

بهره‌گیری از ورمی کمپوست و کوددهی پاییزه برای بهبود ویژگی‌های کیفی توت‌فرنگی رقم کاماروسا (*Fragaria×ananassa* Duch. cv. Camarosa) در کشت بدون خاک

سمیرا بیدکی^۱، ویدا چالوی^{۲*} و همت‌اله پیردشتی^۳

۱ و ۲. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران

۳. دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، پژوهشکده ژنتیک و زیست‌فناوری کشاورزی طبرستان

(تاریخ دریافت: ۹۱/۱۰/۱۳ - تاریخ تصویب: ۹۲/۴/۹)

چکیده

به‌منظور بررسی اثر ورمی کمپوست و کوددهی پاییزه در کشت بدون خاک بر ویژگی‌های کیفی توت‌فرنگی رقم کاماروسا آزمایشی به‌صورت فاکتوریل برپایه طرح کاملاً تصادفی با ۵ تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل ۴ زمان کوددهی شیمیایی (به کار نبردن کود، کوددهی پاییزه، بهاره و بهاره+ پاییزه)، ۳ سطح ورمی کمپوست (۱۰، ۲۰ و ۴۰ درصد حجمی)، ۳ سطح کود دامی (۱۰، ۲۰ و ۴۰ درصد حجمی) و بستر شاهد (۵۰ درصد پیت: ۵۰ درصد پرلیت) بودند. تعداد گلدان‌های استفاده‌شده در آزمایش ۱۴۰ عدد بود. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد، بیشترین مواد جامد محلول (TDS) به میزان ۱۳/۳۵ درصد و اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) به میزان ۸/۵۴ درصد در بستر کشت حاوی ۱۰ درصد کود دامی با کوددهی بهاره مشاهده شد. همچنین بیشترین سفتی میوه (۰/۴۳ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع) نیز در بستر کشت حاوی ۱۰ درصد کود دامی همراه با کوددهی بهاره+ پاییزه مشاهده شد. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل از طریق خاصیت خنثی‌کنندگی رادیکال آزاد DPPH (۱ و ۱- دی‌فنیل ۲- پیکریل هیدرازیل) تعیین شد. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل در بستر ۱۰ درصد ورمی کمپوست با کوددهی بهاره، ۲۰ درصد کود دامی با کوددهی پاییزه و ۴۰ درصد کود دامی و بدون کوددهی به‌ترتیب به میزان حدود ۹۵/۱۸، ۹۵/۳۴، ۹۵/۴۷ درصد افزایش یافت. بیشترین مقدار آنتوسیانین‌ها (۱۸/۸۴ میلی‌گرم بر لیتر) در بستر کشت حاوی ۴۰ درصد ورمی کمپوست با کوددهی پاییزه تولید شد. یافته‌های این بررسی نشان می‌دهد که با انتخاب بستر کشت و زمان کوددهی مناسب می‌توان صفات کیفی میوه توت‌فرنگی را بهبود بخشید.

واژه‌های کلیدی: توت‌فرنگی، زمان کوددهی، کشت بدون خاک، کود دامی، ورمی کمپوست

مقدمه

سلامتی بدن مؤثرند. کشت توت‌فرنگی تا حدود ۲۰ سال پیش، بیشتر در بستر خاکی انجام می‌شد، ولی امروزه کشاورزان به سوی تولید توت‌فرنگی به بستر بدون خاک روی آورده‌اند. از مزایای کشت بدون خاک، آلودگی کمتر به بیماری‌های خاکزی، تولید بیشتر محصول، وابستگی نداشتن به کیفیت خاک، کنترل دقیق آب، مواد

توت‌فرنگی باغی (*Fragaria×ananassa* Duch.) گیاهی است از تیره Rosaceae و میوه آن سرشار از فیبر، ویتامین C، پتاسیم و آنتی‌اکسیدان‌هاست (Jalili, 2008). این مواد در افزایش سلامت قلب، کاهش خطر ابتلا به انواع سرطان و در مجموع ارتقای

گیاه نقش مهمی به‌عهده دارد (Laura Elisa & Marvin, 2008). در پژوهش Kirschbaum *et al.* (2009) کاربرد نیتروژن در اواخر فصل سبب افزایش عملکرد (به‌طور متوسط ۲۲ درصد)، همچنین تولید میوه‌های بازارپسند زودرس شد. تا کنون در جهان مطالعات زیادی در رابطه با تأثیر بسترهای کشت مختلف بر رشد و عملکرد توت‌فرنگی انجام گرفته است، اما درباره استفاده از ورمی‌کمپوست و زمان کوددهی و برهمکنش آن‌ها مطالعه چندانی انجام نشده است. بنابراین، این پژوهش به‌منظور بررسی بهره‌گیری از ورمی‌کمپوست و کوددهی پاییزه برای بهبود ویژگی‌های کیفی توت‌فرنگی رقم کاماروسا بررسی شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش گلدانی از آبان‌ماه ۱۳۹۰ تا نیمه فروردین‌ماه ۱۳۹۱ در گلخانه سرد (پوشش پلاستیکی) و سپس در فضای آزاد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری اجرا شد. این منطقه دارای طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۱۳ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۲ دقیقه شمالی از نصف‌النهار گرینویچ و میانگین ارتفاع ۱۶ متر از سطح دریا واقع شده است. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل ۴ زمان کوددهی شیمیایی (به‌کار نبردن کود، کوددهی پاییزه، بهاره و بهاره+پاییزه)، ۳ سطح ورمی‌کمپوست (۱۰، ۲۰، ۴۰ درصد حجمی)، ۳ سطح کود دامی (۱۰، ۲۰، ۴۰ درصد حجمی) و بستر شاهد (۵۰ درصد پیت: ۵۰ درصد پرلیت) بودند. تعداد گلدان‌های استفاده‌شده در آزمایش ۱۴۰ عدد بود. پیش از شروع آزمایش بسترهای کشت استفاده‌شده در آزمایش آنالیز شده و درصد نیتروژن به روش کج‌لدال (Kjeltec 2300 Analyzer)، فسفر با روش رنگ‌سنجی و با اسپکتروفتومتر (Lomb & Bauh Belgium) و پتاسیم قابل جذب توسط دستگاه فلیم فتومتر (Corning-EEL, England) (Emami, 1996) کربن آلی و مواد آلی اسیدیته (pH) و قابلیت هدایت الکتریکی (EC) آن‌ها تعیین شد (جدول ۱). کود آلی ورمی‌کمپوست (گاوی) از شرکت فناوری زیست‌محیط پاک‌صبا؛ آستارا - ایران تهیه شد.

غذایی و سایر شرایط محیطی است (Valance *et al.*, 2011). کاربرد مواد آلی مانند ورمی‌کمپوست و کود دامی در بستر کشت می‌تواند ضمن بهبود دانه‌بندی، تخلخل، نفوذپذیری و تهویه محیط کاشت به نگهداری آب و مواد غذایی کمک کند (Arancon *et al.*, 2004). همچنین، ورمی‌کمپوست با توجه به ویژگی‌های خاص خود مانند داشتن مقادیر عناصر غذایی بیشتر مواد مورد نیاز گیاه توت‌فرنگی از جمله حاوی عناصر غذایی مانند فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم را دارد و علاوه بر این، سبب بهبود خصوصیات فیزیکی و ساختمان خاک و افزایش عملکرد می‌شود (Atiyeh *et al.*, 2002).

نتایج به‌دست‌آمده در پژوهش‌های مختلف اغلب اثر مثبت کاربرد کودهای آلی در محیط کشت گیاهان گوناگون را تأیید کرده‌اند (Ameri *et al.*, 2011; Sharifi *et al.*, 2010; Arancon, *et al.*, 2004). مثلاً، مصرف کودهای آلی دامی سبب افزایش عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر و ارتفاع بوته زیره‌سبز (*Cuminum cyminum*) شد (Saidnejad & Moghaddam, 2010). همچنین Tejada *et al.* (2008) گزارش کردند که استفاده از ورمی‌کمپوست در تولید گوجه‌فرنگی‌های با کیفیت بالا مؤثر است. همچنین استفاده از کمپوست به مقدار ۲۵ تن در هکتار در کاشت گل جعفری (*Tagetes signata* L.) اثر مثبتی بر شاخص‌های رشد و جذب عناصر کم‌مصرف توسط گیاه داشت (Sharifi *et al.*, 2010). در مورد ورمی‌کمپوست نیز طی پژوهشی که توسط Ameri *et al.* (2011) روی گیاه توت‌فرنگی انجام دادند مشخص شد که در بستر حاوی ۲۵ درصد ورمی‌کمپوست بالاترین میزان بیوماس و در بسترهای حاوی ۱۵ درصد ورمی‌کمپوست بالاترین عملکرد به دست آمد. در مطالعه Kurumkar *et al.* (2005) نیز کاربرد ورمی‌کمپوست سبب افزایش تجمع کربوهیدرات‌ها شد. همچنین درباره اثر بستر کشت بدون خاک گوناگون، پژوهشی توسط Fotouhi Ghazvini *et al.* (2007) انجام شد و آن‌ها افزایش مواد جامد محلول را در بستر پرلیت مشاهده کردند.

از طرف دیگر رشد بهاره در گیاه چندساله توت‌فرنگی به ذخایر انباشته‌شده کربوهیدرات و نیتروژن فصل رشد قبلی بستگی دارد. بنابراین، ذخیره نیتروژن پاییزه در این

جدول ۱. برخی خصوصیات شیمیایی ورمی‌کمپوست، کود دامی، کوکوپیت و پرلایت استفاده‌شده در آزمایش

نوع ماده آلی	pH	EC (dS/m)	کربن آلی (%)	مواد آلی (%)	نیترژن (%)	فسفر (%)	پتاسیم (%)
ورمی‌کمپوست گاوی	۷/۰۵	۰/۷۰۲	۱۴/۳۵	۲۴/۷۴	۱/۴۴	۰/۴۴۹	۰/۳۳۳
کود گاوی	۷/۵۰	۲/۳۴	۱۳/۳۸	۲۳/۰۷	۱/۳۴	۰/۸۱۴	۰/۳۷۲
کوکوپیت	۵/۸۰	۲/۱۷	۳۸/۴۰	۶۶/۲	۳/۸۴	۰/۰۵۴	۰/۶۲۸
پرلایت	۷/۳۶	۰/۱۴۱

جذب $(A) = (A_{\lambda 496nm} - A_{\lambda 700})_{PH1/0} - (A_{\lambda 496nm} - A_{\lambda 700})_{PH4/5}$

$MW = 433/39 =$ وزن مولکولی پلارگونیدین تری‌گلوکوزید

$DF =$ فاکتور رقیق‌سازی

$15600 =$ پلارگونیدین تری‌گلوکوزید = ضریب مولی (C)

$1 =$ طول کووت (1 cm)

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل عصاره میوه‌ها از طریق خاصیت خنثی‌کنندگی رادیکال آزاد DPPH (۱) و دی‌فنیل ۲-پیکریل هیدرازیل تعیین شد (Brand-Williams *et al.*, 1995). سپس کاهش میزان جذب در طول موج ۵۱۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل ۴ Jenway) ۴۵۰۶ تعیین و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل عصاره‌ها به صورت درصد بازدارندگی DPPH محاسبه شد:

$$\%DPPHsc = (Acont - Asamp) \times 100 / Acont$$

Asamp: میزان جذب نمونه DPPH

Acont: میزان جذب DPPH

DPPHsc %: درصد بازدارندگی

در پایان آزمایش، داده‌های به‌دست‌آمده با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱، تجزیه و تحلیل و مقایسه میانگین‌ها نیز با آزمون حداقل تفاوت معنادار (LSD) در سطح ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

با توجه به نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر ساده بستر کشت و زمان کوددهی، به‌جز ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل بر سایر صفات بررسی‌شده و اثر متقابل بستر کشت و زمان کوددهی بر همه صفات بررسی‌شده در سطح یک‌درصد معنادار بود.

مواد جامد محلول (TDS)

نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که اثر بستر کشت،

نشای بوته‌های توت‌فرنگی از گلخانه صابری واقع در منطقه هشتگرد تهیه شد و اواخر آبان‌ماه داخل گلدان‌های ۳ لیتری با قطر ۱۸ سانتی‌متر کاشته شدند. رقم توت‌فرنگی استفاده‌شده در این پژوهش کاماروسا بود. این رقم جزء ارقام بهاره و زودرس است که میوه‌های بسیار درشت و سفت و پرمحصول دارد و امروزه در تولید تجاری از این رقم استفاده می‌شود (Jalili Marandi, 2008). قبل از کشت بوته‌ها در گلدان، به‌منظور جلوگیری از بیماری‌های قارچی، ریشه‌ها به‌مدت ۵ ثانیه در قارچکش بنومیل قرار گرفتند. محلول غذایی استفاده‌شده برای بوته‌ها با استفاده از کود کامل سوپرگرین تجاری N:P:K + TE (۲۰:۲۰:۲۰) تهیه و پس از تهیه محلول اسیدیته آن در pH=۵/۸ تنظیم شد. حذف گل‌ها در مراحل اولیه گلدهی (اسفند تا فروردین) به‌منظور رشد رویشی کافی نشاها انجام شد. بعد از این مدت گل‌ها حفظ و سپس میوه‌های رسیده به‌طور مرتب برداشت شدند. صفات اندازه‌گیری مورد نظر شامل TDS (مواد جامد محلول)، TA (اسیدیته قابل تیتراسیون)، سفتی میوه، TDS/TA (مواد جامد محلول)، آنتوسیانین و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل است. اندازه‌گیری مواد جامد محلول با کمک دستگاه رفاکتومتر دیجیتالی (مدل PalettePR-32) و میزان اسیدیته قابل تیتراسیون از طریق تیتراسیون با هیدروکسید سدیم (Baldwin, 1983) استفاده شد. اندازه‌گیری آنتوسیانین کل با استفاده از روش اختلاف جذب در pHهای مختلف با روش اسپکتروفتومتری انجام شد (Wrolstad, 1967). برای این منظور از دو بافر با pH ۱ (KCl-HCl) و ۴/۵ (استات سدیم) استفاده شد. در انتها نیز برای قرائت آنتوسیانین کل از دو طول موج ۷۰۰ و ۴۹۶ نانومتر استفاده شد. سپس میزان جذب (A) و میزان آنتوسیانین‌ها براساس فرمول زیر محاسبه شدند:

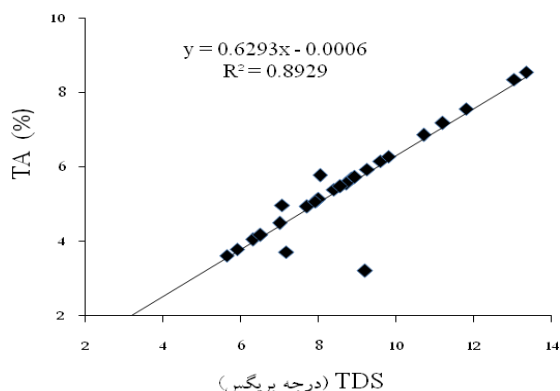
$$(e \times 1) = (A \times MW \times DF \times 100) / (mg/L)$$

جدول ۲. میانگین مربعات اثر بسترهای کشت و کوددهی بر صفات کیفی توت‌فرنگی رقم کاماروسا

منبع تغییرات	درجه آزادی	مواد جامد محلول (%)	اسیدیته (%)	سفتی (kg/Cm ²)	طعم	آنتوسیانین (mg/L)	ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل (%)
بستر کشت (A)	۶	۲۹/۱۶**	۱۲/۸۹**	۰/۰۲۷**	۲/۹۹**	۴۲/۶۸**	۱۵۹/۸۹ ^{ns}
کوددهی (B)	۳	۳۸/۲۷**	۱۵/۱۵**	۰/۰۳**	۷/۶۵**	۶۹/۶۹**	۵۱۴/۶۱ ^{ns}
A × B	۱۸	۱۷/۵۱**	۸/۳۳**	۰/۰۲**	۷/۱۸**	۳۸/۶۹**	۶۸۲/۵۹**
خطای آزمایشی	۵۶	۲/۱۳	۰/۴۶	۰/۰۰۷	۰/۶۸	۷/۳۱	۲۱۶/۰۸
ضریب تغییرات (%)		۱۷/۸۴	۱۳/۱۴	۲۷/۹۳	۲۷/۵۱	۲۳/۸۸	۱۷/۶۹

* و ** معنادار در سطح احتمال پنج و یک درصد و ns غیرمعنادار.

توت‌فرنگی می‌شود و قابلیت نگهداری میوه آن را افزایش می‌دهد (Huber, 1985). همچنین، در پژوهشی که توسط Fotouhi Ghazvini *et al.* (2007) درباره اثر نوع بستر کشت بدون خاک بر ویژگی‌های کمی و کیفی توت‌فرنگی انجام شد، در بستر پرلیت افزایش مواد جامد محلول مشاهده شد. از نظر زمان کوددهی، در بین زمان‌های کوددهی نیز، کوددهی بهاره بیشترین افزایش مواد جامد محلول را داشت و در تمامی سطوح، ماده آلی مذکور با تیمار عدم کوددهی اختلاف معناداری داشت. با توجه به جدول ۴ مواد جامد محلول با اسیدیته قابل تیتراسیون، سفتی میوه، طعم (TDS/TA) و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی همبستگی مثبت و معنادار ولی با آنتوسیانین‌ها همبستگی معناداری نشان نداد. در بین این صفات رابطه خطی و قوی بین مواد جامد محلول با اسیدیته قابل تیتراسیون ($R^2=0/89^{**}$) مشاهده شد (شکل ۱).



شکل ۱. رابطه خطی مواد جامد محلول (TDS) با اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) در میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا

کوددهی و برهمکنش آن‌ها بر مواد جامد محلول معنادار شد (جدول ۲).

بیشترین مواد جامد محلول (۱۳/۳۵ درصد) در بستر کشت ۱۰ درصد کود دامی و کوددهی بهاره مشاهده شد و در تمامی سطوح ماده آلی مذکور با تیمار عدم کوددهی اختلاف معناداری داشت. در بیشتر سطوح ماده آلی از جمله در سطوح ورمی‌کمپوست ۲۰ و ۴۰ درصد و کود دامی ۱۰، ۲۰ و ۴۰ درصد، کوددهی در زمان‌های مختلف افزایش مواد جامد محلول را به دنبال داشت (جدول ۳). با توجه به جدول ۱ مقدار پتاسیم کود دامی نسبت به ورمی‌کمپوست بیشتر است و از آنجایی که این عنصر در سنتز انواع کربوهیدرات‌ها (ساکارز، نشاسته و گلوکز) نقش دارد، بنابراین تأثیر مهمی بر رشد و نمو و کیفیت میوه می‌گذارد (Huber, 1985). همچنین مطابق جدول ۱، EC بستر کود دامی بیشتر از بسترهای کشت حاوی ورمی‌کمپوست بود. بنابراین، شوری محیط‌های کشت دارای کود دامی ممکن است سبب افزایش مونساکاریدها و مواد جامد محلول شده باشد. افزایش غلظت مواد محلول داخل گیاه می‌تواند به دلیل EC بالا و محدود شدن دسترسی گیاه به آب در محیط اطراف ریشه باشد (Lin & Glass, 1999). همچنین، ممکن است که بیشتر بودن پتاسیم کود دامی سبب افزایش مواد جامد محلول میوه‌های رشدیافته در این بسترها شده باشد. در پژوهشی، میوه‌هایی که در بستر حاوی ورمی‌کمپوست تولید شده بودند، مواد جامد محلول بیشتری داشتند (Singh *et al.*, 2008). در پژوهشی دیگر گفته شده است که مصرف کافی پتاسیم موجب افزایش قند میوه

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر متقابل بسترهای کشت و کوددهی بر مقدار مواد جامد محلول میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا

مواد جامد محلول میوه (درجه برگس)				تیمار
بهاره + پاییزه	پاییزه	بهاره	شاهد	بستر کاشت/ کوددهی
۸/۸۵ ^{d-h}	۶/۳۰ ^{i-k}	۵/۹ ^{jk}	۰ ^m	*P ₅₀ :CO ₅₀
۱۰/۷۰ ^{b-e}	۶/۵۰ ^{h-k}	۸/۸۰ ^{e-h}	۳/۰۶ ⁱ	P ₄₅ :CO ₄₅ :VC ₁₀
۸/۴۰ ^{e-i}	۷/۷۰ ^{f-k}	۱۱/۸۰ ^{a-c}	۹/۶۰ ^{c-f}	P ₄₀ :CO ₄₀ :VC ₂₀
۱۱/۲۰ ^{a-d}	۷/۹۳ ^{f-k}	۵/۶۳ ^k	۸/۹۳ ^{d-g}	P ₃₀ :CO ₃₀ :VC ₄₀
۹/۲۵ ^{d-g}	۹/۸۰ ^{c-f}	۱۳/۳۵ ^a	۷/۰۰ ^{g-k}	P ₄₅ :CO ₄₅ :C ₁₀
۸/۷۰ ^{f-k}	۷/۱۶ ^{g-k}	۸/۰۰ ^{f-j}	۸/۰۳ ^{f-j}	P ₄₀ :CO ₄₀ :C ₂₀
۷/۹۰ ^{f-k}	۱۳/۰۳ ^{ab}	۸/۵۵ ^{e-i}	۷/۰۶ ^{g-k}	P ₃₀ :CO ₃₀ :C ₄₀

* CO: کوکوبیت، C: کمپوست، VC: ورمی‌کمپوست، P: پرلایت

** میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری اختلاف معناداری در سطح پنج‌درصد براساس آزمون LSD با هم ندارند.

جدول ۴. همبستگی بین صفات کیفی مطالعه‌شده (n= ۲۸)

ماده جامد محلول (%)	اسیدیته (%)	سفتی (kg/Cm ²)	طعم	آنتوسیانین (mg/L)	ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل (%)
۰/۷۹**	۱				
۰/۴۸**	۰/۴۳**	۱			
۰/۵۱**	۰/۵۳**	۰/۲۶**	۱		
۰/۰۳ ^{ns}	۰/۰۳ ^{ns}	۰/۱۶ ^{ns}	۰/۱۵ ^{ns}	۱	
۰/۲۶*	۰/۲۲*	۰/۳۲**	۰/۱۵ ^{ns}	۰/۲۳*	۱

* و ** معنادار در سطح احتمال پنج و یک درصد. ns غیرمعنادار.

اسیدیته قابل تیتراسیون (TA)

Singh *et al.* (2008) نیز گزارش کردند که نوع بستر

کشت بر اسیدیته میوه مؤثر است به طوری که آن‌ها کمترین اسیدیته را در بستر دارای ورمی‌کمپوست مشاهده کردند که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. در بین زمان‌های کوددهی نیز کوددهی بهاره بیشترین افزایش را داشت و در تمامی سطوح، ماده آلی مذکور با تیمار عدم کوددهی اختلاف معناداری داشت. با توجه به جدول ۳ همبستگی اسیدیته قابل تیتراسیون با مواد

نتایج به دست آمده نشان داد که اثر بستر کشت، کوددهی و برهمکنش آن‌ها بر اسیدیته قابل تیتراسیون معنادار شد (جدول ۲). بیشترین اسیدیته قابل تیتراسیون (۸/۵۴ درصد) در بستر کشت ۱۰ درصد کود دامی و کوددهی بهاره و ۴۰ درصد کود دامی با زمان کوددهی پاییزه (۸/۳۴ درصد) دیده شد و در تمامی سطوح، ماده آلی مذکور با تیمار عدم کوددهی اختلاف معناداری داشت (جدول ۵).

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر متقابل بسترهای کشت و کوددهی بر اسیدیته قابل تیتراسیون میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا

اسیدیته قابل تیتراسیون (درصد)				تیمار
بهاره + پاییزه	پاییزه	بهاره	شاهد	بستر کاشت/ کوددهی
۵/۶۶ ^{c-g}	۴/۰۳ ^{ij}	۳/۷۷ ^j	۰ ^k	*P ₅₀ :CO ₅₀
۶/۸۴ ^{b-d}	۴/۱۶ ^{ij}	۵/۶۳ ^{e-g}	۱/۰ ^{no}	P ₄₅ :CO ₄₅ :VC ₁₀
۵/۳۷ ^{e-h}	۴/۹۲ ^{g-i}	۷/۵۵ ^{ab}	۶/۱۴ ^{c-f}	P ₄₀ :CO ₄₀ :VC ₂₀
۷/۱۶ ^{bc}	۵/۰۷ ^{f-i}	۳/۶۰ ^j	۵/۷۱ ^{e-g}	P ₃₀ :CO ₃₀ :VC ₄₀
۵/۹۳ ^{d-g}	۶/۲۷ ^{c-e}	۸/۵۴ ^a	۴/۴۸ ^{h-j}	P ₄₅ :CO ₄₅ :C ₁₀
۵/۵۳ ^{e-h}	۳/۷۰ ^j	۵/۱۲ ^{f-i}	۵/۷۶ ^{d-g}	P ₄₀ :CO ₄₀ :C ₂₀
۵/۰۵ ^{f-i}	۸/۳۴ ^a	۵/۴۷ ^{e-h}	۴/۹۶ ^{g-i}	P ₃₀ :CO ₃₀ :C ₄₀

* CO: کوکوبیت، C: کمپوست، VC: ورمی‌کمپوست، P: پرلایت

** میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری اختلاف معناداری در سطح پنج‌درصد براساس آزمون LSD با هم ندارند.

در تمامی سطوح، ماده آلی مذکور با تیمار عدم کوددهی اختلاف معناداری داشت. نکته قابل توجه این است که با افزایش کود دامی در بستر کشت، سفتی میوه کاهش یافت (جدول ۶).

در پژوهش Singh *et al.* (2008) میوه‌هایی که در محیط کشت دارای ورمی کمپوست کاشته شده بودند، سفت‌تر بودند و کیفیت بهتری نسبت به میوه‌های دیگر داشتند که نشان می‌دهد نوع بستر کشت می‌تواند بر سفتی میوه اثر گذارد که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. همچنین کاربرد نیتروژن بیشتر از حد بهینه، سفتی میوه را کاهش می‌دهد (Tagliavini *et al.*, 2005). در این پژوهش نیز با توجه جدول ۱ بستر کود دامی کمترین مقدار نیتروژن را داشت. بنابراین، بیشترین سفتی را میوه‌های این تیمار داشتند. در نتیجه، ممکن است کم‌تر بودن مقدار نیتروژن کود دامی سبب افزایش سفتی میوه در محیط‌های دارای کود دامی باشد.

جامد محلول، سفتی، طعم (TSS/TA) و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی همبستگی مثبت و معنادار ولی با مقدار آنتوسیانین‌ها همبستگی معناداری نشان نداد. در بین این صفات بیشترین همبستگی ($R^2=0/53^{**}$) با طعم مشاهده شد.

سفتی میوه

نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که تفاوت معناداری بین بستر کشت، زمان‌های کوددهی و برهمکنش آن‌ها از نظر سفتی میوه وجود دارد (جدول ۲). بیشترین سفتی میوه در بستر کشت ۱۰ درصد کود دامی و کوددهی پاییزه دیده شد و در تمامی سطوح، ماده آلی مذکور با تیمار عدم کوددهی اختلاف معناداری داشت. در بیشتر سطوح ماده آلی از جمله در سطوح ورمی کمپوست ۲۰ درصد و کود دامی ۱۰ و ۲۰ درصد، کوددهی در زمان‌های مختلف افزایش سفتی را به دنبال داشت. در بین زمان‌های کوددهی نیز، کوددهی پاییزه بیشترین سفتی را داشت و

جدول ۶. مقایسه میانگین اثر متقابل بسترهای کشت و کوددهی بر سفتی میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا (کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع)

سفتی میوه			تیمار	
بهاره + پاییزه	پاییزه	بهاره	شاهد	بستر کاشت/کوددهی
۰/۳۳ ^{a-d}	۰/۳۰ ^{fg}	۰/۳۳ ^{a-d}	۰ ^g	*P ₅₀ :CO ₅₀
۰/۲۶ ^{c-f}	۰/۴۰ ^{ab}	۰/۲۶ ^{c-f}	۰/۱۳ ^{c-f}	P ₄₅ :CO ₄₅ :VC ₁₀
۰/۴۱ ^{ab}	۰/۳۳ ^{a-d}	۰/۱۶ ^{ef}	۰/۴۰ ^{ab}	P ₄₀ :CO ₄₀ :VC ₂₀
۰/۳۰ ^{a-d}	۰/۲۶ ^{c-f}	۰/۲۶ ^{c-f}	۰/۳۰ ^{a-d}	P ₃₀ :CO ₃₀ :VC ₄₀
۰/۳۶ ^{a-d}	۰/۴۳ ^a	۰/۳۸ ^{ac}	۰/۳۳ ^{a-d}	P ₄₅ :CO ₄₅ :C ₁₀
۰/۳۱ ^{a-d}	۰/۳۶ ^{a-d}	۰/۳۳ ^{a-d}	۰/۳۰ ^{a-d}	P ₄₀ :CO ₄₀ :C ₂₀
۰/۲۳ ^{d-f}	۰/۳۰ ^{a-d}	۰/۲۶ ^{c-f}	۰/۲۸ ^{b-e}	P ₃₀ :CO ₃₀ :C ₄₀

*CO: کوکوپیت، C: کمپوست، VC: ورمی کمپوست، P: پرلایت

** میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری اختلاف معناداری در سطح پنج‌درصد براساس آزمون LSD با هم ندارند.

با توجه به جدول ۳، ممکن است دلیل بهتر بودن طعم میوه‌ها در بسترهای کشت حاوی ۲۰ درصد ورمی کمپوست و بدون کوددهی (شاهد) از دیگر بسترهای کشت به دلیل بالا بودن مواد جامد محلول در این میوه‌ها باشد. Lin & Glass (1999) نیز گزارش کردند که طعم میوه با نسبت مواد جامد محلول و اسیدهای قابل تیتر مرتبط است که با نتایج این آزمایش (جدول ۴) مطابقت داشت.

طعم میوه (TDS/TA)

طعم میوه برای میوه‌ها به‌صورت نسبت مواد جامد محلول به اسیدیته قابل تیتراسیون تعریف شده است (Keutgen & Pawelzik., 2007). نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که اثر بستر کشت، کوددهی و اثر متقابل آن‌ها بر طعم میوه در سطح یک‌درصد معنادار شد (جدول ۲). در بین ترکیبات مختلف، بیشترین طعم میوه در بستر کشت ۲۰ درصد ورمی کمپوست و عدم کوددهی حاصل شد.

جدول ۷. مقایسه میانگین اثر متقابل بسترهای کشت و کوددهی بر طعم میوه (TDS/TA) توت‌فرنگی رقم کاماروسا

طعم میوه (TDS/TA)			تیمار	
بهاره+ پاییزه	پاییزه	بهاره	شاهد	بستر کاشت/کوددهی
۵/۱۱ ^{ab}	۳/۰۸ ^{e-i}	۴/۷۰ ^{a-c}	۰ ^۱	[*] P ₅₀ :CO ₅₀
۴/۶۱ ^{a-c}	۱/۵۲ ^{jk}	۴/۱۸ ^{b-f}	۰/۹۶ ^{kl}	P ₄₅ :CO ₄₅ :VC ₁₀
۱/۸۷ ^{i-k}	۳/۴۴ ^{c-h}	۴/۴۳ ^{a-d}	۵/۵۶ ^a	P ₄₀ :CO ₄₀ :VC ₂₀
۴/۰۳ ^{b-g}	۳/۱۳ ^{d-i}	۲/۰۳ ^{i-k}	۲/۷۵ ^{g-j}	P ₃₀ :CO ₃₀ :VC ₄₀
۲/۶۷ ^{b-j}	۲/۴۹ ^{b-j}	۵/۲۶ ^{ab}	۲/۸۶ ^{f-j}	P ₄₅ :CO ₄₅ :C ₁₀
۱/۵۵ ^{jk}	۱/۶۸ ^{jk}	۱/۹۳ ^{i-k}	۴/۳۶ ^{a-e}	P ₄₀ :CO ₄₀ :C ₂₀
۴/۰۹ ^{b-g}	۱/۵۴ ^{jk}	۲/۸۵ ^{f-j}	۱/۵۲ ^{jk}	P ₃₀ :CO ₃₀ :C ₄₀

*CO: کوکوپیت، C: کمپوست، VC: ورمی‌کمپوست، P: پرلایت

** میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری اختلاف معناداری در سطح پنج درصد براساس آزمون LSD با هم ندارند.

مقدار آنتوسیانین‌ها

از سوی دیگر گزارش شده است که کاربرد پتاسیم بیشتر از حد بهینه مقدار آنتوسیانین را کاهش می‌دهد (Delgado *et al.*, 2006). که در این پژوهش نیز با توجه جدول ۱ بستر ورمی‌کمپوست کمترین مقدار پتاسیم را داشت. بنابراین، بیشترین آنتوسیانین‌ها را میوه‌های این تیمار داشتند. در نتیجه، ممکن است کمتر بودن مقدار پتاسیم ورمی‌کمپوست سبب افزایش آنتوسیانین‌های میوه در محیط‌های دارای ورمی‌کمپوست باشد.

نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که اثر بستر کشت، کوددهی و اثر متقابل آن‌ها بر آنتوسیانین‌های میوه کاملاً معنادار بود (جدول ۲). در بین ترکیبات تیماری، بیشترین مقدار آنتوسیانین‌ها (۱۸/۸۴ میلی‌گرم بر لیتر) در بستر کشت ۴۰ درصد ورمی‌کمپوست و کوددهی بهاره+پاییزه دیده شد. به‌طور کلی، با افزایش کودهای آلی (ورمی‌کمپوست و کود دامی) در بستر کشت مقدار آنتوسیانین‌های میوه کاهش یافت (جدول ۸).

جدول ۸. مقایسه میانگین اثر متقابل بسترهای کشت و کوددهی بر آنتوسیانین (mg/L) توت‌فرنگی رقم کاماروسا

آنتوسیانین (mg/L)			تیمار	
بهاره+ پاییزه	پاییزه	بهاره	شاهد	بستر کاشت/کوددهی
۱۱/۹۵ ^{b-g}	۱۲/۳۲ ^{b-f}	۷/۷۵ ^{g-i}	۴/۸۴ ^{ij}	P ₅₀ :CO ₅₀
۱۴/۶۶ ^{a-d}	۱۲/۶۲ ^{b-e}	۱۵/۶۹ ^{ab}	۱۱/۶۷ ^{b-g}	P ₄₅ :CO ₄₅ :VC ₁₀
۱۳/۵۱ ^{b-d}	۱۶/۰۳ ^{ab}	۱۰/۲۶ ^{d-h}	۱۲/۵۲ ^{b-e}	P ₄₀ :CO ₄₀ :VC ₂₀
۱۸/۸۴ ^a	۱۴/۷۸ ^{a-c}	۱۰/۷۵ ^{c-h}	۶/۴۹ ^{hi}	P ₃₀ :CO ₃₀ :VC ₄₀
۱۴/۰۶ ^{b-d}	۱۴/۲۸ ^{b-d}	۵/۳۴ ^{d-i}	۱۱/۶۵ ^{b-g}	P ₄₅ :CO ₄₅ :C ₁₀
۸/۲۵ ^{e-i}	۱۴/۴۱ ^{b-d}	۸/۰۰ ^{f-i}	۱۰/۷۵ ^{c-h}	P ₄₀ :CO ₄₀ :C ₂₀
۱۲/۵۴ ^{b-e}	۱/۶۰ ^j	۱۱/۰۴ ^{c-g}	۱۰/۳۲ ^{d-h}	P ₃₀ :CO ₃₀ :C ₄₀

*CO: کوکوپیت، C: کمپوست، VC: ورمی‌کمپوست، P: پرلایت

** میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری اختلاف معناداری در سطح پنج درصد براساس آزمون LSD با هم ندارند.

مقدار آنتی‌اکسیدان‌های کل

دامی ۲۰ درصد و کوددهی بهاره+پاییزه (۹۵/۳۴ درصد) و کود دامی ۴۰ درصد و عدم کوددهی (۹۵/۴۷ درصد) دیده شد (شکل ۲). در این پژوهش، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل میوه در بسترهای کشت دارای کودهای آلی افزایش یافت. گزارش شده است که به‌دلیل وجود عناصر غذایی گوناگون در کودهای ارگاتیک، کاربرد این کودها در

نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که تنها برهمکنش بین بستر کشت و کوددهی بر مقدار آنتی‌اکسیدان‌های کل معنادار شد (جدول ۲). بر همین اساس، در بین ترکیبات مختلف، بیشترین مقدار آنتی‌اکسیدان‌ها در بستر کشت ۱۰ درصد ورمی‌کمپوست و کوددهی بهاره (۹۵/۱۸ درصد)، کود

معناداری ($R^2 = 0.22^{***}$) نشان داد.

نتیجه‌گیری کلی

از بین بسترهای کشت مطالعه‌شده در این پژوهش بستر کشت حاوی ۱۰ درصد کود دامی همراه با کوددهی بهاره بیشترین مواد جامد محلول و اسیدیته قابل تیتراسیون را نشان داد و سفتی میوه نیز در همین بستر ولی با کوددهی بهاره+پاییزه مشاهده شد. همچنین بهترین طعم میوه در بستر کشت حاوی ۲۰ درصد ورمی‌کمپوست با عدم کوددهی (شاهد) به دست آمد. مقدار آنتوسیانین‌ها در بستر کشت حاوی ۴۰ درصد ورمی‌کمپوست با کوددهی پاییزه و ظرفیت آنتی‌اکسیدان‌ها در بستر ۱۰ درصد ورمی‌کمپوست با کوددهی بهاره و همچنین بسترهای کشت حاوی ۲۰ و ۴۰ درصد کود دامی با کوددهی پاییزه و بدون کوددهی افزایش یافت. یافته‌های به‌دست‌آمده در این پژوهش به‌روشنی نشان می‌دهند که بسترهای کشت و زمان کوددهی بر ویژگی‌های کیفی میوه توت‌فرنگی تأثیر گوناگون دارند. بنابراین، با انتخاب بستر کشت مناسب و مدیریت کوددهی می‌توان با توجه به نوع مصرف و هدف تولید، میزان مواد مؤثره موجود در توت‌فرنگی را تغییر داد. علاوه بر این، چون هزینه تهیه بستر کاشت و کودهای شیمیایی از عوامل تعیین‌کننده در کشت بدون خاک توت‌فرنگی هستند، بنابراین دانش استفاده بهینه از این نهاده‌ها می‌تواند برای تولیدکنندگان مفید واقع شود.

بسترهای کشت سبب بهبود کیفیت میوه‌ها می‌شود (Nur Faezah *et al.*, 2012). بنابراین، نوع کود به‌کاررفته می‌تواند نقش مهمی در میزان آنتی‌اکسیدان‌های موجود در میوه داشته باشد (Toor *et al.*, 2006). تفاوت اثر کمپوست و ورمی‌کمپوست بر روی فعالیت‌های فیزیولوژیکی گیاهان به‌دلیل اختلاف اساسی در تولید این دو کود ارگانیک است (Atiyeh *et al.*, 2002). به نظر *Atiyeh et al.* (2002)، آزیم‌های تولیدشده به‌وسیله کرم‌ها و میکروارگانیزم‌ها در ورمی‌کمپوست بر فعالیت‌های فیزیولوژیکی و افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی موثرند. در پژوهش Nur Faezah *et al.* (2012) نیز بیشترین مقدار آنتی‌اکسیدان‌ها را (۶۷/۳۰ درصد) کاساوا^۱ در تیمار حاوی کود آلی ورمی‌کمپوست مشاهده شد که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. در پژوهشی روی کلم بروکلی^۲ بسترهای حاوی کودهای آلی تهویه خاک و ظرفیت نگهداری آب را افزایش داد و با رهاسازی کند عناصر غذایی وضعیت مطلوبی برای تنفس و رشد گیاه ایجاد کرد و کیفیت کلم‌ها را افزایش داد (Abou *et al.*, 2006). همچنین در پژوهشی دیگر کودهای آلی تجمع آنتی‌اکسیدان‌ها را در گیاه گوجه‌فرنگی افزایش داد (Dumas *et al.*, 2003). در این پژوهش نیز بسترهای حاوی کود آلی چنین نقشی را برای افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدان‌ها ایفا کرده‌اند. همچنین با توجه به جدول ۴ مقدار آنتی‌اکسیدان‌های کل با آنتوسیانین میوه همبستگی

جدول ۹. مقایسه میانگین اثر متقابل بسترهای کشت و کوددهی بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل (درصد بازدارندگی) توت‌فرنگی رقم کاماروسا

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (درصد بازدارندگی)			تیمار	
بهاره+پاییزه	پاییزه	بهاره	شاهد	بستر کاشت/کوددهی
۸۹/۶۷ ^{a-c}	۸۹/۳۵ ^{a-c}	۳۴/۸۶ ^e	۳۱/۰۲ ^e	*P ₅₀ :CO ₅₀
۶۷/۵۴ ^{cd}	۷۵/۹۰ ^{a-d}	۹۵/۱۸ ^a	۸۹/۳۵ ^{a-c}	P ₄₅ :CO ₄₅ :VC ₁₀
۸۷/۷۴ ^{a-c}	۸۳/۵۴ ^{a-d}	۹۱/۳۷ ^{a-c}	۸۵/۷۸ ^{a-c}	P ₄₀ :CO ₄₀ :VC ₂₀
۸۳/۸۹ ^{a-d}	۸۷/۳۶ ^{a-c}	۸۰/۳۹ ^{a-d}	۸۶/۷۱ ^{a-c}	P ₃₀ :CO ₃₀ :VC ₄₀
۶۱/۳۹ ^d	۹۲/۴۶ ^{ab}	۸۸/۷۰ ^{a-c}	۸۴/۸۹ ^{a-d}	P ₄₅ :CO ₄₅ :C ₁₀
۹۵/۳۴ ^a	۹۳/۷۴ ^{ab}	۷۳/۷۹ ^{a-d}	۷۰/۴۵ ^{b-d}	P ₄₀ :CO ₄₀ :CO ₂₀
۷۵/۶۸ ^{a-d}	۸۳/۳۸ ^{a-d}	۹۱/۴۸ ^{a-c}	۹۵/۴۷ ^a	P ₃₀ :CO ₃₀ :C ₄₀

*CO: کوکوپیت، C: کمپوست، VC: ورمی‌کمپوست، P: پرلایت

** میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری اختلاف معناداری در سطح پنج درصد براساس آزمون LSD با هم ندارند.

1. Cassava (*Manihot esculenta* Crantz)
2. *Brassica oleracea* L.

REFERENCES

1. Abou El-Magd, M.M., El-Bassiony, A.M. & Fawzy, Z.F. (2006). Effect of organic manure with or without chemical fertilizers on growth, yield and quality of some varieties of broccoli plants. *Journal of Applied Sciences Research*, 2, 791-798.
2. Ameri, A., Tehrani Far, A., Shoor, M. & Davarynejad, G. M. (2011). Effect of cultivar & growing medium on growth characteristics of Strawberry in soilless culture systems. In: Proceedings of 7th International Horticulture Congress on Isfahan University of Technology, 5 Sep., Isfahan, Iran, pp. 1904-1906. (In Farsi).
3. Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Welch, C. & Metzger., J. D. (2004). Influences of vermicompost on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. *Bioresource Technology*, 93, 145-153.
4. Atiyeh R.M., Arancon, N., Edwards, C.A. & Metzger, J.D. (2002). The influence of earthworm processed pig manure on the growth and productivity of marigolds. *Bioresource Technology*, 81, 103-108.
5. Baldwin, E. A. (1983). Citrus fruit. In: Seymour, G., Taylor, J., Tucker, G. (Ed). *Biochemistry of fruit ripening*. Chapman and Hall, London.
6. Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity, *Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie. Food Science and Technology*, 28, 25-30.
7. Delgado, R., M. González. & Martín, P. (2006). Interaction effects of nitrogen and potassium fertilization on anthocyanin composition and chromatic features of Tempranillo grapes. *International Journal of Wine Research*, 40(3), 141-150.
8. Dumas, Y., Dadomo, M., Di Lucca, G. & Grolier, P. (2003). Effects of environmental factors and agricultural techniques on antioxidant content of tomatoes. *Journal of Food and Agriculture Science*, 83, 369-382.
9. Emami, A. (1996). *Plant analysis methods Soil and Water Research Institute*. Technical publication No. 982. Tehran, Iran. (In Farsi).
10. Fotouhi Ghazvini, R., Payvast, Gh & Azarian, H. (2007). Effect of clinoptilolitic-zeolite and perlite mixtures on the yield and quality of strawberry in soilless culture. *International Journal of Agriculture & Biology*, 9 (6), 885-888.
11. Huber, S.C. (1985). Role of potassium in photosynthesis and respiration. PP. 369-391. In: RD. Munson (Ed), *Potassium in Agriculture*, ASA, CSSA and SSSA, Madison, WI.
12. Jalili Marandi, R. (2008). *Small fruit* (2nd Ed.). Jahad Orumieh University Press. (In Farsi).
13. Keutgen, A. & Pawelzik, E. (2007). Modifications of taste-relevant compounds in strawberry fruit under NaCl salinity. *Journal of Food Chemistry*, 105(4), 1487-1494.
14. Kirschbaum, D., Larson, K., Weinbaum, S. & DeJong, M. (2009). Late-season nitrogen applications in high-latitude strawberry nurseries improve transplant production. *African Journal of Biotechnology*, 9(7), 1001-1007.
15. Kurumkar A. J., Mahorkar V. K, Paithankar, D. H. & Warade, A. D. (2005). Effect of nitrogen and phosphorus levels on growth and seed yield of ambrette (*Abelmoschus moschatus* Medie). *Intenational Journal on Crops*, 29, 292-295.
16. Laura Elisa, A. & Marvin, P. (2008). Carbon and Nitrogen Reserves in Perennial Strawberry Affect Plant Growth and Yield. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 133(6), 735-742.
17. Lin, W.C. & Glass, A.D.M. (1999). The effect of NaCl addition and macronutrient concentrations on the fruit quality and flavor volatiles of greenhouse tomatoes. *Acta Horticulturae*, 481, 487-493.
18. Nur Faezah, O., Siti Aishah, H., Umi Kalsom, Y., Nur, A., Puteri, E. & Umarani, S. (2012). Phenolics, flavonoids, antioxidant activity and cyanogenic glycosides of organic and mineral-base fertilized cassava tubers. *Molecules*, 17, 2378-2387.
19. Saidnejad, A. & Moghaddam, P. (2010). Evaluate the effect of compost, vermicompost and Cattle manure on the yield, yield components and essential oil content of cumin (*Cuminum cyminum*). *Journal of Horticultural Science*, 24(2), 148-142. (In Farsi).
20. Sharifi, M., Afyuni, M. & Khoshgofarmanesh, A. (2010). Effect of sewage sludge, compost and cow manure on growth and yield and Fe, Zn, Mn and Ni uptake in tagetes flower. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*, 1(2), 43-54. (In Farsi).
21. Singh, R., Sharma, R.R., Kumar, S., Gupta, R.K. & Patil, R.T. (2008). Vermicompost substitution influences growth, physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.). *Bioresource Technology*, 99, 8507-8511.
22. Tagliavini, M., Baldi, E., Lucchi, P., Antonelli, M., Sorrenti, G., Baruzzi, G. & Faedi, W. (2005). Dynamics of nutrients uptake by strawberry plants (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) grown in soil and soilless cultures. *European Journal of Agronomy*, 23, 15-25.

23. Tejada, M., Gonzalez, J.L., Hernandez, M.T. & Gracia, C. (2008). Agricultural use of leachates obtained from two different vermicomposting processes. *Bioresource Technology*, 99, 6228–6232.
24. Toor, RK, Savage, G.P. & Heeb A. (2006). Influence of different types of fertilisers on the major antioxidant components of tomatoes. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(1), 7-20.
25. Valance, J., Deniel, F., Le Floch, G., Guerin-dubrana, L., Blancard, D. & Rey, P. (2011). Pathogenic and beneficial microorganism in soilless cultures. *Agronomy for Sustainable Development*, pp: 1-13.
26. Wrolstad, R. E. (1967). *Color and pigment analysis in fruit products*. Station Bull. 621. Agricultural Experiment Station. Oregon State University. Corvallis, OR, USA.