

تأثیر کودهای آلی و باکتری‌های محرک رشد گیاه بر شاخص‌های رشد و محتوای عناصر غذایی اسفناج (*Spinacea oleracea L.*)

موسی ترابی گیگلو^{۱*}، حمید نوروزی^۲، حسن ملکی لجابری^۳ و بهرام دهدار^۴

- ۱- استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
- ۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
- ۳- استادیار گروه علوم گیاهی و گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی مشکین‌شهر، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
- ۴- استادیار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران

* نویسنده مسئول: mtorabi@uma.ac.ir

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۳/۳۰ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۷/۱۸)

چکیده

به‌منظور بررسی اثرات کاربرد کودهای آلی و زیستی بر شاخص‌های رشد و محتوای عناصر غذایی اسفناج (*Spinacea oleracea L.*) دو آزمایش در دانشگاه محقق اردبیلی در سال ۱۳۹۲ انجام شد. در آزمایش اول جهت تعیین سطوح بهینه کودهای آلی ورمی‌کمپوست، کمپوست مصرف‌شده قارچ شسته‌شده و شسته‌نشده با نسبت‌های مختلف ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصد حجمی بستر به همراه شاهد در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار، استفاده شد. نتایج نشان داد بیشترین مقدار شاخص‌های رشد رویشی به‌ترتیب در گیاهان پرورش‌یافته در بسترهای کاشت حاوی ۳۰ درصد ورمی‌کمپوست، ۱۰ درصد کمپوست شسته‌شده و ۱۰ درصد کمپوست شسته‌نشده حاصل شد. آزمایش دوم به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. ابتدا بذرهای اسفناج با سویه‌های P1، P10 و P19 از باکتری *سودوموناس پوتیدا* و سویه‌های R69، R150 و R159 از *سودوموناس فلورسنس* (سطوح فاکتور اول) تلقیح شدند. سپس بذرهای تلقیح‌شده و تلقیح‌نشده در بسترهای بهینه ورمی‌کمپوست با نسبت حجمی ۳۰ درصد و کمپوست مصرف‌شده قارچ شسته‌شده و شسته‌نشده با نسبت حجمی ۱۰ درصد (سطوح فاکتور دوم) کشت شدند. نتایج آزمایش نشان داد که تأثیر کودهای آلی و زیستی بر شاخص‌های رشد و محتوای عناصر غذایی نسبت به شاهد معنی‌دار بود. بیشترین ارتفاع بوته، شاخص کلروفیل، شاخص سطح برگ، وزن تر برگ، وزن خشک برگ، و وزن خشک کل، بیشترین مقدار نیتروژن، کلسیم و پتاسیم برگ در گیاهان تلقیح‌شده با باکتری‌های *سودوموناس فلورسنس* سویه‌های R150 و در تیمار ۳۰ درصد ورمی‌کمپوست در بستر کاشت حاصل شد. استفاده از پسماند کمپوست قارچ شسته‌شده، ورمی‌کمپوست و پسماند کمپوست قارچ شسته‌شده و باکتری‌های محرک رشد گیاهی اثرات قابل‌ملاحظه‌ای بر شاخص‌های رشدی و محتوای عناصر غذایی اسفناج داشت. در بین باکتری‌های محرک رشد گیاهی مختلف، سویه R150 *سودوموناس فلورسنس* تأثیر بیشتری روی صفات مورد بررسی داشت.

واژه‌های کلیدی: اسفناج، *سودوموناس*، شاخص کلروفیل، نیتروژن، ورمی‌کمپوست.

مقدمه

اسفناج (*Spinacea oleracea* L.) از مهم‌ترین سبزی‌های برگ‌ی و به‌عنوان منبع مواد معدنی به‌شمار می‌رود. مطالعات زیادی نشان داده است که سبزی‌های برگ‌ی رشدیافته در شرایط ارگانیک نسبت به محصولات رشد کرده در شرایط معمولی دارای بیشترین میزان مواد معدنی و ویتامین‌ها می‌باشند (Citak & Sonmez, 2010).

مدیریت عناصر غذایی به روش متداول امروزی با کاربرد بیش از حد کودهای شیمیایی منجر به تخریب بوم‌نظام‌های کشاورزی و به‌خطر افتادن سلامت انسان می‌گردد. مشکلات زیست‌محیطی ناشی از کاربرد کودهای شیمیایی و هزینه‌های تولید این کودها، تجدیدنظر در روش‌های افزایش تولید محصولات را ضروری ساخته است (Naghavi *et al.*, 2007). با اضافه کردن ورمی‌کمپوست به خاک، فرم قابل‌جذب عناصر غذایی و همچنین تشکیل کمپلکس‌های آلی قابل‌جذب و قابلیت جذب آنها توسط گیاه افزایش می‌یابد. Rasouli-Sadaghiani و همکاران (۲۰۱۶) اثر نوع و مقدار انواع ورمی‌کمپوست را بر رشد گیاه گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum* L.) بررسی نموده و گزارش کردند که انواع و نسبت‌های مختلف ورمی‌کمپوست تأثیر مثبتی بر شاخص‌های رشد و غلظت عناصر در گیاه گوجه‌فرنگی دارد. Sheikhi و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که کاربرد ورمی‌کمپوست، میانگین سطح برگ و کلروفیل اندام هوایی را در برگ‌های اسفناج افزایش داد. استفاده از ورمی‌کمپوست می‌تواند رشد گیاه را تحت تأثیر قرار دهد. Peyvast و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که کاربرد ورمی‌کمپوست، ارتفاع و تعداد برگ اسفناج را در مقایسه با سطح بدون کاربرد

ورمی‌کمپوست به‌طور معنی‌داری افزایش داد. Darzy و همکاران (۲۰۱۱) در آزمایشی روی گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) دریافتند که کاربرد ورمی‌کمپوست در کشت این گیاه باعث افزایش جذب عناصر غذایی درشت مغذی می‌شود. Bachman و Metzger (۲۰۰۸) گزارش کردند که با اضافه کردن ورمی‌کمپوست به خاک، سطح برگ و وزن ریشه و ساقه در گل همیشه‌بهار فرانسوی (*Calendula officinalis* L.) به‌دلیل بیشتر بودن فراهمی عناصر غذایی از قبیل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و همچنین عناصر کم‌مصرف در تیمارهای حاوی ورمی‌کمپوست افزایش پیدا کرد.

استفاده از ریزجانداران مفید خاکزی به‌عنوان یکی از روش‌های زیستی جهت افزایش رشد و عملکرد گیاهان مطرح می‌باشد. باکتری‌های محرک رشد گیاه از طریق کاهش بیماری‌ها یا حذف عوامل بیماری‌زا، تسهیل جذب عناصر غذایی، تثبیت نیتروژن هوا، حل کردن فسفات و عناصر غذایی و تولید سیدروفور برای حلالیت آهن باعث تحریک رشد گیاهان می‌شوند (Banchio *et al.*, 2008). از جمله این ریزجانداران می‌توان به گونه‌های متعلق به جنس *Azotobacter*، *Sodomonas* (*Pseudomonas*)، *آزوسپیریوم* (*Azospirillum*) و *باسیلوس* (*Bacillus*) اشاره کرد (Tilak *et al.*, 2005). Naseri و همکاران (۲۰۱۷) اثرات باکتری *Sodomonas* را روی فعالیت‌های برخی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان و خصوصیات فیزیولوژیکی گندم در شرایط دیم بررسی نمودند و گزارش کردند که تلقیح با باکتری باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و سوپر اکسید دیسموتاز گردید. همچنین، نشان داده شد که باکتری *Sodomonas* موجب بهبود

صفات فیزیولوژیکی گردید. به طوری که بیشترین میزان شاخص کلروفیل و میزان کاروتنوئید، در تلقیح با باکتری *Sodomonas* مشاهده گردید. مطالعاتی در ارتباط با اثر باکتری‌های محرک رشد گیاه بر روی سبزی‌ها انجام شده است. باکتری‌های *Azotobacter* و *Azospirillum lipoferum* روی رشد گیاهچه‌های ریحان (*Ocimum sanctum* L.) اثر مثبت داشتند و سبب بهبود خصوصیات رشدی مثل ارتفاع بوته و تعداد برگ گیاه ریحان شدند (Abd El-Hadi et al., 2009).

با توجه به این که اسفناج یکی از سبزی‌های پرمصرف در سبذ غذایی خانوارها می‌باشد، جایگزینی کودهای شیمیایی توسط کودهای آلی و زیستی می‌تواند علاوه بر افزایش کیفیت این سبزی، خطرات ناشی از مصرف کودهای شیمیایی را نیز تا حدود زیادی کاهش دهد. هدف از انجام این پژوهش گلخانه‌ای، بررسی تأثیر کاربرد کودهای آلی و زیستی بر شاخص‌های رشد و محتوای عناصر غذایی گیاه اسفناج رقم ویروفلی بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در دو آزمایش مجزا صورت گرفت. آزمایش اول جهت تعیین بستر بهینه برای پرورش گیاهان اسفناج صورت گرفت و برای این منظور نسبت‌های حجمی ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصد از ورمی‌کمپوست، کمپوست مصرف‌شده قارچ به صورت شسته‌شده و شسته‌نشده و شاهد در پنج سطح و چهار تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد تا بهترین تیمار هر کدام از این فاکتورها به دست آید. جهت انجام این آزمایش بذر اسفناج (رقم ویروفلی) از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه گردید.

ورمی‌کمپوست از شرکت پارس گستران و کمپوست مصرف‌شده قارچ نیز از شرکت تولید قارچ سبلان خریداری شد. ابتدا بستر کشت پایه شامل دو قسمت خاک و یک قسمت ماسه تهیه شد. سپس نسبت‌های صفر، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصد حجمی ورمی‌کمپوست و پسماند کمپوست قارچ شسته‌شده و شسته‌نشده به بستر کشت پایه اضافه شد. برخی مشخصات فیزیکی و شیمیایی بسترهای کشت مورد استفاده در این آزمایش در جدول ۱ آورده شده است. کشت در گلدان‌های پنج کیلوگرمی انجام شد و در هر گلدان تعداد چهار عدد بذر که با باکتری‌های محرک رشد *Sodomonas* تیمار شده بودند کشت شد که پس از جوانه‌زنی تنک کرده تا دو تا از گیاهانی که از رشد کافی و مناسب برخوردار بودند باقی ماندند.

در طی مراحل رشد گیاهچه‌ها شاخص‌های رشد از جمله وزن تر برگ، ارتفاع بوته، شاخص سبزینه با دستگاه کلروفیل‌متر دستی مدل (CCM200) مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. سطح برگ توسط دستگاه Leaf area meter مدل (ΔT انگلستان) اندازه‌گیری شد. وزن خشک برگ، ریشه و وزن خشک کل گیاهان پس از خشک‌شدن در آون و در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت، با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ بر حسب گرم توزین شد.

آزمایش دوم به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در گلخانه دانشگاه محقق اردبیلی انجام شد. فاکتورهای آزمایشی شامل سطوح بهینه تعیین شده از هر یک از کودهای آلی ورمی‌کمپوست، کمپوست مصرف‌شده قارچ به صورت شسته‌شده و نشده در آزمایش اول و تلقیح بذر اسفناج رقم ویروفلی با سویه‌های مختلف *PI0*، *PI1*

اندازه‌گیری عناصر مورد نظر در مراحل بعد مورد استفاده قرار گرفتند. اندازه‌گیری نیتروژن با استفاده از دستگاه گرهارد (Gerhardt- آلمان) و به روش کجدال صورت گرفت (Bremner & Mulvaney, 1982). میزان پتاسیم و کلسیم در عصاره تهیه شده، به روش نورسنجی شعله با استفاده از دستگاه فلاپتومتر (ساخت کمپانی Jenway انگلستان) اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری فسفر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل ۶۷۰۵ ساخت کمپانی Jenway انگلستان) مطابق روش Nelsen و Sommers (۱۹۸۲) صورت گرفت.

برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم‌افزار آماری (SAS var (9.1) استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد انجام گردید.

و P19 از باکتری سودوموناس پوتیدا (*Pseudomonas putida*) و سویه‌های R69, R150 و R159 از باکتری سودوموناس فلورسنس (*Pseudomonas fluorescens*) بود که این باکتری‌های محرک رشد از مؤسسه تحقیقات آب و خاک کرج تهیه گردیدند. عملیات کاشت، داشت و برداشت در آزمایش دوم نیز همانند آزمایش اول انجام گرفت و اندازه‌گیری شاخص‌های رشد نیز همانند آزمایش اول بود. علاوه بر این، اندازه‌گیری محتوای عناصر غذایی در گیاهان نیز صورت گرفت.

جهت اندازه‌گیری عناصر برگ، نمونه‌های برگی تهیه شده از هر تیمار به مدت ۷۲ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند. سپس نمونه‌های خشک‌شده آسیاب شدند تا نمونه کاملاً یکنواخت به دست آید. نمونه‌های پودر شده جهت

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی کودهای آلی و خاک قبل از شروع آزمایش اول

خصوصیات	خاک	ورمی‌کمپوست	کمپوست قارچ شسته نشده	کمپوست قارچ شسته شده
کربن آلی (درصد)	۰/۰۶۴	۲/۳	۰/۸۴	۰/۶۵
نیتروژن (درصد)	۰/۰۱۶	۲۵/۶	۰/۳۵	۰/۲۵
فسفر (درصد)	۰/۰۷۰	۱/۱	۱/۵۲	۱/۱۹
پتاسیم (درصد)	۰/۰۶۰	۱/۲	۱/۲۸	۱/۰۱
آهن (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۴۸۰	۵۵۰/۰	۵۹۸	۵۱۰/۰۰
منگنز (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۱۰/۰۰	۳۰۰/۰	۳۲۰/۰۰	۲۹۰/۰۰
روی (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۳/۵۰۰	۲۵۰/۰	۳۸۰/۰۰	۲۸۵/۰۰
مس (میلی‌گرم در کیلوگرم)	۰/۸۲۰	۴۵/۰	۵۲/۰۰	۴۲/۰۰
اسیدیته	۷/۲۴۰	۷/۰	۷/۶۷	۷/۲۶

نتایج و بحث

مقایسه میانگین تأثیر پسماند کمپوست قارچ شسته شده و شسته نشده و ورمی‌کمپوست بر شاخص‌های رشد اسفناج در آزمایش اول نشان داد که بیشترین مقدار عملکرد و شاخص‌های رشد

رویشی به ترتیب در گیاهان پرورش یافته در بسترهای کاشت حاوی ۳۰ درصد ورمی‌کمپوست، ۱۰ و ۲۰ درصد کمپوست مصرف شده قارچ شسته شده و ۱۰ درصد کمپوست مصرف شده قارچ شسته نشده حاصل شد (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین تأثیر پسماند کمپوست قارچ شسته‌نشده، شسته‌شده و ورمی کمپوست بر شاخص‌های رشد اسفناج

ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	شاخص کلروفیل وزن تر برگ (گرم)	سطح برگ (سانتی‌متر مربع)	وزن خشک برگ (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)	وزن خشک کل (گرم)	تیمار
۲۳/۱۹ ^b	۴/۸۷ ^c	۳۲/۰۳ ^{abcde}	۱۸۴۴/۸ ^b	۱۰/۰ ^c	۰/۶۰ ^f	شاهد
۲۴/۷۷ ^a	۲۱/۹۴ ^a	۳۵/۸۹ ^{abcd}	۵۳۴۱/۹ ^a	۰/۱۷ ^{bc}	۲/۱۲ ^a	%۱۰
۲۶/۴۰ ^a	۱۸/۷۳ ^a	۳۴/۴ ^{abcd}	۵۰۶۸/۹ ^a	۰/۳ ^a	۲/۰۵ ^a	%۲۰
۲۶/۴۳ ^a	۱۸/۸۲ ^a	۳۶/۴۷ ^{abc}	۴۶۱۰/۳ ^a	۰/۱۹ ^{ab}	۲/۱۱ ^a	%۳۰
۲۵/۶۳ ^a	۲۲/۴۱ ^a	۴۰/۴۸ ^a	۵۱۵۶/۵ ^a	۰/۲۱ ^a	۲/۱۵ ^a	%۴۰
۲۴/۹۸ ^a	۱۹/۰۳ ^a	۳۸/۳۳ ^{ab}	۴۵۲۳/۱ ^a	۰/۱۸ ^b	۲/۰۰ ^a	%۵۰
۲۰/۸۳ ^b	۱۰/۶۱ ^b	۳۷/۴۳ ^{abc}	۲۸۷۵/۳ ^b	۰/۱۳ ^c	۱/۲۶ ^b	%۱۰
۱۹/۲۳ ^b	۷/۴۷ ^{bc}	۳۹/۳۱ ^a	۲۱۹۸/۷ ^b	۰/۱۳ ^{de}	۱/۱۶ ^{bc}	%۲۰
۱۹/۵۰ ^b	۵/۸۸ ^{bc}	۳۰/۲۹ ^{bcde}	۲۰۰۰/۹ ^b	۰/۱۳ ^e	۰/۷۳ ^e	%۳۰
۲۰/۱۳ ^b	۷/۰۷ ^{bc}	۳۴/۵۵ ^{abcd}	۲۲۰۷/۱ ^b	۰/۱۳ ^{de}	۱/۱۶ ^{bc}	%۴۰
۱۷/۹۳ ^b	۵/۱۱ ^c	۲۷/۵۳ ^{de}	۱۶۷۱/۴ ^b	۰/۱۴ ^{de}	۰/۷۸ ^e	%۵۰
۲۰/۱۳ ^b	۷/۱۴ ^{bc}	۳۲/۲۸ ^{abcde}	۲۱۰۰/۸ ^b	۰/۱۳ ^{de}	۱/۱۱ ^{bcd}	%۱۰
۱۷/۷۷ ^b	۷/۵۰ ^{bc}	۲۹/۲۰ ^{cde}	۱۵۵۲/۶ ^b	۱۵/۰ ^{cd}	۱/۲۱ ^{bc}	%۲۰
۲۰/۳۸ ^b	۸/۶۶ ^{bc}	۳۲/۶۶ ^{abcde}	۲۴۲۶/۱ ^b	۰/۱۳ ^e	۰/۹۶ ^{cde}	%۳۰
۱۸/۷۰ ^b	۵/۸۹ ^{bc}	۲۸/۸۷ ^{cde}	۱۸۲۷/۱ ^b	۰/۱۱ ^e	۰/۸۰ ^e	%۴۰
۱۸/۵۰ ^b	۶/۷۸ ^{bc}	۲۴/۸۹ ^e	۱۹۰۵/۸ ^b	۰/۱۱ ^e	۰/۷۹ ^e	%۵۰

پسماند کمپوست قارچ
شسته‌شده

پسماند کمپوست قارچ
شسته‌نشده

میانگین‌ها با حروف مشترک در هر ستون از لحاظ آماری در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری را بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) نشان نمی‌دهند.

جدول ۳- مقایسه میانگین تأثیر باکتری‌های محرک رشد بر شاخص‌های رشد اسفناج در بسترهای مختلف کاشت

وزن خشک کل (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)	وزن خشک برگ (گرم)	سطح برگ (سانتی مترمربع)	شاخص کلروفیل	وزن تر برگ (گرم)	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تیمار
۳/۱۸ ^a	۰/۹۰ ^{ab}	۲/۲۸ ^{ab}	۵۶۱ ^b	۳۰/۴۷ ^{def}	۲۰/۸۲ ^a	۲۹/۴۲ ^{bcd}	بدون تلقیح
۳/۵۵ ^{bc}	۱/۰۵ ^c	۲/۵ ^{bc}	۵۴۵ ^{ab}	۳۳/۲۰ ^{bcd}	۲۲/۷۰ ^{cd}	۳۰/۱۷ ^{abcd}	سودوموناس پوتیئا سویه P ₁
۳/۷۵ ^{bc}	۱/۱ ^c	۲/۶۵ ^{bc}	۵۳۴ ^{abcd}	۳۳/۶۵ ^{bcd}	۲۷/۹۵ ^c	۳۰/۹۵ ^{abc}	سودوموناس پوتیئا سویه P ₁₀
۵/۵۹ ^a	۱/۸۹ ^a	۳/۷ ^{ab}	۸۰۵۵ ^a	۳۶/۱۵ ^b	۴۲/۱۹ ^a	۳۱/۷۸ ^{ab}	سودوموناس پوتیئا سویه P ₁₉
۳/۹۳ ^b	۱/۲۲ ^{bc}	۲/۷ ^b	۵۹۷۱ ^b	۳۳/۸۰ ^{bcd}	۲۹/۸۱ ^b	۳۱/۰ ^{abc}	سودوموناس فلورسنس سویه R ₆₉
۶/۰۳ ^a	۱/۶۵ ^{ab}	۴/۳۷ ^a	۸۳۸۴ ^a	۴۳/۲۷ ^a	۴۹/۲۰ ^a	۳۳/۲۵ ^a	سودوموناس فلورسنس سویه R ₁₅₀
۴/۵۵ ^b	۱/۳۵ ^b	۳/۲ ^b	۶۸۴۷ ^b	۳۳/۹۵ ^{bc}	۳۷/۰۳ ^{ab}	۳۳/۴۴ ^{ab}	سودوموناس فلورسنس سویه R ₁₅₉
۱/۶۶ ^{gh}	۰/۵۵ ^e	۱/۰۶ ^{gh}	۱۸۸۰ ^e	۲۲/۲۸ ^{gh}	۷/۴۶ ^h	۲۰/۷۳ ^{ij}	بدون تلقیح
۱/۸۶ ^{gh}	۰/۶۷ ^{de}	۱/۱۹ ^{fgh}	۱۹۳۷ ^d	۲۴/۸۲ ^{gh}	۸/۱۵ ^{fg}	۲۲/۸۸ ⁱ	سودوموناس پوتیئا سویه P ₁
۱/۸۹ ^{gh}	۰/۷۵ ^d	۱/۲۹ ^{fgh}	۲۲۹۸ ^d	۲۵/۱۰ ^g	۸/۳۳ ^{efg}	۲۴/۵۰ ^{bcd}	سودوموناس پوتیئا سویه P ₁₀
۲/۱۵ ^{cde}	۰/۸۲ ^{cd}	۱/۳۳ ^{efg}	۲۴۵۴ ^{cd}	۲۶/۴۰ ^{fg}	۱۰/۴۸ ^{efg}	۲۴/۸۰ ^{bcd}	سودوموناس پوتیئا سویه P ₁₉
۲/۲۲ ^{cd}	۰/۹۱ ^c	۱/۳۱ ^{efg}	۲۳۷۱ ^{cd}	۲۵/۳۵ ^g	۸/۸۷ ^{fgh}	۲۴/۹۰ ^{bcd}	سودوموناس فلورسنس سویه R ₆₉
۳/۴۴ ^{cd}	۱/۰۵ ^c	۱/۳۹ ^{efg}	۲۹۹۶ ^{cd}	۲۶/۷۵ ^{fg}	۱۰/۹۵ ^{efg}	۲۵/۲۵ ^{bcd}	سودوموناس فلورسنس سویه R ₁₅₀
۲/۴۲ ^{cde}	۱/۱۱ ^c	۱/۳۱ ^{efg}	۲۴۲۵ ^{cd}	۲۶/۱۰ ^{fgh}	۹/۸۳ ^{efg}	۲۵/۱۵ ^{fghi}	سودوموناس فلورسنس سویه R ₁₅₉
۱/۸۹ ^{gh}	۰/۶۷ ^{de}	۱/۲۴ ^{fg}	۲۷۶۰ ^{de}	۲۷/۴۳ ^f	۱۰/۶۱ ^{efg}	۲۰/۸۳ ^j	بدون تلقیح
۲/۲۱ ^{cde}	۰/۸۶ ^{cd}	۱/۳۵ ^{efg}	۳۰۲۰ ^{cd}	۲۶/۷۵ ^{fg}	۱۱/۱۴ ^{efg}	۲۵/۶۰ ^{efghi}	سودوموناس پوتیئا سویه P ₁
۲/۴۴ ^{de}	۰/۹۵ ^c	۱/۴۹ ^{ef}	۳۱۸۶ ^{cd}	۲۸/۱۰ ^{ef}	۱۳/۲۸ ^e	۲۵/۴۰ ^{bcd}	سودوموناس پوتیئا سویه P ₁₀
۳/۲۶ ^{bc}	۱/۱۵ ^{bc}	۲/۱۱ ^{cd}	۳۲۸۰ ^{cd}	۳۰/۳۰ ^{def}	۱۱/۹۷ ^{efg}	۲۸/۵۰ ^{bcd}	سودوموناس پوتیئا سویه P ₁₉
۲/۸۲ ^{cd}	۱/۰۵ ^c	۱/۷۷ ^{de}	۳۳۵۵ ^{cd}	۲۸/۲۵ ^{efg}	۱۲/۱۵ ^{efg}	۲۷/۰۸ ^{defgh}	سودوموناس فلورسنس سویه R ₆₉
۳/۴۵ ^{cd}	۱/۳ ^{bc}	۱/۲۵ ^{bc}	۳۵۱۶ ^{bcd}	۳۱/۰۰ ^{cd}	۱۳/۵۷ ^e	۲۹/۲۵ ^{bcd}	سودوموناس فلورسنس سویه R ₁₅₀
۲/۶۲ ^{de}	۱/۱ ^c	۱/۵۲ ^{ef}	۳۲۷۷ ^{cd}	۲۹/۶۰ ^{ef}	۱۲/۹۴ ^{ef}	۲۷/۴۸ ^{cdefgh}	سودوموناس فلورسنس سویه R ₁₅₉

میانگین‌ها با حروف مشترک در هر ستون از لحاظ آماری در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری را بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) نشان نمی‌دهند.

تأثیر باکتری‌های محرک رشد بر شاخص‌های رشد اسفناج در بسترهای مختلف کاشت

مقایسه میانگین تأثیر پسماند کمپوست قارچ شسته‌شده، شسته‌نشده، ورمی‌کمپوست و باکتری‌های محرک رشد بر شاخص‌های رشد اسفناج در جدول ۲ نشان داده شده است. بر اساس این جدول، تیمارهای مختلف ورمی‌کمپوست، پسماند کمپوست قارچ شسته‌شده و شسته‌نشده و باکتری‌های محرک رشد بر شاخص‌های رشد مانند ارتفاع بوته، وزن تر برگ، شاخص سبزی‌نگی، سطح برگ، وزن خشک برگ، وزن خشک ریشه و وزن خشک کل گیاه اسفناج تأثیر معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد داشتند.

ارتفاع بوته

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که گیاهان حاصل از بذر تلقیح‌شده با باکتری سودموناس سویه R150 در بستر کاشت حاوی ۳۰ درصد از ورمی‌کمپوست بیشترین ارتفاع بوته (۳۳/۲۵ سانتی‌متر) را داشت که با بقیه تیمارها تفاوت معنی‌داری داشت و گیاهان حاصل در بسترهای کاشت حاوی ۱۰ درصد کمپوست قارچ شسته‌شده و نشده و بدون تلقیح کمترین ارتفاع گیاه را داشت که با بقیه تیمارها تفاوت معنی‌داری را نشان داد (جدول ۳).

Esmailpour و همکاران (۲۰۰۷) دریافتند که کاربرد ورمی‌کمپوست باعث افزایش معنی‌داری در ارتفاع گیاه خیار (*Cucumis sativus* L.) گردید که با یافته‌های این آزمایش مطابقت دارد. کاربرد ورمی‌کمپوست اثرات مثبتی بر رشد و نمو و ارتفاع گیاه ذرت‌شیرین (*Zea mays convar. saccharata*) داشته است (Lazcano et al., 2011) که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد.

شاخص کلروفیل

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که گیاهان حاصل از بذرهای تلقیح‌شده با باکتری سودموناس فلورسنس سویه R150 در بستر کاشت حاوی ۳۰ درصد ورمی‌کمپوست بیشترین میزان شاخص کلروفیل (۴۳/۲۷) را دارا بود که با بقیه تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت. گیاهان حاصل در بسترهای کاشت حاوی ۱۰ درصد کمپوست قارچ شسته‌نشده و بدون تلقیح، دارای کمترین میزان شاخص کلروفیل (۲۳/۲۸) بودند که با بقیه تیمارها اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۳).

این افزایش کلروفیل در گیاه به‌وسیله افزودن ورمی‌کمپوست می‌تواند به‌دلیل وجود عناصر غذایی موجود در ورمی‌کمپوست باشد که به‌طور مستقیم بر میزان کلروفیل گیاه تأثیر می‌گذارد. مطالعات Baset-Mia و همکاران (۲۰۱۰) افزایش میزان کلروفیل برگ در گیاهچه‌های موز (*Musa sapientum* L.) تلقیح‌شده با آزوسپیریوم در شرایط کشت درون شیشه‌ای را نشان داده است. به‌نظر می‌رسد تأثیر باکتری‌ها بر میزان کلروفیل به توانایی جذب عناصر موجود در ساختمان کلروفیل از جمله منیزیم توسط این میکروارگانیسم‌ها مربوط باشد.

سطح برگ

مقایسه میانگین داده‌های مربوط به این آزمایش نشان داد که بیشترین میزان سطح برگ (۸۳۸۴ سانتی‌مترمربع) مربوط به گیاهان کشت شده در تیمار ۳۰ درصد ورمی‌کمپوست همراه بود که توسط باکتری‌های سودموناس فلورسنس سویه R150 تلقیح‌شده بودند و با بقیه تیمارها تفاوت معنی‌داری داشتند. کمترین میزان سطح برگ (۲۱۸۸۰)

سودموناس فلورسنس سویه R150 تلقیح شده بودند که با همه تیمارها دارای اختلاف معنی داری بود و کمترین مقدار وزن خشک برگ (۱/۰۶ گرم) مربوط به تیمار شاهد بدون تلقیح پسماند کمپوست قارچ شسته نشده بود که نسبت به بقیه تیمارها تفاوت معنی داری نشان می داد (جدول ۳).

مقایسه میانگین داده‌های مربوط به این آزمایش نشان داد که بیشترین میزان وزن خشک ریشه (۱/۸۹ گرم) مربوط به گیاهان کشت شده در تیمار ۳۰ درصد ورمی کمپوست بود که توسط باکتری‌های سودموناس فلورسنس سویه P19 تلقیح شده بودند که با همه تیمارها دارای اختلاف معنی داری بودند و کمترین مقدار وزن خشک کل (۰/۵۵ گرم) مربوط به تیمار شاهد بدون تلقیح پسماند کمپوست قارچ شسته نشده بود که نسبت به بقیه تیمارها تفاوت معنی داری نشان می داد (جدول ۳).

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین میزان وزن خشک کل (۶/۰۲ گرم) مربوط به گیاهان کشت شده در بستر کاشت ۳۰ درصد ورمی کمپوست در گیاهان حاصل از بذره‌های تلقیح شده با باکتری سودموناس فلورسنس با سویه R150 تلقیح شده بودند که با همه تیمارها دارای اختلاف معنی داری بودند و کمترین مقدار وزن خشک کل (۱/۶۶ گرم) مربوط به تیمار شاهد بدون تلقیح پسماند کمپوست قارچ شسته نشده بود که نسبت به بقیه تیمارها تفاوت معنی داری نشان می داد (جدول ۳).

Bachman و Metzger (۲۰۰۷) با بررسی تأثیر بسترهای حاوی ورمی کمپوست بر رشد گیاهان گوجه‌فرنگی و فلفل (*Capsicum annuum* L.) نشان دادند که وزن خشک و تر اندام‌های هوایی و سطح برگ گیاهان پرورش یافته در بسترهای حاوی ورمی کمپوست تا ۴۰ درصد افزایش نشان داد.

سانتی متر مربع) مربوط به تیمار شاهد بود که نسبت به سایر تیمارها دارای اختلاف معنی داری بود (جدول ۳).

Singh و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی تأثیر ورمی کمپوست و کودهای کامل روی گوجه‌فرنگی دریافتند که کاربرد همزمان این دو کود ارتفاع گیاه، سطح برگ، وزن برگ، وزن میوه، عملکرد میوه، حجم میوه، عمر پس از برداشت و مواد جامد قابل حل میوه را افزایش داد که با نتایج این آزمایش همخوانی داشت. با توجه به مطالعات Baset-Mia و همکاران (۲۰۱۰) سطح برگ گیاهچه‌های موز در اثر تلقیح با آزوسپیریوم افزایش داشت. Gholami و همکاران (۲۰۰۹) افزایش سطح برگ ذرت (*Zea mays* L.) تلقیح شده با باکتری‌های آزوسپیریوم و سودموناس را گزارش کرده‌اند.

وزن تر برگ

مقایسه میانگین داده‌های مربوط به این آزمایش نشان داد که بیشترین میزان وزن تر برگ مربوط به گیاهان کشت شده در تیمار ۳۰ درصد ورمی کمپوست همراه بود که توسط باکتری‌های سودموناس فلورسنس سویه R150 (۴۹/۲ گرم) و سودموناس پوتیدا با سویه P19 (۴۲/۱۹ گرم) تلقیح شده بودند که با بقیه تیمارها دارای اختلاف معنی داری بودند و کمترین مقدار وزن تر برگ (۷/۴۶ گرم) مربوط به تیمار شاهد بود که اختلاف معنی داری نسبت به بقیه تیمارها نشان داد (جدول ۳).

وزن خشک برگ، ریشه و بوته

مقایسه میانگین داده‌های مربوط به این آزمایش نشان داد که بیشترین میزان وزن خشک برگ (۴/۳۷ گرم) مربوط به گیاهان کشت شده در تیمار ۳۰ درصد ورمی کمپوست بود که توسط باکتری‌های

سودوموناس فلورسنس سویه R150 تلقیح‌شده بودند که با بقیه تیمارها اختلاف معنی‌داری داشتند. کمترین میزان (۳/۰۲ درصد) این عنصر نیز در تیمار ۱۰ درصد کمپوست قارچ شسته‌نشده تلقیح‌شده با باکتری سودوموناس پوتیدا سویه P10 مشاهده شد که با همه تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۴).

Sepehri و همکاران (۲۰۱۵) بیان کردند که احتمالاً باکتری‌های محرک رشد با تولید برخی متابولیت‌ها از جمله محرک‌های رشد، نقش ویژه‌ای در بیان پروتئین‌های آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان ایفا می‌کنند. با توجه به نقش مهم آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز در حذف رادیکال‌های سمی در شرایط تنش‌های مختلف، با افزایش فعالیت این آنزیم‌ها در تیمارهای باکتری‌های محرک رشد، می‌تواند عاملی مؤثر در حذف گونه‌های فعال اکسیژن باشد. در همین راستا در مطالعات دیگری نیز نشان داده شد که باکتری سودوموناس، موجب افزایش سطح فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز و پراکسیداز و همچنین موجب کاهش پراکسید هیدروژن و مالون دی آلدئید گردید (Islam et al., 2014).

با توجه به نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، بیشترین میزان فسفر (۰/۱۵ درصد) مربوط به گیاهان کشت‌شده در تیمار ۳۰ درصد ورمی‌کمپوست بود که توسط باکتری‌های سودوموناس فلورسنس سویه R159 تلقیح‌شده بودند و با بقیه تیمارها تفاوت معنی‌داری داشت. کمترین میزان این عنصر نیز در تیمار ۱۰ درصد کمپوست مصرف‌شده قارچ شسته‌نشده و تلقیح‌نشده مشاهده شد که با سایر تیمارها از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۴).

Sainz و همکاران (۱۹۹۸) با مطالعه تأثیر افزایش ورمی‌کمپوست (صفر، ۱۰، ۵۰ و ۱۰۰ درصد) و کمپوست فاضلاب‌های شهری بر رشد، تغذیه گیاه شبدر (*Trifolium sp.*) و خیار نشان دادند که با افزایش مقادیر ورمی‌کمپوست به خاک وزن تر و خشک گیاهان شبدر و خیار افزایش معنی‌داری نشان دادند. Run-Hua و همکاران (۲۰۱۲) نیز گزارش کردند که با کاربرد کمپوست مصرف‌شده قارچ، وزن خشک گیاهچه‌های خیار و گوجه‌فرنگی در بسترهای کشت افزایش یافت. Sensoy و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که شش روز پس از تلقیح با باکتری *آزوسپریلوم برازیلینس* در خاک‌های غیراستریل وزن خشک شاخساره فلفل افزایش یافت که به دلیل تحریک اسیدی شدن ناحیه ریزوسفر ریشه بود. نتایج Abd El-Hadi و همکاران (۲۰۰۹) نشان داد کاربرد گونه *ازتوباکتر کروکوکوم* (*Azotobacter chroococum*) باکتری نژاد ۵ در خاک استریل تأثیر بیشتری روی پارامترهای رشدی به‌ویژه وزن خشک شاخساره داشت.

تأثیر باکتری‌های محرک رشد بر میزان عناصر برگ اسفناج در بسترهای مختلف کاشت

نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تأثیر باکتری‌های محرک رشد در بسترهای مختلف کاشت بر میزان عناصر پرمصرف از جمله نیتروژن، فسفر، کلسیم و پتاسیم در اسفناج در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۴).

با توجه به نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، بیشترین میزان نیتروژن (۶/۱۰ و ۵/۹۱ درصد) مربوط به گیاهان کشت‌شده در تیمار ۳۰ درصد ورمی‌کمپوست بود که به‌ترتیب توسط باکتری‌های سودوموناس فلورسنس P19 و باکتری‌های

با بقیه تیمارها دارای اختلاف معنی‌داری بود. Azarmi و همکاران (۲۰۰۸) با بررسی تأثیر مقادیر ۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست در شرایط مزرعه دریافتند که کاربرد ۱۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست رشد، عملکرد و کیفیت میوه گوجه‌فرنگی رقم سوپر بتا را در مقایسه با شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش داد. علاوه بر این محتوای عناصری از قبیل پتاسیم، فسفر، آهن و روی در بافت‌های گیاهی در مقایسه با شاهد را نیز افزایش داد که با نتایج به‌دست آمده از این آزمایش همخوانی داشت.

نتیجه‌گیری کلی

کاربرد ورمی‌کمپوست، پسماند کمپوست قارچ شسته‌نشده و پسماند کمپوست قارچ شسته‌شده و باکتری‌های محرک رشد گیاهی تأثیر مثبت و معنی‌داری بر شاخص‌های رشد و محتوای عناصر غذایی اسفناج داشت. بیشترین صفات اندازه‌گیری شده با کاربرد ۳۰ درصد ورمی‌کمپوست به‌دست آمد. در بین باکتری‌های محرک رشد گیاهی مختلف، *سودوموناس فلورسنس* سویه R150 تأثیر بیشتری روی صفات مورد بررسی داشت. بنا بر نتایج آزمایش کاربرد ۳۰ درصد ورمی‌کمپوست و تلقیح با باکتری *سودوموناس فلورسنس* سویه R150 بهبود شاخص‌های رشد و محتوای عناصر غذایی گیاه اسفناج توصیه می‌شود.

بر اساس نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، بیشترین مقدار کلسیم (۰/۸۲ و ۰/۷۵ درصد) اندازه‌گیری شده مربوط به گیاهان پرورش‌یافته در بسترهای حاوی تیمار ۳۰ درصد ورمی‌کمپوست بود که به‌ترتیب توسط باکتری‌های *سودوموناس فلورسنس* سویه‌های R69 یا R150 تلقیح‌شده بودند و کمترین میزان این عنصر در تیمار ۱۰ درصد کمپوست مصرف‌شده قارچ شسته‌نشده و تلقیح‌نشده بود مشاهده شد که با سایر تیمارها از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۴).

پژوهش‌ها نشان داده‌اند که کاربرد کمپوست مصرف‌شده قارچ در بستر کشت در افزایش جذب عنصر کلسیم توسط خیار مؤثر بوده است (Hua et al., 2012) که با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت دارد. در خاک‌های حاوی کمپوست مصرف‌شده قارچ آزادسازی یون‌های کلسیم، منیزیم، سولفات، گوگرد و پتاسیم صورت گرفته که از این رو می‌تواند عناصر مورد نیاز را در اختیار گیاه قرار داده و رشد بهتر آن را در این خاک‌ها فراهم سازد (Polat et al., 2009). با توجه به نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، گیاهان کشت‌شده در تیمار ۳۰ درصد ورمی‌کمپوست که توسط باکتری‌های *سودوموناس فلورسنس* سویه R150 تلقیح‌شده بودند دارای مقدار پتاسیم (۱۰/۳۳ درصد) بیشتری بودند که با بقیه تیمارها تفاوت معنی‌داری داشت. تیمار ۱۰ درصد کمپوست مصرف‌شده قارچ شسته‌نشده هم کمترین مقدار پتاسیم را دارا بود که

جدول ۴- مقایسه میانگین تأثیر باکتری‌های محرک رشد بر میزان عناصر اسفناج در بسترهای مختلف کاشت

پتاسیم (درصد)	کلسیم (درصد)	فسفر (درصد)	نیتروژن (درصد)	تیمار	
۷/۰۸ ^f	۰/۵۷ ^{hi}	۰/۰۸ ^{def}	۴/۲۰ ^{de}	بدون تلقیح	ورمی کمپوست
۸/۵۰ ^{cd}	۰/۶۶ ^{bcd}	۰/۱۱ ^{bc}	۵/۰۱ ^c	سودوموناس پوتیدا/ سویه P ₁	
۸/۵۵ ^{cd}	۰/۷۲ ^{ab}	۰/۱۰ ^c	۵/۳۵ ^{bc}	سودوموناس پوتیدا/ سویه P ₁₀	
۸/۹۲ ^{bc}	۰/۶۹ ^{abc}	۰/۱۲ ^b	۶/۱۰ ^a	سودوموناس پوتیدا/ سویه P ₁₉	
۸/۵۶ ^{cd}	۰/۸۲ ^a	۰/۱۴ ^{ab}	۵/۵۷ ^b	سودوموناس فلورسنس سویه R ₆₉	
۱۰/۳۳ ^a	۰/۷۵ ^a	۰/۱۴ ^{ab}	۵/۹۱ ^a	سودوموناس فلورسنس سویه R ₁₅₀	
۹/۱۰ ^b	۰/۶۸ ^{abc}	۰/۱۵ ^a	۵/۰۲ ^c	سودوموناس فلورسنس سویه R ₁₅₉	پسماند کمپوست قارچ شسته‌شده
۵/۰۶ ^{gh}	۰/۳۴ ^h	۰/۰۶ ^g	۳/۰۵ ^g	بدون تلقیح	
۵/۴۷ ^g	۰/۳۹ ⁱ	۰/۰۷ ^{ef}	۳/۲۴ ^{fgh}	سودوموناس پوتیدا/ سویه P ₁	
۷/۰۵ ^f	۰/۴۷ ⁱ	۰/۰۸ ^{def}	۳/۰۲ ^{fgh}	سودوموناس پوتیدا/ سویه P ₁₀	
۷/۱۰ ^f	۰/۵۳ ^{hi}	۰/۱۰ ^c	۴/۲۰ ^{de}	سودوموناس پوتیدا/ سویه P ₁₉	
۷/۲۶ ^f	۰/۵۵ ^{hi}	۰/۱۳ ^{ab}	۴/۰۵ ^{de}	سودوموناس فلورسنس سویه R ₆₉	
۸/۲۳ ^d	۰/۶۴ ^{cde}	۰/۱۲ ^b	۴/۷۰ ^{cd}	سودوموناس فلورسنس سویه R ₁₅₀	پسماند کمپوست قارچ شسته‌شده
۷/۷۰ ^c	۰/۶۱ ^{cdef}	۰/۱۱ ^{bc}	۴/۳۵ ^d	سودوموناس فلورسنس سویه R ₁₅₉	
۶/۱۸ ^f	۰/۴۹ ⁱ	۰/۰۷ ^{ef}	۳/۸۰ ^e	بدون تلقیح	
۷/۱۹ ^f	۰/۵۶ ^{fgh}	۰/۰۹ ^d	۴/۲۰ ^d	سودوموناس پوتیدا/ سویه P ₁	
۷/۳۲ ^d	۰/۵۹ ^{efgh}	۰/۱۱ ^{bc}	۴/۶۵ ^{cd}	سودوموناس پوتیدا/ سویه P ₁₀	
۸/۳۹ ^d	۰/۶۵ ^{abcd}	۰/۱۳ ^{ab}	۵/۰۲ ^c	سودوموناس پوتیدا/ سویه P ₁₉	
۸/۳۰ ^d	۰/۶۲ ^{bcd}	۰/۱۲ ^b	۴/۹۰ ^c	سودوموناس فلورسنس سویه R ₆₉	پسماند کمپوست قارچ شسته‌شده
۸/۴۴ ^d	۰/۷۱ ^{ab}	۰/۱۴ ^{ab}	۵/۰۸ ^c	سودوموناس فلورسنس سویه R ₁₅₀	
۸/۴۰ ^d	۰/۶۱ ^{abc}	۰/۱۲ ^b	۴/۵۶ ^e	سودوموناس فلورسنس سویه R ₁₅₉	

میانگین‌ها با حروف مشترک در هر ستون از لحاظ آماری در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری را بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) نشان نمی‌دهد.

References

- Abd El-Hadi, N. M., Abo El-Ala, H. K. & Abd El-Azim, W. M. (2009). Response of some mentha species to plant growth promoting bacteria (PGPB) isolated from soil rhizosphere. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 3(4), 4437-4448.
- Azarmi, R., Sharifi-Ziveh, P. & Satari, M. R. (2008). Effects of vermicompost on growth, yield and nutrition status of tomato (*Lycopersicum esculentum* Mili). *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 11(14), 1797-1802.
- Bachman, G. R. & Metzger, J. D. (2007). The use of vermicompost as a media amendment, growth of tomatoes. *Plant Nutrition*, 27(6), 1107-1123.
- Bachman, G. R. & Metzger, J. D. (2008). Growth of bedding plants in commercial potting substrate amended with vermicompost. *Bioresource Technology*, 99, 3155-3161.
- Banchio, E., Bogino, P. C., Zygadlo, J. & Giordano, W. (2008). Plant growth promoting rhizobacteria improve growth and essential oil yield in *Origanum majorana* L. *Biochemistry and Systematic Ecology*, 36, 766-771.
- Baset-Mia, M. A., Shamsuddin, Z. H., Wahab, Z. & Marziah, M. (2010). Effect of plant growth promoting rhizobacterial (PGPR) inoculation on growth and nitrogen incorporation of tissue-cultured musa plantlets under nitrogen-free hydroponics condition. *Australian Journal of Crop Science*, 4(2), 85-90.
- Bremner, J. M. & Mulvaney, C. (1982). Nitrogen total 1. In: A. L. Page (Ed.), *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties*. (pp. 595-624). American Society of Agronomy, Inc. Publisher Madison, Wisconsin USA.
- Citak, S. & Sonmez, S. (2010). Influence of organic and conventional growing conditions on the nutrient contents of white head cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*) during two successive seasons. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 58(3), 1788-1793.
- Darzi, M. T., Hajseyed-Hadi, M. R. & Rejali, F. (2011). Effects of vermicompost and phosphate biofertilizer application on yield and yield components in anise (*Pimpinella anisum* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 26(4), 452-465. (In Farsi)
- Esmailpour, B., Chamani, E., Shukuhian, A. L. & Asghari, A. (2007). The effect of vermicompost on growth and yield of cucumbers. *Final Report of Research Project*. University of Mohaghegh Ardabili. (In Farsi)
- Gholami, A., Shahsavani, S. & Nezarat, S. (2009). The effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on germination, seedling growth and yield of maize. *International Journal of Biological and Life Science*, 1(1), 35-40.
- Islam, F., Yasmeen, T., Ali, Q., Ali, S., Arif, M. S., Hussain, S. & Rizvi, H. (2014). Influence of *Pseudomonas aeruginosa* as PGPR on oxidative stress tolerance in wheat under Zn stress. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 104, 285-93.
- Lazcano, C., Revilla, P., Malvar, R. A. & Dominguez, J. (2011). Yield and fruit quality of four sweet corn hybrids (*Zea mays*) under conventional and integrated fertilization with vermicompost. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(7), 44-53.
- Naghavi Maremati, A., Bahmanyar, M., Pirdashti, H. & Salak Gilani, S. (2007). Effect of different rate and type of organic and chemical fertilizers on yield and yield

- components of different rice cultivars. Paper presented at the 10th Iranian Conference of Soil Science, Tehran, Iran. (In Farsi)
- Naseri, R., Barary, M., Zarea, M. J., Khavazi, K. & Tahmasebi, Z. (2017). Effect of phosphate solubilizing bacteria and mycorrhizal fungi on some activities of antioxidative enzymes, physiological characteristics of wheat under dry land conditions. *Iranian Journal of Dryland Agriculture*, 11, 1-33. (In Farsi)
 - Peyvast, G. H., Olfati, J. A., Madeni, S. & Forghani, A. (2008). Effects of vermicomposts on the growth and yields of Spinach (*Spinacia oleracea* L.). *Journal of Food Agriculture and Environment*, 6(1), 110-113.
 - Nelson, D. & Sommers, L. E. (1982). Total carbon, organic carbon, and organic matter 1. *Methods of soil analysis*. In: A. L. Page (Ed.), *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties*. (pp. 595-624). American Society of Agronomy, Inc. Publisher Madison, Wisconsin USA.
 - Polat, E., Brahim-Uzun, H., Topçuoglu B. B., Onal, K., Nacionus, A. & Karaca, M. (2009). Effects of spent mushroom compost on quality and productivity of cucumber (*Cucumis Sativus* L.) grown in greenhouses. *African Journal of Biotechnology*, 8(2), 176-180.
 - Rasouli-Sadaghiani, M. H., Moradi, N. & Hamzenejhad, H. (2016). The effect of type and ratio of vermicompost on selected growth indices and nutrients content of tomato at greenhouse conditions. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture Soilless Culture Research Center*, 6(4), 115-128. (In Farsi)
 - Run-Hua, Z., Zeng-Qiang, D. & Zhi-Guo, L. (2012). Use of spent mushroom substrate as growing media for tomato and cucumber Seedlings. *Pedosphere*, 22(3), 333-342.
 - Sainz, M. J., Taboada-Castro, M. T. & Vilarino, A. (1998). Growth, mineral nutrition and mycorrhizal colonization of red clover and cucumber plants grown in a soil amended with composted urban wastes. *Plant and Soil*, 205(1), 85-92.
 - Sensoy, S., Demir, S., Turkmen, O., Erdinc, C. & Burak-Savur, O. (2007). Responses of some different pepper (*Capsicum annum* L.) genotypes to inoculation with two different arbuscular mycorrhizal fungi. *Scientia Horticulturae*, 113(1), 92-95.
 - Sepehri, M., Jahandideh Mahjen Abadi, V., Asadi Rahmani, H. & Sadeghi Hosn, A. (2015). Influence of *Rhizobium leguminosarum* b.v. phaseoli bacteria on growth, activity of antioxidant enzymes and nutrient uptake of common bean (*Phaseolus vulgaris*) under salinity stress. *Journal of Soil Management and Sustainable Production*, 5(2), 165-180. (In Farsi)
 - Sheikhi, J., Ronaghi, A. & Mousavi, S. M. (2015). Influence of vermicompost and sodium chloride on growth of spinach and some chemical properties of post-harvest soil. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture Soilless Culture*, 5(4), 83-92. (In Farsi)
 - Singh, B. K., Pathak, k., Boopathi, T. & Deka, B. C. (2010). Vermicompost and NPK fertilizer effects on morpho-physiological traits of plants, yield and quality of tomato fruits. *Hortscience*, 73, 77-86.
 - Tilak, K. V. B. R., Ranganayaki, N., Pal, K. K., Saxena, A. K., Shekhar-Nautiyal, C., Shilpi-Mittal, A. K. & Johri, B. (2005). Diversity of plant growth and soil health supporting bacteria. *Current Science*, 89, 136-150.