



## به زراعی کشاورزی

دوره ۱۷ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۴

صفحه‌های ۹۸۹-۱۰۰۱

# بهینه‌سازی رشد و عملکرد عروسک پشت‌پرده با کاربرد ورمی کمپوست در تراکم‌های مختلف کشت

لیلا تبریزی<sup>۱\*</sup>، حسین محمدی<sup>۲</sup> و رضا صالحی<sup>۳</sup>

۱. استادیار گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
۲. کارشناسی ارشد گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.
۳. استادیار گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۰۷/۲۰

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۳/۱۰/۲۷

### چکیده

به منظور بررسی اثر تراکم (۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ سانتی‌متر فاصله بین ردیف‌ها) و کود ورمی‌کمپوست (صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار) بر صفات رویشی، عملکرد کمی و کیفی عروسک پشت‌پرده (*Physalis peruviana L.*)، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار، در پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران در سال ۱۳۹۲ صورت گرفت. تیمارهای مورد آزمایش بر بیشتر صفات مورد اندازه‌گیری (قطر طوقه، ارتفاع بوته، سطح برگ، تعداد شاخه جانبی در بوته، وزن خشک بوته، تعداد و وزن میوه در بوته، قطر و وزن تک میوه، وزن کالیکس، عملکرد کل و بازارپسند، اسیدیته عصاره، مواد جامد محلول، اسید قابل تیتراسیون، شاخص‌های رنگ میوه، ویتامین ث و فعالیت آنتی‌اکسیدانی) به خصوص صفات کمی تأثیر معناداری گذاشتند، به طوری که کاربرد ۱۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست نسبت به شاهد، وزن میوه در بوته، عملکرد کل و درصد بازارپسندی را به ترتیب ۳۷/۳۱، ۳۷/۸۲ و ۱۱/۵۲ درصد افزایش داد. فاصله بین ردیف ۱۰۰ سانتی‌متر نیز به حصول بیشترین مقدار صفات رشدی و عملکرد منجر شد. همچنین اثر متقابل فاصله بین ردیف ۱۰۰ سانتی‌متر همراه با کاربرد ۱۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست به حصول بیشترین تعداد میوه در بوته و عملکرد بازارپسند منجر شد. بیشترین مقدار اسید قابل تیتراسیون و فعالیت آنتی‌اکسیدانی به ترتیب با کاربرد ۱۵ و ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست، و بیشترین مقدار ویتامین ث، اسید قابل تیتراسیون و مواد جامد محلول به ترتیب در فاصله کشت ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ سانتی‌متر مشاهده شد.

کلیدواژه‌ها: شاخص‌های رشدی، عملکرد، فاصله کاشت، کود آلی، میوه.

## ۱. مقدمه

عروسک پشت‌پرده<sup>۱</sup> از تیرهٔ بادمجانیان (Solanaceae)، گیاهی گرمسیری و بومی جنوب آمریکا است که قسمت خوراکی آن، میوهٔ سته‌ای آن است که با پوششی به نام کالیکس محافظت می‌شود [۲۸، ۲۹، ۳۸]. این گیاه اغلب به صورت تازه خوری و در مواردی به صورت فرآوری شده مصرف می‌شود. ترکیبات موجود در میوهٔ آن شامل فیسالین‌ها، ویتانولیدها، فلاونوئیدها، آلکالوئیدها، ویتامین‌ها از جمله ویتامین ث، بتاکاروتن‌ها، قندها و عناصر معدنی است که سبب افزایش ارزش غذایی این گیاه شده است. این گیاه خواص دارویی متعددی دارد، از جمله ضد دیابت، ضد سرطان، درمان هپاتیت، درمان آسم، سرفه، کمک به تصفیهٔ خون در کلیه‌ها و جز آن [۳۷].

ورمی کمپوست از لحاظ جمعیت میکروبی، تنوع و فعالیت آنها از دیگر کودهای آلی، غنی‌تر است و دارای جمعیت انبوهی از قارچ‌ها، اکتینومیسیت‌ها و باکتری‌هاست و نیز قابلیت زیادی در جذب و نگهداری عناصر غذایی دارد و سبب افزایش حاصلخیزی خاک نیز می‌شود [۳۱]. مطالعات متعددی حاکی از اثر مثبت ورمی کمپوست بر رشد و عملکرد برخی گونه‌های گیاهی از جمله میزان رشد و بعضی پارامترهای بیوشیمیایی فلفل<sup>۲</sup> [۴]، افزایش ارتفاع، سطح برگ، وزن برگ، وزن میوه، عملکرد، سفتی میوه، ماندگاری و مواد جامد محلول (TSS)<sup>۳</sup> در گوجه‌فرنگی<sup>۴</sup> [۴۱] و افزایش پارامترهای رشدی فلفل [۳۲] است.

در صورتی گیاه در تراکم مطلوب قرار دارد که همهٔ عوامل و شرایط محیطی (آب، نور، مواد غذایی و فضای زیستی) در دسترس آن قرار گیرد و گیاه بتواند از این عوامل به طور کامل استفاده کند. در عین حال، رقابت‌های

درون بوته‌ای و برون بوته‌ای باید حداقل باشد تا حداکثر عملکرد به دست آید [۱]. تراکم مطلوب بوته به عواملی نظیر رقم، شرایط رشد، نیازهای بازار، قیمت بذر، قیمت فروش محصول، وزن بذر، زمان برداشت، سن فیزیولوژیکی بذر و حاصلخیزی خاک بستگی دارد [۳۹]. تأثیر تراکم‌های مختلف کاشت (۵، ۱۰ و ۱۸ بوته در متر مربع) و همچنین نوع هرس روی سه واریتهٔ گونه‌ای از عروسک پشت‌پرده (*Physalis ixocarpa* Brot.ex Horm) نشان داد که بیشترین عملکرد در تراکم ۱۸ بوته در متر مربع حاصل شد [۳۶]. فاصلهٔ بین ردیف ۱۰۰ و فاصلهٔ بین بوته ۳۰ سانتی‌متر برای گونهٔ *Physalis pubescens* مناسب اعلام شد [۳۵]. مقدار اسید آسکوربیک، مواد جامد محلول، بتاکاروتن و لیکوپن هم در ارقام و مراحل مختلف رسیدگی گوجه‌فرنگی متفاوت است و فاصلهٔ کاشت ۴۹ سانتی‌متر بین ردیف نسبت به سایر فاصله‌ها نتیجهٔ بهتری داشته است [۴۳]. فاصلهٔ ۳۰ و ۳۵ سانتی‌متر روی ردیف گوجه‌فرنگی نسبت به دیگر فاصله‌ها به بهبود عملکرد کل، کیفیت و همچنین عملکرد بازارپسند میوه منجر شد [۲۴]. با توجه به اینکه این گیاه به‌تازگی برای کشت‌وکار در ایران در نظر گرفته شده و نظام‌های تولید آن اغلب در گلخانه است، هدف پژوهش حاضر، بررسی تأثیر تراکم و همچنین مقدار کود ورمی کمپوست بر رشد و عملکرد این گیاه در شرایط مزرعه و ارزیابی عملکرد و صفات کیفی آن بود.

## مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر تراکم و کود ورمی کمپوست بر شاخص‌های کمی و کیفی گیاه عروسک پشت‌پرده، مطالعه‌ای در سال ۱۳۹۲ در ایستگاه تحقیقات گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، دانشگاه تهران واقع در محمدرشهر کرج با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه شرقی و ۳۸ دقیقه

1. *Physalis peruviana* Linn.
2. *apcicum annuum*
3. Total soluble solids
4. *Solanum lycopersicum* L.

## به‌زرعی کشاورزی

بهبودسازی رشد و عملکرد عروسک پشت پرده با کاربرد ورمی کمپوست در تراکم‌های مختلف کشت

و ۱۰۰ سانتی‌متر) و کود ورمی‌کمپوست (صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار) بودند. قبل از آزمایش از زمین مورد نظر نمونه خاک تهیه و به همراه کود ورمی‌کمپوست ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی آن اندازه‌گیری شد (جدول ۱).

شمالی و ارتفاع ۱۳۲۰ متر از سطح دریا انجام گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در نظر گرفته شد. تیمارهای آزمایش شامل تراکم‌های مختلف کشت (فاصله بین ردیف ۵۰، ۷۵

جدول ۱. برخی خصوصیات خاک مکان آزمایش و ورمی‌کمپوست مورد استفاده

ماده آزمایشی	نیترژن (%)	ماده آلی (%)	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)	اسیدیته	هدایت الکتریکی (ds/m)	بافت خاک
خاک مزرعه	۰/۰۷	۰/۶۴	۵۴/۶	۳۵۰	۸/۷	۱/۰۳	لومی-رسی
			فسفر (%)	پتاسیم (%)			-
ورمی‌کمپوست	۱/۴۹	۲۶/۲۰	۰/۶۱	۰/۷۳	۷/۵۰	۱/۵۸	-

## ۱.۲. اندازه‌گیری صفات رشدی و عملکرد

در پایان فصل رشد، پس از حذف اثر حاشیه، از هر کرت پنج بوته به‌طور تصادفی انتخاب و سپس تعداد شاخه جانبی در بوته، قطر طوقه و ارتفاع بوته اندازه‌گیری شد؛ در نهایت بوته‌ها در آن ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند و سپس اندازه‌گیری وزن خشک آنها انجام گرفت. برای اندازه‌گیری سطح برگ در اواسط دوره رشد، ۱۰ برگ از هر یک از بوته‌ها جدا شد و با استفاده از دستگاه تعیین سطح برگ (Area Meter CI-202) سطح برگ‌ها اندازه‌گیری و میانگین آن به عنوان سطح تک‌برگ مربوط به هر کرت ثبت شد. برای اندازه‌گیری عملکرد با توجه به اینکه رسیدن میوه‌ها تدریجی بود و از ابتدای رسیدن میوه‌ها تا پایان آزمایش چهار چین صورت گرفت، مجموع وزن میوه‌ها در چهار چین، عملکرد کل در نظر گرفته شد. عملکرد بازارپسند نیز به همین صورت محاسبه شد و میوه‌های با قطر بیشتر از ۱۵ میلی‌متر، میوه‌های بازارپسند در نظر گرفته شدند. برای اندازه‌گیری تعداد، وزن و قطر میوه‌ها پس از رسیدن میوه‌ها تعداد آنها یادداشت شد و

پس از اجرای عملیات خاک‌ورزی، کرت‌هایی با ابعاد ۳ × ۴/۵ متر ایجاد و جوی و پشته‌ها با توجه به تیمارها در هر کرت آماده شد (فاصله روی ردیف ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد)، به طوری که هر کرت مربوط به تیمار ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ سانتی‌متر (فاصله بین ردیف‌ها)، به ترتیب شش، چهار و سه ردیف (جوی و پشته) را شامل می‌شد. بعد از آماده شدن جوی و پشته‌ها، تیمار کودی اعمال شد. به منظور آماده شدن زمین برای انتقال نشا (اوایل خرداد)، یک روز قبل از انتقال، آبیاری صورت گرفت و بلافاصله بعد از کاشت نیز برای کاهش تنش روی نشا آبیاری انجام پذیرفت. آبیاری در چند هفته اول دو بار در هفته و مراحل بعد از آن یک‌بار در هفته انجام گرفت. عملیات وجین نیز با توجه به رشد علف‌های هرز پیوسته صورت گرفت. از زمان کاشت تا برداشت این گیاه هیچ‌گونه آفت یا بیماری مشاهده نشد. یادداشت‌برداری با شروع مرحله رسیدن میوه‌ها (اوایل شهریور) آغاز شد و فاصله بین چین‌های مختلف برداشت با توجه به سرعت رسیدن میوه‌ها دو هفته در نظر گرفته شد. در نهایت صفات مورد نظر اندازه‌گیری شد که شامل موارد زیر بود:

## به‌زرای کشاورزی

## لیلا تبریزی و همکاران

روش تیتراسیون با ید و یدور پتاسیم استفاده شد. در نهایت ویتامین ث برحسب میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر و با استفاده از معادله ۲ به دست آمد [۳]:

$$(2)$$

= میلی‌گرم ویتامین C در 100 گرم نمونه

$0.88 \times \text{حجم محلول یدیدور پتاسیم مصرفی}$

میزان عصاره صاف شده میوه

## ۴.۲. شاخص‌های رنگ میوه

برای اندازه‌گیری شاخص‌های رنگ از دستگاه رنگ‌سنج مینولتا<sup>۵</sup> (مدل CR-200) استفاده شد و در نهایت شاخص کروما<sup>۶</sup> و هیو<sup>۷</sup> از  $a^*$  (مقدار  $a$  بیانگر محوری است که یک طرف آن نشان‌دهنده رنگ سبز (-) و طرف دیگر نشان‌دهنده رنگ قرمز (+) است) و  $b^*$  (مقدار  $b$  بیانگر محوری است که یک طرف محور، نشان‌دهنده رنگ آبی (-) و طرف دیگر محور نشان‌دهنده رنگ زرد (+) است) و با استفاده از معادله‌های ۳ و ۴ محاسبه شدند [۲۱]:

$$(3)$$

$(h^\circ) = \arctangent(b^*/a^*)$  = زاویه هیو

(۴)

$\text{Chroma} = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$

## ۵.۲. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل براساس روش کولکارنیر و آرادیا [۲۵] با کمی تغییر و با استفاده از ۲ و ۲-دی‌فنیل-۱-پیکریل هیدرازیل<sup>۸</sup>  $0.1$  میلی‌مولار صورت گرفت و سپس جذب در طول موج ۵۱۷ نانومتر اندازه‌گیری شد که بیانگر مقدار DPPH باقی‌مانده است. فعالیت خنثی‌کنندگی رادیکال DPPH توسط عصاره که

سپس ۱۰ میوه از مجموع میوه‌های رسیده هر بوته به‌طور تصادفی انتخاب و وزن هر یک از میوه‌ها (همراه و بدون کالیکس<sup>۱</sup>) با استفاده از ترازوی  $0.01$  اندازه‌گیری شد؛ قطر هر یک از میوه‌ها نیز با استفاده از کولیس اندازه‌گیری شد.

## ۲.۲. اندازه‌گیری صفات کیفی

برای اندازه‌گیری مواد جامد محلول، اسیدیتة عصاره و اسید قابل تیتراسیون (TA)<sup>۲</sup> که با استفاده از روش حسینی [۲۱] انجام گرفت، ابتدا آب میوه‌های مربوط به هر تیمار با استفاده از آبمیوه‌گیر دستی گرفته شد. برای اندازه‌گیری مقدار مواد جامد محلول از دستگاه رفاکتومتر<sup>۳</sup> دستی استفاده شد و مقدار مواد جامد محلول برحسب بریکس<sup>۴</sup> یادداشت شد. درصد اسید قابل تیتراسیون (اسید سیتریک) و pH با روش تیتراسیون سود  $0.2$  نرمال و با استفاده از دستگاه پی‌اچ متر (Seven Easy pH, Metter Toledo AG, 8603 Schwerzenbach, Switzerland) اندازه‌گیری شد و درصد اسید قابل تیتراسیون با استفاده از معادله ۱ محاسبه و ثبت شد:

$$(1) \quad A = \frac{S \cdot N \cdot E}{C} \times 100$$

در این رابطه، A مقدار اسید در عصاره میوه (گرم اسید غالب میوه (اسید سیتریک) در ۱۰۰ میلی‌لیتر عصاره میوه)، S مقدار سود مصرف‌شده (میلی‌لیتر)، N نرمالیتة سود ( $0.2$  نرمال)، E اکی‌والان اسید مورد نظر ( $0.064$ ) برای اسید سیتریک) و C مقدار عصاره میوه (میلی‌لیتر) است.

## ۳.۲. ویتامین ث

برای اندازه‌گیری مقدار ویتامین ث (اسید آسکوربیک) از

1. Calix
2. Titratable acid
3. Refractometer
4. Brix (گرم قند موجود در ۱۰۰ گرم عصاره میوه)

5. Minolta

6. Chroma

7. Hue

8. 2,2-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl (DPPH)

بهبودسازی رشد و عملکرد عروسک پشت پرده با کاربرد ورمی کمپوست در تراکم‌های مختلف کشت

صفات سطح برگ، تعداد شاخه جانبی در بوته، قطر طوقه، ارتفاع و وزن خشک بوته معنادار بود ( $P \leq 0/01$ ) و ( $P \leq 0/05$ ) اما اثرهای متقابل تیمارها بر هیچ یک از صفات مذکور معنادار نبود.

کاربرد ۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست بیشترین تأثیر را بر سطح تک برگ، قطر طوقه، تعداد شاخه جانبی در بوته، ارتفاع بوته و وزن خشک بوته داشت (جدول ۲). اگرچه در مورد سطح تک برگ، تعداد شاخه جانبی در بوته و ارتفاع بوته بین کاربرد ۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار کود ورمی کمپوست تفاوت معناداری مشاهده نشد. توسعه انشعابات گل جعفری<sup>۱</sup> و همیشه بهار<sup>۲</sup> به دلیل فراهم کردن عناصر غذایی برای گیاه توسط ورمی کمپوست و در نتیجه رشد بهتر و توسعه ریشه در خاک و در پی آن، افزایش رشد و افزایش شاخه فرعی بود [۹]. دلیل افزایش وزن خشک گیاه، تغییر عناصر غذایی خاک به شکل قابل جذب برای گیاه در اثر کاربرد ورمی کمپوست عنوان شد [۴۵].

معیاری از میزان فعالیت آنتی رادیکالی عصاره است، مطابق معادله ۵ محاسبه شد:

(۵)

$$100 \times \frac{\text{قرائت نمونه}}{\text{قرائت شاهد}} = \text{درصد ظرفیت آنتی اکسیدانی}$$

برای تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱۲) و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

### ۳. نتایج و بحث

#### ۱.۳. شاخص‌های رشد

##### ۱.۱.۳. سطح برگ، تعداد شاخه جانبی در بوته، قطر طوقه، ارتفاع و وزن خشک بوته

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد (داده‌ها نشان داده نشده‌اند) که اثرهای ساده ورمی کمپوست و تراکم بر

جدول ۲. مقایسه میانگین برخی صفات رویشی گیاه عروسک پشت پرده تحت تأثیر تراکم کشت و کاربرد ورمی کمپوست

تیمار	سطح تک برگ (mm <sup>2</sup> )	تعداد شاخه جانبی در بوته	قطر طوقه (mm)	ارتفاع بوته (cm)	وزن خشک بوته (g)
۰	۴۶۳۸/۶۰ <sup>b</sup>	۱۰/۱۸ <sup>b</sup>	۲۲/۷۷ <sup>c</sup>	۷۴/۷۴ <sup>b</sup>	۳۵۹/۵۳ <sup>c</sup>
۵	۴۷۸۶/۲۷ <sup>ab</sup>	۱۱/۶۶ <sup>a</sup>	۲۵/۰۸ <sup>b</sup>	۷۹/۵۵ <sup>ab</sup>	۳۷۴/۵۲ <sup>bc</sup>
۱۰	۴۸۸۵/۲۷ <sup>a</sup>	۱۱/۵۱ <sup>a</sup>	۲۶/۵۴ <sup>ab</sup>	۸۱/۰۷ <sup>ab</sup>	۴۳۴/۶۲ <sup>ab</sup>
۱۵	۴۹۰۲/۱۹ <sup>a</sup>	۱۱/۸۸ <sup>a</sup>	۲۷/۰۹ <sup>a</sup>	۸۴/۵۱ <sup>a</sup>	۴۸۹/۱۶ <sup>a</sup>
فاصله بین ردیف‌ها (cm)	۵۰	۸/۸۹ <sup>c</sup>	۱۹/۲۴ <sup>c</sup>	۶۸/۶۳ <sup>c</sup>	۱۹۰/۱۷ <sup>c</sup>
۷۵	۴۹۳۴/۳۶ <sup>b</sup>	۱۱/۶۹ <sup>b</sup>	۲۷/۵۳ <sup>b</sup>	۷۹/۹۱ <sup>b</sup>	۴۸۱/۹۹ <sup>b</sup>
۱۰۰	۵۲۴۷/۲۹ <sup>a</sup>	۱۳/۳۶ <sup>a</sup>	۲۹/۳۳ <sup>a</sup>	۹۱/۳۶ <sup>a</sup>	۵۷۱/۲۳ <sup>a</sup>

در هر ستون مربوط به هر تیمار، میانگین‌های دارای حروف مشترک، از نظر آماری اختلاف معناداری ندارند ( $P \leq 0/05$ ).

1 . *Tagetes erecta*

2 . *Calendula officinalis* L.

## لیلا تبریزی و همکاران

می‌بندد که نتیجه آن کاهش دی‌اکسید کربن در سلول‌های روزنه و در نهایت کاهش فتوسنتز و ساخت‌وساز خواهد بود [۱۳].

### ۲.۳. صفات مربوط به عملکرد

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر تراکم بر کلیه صفات مربوط به عملکرد و میوه از جمله تعداد و وزن میوه در بوته، قطر و وزن تک‌میوه، وزن کالیکس، عملکرد کل و بازارپسند معنادار شد ( $P \leq 0/01$ ). همچنین تیمار ورمی‌کمپوست بر تعداد و وزن میوه در بوته، عملکرد کل و بازارپسند اثر معناداری گذاشت ( $P \leq 0/01$ )، اما بر صفاتی نظیر وزن تک‌میوه، وزن کالیکس و قطر میوه اثر معناداری نداشت. از طرف دیگر، اثرهای متقابل تیمارها تنها در دو صفت تعداد میوه ( $P \leq 0/01$ ) و عملکرد بازارپسند ( $P \leq 0/05$ ) معنادار شد. بیشترین مقدار وزن میوه در بوته، عملکرد میوه و درصد بازارپسندی با کاربرد ۱۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست به‌دست آمد، به‌طوری که نسبت به عدم کاربرد ورمی‌کمپوست به‌ترتیب ۳۷/۳۱، ۳۷/۸۲ و ۱۱/۵۲ درصد افزایش نشان داد (جدول ۳).

تأثیر تراکم بر این صفات نیز نشان داد که تراکم ۱۰۰ سانتی‌متر فاصله بین ردیف‌ها بیشترین تأثیر را بر این صفات داشته است. در زمینه اثر تراکم بر ارتفاع بوته در گیاهان گوجه‌فرنگی [۱۴، ۶] و فلفل [۴۶] نتایج مشابهی به‌دست آمد. همچنین نتایج مشابهی در گیاه فلفل با تعداد شاخه جانبی در بوته گزارش شد [۲۷، ۲۳]. کاهش ارتفاع و تعداد ساقه جانبی در تراکم‌های بیشتر ممکن است به دلیل افزایش رقابت بین گیاهان برای دستیابی به رطوبت و مواد غذایی باشد. سطح برگ، وزن خشک برگ و اندام هوایی فلفل شیرین نیز با افزایش تراکم بوته کاهش داشت که علت آن کاهش فتوسنتز در واحد سطح برگ بیان شد [۲۲]. به‌طور کلی، کاهش رشد و عملکرد در تراکم‌های بیشتر، به دلیل افزایش رقابت بین گیاهان و تأثیر منفی بر فرایند فتوسنتز و همچنین کمبود عناصر غذایی است، به‌طوری که نور کم سبب بسته شدن سلول‌های روزنه می‌شود و در نتیجه جذب دی‌اکسیدکربن کاهش پیدا می‌کند که در نهایت تأثیر منفی بر فرایند فتوسنتز خواهد گذاشت [۲۰]. از طرف دیگر، با افزایش تراکم که در نتیجه آن گیاه ممکن است دچار کمبود آب شود، گیاه در پاسخ به کمبود آب سلول‌های روزنه خود را برای جلوگیری از تعرق آب

جدول ۳. مقایسه میانگین صفات مربوط به عملکرد گیاه عروسک پشت‌پرده تحت تأثیر تراکم کشت و کاربرد ورمی‌کمپوست

تیمار	وزن میوه در بوته (g)	عملکرد کل (t/ha)	درصد بازارپسندی
ورمی‌کمپوست (t/ha)	۰	۴۷۸/۸۷ <sup>c</sup>	۶۵/۴۷ <sup>b</sup>
	۵	۵۵۵/۸۷ <sup>b</sup>	۷۰/۹۹ <sup>a</sup>
	۱۰	۵۷۹/۶۵ <sup>b</sup>	۷۲/۴۷ <sup>a</sup>
	۱۵	۶۵۷/۵۷ <sup>a</sup>	۷۲/۹۹ <sup>a</sup>
فاصله بین ردیف‌ها (cm)	۵۰	۱۳۸/۶۵ <sup>c</sup>	۴۴/۳۸ <sup>c</sup>
	۷۵	۶۳۴/۲۴ <sup>b</sup>	۸۰/۱۸ <sup>b</sup>
	۱۰۰	۹۳۱/۰۹ <sup>a</sup>	۸۶/۸۹ <sup>a</sup>

در هر ستون، مربوط به هر تیمار، میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری اختلاف معناداری براساس آزمون دانکن ندارند ( $P \leq 0/05$ ).

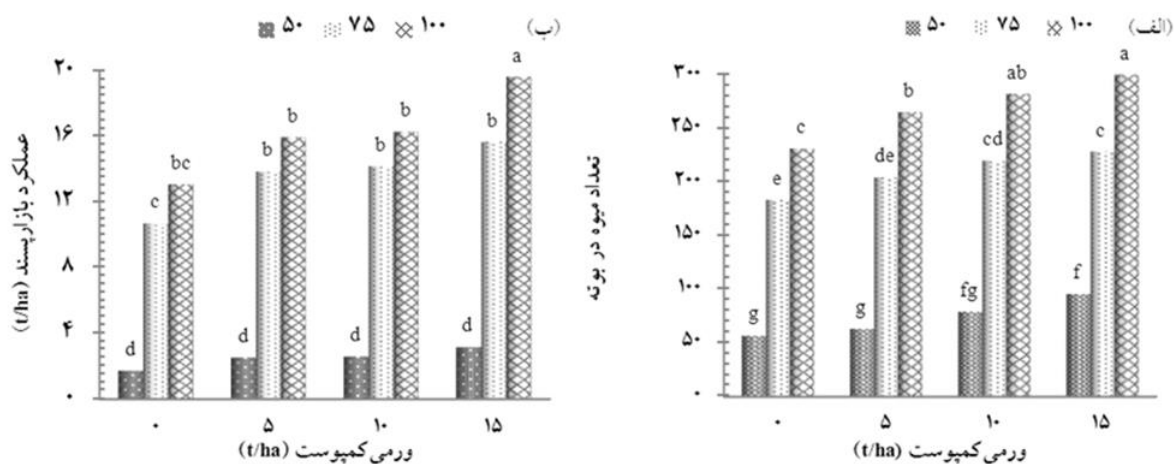
## به‌زراعی کشاورزی

بهبودسازی رشد و عملکرد عروسک پشت‌پرده با کاربرد ورمی کمپوست در تراکم‌های مختلف کشت

می‌رسد ورمی کمپوست با تأمین عناصر غذایی مناسب برای گیاه در ایجاد تعادل میان رشد رویشی و زایشی و افزایش تعداد ساقه‌های فرعی گل‌دهنده در طی فصل رشد، تأثیر مثبتی بر افزایش عملکرد داشته است.

از بین فواصل مختلف بین ردیف‌ها نیز، کمترین تراکم (۱۰۰ سانتی‌متر فاصله بین ردیف‌ها)، بهترین نتیجه را در همه صفات مربوط به عملکرد نشان داد. همچنین اثرهای متقابل تراکم و ورمی کمپوست بر تعداد میوه در بوته و عملکرد بازاری پسند معنادار شد، به طوری که بیشترین مقدار این صفات در فاصله بین ردیف ۱۰۰ سانتی‌متر و با کاربرد ۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست به دست آمد (شکل ۱). نتایج میانگین وزن تک میوه، وزن کالیکس و قطر میوه را تحت تأثیر تراکم نشان می‌دهد که با توجه به شکل بیشترین مقدار این صفات در تراکم ۱۰۰ سانتی‌متر فاصله بین ردیف‌ها دیده می‌شود (شکل ۲).

تأثیر مثبت ورمی کمپوست بر رشد بسیاری از محصولات باغبانی شامل گوجه‌فرنگی [۱۹، ۱۸، ۱۰]، فلفل [۷، ۸] و بادمجان<sup>۱</sup> [۱۷] مشاهده شد. به نظر می‌رسد اثر مثبت ورمی کمپوست بر افزایش رشد رویشی و همچنین عملکرد گیاه احتمالاً هم به دلیل تأثیر آن بر خصوصیات شیمیایی و افزایش ترکیبات هوموسی خاک و تأثیر مستقیم بر فراهمی عناصر غذایی برای گیاه و هم به دلیل نقش ورمی کمپوست در تحریک فعالیت‌های بیولوژیک خاک و در پی آن، تولید مواد شبه‌هورمونی و اثر آن بر فیزیولوژی رشد و بهبود آن می‌تواند باشد. نتایج برخی مطالعات حاکی از افزایش اسیدیته در نتیجه افزایش ترکیبات هیومیک، طی فرایند هضم و تجزیه مواد آلی توسط کرم‌های خاکی در ورمی کمپوست است [۴۲، ۳۴]. همچنین تشدید فعالیت‌های بیولوژیک خاک سبب تحریک تولید تنظیم‌کننده‌های رشد می‌شوند [۱۰]. از این رو به نظر

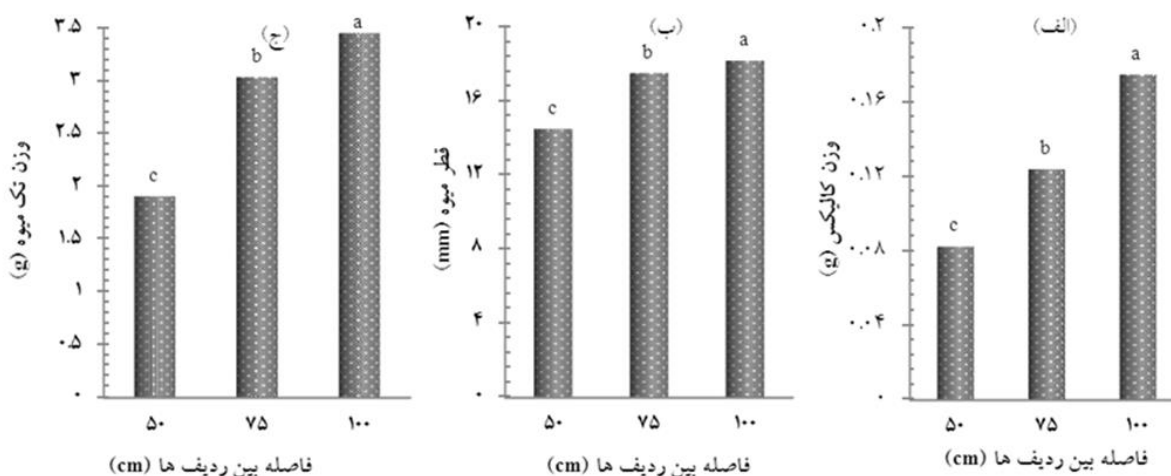


شکل ۱. تعداد میوه در بوته (الف) و عملکرد بازاری پسند (ب) گیاه عروسک پشت‌پرده تحت اثرهای متقابل تراکم کشت و ورمی کمپوست<sup>۱</sup>

میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری اختلاف معناداری ندارند ( $P \leq 0.05$ ).

1. *Solanum melongena* L.

## لیلا تبریزی و همکاران



شکل ۲. میانگین وزن کالیکس (الف)، قطر (ب) و وزن تک میوه (ج) در گیاه عروسک پشت پرده تحت تأثیر تراکم کشت

میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آماری اختلاف معناداری ندارند ( $P \leq 0.05$ ).

### ۳.۳. صفات کیفی

نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به صفات کیفی نشان داد (داده‌ها نشان داده نشده‌اند) که تیمار ورمی کمپوست تنها روی اسیدیته قابل تیتراسیون و فعالیت آنتی‌اکسیدانی به ترتیب در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد اثر معناداری داشت و بر دیگر صفات اثر معناداری نداشت. همچنین اثر تراکم بر مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون و ویتامین ث به ترتیب در سطح احتمال ۱، ۵ و ۱ درصد اثر معناداری گذاشت و بر دیگر صفات کیفی معنادار نشد. همچنین اثرهای متقابل تراکم و ورمی کمپوست بر صفات کیفی معنادار نشد.

مقایسه میانگین صفات کیفی نشان می‌دهد که بیشترین مقدار اسید قابل تیتراسیون ( $1/63$  گرم سیتریک اسید در ۱۰۰ میلی‌لیتر نمونه) و فعالیت آنتی‌اکسیدانی ( $73/34$  درصد) به ترتیب در تیمار ۱۵ و ۱۰ تن در هکتار مشاهده شد (شکل ۳). بیشترین اسید قابل تیتراسیون نیز در بیشترین تراکم دیده شد که در مورد این صفت بین فواصل ۷۵ و ۱۰۰ سانتی‌متر فاصله بین ردیف‌ها اختلاف معناداری مشاهده نشد (شکل ۴ - الف). ویتامین ث نیز تحت تأثیر تیمار تراکم قرار گرفت و بیشترین مقدار آن در تیمار ۷۵

تراکم‌های کمتر (فاصله بین ردیف‌ها ۱۰۰ و فاصله روی ردیف ۳۰ سانتی‌متر) در فلفل دلمه‌ای سبب افزایش وزن میوه در بوته، ارتفاع و تعداد شاخه جانبی می‌شود [۵] که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد؛ اما این محققان برخلاف نتایج تحقیق حاضر، بیشترین عملکرد کل را در تراکم‌های بیشتر (فاصله بین ردیف‌ها ۵۰ و فاصله روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر) و کمترین عملکرد کل را در تراکم‌های کمتر گزارش کردند. با افزایش فاصله بین بوته‌ها، میانگین طول و قطر میوه افزایش و میانگین وزن هر میوه با کاهش فاصله کاشت، کاهش یافت [۳۰]. در زمینه افزایش وزن میوه در بوته روی فلفل [۳۳، ۱۱]، خربزه [۱۲] و گوجه‌فرنگی [۶] نتایج مشابهی به دست آمد که دلیل آن را رقابت کمتر برای مواد غذایی، فضای فیزیکی و آب در تراکم‌های کمتر دانستند. با توجه به اینکه بازارپسندی این میوه در این تحقیق در رابطه با قطر میوه بوده است و قطر میوه تحت تأثیر تراکم قرار گرفته در تراکم‌های کمتر که قطر میوه بیشتر بود، بازارپسندی نیز بیشتر از دیگر تراکم‌ها محاسبه شد.

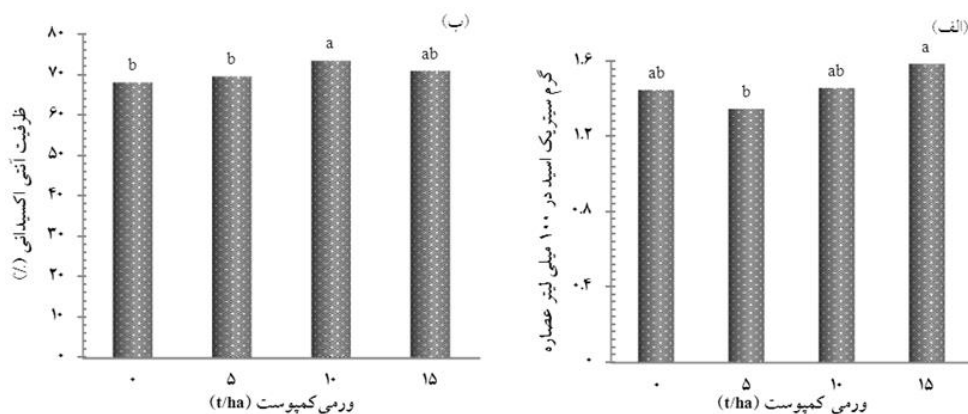
## به‌زراعی کشاورزی



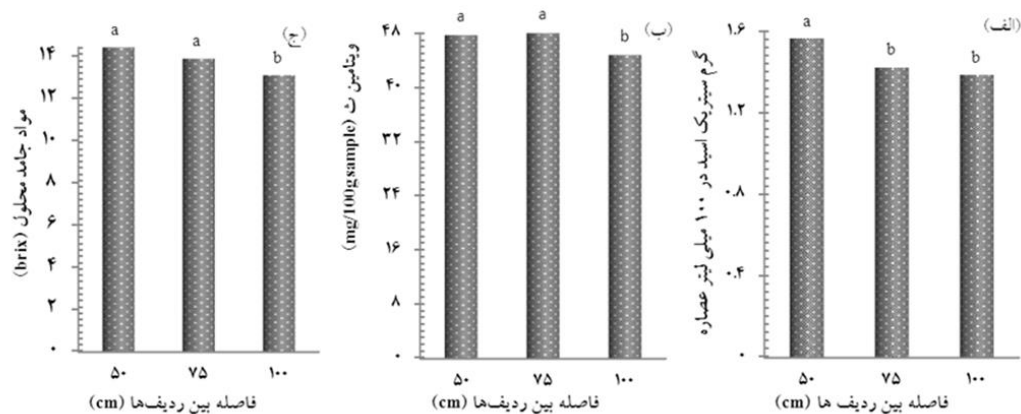
بهبود سازی رشد و عملکرد عروسک پشت پرده با کاربرد ورمی کمپوست در تراکم های مختلف کشت

نتیجه رسیدند که کاربرد نهاده های آلی بر فعالیت آنتی اکسیدانی این گیاه به روش دی. پی. پی. اچ. تأثیر معنادار نداشته است و استفاده از روش های دیگر برای سنجش فعالیت این ترکیبات را توصیه کرده اند [۱۶]. نتایج تحقیق بر روی مارچوبه<sup>۱</sup> بیانگر تأثیر معنادار ورمی کمپوست بر فعالیت آنتی اکسیدانی این گیاه است [۴۰] و نتایج مشابهی نیز در کاربرد کود دامی، کمپوست و ورمی کمپوست روی *Andrographis paniculata* گیاه دارویی بومی آسیای شرقی به دست آمده است [۴۴].

سانتی متر فاصله بین ردیف ها مشاهده شد، اگرچه بین ۵۰ و ۷۵ سانتی متر فاصله بین ردیف ها اختلاف معناداری مشاهده نشد (شکل ۴ - ب). همچنین اثر تراکم بر مواد جامد محلول به این صورت بود که بیشترین مقدار این صفت (۱۴/۴۰ بریکس) در بیشترین تراکم (۵۰ سانتی متر فاصله بین ردیف ها) دیده شد، اگرچه بین ۵۰ و ۷۵ سانتی متر فاصله بین ردیف ها اختلاف معناداری مشاهده نشد (شکل ۴ - ج). برخی از محققان در مطالعه ای در مقایسه اثر نظام کشت کم نهاده و رایج در تولید فلفل به این



شکل ۳. میانگین اسید قابل تیتراسیون (الف) و ظرفیت آنتی اکسیدانی (ب) تحت تأثیر ورمی کمپوست در گیاه عروسک پشت پرده میانگین های دارای حروف مشترک از نظر آماری اختلاف معناداری ندارند ( $P \leq 0/05$ ).



شکل ۴. میانگین اسید قابل تیتراسیون (الف)، ویتامین ث در نمونه تر (ب) و مواد جامد محلول (ج) تحت تأثیر تراکم کشت در گیاه عروسک پشت پرده میانگین های دارای حروف مشترک از نظر آماری اختلاف معناداری ندارند ( $P \leq 0/05$ ).

1. *Asparagus racemosus*

## لیلا تبریزی و همکاران

جایگزین کودهای شیمیایی بدل کرده است. بیشترین عملکرد در تراکم ۱۰۰ سانتی‌متر فاصله بین ردیف‌ها به دست آمد که دلیل آن رقابت کمتر بین گیاهان بود؛ در نتیجه تعیین تراکم مناسب به منظور بهره‌وری مطلوب از انرژی تابشی، رطوبت و مواد غذایی موجود در خاک و افزایش کارایی مصرف آب برای دستیابی به عملکرد بیشتر، ضروری به نظر می‌رسد. از طرف دیگر، علی‌رغم محدودیت در مطالعات موجود و نیاز برای تحقیقات بیشتر، شواهد موجود این امید را که حرکت به سوی کشاورزی ارگانیک کیفیت و از جمله مقدار آنتی‌اکسیدان را در بسیاری از مواد غذایی و گیاهی افزایش خواهد داد، تقویت می‌کند.

## منابع

۱. خواجه‌پور م ر (۱۳۷۹) اصول مبنای زراعت. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان. اصفهان. ۳۸۶ ص.
۲. صیفی س، نعمتی س ح، شور م و عابدی ب (۱۳۹۰) بررسی اثر تراکم و هرس بوته بر خصوصیات کیفی میوه در دو رقم فلفل شیرین. علوم باغبانی. ۲۵(۲): ۱۹۴-۲۰۰.
۳. ماجدی م (۱۳۷۳) روش‌های آزمون شیمیایی مواد غذایی. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه تهران. ۱۰۸ ص.

4. Adhikari S and Gantayet P (2012) Studies on the influence of organic fertilizers on the growth and some biochemical parameters of chili (*Capsicum annum* L.). Studies. 7(2): 255-258.
5. Aminifard MH, Aroiee H, Ameri A and Fatemi H (2012) Effect of plant density and nitrogen fertilizer on growth yield and fruit quality of sweet pepper (*Capsicum annum* L.). African Journal of Agricultural Research. 7(6): 859-866.

تراکم و کود ورمی‌کمپوست بر صفات کیفی می‌تواند اثرهای متفاوتی داشته باشد. برای مثال، مقدار ویتامین ث در گیاه فلفل در تراکم‌های کمتر (۱۰۰ × ۳۰ سانتی‌متر) بیشتر است. همچنین افزایش کاربرد کود نیتروژن ویتامین ث را افزایش می‌دهد [۵]، درحالی که نتایج تحقیق حاضر نشان داد که کود ورمی‌کمپوست اثر معناداری بر ویتامین ث نداشت. در تحقیق دیگری، تراکم بوته گیاه فلفل روی ویتامین ث، pH و مواد جامد محلول اثر معناداری نداشت [۲] که در مورد ویتامین ث و pH نتایج مشابه نتایج تحقیق حاضر بود. همچنین کاهش تراکم بوته سبب افزایش ویتامین ث می‌شود که دلیل آن را کاهش رقابت و افزایش فتوسنتز در تراکم‌های کمتر و در نتیجه افزایش تولید کربوهیدرات بیان کردند [۴۳]. آبیاری کمتر یا دور آبیاری زیاد نیز سبب افزایش ویتامین ث می‌شود که با توجه به اینکه در تراکم‌های بیشتر به دلیل رقابت بین بوته‌ها کمبود آب بیشتر دیده می‌شود، ویتامین ث در تراکم‌های بالاتر، بیشتر خواهد بود. اگرچه افزایش شدت نور می‌تواند سبب افزایش مقدار ویتامین ث شود [۲۶، ۱۵]. از طرف دیگر، می‌توان دلیل بیشتر بودن مواد جامد محلول در تراکم‌های بیشتر را نیز کمبود آب دانست که در نتیجه آن غلظت مواد جامد محلول در میوه افزایش می‌یابد.

## ۴. نتیجه‌گیری

براساس نتایج تحقیق حاضر، تأمین عناصر غذایی مورد نیاز خاک و گیاه عروسک پشت‌پرده با کاربرد ۱۵ تن در هکتار سبب افزایش عملکرد کمی - کیفی گیاه در مقایسه با دیگر تیمارها شد. به‌طور کلی، نتایج تحقیق حاضر حاکی از تأثیر مثبت ورمی‌کمپوست در بهبود رشد و عملکرد گیاه عروسک پشت‌پرده است. به نظر می‌رسد ورمی‌کمپوست به دلیل افزایش جمعیت و تنوع میکروبی دارای ویژگی‌های منحصر به فردی است که آن را به یکی از بهترین گزینه‌های

## به‌زراعی کشاورزی

6. Ara N, Bashar MK, Begum S and Kakon SS (2007) Effect of spacing and stem pruning on the growth and yield of tomato. *International Journal of Sustainable Crop Production*. 2(3): 35-39.
7. Arancon NQ, Edwards CA, Atiyeh R and Metzger JD (2004) Effects of vermicomposts produced from food waste on the growth and yields of greenhouse peppers. *Bioresource Technology*. 93: 139-144.
8. Arancon NQ, Edwards CA, Bierman P, Metzger JD and Lucht C (2005) Effects of vermicomposts produced from cattle manure, food waste and paper waste on the growth and yield of peppers in the field. *Pedobiologia*. 49(4): 297-306.
9. Atiyeh RM, Arancon N, Edwards CA and Metzger JD (2002) The influence of earthworm-processed pig manure on the growth and productivity of marigolds. *Bioresource Technology*. 81: 103-108.
10. Atiyeh RM, Edwards CA, Subler S and Metzger JD (2001) Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: Effects on physicochemical properties and plant growth. *Bioresource Technology*. 78: 11-20.
11. Cavero J, Ortega Gill R and Gutierrez M (2001) Plant density affects yield components and colour of direct-seed paprika pepper. *HortScience*. 361(1): 76-79.
12. Dean B, Goreta S and Borosic J (2006) Plant spacing and cultivar affect melon growth and yield components. *HortScience*. 109: 238-243.
13. Devlin RM and Witham FH (1983) *Plant Physiology*, 4<sup>th</sup> Edn. Belmont, CA, USA: Wadsworth Publishing Company.
14. Elattir H (2002) Plant density effects on processing tomato growing in Morocco. *Acta Horticulturae*. 613: 197-200.
15. Fernando C and Alisdair RF (2006) Metabolic regulation underlying tomato fruit development. *Journal of Experimental Botany*. 57(9): 1883-1897.
16. Flores P, Hellin P and Fenoll J (2009) Effect of manure and mineral fertilization on pepper nutritional quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 89(9): 1581-1586.
17. Gajalakshmi S and Abbasi SA (2004) Neem leaves as a source of fertilizer-cum-pesticide vermicompost. *Bioresource Technology*. 92: 291-296.
18. Gutiérrez-Miceli FA, Santiago-Borraz J, Montes Molina JA, Nafate CC, AbdudArchila M, Oliva Laven MA, Rincón-Rosales R and Deendoven L (2007) Vermicompost as a soil supplement to improve growth, yield and fruit quality of tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Bioresource Technology*. 98: 2781-2786.
19. Hashemimajd K, Kalbasi M, Golchin A and Shariatmadari H (2004) Comparison of vermicompost and composts as potting media for growth of tomatoes. *Journal of Plant Nutrition*. 6: 1107-1123.
20. Hatutale G (2010) The effect of plant population and mulching on green pepper (*Capsicum annum* L.) production under irrigation. Doctoral dissertation, M.Sc. Dissertation, University of the Free State, Bloemfontein.
21. Hosseini SZ (2003) *Methods of Food Analysis*. University of Shiraz Publishing. 220p.
22. Jolliffe PA and Gaye MM (1995) Dynamics of growth and yield component responses of bell peppers (*Capsicum annum* L.) to row covers and population density. *Scientia Horticulturae*. 62(3): 153-164.

23. Jovicich E and Cantliffe DL (2002) Spanish pepper trellis system and high plant density can increase fruit yield, fruit quality and reduce labour in a hydroponic passive ventilated greenhouse. In VI International Symposium on Protected Cultivation in Mild Winter Climate. Product and Innovation. 588: 255-261.
24. Kitila M, Belew D, Mohammed A and Getachew Y (2012) Effect of intra-row spacing and variety on fruit yield and quality of fresh market tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) under Jimma condition, Ethiopia. Ethiopian Journal of Applied Science and Technology. 3(1): 32-42.
25. Kulkarni AP and Aradhya SM (2005) Chemical changes and antioxidant activity in pomegranate arils during fruit development. Food Chemistry. 93: 319-324.
26. Lee SK and Kader AA (2000) Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. Postharvest Biology and Technology. 20(3): 207-220.
27. Majnoun Hosseini N (2010) Effects of plant density and nitrogen rates on the competitive ability of canola (*Brassica napus* L.) against weeds. Agricultural Science and Technology. 8: 281-291.
28. McCain R (1993) Goldenberry Passionfruit and White Sapote Potential Fruits for Cool Subtropical Areas. In New Crops. New York. Pp. 479-486.
29. Morton JF (1987) Cape gooseberry in Fruits of Warm Climates Creative Resource Systems. Winterville. NC., Pp. 430-434.
30. Muhammad A and Singh A (2007) Intra-row spacing and pruning effects on fresh tomato yield in Sudan Savanna of Nigeria. Journal of Plant Sciences. 2(2): 153-161.
31. Nagavallemma KP, Wani SP, Lacroix S, Padmaja VV, Vineela C, Rao MB and Sahrawat KL (2004) Vermicomposting. Recycling wastes into valuable organic fertilizer. Global Theme on Agroecosystems Report No. 8.
32. Narkhede SD, Attarde SB and Ingle ST (2011) Study on effect of chemical fertilizer and vermicompost on growth of chilli pepper plant (*Capsicum annum*). Applied Sciences in Environmental Sanitation. 6(3): 327-332.
33. Nasto TH, Balliu A and Zeka N (2009) The influence of planting density on growth characteristics and fruit yield of peppers (*Capsicum annum* L.). Acta Horticulturae. 830: 906-912.
34. Parthasarathi K, Balamurugan M and Ranganathan LS (2008) Influence of vermicompost on the physico-chemical and biological properties in different types of soil along with yield and quality of the pulse crop-blackgram. Environmental Health Science and Engineering. 5(1): 51-58.
35. Peixoto N, Peixoto FC, Vaz UL, Neri SCM and Monterio JG (2010) Plant growth and production of husk tomato depending on organic fertilization and mulching. Horticultura Brasileira. 28: 370-372.
36. Ponce Valerio JJ, Peña-Lomeli A, Rodríguez-Pérez JE, Mora-Aguilar R, Castro-Brindis R and Magaña Lira N (2012) Pruning and plant density in three varieties of husk tomato (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.) grown under greenhouse conditions. Revista Chapingo. Serie Horticultura. 18(3): 325-332.
37. Puente LA, Pinto-Monoz CA, Castro ES and Cortes M (2011) *Physalis peruviana* Linnaeus the multiple properties of a highly functional fruit, A review. Food Research International. 44: 1733-1740.

38. Ramadan MF and Moersel JT (2003) Oil goldenberry (*Physalis peruviana* L.). Agricultural and Food Chemistry. 51: 969-974.
39. Rykbost KA and Maxwell J (1993) Effects of plant population on the performance of seven varieties in the Klamath Basin of Oregon. American Potato. 70(6): 463-474.
40. Saikia LR and Upadhyaya S (2011) Antioxidant Activity, phenol and flavonoid content of some less known medicinal plants of Assam. International Journal of Pharma and Bio Sciences. 2(2): 457-463.
41. Singh B, Pathak K, Boopathi T and Deka B (2010) Vermicompost and NPK fertilizer effects on morpho-physiological traits of plants yield and quality of tomato fruits (*Solanum lycopersicum* L.) vegetable. Crops Research Bulletin. 73: 77-86.
42. Srikanth K, Srinivasamurthy CA and Siddaramappa RVR (2000) Direct and residual effect of enriched compost, FYM, vermicompost and fertilizers on properties of an Alfisol. Journal of the Indian Society of Soil Sciences. 48(3): 496-499.
43. Tabasi A, Nemati H and Akbari M (2013) The effects of planting distances and different stages of maturity on the quality of three cultivars of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill). Notulae Scientia Biologicae. 5(3): 371-375.
44. Upadhyaya S, Mahanta JJ and Saikia LR (2011) Antioxidant activity, phenol and flavonoid content of a medicinal herb *Andrographis paniculata* (Burm. F.) Nees grown using different organic manures. Pharmacy Research. 4(3): 614-616.
45. Vadiraj BA, Siddagangaia H and Narayana P (1998) Effect of vermicompost on the growth and yield of turmeric. South Indian Horticulture. 46: 176-179.
46. Vilorio DEZA, Arteaga DER and Diaz Torrealba L (2002) Growing of pepper (*Capsicum annuum*) in response to different levels of NPK and sowing density. Journal of Horticultural Sciences. 72(8): 1062.

