Plant Prod., 2023, 45(4), 491-503
https://plantproduction.scu.ac.ir/
ISSN (P): 2588-543X; **ISSN (E):** 2588-5979
Doi: 10.22055/PPD.2023.40821.2034
Received: 1 June 2022
Accepted: 3 December 2022

Plant Productions
Research Article

Effect of vermicompost and nitroxin on vegetative and reproductive characteristics of blackberry

Roya Mossavi[1], Vida Chalavi[2*], Kamran Ghassemi[3], Mehdi Hadadinejad[4]

1- M.Sc. Graduate of Horticulture, Department of Horticulture, Faculty of Crop Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
2- Associate Professor, Department of Horticulture, Faculty of Crop Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
3- Assistant Professor, Department of Horticulture, Faculty of Crop Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
4- Assistant Professor, Department of Horticulture, Faculty of Crop Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

Citation: Mossavi, R., Chalavi, V., Ghassemi, K., & Hadadinejad, M. (2023). Effect of vermicompost and nitroxin on vegetative and reproductive characteristics of blackberry. *Plant Productions,* 45(4), 491-503.

Abstract

Introduction

Blackberry is a plant of the genus Rubus and family Rosaceae, which due to its nutritional properties has role in human health. One way to increase nutritional properties is to use bio-organic fertilizers such as vermicompost and nitroxin. These fertilizers not only reduce the negative effects of chemical fertilizers, but also improve the growth and reproductive characteristics of blackberries.

Materials and Methods

To investigate the effect of nitroxin and vermicompost on the vegetative and reproductive characteristics of blackberry, a factorial study was performed in a completely randomized design at 5 levels of vermicompost (0, 10, 20, 30 and 40) and two levels of inoculation and non-inoculation of nitroxin in pots in Noor city. For this experiment, culture media were prepared by mixing different levels of vermicompost with the base soil in the pot. Then, the rooted and uniform seedlings were prepared and selected for use in the experiment and the roots of the plants were placed in nitroxin solution (ratio of 1 to 10 with water) for 10 minutes and then planted in pots.

Results and Discussion

* **Corresponding Author:** Vida Chalavi
E-mail: v.chalavi@sanru.ac.ir

© 2023 The Author(s). Published by Shahid Chamran University of Ahvaz. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

The results showed that the highest number of buds (42.5 per plant), the number of clusters (5.5 per plant), fruit weight (3.37 grams per plant) and the shortest ripening period were produced in 20% volume of vermicompost. The highest weight of drupelets (0.10 grams) was obtained in 30% volume of vermicompost. In addition, the largest flower diameter (3.77 cm) was seen in nitroxin treatment with 30% vermicompost by volume. The highest internode length (5.65 cm), branch length (2.55 m) produced in nitroxin treatment alone. The highest internode length (5.65 cm), branch length (2.55 m) produced in nitroxin treatment alone. The largest number of nodes (67 per plant) belonged to nitroxin in combination with 20% vermicompost by volume treatment and the largest vegetative branch diameter (2.8 cm) and leaf surface (25.83 cm^2) was obtained in vermicompost treatments of 20% and 10% by volume, respectively. The use of vermicompost at the level of 20 to 30 percent by volume can show the greatest effect on fruiting branches, while nitroxin alone or in combination with vermicompost had a greater effect on vegetative branches. Vermicompost improves the growing medium conditions by stimulating beneficial soil microorganisms and the stable supply of mineral elements, especially nitrogen and phosphorus. The physical and chemical properties of humic acid in vermicompost increase plant nitrogen accumulation by increasing nutrient storage capacity and growth regulatory hormones, and plant growth factors such as height, number of nodes, internode distance and leaf area will increase with increasing nitrogen. However, increasing the level of vermicompost increases the concentration of soluble salt, toxicity due to increasing the concentration of heavy elements and the presence of toxic compounds in the plant, which leads to reduced growth and yield. Under these conditions, the use of nitroxin modulates or neutralizes the harmful effects of abiotic stresses. Bio fertilizers that contain growth-promoting bacteria, in addition to providing part of the nutrients and their balanced absorption, increase the nutritional value of the fruit by preventing the imbalance between the plant's internal components.

Conclusion

The use of vermicompost at the level of 20 to 30 percent by volume can show the effect on fruiting branches, while nitroxin alone and together with vermicompost has a greater effect on vegetative branches.

Keywords: Branch length, Flower diameter, Fruit weight, Fruiting branch

تولیدات گیاهی، ۱۴۰۱، ۴۵(۴)، ۴۹۱-۵۰۳
https://plantproduction.scu.ac.ir/
ISSN (P): 2588-543X; **ISSN (E):** 2588-5979
Doi: 10.22055/PPD.2023.40821.2034
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۱۲

تولیدات گیاهی
مقاله پژوهشی

اثر ورمی‌کمپوست و نیتروکسین بر ویژگی‌های رویشی و زایشی تمشک سیاه

رویا موسوی[۱]، ویدا چالوی[۲*]، کامران قاسمی[۳] و مهدی حدادی نژاد[۴]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
۲- دانشیار، گروه باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
۳- استادیار، گروه باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
۴- استادیار، گروه باغبانی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

چکیده

تمشک سیاه گیاهی از جنس Rubus و از خانواده Rosaceae می‌باشد که امروزه به‌دلیل خواص غذایی و نقش در سلامت انسان‌ها، مورد توجه قرار گرفته‌است. یکی از روش‌ها برای افزایش خواص آن، کاربرد کودهای زیستی و آلی مانند ورمی‌کمپوست و نیتروکسین می‌باشد. این کودها نه‌تنها سبب کاهش اثرات منفی کودهای شیمیایی، بلکه بهبود ویژگی‌های رویش و زایشی تمشک سیاه را به‌دنبال دارند. برای بررسی اثر نیتروکسین و ورمی‌کمپوست بر ویژگی‌های رویشی و زایشی تمشک سیاه، پژوهشی به‌صورت فاکتوریل دو عاملی در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۵ سطح ورمی‌کمپوست (صفر، ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد حجمی) و دو سطح تلقیح و عدم تلقیح نیتروکسین به‌صورت گلدانی انجام گرفت. بسترهای کشت با مخلوط کردن سطوح مختلف ورمی‌کمپوست با خاک پایه در گلدان آماده شدند. سپس، نهال‌های یک‌ساله ریشه دار شده و یکنواخت انتخاب‌شده و ریشه گیاهان به‌مدت ۱۰ دقیقه در محلول نیتروکسین قرار گرفت و سپس در گلدان کاشته شدند. نتایج نشان داد که در شاخه‌های بارده (Floricane) بیشترین تعداد جوانه (۴۲/۵ عدد در بوته)، تعداد خوشه (۵/۵ عدد در بوته)، وزن میوه (۳/۳۷ گرم در بوته) و کوتاه‌ترین دوره رسیدن در ورمی‌کمپوست ۲۰ درصد تولید شدند و بیشترین وزن شفتچه (۰/۱۰ گرم) در ورمی‌کمپوست ۳۰ درصد حجمی بدست آمد. همچنین بیشترین قطر گل (۳/۷۷ سانتی‌متر) در تیمار نیتروکسین همراه با ورمی‌کمپوست ۳۰ درصد حجمی دیده شد. بیشترین طول میانگره (۵/۶۵ سانتی‌متر)، طول شاخه (۲/۵۵ متر) در تیمار نیتروکسین به تنهایی و بیشترین تعداد گره (۶۷ عدد در بوته) در کاربرد نیتروکسین همراه با ورمی‌کمپوست ۲۰ درصد حجمی به دست آمد. بیشترین قطر شاخه رویشی (۲/۸ سانتی‌متر) و سطح برگ (۲۵/۸۳ سانتی‌متر مربع) به ترتیب در تیمارهای ورمی‌کمپوست ۲۰ و ۱۰ درصد حجمی به‌تنهایی حاصل گردید. کاربرد ورمی‌کمپوست در سطح ۲۰ تا ۳۰ درصد حجمی می‌تواند بیشترین اثر را بر شاخه‌های بارده نشان دهد، در حالی‌که نیتروکسین به‌تنهایی یا به همراه ورمی کمپوست اثرگذاری بیشتری در شاخه‌های رویشی دارد. به‌طور کلی می‌توان گفت که ورمی‌کمپوست در خاک موجب تحریک میکروارگانیسم های مفید و افزایش دسترسی به عناصر به‌ویژه نیتروژن و فسفر می‌شود و بهبود شرایط بستر را به‌دنبال دارد. همچنین این ترکیب آلی به دلیل دارا بودن اسید هیومیک، افزایش ظرفیت نگهداری عناصر غذایی و افزایش هورمون‌های تنظیم‌کننده رشد، باعث افزایش تجمع نیتروژن توسط گیاه شده و با افزایش نیتروژن فاکتورهای رشدی گیاه افزایش خواهد یافت. اگرچه غلظت‌های بالای ورمی کمپوست موجب افزایش غلظت نمک، افزایش عناصر سنگین و حضور ترکیبات سمی در گیاه می‌شود که کاهش رشد و عملکرد را به‌دنبال دارد. در این شرایط کاربرد نیتروکسین با تعدیل یا خنثی نمودن اثرات مضر تنش‌های پیرامون با تأمین بخشی از عناصر غذایی و جلوگیری از بهم خوردن توازن بین ترکیبات، ارزش تغذیه‌ای میوه را افزایش می‌دهند.

کلیدواژه‌ها: شاخه بارده، طول شاخه، قطر گل، وزن میوه

* **نویسنده مسئول:** ویدا چالوی
رایانامه: v.chalavi@sanru.ac.ir

© 2023 The Author(s). Published by Shahid Chamran University of Ahvaz. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

مقدمه

با افزایش جمعیت و به دنبال آن افزایش نیاز بشر به محصولات کشاورزی، بیشتر کشاورزان برای دستیابی به عملکرد و درآمد بیشتر، به مصرف کودهای شیمیایی روی آوردند که کاربرد بیش از حد این کودها، سبب آلودگی‌های فراوانی در محصولات کشاورزی و محیط‌زیست گردیده‌است. لازمه برون‌رفت از این شرایط، توجه محققین به کشاورزی پایدار و ارگانیک است که به‌عنوان راه‌حل اساسی در جهت رفع این معضلات، در نظر گرفته‌می‌شود. کاربرد کودهای زیستی، ماده‌ای حاوی ریز جانداران یا متابولیت‌های حاصل از فعالیت آن‌ها است که هنگامی‌که بر روی بذر، سطح ریشه و یا در خاک استفاده می‌شود موجب تحریک و افزایش رشد گیاه شود.(Khosravi, 2022). بنابراین کاربرد کودهای آلی به‌ویژه در خاک‌های فقیر، از چندین جنبه مؤثر بوده و می‌تواند جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی باشد (Lee, 2010). استفاده از کودهای آلی مانند ورمی‌کمپوست به‌دلیل فراهم نمودن عناصر غذایی و کاهش خطرات زیست‌محیطی و همچنین نقش در عملکرد محصول می‌توانند به‌جای کودهای مورد استفاده قرارگیرند (Fageria and Baligar, 2005).

باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن شامل گونه‌های متعددی آزوسپیریلوم، ازتوباکتر و... هستند که می‌توانند بر رشد و عملکرد گیاهان به‌طور مستقیم و غیر مستقیم تأثیر مثبت بگذراند و به همین علت باکتری‌های محرک رشد نامیده می‌شوند (Kurokura et al., 2017). طی پژوهشی گزارش‌شده باکتری ازتوباکتر و آزوسپریلوم با تثبیت بیولوژیک نیتروژن، تولید سیدروفور و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی، و همچنین افزایش حلالیت عناصر ریز مغذی، بر عملکرد و کیفیت توت‌فرنگی تأثیرگذار است (Castellanos-Morales et al., 2010). در پژوهشی روی انیسون نشان داده شد که کاربرد تلفیقی ۷/۵ تن ورمی‌کمپوست و کود زیستی بارور ۱ و ۲ سبب افزایش عملکرد دانه و اسانس نسبت به تیمار شاهد شد (Behzadi and Salehi, 2016). کاربرد تلفیقی ورمی‌کمپوست و نیتروکسین بر ویژگی‌های کمی و کیفی بابونه آلمانی سبب شد که بیشترین عملکرد و کمیت و کیفیت در تیمار تلفیقی ۸ تن ورمی‌کمپوست و نیتروکسین حاصل شود (Darzi et al., 2019). همچنین در بررسی اثر کود نیتروژن، ورمی‌کمپوست و نیتروکسین بر شاخص های رشد، مراحل فنولوژیک و عملکرد کنجد، نتایج نشان داد تلقیح با نیتروکسین به‌همراه مصرف سطوح بهینه کود ورمی کمپوست در تلفیق با کود شیمیایی با افزایش جذب عناصر غذایی سبب بهبود شاخص‌های رشد و مراحل نموی گیاه شد که در نهایت افزایش عملکرد را به‌همراه داشت (Sajadi Nik and Yadavi, 2013). بررسی اثر نسبت‌های مختلف ورمی کمپوست و ازتوباکتر بر توت‌فرنگی رقم چندلر نشان داد کاربرد همزمان کود زیستی و آلی موجب افزایش صفات کمی و کیفی شد (Gupta and Tripathi, 2012). با توجه به اهمیت تمشک به عنوان یک میوه با خاصیت آنتی‌اکسیدانی بالا و سازگار با اقلیم ایران و نبود دانش کافی در مورد واکنش‌های رشد و عملکردی این گیاه به کودهای ارگانیک (ورمی‌کمپوست و نیتروکسین)، هدف از انجام این تحقیق بررسی خصوصیات شاخه‌های بارده و رویشی تمشک سیاه تحت‌تأثیر ورمی‌کمپوست و نیتروکسین است.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر به‌صورت گلدانی در فضای باز در روستای بنفشه‌ده شهرستان نور با طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۱۳ دقیقه و ۲۶ ثانیه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۸ دقیقه ۳۷ ثانیه شمالی انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۰ تیمار شامل سطوح صفر، ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد حجمی ورمی‌کمپوست در ترکیب با ۲ سطح تلقیح و عدم تلقیح با نیتروکسین (Ni) با ۴ تکرار اجرا شد. پیش از شروع آزمایش نمونه ورمی‌کمپوست خریداری‌شده از شرکت سبزینه مورد تجزیه آزمایش قرار گرفت (جدول ۱).

شرایط کاشت و نگهداری گیاهان

بسترهای کشت با مخلوط کردن سطوح مختلف ورمی‌کمپوست با خاک پایه (جدول ۱) در گلدان با اندازه ۳۳×۳۶ آماده شد. سپس، نهال‌های یک‌ساله ریشه‌دار شده و یکنواخت از

Table 1. Characteristics of vermicompost used

Measuring factors	O.M %	pH -	O.C %	EC mmhos	N %	P %	K %
Vermi.	29.10	7.62	16.92	6.23	1.32	0.23	0.80
Soil	2.61	7.41	1.52	1.08	0.15	0.004	0.018

O.M: Organic matter – pH: Potential of Hydrogen –O.C: Organic carbon – EC: Electrical Conductivity – N: Nitrogen- P: phosphorus – K: potassium

نظر اندازه (در بازه ۱۲۰ تا ۱۳۰ سانتی‌متر) برای استفاده در آزمایش تهیه و انتخاب شد و ریشه گیاهان کاملاً از خاک اولیه جدا شد و پس از هرس ریشه در تاریخ ۲۲ آبان ۱۳۹۹ در بسترهای کاشت قرار گرفتند. آب و هوای منطقه معتدل و مرطوب و با بیشینه دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد در فصل تابستان و کمینه منفی یک درجه سانتی‌گراد در فصل زمستان بوده‌است.

در تیمارهای تلقیح با کود زیستی نیتروکسین با تعداد سلول-های زنده 10^8 (شرکت فناوری زیستی مهر آسیا)، ریشه گیاهان تمشک به‌مدت ۱۰ دقیقه در محلول نیتروکسین (نسبت ۱ به ۱۰ با آب) قرار داده شد و سپس در گلدانی با بستر کشتی که از قبل آماده شد کاشته شدند. کود دهی با کود سه بیست flora در طی دو مرحله پس از کاشت و با فاصله هر ۱۵ روز بر اساس توصیه شرکت تولیدکننده (پنج کیلوگرم در هزار لیتر آب) انجام گرفت. با توجه به نیاز آبی متوسط گیاه، در فصل زمستان معمولاً با آب باران آبیاری شده و در فصل گرم به‌صورت یک‌روز در میان حدود ۵۰۰-۷۰۰ میلی‌لیتر آبیاری انجام شد.

صفات مورد بررسی

صفات مرتبط با شاخه‌های زایشی

با باز شدن اولین غنچه گل در ۳۰ اردیبهشت، اندازه‌گیری‌ها آغاز و تا برداشت ادامه یافت. تعداد جوانه‌های موجود بر روی شاخه‌های زایشی هر تیمار شمارش گردید. تعداد جوانه‌های بازشده در هر بوته که خوشه‌های بارده را ایجاد نمودند، شمارش شدند و تعداد آن یادداشت گردید. طول گل‌ها با استفاده از کولیس دیجیتال اندازه‌گیری شد. به این صورت که از هر تیمار ۵ عدد گل انتخاب و طول گل اندازه‌گیری و میانگین آن بر حسب میلی‌متر یادداشت گردید. قطر گل با استفاده از کولیس دیجیتال اندازه‌گیری شد. قطر ۵ گل تمشک را اندازه گرفته و مقدار به دست آمده به‌صورت میانگین بر حسب میلی‌متر یادداشت گردید.

برای اندازه‌گیری وزن شفتچه، وزن میوه بدون نهنج را اندازه گرفته شد و سپس بر تعداد شفتچه (بذر) تقسیم شدند، که حاصل آن نشان دهنده وزن شفتچه می‌باشد (Mohammadi et al., 2018). برای وزن میوه، از هر تیمار، تعداد ۵ عدد تمشک انتخاب و با ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد و میانگین وزن آن‌ها ثبت گردید. در هر تیمار تاریخ‌های برداشت را یادداشت نموده و با استفاده از میانگین، تاریخ برداشت محاسبه گردید.

صفات مرتبط با شاخه رویشی (پاجوش)

پس از اعمال تیمارها صفات رویشی در اواسط و پایان رشد (در بازه ۳۰ تیرماه تا ۳۰ مرداد ماه) مورد بررسی قرار گرفت. برای این‌کار تمام شاخه‌های رویشی که به ارتفاع حداقل ۳۰ سانتی‌متر رسیده‌بودند، هر کدام از محل طوقه قطع گردیدند و به آزمایشگاه منتقل شدند و تعداد آن‌ها شمارش گردید. تعداد گره‌ها در شاخه های رویشی هر تیمار، پس از قطع از محل طوقه و انتقال به آزمایشگاه، شمارش و ثبت گردید. به‌منظور اندازه‌گیری طول میانگره در شاخه‌های رویشی، چهار شاخه رویشی را انتخاب شدند و سپس از فاصله ۲۰ سانتی‌متری از محل طوقه با استفاده از کولیس دیجیتال طول گره هر شاخه را اندازه گرفته و میانگین بر حسب میلی‌متر ثبت شد.

جهت اندازه‌گیری قطر شاخه‌های رویشی، قطر چهار شاخه رویشی پس از هرس در فاصله ۲۰ سانتی‌متری از محل طوقه، بر حسب میلی‌متر به‌وسیله کولیس دیجیتال اندازه‌گیری شد و مقدار بر حسب میلی‌متر ثبت شدند. برای اندازه‌گیری این صفت، طول چهار شاخه از هر تیمار را با متر نواری اندازه گرفته و سپس میانگین یادداشت شدند. برای سطح برگ، ابتدا برگ‌ها را اسکن نموده و با استفاده از نرم‌افزار Digimizer سطح آن‌ها بر حسب سانتی‌متر مربع اندازه‌گیری شدند.

تجزیه و تحلیل آماری

این پژوهش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در بسترهای گلدانی انجام شد. فاکتور اول میزان درصد کود ورمی‌کمپوست در پنج سطح (۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰) و فاکتور دوم سطح تلقیح و عدم تلقیح با نیتروکسین (Ni) بود. مقایسه میانگین داده‌ها از طریق آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 انجام شد و آنالیز واریانس از طریق رویه Anova صورت گرفت. نمودارها نیز با نرم‌افزار اکسل (۲۰۱۶) رسم شد.

نتایج و بحث

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل ورمی-کمپوست و نیتروکسین بر تعداد جوانه، تعداد خوشه، قطر گل، وزن شفتچه و وزن میوه معنی‌دار شد. همچنین طول گل تحت تأثیر هیچ‌یک از تیمارها قرار نگرفت (جدول ۲).

تعداد جوانه

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در تیمار ورمی‌کمپوست ۲۰ درصد بیشترین تعداد جوانه به میزان ۴۲/۵ عدد در بوته مشاهده شد. استفاده از کود ورمی‌کمپوست تا میزان ۲۰ درصد روند صعودی داشت و بیشترین مقدار را در این سطح نشان داد ولی با افزایش سطح ورمی‌کمپوست روند نزولی شد و از تعداد جوانه کاسته شد. مصرف نیتروکسین به‌تنهایی اثر بیشتری بر تعداد جوانه نسبت به تیمارهای توأم با ورمی‌کمپوست تا سطح ۳۰ درصد حجمی داشت (شکل ۱). ورمی‌کمپوست در خاک موجب تحریک میکروارگانیسم‌های مفید و افزایش دسترسی به

Table 2. Analysis of variance of floricane branches of blackberry under the influence of vermicompost and nitroxin

Source of variation	df	Mean squares					
		Number of buds	Firmness	Flower length	Flower diameter	drupelet weight	fruit weight
Vermicompost	4	192.16**	3.91**	0.032^{ns}	0.034^{ns}	0.018**	0.609**
nitroxin	1	1000*	0.025^{ns}	0.009^{ns}	0.049^{ns}	0.007**	1.656**
Interaction	4	238.56**	9.33**	0.006^{ns}	0.077**	0.003**	0.363**
Error	30	10.91	0.925	0.016	0.018	0.001	0.005
CV%		12.85	15.95	8.05	3.84	11.23	2.58

ns, *, **: are non-significant and significant at 5 and 1% at probability levels, respectively.

عناصر به‌ویژه نیتروژن و فسفر می‌شود و با بهبود شرایط بستر افزایش شمار جوانه گل در بوته را به‌دنبال دارد (Khalesro et al., 2012). همچنین این ترکیب آلی به‌دلیل دارا بودن اسید هیومیک، افزایش ظرفیت نگهداری عناصر غذایی و هورمون‌های تنظیم کننده رشد را به‌دنبال داشت که باعث افزایش تجمع نیتروژن توسط گیاه شده و فاکتورهای رشد گیاه از جمله ارتفاع، تعداد گره، فاصله میانگره و سطح برگ افزایش خواهد یافت (Izadi Darbandi and Azad, 2014). تلقیح ریشه تمشک سیاه با کود زیستی نیتروکسین نیز موجب شده با افزایش سطح ورمی کمپوست تعداد جوانه افزایش یابد. در همین راستا نتایج یک پژوهش نشان داد که تلقیح ریشه پسته وحشی می‌تواند موجب افزایش تعداد جوانه نسبت به شاهد گردد (Feyzi Kamareh et al., 2017). علت این افزایش می‌تواند به‌دلیل جذب آب و مواد غذایی مناسب توسط گیاه و افزایش سرعت رشد باشد؛ که به نظر می‌رسد نیتروکسین توانسته اثر منفی غلظت بالای ورمی‌کمپوست را کاهش داده و با مقدار بهینه جذب عناصر غذایی، شرایط رشد گیاه و افزایش گره را فراهم نماید.

تعداد خوشه

نتایج مقایسه میانگین در صفت تعداد خوشه نشان داد که بیشترین مقدار یعنی ۵/۵ عدد در تیمار ورمی‌کمپوست ۲۰ درصد مشاهده شد. اگرچه با افزایش ورمی‌کمپوست به سطح ۳۰ و ۴۰ درصد این روند نزولی بود و به سطح شاهد کاهش یافت. استفاده از نیتروکسین به‌همراه ورمی‌کمپوست در سطوح ۳۰ درصد و ۴۰ درصد باعث افزایش تعداد خوشه به تعداد ۳/۷۵ و ۳/۵ گردید ولی در سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری با شاهد وجود نداشت (شکل ۱). نتایج این پژوهش با یافته‌های Bahamir et al. (2015) بر روی گیاه توت‌فرنگی مطابقت دارد؛ به‌طوری‌که ایشان بیان کردند افزایش میزان ورمی‌کمپوست از ۲۰ درصد به ۳۰ درصد موجب کاهش صفات عملکردی شد. به نظر می‌رسد که افزایش سطح ورمی‌کمپوست به بیش از ۲۰ درصد موجب افزایش غلظت نمک محلول، سمیت ناشی از افزایش غلظت عناصر سنگین و حضور ترکیبات سمی در گیاه می‌شود که کاهش رشد و عملکرد را به دنبال داشت (Bahamir et al., 2015). همچنین نتایج نشان داد که تلقیح ریشه تمشک با نیتروکسین در تیمارهای ۳۰ و ۴۰ درصد ورمی‌کمپوست موجب افزایش تعداد خوشه گردید، این در صورتی است که تیمارهای ۳۰ و ۴۰ درصد ورمی‌کمپوست بدون نیتروکسین تعداد خوشه کمتری داشتند، علت این امر را تأثیر غیرمستقیم نیتروکسین بر گیاه دانستند که موجب تعدیل یا خنثی شدن اثرات مضر تنش‌های پیرامون می‌گردد (Glick, 1995). کودهای بیولوژیک مانند نیتروکسین که دارای باکتری های محرک رشد می‌باشند، علاوه بر تأمین بخشی از عناصر غذایی و جذب متعادل آن‌ها، با جلوگیری از بهم خوردن توازن بین ترکیبات داخلی گیاه، ارزش تغذیه‌ای میوه را افزایش می‌دهند (Karlidag et al., 2009).

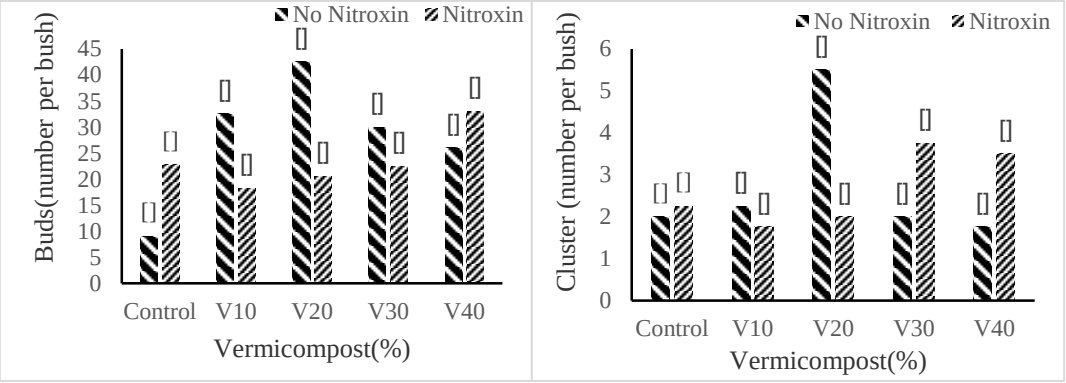

Figure 1. Effect of vermicompost and nitroxin on number of buds and clusters in blackberry floricane (different letters indicate significant differences).

قطر گل

در صفت قطر گل بیشترین مقدار در تیمار نیتروکسین و ورمی‌کمپوست ۳۰ درصد به میزان ۳/۷۷ سانتی‌متر مشاهده شد. استفاده از ورمی‌کمپوست به‌تنهایی در سطح ۲۰ درصد نیز با داشتن قطر گل به میزان ۳/۷۵ تفاوت معنی‌داری با برترین تیمار نداشت؛ اگرچه با افزایش درصد ورمی‌کمپوست قطر گل کاهش یافت (شکل ۲). نتایج یک پژوهش نشان داد که پارامترهای رشدی گیاهان و گل‌ها هنگام کاربرد ورمی‌کمپوست در مقایسه با سایر کودها از قبیل کودهای شیمیایی، به‌صورت چشم‌گیری افزایش یافت. همچنین بیان گردید ورمی کمپوست توانسته موجب بالا بردن میزان گل‌دهی و اندازه گل در گل‌های کاشته شده گردد (Kumar and Singh, 2001). در پژوهشی نیز بیان گردید که کمبود نیتروژن می‌تواند موجب کاهش اندازه گل در توت‌فرنگی گردد، در نتیجه افزایش میزان نیتروژن به‌وسیله ورمی کمپوست، افزایش اندازه گل را به‌دنبال دارد (Bona et al., 2015).

همچنین اعتقاد بر این است که تلقیح ریشه با باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن موجب افزایش تحرک و قابلیت جذب عناصرغذایی و خصوصاً تولید فیتوهورمون‌های گیاهی و در نتیجه بهبود شرایط تغذیه و رشد گیاه می‌شود (Namaki et al., 2018).

زمان رسیدن

نتایج نشان داد که کاربرد ورمی‌کمپوست در سطح ۲۰ درصد موجب شده اولین برداشت در تاریخ ۱۳ تیرماه یعنی ۲۳۵ روز پس از کاشت اتفاق بیفتد. افزایش سطح ورمی‌کمپوست و رسیدن آن به ۴۰ درصد، دیرترین تاریخ برداشت در میان تیمارها را نشان داد (شکل ۲). با کاربرد ورمی‌کمپوست، به‌علت حلالیت بیشتر عناصر ریزمغذی در خاک و در نتیجه اصلاح خواص فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک، دوره گل‌دهی و اندام عملکردی را در راستای استفاده بیشتر از منابع رشدی به تأخیر می‌اندازد (Sajadi Nik and Yadavi, 2013).

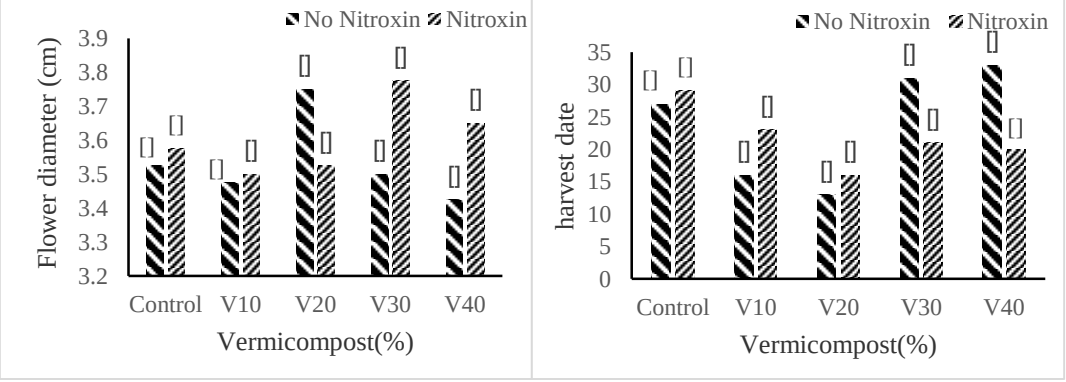

Figure 2. Effect of vermicompost and nitroxin on flower diameter and harvest date in blackberry floricane

اگرچه در این پژوهش مصرف بهینه ورمی‌کمپوست توانسته اثر مثبت نشان دهد و برداشت زودتر اتفاق بیفتد. با توجه به اینکه با تلقیح نیتروکسین، گیاه قابلیت استفاده از عناصر غذایی مختلف را پیدا می‌کند، گیاه رشد مناسبی انجام داده و در زمان مناسب وارد فاز زایشی می‌شود. کمترین تعداد روز رسیدن به تشکیل میوه در توت‌فرنگی در گیاهان تیمار شده با ازتوباکتر ۶ کیلوگرم در هکتار+ ورمی‌کمپوست ۳۰ تن در هکتار ثبت شد، در حالی‌که در گیاهان شاهد تشکیل میوه بیشتر به طول انجامید (Tripathi et al., 2015). همچنین در این پژوهش در سطوح بالای ورمی-کمپوست برداشت با تأخیر بود که می‌تواند به‌دلیل دوره رشد طولانی گیاه در حضور ورمی‌کمپوست باشد (Tripathi et al., 2015).

وزن شفتچه و میوه

نتایج نشان داد که استفاده از ورمی‌کمپوست روند افزایشی در وزن شفتچه را نشان‌می‌دهد، به‌طوری‌که در سطح ۳۰ درصد بیشترین مقدار حاصل گردید (شکل ۳). همچنین نتایج نشان داد که استفاده از ورمی‌کمپوست تا سطح ۲۰ درصد موجب افزایش وزن میوه شد (شکل ۳). در توت‌فرنگی کاربرد باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن باعث افزایش تعداد میوه و عملکرد میوه توت فرنگی شد (Karlidag et al., 2009). افزایش تعداد میوه و عملکرد میوه توسط باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپریلوم را می‌توان به افزایش جذب نیتروژن و فسفر توسط گیاه در حضور این ریز جانداران نیز نسبت داد. به نظر می‌رسد که افزایش جذب عناصر غذایی می‌تواند منجر به افزایش تجمع ماده خشک و مواد معدنی در برگ‌ها و ساقه‌های گیاه شد و در طول دوره بزرگ شدن میوه، به‌سمت میوه حرکت نمود (Opstad and Sønsteby, 2008). کاهش وزن میوه در نسبت‌های بالاتر ورمی‌کمپوست و تلقیح ریشه با نیتروکسین را می‌توان این‌گونه توجیه کرد که نیتروژن بستر با استفاده از این تیمارها افزایش‌یافته و افزایش بیش از حد نیتروژن خاک، سبب نسبت بالای نیتروژن به روی یا فسفر به آهن، تجمع بر، مولیبدن و کادمیوم در بافت‌های گیاهی می‌شود (Lundberg et al., 2008)، یا با تحریک رشد رویشی بخشی از گل های تولیدی را ریخته و یا در رقابت با بخش زایشی، مواد غذایی بیشتری جذب نموده و منجر به کاهش وزن میوه می‌گردد (Ipek et al., 2014).

صفات مرتبط با شاخه‌های رویشی

نتایج بررسی شاخه‌های رویشی حاکی از آن بود که کاربرد همزمان ورمی‌کمپوست و نیتروکسین توانسته بر تعداد گره، طول میانگره، قطر، طول و سطح برگ شاخه رویشی اثر معنی‌داری نشان دهد؛ این در حالی است که در تعداد شاخه رویشی تغییر معنی‌داری تحت‌تأثیر تیمارها ایجاد نشد (جدول ۳).

تعداد گره

نتایج نشان داد که ورمی‌کمپوست تا سطح ۳۰ درصد بر میزان تعداد گره نسبت به شاهد افزوده شد، اما با رسیدن به سطح ۴۰ درصد از تعداد آن کاسته شد. بیشترین تعداد گره متعلق به تیمار نیتروکسین همراه با ورمی‌کمپوست ۲۰ درصد به میزان ۶۷ عدد بود. همچنین کمترین تعداد گره در تیمار شاهد به میزان ۳۱ عدد مشاهده گردید (شکل ۴). همچنین مشاهده شد که صفات رویشی گیاه توت‌فرنگی در کرت‌هایی که ورمی‌کمپوست دریافت کرده بودند در مقایسه با کرت هایی که تنها کود شیمیایی دریافت کرده‌ب ودند، افزایش معنی‌دار داشت (Singh et al., 2008). با توجه به اینکه نیتروکسین و ورمی‌کمپوست در مقدار بهینه با تأمین نیتروژن کافی موجب افزایش قدرت فتوسنتز گیاهان می شوند، گزارش شده تعداد جوانه با مقدار نیتروژن رابطه مستقیم داشته

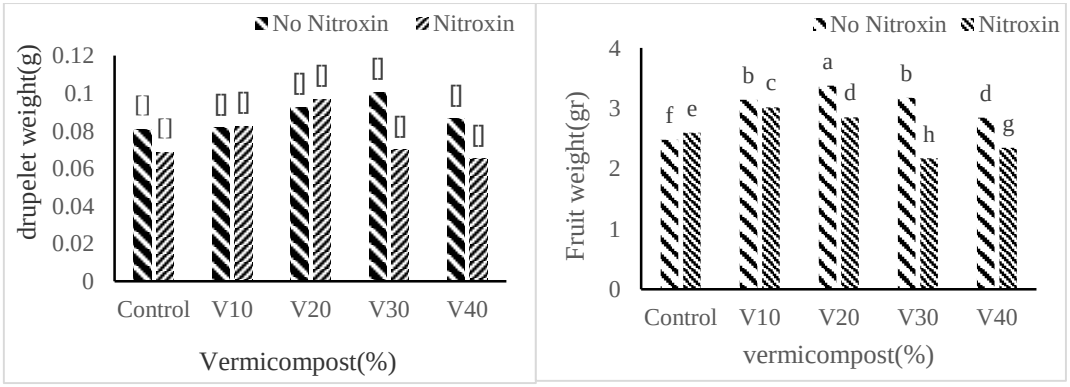

Figure 3. Effect of vermicompost and nitroxin on drupelet and fruit weight in blackberry floricane

Table 3. Analysis of variance of primocane of blackberry under the influence of vermicompost and nitroxin

Source of variation	df	Mean squares					
		Number of branches	Number of nodes	Internode length	Branch diameter	Branch length	Leaf area
Vermicompost	4	0.462^{ns}	392.96**	2.06**	1.11**	608**	62.76**
nitroxin	1	0.100^{ns}	44.10**	1.80**	3.025**	0.046^{ns}	0.547^{ns}
Interaction	4	0.287^{ns}	584.28*	5.39**	0.567**	0.434**	20.76**
Error	30	0.466	9.81	0.080	0.033	0.016	0.357
CV%		16.92	7.62	7.06	8.51	6.84	2.98

ns, *, **: are non-significant and significant and significant at 5 and 1% at probability levels, respective.

و چنانچه مقدار نیتروژن خارج از حد بهینه باشد مقدار رشد کاهش‌یافته و تعداد جوانه نیز کمتر می‌شود (Fajri, 2001). کاربرد ازتوباکتر باعث افزایش رشد اندام هوایی گیاه شد. در واقع باکتری ازتوباکتر با تولید متابولیت‌های محرک رشد مانند اکسین، سیتوکینین و ژیبرلین می‌تواند بر رشد رویشی گیاه و اندام هوایی را افزایش دهد.

طول میانگره

مشاهده گردید که بیشترین میزان طول میانگره در تیمار نیتروکسین به مقدار ۵/۶۵ سانتی‌متر و کمترین مقدار در تیمار شاهد با میزان ۲/۵ سانتی‌متر حاصل گردید. کاربرد ورمی کمپوست منجر به افزایش طول میانگره تا سطح ۲۰ درصد گردید و با افزایش درصد ورمی‌کمپوست طول میانگره سیر نزولی نشان داد (شکل ۴). طبق گزارش Neamati Darbandi et al. (2014)، اثرات مثبت ورمی‌کمپوست درباره افزایش رشد اندام‌های هوایی و زیرزمینی را می‌توان مربوط به افزایش قابلیت جذب نیتروژن و یا اثر هورمون‌های رشد حاصل از فعالیت کرم‌های خاکی در ورمی کمپوست دانست که از طریق استخراج محلول حاصل می‌شود. کودهای زیستی pH محیط ریشه را پایین می‌آورند و از این طریق جذب بسیاری از عناصر برای ریشه گیاه راحت‌تر می‌شود (Han and Lee, 2006). طی پژوهشی، عنوان شده‌است که دسترسی آب و عناصر غذایی به‌وسیله کودهای بیولوژیک از طریق تولید اسیدهای حل‌کننده فسفات بهبود می‌یابد که با آزادسازی فسفر معدنی و آلی، موجب افزایش دسترسی به عناصر غذایی، بهبود ریشه‌زایی و در نهایت افزایش تعداد گره و میانگره می‌شود (Eydizadeh et al., 2010).

قطر شاخه رویشی

استفاده از ورمی‌کمپوست تا سطح ۳۰ درصد موجب افزایش قطر شاخه شده‌است، به‌طوری‌که بیشترین مقدار در این تیمار و به میزان ۲/۸ سانتی‌متر مشاهده گردید، البته با افزایش درصد ورمی‌کمپوست از میزان آن کاسته شد. کمترین قطر شاخه رویشی نیز در تیمار شاهد برابر با ۱/۱ سانتی‌متر به‌دست آمد.

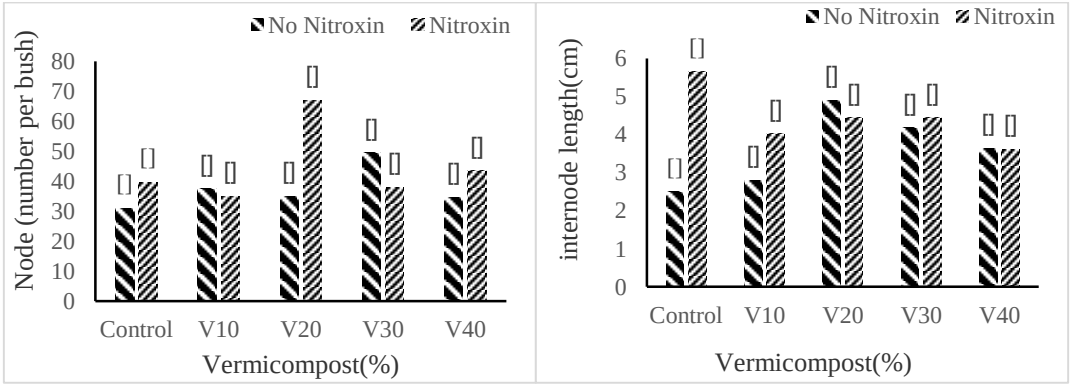

Figure 4. Effect of vermicompost and nitroxin on the number of nodes and internode length of blackberry primocane

کاربرد نیتروکسین موجب شده در همه‌ی تیمارها میزان قطر شاخه در سطح بالایی قرار داشته باشد. همچنین در تیمار نیتروکسین و ورمی‌کمپوست ۳۰ درصد قطر شاخه با بیشترین مقدار، تفاوت معنی‌داری نشان نمی‌دهد (شکل ۵). اضافه‌کردن ورمی‌کمپوست به خاک باعث شد که وزن ساقه همیشه‌بهار افزایش پیدا کند و بهبود رشد گیاه را به بیشتر بودن فراهمی عناصر غذایی از قبیل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و همچنین عناصر کم‌مصرف در تیمارهای حاوی ورمی‌کمپوست نسبت داده شد (Bachman and Metzger, 2008). نتایج پژوهشی نشان داد که کاربرد کودهای زیستی به‌طور معنی‌داری باعث افزایش طول بوته و قطر ساقه نسبت به تیمار شاهد شدند (Kheirizadeh Arough et al., 2019). علت بالا بودن قطر ساقه های رویشی در تیمارهای تلفیقی نیتروکسین و ورمی‌کمپوست می‌تواند به‌دلیل افزایش توسعه ریشه و بیشتر بودن قابلیت دسترسی ریشه‌های گیاه به عناصر غذایی باشد.

طول شاخه رویشی

بیشترین طول شاخه در تیمار نیتروکسین، به میزان ۲/۵۵ سانتی‌متر مشاهده شد. همچنین کمترین مقدار در تیمار شاهد به میزان ۱/۲۲ دیده شد. در تیمارهای حاوی نیتروکسین به‌همراه ورمی‌کمپوست با افزایش درصد ورمی‌کمپوست تغییری در طول شاخه رویشی مشاهده نگردید و مقادیر مشاهده‌شده حدوداً ثابت بودند. همچنین استفاده از ورمی‌کمپوست به‌تنهایی موجب افزایش طول شاخ نسبت به شاهد گردید (شکل ۵). در بررسی در گیاه ریحان مشاهده شد که کود ورمی‌کمپوست سبب تولید بیشترین تعداد شاخه فرعی در بوته شد و در شرایط یکسان محیطی، فراهم‌آوردن عناصر غذایی برای گیاه توسط کودهای مختلف باعث افزایش رشد گیاه و متعاقباً تعداد شاخه فرعی گیاه شد. (Tahami et al., 2010). همچنین گزارش گردید بیشترین ارتفاع بوته، تعداد برگ، سطح برگ، وزن تر گیاه مرزه در تیمار ۲۰٪ ورمی‌کمپوست به‌دست آمد (Naiji and Souri, 2015). نیتروکسین علاوه بر تثبیت نیتروژن هوا و متعادل کردن جذب عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف مورد نیاز گیاه، با سنتز و ترشح مواد محرک رشد گیاه مانند اکسین، همچنین ترشح اسیدهای آمینه مختلف سبب رشد و توسعه ریشه و اندام‌های هوایی گیاه می‌گردد (Pour Akbar et al., 2008).

سطح برگ

نتایج حاکی از آن بود که بیشترین مقدار سطح برگ در تیمار ورمی‌کمپوست ۱۰ درصد به میزان ۲۵/۸۳ سانتی‌متر مربع به دست آمد، همچنین کمترین مقدار سطح برگ در تیمار شاهد به میزان ۱۶/۱۵ دیده شد. سطوح پایین‌تر ورمی‌کمپوست در تیمارها به‌صورت مجزا و توأم با نیتروکسین منجر به افزایش سطح برگ گردید ولی هر چی بر درصد ورمی‌کمپوست افزوده شد، میزان سطح برگ کاهش یافت (شکل ۶). اثرات مثبت ورمی کمپوست و عصاره آن را می‌توان به بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و همچنین میزان دسترسی گیاه به عناصر غذایی معدنی نسبت داد (Atiyeh et al., 2001). همچنین گزارش شده‌است که تلقیح با نیتراژین توانسته اثر مثبت و معنی‌داری بر رشد گیاه توت فرنگی داشته‌باشد. این امر می‌تواند مربوط به افزایش فراهمی و جذب عنصرهای غذایی به‌وسیله کاهش pH خاک و تثبیت نیتروژن و تولید هورمون‌های افزایش‌دهنده رشد گیاه توت‌فرنگی باشد (Das and Debnath, 2006).

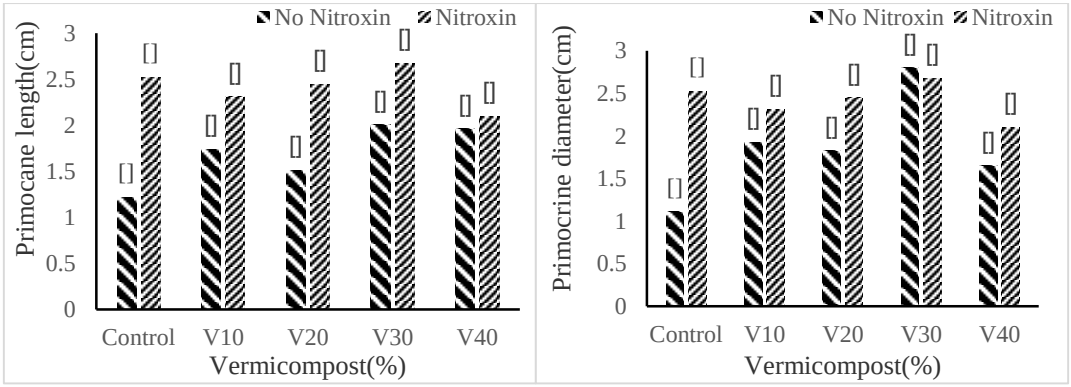

Figure 5. Effect of vermicompost and nitroxin on diameter and length of blackberry primocane

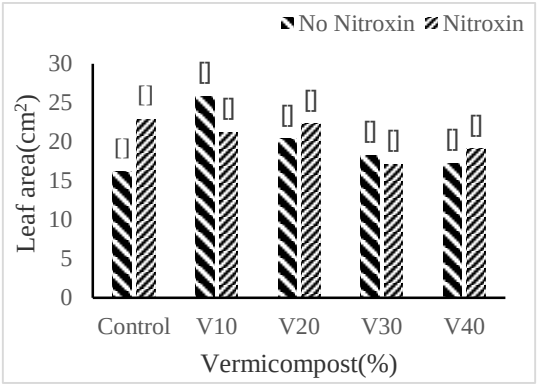

Figure 6. Effect of vermicompost and nitroxin on leaf area of blackberry primocane

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد بیشترین تعداد جوانه، بیشترین تعداد خوشه، وزن میوه و وزن شفتچه و کوتاه‌ترین دوره رسیدن در سطح ۲۰ و ۳۰ درصد ورمی‌کمپوست مشاهده گردید. در بررسی شاخه‌های رویشی نتایج حاکی از آن بود که نیتروکسین به‌تنهایی و به‌همراه ورمی‌کمپوست مؤثر بوده‌است؛ به‌طوری‌که بیشترین طول میانگره، بیشترین طول شاخه در تیمار نیتروکسین و بیشترین تعداد گره در کاربرد تلفیقی ورمی‌کمپوست و نیتروکسین و بیشترین قطر شاخه رویشی و سطح برگ در تیمار ورمی‌کمپوست به‌تنهایی حاصل گردید. به نظر می‌رسد چنانچه قصد داریم عملکرد مناسبی در سال آینده داشته‌باشیم، کاربرد نیتروکسین به‌دلیل اثرگذاری مناسب بر شاخه‌های رویشی، می‌تواند برای رسیدن به این مهم، مؤثر باشد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری جهت تامین امکانات و تجهیزات لازم برای انجام این پژوهش، قدردانی بعمل می آید.

References

Atiyeh, R. M., Edwards, C. A., Subler, S., & Metzger, J. D. (2001). Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: effects on physicochemical properties and plant growth. *Bioresource technology*, 78(1), 11-20.

Bachman, G. R., & Metzger, J. D. (2008). Growth of bedding plants in commercial potting substrate amended with vermicompost. *Bioresource technology*, 99(8), 3155-3161.

Bahamir, S., Mohamadkhani, A., Hosseinpour, A., & Rabiei, Gh. (2015). Effect of different levels of vermicompost and iron nutrition the on growth and reproductive characteristics of strawberry cultivar Gaviota. Shahrekord. University Faculty of Agriculture. [In Persian]

Behzadi, Y., & Salehi, A. (2016). Effects of biological, organic, and chemical fertilizers on uptake of N, P, K, grain yield, and essential oil yield in anise (*Pimpinella anisum* L.). *Iranian journal of medicinal and aromatic plants*, 32(6), 1026-1036. [In Persian]

Bona, E., Lingua, G., Manassero, P., Cantamessa, S., Marsano, F., Todeschini, V., Copetta, A., D'Agostino, G., Massa, N., Avidano, L., Gamalero, E., & Berta, G. (2015). AM fungi and PGP pseudomonads increase flowering, fruit production, and vitamin content in strawberry grown at low nitrogen and phosphorus levels. *Mycorrhiza*, 25(3), 181-193.

Castellanos-Morales, V., Villegas, J., Wendelin, S., Vierheilig, H., Eder, R., & Cardenas-Navarro, R. (2010). Root colonization by the arbuscular mycorrhizal fungus Glomus intraradices alters the quality of strawberry fruits (*Fragaria x ananassa* Duch) at different nitrogen levels. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(11), 1774–1782.

Darzi, M. T., Haj Ali Araghi, M., & Haj Seyed Hadi, M. R. (2019). Integrated Application of Vermicompost and Nitroxin and Quantitative and Qualitative Characteristics of GermanChamomile (*Matricaria chamomilla* L.). *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 29(1), 85-99. [In Persian]

Das, A. C. & Debnath, A. (2006). Effect of systemic herbicides on N2-fixing and phosphate solubilizing microorganisms in relation to availability of nitrogen and phosphorus in paddy soils of West Bengal. *Chemosphere*, 65(6), 1082-1086.

Eydizadeh, K., Mahdavi Damghani, A., Sabahi, H., & Soufizadeh, S. (2010). Effects of Integrated application of biofertiliser and chemical fertilizer on growth of maize (*Zea mays* L.) in Shushtar. *Journal of Agroecology* , 2(2), 292-301. [In Persian]

Fageria, N. K. & Baligar, V. C. (2005). Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. *Advances in Agronomy*, 88, 97-185.

Fajri, A. (2001). The effect of bacterial inoculation and different levels of nitrogen on the growth and nodulation of alfalfa cultivars. *Iranian journal of agricultural sciences*, 32(2), 309-317. [In Persian]

Feyzi Kamareh, T., Rahmani, R., Soltanloo, H., & Matinizade, M. (2017). Producing and evaluating some morphological characteristics of common pistachio (*Pistacia vera* L.) Mycorrhizal seedlings. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 25(1), 106-115. [In Persian]

Glick, B. R. (1995). The enhancement of plant growth by free-living bacteria. *Canadian journal of microbiology*, 41(2), 109-117.

Gupta, A. K. & Tripathi, V. K. (2012). Efficacy of Azotobacter and vermicompost alone and in combination on vegetative growth, flowering and yield of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) cv. Chandler. *Progressive Horticulture*, 44(2), 256-261.

Han, H. S. & Lee, K. D. (2006). Effect of co-inoculation with phosphate and potassium solubilizing bacteria on mineral uptake and growth of pepper and cucumber. *Plant soil and Environment*, 52(3), 130-136.

Ipek, M., Pirlak, L., Esitken, A., Figen Dönmez, M., Turan, M., & Sahin, F. (2014). Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR) increase yield, growth and nutrition of strawberry under high-calcareous soil conditions. *Journal of plant nutrition*, *37*(7), 990-1001.

Izadi Darbandi, E., & Azad, M. (2014). The possibility of wheat yield improvement by modifing the amount of nitrogen and phosphorus application methods and rate. *Journal of Applied Crop Research*, 27(105), 189-195. [In Persian]

Karlidag, H., Yildirim, E., Turan, M., & Donmez, M. F. (2009). Effect of Plant Growth-Promoting Bacteria on Mineral-Organic Fertilizer Use Efficiency, Plant Growth and Mineral Contents of Strawberry (Fragaria x ananassa L. Duch.). *Reviewed Papers*, 218-226.

Khalesro, Sh., Ghalavand, A., Sefidkon, F., & Asgharzadeh, A. (2012). The effect of biological and organic inputs on quantity and quality of essential oil and some elements content of anise (*Pimpinella anisum* L.). *Iranian Journal of Medical and Aromatic Plants*, 27(4), 551-560. [In Persian]

Kheirizadeh Arough, Y., Sharifi, R., & Khalilzadeh, R. (2019). Alleviation of Salt Stress Effects in Triticale (× Triticosecale) by Bio Fertilizers and Zinc Application. *Iranian Journal of Biology*, 31(4), 801-821. [In Persian]

Khosravi, H. 2022. A review of biofertilizer application in wheat cultivation in Iran and the related research findings. *Journal of Land Management,* 9(2), 205-220. [In Persian]

Kumar, V., & Singh, K. P. (2001). Enriching vermicompost by nitrogen fixing and phosphate solubilizing bacteria. *Bioresource Technology*, 76(2), 173-175.

Kurokura, T., Hiraide, S., Shimamura, Y., & Yamane, K. (2017). PGPR improves yield of strawberry species under less fertilized conditions. *Environmental Control in Biology*, 55(3), 121-128.

Lee, J. (2010). Effect of application methods of organic fertilizer on growth, soil chemical properties and microbial densities in organic bulb onion production. *Scientia Horticulturae*, 124(3), 299-305.

Lundberg, J. O., Weitzberg, E., & Gladwin, M. T. (2008). The nitrate-nitrite-nitric oxide pathway in physiology and therapeutics. *Nature Reviews Drug Discovery*, 7(2), 156-167.

Mohammadi, A.A., Hadadinejad, M., Sadeghi, H., & Ghasemi, K. (2018). *Investigation of different ratios of nitrogen, phosphorus and potassium on biochemical and morphological traits of different blackberry varieties in greenhouse.* M.Sc. Thesis of Horticultural Sciences- Tendency Physiology and Breeding of Fruit Trees. Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University. [In Persian]

Naiji, M., & Souri, M. K. (2015). Evaluation of growth and yield of savory (*Satureja hortensis*) under organic and biological fertilizers toward organic production. *Journal of plant productions*, 38(3), 93-103. [In Persian]

Namaki, M. H., Hashem Abadi, D., & Saeidzade, F. (2018). The effect of biofertilizers and nitrogen on some quantitative and qualitative traits of strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch., Cv. *Selva*) under different levels of nitrogen fertilizer. *Journal of Plant Environmental Physiology*, 13(4), 67-80. [In Persian]

Neamati Darbandi, H., Azizi, M., Mohammadi, S., & Karimpour, S. (2014). The Study on the Effect of Spraying with Different Concentrations of Vermicompost Extract (Vermiwash) on the Morphological Traits, Yield and Percentage of Essential oil of Lemon balm (*Melissa officinalis* L.). *Journal of Horticultural Science*, 27(4), 411-417. [In Persian]

Opstad, N., & Sønsteby, A. (2008). Flowering and fruit development in strawberry in a field experiment with two fertilizer strategies. *Acta Agriculture Scandinavia, Section B: Soil Plant Science*, 58(4), 297-304.

Pour Akbar, L., Khayami, M., & Jalil, Kh. (2009). The Interaction of Cu and EDTA on K^+ Leakage and some Metals Content in root and shoot of Maize (*Zea mays* L.) seedlings. *Quarterly Journal of Science Kharazmi University*, 8(2), 121-132. [In Persian]

Sajadi Nik, R., & Yadavi, A. R. (2013). Effect of Nitrogen Fertilizer, Vermicompost and Nitroxin on Growth Indices, Phenological Stages and Grain Yield of Sesame. *Crop Production*, 6(2), 73-99. [In Persian]

Singh, R., Sharma, R. R., Kumar, S., Gupta, R. K., & Patil, R. T. (2008). Vermicompost substitution influences growth, physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (Fragaria x ananassa Duch.). *Bioresource Technology*, 99(17), 8507-8511.

Tahami, S. M. K., Rezvani Moghaddam, P., & Jahan, M. (2010). Comparison the effect of organic and chemical fertilizers on yield and essential oil percentage of Basil (*Ocimum basilicum* L.). *Agroecology journal*, 2(1): 63-74. [In Persian]

Tripathi, V. K., Kumar, S., & Gupta, A. K. (2015). Influence of Azotobacter and vermicompost on growth, flowering, yield and quality of strawberry cv. Chandler. *Indian Journal of Horticulture*, 72(2), 201-205.