

Effect of density, biological and chemical fertilizers on quantitative and qualitative yield of common chicory (*Cichorium intybus*)

Roghayeh Aminian^{1*}, Ali Mehrabadi Arani², Sudabeh Mafakheri³

1- Corresponding Author and Assistant Professor, Department of Genetics and Plant Breeding, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran.

aminian@eng.ikiu.ac.ir

2- M.Sc Graduated Student, Naragh Branch, Islamic Azad University, Agronomy Department, Naragh, Iran.

a_mehrabady@yahoo.com

3- Assistant Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran.

mafakheri@eng.ikiu.ac.ir

Received Date: 2019/12/13

Accepted Date: 2020/04/18

Abstract

Introduction: Medicinal plants have been one of the main natural resources of Iran from ancient times. Nutritional management has a significant impact on the quantity and quality of plants. The fastest way to supply nutrients for plant is the use of mineral fertilizers. In spite of significant and positive effect of chemical fertilizer on crops production, excessive use of them can reduce crop yield due to loss of soil biological activity, loss of soil physical properties, soil acidification, and soil nutrient imbalance. In addition, the use of chemical fertilizers can cause environmental pollutions. The use of organic manures as alternative sources of chemical fertilizer increased the yield of many plants and reduced the adverse effect of chemical fertilizers. Organic fertilizers also increased soil moisture, reduced soil pH and increased the electrical conductivity and the ability of absorbing soil nutrients. Therefore to study the effects of biological and chemical fertilizers on quantitative and qualitative yield of *Cichorium intybus* in different densities, this experiment was conducted.

Material and methods: This experiment was conducted as split split plots in a randomized complete block design with three replications. The treatments comprised of nitrogen at three levels (0, 50, 100 kg/ha) as the main plot, density at three levels (6, 9 and 12 plants/m²) as sub plot and bio-fertilizer in three levels (non- inoculation, inoculation with Mycorrhiza and inoculation with Azotobacter) as sub-sub plot. Several quantitative and qualitative traits were measured including leaf number, root length, fresh and dry weight, flavonoid content, nitrogen, phosphorus and potassium.

Results and discussion: Analysis of variance showed the significant effects of treatments on leaves, fresh and dry weight, root length and the amount of plant flavonoids, nitrogen, phosphorus and potassium. Nitrogen consumption based on 100% fertilizer recommendations increased all traits, while the effects of density and bio-fertilizer were different on quantitative and qualitative traits. Seed inoculated with mycorrhiza showed a better result for flavonoid, phosphorus and potassium than seed inoculated with Azotobacter. Among the two-way interaction effects, the density × bio fertilizer and density × the nitrogen fertilizer were significant for plant leaf number and root length. Mean comparison of density × bio fertilizer showed that the highest number of leaves per plant was obtained at density of 6 plant/m² and Azotobacter inoculation and the highest root length was observed at density of 12 plant/m² and Azotobacter inoculation. Mean comparison of density × the nitrogen fertilizer showed that the highest leaf number was observed at density of 6 plant. m⁻² and 100 kg ha⁻¹ nitrogen fertilizer and the highest root length was obtained at density of 12 plant m⁻² and 100 kg ha⁻¹ nitrogen fertilizer. The interaction effect of nitrogen fertilizer, density and bio-fertilizer was significant only for fresh weight. The maximum value of fresh weight (1848.8 g/m²) is related to the application of 100 kg/ha nitrogen fertilizer, the density of 12 plants/m² and using Azotobacter. These conditions increased fresh weight to 168 percent than conditions of lack of nitrogen and bio-fertilizers under the density of 6 plants/m² (with 688.5 g/m² fresh weight).

Conclusions: The results showed that the application of biological fertilizer had a significant effect on improving quantitative and qualitative yield of *Cichorium intybus*. Furthermore, the combined application of biological fertilizer and chemical fertilizer (based on 100% fertilizer recommendations) in the density of 12 plant/m² significantly increased root length and weight of the plant. Therefore, biological fertilizers through the improvement of soil structure, and along with chemical fertilizers, increase greatly the quantitative and qualitative yield of plants.

Keywords: Azotobacter, Macro elements, Mycorrhiza, Nitrogen, Root and plant weight.

اثر تراکم، کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد کمی و کیفی کاسنی *Cichorium intybus*

رقیه امینیان^{۱*}، علی مهرآبادی آرانی^۲، سودابه مفاخری^۳

۱- نویسنده مسئول و استادیار گروه ژنتیک و به‌نژادی گیاهی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران.
aminian@eng.ikiu.ac.ir

۲- کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد نراق، نراق، ایران.

a_mehrabady@yahoo.com

۳- استادیار گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران.

mafakheri@eng.ikiu.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۱/۳۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۹/۲۲

چکیده

به منظور بررسی تأثیر تراکم، کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد کمی و کیفی کاسنی، آزمایشی به صورت کرت‌های دو بار خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در منطقه قمصر شهرستان کاشان، انجام شد. کود نیتروژن در سه سطح صفر، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص در کرت‌های اصلی، تراکم در سه سطح ۶، ۹ و ۱۲ گیاه در مترمربع در کرت‌های فرعی و کود زیستی در سه سطح عدم تلقیح، تلقیح با میکوریزا و تلقیح با ازتوباکتر در کرت‌های فرعی فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که اثرات کود نیتروژن، تراکم و کود زیستی بر تعداد برگ، وزن تر و خشک، طول ریشه، میزان فلاونوئید، نیتروژن، فسفر و پتاسیم گیاه معنی‌دار بودند. مصرف کود نیتروژن باعث افزایش تمام صفات شد. اثر کودهای زیستی نسبت به شاهد بدون کود بر صفات بررسی شده معنی‌دار و مثبت بود. تأثیر مثبت میکوریزا بر صفات فلاونوئید، فسفر و پتاسیم بیشتر از ازتوباکتر بود. در بین اثرات متقابل دو گانه، تراکم در کود زیستی و تراکم در کود نیتروژن برای صفات تعداد برگ و طول ریشه معنی‌دار بودند. مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم در کود زیستی نشان داد که بیشترین تعداد برگ در تراکم ۶ بوته در مترمربع و تلقیح ازتو باکتر و بیشترین طول ریشه در تراکم ۱۲ بوته در مترمربع و تلقیح ازتو باکتر بدست آمد. مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم در کود نیتروژن نیز نشان داد که بیشترین تعداد برگ در تراکم ۶ بوته در مترمربع و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص و بیشترین طول ریشه در تراکم ۱۲ بوته در مترمربع و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص مشاهده شد. اثر متقابل کود نیتروژن، تراکم و کود زیستی فقط در صفت وزن تر معنی‌دار گردید. بیشترین وزن تر (۱۸۴/۸ گرم در مترمربع) در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، تراکم ۱۲ بوته در مترمربع و کاربرد ازتوباکتر حاصل گردید که افزایش ۱۶۸ درصدی وزن تر نسبت به شرایط عدم مصرف نیتروژن و کود زیستی در تراکم شش بوته در مترمربع (با ۶۸/۵ گرم در مترمربع) را سبب شد.

کلمات کلیدی: ازتو باکتر، عناصر پر مصرف، میکوریزا، نیتروژن، وزن بوته و ریشه.

مقدمه

کاسنی با اسم علمی *Cichorium intybus* از گیاهان دارویی با ارزش خانواده گل ستاره‌ای‌ها (*Asteraceae*) و بومی مناطق معتدل جهان است. این گیاه در طب سنتی اهمیت زیادی داشته و به عنوان اشتها آور، صفرابر، مدر، تب بر و ملین مورد مصرف قرار می‌گیرد (یزدانی و همکاران، ۱۳۸۳). کاسنی حاوی ترکیباتی مانند آکالوئیدها، اینولین، لاکتون‌ها، سزکوئی ترپن، کومارین‌ها، فلاونوئیدها، شیکوریک اسید و ویتامین‌ها (Nandagopal and Ranjitha Kumari, 2007) و نیز منبع غنی از پتاسیم، کلسیم و فسفر است (Mulabagal et al., 2009). ترکیب اصلی موجود در اسانس اندام هوایی کاسنی، فلاونوئید کامفرول (*kaempferol*) می‌باشد. فلاونوئیدها دارای خواص دارویی متفاوتی هستند و برای مقابله با ویروس‌ها و سلول‌های سرطانی به کار می‌روند (Van Arkel et al., 2012). در ریشه این گیاه نیز ماده‌ای به نام اینولین (*Inulin*) وجود دارد که دارای خاصیت ضد مسمومیت کبدی و کاهش‌دهنده چربی خون می‌باشد (عماد و همکاران، ۱۳۹۱).

یکی از مهم‌ترین اهداف در تولید گیاهان دارویی، افزایش مقدار زیست‌توده با روش‌های به‌زراعی است و در این خصوص تأمین عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (امید بیگی، ۱۳۸۳). نیتروژن یکی از مهمترین عناصر غذایی و عامل کلیدی در دستیابی به عملکرد مطلوب در محصولات زراعی به‌شمار می‌رود. نیتروژن در گیاهان بیشترین غلظت را در بین عناصر غذایی داشته و نقش مهمی در افزایش عملکرد گیاهان دارد، به طوری که کمبود آن بیش از سایر عناصر غذایی عملکرد را محدود می‌کند (امید بیگی و همکاران، ۱۳۸۰).

در سال‌های اخیر به علت توجه روزافزون به تولید محصولات غذایی سالم، استفاده از کودهای زیستی جهت کاهش یا حذف مصرف کودهای شیمیایی و در نتیجه

افزایش کیفیت محصولات کشاورزی، بیش تر از گذشته مورد توجه قرار گرفته است (Wu et al., 2005). کودهای زیستی شامل انواع مختلف ریز موجودات آزادی هستند که توانایی تبدیل عناصر غذایی پرمصرف، از فرم غیرقابل دسترس به فرم قابل دسترس را دارا می‌باشند (Rajendran and Devaraj, 2004). از سوی دیگر، استفاده از کودهای زیستی، از طریق تاثیر مثبتی که بر روی فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید خاک می‌گذارند، امکان دسترسی مناسب به عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف توسط گیاه را فراهم آورده و در نتیجه در بهبود کیفیت گیاه مؤثر می‌باشند (نقدی بادی، ۱۳۹۱).

از جمله کودهای زیستی بسیار کاربردی می‌توان به قارچ میکوریزا آربوسکولار (*arbuscular mycorrhiza*) اشاره کرد. همزیستی با قارچ میکوریزا از وسیع‌ترین روابط همزیستی شناخته شده بین گیاهان و میکروارگانیسم‌ها است و قدمتی بیش از ۴۰۰ میلیون سال دارد. قارچ میکوریزا پس از برقراری همزیستی با گیاهان میزبان بر جنبه‌های مختلف فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی آن تاثیر گذاشته و موجب بهبود رشد و نمو گیاه می‌شود. گیاهانی که دارای همزیستی میکوریزایی می‌باشند، به دلیل اینکه آب و عناصر غذایی بیشتری از خاک جذب می‌نمایند، رشد رویشی و عملکرد بهتری را دارا بوده و مقاومت بیشتری در برابر تنش‌های محیطی از خود نشان می‌دهند. (Graham, 2001). اثر مثبت قارچ میکوریزا در افزایش وزن تر و خشک اندام هوایی کاسنی در رژیم‌های مختلف آبیاری گزارش شده است (رئسی، و همکاران، ۱۳۹۸). همچنین تأثیر مثبت قارچ میکوریزا در افزایش وزن تر بوته و ریشه گیاه دارویی بادرشبو (فدائی و همکاران، ۱۳۹۷)، افزایش وزن بوته و عملکرد بذر گیاه دارویی گشنیز (Kapoor, 2002)، افزایش رشد و عملکرد ریحان (ذوالفقاری و همکاران، ۱۳۹۳)، آویشن باغی (عظیمی و همکاران، ۱۳۹۲)، افزایش عملکرد زیستی، وزن هزار دانه و ارتفاع بوته گیاه رازیانه (درزی و همکاران،

(۱۳۸۷) نشان داده شده است.

از دیگر کودهای زیستی پر کاربرد ازتوباکتر می باشد که از باکتری های مهم و مفید خاک است که دارای هفت گونه می باشد. مهمترین گونه ازتوباکتر، گونه کروکوکوم است (Garrity et al., 2005) این باکتری می تواند انواع اسیدهای آمینه، ویتامین ها و هورمون های محرک رشد گیاه و انواع آگروپولی ساکاریدها را سنتز کند. اضافه کردن مواد آلی به خاک بر رشد گونه های مختلف ازتوباکتر و تثبیت نیتروژن تأثیر زیادی دارد. همچنین میزان عناصر غذایی به خصوص نیتروژن و فسفر بر رشد ازتوباکتر مؤثر بوده و رشد باکتری ها را افزایش می دهد (خسروی، ۱۳۹۳).

یکی دیگر از عوامل زراعی مؤثر بر کیفیت و کمیت عملکرد گیاهان، تراکم بوته در واحد سطح و آرایش کاشت است. افزایش تراکم بوته سبب افزایش رشد طولی گیاهان شده و رقابت بین گونه ای برای بهره بردن از عوامل محیطی مورد نیاز را افزایش می دهد (حسین پور و همکاران، ۱۳۸۳). اعمال تراکم مطلوب از طریق کاهش رقابت، باعث دسترسی مناسب گیاهان به نهاده های موجود در خاک شده که در چنین شرایطی آب و مواد غذایی به اندازه کافی در اختیار گیاهان قرار گرفته و در صورت وجود نور کافی حداکثر تولید حاصل خواهد شد (ملکوتی و پهرانی، ۱۳۷۹). آرایش کاشت از طریق تغییر در ساختار سایه انداز گیاهی و افزایش امکان جذب بیشتر نور، سبب افزایش عملکرد گیاه می شود، بنابراین تعیین مناسب ترین تراکم بوته برای افزایش عملکرد گیاهان دارویی امری ضروری است. در همین راستا، این تحقیق با هدف بررسی اثر مقادیر مختلف نیتروژن، تراکم و کود زیستی بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی کاسنی انجام شد.

مواد و روش ها

این آزمایش در شهرستان قمصر واقع در استان اصفهان با مختصات جغرافیایی ۵۱ درجه و ۲۶ دقیقه طول شرقی و ۳۳ درجه و ۴۵ دقیقه عرض شمالی و ارتفاع ۱۹۰۰ متر از

سطح دریا، به صورت کرت های دو بار خرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای مورد مطالعه شامل کود نیتروژن در سه سطح N1، N2 و N3، به ترتیب صفر، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص (از منبع اوره)، (معادل صفر، ۵۰٪ و ۱۰۰٪ توصیه کودی)، تراکم در سه سطح D1، D2 و D3 به ترتیب ۶، ۹ و ۱۲ گیاه در متر مربع، به عنوان عامل فرعی و کود زیستی در سه سطح عدم تلقیح (B1)، تلقیح با میکوریزا (B2) و تلقیح با ازتوباکتر کروکوکوم (B3) به عنوان عامل فرعی فرعی در نظر گرفته شدند.

قبل از آماده سازی بستر بذر، ابتدا با تهیه یک نمونه مرکب از عمق صفر تا ۳۰ سانتیمتری خاک محل آزمایش، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک تعیین شد (جدول ۱). مصرف کودهای شیمیایی بر اساس آنالیز خاک اعمال شد و برای تأمین کودهای فسفر و نیتروژن به ترتیب از منابع کودی سوپر فسفات تریپل (۵۰ کیلوگرم فسفات خالص در هکتار) و اوره (۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) استفاده گردید. عملیات آماده سازی زمین شامل شخم اولیه، تسطیح زمین و کرت بندی در فصل پاییز انجام و کاشت بذر، در اوایل فروردین صورت گرفت. هر کرت آزمایشی به طول سه و عرض دو متر با پنج ردیف کاشت در نظر گرفته شد. فاصله کرت های اصلی از یکدیگر دو متر و فاصله کرت های فرعی یک متر منظور گردید. ابتدا بذر با تراکم بیشتر کشت شدند، ولی بعد از سبز شدن گیاهان، بوته ها در طی چند مرحله تنک گردیدند تا تراکم های مورد نیاز بدست آید. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت انجام شد و آبیاری های بعدی تا هنگام استقرار گیاه (مرحله سه تا چهار برگه) هفته ای دو نوبت و پس از آن به صورت هفت روز یکبار صورت گرفت.

بذر گیاه کاسنی از مؤسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع تهیه شد. کود زیستی حاوی ازتوباکتر کروکوکوم (*Azotobacter chroococcum*) (با غلظت CFU/ml)

برداشت اندام‌های هوایی گیاه در مرحله گلدهی و از سه ردیف وسط و پس از حذف اثرات حاشیه‌ای انجام گرفت. صفات تعداد برگ، وزن تر اندام هوایی، وزن خشک اندام هوایی، طول ریشه، میزان فلاونوئید، نیتروژن، فسفر و پتاسیم گیاه اندازه‌گیری شدند.

^۷(۱۰) و قارچ میکوریزا گلوموس اینترادیسز (*Glomus intraradices*) از موسسه تحقیقات خاک و آب تهیه گردید. تیمارهای کودی به صورت تلقیح بذرها قبل از کشت، اعمال گردید. لازم به ذکر است که هر بذر آغشته به مایه تلقیح میکوریزا، در حدود ۲۰۰-۲۵۰ اندام فعال قارچی شامل اسپور، هیف و ریشه دریافت نمود.

جدول ۱. خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک
Table 1. Physicochemical properties of soil

Texture	pH	(dS/m) EC	Organic Carbon (%)	Total Nitrogen (%)	Potassium (ppm)	Phosphorus (ppm)
Loam	7.87	1.26	0.51	0.1	278.94	10.95

بوته‌های چینی روی هیتر و تا شروع جوش حرارت داده شدند. پس از خنک شدن محتوای بوته از کاغذ صافی عبور داده شد و به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسید. سپس فسفر موجود در عصاره گیاهی، با دستگاه اسپکتروفتومتر و در طول موج ۶۶۰ نانومتر قرائت شد (Olsen and Sommers, 1982). غلظت پتاسیم کل در عصاره‌های تهیه‌شده از نمونه‌های گیاهی با دستگاه فلیم فتومتر قرائت گردید و نیتروژن کل در نمونه‌های گیاهی به روش کج‌لدال اندازه‌گیری شد (Jones and Case, 1990). تجزیه واریانس داده‌ها بر اساس کرت‌های دو بار خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد و رسم نمودارها به وسیله نرم‌افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد کود نیتروژن، تراکم کاشت و کود زیستی اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد ($P \leq 0.01$) بر اکثر صفات مورد بررسی کاسنی داشتند، تاثیر کود نیتروژن بر طول ریشه در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). همچنین اثرات متقابل کود

اندازه‌گیری فلاونوئید

از روش رنگ سنجی کلرید آلومینیوم برای تعیین مقدار فلاونوئید با استفاده از کوئرستین به عنوان استاندارد استفاده شد (Chang et al., 2002)، به این ترتیب که ۰/۵ میلی‌لیتر از عصاره‌های متانولی گیاه (با نسبت ۱۰۰ میلی‌گرم در میلی‌لیتر) با ۱/۵ میلی‌لیتر متانول، ۰/۱ میلی‌لیتر کلرید آلومینیوم (۱۰٪ متانولی)، ۰/۱ میلی‌لیتر استات پتاسیم و ۲/۸ میلی‌لیتر آب مقطر ترکیب گردید. سپس محلول‌ها ۳۰ دقیقه در دمای اتاق و در تاریکی قرار داده شدند. میزان جذب نوری هر ترکیب با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۱۵ نانومتر اندازه‌گیری شد و فلاونوئید با استفاده از منحنی استاندارد برحسب میلی‌گرم در گرم ماده خشک به دست آمد.

اندازه‌گیری فسفر، پتاسیم و نیتروژن

برای تعیین غلظت عناصر غذایی فسفر و پتاسیم موجود در اندام هوایی کاسنی، ابتدا نمونه‌های گیاهی در آون به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۶۵ درجه سلسیوس خشک و سپس آسیاب شدند. یک گرم از نمونه‌های گیاهی پودر شده در داخل بوته چینی ریخته شد و به مدت دو ساعت در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس در داخل کوره خاکستر گردید. سپس ۱۰ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک ۲ نرمال به بوته چینی حاوی خاکستر نمونه گیاهی اضافه شد و

درحالی که فلاونوئید با ۲/۳۵ میلی گرم در گرم وزن خشک، نیتروژن، فسفر و پتاسیم به ترتیب با مقدار ۲۶/۶۹، ۲/۸۳ و ۱۹/۰۴ گرم در کیلوگرم در تراکم ۶ بوته در مترمربع بیشترین مقدار و در تراکم ۱۲ بوته در مترمربع فلاونوئید با ۱/۶۳ میلی گرم در گرم وزن خشک، نیتروژن، فسفر و پتاسیم به ترتیب با ۲۱/۴۸، ۲/۱۴ و ۱۴/۱۱ گرم در کیلوگرم کمترین مقادیر را به خود اختصاص دادند.

در مقایسه با شاهد اثر کودهای زیستی بر اکثر صفات مورد بررسی مثبت و معنی دار بود. بیشترین مقدار وزن خشک، فلاونوئید، فسفر و پتاسیم، مربوط به مصرف کود میکوریزا بود و در مورد نیتروژن بین تیمار ازتوباکتر و میکوریزا تفاوتی وجود نداشت (جدول ۳).

نیتروژن و تراکم، کود زیستی و تراکم در صفات تعداد برگ، وزن تر اندام هوایی و طول ریشه معنی دار بود، درحالی که اثر متقابل کود نیتروژن و کود زیستی و همچنین اثر متقابل سه گانه کود نیتروژن، تراکم و کود زیستی تنها در صفت وزن تر معنی دار بودند.

بر اساس مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۳)، مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص، نسبت به عدم مصرف و مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود، باعث افزایش تمام صفات کمی و کیفی اندازه‌گیری شده در این آزمایش شد. با افزایش تراکم از ۶ به ۹ و ۱۲ بوته در مترمربع مقدار صفت وزن خشک گیاه در مترمربع افزوده شد (به ترتیب ۳۲۴/۴، ۲۹۴/۹ و ۳۵۷/۶ گرم در مترمربع)،

جدول ۲. تجزیه واریانس صفات کمی و کیفی گیاه کاسنی

Table 2. Analysis of variance of quantitative and qualitative traits of *Cichorium intybus*

SOV	DF	Mean of squares							
		Leaf No.	Fresh weight	Dry weight	Root length	Flavonoid	Nitrogen	Phosphorous	Potassium
Repetition	2	2.7 ^{ns}	14537.0*	30340.8**	16.67 ^{ns}	1868.5 ^{ns}	600.3 ^{ns}	2799.0 ^{ns}	49.4 ^{ns}
Nitrogen fertilizer	2	163.9**	2097165.5**	134195.6**	195.9*	319592.3**	166149.3**	278752.8**	184567.1**
Error a	4	1.4	782.2	295.1	2.66	564	116.5	1278	208.1
Density	2	461.3**	262141.3**	17660.3**	31.24**	35320.4**	18391.1**	31838.9**	16733.4**
(D×N)	4	16.7**	5040.7*	281.3 ^{ns}	2.69**	278.6 ^{ns}	110.6 ^{ns}	481.9 ^{ns}	1314.6 ^{ns}
Error b	12	2.5	791.2	143.0	0.16	251.2	79.4	464.7	486.2
Biological fertilizer	12	22.1**	53282.1**	2087.7**	4.62*	14843.9**	5929.0**	11676.1**	6025.3**
(N× B)	4	0.5 ^{ns}	2085.7**	263.7 ^{ns}	0.29 ^{ns}	66.7 ^{ns}	13.2 ^{ns}	317.1 ^{ns}	1195.3 ^{ns}
(B×D)	4	7.1**	3159.7**	36.6 ^{ns}	0.65*	66.5 ^{ns}	205.1 ^{ns}	177.9 ^{ns}	277.3 ^{ns}
(N×D×B)	8	0.6 ^{ns}	5524.7**	68.9 ^{ns}	0.32 ^{ns}	437.8 ^{ns}	194.4 ^{ns}	186.3 ^{ns}	261.1 ^{ns}
Error c	36	0.37	422.5	101.8	0.18	427.6	432.7	203.4	536.6
CV (%)		3.66	1.63	3.09	2.79	10.47	8.67	14.12	6.02

ns: عدم معنی دار، * و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد
ns, * and ** are non-significant and significant at 5 % and 1 % probability levels, respectively.

جدول ۳. مقایسه میانگین اثرات کود نیتروژن، تراکم و کود زیستی در صفات کمی و کیفی گیاه کاسنی

Table 3. Mean comparison of effects of nitrogen fertilizer, density and bio fertilizer on quantitative and qualitative traits of *Cichorium intybus*

Treatment	Leaf No.	Fresh weight (g/m ²)	Dry weight (g/m ²)	Root length (cm)	Flavonoid (mg/g DW)	Nitrogen (g/kg)	Phosphorous (g/kg)	Potassium (g/kg)
Nitrogen Fertilizer								
N1	14.38 ^c	914.6 ^c	236.8 ^c	12.2 ^c	0.86 ^c	16.12 ^c	1.45 ^c	8.42 ^c
N2	17.14 ^b	1268.3 ^b	330.9 ^b	15.19 ^b	2.02 ^b	24.03 ^b	2.53 ^b	15.84 ^b
N3	19.29 ^a	1597.1 ^a	409.2 ^a	18.79 ^a	3.04 ^a	31.81 ^a	3.48 ^a	249.3 ^a
Density								
D1	21.41 ^a	1133.8 ^c	294.9 ^c	14.19 ^c	2.35 ^a	26.69 ^a	2.83 ^a	19.04 ^a
D2	16.14 ^b	1271.9 ^b	324.4 ^b	15.19 ^b	1.94 ^b	23.78 ^b	2.48 ^b	16.04 ^b
D3	13.26 ^c	1374.3 ^a	357.6 ^a	16.18 ^a	1.63 ^c	21.48 ^c	2.14 ^c	11 ^c .14
Bio Fertilizer								
B1	15.99 ^c	1209.0 ^c	315.1 ^c	14.86 ^c	1.83 ^b	22.27 ^b	2.36 ^b	15.35 ^b
B2	17.04 ^b	1253.8 ^b	325.3 ^b	15.43 ^b	2.24 ^a	24.85 ^a	2.72 ^a	18.11 ^a
B3	17.79 ^a	1317.3 ^a	336.6 ^a	15.87 ^a	1.84 ^b	24.84 ^a	2.36 ^b	15.73 ^b

برای هر عامل، در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

For each factor, means followed by similar letters in each column are not significantly different at 5% level (Duncan's multiple range test).

N1, N2 and N3 were 0, 50 and 100 kg.ha-1 nitrogen, respectively; D1, D2 and D3, densities of 6, 9 and 12 plants.m-2, respectively; B1, B2 and B3, without biofertilizers, inoculation with Mycorrhiza and inoculation with Azotobacter, respectively

به ترتیب عدم تلقیح کود زیستی، تلقیح با مایکوریزا و تلقیح با ازتو باکتر

N1, N2 and N3 were 0, 50 and 100 kg.ha-1 nitrogen, respectively; D1, D2 and D3, densities of 6, 9 and 12 plants.m-2, respectively; B1, B2 and B3, without biofertilizers, inoculation with Mycorrhiza and inoculation with Azotobacter, respectively

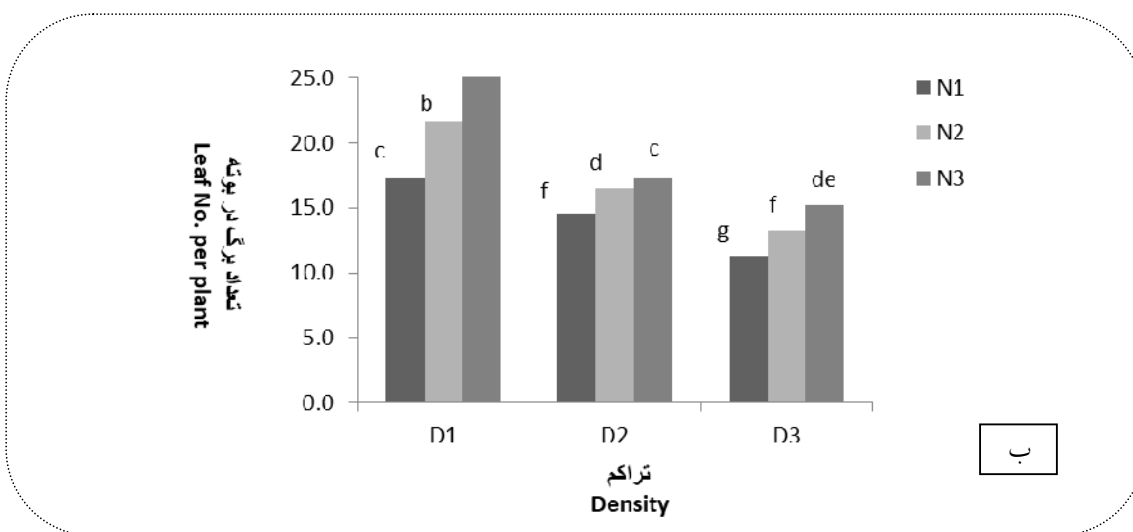
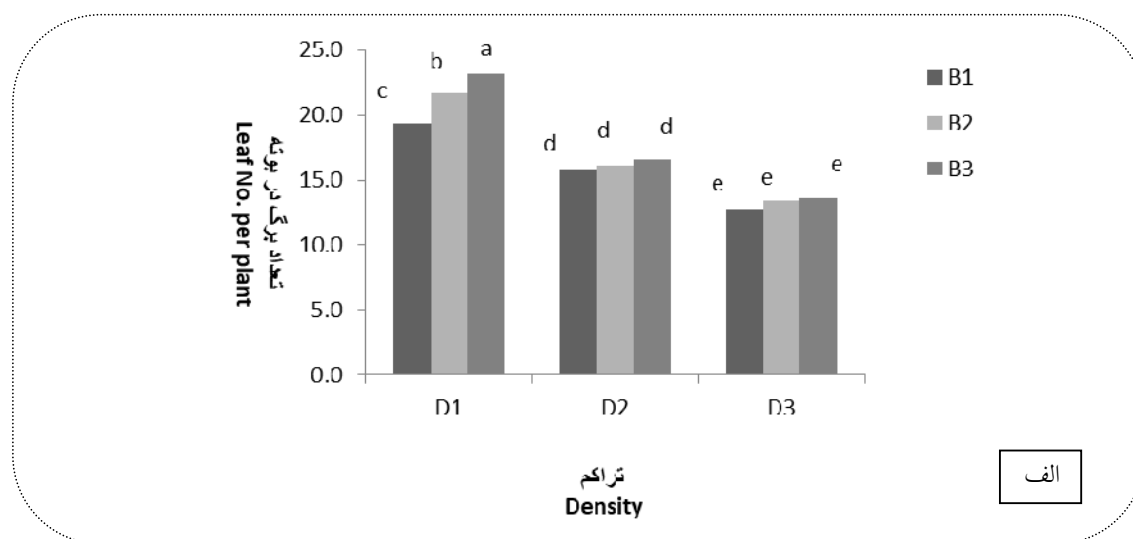
بر اساس مقایسه میانگین داده‌های اثر متقابل تراکم و کود زیستی برای صفت تعداد برگ (شکل ۱-الف)، در تراکم ۶ بوته در مترمربع بیشترین تعداد برگ در تیمار تلقیح با ازتوباکتر و پس از آن در تیمار تلقیح با مایکوریزا، و کمترین تعداد برگ در شرایط عدم تلقیح با کود زیستی حاصل شد. در تراکم‌های ۹ و ۱۲ بوته در مترمربع، مصرف کودهای زیستی اثر معنی‌داری بر تعداد برگ نداشتند. در برهم‌کنش تراکم و کود نیتروژن (شکل ۱-ب)، در هر سطح تراکم، بین سه سطح مصرف کود نیتروژن تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. بیشترین تعداد برگ، مربوط به مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص در تراکم ۶ بوته در متر مربع و کمترین مقدار این صفت مربوط به عدم مصرف کود نیتروژن در تراکم ۱۲ بوته در متر مربع بود.

برهم‌کنش تراکم و کود زیستی برای طول ریشه نشان داد (شکل ۲-الف) در تراکم ۶ بوته در مترمربع بیشترین طول ریشه مربوط به مصرف کودهای زیستی و کمترین طول ریشه مربوط به عدم تلقیح کود زیستی بود ولی بین تیمار تلقیح با مایکوریزا و تیمار تلقیح با ازتو باکتر تفاوتی در طول ریشه مشاهده نشد.

بین سطوح مختلف کود زیستی در تراکم ۹ بوته در مترمربع اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. اختلاف بین سطوح مختلف کود زیستی در تراکم ۱۲ بوته در مترمربع معنی‌دار بود، بیشترین طول ریشه از تلقیح با ازتو باکتر و پس از آن تلقیح با مایکوریزا حاصل شد. برهم‌کنش تراکم

۴) نشان داد بیشترین وزن تر (۱۸۴۷/۸ گرم در مترمربع) مربوط به تیمار مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در تراکم ۱۲ بوته در مترمربع و کاربرد ازتوباکتر بود و این شرایط باعث افزایش ۱۶۸ درصدی وزن تر نسبت به شرایط عدم مصرف نیتروژن و کود زیستی در تراکم ۶ بوته در مترمربع (با ۶۸۸/۵ گرم در مترمربع) شد.

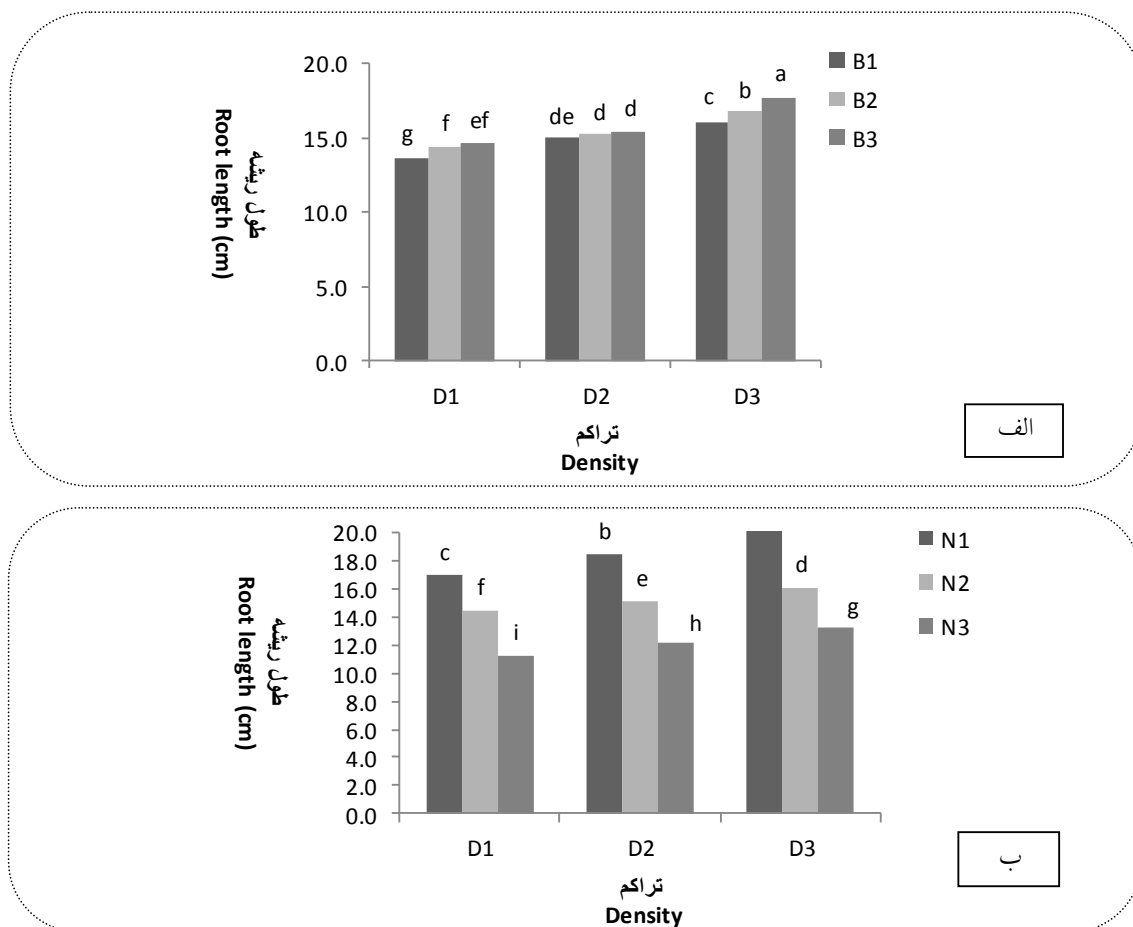
و کود نیتروژن برای طول ریشه نشان داد (شکل ۲-ب) در هر سه تراکم ۶، ۹ و ۱۲ بوته در مترمربع، بیشترین طول ریشه به ترتیب مربوط به مصرف ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن و کمترین طول ریشه مربوط به عدم مصرف کود نیتروژن بود. نتایج مقایسه میانگین داده‌های اثر متقابل سه گانه کود نیتروژن، تراکم و کود زیستی برای صفت وزن تر (جدول



شکل ۱. تغییرات برگ در برهم کنش الف) تراکم و کود زیستی ب) تراکم و کود نیتروژن

Figure1- Leaf changes in interaction of a) density and bio fertilizer b) density and nitrogen fertilizer

N1, N2 and N3 were 0, 50 and 100 kg.ha⁻¹ nitrogen, respectively; D1, D2 and D3, densities of 6, 9 and 12 plants. m⁻², respectively; B1, B2 and B3, without inoculation of biofertilizers, inoculation with Mycorrhiza, and inoculation with Azotobacter, respectively.



شکل ۲. تغییرات طول ریشه در برهم کنش الف) تراکم و کود زیستی ب) تراکم و کود نیتروژن

Figure 2. Root length in interaction of a) density and bio fertilizer b) density and nitrogen fertilizer

N1, N2 and N3 were 0, 50 and 100 kg. ha⁻¹ nitrogen, respectively; D1, D2 and D3, densities of 6, 9 and 12 plants. m⁻², respectively; B1, B2 and B3, without inoculation of biofertilizers, inoculation with Mycorrhiza and inoculation with Azotobacter, respectively.

به ترتیب عدم تلقیح کود زیستی، تلقیح مایکوریزا و تلقیح ازتو باکتر

جدول ۴. مقایسه میانگین اثرات متقابل کود نیتروژن، تراکم و کود زیستی در وزن تر گیاه کاسنی

Table 4. Mean comparison of interaction effects of nitrogen fertilizer, density and bio fertilizer on fresh weight of *Cichorium intybus*

	D1			D2			D3		
	B1	B2	B3	B1	B2	B3	B1	B2	B3
N1	688.5 ^l	713.3 ^l	933.5 ^k	940.8 ^k	950.8 ^k	947.5 ^k	978.5 ^k	1034.0 ^j	1044.7 ^j
N2	1104.2 ⁱ	1120.8 ⁱ	1213.3 ^h	1253.5 ^h	1307.2 ^g	1326.0 ^g	1345.5 ^g	1346.3 ^g	1397.8 ^f
N3	1409.0 ^f	1514.8 ^e	1507.2 ^e	1515.2 ^e	1565.0 ^d	1637.7 ^c	1642.5 ^c	1731.8 ^b	1847.8 ^a

میانگین‌هایی که دارای حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

Means followed by similar letters are not significantly different at 5% level (Duncan's multiple range test).

به ترتیب عدم تلقیح کود زیستی، تلقیح مایکوریزا و تلقیح ازتو باکتر

N1, N2 and N3 were respectively 0, 50 and 100 kg. ha⁻¹ nitrogen, respectively; D1, D2 and D3, densities of 6, 9 and 12 plants.m-2, respectively; B1, B2 and B3, respectively, without inoculation of biofertilizers, inoculation with Mycorrhiza and inoculation with Azotobacter.

خالص در هکتار و کاربرد کودهای زیستی میکوریزا و از تو باکتر به دست آمد.

با افزایش تراکم از ۶ به ۹ و ۱۲ بوته در مترمربع، صفات تعداد برگ در بوته و مقدار نیتروژن، فسفر و پتاسیم گیاه کاهش یافتند. درحالی که بیشترین وزن تر، وزن خشک و طول ریشه در تراکم ۱۲ بوته در مترمربع حاصل شد (جدول ۳). در آزمایش دیگری که به منظور بررسی تأثیر تراکم‌های گیاهی (۶، ۹، ۱۲ و ۱۵ بوته در مترمربع) بر گیاه دارویی کاسنی انجام شد، مشخص گردید که بیشترین عملکرد برگ، عملکرد ساقه، عملکرد بیولوژیک، قطر ریشه و ارتفاع گیاه از تراکم ۱۵ گیاه در مترمربع و بیشترین طول ریشه و تعداد برگ از تراکم ۶ گیاه در مترمربع به دست آمد (طاهری اصغری، ۱۳۸۹). در همین رابطه در آزمایش دیگری با اعمال تراکم‌های ۴، ۸، ۱۲، ۱۶ و ۲۰ بوته در مترمربع در گیاه دارویی کاسنی مشخص شد که با افزایش تراکم تعداد برگ، تعداد آکن و تعداد شاخه‌های فرعی در تک بوته کاهش یافت (Ress and harbor, 1985). در آزمایشی که به منظور بررسی اثر محلول‌پاشی نانو کودهای آهن و روی بر عملکرد گیاه دارویی کاسنی تحت تراکم‌های مختلف بوته انجام شد مشخص گردید بیشترین عملکرد بیولوژیک با تراکم ۱۰ و ۱۵ بوته در مترمربع و محلول‌پاشی توأم نانو کودهای آهن و روی حاصل شد (سپهری و وزیر، ۱۳۹۳). کاهش تعداد کپسول در گیاه سیاه‌دانه (Toncer and Kizil, 2004)، کاهش تعداد چتر در بوته رازیانه (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۵) و کاهش تعداد چتر و چترک در انیسون (رسام و همکاران، ۱۳۸۶) با افزایش تراکم گزارش شده است. مقدار فلاونوئید، نیتروژن، فسفر و پتاسیم در تراکم ۶ بوته در مترمربع بیشتر بود.

در تراکم زیاد، از یک سو رقابت بین گیاهان برای دسترسی به منابع موجود نظیر رطوبت و مواد غذایی افزایش یافته و از سوی دیگر به علت کاهش فضای قابل دسترس برای هر بوته، از میزان رشد و تعداد انشعابات در مقایسه با تراکم‌های کمتر، کاسته می‌شود. همچنین در

مدیریت مصرف کودهای شیمیایی یک عامل مهم در موفقیت کشت گیاهان می‌باشد و موجب حداکثر بهره‌وری زراعی و کمترین خطرات زیست محیطی می‌شود (Kizilkaya, 2008). از طرفی شناسایی کودهای زیستی سازگار با طبیعت و مناسب برای رشد و نمو گیاهان، علاوه بر رفع مشکلات زیست محیطی ناشی از مصرف زیاد کودهای شیمیایی، می‌تواند اثرات مطلوبی بر شاخص‌های کمی و کیفی محصول داشته باشد (Sharma et al., 2008). در این آزمایش مصرف کود نیتروژن بر اساس توصیه کودی (۱۰۰ کیلوگرم ازت خالص در هکتار) باعث افزایش تمام صفات شد. همچنین اثر کودهای زیستی نسبت به شاهد در تمام صفات مثبت و معنی‌دار بود. در پژوهشی در ارتباط با بررسی اثر قارچ میکوریزا بر برخی صفات مورفوفیزیولوژیک کاسنی تحت شرایط تنش آبی، بیشترین میزان وزن تر و خشک اندام هوایی در رژیم آبیاری ۹۰ درصد ظرفیت زراعی و تلقیح با قارچ میکوریزا بدست آمد (رئیمی، و همکاران، ۱۳۹۸). در پژوهشی روی گیاه بادرشبو کاربرد دو سویه مختلف قارچ میکوریزا سبب افزایش وزن تر بوته و ریشه گردید (فدائی و همکاران، ۱۳۹۷). پژوهش‌های قبلی نشان داده است که تلقیح با میکوریزا باعث افزایش رشد، عملکرد و استقرار گیاه ریحان (ذوالفقاری و همکاران، ۱۳۹۳)، آویشن باغی (عظیمی و همکاران، ۱۳۹۲) و زردچوبه (Yamawaki et al., 2013) نسبت به شاهد شده است.

در مطالعات دیگری نیز اثر کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژن، بر رشد، صفات مورفولوژیکی، عملکرد گیاه شوید مثبت و معنی‌دار بود (Shahmohammadi et al., 2011; Makkizadeh, 2013) در پژوهشی در ارتباط با بررسی تأثیر کودهای زیستی میکوریزا و ازتوباکتر بر عملکرد و برخی خصوصیات زراعی ارقامی از گندم، بالاترین عملکرد دانه در تیمار تلقیح ازتوباکتر در میکوریزا مشاهده شد (امرای و همکاران، ۱۳۹۵). در مطالعه حاضر نیز بیشترین وزن تر در شرایط استفاده از ۱۰۰ کیلوگرم ازت

تراکم‌های کم به علت رقابت کمتر برای دریافت نور، تسلط جوانه انتهایی از طریق تجزیه اکسین کاهش می‌یابد و این امر سبب گسترده‌تری بوته‌ها شده و مواد غذایی عمدتاً صرف رشد شاخه‌های جانبی می‌گردد (نجفی و همکاران، ۱۳۷۶). به همین دلیل وزن تر و خشک تک بوته در تراکم ۶ بوته در مترمربع بیشتر است. در حالی که افزایش وزن تر و خشک در تراکم ۱۲ بوته در متر مربع، به علت افزایش تعداد گیاه در واحد سطح رخ داده است. غلظت عناصر غذایی موجود در گیاه در تراکم ۶ بوته در مترمربع بیشترین بود. این قضیه نیز به علت رقابت کمتر بین گیاهان در تراکم ۶ بوته نسبت به ۱۲ بوته در مترمربع در جذب عناصر موجود در خاک می‌باشد.

مقادیر تمام صفات در شرایط استفاده از کودهای زیستی نسبت به عدم استفاده از این کودها افزایش یافت. تأثیر مثبت میکوریزا بر مقدار فلاونوئید، فسفر و پتاسیم گیاه بیشتر از ازتوباکتر بود در صورتی که اثر مثبت ازتوباکتر بر تعداد برگ و وزن تر و خشک گیاه بیشتر از میکوریزا بود. اثر میکوریزا و ازتوباکتر بر مقدار نیتروژن گیاه یکسان بود. با بررسی تأثیر کود زیستی بیوفسفات بر گیاه کدو گزارش شده که صفات رویشی شامل ارتفاع ساقه، قطر ساقه، تعداد و سطح برگ و جذب عناصری مانند نیتروژن، فسفر، پتاسیم، منیزیم و بور در شرایط استفاده از کودهای زیستی افزایش یافته است (El-Yazeid et al., 2007). نتایج مشابهی در مورد اثر مثبت تیمارهای باکتریایی و قارچی بر تعداد برگ خیار (فصیحی و همکاران، ۱۳۹۱) و نیز تعداد شاخه‌های جانبی کلزا (Yasari et al, 2007) گزارش گردیده است.

قارچ‌های میکوریزا با افزایش سطح جذب ریشه‌ها و همچنین آزادسازی اسیدها و اسیدی کردن محیط ریزوسفر، عناصر کم‌تحرک را حل و برای گیاه میزبان قابل استفاده می‌کنند (فصیحی و همکاران، ۱۳۹۱). کارکرد چندمنظوره قارچ‌های میکوریزا در مطالعات دیگر نیز ذکر شده است (Cardoso and Kuyper, 2006). این

میکروارگانسیم‌ها، سبب بهبود کیفیت فیزیکی (از طریق گسترش ریشه‌های قارچ)، شیمیایی (از طریق افزایش جذب عناصر غذایی) و بیولوژیک خاک (از طریق شبکه غذایی خاک) می‌گردند. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که تیمارهای قارچی نسبت به تیمارهای باکتریایی، با فراهم نمودن شرایط جذب بیشتر فسفر و پتاسیم و سایر عناصر، باعث تأثیر مثبت و معنی‌دار بر مقدار فلاونوئید، فسفر و پتاسیم گیاه گردیده‌اند. ازتوباکتر نیز در تثبیت بیولوژیک نیتروژن اهمیت دارد (Wensing et al., 2010). همچنین، این باکتری از طریق سازوکارهای مختلف دیگری مثل تولید هورمون‌های گیاهی سبب تحریک رشد گیاه می‌گردد (Pal et al., 2008). بنابراین ازتوباکتر در افزایش تعداد برگ، وزن تر و خشک و طول ریشه مؤثرتر از میکوریزا بود. در گندم نیز تلقیح با سوبه-های ازتوباکتر وزن خشک محصول (عملکرد دانه) و وزن خشک ریشه‌ها را به طور معنی‌دار افزایش داد (رحیمی و همکاران، ۱۳۹۰).

در آزمایشی روی گیاه دارویی بشقابی (*Scutellaria integrifolia*) مشخص گردید که تلقیح ریشه این گیاه با میکوریزا نه تنها در افزایش رشد و تکثیر گیاه خصوصاً رشد ریشه مؤثر بوده، بلکه توانایی گیاه را برای رشد در خاک‌های دچار کمبود فسفر افزایش می‌دهد (Joshee et al, 2007). در پژوهش دیگری کاربرد قارچ مایکوریزا تأثیر معنی‌داری بر رشد گیاه رازیانه داشت (Kapoor et al, 2004). در آزمایش دیگری کاربرد کودهای زیستی نظیر ازتوباکتر و سودوموناس باعث بهبود خصوصیات رشدی گیاه دارویی سیاه‌دانه شد (Shalan, 2005).

گزارش گردیده که باکتری‌های ریزوسفری، میزان هورمون سیتوکینین گیاه میزبان را افزایش می‌دهند (Flores et al, 2005). این هورمون، سرعت انتقال نیترات از ریشه به شاخساره گیاه را افزایش می‌دهد. همچنین گزارش گردیده که قارچ‌های میکوریزا تأثیر عمیقی بر فیزیولوژی ریشه گیاه گذاشته که سبب فعال ساختن گلوتامین سنتتاز،

بیوتین و اسید پتوتینیک و نیز فراهمی عناصر غذایی باشد (Karthikeyan et al., 2008).

نتیجه گیری کلی

تمام صفات مورد بررسی در ۱۰۰ درصد توصیه کودی بیشترین مقدار را داشتند. مقادیر این صفات در شرایط استفاده از کودهای زیستی نسبت به عدم استفاده از این کودها افزایش یافت. تأثیر مثبت میکوریزا بر صفات کیفی فلاونوئید، فسفر و پتاسیم گیاه بیشتر از ازتوباکتر بود. در بین اثرات متقابل دو گانه، تراکم در کود زیستی و تراکم در کود نیتروژن برای صفات تعداد برگ و طول ریشه معنی دار بودند. مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم در کود زیستی نشان داد که بیشترین تعداد برگ در تراکم ۶ بوته در مترمربع و تلقیح ازتو باکتر و بیشترین طول ریشه در تراکم ۱۲ بوته در مترمربع و تلقیح ازتو باکتر بدست آمد. مقایسه میانگین اثر متقابل تراکم در کود نیتروژن نیز نشان داد که بیشترین تعداد برگ در تراکم ۶ بوته در مترمربع و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص و بیشترین طول ریشه در تراکم ۱۲ بوته در مترمربع و کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص مشاهده شد.

اثر متقابل سه گانه کود نیتروژن، تراکم و کود زیستی تنها در صفت وزن تر معنی دار بود و در سایر صفات معنی - دار نبود، بیشترین وزن تر بوته در تراکم ۱۲ بوته در متر مربع، مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص و تلقیح با ازتوباکتر حاصل شد. افزایش تراکم، استفاده همزمان از کودهای زیستی و شیمیایی به مقدار توصیه شده بر اساس آزمون خاک، عملکرد وزن تر کاسنی در واحد سطح را به صورت معنی داری افزایش می دهد. لذا در مناطقی با شرایط مشابه این آزمایش، تراکم ۱۲ بوته در مترمربع، مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص و استفاده از کودهای زیستی جهت دستیابی به بیشترین عملکرد کمی و کیفی کاسنی قابل توصیه است..

آرژیناز و اوره آز شده و از این طریق غلظت نیتروژن را در گیاهان میزبان افزایش می دهند (Bago et al., 2008). آرژیناز و اوره آز از آنزیم های کلیدی در انتقال نیتروژن از میسلوم به داخل ریشه گیاه میزبان طی فرایند همزیستی می باشند. نیتروژن توسط میسلوم های خارجی به فرم نیترات یا آمونیوم جذب و به وسیله گلوتامین سنتتاز به ترکیبات آلی تبدیل می گردد.

در رابطه با افزایش غلظت فسفر در تیمارهای باکتریایی و فارچی دلایل مختلفی بیان شده است، که از آن میان می توان افزایش تولید اسیدهای معدنی (اسیدکربنیک و اسیدسولفوریک)، اسیدهای آلی (اگزالیک، سیتریک و لاکتیک) و آنزیم های فسفاتاز و در نتیجه انحلال فسفات های آلی و معدنی (Tilak et al., 2005) را نام برد. میزان فسفر گیاه شیرین بیان در اثر همزیستی با دو گونه قارچ میکوریزا (*Glomus mosseae*) و (*Glomus versiform*) افزایش یافته است (Liu et al., 2007). در آزمایش دیگری تلقیح آلوه ورا با باکتری های حل کننده فسفات، فسفر قابل جذب خاک، جذب فسفر توسط گیاه و رشد گیاه را افزایش داد (Gupta et al., 2012).

در رابطه با پتاسیم، گزارش شده که ریز جانداران متعدد شامل باکتری ها، قارچ ها و مخمرها قادرند سیلیکات را حل کرده و عناصری چون پتاسیم، فسفر، آهن، روی و سیلیسیم را آزاد کنند (Shady et al., 1984). لذا، می توان نتیجه گیری نمود که میکوریزا و ازتوباکتر از طریق حل نمودن سیلیکات ها و انحلال کانی ها باعث آزادسازی پتاسیم و به تبع آن باعث افزایش در میزان پتاسیم اندام هوایی گیاه، گردیده اند. نتایج این محققین، یافته های پژوهش حاضر را مورد تأیید قرار می دهد. در کل به نظر می رسد که افزایش صفات کمی و کیفی گیاه دارویی کاسنی در نتیجه استفاده از کودهای زیستی از طریق بهبود فعالیت های میکروبی خاک و در دسترس قرار دادن انواع هورمون ها و مواد محرک رشد نظیر سیتوکینین، اکسین،

منابع

- احمدیان، ح.، قنبری، ع.، گلوی، م.، ۱۳۸۵. اثر کود دامی بر عملکرد کمی و کیفی و شاخص‌های شیمیایی اسانس زیره سبز (*Cuminum cyminum*). مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ۴(۲): ۲۰۷-۲۱۶.
- امرای، ب.، اردکانی، م. ر.، رفیعی، م.، پاکنژاد، م.، رجالی، ف.، ۱۳۹۵. بررسی تاثیر کودهای زیستی میکوریزا و ازتوباکتر بر عملکرد و برخی خصوصیات زراعی ارقام مختلف گندم. مجله زراعت و اصلاح نباتات. ۱۲(۲): ۱-۱۷.
- امیدبگی، ر.، ۱۳۸۳. رهیافت‌های تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد دوم، انتشارات به نشر، مشهد، ۳۴۷ صفحه.
- امیدبگی، ر.، م. فخر طباطبایی و ت. اکبری. ۱۳۸۰. اثر کود نیتروژن و آبیاری بر باروری (رشد، عملکرد دانه و مواد موثره) کتان روغنی. مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۳(۱): ۵۳-۶۴.
- حسین‌پور، م.، پیرزاد، ع. ر.، حبیبی، ح.، فتوکیان، م. ح.، ۱۳۹۰. تأثیر کود بیولوژیک نیتروژندار (ازتوباکتر) و تراکم بوته بر عملکرد، اجزای عملکرد و میزان اسانس در گیاه دارویی آنیسون. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲(۲۱): ۷۰-۸۶.
- خسروی، ه.، ۱۳۹۳. ازتوباکتر و نقش آن در مدیریت حاصلخیزی خاک. نشریه مدیریت اراضی. ۲(۲): ۷۹-۹۴.
- درزی، م. ت.، قلاوند، ا.، سفیدکن، ف.، رجالی، ف.، ۱۳۸۷. تأثیر کاربرد کودهای زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد در رازیانه (*Foeniculum vulgare*). مجله تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۲(۴): ۲۷۶-۲۹۲.
- ذوالفقاری، م.، ناظری، و.، سفیدکن، ف.، رجالی، ف.، ۱۳۹۳. بررسی تاثیر گونه‌های مختلف مایکوریزا بر ویژگی‌های رشدی و میزان اسانس گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum L.*). مجله تولیدات گیاهی (مجله علمی کشاورزی). ۳۷(۴): ۴۷-۵۶.
- رحیمی، ل.، علی اصغرزاده، ن.، اوستان، ش.، ۱۳۹۰. اثر سویه‌های بومی ازتوباکتر کروکوکوم بر رشد، جذب نیتروژن و فسفر گیاه گندم در شرایط گلخانه‌ای. مجله علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی). ۱۵(۵۸): ۱۵۹-۱۷۱.
- رسام، ق.، نداد، م.، سفیدکن، ف.، ۱۳۸۶. تاثیر تاریخ کاشت و تراکم گیاهی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه آنیسون (*Pimpinella anisum*). مجله پژوهش و سازندگی. ۷۵: ۱۲۷-۱۳۳.
- رئسی، ر.، فاخری، ب.، مهدی نژاد، ن.، ۱۳۹۸. ارزیابی اثر قارچ میکوریزا *Glomus fasciolaria* بر برخی خصوصیات مورفولوژیک، رنگیزه‌های نورساختی و فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی کاسنی (*Cichorium intybus L.*) تحت تنش خشکی. مجله تنش‌های محیطی در علوم زراعی. ۱۲(۲): ۴۹۵-۵۰۵.
- سپهری، ا.، وزیری مجد، ز.، ۱۳۹۳. اثر نانو کود آهن و روی بر عملکرد کمی کاسنی (*Cichorium intybus L.*) در تراکم‌های مختلف گیاه. مجله علوم کشاورزی و تولید پایدار. شماره ویژه: ۶۱-۷۴.

- طاهری اصغری، م.، ۱۳۸۹. تأثیر تنش کم آبی بر تعدادی از صفات در گیاه دارویی کاسنی (*Cichorium intybus* L.). تحت تراکم‌های مختلف گیاهی. *مجله اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی*. ۲(۳): ۱۴۷-۱۵۵.
- عظیمی، ریحانه، جنگجو، محمد، اصغری، ح.، ۱۳۹۲. تأثیر تلقیح قارچ میکوریزا بر استقرار اولیه و خصوصیات مورفولوژیک گیاه دارویی آویشن باغی در شرایط عرضه طبیعی. *مجله پژوهش‌های زراعی ایران*. ۱۱(۴): ۶۶۶-۶۷۶.
- عماد، م.، غیبی، ف.، رسولی، س. م.، خانجانه‌زاده، ر.، محمدی جوزانی، س.، ۱۳۹۱. کاسنی. انتشارات پونه. ۴۸ صفحه.
- فدائی، ا.، پرویزی، ی.، گردکانه، م.، خان احمدی، م.، ۱۳۹۷. تأثیر القای سویه‌های قارچ میکوریزا (*Glomus mosseae*) و (*Glomus intraradiceae*) و فسفر بر رشد و ترکیبات فیتوشیمیایی *بادرشبو* (*Dracocephalum moldavica* L.) تحت شرایط تنش خشکی. *فصلنامه گیاهان دارویی*. ۲(۶۶): ۱۱۷-۱۳۰.
- فصیحی، م.، شمشیری، م. ح.، کریمی، ح. ر.، روستا، ر.، ۱۳۹۱. اثر میکوریزا آربوسکولار (*Glomus mosseae*) بر رشد خیار گلخانه‌ای (*Cucumis sativus cv. Nahid*) در سطوح مختلف از بی کرنات سدیم در آب آبیاری. *مجله علوم و فنون کشت گلخانه‌ای*. ۵(۱۷): ۵۳-۶۲.
- کوچکی، ع.، نصیری محلاتی، م.، عزیزی، م.، ۱۳۸۵. اثر فواصل مختلف آبیاری و تراکم بر عملکرد و اجزای عملکرد دو توده بومی رازیانه (*Foeniculum vulgare*). *مجله پژوهش‌های زراعی ایران*. ۴(۱): ۱۳۱-۱۴۰.
- مکی زاده تفتی، م.، چایی چی، م.، ر.، نصراله‌زاده، ص.، خاوازی، ک.، ۱۳۹۱. ارزیابی اثر کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژن بر رشد، عملکرد و ترکیب اسانس گیاه شوید (*Anethum graveolens* L.). *نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار*. ۲۲(۱): ۱-۱۲.
- ملکوتی، م. ج.، طهرانی، م. م.، ۱۳۷۹. نقش ریزمغزی‌ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی (عناصر خرد با تأثیر کلان). انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. ۳۲۸ صفحه.
- نجفی، ه.، خدابنده، ن.، پوستینی، ک.، پوردوایی، ه.، ۱۳۷۶. تأثیر الگو و تاریخ کاشت بر صفات زراعی سویا. *مجله علوم کشاورزی*. ۲۸: ۶۵-۸۱.
- نقدی بادی، ح.، زینلی مبارکه، ز.، امیدی، ح.، رضازاده، ش.، ۱۳۹۱. تغییرات مورفولوژیک، زراعی و فیتوشیمیایی گاوزبان (*Borago officinalis* L.) تحت تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی. *فصلنامه گیاهان دارویی*. ۲(۹): ۱۴۵-۱۵۶.
- یزدانی، د.، شهنازی، س.، سیفی، ح.، ۱۳۸۳. کاشت، داشت و برداشت گیاهان دارویی. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد شهید بهشتی. ۱۷۸ صفحه.

Bago, B., Pfeffer, P. and Shachar-Hill, Y. 2008. Could the urea cycle be translocating nitrogen in the arbuscular mycorrhizal symbiosis. *New Phytologist*. 149 (1): 4-8.

Cardoso, I. M. and Kuyper, T. M. 2006. Mycorrhizal and tropical soil fertility. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 116: 72-84.

Chang, C., Yang, M., Wen, H. and Chern, J. 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *Journal of Food Drug Analysis*. 10: 178-182.

El-Yazeid, A. A., Abou-Aly, H. E., Mady, M. A. and Moussa, S. A. M. 2007. Enhancing growth, productivity and quality of squash plants using phosphate dissolving micro-organisms (bio phosphor) combined with boron foliar spray. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*. 3(4): 274-286.

Flores, E., Frias, J. M. and Herrero, A. 2005. Photosynthetic nitrate assimilation in cyanobacteria. *Photosynthesis Research*. 83: 117-133.

Garrity, G. M., Bell, J. A. and Lilburn, T. 2005. Class III. *Gammaproteobacteria* class. In Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, 2nd edn, vol. 2 (*The Proteobacteria*), part B (*The Gammaproteobacteria*), p. 1. Edited by D. J. Brenner, N. R. Krieg, J. T. Staley & G. M. Garrity. New York.

Graham, J. H. 2001. What do root pathogens see in mycorrhizas. *New phytology*. pp 357-359.

Gupta, M., Kiran, S. H., Gulati, A., Singh, B. and Tewari, R. 2012. Isolation and identification of phosphate solubilizing bacteria able to enhance the growth and aloin-A biosynthesis of *Aloe barbadensis* Miller. *Microbiology Research*. 167: 358-363.

Jones, J. B. and Case, V. W. 1990. Sampling, handling and analyzing plant tissue sample. Pp: 389-429. In: R.L. Westerman (Ed) *Soil Testing and Plant Analysis*. SSSA, No.3, Madison, WI.

Joshee, N., Mentreddy, S. R. and Yadav, K. 2007. Mycorrhizal fungi and growth and development of micropropagated *Scutellaria integrifolia* plants. *Industrial Crops and Products*. 25: 169-177.

Kapoor, R., Giri, B. and Mukerji, K. G. 2002. Mycorrhization of coriander (*Coriandrum sativum*) to enhance the concentration and quality of essential oil. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 82(4): 339- 342.

Kapoor, R., Giri, B. and Mukerji, K. G. 2004. Improved growth and essential oil yield and quality in *foeniculum vulgare* Mill on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer. *Bioresource Technology*. 93: 307-311.

Karthikeyan, B., Abdul Jaleel, C., Lakshmanan, G. M. A and Deiveekasundaram, M. 2008. Studies on rhizosphere microbial diversity of some commercially important medicinal plants. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*. 62: 143- 145.

Kazemi, Z., Esmaeili, M., Amini, A., Bankesaz, M. and Moarefiyan, A. 2008. Effect of planting pattern and plant density changes on yield and yield components of two cultivars of maize. *Journal of agriculture and natural resources*. 26:38-45.

Kizilkaya, R. 2008). Yield response and nitrogen concentration of spring wheat inoculated with *Azotobacter chroococcum* strains. *Ecological Engineering*. 33: 150-156.

Liu, J., WU, L., Wei, S. H., Xiao, X., Su, C., Jiang, P., Song, Z., Wang, T. and Yu, Z. 2007. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on the growth, nutrient uptake and glycyrrhizin production of licorice (*Glycyrrhiza uralensis* Fisch). *Plant Growth Regulation*. 52: 29-39.

Mulabagal, V., Wang, H., Ngouajio, M., Nair, M. G., 2009. Characterization and quantification of health beneficial anthocyanins in leaf chicory (*Cichorium intybus*) varieties. *European Food Research and Technology*. 230 (1): 47-53.

Nandagopal, S., Kumari, B.R., 2007. Phytochemical and antibacterial studies of Chicory (*Cichorium intybus* L.)-A multipurpose medicinal plant. *Advances in Biological Research*. 1(1-2), 17-21.

Olsen, S. R. and Sommers, J. F. 1982. Phosphorus. Pp: 403-430, In: A.L. Page (ed.), *Methods of soil Analysis*. Agronomy. No. 9, part 2: Chemical and microbiological properties, 2nd edition, American Society and Agronomy Madison. WI. USA.

Pal, K. K., Tilak, K. V., Saxena, A. K., Dey, R. and Singh, C. 2001. Suppression of maize root diseases caused by *Macrophomia phaseolina*, *Fusarium moniliforme* and *Fusarium graminearum* by plant growth promoting rhizobacteria. *Microbiology Research*. 156: 209-223.

Rajendran, K. and Devaraj, P. 2004. Biomass and nutrient distribution and their return of *Casuarina equisetifolia* inoculated with *biofertilizers* in farm land. *Biomass and Bioenergy*. 26: 235-249.

Rees, S. B and Harborne, J. B. 1985. The role of plant density in the dry matter yield of the chicory plant. *Phytochemistry*. Oxford, England. Pergamon Press. 24 (10): 2225-2231.

Shalan, M. N. 2005. Influence of biofertilizers and chicken manure on growth, yield and seeds quality (*Nigella sativa* L.) plants. *Egyptian Journal of Agricultural Research*. 83: 18-28.

Shady, M. A., Ibrahim, I. and Afify, A. H. 1984. Mobilization of elements and their effects on certain plant growth characteristics as influenced by some silicate bacteria. *Egyptian Journal of Botany*. 27(1-7): 17-30.

Shahmohammadi, F., Darzi, M. T. and Haj Seyed Hadi, M. R. 2014. Influence of Compost and Biofertilizer on yield and essential oil of dill (*Anethum graveolens* L.). *International journal of Advanced Biological and Biomedical Research*. 2 (2): 446-455.

Sharma, D., Kapoor, R. and Bhatnagar, A. K. 2008. Arbuscular mycorrhizal (AM) technology for the conservation of *Curculigo orchioides* Gaertn: an endangered medicinal herb. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 24(3): 395-400.

Tilak, K. V. B. R., Ranganayaki, N., Pal, K. K., De, R., , A. K., Shekhar Nautiyal, C., Shilpi Mittal, A. K., Tripathi, A. K. and Johri, B. N. 2005. Diversity of plant growth and soil health supporting bacteria. *Current Science*. 89: 136-150.

Toncer, O. and Kizil, S. 2004. Effect of seed rate on agronomic and technologic characters of *Nigella Sativa* L. *International Journal of Agriculture and Biology*. 6(3): 529-532.

Van Arkel, J., Vergauwen, R., Sevenier, R., Hakkert, J. C., Van Laere, A., Bouwmeester, H. J., Koops, A. J. and Van der Meer, I. M. 2012. Silk filling, inulin metabolizing enzymes and carbohydrate status in field grown chicory (*Cichorium intybus* L.). *Journal of Plant Physiology*. 169: 1520-1529.

Wensing, A., Braun S. D, Buttner, P., Expert, D., Volksch, B., Ulrich, M. S and Weingart, H. 2010. Impact of siderophore production by *Pseudomonas syringae* pv. *Syringae* 22d/93 on epiphytic fitness and biocontrol activity against *Pseudomonas syringae* pv. *Glycinea* 1a/96. *Applied and Environmental Microbiology*. 76(9): 2704-2711.

Woller, D. and Thomashow, L. S. 1993. Use of rhizobacteria for biocontrol. *Curr. Opin. Biotechnol.* 4: 306-311.

Yamawaki, K., Matsumura, A., Hattori, R., Tarui, A., Amzad Hossain, M., Ohashi, Y. and Daimon, H. 2013. Effect of inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi on growth, nutrient uptake and curcumin production of turmeric (*Curcuma longa* L.). *Agricultural Science*. 4 (2): 66-71.

Yasari, E., Patwardhan, A. M., Ghole, V. S., Ghasemi Chapi, O. and Asgharzadeh, A. 2007. Bio fertilizers impact on canola (*Brassica napus* L.) seed yield and quality. *Asian Journal of Microbiology, Biotechnology and Environmental Sciences*. 9(3): 701-707.