

Research Article

Plant Prod., 2021, 44(2), 235-246
http://plantproduction.scu.ac.ir//

ISSN (P): 2588-543X
ISSN (E): 2588-5979

The Impact of *Pseudomonas putida* and Chemical Phosphorus Fertilizer on Some Vegetative, Reproductive and Biochemical Characteristics of Two Species of Basil (*O. sanctum* L and *O. basilicum* var. *thyrsiflora*)

Naeimeh Enayatizamir^{1*}, Mohammad Mahmoodi Sourestani², Mojtaba Momeni Monfared³

- 1- *Corresponding Author: Associate Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran (n.enayatizamir@scu.ac.ir)
- 2- Associate Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
- 3- M.Sc. Graduate of Medicinal Plants, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

Citation: Enayatizamir, N., Mahmoodi Sourestani, M., & Momeni Monfared, M. (2021). The impact of *pseudomonas putida* and chemical phosphorus fertilizer on some vegetative, reproductive and biochemical characteristics of two species of basil (*O. sanctum* L and *O. basilicum* var. *thyrsiflora*). *Plant Productions*, 44(2), 235-246.

 10.22055/PPD.2020.31636.1844

Received: 6 November, 2019

Accepted: 15 January, 2020

Abstract

Introduction

Ocimum basilicum L. (*O. basilicum*) or sweet basil belongs to the family Lamiaceae which has been used as a medicinal plant and its essential oils are used to flavor foods, in dental and oral products and in fragrances. One of the methods to increase yield and availability of minerals in the soil, with the decreased use of inorganic fertilizers, is to apply biological fertilization, which also affects the essential oil of aromatic plants. Hence, this study was carried out to describe detailed growth and chemical investigation of basil essential oil affected by chemical and biological fertilization.

Materials and Methods

This study was carried out as factorial based on completely randomized design with three replications. The first factor involved plant (*O. basilicum* var. *Thyrsiflora* and *O. sanctum*.L) and the second factor was fertilizer types (0%, 50% and 100% of the plant phosphorus requirement, only bacteria, bacteria with 50% of plant phosphorus requirement, bacteria with 100% of plant phosphorus requirement). The pots filled with five kilograms of soil. Phosphorus fertilizer was added to the pots from the triple super phosphate source based on the experimental treatments. Overnight culture of *Pseudomonas putida* in nutrient broth was prepared and applied under each seed. At full bloom stage, the leaves and inflorescences of each plant were completely separated



and their number counted. Extraction of leaf samples was performed using 70% methanol solvent to measure phenolic compounds and the flavon and flavonol content of the extract was read by measuring the absorbance at 425 nm. The amount of phosphorus content of plant leave was also determined.

Results and Discussion

Shoot dry weight, number and length of inflorescence were significantly ($p < 0.01$) affected by the interaction effect of fertilizers and plant species. The highest shoot dry weight, number and length of inflorescence were recorded with only bacteria without the use of phosphate fertilizer treatment and followed with samples treated with bacterial + 50% chemical fertilizer. The maximum phosphorus concentration in both *basilicum* and *sanctum* leaves (4.92 and 4.82 mg g⁻¹ dry weight, respectively) and phenols, flavonoids and flavonoid compounds were obtained in treatments containing only bacteria without using phosphate fertilizer and followed with samples treated with bacterial + 50% chemical fertilizer, as well. The highest percentage inhibition of free radicals was recorded in *basilicum* and *sanctum* (67 and 75 percent respectively), in the presence of the bacteria without using phosphorus fertilizer. Applied bacterium in this research improved the quantity and quality of basil, thus to recommend it as a biological fertilizer considering its potential needs to be examined at farm conditions.

Conclusion

According to the results, using biofertilizer in this research reduced the demand for phosphorous fertilizer and improved the quantity and quality of basil; so as a result to recommend it as a biological fertilizer considering its potential needs to be examined at farm conditions.

Keywords: Bacterium, Bio-fertilizer, Flavonoid, Free radicals, Inflorescence

تأثیر *Pseudomonas putida* و کود شیمیایی فسفر بر برخی از صفات رویشی، زایشی و بیوشیمیایی دو گونه ریحان (*Ocimum sanctum* و *Ocimum basilicum* var. *thyrsoflora*)

نعیمه عنایتی ضمیر^{۱*}، محمد محمودی سورستانی^۲، مجتبی مومنی منفرد^۳

۱- نویسنده مسؤل: دانشیار، گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران (n.enayatzamir@scu.ac.ir)

۲- دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، اهواز، ایران

۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد گیاهان دارویی، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، اهواز، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۰/۲۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۸/۱۵

چکیده

به منظور بررسی تأثیر کود شیمیایی فسفره و باکتری حل کننده فسفر نامحلول تحقیق حاضر به صورت فاکتوریل و بر اساس طرح کامل تصادفی در سه تکرار در سال ۱۳۹۵ در گلخانه دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز انجام شد. فاکتور اول شامل گونه گیاه (دو گونه ریحان سانتوم و باسیلیکوم) و فاکتور دوم نوع کود (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ درصد فسفر مورد نیاز گیاه، فقط باکتری، باکتری به همراه ۵۰ درصد فسفر مورد نیاز گیاه، باکتری به همراه ۱۰۰ درصد فسفر مورد نیاز گیاه) بود. نتایج نشان داد اثر متقابل گونه گیاه و تیمارهای کودی بر اغلب صفات اندازه گیری شده در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. بیشترین میزان فسفر برگ در هر دو گونه باسیلیکوم و سانتوم (به ترتیب ۴/۹۲ و ۴/۸۲ میلی گرم بر گرم وزن خشک)، وزن تر و خشک اندام هوایی، تعداد و طول گل آذین، فنل، فلاون و فلاونوئیدها در تیمار حاوی باکتری بدون استفاده از کود شیمیایی فسفره و پس از آن در تیمار حاوی باکتری + ۵۰ درصد کود شیمیایی به دست آمد. بیشترین درصد مهار رادیکال های آزاد در گونه باسیلیکوم و سانتوم (به ترتیب ۶۷ و ۷۵ درصد) در حضور باکتری و بدون استفاده از کود فسفره بود. به طور کلی با توجه به وجود تفاوت معنی دار تیمار حاوی باکتری نسبت به سایر تیمارها می توان تأثیر این باکتری را در شرایط مزرعه در بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاه ریحان بررسی کرد.

کلیدواژه ها: باکتری، رادیکال های آزاد، فلاونوئیدها، کود زیستی، گل آذین

معرفی شده است (Omidbaigi, 2014).

در میان گونه های جنس ریحان، گونه باسیلیکوم به دلیل دارا بودن پتانسیل درمانی بالا بیش از سایر گونه ها جهت استفاده از اسانس کشت و کار می گردد (Carovic-Stanko et al., 2010). واریته تیرزیفلورا (*O. basilicum* var. *thyrsoflora*)، از جمله واریته های مهم

مقدمه

ریحان (*Ocimum*) گیاهی علفی و یک ساله از خانواده نعناعیان (Lamiaceae) می باشد که به عنوان گیاهی دارویی، ادویه ای و سبزی استفاده می شود. این گیاه به دلیل مواد مؤثره ای که در پیکر خود دارد در فارماکوپه های بین المللی به عنوان یک گیاه دارویی

این گونه می‌باشد که بومی کشورهای تایلند و هند بوده و به دلیل خواص شفابخش خود دارای جایگاه ویژه‌ای در طب سنتی این مناطق است. برگ‌های این گیاه بسیار معطر بوده و به دلیل ارزش غذایی بالا، به‌صورت تازه و خشک به‌عنوان چاشنی و ادویه در صنایع غذایی کاربرد فراوان دارد. علاوه بر برگ، اسانس این گیاه نیز به‌عنوان طعم‌دهنده در شیرینی‌ها، بستنی، سس سالاد و هم‌چنین نوشیدنی‌های غیرالکلی استفاده می‌گردد (Simon et al., 1990). پیکره رویشی این وارته حاوی ۱/۳۹ درصد اسانس است. ترکیبات اصلی اسانس این گیاه شامل متیل کایوکول (۸۱/۸۲ درصد)، پی-ای-اُسیمین (۲/۳۹ درصد)، آلفا-ای-برگاموتن (۲/۴۵ درصد)، آلفا-اپی-کادینن (۲/۰۸ درصد)، کامفور (۱/۰۹ درصد) می‌باشد (Pripdeevech et al., 2010). اسانس این گیاه به دلیل خواص درمانی و شفابخش خود دارای کاربرد فراوان در صنایع داروسازی می‌باشد (Anuradha et al., 2014). گیاه دارویی ریحان مقدس (*O. sanctum*) از گونه‌های معروف ریحان است که گل‌های آن کوچک، ارغوانی و معطر است و دارای بود تند می‌باشند (Kumar et al., 2013). این گیاه دارای میزان قابل توجهی اسانس (۰/۵-۱/۵ درصد) است و ترکیبات اصلی اسانس آن شامل اوژنول، متیل اوژنول و کارواکرول، ۱ و ۸-سینئول، آلفا و بتا بیسابولن و متیل کایوکول می‌باشد (Moghadam et al., 2016). اوژنول به‌عنوان ضد عفونی کننده، ضد التهاب و آرام کننده موضعی درد دندان در عمل پانسمان و پر کردن دندان استفاده می‌شود (Murray et al., 2002). تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان در جهت افزایش تولید ضمن توجه به کیفیت مطلوب محصول اهمیت دارد (Mirzajani et al., 2019). فسفر بعد از نیتروژن مهم‌ترین عنصر غذایی مورد نیاز برای رشد گیاهان است که در ساخت ترکیباتی مانند پروتئین‌ها، فسفولیپیدها و فرآیندهای بیوشیمیایی مانند واکنش‌های انتقال انرژی و فتوسنتز نقش ایفا می‌کند (Hasegawa et al., 2008). روش متداول رفع مشکل کمبود این عناصر، استفاده از کودهای شیمیایی می‌باشد. اما مصرف بی‌رویه این کودها طی سال‌های اخیر موجب مشکلات فراوانی از جمله آلودگی‌های زیست‌محیطی

و شیوع انواع بیماری‌ها از جمله انواع سرطان‌ها گردیده که سلامت جامعه بشری را با چالش‌های جدی روبرو ساخته است (Piromyou et al., 2014). رویکرد جهانی در تولید گیاهان دارویی به سمت بکارگیری روش‌های مدیریتی نظیر مصرف کودهای زیستی است، چرا که از گیاهان دارویی در ساخت انواع دارو استفاده می‌کنند پس باید در مصرف نهاده‌هایی مثل کود دقت بیشتری را داشت. مطمئن‌ترین کودها، کودهای زیستی می‌باشند زیرا علاوه بر این که نیاز تغذیه‌ای گیاه را تأمین می‌کند با محیط‌زیست نیز سازگارند و حتی موجب بهبود کیفیت خاک نیز می‌گردند و جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی می‌باشند (Wu et al., 2005). کاربرد کود زیستی حاوی باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن (*ازتوباکتر* و *آزوسپیریلیوم*) سبب افزایش معنی‌دار میزان جذب این عنصر در گیاه دارویی ریحان گردید (Bakhshandeh et al., 2014). نتایج تحقیق (Rezaei Chiyaneh et al., 2014) بر روی گیاه دارویی زیره سبز نشان داد کاربرد کودهای زیستی حاوی باکتری‌های *ازتوباکتر* و *سودوموناس* سبب افزایش معنی‌دار میزان و عملکرد اسانس گیاه به ترتیب با میزان ۳/۲۰ درصد و ۱۶/۷۷ کیلوگرم در هکتار گردید که دارای تفاوت معنی‌دار با تیمار شاهد بود. مصرف باکتری‌های حل‌کننده فسفات (*Bacillus megaterium* و *Pseudomonas sp*) موجب بهبود ویژگی‌هایی مانند ارتفاع بوته، تعداد گل و عملکرد دانه در گیاه دارویی گل‌گاوزبان (*Borago officinalis*) و نیز افزایش چشمگیر صفاتی چون ارتفاع بوته و عملکرد دانه در گیاه دارویی سیاه‌دانه گردید (Shaalan, 2005). استفاده از کودهای زیستی *ازتوباکتر* ۱ و فسفات بارور ۲ در شرایط کم آبی موجب کاهش اثر تنش خشکی بر گیاه ریحان شد، به طوری که کاربرد کودهای شیمیایی (اوره-سوپرفسفات تربیل، سولفات پتاسیم) در حد ۵۰ درصد نیاز گیاه به همراه کودهای زیستی سبب افزایش مقدار کلروفیل، در گیاه شد (Mahdavi et al., 2019). اگرچه تولید مواد مؤثره موجود در گیاهان دارویی تحت کنترل فرآیندهای ژنتیکی می‌باشد اما کمیت و کیفیت مواد مؤثره این گیاهان که نکته مورد توجه صنایع وابسته به آن‌ها می‌باشد، به شدت تحت

به نیتروژن ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد (Omidbaigi, 2014) که بر اساس نتایج آزمون خاک از منبع اوره، انجام شد. در هر گلدان سه گیاه نگهداری و تا انتهای آزمایش (گلدهی) در حد ۸۰ درصد ظرفیت زراعی خاک آبیاری شدند. سپس گیاهان پس از سه ماه و در مرحله گلدهی تمام برداشت شده و برای اندازه‌گیری صفات مورد مطالعه به آزمایشگاه منتقل شدند. ارتفاع گیاه در محل آزمایش با استفاده از متر اندازه‌گیری شد. بعد از انتقال گیاهان برداشت شده به آزمایشگاه، برگ‌ها و گل‌آذین‌های هر بوته به‌طور کامل جدا شده و تعداد آن‌ها شمارش گردید. برای اندازه‌گیری سطح برگ نیز از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ استفاده شد. طول گل‌آذین نیز با خط کش (برحسب سانتی‌متر) اندازه‌گیری شد. میزان عنصر فسفر گیاه از روش وانادومولیدات و قرائت میزان جذب نور نمونه‌ها در طول موج ۴۷۰ نانومتر با استفاده از اسپکتروفتومتر مدل Shimadzu-UV 1201 (Bingham and Bartels, 1996) تعیین شد. برای اندازه‌گیری ترکیبات فنلی عصاره‌گیری از نمونه‌های برگ‌گی با استفاده از حلال متانول ۷۰ درصد انجام شد (Wojdylo et al., 2007). میزان فلاون و فلاونول عصاره با اندازه‌گیری میزان جذب در طول موج ۴۲۵ نانومتر قرائت گردید. نتایج به‌صورت میلی‌گرم کوئرستین بر گرم وزن خشک بیان شد (Popova et al., 2004). میزان فلاونوئید کل به روش (Menichini 2009). اندازه‌گیری شد. میزان جذب نور در طول موج ۵۱۰ نانومتر قرائت گردید. تبدیل داده‌های حاصل از جذب به غلظت‌های مختلف کوئرستین با رسم منحنی استاندارد کوئرستین انجام شد؛ و نتایج بر اساس میلی‌گرم کوئرستین در گرم وزن خشک بیان شد. میزان ترکیبات فنلی کل بر اساس روش فولین (folin-ciocalteu) اندازه‌گیری شد (Wojdylo et al., 2007). میزان جذب نمونه‌ها در طول موج ۷۶۵ نانومتر قرائت شد. تبدیل داده‌های حاصل از جذب به غلظت‌های مختلف گالیک اسید با رسم منحنی استاندارد گالیک اسید (غلظت‌های صفر تا ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر) انجام شد و داده‌ها به‌صورت میلی‌گرم گالیک اسید در گرم وزن خشک بیان شد (mg GA/g DW). تعیین فعالیت آنتی‌اکسیدانی

تأثیر عوامل محیطی، تغذیه گیاه، مرحله رشد، شرایط کاشت و زمان برداشت قرار دارد. برخی گیاهان از جمله گیاه ریحان دارای پتانسیل دارویی فراوان می‌باشد که شرایط محیطی می‌تواند میزان و اجزاء اسانس این گیاه را تحت تأثیر قرار دهد. لذا پژوهش حاضر به منظور بررسی تأثیر باکتری حل‌کننده فسفر و مقایسه آن با کود شیمیایی فسفره بر شاخص‌های رشدی و تأمین فسفر مورد نیاز دو گونه ریحان انجام گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۶ در گلخانه دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز به اجرا درآمد. فاکتورهای آزمایش شامل گونه گیاه (*O. sanctum*. L و *O. basilicum* var. *thyrsiflora*) و سطوح مختلف کود فسفره از منبع سوپرفسفات معمولی (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ درصد نیاز گیاه) و کود زیستی (همراه با باکتری *Pseudomonas* sp. و بدون باکتری) بود. نیاز کودی فسفر برای ریحان در این آزمایش ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شده است (Omidbaigi, 2014). هر یک از گلدان‌های آزمایش (در مجموع ۳۶ گلدان) با پنج کیلوگرم خاک با بافت لوم رسی با pH ۷/۴، هدایت الکتریکی ۳/۱ دسی‌زیمنس بر متر، ماده آلی ۰/۷۱ درصد، نیتروژن ۰/۰۷ درصد، فسفر قابل جذب ۷/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم، پتاسیم قابل تبادل ۲۹۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم پر شدند. کود شیمیایی فسفره از منبع سوپرفسفات تریپل بر اساس تیمارهای آزمایش به گلدان‌ها اضافه شد. بذر ریحان مقدس و ریحان باسیلیکوم در عمق یک سانتی‌متری کشت گردید. باکتری مورد استفاده از کلکسیون میکروبی گروه خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز تهیه گردید (Lamizadeh et al., 2016). سوپانسیون باکتری با جمعیت معادل نیم‌مک‌فارلند (10^8 CFU/ml \times ۱/۵) پس از رقیق شدن به میزان یک میلی‌لیتر با جمعیت معادل 10^6 Cfu/ml از ای هر بذر به خاک اضافه شد. به منظور رفع نیاز گیاه به نیتروژن تمامی گلدان‌ها با محلول حاوی کود اوره طی سه مرحله کوددهی شدند. نیاز کودی ریحان

بود (Darzi et al., 2007). کاربرد کودهای زیستی از طریق تولید هورمون‌های محرک رشد به ویژه اکسین سبب افزایش رشد و ارتفاع گیاه می‌شود (Vessey, 2003). در پژوهش حاضر باکتری *Pseudomonas sp* توانسته است با برقراری ارتباط مناسب با ریشه گیاه ریحان سفر موجود در خاک را به صورت محلول و در دسترس گیاه قرار دهد که این امر موجب افزایش رشد و ارتفاع گیاه شده است. نتایج تجزیه آماری داده‌ها نشان داد اثر متقابل کاربرد تیمارهای کودی و گیاه بر تعداد و سطح برگ گیاه ریحان در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین تعداد برگ (۹۶ و ۸۲ عدد در بوته برای ریحان باسیلیکوم و سانکتوم) و بیشترین سطح برگ (۴۰۴ و ۴۰۵ سانتی‌متر مربع، باسیلیکوم و سانکتوم) در تیمار دارای باکتری مشاهده شد. تیمارهای باکتری + ۵۰ درصد سوپرفسفات و باکتری + ۱۰۰ درصد سوپرفسفات بدون داشتن اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد بعد از تیمار فقط باکتری بیشترین میزان تعداد و سطح برگ را به خود اختصاص دادند. افزایش سطح برگ و صفات رویشی گیاه ریحان در حضور باکتری از توپاکتر و فارچ میکوریز گلو موس موسه آ گزارش شده است (Hasan and Rabie, 2019). تلقیح گیاه دارویی نعناع فلفلی با کود زیستی سوپرنیتروپلاس و نیتروکسین سبب افزایش معنی‌دار تعداد برگ در مقایسه با تیمار شاهد گردید، در حالی که تفاوت معنی‌داری با تیمار کود شیمیایی نشان نداد (Mehrafarin et al., 2011). باکتری‌های محرک رشد گیاه (سودوموناس پوتیدا) موجب افزایش میزان کلروفیل و قند برگ در گندم شد (Ansari et al., 2017). رشد رویشی گیاه به شدت تحت تأثیر فعالیت ریشه و میزان انتقال آب و عناصر غذایی توسط آن قرار دارد.

با آزمون DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) با استفاده از روش (Oke et al., 2009) به روش اسپکتروفتومتری بر پایه کاهش رادیکال‌های آزاد انجام شد. میزان جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۱۷ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شدند. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج جدول تجزیه واریانس صفات مورفولوژیکی (جدول ۱) نشان داد اثر متقابل فاکتورهای نوع گیاه و نوع کود باعث تفاوت معنی‌دار بر صفات ارتفاع گیاه، تعداد برگ، تعداد گل آذین و سطح برگ در سطح احتمال یک درصد گردید. نتایج حاصل از مقایسه میانگین نشان داد (جدول ۲) بیشترین اندازه ارتفاع گیاه در هر دو گونه باسیلیکوم و سانکتوم در تیمار کودی فقط باکتری وجود داشت (به ترتیب ۴۵ و ۴۹ سانتی‌متر) و بعد از آن تیمارهای (باکتری + ۵۰ درصد سوپرفسفات) و (باکتری + ۱۰۰ درصد سوپرفسفات) بیشترین ارتفاع را نسبت به شاهد داشتند. در پژوهشی که بر روی تأثیر باکتری‌های محرک رشد بر صفات مورفولوژیکی گیاه ریحان انجام شد مشخص گردید کاربرد باکتری‌های از توپاکتر، آروسپیریوم و سودوموناس سبب افزایش معنی‌دار ارتفاع گیاه در مقایسه با تیمار شاهد گردید (Roshanpour et al., 2014). نتایج این تحقیق با نتایج تحقیقاتی که بر روی گیاهان مرزه (Rezvani Moghaddam et al., 2013) و شوید (Sokhangoy et al., 2012) انجام شده است همخوانی دارد. نتایج تأثیر کود زیستی فسفات را بر روی گیاه دارویی رازیانه نشان‌دهنده تأثیر کود زیستی حل‌کننده فسفات بر افزایش ارتفاع گیاه

Table 1. Analysis of variance of *Pseudomonas putida* and supersafe fertilizer effect on morphological traits of two species of Basil

S.O.V.	df	Height	Leaf area	Leaf No.	Aerial part wet weight	Inflorescence No.
plant (a)	1	82.9**	8124.01**	13.4 ^{ns}	2.93*	213.6**
Fertilizer (b)	5	140.6**	3584.6**	208.8**	9.04**	43.9**
a × b	5	9.9**	430.6**	55.1**	1.14 ^{ns}	6.6**
Error	24	1.6	12.2	3.08	0.45	0.55
C.V. (%)	-	2.9	1.4	3.3	5.4	9.6

ns, *, ** non significant, significant at $p < 0.05$ and $p < 0.01$, respectively.

Table 2. Mean comparison the effect of *Pseudomonas putida* and superphosphate fertilizer on morphological traits of two species of Basil

Properties	Treatment			
	<i>O. basilicum</i> var. <i>Thyrsoiflora</i>			
	Leaf No.	Leaf area (cm ²)	Wet weight (g)	Inflorescence No.
Control	44 ^d	212 ^e	8.33 ^f	2.8 ^e
50% P.fertilizer	46 ^d	229 ^e	10.3 ^e	2.6 ^e
100% P.fertilizer	61 ^c	281 ^{cd}	11.2 ^d	4.1 ^d
Bacterium	96 ^a	404 ^a	14.7 ^a	9.0 ^c
Bacterium + 50% P.fertilizer	81 ^b	362 ^b	13.9 ^b	8.0 ^c
Bacterium + 100% P.fertilizer	70 ^{bc}	333 ^{bc}	12.5 ^c	4.6 ^d
	<i>O. sanctum</i>			
Control	45 ^d	250 ^d	6.8 ^g	4.6 ^d
50% P.fertilizer	50 ^{cd}	260 ^d	9.8 ^e	9.0 ^d
100% P.fertilizer	51 ^{cd}	304 ^c	10 ^e	11 ^b
Bacterium	82 ^b	405 ^a	13.8 ^b	13.6 ^a
Bacterium + 50% P.fertilizer	60 ^c	390 ^{ab}	12.5 ^c	11.3 ^b
Bacterium + 100% P.fertilizer	62 ^c	353 ^b	11.1 ^d	11 ^b

Numbers followed by same letters in each column and rows are not significantly different ($P < 0.05$).

و باسیلوس به همراه ۵۰ درصد کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم بیشترین میزان رشد و زیست توده تر و خشک را دارند.

نتایج تجزیه آماری داده‌ها نشان داد اثر متقابل کاربرد تیمارهای کودی و گیاه بر تعداد گل آذین گیاه ریحان در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۱). بیشترین تعداد گل آذین در تیمار کودی فقط باکتری در هر دو گونه باسیلیکوم و سانکتوم به دست آمد (۹ و ۱۳ عدد در بوته برای باسیلیکوم و سانکتوم). در گونه باسیلیکوم تیمارهای باکتری + ۵۰ درصد سوپرفسفات، باکتری + ۱۰۰ درصد سوپرفسفات و تیمار ۱۰۰ درصد سوپرفسفات بدون اختلاف معنی دار در سطح پنج درصد در جایگاه بعدی قرار گرفتند. بیشترین تعداد گل آذین در گونه سانکتوم بعد از تیمار فقط باکتری در تیمار باکتری + ۵۰ درصد سوپرفسفات و تیمار باکتری + ۱۰۰ درصد سوپرفسفات به دست آمد. تأثیر باکتری‌های حل کننده فسفر (سودوموناس و باسیلوس) بر افزایش تعداد گل آذین گیاه دارویی ریحان گزارش شده است (Tahami et al., 2015). باکتری‌های حل کننده فسفر به همراه ۵۰ درصد کود شیمیایی فسفره سبب افزایش بیش از دو برابری تعداد گل آذین در هر بوته گیاه مرزه گردید (Alijani et al., 2011).

احتمالاً کودهای زیستی با تولید مواد تنظیم کننده رشد و اسید هیومیک با اصلاح ساختار خاک سبب افزایش گستردگی ریشه، جذب آب و عناصر غذایی و در نهایت افزایش ارتفاع، تعداد شاخه‌های جانبی و تعداد برگ گیاه می‌گردد. در پژوهشی کاربرد کود زیستی حاوی باکتری‌های ازتوباکتر، آزوسپیریلیوم و سودوموناس سبب افزایش سطح برگ گیاه مرزه در مقایسه با تیمار شاهد گردید (Faraji Mehmany et al., 2014). نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) نشان داد اثر اصلی نوع گونه و نوع کود بر وزن تر در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. مقایسه میانگین داده‌ها نشان دهنده (جدول ۲) بیشترین وزن تر اندام هوایی بوته در هر دو گونه مورد مطالعه در تیمار با کاربرد باکتری (۱۴/۷ و ۱۳/۸ گرم برای باسیلیکوم و سانکتوم) بود. با توجه به این که *Pseudomonas* sp. باعث افزایش چشمگیر در صفات ارتفاع (شکل ۱)، تعداد برگ، سطح برگ، تعداد و طول گل آذین گردید. به تبعیت از این موضوع باعث افزایش وزن تر گیاه نیز نسبت به سایر تیمارهای به ویژه تیمار شاهد گردید. در پژوهشی که Mahfouz and Sharaf-Eldin (2007) بر روی اثر سطوح مختلف کودهای شیمیایی و زیستی در گیاه دارویی رازیانه انجام دادند مشخص شد در گیاهان تیمار شده با کودهای زیستی حاوی ازتوباکتر، آزوسپیریلیوم

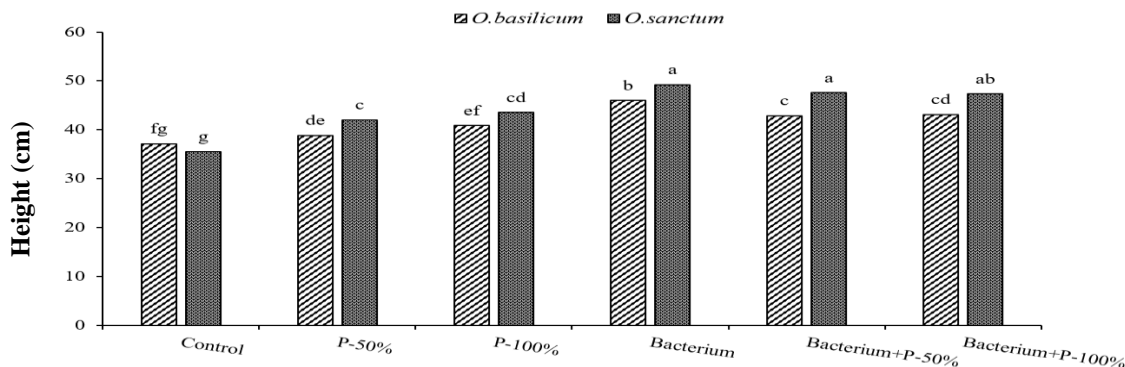


Figure 1. *Pseudomonas putida* (Bacterium) and superphosphate fertilizer (P) effect on height of two species of Basil

باکتری (۴/۹۲ و ۴/۸۲ میلی گرم بر گرم وزن خشک) اندازه گیری شد و بعد از آن تیمارهای باکتری + ۵۰ درصد سوپرفسفات (۳/۶۹ و ۴/۴۵ میلی گرم بر گرم وزن خشک برای باسیلیکوم و سانکتوم) و باکتری + ۱۰۰ درصد سوپرفسفات (۳/۵۹ و ۴/۳۹ میلی گرم بر گرم وزن خشک برای باسیلیکوم و سانکتوم) بدون اختلاف معنی دار در سطح پنج درصد قرار داشتند. تیمار شاهد نیز در هر دو گونه کمترین مقدار فسفر برگ را به خود اختصاص داد (۲/۴۴ و ۲/۵۴ میلی گرم بر گرم وزن خشک برای باسیلیکوم و سانکتوم). در پژوهشی که بر روی تأثیر کودهای بیولوژیک بر میزان جذب عناصر نیتروژن و فسفر در برگ گیاه دارویی همیشه بهار انجام شد مشخص گردید کاربرد کودهای بیولوژیک حاوی باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن (ازتوباکتر) و حل کننده فسفر (سودوموناس) سبب افزایش معنی دار ۵۰ درصدی میزان عناصر نیتروژن و فسفر گیاه گردید (Hosseinzadah et al., 2011). افزایش کلروفیل، میزان عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در تیمارهای دارای کود زیستی (باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن و حل کننده فسفر و پتاسیم) در دو برداشت گیاه ریحان توسط (Mohamed et al., 2015) گزارش شده است. با توجه به نتایج به دست آمده در پژوهش حاضر به نظر می رسد باکتری حل کننده فسفر (سودوموناس) توانسته است با انحلال فسفات‌های کم محلول و نامحلول موجود در خاک، میزان این عنصر در خاک و در نهایت جذب آن توسط گیاه را به طور معنی داری افزایش دهد. نتایج جدول تجزیه واریانس صفات

در پژوهش حاضر تیمار باکتری بدون کود فسفره بیشترین تأثیر را در افزایش تعداد گل آذین داشت و بعد از آن تیمارهای تلفیقی باکتری + ۵۰ درصد سوپرفسفات و باکتری + ۱۰۰ درصد سوپرفسفات بدون اختلاف معنی دار در سطح پنج درصد قرار داشتند. عنصر فسفر پس از نیتروژن مهم ترین عنصر در گیاه به شمار می آید و از جمله مهم ترین نقش‌های این عنصر کمک به گذر گیاه از مرحله رویشی به مرحله زایشی و تشکیل گل، میوه و بذر است (Malhotra et al., 2018). علی رغم وجود منابع فراوان این عنصر در خاک (چه به صورت معدنی و چه به صورت آلی) به دلیل انحلال پذیری پایین این منابع، میزان فسفر محلول و در دسترس گیاه اندک می باشد.

با توجه به نتایج تحقیق حاضر می توان چنین استدلال کرد تلفیق گیاه با باکتری *Pseudomonas sp* (به عنوان یک باکتری حل کننده فسفات) سبب افزایش انحلال پذیری و غلظت این عنصر در محلول خاک شده و با کمک به جذب این عنصر توسط گیاه منجر به تحریک رشد زایشی و افزایش تعداد گل آذین در گیاه گردیده است. نتایج Aghighi Shahverdi et al., 2019 نشان داد که کاربرد کودهای زیستی فسفره و نیتروژنه در ترکیب با ۵۰ درصد کود شیمیایی سبب بهبود صفات کمی و کیفی گیاه دارویی ریحان از جمله ارتفاع گیاه، تعداد برگ و عملکرد اسانس شد. اثر اصلی گونه ریحان و نوع کود بر میزان فسفر برگ در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار گردید (جدول ۳). بر اساس مقایسه میانگین داده‌ها (شکل ۲) بیشترین میزان فسفر برگ در هر دو گونه باسیلیکوم و سانکتوم در تیمار فقط

سانکتوم)، فلاونوئید کل (۴۹/۷۲ و ۴۸/۸۲ میلی گرم گالیک اسید بر گرم وزن خشک برای باسیلیکوم و سانکتوم) و درصد مهار آنتی اکسیدانی (۶۷/۴۲ و ۷۵/۲۶ درصد برای باسیلیکوم و سانکتوم) در تیمار فقط و بعد از آن در تیمار باکتری + ۵۰ درصد سوپرفسفات به دست آمد. به طور کلی باکتری سودوموناس توانست تأثیر مثبتی بر افزایش میزان ترکیبات فنلی و افزایش درصد مهار آنتی اکسیدانی داشته باشد.

بیوشیمیایی (جدول ۳) نشان داد اثر متقابل گیاه و نوع کود بر صفات فنل کل، فلاون و فلاونول کل، فلاونوئید کل و درصد مهار آنتی اکسیدانی در سطح احتمال یک درصد معنی دار است. با توجه به نتایج حاصل از مقایسه میانگین تیمارها (جدول ۴) بیشترین میزان فنل کل (۹/۶۲ و ۱۴/۱۸ میلی گرم گالیک اسید بر گرم وزن خشک برای باسیلیکوم و سانکتوم)، فلاون و فلاونول کل (۱۰/۶ و ۷/۷۶ میلی گرم کوئرستین بر گرم وزن خشک برای باسیلیکوم و

Table 3. Analysis of variance of *Pseudomonas putida* and superphosphate fertilizer effect on biochemical traits of two species of Basil

S.O.V.	df	Inhibition of free radicals	Flavonoid	Flavon and flavonol	Phenol	Leaf phosphorus
plant (a)	1	265.2**	197.8**	0.27**	4.7**	0.12 ^{ns}
Fertilizer (b)	5	404.0**	86.3**	3.0**	39.1**	0.54**
a × b	5	46.4**	9.8**	0.28**	5.8**	0.005 ^{ns}
Error	24	2.47	2.67	0.004	0.08	0.01
C.V. (%)	-	2.7	2.08	3.14	3.7	3.8

ns, *, ** non significant, significant at $p < 0.05$ and $p < 0.01$, respectively.

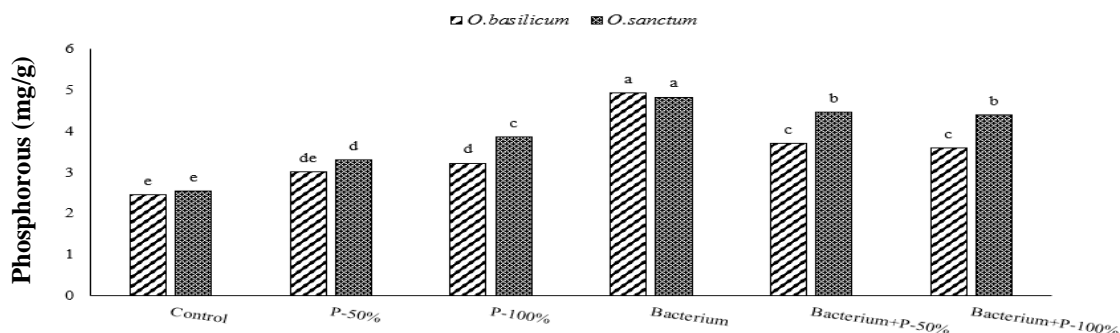


Figure 2. *Pseudomonas putida* (Bacterium) and superphosphate fertilizer (P) effect on phosphorous of two species of Basil

Table 4. Mean comparison the effect of *Pseudomonas putida* and superphosphate fertilizer on biochemical traits of two species of Basil

Properties	Treatment			
	<i>O. basilicum</i> var. <i>Thyriflora</i>			
	Phenol	Flavon & flavonol	Flavonoid	Inhibition of free radical %
(Control)	5.5 ^d	3.0 ^e	23.4 ^d	45.0 ^e
50% P.fertilizer	5.7 ^d	3.1 ^e	30.3 ^c	45.8 ^e
100% P.fertilizer	6.5 ^{cd}	5.5 ^c	32.2 ^c	55.5 ^{cd}
Bacterium	9.6 ^b	10.2 ^a	49.7 ^a	67.4 ^b
Bacterium + 50% P.fertilizer	9.1 ^b	7.4 ^b	39.4 ^{ab}	61.6 ^{bc}
Bacterium + 100% P.fertilizer	4.8 ^e	6.1 ^c	33.0 ^{ab}	57.0 ^c
	<i>O. sanctum</i>			
Control	4.4 ^e	3.7 ^d	24.6 ^d	52.8 ^d
50% P.fertilizer	5.1 ^{de}	4.3 ^{cd}	32 ^c	59.2 ^c
100% P.fertilizer	7.3 ^c	3.7 ^d	39.6 ^b	52.7 ^d
Bacterium	14.1 ^a	7.7 ^b	48.8 ^a	75.2 ^a
Bacterium + 50% P.fertilizer	9.1 ^b	7.1 ^b	43.5 ^{ab}	65.5 ^b
Bacterium + 100% P.fertilizer	7.0 ^c	5.3 ^c	42.5 ^{ab}	59.3 ^c

Numbers followed by same letters in each column and rows are not significantly different ($P < 0.05$).

نسبت به شاهد و سایر تیمارها به دست آورد، بررسی منابع نشان می‌دهد که با افزایش منابع فسفر محلول موجود در محیط عملکرد باکتری حل‌کننده فسفر کاهش یافته می‌یابد (Han and Lee, 2006) که با نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی باکتری *Pseudomonas putida* توانست به تنهایی باعث بهبود خصوصیات کمی و کیفی در هر دو گونه گیاه دارویی ریحان شود. با توجه به ضرورت تولید گیاهان دارویی و لزوم توجه به کشت این گیاهان در نظام‌های کم‌نهاد به نظر می‌رسد این باکتری بعد از آزمایش در سطح مزرعه جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی فسفر در تولید این گیاهان باشد.

سپاس‌گزاری

نویسندگان از معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه شهید چمران اهواز برای تأمین اعتبار پژوهشی این تحقیق در قالب طرح با شماره ۱۲۶۱ تشکر و قدردانی می‌نمایند.

برخی گیاهان به منظور جذب ریزجانداران محرک رشد به سمت ریشه اقدام به ترشح یک سری ترکیبات هورمونی (مانند جیبرلین‌ها، اکسین‌ها و سالیسیلیک اسید و ...) و ترکیبات پیچیده فنلی می‌کنند که سیگنالی برای جذب ریزجانداران می‌باشد (Van Dam and Bouwmeester, 2016). ریزجانداران پس از استقرار در سطح ریشه گیاهان برخی از ترکیبات مورد نیاز گیاه مثل فسفر و نیتروژن را در اختیار گیاه قرار داده و هم‌چنین به ترشح و تحرک ترشح مواد بیولوژیکی مانند اکسین‌ها، جیبرلین‌ها، فلاونوئیدها، ویتامین‌های گروه ب، اسید نیکوتینیک، اسید پنتوتیک، بیوتین و غیره می‌پردازند که با افزایش در کارایی فتوسنتز باعث افزایش رشد رویشی، زایشی و تولید ترکیبات آنتی‌اکسیدانی می‌شوند (Rademacher, 1994). در این آزمایش باکتری *Pseudomonas putida* باعث بهبود خصوصیات کمی و کیفی هر دو گونه گیاه دارویی ریحان شد، به طوری که نتایج حاصل از مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که باکتری به تنهایی در بهبود صفات مورفولوژیکی و بیوشیمیایی بسیار موفق بوده است و توانسته نتایج بهتری را

References

- Aghighi Shahverdi, M., Amini Dahaghi, M., Ataei Somagh, H., & Mamivand, B. (2019). The effect of different nutritional systems with nitrogen and phosphorous fertilizers on quantitative and qualitative traits of basil (*Ocimum basilicum* L.). *Plant Productions*, 41(4), 1-14. [In Persian]
- Alijani, M., Amini Dehaghi, M., Malboobi, M. A., Zahedi, M., & Modares Sanavi, A. M. (2011). The effect of different levels of phosphorus fertilizer together with phosphate biofertilizer (barvar 2) on yield, essential oil amount and chamazulene percentage of *Matricaria recutita* L. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 27(3), 450-459. [In Farsi]
- Ansari, M. H., Hashemabadi, D., & Yadegari, M. (2017). Effect of plant growth promoting rhizobacteria on ecophysiological characteristics of two wheat cultivars under reinfed condition. *Plant Productions*, 40(2), 75-88.
- Anuradha, G. B., Sundar, S., Sreekanth kumar, J., & Ramana, M. V. (2014). Synthesis and characterization of silver nanoparticles from *Ocimum basilicum* L. var. *thyrsiflorum*. *European Journal of Academic Essays*, 1(5), 5-9.
- Bakhshande Larimi, S., Shakiba, M., Dabbagh Mohammadinasab, A., & Vahed, M. M. (2014). Changes in nitrogen and chlorophyll density and leaf area of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) affected by biofertilizer and nitrogen application. *International Journal of Biosciences*, 5(9), 256-265.
- Bingham, F. T., & Bartels, J. M. (1996). Methods of soil analysis. Vol. 1, Part 3. Chemical methods. Soil Science Society of America (pp. 752-758). Madison Wisconsin, USA.
- Carovic-Stanko, K., Liber, Z., Besendorfer, V., Javornik, B., Bohanec, B., Kolak, I., & Satovic, Z. (2010). Genetic relations among basil taxa (*Ocimum* L.) based on molecular markers, nuclear DNA content, and chromosome number. *Plant Systemic and Evolution*, 285(1), 13-22.

- Darzi, M. T., Ghalavand, A., Rejali, F., & Sefidkon, F. (2007). Effects of biofertilizers application on yield and yield components in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 22(4), 276-292. [In Farsi]
- Faraji Mehmany, A., Esmailpour, B., Sefidkon, F., Abbaszadeh, B., Khavazi, K., & Ghanbari, A. (2014). Effects of biofertilizers on growth criteria, quantitative and qualitative yield of summer savory (*Satureja hortensis* L.). *Agroecology*, 6(4), 870-879. [In Farsi]
- 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.
- Hasan, I. A., & Rabie, K. M. (2019). Effect of organic and bio-fertilizer on the vegetative yield for two cultivars of Basil plant. *Plant Archives*, 19(2), 415-423.
- Hassegawa, R. H., Fonseca, H., Fancelli, A. L., Da Silva, V. N., Schammas, E. A., Reis, T. A., & Correa, B. (2008). Influence of macro-and micro nutrient fertilization on fungal contamination and fumonisin production in corn grains. *Journal of Food Control*, 19(1), 36-43.
- Hosseinzadah, F., Satei, A., & Ramezanzpour, M. R. (2011). Effects of mycorrhiza and plant growth promoting rhizobacteria on growth, nutrients uptake and physiological characteristics in *Calendula officinalis* L. Middle-East. *Journal of Scientific Research*, 8(5), 947-953.
- Kumar, A., Rahal, A., Chakraborty, S., Tiwari, R., Latheef, S. K., & Dhama, K. (2013). *Ocimum sanctum* (Tulsi), a miracle herb and boon to medical science—a review. *International Journal of Agronomy and Plant Production*, 4(7), 1580-1589.
- Lamizadeh, E., Enayatzamir, N., & Motamedi, H. (2016). Isolation and identification of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) from the rhizosphere of sugarcane in saline and non-saline soil. *International Journal of Current Microbiology and Applied Science*, 5(10), 1072-1083.
- Mahdavia, H., Rezaei-Chiyaneh, E., Rahimi, A., & Mohammadkhani, N. (2019). Effects of Fertilizer treatments on antioxidant activities and physiological traits of Basil (*Ocimum basilicum* L.) under water limitation conditions. *Journal of Medicinal Plants and By-Product*, 8(2), 143-151.
- Mahfouz, S. A., & Sharaf-Eldin, M. A. (2007). Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel [*Foeniculum vulgare* Mill.]. *International Agrophysics*, 21(4), 361-366.
- Malhotra, H., Sharma, S., & Pandey, R. (2018). Phosphorus nutrition: plant growth in response to deficiency and excess. In *Plant nutrients and abiotic stress tolerance* (pp. 171-190). Springer: Singapore.
- Mehrafarin, A., Naghdi Badi, H., Poorhadi, M., Hadavi, E., Qavami, N., & Kadkhoda, Z. (2011). Phytochemical and agronomical response of peppermint (*Mentha piperita* L.) to biofertilizers and urea fertilizer application. *Journal of Medicinal Plants*, 4(40), 107-118. [In Farsi]
- Menichini, F., Tundis, R., Bonesi, M., Loizzo, M. R., Conforti, F., Statti, G., Dicindi, B., Houghton, P. J., & Menichini, F. (2009). The influence of fruit ripening on the phytochemical content and biological activity of *Capsicum chinense* Jacq. cv Habanero. *Food Chemistry*, 114(2), 553-560.
- Mirzajani, M., Majidian, M., & Mohsenabadi, G. (2019). Effect of biofertilizer application on yield quality and quantity of lemon balm (*Melissa officinalis*). *Plant Productions*, 42(4), 5-5. [In Farsi]
- Moghadam, A., Mahmoodi Sourestani, M., Ramazani, Z., Farrokhian Firoozi, A., & Eskandari, F. (2016). Effects of iron foliar application on the number and size of glandular trichomes and essential oil content and composition of holy basil (*Ocimum sanctum* L.) at first and second harvests. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 32(1), 174-188. [In Farsi]
- Mohamed, S., El-Ghait, E. A., El Shayeb, N. S., Ghatas, Y. A., & Shahin, A. A. (2015). Effect of some fertilizers on improving growth and oil productivity of basil (*Ocimum basilicum* L.) CV. genoves plant egyptian. *Journal Applied Sciences*, 30(6), 384-399.
- Murray E., Hafez A. A., Smith A. J., & Cox C. F. (2002). Bacterial microleakage and pulp inflammation associated with various restorative materials. *Dental Materials*, 18(6), 470-80.

- Oke, F., Aslim, B., Ozturk, S., & Altundag, S. (2009). Essential oil composition, antimicrobial and antioxidant activities of *Satureja cuneifolia* ten. *Food Chemistry*, 112(4), 874-879.
- Omidbaigi, R. (2014). Production and processing of medicinal plants. (Vol 3. pp. 65-60.). Mashhad: Astan'e Qods'e Razavi Publication. [In Persian]
- Piromyou, P., Buranabanyat, B., Tantasawat, P., Tittabutr, P., Boonkerd, N., & Teaumroong, N. (2014). Effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) inoculation on microbial community structure in rhizosphere of forage corn cultivated in Thailand. *European Journal of Soil Biology*, 47(1), 44-54.
- Popova, M., Bankova, V., Butovska, D., Petkov, V., Nikolova-Damyanova, B., Sabatini, A. G., Marcazzan, G. L., & Bogdanov, S. (2004). Validated methods for the quantification of biologically active constituents of poplar-type propolis. *Phytochemical Analysis*, 15(4), 235-240.
- Pripdeevech, P., Chumpolsri, W., Suttiarporn, P., & Wongpornchai, S. (2010). The chemical composition and antioxidant activities of basil from Thailand using retention indices and comprehensive two-dimensional gas chromatography. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 75(11), 1503-1513.
- Rademacher, W. (1994). Gibberellin formation in microorganisms. *Plant Growth Regulation*, 15(3), 303-314.
- Rezaei Chiyaneh, I., Pirzad, A., & Farjami, A. (2014). Effect of nitrogen, phosphorus and sulfur supplier bacteria on seed yield and essential oil of cumin (*Cuminum cyminum* L.). *Journal of Sustainable Agriculture and Production Science*, 24(4), 71-83. [In Farsi]
- Rezvani Moghaddam, P., Aminghafari, A., Bakhshae, S., & Jafari, L. (2013). The effect of organic and biofertilizers on some quantitative characteristics and essential oil content of summer savory (*Satureja hortensis* L.). *Agroecology*, 5(2), 105-112.
- Roshanpour, N., Darzi, M. T., & Hadi, M. H. S. (2014). Effects of plant growth promoter bacteria on biomass and yield of basil (*Ocimum basilicum* L.). *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, 2(6), 2077-2085.
- Shalan, M. N. (2005). Influence of biofertilizers and chicken manure on growth, yield and seeds quality of *Nigella sativa* L. plants. *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 83(2), 811-828.
- Simon, J. E., Quinn, J., & Murray, R. G. (1990). *Basil: a source of essential oils*. (vol. 1. pp. 484-489). Portland: Timber Press.
- Sokhangoy, S. H., Ansari, K. H., & Eradatmand, A. D. (2012). Effect of biofertilizers on performance of dill (*Anethum graveolens* L.). *Iranian Journal of Plant Physiology*, 4(2), 552-547.
- Tahami, S. M. K., Rezvani Moghaddam, P., & Jahan, M. (2015). Evaluate the impact of organic, biological and chemical fertilizers weapons on morphological traits, yield components and seed yield of Basil (*Ocimum basilicum* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research*, 12(4), 553-543. [In Farsi]
- Van Dam, N. M., & Bouwmeester, H. J. (2016). Metabolomics in the rhizosphere: Tapping into belowground chemical communication. *Trends in Plant Science*, 21(3), 256-265.
- Vessey, J. K. (2003). Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant and Soil*, 255(2), 571-586.
- Wojdylo, A., Oszmianski, J., & Czemerz, R. (2007). Antioxidant activity and phenolic compound in 32 selected herbs. *Food Chemistry*, 105(3), 940-949.
- Wu, S. C., Caob, Z. H., Lib, Z. G., Cheunga, K. C., & Wong, M. H. (2005). Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: A greenhouse trial. *Geoderma*, 125(1-2), 155-166.