نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۴، ص. ۲۳۱-۲۱۶
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 29, No. 2, Summer 2015, P. 216-231
ISSN: 2008 - 4730

تأثیر منابع تغذیه‌ای مختلف بر خصوصیات کمی و کیفی گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum* Mill.) در یک نظام زراعی اکولوژیک

محمد بهزاد امیری[۱*]- علیرضا کوچکی[۲]- مهدی نصیری‌محلاتی[۳]- محسن جهان[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۰/۱۵

چکیده

به‌منظور بررسی اثر کودهای مختلف بر خصوصیات کمی و کیفی گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum* Mill.)، آزمایشی در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. کود مرغی (صفر و ۲۰ تن در هکتار) و ۵ نوع کود مختلف (شامل: کودهای بیولوژیک نیتروکسین (A) (دارای باکتری‌های *Azotobacter* sp. و *Azospirillum* sp.) و باکتری‌های حل‌کنندهٔ فسفات (B) (دارای باکتری‌های *Bacillus* sp. و *Pseudomonas* sp.)، A+B، مخلوط کود شیمیایی نیتروژن و فسفر و شاهد (عدم‌استفاده از کود) به ترتیب به عنوان فاکتور اصلی و فرعی مدنظر قرار گرفتند. نتایج آزمایش حاکی از آن بود که کاربرد کود مرغی موجب افزایش ۱۵ درصدی عملکرد کل نسبت به عدم‌کاربرد کود مرغی شد. باتوجه به نتایج آزمایش بیشترین و کمترین مقدار ویتامین‌ث به‌ترتیب در تیمارهای کود بیولوژیک نیتروکسین (۱۱/۴۴ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم نمونه) و کود شیمیایی (۷/۴۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم نمونه) مشاهده شد. تمامی کودهای بیولوژیک و شیمیایی مورد استفاده در آزمایش میزان لیکوپن را نسبت به شاهد افزایش دادند، به‌طوری که بیشترین میزان لیکوپن در کود بیولوژیک بیوفسفر (۲/۳۸ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم نمونه) بدست آمد. نتایج آزمایش بیانگر آن بود که وزن میوه در بوته در چین اول به مقدار قابل‌توجهی (۶۱ درصد) بیشتر از چین دوم بود.

واژه‌های کلیدی: بیوفسفر، عملکرد، لیکوپن، نیتروکسین، ویتامین‌ث

مقدمه

کشاورزی اکولوژیک یک سیستم کشاورزی تلفیقی مبتنی بر اصول و قوانین طبیعی می‌باشد که در آن کیفیت محصولات مهم‌تر از کمیت آن‌ها است. نظام‌های کشاورزی اکولوژیک و کم‌نهاده می‌توانند به‌عنوان جایگزینی مناسب برای سیستم‌های رایج در نظر گرفته شده و باعث پایداری نظام‌های تولید و حفظ سلامت محیط‌زیست گردند (۴ و ۴۵). در کشاورزی اکولوژیک به‌جای استفاده از نهاده‌های خارجی نظیر کودها و آفت‌کش‌های شیمیایی، از تناوب‌زراعی با گیاهان تثبیت‌کننده نیتروژن، بقایای گیاهی، کودهای دامی، کودهای آلی، کودهای بیولوژیک و کنترل بیولوژیک آفات استفاده می‌شود، تا ضمن ذخیره موادغذایی در خاک، علف‌های هرز و آفات کنترل شده و تنوع زیستی در مزارع افزایش یابد (۲۵).

کاربرد روز افزون کودهای شیمیایی باعث بروز خسارات جبران‌ناپذیر زیست‌محیطی شده است. معایب کودهای شیمیایی و هزینه بالای تولید آن‌ها باعث توجه به استفاده از کودهای آلی و دامی گردیده است. بدون‌تردید کاربرد کودهای آلی و دامی علاوه بر اثرات مثبتی که بر کلیهٔ خصوصیات خاک دارد، از جنبه‌های اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی نیز مثمرثمر واقع شده و می‌تواند به‌عنوان جایگزینی مناسب و مطلوب برای کودهای شیمیایی باشد (۵). امروزه استفاده از انواع کودهای آلی و دامی به خصوص در خاک‌های فقیر از عناصرغذایی، ضرورتی اجتناب‌ناپذیر برای حفظ کیفیت خاک است (۵۴). یکی از راهکارهای کاهش مصرف کودهای شیمیایی و افزایش کیفیت محصولات زراعی استفاده از مواد آلی است (۱۰ و ۱۳). میرزایی‌تالارپشتی و همکاران (۴۱) اثر کودهای آلی را بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک و تولید محصول و مادهٔ خشک گوجه‌فرنگی بررسی و گزارش کردند که میزان مادهٔ خشک و اندام‌های هوایی گیاه در اثر مصرف کودهای آلی و شیمیایی در مقایسه با تیمار شاهد افزایش یافت، به‌طوری‌که بیشترین میزان ماده‌ی خشک به‌ترتیب در تیمارهای ورمی‌کمپوست و کود شیمیایی به‌دست آمد. در پژوهشی

۱- عضو هیأت علمی مجتمع آموزش عالی گناباد
(*- نویسنده مسئول: Email: m.b2.amiri@gmail.com)
۲، ۳ و ۴- به ترتیب استادان و دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

دیگر، اثر کودهای آلی مختلف بر تولید و ماندگاری گوجه‌فرنگی در انبار مورد بررسی قرار گرفت و گزارش شد که کودهای مرغی، گاوی و کمپوست خانگی عملکرد را در مقایسه با شاهد و کود شیمیایی افزایش دادند، اما کود مرغی عملکرد قابل‌عرضه به بازار را افزایش و کود شیمیایی آن را کاهش داد (۲۲). فرهمند و همکاران (۱۷) با بررسی اثر سطوح مختلف کود شیمیایی بر خصوصیات کمی و کیفی گوجه‌فرنگی گزارش کردند که بیشترین عملکرد محصول در تیمار ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بدست آمد.

گروه‌هایی از ریزموجودات خاک از طریق ترشح برخی هورمون‌ها و اسیدهای آلی، و در برخی موارد تثبیت نیتروژن اتمسفری، اثرات مثبتی در تحریک رشد گیاه دارند که به آن‌ها ریزوباکترهای تحریک کننده رشد گیاه[1] اطلاق می‌شود (۸). اصطلاح کودهای بیولوژیک منحصراً به مواد آلی حاصل از کودهای دامی، بقایای گیاهی، کود سبز و غیره اطلاق نمی‌گردد، بلکه در حقیقت انواع مختلف میکروارگانیزم‌های آزادزی، همیار و همزیست و مواد حاصل از فعالیت آن‌ها را شامل می‌شود که توانایی تغییر حالت عناصر غذایی اصلی از فرم غیرقابل دسترس به‌صورت قابل‌استفاده برای گیاه طی فرآیندهای بیولوژیکی را داشته و سبب فراهم شدن شرایط مطلوب برای جوان‌زنی بهتر بذور، توسعه سیستم ریشه‌ای و در نهایت رشد و نمو بهتر گیاه می‌شوند (۴۶ و ۵۴). در یک پژوهش اثر انواع کودهای زیستی بر خصوصیات کمی و کیفی کدو پوست کاغذی (*Cucurbita pepo* L.) بررسی و گزارش شد که کود زیستی نیتراژین در مقایسه با سایر کودها سبب افزایش معنی‌دار عملکرد میوه و دانه شد (۳۱). یوسف‌پور و بدوی (۵۷) پس از بررسی اثر کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژنه و فسفره بر عملکرد کمی و کیفی آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) گزارش کردند که برهمکنش کود شیمیایی و نیتروکسین بر عملکرد دانه اثر معنی‌داری داشت، به‌طوری‌که در سطوح صفر، ۳۳ و ۶۶ درصد کود شیمیایی، تلقیح با نیتروکسین به‌ترتیب باعث افزایش ۶۴، ۷۸ و ۷۳ درصدی عملکرد دانه نسبت به عدم تلقیح شد. در پژوهشی دیگر، اثر کود زیستی نیتروکسین در تولید گیاه دارویی انیسون (*Pimpinella anisum* L.) بررسی و گزارش شد که نیتروکسین تعداد شاخه‌ی فرعی در بوته، تعداد چترک در چتر و وزن هزار دانه را به‌ترتیب ۱۶، ۱۵ و ۱۱ درصد در مقایسه با شاهد افزایش داد (۲۷).

گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum* Mill.) گیاهی دولپه ای، یکساله و از خانواده بادمجانیان[2] است که در نواحی استوایی به‌صورت دائمی می‌روید (۷ و ۲۱). این محصول یک منبع غنی از آنتی‌اکسیدانت‌ها به‌شمار می رود، به‌طوری که دارای مقدار قابل‌توجهی از کاروتنوئیدها به‌ویژه لیکوپن، اسیداسکوربیک و ترکیبات پنولیکی می‌باشد که در کاهش ریسک بیماری‌هایی مانند سرطان و بیماری‌های قلبی‌عروقی موثر هستند (۱۲ و ۱۹). گوجه‌فرنگی با سطح زیرکشت ۳/۹۹ میلیون‌هکتار و متوسط تولید ۱۰۸/۵ میلیون تن در جهان از جمله مهم‌ترین محصولات سبزی و صیفی محسوب می‌شود (۲۳). سطح زیرکشت گوجه‌فرنگی در ایران در سال ۱۳۸۷، ۱۴۰ هزار هکتار و تولید آن ۵ میلیون تن بوده است. خراسان‌رضوی از مهم‌ترین مراکز تولید گوجه‌فرنگی در کشور است، درحالی‌که میانگین عملکرد گوجه‌فرنگی در کشور ۳۷ تن در هکتار است، این میزان در خراسان‌رضوی ۴۰ تن در هکتار می‌باشد. ۱۰ درصد تولید گوجه‌فرنگی کشور در خراسان‌رضوی و ۱۴ درصد فرآوری گوجه‌فرنگی در این استان صورت می‌پذیرد (۲۱).

کشت و تولید گوجه‌فرنگی به‌دلیل افزایش تقاضا برای فرآورده‌های متعدد آن رو به افزایش است که این امر باعث تداوم مصرف کودهای شیمیایی در تولید این محصول می‌گردد. استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی به‌واسطه برجای ماندن در طبیعت باعث آلودگی منابع آب و خاک شده و از این طریق منجر به صدمات زیست‌محیطی و مشکلات سلامت و بهداشت از جمله سرطان و مت‌هموگلوبینمیا در انسان می‌شوند ضمن این که هزینه تولید آن‌ها نیز بسیار بالاست (۲۲). از طرف دیگر، استفاده از کودهای بیولوژیک فوایدی هم‌چون صرفه‌اقتصادی، پایداری منابع خاک، حفظ تولید در درازمدت و جلوگیری از آلودگی محیط‌زیست را به همراه دارد که چندان مورد مطالعه قرار نگرفته‌اند، بعلاوه از اثر این کودها روی گوجه‌فرنگی نتیجه‌ای در ایران گزارش نشده است.

لذا هدف از این تحقیق، امکان جایگزینی کودهای شیمیایی با کودهای بیولوژیک و در نتیجه کاهش مصرف نهاده‌ها و آلودگی‌های زیست‌محیطی، کاهش هزینه‌های تولید و در نهایت عرضه محصول سالم و با کیفیت بالا به بازار با تکیه بر عملیات زراعی اکولوژیک بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، واقع در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد (طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۲۸ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا) به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد.

1- Plant growth promoting rhizobacteria

2- Solanacea

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل انجام آزمایش.
Table 1- Some soil physiochemical characteristics of experimental field

بافت خاک Soil texture	نیتروژن Nitrogen (ppm)	فسفر Phosphorus (ppm)	پتاسیم Potassium (ppm)	pH	EC (dS/m)
لومی – سیلت Silt-loam	15.5	13.7	119	7.47	1.2

جدول ۲- خصوصیات کود مرغی مورد استفاده در آزمایش.
Table 2- Used poultry manure characteristics in experiment

نوع کود Fertilizer type	نیتروژن (٪) Nitrogen (%)	فسفر (٪) Phosphorus (%)	پتاسیم (٪) Potassium (%)
کود مرغی Poultry manure	2.14	2.35	0.78

کود مرغی (صفر و ۲۰ تن در هکتار) و ۵ نوع کود مختلف (شامل: کودهای بیولوژیک نیتروکسین (A) (دارای باکتری های *Azotobacter* sp. و *Azospirillum* sp.) (۲ لیتر در هکتار بر اساس توصیه شرکت سازنده) و باکتری‌های حل‌کنندهٔ فسفات (B) (دارای باکتری‌های *Bacillus* sp. و *Pseudomonas* sp.) (۲ لیتر در هکتار بر اساس توصیه شرکت سازنده)، A+B (هر یک به میزان ۲ لیتر در هکتار بر اساس توصیه شرکت سازنده)، مخلوط کود شیمیایی نیتروژن (اوره، ۲۷۰ کیلوگرم در هکتار) و فسفر (سوپر فسفات تریپل، ۲۹۴ کیلوگرم در هکتار) و شاهد (عدم استفاده از کود) به‌ترتیب به‌عنوان فاکتور اصلی و فرعی مدنظر قرار گرفتند.

پیش از اجرای آزمایش به‌منظور تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل تحقیق، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری خاک به طور تصادفی نمونه‌گیری و پس از مخلوط کردن آن‌ها به‌منظور تعیین میزان ماده آلی، میزان عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، pH و ظرفیت تبادل کاتیونی به آزمایشگاه ارسال شد. نتایج حاصل از تجزیه خاک در جدول ۱ نشان داده شده است. همچنین میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم موجود در کود مرغی مورد استفاده در آزمایش تعیین شد (جدول ۲). بر اساس منابع موجود، نیاز کودی گوجه‌فرنگی بر اساس کود شیمیایی ۱۲۵ کیلوگرم نیتروژن خالص و ۱۳۲ کیلوگرم در هکتار فسفر خالص تعیین گردید (۲۱) و تیمارهای کود شیمیایی همزمان با کاشت در کرت‌های مورد نظر اعمال شدند. مقدار مورد نیاز کود مرغی جهت اضافه کردن به خاک بر اساس درصد نیتروژن موجود در خاک و کود مرغی ۲۰ تن در هکتار تعیین شد (۲۴).

برای آماده‌سازی زمین با تاکید بر عملیات خاک‌ورزی حداقل، تنها دیسک‌زنی توسط تراکتور انجام و کلیه‌ی مراحل بعدی توسط کارگر و با بیل‌دستی انجام شد. برای اعمال کود دامی، کود مرغی کاملاً پوسیده بر مبنای ۲۰ تن در هکتار، اواخر اسفند ماه ۱۳۸۷ در سطح کرت‌های مورد نظر به‌طور یکنواخت پخش و بلافاصله توسط بیل‌دستی وارد خاک شد. چند روز قبل از کاشت، به‌کمک ردیف‌ساز، جوی‌های موردنظر به‌فاصلهٔ ۷۵ سانتی‌متر ایجاد و سپس کرت‌هایی با ابعاد ۴×۴ متر ایجاد شد. فاصله‌ی بین کرت‌ها در هر بلوک به اندازه ۱ ردیف نکاشت (۷۵ سانتی‌متر) (۲۴) و فاصلهٔ بین بلوک‌ها ۱ متر در نظر گرفته شد. برای جلوگیری از مخلوط شدن آب بلوک‌ها، برای هر تکرار جوی آب و فاضلاب جداگانه در نظر گرفته شد.

نشاهای مورد استفاده در آزمایش از مزرعه‌ی تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد تهیه شدند. تلقیح نشاهای گوجه‌فرنگی با کودهای بیولوژیک به‌روش استاندارد (۳۳) (دور از نور مستقیم) و نیز رعایت توصیه‌های شرکت تولیدکننده[۱]، همزمان با نشاکاری انجام شد، بدین‌صورت که ریشهٔ نشاها به مدت ۱۵ دقیقه در مایع‌تلقیح خیسانده شد. کاشت نشاهای گوجه‌فرنگی در تاریخ ۲۴ اردیبهشت ۱۳۸۸ انجام شد. کشت به‌صورت نشایی و با استفاده از رقم سوپرکوئین انجام شد. کشت نشاها با دست و در فواصل ۳۰ سانتی‌متر روی ردیف انجام شد. آبیاری به روش نشتی و توسط لوله انجام گرفت. اولین آبیاری، کمی قبل از نشاکاری شروع و تا پایان عملیات نشاکاری ادامه یافت و سپس هر ۷ روز یکبار تا آخر فصل رشد تکرار شد. برای رشد بهتر بوته‌ها، سه نوبت عملیات خاک‌دهی پای‌بوته به‌ترتیب در تاریخ‌های ۸۸/۲/۳۰، ۸۸/۳/۵ و ۸۸/۳/۱۲ انجام گرفت. برای کنترل علف‌های‌هرز مزرعه ۳ نوبت وجین‌دستی به‌ترتیب در تاریخ‌های ۸۸/۳/۶، ۸۸/۴/۶ و ۸۸/۵/۶ انجام شد. مهم‌ترین علف‌های‌هرز موجود در مزرعه، سلمه‌تره (*Chenopodium album*) و پیچک (*Convulvulus arvensis*) بودند. در طول‌مدت انجام آزمایش از هیچ‌گونه سم و آفت‌کش شیمیایی استفاده نشد.

در طی فصل رشد، دو چین با فاصله زمانی ۱۴ روز در زمانی که ۸۰-۷۰ درصد میوه روی بوته‌ها رسیده بودند، برداشت شد. قبل از هر چین، تعداد ۵ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و صفاتی نظیر تعداد کل میوه در بوته، تعداد میوه سالم و ناسالم در بوته، وزن کل میوه در بوته،

۱- شرکت فن‌آوری زیستی آسیا

وزن میوه سالم و ناسالم در بوته، عملکرد کل و عملکرد قابل عرضه به‌بازار، اندازه گیری شدند. وزن میوه با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم تعیین شد.

برای تعیین عملکرد کل، در هر کرت دو ردیف کناری و نیم متر از ابتدا ونیم متر از انتهای کرت به‌عنوان اثر حاشیه‌ای حذف شد و در سطح هفت و نیم متر مربع باقیمانده، عملکرد میوه تعیین شد. عملکرد قابل‌عرضه به بازار نیز بر اساس درصد وزنی میوه‌های سالم و ناسالم محاسبه شد.

در پایان هر چین، تعداد ۱۰ میوه از هر تیمار در هر تکرار، به‌طور جداگانه، به‌منظور تعیین شاخص‌بریکس[1] به آزمایشگاه منتقل شد. در آزمایشگاه ابتدا آب‌میوه‌های هر تیمار به‌طور جداگانه توسط دستگاه آبمیوه‌گیری گرفته و سپس عدد بریکس آن‌ها توسط دستگاه رفرکتومتر قرائت شد.

پس از برداشت چین سوم، به‌منظور تعیین ویتامین ث و لیکوپن میوه مقدار ۵۰۰ گرم میوه از هر تیمار در هر تکرار برداشت و به‌طور جداگانه به آزمایشگاه منتقل شدند و سپس با استفاده از روش مستوفی و نجفی (۴۲) میزان ویتامین‌ث و لیکوپن آن‌ها تعیین گردید.

به‌منظور تجزیه و تحلیل آماری داده‌های آزمایش و رسم شکل‌ها، از نرم‌افزارهای SAS Ver. 9.1 و MS Excel Ver. 11 استفاده شد. مقایسه کلیه‌ی میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. لازم به‌ذکر است که باتوجه به داشتن دو چین در طول آزمایش، به‌جز در مورد صفات ویتامین‌ث و لیکوپن که تنها در چین دوم اندازه‌گیری و به‌صورت طرح کرت‌های خردشده معمولی در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل‌تصادفی آنالیز شدند، به‌منظور مقایسه چین‌ها، آنالیز داده‌ها به‌صورت طرح کرت‌های دو بار خردشده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل‌تصادفی انجام شد. در این‌راستا چین‌های مختلف به‌عنوان کرت‌های فرعی‌فرعی و کودهای مختلف (نیتروکسین، باکتری‌های حل‌کننده‌ی فسفات، مخلوط نیتروکسین و باکتری‌های حل‌کننده‌ی فسفات، کود شیمیایی و شاهد) به‌عنوان کرت فرعی و کاربرد کود مرغی و عدم‌کاربرد کود مرغی به عنوان کرت اصلی در نظر گرفته شدند.

نتایج و بحث

تعداد میوه در بوته

بر اساس نتایج آزمایش از لحاظ تعداد میوه در بوته بین کاربرد و عدم‌کاربرد کود مرغی اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($p<0/01$). همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود کود مرغی به‌طور معنی‌داری موجب افزایش ۲۵ درصدی تعداد میوه در بوته نسبت به عدم‌کاربرد کود مرغی شد. محققان مختلف (۱۳ و ۳۶) به نقش مثبت کود دامی در بهبود خواص فیزیکی خاک و افزایش رطوبت قابل‌دسترس در خاک، اشاره کرده‌اند. آرانکون و همکاران (۳) گزارش کردند که کاربرد ۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و کود گاوی تعداد میوه در بوته گوجه‌فرنگی را به‌طور معنی‌داری افزایش داد. باتوجه به نتایج تجزیه‌واریانس اثر کودهای مختلف به‌کار رفته در آزمایش بر تعداد میوه در بوته معنی‌دار شد ($p<0/01$). کود شیمیایی برترین تیمار از نظر تعداد میوه در بوته نسبت به سایر تیمارها بود (جدول ۳). امینی‌فرد (۱) گزارش کرد کاربرد ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی (نیتروژن به‌صورت اوره) به‌طور معنی‌داری تعداد میوه در هکتار را نسبت به شاهد افزایش داد. نتایج این تحقیق با نتایج کاتاک و همکاران (۳۴) و تومباری و همکاران (۵۳) مطابقت داشت.

اثرات متقابل کود آلی و کودهای بیولوژیک و شیمیایی به‌کار رفته در آزمایش بر روی تعداد میوه در بوته دارای تأثیر معنی‌دار بود ($p<0/01$). اثر متقابل کود آلی و بیولوژیک و شیمیایی در شکل ۱ نشان داده شده است. بیشترین تعداد میوه در بوته در اثر متقابل کاربرد کود مرغی و شاهد به‌دست آمد، به‌طوری که موجب افزایش ۶۲ درصدی تعداد میوه در بوته نسبت به اثر متقابل عدم‌کاربرد کود مرغی و شاهد شد (شکل ۱). جهان و همکاران (۳۱) گزارش کردند که کاربرد بهاره‌ی کود دامی به‌همراه تلقیح بذور کدو پوست‌کاغذی با کود زیستی اثرات مثبتی بر شاخص‌های رشدی میوه کدو تخم پوست‌کاغذی گذاشت. همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود تعداد میوه در بوته در تیمار شاهد (کود مرغی) بیشتر از تیمار کود مرغی و شیمیایی است که علت احتمالی آن را می توان به بروز مسئله سمیت نیتروژن و یا بر هم خوردن تعادل هورمونی بذر نسبت داد.

نتایج آزمایش نشان داد که تعداد میوه در بوته در چین های مختلف معنی‌دار بود. همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می شود تعداد میوه در بوته در چین اول ۳۲ درصد بیشتر از چین دوم بود. چنین‌به‌نظر می‌رسد که احتمالاً طول دورهٔ رشد بیشتر گیاه در چین اول باعث افزایش بیشتر جذب آب و عناصر غذایی شده و در نهایت تعداد میوه در بوته را نسبت به چین دوم افزایش داده است.

درصد میوه های ناسالم

درصد میوه‌های ناسالم به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر کاربرد و عدم‌کاربرد کود مرغی قرار گرفت ($p<0/01$). باتوجه به نتایج جدول ۳، درصد میوه‌های ناسالم در کاربرد کود مرغی (۲۳/۵۵ درصد) به‌طور معنی‌داری کمتر از عدم‌کاربرد کود مرغی (۳۱/۰۵ درصد) بود. قربانی و همکاران (۲۴) اثر کاربرد کودهای آلی مختلف بر تولید گوجه فرنگی را بررسی و گزارش کردند که کود مرغی کمترین درصد میوه‌های

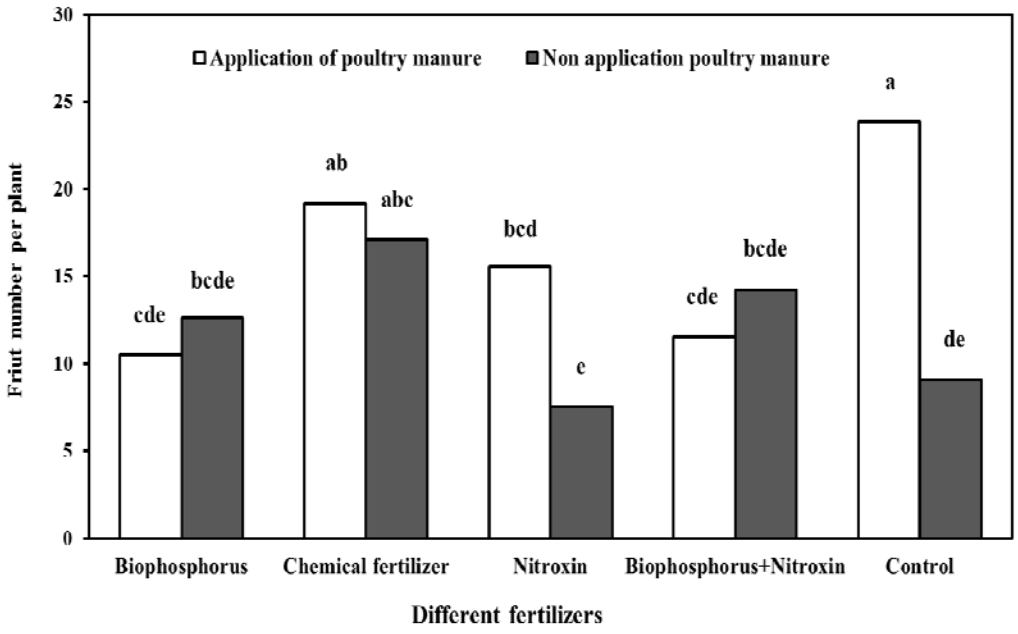
1- Brix index

ناسالم را در مقایسه با سایر تیمارها دارا بود.

بر اساس نتایج بدست آمده اثر کودهای مختلف مورد استفاده در آزمایش بر درصد میوه‌های ناسالم معنی‌دار بود (p<۰/۰۱). تیمار کود بیولوژیک بیوفسفر+نیتروکسین با دارا بودن کمترین درصد میوه های ناسالم (۱۷/۲۰ درصد) برترین تیمار از این نظر بود، به‌طوری‌که درصد میوه‌های ناسالم را به‌مقدار قابل‌توجهی (۴۸ درصد) نسبت به شاهد کاهش داد (جدول ۳). آزاز و همکاران (۶) مشاهده کردند که در رازیانه کاربرد توأم باسیلوس و ازتوباکتر خصوصیات رشدی آن را بهبود بخشید.

اثر متقابل کود آلی، بیولوژیک و شیمیایی بر درصد میوه های ناسالم معنی‌دار بود (p<۰/۰۱). بر اساس شکل ۲، برترین تیمار از نظر درصد کمتر میوه‌های ناسالم، عدم‌کود مرغی و کود بیولوژیک بیوفسفر+نیتروکسین (۱۵/۲۹ درصد) بود، که البته از این‌نظر به‌جز با تیمارهای عدم‌کود مرغی و نیتروکسین و عدم‌کود مرغی و شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت. چنین به‌نظر می‌رسد که کود مرغی با در دسترس قرار دادن عناصرغذایی احتمالاً رشد گیاه و مقاومت آن را نسبت به بیماری‌ها بهبود بخشیده، که این امر باعث کاهش درصد میوه ناسالم در بوته شده است. در همین‌راستا، نتایج قربانی و همکاران (۲۴) نیز نشان داد که کود مرغی باعث کاهش تولید تعداد میوه‌های ناسالم در گوجه‌فرنگی شد.

بر اساس نتایج این آزمایش مشخص شد که بین چین‌های مختلف گوجه‌فرنگی از نظر درصد میوه‌های ناسالم اختلاف معنی‌داری وجود داشت (p<۰/۰۱)، به‌طوری‌که چین دوم با ۲۲/۲ درصد میوه ناسالم، احتمالاً به‌دلیل کاهش درجه‌حرارت و تاحدودی رطوبت در مراحل پایانی فصل رشد در مقایسه با چین اول از خسارت عوامل بیماریزا بر گیاه و میوه‌های آن کاسته که این امر کاهش درصد میوه‌های ناسالم را به‌دنبال داشته است. نتایج برخی از تحقیقات بر وجود شرایط محیطی مناسب از جمله درجه‌حرارت و رطوبت برای توسعه بیماری‌ها تأکید کرده است.



شکل ۱- اثر متقابل کود آلی و کودهای بیولوژیک و شیمیایی بر تعداد میوه در بوته گوجه فرنگی

Figure 1- Interaction effect of organic fertilizer, biofertilizers and chemical fertilizer on fruit number per plant in tomato

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means followed by the same letters are not significantly different (p≤0.05), at 5% probability level based on Duncan′s multiple range

جدول ۳- مقایسه‌میانگین برخی شاخص‌های کمی و کیفی مورد مطالعه گوجه‌فرنگی در اثر کاربرد و عدم کاربرد کود مرغی در مجموع دو چین برداشت شده

Table 3- Means comparison of some quantity and quality characteristics of tomato affected by application and non-application of poultry manure in sum of two harvesting times

تیمار Treatment	تعداد میوه در بوته Fruit number per plant	درصد میوه‌های ناسالم Unhealthy fruit (%)	وزن میوه در بوته Fruit weight per plant (g)	عملکرد کل Total yield (t/ha)	عملکرد قابل عرضه به بازار Marketable yield (t/ha)	قرائت کلروفیل متر Spad reading	شاخص بریکس Brix index	ویتامین ث C vitamin (mg/100 g samples)	لیکوپن Lycopene (mg/100 g samples)
کود آلی Organic fertilizer									
کاربرد کود مرغی Application of poultry manure	16.11a*	23.55b	691.69a	30.74a	22.22a	53.92a	7.40a	10.69a	1.84b
عدم کاربرد کود مرغی Non application of poultry manure	12.11b	31.05a	588.75b	26.16b	20.24a	53.05a	6.95a	9.25a	2.12a
کودهای بیولوژیک و شیمیایی Biofertilizers and chemical fertilizer									
بیوفسفر Biophosphorus	11.55d	26.93b	689.88a	30.66b	21.31b	53.12ab	7.14b	9.92b	2.38a
نیتروکسین Nitroxin	11.52d	35.24a	529.43d	23.53d	16.90d	53.50ab	6.25c	11.44a	2.15b
بیوفسفر+نیتروکسین Biophosphorus+Nitroxin	12.88c	17.20d	607.86c	27.01c	22.93b	53.77ab	7.37b	10.68ab	2.05b
شیمیایی Chemical fertilizer	18.13a	23.94c	768.11a	34.13a	26.06a	55.21a	7.93a	7.40c	1.77c
شاهد Control	16.45b	33.17a	605.85c	26.92c	18.95c	51.83b	7.16b	10.42ab	1.53d

* در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

*In each column, means followed by the same letters are not significantly different ($p \leq 0.05$), at 5% probability level based on Duncan′s multiple range.

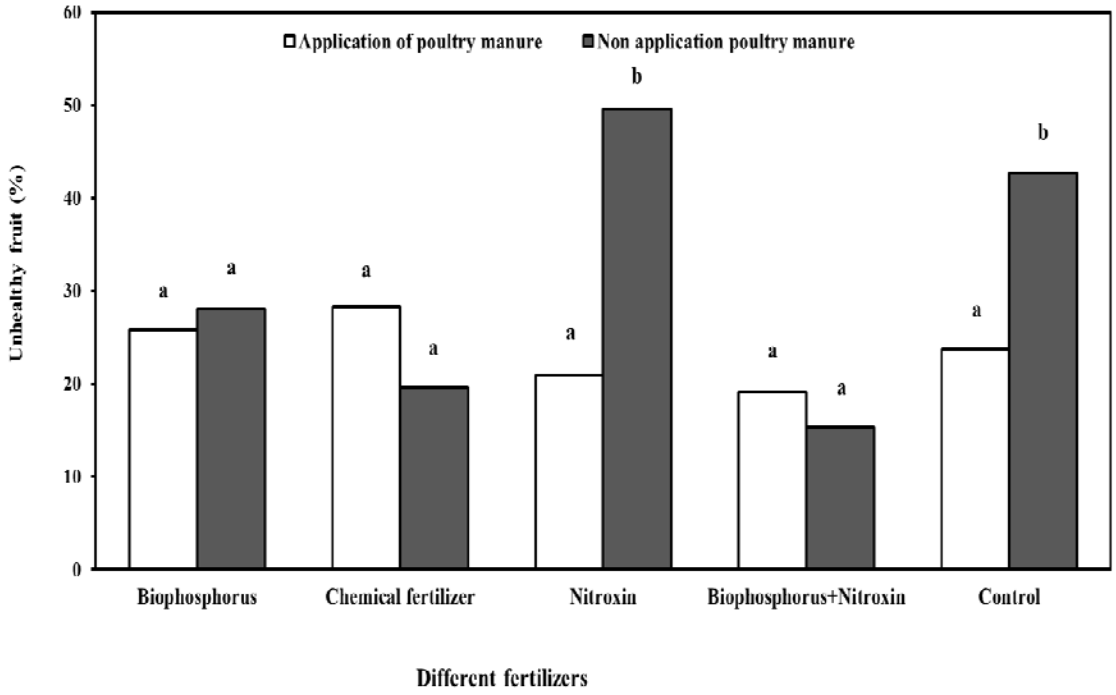
جدول ٤- مقایسه میانگین برخی شاخص های کمی و کیفی مورد مطالعه گوجه فرنگی در چین‌های مختلف

Table 4- Means comparison of some quantity and quality characteristics of tomato in different harvesting times

تیمار Treatment	تعداد میوه در بوته Fruit number per plant	درصد میوه‌های ناسالم Unhealthy fruit (%)	وزن میوه در بوته Fruit weight per plant (g)	عملکرد کل Total yield (t/ha)	عملکرد قابل عرضه به بازار Marketable yield (t/ha)	قرائت کلروفیل متر Spad reading	شاخص بریکس Brix index
چین اول First harvesting time	16.76a*	32.42a	742.16a	32.98a	23.22a	54.41a	7.00b
چین دوم Second harvesting time	11.45b	22.17b	538.29b	23.92b	19.24b	52.57b	7.35a

* در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

*In each column, means followed by the same letters are not significantly different ($p \leq 0.05$), at 5% probability level based on Duncan′s multiple range.



شکل ۲- اثر متقابل کود آلی، بیولوژیک و شیمیایی بر درصد میوه های ناسالم گوجه فرنگی

Figure 2- Interaction effect of organic fertilizer, biofertilizers and chemical fertilizer on the percentage of unhealthy fruit in tomato

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means followed by the same letters are not significantly different ($p\leq0.05$), at 5% probability level based on Duncan′s multiple range

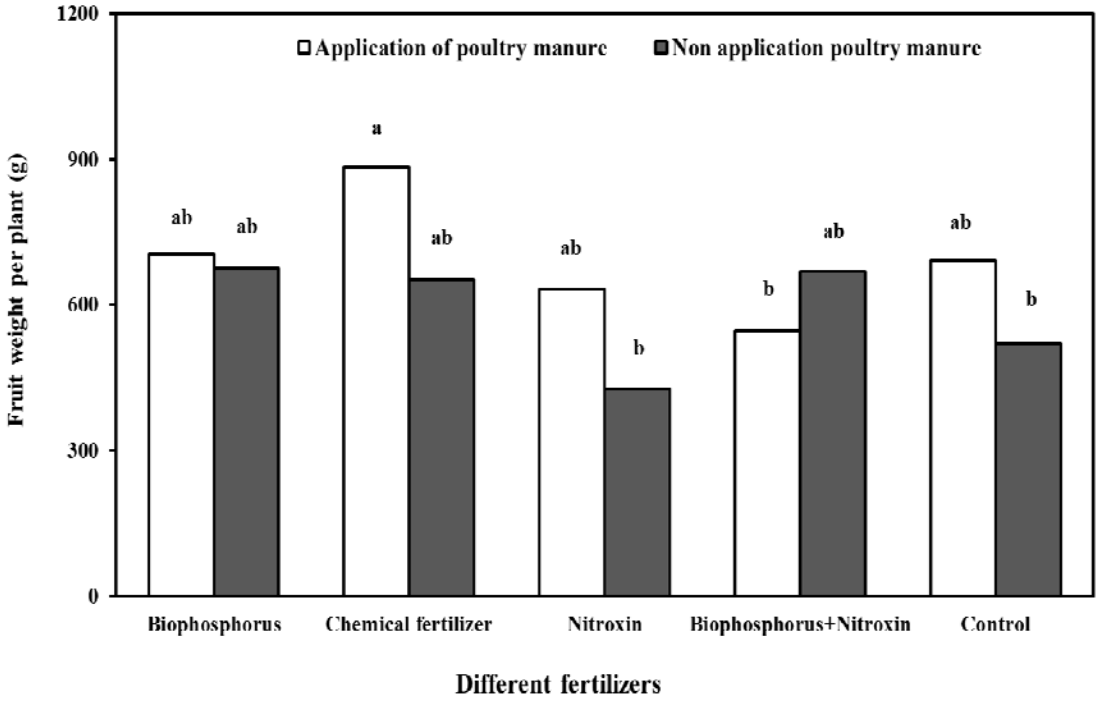
وزن میوه در بوته

نتایج آزمایش نشان داد که اثر کود مرغی بر وزن میوه در بوته معنی‌دار بود ($p<۰/۰۱$)، به‌طوری‌که استفاده از کود مرغی موجب افزایش ۱۵ درصدی وزن میوه در بوته نسبت به عدم‌کاربرد این کود شد (جدول ۳). چنین به‌نظر می‌رسد که کود مرغی با تأمین به‌موقع و متوازن عناصرغذایی برای گوجه‌فرنگی و نیز نگهداری مناسب رطوبت در طی رشد رویشی گیاه، زمینهٔ لازم را جهت بهبود رشد و افزایش وزن میوه در بوته فراهم نموده است. در یک پژوهش اثر سطوح مختلف کودهای آلی بر کمیت و کیفیت ارقام مختلف گوجه‌فرنگی بررسی و گزارش شد که بیشترین وزن خشک میوه و برگ، عملکرد نهایی و شاخص بریکس در تیمار ۱/۵ کیلوگرم اسید هیومیک بدست آمد (۴۹). در پژوهشی دیگر، پس از بررسی اثر کودهای آلی مختلف بر خصوصیات کمی و کیفی کدو پوست کاغذی گزارش شد که کودهای گاوی، گوسفندی و ورمی‌کمپوست منجر به افزایش وزن میوه در بوته در مقایسه با شاهد شدند (۳۲).

بر اساس نتایج بدست آمده اثر کودهای شیمیایی و بیولوژیک بر وزن میوه در بوته معنی‌دار بود ($p<۰/۰۱$)، به‌طوری که بیشترین مقدار وزن میوه در بوته در کود شیمیایی مشاهده شد، گرچه از این نظر اختلاف معنی‌داری با بیوفسفر نداشت (جدول ۳). نتایج این تحقیق با نتایج امینی‌فرد (۱) بر روی فلفل (*Capsicum annumvar*) هم‌خوانی داشت.

اثرات متقابل کود آلی، بیولوژیک و شیمیایی بر وزن میوه در بوته معنی‌دار بود ($p<۰/۰۱$). همان‌طور که در شکل ۳ مشهود است بیشترین و کمترین وزن میوه در بوته به‌ترتیب در تیمار کود مرغی و شیمیایی (۸۸۴/۵ گرم) و عدم‌کود مرغی و نیتروکسین (۴۲۶/۲گرم) بدست آمد. نتایج انجام شده روی سایر گیاهان نیز برتری کاربرد توأم کودهای بیولوژیک و شیمیایی را در مقایسه با مصرف جداگانه کودهای شیمیایی نشان داده است (۱۶ و ۳۹).

بین چین‌های مختلف گوجه‌فرنگی از نظر وزن میوه در بوته اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($p<۰/۰۱$)، به‌طوری‌که وزن میوه در بوته در چین اول ۲۷ درصد بیشتر از چین دوم بود (جدول ۳). چنین به‌نظر می‌رسد که احتمالاً طول دورهٔ رشد بیشتر گیاه در چین اول باعث افزایش بیشتر جذب آب و عناصر غذایی شده و در نهایت وزن میوه در بوته را نسبت به چین دوم افزایش داده است.



شکل ۳- اثرات متقابل کود آلی، بیولوژیک و شیمیایی بر وزن میوه در بوته گوجه فرنگی

Figure 3- Interaction effect of organic fertilizer, biofertilizers and chemical fertilizer on weight fruit per plant in tomato

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means followed by the same letters are not significantly different ($p \leq 0.05$), at 5% probability level based on Duncan's multiple range

عملکرد کل و عملکرد قابل عرضه به بازار

اثر کاربرد کود مرغی بر عملکرد کل گوجه‌فرنگی معنی‌دار بود ($p<0/01$). همان‌طور که در جدول ۳ ملاحظه می‌شود، کاربرد کود مرغی موجب افزایش ۱۵ درصدی عملکرد کل نسبت به عدم‌کاربرد این کود شد. بهبود رشد گیاه و افزایش عملکرد میوه گوجه‌فرنگی در اثر کاربرد کودهای آلی می‌تواند ناشی از افزایش فراهمی عناصرغذایی در خاک و هم‌چنین بهبود ظرفیت نگهداری آب در خاک باشد که در نهایت افزایش عملکرد را به‌دنبال داشته است (۳ و ۵۲). هم‌چنین با توجه به اینکه استفاده از کود مرغی باعث افزایش تعداد میوه در بوته و هم‌چنین کاهش درصد میوه‌های ناسالم (جدول ۳) شد، افزایش عملکرد میوه گوجه‌فرنگی در شرایط استفاده از کود مرغی منطقی به‌نظر می‌رسد. نتایج بررسی‌ها نشان داده است که کودهای آلی سبب بهبود خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک شده و از این طریق عملکرد محصولات را افزایش داده‌اند (۴، ۴۳ و ۵۴). در آزمایشات متعددی (۳۰، ۱۶ و ۲۲) اثرات مثبت کودهای آلی بر عملکرد گیاهان مختلف گزارش شده است. در یک پژوهش، اثر کودهای آلی مختلف بر تولید و ماندگاری گوجه‌فرنگی در انبار مورد بررسی قرار گرفت و گزارش شد که کودهای مرغی، گاوی و کمپوست خانگی عملکرد میوه را در مقایسه با شاهد و کود شیمیایی افزایش دادند، اما کود مرغی عملکرد قابل عرضه به بازار را افزایش و کود شیمیایی آن را کاهش داد (۲۴).

از نظر عملکرد کل بین کودهای بیولوژیک و شیمیایی مورد استفاده در آزمایش اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ($p<0/01$)، به‌طوری که کود شیمیایی با عملکرد کل ۳۴/۱۳ تن در هکتار بیشترین و نیتروکسین با ۲۳/۵۳ تن در هکتار کمترین عملکرد کل را در مقایسه با سایر تیمارها دارا بودند (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد از آن‌جایی که عناصر موجود در کود شیمیایی نسبت به عناصر سایر کودها زودتر آزاد شده و در دسترس گیاه قرار می‌گیرد، لذا با افزایش رشد اولیه گیاه و در نتیجه بهبود قدرت گلدهی آن عملکرد کل افزایش یافته است. نتایج این تحقیق با نتایج امینی‌فرد (۱)، تومبار و نیکام (۵۳)، بارتال و همکاران (۹)، و کاتاک و همکاران (۳۴) همخوانی داشت.

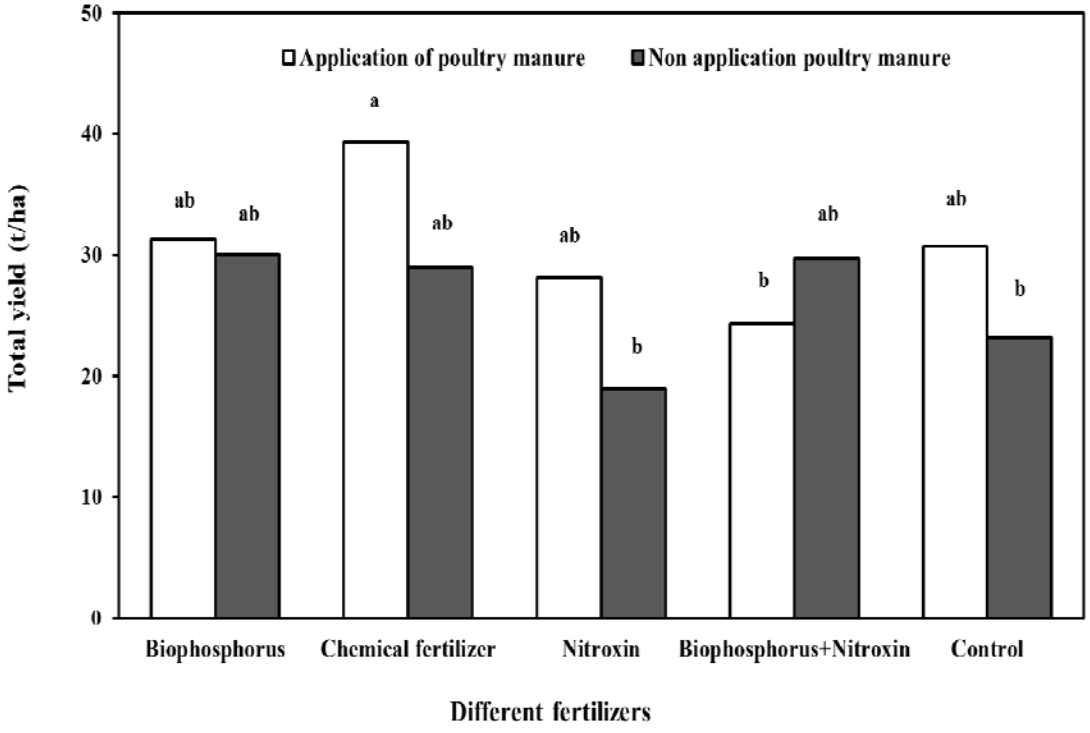
اثرات متقابل کود آلی، بیولوژیک و شیمیایی بر عملکرد کل معنی‌دار بود ($p<0/01$). همان‌طور که در شکل ۴ مشاهده می شود، تیمار کود مرغی و شیمیایی بیشترین (۳۹/۳۱ تن در هکتار) عملکرد کل را به خود اختصاص داد، گرچه از این‌نظر به‌جز با اثرات متقابل عدم‌مرغی و نیتروکسین، کود مرغی و بیوفسفر+نیتروکسین و عدم مرغی و شاهد با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری نداشت. به‌طور کلی

اثر کاربرد کود مرغی در شرایط استفاده از سایر حاصلخیزکننده‌های خاک به‌جز کودهای بیولوژیک بیوفسفر+نیتروکسین موجب افزایش عملکرد کل در مقایسه با عدم‌کاربرد این کود شد. چنین به‌نظر می‌رسد که عدم‌افزایش عملکرد در شرایط استفاده از کود دامی و بیوفسفر+نیتروکسین مربوط به اثرات آنتاگونیستی این حاصلخیزکننده‌ها باشد. نتایج فلاحی (۱۶) نیز مؤید این مطلب است.

بر اساس نتایج تجزیه واریانس بین چین‌های مختلف از نظر عملکرد کل اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت (جدول ۳)، به‌طوری‌که عملکرد کل در چین اول به‌مقدار قابل‌توجهی (۴۷ درصد) بیشتر از چین دوم بود (جدول ۴). باتوجه به بالاتر بودن تعداد میوه در بوته و هم‌چنین کاهش درصد میوه‌های ناسالم در چین اول (جدول ۴)، روند افزایش عملکرد کل در این چین در مقایسه با چین دوم منطقی به‌نظر می‌رسد.

بر اساس نتایج به‌دست آمده اثر کاربرد کود مرغی بر عملکرد قابل عرضه به‌بازار معنی‌دار شد ($p<0/01$)، به‌طوری‌که کاربرد کود مرغی موجب افزایش ۹ درصدی عملکرد قابل عرضه به‌بازار در مقایسه با عدم‌کاربرد کود مرغی شد (جدول ۳). دارا بودن مواد آلی، افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، تقویت فعالیت‌های شبه‌هورمونی گیاه، تأمین عناصر مورد نیاز گیاه و افزایش جذب موادغذایی توسط گیاه و به‌طور کلی بهبود ساختار شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی بسترکاشت، از جمله دلایل متعددی است که محققین با استناد به آن‌ها تأثیر کودهای آلی را بر افزایش عملکرد گیاهان مورد تأیید قرار داده‌اند (۳۹). نتایج این تحقیق با نتایج قربانی و همکاران (۲۴)، جهان و همکاران (۳۰ و ۳۱)، کوپر و همکاران (۳۶)، سیدیکوی (۵۰)، آرانکون و همکاران (۲ و ۳) و فیدریک و همکاران (۱۸) مطابقت داشت.

اثر کاربرد کودهای مختلف بر عملکرد قابل عرضه به‌بازار معنی‌دار بود ($p<0/01$). نتایج جدول ۵ نشان می‌دهد که کود شیمیایی با ۲۶/۰۶ تن گوجه‌فرنگی در هکتار برترین تیمار از نظر عملکرد قابل عرضه به‌بازار بود.



شکل ٤- اثرات متقابل کود آلی، بیولوژیک و شیمیایی بر عملکرد کل میوه گوجه فرنگی

Figure 4- Interaction effect of organic fertilizer, biofertilizers and chemical fertilizer on total yield in tomato

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means followed by the same letters are not significantly different ($p\leq0.05$), at 5% probability level based on Duncan′s multiple range

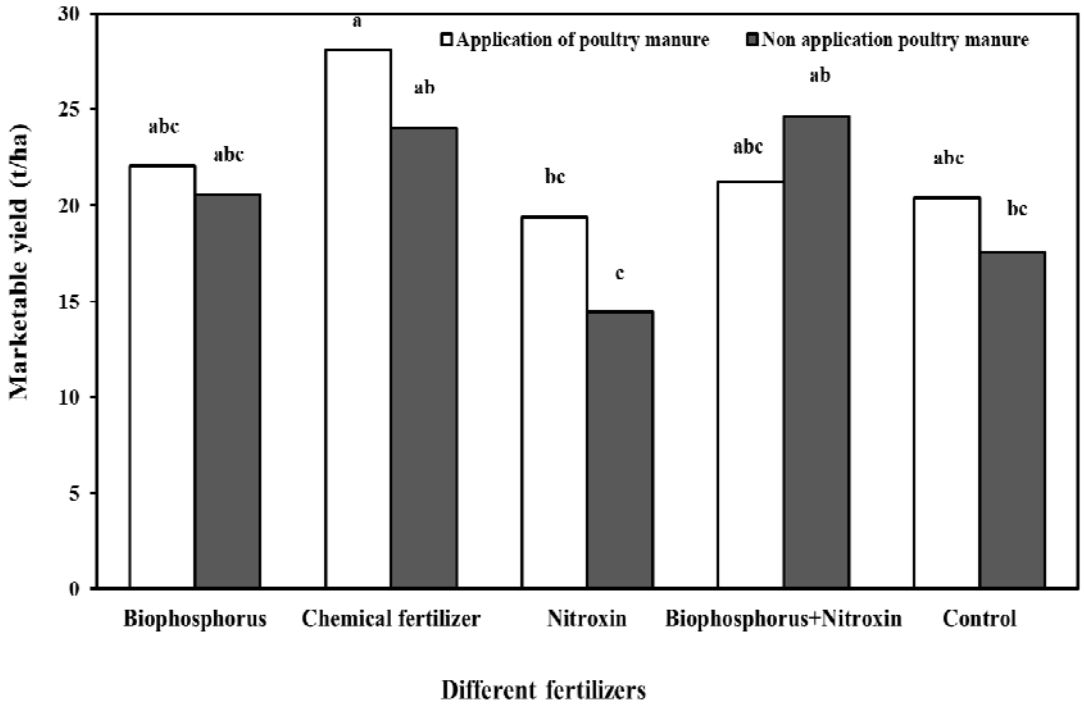
هم‌چنین کود بیولوژیک بیوفسفر+نیتروکسین و بیوفسفر نیز در مقایسه با شاهد به‌ترتیب باعث افزایش ۱۷ و ۱۱ درصدی عملکرد قابل عرضه به‌بازار شدند. بارتال و همکاران (۹)، پوسسا و همکاران (۴۴) و جولر و کار (۲۶) نیز اثر کود شیمیایی روی بر میوه گیاهان مختلف مثبت گزارش کردند.

اثر متقابل کود آلی، بیولوژیک و شیمیایی بر عملکرد قابل عرضه به‌بازار معنی‌دار شد ($p<0/01$). اثرات متقابل کود آلی، بیولوژیک و شیمیایی در شکل ۵ نشان داده شده است. تیمار کود مرغی و شیمیایی بیشترین (۲۸/۱۰۵ تن در هکتار) و تیمار عدم مرغی و نیتروکسین (۱۴/۴۳۲ تن در هکتار) کمترین عملکرد قابل عرضه به‌بازار را دارا بودند، ضمن این‌که کاربرد کود مرغی به‌جز در مورد کود بیولوژیک بیوفسفر+نیتروکسین عملکرد قابل عرضه به‌بازار را در مقایسه با عدم‌کاربرد کود مرغی افزایش داد (شکل ۵). لباسچی و همکاران (۳۷) گزارش کردند که استفاده همزمان تیمار کود آلی و کود شیمیایی اوره باعث افزایش معنی‌دار رشد و نمو گل راعی در مقایسه با کاربرد جداگانهٔ کود شیمیایی شد.

بین چین‌های مختلف گوجه‌فرنگی از لحاظ عملکرد قابل عرضه به‌بازار اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($p<0/01$)، به‌طوری‌که چین اول با عملکرد قابل عرضه به‌بازار ۲۳/۲۲ تن در هکتار دارای برتری ۱۷ درصدی نسبت به چین دوم (۱۹/۲۴ تن در هکتار) بود (جدول ۴). چنین به‌نظر می‌رسد که افزایش تعداد میوه در بوته (جدول ۶) در چین اول، باعث افزایش عملکرد قابل عرضه به بازار در این چین در مقایسه با چین دوم شده است.

قرائت کلروفیل‌متر

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر کودهای بیولوژیک و شیمیایی بر قرائت کلروفیل‌متر معنی‌دار بود ($p<0/05$) و استفاده از این کودها باعث افزایش معنی‌دار قرائت کلروفیل‌متر در مقایسه با شاهد شدند (جدول ۳)، به‌طوری‌که کود شیمیایی، بیوفسفر+نیتروکسین، نیتروکسین و بیوفسفر قرائت کلروفیل‌متر را به‌ترتیب ۶، ۴، ۳ و ۲ درصد نسبت به شاهد افزایش دادند (جدول ۳). باتوجه به اینکه استفاده از این کودها نقش مؤثری در افزایش عناصر قابل‌دسترس و به‌ویژه نیتروژن برای گیاه دارند، افزایش قرائت کلروفیل‌متر در صورت استفاده از آن‌ها منطقی به‌نظر می‌رسد.



شکل ۵- اثرات متقابل کود آلی، بیولوژیک و شیمیایی بر عملکرد قابل عرضه به بازار گوجه فرنگی

Figure 5- Interaction effect of organic fertilizer, biofertilizers and chemical fertilizer on marketable yield in tomato

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means followed by the same letters are not significantly different ($p\leq0.05$), at 5% probability level based on Duncan′s multiple range

بیاری و همکاران (۱۱) گزارش کردند که تلقیح ذرت با باکتری‌های محرک‌رشد (ازتوباکتر و آزوسپیریلوم) سبب افزایش معنی‌دار قسمتی عناصر از جمله نیتروژن و فسفر در اندام‌های گیاه در مقایسه با شاهد شد، لذا باتوجه به این‌که بین میزان نیتروژن برگ و قرائت کلروفیل‌متر، همبستگی بالایی وجود دارد (۴۸) استفاده از این کودها به‌دلیل فراهمی عناصرغذایی و به‌ویژه نیتروژن باعث افزایش قرائت کلروفیل‌متر در مقایسه با شاهد شد.

بر اساس نتایج بدست آمده، بین چین‌های مختلف از نظر قرائت کلروفیل‌متر اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ($p<۰/۰۱$)، به‌طوری که از این لحاظ چین اول نسبت به چین دوم دارای برتری بود (جدول ۳). باتوجه به این‌که نیتروژن عنصری متحرک در گیاه است که با پیر شدن گیاه از اندام‌های مسن‌تر به سمت اندام‌های جوان حرکت می‌کند، بالاتر بودن قرائت کلروفیل‌متر که نشاندهندهٔ محتوی نیتروژن برگ می‌باشد در چین اول در مقایسه با چین دوم منطقی به‌نظر می‌رسد.

شاخص بریکس

اثر کاربرد کود مرغی بر شاخص‌بریکس میوه گوجه‌فرنگی معنی‌دار بود ($p<۰/۰۱$)، به‌طوری‌که شاخص‌بریکس در کاربرد کود مرغی (۷/۴۰ بریکس) بیشتر از عدم‌کاربرد کود مرغی (۶/۹۵ بریکس) بود (جدول ۳). نتایج بررسی‌های مختلف نیز بهبود کیفیت تعداد زیادی از گیاهان را در شرایط استفاده از انواع کودهای آلی تأیید کرده است (۲۸، ۴۰ و ۴۲). بدین‌ترتیب، باتوجه به این‌که شاخص بریکس، به‌عنوان یک شاخص کیفی مهم در صنایع غذایی محسوب می‌شود، می‌توان چنین نتیجه گرفت که بهره‌گیری مناسب از کودهای آلی نظیر کود مرغی می‌تواند به‌عنوان یکی از روش‌های مناسب و اکولوژیک جهت افزایش عملکرد کیفی گوجه‌فرنگی مدنظر قرار گیرد. بر اساس نتایج آزمایش بین کودهای مختلف تفاوت معنی‌داری از نظر شاخص‌بریکس وجود داشت ($p<۰/۰۱$)، به‌طوری‌که کود شیمیایی باعث افزایش ۱۰ درصدی شاخص بریکس نسبت به شاهد شد. نتایج این تحقیق با نتایج امینی‌فرد (۱) و جعفری و کاشی (۲۹) نیز مطابقت داشت.

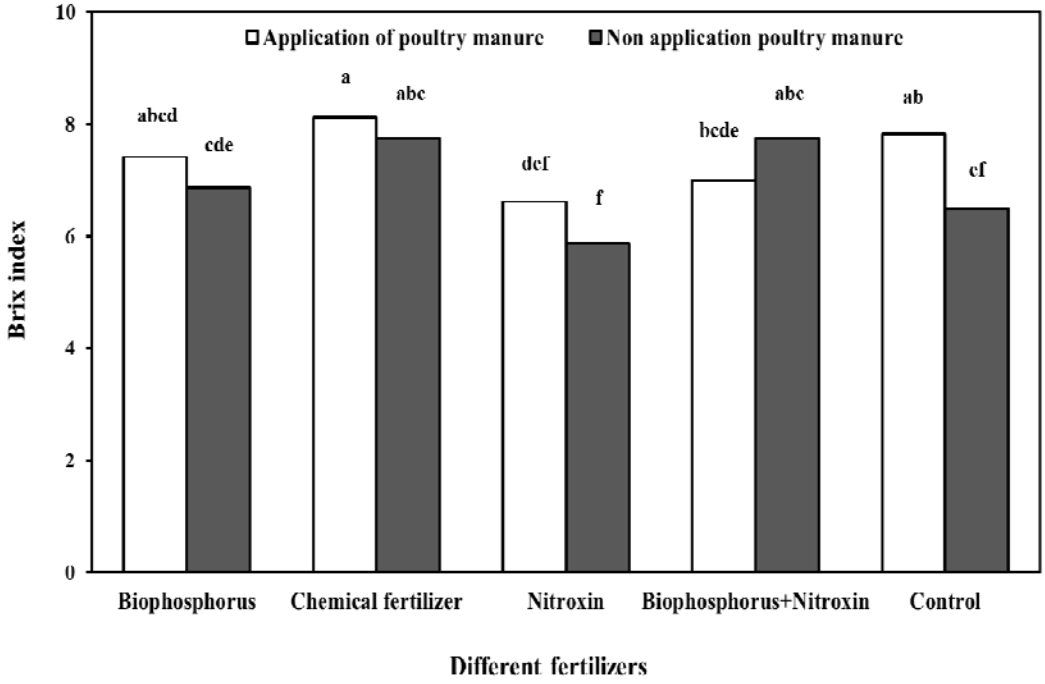
اثرات متقابل کود آلی، بیولوژیک و شیمیایی بر شاخص بریکس معنی‌دار بود ($p<۰/۰۱$)، به‌طوری‌که بیشترین و کمترین مقدار شاخص بریکس به‌ترتیب در تیمار کود مرغی و شیمیایی (۸/۱۲ بریکس) و بدون کود مرغی و نیتروکسین (۵/۸۷ بریکس) بدست آمد. همچنین نتایج نشان داد که تمامی کودهای مورد استفاده در آزمایش به جز تیمار بیوفسفر+نیتروکسین، کود مرغی باعث افزایش شاخص بریکس شد (شکل ۶). آزار و همکاران (۶) در رازیانه نشان دادند که بیشترین عملکرد اسانس از کاربرد توأم کود گاوی به همراه باسیلوس و ازتوباکتر به دست آمد و کاربرد تمامی تیمارهای کود شیمیایی و بیولوژیک در مقایسه با شاهد عملکرد اسانس بهتری تولید کردند. هرشاوران و همکاران (۲۸) در بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) نتیجه گرفتند که کاربرد ۴۵ کیلوگرم نیتروژن و ۲۲/۵ کیلوگرم فسفر و پتاس به همراه ۹ تن در هکتار کود آلی باعث حداکثر تولید اسانس شد.

اثر چین‌های مختلف بر شاخص‌بریکس معنی‌دار بود ($p<۰/۰۱$). نتایج مقایسه میانگین‌ها حاکی از آن است که شاخص بریکس در چین دوم (۷/۳۵ بریکس) بیشتر از چین اول (۷/۰۰ بریکس) (بود (جدول ۴).

ویتامین‌ث و لیکوپن

اثر استفاده از کود مرغی بر محتوی لیکوپن میوه گوجه‌فرنگی معنی‌دار بود ($p<۰/۰۱$)، به‌طوری‌که کاربرد کود مرغی باعث کاهش ۱۵/۲۲ درصدی محتوی لیکوپن گوجه‌فرنگی شد (جدول ۳). تأثیر کودهای آلی بر خصوصیات کیفی گیاهان مختلف نتایج متفاوتی را در برداشته است (۱۶، ۵۱ و ۵۵). باتوجه به این‌که کود مرغی به‌عنوان یک کود آلی ظرفیت نگهداری آب در خاک را افزایش می‌دهد (۱۳ و ۳۵)، چنین به‌نظر می‌رسد که احتمالاً کاهش تنش آب ناشی از مصرف کود مرغی باعث کاهش محتوی لیکوپن گوجه‌فرنگی در مقایسه با شرایط عدم استفاده از کود شده است. جهان و همکاران (۳۰) گزارش کردند که با افزایش مقدار کود دامی از سطح ۱۰ تا ۲۵ تن در هکتار، برخی خصوصیات کیفی کدو تخم پوست‌کاغذی با کاهش مواجه شدند.

باتوجه به نتایج این آزمایش مشخص شد که بین کودهای مختلف مورد استفاده در آزمایش از نظر ویتامین‌ث اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($p<۰/۰۱$). بیشترین و کمترین مقدار ویتامین‌ث به‌ترتیب با ۱۱/۴۴ و ۷/۴۰ گرم در ۱۰۰ گرم نمونه در کود بیولوژیک نیتروکسین و کود شیمیایی مشاهده شد (جدول ۳). چنین به‌نظر می‌رسد که استفاده از انواع مختلف حاصلخیزکننده‌های خاک، به‌دلیل تأثیر مثبت در فراهمی عناصرغذایی باعث افزایش رشد گیاه و به‌تبع آن بهبود خصوصیات کیفی میوه شده است. لیسی و همکاران (۳۸) و قریب و همکاران (۲۰) نیز اثر کودهای بیولوژیک را بر شاخص‌های کیفی گیاهان مختلف مثبت گزارش کردند.



شکل ٦- اثرات متقابل کود آلی، بیولوژیک و شیمیایی بر شاخص‌بریکس میوه گوجه فرنگی

Figure 6- Interaction effect of organic fertilizer, biofertilizers and chemical fertilizer on brix index in tomato

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

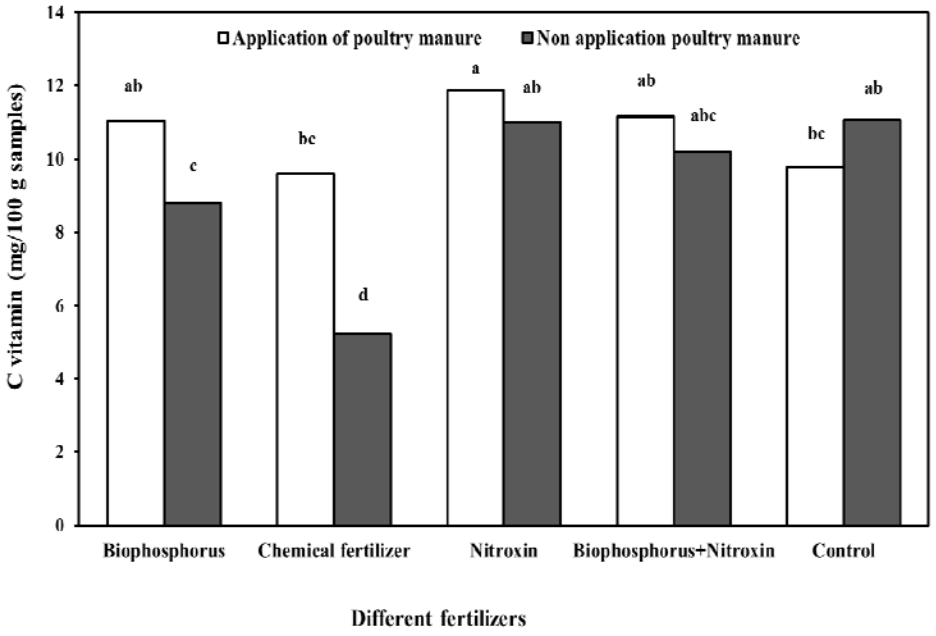
Means followed by the same letters are not significantly different ($p \leq 0.05$), at 5% probability level based on Duncan′s multiple range.

نتایج اثرات متقابل کود آلی، بیولوژیک و شیمیایی نشان داد که ویتامین‌ث گوجه‌فرنگی تحت‌تأثیر مصرف این کودها قرار گرفت ($p<۰/۰۱$)، به‌طوری‌که تیمار کود مرغی و نیتروکسین با ۱۱/۸۸ گرم بیشترین و تیمار بدون کود مرغی و شیمیایی با ۵/۲۱ گرم کمترین مقدار ویتامین‌ث را در مقایسه با سایر تیمارها دارا بودند، ضمن‌اینکه به‌جز در تیمار شاهد، کاربرد کود مرغی باعث افزایش میزان ویتامین‌ث شد (شکل ۷). یزدانی (۵۵) گزارش کرد که مصرف انواع مختلف کودهای آلی بر خصوصیات کیفی گیاه ماریتیغال (*Silybum marianum*) تأثیر معنی‌داری داشت. فلاحی (۱۶) نشان داد که از نظر درصد کامازولن موجود در اسانس بابونه، کود بیولوژیک نیتروکسین بیشترین اثر را داشت.

بین کودهای بیولوژیک و شیمیایی مورد استفاده در آزمایش تفاوت معنی‌داری از نظر میزان لیکوپن وجود داشت ($p<۰/۰۱$) و تمامی کودها باعث افزایش میزان لیکوپن نسبت به شاهد شدند. افزایش دادند، به‌طوری‌که بیشترین میزان لیکوپن در بیوفسفر (۲/۳۸ میلی گرم در ۱۰۰ گرم نمونه) به‌دست آمد (جدول ۳). هم‌چنین نتایج آزمایش نشان داد که تیمارهای تلقیح شده با کودهای بیولوژیک دارای محتوی لیکوپن بیشتری نسبت به تیمارهای کود شیمیایی و شاهد بودند (جدول ۳). بدین‌ترتیب با توجه به این‌که لیکوپن، به‌عنوان یک کاروتنوئید مهم در گوجه‌فرنگی مطرح است، می‌توان استفاده از کودهای بیولوژیک را به‌عنوان جایگزینی مناسب برای کودهای شیمیایی در جهت بهبود خصوصیات کمی گوجه‌فرنگی از جمله لیکوپن مدنظر قرار داد. نتایج بررسی‌های مختلف نیز بهبود کیفیت تعداد زیادی از گیاهان را در شرایط استفاده از باکتری‌های حل‌کنندهٔ فسفات تأیید کرده است (۴۷ و ۵۶).

اثر متقابل کود آلی، بیولوژیک و شیمیایی بر میزان لیکوپن گوجه‌فرنگی معنی‌دار بود ($p<۰/۰۱$). همان‌گونه که در شکل ۸ ملاحظه می‌شود بیشترین میزان لیکوپن در تیمار بدون کود مرغی و بیوفسفر (۳/۱۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم نمونه) و کمترین مقدار آن در تیمار بدون کود مرغی و شاهد (۰/۲۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم نمونه) مشاهده شد، ضمن این‌که به‌جز شاهد میزان لیکوپن گوجه‌فرنگی در شرایط عدم‌استفاده کود مرغی بیشتر از کاربرد کود مرغی بود. درزی و همکاران (۱۴) با مطالعه اثر کودهای زیستی بر ترکیبات اسانس رازیانه گزارش کردند که کاربرد میکوریزا، ورمی‌کمپوست و تلفیق آن‌ها با افزایش در میزان آنتول باعث کاهش میزان لیمونن در اسانس این گیاه شد. فلاحی (۱۶) نیز بر روی بابونه نشان داد که بیشترین درصد و عملکرد اسانس در تیمار باکتری‌های حل‌کننده فسفات حاصل شد. تبریزی (۵۱) به‌نقل از کالرا گزارش کرد که عملکرد

اسانس در گیاه نعناع در تیمارهای کـود بیولوژیـک معـادل ۸۵ درصـد عملکرد حاصل از کودهای شیمیایی بود.

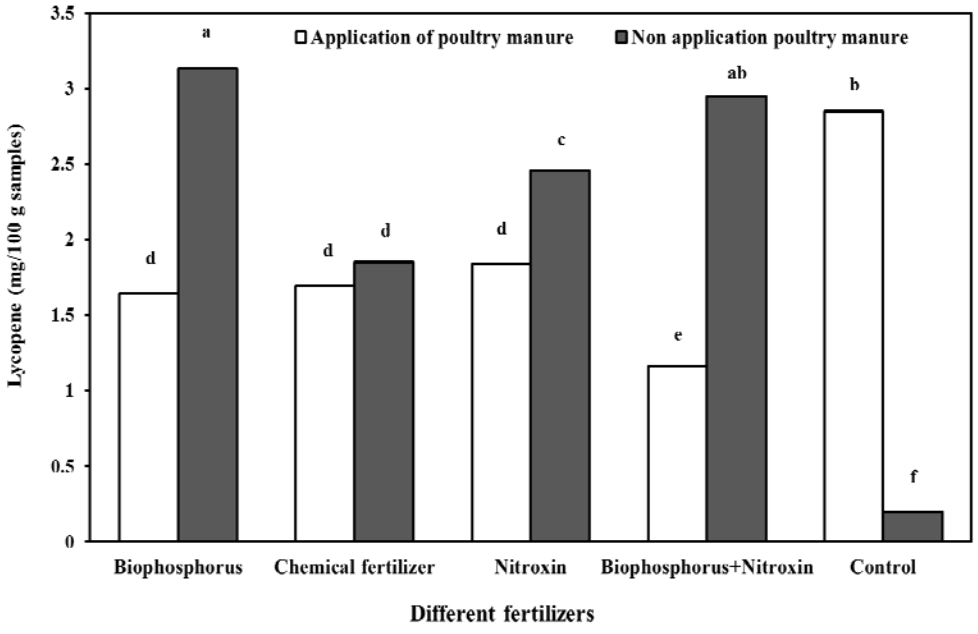


شکل ۷- اثرات متقابل کود آلی، بیولوژیک و شیمیایی بر ویتامین ث میوه گوجه‌فرنگی

Figure 7- Interaction effect of organic fertilizer, biofertilizers and chemical fertilizer on C vitamin in tomato

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means followed by the same letters are not significantly different (p≤0.05), at 5% probability level based on Duncan′s multiple range



شکل ۸- متقابل کود آلی، بیولوژیک و شیمیایی بر لیکوپن میوه گوجه‌فرنگی

Figure 8- Interaction effect of organic fertilizer, biofertilizers and chemical fertilizer on lycopene in tomato

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means followed by the same letters are not significantly different (p≤0.05), at 5% probability level based on Duncan′s multiple range

منابع

1- Aminifard M.H. 2005. Evaluation of plant density and nitrogen on growth, yield and oil of *Capsicum annumvar*. MSc thesis of horticulture, Faculty of agriculture, Ferdowsi university of Mashhad. (in Persian with English abstract).
2- Arancon N.Q., Edwards C.A., Bierman P., Metzeger J.D. and Lee S. 2005. Effect of vermicompost on growth and marketable fruits of field – grown tomato, peppers and strawberries. Bioresource Technology, 47: 731-735.
3- Arancon N.Q., Edwards C.A. and Bierman P. 2006. Influences of vermicomposts on field strawberries: Part 2. Effect on soil microbiological and chemical properties. Bioresource Technology, 97: 831-840.
4- Arun K.S. 2002. A Handbook of Organic Farming Pub. Agrobios, India.
5- Astaraee A. and Koocheki A. 1996. Biofertilizers in agriculture. Jahad Daneshgahi Mashhad Press. (in Persian with English abstract).
6- Azzaz N.A., Hassan E.A. and Hamad E.H. 2009. The chemical constituent and vegetative and yielding characteristics of Fennel plants treated with organic and bio-fertilizer instead of mineral Fertilizer. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 3: 579-587.
7- Behnamian M. and Masiha S. 2002. Tomato with most emphasis on the greenhouse tomato. Tabriz Sotoode Press. (In Persian with English abstract).
8- Barea J.M., Pozo M.J., Azcon R. and Azcon-Aguilar C. 2005. Microbial co-operation in the rhizosphere. Journal of Experimental Botany, 56: 1761-1778.
9- Bar-Tal A., Aloni B., Karin L. and Rosenberg R. 2001. Nitrogen nutrition of greenhouse pepper. I. Effects of nitrogen concentration and No3: NH4 ratio on yield, Fruit shape, and the incidence of blossom-end rot in relation to plant minral composition. Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 36: 1244-1251.
10- Bauer A. and Black A.L. 1994. Quantification of the effect of soil organic matter content on soil productivity. Soil Science Society of America, 58: 185-193.
11- Biari A., Gholami A. and Asadi Rahmani H. 2006. Sustainable production and improve the absorption of nutrients of maize in reaction to the inoculation of plant growth promoting rhizobacteria. Proceeding of the 2th national conference of Ecological Agriculture in Iran (Gorgan), 17-18 October. 2004. (In Persian with English abstract).
12- Borguini R.G. and Turres E.A.F.S. 2009. Tomatoes and Tomato Products as Dietary Sources of Antioxidants. Food Reviews International, 25: 313-325.
13- Celik I., Ortas I. and Kilic S. 2004. Effects of compost, mycorrhiza, manure and fertilizer on some physical properties of a Chromoxerert soil. 2004. Soil and Tillage Research, 78: 59-67.
14- Darzi M.T., Sefidkan A.F. and Rajali F. 2008. Effect of mycorrhiza, vermicompost and phosphorous biofertilizers on the oil quantity and quality of fennel. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants in Iran, 24: 396-413. (In Persian with English abstract).
15- Eghball B., Binford G.D., Power J.F. and Anderson F.D. 1995. Maize temporal yield variability under long term manure and fertilizer application: Fractal analysis. Soil Science Society of America Journal, 59: 1360-1364.
16- Fallahi J., Koocheki A. and Rezvani Moghaddam P. 2008. Effect of biofertilizers on quantity and quality yield of Matricaria chamomilla. Iranian Journal of Field Crops Research, 7: 127-136. (In Persian with English abstract).
17- Farahmand A., Fardad H., Liaghat A. and Kashi A. 2005. Effect of irrigation and nitrogen fertilizer on yield and water use efficiency of tomato. Iranian Journal of Soil and Water Sciences, 19: 263-270. (In Persian with English abstract).
18- Federico A., Santiago-Borraz J., Molina J.A., Nafate C.C. 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.
19- George B., Kaur C., Khurdiya D.S. and Kapoor H.C. 2004. Antioxidants in tomato (*Lycopersicom esculentum*) as a function of genotype. Food chemistry, 84: 45-51.
20- Gharib F.A., Moussa L.A. and Massoud O.N. 2008. Effect of compost and bio-fertilizers on growth, yield and essential oil of sweet marjoram (*Majorana hortensis*) plant. International Journal of Agricultura and Biology, 10: 381–387.
21- Gheshm R. and Kafi M. 1998. Industrial tomato, from planting to harvest time. Jahad Daneshgahi Mashhad Press. (In Persian with English abstract).
22- Ghorbani H. 2006. A review of biofertilizers in Iran and their role in keeping the community. Proceeding of the 2th national conference of Ecological Agriculture in Iran (Gorgan), 17-18 October. 2004. (In Persian with English abstract).
23- Girish N. and Umesha S. 2005. Effect of plant growth promoting rhizobacteria on bacterial canker of tomato. Archives of Phytopathology and Plant Protection, 38: 235-243.
24- Ghorbani R., Koocheki A., Asadi G.A. and Jahan M. 2008. Effect of organic amendments and compost extracts on tomato production and storability in ecological production systems. Iranian Journal of Field Crops Research, 6:

116-126. (In Persian with English abstract).
25- Griffe P., Metha S. and Shankar D. 2003. Organic Production of Medicinal, Aromatic and Dye-Yielding Plants (MADPs): Forward, Preface and Introduction, FAO.
26- Guler S. and Kar H. 2002. Response of field-grown tomatoes to nitrogen and potassium applied with drip or furrow irrigation. Acta Horticulturae, 571: 187-193.
27- Hamze Eu J. and Najari S. 2013. The possibility of reducing the use of nitrogen chemical fertilizers through the application of nitroxin biofertilizer in the production of anise. Iranian Journal of Agricultural Knowledge and Sustainable Production, 23: 41-55. (In Persian with English abstract).
28- Harshavardhan P.G., Vasundhara Raviraja M., Shetty G., Nataraja A., Sreeramu B.S., Chandre Gowda M. and Sreenivasappa K.N. 2007. Influence of spacing and integrated nutrient management on yield and quality of essential oil in lemon balm (*Melissa officinalis* L). Biomed, 2: 288.
29- Jafari M. and Kashi A.K. 2000. Effect of different levels of nitrogen and plant density on quantity and quality characteristics of *Capsicum Anuum*. 2th Congress of Horticultural Science, September. 2000. Karaj, Iran. (In Persian with English abstract).
30- Jahan M., Koocheki A., Nassiri Mahallati M., and Dehghanipoor F. 2007. The effects of different manure levels and two branch management methods on organic production of *Cucurbita pepo* L. Iranian Journal of Field Crops Research, 5: 1-9. (In Persian with English abstract).
31- Jahan M., Nassiri Mahallati M., Salari M.D. and Ghorbani R. 2010. The effects of time of manure application and different biological fertilizers on quantitative and qualitative characteristics of *Cucurbita pepo* L. Iranian Journal of Field Crops Research, 8: 726-737. (In Persian with English abstract).
32- Jahan M., Amiri M.B., Aghhavani Shajari M. and Tahami Zarandi M.K. 2013. Effect of cover crop and biofertilizers on quantitative and qualitative characteristics in Sesame (*Sesamum indicum* L.). Iranian Journal of Field Crops Research, 8: 737-726. (In Persian with English abstract).
33- Kennedy I.R., Choudhury A.T.M.A., Kecskes M.L., Roughley R.J. and Hien N.T. 2004. Non-symbiotic bacterial diazotrophs in crop-farming systems: can their potential for plant growth promotion be better exploited? Soil Biology and Biochemistry, 36: 1229-1244.
34- Khattak M., MuhammadIshtlag N. and Naeem N. 2001. Effect of different levels of nitrogen on growth and yield of different cultivars of eggplant under the agro-climatic conditions of peshwar. Sarhad Journal of Agriculture.
35- Kuepper G. 2000. Manure for organic crop production. ATTRA, Fayetteville, AR72702. Available Online (July 2004): www.attra.org/attra-pub/manure.htm.
36- Kuepper G.L., Born H. and Bachmann J. 2003. Organic culture of bramble fruits. Horticulture production guides. http://www.attra.ncat.org.
37- Lebaschi M.H., Matin A. and Amin Gh. 2000. Effect of organic and chemical fertilizers on yield and oil of *Hypericum perforatum*. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 31: 1-15. (In Persian with English abstract).
38- Leithy S., El-Meseiry T.A. and Abdallah E.F. 2006. Effect of biofertilizer, cell stabilizer and irrigation regime on rosemary herbage oil yield and quality. Journal of Applied Sciences Research, 2: 773-779.
39- 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.). Agrophysics Journal, 21: 361-366.
40- Mehnaz S. and Lazarovits G. 2006. Inoculation effects of *Pseudomonas putida, Gluconacetobacter azotocaptans,* and *Azospirillum lipoferum* on corn plant growth under greenhouse conditions. Microbial Ecology, 51: 326–335.
41- Mirzaee Talarposhti R., Kambozia J., Sabahi H. and Mahdavi Damghani A. 2009. Effect of organic fertilizers application on of soil physicochemical characteristics and production of tomato. Iranian Journal of Field Crops Research, 7: 257-268. (In Persian with English abstract).
42- Mostofi Y. and Najafi F. 2008. Laboratory and analytical methods in horticultural science. Tehran University Press. (In Persian with English abstract).
43- Paksoy M. and Aydin C. 2004. Some physical properties of edible squash (*Cucurbita pepo* L.) seeds. Journal of Food Engineering, 65: 225-231.
44- Posca G., Candido V., Lovelli S. and Miccolis V. 2001. Nitrogen and pepper. Journal of Horticultural Science and Biotechnology (abstract), 71(9): 1081.
45- Poudel D.D., Hoawath W.R., Lanini W.T., Temple S.R. and. Van Bruggen A.H.C. 2002. Comparison of soil N availability and conventional farming systems in northern California. Agriculture, Ecosystems and Environment, 90:125-137.
46- Rajendran K. and Devaraj P. 2004. Biomass and nutrient distribution and their return of Casuarina equisetifolia inoculated with biofertilizers in farm land. Biomass and Bioenergy, 26: 235-249.
47- Ratti N., Kumar S., Verma H.N. and Gautam S.P. 2001. Improvement in bioavailability of tricalcium phosphate to *Cymbopogon martinii* var. motia by rhizobacteria, AMF and Azospirillum inoculation. Microbiol Research, 156: 145-149.
48- Salehi M., Koocheki A. and Nassiri Mahallati M. 2004. Leaf nitrogen and chlorophyll content as an indicator of

salinity stress in wheat. Iranian Journal of Field Crops Research, 2: 25-33. (In Persian with English abstract).
49- Salehi B., Bagherzade A., Ghasemi M. and Ebrahimi M. 2013. Effect of different amounts of organic fertilizers (humic acid) on quantity and quality characteristics of different varieties of tomato. Iranian Journal of Plant production Research, 20: 189-198. (In Persian with English abstract).
50- Siddiqui Z.A. 2004. Effects of plant growth promoting bacteria and composed organic fertilizers on the reproduction of Meloidogyne incognita and tomato growth. Bioresource Technology, 95: 223–227.
51- Tabrizi L. 2004. Effect of water stress and manure on quantity and quality of *Plantage ovate* and *Plantago psyllium*. MSc thesis of Agronomy, Faculty of agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian with English abstract).
52- Tu C., Ristaino J.B. and Hu S. 2006. Soil microbial biomass and activity in organic tomato farming systems: Effects of organic inputs and straw mulching. Soil Biology and Biochemistry, 38: 247-255.
53- Tumbare A.D. and Nikam D.R. 2004. Effect of planting and fertigation on growth and yield of green chilli (*Capsicum annum*). Indian Journal of Agricultural Sciences, 74: 242-245.
54- Vessey J.K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizer. Plant and Soil, 255: 571–586.
55- Yazdani R. 2009. Investigating the effects of seed priming using Azotobacter, manure, organic and chemical fertilizer on quantitative and qualitative characteristics of milk thistle (*Silybum marianum*). MSc thesis of Agronomy, Faculty of agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian with English abstract).
56- Yousefpour M., Chaichi M.R., Mazaheri D., Fakhretabatabaeii M. and Jafari A. 2007. Effect of different soil fertilizing systems on seed and mucilage yield and seed P content of isabgol (*Plantago ovata forsk*). Asian Journal of Plant Sciences, 6: 1088-1099.
57- Yousefpour Z. and Badavi A. 2014. Effect of biofertilizers, nitrogen and phosphorous chemical fertilizers on quantity and quality yield of *Helianthus annuus*. Iranian Journal of Agricultural Knowledge and Sustainable Production, 1: 95-112. (In Persian with English abstract).