نشریه علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد دهم، شماره ۲(۳۸)، تابستان ۱۳۹۵، صفحه ۳۷۰-۳۵۳

پاسخ شاخص‌های فیزیولوژیک ارقام گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum* Mill) به مصرف کودهای دامی، شیمیایی و تلفیقی

سجاد نصیری[1*]، سهراب محمودی[2]، محمدعلی بهدانی[2]، و علیرضا صمدزاده[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۷/۱۲ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۵/۱/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱/۳۰

چکیده

به منظور بررسی تاثیر مصرف کودهای دامی، شیمیایی و تلفیقی بر عملکرد و برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی ارقام مختلف گوجه فرنگی، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند در سال زراعی ۱۳۹۳ انجام شد. در این آزمایش از سه نوع کود دامی، شیمیایی و تلفیقی به عنوان عامل اصلی و سه رقم اوربانا، سوپر چیف و سوپر مجار به عنوان عامل فرعی استفاده شدند. شاخص‌های رشد مورد بررسی شامل شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول، سرعت رشد نسبی و سرعت ماده‌سازی خالص بودند و نمونه‌ها پس از استقرار گیاه، هر ۱۰روز یک‌بار مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که اثرات کود و رقم بر این شاخص‌ها معنی‌دار شدند. بیشترین (۳/۵۶) و کمترین (۳) شاخص سطح برگ به ترتیب به تیمار کود شیمیایی و کود دامی تعلق داشتند. همچنین، رقم اوربانا نیز با میزان LAI برابر (۴) بیشترین و رقم سوپر چیف با LAI برابر (۲/۷۸) کمترین شاخص سطح برگ را به خود اختصاص دادند. در این آزمایش، بیشترین سرعت رشد محصول (CGR) در اثر استفاده از تیمارهای کود تلفیقی در رقم اوربانا و کمترین آن در اثر کود دامی در رقم سوپر چیف مشاهده شدند. همچنین، گیاهان تحت تیمار کود شیمیایی بالاترین سرعت رشد نسبی را تولید کردند و گیاهان با تیمارهای کود تلفیقی و کود دامی بعد از آن قرار گرفتند. در انتهای فصل رشد بیشترین عملکرد مربوط به مصرف کود شیمیایی و پس از آن تلفیقی بودند. این آزمایش می‌تواند در جهت نقش کودهای آلی در تولید مواد غذایی با کمیت و کیفیت مطلوب مورد استفاده کشاورزان این منطقه و سایر مناطق مشابه قرار گیرد.

واژگان کلیدی: شاخص سطح برگ، کود آلی، کود شیمیایی، مصرف تلفیقی کود دامی و شیمیایی، ماده‌سازی خالص.

۱- کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران (* نگارنده‌ی مسئول) Sajjadnasiri1989@yahoo.com
۲- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران
۳- مربی گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران

مقدمه

گوجه‌فرنگی، با نام علمی (*Lycopersicon esculentum* Mill.) گیاهی یک ساله، از تیره سیب‌زمینی (Solanaceae) است (Kochakinezhad *et al*., 2012). پس از سیب‌زمینی و سیب‌زمینی شیرین، گوجه فرنگی بیشترین میزان تولید تره‌بار جهانی را دارد و از این جهت در فهرست بالاتر از هندوانه و کلم قرار می‌گیرد (Charles *et al*., 2012). طبق آمار، تولید جهانی گوجه‌فرنگی در سال ۲۰۱۲ حدود ۱۶۱/۸ میلیون تن بوده و چین، هند و آمریکا سه تولید کننده اول این محصول در دنیا می‌باشند. درسال ۲۰۱۲ ، ۴/۸ میلیون هکتار زمین تحت کشت گوجه فرنگی قرار گرفت که میانگین تولید در هر هکتار ۳۳/۶ تن بوده است. ایران با سطح زیرکشت ۱۵۰ هزار هکتار و تولید حدود ۵/۲۵ میلیون تن گوجه فرنگی رتبه چهارم تولید این محصول در جهان را به خود اختصاص داده است (Modarresi and Rastgou, 2013). گوجه‌فرنگی، از لحاظ ارزش غذایی، بسیار کم‌کالری (۲۰ کیلوکالری در هر ۱۰۰ گرم) و سرشار از ویتامین‌های مختلف (A, C, E)، آنتی اکسیدان لیکوپن و رنگدانه‌هایی مثل بتاکاروتن و مواد معدنی است (Olaniyi and ajibola, 2008; Charles *et al*., 2012). ارزش بالای اقتصادی و دارویی این گیاه باعث شده که در سال‌های اخیر مورد توجه بسیاری از محققین قرار گیرد.

به هر نوع ماده معدنی یا آلی یا بیولوژیک که دارای عناصر غذایی باشد و باعث بالا بردن حاصلخیزی خاک و همچنین با تیمار گیاهی باعث افزایش عملکرد کیفی و کمّی محصول شود، کود اطلاق می‌شود که برای جبران فقر خاک باید این مواد به صورت افزودنی‌های کامل به شکل کود در اختیار گیاه قرار گیرد (Singh and Kapoor, 1998). مهم‌ترین و پرکاربردترین روش برای افزایش سطح تولیدات محصولات زراعی استفاده از انواع نهاده‌های خارجی از جمله کودها و مواد شیمیایی می‌باشد که این مورد نیز در سال‌های اخیر به دلیل تاثیر منفی بر سلامت محیط زیست و مصرف‌کنندگان در چرخه زیستی مورد بحث فراوان قرار گرفته است. امروزه در دنیا تلاش بر آن است که برای تولید محصولی بهتر، سالم‌تر و همچنین آسیب رساندن کمتر به محیط زیست این نوع کودها را به صورت بهینه مصرف نمایند. از مزایای کودهای شیمیایی، جذب سریع و موثر، بهای ارزان، کاربرد سهل و آسان و درآمد کاذب کوتاه مدت (بدون توجه به استهلاک سرمایه اصلی یعنی خاک و مواد آلی آن) است. امروزه روش کشت بیشتر سبزیجاتی که در دنیا تولید می‌شود به صورت متعارف (با استفاده از نهاده‌های شیمیایی) می‌باشد ولی تلاش بر این است که راهکارهای مدیریت تلفیقی و نظام‌های کشاورزی ارگانیک را در تولید این محصولات به کار گیرند که البته موفقیت‌های چشم‌گیری نیز در این زمینه به‌دست آمده است (Greer and Diver, 2000). بنا به اظهار برخی از محققین، کارایی جذب و مصرف عناصر غذایی گیاهان در زمان کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی و آلی افزایش می‌یابد. نتایج تحقیقات ثابت کرده‌اند که عملکرد بالا و پایدار می‌تواند با استفاده از کودهای شیمیایی در ترکیب با کودهای آلی به دست آید (Akbarinia *et al*., 2003).

صادق‌زاده حمایتی و همکاران (Sadeghzade-Hemayati et *al*., 2006) معتقدند مصرف کودهای شیمیایی نیتروژن (۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) و فسفر (۰ و ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) علاوه بر افزایش صفات رشدی گیاه در مقایسه با تیمار کود آلی (وزن خشک برگ، آهنگ رشد گیاه، سرعت رشد نسبی و دوام زیست توده) زمان رسیدن به حداکثر زیست توده را نیز تسریع می‌نماید. تاثیر

نیتروژن بر رشد سبزینه‌ای و محصول گوجه‌فرنگی از عناصر دیگر بیشتر است (Al-mohammadi and Al-zubi, 2011). نیتروژن، تشکیل گل و میوه را افزایش داده و بلوغ را به تاخیر می‌اندازد و کمبود آن در گیاه سبب کاهش جیبرلین، اکسین و افزایش ممانعت کننده‌های رشد می‌شود (Khan *et al*., 2014). ریزش تعداد زیادی از گل‌ها در درجه حرارت‌های زیاد نیز، به علت کمبود نیتروژن در گیاه گوجه‌فرنگی است (Al-mohammadi and Al-zubi, 2011). کمبود این عنصر در گوجه‌فرنگی باعث به تأخیر افتادن رشد، تغییر رنگ طبیعی گیاه، کوچک و نازک باقی ماندن برگ‌ها و تغییر رنگ آنها از سبز مایل به زرد به ارغوانی، سفت و فیبری شدن شاخه‌ها، زرد شدن جوانه‌های گل و ریختن آنها، کوچک ماندن میوه و کاهش شدید محصول می‌شود (Igbal *et al*., 2011). نقش اصلی فسفر، تنظیم زمان رسیدگی محصول می‌باشد؛ همچنین باعث افزایش مقاومت گیاه در برابر بیماری‌ها شده و در بهبود کیفیت و ظاهر میوه نقش مهمی دارد (Zidan, 2007). اولین علامت کمبود فسفر در گوجه‌فرنگی، ایجاد رنگ ارغوانی در سطح زیرین برگ‌ها می‌باشد. بعد از آن شاخه‌ها باریک و فیبری شده، دمبرگ‌ها کوچک و میوه‌دهی به تاخیر می‌افتد (Ortas, 2013). فسفر به همراه استفاده از نیتروژن و پتاسیم، رنگ پوست و گوشت میوه، میزان ویتامین C و سفتی میوه را بهبود و بلوغ را تسریع می‌بخشد (Murmu *et al*., 2013).

پتاسیم، باعث افزایش مقاومت گیاه در برابر تنش‌های مختلف محیطی شده و در بهبود کیفیت گوجه‌فرنگی مؤثر است (Adekiya and Agbede, 2009). یکی از دلایل اختلال در رسیدن میوه، تغذیه ناکافی پتاسیم در گوجه‌فرنگی است (Al-mohammadi and Al-zubi, 2011). پتاسیم نقش مهمی نیز در رنگ میوه در صنایع تبدیلی دارد و مصرف آن سبب افزایش کارتنوئید، لیکوپن و کاهش کلروفیل شده و تاثیر زیادی در متابولیسم اسیدهای میوه (عمدتاً اسید سیتریک و اسید مالیک) دارد (Manojkomar *et al*., 2013). نتایج آزمایش قربانی و همکاران (Ghorbani *et al*., 2008) روی گوجه‌فرنگی نشان داد که نوع کود بر عملکرد و نیز عملکرد قابل عرضه به بازار پس از خروج از انبار اثر معنی‌داری می‌گذارد. در این آزمایش کودهای مرغی، گاوی و کمپوست خانگی، عملکرد 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. اثر محلول‌پاشی با عصاره‌های کودهای آلی بر سلامت و حفاظت گیاهان و عملکرد محصول معنی‌دار نبود. کودهای آلی همچنین باعث زودرسی و باردهی زودهنگام‌تر نسبت به کود شیمیایی شدند، به‌طوری که عملکرد در تیمارهای کود آلی در چین‌های اول و دوم بیشتر از چین آخر افزایش (نسبت به شاهد) نشان داد. در آزمایشی روی گوجه‌فرنگی، کود شیمیایی درصد میوه‌های آلوده و ناسالم را در چین اول و همچنین در تولید کل افزایش داد که این موضوع ممکن است مربوط به این باشد که کودهای شیمیایی، در مقایسه با کودهای آلی مواد غذایی را به صورت بسیار سریع‌تر رها می‌کنند (Tu *et al*., 2006). به‌طورکلی، تجزیه کمّی رشد، یکی از راه‌های شناخت عوامل مؤثر بر عملکرد محسوب می‌شود و این موضوع به خصوص در مطالعه اثر عوامل محیطی بر عملکرد محصولات مختلف، مورد توجه محققین قرار گرفته است. در واقع تجزیه و تحلیل کمّی رشد، روشی برای توجیه و تفسیر واکنش‌های گیاه نسبت به شرایط محیطی مختلف در طول دوره رویش می‌باشد که از طریق آن می‌توان چگونگی انتقال و انباشت مواد ساخته شده فتوسنتزی را در اندام‌های مختلف با اندازه‌گیری ماده

خشک تولید شده به دست آورد (Seyed sharifi *et al.*, 2005). همواره یکی از مهم‌ترین روش‌های اصلاح گیاهان در جهت عملکرد بالا، ارزیابی صفات فیزیولوژیک مؤثر در اختلاف عملکرد و نیز شناسایی نحوه کنترل ژنتیکی آنها است. این آزمایش به منظور بررسی اثرات استفاده از کودهای دامی، شیمیایی و تلفیقی بر عملکرد و شاخص‌های رشدی سه رقم مختلف گوجه‌فرنگی صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. در این آزمایش کود در سه نوع دامی، شیمیایی و تلفیقی به‌عنوان عامل اصلی و سه رقم اوربانا، سوپر چیف و سوپر مجار به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد. تیمار کود شیمیایی شامل نیتروژن، فسفر و پتاسیم بود که به مقدار به‌ترتیب ۱۲۰، ۱۰۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار مورد استفاده قرار گرفت (بر اساس نتایج آزمون خاک مندرج در جدول ۲). کود نیتروژن در سه مرحله (یک سوم موقع کاشت، یک سوم ۱۵ روز پس از کاشت و یک سوم اواسط باردهی)، کود فسفر به صورت کامل در مرحله قبل از کاشت و کود پتاسیم در دو مرحله ۵۰٪ قبل از کاشت و ۵۰٪ همزمان با کود سرک سوم مورد استفاده قرار گرفت. تیمار کود حیوانی شامل کود دامی (۲۰ تن در هکتار) و کود مرغی (۵ تن در هکتار) بود و تیمار کود تلفیقی نیز تلفیقی از کود شیمیایی و حیوانی با همان نسبت‌ها اما به صورت ۵۰-۵۰ مورد استفاده قرار گرفت. محتوای فسفر، نیتروژن و پتاسیم موجود در کودهای آلی در جدول ۳ ارایه شده است. اعمال مقادیر کودی در مورد کودهای شیمیایی نیز با توجه به عرف منطقه انجام شد. در هر ردیف ۱۶ بوته کشت شد که فاصله بوته‌ها روی ردیف ۳۵ سانتی‌متر و بین ردیف ۶۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. ابعاد هر پلات اصلی با احتساب دو ردیف نکاشت (جهت عدم تداخل کودی) ۷۳ متر مربع و هر کرت حدود ۱۳/۵ متر مربع بود. مساحت زمین مورد کشت حدود ۸۰۰ متر مربع بود که پس از تهیه زمین و جداسازی کرت‌ها کودهای آماده شده در پلات‌های مورد نظر اعمال شد و در ۳ روز (هر روز یک بلوک) کشت نشای گوجه‌فرنگی انجام شد. آبیاری زمین هر هفته به صورت سطحی با استفاده از سیفون (برای جلوگیری از اختلاط کودی) انجام شد. نمونه‌برداری از بوته‌ها ۲۰ روز پس از کاشت شروع شده و تا ۵ مرحله (هر ده روز یک بار) انجام شد. برای تجزیه داده‌های مربوط به عملکرد از روش تجزیه اسپلیت پلات در زمان و مکان استفاده شد، چون علاوه بر اثر کود و رقم بر این شاخص باید اثر چین نیز مورد بررسی قرار می‌گرفت. برای تجزیه و تحلیل رشد جامعه گیاهی گوجه فرنگی در هر یک از واحدهای آزمایشی شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول، سرعت جذب خالص و سرعت رشد نسبی بر اساس سطح برگ و وزن ماده خشک کل محاسبه شدند. سطح برگ نمونه‌ها با استفاده از دستگاه سطح برگ‌سنج اندازه‌گیری شد. نمونه‌های برداشت شده به مدت ۴۸ ساعت و در دمای ۷۵ درجه سلسیوس در آون الکتریکی نگهداری و سپس برای تعیین وزن خشک مجدداً توزین شد. سپس با استفاده از اعداد سطح برگ و وزن خشک، شاخص‌های فیزیولوژیک با استفاده از روابط جدول ۱ محاسبه شد. در این روابط LA سطح برگ، GA سطح زمین، W_1 وزن خشک اولیه، W_2 وزن خشک ثانویه و T واحد زمان می‌باشد. در نهایت داده‌ها به استفاده از نرم‌افزار SAS مورد تجزیه واریانس قرار گرفت. مقایسه میانگین با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت. رسم شکل نیز با استفاده از نرم افزار Excel صورت گرفت.

نتایج و بحث

شاخص سطح برگ

نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به شاخص سطح برگ نشان از اثر معنی‌دار کود و رقم بر این شاخص داشت. به نحوی که اثر کود در شاخص سطح برگ در روزهای ۲۰ و ۴۰ پس از کاشت در سطح احتمال ۱٪ و در روزهای ۳۰، ۵۰ و ۶۰ پس از کاشت در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود. اثر رقم نیز در تمامی دوره‌های نمونه‌برداری بر شاخص سطح برگ در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. اثر متقابل کود در رقم نیز فقط در روز ۱۰ پس از کاشت در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول۴). بالاترین شاخص سطح برگ ایجاد شده در اثر استعمال کود شیمیایی با شاخص سطح برگ ۳/۵۶ و پس از آن مربوط به کود تلفیقی با LAI= ۳/۳۵ و کود دامی با LAI= ۳ بود. همچنین، بین ارقام مورد مطالعه رقم اوربانا با میانگین LAI= ۴ بالاترین شاخص سطح برگ را ایجاد کرد و رقم سوپر مجار با شاخص سطح برگ ۳/۱۹ و سوپر چیف با شاخص سطح برگ ۲/۷۸ پس از آن قرار گرفتند (جدول ۵). شاخص سطح برگ، بیان‌کننده نسبت سطح برگ به سطح زمینی است که آن برگ‌ها اشغال می‌نماید و یکی از شاخص‌های مهم برای تعیین رشد گیاه است (Paul *et al*., 2013). فراهمی عناصر غذایی اصلی مورد نیاز گیاه با مصرف متعادل و اصولی کودهای شیمیایی می‌تواند باعث طویل شدن سلول‌ها و یا تقسیم سلولی زیاد شده و افزایش اندازه برگ‌ها و در نتیجه افزایش سطح برگ را در پی داشته باشد (Hasanuzzaman, 2010). به‌طورکلی، می‌توان گفت که افزایش سطح برگ با مصرف کودهای شیمیایی نسبت به کودهای آلی به تنهایی به خاطر غنی بودن این کودها از عناصر پرمصرف بوده و همچنین با تلفیق کودهای دامی و شیمیایی از طریق تامین عناصر میکروی موجود در کودهای دامی از جمله آهن، روی و غیره و تکمیل اثرات کودهای ماکرو مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم می‌باشد. این نتایج با نتایج آزمایش‌های یزدانی و همکاران (Yazdani *et al*., 2013) بر روی ذرت سینگل کراس ۶۰۴، اصفهانی و همکاران (Esfahani *et al*., 2005) و عشقی‌صنعتی و همکاران (Eshghi sanati *et al*., 2010) در برنج، ارشدی و همکاران (Arshadi *et al*., 2013) در سیب‌زمینی و همچنین ناظری و همکاران (Nazeri *et al*., 2012) در لوبیا مطابقت دارد. در آزمایش حجتی‌پور و همکاران (Hojatipour *et al*., 2013) بر روی اثرات تلفیق کودهای شیمیایی و زیستی بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد گندم نیز بالاترین سطح برگ در اثر کودهای شیمیایی به‌دست آمد که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. ،

سرعت رشد محصول

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های سرعت رشد محصول، نشان داد که اثر کود بر سرعت رشد محصول گوجه‌فرنگی در روزهای ۲۵، ۳۵ و ۴۵ پس از کاشت در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود اما در روز ۱۵ پس از کاشت، کود اثر معنی‌داری از خود نشان نداد. اثر رقم نیز در روزهای ۱۵ و ۲۵ پس از کاشت در سطح احتمال ۱٪ و در روز ۳۵ پس از کاشت در سطح ۵٪ معنی‌دار بود اما در روز ۴۵ پس از کاشت رقم اثر معنی‌داری از خود نشان نداد. اثر متقابل کود در رقم نیز فقط در روز ۳۵ پس از کاشت در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۶).

بیشترین سرعت رشد محصول در اثر استفاده از تیمارهای کود تلفیقی (۸/۵۹$g.m^{-2}.day^{-1}$) و در رقم اوربانا (۸/۴۴$g.m^{-2}.day^{-1}$) و کمترین‌ترین سرعت رشد محصول در اثر کود دامی (۶/۵۷$g.m^{-2}.day^{-1}$) و در رقم سوپر چیف (۷/۲۳$g.m^{-2}.day^{-1}$) مشاهده شد (جدول ۷). سرعت رشد محصول، مهم‌ترین شاخص

برای تجزیه و تحلیل فرایند رشد می‌باشد (Nazeri *et al*., 2012). سرعت رشد محصول به بهترین شکل مفهوم رشد را می‌رساند و سرعت تولید ماده خشک را در واحد سطح زمین مشخص می‌کند و در نهایت اثر متقابل گیاه و فتوسنتز را نشان می‌دهد (Arvin *et al*., 2009). این شاخص در ابتدای رشد محصول به دلیل کامل نبودن پوشش گیاهی، پایین بودن درصد جذب نور، کوتاه بودن روزها و شاید دمای نسبتاً کمتر نسبت به روزهای آتی، روندی کند داشته ولی بعدها با افزایش سطح برگ، افزایش دما و تشعشع و در نتیجه بهره‌گیری بهتر از منبع نور و منابع داخل خاک، افزایش می‌یابد و در مراحل آخر رشد پس از رسیدن به نقطه اوج رشد به دلیل فتوسنتز کمتر و تولید ماده خشک کمتر نسبت فاز خطی، کاهش می‌یابد و حتی ممکن است روند تغییرات آن، منفی هم شود (Hossain *et al*., 2011). طبق نظر تهامی زرندی و همکاران (Tahami zarandi *et al*., 2010) افزایش سرعت رشد گیاه در یک واحد زمانی مشخص و در واحد سطح زمین، رابطهٔ مستقیم با سطح برگ، میزان دریافت تشعشع خورشید و دمای هوا دارد. پس می‌توان بخشی از افزایش سرعت رشد محصول را به همبستگی بین تاثیر کودهای شیمیایی بر افزایش سطح برگ و در نتیجه افزایش سرعت رشد محصول نسبت داد. به عبارت دیگر تامین آب و عناصر معدنی کافی می‌تواند موجب بهبود رشد و توسعه گیاه، گسترش سطح برگ و سطح سبز، افزایش فتوسنتز خالص و نهایتاً افزایش سرعت رشد محصول شود (Ghanbari *et al*., 2015). بنابراین، با استفاده از کودهای شیمیایی، در نتیجه تامین کافی مهم‌ترین عناصر مورد نیاز گیاه برای رشد و از طرفی بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک، شرایط مناسبی برای رشد گیاهی ایجاد شده و سرعت رشد محصول بالا می‌رود. نتایج این تحقیق با نتایج آزمایش‌های حجتی پور و همکاران (Hojjatipour *et al*., 2013) در گندم و همچنین ناظری و همکاران (Nazeri *et al*., 2012) در لوبیا مطابقت دارد. با این حال در آزمایش ارشدی و همکاران (Arshadi *et al*., 2013) بالاترین سرعت رشد محصول در سیب‌زمینی در تیمار شاهد بدون کود به‌دست آمد. احتمالاً دلیل بالا بودن سرعت رشد محصول در تیمار تلفیقی اثر ترکیبی استفاده از کود دامی و شیمیایی بوده است، به‌نحوی‌که به خاطر وجود عناصر نیتروژن، پتاسیم و فسفر نسبتاً بالا در کودهای شیمیایی و تشدید فعالیت میکروبی در اثر استفاده از کود دامی، اجزای این تیمار اثر سینرژیستی روی هم گذاشته و این موضوع باعث افزایش سطح برگ شده که این مورد نیز همان‌طور که گفته شد روی سرعت رشد محصول اثر مثبتی می‌گذارد.

سرعت رشد نسبی

نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به سرعت رشد نسبی نشان از معنی‌دار نبودن اثر رقم در هیچ‌کدام از دوره‌های نمونه‌برداری بر شاخص مورد نظر داشت در حالی‌که اثر کود فقط در روز چهل و پنجم پس از کاشت معنی‌دار بود. اثر متقابل کود در رقم نیز در روز ۳۵ پس از کاشت بر این شاخص معنی‌داری نشان داد (جدول ۸). گیاهان تیمار شده با کود شیمیایی بالاترین سرعت رشد نسبی را ایجاد کردند و گیاهان تیمار شده با کود تلفیقی و کود دامی پس از آن قرار گرفتند. بین ارقام نیز رقم سوپر چیف، سوپر مجار و سپس اوربانا به‌ترتیب سرعت رشد نسبی متفاوتی را ایجاد کردند (جدول ۹). سرعت رشد نسبی، بیان کننده میزان افزایش وزن خشک گیاه، نسبت به وزن خشک اولیه آن در واحد زمان می‌باشد و معمولاً بر حسب گرم درگرم در روز بیان می‌شود (Agha alikhani *et al*., 2013). با افزایش سن گیاه و افزایش مقدار تنفس در اواخر فصل رشد، مقدار

سرعت رشـد نسبی منفی می‌شـــود. کاهش RGR به‌صورت خطی، علاوه بر بالا رفتن نسبت بافت‌ای ساختمانی به بافت‌های فعال مریستمی و افزایش سن برگ‌ها، می‌تواند به دلیل کاهش نسبت سطح برگ (LAR) و کاهش میزان جذب خالص (NAR) نیز باشد (Yazdani *et al*., 2013). با وجود این‌که، گیاهان تیمار شده با کود دامی در ابتدای فصل رشد دارای سرعت رشد نسبی بالاتری بودند، اما در انتهای فصل رشد، تیمار کود شیمیایی پایداری بیشتری در تولید از خود نشان داده و مقدار RGR حاصل از آنها در بالاترین حد بود. دلیل بالا بودن سرعت رشد نسبی در تیمار با کودهای شیمیایی فراهم بودن کافی عناصر غذایی پرمصرف برای گیاه جذب سریع این مواد توسط گیاه است. مشخصاً تلفیق کودهای دامی با کودهای شیمیایی به دلیل تاثیر مثبت بر جذب مؤثر آب و عناصر غذایی و تکمیل اثرات مثبت کودهای شیمیایی نیز دلیل نزدیک بودن سرعت رشد نسبی در تیمار تلفیقی به تیما کود شیمیایی است. رقم سوپر چیف نیز هم در ابتدا و هم در انتهای فصل رشد دارای بالاترین سرعت رشد نسبی بود، یعنی با وجود ایجاد وزن خشک کمتر، رشد آن نسبت به ارقام دیگر با سرعت بیشتری صورت می‌گرفت. نتایج به‌دست آمده با نتایج آزمایش‌های یزدانی و همکاران (Yazdani *et al*., 2013) مطابقت دارد.

سرعت جذب خالص

نتایج نشان داد که اثر کود بر سرعت آسیمیلاسیون خالص در روزهای ۱۵ و ۴۵ پس از کاشت در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود اما در روزهای ۲۵ و ۳۵ پس از کاشت، اثر معنی‌داری نداشت. اثر رقم نیز در روز ۳۵ پس از کاشت در سطح احتمال ۵٪ و در روزهای ۲۵ و ۴۵ در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. اثر متقابل کود در رقم نیز بر سرعت آسیمیلاسیون خالص فقط در روز ۲۵ پس از کاشت معنی‌داری نشان داد (جدول ۱۰). بالاترین میزان آسیمیلاسیون خالص در انتهای فصل رشد، در اثر استعمال کودهای تلفیقی به‌دست آمد (۶/۴۶ $g.m^{-2}$) و کودهای دامی (۵/۹۴$g.m^{-2}$) و شیمیایی ($g.m^{-2}$ ۴/۶۸) پس از آن قرار گرفتند. در بین ارقام نیز رقم سوپر چیف بالاترین سرعت جذب خالص را داشت (۶/۰۷ $g.m^{-2}$) و پس از آن رقم سوپرمجار ($g.m^{-2}$ ۵/۹۳) و اوربانا (۵/۰۸ $g.m^{-2}$) قرار داشتند (جدول ۱۱). میزان جذب خالص نشان‌دهنده مقدار ماده خشک خالص ساخته شده در واحد سطح برگ در واحد زمان می‌باشد. کاهش NAR با افزایش سن گیاه می‌تواند مربوط به افزایش میانگین سن برگ‌ها و افت راندمان فتوسنتزی برگ نیـــز باشد (Paul *et al*., 2013). مهم‌ترین دلیل این روند تغییرات این است که در اوایل فصل رشد، با توجه به سایه‌اندازی کمتر و دریافت حداکثر تشعشع خورشیدی سرعت جذب خالص نسبت به مراحل بعدی رشد از میزان بالاتری برخوردار است و به تدریج با افزایش ارتفاع گیاهان کارایی فتوسنتزی برگ‌ها کاهش می‌یابد (Hossain *et al*., 2011). همچنین علت منفی شدن NAR می‌تواند به دلیل بالا رفتن دمای محیط و در نتیجه افزایش ضایعات تنفسی نیز باشد (Agha-alikhani and Safari, 2013). نتایج به‌دست آمده از این آزمایش با نتایج حجتی‌پور و همکاران (Hojjatipour *et al*., 2013) بر روی گندم مطابقت دارد. در آزمایش‌های یزدانی و همکاران (Yazdani *et al*., 2013) در ذرت نیز اثر نوع کود بر این شـاخص معنی‌دار بود. اما نتایج آزمایش‌های ارشدی و همکاران (Arshadi *et al*., 2013) بر روی سیب‌زمینی نشان از بالا بودن مقدار آسیمیلاسیون خالص در تیمار شاهد بدون کود داشت.

عملکرد

نتـــایج تجزیه واریانس داده‌های عملکرد گوجه‌فرنگی در چین‌های مختلف نشان داد که اثر کود بر عملکرد در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد. همچنین، اثر رقم و چین نیز در سطح احتمال ۱٪ بر عملکرد معنی‌دار گشت. اما اثر متقابل چین در کود، چین در رقم، کود در رقم و اثر سه گانه چین درکود در رقم بر این شاخص معنی‌دار نشدند. همچنین، اثر کـود و رقم در سطح احتمال ۱٪ بر عملکرد کل معنی‌دار گشت (جدول ۱۲). در انتهای فصل رشد، در بین تیمارهای کودی مصرفی، بالاترین عملکرد کل مربوط به گیاهان تیمار شده با کود شیمیایی با ۱۰۶/۲ تن در هکتار بود و پس از آن تیمارهای کودی تلفیقی با ۱۰۰/۹ تن در هکتار و کود دامی با ۸۴/۷ تن در هکتار بودند (شکل۱). رقم اوربانا که همواره در اکثر شاخص‌های قبلی بالاترین سطح را به دست می‌آورد، طبق انتظار با ۱۰۹/۸ تن در هکتار، بالاترین عملکرد را ایجاد کرد و پس از آن ارقام سوپر مجار با ۹۶/۱ تن در هکتار و سوچر چیف با ۸۶ تن در هکتار قرار گرفتند (شکل ۲). افزایش در رشد گیاه و افزایش عملکرد در اثر استفاده تلفیقی از کودهای دامی و شیمیایی نسبت به کابرد خالص کود دامی، می‌تواند به دلیل افزایش عناصر غذایی خاک مؤثر در اثر مصرف کود شیمیایی و افزایش در زیست توده میکروبی خاک پس از استفاده از کود دامی باشد که منجر به تولید هورمون‌هایی در کود می‌شود که به عنوان تنظیم کننده‌های رشد گیاهی مستقل از تامین مواد غذایی عمل می‌کنند (Tu *et al*., 2006). اما به‌طورکلی، به نظر می‌رسد دلیل افزایش عملکرد در اثر کودهای شیمیایی نسبت بقیه تیمارهای کودی، وجود مقادیر کافی از عناصر اصلی مورد نیاز برای رشد گیاه از جمله نیتروژن، فسفر و پتاسیم، جذب و انتقال سریع این عناصر توسط ریشه گیاه و اثرات سریع در متابولیسم و رشد گیاه است. اولانی و همکاران (Olaniyi *et al*., 2008)، چارلز و همکاران (Charles *et al*., 2012) و کوچکی‌نژاد و همکاران (Kochakinezhad *et al*., 2012) اعلام کردند که کودهای شیمیایی بالاترین مقدار عملکرد اقتصادی را در گوجه‌فرنگی ایجاد می‌کند، در حالی‌که در آزمایش‌های آدکیا و آگبده (Adekiya and Agbede., 2009) و مهدی‌زاده و همکاران (Mehdizadeh *et al*., 2013) کود دامی بالاترین عملکرد اقتصادی را در گوجه‌فرنگی ایجاد کرد.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی، می‌توان از نتایج این آزمایش استنباط نمود که استفاده از منابع کودی آلی به خصوص کودهای دامی، به جهت اصلاحات پایدار در خصوصیات فیزیکی، زیستی و شیمیایی خاک، می‌تواند نقش مهمی در بهبود کمّی و کیفی محصولات زراعی و باغی داشته باشـــد. با توجه به این‌که کودهای دامی به صورت تدریجی و آهسته عناصر موجود در خود را رها می‌کنند، بهتر است جهت افزایش راندمان مصرف این نوع کودها حداقل یک ماه الی ۴۵ روز پیش از کاشت گیاه مورد استفاده قرار گیرند. در این آزمایش استفاده از این سطوح کود دامی نتوانست نتایج مطلوب و مورد نظر را در جهت ترویج کشاورزی پایدار به همراه داشته باشد و فاصله بین عملکرد اقتصادی حاصل از مصرف کود شیمیایی با کود دامی نسبتاً زیاد و از لحاظ اقتصادی قابل توجه بود، بنابراین به نظر می‌رسد اگر کودهای دامی در سطوح بالاتر از مقدار استفاده شده در این آزمایش مورد استفاده قرار گیرند، همراه با استفاده از ارقام اصلاح شده مناسب، هم می‌توانند در بهبود وضعیت معیشتی کشاورزان مؤثر بوده و هم اینکه با عرضه محصول سالم برای مصرف کننده سلامت جامعه و محیط زیست را در دراز مدت تامین نمایند.

جدول ۱- روابط ریاضی برای برآورد شاخص‌های فیزیولوژیک رشد

Table 1- Mathematical equations to estimate the growth physiological Indexs

شاخص رشد	نماد	واحد	فرمول
شاخص سطح برگ	LAI	---	LA/GA
سرعت رشد محصول	CGR	**گرم در متر مربع در روز**	W_2-W_1/T_2-T_1
سرعت رشد نسبی	RGR	**گرم بر گرم در روز**	LnW_2-LnW_1/T_2-T_1
سرعت جذب خالص	NAR	**گرم در متر مربع**	CGR/LAI

جدول ۲- جدول تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک مورد کشت

Table 2- Table of physical and chemical analysis of cultivated soil

B	Mn	Zn	Cu	Fe	K	P	N	pH	SP	EC
0.33 kg.Mg	5.02 kg.Mg	0.74 kg.Mg	0.65 kg.Mg	4.79 kg.Mg	219.3 ppm	6.03 ppm	0.032%	8.09	23.8	8.03 m.Ds

جدول۳- مقادیر نیتروژن، فسفر و پتاسیم موجود در کودهای آلی مورد استفاده در آزمایش

Table 3- The amount of nitrogen, phosphorus and potassium in organic fertilizers used in the experiment

کودهای آلی Organic fertilizers	**فسفر** (درصد) Phosphorus (%)	**نیتروژن** (درصد) Nitrogen (%)	**پتاسیم** (درصد) Potassium (%)
کود گاوی Cow manure	0.08	0.22	0.17
کود مرغی Chicken manure	1.47	0.86	1.11

جدول ۴- جدول تجزیه واریانس تغییرات شاخص سطح برگ

Table 4- The mean square values of Leaf Area Index (LAI)

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	۲۰ روز پس از کاشت 20 Days after planting	۳۰ روز پس از کاشت 30 Days after planting	۴۰ روز پس از کاشت 40 Days after planting	۵۰ روز پس از کاشت 50 Days after planting	۶۰ روز پس از کاشت 60 Days after planting
بلوک block	2	0.0014	0.0067	0.0167	0.06985	0.104
کود fertilizer	2	**0.0635	*0.1158	**0.2471	0.3938*	*0.5855
خطای اصلی Main error	4	0.0017	0.0077	0.011	0.0552	0.0601
رقم Varieties	2	**0.0321	**0.3271	**1.354	**2.3951	**3.4365
کود×رقم Fertilizer×Varieties	4	**0.0015	0.0022	0.0115	0.0089	0.01471
خطای فرعی Sub error	12	0.0002	0.0055	0.0106	0.01167	0.0187
ضریب تغییرات (درصد) ٪CV	-	5.3	9	6.6	4.1	4.1

* و ** به ترتیب بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشند

* and ** indicate significance at the 5% and 1% probability level, Respectively

جدول ۵- جدول مقایسه میانگین اثرات اصلی کود و رقم بر شاخص سطح برگ

Table 5- Means comparison of effects of fertilizers and varieties on LAI

تیمار آزمایشی treatment		روز پس از کاشت Days after planting				
		20	30	40	50	60
اثر کود fertilizer	کود شیمیایی Chemical	0.362756^{a}	0.909467^{a}	1.6968^{a}	2.839022^{a}	3.565333^{a}
	کود تلفیقی Compound	0.308578^{b}	0.863867^{a}	1.5666^{b}	2.658311^{b}	3.3544^{b}
	کود دامی Manure	0.197867^{c}	0.694133^{b}	1.3678^{c}	2.421867^{c}	3.0576^{c}
اثر رقم varietie	اوربانا Urbana	0.239089^{c}	0.659933^{c}	1.2516^{c}	2.182044^{c}	2.786933^{c}
	سوپر مجار S.majar	0.274422^{b}	0.7752^{b}	1.3958^{b}	2.5384^{b}	3.190133^{b}
	سوپر چیف S.chief	0.355689^{a}	1.032333^{a}	1.9838^{a}	3.198756^{a}	4.000267^{a}

در هر ستون، حروف مشابه نمایان‌گر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

Values followed by the same letter within the each column indivate non significant differences at 5% probability level.

جدول ۶- جدول تجزیه واریانس تغییرات سرعت رشد محصول

Table 6- The mean square values of crop growth rate (CGR)

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	۱۵ روز پس از کاشت 15 days after planting	۲۵ روز پس از کاشت 25 days after planting	۳۵ روز پس از کاشت 35 days after planting	۴۵ روز پس از کاشت 45 days after planting
بلوک block	2	0.1444	2.0968	2.4748	4.5772
کود fertilizer	2	1.8683	*6.4099	*11.1452	19.1623*
خطای اصلی Main error	4	0.3625	0.707983	0.7412	1.3524
رقم Varieties	2	1.4771**	7.8881**	3.2947*	1.1943
کود×رقم Fertilizer×Varieties	4	0.2278	1.1608	2.9210*	1.9525
خطای فرعی Sub error	12	0.1034	0.4875	0.6668	3.2439
ضریب تغییرات (درصد)CV٪	-	12.3	10.9	10.4	37.5

* و ** به ترتیب بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشند

* and ** indicate significance at the 5% and 1% probability level, Respectively.

جدول ۷- مقایسه میانگین اثرات اصلی کود و رقم بر سرعت رشد محصول

Table 7- Means comparison of effects of fertilizers and varieties on CGR

	روز پس از کاشت Days after planting			
	15	25	35	45
کود شیمیایی Chemical	2.2624^{b}	5.950933^{b}	8.385067^{a}	6.033067^{a}
کود تلفیقی Compound	3.117333^{a}	7.332267^{a}	8.594133^{a}	5.1744^{a}
کود دامی Manure	2.416711^{b}	5.8016^{b}	6.570667^{b}	3.188267^{a}
اوربانا Urbana	3.053867^{b}	7.377067^{b}	8.4448^{b}	5.2192^{a}
سوپر مجار S.majar	2.465244^{b}	6.174933^{b}	7.869867^{ab}	4.592^{a}
سوپر چیف S.chief	2.277333^{a}	5.5328^{a}	7.2352^{a}	4.584533^{b}

در هر ستون، حروف مشابه نمایان‌گر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

Values followed by the same letter within the each column indivate non significant differences at 5% probability level.

جدول ۸- جدول تجزیه واریانس تغییرات سرعت رشد نسبی

Table 8- The mean square values of relative growth rate (RGR)

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	۱۵ روز پس از کاشت 15 days after planting	۲۵ روز پس از کاشت 25 days after planting	۳۵ روز پس از کاشت 35 days after planting	۴۵ روز پس از کاشت 45 days after planting
بلوک block	2	0.000204596	0.000121361	0.0000120541	0.000176244
کود fertilizer	2	0.003365699	0.0000932097	0.000315661	0.000269365*
خطای اصلی Main error	4	0.000521968	0.000253588	0.0000611612	0.0000357009
رقم Varieties	2	0.0001432	0.000000520986	0.000142368	0.000128782
کود×رقم Fertilizer×Varieties	4	0.000582817	0.000244943	0.000183545*	0.0000475086
خطای فرعی Sub error	12	0.000291688	0.000101523	0.000039945	0.0000733051
ضریب تغییرات ٪CV(درصد)		12.1	9.6	10.6	35.6

* و ** به ترتیب بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشند

* and ** indicate significance at the 5% and 1% probability level, Respectively.

جدول ۹- مقایسه میانگین اثرات اصلی کود و رقم بر سرعت رشد نسبی

Table 9- Means comparison of effects of fertilizers and varieties on RGR

تیمار آزمایشی treatment		روز پس از کاشت Days after planting			
		15	25	35	45
اثر کود fertilizer	کود شیمیایی Chemical	0.1237[b]	0.103834[a]	0.06606[a]	0.029752[a]
	کود تلفیقی Compound	0.136002[b]	0.101662[a]	0.05543[b]	0.023378[ab]
	کود دامی Manure	0.161606[a]	0.107995[a]	0.056219[b]	0.018863[b]
اثر رقم varietie	اوربانا Urbana	0.144979[a]	0.104415[a]	0.062492[a]	0.028201[a]
	سوپر مجار S.majar	0.137826[a]	0.104768[a]	0.060413[ab]	0.022925[a]
	سوپر چیف S.chief	0.138503[a]	0.104308[a]	0.054803[b]	0.020868[a]

در هر ستون، حروف مشابه نمایان‌گر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

Values followed by the same letter within the each columns indivate non significant differences at 5% probability level.

جدول ۱۰- جدول تجزیه واریانس تغییرات سرعت جذب خالص

Table 10. The mean square values Net assimlation rate (NAR)

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	۱۵ روز پس از کاشت 15 days after planting	۲۵ روز پس از کاشت 25 days after planting	۳۵ روز پس از کاشت 35 days after planting	۴۵ روز پس از کاشت 45 days after planting
بلوک block	2	0065.0	1.8927	0.4035	0.6122
کود fertilizer	2	5099*.13	7.5385	0.6791	1.3865*
خطای اصلی Main error	4	6074.1	1.257	0.4591	0.1236
رقم Varieties	2	0245.1	2.5812*	2.5575**	1.4913*
کود×رقم Fertilizer×Varieties	4	1643.0	1.5461*	0.5655	0.2464
خطای فرعی Sub error	12	3145.0	0.3734	0.1999	0.3519
ضریب تغییرات (درصد)CV٪		10.6	10.7	11.4	36

* و ** به ترتیب بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشند

* and ** indicate significance at the 5% and 1% probability level, Respectively.

جدول ۱۱- مقایسه میانگین اثرات اصلی کود و رقم بر سرعت جذب خالص

Table 11- Means comparison of effects of fertilizers and varieties on NAR

تیمار آزمایشی treatment		روز پس از کاشت Days after planting			
		15	25	35	45
اثر کود fertilizer	کود شیمیایی Chemical	3.889617[b]	4.683008[b]	3.889588[ab]	1.945631[a]
	کود تلفیقی Compound	5.815881[a]	6.460859[a]	4.208479[a]	1.792168[ab]
	کود دامی Manure	6.164405[a]	5.94916[a]	3.661598[b]	1.202169[b]
اثر رقم varietie	اوربانا Urbana	5.638976[a]	6.073946[a]	4.324163[a]	2.087461[a]
	سوپر مجار S.majar	5.265424[ab]	5.93454[a]	4.119743[a]	1.567573[ab]
	سوپر چیف S.chief	4.965504[b]	5.08454[b]	3.31576[b]	1.284934[b]

در هر ستون، حروف مشابه نمایانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

Values followed by the same letter within the each columns indivate non significant differences at 5% probability level.

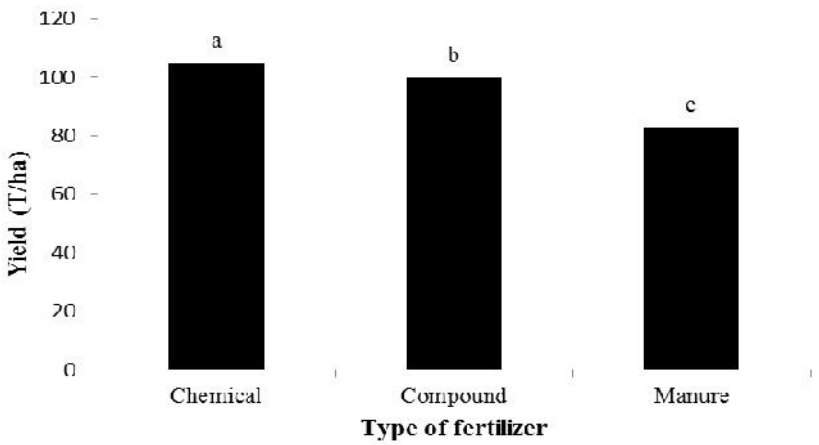
جدول ۱۲- جدول تجزیه واریانس تغییرات عملکرد چین های مختلف و عملکرد کل

Table 12- The mean square values of the different Harvests and total yield

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات عملکرد چین ها Harvests Mean square	میانگین مربعات عملکرد کل Total yield Mean square
بلوک block	2	341.3	334.13
کود fertilizer	2	02**.282	068**.1127
خطای اصلی Main error	4	724.5	78.22
رقم Varieties	2	195**.320	725**.1281
کود×رقم Fertilizer×Varieties	4	119.2	402.8
خطای فرعی Sub error	12	738.2	935.10
چین Harvest	3	538**.2139	-
چین×کود harvest×fertilizer	6	485.12	-
خطای ج third error	18	742.4	-
چین×رقم harvest×varieties	6	654.5	-
چین×کود×رقم harvest×fertilizer×varieties	12	139.2	-
خطای د fourth error	36	783.2	-
ضریب تغییرات (درصد)CV٪	-	8.6	4.3

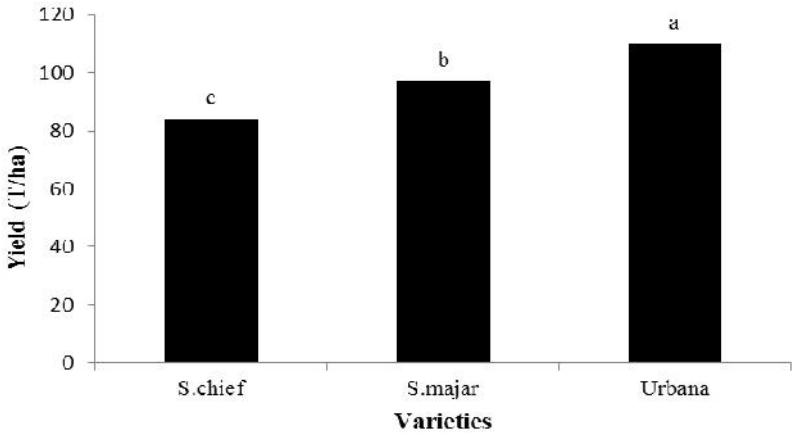
* و ** به ترتیب بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشند

* and ** indicate significance at the 5% and 1% probability level, Respectively.



شکل ۱- اثر کودهای مختلف بر عملکرد کل گوجه‌فرنگی در انتهای فصل رشد

Figure 1- Effect of different fertilizers on the yield of tomatoes at the end of the growing season



شکل ۲- عملکرد کل ارقام مختلف گوجه‌فرنگی در انتهای فصل رشد

Figure 2- The total yield of different varieties of tomatoes at the end of the growing season

References منابع مورد استفاده

- Adekiya, A.O., and T.M. Agbede. 2009. Growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) as influenced by poultry manure and NPK fertilizer. *Journal of Food and Agriculture.* 21(1): 10-20.
- Agha-alikhani, M., and M. Safari. 2013. Effect of planting date on 3 varieties of surghom physiological indices change process. *Journal of Plant Production.* 36(1): 63-78.
- Akbarinia, A., A. Ghalavand, F. Sefidkan, M.B. Rezaei, and E. Sharifi. 2003. Study on the effect of different rates of chemical fertilizer, manure and mixure of them on seed yield and amount of Essence the Ajowan. *Journal of Research and Development in Agriculture and Horticulture.* (61): 32-41.
- Al-mohammadi, F., and Y. Al-Zubi. 2011. Soil chemical properties and yield of tomato as influenced by different levels of irrigation water and fertilizer. *Journal of Agricultural Scienc*e. 13: 289-299.
- Arshadi, M.J., H.R. Khazaei, and M. Kafi. 2013. Effect of nitrogen bidding using a chlorophyll meter on potato yield, yield components and growth indices. *Journal of Iran Agricultural Research.* 11(4): 573-582.
- Arvin, P., M. Azizi, and A. Soltani. 2009. Comparsion of yield and physiological indices of growth in spring varieties of canola. *Seed and Plant Improvment Journal.* 3(1): 401-417.
- Charles, O., O. Haruna, and O. Raphael. 2012. Response of tomato (*Lycopersicon esculentum*), growth and yield, to rates of mineral and poultry manure application in the *Guinea savanna* agro-ecological zone in Nigeria. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare Research.* 2(2) : 22-35.

- Esfahani, M.S.M., M. Sadr zadeh, A. Kavousi, and A. Dabbag Mohammadi nasab. 2005. The effect of different amounts of nitrogen and potassium on yield, yield components and growth of khazar varieties of rice. *Iranian Journal of Crop Sciences.* 7(3): 226-240.
- Eshghi sanati, B., J. Daneshian, A. Amiri, and A. Azarpour. 2010. Effect of organic and chemical fertilizers source on physiological indices of hasemi varieties of rice. *Second National Conference of agriculture and sustainable development, Opportunities and challenges ahead*, 1-2 March, Iran, Islamic Azad University of Shiraz.
- Fraser, M., R.J. Fleming, I.P. Ohalloran, L.L. Van Etrad, and J.W. Zandstra. 2006. Non nutrient value of manure. Ridgetown College, University of Guelph, Ontario.
- Gareer, L., and S. Diver. 2000. Organic greenhouse vegetable production. [online]. http://www.attra.org/attarpub/ghveg.html.
- Ghanbari, A., J. Bardel, and M. Khajeh. 2015. The study of growth, watter relations and yield of cumin under the influence of water quality and green manures. *Journal of Crops Ecophysiology.* 9(1): 1-20.
- Ghorbani, R., A. Kouchaki, G. Asadi, and M. Jahan. 2008. The impact aplication of diferent organic fertilizers on growth and yield of tomato in ecological agriculture systems. *Journal of Iran Agricultural Research.* 6(1):116-127.
- Hasanuzzaman, M., K.U. Ahamed, N.M. Rahmatullah, N. Akhter, K. Nahar, and M.L. Rahman. 2010. Plant growth characters and productivity of wetland rice (*Oryza sativa* L.) as affected by application of different manures. *Emirates Journal of Food and Agriculture.* 22: 46-58.
- Hojjatipour, A., B. Jafari Haghigi, and M. Dorostkar. 2013. The impact of the integration of biological and chemical fertilizers on grain yield, yield components and growth indices of wheat. *Journal of Plant Ecophysiology.* 5(15): 36-48.
- Hossain, M., M. Sarkar, and S. Paul. 2011. Growth analysis of late transplant aman rice (cv. BR23) raised from tiller seedlings. *Libyan Agriculture Research Center Journal International.* 2 (6): 265-273.
- Kochakinezhad, H., Gh. Peyvast Kashi, A. Olfati, and J. Asadi. 2012. A comparison of organic and chemical fertilizer for tomato production. *Journal of Organic Systems.* 7(2): 14-25.
- Manoj komar, M.L., M. Sanjaykomar, M. Sutanu, and D. Kumar. 2013. Effect of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers on the growth, yield and quality of tomato var. Azad T-6. *The Asian Journal of Horticulture.* 8(2): 616-619.
- Mehdizadeh, M., E. Izadi Darbandi, H. Naseri Rad, and A. Tobeh. 2013. Growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) as influenced by different organic fertilizers. *International Journal of Agronomy and Plant Production*. 4(4): 734-738.
- Modarresi, M., and S. Rastgou. 2013. Yield reaction and some morphological characteristics of different varieties of tomatoes to heat stress. *Journal of Iran Crop Science.* 44(1): 59-67.

- Murmu, K., D.K. Swain, and B.C. Ghosh. 2013. Comparative assessment of conventional and organic nutrient management on crop growth and yield and soil fertility in tomato-sweet corn production system. *Australian Journal of Crop Science.* 7(11): 1617-1626.
- Nazeri P., A. Kashani, K. Khavazi, M.R. Ardakani, and M. Mirakhoundi. 2012. Effect of physiological growth Indicators on microbial bio-fertilizers and phosphate contining zinc and phosphorus fertilizer in beans. *Journal of Agronomy and Plant Breeding*. 8(3) 112-126.
- Olaniyi, J.O., and A.T. Ajibola. 2008. Effects of inorganic and organic fertilizers application on the growth, fruit yield and quality of tomato (*Lycopersicon lycopersicum*). *Journal of Applied Biosciences.* 8(1): 236-242.
- Oyewole, C.I., H. Opaluwa, and R. Omale. 2012. Response of tomato (*Lycopersicon esculentum*): Growth and yield, to rates of mineral and poultry manure application in the *Guinea savanna* agro-ecological zone in Nigeria. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare.* 2(2): 44-57.
- Paul, S.K., K.S. Rahman, and M.A.R. Sarkar. 2013. Physiological attributtes of transplant aman rice (cv. BRRI dhan52) as affected by tiller sedlings and urea super granules. *Progress Agriculture.* 24(2): 17 – 27.
- Sadeghzade-Hemayati, S., D. Taleghani, V. Saednia, S. Khodadadi, H. Nikpanah, and M. Dehghanshoar. 2006. The effects of nitrogen and phosphorous application on physiological parameters of sugar beet seed bearing plants in Ardabil. *Journal of Sugarbeet*. 22(1): 75-90. (In Persian).
- Seyed Sharifi, R., A. Javanshir, M.R. Shakiba, K. Golozani, R. Seyed Sharifi, and A. Mohammadi. 2005. Effect of sorghom densities and different interference periods on corn growth analysis. *Journal of Wilderness.* 1(11): 143-157.
- Shams, A., G.A. Akbari, M.H. Lebaschi, G.A. Akbari, and H. Zeinali. 2012. Growth index of *Thymus daensis* as influenced by nitrogen and chemical phosphorus in dry land. *Annual of Biological Research*. 3(6): 2854-2858.
- Singh, S., and K.K. Kapoor. 1998. Inoculation with phosphate solubilizing microorganisms and a vesicular arbuscular mycorrhizal fungus improves dry matter yield and nutrient uptake by wheat grown in a sandy soil. *Biological Fertility Soils.* 28: 139 – 144.
- Tahami zarandi, M.K., P. Rezvani moghaddam, and M. Jahan. 2010. Comparsion of Comparison of organic and chemical fertilizers effect on yield and essence percent of Basil. *Journal of Agroecology.* 2(1): 63-74.
- Tu, C., J.B. Ristaino, and S. Hu. 2006. Soil microbial biomass and activity in organic tomato farming systems: Effects of organic inputs and straw mulching. *Soil Biology & Biochemistry.* 38: 247-255.
- Yazdani, M., H. Pirdashti, and M.A. Bahmanyar. 2013. Growth analysis of 604 single cross varieties of maize with different fertilizers. *Journal of Crops Ecophysiology.* 7(2): 199-214.

Response of Some Physiological Parameters of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Varieties to Manure, Chemical Fertilizer and Their Combined Uses

Sajjad Nasiri [1]*, Sohrab Mahmoodi [2], Mohammad Ali Behdani[2], and Alireza Samadzadeh[3]

Received: October 2015, Revised: 11 April 2016, Accepted: 9 March 2016

Abstract

To evaluate the effects of manure, chemical fertilizers and their combined uses on yield and some physiological parameters of tomato varieties, an experiment was conducted as split plot in a randomized complete block design with three replications at the Agricultural Faculty of the University of Birjand in 2014. In this experiment fertilizer with 3 levels (manure, chemical fertilizer and their combined uses) asseigned to main plots and three tomato varieties (Orbana, Super chief and Super majar) to sub plots. Physiological parameters under study were LAI, CGR, RGR and NAR which measured every 10 days after the seedling establishment. The results showed significant effects of fertilizer and varieties on these parameters. The highest leaf area index (3.56) was obtained by the used of chemical fertilizers and the lowest (3) by the application of manure. Orbana possessed the highest LAI (4) and Super chief the lowest LAI (2.78). In this experiment, the highest crop growth rate (CGR) belonged to Orbana by the use of combined application of fertilizers and the lowest to Super Chief by the use of manure. Plants treated with chemical fertilizer had the highest relative growth rate (RGR) and those treated with their combined application and manure stood in the lower categories. The highest total tomato yield was related to the use of chemical fertilizer and the lowest to the use of combined fertilizers. The results of this experiment can be used to emphasize the role of organic fertilizers to produce highest tomato yield, both in quantity and quality, in this region and other similar regions in the country.

Key words: Chemical fertilizer, Leaf area index, Manure, Net assimilation rate, Tomato.

1- M.Sc. of Agronomy, University of Birjand, Birjand, Iran.
2- Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran.
3- Staff Member, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand, Iran.
* *Corresponding Author: Sajjadnasiri1989@yahoo.com*