

Effect of Growing Media and Fertigation on Asparagus (*Asparagus officinalis* L.) Seedlings

Mahsa Alizadeh Saravani¹, Jamal-Ali Olfati^{2*} and Amir Sahraroo³

- 1- Former M. Sc. Student, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran. I.R.
- 2- Associate Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran. I.R.
- 3- Assistant professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran. I.R.

*Corresponding author: jamalaliolfati@gmail.com

(Received: 26 June 2022

Revise: 16 August 2022

Accepted: 05 September 2022)

Extended Abstract

1. Introduction: Asparagus (*Asparagus officinalis* L.) is an export product and one of the most lucrative products compared to other vegetables; and it is a valuable economic, pharmaceutical, food and industrial crop. The most important agriculture aspect of asparagus is the quality of the seedlings; they depend on the percentage of rooting after planting and are very important for future crop quality. This study was conducted to determine the best level of municipal waste compost and fertigation on asparagus seedling growth with thick buds and large and dense crown, strong roots, and a high number of summer branches.

2. Materials and Methods: The experiment was conducted in a completely randomized design with three replications and with two factors of substrate composition (at four levels) and fertigation (at two levels) with three replications and at least 20 seedlings per replication. Asparagus seeds were planted in four different litter compositions that of 50% by volume of garden soil and sand used as a base bed and mixed with different amounts of municipal waste compost (0, 10, 20, 30% by volume). After germination, half of the seedlings in each bed were fed with fertigation containing nitrogen, potassium, and pure phosphorus at the rate of 150, 100, 50 grams per cubic meter of irrigation water. Finally, after a three-month feeding period, the important traits of seedlings including root length, number of buds, number of summer shoots, summer stem height, SPAD index, number of roots, root volume, root diameter, percentage of ash, percentage of dry matter, fresh weight, potassium, phosphorus, phenol, flavonoids and antioxidants were measured.

3. Results and Discussion: The results of data analysis of variance showed that the effect of fertigation and the effect of compost levels of composition on plant height, number of top summer branch, fresh weight of the plant, plant dry weight, crown thickness, number of buds, root length, number of roots, root volume, chlorophyll index (SPAD), total phenol, total flavonoids, and potassium were significant. The results showed that the highest average of these traits was related to fertigation treatment and the lowest average of these traits was obtained without fertigation treatment. The results of comparing the average simple effects of compost levels, the highest average of these traits from culture medium containing 30% municipal waste compost and the lowest average of these traits was obtained from culture medium containing no municipal waste compost. Also, the interaction effect of compost levels in fertigation on plant dry weight and canopy thickness was significant. The highest average of these traits was related to treatment with fertigation and culture medium containing 30% municipal waste compost.

4. Conclusion: It seems that due to the long production period of asparagus seedlings, paying attention to feeding the seedlings through fertigation and enriching the culture medium can help improve the quality of seedlings. As the results of our experiment showed, the use of municipal solid waste compost has an effect on germination, growth and number of summer shoots, number of buds, increase in volume, length, diameter and number of roots, crown thickness and chlorophyll index, fresh weight and plant dryness, percentage of dry matter, amount of phenol and absorption of potassium could have a great effect on the growth and quality of the seedlings of this plant. On the other hand, with the increase in plant growth and as a result, more yield, the plant needs irrigation to expand the roots and increase the number of summer stems because it needs a lot of nutrients. Therefore, it is better to use mineral fertilizer in growing asparagus. In this condition, the plant produces more roots, and the underground stems that lead to produce more and stronger seedlings. Stronger asparagus seedling growth faster than the weeds and overcomes and reaches economic performance sooner. Therefore, carefulness in the use of municipal solid waste compost and the amount of animal and mineral fertilizers, by affecting the yield and as a result the profitability of this plant, will encourage farmers to cultivate this crop. On the other hand, it is possible to use municipal solid waste compost in other ways. There is no need to use a large number of chemical fertilizers and the safe product is healthier than other plant products that use a large number of chemical fertilizers for their production.

Keywords: Asparagus, Cultivation, Fertigation, Municipal waste compost.

Citation: Alizadeh, M., Olfati, J. A. & Sahraroo, A. (2022). Effect of growing media and fertigation on asparagus (*Asparagus officinalis* L.) seedlings. Journal of Vegetables Sciences, 11(1), 141-157. doi: 10.22034/IUVS.2022.556616.1217

Copyrights:

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





اثر بستر کشت و کودآبیاری بر نشاءهای مارچوبه (*Asparagus officinalis* L.)

مهسا علیزاده سراوانی^۱، جمالعلی الفتی^{۲*}، امیر صحرارو^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

۲- دانشیار گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

۳- استادیار گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

*نویسنده مسئول: Jamalaliolfati@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۱۴

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۵/۲۵

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۴/۰۵

چکیده

مارچوبه (*Asparagus officinalis* L.) به‌عنوان یک محصول صادراتی و یکی از پردرآمدترین محصولات در مقایسه با سایر سبزی‌ها است؛ و از نظر اقتصادی ارزش دارویی، غذایی و صنعتی بسیار بالایی دارد. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و با دو فاکتور ترکیب بستر و کودآبیاری با سه تکرار اجرا شد. بذور مارچوبه در چهار ترکیب با مقادیر مختلف کمپوست زباله شهری (۰، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد حجمی) کشت شد. پس از جوانه‌زنی نصف نشاءهای هر بستر از طریق کودآبیاری حاوی پتاسیم، فسفر و نیتروژن خالص به میزان ۵۰ و ۱۰۰ و ۱۵۰ گرم در هر مترمکعب آب آبیاری تغذیه شدند. نهایتاً پس از یک دوره تغذیه سه‌ماهه صفات مهم نشاءها اندازه‌گیری شدند. نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی کودآبیاری نشان داد که بیشترین میانگین این صفات، از تیمار کودآبیاری و کمترین میانگین این صفات، از تیمار بدون کودآبیاری حاصل شد. در نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی سطوح کمپوست، بیشترین میانگین این صفات، با بستر کشت حاوی ۳۰ درصد کمپوست زباله شهری و کمترین میانگین این صفات با بستر کشت بدون کمپوست زباله شهری حاصل شد. همچنین اثر متقابل سطوح کمپوست در کودآبیاری بر صفات وزن خشک بوته و ضخامت تاج معنی‌دار شد. بیشترین میانگین این صفت مربوط به تیمار کودآبیاری و بستر کشت حاوی ۳۰ درصد کمپوست زباله شهری بود. به‌نظر می‌رسد با توجه به طولانی بودن دوره تولید نشاء مارچوبه توجه به تغذیه نشاء از طریق کودآبیاری و غنی کردن بستر کشت می‌تواند به بهبود کیفیت نشاءهای تولیدی کمک کند.

واژه‌های کلیدی: بستر کشت، کمپوست زباله شهری، کودآبیاری، مارچوبه

استناد: علیزاده، م.، الفتی، ج. و صحرارو، ا. (۱۴۰۱). اثر بستر کشت و کودآبیاری بر نشاءهای مارچوبه (*Asparagus officinalis* L.). علوم سبزی‌ها، ۱۱(۱)، ۱۵۷-۱۴۱.

حق چاپ:



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

مقدمه

امروزه روش‌های کشاورزی متداول موفقیت قابل قبولی را در استفاده از مدیریت منابع نداشته و با تکیه بیش از حد به نهادهای مصنوعی و تزریق انرژی کمی مانند سموم و کودهای شیمیایی باعث ایجاد سیستم ناپایدار شده است (Koche Bagh & Kahrarian, 2015). کودهای شیمیایی به‌عنوان یکی از عوامل اثرگذار بر عملکرد گیاهان مطرح می‌باشد. ولی استفاده بیش از حد از آن‌ها به‌ویژه زمانی که با عملیات مدیریتی نامناسب همراه شوند، میزان ماده آلی خاک را به شدت کاهش می‌دهد. این موضوع بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک تأثیر گذاشته و امکان فرسایش خاک‌ها را افزایش می‌دهد (Davarinejad *et al.*, 2004).

برای استقرار اولیه گیاه مارچوبه مصرف کود نیتروژن ضرورت دارد. همچنین مصرف کودهای فسفر نیز برای رشد بهینه این گیاه مورد نیاز است. گیاه مارچوبه به کودهای پتاسیم نیز شدیداً نیازمند است و باعث افزایش عملکرد محصول می‌گردد (Seyedi *et al.*, 2008). برای بهبود عملکرد و کیفیت مارچوبه تناسب کودی و انتخاب واریته‌های پرمحصول اهمیت دارد. گزارش شده است به کار بردن ۶۰ کیلوگرم نیتروژن و ۳۰ کیلوگرم فسفات باعث افزایش تعداد ریشه می‌شود (Hussain *et al.*, 2006).

در پژوهشی، برای دانهای مارچوبه به میزان ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر نیتروژن در ترکیب با ۷/۵، ۱۵ و ۲۲/۵ میلی‌گرم در لیتر فسفر استفاده شد که نتایج نشان داد نیتروژن و فسفر با افزایش میانگین وزن خشک و تعداد شاخه‌ها باعث افزایش وزن خشک اندام هوایی شدند. افزایش فسفر تأثیری در رشد اندام هوایی در ۵۰ میلی‌گرم در لیتر نداشت. نیتروژن با افزایش تعداد ریشه، وزن خشک ریشه را افزایش داد درحالی‌که فسفر به دلیل کاهش میانگین وزن خشک ریشه، وزن خشک ریشه را کاهش داد. نیتروژن باعث افزایش وزن خشک گیاه شد؛ اما فسفر هیچ تأثیری نداشت (Fisher & Benson, 1983).

مارچوبه یک گیاه باستانی است که در یونان باستان به‌عنوان سبزی از آن استفاده می‌شده است؛ در واقع رومی‌ها اولین افرادی بودند که عملیات زراعی برای کشت مارچوبه را توسعه دادند و دستورالعمل کاشت آن را نوشتند. این گیاه بومی آسیا، اروپا و شمال آفریقا می‌باشد (Stützel & Wien, 2020). کشورهای آمریکا، چین، ژاپن، آلمان و اسپانیا مهم‌ترین تولیدکننده‌های مارچوبه در جهان هستند. میزان تولید مارچوبه در دنیا بیش از ۷/۵ میلیون تن است. کشور چین رتبه اول را داراست. در ایران در مناطق تهران، مازندران، اراک، آذربایجان و کرمانشاه می‌روید (Peyvast, 2017). مارچوبه غنی از ترکیبات مفید مثل فلاونوئیدها، ساپونین‌ها و گلوکوتانیون است که خواص آنتی‌اکسیدانی بسیار قوی دارند. بررسی‌ها نشان می‌دهد که مارچوبه از لحاظ کیفیت و کمیت آنتی‌اکسیدان‌ها، مقام اول را در بین ۲۳ سبزی پرمصرف به‌عنوان غذا و دارو داراست. این گیاه هم به‌صورت تازه و یا خشک در انواع غذاها و هم به‌عنوان یک داروی گیاهی مفید در طب آسیایی (داروی مقوی، ضدسرطان و ضدسرفه در چین) و اروپایی (برای درمان بیماری‌های التهابی دستگاه ادراری) مطرح است (Naghdi Badi *et al.*, 2011).

همچنین مارچوبه در طب سنتی به تقویت گرایز جنسی، تقویت دید چشم، تب‌بر، خون‌ساز، کاهش درد قاعدگی، ضدسرطان، مهار دیابت، بهبود باروری، ضداسپاسم، ضدالتهاب، ضدعفونی‌کننده، تقویت قلب، مدر، ملین، جلوگیری از تشکیل سنگ مثانه و کلیه و درمان عفونت‌های ادراری استفاده می‌شود (Sharma, 2013).

در سیستم‌های کشاورزی، منبع تأمین‌کننده عناصر غذایی موردنیاز گیاهان کودهای شیمیایی هستند که در تولید آن‌ها از منابع معدنی یا منابع تجدیدناپذیر انرژی‌های فسیلی استفاده می‌شود. پژوهش‌ها حاکی از آن است که بیش از ۵۰ درصد از افزایش تولیدات کشاورزی به کاربرد کودهای شیمیایی مربوط می‌شود.

انباشت زباله در شهرهای بزرگ به معضل بزرگی تبدیل شده است که یکی از راه‌حل‌های رایج آن تبدیل زباله شهری به کمپوست و استفاده از آن در کشاورزی می‌باشد. کاربرد کودهای آلی نظیر کمپوست زباله شهری در خاک‌های کشاورزی به دلیل هزینه پایین و دسترسی آسان مواد غذایی برای گیاهان معمول شده است. کمپوست زباله‌های شهری به‌عنوان یک کود آلی مقرون به‌صرفه می‌تواند به‌عنوان جایگزینی مناسب در کشاورزی پایدار از جایگاه ویژه‌ای برخوردار باشد. فرآورده‌های کودی حاصل از پسماندهای شهری منبعی دائمی و مناسب برای تأمین مواد آلی خاک در مزارع کشاورزی می‌باشد (Jayasinghe *et al.*, 2010). وجودی (۲۰۲۰) طی بررسی‌های خود به تأثیر کمپوست زباله شهری بر افزایش عملکرد گیاهان مختلف پی برد. از طرفی استفاده از کمپوست زباله شهری راه‌حل مناسب برای کاهش آسیب ناشی از مصرف کودهای شیمیایی و افزایش مواد آلی خاک و همچنین تولید محصولات کشاورزی ارگانیک می‌باشد. کمپوست دارای قدرت بالای جذب و نگهداری آب و عناصر غذایی است که در نتیجه موجب افزایش تخلخل در خاک، بهبود تهویه و زهکش مناسب خاک می‌شود. همچنین مصرف این کود علاوه بر افزایش جمعیت و فعالیت موجودات ذره‌بینی خاک موجب تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه و بهبود عملکرد گیاه می‌شود (Vojodi, 2020).

افزایش مواد آلی خاک و افزایش تنوع زیستی با محصولات پوششی ممکن است به بهبود کیفیت خاک و عملکرد محصولات کمک کند؛ بنابراین مطالعاتی از سال ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۰ برای بررسی اثرات کاربرد کمپوست و گیاهان پوششی شب‌بو بر فعالیت میکروبی خاک و رشد و عملکرد مارچوبه انجام شده است. ارزیابی شامل زیست‌توده کل شاخساره بلافاصله پس از اولین زمان از بین رفتن یخبندان (در ماه نوامبر)، عملکرد اسپیر (در آوریل-ژوئن) و زیست‌توده میکروبی خاک بود؛ که نتایج نشان داد کاربرد کمپوست رشد مارچوبه را در تمام سال‌ها بهبود بخشید. این منجر به افزایش قابل‌توجه عملکرد و تعداد اسپیر شد. عملکرد در تیمار

کمپوست در مقایسه با شاهد بیشتر بود از طرف دیگر محصولات پوششی باعث کاهش رشد رویشی در مقایسه با شاهد در سال ۲۰۰۹ شد. به‌نظر می‌رسد استفاده از کمپوست عملی امیدوارکننده برای مدیریت طولانی‌مدت خاک در تولید مارچوبه باشد (Ngouajio 2014).

در آزمایشی دیگر بررسی کودهای آلی مختلف شامل کود دامی، کمپوست و ورمی‌کمپوست بر گیاه مارچوبه نشان داد که بیشترین میزان ترکیب‌های فنولی و ترکیب‌های فلاونوئیدی در تیمار ورمی‌کمپوست حاصل شد (Saikia & Sristisri, 2011).

باتوجه به طولانی بودن دوره تهیه نشاء مارچوبه و اثر بزرگ کیفیت نشاء بر تولید محصول طی سال‌های آتی این تحقیق با هدف بهینه کردن تولید نشاء مارچوبه از طریق بهبود ترکیب خاکی و محلول غذایی طراحی شد تا ضمن تعیین بهترین بستر کاشت برای تهیه نشاء شرایط ایده‌آل تغذیه گیاه در این مرحله نیز مشخص شود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش طی سال‌های ۱۴۰۰-۱۳۹۹ در گلخانه شیشه‌ای دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان، با تأثیر بستر کشت و کودآبیاری بر نشاءهای مارچوبه اجرا گردید. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و با دو فاکتور ترکیب بستر (در چهار سطح) و کودآبیاری (در دو سطح) با سه تکرار و ۲۰ نشاء در هر تکرار اجرا شد. خاک مورد استفاده در این آزمایش که شامل خاک باغچه و ماسه بود (Peyvast, 2017)، که با سطوح مختلف کمپوست زباله شهری تهیه‌شده از کارخانه کود آلی گیلان ترکیب شد. نمونه خاک و کمپوست زباله شهری در آزمایشگاه خاکشناسی دانشگاه گیلان مورد تجزیه قرار گرفت. بذره‌های رقم Jersey مارچوبه از کشور ژاپن تهیه شد.

بذره‌های مارچوبه به مدت ۴۸ ساعت در آب ولرم خیسانده شدند سپس در تاریخ ۱۳ بهمن در گلدان‌های با قطر دهانه ۱۴ سانتی‌متر کشت شدند. در این آزمایش

رابطه (۲) درصد خاکستر محاسبه شد (Ghesmati & Moradinejad, 2010).

رابطه (۲)

$$100 \times \frac{\text{وزن خاکستر نمونه}}{\text{وزن اولیه نمونه}} = \text{درصد خاکستر در ماده خشک گیاه}$$

برای اندازه‌گیری شاخص کلروفیل از دستگاه کلرفیل متر (SPAD meter) مدل ۵۰۲-Minolta استفاده گردید. اندازه‌گیری برای گیاهان تمام تیمارها در مجموعه‌ای از برگ‌ها از بالا در سه نقطه از برگ انجام و عدد میانگین به عنوان شاخص SPAD مربوط به آن تیمار ثبت گردید.

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها از طریق خاصیت خنثی‌کنندگی رادیکال آزاد ۲ و ۲ دی فنیل ۱-پیکریل هیدرازیل (2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl) مطابق روش بوریتس و بوکار اندازه‌گیری شد (Burits & Bucar, 2000). توانایی دادن اتم هیدروژن یا الکترون توسط ترکیبات و عصاره‌های مختلف در این تست با میزان بی‌رنگ کردن یا کاهش میزان جذب نوری در متانول مورد سنجش قرار گرفت (Burits & Bucar, 2000) در ابتدا به تعداد نمونه‌ها میکروتیوب آماده شد، سپس در مزور ۱۰۰، ۸۵ میکرولیتر متانول و ۱۵ میکرولیتر استیک اسید به حجم ۱۰۰ رسانده شد. ۰/۵ گرم نمونه و ۱/۵ میکرولیتر از محلول فوق‌الذکر در میکروتیوب‌ها ریخته شد و هرکدام از نمونه‌ها به مدت ۱۰ ثانیه ورتکس شد. سپس نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای پنج درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. بعد از مدت زمان لازم، با دستگاه سانتریفیوژ نمونه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه، با چرخش ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند.

در مرحله بعد مقدار ۹۰۰ میکرولیتر از محلول DPPH (۰/۰۰۴ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر متانول) به همراه ۱۰۰ میکرولیتر از عصاره گیاهی تهیه‌شده در میکروتیوب ریخته شد و به مدت ۱۵ دقیقه در دمای اتاق در شرایط تاریکی تا رسیدن عصاره به حالت یکنواخت نگهداری شد. سپس میزان جذب آن‌ها با

از چهار ترکیب بستر کشت استفاده شد. پایه بستر بر پایه ترکیب ۵۰ درصد حجمی از خاک باغچه و ماسه بود و مقادیر ۰، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد حجمی از کمپوست زباله شهری به آن اضافه شد. شروع جوانه‌زنی نشاءها از تاریخ ۱۶ اسفند بود. برای آبیاری نشاءها، در فصل زمستان به دلیل نیاز کمتر گیاه به آب، عملیات آبیاری هر سه روز یک‌بار انجام شد. با گرم شدن هوا در اوایل بهار و افزایش نیاز گیاه به آب فاصله آبیاری‌ها به یک روز کاهش یافت. بعد از جوانه‌زنی کامل نشاءها، نشاءهای هر تیمار بستر کشت به دو بخش تقسیم شدند که هر بخش شامل ۲۴ نشاء بود. یک بخش از تاریخ یک اردیبهشت از طریق کودآبیاری حاوی نیتروژن، پتاسیم و فسفر خالص به ترتیب به میزان ۱۵۰ و ۵۰ و ۱۰۰ گرم در هر مترمکعب آب آبیاری تغذیه شدند درحالی‌که بخش دوم بدون کودآبیاری و فقط آبیاری شدند.

پس از ۹۰ روز اعمال کودآبیاری صفات مهم کمی و کیفی مثل جوانه‌زنی، ارتفاع و تعداد ساقه تابستانه، تعداد بوته‌های به گل رفته، تعداد بوته‌های دارای ریشه خارج شده از گلدان، وزن تر کل بوته، وزن خشک کل بوته، تعداد جوانه، طول ریشه، تعداد ریشه، حجم ریشه و همچنین قطر ریشه و ضخامت تاج با کولیس دیجیتالی بر حسب میلی‌متر اندازه‌گیری شد. درصد ماده خشک بعد از توزین وزن تر گیاه و وزن خشک گیاه با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد:

رابطه (۱)

$$100 \times \frac{\text{وزن خشک گیاه}}{\text{وزن تر گیاه}} = \text{درصد ماده خشک گیاه}$$

برای تعیین درصد خاکستر، یک گرم از نمونه گیاه خشک شده را در کروزه چینی ریخته و به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. بعد از خارج کردن نمونه‌ها از آون، به مدت پنج ساعت در کوره با دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد. بعد از گذشت مدت زمان لازم و خارج کردن نمونه‌ها از کوره و توزین خاکستر آن‌ها با استفاده از

کل برحسب میلی گرم گالیک اسید در ۱۰۰ گرم وزن تر بیان شد.

برای تعیین مقدار فلاونوئید کل از روش رنگ‌سنجی کلرید آلومینیوم استفاده شد (Beketov & Liess, 2005) بدین ترتیب ابتدا دو گرم کلرید آلومینیوم با آب مقطر به حجم ۵۰ میکرولیتر رسانده شد. ۱/۷۲ گرم نیتريت سدیم با آب مقطر به حجم ۵۰ میکرولیتر رسانده شد و سپس دو گرم سدیم هیدروکسید با آب مقطر به حجم ۵۰ میکرولیتر رسانده شد. درنهایت اتانول ۳۰ درصد آماده شد. سپس به تعداد نمونه‌ها لوله آزمایش آماده و به داخل هر کدام ۳۰ میکرولیتر عصاره گیاهی، ۷۵ میکرولیتر نیتريت سدیم ۰/۵ مولار، ۷۵ میکرولیتر کلرید آلومینیوم ۰/۳ مولار و ۱۸۰۰ میکرولیتر اتانول ۳۰ درصد اضافه شد. پس از پنج دقیقه ۵۰۰ میکرولیتر سدیم هیدروکسید سدیم یک مولار اضافه شد و لوله‌ها در دمای اتاق در تاریکی به مدت ۱۵ دقیقه نگهداری شدند. میزان جذب با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر UV-Visible (مدل Biochrom Libra S22) در طول موج ۵۰۶ نانومتر خوانده شد و میزان فلاونوئید کل برحسب میلی گرم در لیتر وزن خشک گیاهی بیان شد. برای تهیه‌ی نمونه بلانک کلیه‌ی ترکیبات ذکرشده، بدون حضور عصاره گیاهی در لوله ریخته شد و برای کالیبره شدن دستگاه استفاده گردید (Beketov & Liess, 2005)

برای رسم منحنی استاندارد فلاونوئید کل از غلظت‌های مختلف کاتچین استفاده شد. ابتدا دو میلی-گرم کاتچین را در محلول اتانول و استون (۷/۳ v/v) به حجم پنج میکرولیتر رسانده شد. سپس غلظت‌های مختلف (۰-۴۰۰) میلی گرم در لیتر از آن تهیه گردید. سپس به ۳۰ میکرولیتر از هر یک از محلول‌های رقیق-شده به ترتیب ۱۸۰۰ میکرولیتر اتانول ۳۰ درصد، ۷۵ میکرولیتر نیتريت سدیم ۰/۵ مولار و ۷۵ میکرولیتر کلرید آلومینیوم ۰/۳ مولار اضافه شد و پس از پنج دقیقه ۵۰۰ میکرولیتر محلول هیدروکسید سدیم یک مولار به آن اضافه شد. بعد از ۱۵ دقیقه میزان جذب این نمونه‌ها در طول موج ۵۰۶ نانومتر خوانده شد و منحنی استاندارد

استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر UV-Visible (مدل Biochrom Libra S22) در طول موج ۵۱۵ نانومتر خوانده شد. علاوه بر میکروتیوب‌های مذکور، یک میکروتیوب جهت نمونه بلانک در نظر گرفته شد این میکروتیوب حداکثر جذب را داشت و فقط DPPH داخل آن ریخته شد. درنهایت ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها به صورت درصد بازدارندگی DPPH مطابق رابطه (۳) محاسبه گردید:

رابطه (۳)

$$\%DPPH = \frac{(A_{cont} - A_{samp})}{A_{cont}} \times 100$$

A_{cont} = میزان جذب DPPH

A_{samp} = میزان جذب نمونه‌ها

محتوای فنول کل با استفاده از معرف فولین سیوکالچو توسط دستگاه اسپکتروفتومتر UV-Visible مدل (Biochrom Libra S22) اندازه‌گیری شد (Wojdylo *et al.*, 2007). بدین ترتیب ابتدا ۳/۷۵ گرم کربنات سدیم با آب مقطر به حجم ۵۰ میکرولیتر رسانده شد، سپس پنج میکرولیتر فولین سیوکالچو با آب مقطر به حجم ۵۰ رسانده شد. به تعداد نمونه‌ها میکروتیوب آماده و به هر کدام ۴۵۰ میکرولیتر آب مقطر، ۵۰ میکرولیتر عصاره گیاهی و ۱/۵ میکرولیتر فولین (۱:۱۰) اضافه شد. بعد از گذشت سه دقیقه یک میکرولیتر کربنات سدیم ۷/۵ درصد به آن‌ها اضافه گردید؛ سپس نمونه‌ها به مدت یک و نیم ساعت در تاریکی در دمای اتاق نگهداری شدند و در آخر جذب نمونه‌ها با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۰۶ نانومتر خوانده شد. برای تهیه‌ی نمونه بلانک کلیه‌ی ترکیبات شرکت‌کننده بدون حضور عصاره گیاهی جهت کالیبره شدن دستگاه استفاده شد.

برای به دست آوردن منحنی استاندارد فنول کل از غلظت‌های مختلف گالیک اسید به عنوان استاندارد استفاده گردید. میزان جذب با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۰۶ نانومتر خوانده شد؛ و منحنی استاندارد بر طبق آن رسم گردید. میزان فنول

لیتر) مربوط به تیمار کودآبیاری بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی سطوح کمپوست نشان داد که بیشترین میانگین صفات ارتفاع ساقه تابستانه (۷۵/۹۱ سانتی‌متر)، تعداد ساقه تابستانه (۸/۵۰ در یک بوته)، تعداد جوانه (۹/۶۰ در یک بوته)، طول ریشه (۲۱/۸۱ سانتی‌متر)، قطر ریشه (۳/۴۰ میلی‌متر)، تعداد ریشه (۲۷/۱۴ در یک بوته)، حجم ریشه (۲۹/۱۸ میلی‌متر)، شاخص کلروفیل (۳۰/۰۶)، وزن تر بوته (۴۴/۱۶ گرم)، درصد ماده خشک (۷/۵۹ درصد)، آنتی-اکسیدان کل (۶۹/۰۷ درصد)، فنول کل (۲۷/۲۲ میلی-گرم بر لیتر) و محتوای پتاسیم (۲/۶۴ درصد) از بستر کشت حاوی ۳۰ درصد کمپوست زباله شهری حاصل شد (شکل‌های ۱ و ۲، جدول ۲). همچنین کمترین میانگین صفات اندازه‌گیری شده مربوط به تیمار با بستر کشت بدون کمپوست زباله شهری حاصل شد. اثر متقابل سطوح کمپوست در کودآبیاری نشان داد که بیشترین میزان وزن خشک بوته (۳/۵۹ گرم) مربوط به تیمار کودآبیاری همراه با بستر کشت حاوی ۳۰ درصد کمپوست زباله شهری بود. همچنین بیشترین ضخامت تاج (با میانگین ۷ میلی‌متر) مربوط به تیمار کودآبیاری همراه با بستر کشت حاوی ۳۰ درصد کمپوست زباله شهری است (جدول ۳).

باتوجه به نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثر سطوح کمپوست و کودآبیاری به نظر می‌رسد که ارتفاع ساقه با استفاده از تیمار کودآبیاری و بستر کشت حاوی ۳۰ درصد از کمپوست زباله شهری رشد مناسبی داشت (جدول ۲). طی گزارش مشابهی Arab (۲۰۱۳) کود شیمیایی را باعث افزایش ارتفاع ساقه گیاه همیشه‌بهار معرفی کرد. این نتایج مشابه نتایج *Falek boland* (۲۰۱۴) بود که در آن افزایش ۱۰ درصدی کمپوست زباله باعث افزایش ارتفاع گیاه همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.) شد. احتمالاً یکی از دلایل عمده افزایش ارتفاع ساقه با افزایش درصد سطوح کمپوست زباله شهری، افزایش میزان نیتروژن بستر کشت است. مطالعات اخیر ثابت کرده است که کمپوست می‌تواند رشد را افزایش دهد که علت این تفاوت را می‌توان به

بر طبق آن رسم گردید. میزان فلاونوئید کل برحسب میلی‌گرم کاتچین در ۱۰۰ گرم وزن تر بیان شد (Beketov & Liess, 2005).

برای سنجش فسفر به تعداد نمونه‌ها لوله آزمایش آماده و مقدار ۲/۵ میلی‌لیتر عصاره اسیدی گیاه که از قبل آماده شده بود، ۰/۵ میلی‌لیتر اسید نیتریک رقیق ۲:۱ و سه میلی‌لیتر معرف مولیبدات وانادات ریخته شد و به حجم نهایی ۱۰ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس میزان جذب با دستگاه اسپکتروفتومتر UV-Visible مدل Biochrom Libra S22 با طول موج ۴۷۰ نانومتر خوانده شد. و برحسب درصد گزارش شد (Ghesmati & Moradinejad, 2010).

برای سنجش پتاسیم در ابتدا محلول استاندارد و شاهد آماده شد و سپس برای رقیق‌سازی عصاره و اندازه‌گیری پتاسیم مقدار چهار میلی‌لیتر از عصاره تهیه شده در بالن ژوژه ۱۰۰ میلی‌لیتری به حجم رسانده شد و در هر محلول رقیق شده مقدار پتاسیم با استفاده از دستگاه فلیم‌فتومتر مدل Elico CL 361 پس از کالیبره کردن دستگاه با محلول‌های استاندارد و شاهد اندازه‌گیری شد. و برحسب درصد گزارش شد (Ghesmati & Moradinejad, 2010).

در این آزمایش برای رسم منحنی و نمودار از نرم‌افزار Excel نسخه ۲۰۱۳ استفاده شد. آنالیز آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS با نسخه ۹/۱ انجام شد. مقایسه میانگین صفات مورد بررسی با آزمون توکی در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج مقایسه میانگین اثرات اصلی کودآبیاری نشان داد که بیشترین میانگین صفات ارتفاع ساقه تابستانه (۶۱/۰۷ سانتی‌متر)، تعداد ساقه تابستانه (۷/۶۲ در یک بوته)، تعداد جوانه (۸/۵۳ در یک بوته)، طول ریشه (۲۰/۸۴ سانتی‌متر)، تعداد ریشه (۲۴/۰۳ در یک بوته)، حجم ریشه (۲۵/۷۴ میلی‌متر)، شاخص کلروفیل (۳۴/۹۷)، وزن تر بوته (۳۷/۷۱ گرم)، فنول کل (۲۴/۰۲ میلی‌گرم بر لیتر)، فلاونوئید کل (۳۳/۸۰ میلی‌گرم بر

بالاتر بودن میزان عناصر غذایی به خصوص نیتروژن در کمپوست نسبت به سایر ترکیبات مورد استفاده در بستر کشت نسبت داد که شاید با تأمین تدریجی عناصر غذایی باعث تحریک رشد رویشی گیاه شده و در نتیجه ارتفاع بوته‌ها افزایش می‌یابد (Saeidi nejad & Rezvani, 2011).

همچنین افزایش ارتفاع گیاه با استفاده از تیمار رشدی کمپوست می‌تواند به علت تحریک تولید مواد تنظیم‌کننده رشد تولید شده از قبیل اکسین‌ها، جیبرلین‌ها و سیتوکینین‌ها باشد (Palizban, 2019).

براساس نتایج، می‌توان بیان کرد که با استفاده از کودآبیاری و ۲۰ درصد از کمپوست زباله شهری در بستر کشت، تعداد ساقه تابستانه افزایش می‌یابد (جدول ۳). این نتایج مطابق است با نتایج آزمایشی که در آن با افزایش کود نیتروژن و فسفر تعداد ساقه تابستانه مارچوبه افزایش یافت (Fisher & Benson, 1983).

مشابه گزارش Falek boland (۲۰۱۴) افزایش ۱۰ درصدی کمپوست زباله باعث افزایش تعداد شاخه فرعی گیاه همیشه‌بهار شد. در نشاء مارچوبه با توجه به محدود بودن تعداد ساقه‌ها، محصول با کیفیت بالاتر و ساقه‌ی کلفت‌تری تولید می‌شود. با افزایش تعداد ساقه، نوساقه‌های نازک‌تر و بی‌کیفیت‌تری نیز تولید خواهد شد (Falek boland, 2014). در گزارشی کاربرد کمپوست به همراه کودآبیاری باعث بهبود شرایط رشد گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.) و فراهم شدن عناصر غذایی مغذی و ریزمغذی شد و همچنین منجر به افزایش تعداد ساقه‌ها و افزایش ارتفاع این گیاه شد (Palizban, 2019).

استفاده از تیمار کودآبیاری و کاربرد ۲۰ درصد از کمپوست زباله شهری در بستر کشت بر تعداد جوانه نشاء مارچوبه تأثیر مثبت داشت (جدول ۳). نتایج پژوهش حاضر با گزارش Avishi و همکاران (۲۰۱۸) در خصوص اثر مثبت تیمارهای مختلف کودی بر افزایش تعداد جوانه گیاه همیشه‌بهار مطابقت دارد. این نتایج مشابه نتایج Ngouajjo و همکاران (۲۰۱۴) هست که گزارش کردند افزایش قابل توجه عملکرد و تعداد جوانه

مارچوبه در تیمار کمپوست در مقایسه با شاهد مشاهده شد. در اثر اعمال این تیمار جذب نیتروژن به وسیله‌ی بخش هوایی گیاه افزایش می‌یابد؛ که باعث افزایش تعداد جوانه می‌شود. جوانه‌ها به دلیل حساس بودن و اینکه مستعد آسیب دیدن هستند، افزایش تعداد جوانه به انتقال نشاء به زمین اصلی و رشد سریع‌تر آن در زمین کمک می‌کند (Pourkazem, 2018).

در این پژوهش استفاده از تیمار کودآبیاری باعث طویل شدن ریشه نشاء مارچوبه شد، اما بکار بردن کمپوست زباله شهری در بستر کشت در رشد طولی ریشه تأثیر زیادی نداشت (جدول ۳). مشابه آزمایش Ein abadi (۲۰۱۵) که بیشترین مقدار طول ریشه از تیمار NPK نسبت به شاهد به دست آمد. مطابق است با گزارش Ge و همکاران (۲۰۱۶) که اثرات بیشتری بر طول ریشه گیاه مارچوبه توسط تیمار با ۱۵ درصد کمپوست مشاهده شد. همچنین در بررسی اثرگذاری‌های کمپوست بر رشد رویشی برخی از گیاهان گزارش شده است که با افزایش میزان سطوح کمپوست در خاک، ویژگی‌های ریشه مانند طول ریشه، وزن تر و خشک ریشه افزایش می‌یابد (Amanda et al., 2015). علت اثرگذاری پایین کمپوست می‌تواند عدم نفوذپذیری مناسب در خاک برای جذب بهتر عناصر باشد. برای انتقال نشاء به زمین اصلی ریشه‌های طویل نیاز به مراقبت به هنگام درآوردن تاج ریشه جهت اجتناب از صدمه به ریشه‌ها بسیار ضروری است. اگر بوته‌ها را طوری بلند کنند که به نوک ریشه‌های طویل گوستی صدمه‌ای وارد نشود، بعد از کاشتن در زمین ریشه‌ها همچنان به طویل شدن ادامه می‌دهند و به رشد سریع‌تر نشاء کمک می‌کنند. اما در صورت صدمه دیدن از آنجای که این ریشه‌های طویل و گوستی اندام‌های ذخیره‌ای می‌باشند، باعث کاهش سرعت رشد گیاه می‌شوند (Pourkazem, 2018).

براساس نتایج استفاده از کمپوست زباله شهری بر میزان افزایش قطر ریشه نشاء مارچوبه تأثیرگذار بود (جدول ۲) که مطابق آن در نتایج Agha alikhani و همکاران (۲۰۱۵)، بیشترین قطر ریشه با استفاده از

استفاده از تیمار کودآبیاری توأم با درصدی از کمپوست زباله شهری در بستر کشت در جهت رشد تاج‌های ضخیم و بزرگ نقش به‌سزایی دارند (جدول ۳). این نتایج مطابق با نتایج اثر متقابل کود شیمیایی و کمپوست زباله شهری برای صفت ضخامت تاج گیاه بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla*) است (Ahmadian, 2011). ضخیم شدن تاج گیاه در این بستر و روش تغذیه مصرف خاکی می‌تواند به علت تداوم فراهمی عناصر غذایی در خاک برای استفاده طولانی مدت گیاه از مواد غذایی باشد. تاج‌های کوچک و ضعیف و تاج‌هایی که دارای تعداد زیادی جوانه‌های کوچک هستند برای انتقال به زمین اصلی مناسب نیستند چون این تاج‌ها تعداد زیادی ساقه‌های خوراکی غیر قابل فروش تولید می‌کنند؛ بنابراین ریشه مناسب برای کاشت در زمین اصلی و تولید ساقه‌های خوراکی مناسب برای فروش باید دارای سیستم ریشه‌ای بزرگ و توسعه یافته و توزیع مناسب روی تاج ریشه و تاج ضخیم‌تر باشند (Pourkazem, 2018).

برای شاخص کلروفیل مطلوب در نشاء مارچوبه (جدول ۳)، استفاده از درصد مناسبی از کمپوست زباله شهری بدون کود شیمیایی در بستر کشت می‌تواند مفید و مؤثر باشد. با افزایش شاخص کلروفیل، میزان فتوسنتز در گیاه افزایش می‌یابد که در نهایت باعث افزایش رشد گیاه می‌شود. همچنین با افزایش مواد فتوسنتزی ذخیره‌شده ساقه‌های خوراکی کلفت‌تری تولید می‌شود و عملکرد را افزایش می‌دهد (Falek boland, 2014). نتایج مشابهی توسط Habibi و همکاران (۲۰۱۲)، در بررسی تأثیر کودهای شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد کدوی تخم کاغذی (*Cucurbita pepo L.*) *Conver pepo var styriaca*، مبنی بر کسب بیشترین عملکرد کلروفیل در تیمار کودی ۵۰ درصد کود شیمیایی مشاهده شد. همچنین این نتایج مطابق است با نظریه‌ی Kochaki و همکاران (۲۰۰۸) که بیان کردند تیمارهای مختلف کمپوست میزان کلروفیل گیاه دارویی زوفا (*Hyssopus officinalis*) را نسبت به شاهد افزایش می‌دهد.

تیمار کمپوست گزارش شده بود. ریشه‌های گوستی محل‌های اصلی ذخیره مواد غذایی برای رشد ساقه خوراکی می‌باشند، بنابراین باید ریشه‌های قوتورتری داشته باشند تا ساقه‌های خوراکی با کیفیت بهتر را در آینده تولید کنند. یکی از خصوصیات کمپوست که عاملی اثرگذار بر رشد ریشه گیاه است می‌تواند بهبود خواص فیزیکی و زیستی خاک باشد که با آزاد شدن آهسته‌ی عناصر غذایی از کمپوست به خاک، ریشه آن را جذب می‌کند (Razavinia et al., 2015).

استفاده از تیمار کودآبیاری و همچنین درصدی از کمپوست زباله شهری در بستر کشت در افزایش تعداد ریشه اثرگذار بود (جدول ۳) که با نتایج Hussain و همکاران (۲۰۰۶) که اظهار کردند به کار بردن کود نیتروژن و فسفات باعث افزایش تعداد ریشه می‌شود، همسو است. همچنین نتایج حاضر مطابق است با گزارش Azizi و همکاران (۲۰۱۵) است که گزارش نمودند کمپوست زباله شهری تأثیر مثبتی بر تعداد ریشه گیاه سنبل‌الطیب (*Valeriana officinalis*) دارد.

ریشه‌ها به‌عنوان بخش‌های جذب‌کننده مواد غذایی و آب و همچنین اندام ذخیره‌کننده مواد فتوسنتزی انتقال یافته از اندام هوایی در طی دوره رشد عمل می‌کنند (Rahimi, 2016).

تأثیر تیمار کودآبیاری و ۳۰ درصد کمپوست زباله شهری در بستر کشت باعث افزایش حجم ریشه‌ها گردید (جدول ۲). این نتایج با گزارش Agha alikhani و همکاران (۲۰۱۳) مبنی بر اینکه تیمار کود شیمیایی بر میزان حجم ریشه گیاه دارویی سرخارگل (*Echinacea purpurea Moench*) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود همخوانی دارد. همچنین این نتایج با گزارش Ge و همکاران (۲۰۱۶) مبنی بر اثر تیمار با ۱۵ درصد کمپوست بر حجم ریشه مارچوبه منطبق است. این افزایش می‌تواند به دلیل وجود شرایط مناسب از قبیل نفوذپذیری بستر و تهویه مناسب در اثر استفاده از کمپوست باشد که در نهایت جذب آب و مواد معدنی افزایش یافته و سبب افزایش عملکرد گیاه می‌شود (Razavinia et al., 2015).

مقدار وزن تر و خشک بوته از تیمارهایی که کمپوست زباله شهری دریافت آمده بود (Ghesmati & Moradinejad, 2019; Palizban, 2019). استفاده از درصد مناسب کمپوست زباله شهری در بستر کشت را می‌توان چنین توجیه کرد که با جذب بهتر عناصر موردنیاز گیاه از خاک با افزایش وزن تر بوته به تبع وزن خشک هم افزایش می‌یابد. افزایش وزن خشک کمک می‌کند که میزان مواد مؤثره در گیاه به‌طور قابل ملاحظه‌ای نسبت به سایر روش‌ها حفظ شود. همچنین در افزایش زمان ماندگاری محصول، حفظ املاح و مواد معدنی، تولید محصول با وزن و حجم کم‌تر، عدم نیاز به سردخانه در مقایسه با سایر روش‌ها می‌باشد (Falek boland, 2014).

استفاده از کمپوست زباله شهری در بستر کشت بر مقدار درصد ماده خشک تأثیر مثبتی داشت (جدول ۳)؛ بنابراین می‌تواند یک عامل مؤثر در جهت افزایش خواص تغذیه‌ای مانند مقدار عناصر معدنی، پروتئین، چربی، فیبر، کربوهیدرات و غیره باشد. که این نتایج مشابه نتایج Yaqtin (۲۰۰۴) بود که گزارش کرد با استفاده از پنج درصد از کمپوست زباله شهری در بستر کشت باعث افزایش درصد ماده خشک گیاه ذرت (*Zea mays*) شد. وجود عناصر غذایی، اعم از پرمصرف و کم‌مصرف موجود در کود کمپوست زباله شهری سبب رشد رویشی و بهبود شاخصه‌های فیزیولوژیک مانند شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول و فتوسنتز خالص شده و تأثیر خود را در افزایش تجمع ماده خشک نشان می‌دهند (Sajadi & Yadavy, 2014).

با توجه به نتایج به‌دست آمده، تیمار کودآبیاری و کمپوست زباله شهری در بستر کشت تأثیر مطلوبی بر میزان آنتی‌اکسیدان نشاء مارچوبه نداشت. معمولاً میزان متابولیت‌های ثانویه در شرایط تنش‌زا بیشتر می‌شوند. شاید یکی از دلایلی که میزان آنتی‌اکسیدان در سطح ۳۰ درصد کمتر شده است با دادن مقدار بیشتر کمپوست، شرایط تنش‌زا برای گیاه کم شده و باعث کم شدن میزان متابولیت‌های ثانویه شده است. همچنین علت این عدم افزایش عملکرد شاید مربوط به نحوه

آهن و منیزیم دو عنصر مهم و اساسی در تشکیل و ساخت کلروفیل برگ گیاه هستند که در اثر افزودن مواد آلی به خاک، جذب آنها توسط گیاه افزایش می‌یابد. همچنین کاربرد کمپوست سبب افزایش نیتروژن قابل دسترس گیاه و به‌دنبال آن افزایش ساخت مولکول کلروفیل و آنزیم‌های سیتوکروم می‌شود که موجب افزایش فتوسنتز و کربوهیدرات محلول در گیاه شده که به تبع آن عملکرد نیز افزایش می‌یابد (Boostani et al., 2017).

طبق نتایج این آزمایش، استفاده از تیمار کودآبیاری و کمپوست زباله شهری در بستر کشت باعث افزایش وزن تر بوته شد (جدول ۳) که با نتایج Goma & Yossef (۲۰۰۸) در بررسی اثر کودهای شیمیایی روی گیاه زبره سیاه (*Carum carvi*) که تیمارهای کودهای شیمیایی باعث افزایش وزن تر گیاه نسبت به شاهد شد مطابقت دارد. همچنین در گزارشات محققین آمده است که افزایش درصدی از کمپوست زباله شهری در خاک مورد آزمایش باعث افزایش وزن تر اندام هوایی گیاهان شد (Falek boland, 2014; Reeve et al., 2010).

کمپوست باعث می‌شود که ساقه‌های خوراکی با وزن بیشتر و عملکرد و کیفیت بهتر تولید شود که می‌تواند در تازه‌خوری این محصول نقش مؤثری را ایفا کند. با توجه به زیاد بودن عناصر غذایی در کمپوست و نیز تأثیر مفیدی که این کودها بر فراهمی رطوبت خاک و عناصر غذایی پرنیاز در خاک و جذب آن توسط گیاه دارند موجب افزایش بخش اندام هوایی و عملکرد گیاه می‌شوند (Falek boland, 2014).

با توجه به نتایج اثر متقابل، استفاده از تیمار کودآبیاری همراه با درصدی از کمپوست زباله شهری در بستر کشت بر صفت وزن خشک بوته معنی‌دار شد (جدول ۳). افزایش میزان ماده خشک با کاربرد کود شیمیایی را می‌توان به افزایش جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم و تجمع بیشتر آن‌ها در بافت‌های گیاهی مرتبط دانست که پیش‌تر توسط محققین دیگر نیز گزارش شده است (Fisher & Benson, 1983; Bartalet al., 2004). طبق نتایج آزمایشات پژوهشگران بیشترین

بر میزان فنول، می‌تواند کاربرد ناکافی و یا نوع کمپوست به کار برده شده باشد. همچنین در بعضی مواقع در مقادیر زیاد به‌عنوان عامل عمده محدودکننده اثرهای معکوس را به دنبال دارند.

تیمار کودآبیاری باعث افزایش میزان فلاونوئید نشاء مارچوبه گردید (جدول ۱). نتایج ما مطابق است با گزارش Arab (۲۰۱۳) سطوح مختلف کودشیمیایی بر میزان فلاونوئید کل گیاه دارویی همیشه‌بهار تأثیر معنی‌دار داشت. فلاونوئیدها به‌عنوان ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و ضد رادیکال قوی ظاهر می‌شوند. محققین بیان کرده‌اند که مقدار زیاد فلاونوئید در گیاهان به نقش کمپوست در بیوسنتز موادی که القاکننده مسیر شکمیک استات و در نتیجه تولید بیشتر فلاونوئید و فنولیک است مربوط می‌شود (Sousa et al., 2008).

اثر سطوح بستر کشت و کودآبیاری بر میزان جذب فسفر در گیاه مارچوبه معنی‌دار نشد. احتمالاً علت بی‌اثر بودن کودآبیاری و کمپوست زباله شهری بر میزان جذب فسفر، وجود ماده‌آلی، pH و مواد اسیدزا مانند گوگرد و غیره با درصد پایین بوده است (Arab, 2013).

با درصد بالایی از کمپوست ضایعات شهری در بستر کشت میزان پتاسیم گیاه معنی‌دار شد (جدول ۲). در تحقیقی که جهت بررسی تأثیر کمپوست زباله بر خصوصیات گیاهان مختلف انجام گرفت اظهار داشتند کاربرد مکرر کمپوست زباله اثر معنی‌دار بر پتاسیم گیاهان داشت (Giannaksi et al., 2014). که تأثیر مطلوبی بر رشد و نمو، ساخت پروتئین، فتوسنتز، عملکرد و کیفیت محصول می‌گذارد. بهبود جذب عناصر غذایی در اثر کاربرد کمپوست در بستر کشت، بیشتر به دلیل بهبود خصوصیات فیزیکی خاک صورت می‌گیرد. پتاسیم از عناصر پرمصرف مورد نیاز گیاه می‌باشد که نقش مهمی در افزایش مقاومت گیاه در برابر آفات و بیماری‌ها، حفظ شادابی گیاه، تنظیم اسمزی و کنترل روزنه‌ها در گیاه دارد. همچنین پتاسیم به‌عنوان کوآنزیم برای آنزیم‌های مختلف در مسیر بیوسنتز ترپنوئیدها

انتخاب مقدار کمپوست و کود به کار برده شده و یا نوع مواد اولیه مورد استفاده در تهیه کمپوست باشد. که این نتایج مطابق است با نتایج Ghesmati & Moradinejad (۲۰۱۹)، که در آزمایش گیاه دارویی مورتلخ (*Salvia mirzayanii*)، تیمار کمپوست زباله شهری بر مقدار آنتی‌اکسیدان کل اثر معنی‌دار نداشت. اما برعکس نتایج Amiri و همکاران (۲۰۱۷) که تمامی کودهای شیمیایی و کمپوست و ورمی کمپوست منجر به افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاه گاوزبان ایرانی نسبت به شاهد شدند؛ به طوری که میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در کودهای کمپوست، ورمی کمپوست، گاوی و شیمیایی به ترتیب ۱۴، ۵، ۱۰ و ۵ درصد در مقایسه با شاهد بیشتر بود.

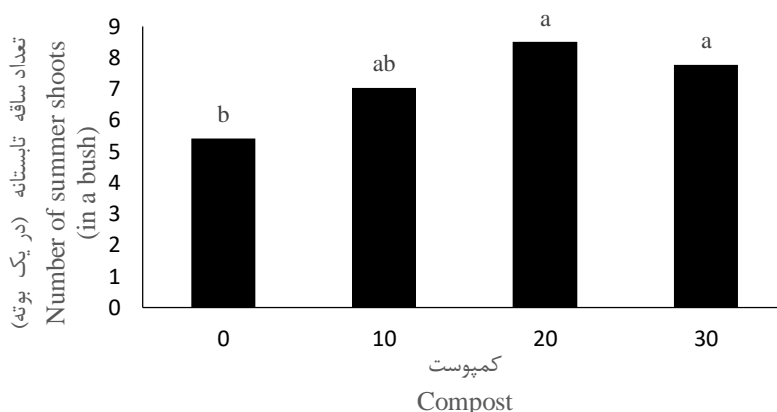
تیمار کودآبیاری تأثیر مطلوبی در افزایش میزان فنول نشاء مارچوبه داشت (جدول ۱). نتایج آزمایش ما مطابق است با نتایج آزمایش Agha alikhani و همکاران (۲۰۱۳)، که تأثیر تیمار کود شیمیایی، بر افزایش میزان فنول در اندام هوایی گیاه سرخارگل بیان شده بود. کاربرد کودهای شیمیایی به دلیل افزایش دسترسی گیاه به مواد غذایی مخصوصاً منابع کربن و نیتروژن موجب افزایش ترکیبات فنولی از طریق افزایش فتوسنتز و تخصیص پیش‌نیازهای لازم برای بیوسنتز متابولیت‌های ثانویه می‌شود. افزایش میزان فنل سیستم دفاعی گیاه را فعال می‌کند و مقاومت گیاه را نسبت به تنش‌ها و بیماری‌ها بالا می‌برد (Vojodi, 2020). اما استفاده از کمپوست زباله شهری در بستر کشت بر میزان فنول اثرگذار نبود. که این نتایج مطابق است با نتایج آزمایش گیاه دارویی گاوزبان ایرانی (*Echium amoenum*) از نظر میزان فنول کل، به جز کود شیمیایی که افزایش ۲۰ درصدی فنول کل را نسبت به شاهد سبب شد، سایر کودهای کمپوست و ورمی-کمپوست نتوانستند از این نظر تفاوت معنی‌داری با شاهد ایجاد کنند (Amiri et al., 2017). اما در نظریه‌ای، بیشترین میزان فنول در گیاه مارچوبه در تیمار کمپوست حاصل شد (Saikia & Sristisri, 2011). دلیل تأثیر نامحسوس کمپوست ضایعات شهری

می‌باشد و از این طریق موجب افزایش مواد جامد محلول در گیاه می‌شود (Vojodi, 2020).

نتیجه‌گیری کلی

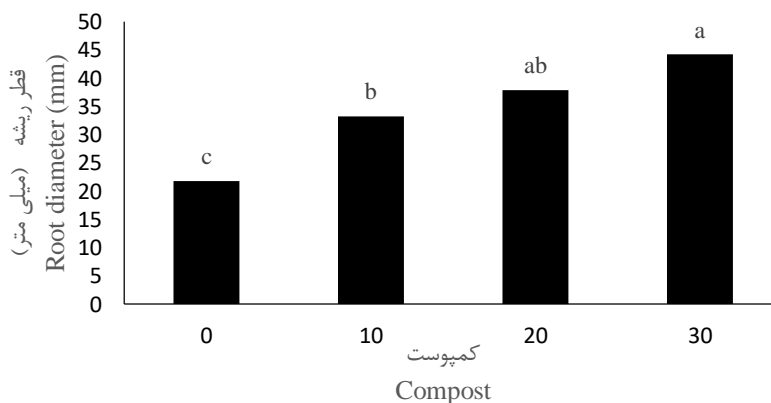
همان‌گونه که نتایج آزمایش ما نشان داد استفاده از کمپوست ضایعات شهری با تأثیر بر جوانه‌زنی، رشد و تعداد ساقه تابستانه، تعداد جوانه، افزایش حجم، طول، قطر و تعداد ریشه، ضخامت تاج و نیز شاخص کلروفیل، وزن تر و خشک بوته، درصد ماده خشک، میزان فنول و جذب پتاسیم توانست تأثیر بسیار زیادی بر رشد و کیفیت نشاء این گیاه داشته باشد. از طرفی با افزایش رشد گیاه و در نتیجه عملکرد بیشتر، گیاه برای گسترش ریشه و افزایش تعداد ساقه احتیاج به کودآبیاری دارد زیرا نیاز غذایی فراوانی دارد. لذا بهتر است در کشت

مارچوبه، از کود معدنی هم استفاده شود. در این شرایط گیاه هم ریشه‌های فراوان‌تری تولید می‌کند و هم ساقه‌های زیرزمینی می‌توانند تولید گیاهچه‌های بیشتر و قوی‌تری داشته باشند، در این صورت گیاه مارچوبه سریع‌تر هم بر علف‌های هرز غلبه می‌کند و هم زودتر به عملکرد اقتصادی می‌رسد. لذا دقت در استفاده از کمپوست ضایعات شهری و میزان کود دامی و معدنی، با تأثیر بر عملکرد و در نتیجه سودآوری این گیاه باعث - ترغیب کشاورزان به کشت این محصول می‌شود و از طرفی می‌توان احتمال داد با مصرف کمپوست ضایعات شهری دیگر نیازی به استفاده از حجم زیاد کودهای شیمیایی نبوده و محصول مطمئن سالم‌تر از سایر محصولات گیاهی است که برای تولید آن‌ها حجم زیادی کود شیمیایی مصرف می‌شود.



شکل ۱- اثر کمپوست بر تعداد شاخه تابستانه در هر بوته

Figure 1- Effect of compost level on number of summer shoots in a bush



شکل ۲- اثر کمپوست بر قطر ریشه

Figure 2- Effect of compost level on root diameter

جدول ۱- نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی کودآبیاری بر صفات اندازه‌گیری شده مارچوبه

Table 1: Comparison results of the effect of simple fertigation on the measured properties of asparagus

تیمار Treatment	تعداد ریشه (در یک بوته) Number of buds (In a bush)	تعداد ساقه تابستانه (در یک بوته) Number of summer shoots (In a bush)	تعداد جوانه (در یک بوته) Number of roots (In a bush)	وزن تر بوته (g) fresh weight (g)	ارتفاع ساقه تابستانه (cm) Summer stem height (cm)
کودآبیاری Fertigation	8.53 ^a	7.62 ^a	24.03 ^a	37.71 ^a	61.07 ^a
بدون کودآبیاری No Fertigation	7.88 ^a	6.73 ^a	21.62 ^a	30.83 ^b	55.47 ^b

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون توکی تفاوت آماری معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد ندارند.

In each column, means with similar letters based on Tukey test do not have a statistically significant difference in the probability level of one percent.

ادامه جدول ۱

Table 1: Continue

تیمار Treatment	فلاونوئید (mg/l) Flavonoids (mg/l)	فنول (mg/l) Phenol (mg/l)	شاخص کلروفیل SPAD Index	حجم ریشه (mm) Root volume	طول ریشه (cm) Root length (cm)
کودآبیاری Fertigation	33.80 ^a	24.02 ^a	34.97 ^a	25.74 ^a	20.84 ^a
بدون کودآبیاری Without Fertigation	30.76 ^a	21.01 ^b	21.19 ^b	21.71 ^b	18.40 ^a

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون توکی تفاوت آماری معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد ندارند.

In each column, means with similar letters based on Tukey test do not have a statistically significant difference in the probability level of one percent.

جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین اثر اصلی سطوح کمپوست بر صفات اندازه‌گیری شده مارچوبه

Table 2: Comparison results of the mean simple effect of compost levels on the measured asparagus properties

کمپوست Compost	طول ریشه (cm) Root length (cm)	تعداد جوانه (در یک بوته) Number of buds (In a bush)	ارتفاع ساقه تابستانه (cm) Summer stem height (cm)
0	21.39 ^a	6.62 ^c	40.43 ^c
10	21.81 ^a	7.55 ^{bc}	55.22 ^b
20	17.97 ^a	9.60 ^a	61.51 ^b
30	17.31 ^a	9.06 ^{ab}	75.91 ^a

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف بر اساس آزمون توکی تفاوت آماری معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد ندارند.

In each column, means with at least one similar letter based on Tukey test do not have a statistically significant difference in the probability level of one percent.

ادامه جدول ۲

Table 2: Continue

کمپوست Compost	شاخص کلروفیل SPAD Index	حجم ریشه (mm) Root volume (mm)	تعداد ریشه (در یک بوته) Number of roots per plant
0	25.58 ^b	14.91 ^c	15.95 ^c
10	26.95 ^{ab}	24.06 ^b	22.47 ^b
20	29.73 ^a	26.76 ^{ab}	25.47 ^{ab}
30	30.06 ^a	29.18 ^a	27.14 ^a

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف بر اساس آزمون توکی تفاوت آماری معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد ندارند.

In each column means with at least one similar letter based on Tukey test do not have a statistically significant difference in the probability level of one percent.

ادامه جدول ۲

Table 2: Continue

کمپوست	پتاسیم	فتول	آنتی اکسیدان	درصد ماده خشک (%)	وزن تر بوته (g)
Compost	Potassium (%)	Phenol (mg/l)	Antioxidants (%)	Percentage of dry matter (%)	fresh weight (g)
0	1.74 ^b	27.22 ^a	69.07 ^a	3.18 ^c	21.80 ^c
10	2.49 ^a	20.02 ^{bc}	53.62 ^b	5.06 ^b	33.26 ^b
20	2.51 ^a	23.31 ^{ab}	60.19 ^{ab}	6.17 ^{ab}	37.86 ^{ab}
30	2.64 ^a	18.01 ^c	63.26 ^{ab}	7.59 ^a	44.16 ^a

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف بر اساس آزمون توکی تفاوت آماری معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد ندارند.

In each column, means with at least one similar letters based on Tukey test do not have a statistically significant difference in the probability level of one percent.

جدول ۳- نتایج اثر متقابل سطوح کمپوست در کودآبیاری بر صفات اندازه‌گیری شده مارچوبه

Table 3: Results of interaction of compost levels in fertigation on the measured properties of asparagus

کمپوست	تیمار	وزن خشک بوته (g)	ضخامت تاج (mm)
Compost	Treatment	dry weight (g)	Crown thickness (mm)
0	کودآبیاری Fertigation	3.59 ^a	7.00 ^a
10		3.11 ^b	6.88 ^a
20		2.49 ^b	6.48 ^a
30		2.23 ^b	6.02 ^a
0	بدون کودآبیاری No Fertigation	2.14 ^b	5.88 ^a
10		1.22 ^a	5.69 ^a
20		0.72 ^b	4.58 ^a
30		0.62 ^a	3.19 ^b

ns و * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار شدن در سطح پنج درصد و معنی‌دار شدن در سطح یک درصد

ns, * and ** are non-significant, significant at the 5% level and significant at the 1% level, respectively.

References

- Agha alikhani, M., A. Iranpour & Naqdbadi, H. (2013). Changes in agronomic and phytochemical yield of *Echinacea purpurea* L. var. Moench under the influence of urea and biofertilizer. *Journal of Medicinal Plants*. 12 (2), 121-136.
- Ahmadian, A. (2011). Effects of organic and chemical fertilizers and their residues on the ecophysiological characteristics of the german chamomile (*Matricaria chamomilla*) under drought stress. PhD Thesis in Agriculture. Zabol Faculty of Agriculture.
- Amiri, M.B., Rezvani Muqaddam, P. Jahan, M., Salehabadi, M. & Naseri, N. (2017). Investigation of some phytochemical properties of Iranian borage (*Echium amoenum*) under the influence of plant density and various organic and chemical fertilizers. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*. 33(4), 649-662.
- Arab, A. (2013). The effect of biological and chemical fertilizers on growth characteristics, chemical composition and yield of marigold (*Calendula officinalis* L.). Master's thesis in agriculture. Faculty of Agriculture, Birjand University.
- Armand, N., Amiri, H. & Ismaili, A. (2015). Effect of methanol on germination characteristics of bean (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Sadry) under drought stress condition. *Iranian Journal of Pulses Research*. 6, 42-53. (In Farsi).
- Avishi, A., Faizi, H. & Dashti, M. (2018). Comparison of organic, nano and chemical fertilizers on vegetative and reproductive characteristics of *Calendula officinalis* L. *Journal of*

- Iranian Seed Science and Technology*. 7(2), 16-29.
- Azizi, M., Mir Mustafaei, S. Bahraini, M. Aroei, H. & Orujalian, F. (2015). Investigation of the effect of livestock manure and municipal waste compost on growth rate, essential oil yield and microbial load of valerian (*Valeriana officinalis*). *Scientific Journal of Agriculture, Plant Production*. 38 (1), 1-14.
 - Bartal A., Yermiyahu, U., Beraud, L. Rosenberg, R., Zohar, D., Rosen, V. & Fine, P. (2004). Nitrogen, Phosphorus and potassium uptake by wheat and their distribution in soil following successive, annual compost applications. *Journal of Environment Quality*. 33, 1855- 1865.
 - Baser Koche Bagh, S. & Kahrarian, B. (2015). Application of chemical fertilizers in sustainable agriculture. Knowledge Frontier Publications. First Edition.
 - Beketov, M.A & Liess, M. (2005). Acute contamination with esfenvalerate and food limitation: Chronic effects on the mayfly, *Cloeon dipterum*. *Environmental Toxicology and Chemistry*. 24, 1281- 1286.
 - Boostani, H.R., Zarei, M. & Barati, V. (2017). Effects of application of biochar and arbuscular mycorrhizal fungi on growth and chemical composition of corn (*Zea mays* L. 704) in a calcareous soil. *Journal of Soil Management and Sustainable Production*. 7 (2), 1-23. (In Farsi).
 - Boostani, H.R., Zarei, M. & Barati, V. (2017). Effects of application of biochar and arbuscular mycorrhizal fungi on growth and chemical composition of corn (*Zea mays* L. 704) in a calcareous soil. *Journal of Soil Management and Sustainable Production* .7 (2), 1- (In Farsi).
 - Burits, M. & Bucar, F. (2000). Antioxidant activity of nigella sativa essential oil. *Phytotherapy Research*. 14, 323 -328.
 - Davarinejad, G., Haghnia, G. & Lakzian, A. (2004). Effect of animal fertilizers and enriched compost on wheat yield. *Agriculture Technology and Science Journal*. 18, 101- 108.
 - Ein abadi, S. (2015). Investigation of the effect of organic fertilizers and irrigation period on the growth and some active ingredients of the medicinal plant *Catharanthus roseus* L. Master Thesis in Medicinal Plants. Faculty of Agriculture, University of Tehran.
 - Falek-Boland, A. (2014). The effect of compost fertilizer and its extract on flowering rate and some other morphological characteristics of marigold (*Calendula officinalis* L.) Master Thesis, Department of Horticulture. Gorgan Faculty of Agriculture and Natural Resources.
 - Fisher, K.J & Benson, B.L. (1983). Effects of nitrogen and phosphorus nutrition on the growth of asparagus seedlings. *Scientia Horticulturae*. 21 (2), 105- 112.
 - GE, C., Radnezhad, H., Abari, F., Sadeghi, M. & Kashi, G. (2016). Effects of biofertilizers and plant growth promoting bacteria on the growth characteristics of asparagus. *Applied Ecology and Environmental Research*. 14(3), 547- 558.
 - Ghesmati, M & Moradinejad, F. (2019). The effect of application of different levels of organic fertilizers on quantitative and biochemical properties of Mortelch (*Salvia mirzayanii*). *Medicinal Plants Ecophytochemical Quarterly*. 7(2), 78-90.
 - Giannaksi, G.V., Kourgialas, N.N. Paranychianaki, N.V. Nikolaidis, P.N. & Kalogerakis, N. (2014). Effects of municipal solid waste compost on soil properties and vegetables growth. *Compost Science and Utilization*. 22 (3), 116- 131.
 - Goma, A.O. & Yossef, A.S.M. (2008). Efficiency of bio and chemical fertilization in presence of humic acid on growth performance of caraway. Dept., Fac. Agric., Moshtohor, Benha

- University, Egypt. 4th Scientific Conference of the Agricultural and Biological Research Division Under the theme Safe Agriculture Products for Health and Environment by Using Recent Technologies. National Research Centre Agricultural and Biological Research Division Cairo, Egypt.
- Habibi, A., Heidari, Gh. R. Sohrabi, I. & Mohammadi, Kh. (2012). Effect of biochemical fertilizers on yield and yield components of squash (*Cucurbita pepo* L. Convar pepo var styriaca). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*. (4) 28, 604-615.
 - Hussain, A., Anjum, F. Rab, A. & Sajid, M. (2006). Effect of nitrogen on the growth and yield of asparagus (*Asparagus officinalis* L.). *Journal of Agricultural and Biological Sci.* 12, 74-85.
 - Jayasinghe, G.Y., Liyana Arachchi, I. D. & Tokashiki, Y. (2010). Evaluation of containerized substrates developed from cattle manure compost and synthetic aggregates for ornamental plant production as a peat alternative. *Resources, Conservation and Recycling*. 54, 1412-1418.
 - Kochaki, A., Tabrizi, L. & Ghorbani, R. (2008). Evaluation of the effect of biological fertilizers on growth characteristics, yield and quality characteristics of hyssop medicinal plant. *Iranian Agricultural Research*. 6 (1), 127-137.
 - Naghdi Badi, H., Qavami, N. Mehrafarin, A. & Qaderi, A. (2011). A review on garden asparagus (*Asparagus officinalis* L.) as a medicinal and multipurpose plant. *J. Med. Plants*. 10 (39), 1- 13.
 - Ngouajio, M., Counts, J. W. & Clark, D. (2014). Effect of compost and brassica cover crops on soil microbial biomass and asparagus performance. *Acta Horticulturae*. 1018, 175- 180.
 - Palizban, F. (2019). The effect of biochar and municipal waste compost on soil characteristics and growth of basil (*Ocimum basilicum* L.). Master Thesis in Soil Fertility and Biotechnology Management and Soil Biotechnology. Ilam Faculty of Agriculture.
 - Peyvast, Gh. A. (2017). Growing vegetables. Tehran Publications. The cradle of librarians. Sixth edition.
 - Pourkazem, A. (2018). Asparagus cultivation. Librarian Publications.
 - Rahimi, Sh. (2016). Agro-climatic zoning of asparagus cultivation in Khuzestan province. Master Thesis in Meteorology. University of Lorestan.
 - Razavinia, M., Agha Alikhani, M. & Naqdbadi, H. (2015). The effect of vermicompost and chemical fertilizer on quantitative and qualitative characteristics of *Echinacea purpurea* (L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*. 3 (2), 257- 273.
 - Reeve, J.R., Boggs, L. C., Eganold, J. R., York, A. L. & Brinton, W.F. (2010). Influence of biodynamic preparations on compost development and resultant compost extracts on wheat seedling growth. *Bioresource Technology*. 101, 5658- 5666.
 - Saeidi Nejad, A. & Rezvani Moghadam, P. (2011). Evaluation of the effect of compost, vermicompost and animal manure on yield and percentage of (*Cuminum cyminum*) oil. *Journal of Horticultural Science*. 24(2), 142- 148.
 - Saikia, L.R. & Sristisri, U. (2011). Antioxidant activity, phenol and flavonoid content of *A. racemosus* Willd a medicinal plant grown using different organic manures. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2 (2), 457- 463.
 - Sajadi Nik, R. & Yadavy, A. R. (2014). Effect of nitrogen fertilizer, vermicompost and nitroxin on growth, phenological stages and grain yield. *Journal of Crop Production*. 6, 73- 99.
 - Seyedi, F., Mohammadnejad, Y. & Zarifinia, N. (2008). Asparagus. Ministry of Jihad Agriculture. Agricultural Extension. Education and Research Organization. Seed and Plant

- Breeding Research Institute.
- Sharma, A & Sharma, V. (2013). A brief review of medicinal properties of *Asparagus racemosus* (Shatawari). *International Journal of Pure and Applied Bioscience*. 1(2), 48- 52.
 - Sousa, C., Pereira, D. M., Pereira, J. A., Bento, A. Rodrigues, M. A., Dopico Garcia, S., Valenta, O. P., Lopes, G Seabra, R. M. & Andrade, P. B. (2008). Multivariate analysis of tronchuda cabbage (*Brassica oleracea* L. var.costata DC) phenolics: influence of fertilizers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 56 (2), 2231- 2239.
 - Stützel, H & Wien, H. C. (2020). The physiology of vegetable crops. CABI.
 -
 - Vojodi, L. (2020). The effect of application of organic and chemical fertilizers on some physiological and morphological traits of parsley. *Journal of Plant Ecophysiology*. 41, 96- 86.
 - Wojdylo, A., Oszmianski, J. & Czemerzys, R. (2007). Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. *Food Chem*. 105, 940-949.
 - Yaqtin, Sh. (2004). Comparison of the effect of compost and vermicompost on municipal waste on the uptake of microelements and growth and yield of maize in a calcareous soil. Master Thesis in Horticulture. Faculty of Agriculture, University of Tehran.