نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴، ص. ۱۹۵-۱۸۵
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 2, Summer 2015, P. 185-195
ISSN: 2008 - 4730

تأثیر کودهای آلی و زیستی بر رشد و عملکرد گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum* Mill.) و کلونیزاسیون باکتری‌ها در خاک

حسن مکاریان[1*] - حسن شهقلی[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۸/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۱/۳۰

چکیده

به منظور بررسی تاثیر کودهای آلی و زیستی بر رشد و عملکرد گیاه گوجه‌فرنگی، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهرود در سال ۱۳۹۰ انجام شد. تیمارها شامل کودهای آلی در ۳ سطح (ورمی‌کمپوست ۱۷۰۰ کیلوگرم در هکتار، کودگاوی ۳۳۵۰ کیلوگرم در هکتار و شاهد) و کودهای زیستی در ۴ سطح (ازتوباکتر کروکوکوم، سودوموناس پوتیدا، سودوموناس فلورسنس و شاهد) بودند. مایه تلقیح برای هریک از باکتری‌ها ۳ لیتر در هکتار بود. نتایج نشان داد که اثر متقابل کاربرد ورمی‌کمپوست و سودوموناس فلورسنس باعث افزایش معنی‌دار جمعیت باکتری‌ها نسبت به شاهد گردید. کاربرد ورمی‌کمپوست به‌ترتیب باعث افزایش ۲۸/۵ و ۴/۷ درصدی وزن خشک ساقه و ارتفاع ساقه اصلی نسبت به شاهد گردید. ورمی‌کمپوست و کودگاوی به‌ترتیب تعداد میوه را ۲۹/۲ و ۱۹ درصد و عملکرد میوه را ۱۵ و ۱۰ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. کاربرد ازتوباکتر کروکوکوم وزن خشک ساقه، ارتفاع ساقه و عملکرد گوجه‌فرنگی را به‌ترتیب ۳۲/۱۴، ۷/۲۳ و ۲۱/۲ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. اثر متقابل تیمارها بر صفت قطر ساقه، وزن خشک برگ و تعداد میوه در بوته معنی‌دار بود. به‌طوری‌که بیشترین مقادیر صفات فوق در ترکیب ورمی‌کمپوست با کودهای زیستی حاصل شد. با توجه به نتایج این آزمایش، به‌کارگیری کودهای آلی و زیستی می‌تواند از طریق اثرات هم‌افزایی باعث افزایش معنی‌دار رشد و عملکرد گوجه‌فرنگی شده و جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی در تولید ارگانیک گوجه‌فرنگی باشد.

واژه‌های کلیدی: ازتوباکتر کروکوکوم، سودوموناس، کود گاوی، ورمی‌کمپوست

مقدمه

در دهه‌های اخیر مصرف نهاده‌های شیمیایی در اراضی کشاورزی منجر به معضلات زیست محیطی عدیده‌ای از جمله آلودگی منابع آب، اُفت کیفیت محصولات کشاورزی و کاهش میزان حاصلخیزی خاک شده است (۳۱). از این‌رو تاکید سیستم‌های آینده کشاورزی بر مبنای کاهش در مصرف انرژی، نهاده‌ها و مدیریت مناسب آب و خاک و منابع بیولوژیکی و حفظ محیط زیست به منظور دستیابی به عملکرد مطلوب و پایدار است (۱۲). گوجه‌فرنگی گیاهی چندساله از خانواده بادنجانیان[3] و منبع مهمی از ترکیبات آنتی اکسیدانی، لیکوپن و پلی فنول ها می‌باشد (۲۲). این گیاه یکی از سبزی‌های مهم به شمار می‌رود که به لحاظ داشتن ویتامین‌های ای و ث و مواد غذایی مختلف، سرانه مصرف آن در ایران رو به افزایش است (۱۱).

گوجه‌فرنگی به خاک حاصلخیز و عناصر غذایی مناسب و متعادل نیاز فراوان دارد. از این‌رو در تامین نیازهای غذایی این گیاه، استفاده از کودهای آلی مانند ورمی‌کمپوست و کود دامی و همچنین کودهای زیستی نقش مهمی در کاهش استفاده از مواد شیمیایی و تولید ارگانیک این محصول خواهد داشت. زیرا ورمی‌کمپوست یک منبع غنی از عناصر ماکرو، میکرو، ویتامین‌ها، آنزیم ها و هورمون‌های محرک رشد گیاه است، از این رو استفاده از آن در کشاورزی پایدار علاوه بر افزایش جمعیت میکروارگانیسم‌های مفید خاک، سبب افزایش رشد گیاهان از جمله سبزی‌های میوه‌ای (مانند گوجه‌فرنگی) می گردد (۲۸). برهمین اساس گزارش شده که مصرف ورمی‌کمپوست باعث افزایش کمیت و کیفیت اسانس، عملکرد اسانس و عملکرد بیولوژیک ریحان شده است (۲). هم‌چنین، گزارش شده است که کاربرد ورمی‌کمپوست در گیاه گوجه‌فرنگی باعث افزایش معنی‌دار عملکرد و محتوای کربوهیدرات میوه آن می شود (۱۰). در سورگوم نیز کاربرد این کود آلی منجر به افزایش وزن خشک ریشه و اندام های هوایی آن شده است (۲۶). عزیزی و همکاران(۴) در بررسی تاثیر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بر بابونه آلمانی نشان دادند، که

۱و۲- استادیار و دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهرود
(*-نویسنده مسئول: Email:h.makarian@yahoo.com)

3-*Solanaceae*

افزایش سطوح ورمی‌کمپوست باعث بهبود معنی دار ارتفاع بوته، گلدهی زودتر، عملکرد گل، طول نهنج و قطر نهنج می‌گردد. همچنین استفاده از ورمی‌کمپوست در کشت گیاه دارویی مرزه سبب افزایش معنی دار در ارتفاع بوته، درصد برگ، ارتفاع و گل آذین این گیاه شد (۳۰). از زمان‌های گذشته، مصرف کودهای دامی در فعالیت‌های کشاورزی جایگاه خاصی داشته و امروزه نیز می تواند نقش موثر خود را در قالب کشاورزی پایدار ایفا نماید (۷). بخش اعظم اثرات مطلوب ناشی از کودهای دامی، به دلیل تامین تدریجی نیتروژن در سرتاسر فصل رشد است که به صورت نیترات در اثر تجزیه اوره، ترکیبات آمینی و پروتئین حیوانی و گیاهی آزاد می‌شود (۳۳). در همین راستا کاربرد مداوم کود گاوی به مدت ۵ سال در یک مزرعه با حاصلخیزی پایین در مقایسه با کاربرد کود معدنی نیتروژنه، باعث بهبود نیتروژن خاک و افزایش عرضه فسفر و عملکرد ذرت شد (۲۴). خندان (۲۱) نیز گزارش کرد که کود گاوی نسبت به کودهای شیمیایی تاثیر بیشتری در افزایش عملکرد دانه و ماده خشک اسفرزه داشت.

استفاده از باکتری‌ها به عنوان کود زیستی باعث افزایش کارایی کودهای نیتروژن و در نتیجه بهبود رشد گیاهان زراعی می‌شود. در بین باکتری‌های گرم منفی خاک، سودوموناس فراوان‌ترین جنس موجود در ریزوسفر بوده و افزایش رشد و عملکرد گیاهان در اثر فعالیت آن در مطالعات متعدد گزارش شده است (۳۶). تحقیقات مختلف نشان داده است که کاربرد باکتری های محرک رشد از طریق تولید تنظیم کننده های رشد گیاه و اثر بر رشد ریشه و افزایش جذب آب و مواد غذایی از خاک، سبب افزایش رشد و عملکرد گیاهان زراعی می شود (۵ و ۱۳). در همین راستا در پژوهشی کاربرد کود زیستی سودوموناس باعث افزایش معنی‌دار عملکرد کمی و کیفی گیاه اسفرزه شد (۲۰). در ارزیابی اثر کاربرد هم‌زمان کودهای بیولوژیک و شیمیایی بر صفات مورفولوژیک جو گزارش شد که کاربرد باکتری آزوسپیریلوم بر صفات عملکرد دانه، قطر ساقه و ارتفاع گیاه اثر معنی‌دار نشان داده است و همچنین کاربرد باکتری سودوموناس نیز عملکرد دانه و ارتفاع گیاه را بطور معنی‌داری افزایش داد. بر اساس نتایج همین آزمایش کاربرد آزوسپیریلیوم در کنار کود نیتروژن باعث افزایش عملکرد دانه وکاهش ۵۰ درصدی مصرف نیتروژن گردید. با توجه به کاربرد روز افزون سموم و بخصوص کودهای شیمیایی در بوم نظام‌های کشاورزی و نیز تاثیر این سموم بر سلامت انسان‌ها و اکوسیستم‌های کشاورزی، انجام پژوهش‌های گسترده در زمینه استفاده از منابع کودی غیر شیمیایی ضروری به نظر می رسد. بنابراین این آزمایش با هدف بررسی تاثیر بکارگیری کودهای آلی و زیستی بر برخی صفات رشدی و عملکرد گوجه‌فرنگی در شرایط مزرعه انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهرود در تابستان سال ۱۳۹۰ اجرا شد. شهرستان شاهرود در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۵۷ دقیقه شمالی از نصف‌النهار گرینویچ واقع شده است و میانگین ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۴۹/۱ متر است. عوامل مورد بررسی در آزمایش شامل کودهای آلی در ۳ سطح (ورمی‌کمپوست، کودگاوی و شاهد) و کودهای زیستی در ۴ سطح (ازتوباکتر کروکوکوم[1]، سودوموناس پوتیدا[2]، سودوموناس فلورسنس[3] و شاهد) بودند. مطابق دستورالعمل شرکت سازنده، مقدار ۳ لیتر مایه تلقیح در هکتار برای هر یک از باکتری‌های محرک رشد مورد استفاده قرار گرفت. کودهای زیستی از شرکت فرآورده های زیستی زنجان تهیه شدند. برای کاربرد تیمارها ابتدا قطعه زمینی که به مدت ۵ سال بدون سابقه کاربرد کود شیمیایی، آلی، زیستی و آفت کش بود، انتخاب شد، که تناوب دو سال قبل آن گندم و آیش بود. عملیات خاک‌ورزی در قطعه زمین مورد نظر شامل گاوآهن در پاییز سال قبل و دیسک و لولر در بهار سال ۱۳۹۰ انجام شد. پس از قطعه‌بندی زمین مورد آزمایش و پیاده کردن نقشه محل کرت‌های طرح، برای کنترل علف‌های هرز طبق عرف محل از علف کش علف‌کش متری‌بیوزین با نام عمومی سنکور، به میزان یک کیلوگرم در هکتار (ماده موثره متری بیوزین تجاری با درجه خلوص ۷۰ درصد پودروتابل) به‌صورت پیش کاشت با استفاده از سمپاش پشتی مدل ماتابی پلاس با نازل تی جت و حجم آب مصرفی ۳۰۰ لیتر در هکتار استفاده شد. کودهای آلی شامل کود گاوی به میزان ۳۳۵۰ کیلوگرم در هکتار و ورمی‌کمپوست به مقدار ۱۷۰۰ کیلوگرم در هکتار بلافاصله قبل از نشاءکاری در محل خطوط تعیین شده برای کاشت نشاء گوجه‌فرنگی تا عمق ۱۰ سانتی‌متری با خاک مخلوط شد. لازم به ذکر است که کود دامی و ورمی‌کمپوست به‌صورت نوار-هایی به عرض ۳۰ سانتی‌متر و طول ۶ متر فقط در محل کاشت نشاء های گوجه‌فرنگی مصرف شد. گوجه‌فرنگی مورد ستفاده رقم پتوپراید ۲ (PS) بود که بذر ضدعفونی شده آن از شرکت سبز گستر شاهرود تهیه شد و در خزانه برای تهیه نشاء کشت شد. پس از رسیدن نشاء ها به مرحله ۶ برگی آنها را از خزانه خارج کرده و برای نشاءکاری به کرت‌های اصلی منتقل شد. کرت‌های آزمایش هر کدام شامل چهار ردیف کاشت به عرض ۷۵ سانتی متر و طول شش متر بود. فاصله بین بوته‌ها بر روی ردیف ۲۵ سانتی‌متر، فاصله بین کرت‌ها ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بین تکرارها سه متر در نظر گرفته شد. هم‌زمان با نشاءکاری، ریشه گوجه‌فرنگی در محلول حاوی باکتری قرار داده شد و سپس نشاء تلقیح شده کشت شد.

1- *Azotobacter chrococcum*
2- *Pseudomonas putida*
3- *Pseudomonas fluorescens*

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی ورمی‌کمپوست، کود گاوی و خاک محل آزمایش

Table 1- Physical and chemical characteristics of vermicompost, cow manure and the soil of experimental location.

نوع کود Type of fertilizer	ماده آلی Organic matter (%)	کربن آلی Organic carbon (%)	نسبت کربن به نیتروژن C/N Ratio	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	فسفر Phosphorus ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم Potassium ($mg.kg^{-1}$)	نیتروژن Nitrogen ($mg.kg^{-1}$)
	میزان قابل جذب Absorbable amount							
ورمی‌کمپوست Vermicompost	36	22.2	11.7	7.65	11	3.5	2.33	1.9
کود گاوی Cow manure	18	10.6	7.8	8.02	4.47	2.5	2.44	1.36
خاک مزرعه Soil	12	5.9	-	8.05	7.34	0.4	2.22	1.05

بلافاصله بعد کاشت نشاء، اولین آبیاری نیز انجام شد و آبیاری های بعدی طبق عرف محل به فاصله هفت روز یکبار تا پایان فصل رشد ادامه پیدا کرد. در این آزمایش از کودهای شیمیایی در طول فصل رشد استفاده نشد. برای تعیین جمعیت باکتری‌ها تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده، در انتهای فصل رشد گوجه‌فرنگی، نمونه خاک از محیط رایزوسفر گیاه از عمق صفر تا ۱۵ سانتی‌متری خاک توسط یک مته به قطر ۳ سانتی‌متر تهیه شد و سپس در آزمایشگاه با استفاده از روش CFU[1] جمعیت باکتری‌ها مورد بررسی قرار گرفت (۱). در این روش از محیط کشت غذایی آگار[2] استفاده شد. به نحوی که براساس دستورالعمل کشت باکتری‌ها، محیط کشت نوترینت آگار تهیه شده و استریل گردید. سپس ۱۰ گرم خاک از نمونه خاک تهیه شده از تیمارهای مختلف انتخاب و با استفاده از سری های رقیق سازی، غلظت های متفاوتی از محلول خاک تهیه شد و کشت باکتری‌ها روی محیط استریل انجام گردید (۳۴). سپس به مدت ۴۸ ساعت، هر ۱۲ساعت یکبار تعداد واحدهای تشکیل دهنده کلونی شمارش شد. صفات مختلف گوجه‌فرنگی از قبیل ارتفاع و قطر ساقه، وزن خشک ساقه و برگ، تعداد شاخه فرعی، تعداد میوه و عملکرد کل میوه در انتهای فصل رشد اندازه گیری شد. داده‌های حاصل از اندازه‌گیری صفات مختلف در این آزمایش با نرم افزار MSTAT-C مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و مقایسه میانگین داده ها بر اساس آزمون LSD انجام شد، ترسیم شکل‌ها با نرم افزار Excel صورت گرفت.

نتایج و بحث

کلونیزاسیون باکتری‌ها

بر اساس نتایج تجزیه واریانس تیمارهای کود آلی و کود زیستی در سطح یک درصد تاثیر معنی‌داری بر تعداد کلنی باکتری‌ها داشتند. اثر متقابل بین تیمارهای مورد استفاده بر صفت تعداد کلونی باکتری‌ها نیز در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول۲). در بررسی اثرات متقابل تیمارها بر جمعیت باکتری‌ها، بیشترین تاثیر مربوط به کاربرد ورمی‌کمپوست به همراه سودوموناس فلورسنس و کمترین اثر مربوط به تیمار شاهد بود (شکل ۱). کاربرد ورمی‌کمپوست در سطوح مختلف کود زیستی افزایش معنی دار جمعیت باکتری را نسبت به کاربرد کود گاوی و شاهد نشان داد. همین طور کاربرد کودگاوی در سطوح مختلف کود زیستی نیز سبب افزایش معنی‌دار جمعیت باکتری‌ها نسبت به تیمارهای کاربرد کود زیستی به تنهایی گردید (شکل ۱). به عبارتی کاربرد کودهای آلی ورمی‌کمپوست و کودگاوی سبب افزایش معنی دار جمعیت باکتری نسبت به عدم کاربرد این کودها گردید. در پژوهشی بر روی باکتری‌های خاک‌زی، بیشترین تعداد باکتری مربوط به خاک لومی شنی در سطوح بالای مواد آلی مشاهده شد. هم‌چنین گزارش شد که مواد آلی بر تعداد باکتری‌های خاک‌زی تاثیر دارند (۳۵). در بین کودهای زیستی مختلف، جمعیت ازتوباکتر کروکوکوم کاهش معنی‌داری نسبت به سودوموناس فلورسنس و سودوموناس پوتیدا نشان داد. با توجه به اینکه قبل از کشت جهت کنترل علف‌های هرز سمپاشی با علف‌کش متری‌بیوزین صورت گرفت، احتمالا حساسیت ازتوباکترکروکوکوم به علفکش، کاهش جمعیت این باکتری را به همراه داشت. میلوسویک و گاوداریکا (۲۵) در تحقیقی که روی اثرات علف‌کش بر ویژگی‌های میکروبی خاک انجام دادند، بیان داشتند که تعداد باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن به طور قابل ملاحظه ای ۷ الی ۱۴ روز پس از سمپاشی کاهش یافتند. در همین راستا هانگ و همکاران (۱۴) بیان کردند که پس از مصرف علف‌کش به مرور زمان از جمعیت باکتری‌ها به عنوان گونه ای از تجزیه کنندگان علف‌کش در خاک کاسته می شود و این روند کاهشی تا

1- Colony forming unit
2 - Nutrient agar

زمانی که شرایط برای تجزیه علف‌کش مهیا نشود، ادامه دارد. با توجه به نتایج آزمایش، به نظر می رسد ورمی‌کمپوست بستر بهتری را برای رشد باکتری‌ها فراهم کرده است. به عبارتی ورمی‌کمپوست با دارا بودن سطح ویژه بالا توانسته است بخش اعظم متری‌بیوزین را جذب کرده و لذا باکتری از ابتدا با دز ضعیف علفکش مواجه بوده و با گذشت زمان توانسته خود را با شرایط وفق دهد، بنابراین باکتری در این تیمار رشد و تکثیر بهتری نسبت به سایر تیمارها داشته است. درحالیکه در تیمار شاهد فاقد کود آلی، این امکان وجود دارد که متری بیوزین در محلول خاک باعث ایجاد تنش و سمیت برای باکتری‌ها شده و چون شرایط لازم برای رشد و تکثیر آنها به میزان لازم فراهم نبوده است، در نتیجه جمعیت آنها در تیمار شاهد و کودهای زیستی به تنهایی نسبت به تیمارهای دارای کود آلی کمتر شده است. با توجه به نتایج بدست آمده به نظر می رسد یکی از مشکلات اصلی در استفاده از کودهای زیستی در تولید گوجه‌فرنگی، تضاد آن با علفکش ها می باشد که البته بر اساس نتایج این آزمایش کاربرد کودهای زیستی در کنارکودهای آلی می تواند تا حدودی این معضل را کاهش دهد.

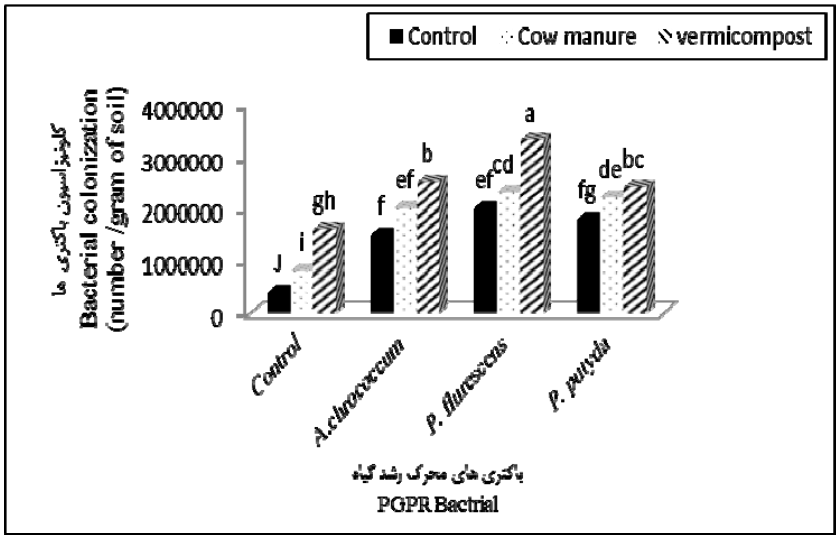
جدول ۲ – نتایج آنالیز واریانس تعداد کلونی باکتری تحت تاثیر تیمارهای آزمایش

Table 2- Results of analysis variance of bacterial colonization number as affected by experimental treatments.

منابع تغییر Source of variance	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares تعداد کلونی Coloni number
تکرار Replication	2	0.002^{ns}
کودهای آلی Organic Fertilizers	2	3.101**
کودهای زیستی Bio-fertilizers	3	3.317**
کودهای آلی×کودهای زیستی Organic Fertilizers × Bio-fertilizers	6	0.083**
ضریب تغییرات٪ CV (%)		7.22

** و ns بترتیب نشان دهنده معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد و غیر معنی دار.

** and ns are significant at $p \leq 0.01$ and not significant, respectively.



شکل۱– اثرات متقابل کودهای آلی و باکتری های محرک رشد بر کلونیزاسیون باکتری ها

Figure 1- The interaction effects of organic and bio-fertilizers on bacterial colonization.

صفات رشدی گوجه‌فرنگی

نتایج نشان داد که کودهای آلی و زیستی تاثیر معنی‌داری بر صفات وزن خشک ساقه، ارتفاع ساقه، قطر ساقه اصلی و وزن خشک برگ داشتند (جدول ۳)، درحالی‌که تعداد شاخه فرعی تحت تاثیر تیمارها واقع نشد. هم‌چنین اثرات متقابل کودهای آلی و زیستی تنها بر قطر ساقه اصلی و وزن خشک برگ در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). براساس نتایج مقایسه میانگین، در بین کودهای آلی، تیمار ورمی‌کمپوست بیشترین تاثیر را نسبت به شاهد بر وزن خشک و ارتفاع ساقه اصلی نشان داد (جدول۴). به‌طوری‌که کاربرد ورمی‌کمپوست به‌ترتیب باعث افزایش ۲۸/۵ و ۴/۷ درصدی وزن خشک ساقه و ارتفاع ساقه اصلی نسبت به شاهدگردید. کمری شاهملکی و همکاران (۱۷) افزایش ارتفاع گوجه‌فرنگی را در اثر کاربرد کود آلی اسید هیومیک گزارش کردند. عزیزی و همکاران (۴) اظهار داشتند که کاربرد ورمی‌کمپوست باعث بهبود معنی دار صفات ارتفاع بوته و عملکرد گل بابونه آلمانی گردید. همچنین، استفاده از ورمی‌کمپوست در کشت گیاه دارویی مرزه افزایش معنی‌داری در وزن خشک و ارتفاع بوته، تعداد برگ، ارتفاع گل آذین این گیاه ایجاد کرد (۳۰). شارما و همکاران (۳۱) گزارش کردند که میزان نیتروژن، کلسیم، منیزیم، پتاسیم در ورمی‌کمپوست به ترتیب ۵، ۱۴، ۳ و ۱۱ برابر خاک زراعی است. از طرفی، از آن‌جا که ورمی‌کمپوست مواد غذایی را به فرم قابل جذب در اختیار گیاه قرار می‌دهد، بنابراین جذب مواد غذایی در گیاه افزایش می‌یابد (۳۲). به نظر می‌رسد افزایش عرضه عناصر غذایی مختلف و تسهیل جذب آن توسط ورمی‌کمپوست، دلیل افزایش صفات رشدی گیاه گوجه‌فرنگی تحت تاثیر این کود آلی باشد.

مقایسه میانگین اثر کودهای زیستی بر صفات رشدی گوجه‌فرنگی نشان داد که در بین کودهای زیستی، ازتوباکترکروکوکوم سبب افزایش معنی‌دار وزن خشک ساقه و ارتفاع ساقه نسبت به سایر تیمارها گردید (جدول ۵). به‌طوری‌که کاربرد ازتوباکتر کروکوکوم وزن خشک ساقه و ارتفاع ساقه را به ترتیب ۳۲/۱۴، ۷/۲۳ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. بین تیمار سودوموناس فلورسنس و سودوموناس پوتیدا از نظر تاثیر بر صفات مذکور تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. اما دو تیمار ذکر شده نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری در صفات مورد مطالعه گوجه‌فرنگی ایجاد کردند. بررسی اثرات تلقیح باکتری ازتوباکترکروکوکوم و نیز استفاده از مقادیر مختلف کود دامی روی عملکرد گیاه ذرت نشان داد که ارتفاع ، وزن خشک و عملکرد دانه ذرت در اثر تلقیح با باکتری ازتوباکتر به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش نشان داد (۱۲). کود بیولوژیک ازتوباکتر یکی از بهترین و مؤثرترین کودهای بیولوژیک تأمین کننده نیازهای طبیعی گیاهان زراعی، سبزی و صیفی و درختان میوه است.

جدول ۳ – تجزیه واریانس صفات مورد بررسی درگیاه گوجه‌فرنگی تحت تاثیرکودهای آلی و زیستی

Table 3- ANOVA of tomato traits as affected by organic and bio fertilizers.

منابع تغییر Source of variance	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean square								
		عملکرد میوه Fruit yield	وزن میوه رسیده Ripe fruit weight	وزن میوه نارس Unripe fruit weight	تعداد میوه Fruit number	وزن خشک برگ Leaf dry weight	تعداد شاخه فرعی Number of lateral branch	وزن خشک ساقه Stem dry weight	قطر ساقه اصلی Main stem diameter	ارتفاع ساقه اصلی Main stem height
تکرار Replication	2	0.703^{ns}	0.002^{ns}	0.68^{ns}	10.36^{ns}	0.017^{ns}	0.111ns	0.001^{ns}	3.268^{ns}	1.694^{ns}
کودهای آلی Organic Fertilizers	2	10.6^{**}	1.67^{**}	4.46^{**}	93.52^{**}	0.15^{**}	0.861ns	0.019^{**}	210.282^{**}	19.527^{**}
کودهای زیستی Bio-fertilizers	3	4.01^{**}	0.23^{**}	2.32^{*}	5.21^{ns}	0.042^{**}	0.481ns	0.014^{**}	65.959^{**}	23.509^{**}
کودهای آلی×کودهای زیستی Organic Fertilizers × Bio-fertilizers	6	1.91^{ns}	0.08^{ns}	1.63^{ns}	19.93^{*}	0.014^{**}	0.231^{ns}	0.0007^{ns}	14.974^{**}	3.898^{ns}
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		26.40	13.31	18.42	11.91	9.31	16.51	10.29	8.3	2.719

*، ** و ns بترتیب نشان دهنده معنی داری در سطح احتمال یک و پنج درصد و غیر معنی دار.

*, ** and ns are significant at p≤ 0.01 and p≤ 0.05 and not significant, respectively.

جدول٤- نتایج مقایسه میانگین برخی صفات رشدی و عملکرد گیاه گوجه‌فرنگی تحت تاثیرکودهای آلی

Table 4- Results of mean comparisons of some vegetative growth parameters and yield of tomato as affected by organic fertilizers

تیمارها Treatments	عملکرد میوه Fruit yield (kg/m^2)	میوه رسیده Ripe fruit (kg/m^2)	میوه های نارس Unripe fruit (kg/m^2)	تعداد میوه در بوته Fruit number per plant	وزن خشک ساقه Stem dry weight (kg/m^2)	ارتفاع ساقه اصلی Main stem height (cm)
شاهد Control	10b	4.5c	5.5c	18.83b	1.2b	52.16b
کود گاوی Cow manure	11a	5b	6a	22.41a	1.3b	52.58b
ورمی‌کمپوست Vermicompost	11.5a	6a	5.8b	24.33a	1.6a	54.58a

در هر ستون میانگین هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد دارای اختلاف معنی داری نمی باشد.

*The numbers in each column that have a same letter don't have significant difference in 5% level based on LSD test.

جدول٥- مقایسه میانگین برخی صفات رشدی و عملکرد گیاه گوجه‌فرنگی تحت تاثیرکودهای زیستی

Table 5- Results of mean comparisons of some vegetative growth parameters and yield of tomato as affected by bio fertilizers.

تیمارها Treatments	عملکرد میوه Fruit yield (kg/m^2)	میوه رسیده Ripe fruit (kg/m^2)	میوه های نارس Unripe fruit (kg/m^2)	وزن خشک ساقه Stem dry weight (kg/m^2)	ارتفاع ساقه اصلی Main stem height (cm)
شاهد Control	9.9c	5.4b	4.5b	1.2b	51.77b
ازتوباکترکروکوکوم *A. chrococcum*	12a	6.8a	5.2a	1.6a	55.44a
سودوموناس فلوروسنس *P. fluorescens*	10.8bc	6b	4.6b	1.3b	53b
سودوموناس پوتیدا *P. putyda,*	11.2ab	6.5a	4.9a	13b	52b

در هر ستون میانگین هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد دارای اختلاف معنی داری نمی باشد.

*The numbers in each column that have a same letter don't have significant difference in 5% level based on LSD test.

این کود با تثبیت نیتروژن هوا و در انتقال آن به سیستم رشد گیاه، موجب ایجاد تعادل در جذب مواد اصلی مورد نیاز گیاه می شود و با ترشح هورمون رشد اکسین، رشد و توسعه ریشه و قسمت های هوایی گیاه را افزایش داده و در نتیجه موجب افزایش میزان محصول در واحد سطح می شود (۲۹). بنابراین، افزایش ارتفاع و قطر ساقه اصلی تحت تاثیر این کود بیولوژیک به دور از ذهن نمی‌باشد.

نتایج مقایسه میانگین حاصل از اثرات متقابل تیمارها نشان داد که بیشترین افزایش قطر ساقه مربوط به تیمار ورمی‌کمپوست + ازتو باکترکروکوکوم بود، هرچند این تیمار با تیمارهای ورمی‌کمپوست + سودوموناس پوتیدا و ورمی‌کمپوست + سودوموناس فلورسنس تفاوت معنی‌داری از نظر تاثیر براین صفت نشان نداد (شکل ۲). همچنین تیمار کود دامی + ازتوباکتر و تیمار کود دامی+ سودوموناس پوتیدا نیز افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد در قطر ساقه ایجاد کرد، که با نتایج محفوظ و شرف الدین (۲۳) و انور و همکاران (۲)، مطابقت دارد.

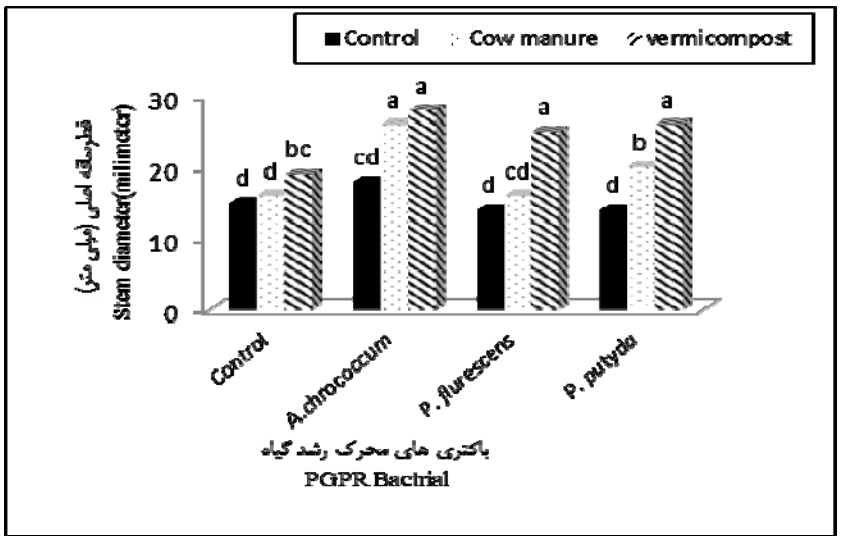
بررسی اثرات متقابل تیمارها بر وزن خشک برگ گوجه‌فرنگی نشان داد که کاربرد سودوموناس فلورسنس + ورمی‌کمپوست بیشترین وزن خشک برگ را تولید کرد که نسبت به سایر تیمارها افزایش معنی‌داری داشت (شکل ۳). همچنین کمترین وزن خشک برگ نیز مربوط به تیمار شاهد عدم کاربرد کود زیستی و کود آلی بود. لازم به ذکر است که تیمار مذکور با تیمارهای کاربرد کود زیستی سودوموناس پوتیدا و سودوموناس فلورسنس در یک گروه آماری قرار داشت. می توان چنین استنباط نمود که کودهای آلی بخصوص ورمی‌کمپوست حاوی عناصر ماکرو، میکرو، ویتامین‌ها، آنزیم‌ها و هورمون‌های محرک رشد گیاه است و از طرف دیگر کودهای زیستی در فراهمی مواد غذایی از قبیل نیتروژن، فسفر و... نقش داشته و سبب رشد زیاد و سریع گیاهان از جمله سبزی‌های میوه‌ای (گوجه‌فرنگی) می‌گردد.

همچنین سودوموناس ها و ازتوباکتر از باکتری‌هایی هستند که به‌طور معمول در خاک و ریزوسفر دیده می شوند. تلقیح بذور گیاهان با این باکتری‌ها سبب افزایش رشد گیاهان و یا کاهش جمعیت میکروارگانیسم های مضر در آزمایشات گلخانه‌ای و مزرعه‌ای شده است (۶).

نتایج این آزمایش نشان داد که کودهای آلی و زیستی در حضور علف‌کش متری‌بیوزین، بطور معنی‌داری بر رشد گوجه‌فرنگی تاثیر مثبت دارد. بنابراین به نظر می رسد افزودن ورمی‌کمپوست به خاک نه تنها فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را افزایش داده است بلکه با بهبود شرایط فیزیکی و فرآیندهای حیاتی خاک، ضمن ایجاد یک بستر مناسب برای رشد و تکثیر باکتری‌ها (شکل ۱)، موجبات افزایش رشد اندام هوایی و وزن خشک برگ و در نهایت عملکرد گوجه‌فرنگی را فراهم آورده است.

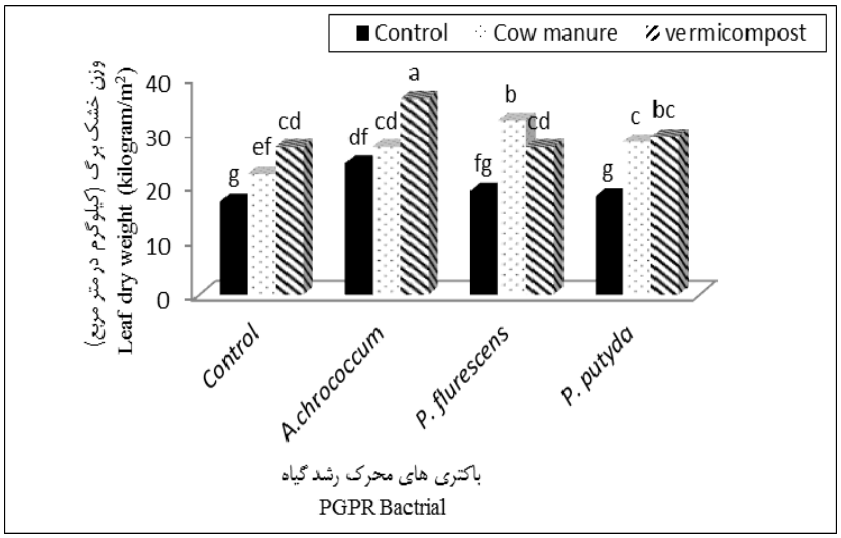
عملکرد گوجه‌فرنگی

نتایج نشان داد که کودهای آلی و زیستی تاثیر معنی‌داری بر وزن میوه نارس، وزن میوه رسیده و عملکرد کل میوه داشتند (جدول ۳). همچنین کودهای آلی تاثیر معنی‌داری در سطح یک درصد بر تعداد میوه داشت اما این صفت تحت تاثیر کودهای زیستی قرار نگرفت.



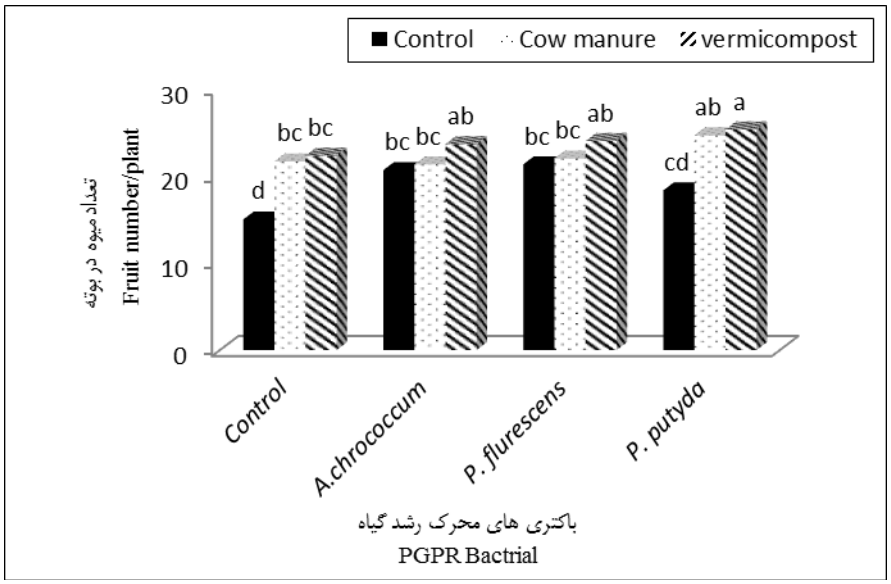
شکل ۲- اثرات متقابل کودهای آلی و باکتری های محرک رشد بر قطر ساقه اصلی گوجه‌فرنگی

Figure 2- The interaction effects of organic and bio-fertilizers on stem diameter



شکل۳- اثرات متقابل کودهای آلی و باکتری های محرک رشد بر وزن خشک برگ

Figure 3- The interaction effects of organic and bio-fertilizers on leaf dry weight



شکل ٤- اثرات متقابل کودهای آلی و باکتری های محرک رشد بر تعداد میوه گوجه فرنگی

Figure 4- The interaction effects of organic and bio-fertilizers on Fruit number

اثرات متقابل کودهای زیستی و آلی نیز تاثیر معنی‌داری در سطح پنج درصد بر تعداد میوه نشان داد. اما سایر صفات عملکردی گوجه‌فرنگی تحت تاثیر اثرات متقابل تیمارها واقع نشدند. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کاربرد ورمی‌کمپوست و کود گاوی به‌ترتیب تعداد میوه در بوته را ۲۹/۲ و ۱۹ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (جدول۴). البته بین دو نوع کود آلی از نظر تاثیر بر صفت تعداد میوه تفاوت معنی داری مشاهده نشد. براساس نتایج مقایسه میانگین، کودهای آلی ورمی‌کمپوست و گاوی عملکرد کل میوه (شامل نارس و رسیده) را به‌ترتیب ۱۵ و ۱۰ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. اما بین دو کود آلی، تفاوت معنی‌داری در عملکرد میوه مشاهده نشد (جدول۴). این به این معنی است که مقدار مصرف شده ورمی‌کمپوست و کود گاوی در این آزمایش به میزان مشابهی توانستند بر عملکرد تاثیر گذار باشند، لذا در استفاده از این کودها باید هزینه ها نیز مد نظر قرار گیرد. مقایسه میانگین اثر کودهای زیستی بر عملکرد نشان داد (جدول ۵) که بیشترین عملکرد با ۲۱/۲ درصد افزایش نسبت به شاهد مربوط به ازتوباکتر کروکوکوم بود درحالی‌که سودوموناس پوتیدا با افزایش ۱۳/۱ درصدی عملکرد نسبت به شاهد در مرتبه بعدی از نظر تولید عملکرد قرار گرفت. همچنین کود زیستی سودوموناس فلورسنس تنها ۹ درصد عملکرد را نسبت به شاهد افزایش داد که با تیمار سودوموناس پوتیدا دریک گروه آماری قرار گرفت (جدول ۵). مقایسه میانگین اثر متقابل کودهای زیستی و آلی بر تعداد میوه نشان داد که کاربرد ورمی‌کمپوست + کودهای زیستی بیشترین تعداد میوه را به همراه داشت (شکل ۴). از طرفی کمترین تعداد میوه مربوط به شاهد بدون کاربرد کود زیستی و آلی بود.

کراسو و همکاران (۱۸) گزارش کردند که کاربرد سطوح مختلف ورمی‌کمپوست باعث افزایش معنی‌دار عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شد. هم‌چنین در مطالعه‌ای گلخانه‌ای گزارش شد که با افزایش نسبت ورمی‌کمپوست به خاک گلدان از ۱:۵ به ۱:۱ عملکرد و کیفت میوه گیاه گوجه‌فرنگی از۳۶۰ گرم به ۶۰۴ گرم در بوته افزایش نشان داد (۱۰). استفاده از ورمی‌کمپوست باعث افزایش تولید گل در جعفری می‌شود با توجه به این‌که ورمی‌کمپوست قادر است میزان فسفر قابل دسترس گیاه را افزایش دهد، لذا افزایش فسفر منجر به افزایش اندام زایشی و در نتیجه افزایش عملکرد می‌شود (۳). بنابراین به نظر می‌رسد، افزایش تعداد میوه گوجه‌فرنگی تحت تاثیر ورمی‌کمپوست، به افزایش فسفر قابل دسترس گیاه و به‌طور کلی به بهبود وضعیت رشدی گیاه مربوط باشد که در افزایش تعداد گل تاثیر مستقیم دارد.

جیابال و همکاران (۱۶) در تحقیقات خود بیان کردند که کاربرد مقدار مناسب ورمی‌کمپوست در مقایسه با کود آلی معادل ۱۰ درصد جذب بیشتر نیتروژن توسط گیاه برنج را باعث می‌شود. کاربرد باکتری ازتوباکتر باعث افزایش ۱۶ درصدی عملکرد ذرت شد (۱۵). همچنین براساس گزارش کیماک و همکاران (۱۹) تلقیح گیاه با باکتری‌های محرک رشد سبب افزایش شاخص‌هایی مانند سرعت جوانه زنی، رشد ریشه، میزان تولید در واحد سطح، کنترل عوامل بیماری‌زا، سطح برگ، محتوای کلروفیل، مقاومت به خشکی، وزن ریشه و اندام هوایی و فعالیت میکروبی شد. گزارش شده است که باکتری ازتوباکتر کروکوکوم از طریق تولید هورمون‌های گیاهی از قبیل اکسین، سیتوکنین و هم‌چنین افزایش تثبیت نیتروژن، فسفر قابل دسترس و تولید ترکیبات ضد میکروبی می‌توانند با افزایش رشد ریشه سبب

افزایش جذب آب و عناصر غذایی شده و در نهایت بر رشد و عملکرد گیاه تاثیر بگذارند (۸ و ۹). نورقلی پور و همکاران (۲۷) گزارش کردند که، حضور توام باکتری و کودهای آلی در خاک، باعث افزایش مواد آلی خاک و در نتیجه بهبود ظرفیت تبادل عناصر غذایی خاک، بهبود ظرفیت نگهداری آب، بهبود دانه بندی خاک و افزایش ظرفیت تامپونی خاک در برابر تغییر اسیدیته، شوری، حشره کش ها، آفت‌کش‌ها و عناصر سنگین می شود. نتایج ما نیز حاکی از تاثیر مثبت کاربرد توام باکتری‌ها با کودهای آلی بود که تاثیر آن را در افزایش معنی‌دار جمعیت باکتری‌ها حتی در شرایط کاربرد علفکش در شکل ۱ مشاهده شد. بنابراین برایند تاثیر بر جمعیت باکتری‌ها را در افزایش تعداد میوه و عملکرد میوه گوجه‌فرنگی می‌توان دید.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که کاربرد کودهای آلی و زیستی باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع و وزن خشک ساقه، وزن خشک برگ، تعداد و عملکرد میوه گوجه‌فرنگی گردید. به‌طوری‌که کاربرد ورمی‌کمپوست به‌ترتیب باعث افزایش ۲۸/۵ و ۴/۷ درصدی وزن خشک ساقه و ارتفاع ساقه اصلی نسبت به شاهد گردید. ورمی‌کمپوست و کودگاوی به‌ترتیب تعداد میوه را ۲۹/۲ و ۱۹ درصد و عملکرد میوه را به‌ترتیب ۱۵ و ۱۰ درصد نسبت به شاهد افزایش دادند. هم‌چنین کاربرد توام کود زیستی و آلی افزایش معنی‌دار قطر ساقه، وزن خشک برگ و تعداد میوه را به همراه داشت. کاربرد توام ورمی‌کمپوست × ازتوباکتر کروکوکوم به‌ترتیب سبب افزایش ۵۳ و ۴۶ درصدی وزن خشک برگ و قطر ساقه اصلی نسبت به تیمار شاهد گردید. اما در صفت تعداد میوه، بیشترین تاثیر در بین تیمارها مربوط به تیمار ورمی‌کمپوست × سودوموناس پوتیدا بود، که باعث افزایش ۴۶ درصدی صفت تعداد میوه نسبت به تیمار شاهد گردید. بنابراین، به نظر می‌رسد می‌توان از این منابع غذایی غیر شیمیایی در تولید و افزایش عملکرد گوجه‌فرنگی به جای استفاده از کودهای شیمیایی بهره برد. بعلاوه نتایج حاکی از این بود که کاربرد توام کودهای آلی (ورمی‌کمپوست و کود گاوی) با کودهای زیستی زمینه مساعدی را برای رشد و تکثیر باکتری‌های محرک رشد حتی در شرایطی که علف‌کش در خاک استفاده شده باشد، فراهم می کند. به نظر می‌رسد اثرات هم افزایی کودهای آلی و شیمیایی از طریق افزایش ظرفیت تبادل عناصر غذایی خاک، بهبود ظرفیت نگهداری آب و نیز بهبود دانه‌بندی خاک و فرآیندهای حیاتی خاک، ضمن ایجاد یک بستر مناسب برای رشد و تکثیر باکتری‌ها در افزایش رشد و تشکیل تعداد میوه بیشتر گوجه‌فرنگی دخیل باشد. به‌طورکلی با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش استفاده از کودهای آلی و زیستی ضمن این‌که می‌تواند جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی رایج در تولید ارگانیک گوجه‌فرنگی باشد، در بهبود عملکرد گوجه‌فرنگی مفید بوده و همچنین نقش به‌سزایی در سلامت اکوسیستم خاک ایفا می‌کند.

منابع

1- Aleem A., Isar J., and Malik A. 2003. Impact of long-term application of industrial wastewater on the emergence of resistance traits in *Azotobacter chrococcum* isolated from rhizospheric soil. Bioresource Technology, 86: 7 – 13.

2- Anwar M., Patra D.D., Chand S., Alpesh K., Naqvi A.A., and Khanuja S.P.S. 2005. Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, nutrient accumulation, and oil quality of French basil. Communications in Soil Science and Plant. Analysis, 36: 1737-1746.

3- Atiyeh R.M., Subler S., Edwards C.A., and Metzger J. 1999. Growth of tomato plants in horticultural potting media amended with vermicompost. Journal of Pedology Biofuel, 43(6): 724-728.

4- Azizi M., Rezvani F., Hassanzadeh M., Lkzyan A., and Nemati H. 2008. Effect of different levels of vermicompost and irrigation on morphological characteristics and essential oil of German chamomile (*Matricaria recutita*) cultivars. Goral Journal - Medicinal and Aromatic Plants Research of Iran, 24: 82-93. (in Persian with English abstract).

5- Bashan Y., and de-Bashan L.E. 2005. Bacteria/plant growth-promotion. In: Hillel, D. (Ed.), Encyclopedia of Soils in the Environment. Elsevier, Oxford, pp. 103–115.

6- Burd G.I., Dixon D.G., and Glick B.R. 2000. Plant growth promoting rhizobacteria that decrease heavy metal toxicity in plants. Canadian Journal of Microbiology, 33: 237-245.

7- Burton C. H., and Turner C. 2003. Manure management: treatment. Strategies for sustainable agriculture. Editions Quae.

8- Cakmakci R., Kantar F., and Sahin F. 2001. Effect of N2-fixing bacterial inoculations on yield of sugar beet and barley. Journal of Plant Nutrients. Soil Science, 164: 527–531.

9- Ehteshami S. M. R., Amine deldar Z., Shahidi komeleh A., and khavazi k. 2010. Effect of different bacterial strains on yield and yield components of rice *Pseudomons fluorescents*. Eleventh Congress of Iranian Crop. Shahid Beheshti University of Tehran. Page 3991-3988. (in Persian)

10- Federico A.G., Miceli J.S., Borraz J., Adolfo Montes Molina C., Nafate M., Abud-Archila M., Llaven A., Rinco´n-Rosales R., and Dendooven L. 2007. Vermicompost as a soil supplement to improve growth, yield and fruit quality

of tomato (*Lycopersicum esculentum*). Bioresource Technology, 98: 2781–2786.
11- Golchin A., and Aflaki A. 2004. Effects of salinity and sodium adsorption ratio of nutrient solution on tomato yield some quality parameters. The Ninth Congress of Soil Science, Tehran, Soil Conservation and Watershed Management Research Center, http://www.civilica.com /Paper-SSCI09-SSCI09_011.html. (in Persian with English abstract).
12- Hajilo M., Abasdokht H., Amryan M.R., and Gholami A. 2010. The properties of biofertilizers on growth yield and yield components of corn in agricultural ecosystem. The first national conference on sustainable agriculture and healthy product, of the Center for Agricultural Research of natural resources, http://www.civilica.com/Paper-SACP01-SACP01_125.html. (in Persian with English abstract).
13- Hassan-Abadi H., Ardakani M., Rejali F., Paknzhad F., and Eftekhari A. 2010. Concurrent use of biological and chemical fertilizers on the morphological characteristics of the atmosphere. Proceedings of the first national conference on sustainable agriculture and healthy product, Agriculture and Natural Resources Research Center, Isfahan, Iran. (in Persian with English abstract).
14- Huang y., El-Gamry A.M., and Xu J.M. 2001. Assessment of two sulfonylurea herbicides on soil microbial biomass N and N-mineralization. Egyptian Journal of Soil Science, 41: 187-203.
15- Hussain A., Arshad M., Hussain A., and Hussain F. 1987. Response of maize (*Zea mays*) to Azotobacter inoculation under fertilized and unterilized conditions. Biology and Fertility of Soils, 4:73-77.
16- Jeyabal A., Kuppuswamy G., and Lakshmanan A R. 1992. Effect of seed coating in yield attributes and yield of soybean (*Glycine max* L.). Journal of Agronomy and Crop Science,169:145-150.
17- Kamari Shahmaleki S., Peyvast Gh., and Ghasemnezhad M. 2013. Effect of humic acid on growth and yield of tomato cv. Isabela. Journal of Horticultural Science, 26: 358-363. (In Persian with English abstract)
18- Karasu A. O. M., Bayram G., and Turgut I. 2009. The effect nitrogen levels on forage yield and some attributes some hybrid corn (*Zea mays* indentata Sturt.) cultivars sown as second crop for silage corn. African Journal of Agricultural Research, 4: 166-177.
19- Kaymak H.A., Guvenc I., Yarali F., and Denmez M.F. 2009. The effects of bio-priming with PGPR on germination of radish (*Raphanus sativus* L.) seeds under saline conditions. Turkish Journal of Agriculture, 33: 173-179.
20- Khalil M.Y. 2006. How-far would *Planta goafra* L. respond to bio and organic manures amendments. Research Journal of Biological Science, 2: 12-21.
21- Khandan A. 2004. Effect of organic and chemical fertilizers on soil chemical and physical characterizes and *Plantago psyllium* medicinal plant. M.Sc. thesis in soil science. Ferdowsi University of Mashhad. (in Persian)
22- Lai A., Santangelo E., Soressi G.P., and Fantoni R. 2007. Analysis of the main secondary metabolites produced in tomato (*Lycopersicon esculentum* , Mill.) epicarp tissue during fruit ripening using fluorescence techniques. Postharvest Biology and Technology. 43: 355- 342.
23- Mahfouz S. A., and Sharaf-Eldin M. A. 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Int. Agrophysics, 21: 361-366.
24- Mao J., Olk D.C., Fang X., He Z., and Schmidt-Rohr K. 2008. Influence of animal manure application on the chemical structures of soil organic matter as investigated by advanced solid-state NMR and FT-IR spectroscopy. Geoderma, 146: 353–362.
25- Milosevic N., and Govedarica M. 2002. Effect of herbicids on microbiological properties of soil, zb. Matice Srpske za prirodne nauke, Novi Sad, 102: 05–21.
26- Nicole D., Cavender R.M., and Knee M. 2003. Vermicompost stimulates mycorrhizal colonization of roots of Sorghum bicolor at the expense of plant growth. Journal of Pedobiologia, 47: 85-89.
27- Nurgholy Pur F., Smavat S. and Tehrani M. 2010. Combined application of organic fertilizers and sustainable agricultural systems. A full paper in proceeding of the 1st Iranian Fertilizer Challenges Congress: Half a Century of the Fertilizer Consumption. Olympic Hotel, Tehran, Iran.
28- Prabha M.L., Jayraaj I.A., Jayraaj R., and Rao D.S. 2007. Effective of vermicompost on growth parameters of selected vegetable and medicinal plants. Asian Journal of microbiology, biotechnology and environmental Sciences, 9: 321-326.
29- Rai S. N., and Gaur A.C. 1988. Characterization of *Azotobacter spp*. and effect of *Azotobacter* and *Azospirillumas* inoculant on the yield and N-Uptake of wheat crop. Plant and Soil, 109:131-134.
30- Rezvani Moghaddam B., Bkhshayy S. Ghafouri A. and Khrmdl S. 2009. Quantitative characterization of biological fertilizers and vermicompost on Savory herb, medicinal plants of Iran Industry Development Conference, pp. 223, Tehran. (in Persian with English abstract).
31- Sharma A.K. 2002. Biofertilizers for Sustainable Agriculture. Agrobios, India. pp. 407.
32- Sreenivas C., Muralidhar S. and Rao M.S. 2000. Vermicompost, a viable component of IPNSS in nitrogen nutrition of ridge gourd" Journal of Annual Agricultural Research, 21: pp108.
33- Taleghani D., Sadeghzadeh S., Noushad H., Dehghan shoar M.T., Tohidlo G.H. and Hamdi F. 2006. Effects of different manuring levels on some quantity and quality factors of sugar beet in wheat-sugar beet rotation. Journal of Sugar beet. 22: 67-78. (in Persian with English abstract).

34- Toyota K., and Kuninaga S. 2006. Comparison of soil microbial community between soils amended with or without farmyard manure. Applied Soil Ecology. 33:39-48.
35- Uhlirova E., and Santruckova H. 2003. Growth rate of bacteria is affected by soil texture and extraction procedure. Soil Biology & Biochemistry, 35: 217-224.
36- Van Elsas J.D., and Van Overbeek L.S. 1993. Starvation in Bacteria (ed. S. Kjelleberg), Plenum Press, New York.