Journal of Agroecology
Homepage: https://agry.um.ac.ir/

Research Article
Vol. 15, No. 1, Spring 2023, p. 31-49

Effect of the Application of Chemical, Organic, and Biological Fertilizers on Yield and Biochemical Traits of Iranian Shallot (*Allium hirtifulium)*

Razieh Amirkhani[1], Hossein Aroiee[2*], and Abdollah Ghasemi Pirbalouti[3]

Received: 17-03-2021
Revised: 22-09-2021
Accepted: 25-09-2021
Available Online: 25-09-2021

How to cite this article:
Amirkhani, R., Aroiee, H., & Ghasemi Pirbalouti, A. (2023). Effect of the application of chemical, organic, and biological fertilizers on yield and biochemical traits of Iranian shallot. *Journal of Agroecology*. *15*(1), 31-49
DOI: 10.22067/agry.2021.69445.1030

Introduction

Iranian shallot, scientifically known as *Allium hirtifolium*, is an important medicinal, edible, and industrial plant that grows in different regions of Iran, especially in the Central Zagros. Since this plant is harvested from its natural environment for consumption, it is necessary to cultivate and study various factors that affect its quantitative and qualitative yield, such as the use of sustainable agriculture. Additionally, genetic and environmental factors, as well as the use of fertilizers and nutrients, affect the growth, development, and yield of medicinal and edible plants, including Iranian shallots. Therefore, creating the best substrate for cultivation, protection, and harvesting is necessary due to the use of these plants in human health. The purpose of this study was to investigate the effect of chemical and organic fertilizer in inoculation with biofertilizer in two years on the yield and biochemical traits of Iranian shallot.

Materials and Methods

In this study (in the research farm of Islamic Azad University of Shahrekord in Chaharmahal and Bakhtiari province) investigated the effect of chemical fertilizer application (including: nitrogen, potassium, phosphorus 90, 70 and 60 kg/ha, respectively), chemical fertilizer inoculation with fertilizer Vermicompost (10 tons per hectare), Vermicompost inoculation with bio-fertilizer, manure (including sheep manure 10 tons per hectare), manure inoculation with bio-fertilizer (Including Arbuscular Mycorrhizal Fungi including: *Glomus fasiculatum*, *Glomus intraradices* and *Glomus mosseae* and growth-promoting bacteria including: *Azospirillum spp*, *Pseudomonas fluorescens* and *Bacillus subtilis*) on Iranian shallot biochemical and yields traits such as: size and weight of Bulb, Amount of phenol, Flavonoid Antioxidants, Starch, Glucose, Total protein, Nitrogen, Phosphorus, Potassium of this plant, as an randomized complete blocks design with three replications in two consecutive years (2016-2017 and 2017-2018) was conducted and The simple(year and fertilizer) and combined analysis(year* fertilizer) of variance were done. Data analysis was performed using SAS9.1 software, and LSD test at 5% probability level was used to compare the mean of treatments.

Results and Discussion

The results of the variance analysis showed that the effect of year on all traits was significant, including size and weight of bulb, phenol, flavonoids, antioxidants, starch, glucose, total protein, nitrogen, and phosphorus, at the level of 1%. The effect of fertilizer on all traits (except starch and glucose) and their interactions (year x fertilizer) on all measured traits except antioxidant activity percent, nitrogen, starch, and glucose were also significant.

1- Ph.D. Student of Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
2- Associate Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
3- Professor, Medicinal Herbs Research Center, Islamic Azad university, The Unit of Qods City, Tehran, Iran
(*- Corresponding author's Email: Aroiee@um.ac.ir)

In the second year, antioxidant activity percent, nitrogen, starch, and glucose had the highest amounts at 42.71%, 2.30%, 0.40, and 0.38, respectively, while in the first year, they had the lowest amounts at 29.05, 1.44, 0.23, and 0.23 mg/g fw, respectively.

According to the results, the highest bulb size (8.04 cm), potassium (1.88% and 1.89%), bulb weight (0.095 and 0.096 kg), and total protein (15.05 and 15.72 mg/g fw) were obtained in the vermicompost treatment in inoculation with bio-fertilizer in the second year and chemical fertilizer in inoculation with bio-fertilizer in the second year. Additionally, the highest amount of phenol (1.15 and 1.19 mg/g fw), respectively, in the treatment of vermicompost in inoculation with bio-fertilizer in the second year and chemical fertilizer in inoculation with biofertilizer in the second year, flavonoids (107.1 mg/g fw), and phosphorus (1.623%) in vermicompost in inoculation with bio-fertilizer in the second year were obtained.

Moreover, the results of comparing the means showed that the highest percentages of antioxidant activity percent (36.24) and nitrogen content (2.29%) were in vermicompost in inoculation with bio-fertilizer and chemical fertilizer in inoculation with bio-fertilizer in the second year, respectively. The lowest bulb size (3.16 cm), bulb weight (0.037 kg), phenol content (0.168 mg/g fw), flavonoids (48.99 mg/g fw), total protein (6.81 mg/g fw), phosphorus (0.753%), and potassium (0.811%) were observed in control.

Conclusion

According to the results of this study, organic fertilizers can be used in inoculation with bio-fertilizer to increase the production of Iranian shallot as organic fertilizer and not impose a negative effect on the quantitative and qualitative characteristics of this plant instead of, excessive use of chemical fertilizers.

Keywords: Biofertilizer, Manure, Quantitative and qualitative yield, Vermicompost

نشریه بوم شناسی کشاورزی
Homepage: https://agry.um.ac.ir/

مقاله پژوهشی

جلد ۱۵، شماره ۱، بهار ۱۴۰۲، ص ۴۹-۳۱

تأثیر کاربرد کودهای شیمیایی، آلی و زیستی بر عملکرد و صفات بیوشیمیایی موسیر ایرانی (*Allium hirtifulium*)

راضیه امیرخانی[۱]، حسین آرویی[۲]* و عبداله قاسمی پیربلوطی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۲۷
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۰۶/۳۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۷/۰۳

چکیده

به منظور بررسی تأثیر کاربرد کودهای شیمیایی (نیتروژن، پتاسیم، فسفر به‌ترتیب ۹۰، ۷۰ و ۶۰ کیلوگرم درهکتار)، ورمی کمپوست (۱۰ تن درهکتار) و کود دامی (کود گوسفندی ۱۰ تن درهکتار) در تلقیح با کودهای زیستی بر صفات بیوشیمیایی و رشدی این گیاه به‌صورت تجزیه مرکب در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در دو سال (۱۳۹۶-۱۳۹۴) انجام گرفت. نتایج نشان داد که اثر سال بر همه صفات، اثر کود بر همه صفات به غیر از نشاسته و گلوکز و اثر متقابل سال در کود بر همه صفات مورد اندازه‌گیری به غیر از آنتی‌اکسیدان، نیتروژن، نشاسته و گلوکز معنی‌دار گردید، به‌طوری‌که در سال دوم آنتی‌اکسیدان، نیتروژن، نشاسته و گلوکز (به‌ترتیب ۴۲/۷۱ و ۲/۳۰ درصد، ۰/۴۰و ۰/۳۸ میلی‌گرم در گرم وزن‌تر) دارای بیشترین و در سال اول (به‌ترتیب ۲۹/۰۵، ۱/۴۴، ۰/۲۳ و ۰/۲۳) کمترین مقدار بود. بیشترین میزان اندازه (۸/۰۴ سانتی‌متر)، پتاسیم (۱/۸۸ و ۱/۸۹ درصد)، وزن پیاز (۰/۰۹۵ و ۰/۰۹۶ کیلوگرم)، پروتئین (۱۵/۰۵ و ۱۵/۷۲ میلی‌گرم در گرم وزن‌تر)، به‌ترتیب در تیمار ورمی‌کمپوست در تلقیح با کود زیستی و کود شیمیایی در تلقیح با کود زیستی در سال دوم، مقدار فنل (۱/۱۵ و ۱/۱۹ میلی‌گرم در گرم وزن‌تر) به‌ترتیب در تیمار ورمی‌کمپوست در تلقیح با کود زیستی در سال دوم و کود شیمیایی درتلقیح با کود زیستی در سال دوم و فلاونوئید (۱۰۷/۱ میلی‌گرم در گرم وزن‌تر) و فسفر (۱/۶۲۳ درصد) در تیمار ورمی کمپوست در تلقیح با کود زیستی در سال دوم به‌دست آمد، هم‌چنین بیشترین آنتی‌اکسیدان (۳۶/۲۴) و مقدار نیتروژن (۲/۲۹) به‌ترتیب در تیمار ورکمپوست در تلقیح با کود زیستی در سال دوم و کود شیمیایی در تلقیح با کود زیستی در سال دوم بود و کمترین میزان اندازه (۳/۱۶)، وزن پیاز (۰/۰۳۷)، مقدار فنل (۰/۱۶۸)، فلاونوئید (۴۸/۹۹)، پروتئین کل (۶/۸۱)، فسفر (۰/۷۵۳) و پتاسیم (۰/۸۱۱) در شاهد به‌دست‌آمد.

واژه‌های کلیدی: عملکرد کمّی و کیفی، کود دامی، کود زیستی، ورمی‌کمپوست

مقدمه

موسیر ایرانی *Allium hirtifolium* به‌طور گسترده در رشته کوهای زاگرس مرکزی، شمالی، غربی، میانی و مرکزی ایران از جمله چهارمحال و بختیاری رشد می‌کند (Ghahremani-Majd & Dashi, 2014). با توجه به اینکه رشد، نمو و عمکرد گیاهان دارویی و خوراکی (از جمله موسیر ایرانی) تحت تأثیر عوامل ژنتیکی و محیطی قرار دارد و استفاده از کودها، عناصر غذایی و سایر عوامل زراعی در افزایش عمکرد کیفی و کمّی آن‌ها از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد، به همین جهت به‌وجود آوردن بهترین بستر جهت

۱- دانشجوی دکتری، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی، مشهد، مشهد، ایران.
۲- دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
۳- استاد، مرکز تحقیقات گیاهان دارویی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قدس، تهران، ایران.
(*- نویسنده مسئول: (Email: Aroiee@um.ac.ir
DOI: 10.22067/agry.2021.69445.1030

کاشت، داشت و برداشت با توجه به کاربرد این گیاهان جزو ضروریات به نظر می‌رسد؛ لذا با بهره‌گیری از کشاورزی پایدار و مدیریت کشاورزی شامل کوددهی مناسب، بهبود تعادل منبع و مصرف، جذب آب و عناصر غذایی، رشد برگ‌ها درنتیجه افزایش فتوسنتز، عملکرد بذر و پیازهای موسیر، گام مهمی جهت حفظ این گونه‌ها و جلوگیری از برداشت بی‌رویه آن‌ها از طبیعت و جهت ایجاد اشتغال، مصارف مختلف و صادارت گام برداشت (Arefkhani et al., 2017; Hooshidari, 2009; Sepahvand et al., 2008). بررسی‌ها نشان-داد که اندازه پیازهای موسیر می‌تواند تحت تأثیر روش کشت (از جمله فاصله کشت، تراکم، تاریخ کاشت و اصول کاشت) و مدیریت کشاورزی (مانند کوددهی و ...) قرار گیرد (Arefkhani et al., 2017; Triharyanto et al., 2018). مقدار کود مورد نیاز در کشت محصول به نوع خاک، محصول در حال کشت، روش کشت اعمال شده و مقدار کود بستگی دارد (Sutedjo, 2008)، با این‌حال، اطلاعات اندکی در مورد استفاده از کوددهی و کودهای زیستی بر روی موسیر ایرانی وجود دارد؛ امّا تهیه کود بهینه می‌تواند روی رشد گیاهان موسیر تأثیر بگذارد، به‌طوری‌که ماده مغذی اصلی که عملکرد و کیفیت موسیر را تحت تأثیر قرار می‌دهد NPK است، این عناصر غذایی بیشتر مورد نیاز هستند، زیرا گیاهان غالباً کمبود این عناصر غذایی را تجربه می‌کنند (Winarso, 2005). عملکرد عنصر نیتروژن به‌عنوان کود بهبود رشد رویشی گیاهان به روند تشکیل پروتئین و اسید نوکلئیک کمک می‌کند؛ همچنین این عنصر بخشی از مولکول-های کلروفیل است (Bhushan, 2020; Winarso, 2005). فسفر دومین ماده مغذی مورد نیاز گیاهان پس از نیتروژن به‌مقدار زیاد است، فسفر اثر مفیدی بر رشد اولیه ریشه، رشد گیاه، عملکرد و کیفیت دارد (Atmaja et al., 2019; Verma, 1993 ;) و وقتی محدودیت دسترسی باشد، رشد گیاه معمولاً کاهش می‌یابد، در خاک‌هایی که فسفر نسبتاً کمی دارند، می‌توان با استفاده از فسفر، رشد و عملکرد پیاز (*Allium cepa*) را افزایش داد (Alt, 1999). نتایج مختلف نشان داد که کود فسفر به‌میزان ۵۰ کیلوگرم درهکتار در موسیر آبیاری شده و ۲۵ کیلوگرم در هکتار در موسیر باران دیده با آبیاری تکمیلی، عملکرد و میانگین وزن پیاز (*Allium cepa* var ascalonicum) را افزایش‌داد (Kebede, 2003). پتاسیم به‌عنوان یک عنصر ضروری نقش اساسی در متابولیسم گیاه مانند فتوسنتز، انتقال غذا، تنظیم منافذ گیاه، فعال‌سازی کاتالیزور گیاه و مقاومت در برابر آفات و بیماری‌ها دارد. این عنصر علاوه‌بر بهبود کیفیت محصول، باعث بهبود رنگ، درخشندگی و تجمع ماده خشک می‌شود (Dorais et al., 2001). فسفر جزو حیاتی تشکیل‌دهنده فسفولیپیدها، اسیدهای نوکلئیک و چندین آنزیم، برای انتقال انرژی درون سیستم گیاه مورد نیاز و در فعالیت‌های مختلف متابولیکی آن دخیل است (Bhushan et al., 2020). عدم دسترسی به عناصر غذایی برای گیاهان می‌تواند با کوددهی برطرف شود، چنانکه کودهای غیرآلی می‌توانند به سرعت عناصر غذایی ماکرو را تأمین کنند (Minardi et al., 2009)، امّا استفاده از کودهای غیرآلی بیش ازحد می‌تواند به ساختار خاک آسیب برسانند، و خاک را فشرده‌تر کنند (Sudadi et al., 2021).

کود دامی به‌عنوان یک کود آلی باعث افزایش تعداد و فعالیت ریزجانداران مفید در محیط ریزوسفر ریشه که سبب کاهش اسیدیته خاک و بهبود جذب و در دسترس قرار گرفتن این عناصر از جمله فسفر توسط ریشه گیاه می‌شود (Parham et Fallah et al., 2004 ; al., 2002)، هم‌چنین با توجه به خصوصیاتی نظیر داشتن نیتروژن بالا (Hakim, 1986). بهبود ساختمان فیزیکی خاک جلوگیری از فرسایش خاک (Maguire et al., 2011)، افزایش نفوذپذیری، حفظ رطوبت خاک، بهبود خلل و فرج خاک همچنین حاوی عناصر غذایی کامل (عناصر غذایی ماکرو و میکرو) و اسیدهای‌آلی از جمله اسید هیومیک، اسید فولویک، هورمون‌ها و آنزیم‌هایی است که هم برای گیاهان و هم برای محیط‌زیست و ریزجانداران بسیار مفید هستند (Atmaja et al., 2019).

ورمی‌کمپوست یک کود آلی است که بر اثر فعالیت کرم‌های خاکی گونه‌های *Eisenia fetida* بر بقایای گیاهی، ضایعات کشاورزی، صنعتی و شهری تولید که موجب تجزیه مواد آلی می‌شود، (Sangwan et al., 2008; Bremness, 1999) و با دارا بودن مواد شبه هورمونی و ویتامین‌ها (Padmavathiamma et al., 2008) و ویژگی‌هایی از جمله حفظ رطوبت کافی، اصلاح نفوذپذیری و بهبود زهکشی خاک، افزایش دسترسی به عناصر غذایی مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم محلول از طریق افزایش فعالیت ریزجانداران مفید (Arancon et al., 2004) و به‌عنوان اصلاح‌کننده آلی خاک، در بهبود خصوصیات کمّی وکیفی گیاهان مؤثر است (Raja Sekar & Karmegan, 2010). محققان گزارش دادند که افزودن ورمی-کمپوست به خاک باعث افزایش عمکرد، رشد اندام هوایی گیاهان

گردیده (Arancon et al., 2004) و افزایش عملکرد، رشد اندام هوایی و تولید ماده خشک گیاه انیسون (*Pimpinella anisum* L.) را نیز فراهم کرده‌است (Darzi et al., 2010) و کاربرد کود ورمی-کمپوست سبب افزایش عملکرد از جمله وزن میوه، تعداد حبه در سیر گردید (Mosawi et al., 2018; Tahouri, 2013; Manivannan et al., 2007).

کودهای بیولوژیک شامل یک یا چند نوع از ریزجانداران (شامل باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد گیاه (PGPR[1]) و قارچ میکوریزا) مفید خاکزی و یا فراورده‌های متابولیک حاصل از این موجودات هستند که اغلب در محیط ریزوسفری ریشه یا حتی درون ریشه وجوددارند و از طریق تبدیل عناصرغذایی از فرم غیرقابل دسترس به فرم قابل‌دسترس از جمله تثبیت (Bhat et al., 2013) و فراهم‌سازی عناصرغذایی، افزایش مقاومت به آفات و عوامل بیماریزای خاکزی و تنش‌های محیطی و بهبود خواص فیزیکی خاک، به‌طور مستقیم و غیرمستقیم بر رشد گیاهان تأثیر می‌گذارند، (Carletti et al., 1994; Douds et al., 2007) و اثرات مثبتی بر خصوصیات کمّی و کیفی گیاهان همزیست و افزایش عمکرد محصولات کشاورزی دارند (Rai et al., 1988; Harrier et al., Gosling et al., 2006; 2004; Purba et al., 2020).

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد در استان چهارمحال و بختیاری با ارتفاع ۲۰۱۶ متر، عرض جغرافیایی ۳۲ درجه، ۲۰ دقیقه و سه ثانیه شمالی، طول جغرافیایی ۵۰ درجه، ۵۴ دقیقه و نه ثانیه شرقی با مجموع بارندگی سالیانه ۳۱۹ میلی‌متر، رطوبت نسبی ۴۶ درصد و حداکثر و حداقل دمای ۴۲ و ۳۲- درجه‌سانتی‌گراد(اداره کل هواشناسی استان چهارمحال و بختیاری) به‌صورت آزمایش تجزیه مرکب در زمان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام گرفت که تیمارها شامل شش نوع تیمار: ورمی کمپوست (۱۰ تن در هکتار)، ورمی کمپوست (۱۰ تن در هکتار) در تلقیح با کود زیستی (کود زیستی سوپرنیتروپلاس، شرکت فن‌آوری زیستی آسیا، شامل باکتری‌های گروه تثبیت‌کننده نیتروژن و محرک رشد با غلظت 10^8 در هر گرم یا میلی‌لیتر و 10^8 اسپور و سلول زنده *Bacillus subtilis* بود)، کود حیوانی (شامل کود گوسفندی ۱۰ تن در هکتار)، کود حیوانی در تلقیح با کود زیستی، کود شیمیایی (نیتروژن، پتاسیم، فسفر به‌ترتیب ۹۰، ۷۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار) و کود شیمیایی (در تلقیح با کود زیستی، که کود زیستی شامل باکتری‌های محرک رشد (شامل *Azospirillum* spp. *Pseudomonas fluorescens* و *Bacillus subtilis*) قارچ‌های مایکوریزا آربسکولار (شامل *Glomus fasiculatum*، *Glomus intraradices* و *Glomus msseae*) بودند.

قبل از اجرای طرح جهت تعیین خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌برداری گردید که نتایج آن در جدول ۱ منعکس گردیده است. پیازهای موسیر از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری تهیه شده بود که پس از تلقیح با کودهای بیولوژیک در آبان سال ۱۳۹۴ در زمین اصلی کشت شدند. کودها (به شرح جدول ۲) بر اساس نتایج تجزیه کودها و نیاز غذایی موسیر نیتروژن به‌صورت نوع اوره (به‌صورت سرک در دو مرحله در هنگام کاشت و در مرحله سبز شدن) و پتاسیم و فسفر به‌صورت سولفات پتاسیم و سوپرفسفات تریپل در سطح کرت‌های مورد نظر به‌طور یکنواخت پخش و با خاک مخلوط شدند. در انتهای فصل، همزمان با زرد شدن ۵۰ درصد گیاهان، از دو ردیف وسط هر کرت با حذف اثرات حاشیه‌ای و به‌صورت تصادفی از روی هر کرت چهار بوته نمونه‌برداری شد و جهت اندازه‌گیری صفات مورد نظر مورد استفاده قرار گرفتند و به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SAS 9.4 استفاده و برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

اندازه‌گیری مقدار فنل کل

مقادیر فنل کل نمونه‌های عصاره پیازهای موسیر توسط روش فولین (Elizabeth et al., 2007) سیکالتو اندازه‌گیری گردید و جذب نوری آن توسط دستگاه اسپکتروفتومتر مدل CE2502 درطول موج ۷۶۵-۷۶۰ نانومتر قرائت گردید. مقادیر فنل کل در نمونه‌های عصاره با استفاده از منحنی استاندارد برحسب میلی‌گرم اسیدگالیک در گرم عصاره بیان شد.

1 - Plant Growth Promoting Rhizobacteria

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1- Physical and chemical characteristics of the studied experimental soil site

بافت Texture	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	نیتروژن کل N available ($mg.kg^{-1}$)	فسفر قابل دسترس P available ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم قابل دسترس ($mg.kg^{-1}$) K available
رس- لومی Loam clay	8.10	0.670	0.058	30.8	318

جدول ۲- نتایج تجزیه شیمیایی کودهای مورد استفاده در آزمایش

Table 2- Chemical characteristics of fertilizers used in experiment

کود آلی Organic fertilizer	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	نیتروژن کل Total N (%)	فسفر قابل دسترس P available (%)	پتاسیم قابل دسترس K available (%)
ورمی کمپوست Vermicompost	7.88	0.983	2.415	1.039	2.147
کود حیوانی Manure	8.23	5.49	1.820	0.724	1.653

اندازه‌گیری فلاونوئید

جهت اندازه‌گیری مقدار فلاونوئید، عصاره‌گیری توسط پنج میلی‌لیتر متانول از مقدار ۵۰۰ میلی‌گرم از نمونه‌های پیاز موسیر صورت پذیرفت. سپس عصاره‌ها به‌مدت ۲۴ ساعت روی شیکر قرار-داده و بعد از ۲۴ ساعت، ۱۰ دقیقه با دور ۶۰۰۰ سانتریفیوژ شدند، در نهایت قسمت بالایی محلول که شفاف بود جدا و برای انجام آزمایشات درون لوله‌های جدید ریخته و یک میلی‌لیتر از عصاره تهیه شده با چهار سی‌سی (معادل ۴۰۰۰ میکرولیتر) آب مقطر مخلوط و سپس ۳۰۰ میکرولیتر نیتریت سدیم پنج درصد به آن اضافه شد، پس از پنج دقیقه از اضافه‌کردن نیتریت سدیم پنج درصد، ۶۰۰ میکرولیتر کلرید آلومینیوم ۱۰ درصد اضافه و پس از گذشت شش دقیقه از زمان اضافه‌کردن کلریدآلومینیوم، چهار سی‌سی (۴۰۰۰ میکرولیتر) سود ۰/۵ نرمال اضافه شد، درنهایت میزان جذب نور در طول موج ۵۱۰ نانومتر قرائت و برای رسم منحنی استاندارد از غلظت‌های مختلف کوئرستین استفاده گردید (Menichini et al., 2009).

فعالیت آنتی‌اکسیدانی

به‌منظور اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی موسیر از روش آبه و همکاران استفاده شد (Abe et al., 1998)، به این صورت که ۱۰۰ میلی‌گرم نمونه پیاز موسیر تازه را در نیتروژن مایع به‌صورت کامل هموژنایز کرده و عصاره‌گیری با اتانول ۹۶ درصد انجام و مواد جامد نامحلول به‌وسیله سانتریفیوژ پنج دقیقه با دور ۳۵۰۰ دردقیقه جدا-سازی شده و در ادامه مقداری از محلول شفاف بالایی با ۸۰۰ میکرولیتر از محلول نیم میلی‌مولار DPPH[1] مخلوط شده و پس از نگهداری نمونه‌ها به‌مدت ۳۰ دقیقه در شرایط تاریکی میزان جذب نور در طول موج ۵۱۷ نانومتر قرائت گردید. در آخر درصد جذب رادیکال-های فعال با استفاده از معادله زیر محاسبه گردید.

معادله (۱)

$$\text{درصد جذب رادیکالهای فعال} = \frac{(\text{جذب نمونه شاهد} \times \text{جذب نمونه مورد ارزیابی})}{\text{جذب نمونه شاهد}} \times 100$$

اندازه‌گیری عناصر

جهت اندازه‌گیری غلظت عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم، نمونه‌های گیاهی در آون خشک شده و پس از پودرشدن عصاره آن‌ها به‌روش هضم توسط اسید سولفوریک، آب اکسیژنه، اسید سالسیلیک و سلنیم برای سنجش مقدار عناصر مذکور استفاده شد، به‌طوری‌که درصد فسفر با دستگاه اسپکتروفتومتر و به‌روش نورسنجی با معرف مولیبدات – وانادات، درصد نیتروژن کل توسط دستگاه کجلدال به‌روش تیتراسیون بعد از تقطیر و غلظت پتاسیم توسط دستگاه فلیم فتومتر به‌روش نشر شعله‌ایی اندازه‌گیری شدند(Emami, 1996).

1- 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl

اندازه‌گیری مقدار پروتئین

مقدار پروتئین به‌روش برادفورد (Bradford, 1996) سنجش و از سرم آلبومن گاوی[1] به‌عنوان استاندارد استفاده شد (Cangahuala-Inocente et al., 2014). به‌طوری‌که ۳۰۰ میلی‌گرم از وزن تر نمونه‌های گیاهی در دمای چهار درجه‌سانتی‌گراد در یک میلی‌لیتر بافر استخراج (شامل ۵۰ میلی‌مولار سدیم فسفات دو بازیک، ۰/۲ مولار بتا- مرکاپتواتانول، ۱۷/۳ میلی‌مولار سدیم دو دسیل سولفات[2] و یک میلی‌مولار فنیل متیل سولفنیل فلوراید[3] در پی‌اچ هفت) خیسانده شده، بعد نمونه‌ها در دمای چهار درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۰ دقیقه در دور ۸۳۰۰ سانتریفیوژ شده درادامه محلول رویی[4] که حاوی پروتئین بوده را برداشته و به رسوباتی که در دمای ۲۰°C- نگهداری شده بود، دو برابر حجم محلول رویی اتانول ۱۰۰ درصد افزوده شد و در دمای چهار درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۰ دقیقه در دور ۱۲۸۵۰ سانتریفیوژ شدند؛ در پایان، میزان جذب با استفاده از اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۹۵ نانومتر قرائت گردید.

اندازه‌گیری مقدار قند و نشاسته

جهت اندازه‌گیری مقدار قند و نشاسته در نمونه‌های پیاز موسیر ۳۰۰ میلی‌گرم از وزن تر نمونه‌های گیاهی با استفاده از دو میلی‌لیتر متانول: کلروفورم: آب مقطر به‌نسبت ۱۲: ۵: ۳ (v/v) خیسانده شده و ده دقیقه با دور۲۰۰۰ سانتریفیوژ شدند. محلول رویی بازیابی شده و عمل عصاره‌گیری و سانتریفیوژ رسوبات با استفاده از ۲ میلی‌لیتر از حلال اولیه (متانول: کلروفورم: آب مقطر) تکرار و در نهایت، به چهار قسمت محلول رویی به‌دست آمده، یک قسمت کلروفورم و یک و نیم قسمت آب اضافه شده و به دنبال آن با دور ۲۰۰۰ به‌مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شدند. فاز بالایی برداشته شده و ۰/۲ درصد آنترون به آن اضافه شد، سرانجام غلظت قند با استفاده از استاندارد گلوکز (Cangahuala-Inocente et al., 2014) و میزان جذب در طول موج ۶۲۰ نانومتر با استفاده از اسپکتروفتومتر CE2502 قرائت شد، در ادامه به رسوب به‌دست آمده از عصاره قند یک سی‌سی اسید پرکلریک ۳۰ درصد اضافه شد و در دور ۱۰۰۰۰ به‌مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شدند. محلول رویی حاوی نشاسته نگهداری و از رسوب آن دو بار عصاره‌گیری مجدد انجام شد. محلول‌های رویی با هم ترکیب شدند و به آن آنترون ۰/۲ درصد اضافه شد، در پایان غلظت نشاسته بر اساس میزان جذب در طول موج ۶۲۰ نانومتر با استفاده از اسپکتروفتومتر و استاندارد گلوکز محاسبه گردید (McCready et al., 1950).

نحوه سنجش وزن و اندازه پیازهای موسیر

جهت اندازه‌گیری وزن پیازهای موسیر، نمونه‌های گیاهی با استفاده از ترازو با دقت ۰/۰۰۱گرم توزین گردیدند و اندازه پیاز نیز با استفاده از دستگاه کولیس اندازه‌گیری گردید، به این صورت که میانگین بیشترین و کمترین قطر به‌عنوان اندازه پیازها مورد استفاده قرارگرفت.

نتایج و بحث

محتوای فنل، فلاونوئید کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی

همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، تأثیر ترکیب‌های کودی، سال و اثر متقابل سال در کود بر مقدار ترکیبات فنلی شامل فنل و فلاونوئید معنی‌دار گردید ($p \leq 0.01$)، که طبق نتایج شکل‌های ۱ و ۲ (مقایسه میانگین‌ها) تیمار ورمی کمپوست در تلقیح با کود زیستی در سال دوم بیشترین تأثیر را در افزایش مقدار فنل و فلاونوئید کل گذاشت اگرچه تیمار فوق اختلاف معنی‌داری با تیمارهای ورمی کمپوست بدون تلقیح با کود زیستی در سال دوم و کود حیوانی در تلقیح با کود زیستی در سال دوم نداشت و سایر تیمارها نیز باعث افزایش محسوسی در افزایش محتوای این صفات گذاشت، در حالی که شاهد دارای کمترین مقدار محتوای فنل و فلاونوئید بود.

محققان با بررسی تأثیر کاربرد کودهای زیستی بر عمکرد کیفی و کمّی گیاهان گزارش دادند که این کودها مقدار فلاونوئیدها را در گیاهان افزایش می‌دهند (Piga et al., 1997).

نتایج نشان داد که اثر ساده کود و سال بر درصد فعالیت آنتی اکسیدانی پیازهای موسیر تأثیر معنی‌داری در سطح یک درصد داشت (جدول ۳)، ولی نتایج نشان داد که مقدار این صفت تحت تأثیر اثر متقابل سال در کود معنی‌دار نشد. نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴) بیانگر این‌است، تیمار ورمی‌کمپوست در تلقیح با کود زیستی و شاهد به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین درصد فعالیت آنتی‌اکسیدانی مورد اندازه‌گیری در پیازهای موسیر بودند. اگرچه مشاهدات حاکی از آن است که تیمار کود حیوانی در تلقیح با کود زیستی جهت تأثیر بر

1- Bovine serum albumin
2- SDS
3- PMSF
4- Supernatant

افزایش مقدار آنتی‌اکسیدانی اختلاف معنی‌داری با تیمار ورمی کمپوست در تلقیح با کود زیستی و سایر تیمار مورد استفاده نداشت. به نظر می‌رسد، بهبود فعالیت آنتی‌اکسیدانیی موسیر می‌تواند پاسخ‌های فیزیولوژیکی موسیر را در شرایط طبیعی و مهم‌تر از آن استرس افزایش دهد (Farhadi & Salteh, 2018) تأثیر کودهای زیستی بر شاخص‌های کیفیت گونه‌های *آلیوم*، مثل پیاز، بر افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی در تحقیقات قبلی نیز گزارش شده‌است (Albrechtova et al., 2012; Caruso et al., 2018).

پژوهشگران (Golubkina et al., 2019) نیز بیان داشتند که موسیرهای (*Allium cepa* L. Aggregatum group) تیمار شده با کودهای زیستی آنتی‌اکسیدان بیشتری در مقایسه با شاهد داشتند. نتایج چندین پژوهش نشان داد که کودهای زیستی سبب تحریک تجمع متابولیت‌های ثانویه از جمله فلاونوئیدها و پلی‌فنل‌ها در کاهو (*Lactuca sativa*) و سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum*) شده است (Baslam et al., 2013; Lone et al., 2015;). افزایش محتوای فنل، فلاونوئید کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاه زعفران (*Crocus sativus* L.) در تحقیقات محققان (Ghanbari et al., 2019) که تأثیر کودهای آلی و کودهای آلی در تلقیح با کود زیستی را بر مقدار فنل، فلاونوئید کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی بررسی نمودند، مشاهده گردید.

نشاسته و گلوکز

نتایج تجزیه واریانس حاکی از آن است که مقدار نشاسته و گلوکز تحت تأثیر فاکتور سال در سطح احتمال یک درصد قرار گرفتند، امّا اثر کود و اثر متقابل سال در کود بر مقدار این دو صفت معنی‌دار ($p\leq0.01$) معنی‌دار نشد، نتایج مقایسه میانگین (جدول ۴) اثر سال نشان داد که که سال دوم پیازهای موسیر دارای بیشترین مقدار گلکوز و نشاسته نسبت به اول بودند؛ این موضوع به این دلیل است که ریزجانداران ریزوسفری موجب تجمع کربوهیدرات‌ها در گیاهان می‌شود (Yang et al., 2009Filho et al., 2017;)، به این صورت که از طریق تأثیر بر عملکرد فیتوهورمون‌ها بیوسنتز و غلظت قند را تنظیم می‌کنند (Rolland et al., 2006Bona et al., 2016;).

مقدار نیتروژن، فسفر و پتاسیم

با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) اثر ساده سال، کود و اثر متقابل کود در سال در سطح یک درصد تأثیر معنی‌داری بر مقدار پتاسیم و فسفر گذاشت، با این تفاوت که مقدار نیتروژن پیازهای موسیر تحت تأثیر اثر متقابل سال و کودهای به‌کاررفته در این آزمایش قرار نگرفت، ولی اثر سال در سطح یک درصد و اثر کود در سطح پنج درصد معنی‌دار گردید. یافته‌های به‌دست آمده از این آزمایش (شکل ۶) نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار کودهای مورد استفاده بر مقدار پتاسیم، به‌طوری‌که کمترین مقدار پتاسیم در شاهد بود. در بین تیمارهای کودی به‌کار رفته تیمارهای ورمی کمپوست در تلقیح با کود زیستی در سال دوم و کود شیمیایی در تلقیح با کود زیستی در سال دوم بیشترین و کاربرد کود حیوانی به‌تنهایی در سال اول کمترین تأثیر را بر افزایش میزان پتاسیم پیازهای موسیر داشت، به نظر می‌رسد با توجه به نتایج مقایسه میانگین به‌دست آمده همه تیمارهای کودی در سال اول و دوم باعث افزایش چشمگیری در مقدار پتاسیم پیازهای موسیر گردیدند. بنابر نتایج تحقیقات پژوهشگران، تیمار کود زیستی اعم از باکتری‌ها و قارچها سبب افزایش جذب پتاسیم در تره-ایرانی[1] گردید (Bolandnazar et al., 2018). هم‌چنین محققان پیشتر گزارش دادند که کاربرد کودهای آلی بر گیاه سیر و سویا موجب بالا رفتن غلظت پتاسیم در این گیاهان شد. (Singh et al., 2002).

مقدار فسفر نمونه‌های پیاز موسیر نیز طبق شکل ۳ (مقایسه میانگین اثر متقابل کود در سال) متأثر از تیمارهای مورد استفاده افزایش محسوسی یافت، چنانکه هم در سال اول و هم در سال دوم کاربرد تیمار ورمی‌کمپوست در تلقیح با کود زیستی بیشترین تأثیر را بر افزایش مقدار فسفر داشت، امّا تأثیرگذاری این تیمار با تیمار کود دامی در تلقیح با کود زیستی تفاوت معنی‌داری نداشت؛ این در حالی است که سایر تیمارهای نیز تأثیر معنی‌داری بر مقدار این پتاسیم داشتند. بررسی‌ها نشان داد که کاربرد کودهای دامی افزایش فسفر را در پیاز خوراکی درپی‌داشت (Bolandnazar et al., 2007). نتایج مطالعات فیتر و های (Fitter & Hay, 2002) نشان داد که حتی در خاک‌های غنی از عنصر فسفر به‌دلیل هم‌زیستی گیاه با قارچهای موجود در کودهای زیستی سرعت و مقدار جذب این عنصر غذایی مهم در گیاه افزایش می‌یابد؛ که نتایج مشابهی نیز در پیاز توسط بلندنظر و همکاران (Bolandnazar et al., 2018) گزارش گردید. همچنین در تره ایرانی نیز کاربرد کودهای زیستی سبب بالارفتن جذب فسفر شدند(Bolandnazar et al., 2007).

1 - *Allium ampeloprasum* L.

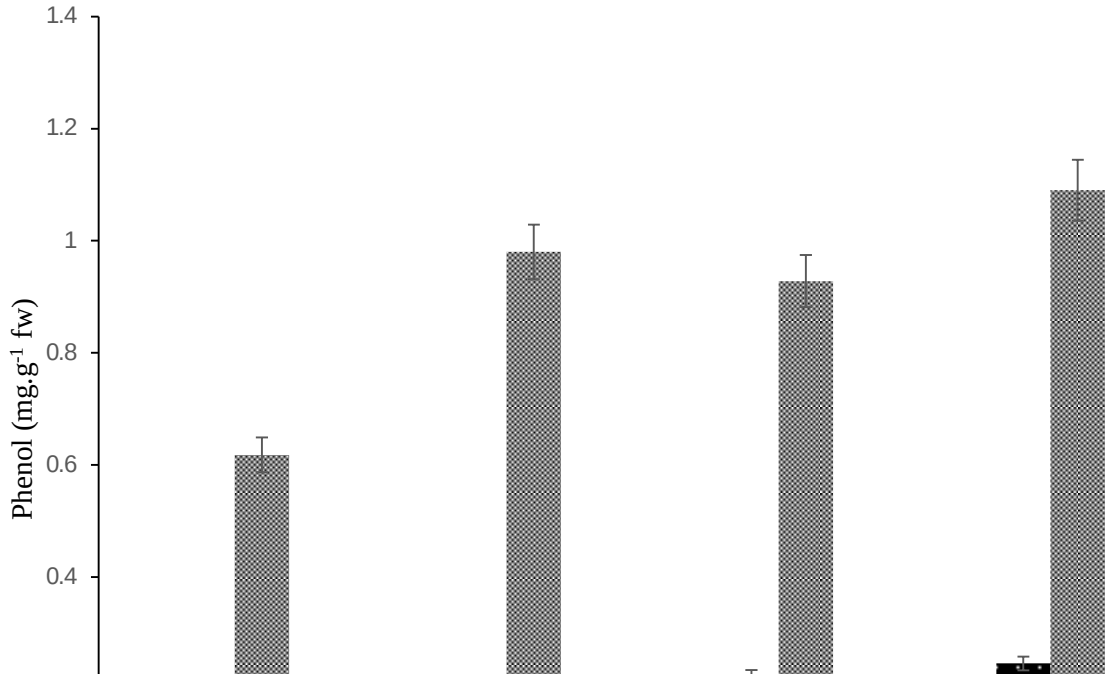
جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات کمّی و کیفی پیازهای موسیر تحت تأثیر کاربرد کودی (شیمیایی، آلی و بیولوژیک)

Table 3- Analysis of variance (mean of squares) quantitative and qualitative traits of shallots under the influence of fertilizer application (chemical, organic and biological)

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی d.f	فنل Phenol	فلاونوئید Flavonoid	آنتی‌اکسیدانی Antioxidant	گلوکز Glucose	نشاسته Starch	پروتئین Protein	نیتروژن N	فسفر P	پتاسیم K	وزن پیاز موسیر Weight	اندازه پیاز موسیر Size
سال Year	2	5.322**	2970.4**	1959.25**	0.2541**	0.297798**	250.67**	7.74**	1.121**	2.4990**	0.0053**	21.38**
خطای اصلی Error $_a$	2	0.004	700.0	3.13	0.0270	0.029076	66.09	0.01	0.0006	0.0050	0.0005	0.203
کود Fertilizer	6	0.0908**	1183.4**	35.40**	0.00003^{ns}	0.0000020^{ns}	12.41**	0.89*	0.212**	0.2907**	0.001**	8.74**
کود × سال F × Y Interaction	6	0.0853**	9.8**	3.03^{ns}	0.00008^{ns}	0.0000061^{ns}	3.20**	0.34^{ns}	0.024**	0.0371**	0.00009**	0.19**
خطای فرعی Error $_b$	12	0.0027	0.000001	3.37	0.0004	0.0057	0.09	0.26	0.0008	0.0009	0.00001	0.04

*، ** و ^{ns}: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد، یک درصد و عدم معنی‌داری

*, **, ^{ns}: Significant at the level of $p\leq0.05$, $p\leq0.01$ and non-Significant, respectively.



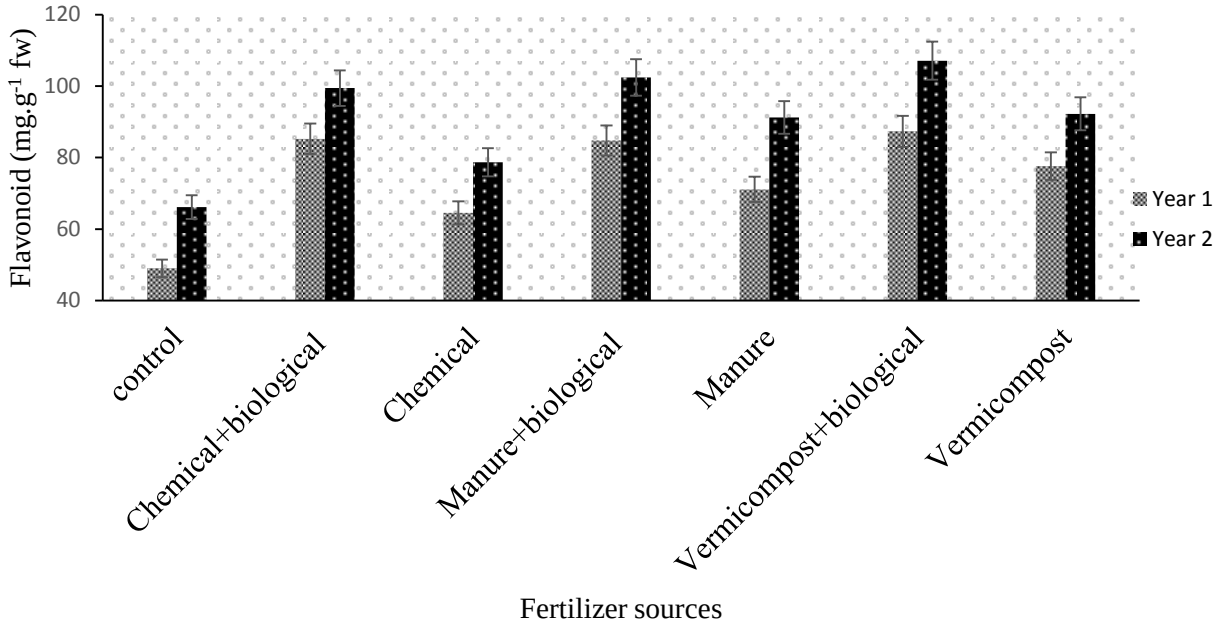
شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل کودهای مختلف در دو سال بر مقدار فنل نمونه‌های پیاز موسیر(در سطح احتمال یک درصد)

Fig. 1- Mean comparison of interaction effect of different fertilizers in two years on the phenol amount of Iranian shallot bulbs (at the 5% level)

جدول ٤- مقایسه میانگین تأثیر کودهای شیمیایی، آلی و بیولوژیک در دوسال متوالی بر صفات کمّی و کیفی پیازهای موسیر

Table 4- Mean comparison for the effect of chemical, organic and biological fertilizers in two consecutive years on quantitative and qualitative traits of Iranian shallot bulbs

	تیمار Treatment	آنتی‌اکسیدانی Antioxidant (%)	گلوکز Glucose (mg.g^{-1} fw)	نشاسته Starchm (mg.g^{-1} fw)	نیتروژن N (%)
سال Year	سال اول First	29.05	0.23	0.23	1.44
	سال دوم second	42.71	0.38	0.40	2.30
	$LSD_{0.05}$	1.517	0.140	0.146	0.120
کود Fertilizer	شاهد control	31.11	0.307	0.320	1.16
	شیمیایی + زیستی Chemical + biological	36.64	0.308	0.325	2.29
	شیمیایی Chemical	35.30	0.309	0.322	2.04
	حیوانی + زیستی Manure + biological	37.35	0.315	0.324	2.16
	حیوانی Manure	35.56	0.308	0.322	1.99
	ورمی کمپوست + زیستی Vermicompost + biological	38.94	0.308	0.325	1.87
	ورمی کمپوست Vermicompost	36.24	0.310	0.322	1.57
	$LSD_{0.05}$	2.190	0.024	0.090	0.619



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل کودهای مختلف در دو سال بر مقدار فلاونوئید (در سطح احتمال پنج درصد)

Fig. 2- Mean comparison of interaction effect of different fertilizers in two years on the flavonoid amount of Iranian shallot bulbs (at the 5% level)

نتایج حاصل از جدول ۴ نشان‌دهنده تأثیر کاربرد تیمارهای کودی برمقدار نیتروژن پیازهای موسیر می‌باشد، به‌طوری‌که سبب افزایش مقدار نیتروژن در پیازهای موسیر شدند و بالاترین مقدار این عنصر مهم و ضروری در کاربرد کود شیمیایی در تلقیح با کود زیستی مشاهده گردید، امّا نتایج نشان‌داد که همه تیمارها موجب بالارفتن مقدار نیتروژن گردیده‌اند، کاربرد ورمی‌کمپوست بدون تلقیح با کود زیستی اختلاف معنی‌داری در مقایسه با شاهد در مقدار نیتروژن نمونه‌های پیاز موسیر نداشت. هم‌چنین در سال دوم نیز مقدار نیتروژن بیشتری نسبت به سال اول مشاهده گردید. محققان نشان دادند که غلظت نیتروژن سیر، موسیر و تره‌ایرانی در اثر کاربرد کود نیتروژن افزایش یافت (Bolandnazar et al., Ershadi et al., 2009 ; 2018; Sardi & Tima´r, 2005; Arefi et al., 2012).

با افزایش نیتروژن در خاک، غلظت نیتروژن به‌طور معنی داری در پیاز گیاه موسیر افزایش پیداکرد، به نظر می‌رسد کودهای آلی به‌ویژه کود دامی باعث می‌شود عناصر غذایی مخصوصاً نیتروژن در دسترس ریزوسفر ریشه قرار گرفته و باعث افزایش نیتروژن توسط گیاه و افزایش فتوسنتز و درنتیجه، رشد و عمکرد گیاه پیاز خوراکی (Sharma, 1992) و موسیر می‌شود. پژوهشگران با بررسی تأثیر کود نیتروژن و اثر متقابل کود نیتروژن و فسفر بر روی موسیر (*Allium altissimum* Regel.) بیان داشتند که این تیمارها موجب افزایش غلظت نیتروژن این گیاه شدند (Arefi et al., 2012).

افزایش نیتروژن پیازهای موسیر به این جهت است که مقدار زیادی از نیتروژن در در طول فصل رشد و در مرحله انتقال مجدد وارد پیازهای آن می‌شود (Arefi et al., 2012). همچنین محققان گزارش دادند که کودهای آلی در تلقیح با کودهای زیستی سبب افزایش غلظت نیتروژن موسیر (*Allium ascalonicum* L.) شدند (Sudadi et al., 2021).

پروتئین کل

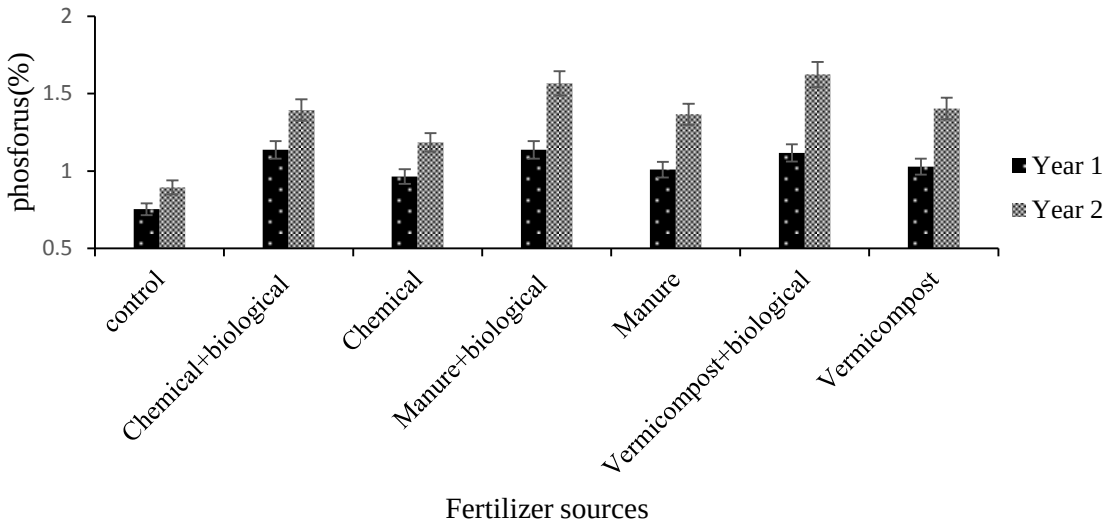
نتایج مربوط به جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) حاکی از آن‌است که مقدار پروتئین اندازه‌گیری شده در نمونه‌های پیاز موسیر تحت تأثیر اثر ساده سال، کود و اثر متقابل سال در کود معنی‌دار($p\leq0.01$) شد. بنابراین، (شکل ۵) بیشترین مقدار پروتئین در تیمار ورمی-کمپوست در تلقیح با کود زیستی و کمترین مقدار این صفت در شاهد

یافت شد. این در حالی است که سایر تیمارها از جمله کود شیمیایی در تلقیح با کود زیستی نیز تأثیر محسوسی بر مقدار پروتئین گذاشتند. هم چنین نتایج نشان داد که تیمار ورمی‌کمپوست در تلقیح با کود زیستی در سال دوم بیشترین تأثیر مثبت را در افزایش محتوای پروتئین گذاشت.

سزپونر کرک و همکاران(Szpunar-Krok et al., 2012) گزارش دادند که کاربرد تیمار کود شمیایی و آلی مقدار پروتئین نخود را نسبت به شاهد به طرز محسوسی افزایش داد که نتایج این تحقیق نشان داد مقدار نیتروژن در پیازهای موسیر افزایش یافت و در نتیجه، این نیتروژن به شکل پروتئین در گیاه ذخیره گردید (Tabatabai, 2010). هم‌چنین باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن از طریق فراهم نمودن نیتروژن سبب بالا رفتن مقدار پروتئین شدند، به‌طوری‌که تحقیقات از اثر مثبت کاربرد تلفیقی کودهای زیستی (باکتری‌ها و قارچ‌ها) بر افزایش مقدار پروتئین گیاه تره ایرانی حکایت دارد (Bolandnazar et al., 2007).

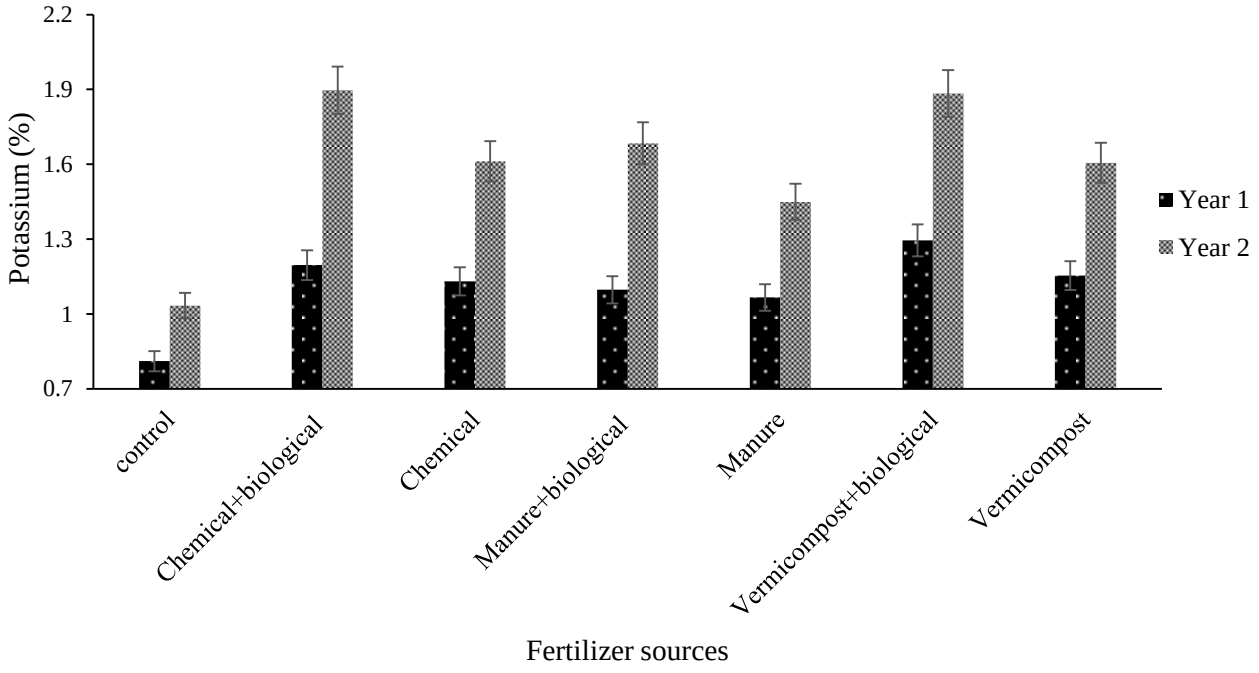
عملکرد

وزن و اندازه پیازهای موسیر به‌عنوان اجزای عملکرد نیز تحت تأثیر تیمارهای به‌کار رفته در این آزمایش قرار گرفتند (جدول ۳)، به‌طوری‌که اندازه و وزن پیازهای موسیر متأثر از کابرد تیمارهای سال، کود و اثر متقابل این دو تیمار در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد و با توجه به شکل‌های ۸ و ۹ که نماینگر اثر متقابل کود در سال می‌باشند، تیمار ورمی کمپوست در تلقیح با کود زیستی در سال دوم دارای بالاترین اندازه و وزن پیازهای موسیر (Alizad et al., 2017) بود که این تیمار با تیمارهای کود دامی و شیمیایی در تلقیح با کود زیستی اختلاف معنی‌داری در بالابردن اندازه و وزن پیازهای موسیر نداشتند؛ نتایج مقایسه میانگین نیز نشان‌داد که در نمونه‌های تیمار نشده کمترین میزان اندازه و وزن مشاهده گردیده است. امین و همکاران (Amin et al., 2017) بیان داشتند که کاربرد کود دامی باعث بالا رفتن وزن سیرچه‌های گیاه سیر(*Allium sativum*) شد. کود دامی می‌تواند عمکرد گیاه را از طریق تأمین مواد غذایی گیاه افزایش دهد (Maguire et al., 2011). علی و همکاران (Ali et al., 2018) گزارش دادند که کود دامی موجب بهبود عملکرد پیاز (*A. Cepa* L.) شد.



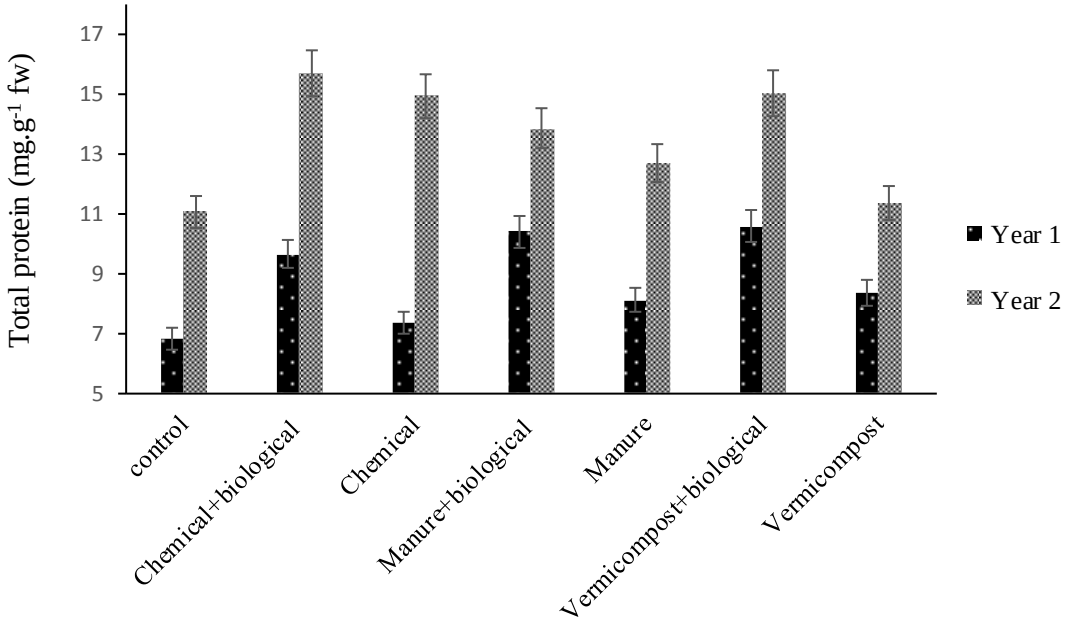
شکل ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل کودهای مختلف در دو سال بر مقدار فسفر پیازهای موسیر (در سطح احتمال پنج درصد)

Fig. 3- Mean comparison of interaction e of different fertilizers in two years on the phosphorus amount of Iranian shallot bulbs (at the 5% level)



شکل ٤- مقایسه میانگین اثر متقابل کودهای مختلف در دو سال بر مقدار پتاسیم پیازهای موسیر (در سطح احتمال پنج درصد)

Fig. 4- Mean comparison of interaction effect of different fertilizers in two years on the potassium amount of Iranian shallot bulbs (at the 5% level)

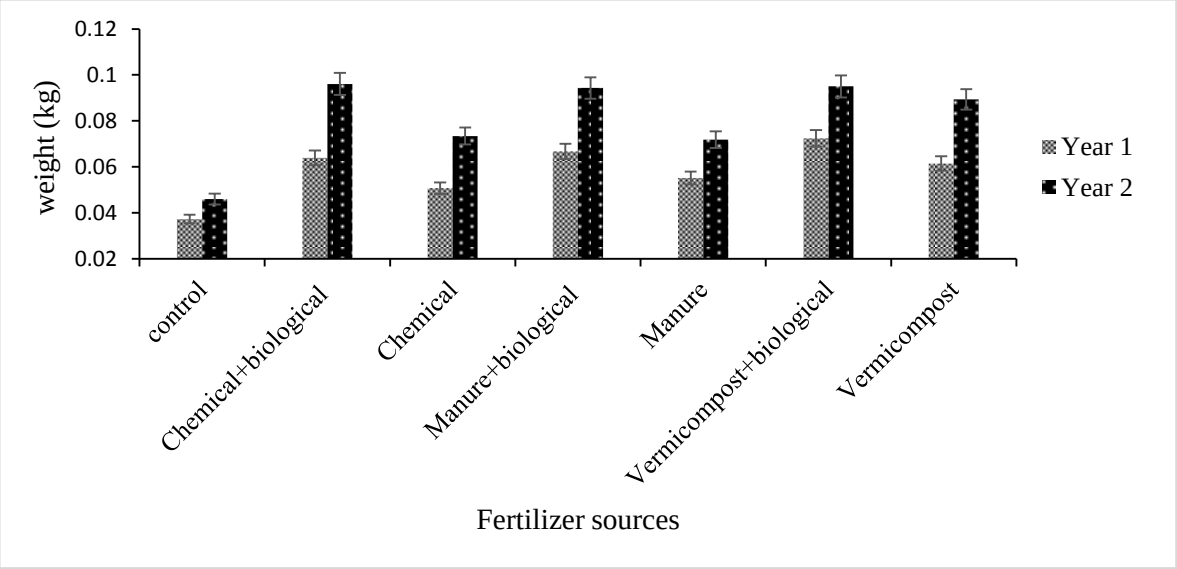


شکل ٥- مقایسه میانگین اثر متقابل کودهای مختلف در دو سال بر مقدار پروتئین پیازهای موسیر (در سطح احتمال پنج درصد)

Fig. 5- Mean comparison of interaction effect of different fertilizers in two years on the total protein amount of Iranian shallot bulbs (at the 5% level)

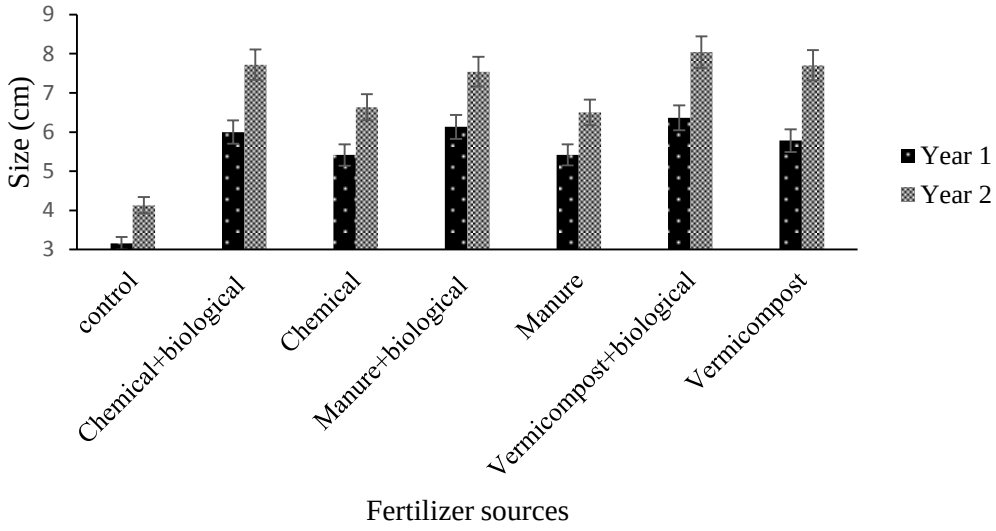
پیشتر گزارش شد که کاربرد ترکیبی (نسبت ۱۵– ۱۵– ۱۵) کیلوگرم NPK در هکتار در تلقیح با کود زیستی سبب افزایش عمکرد موسیر و وزن پیازها شد (Fatchullah et al., 2018)، کاربرد ترکیبی کود نیتروژن و فسفر عمکرد پیاز (*Allium cepa* L.) را به‌طور محسوس بالا برد (Al-Moshileh, 2001)، هم‌چنین نتایج تاهوری (Tahouri, 2013) نشان داد که وزن سیرچه‌ها در اثر کاربرد کود ورمی‌کمپوست افزایش پیداکرد. درزی و همکاران(Darzi et al., 2010) گزارش کردند که عمکرد بیولوژیک انیسون در اثر کاربرد ورمی‌کمپوست افزایش یافت. بررسی‌ها بیانگر آن‌است که تغذیه مناسب از طریق فراهم‌شدن عناصر غذایی باعث افزایش اندازه سیرچه‌های گیاه سیر گردید (Amin et al., 2017). نتایج تحقیقات نشان داد که بسته به شرایط محیطی، گونه و عملیات کاشت کاربرد کود ترکیبی NPK شامل مقدار ۱۰۰ تا ۲۸۰، ۱۲۰ تا ۱۶۰ و ۵۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب نیتروژن، فسفر و پتاسیم تأثیر محسوس در بالا بردن عمکرد موسیر داشت (Mansouri et al., 2015). مشخص شد که کابرد کود ورمی‌کمپوست در تلقیح با کود زیستی و کود شیمیایی (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) در تلقیح با کود زیستی افزایش عملکرد و وزن سیرچه گیاه سیر شد (Gowda et al., 2007). افزایش عملکرد پیاز تحت تأثیر کاربرد تلفیقی نیتروژن و فسفر در تلقیح با کود زیستی مشاهده گردید که دیگر محققان (Kore et al., 2006; Chattoo et al., 2007; Dashrath et al., 2005) در پیاز نتایج مشابهی ارائه نمودند.

تأثیر مثبت کودهای زیستی بر روی پارامترهای مختلف رشد و عملکرد مشاهده شده در مطالعه حاضر ممکن است به‌دلیل افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاهان باشد (Borea,1992). دلایل احتمالی افزایش عملکرد موسیر ممکن است با استفاده از نیتروژن و فسفات غیرآلی بهتر در حضور کودهای زیستی، افزایش تثبیت نیتروژن، در دسترس بودن فسفات، توسعه بهتر سیستم ریشه و سنتز بالاتری از هورمون رشد گیاه همراه باشد Kumar et al., 2001 ; (Pandey & Kumar, 1989).



شکل ٦- مقایسه میانگین اثر متقابل کودهای مختلف در دو سال بر مقدار وزن پیازهای موسیر (در سطح احتمال پنج درصد)

Fig. 6- Mean comparison of interaction effect of different fertilizers in two years on the weight of Iranian shallot bulbs (at the 5% level)



شکل ۷- مقایسه میانگین اثر متقابل کودهای مختلف در دو سال بر اندازه پیازهای موسیر

Fig. 7- Mean comparison of interaction effect of different fertilizers in two years on the size of Iranian shallot bulbs (at the 5% level)

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان‌داد که استفاده از کودهای بیولوژیک تـأثیر مثبتی بر کارایی اثر کودهای آلی و شیمیایی در گیاه موسـیر گذاشـت، به‌طوری‌که تیمار کابرد ۱۰ تن ورمی کمپوست در تلقیح با کود زیستی در سال دوم بهترین تیمار جهت افزایش عمکرد کیفی و کمّی موسـیر ایرانی در این تحقیق شناخته شد بنابراین، با توجـه بـه اینکـه موسـیر کاربرد دارویی، صنعتی و خوراکی دارد و تولید ارگانیـک آن از اهمیـت ویژه‌ای برخوردار است، بنابراین می‌تـوان از ایـن تیمـار بـا توجـه بـه ارگانیک بودن و نداشتن تأثیر سوء بر خصوصیات کمّی و کیفـی گیـاه موسیر ایرانی به‌جای استفاده بی‌رویه از کودهای شـیمیایی کـه باعـث ایجاد اثرات مخـرب در گیاهـان، محـیط زیسـت و خـاک مـی‌شـوند، استفاده نمود.

References

Abe, N., Murata, T., & Hirota, A. (1998). Novel 1, 1-diphenyl-2-picryhy- drazyl- radical scavengers, bisorbicillin and demethyltrichodimerol, from a fungus. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, *62*, 661-662. DOI: org/10.1271/bbb.62.661

Albrechtova, J., Latr, A., Nedorost, L., Pokluda, R., Posta, K., & Vosatka, M. (2012). Dual inoculation with mycorrhizal and saprotrophic fungi applicable in sustainable cultivation improves the yield and nutritive value of onion. *The Scientific World Journal*, DOI:10.1100/2012/374091

Ali, M., Khan N., Khan, A., Ullah, R., Naeem, A., Wasiullah, Khan, M., Khan, K., Farooq, S., & Rauf, K.(2018). Organic manures effect on the bulb production of onion cultivars under semiarid condition. *Pure and Applied Biology, 7*(3), 1161–70. DOI:org/10.19045/bspab.2018.700135

Alizad, L., Rad, M.M., & Aghaei, K. (2017). Effect of nitrogen sources type and plant growth promoting bacteria on yield and its attributes of Talesh local garlic in Rasht. *Crops Improvement, 20*(2), 533-545. (In Persian with English Summary)

Al-Moshileh, A.M. (2001). Effect of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizer on onion productivity in central region of Saudi Arabia. *Assiut Journal of Horticultural Science*, *32*, 291-305.

Alt, D., Ladebusch, H., & Melzer, O. (1999). Long-term trial with increasing amounts of phosphorus, potassium and

magnesium applied to vegetable crops. *Acta Horticulturae, 506*, 29-36. DOI:org/10.17660/ActaHortic.1999.506.2

Amin, Z., Fallah, S., & Abbasi Surki, A. (2017). Effect of application method and different levels of cattle manure on performance and concentration of some nutrients of garlic (*Allium sativum*). *Journal of Soil Management and Sustainable Production, 7*(3), 107-121. (In Persian with English Summary). doi.10.22069/EJSMS.2017.11481.1661

Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Welch, C., & Metzger, J.D. (2004). Influences of Vermicomposts on field strawberries: Part 1. Effects on growth and yields. *Bioresource Technology Journal*, *93*(2), 145-153. DOI:org/10.1016/j.biortech.2003.10.014

Arefi, I., Kafi, M., Khazaii, H.M., & Banayan Aval, M. (2012). Investigation of the effect of different of nitrogen, phosphorus and potassium on yield, photosynthesis and Photosynthesis pigments, chlorophyll and nitrogen concentration of components of medicinal and industrial plant shallots (*Allium altissimum Regel*.) *Journal of Agroecology, 4*(3), 207-214. (In Persian with English Summary). DOI:10.22067/JAG.V4I3.15309

Arefkhani, M., Khairkhah, M., Naghab, M.G., & Babaeiyan. M. (2017). Effect of initial weight of shallot bulb and farm manure on reproduction and shallot yield (*Allium altissimum Regel*) in Shirvan climate. *Journal of Agroecology, 9*(3), 749–59. (In Persian with English Summary). DOI:10.22067/JAG.V9I3.50987

Atmaja, D., Wirajaya, A.A.N.M., & Kartini, L. (2019). Effect of goat and cow manure fertilizer on the growth of shallot (*Allium ascalonicum* L). *Sustainable Environment Agricultural Science, 3*(1), 19–23. DOI: org/10.22225/seas.3.1.1336.19-23

Baslam, M., Garmendia, I., & Goicoechea, N. (2013). The arbuscular mycorrhizal symbiosis can overcome reductions in yield and nutritional quality in greenhouse-lettuces cultivated at inappropriate growing seasons. *Scientia Horticulturae, 164*, 145–154. DOI: org/10.1016/j.scienta.2013.09.021

Bhat. A., Gupta, M., Ganai, M.A., Ahanger, R.A., & Bhat, H.A. (2013). Yield, soil health and nutrient utilization of field pea (*Pisum sativum* L.) as affected by phosphorus and bio-fertilizers under subtropical conditions of Jammu. International. *Journal of Modern Plant and Animal Sciences, 1*(1), 1-8. DOI:10.13140/RG.2.2.33954.86729.

Bhushan, C., Katiyar, S., & Vikram, N. (2020). Effect of bio-fertilizers on growth behaviour and quality parameters of garlic (*Allium sativum* Linn.). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 9*(7), 2319-7706. DOI:org/10.20546/ijcmas.2020.907.025

Bolandnazar, S., Aliasgarzad, N., Neishabury, M.R., & Chaparzadeh, N. (2007). Mycorrhizal colonization improves onion (*Allium cepa* L.) yield and water use efficiency under water deficit condition. *Scientia Horticulturae, 114*, 11-15. DOI:org/10.1016/j.scienta.2007.05.012

Bolandnazar, S., Karimi, K., & Sarikhani, M.R. (2018). Effect of some Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) and Arbuscular Mycorrhiza Fungi (AMF) on physiological traits of tareh Irani (*Allium ampeloprasum* L.). *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 29*(1), 121-136. (In Persian with English Summary)

Bona, E., Cantamessa, S., Massa, N., Manassero, P., Marsano, F., Copetta, A., Lingua, G., D'Agostino, G., Gamalero, E., & Berta, G. (2016). Arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth-promoting *Pseudomonads* improve yield, quality and nutritional value of tomato: *A field study*. *Mycorrhiza, 27*. DOI: 10.1007/s00572-016-0727-y

Borea, J.M. (1991).Vesicular arbuscular mycorrhizae as modifiers of soil fertility .*Advances in Soil Science, 15*, 2-31. Springer-Verlag, New York. DOI: 10.1007/978-1-4612-3030-4_1

Bremness, L., 1999. Herbs. Eyewitness Handbook, London, 176 p.

Cangahuala-Inocente, G.C., Silveira, V., & Caprestano, C.A. (2014). Dynamics of physiological and biochemical changes during somatic embryogenesis of Acca sellowiana. *In Vitro Cellular & Developmental Biology – Animal, 50*, 166–175.

Carletti, S., Caceres, E.R., & Liorent, B. (1994). Growth promotion by PGPR on different plant species growing in hydroponics conditions. In: Improving plant productivity with rhizosphere bacteria. Proc. 3rd Intl. Workshop on Plant Growth Promoting Rhizobacteria, Adelaide, Australia.

Caruso, G., Golubkina, N.A., Seredin, T.M., & Sellitto, V.M. (2018). Utilization of arbuscular-mycorrhyzal fungi in Allium production. *Vegetable crops of Russia, 3*, 85–90.

Chaharmahal and Bakhtiari meterological administration. Available at: Web site. www. Chaharmahalme.ir

Chattoo, M.A., Ahmed, N., Faheema, S., Narayan, S., Khan, S.H., & Hussain, K. (2007). Response of garlic (*Allium sativum L.)* to biofertilizer application. *The Asian Journal of Horticulture, 2*, 249-52.

Darzi, M., Haj-Seyedhadi, M., & Rejali, F., (2010). Effects of vermicompost and phosphate biofertilizer application on

yield and yield components in anise (*Pimpinella anisum* L.). *Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 26*(4), 452-465. (In Persian with English Summary). Doi: 10.22092/IJMAPR.2011.6655

Dashrath, Y., Prasad, V.M., & Gujar, K.D., (2005). Effect of different biofertilizers in association with phosphorus on growth and yield of onion (*Allium cepa L.*), a white onion var Jndwo. *New Agriculturist, 16*(1), 87-89.

Dorais, M., Papadoulos, A.P., & Gosselin, A. (2001). Greenhouse tomato fruit quality. *Horticultural Review, 26*, 262-319. DOI:org/10.1002/9780470650806.ch5.

Douds, D.D., Nagahashi, J.G., Reider, C., & Hepperly, P.R. (2007). Inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi increases the yield of potatoes in a high p soil. *Biological Agriculture and Horticulture, 25*, 67-78. DOI:org/10.1080/01448765.2007.10823209

Elizabeth, A., Ainsworth, K., & Gillespie, M. (2007). Estimation of total phenolic content and other oxidation substrates in plant tissues using folin-ciocalteu reagent. *Nature Protocols, 24*, 875-877. (Protocol).

Emami, A. (1996). Plant Decomposition Methods. *Agricultural Education Publishing, Karaj, Iran*. 1, p. 128.

Bradford, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry, 72*, 248–254. DOI: 10.1006/abio.1976.9999

Ershadi, A., Noori, M., Dashti, F., & Bayat, F. (2009). Effect of different nitrogen fertilizer on yield, pungency and nitrate accumlation in garlic (*Allium sativum*). *International Symposium on Medicinal and Aromatic Plants*. March *26*, Djerba, Tunisia.

Fallah, S., Ghalavand, A., & Khajehpour, M.R. (2004). Study chemical properties and corn yield by using organic fertilizer, chemical and combined. *Journal of Environmental Sciences, 5*, 69-78.

Farhadi, N., & Salteh, S.A. (2018). The effect of Forchlorfenuron on bulblet formation, antioxidant characteristics and phytochemicals compounds of Persian shallot (*Allium hirtifolium*). *Journal of Horticultural Sciences, 31*(3), 565–76. DOI:10.22067/jhorts4.v31i3.56997

Fatchullah, D., Masnenah, E., & Rahman, R.A. (2018). Optimizing the use of synthetic NPK 15-15-15 compound fertilizers with biological fertilizers *Trichoderma* sp. for shallot plant (*Allium ascolanicum*). *Journal Biodjati, 3*(2), 173–82. DOI:10.15575/biodjati.v3i2.3008

Filho, J.A.C., Sobrinho, R.R., & Rascholati, S.F. (2017).Arbuscular mycorrhizal symbiosis and its role in plant nutrition in sustainable agriculture. In V.S., Meena, P., Mishra, J., Bisht, A., Pattanayak, (Eds.). *Agriculturally Important Microbes for Sustainable Agriculture; Springer, Singapore*. p. 129-164. DOI: 10.1007/978-981-10-5343-6_5

Fitter, A.H., & Hay, R.K.M. (2002). Environmental Physiology of Plants. 3rd Ed. *Academic Press. London.p.367*. DOI: org/10.1016/C2009-0-03411-4

Ghahremani, M.H., & Dashti, F. (2014). Genetic diversity of Persian shallot (*Allium hirtifolium* Boiss.) populations based on morphological traits and RAPD markers. *Plant Systematics and Evolution, 300*(5), 1021–30. DOI:10.1007/s00606.013.0940.5

Ghanbari, J., Khajoei-Nejad, G., Ruth, S.M., & Aghighi, S. (2019). The possibility for improvement of flowering, bulb properties, bioactive compounds, and antioxidant activity in saffron (*Crocus sativus* L.*)* by different nutritional regimes. *Industrial Crops and Products, 135*, 301–310. DOI: org/10.1016/j.indcrop.2019.04.064

Golubkina, N., Zamana, S., Seredin, T., Poluboyarinov, P., Sokolov, S., Baranova, H., Krivenkov, L., Pietrantonio, L., & Caruso, G. (2019). Effect of selenium biofortification and beneficial microorganism inoculation on yield, quality and antioxidant properties of shallot bulbs. *Plants, 8*(4), 102. DOI: 10.3390/plants8040102

Gosling, P., Hodge, A., Goodlass, G., & Bending, G.D. (2006). Arbuscular mycorrhiza fungi and organic farming. *Agriculture, Ecosystems and Environment, 113*, 17-35. DOI:org/10.1016/j.agee.2005.09.009

Gowda, M.C., Vijayakumar, M., & Gowda, A.P.M. (2007). Influence of integrated nutrient management on growth, yield and quality of garlic (*Allium sativum* L.). *Crop Research Hisar, 33*, 144-147.

Hakim, N. (1986). Dasar-dasar Ilmu Tanah. Lampung University. p.488.

Harrier, L.A., & Watson, C.A. (2004). The potential role of arbuscular mycorrhizal (AM) fungi in the bioprotection of plants against soil-borne pathogens in organic and/or other sustainable farming systems. *Pest Management Science, 60*(2), 149-157. DOI: 10.1002/ps.820

Hooshidari, F. (2009). Medicinal plants of Kurdistan province. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 25*(1), 92-103. (In Persian with English Summary)

Kebede, W. (2003). Shallot (*Allium cepa* var. ascalonicum) responses to plant nutrients and soil moisture in a sub-humid tropical climate. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 78*(4), 549-555.

Kore, M.S., Shembekar, R.Z., Chopde, N.K., Kuchanwar, O.D., Pillewan, S.S. & Godse, S.B. (2006). Nutrient management in garlic (*Allium sativum* L.). *Journal of Soils and Crops, 16*, 465-68.

Kumar, A., Singh, R., & Chhillar, R.K. (2001). Influence of nitrogen and potassium application on growth, yield and nutrient uptake by onion (*Allium cepa*). *In Indian Journal of Agronomy*, *46*(4), 742-746.

Lone, R., Shuab, R., Sharma, V., Kumar, V., Mir, R., & Koul, K.K. (2015). Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on growth and development of potato (*Solanum tuberosum*) plant. *Asian journal of crop science, 7*, 233–243. DOI:10.3923/ajcs.2015.233.243

Maguire, R.O., Peter, J.A., Kleinman, P.J., & Beegle, D.B. (2011). Novel manure management technologies in no-till and forage systems: Introduction to the Special Series. *Journal of Environmental Quality, 40*(2), 287-91. DOI: org/10.2134/jeq2010.0396

Manivannan, P., Jaleel, C.A., Kishorekumar, A., Sankar, B., Somasundaram, R., Sridharan, R., & Panneerselvam, R. (2007). Changes in antioxidant metabolism of *Vigna unguiculata* L. Walp. By propiconazole under water deficit stress. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, *57*, 69-74. DOI:org/10.1016/j.colsurfb.2007.01.004

Mansouri, H., Banayan Aval, M., Rezvani Moghaddam, P., & Lakzian, A. (2015). Management of nitrogen, irrigation and planting density in Persian shallot (*Allium hirtifolium*) by using central composite optimizing method. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 24*(4.1), 41–60. (In Persian with English Summary)

McCready, R.M., Guggolz, J., Silviera, V., & Owens, H.S. (1950). Determination of starch and amylose in vegetables. *Journal of Analytical Chemistry, 22*, 1156–1158. DOI:org/10.1021/ac60045a016

Menichini, F., Tundis, R., Bonesi, M., Loizzo, M.R., Conforti, F., Statti, G., Di Cindi, B., Houghton, P.J., & Menichini, F. (2009). The influence of fruit ripening on the phytochemical content and biological activity of *Capsicum Chinense* Jacq. Habanero. *Food Chemistry, 114*, 553- 560. DOI: org/10.1016/j.foodchem.2008.09.086

Minardi, S., Winarno. J., & Abdillah, H.N. (2013). Effects of Balance Organic and inorganic fertilizer on the Andisols soil chemistry at Tawangmangu to yield of carrot (*Daucus carota* L.). *Journal of Soil Science and Agroclimatolgy, 6*, 111–116.

Mosawi, Z., Ahmadian, A., Kaweh, H., & Salari, A. (2018). Effect of different levels of stress and vermicompost fertilizer on yield, yield component and active compound of allicin in garlic medicinal herbs. *Journal of Water and Soil Conservation, 25*(1). (In Persian with English Summary). DOI: 10.22069/jwsc.2018.14167.2889

Padmavathiamma, P.K., Li, L.Y., & Kumari, U.R. (2008). An experimental study of vermin-biowaste composting for agriculture soil improvement. *Bioresource Technology, 99*, 1672-1681. DOI: org/10.1016/j.biortech.2007.04.028

Pandey, A., and Kumar, S. (1989). Potential of *Azotobacter* and *Azospirillum* as biofertilizers for upland agriculture‐A review. *Journal of Scientific and Industrial Research, 48*, 134-44.

Parham, J.A., Denge, S.P., Raun, W.R., & Johnson, G.V. (2002). Long term cattle manure application in soil I. Effect on soil phosphorus levels, microbial biomass C and dehydrogenase and phosphatase activities. *Biology and Fertility of Soils, 35*, 328-337. DOI: 10.1007/s00374-003-0657-7

Piga, P., Belanger, R., Paulitzand, T.Z., & Benhanau, N. (1997). Increased resistance to *Fusarium oxysporum* f .sp. Radicis-lycopersici in tomato plants treated with the endophytic bacterium *Pseudomonas fluorescens*, strain 63-28. *Physiological and Molecular Plant Pathology, 50*, 301-320. DOI: org/10.1006/pmpp.1997.0088

Purba, J.H., Wahyun P.S., Naen, Z., Sasmita, N., Yuniti, G.A.D., & Pandawani, N.P. (2020). Growth and yield response of shallot (*Allium ascalonicum* L. var. Tuktuk) from different source materials applied with liquid biofertilizers. *Nusantara Bioscience, 12 (2)*, 127-133. DOI: org/10.13057/nusbiosci/n120207

Rai, S.N., & Gaur, A.C. (1988). Characterization of *Azotobacter* spp. and effect of *Azotobacter* and *Azospirillum* as inoculant on the yield and N-uptake of wheat crop. *Plant and Soil Science, 109*, 131-134.

Raja Sekar, K., & Karmegan, N. (2010). Earthworm casts as an alternate carrier material for biofertilizers: Assessment of endurance and viability of *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus megaterium* and *Rhizobium leguminosarum*. *Scientia Horticulturae, 124*, 286-289. DOI: org/10.1016/j.scienta.2010.01.002

Rolland, F., Baena-Gonzalez, E., & Sheen, J. (2006). Sugar sensing and signaling in plants: Conserved and novel mechanisms. *Annual Review of Plant Biology, 57*, 675–709. DOI: 10.1146/annurev.arplant.57.032905.105441

Sangwan, P., Kaushik, C.P., & Garg, V.K. (2008). Feasibility of utilization of horse dung spiked filter cake in vermicomposters using exotic earthworm *Eisenia foetida*. *Bioresource Technology, 99*, 2442-2448. DOI: 10.1016/j.biortech.2007.04.061

Sardi, K., & Timar, E. (2005). Responses of garlic (*Allium sativum* L.) to varying fertilization levels a nutrient ratios.

Soil Science and Plant Analysis, 36, 673-679. DOI:org/10.1081/CSS-200043326

Sepahvand, A., Astereki, H., Naghavi, M.R., Daneshian, J., & Mohammadian, A. (2008). Evaluation of morphological variation in different accession of *Allium hirtifolium* Boissier from Lorestan province. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 24*, 109-116. (In Persian with English Summery)

Sharma, R.P. (1992). Effect of planting material, nitrogen and potash on bulb yield of rainy season onion (*Allium cepa* L.). *Indian Journal of Agronomy, 37*, 868-869.

Singh, M., Tripathi, A.K., & Reddy, D.D. (2002). Potassium balance and release kinetics of non-exchangeable K in a TypicHaplustert as influenced by cattle manure application under a soybean-wheat system. *The Annual Review of Plant Biology, 40* (3), 533-541.

Sudadi, M., Nurjanah, M., & Minardi, S. (2021). Organic fertilizer dosages and biofilmed biofertilizer formula on nitrogen uptake and shallot yields in slightly acid soil. *Earth and Environmental Science, 637*. DOI:10.1088/1755-1315/637/1/012092

Sudadi, M., Nurjanah, M., & Minardi, S. (2021). Uptake and shallot yields in slightly acid soil. The 7th International Conference on Sustainable Agriculture and Environment. Conference. Series: *Earth and Environmental Science, 637*(2021) 012092.

Sutedjo, M.M. (2008).Pupuk dan Cara Pemupukan, Jakarta.

Szpunar-Krok, E., Ku´zniar, P., Pawlak, R., & Migut, D. (2021).The effect of foliar fertilization on the resistance of pea (*Pisum sativum L.*) seeds to mechanical damage. *Agronomy, 11*, 189. DOI:org/10.3390/agronomy11010189

Tabatabai, S.J. (2010). Essential Elements, the Book of Principles of Mineral Plant Nutrition, First Edition, *Tabriz University press, Tabriz, Iran*. p. 83. (In Persian)

Tahouri, H. (2013). Encyclopedia of Medicinal Plants. Seventh edition, *Padideh Danesh Publications, Tehran, Iran*. 155 p. (In Persian)

Triharyanto, E., Sudadi, S., & Rawandari, S. (2018). Adaptation of six shallots varieties to phosphate solubilizing bacteria on the flower formation, seeds formation, and yields on the lowland. IOP Conference Series. *Earth and Environmental Science, 142*(1), 012–67. DOI:10.1088/1755-1315/142/1/012067

Verma, L.N. (1993). Organics in Soil Health and Crop Production. In: P.K. Thampan (Ed.). *Tree Crop Development Foundation, Cochin*. 151-184

Winarso, S. (2005). Kesuburan Tanah Dasar Kesehatan dan Kualitas Tanah. Yogyakarta: Gava Media.

Yang, J., Kloepper, J.W., & Ryu, C.M. (2009). Rhizosphere bacteria help plants tolerate abiotic stress. *Trends in Plant Science, 14*, 1–4. DOI: 10.1016/j.tplants.2008.10.004