نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۱، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۶، ص. ۶۷۰-۶۵۸
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 4, Winter 2018, P. 658-670
ISSN: 2008 - 4730

بررسی تأثیر بسترهای مختلف کاشت و محلولپاشی اسید هیومیک بر رشد و برخی ویژگی‌های کمی و کیفی نشاء گوجه‌فرنگی

نسیبه پورقاسمیان[1*]- مهدی نقی زاده[2]- روح اله مرادی[3]- محمد سالاری[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۵/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۹/۰۸

چکیده

به منظور مطالعه تأثیر بستر کاشت و اسید هیومیک بر برخی شاخص‌های رشد و ویژگی‌های بیوشیمیایی گیاهچه گوجه‌فرنگی، آزمایشی گلدانی به صورت فاکتوریل در پایه طرح کاملاً تصادفی در پنج تکرار صورت گرفت. فاکتورهای مورد بررسی شامل بستر کاشت (پیت، کوکوپیت، خاکبرگ، کمپوست، ورمی‌کمپوست، کود گاوی و خاک رس) و اسید هیومیک (به دو صورت محلول‌پاشی و عدم محلول‌پاشی) بودند. نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان داد که بیشترین و کمترین درصد و سرعت جوانه‌زنی به ترتیب به بستر کاشت پیت و کود دامی تعلق داشت. همچنین، بیشترین وزن خشک اندام هوایی (۱/۱۷ گرم)، سطح برگ (۱۲۵/۹) تعداد میانگره (۶/۱۹)، ارتفاع گیاه (۱۳/۵۱ سانتی‌متر) و میزان کلروفیل a (۲/۵۵) در بستر کشت پیت مشاهده شد. بستر کود دامی در صفات نامبرده کمترین میزان را نشان داد. بعنوان مثال کمترین میزان وزن خشک اندام هوایی (۰/۴۴ گرم) و ارتفاع بوته (۱۶/۶۷ سانتی‌متر) مربوط به تیمار کود دامی بود. میزان کاروتنوئید در بسترهای کود دامی و رس بیش از بقیه بسترها بود. همچنین محلول‌پاشی نسبت به عدم محلول‌پاشی، ارتفاع گیاهچه، سطح برگ، تعداد میانگره، کلروفیل a و کاروتنوئید را افزایش معنی‌داری داد. نتایج نشان داد که وزن خشک اندام هوایی، ارتفاع گیاهچه و تعداد میانگره تحت اثر متقابل بستر کاشت و اسید هیومیک قرار گرفتند. در کلیه صفات فوق بسترهای ضعیف مانند خاک رس و کود دامی نسبت به بقیه بسترها به مصرف اسید هیومیک پاسخ بهتری دادند. بعنوان مثال، کاربرد اسید هیومیک باعث افزایش حدود ۶۲ و ۳ درصدی وزن خشک اندام هوایی نسبت به عدم استفاده از اسید هیومیک به ترتیب در تیمارهای کود دامی و پیت شد. بطور کلی، به نظر می‌رسد استفاده از بستر پیت به همراه محلول‌پاشی با اسید هیومیک می‌تواند منجر به بهبود رشد نشاء گوجه‌فرنگی شود.

واژه‌های کلیدی: سبز شدن، سطح برگ، کلروفیل، میانگره، وزن خشک

مقدمه

تولید نشای خوب، سالم و قوی توسط تولید کننده و یا شرکت‌های تجاری مهم‌ترین دغدغه‌ای است که می‌تواند تضمین مناسبی برای عملکرد کمی و کیفی بالا باشد (۱۰). از آنجا که کشت گوجه‌فرنگی بصورت نشایی انجام می‌گیرد و دوره پرورش طولانی نیز دارد، توجه به این نکته می‌تواند بسیار حائز اهمیت باشد. چراکه هر چه طول این دوره کاهش یابد می‌تواند هزینه‌های تولید را نیز کاهش دهد. یکی از راهکارهای مناسب برای بهبود وضعیت کمی و کیفی نشاء، بهبود وضعیت جوانه‌زنی آن می‌باشد. به طورکلی، بستر بذر از طریق مطلوب کردن شرایط فیزیکی خاک موجب افزایش جوانه‌زنی بذر، رشد ریشه و بازدهی تولید نشاء می‌گردند (۲۲)، بنابراین بستر کاشت مناسب یکی از عوامل مؤثر در پیشرفت مراحل رشد گیاه از جمله مرحله جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای می‌باشد (۱).

مرحله جوانه‌زنی و رشد گیاهچه معمولا حساسترین مرحله رشد گیاه می‌باشد. بطوری‌که، جوانه‌زنی ضعیف و کاهش رشد گیاهچه می‌تواند منجر به استقرار ضعیف و نابودی محصول شود. بدون شک میزان موفقیت این مرحله بر پیشرفت سایر مراحل رشد گیاه و در نهایت میزان تولید تأثیر بسزایی دارد (۱). لذا به منظور کاهش دوره کاشت تا سبز شدن و سبز شدن تا انتقال به زمین اصلی می‌بایست تحقیقات و تمهیدات خاصی را مورد توجه و بررسی قرار داد. در این راستا تحقیقات مختلفی نیز انجام گرفته است. هیدالگو و همکاران (۱۳) تأثیر ورمی‌کمپوست را برمیزان جوانه‌زنی بذر خیار بررسی نمودند و نتایج بدست آمده از این آزمایش نشان داد که درصد جوانه‌زنی و

۱، ۲ و ۳- استادیاران، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی بردسیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان
(*- نویسنده مسئول: (Email:n.pourghasemian@uk.ac.ir
۴- دانش آموخته، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی بردسیر، دانشگاه شهید باهنر کرمان (عضو پژوهشگران جوان دانشگاه باهنر کرمان)
DOI: 10.22067/jhorts4.v31i4.56542

رشد نشاء خیار در اثر مصرف ورمی‌کمپوست افزایش یافت. به منظور بررسی تأثیر ورمی‌کمپوست بر روی شاخص‌های رشد گیاه گوجه‌فرنگی در شرایط گلخانه‌ای، سماوات و همکاران (۲۸) آزمایشی با سه سطح کود شیمیایی و پنج سطح مختلف کود آلی ورمی‌کمپوست انجام دادند. نتایج نشان داد که تأثیر تیمار کود شیمیایی و ورمی‌کمپوست بر تعداد و وزن میوه در بوته و وزن ریشه و اندام هوایی معنی‌دار بود. در تیمار ۱۰۰ درصد ورمی‌کمپوست تعداد و وزن میوه، وزن اندام هوایی و رشد به ترتیب در حدود ۳, ۴, ۵, ۹ برابر نسبت به تیمار بدون ورمی‌کمپوست افزایش یافت. اثر ورمی‌کمپوست بر وزن ریشه به مراتب بیشتر از وزن اندام هوایی بود.

یان و مورفی (۳۳) آزمایشی را برای افزایش کیفیت کوکوپیت به عنوان بستر کاشت انجام دادند. نتایج بدست آمده از این آزمایش نشان داد که بعد از ۳ ماه نسبت C:N کاهش یافته بود و CEC و اسیدهیومیک افزایش یافته بود. کاهش نسبت C:N به علت افزایش نیتروژن و کاهش کربن خصوصا سلولز و همی سلولز و لیگنین بود. این بستر در گلخانه امتحان شد، گیاهان گوجه‌فرنگی رشد خوبی در این بستر داشتند اگرچه این گیاهان تفاوت قابل توجهی از نظر ارتفاع و قطر ساقه با گیاهانی که در کوکوپیت تیمار نشده کاشته شده بودند، نداشتند. اما وزن خشک ریشه ۲۲ درصد، تعداد میوه ۴۳ درصد، و عملکرد کل ۴۶ درصد افزایش یافته بود. تریدر (۳۱) تأثیر کوکوپیت و کوددهی بر روی رشد و گلدهی لیلیوم بررسی کرد. نتایج به دست آمده نشان داد که لیلیوم‌هایی که در بستر کوکوپیت رشد کرده بودند زودتر گل دادند و کیفیت آنها بهتر بود. همچنین وزن تر و خشک گل‌ها و برگ‌ها بیشتر بود و جوانه گل و سیستم ریشه‌ای بهتری داشت.

آلباهو و همکاران (۳) اثر سه بستر کاشت بر رشد و عملکرد دو رقم فلفل شیرین را مورد بررس قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که این ارقام پاسخ‌های متفاوتی را به بسترهای کاشت مختلف دادند. بطوری‌که بسترها تأثیر قابل توجهی در ارتفاع رقم، تعداد برگ، شاخص کلروفیل و عملکرد کل گیاه داشتند.

اسیدهای آلی به دلیل وجود ترکیبات هورمونی اثرات مفیدی در افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی دارند (۱۱). ترکیبات هوموسی شامل مخلوطی از ترکیبات آلی مختلف هستند که از باقیمانده گیاهان و حیوانات حاصل می‌شوند (۱۸). این مواد در تمام محیط‌های خاکی و آبی یافت می‌شوند و یکی از فراوانترین شکل‌های مواد آلی را در سطح زمین تشکیل می‌دهند. بیشترین قسمت ترکیبات هوموسی خاک را اسید هیومیک و اسید فلوویک تشکیل می‌دهند. اسید هیومیک و اسید فولویک به ترتیب سبب تشکیل کمپلکس های پایدار و نامحلول و کمپلکس‌های محلول با عناصر میکرو می‌گردند (۱۶). اسید هیومیک با اکثر کودهای شیمیایی سازگار بوده و قابل اختلاط می‌باشد، در آب به خوبی حل شده و با کودهای دیگر مایع، قابل اختلاط می‌باشد و می‌توان آن را از طریق محلول‌پاشی، مصرف خاکی، سیستم‌های آبیاری تحت فشار و تیمار بذری (بذر مال) مورد استفاده قرار داد (۱۷). کاربرد اسید هیومیک به عنوان ماده‌ای با منبع طبیعی در جهت پایداری و افزایش تولید محصولات زراعی امید بخش می‌باشد (۲۹). از مزایای مهم آن می‌توان به کلات کنندگی عناصر غذایی مختلف مانند سدیم، پتاسیم، منیزیم، روی، کلسیم، آهن، مس و سایر عناصر در جهت غلبه بر کمبود عناصر غذایی، افزایش طول و وزن ریشه، آغازش ریشه‌های جانبی اشاره کرد.

با توجه به اینکه گوجه‌فرنگی یکی از مهمترین گیاهانی است که کشت آن در بستر نهایی بصورت نشاء صورت می‌گیرد و استان کرمان نیز یکی از مهمترین تولید کنندگان گوجه‌فرنگی در کشور می‌باشد و همچنین تا کنون تحقیقی در استان در رابطه با تأثیر نوع بستر کاشت بر خصوصیات رشد نشاء این گیاه صورت نگرفته است. بنابراین، هدف از این تحقیق بررسی امکان تولید یک نشای سالم و قوی و همچنین کاهش دوره کاشت تا سبز شدن و سبز شدن تا انتقال به زمین اصلی توسط بسترهای آلی و محلولپاشی مواد آلی اسید هیومیک با استفاده از اندازه‌گیری و مقایسه صفات مختلف کمی و کیفی در نشاء گوجه‌فرنگی بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر بسترهای مختلف کشت و محلولپاشی اسید هیومیک بر خصوصیات رشد و کمیت و کیفیت نشاء گوجه‌فرنگی آزمایشی بصورت فاکتوریل در پایه طرح کاملاً تصادفی با پنج تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی بردسیر، دانشگاه باهنر کرمان در سال ۱۳۹۴ اجرا شد. متوسط دمای گلخانه ۲۷ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی بین ۴۰ تا ۶۰ درصد بود. منبع نوری مورد استفاده نیز نور طبیعی خورشید بود. تیمارهای آزمایش شامل بستر کاشت در هفت سطح (۱- خاک، ۲- کمپوست، ۳- ورمی‌کمپوست، ۴- کود دامی (گاوی)، ۵- خاکبرگ، ۶- کوکوپیت و ۷- پیت) و محلولپاشی اسید هیومیک در دو سطح (محلولپاشی و عدم محلولپاشی) بود. خصوصیات تیمارهای مورد بررسی در جدول ۱ نشان داده شده است.

پس از تهیه بسترها، اقدام به آماده کردن گلدان‌هایی با قطر دهانه ۱۲ و ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر شد. بعد از خروج آب ثقلی، بذرهای گوجه‌فرنگی رقم اصلاح شده کانیون[1] ایتالیایی داخل گلدان کاشته شد. به طوری‌که، داخل هر گلدان سه بذر کاشته شد. آبیاری بوسیله آب پاش و بصورت بارانی و روزانه به مدت ده دقیقه با آب لوله کشی شهری انجام شد. محلولپاشی اسید هیومیک با غلظت یک هزارم لیتر

1- Canyon

از زمان سبز شدن نشاء تا انتقال نشاء هر دو روز یکبار در تیمارهای مربوطه صورت گرفت. به دلیل کوتاه بودن دوره آزمایش، فاصله محلولپاشی کم در نظر گرفته شد تا اثرات آن بهتر مشهود باشد.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی مواد استفاده شده در تهیه بسترهای کشت

Table 1- Physical and chemical properties of various used matters

مواد Matters	نیتروژن N (%)	فسفر P (ppm)	پتاسیم K (ppm)	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	اسیدیته pH
خاک Soil	0.07	29	488	2.18	7.9
کمپوست Compost	0.97	2458	4899	3.11	8.1
ورمی‌کمپوست Vermicompost	1.23	3500	5900	2.88	7.1
کود گاوی Cow manure	0.81	2356	4158	3.66	9.8
خاکبرگ Leaf soil	0.77	1258	1855	2.87	7.2
کوکوپیت Cocopeat	0.63	522	9834	1.08	7.1
پیت Peat	0.48	111	524	1.14	6.18

جهت تعیین شاخص‌های رشد گیاهچه ای گوجه‌فرنگی، شمارش روزانه گیاهچه‌های سبز شده به مدت ۱۲ روز انجام و در انتها تعداد نهایی گیاهچه‌های سبز شده در هر تیمار ثبت و جهت محاسبه درصد و سرعت ظهور گیاهچه ها از معادلات آگراوال (۲) و ماگویر (۱۹) استفاده شد. در زمان آماده‌سازی نشاء جهت انتقال فاکتورهای مختلفی از قبیل ارتفاع گیاهچه، قطر ساقه، تعداد میانگره‌ها، سطح برگ، وزن خشک اندام هوایی و ریشه، میزان کلروفیل a و b و کارتنوئید ثبت و اندازه‌گیری شد.

محتوای رنگیزه‌های کلرفیل a و b و کارتنوئید برگ با روش لیچتنتالر (۱۵) انجام شد. ابتدا یک گرم از برگ تازه که برداشت شده بود را به قطعات کوچکی خرد نموده و در داخل هاون چینی به همراه ۱۰ میلی لیتر استون ۸۰ درصد به مدت چند دقیقه به خوبی له کرده، ماده حاصله را درون قیف بوخنر متصل به پمپ خلاء ریخته و پس از جداسازی محلول، مواد را به هاون منتقل کرده و ۱۰ میلی‌لیتر استون اضافه کرده و این عمل تا زمانی‌که مواد باقیمانده در قیف بوخنر به طور کامل فاقد کلروفیل و سفید شد، ادامه یافت. محلول به دست آمده با استون ۸۰ درصد به حجم ۳۰ میلی‌لیتر رسانده و درون لوله آزمایش دربدار ریخته، سپس عصاره حاصل به مدت ۲۰ دقیقه در دستگاه سانتریفوژ با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ گردید. میزان جذب نوری عصاره توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل PD-303S APEL) در طول موج‌های ۶۶۳، ۶۴۶ نانومتر برای کلروفیل و ۴۷۰ نانومتر برای کاروتنوئیدها قرائت شد. به منظور حذف استون از محلول شاهد، استون ۸۰ درصد استفاده کرده و پس از کالیبره کردن دستگاه عصاره حاصل را درون دستگاه قرار داده و اعداد به دست آمده قرائت شدند. در نهایت اعداد به دست آمده جهت محاسبه غلظت کلروفیل (میلی‌گرم در گرم وزن تازه برگ) به ترتیب در روابط ۱، ۲ و ۳ به کار رفت.

$$C_{chla}\ (mg/g\ leaf) = ((0.0122\times Abs663) (0.00269\times Abs646))\times ml\ acetone/\ mg\ leaf \quad (۱)$$

$$C_{chlb}\ (mg/g\ leaf) = ((0.0229\times Abs646) - (0.00460\times Abs663))\times ml\ acetone/mg\ leaf \quad (۲)$$

$$C_{car}\ (mg/g\ leaf) = ((1000\times Abs470 - 1.82\times C_{chla} - 85.02\times C_{hlb})/198)\times ml\ acetone/mg\ leaf \quad (۳)$$

در این معادلات C نشان دهنده غلظت و *chla*، *chlb* و *Car* به ترتیب کلروفیل a، b و کاروتنوئیدها شامل کاروتن و گزانتوفیل می باشد. همچنین Abs۶۶۳، Abs ۶۴۶ و Abs ۴۷۰ عبارت از جذب در طول موج‌های ۶۶۳، ۶۴۶ و ۴۷۰ نانومتر می‌باشد.

داده‌های حاصل از آزمایش بر اساس طرح آماری مورد استفاده، توسط نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۲ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد جهت مقایسه میانگین استفاده شد. رسم نمودارها نیز توسط نرم‌افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

درصد سبز شدن و سرعت ظهور گیاهچه: نتایج حاصل از

تجزیه واریانس نشان داد که تیمار بستر کاشت تأثیر معنی‌داری بر درصد سبز شدن و سرعت ظهور گیاهچه گوجه‌فرنگی در سطح احتمال یک درصد داشت (جدول ۲). بستر پیت (۱۰۰ درصد) و کوکوپیت (۸۷ درصد) بدون تفاوت معنی‌دار با یکدیگر بیشترین درصد سبز شدن و کود دامی (۱۷ درصد) کمترین میزان درصد سبز شدن را نشان دادند (جدول ۳). بیشترین (۶/۴۵ بذر در روز) و کمترین (۰/۹۵ بذر در روز) سرعت ظهور گیاهچه به ترتیب مربوط به بسترهای پیت و کود دامی بود.

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات جوانه‌زنی و رشد گوجه‌فرنگی

Table 2- Analysis of variance of germination and growth traits of tomato as affected by substrate and humic acid

		میانگین مربعات Mean of Squres							
تیمار Treatment	درجه آزادی df	درصد سبز شدن Emergence percent	سرعت ظهور گیاهچه Emergence rate	ارتفاع گیاهچه Plant height	وزن خشک اندام هوایی Shoot dry matter	وزن خشک ریشه Root dry matter	قطر ساقه Stem diameter	سطح برگ Leaf area	تعداد میانگره Internodes diameter
بستر کاشت (A) Substrate	6	4543.7**	22.34**	39.59**	0.396**	0.004ns	0.070ns	9784.8**	10.79**
اسیدهیومیک (B) Humic acid	1	14.88ns	0.036ns	23.28**	0.303**	0.0018ns	0.046ns	1205.5**	1.56**
A × B	6	49.60ns	0.074ns	0.732**	0.095*	0.002ns	0.097ns	41.35ns	0.37*
Error خطا	56	357.1	0.109	0.154	0.007	0.003	0.430	32.22	0.085

*، ** و ns: به ترتیب معنی‌داری در سطح ۵ و ۱ درصد و عدم معنی‌داری

*, ** and ns: Significantly at 5% and 1% and non-significant

جدول ۳- تأثیر بسترهای مختلف کاشت بر برخی صفات رشدی گوجه‌فرنگی

Table 3- Effect of various substrate on some growth traits of tomato

تیمار Treatment	درصد سبز شدن Emergence percent	سرعت ظهور گیاهچه Emergence rate	ارتفاع گیاهچه Plant height (cm)	وزن خشک اندام هوایی Shoot dry matter (g)	سطح برگ Leaf area (cm^2/plant)	تعداد میانگره Internodes diameter
کمپوست Compost	58.33bc	4.05c	9.71d	0.788c	94.99c	5.63b
ورمی‌کمپوست Vermicompost	50.00c	4.20c	12.32c	1.02b	114.0b	6.17a
پیت Peat	100.00a	6.45a	13.51a	1.17a	125.9a	6.19a
کوکوپیت Cocopeat	87.50ab	5.51b	9.25d	0.745c	94.49c	4.94c
خاکبرگ Leaf soil	79.17b	2.62d	12.80b	1.07b	117.0b	5.93ab
کود دامی Manure	16.67d	0.95f	6.86f	0.445e	27.13d	2.85e
خاک رس Clay soil	62.50bc	2.14e	7.89e	0.645d	33.01d	3.52d

در هر ستون اعداد دارای حداقل حرف مشترک اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند

Column means with the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$)

شیرزاد و همکاران (۳۰) با بررسی اثر عصاره های کود دامی بر جوانه‌زنی مریم گلی، به افزایش سرعت و درصد جوانه‌زنی با مصرف کودهای دامی اشاره کردند. ایشان افزایش در سرعت جوانه‌زنی را به عنصرهای موجود در کود دامی نسبت دادند که نقش کاتالیزوری

مهمی در سیستم‌های آنزیمی ایفا می‌کند. با این حال مطالعه حاضر به کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی اشاره دارد. بنظر می‌رسد وجود مواد بازدارنده در کود دامی موجود در مطالعه حاضر این دو صفت را به شدت تحت تأثیر قرار داده است. بهتر بودن بستر پیت نسبت به بقیه بسترها در مرحله جوانه‌زنی را شاید بتوان به وجود محیط فیزیکی مناسب تر در این بستر نسبت به بقیه بسترها نسبت داد. زالر (۳۴) در مقایسه‌ای بین بسترهای پیت و ورمی‌کمپوست بر جوانه‌زنی گوجه‌فرنگی به بهتر بودن بستر پیت اشاره کرد. ایشان دلیل این برتری را به قدرت تهویه و نفوذ اکسیژن و همچنین ظرفیت نگهداری آب بیشتر در بستر پیت نسبت داد. بنابراین به نظر می‌رسد با توجه به اینکه اکسیژن یکی از فاکتورهای مهم در وقوع جوانه‌زنی است بستر پیت توانسته بهتر از بقیه بسترها گیاه را در این مرحله حمایت نماید.

وزن خشک اندام هوایی و ریشه: تأثیر بستر کاشت، محلولپاشی و اثر متقابل این دو بر وزن خشک اندام هوایی گیاه گوجه‌فرنگی معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین (۱/۱۷ گرم) و کمترین (۰/۴۴ گرم) میزان وزن خشک اندام هوایی به ترتیب در بستر پیت و کود دامی مشاهده شد (جدول ۳). پیت به دلیل داشتن تخلخل و در نتیجه قدرت تهویه و زهکشی مناسب و همچنین خصوصیات مطلوب فیزیکی و دارا بودن ظرفیت بالای تبادل عناصر غذایی عملکرد بیشتری تولید کرده است (۲۶ و ۳۴). در مطالعه حاضر همچنین درصد و سرعت بالای جوانه‌زنی نیز توانسته است در استقرار بهتر گیاه و حصول عملکرد بالاتر در این بستر کاشت مؤثر واقع شود (جدول ۳). در تحقیقات مختلف به مناسب بودن بستر کاشت پیت در ارقام مختلف گوجه‌فرنگی (۱، ۲۵ و ۳۴) و گیاه برگ بیدی (۱۲) نیز اشاره شده است.

ورمی‌کمپوست و خاکبرگ نسبت به خاک رس به ترتیب ۵۸ و ۶۵ درصد وزن خشک بیشتری را نشان دادند. این دو بستر (ورمی‌کمپوست و خاکبرگ) بدون تفاوت معنی‌دار با یکدیگر بعد از پیت در مقام دوم قرار داشتند (جدول ۲). تیسوی و همکاران (۳۲) بیان کردند در بسترهای کاشتی که میکروارگانیسم‌ها به طور مستقیم در آنها فعالیت دارند مانند بستر ورمی‌کمپوست معمولا از طریق تأثیر روی ساخت هورمون‌هایی مثل اکسین سبب افزایش رشد و تولید بیشتر ماده خشک می‌شوند.

ملافیلابی (۲۱) مصرف کود دامی را نسبت به سایر بسترهای کشت توصیه نمود. با این حال در ارتباط با کود دامی باید به پوسیده بودن این بستر توجه کافی شود، زیرا کود دامی تازه به دلیل بهبود در رشد و فعالیت میکروارگانیسم‌های خاکزی و در نتیجه غیرمتحرک کردن نیتروژن خاک در بدن موجودات خاکزی نمی‌تواند تأثیر مثبتی بر خصوصیات رشدی و عملکرد محصول داشته باشد. به نظر می‌رسد کود مورد استفاده در مطالعه حاضر نیز بطور کامل پوسیده نبوده است.

مصرف اسید هیومیک نسبت به عدم مصرف آن سبب افزایش حدود ۲۳ درصدی وزن خشک اندام هوایی گیاه شد (جدول ۴). محققان زیادی به نقش مثبت مصرف اسید هیومیک در افزایش وزن خشک گیاهان مانند گوجه و بادمجان (۸)، ذرت و یولاف (۲۹) و گندم (۲۴ و ۲۷) اشاره کردند. پادم و همکاران (۲۳) اظهار داشتند که محلولپاشی مواد هیومیکی باعث افزایش غلظت آنتی اکسیدان‌ها و همچنین افزایش فتوسنتز، تنفس و سنتز نوکلئیک اسیدها و جذب یون‌ها شده و به تبع آن سبب افزایش رشد و ماده خشک در گیاهان می‌گردد ایشان همچنین به وجود ترکیبات هورمونی در اسیدهای آلی مانند اسید هیومیک اشاره کردند و بیان داشتند که این ترکیبات هورمونی می‌توانند در افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات باغی مؤثر واقع شوند.

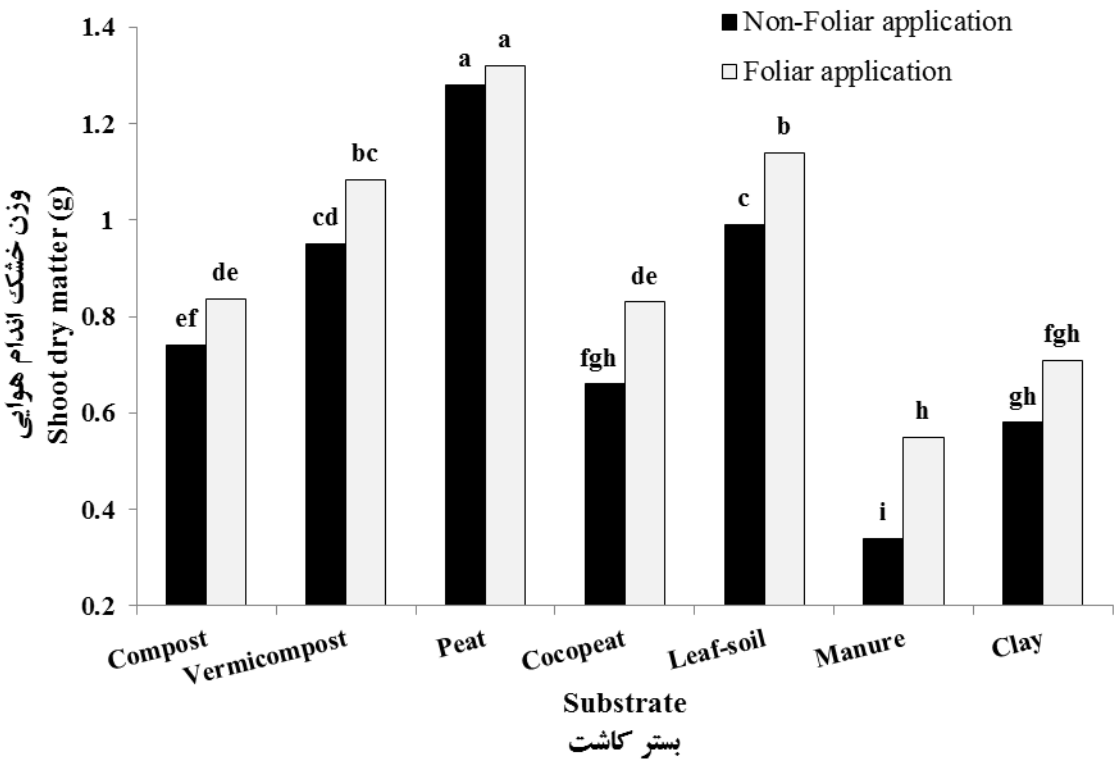
جدول ٤- تأثیر محلولپاشی بر برخی صفات رشدی و بیوشیمیایی نشاء گوجه‌فرنگی

Table 4- Effect of foliar application of humic acid on some growth traits of tomato

تیمار Treatment	ارتفاع گیاهچه Plant height (cm)	سطح برگ Leaf area (cm/plant)	وزن خشک اندام هوایی Shoot dry matter (g)	تعداد میانگره Internodes diameter	کلروفیل a Chlorophyll a content	کارتنوئید Carotenoid content
عدم محلولپاشی Non-foliar application	9.58b	81.29b	0.75b	4.84b	1.91b	0.473b
محلولپاشی Foliar application	11.07a	92.21a	0.92a	5.22a	2.45a	0.557a

در هر ستون اعداد دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند

Column means with the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$)



شکل ۱- اثر متقابل بستر کاشت و محلولپاشی اسید هیومیک بر وزن خشک اندام هوایی گوجه‌فرنگی
Figure 1- Interaction effect of substrate ×humic acid on dry matter of tomato

بیشترین میزان افـزایش مـاده خشـک در هنگـام مصـرف اسـید هیومیک در بستر کود دامی مشاهده شد، این افزایش حدود ۶۰ درصد گزارش شده است (شکل ۱). بنظر می‌رسد بسترهای قـویتر کـه خـود مواد هیومیکی بیشتری دارند به مصرف خارجی اسید هیومیـک پاسـخ کمتری می‌دهند. فرناندز- اسکوبار و همکاران (۹) بامحلولپاشی اسـید هیومیک روی گیاهچه‌های زیتون موجود در گلخانه دریافتند که وقتی مواد هیومیکی در گیاهان آبیاری شده بـا آب فاقـد هـر گونـه عنصـر معدنی مصرف شدند عملکرد به میزان قابل توجهی افزایش یافـت در حالی‌که وقتی اسیدهیومیک را در گیاهانی که بامحلول غـذایی تغذیـه می‌شدند مصرف کردند، افـزایش در رشـد مشـاهده نشـد. در مطالعـه حاضر نیز اسید هیومیک تا حدودی توانسته اثر کمبود عناصـر غـذایی ناشی از آلی شدن در محیط کشت کود دامی را جبـران کنـد. بـا ایـن حال این جبـران، نقصـان موجـود را بطـور کامـل برطـرف نکـرده و همچنان کود دامی به عنوان یک بستر ضعیف عمل کرده است.

وزن خشک ریشه تحت تأثیر هیچ یک از تیمارهای مورد مطالعـه قرار نگرفت (جدول ۱). غلام نـژاد و همکـاران (۱۰) بـه تـأثیر بسـتر کاشت بر رشد ریشه گیاهچه‌های فلفل شیرین اشاره کردند. ایشان به نقل از یان و مورفی (۳۳) وجود تخلخل بیشتر در بسترهایی مانند پیت و کوکوپیت را عامل رشد بهتر ریشه گیاهان دانستند، با ایـن حـال در مطالعه حاضر عدم تأثیرگذاری تیمارهای مورد بررسی را شـاید بتـوان به طول دوره کوتاه آزمایش نسبت داد.

قطر ساقه و سطح برگ: قطر ساقه تحت تأثیر هـیچ یـک از تیمارهای مورد مطالعه قرار نگرفت (جدول ۲). غلام نـژاد و همکـاران (۱۰) به عدم تأثیر نقش بستر کاشت بر قطر ساقه فلفل شیرین اشـاره داشت.

براسـاس نتـایج حاصـل از تجزیـه واریـانس بسـتر کاشـت و محلولپاشی با اسید هیومیک سطح برگ را در سطح احتمال ۱ درصـد تحت تأثیر قرار دادند (جدول ۲). بیشترین میزان سطح برگ مربوط به پیت (۱۲۵/۹ سانتی‌متر در بوته) و کمتـرین میـزان آن در کـود دامـی (۲۷/۱۳ سانتی‌متر در بوته) بدون تفاوت معنی‌دار با خاک رس (۳۳/۱) مشاهده شد. روند پاسخ گیاه به محیط‌های کشـت مختلـف در صـفت سطح برگ نیز شبیه وزن خشک اندام هوایی بود. پیت با داشتن مـواد غذایی کافی و قابلیت جـذب مـواد غـذایی بیشـتر و قـدرت تهویـه و زهکشی بالاتر توانسته است سبب افزایش میزان سـطح بـرگ شـود. همچنین در بستر فوق سرعت و درصد سبز شدن بالا نیـز عـاملی بـر بهبود رشد و افزایش سطح برگ بیشتر در مراحل بعدی می‌باشد.

ورمی‌کمپوست و خاکبرگ نسب به کمپوست و کوکوپیـت سـطح برگ را بیشتر تحت تأثیر قرار دادند (جـدول ۳). آرانکـون و همکـاران

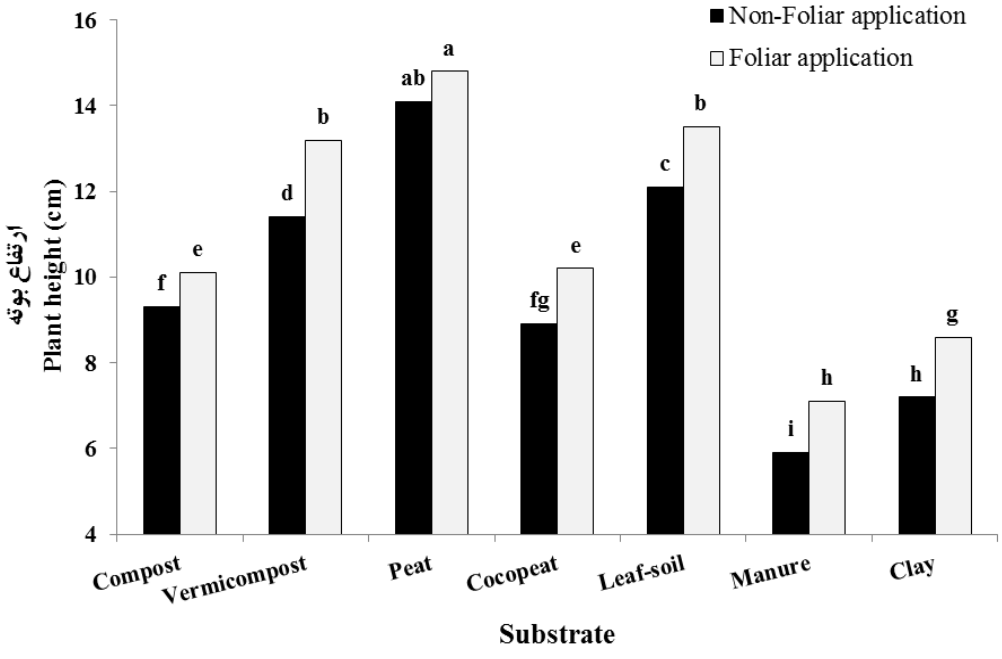
(۵) علت افزایش سطح برگ گیاه در بسترهای خاک برگ و ورمی‌کمپوست را به قابلیت بیشتر جذب عناصر غذایی نسبت نمی دهند بلکه عامل این افزایش از دیدگاه آنان افزایش در فعالیت میکروارگانیسم‌های بستر مورد نظر می‌باشد. به عبارتی آنها معتقدند که میکرواورگانیسم‌ها می‌توانند به طور غیرمستقیم هورمون‌های گیاهی مانند ایندول استیک اسید را تحت تأثیر قرار داده و به دنبال آن سبب افزایش سطح برگ و افزایش در وزن خشک گیاه شوند.

محلولپاشی با اسید هیومیک سبب افزایش حدود ۱۴ درصد در سطح برگ گیاهچه‌های گوجه‌فرنگی نسبت به عدم محلولپاشی شد (جدول ۴). محلولپاشی اسید هیومیک در هنگام گسترش برگ سبب افزایش سریع تر سطح برگ شده و به دنبال آن عملکرد ماده خشک را نیز افزایش می‌دهد. قربانی و همکاران (۱۱) به نقل از آلبایارک و کاماس (۴) یکی از دلایل افزایش سطح برگ در هنگام محلولپاشی اسید هیومیک را افزایش محتوای نیتروژن گیاه گزارش کردند. افزایش شاخص سطح برگ با حذف اسید هیومیک در مطالعات زیادی گزارش شده است (۱۱، ۲۴ و ۲۷).

برهمکنش بستر کاشت و محلولپاشی اسید هیومیک تأثیر معنی داری بر میزان سطح برگ نداشت (جدول ۲).

ارتفاع گیاهچه و تعداد میانگره: بستر کاشت، محلولپاشی و اثر متقابل بستر در محلولپاشی بر ارتفاع گیاهچه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). پیت، خاکبرگ و ورمی‌کمپوست نسبت به خاک رس به ترتیب سبب افزایش ۷۱، ۶۲ و ۵۱ درصدی در ارتفاع گیاهچه‌های گوجه‌فرنگی شدند (جدول ۳). هوموسی شدن مواد آلی موجود در بسترهای کشت فوق سبب افزایش جمعیت میکروارگانیسم ها و افزایش حضور بیشتر اسید هیومیک در خاک شده و به دنبال آن تولید اکسین، جیبرلین و سیتوکنین افزایش یافته و اسید هیومیک موجود در این بسترها بطور غیرمستقیم سبب افزایش ارتفاع می‌شود (۷). زالر (۳۴) به تأثیر بیشتر پیت روی گلدهی گیاهچه گوجه‌فرنگی نسبت به ورمی‌کمپوست اشاره داشت. اقحوانی شجری و همکاران (۱) به تأثیر بیشتر پیت بر ارتفاع گیاهچه نسبت به کوکوپیت و خاک باغچه در گیاهچه‌های گوجه‌فرنگی اشاره کردند. اثر بستر کاشت بر ارتفاع گیاهچه‌های گل کلم (۱۴)، برخی ارقام گوجه‌فرنگی (۳۴)، فلفل شیرین و عروسک پشت پرده (۲۰) نیز به اثبات رسید. با این حال، یان و مورفی (۳۵) به عدم تأثیر بستر کشت کوکوپیت بر ارتفاع گوجه‌فرنگی و غلام نژاد و همکاران (۱۰) به عدم تأثیر بسترهای کشت کوکوپیت و ورمی‌کمپوست در فلفل شیرین اشاره کردند.

محلولپاشی با اسید هیومیک سبب افزایش ۱۵ درصدی در ارتفاع گیاهچه‌های گوجه‌فرنگی نسبت به عدم پاشش این ماده گردید (جدول ۴). افزایش ارتفاع گیاه با مصرف اسید هیومیک در ذرت (۱۰)، گندم (۲۴ و ۲۷) منداب (۴) و گوجه و بادمجان (۸) گزارش شده است. بسترهای کود دامی و رس در هنگام مصرف اسید هیومیک نسبت به عدم مصرف آن به ترتیب ۲۰ و ۱۹ درصد افزایش در ارتفاع گیاهچه نشان دادند (شکل ۲). کمترین میزان افزایش (۰/۰۴ درصد) در بستر پیت مشاهده شد.

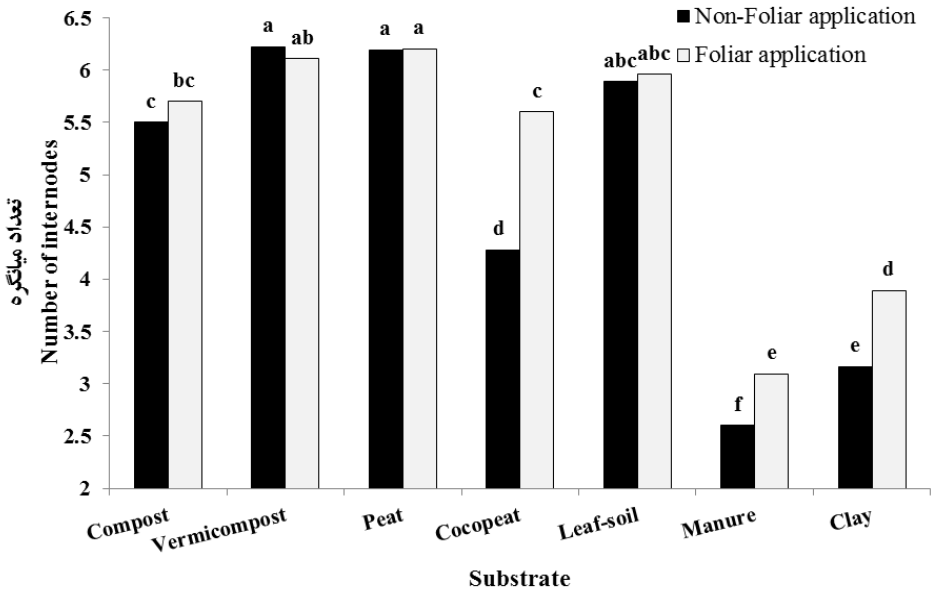


شکل ۲- اثر متقابل بستر کاشت × محلولپاشی اسید هیومیک بر ارتفاع بوته گوجه‌فرنگی

Figure 2- Interaction effect of substrate ×humic acid on plant height of tomato

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که تعداد میانگره تحت تأثیر بستر کاشت، محلول‌پاشی در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل این دو عامل در سطح احتمال پنج درصد قرار گرفت (جدول ۲). بسترهای پیت، ورمی‌کمپوست و خاکبرگ بدون تفاوت معنی‌دار با یکدیگر به ترتیب ۶/۱۹، ۶/۱۷ و ۵/۹۳ بیشترین تعدا میانگره را نشان دادند. کمترین تعداد میانگره در کود دامی (۲/۵۸) و خاک رس (۳/۵۲) مشاهده شد. افزایش طول گیاهچه در محیط‌های کشت ورمی‌کمپوست و خاکبرگ بیشتر از طریق افزایش در تعداد میانگره بوده و فاصله بین گره‌ها کمتر افزایش یافته‌اند. اقحوانی شجری و همکاران (۱) نیز به تعداد میانگره بیشتر در بستر کشت پیت نسبت به کوکوپیت در گیاه گوجه‌فرنگی اشاره کردند.

محلولپاشی اسید هیومیک باعث افزایش حدود ۱۰ درصدی تعداد میانگره نسبت به عدم محلولپاشی این ماده در گیاهچه‌های گوجه‌فرنگی شد (جدول ۴). بیشترین میزان افزایش تعداد میانگره با مصرف اسید هیومیک در محیط‌های رس و کود دامی و کمترین آن در محیط پیت مشاهده شد (شکل ۳). در این صفت نیز مانند صفات دیگر بسترهای ضعیف‌تر نسبت به بسترهای قوی‌تر واکنش بیشتری به مصرف ماده کمکی اسید هیومیک داده‌اند.



شکل ۳- اثر متقابل بستر کاشت × محلولپاشی بر تعداد میانگره

Figure 3- Interaction effect of substrate ×humic acid on internodes of tomato

شاخص کلروفیل: تأثیر محلولپاشی و بستر کاشت بر کلروفیل a در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۵). اثر متقابل محلولپاشی در بستر کاشت تأثیر معنی‌داری بر کلروفیل a نداشت (جدول ۵). بسترهای ورمی‌کمپوست (۲/۵۸)، پیت (۲/۵۵) و خاکبرگ (۲/۵۱) بدون تفاوت معنی‌دار با یکدیگر بیشترین میزان کلروفیل a را نشان دادند (شکل ۴). شاید بتوان بالاتر بودن کلروفیل a در بسترهای فوق را به بالاتر بودن درصد و سرعت سبز شدن و همچنین سایر شاخص‌های رشد نسبت داد.

محلولپاشی اسید هیومیک نسبت به عدم محلولپاشی در گیاهچه های گوجه‌فرنگی باعث افزایش ۲۸ درصدی در میزان کلروفیل a شد (جدول ۵). قربانی و همکاران (۱۱) بیان کردند که اسید هیومیک سبب افزایش جذب آهن، روی، مس و منگنز توسط گیاهچه‌های خیار شد که افزایش جذب آهن و منگنز را دلیل مناسبی برای افزایش غلظت کلروفیل دانستند. افزایش غلظت کلروفیل با مصرف اسید هیومیک در مطالعات مختلف به اثبات رسید (۱۱، ۲۴ و ۲۷).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که کلروفیل b تحت تأثیر هیچ یک از تیمارهای مورد مطالعه قرار نگرفت (جدول ۵). عدم تأثیرگذاری بستر کاشت بر شاخص‌های کلروفیل در برخی مطالعات دیگر فلفل شیرین (۳ و ۱۰) و عروسک پشت پرده (۲۰) نیز گزارش شده است.

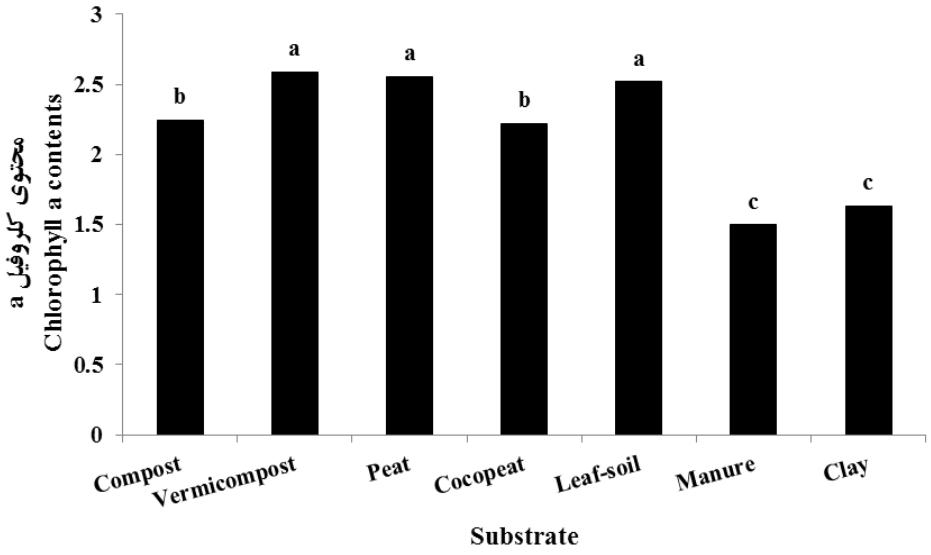
کاروتنوئید تحت تأثیر بستر کاشت و محلولپاشی در سطح احتمال ۱ درصد قرار گرفت (جدول ۵). بیشترین میزان کاروتنویئد در بستر کود دامی و رس بدون تفاوت معنی‌دار با یکدیگر مشاهده شد (شکل ۵). افزایش میزان کاروتنوید در بسترهای ضعیف تر را می‌توان به

نقش آنتی اکسیدانی آن نسبت داد، بااین حال میزان این افزایش ضعف بسترهای مذکو را به طور کامل برطرف نکرده است. محلولپاشی گیاهچه‌های گوجه‌فرنگی نسبت به عدم محلولپاشی سبب افزایش حدود ۱۷ درصد در میزان کاروتنویئد شد.

جدول ۵- تجزیه واریانس ویژگی های بیوشیمیایی نشاء گوجه‌فرنگی
Table 5- Analysis of variance of biochemical traits of tomato

تیمار Treatment	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of Squares		
		کلروفیل a Chlorophyll a	کلروفیل b Chlorophyll b	کارتنوئید Carotenoid
بستر کاشت Substrate (A)	6	1.19**	0.028ns	0.308**
اسیدهیومیک Humic acid (B)	1	3.08**	0.040ns	0.074**
A × B	6	0.049ns	0.013ns	0.006ns
خطا Error	56	0.021	0.022	0.011

*، ** و ns: به ترتیب معنی‌داری در سطح ۵ و ۱ درصد و عدم معنی‌داری
*, ** and ns: Significantly at 5% and 1% and non-significant

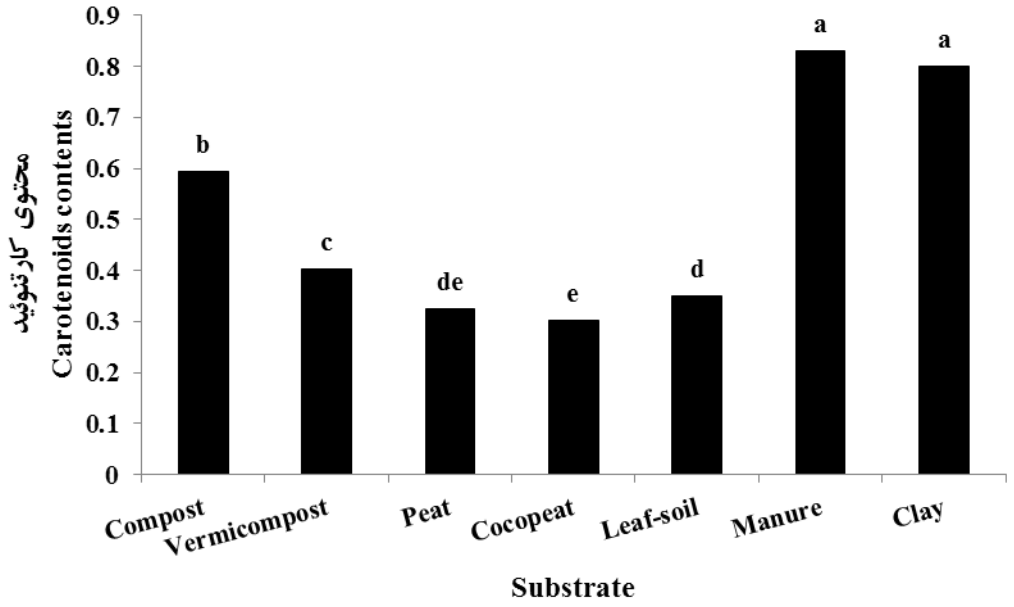


شکل ٤- تأثیر انواع بستر کاشت بر میزان کلروفیل a در نشاء گوجه‌فرنگی
Figure 4- Effect of various substrates on chlorophyll a contents of tomato

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصل از مطالعه حاضر بستر کشت پیت نسبت به بقیه بسترها برای کشت گوجه‌فرنگی محیط مناسبی است. بذور گوجه‌فرنگی در بستر پیت با توجه به ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی محیط بیشترین درصد و سرعت جوانه‌زنی را نشان دادند. این بستر در بقیه شاخص‌های رشد نیز بهتر از بقیه شاخص‌ها عمل کرد. کوکوپیت در درصد و سرعت جوانه‌زنی تقریبا شبیه پیت بود ولی در بقیه صفات بسیار ضعیف عمل کرد.

با توجه به سایر شاخص‌های رشد شاید بتوان خاکبرگ و ورمی‌کمپوست را در گروه بعد از پیت قرار داد. کمپوست و کوکوپیت در بیشتر صفات تقریبا شبیه هم عمل کردند. با توجه به نتایج حاصل کود دامی و خاک رس به عنوان ضعیف‌ترین بسترها معرفی شدند. کود دامی مورد مطالعه در این پژوهش به دلیل عدم پوسیدگی کامل بستر بسیار ضعیفی بوده است. در این بستر بازدارنده‌های جوانه‌زنی در مرحله اول و رقابت موجود برای مواد غذایی در مراحل بعدی رشد به گیاهچه‌هاآسیب جدی وارد کرده است.



شکل ۵- تأثیر انواع بستر کاشت بر میزان کارتنوئید در نشاء گوجه‌فرنگی
Figure 5- Effect of various substrates on carotenoid contents of tomato

همچنین نتایج نشان داد که محلولپاشی نسبت به عدم محلولپاشی سبب بهبود کلیه شاخص‌های رشد شد. البته بسترهای ضعیف مانند خاک رس و کود دامی نسبت به محلولپاشی اسید هیومیک پاسخ بهتری دادند.

منابع

1- Aghhavani Shajari M., Nemati S.H., Mehrbakhsh M.M., Fallahi J., and Haghighi Tajvar F. 2012. Effects of Different Substrates and Irrigation on Seedling Growth Indices of Different Cultivars of Tomato (*Lycopersicon esculentum*) in Greenhouse. Journal of Horticultural Science, 26: 87-95. (in Persian with English abstract)
2- Agrawal R.L. 1991. Seed Technology. Oxford and IBH publ, 658 p.
3- Albaho M., Bhat N., Abo-Rezq H., and Thomas B. 2009. Effect of Three Different Substrates on Growth and Yield of Two Cultivars of *Capsicum annuum*. Scientific Research, 28: 227-233.
4- Albayrak S., and Camas N. 2005. Effect of different levels and application times of humic acid on root and leaf yield and yield component of forage turpin (*Brassica rapa* L). Journal of Agronomy, 42: 130-133.
5- Arancon N.Q., Edwards P., Atiyeh R.M., and Metzger J.D. 2004. Effect of vermicompost produced from food wasters on the growth and yield of greenhouse pepper. Bioresource Technology, 93: 139-143.
6- Azizi M., Rezwanee F., Hassanzadeh Khayat M., Lackzian A., and Neamati H. 2008. The effect of different levels of vermicompost and irrigation on morphological properties and essential oil content of German chamomile (*Matricaria recutita*) C.V. Goral. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 24: 82-93. (in Persian with English abstract)
7- Casenva de Sanfilippo E., Arguello J.A., Abdala G., and Orioli G.A. 1990. Content of Auxin, inhibitor and Gibberllin like substances in humic acids. Biological Plantarum, 32: 346-351.
8- Dursun A., and Guvenc I. 2000. Effects of different levels of humic avid on seedling growth of tomato and eggplant. ISHS Acta Horticulturae, 491. International Symposium Greenhouse Management for Better Yield & Quality in Mild Winter Climates.
9- Fernandez-Escobar R., Benlloch M., Barrancd D., Duenas A., and Guterrez Ganan J.A. 1996. Response of olive trees to foliar application of humic substances extracted from leonardite. Scientia Horticulture, 66, 191-200.
10- Gholamnejad S. Arouiee H., and Nemati S.H. 2012. Effect of Different Ratios of Coco peat and Vermi compost as a Cultural Media on Seed Emergence and some Qualitative and Quantitative Characteristics of Sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) Transplants. Journal of Horticultural Science, 25: 369-375. (in Persian with English abstract)

11- Ghorbani S., Khazaei H.R., Kafi M., Banayan Aval M., and Sadeghi Shoae M. 2014. Effect of foliar application of humic acid on yield, yield components and growth indices of maize. Journal of Crop Production Research, 5: 325-338. (in Persian with English abstract)
12- Gouin F.R. 1985. Growth of hardy chrysanthemums in containers of media amended with com posted municipal sewage sludge. Journal of Environmental Horticulture, 3:53–55.
13- Hidalgo P., Sindoni M., Matta F., and Nagel D.H. 2002. Earthworm Casting Increase Germination Rate and Seedling Development of cucumber. Volume 22, Issue 6 of Research report (Mississippi Agricultural and Forestry Experiment Station). 5p.
14- Kahn B.A., Hyde J.K., Cole J.C., Stoffella P.J., and Graetz D.A. 2005. Replacem ent of a peat-lite medium with com post for cauliflower transplant production. Compost Science and Utilization, 13:175–179.
15- Lichtenthaler H.K. 1994. Chlorophylls and carotenoid pigments of photosynthetic Biol. Memberance. Method in Enzymology.148: 350-382.
16- Liu C., Cooper R.J., and Bowman D.C. 1998. Humic acid application affects photosynthesis, root development, and nutrient content of creeping bentgrass. Horticultural Science, 36(6):1023-1025
17- Lobartini J.C., Tan K.H., and Pape C. 1998. Dissolution of aluminum and iron phosphate by humic acids. Soil Science, 29: 535-544.
18- Maccarthy P. 2001. The principles of humic substances. Soil Science, 166: 738–751.
19- Maguire J.D. 1962. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Science, 2: 176-177.
20- Mohammadi H., Tabrizi L., and Salehi R. 2015. Effect of different ratio of vermicompost in growth media on seedling development of gooseberry (*Physalis peruviana* L.) Iranian Journal of Horticultural Science, 5: 383-390. (in Persian with English abstract)
21- Mollafilabi A. 2005. Effect of different mulches on Garlic yield. 5th national conference of sustainable development of medicinal plants. Mashhad. (in Persian with English abstract)
22- Nambiar E.K.S., and Fife D.N. 2007. Growth and nutrient retranslocation in needles of radiata pine in relation to nitrogen supply. Soil Science Society of America Journal, 60: 147-156.
23- Padem H., Ocal A., and Alan R. 1999. Effect of humic acid added foliar fertilizer on quality and nutrient content of eggplant and pepper seedlings. ISHS Acta Hort. 491. International Symposium Greenhouse Management for Better Yield & Quality in Mild Winter Climates.
24- Parvazi Shandi S., Pazoki A.R., Asgharzadeh A., Azadi A., and Paknejad F. 2013. Effect of irrigation interval, humic acid and plant growth promoting rhizobacteria on physiological characteristics of Kavir cultivar wheat in. Crop Physiology, 5: 19-33. (in Persian with English abstract)
25- Pill W.G., and Goldberger B.C. 2009. Growth of Tomato in Biosolids-Woodchip Co-com post with Varying Proportions of Peat Moss and Perlite Subjected to two fertilization regimes. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 40: 2440–2459.
26- Raviv M., Chen Y., and Inbar Y. 1986. The use of peat and com posts as growth medi a for container-grown plants. In: Chen, Y., Avnim elech, Y. (Eds.), The Role of Organic Matter in Modern Agriculture. Martinus Nijhoff Publication., chi Dordrecht, pp 257–287.
27- Sabzevari S., and Khazaei H.R. 2009. The Effect of foliar application with humic acid on growth, yield and yield components of wheat *(Triticum aestivum* L.). Journal of Agroecology, 1: 53-63. (in Persian with English abstract)
28- Samavat S., Lakzian A., and Zamirpoor A. 2007. Effect of vermin-compost on growth characteristics of tomato. Journal of Horticultural Science, 15: 83-89.
29- Sharif M., Khattak R.A., and Sarir M.S. 2002. Effect of different levels of lignitic coal derived humic acid on growth of maize plants. Plant Analysis, 33: 3567–3580.
30- Shirzad S., Aruei H., and Daliri Moghaddam R. 2012. Effect of manure extract and salinity stress on germination characteristics on growth of *Salvia officinalis*. Plant Science Researches, 7: 25-34. (in Persian with English abstract)
31- Treder J. 2008. The effects of cocopeat and fertilization on the growth and flowering of oriental lily "star gazar." Journal of Fruit and Ornamental Plant Research, 16: 361-370.
32- Tsui C. 1948. The role of zinc in auxin synthesis in the tom ato plant. American Journal of Botany, 35:172-179.
33- Yan P.Y., and Murphy R.J. 2008. Biodegraded cocopeat as a Horticultural substrate. Acta Horticulture, 517p.
34- Zaller G.J. 2007. Vermicompost as a substitute for peat in potting media: Effects on germination, biomass and allocation, yields and fruit quality of three tom ato varieties. Scientia Horticulturae, 112: 191–199.

Journal of Horticultural Science
Vol. 31, No. 4, Winter 2018, P. 658-670
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۱، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۶، ص. ۶۷۰-۶۵۸
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Effects of Various Substrates and Foliar Application of Humic Acid on Growth and some Qualitative and Quantitative Characteristics of Tomato (*Lycopersicon esculentum*) Seedling

N. Pourghasemian[1]*- M. Naghizadeh[2]- R. Moradi[3]- M. Salari[4]

Received: 27-07-2016
Accepted: 29-11-2017

Introduction: Successful greenhouse and nursery production of plants is largely dependent on the chemical and physical properties of the growing substrate. An ideal potting substrate should be free of weeds and diseases, heavy enough to avoid frequent tipping over and yet light enough to facilitate handling and shipping. The substrate should also be well drained and yet retain sufficient water to reduce the frequency of watering. Other parameters to consider include cost, availability, consistency between batches and stability in the media over time. Greenhouse crops in general, have higher nutrient demands than field grown crops. Therefore, in order to optimize production it is essential to focus on the growing substrate and fertilization. The physical properties of the growing medium are important parameters for successful plant growth, as these are related to the ability to adequately store and supply air and water to plants. Humic acid is a principal component of humic substances, which are the major organic constituents of soil (humus), peat and coal. It is also a major organic constituent of many upland streams, dystrophic lakes, and ocean water. It is produced by biodegradation of dead organic matter. It is not a single acid, but it is a complex mixture of many different acids containing carboxyl and phenolate groups so that the mixture behaves functionally as a dibasic acid or occasionally as a tribasic acid. Humic acids can form complexes with ions that are commonly found in the environment creating humic colloids. Humic and fulvic acids (fulvic acids are humic acids with lower molecular weight and higher oxygen content than other humic acids) are commonly used as a soil supplement in agriculture. Humic Plus contains humic acid, fulvic acid, macro micro nutrients and proprietary constituents essential for plant growth. Organic matter soil amendments have been known by farmers to be beneficial to plant growth for longer than recorded history. However, the chemistry and function of the organic matter have been a subject of controversy since humans began their postulating about it in the 18th century. Selection of the proper media components is critical to the successful production of plants. So, the objective of this study was to assess the effect of humic acid foliar application and various substrate on quantitative and qualitative characteristics of tomato seedling.

Material and Methods: The experiment was conducted in a greenhouse at Bardsir Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman in 2015, as a factorial arrangement based on completely randomized design with five replications. The experimental treatments were substrate in 7 levels (peat, coco-peat, leaf-soil, compost, vermi-compost, manure and clay soil), humic acid in two levels (foliar application and non- foliar application). After preparation of substrates, plastic boxes with 12 cm diameter and 10 cm height were chosen. After extracting gravity water, tomato (cv. Canyon) seeds were sown in pots. Rain irrigation was done daily. Foliar application of humic acid with concentration of 0.001 liter was performed from seedling emergence to transplanting every two days. The germinated seeds was daily counted and number and rate of seed emergence was estimated. Plant height, stem diameter, number of internodes, leaf area, shoot and root dry matter and chlorophyll contents were calculated at transplanting time of seedling.

Results and Discussion: The substrate treatment had a significant effect on rate and percent of germination, plant height, shoot dry matter, leaf area, number of internodes and, chlorophyll a and carotenoid contents.

1, 2 and 3- Assistant Professors, Department of Plant Productions, Agricultural Faculty of Bardsir, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran
(*- Corresponding Author Email: n.pourghasemian@uk.ac.ir)
4- Gratuated Student, Department of Plant Production, Agricultural Faculty of Bardsir, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran, (Young Researchers Society)

According to the results, the greatest and smallest rate and percent of germination was found in peat and manure treatments, respectively. Also the greatest shoot dry matter (1.17 g), leaf area (125.9 cm plant^{-1}), number of internodes (6.19), plant height (13.51 cm) and chlorophyll a concentration (2.55 µg/ml) were observed for peat substrate. Manure and clay soil substrates showed the smallest of these measurements and carotenoid contents. It seems that physical characteristics of peat was better than other substrates. Plant height, shoot dry matter, leaf area, number of internodes, chlorophyll a and carotenoid contents showed a significant effect by humic acid application. Foliar application of humic acid significantly increased the mentioned traits.

Conclusion: The results illustrated that between substrates in this study, peat was the best for seedling production of tomato. Foliar application of humic acid had a positive effect in improving growth characteristics of tomato seedling.

Keywords: Chlorophyll, Dry matter Leaf area, Emergence, Internodes