلی و فسفره به استثنای تیمار کاربرد۲۰ تن در هکتار کود گاوی پوسیده، منجر به افزایش معنی‌دار وزن صد دانه شدند. بیشترین وزن صد دانه در تیمار کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود گاوی پوسیده و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل مشاهده شد که نسبت به شاهد ۲۱/۷ درصد افزایش داشت (شکل ۱). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود گاوی پوسیده و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود دی‌آمونیوم فسفات و همچنین کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود گاوی پوسیده و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل منجر به کاهش معنی‌دار انس پسته نسبت به شاهد شدند (شکل ۱). تیمارهای کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود گاوی پوسیده، کاربرد شش تن در هکتار بیوچار ضایعات پسته به همراه ۱۰ تن در هکتار کود گاوی و چهار تن در هکتار کود مرغی و کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود گاوی پوسیده و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل درصد پوکی را نسبت به شاهد به طور معنی‌داری کاهش داد و بالاترین درصد پوکی در تیمار شاهد مشاهده شد. کاربرد تمام تیمارهای کود آلی و فسفره به استثنای کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود گاوی پوسیده توانست درصد خندانی را نسبت به شاهد به طور معنی‌داری افزایش دهد (شکل ۱).



شکل ۱. مقایسه میانگین اثر اصلاح‌کننده‌های آلی و شیمیایی بر شاخص‌های عملکردی پسته رقم 'اکبری'. F1: عدم کاربرد کود آلی و شیمیایی، F2: ۲۰ تن در هکتار کود گاوی ، F3: ۱۵ تن در هکتار کود گاوی + ۵ تن در هکتار کود مرغی، F4: ۱۰ تن در هکتار کود گاوی + ۴ تن در هکتار کود مرغی + ۶ تن در هکتار بیوچار ضـایعات پسـته، F5: ۲۰ تن در هکتار کود گاوی + ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار دی‌آمونیوم‌فسـفات و F6: ۲۰ تن در هکتار کود گاوی + ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل. وجود حروف لاتین مشترک بیانگر عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD، می‌باشد. (منبع: یافته های تحقیق)

طول، عرض و سطح برگ

نتایج نشان داد که کاربرد همزمان ۲۰ تن در هکتار کود گاوی پوسیده و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل، طول، عرض و سطح برگ را نسبت به شاهد و دیگر تیمارها به طور معنی‌داری افزایش داد (جدول ۵). به علاوه کاربرد ۱۲۰ پی‌پی‌ام اسید آمینه نیز توانست طول و سطح برگ را نسبت به شاهد افزایش دهد (جدول ۶).

RWC

همانگونه که در جدول ۵ آمده است تمام تیمارهای کود آلی و فسفر منجر به بهبود شاخص RWC شدند و بالاترین RWC در تیمار کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود گاوی پوسیده و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل به دست آمد که نسبت به شاهد و سایر تیمارها افزایش معنی‌دار داشت. کمترین مقدار این شاخص در تیمار شاهد مشاهده شد.

جدول ۶. مقایسه میانگین اثر اسید آمینه بر تعداد جوانه زایشی، طول و سطح برگ پسته رقم "اکبری".

اسید آمینه (ppm)	سطح برگ	طول برگ	تعداد جوانه زایشی
	mm^2	mm	
۰	۲۶۳۵/۶^{b}	۸۰/۲۹^{b}	۴/۴۴^{b}
۶۰	۳۰۱۱/۷^{ab}	۸۳/۸۳^{b}	۵/۶۹^{a}
۱۲۰	۳۳۳۳/۴^{a}	۹۱/۶۷^{a}	۴/۳۶^{b}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD، در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند. (منبع: یافته های تحقیق)

همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده

نتایج همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده به روش پیرسون در جدول ۷ ارائه شده است. نتایج نشان داد که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین تعداد دانه در خوشه با طول، عرض و سطح برگ، شاخص کلروفیل و تعداد خوشه وجود داشت. همچنین همبستگی مثبت و معنی‌داری بین وزن خشک پسته با طول، عرض و سطح برگ، شاخص کلروفیل، تعداد خوشه و تعداد دانه در خوشه مشاهده شد. این در حالی است که بین اونس و طول، عرض و سطح برگ، شاخص کلروفیل و تعداد دانه در خوشه همبستگی منفی و معنی‌داری مشاهده شد. در ارتباط با درصد خندانی پسته، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین این شاخص و طول و قطر شاخه، تعداد جوانه زایشی، طول، عرض و سطح برگ و شاخص کلروفیل مشاهده شد.

جدول ۷. ضرایب همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده پسته رقم 'اکبری' به روش پیرسون.

	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9	Y10	Y11	Y12	Y13	Y14	Y15	Y16	Y17	Y18	Y19	Y20
Y2	/۳۵*																			
	۰																			
Y3	۴۳**	۴۲**																		
	۰/	۰/																		
Y4	/۰۶ns	/۰۶ns	۰/۱ns																	
	۰	۰																		
Y5	/۱۷ns	/۰۴ns	/۰۵ns	۸۲**																
	۰	۰	۰	۰/																
Y6	/۱۴ns	/۰۶ns	/۰۵ns	۹۲**	۹۴**															
	۰	۰	۰	۰/	۰/															
Y7	/۱۳ns	/۲۸ns	/۱۴ns	/۵**	۵۲**	۵۵**														
	۰	۰	۰	۰	۰/	۰/														
Y8	/۲۲ns	/۰۱ns	/۰۱ns	/۱۲ns	/۱۶ns	/۱۵ns	/۱۵ns													
	۰	–		۰	۰	۰	۰													
Y9	/۱۱ns	/۰۱ns	/۰۶ns	/۲۹*	۴۳**	۳۹**	/۳۹**	/۶**												
	۰	–	۰	۰	۰/	۰/	۰	۰												
Y10	/۱۶ns	/۱۱ns	/۰۱ns	/۳۸**	۴۳**	۴۳**	/۵۳**	/۶۴**	/۶۶**											
	۰	۰	–	۰/	۰/	۰/	۰	۰/	۰											
Y11	/۲۳ns	/۱۱ns	/۰۱ns	/۲۸*	۰/۳*	۰/۳*	/۳۹**	/۶۹**	/۶۱**	/۹۵**										
	۰	۰	–۰	۰			۰	۰/	۰	۰/										
Y12	/۱۶ns	/۰۳ns	/۰۷ns	۰/۲ns	/۲۵ns	/۲۶ns	/۲۶ns	/۲۱ns	/۰۲ns	/۰۳ns	/۱۸ns									
	۰	–۰	۰	–	–۰	–۰	–۰	۰	–۰	۰/	۰									
Y13	/۱۲ns	/۱۸ns	/۰۱ns	/۳۳*	/۲۷*	/۳۹**	/۳۳*	/۰۲ns	/۳۱*	/۳۶*	/۲۹*	/۲۶ns								
	–۰	–۰	۰	–۰	–۰	-۰/	-۰	–۰	-۰	-۰	-۰	-۰								
Y14	/۲۹*	/۴۵**	/۳۳*	/۴۶**	/۴۰**	/۴۴**	/۵۵**	/۰۴ns	/۲۵ns	۰/۳*	/۲۶ns	/۰۶ns	/۴۳**							
	۰	۰/	۰	۰/	۰/	۰/	۰	–۰	۰		۰	–۰	-۰/							
Y15	/۳۲*	/۲۹*	/۳۱*	/۲۵ns	/۳۱*	/۳۱*	/۵۶**	/۰۸ns	/۳۶**	/۴**	/۳۴*	/۱۴ns	/۶۸**	/۶۹**						
	–۰	–۰	–۰	–۰	–۰	–۰	–۰	–۰	–۰	–۰	–۰	۰	۰/	–۰						
Y16	/۴۹**	/۲۷ns	/۱۹ns	۰/۱ns	/۰۳ns	/۰۶ns	/۱۳ns	/۴۱**	/۰۳*	/۳۹**	/۵۲**	/۳۸**	/۱۱ns	/۲۷ns	/۲۶ns					
	۰/	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/		۰/	۰/	۰/	–۰	۰	–۰					
Y17	/۱۶ns	/۲۹*	/۳۲*	/۰۹ns	/۰۸ns	/۱۲ns	/۲۶ns	/۱۷ns	/۱۹ns	۱۵ns	/۲۱ns	/۰۲ns	/۱۵ns	/۳۶**	/۴**	/۵۶**				
	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/	۰		–۰	۰	۰	۰				
Y18	/۲۳ns	/۱۵ns	/۰۸ns	/۳۲*	/۲۷*	/۲۸ns	/۱۸ns	/۱۹ns	/۲۱ns	/۲ns	/۲۱ns	/۰۱ns	/۴**	/۴۴**	/۴۷**	/۲۸*	/۰۶ns			
	–۰	–۰	–۰	–۰	–۰	–۰	–۰	۰	–۰	–۰	–۰		۰	–۰	۰/	–۰	–۰			
Y19	/۰۸ns	/۲۳ns	/۰۳*	/۰۹ns	/۱۴ns	/۱۵ns	/۰۳*	/۰۴ns	/۲۸*	۲۲ns	/۲۴ns	/۰۲ns	/۱۴ns	/۴۲**	/۴**	/۰۴**	/۵۸**	/۳۱*		
	۰	۰		۰	۰	۰		۰	۰	۰/	۰	۰	–۰	۰	–۰		۰	–۰		
Y20	/۱۸ns	/۲۵ns	/۲۹*	/۱۷ns	۰/۲ns	/۱۸ns	/۲۹*	/۰۲ns	/۳۲*	/۲۷*	/۳۲*	/۰۲ns	/۲۷*	/۵۲**	/۵۵**	/۳۹**	/۴۴**	/۷۶**	/۷۹**	
	–۰	–۰	–۰	۰	–	–۰	–۰	–۰	–۰	–۰	–۰	–۰	۰	–۰	۰/	–۰	–۰	۰/	–۰	

ns، * و ** به ترتیب عدم معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد. Y1: طول شاخه، Y2: قطر شاخه، Y3: تعداد جوانه زایشی، Y4: طول برگ، Y5: عرض برگ، Y6: سطح برگ، Y7: شاخص کلروفیل، Y8: تعداد خوشه، Y9: تعداد دانه در خوشه، Y10: وزن خشک پسته، Y11: وزن تر پسته، Y12: درصد پوکی، Y13: اونس، Y14: درصد خندانی، Y15: وزن صد دانه، Y16: RWC، Y17: P، Y18: Na، Y19: K و Y20: Na/K. (منبع: یافته های تحقیق)

بحث

در تحقیقی گزارش شده است که کاربرد اسید آمینه می‌تواند تاثیر مثبتی بر کلروفیل و فتوسنتز داشته باشد (Ma *et al*., 2007) که با یافته‌های تحقیق حاضر همخوانی دارد. این تحقیق نشان داد که اسید آمینه منجر به افزایش هدایت روزنه‌ای و تورژسانس سلولی شده و به دنبال آن طویل شدن سلول و افزایش ارتفاع گیاه رخ می‌دهد. در ارتباط با کودهای آلی نیز گزارش شده است که کودهای آلی با تامین تدریجی عناصر ضروری برای گیاه، منجر به بهبود محتوای کلروفیل در گیاه می‌شوند (Tiamiyu *et al*., 2012) که با نتایج این تحقیق همسو می‌باشد. مشابه با یافته‌های تحقیق حاضر، تاثیر مثبت کاربرد کود فسفره بر مقدار کلروفیل برگ گزارش شده و بیان نموده‌اند که کاربرد فسفر به دلیل نقش اساسی که در متابولیسم و فتوسنتز دارد، منجر به بهبود شاخص کلروفیل در گیاه می‌شود (Ahmadpour Abnvi *et al*., 2021). در تحقیقی عدم تغییر معنی‌دار در محتوای کلروفیل برگ با کاربرد بیوچار مشاهده شده (Abideen *et al*., 2020) که با یافته‌های این تحقیق مغایرت داشت. با این وجود بهبود محتوای کلروفیل برگ با کاربرد بیوچار نیز در تحقیقات وجود دارد (Koirala & Jha, 2013) و دلیل این امر را افزایش فراهمی عناصر در خاک دانسته‌اند.

اسید آمینه با تاثیر بر فتوسنتز و افزایش جذب عناصری مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم می‌تواند عملکرد گیاه را بهبود بخشد. از طرفی گیاهان قادرند از اسید آمینه به عنوان منبع نیتروژن استفاده کنند (Salehi *et al*., 2013). گزارش‌هایی از افزایش عملکرد گیاهان با کاربرد اسید آمینه وجود دارد ((Koukounaras *et al*., 2013; Torab Ahmadi *et al*., (2019). همچنین افزایش عملکرد پسته رقم احمد آقایی با کاربرد محلول‌پاشی اسید آمینه گزارش شده است (Torab Ahmadi *et al*., 2019) که با یافته‌های تحقیق حاضر همخوانی دارد. در تحقیقی بیان شده است که تثبیت فسفر در خاک‌های آهکی منجر به کاهش فسفر قابل استفاده برای گیاه می‌شود و کاربرد سوپرفسفات تریپل به عنوان کود فسفره منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد گیاه گلرنگ در خاک آهکی شد (Heshmati *et al*., 2017). مشابه با یافته‌های این تحقیق، در پژوهشی بیان شده است که کاربرد کودهای آلی در خاک با اثرات مفیدی که بر خصوصیات فیزیکی خاک مانند افزایش تخلخل، نفوذپذیری، کاهش وزن مخصوص، افزایش قدرت نگهداری آب، بهبود فعالیت میکروبی و نیز افزایش عناصر غذایی ضروری برای گیاه دارد می‌تواند منجر به بهبود پارامترهای عملکردی گیاه شود (Lawrence *et al*., 2008). بیوچار نیز خود به عنوان منبع عناصر غذایی مختلف می‌تواند باعث بهبود فراهمی عناصر برای گیاه و در نتیجه افزایش عملکرد گیاه شود (Karimi *et al*., 2020). همچنین بیوچار با مکانیسم‌های مختلفی مانند افزایش معدنی شدن نیتروژن و فسفر به دلیل حضور بیوچار به عنوان منبع کربن و انرژی برای میکروارگانیسم‌های خاک، تاثیر بر pH خاک و افزایش حلالیت برخی کاتیون‌ها، افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک و در نتیجه نگهداری کاتیون‌هایی مانند پتاسیم، کلسیم، منیزیم و آهن، می‌تواند تاثیر مثبتی بر شاخص‌های عملکردی گیاه داشته باشد (Karimi *et al*., 2020).

کودهای آلی ضمن اینکه خود حاوی عناصر غذایی هستند، با داشتن ترکیباتی مانند اسیدهای آلی منجر به افزایش فراهمی عنصری مانند فسفر می‌شوند (Lawrence *et al*., 2008). اسید آمینه با تاثیر بر فتوسنتز، می‌تواند افزایش در جذب عناصری مانند فسفر و پتاسیم را منجر شود. افزایش غلظت پتاسیم و کاهش نسبت سدیم به پتاسیم در برگ در اثر کاربرد اسید آمینه گزارش شده است (Hussain *et al*., 2002) که با یافته‌های این تحقیق همخوانی دارد. در این تحقیق کاربرد کودهای آلی و بیوچار، منجر به بهبود غلظت عناصر فسفر و پتاسیم در گیاه شد. در تحقیقات نشان داده شده است که نقش مثبت بیوچار بر جذب عناصر ضروری توسط گیاه، می‌تواند به دلیل اضافه شدن عناصر توسط بیوچار به خاک، تاثیر بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و بیولوژیکی خاک و در نتیجه بهبود فراهمی عناصر غذایی برای گیاه، تغییر pH ریزوسفر و تاثیر بر معدنی شدن عناصر باشد (Karimi *et al*., 2020). کاربرد کود فسفره در خاک ضمن بهبود فراهمی این عنصر برای گیاه، به دلیل نقش مهم فسفر در متابولیسم، ذخیره انرژی و فتوسنتز، می‌تواند منجر به بهبود رشد ریشه و در نهایت جذب بهتر سایر عناصر توسط گیاه شود (Ahmadpour Abnvi *et al*., 2021).

کاربرد کودهای آلی اثرات مثبتی بر فراهمی عناصر غذایی، خصوصیات فیزیکی خاک و ظرفیت نگهداشت آب در خاک داشته و به همین دلیل باعث بهبود رشد اندام هوایی گیاه به ویژه در شرایط تنش‌های محیطی می‌شود. کودهای آلی با دارا بودن ترکیبات شبه‌هورمونی منجر به بهبود تقسیم سلولی گیاه، فراهمی عناصر غذایی، افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی ریشه شده و در نتیجه رشد گیاه را افزایش می‌دهند (Taghadosi *et al*., 2012). بیوچار با مکانیسم مستقیم و غیرمستقیم می‌تواند منجر به بهبود شاخص‌های رشدی گیاه شود. در مکانیسم مستقیم بیوچار با بهبود شرایط تغذیه‌ای و فراهمی عناصر برای گیاه، افزایش معنی‌داری در شاخص‌های رشدی را منجر می‌شود (Koirala & Jha, 2013). در مکانیسم غیرمستقیم، با کاربرد بیوچار در خاک، اسیدهای آلی به خاک اضافه شده که منجر به افزایش فراهمی عناصر برای گیاه شده و شاخص‌های رشدی بهبود می‌یابد (Koirala & Jha, 2013). فسفر یکی از اجزای سازنده سلول می‌باشد و برای طویل شدن و تقسیم سلولی ضروری می‌باشد، به همین دلیل کاربرد مقدار مناسب فسفر برای گیاه ضروری بوده و در تحقیقات تاثیر مثبت کاربرد فسفر بر رشد اندام هوایی گزارش شده است (Lehri *et al*., 2011) که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. نتایج نشان داد که کاربرد اسید آمینه تاثیر معنی‌داری بر شاخص قطر و طول شاخه نداشت که با یافته‌های El-Said *et al*. (2016) که نشان دادند

کاربرد اسید آمینه به دلیل تاثیر بر بیوسنتز ترکیبات نیتروژنی مانند ویتامین‌ها و رنگدانه‌ها، منجر به بهبود شاخص‌های رشدی گیاه می‌شود مطابقت نداشت.

کاربرد اصلاح‌کننده‌های آلی و کود فسفره در خاک منجر به افزایش فراهمی عناصر غذایی برای گیاه می‌شود که نقش مهمی در افزایش کلروفیل دارد. با بهبود وضعیت کلروفیل در گیاه، فتوسنتز و انتقال مواد فتوسنتزی به میوه‌ها افزایش یافته و متعاقبا درصد خندانی پسته‌ها افزایش و درصد پسته‌های پوک کاهش می‌یابد. علاوه بر این، با بهبود وضعیت تغذیه‌ای گیاه کیفیت محصول افزایش می‌یابد (Mohammadi *et al*., 2013). در تحقیق حاضر نیز کاهش انس پسته با کاربرد کود گاوی و کودهای فسفره مشاهده شد. کاربرد اسیدهای آمینه با بهبود جذب آب و عناصر غذایی، منجر به افزایش فتوسنتز، وزن خشک اندام هوایی، عملکرد کمی و کیفی گیاه می‌شود. اسیدهای آمینه همچنین به دلیل ویژگی کلات‌کنندگی عناصر، منجر به تسهیل جذب و انتقال عناصر به داخل گیاه شده و به همین دلیل تاثیر مثبتی بر شاخص‌های زایشی گیاه دارند (El-Said *et al*., 2016). کاربرد بیوچار علاوه بر بهبود شرایط فیزیکوشیمیایی خاک، منجر به افزایش فراهمی عناصر غذایی به طور مستقیم و غیرمستقیم (تغییر در حلالیت کاتیون‌ها و آنیون‌ها با اضافه کردن اسیدهای آلی به خاک و تغییر pH ریزوسفر) برای گیاه شده و در نتیجه افزایش کمی و کیفی عملکرد گیاه را در پی خواهد داشت (Karimi *et al*., 2020) که با یافته‌های این تحقیق همسو است.

کاربرد کود آلی و فسفره با بهبود فراهمی عناصر غذایی برای گیاه می‌تواند منجر به بهبود سطح فتوسنتزی گیاه شوند (Taghadosi *et al*., 2012). گزارش شده است که اسید آمینه منجر به افزایش هدایت روزنه‌ای و تورژسانس سلولی و در نتیجه افزایش سطح برگ شد (Ma *et al*., 2007) که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

اضافه کردن ماده آلی به خاک ضمن افزایش محتوای کربن آلی خاک، باعث بهبود ساختمان خاک، افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت، افزایش تخلخل و کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک می‌شود. رشد و توسعه ریشه در جذب آب و عناصر ضروری برای رشد گیاه عامل مهمی به شمار می‌رود. با اضافه کردن مواد آلی به خاک، امکان رشد ریشه افزایش یافته و جذب آب و عناصر بهتر صورت می‌گیرد (Najafi *et al*., 2015). بیوچار با افزایش سطح جذبی خاک، منجر به افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت در خاک شده و فراهمی آب برای گیاه را افزایش داده و در نهایت RWC در گیاه افزایش می‌یابد (Karimi *et al*., 2020) که با یافته‌های این تحقیق همسو می‌باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که کاربرد اصلاح‌کننده‌های آلی و کود فسفره تاثیر مثبتی بر شاخص‌های رشدی، غلظت عناصر فسفر و پتاسیم و پارامترهای عملکردی پسته دارد. علاوه بر این کاربرد بیوچار ضایعات در ترکیب با کود گاوی و مرغی نیز اثرات مثبتی بر شاخص‌های کلروفیل و عملکرد دانه داشت و می‌تواند در اختلاط با کودهای حیوانی مورد استفاده قرار گیرد. با توجه به تثبیت فسفر در خاک‌های آهکی اثربخشی کودهای فسفره به ویژه سوپرفسفات تریپل مشهود بود. در ارتباط با اسید آمینه، محلول پاشی این ترکیب توانست اثرت مثبتی بر شاخص‌های رشدی مانند سطح برگ و پارامترهای مرتبط با عملکرد داشته باشد. نکته حائز اهمیت در این تحقیق آن بود که کاربرد همزمان اصلاح‌کننده‌های آلی، فسفر و محلول‌پاشی ۱۲۰ پی‌پی‌ام اسید آمینه تاثیر بهتری بر شاخص‌های مورد ارزیابی داشت و می‌تواند در باغات پسته مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

ابراهیمی، محسن؛ سوری، محمد کاظم؛ موسوی، امیر و صاحبانی، نوازاله. (۱۴۰۰). مطالعه اثر ورمی‌کمپوست و بیوچار بر رشد، عملکرد وکارایی مصرف آب بادنجان (*Solanum melongena* L.) در شرایط مزرعه. *نشریه علوم باغبانی ایران*، ۵۲ (۱)، ۲۳-۳۳.

احمدپور ابنوی، سحر؛ رمرودی، محمود؛ گلوی، محمد و شمس الدین سعید، محدثه. (۱۳۹۸). تاثیرکودهای فسفره زیستی و شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) تحت شرایط کم آبیاری. *دانش کشاورزی وتولید پایدار*، ۲۹ (۱)، ۲۸۴-۲۶۹.

احمدیان، احمد؛ قنبری، احمد و سیاه‌سر، براتعلی. (۱۳۹۰). اثر تنش خشکی و مصرف انواع کود آلی و معدنی و بقایای آنها بر عملکرد و اجزای عملکرد بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.). *بوم‌شناسی کشاورزی*، ۳ (۳)، ۳۹۵-۳۸۳.

بیات، حسن؛ امینی فرد، محمد حسین و علیرضایی نقندر، مرتضی. (۱۳۹۷). تأثیر کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم بر برخی خصوصیات رویشی، زینتی و عملکرد بنه در گونه وحشی گل حسرت (*Colchicum kotschyi* Boiss.) . *نشریه علوم باغبانی ایران*، ۴۹ (۴)، ۹۴۷-۹۳۹.

تراب احمدی، صابر؛ عابدی، بهرام و صابرعلی، سید فرهاد. (۱۳۹۸). اثر کودهای حاوی اسیدهای آمینه و عصاره جلبک دریایی بر اجزاء عملکرد پسته رقم احمد آقایی. *پژوهش های میوه کاری*، ۴ (۲)، ۱۰۶-۹۵.

تقدسی، محبوبه؛ حسنی، نصرت اله و سینکی، جعفرمسعود. (۱۳۹۱). تنش قطع آبیاری و محلول پاشی با اسید هیومیک وعصاره جلبک بر میزان آنزیمهای آنتی اکسیدان وپرولین در سورگوم علوفه ای. *تولید گیاهان زراعی در شرایط تنش های محیطی*، ۴ (۴)، ۱۲-۱.

حشمتی، سیاوش؛ امینی دهقی، مجید و فتحی امیرخیز، کیوان. (۱۳۹۶). تأثیر کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی فسفر بر عملکرد دانه، عملکرد روغن و اسیدهای چرب گلرنگ بهاره (IL111) در شرایط کمبود آب. *علوم گیاهان زراعی ایران*، ۴۸ (۱)، ۱۶۹-۱۵۹.

رضانژاد، فرخنده و شکاری، مهدیه. (۱۳۹۵). بررسی ویژگی‌های ریخت‌شناسی و تشریحی گل ماده و نمو میوه در پستهٔ خوراکی (*Pistacia vera*) رقم احمدآقایی. *نشریه زیست‌شناسی گیاهی ایران*، ۸ (۳۰)، ۸۸-۷۵.

صفری، علی؛ ریزی، سعید؛ اعتمادی، نعمت الله؛ نیکبخت، علی؛ محمدخانی، عبدالرحمان و بدل زاده، افسانه. (۱۴۰۰). اثر سطوح مختلف نیتروژن و فسفر بر برخی صفات فیزیولوژیکی و ریخت شناسی علف طلایی (*Solidago canadensis* L.). *نشریه علوم باغبانی ایران*، ۵۲ (۴)، ۹۶۳-۹۵۱.

طاهری، مهدی و نجفی، مجید. (۱۳۹۷). ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای برخی رقم‌های پسته بنابر نتایج تجزیهٔ برگ. *نشریه علوم باغبانی ایران*، ۴۹ (۱)، ۲۲۱-۲۱۱.

لایق حقیقی، معصومه و عباس زاده، بهلول. (۱۴۰۱). ارزیابی ویژگی‌های کمی، کیفی و جذب عناصر گیاه به‌لیمو (*Lippia citriodora* L.) تحت تاثیر بیوچار، ورمی کمپوست و ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاه. *نشریه علوم باغبانی ایران*، ۵۳ (۳)، ۶۷۹-۶۶۷.

محمدی، زهرا؛ روستا، حمیدرضا؛ تاج‌آبادی‌پور، احمد و حکم‌آبادی، حسین. (۱۳۹۲). اثر نیتروژن، کود آلی، پتاسیم و آهن بر محصول، کیفیت میوه و غلظت عناصر غذایی برگ در پسته رقم فندقی پیوند شده بر روی پایه بادامی ریز زرند. *نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)*، ۲۷ (۲)، ۱۲۹-۱۱۷.

نجفی، نصرت اله؛ محمدنژاد، آرش و نیشابوری، محمدرضا. (۱۳۹۴). تأثیر سه نوع کود آلی بر ویژگی‌های رشد و کارایی مصرف آب ذرت در سطوح مختلف فشردگی خاک. *مجله مدیریت خاک و تولید پایدار*، ۵ (۲)، ۴۷-۲۵.

نقدی‌بادی، حسنعلی؛ لبافی، محمدرضا؛ قوامی، نسرین؛ قادری؛ اردشیر؛ عبدوسی، وحید؛ اقارب‌پرست، محمودرضا و مهرآفرین، علی. (۱۳۹۴). پاسخ فیتوشیمیایی و مرفولوژیکی آویشن باغی (*Thymus vulgaris* L.) به محلول‌پاشی محرک‌های زیستی بر پایه اسیدهای آمینه و متانول. *فصلنامه گیاهان دارویی*، ۱۴ (۵۴)، ۱۵۸-۱۴۶.

REFERENCES

Abideen, Z., Koyro, H. W., Huchzermeyer, B., Bilquees, G. U. L., & Khan, M. A. (2020). Impact of a biochar or a biochar-compost mixture on water relation, nutrient uptake and photosynthesis of *Phragmites karka*. *Pedosphere*, 30(4), 466-477.

Ahmadian, A., Ghanbari, A., & Siahsar, B. (2011). Study of the yield and its components of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) under drought stress and organic and inorganic fertilizers using and their residue. *Journal of Agroecology*, 3(3), 383-395. (In Persian).

Ahmadpour Abnvi, S., Ramroudi, M., Galavi, M., & Shamsaddin Saied, M. (2019). Effect of biological and chemical phosphorus fertilizer on yield and yield Components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under low irrigation conditions. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 29(1), 269-284. (In Persian).

Aimen, A., Basit, A., Bashir, S., Aslam, Z., Shahid, M.F., Amjad, S., & Li, Y. (2022). Sustainable phosphorous management in two different soil series of Pakistan by evaluating dynamics of phosphatic fertilizer source. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29(1), 255-260.

Bayat, H., Aminifard, M. H., & Alirezaie Noghondar, M. (2019). The effects of NPK fertilizers on growth, ornamental traits and corm yield of wild species of colchicum (*Colchicum kotschyi* Bioss.). *Iranian Journal of Horticultural Science*, 49(4), 939-947. (In Persian).

Cak Mak, I., Wolfgang, H. P., & Bonnie, M. C. (2010). Biofortification of durum wheat with zinc and iron. *Cereal Chemistry*, 87(1), 10-20.

Cottenie, A. (1980). Soil and plant testing and analysis as a basis of fertilizer recommendations (4th Ed.). FAO Soils Bulletin.

Ebrahimi, M., Souri, M. K., Mousavi, A. M., & Sahebani, N. (2021). Study effect of vermicompost and biochar on growth, yield and water use efficiency of eggplant (Solanum melongena L.) in field condition. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 52(1), 23-33. (In Persian).

El-Said, M. A. A., & Mahdy, A. Y. (2016). Response of two wheat cultivars to foliar application with amino acids under low levels of nitrogen fertilization. *Middle East Journal of Agriculture Research*, 5(4), 462-472.

Food and Agriculture Organization. (2018). Statistical Book in FAO. http://www.fao.org.

Heshmati, S., Amini Dehghi, M., & Fathi Amirkhiz, K. (2017). Effect of application of phosphorous and chemical fertilizers on grain yield, oil yield and spring acidified fatty acids (ILL 111) under water deficit conditions. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 48(1), 159-169. (In Persian).

Hokmabadi, H. (2018). Pistachio wastes in Iran and the potential to recapture them in value chain. *Pistachio and Health Journal*, 1(4), 1-12.

Hussain, M. I., Shah, S. H., Hussain, S., & Iqbal, K. (2002). Growth, yield and quality response of three wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties to different levels of N, P and K. *International Journal of Agriculture and Biology*, 4(3), 362-364.

Jamshidi Goharrizi, K., Baghizadeh, A., Kalantar, M., & Fatehi, F. (2020). Combined effects of salinity and drought on physiological and biochemical characteristics of pistachio rootstocks. *Scientia Horticulturae*, 261, 108970.

Karimi, E., Shirmardi, M., Dehestani Ardakani, M., Gholamnezhad, J., & Zarebanadkouki, M. (2020). The effect of humic acid and biochar on growth and nutrients uptake of calendula (*Calendula officinalis* L.). *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 51(12), 1658-1669.

Khalilpour, M., Mozafari, V., & Abbaszadeh-Dahaji, P. (2021). Tolerance to salinity and drought stresses in pistachio (*Pistacia vera* L.) seedlings inoculated with indigenous stress-tolerant PGPR isolates. *Scientia Horticulturae*, 289, 110440.

Koirala U., & Jha, S. (2013). Macrophytes of the lowland wetlands in Morang district. *Nepalese Journal of Biosciences*, 1, 131-139.

Korkmaz, A., Korkmaz, Y., & Demirkiran, A. R. (2010). Enhancing chilling stress tolerance of pepper seedling by exogenous application of 5-aminolevolinic acid. *Environmental and Experimental Botany*, 67, 495–501.

Koukounaras, A., Tsouvaltzis, P., & Siomos, A. S. (2013). Effect of root and foliar application of amino acids on the growth and yield of greenhouse tomato in different fertilization levels. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 11(2), 644-648.

Lawrence, J. R., Ketterings, Q. M., & Cherney, J. H. (2008). Effect of nitrogen application on yield and quality of silage corn after forage legume-grass. *Agronomy Journal*, 100, 73-79.

Layeghhaghighi, M., & Abbaszadeh, B. (2022). Evaluation quantitative, qualitative traits and elements adsorption of lemon verbena (*Lippia citriodora* L.) under biochar, vermicompost and plant growth promoting rhizobacteria . *Iranian Journal of Horticultural Science*, 53(3), 667-679. (In Persian).

Lehmann, J., & Joseph, S. (2015). *Biochar for environmental management: science, technology and implementation*. Routledge.

Lehri, S. M., Kurd, A. A., & Bangulzai, N. A. (2011). The response of *Gladiolus tristis* L. to N and P_2O_5 fertilizers. *Sarhad Journal of Agriculture*, 27(2), 185-188.

Ma, X. L., Wang Y. J., Xie S. L., Wang C., & Wang, W. (2007). Glycinebetaine application ameliorates negative effects of drought stress in tobacco. *Russian Journal of Plant Physiology*, 54, 472–479.

Mohammadi, Z., Roosta, H. R., Tajabadipour, A., & Hokmabadi, H. (2013). Effect of nitrogen, manure, potassium and iron on yield, fruit quality and leaf mineral nutrient content *in Pistacia vera* cv. Fandoghi grafted on Badami-Riz Zarand rootstock. *Journal of Horticultural Science*, 27(2), 117-129. (In Persian).

Mosali, J., Desta, K., Teal, R. K., Freeman, K. W., Martin, K. L., Lawles, J. W., & Raun, W. R. (2006). Effect of foliar application of phosphorus on winter wheat grain yield, phosphorus uptake, and use efficiency. *Journal of Plant Nutrition*, 29(12), 2147-2163.

Murphy, J., & Riley, J. P. (1962). A modified single solution method for determination of phosphate in natural waters. *Analytica Chimica Acta*, 27, 31–36.

Naghdibadi, H.A., Labafi, M. R., Ghavami, N., Ghaderi, A., Abdosi, V., & Mehrafrin, A. (2015). Phytochemical and morphological responses of *Thymus vulgaris* L. for biomimetic sprays based on amino acids and methanol. *Iranian Journal of Medical and Aromatic Plants*. 14(54), 146-158. (In Persian).

Najafi, N., Mohammadnezhad, A., & Naishaboori, M. R. (2015). Effects of three types of organic fertilizers on the growth characteristics and water use efficiency of corn at different levels of soil compaction. *Journal of Soil Management and Sustainable Production*, 5(2), 25-47. (In Persian).

Nelson, D.W., and Sommers, L.E. (1996). Total carbon, organic carbon, and organic matter: Loss-on ignition method. P. 1004. In D. L. Sparks, A. L. Page, P. A. Helmke, R. H. Loeppert. *Methods of Soil Analysis*. Part 3. (3rd ed.). Madison, WI: American Society of Agronomy.

Pourahmadi, E., Mohamadkhani, A., Roshandel, P., Rohi, V., & Khademi, O. (2019). Amelioration of physiological disorders in pistachio nuts by organic manure and gypsum. *Scientia Horticulturae*, 248, 225-230.

Rafie, M., Khoshgoftarmanesh, A. M., Shariatmadari, H., Darabi, A., & Dalir, N. (2017). Influence of foliar-applied zinc in the form of mineral and complexed with amino acids on yield and nutritional quality of onion under field conditions. *Scientia Horticulturae*, 216, 160–168.

Rezanejad, F., & Shekari, M. (2016). Study of morphological and anatomical traits of female flower and fruit development in pistachio (*Pistacia vera*). *Iranian Journal of Plant Biology*, 8(30), 75-88. (In Persian).

Rouphael, Y., & Colla, G. (2018). Synergistic biostimulatory action: designing the next generation of plant biostimulants for sustainable agriculture. *Frontiers in plant science*, 9, 1–7.

Rouphael, Y., Colla, G., Graziani, G., Ritieni, A., Cardarelli, M., & De Pascale, S. (2017). Phenolic composition, antioxidant activity and mineral profile in two seed-propagated artichoke cultivars as affected by microbial inoculants and planting time. *Food chemistry*, 234, 10-19.

Safari, A., Reezi, S., Etemadi, N., Nikbakht, A., Mohammadkhani, A., & Badalzadeh, A. (2022). Effect of different levels of nitrogen and phosphorous on some physiological and morphological traits of golden rod (*Solidago canadensis* L.). *Iranian Journal of Horticultural Science*, 52(4), 951-963. (In Persian).

Salehi, M., Abutalebi, A. H., & Mohammadi, A. H. (2013). Effect of foliar application of amino calcium on fruit firmness and storage life of Golden Delicious apples. *Life Sciences Journal*, 10, 140-142.

Shaheen, A. M., Ragab, M. E., Rizk, A., Mahmoud, S. H., Soliman, M. M., & Omar, N. M. (2019). Efeect of some active stimulants on plant growth, tubers yield and nutritional values of potato plants grown in newly reclaimed soil. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 29(1), 215-225.

Taghadosi, M., Hasani, N., & Sinky, J. (2012). Disruption of irrigation and spraying stress with humic acid and algae extract on antioxidant enzymes and propylene in forage sorghum. *Journal of Crop Production in Environmental Conditions*, 4(4), 1-12. (In Persian)

Taghizadeh-Alisaraei, A., Assar, H. A., Ghobadian, B., & Motevali, A. (2017). Potential of biofuel production from pistachio waste in Iran. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 72, 510-522.

Taheri, M., & Najafi, M. (2018). Evaluation of nutritional status some pistachio cultivars based on leaf analysis. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 49(1), 211-221. (In Persian).

Tiamiyu, R. A., Ahmed, H. G., & Muhammad, A. S. (2012). Effect of sources of organic manure on growth and yields of okra (*Abelmoschus esculentus* L.) in Sokoto, Nigeria. *Nigerian Journal of Basic and Applied Sciences*, 20(3), 213-216.

Torab Ahmadi, S., abedy, B., & Saberali, S. (2019). Effect of foliar spray with a fertilizer containing amino acids and seaweed extract on quality and yield components of Ahmad Aghaei pistachio. *Research in Pomology*, 4(2), 95-106. (In Persian).

Uwumarongie-Iloria, E. G., Sulaiman-Ilobua, B. B., Ederiona, O., Imogiea, A., Imoisib, B. O., Garubab, N., & Ugbaha, M. (2012). Vegetative growth performance of oil palm (*Elaeis guineensis*) seedlings in response to inorganic and organic fertilizers. *Greener Journal of Agricultural Sciences*, 2(2), 26-30.

Verheijen, F., Jeffery, S., Bastos, A. C., Van Der Velde, M., Diafas, I., & Parsons, C. (2009). *Biochar application to soils: a critical scientific review of effects on soil properties, processes and functions*. Joint Research Centre. Institute for Environment and Sustainability, Ispra, Italy.

Winter, G., Todd, C. D., Trovato, M., Forlani, G., & Funck, D. (2015). Physiological implications of arginine metabolism in plants. *Frontiers in plant science*, 6, 534.