مقاله پژوهشی، صفحات: ۱۶۰-۱۴۴
DOR: 20.1001.1.23832592.1402.36.2.2.5

تأثیر محلول‌پاشی برگی با اسید هیومیک و بستر کاشت بدون خاک روی رشد و گلدهی توت‌فرنگی

بهزاد کاویانی[1*]، فریبرز کریمی[1]، داود هاشم‌آبادی[1]، محمدرضا صفری مطلق[2]، محمدحسین انصاری[2] و فیروزه پورزرنگار[1]

[1] ایران، رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رشت، گروه باغبانی

[2] ایران، رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رشت، گروه زراعت و اصلاح نباتات

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۱/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۹/۰۷

چکیده

توت‌فرنگی (*Fragaria* × *ananassa* L. Duch.) از خانواده گل‌سرخیان (Rosaceae) یک گونه دورگ از جنس *Fragaria* است که در سراسر جهان در سطح وسیعی برای استفاده از میوه آن کشت می‌شود. استفاده از کودهای آلی و بسترهای کاشت بدون خاک به‌جای کودهای معدنی و کاشت خاکی جهت افزایش بازدهی گیاهان به‌ویژه گونه‌های گیاهی زراعی و باغی توصیه شده است. در بررسی حاضر، چهار نوع بستر کاشت؛ پیت + پرلیت + ماسه (b_1)، کوکوپیت + پرلیت + ماسه (b_2)، کوکوپیت + پرلیت + کمپوست آزولا + ماسه (b_3)، پرلیت + ماسه + کمپوست آزولا (b_4) و محلول‌پاشی با غلظت‌های ۰، ۰/۵ و ۱/۵ گرم در لیتر اسید هیومیک روی عملکرد توت‌فرنگی مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که برهم‌کنش اسید هیومیک و بستر کاشت بر اغلب صفات معنی‌دار بود. غلظت ۱/۵ گرم در لیتر اسید هیومیک و بستر کاشت b_4 بیشترین تأثیر را روی تغییر اغلب صفات اندازه‌گیری‌شده به‌ویژه افزایش عملکرد میوه داشت.

واژه‌های کلیدی: کودهای آلی، بستر کاشت، کمپوست آزولا، عملکرد و کیفیت میوه

* نویسنده مسئول، پست الکترونیکی: kaviani@iaurasht.ac.ir

مقدمه

توت‌فرنگی (*Fragaria* × *ananassa* L. Duch.) از تیره‌ی گل‌سرخ یک گیاه گلخانه‌ای مهم به‌شمار می‌رود که سهم عمده‌ای در صادرات دارد. توت‌فرنگی به اغلب خاک‌ها سازگار است، اما خاک‌های عمیق نرم با بافت شنی-رسی با مواد غذایی فراوان و زهکشی مناسب را ترجیح می‌دهد. این گیاه به‌ویژه در دوره‌ی رسیدن میوه، به آب فراوان احتیاج دارد. پرورش گیاهان در بسترهای کاشت بدون خاک به دلیل مزایای متعدد نظیر کنترل تغذیه‌ی گیاه، کاهش بیماری‌ها و آفات و افزایش کمیت و کیفیت محصول نسبت به کاشت خاکی در حال گسترش است. یکی از مهم‌ترین عوامل در ایجاد یک سیستم کاشت بدون خاک، انتخاب بستر کاشت مناسب است. ویژگی‌های یک بستر کاشت مناسب؛ ثبات شیمیایی، سبک‌بودن، ارزان‌بودن، عاری از آفات و بیماری‌بودن، قابلیت نگهداری آب، انتقال گازها و فراوانی آن است. در سال‌های اخیر برخی مشکلات در کاشت خاکی (از قبیل شوری و ویژگی‌های نامناسب خاک) و محدودیت منابع آب، موجب گسترش کاشت بدون خاک شده است (۳، ۴۶).

رشد مناسب توت‌فرنگی، به حفظ تعادل مطلوب تغذیه‌ای در مراحل مختلف رشد رویشی و زایشی بستگی دارد. برای تولید موفق محصولات در کاشت بدون خاک در گلخانه‌ها نیاز به ذخیره‌ی کافی از مواد غذایی در بسترهای

DOR: 20.1001.1.23832592.1402.36.2.2.5

مختلف کاشت در هر مرحله از رشد گیاه است (۲۲). در کاشت بدون خاک از انواع بسترها مانند پیت، پرلیت، ماسه، کوکوپیت و کمپوست استفاده می‌شود. ترکیب برخی بسترهای کاشت مانند پرلیت، کمپوست‌ها و ضایعات کشاورزی (مانند شلتوک برنج و بقایای چای) به بسترهای کاشت خاکی نقش مؤثری در ارتقای کمیت و کیفیت گیاهان دارند (۴۶). اثر مثبت این ضایعات روی افزایش رشد و بازدهی توت‌فرنگی نشان داده شد (۳، ۴۶). بسترهای ترکیبی به‌دلیل فراهم‌کردن همزمان تخلخل کافی برای تبادلات گازی، رشد راحت ریشه و فراهمی آب و مواد مغذی، مناسب هستند (۶). برخی مطالعات افزایش کمیت و کیفیت توت‌فرنگی رشدیافته در محیط‌های کاشت بدون خاک را نشان داده‌اند (۱۷، ۲۸).

اسید هیومیک یک اسید آلی است که نقش‌هایی همانند افزایش ظرفیت نگهداری و جذب راحت‌تر آب خاک و برخی عناصر، بهبود ساختار خاک و اثر روی رشد ریشه و شاخه گیاه دارد (۱۷، ۲۵، ۳۰). برخی مطالعات نشان داده‌اند که مواد هیومیک حاوی اکسین یا مواد شبه‌اکسین می‌باشند. مواد هیومیک متابولیسم ثانویه گیاه را با افزایش جذب CO_2، سنتز ATP و تأثیر بر فتوسنتز تحریک می‌کند. اسید هیومیک یک محرک زیستی است و می‌تواند برای انواع گیاهان مورد استفاده قرار گیرد (۱۸). اسید هیومیک با داشتن خصوصیاتی مانند فراهم‌کردن عناصر ضروری قابل دسترس‌تر، بهبود جذب و افزایش مقاومت گیاه به انواع تنش‌های زیستی و غیر زیستی می‌تواند بازدهی کمی و کیفی گیاهان را اصلاح کند (۳۳، ۴۵، ۵۲). در حضور اسید هیومیک، فعالیت و تراکم میکروارگانیزم‌های مفید افزایش می‌یابد. خاصیت کلات‌کنندگی این اسید و اثر آن روی غشای پلاسمایی می‌تواند جذب عناصر به درون سلول را افزایش دهد (۵۱). اثر اسید هیومیک روی کاهش تجمع مالون دی آلدئید، کاهش میزان پراکسیداسیون لیپید غشای پلاسمایی، افزایش میزان فنل کل و فلاونوئید و افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی نشان داده شد (۲۱، ۳۲). اسید هیومیک با کلات‌کردن مواد مغذی گیاهی مانند آهن، کلسیم، منیزیم، روی، مس و منگنز از نشت آنها جلوگیری می‌کند و مقدار جذب آنها را توسط ریشه افزایش می‌دهد (۷، ۳۷). یکی از مهم‌ترین عملکردهای اسید هیومیک نگهداری آب در خاک و کاهش نوسانات دمایی است (۱۹). این ماده یک ناقل و فعال‌کننده‌ی کود برگی ممتاز است که باعث افزایش سنتز هیدرات‌های کربن می‌شود (۱۹، ۵۱). اسید هیومیک منبع غنی پتاسیم، فسفر و ازت است (۴۲). برخی مطالعات اثر مثبت اسید هیومیک روی رشد و بازدهی محصول در توت‌فرنگی را نشان داده‌اند (۷، ۱۶، ۴۶). با توجه به گسترش روزافزون کشت‌های گلخانه ای و استفاده از بسترهای کاشت در گلخانه‌ها، پژوهش حاضر با هدف مطالعه‌ی اثر بسترهای مختلف کاشت بر عملکرد کمی و کیفی و جذب عناصر غذایی در گیاه توت‌فرنگی رقم سلوا (*Fragaria × ananassa* L. Duch. cv. Selva)، تحت تأثیر محلول‌پاشی برگی اسید هیومیک انجام شد.

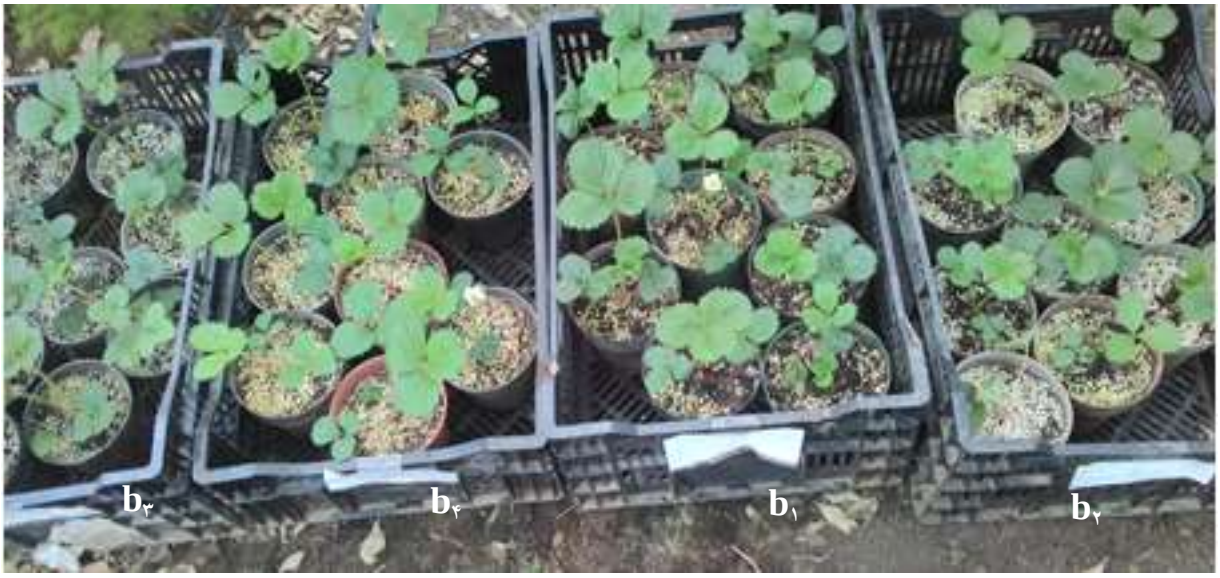
مواد و روشها

تهیه‌ی نمونه‌های گیاهی: در تحقیق حاضر از نشاهای توت‌فرنگی رقم سلوا (*Fragaria × ananassa* L. Duch cv. Selva) استفاده شد. این نشاها در فروردین ماه ۱۳۹۳ از یک گلخانه تجاری تولید نشا در شهرستان رشت تهیه گردید. نشاهای دارای ۴ تا ۵ برگ حقیقی و ضدعفونی‌شده، به بسترهای کاشت آماده‌شده (کاملاً شستشو و با آب مقطر آبکشی‌شده) که در این تحقیق مد نظر بودند، انتقال داده شدند (شکل ۱).

طرح آزمایشی: این تحقیق به‌صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه‌ی طرح آزمایشی کاملاً تصادفی در ۳ تکرار و ۱۲ تیمار انجام شد. فاکتورهای آزمایش عبارت بودند از: بستر کاشت در چهار سطح؛ پیت + پرلیت + ماسه (b_1)، کوکوپیت + پرلیت + ماسه (b_2)، کوکوپیت + پرلیت + کمپوست آزولا + ماسه (b_3)، پرلیت + ماسه + کمپوست

DOR: 20.1001.1.23832592.1402.36.2.2.5

آزولا ($b_۴$) و محلول‌پاشی اسید هیومیک در سه سطح؛ ۰ ($h_۰$)، ۰/۵ ($h_{۰/۵}$) و ۱/۵ ($h_{۱/۵}$) گرم در لیتر.



شکل ۱- آماده‌سازی بستر کاشت و کاشت نشاهای توت‌فرنگی در آن. $b_۱$: بستر پیت + پرلیت + ماسه، $b_۲$: بستر کوکوپیت + پرلیت + ماسه، $b_۳$: بستر کوکوپیت + پرلیت + کمپوست آزولا + ماسه، $b_۴$: بستر پرلیت + ماسه + کمپوست آزولا.

شرایط محیط اجرای آزمایش: تحقیق حاضر در یک گلخانه‌ی توت‌فرنگی در هفت کیلومتری شمال شرقی شهر رشت با مختصات جغرافیایی ″۴۸ ′۳۸ °۴۹ شرقی و ″۱۶ ′۱۸ °۳۷ شمالی اجرا شد. فاصله‌ی بین دو گلدان از هم ۳۰ سانتی‌متر و فاصله بین دو تکرار ۷۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. نشاهای توت‌فرنگی به‌طور مستقیم در گلدان‌ها کشت گردیدند. آبیاری با آب‌پاش صورت گرفت. با قراردادن دماسنج در محیط رشد، دما در طول شبانه‌روز اندازه‌گیری و با استفاده از فن‌ها و وسایل خنک‌کننده، تنظیم گردید. میانگین دمای شبانه، ۲ ± ۱۸ درجه‌ی سانتی‌گراد و میانگین دمای روزانه ۲ ± ۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد بود. رطوبت گلخانه با استفاده از آبیاری کف گلخانه و بازکردن دریچه‌های جانبی تا حد امکان تنظیم شد. رطوبت نسبی گلخانه بین ۷۰-۶۰ درصد نوسان داشت.

مواد مورد استفاده در آماده‌سازی بستر کاشت: کوکوپیت مورد استفاده به‌صورت قالب‌های ۵ کیلوگرمی تهیه شد. قالب‌ها در آب خیسانده شدند تا الیاف به هم فشرده‌ی نارگیل از هم جدا شوند. میزان آب مصرفی برای خیساندن کوکوپیت، ۸ تا ۱۰ لیتر بود. فشردگی قالب‌ها به‌صورت یک به پنج بود. در این آزمایش، از پرلیت با قطر ۲ تا ۳ میلی‌متر استفاده شد. پرلیت با آب معمولی شستشو داده شد و بعد از خشک‌شدن، با آب مقطر آبکشی گردید. ماسه‌ی مورد استفاده، ماسه بادی شسته‌شده‌ی رودخانه بود که بعد از انتقال به محل آزمایش، ۶ ساعت در معرض آب جاری قرار گرفت و در نهایت با آب مقطر آبکشی گردید. کمپوست مورد استفاده در این آزمایش از موسسه‌ی تحقیقات برنج گیلان تهیه گردید که در بسته‌های ۵ کیلوگرمی، بسته‌بندی شده بودند. پیت مورد استفاده، از گل‌فروشی‌های سطح شهر خریداری گردید که در بسته‌های ۴ کیلوگرمی، بسته‌بندی شده بودند. بر اساس نوع بستر، نسبت مساوی از بسترها در هر گلدان ریخته شد.

محلول‌پاشی با اسید هیومیک: در مرحله‌ی گلدهی، اسید هیومیک بر اساس غلظت‌های ذکرشده تهیه گردید و روی گیاهان رشدیافته در گلدان‌ها اسپری برگی شد. برای

مقاله پژوهشی، صفحات: ۱۶۰-۱۴۴
DOR: 20.1001.1.23832592.1402.36.2.2.5

اسپری‌کردن محلول و جلوگیری از اختلاط تیمارها، ابتدا گلدان را از آن مجموعه خارج کرده و پس از اسپری‌کردن به مجموعه بازگردانده شد. برای محلول‌پاشی از دستگاه اسپری دستی به حجم ۲۰۰۰ میلی‌لیتر و نازل قابل تنظیم استفاده گردید.

شرایط نگهداری نشاها: نشاهای توت‌فرنگی منبع اصلی اینوکولم قارچی در مزرعه هستند. استفاده از نشاهای سالم یکی از بهترین روش‌های کنترل بیماری‌های توت‌فرنگی است. بنابراین، ضدعفونی نشاها با قارچ‌کش مناسب قبل از انتقال به زمین اصلی صورت گرفت. پس از کاشت نشاها در گلدان‌های با اندازه ۱۹، سطح بستر گلدان با قارچ‌کش کاربندازیم ۶۰ درصد ضدعفونی شد. برای مبارزه با حلزون، اطراف پلات‌ها حلزون‌کش متالدهید ریخته شد. آبیاری بر اساس نیاز گیاهان با آب مقطر در گلخانه انجام شد. سه هفته پس از کاشت نشاها، یکی از دو بوته‌ی موجود در گلدان‌ها از سطح خاک حذف شد.

اندازه‌گیری صفات: در پژوهش حاضر، طول ریشه، تعداد ریشه، طول شاخساره، تعداد شاخساره، طول میان‌گره، تعداد گره، تعداد برگ، طول برگ، تعداد گل، قطر گل، تعداد میوه، طول میوه، قطر میوه، نسبت طول میوه به قطر میوه، عملکرد میوه، وزن تر اندام هوایی، وزن خشک اندام هوایی، وزن تر ریشه، وزن خشک ریشه، کلروفیل a و b در برگ‌ها و شاخص برداشت اندازه‌گیری شد.

برای شمارش و اندازه‌گیری طول ریشه‌ها، گیاه کامل به‌صورت قالبی از گلدان‌ها خارج گردید و در یک سطل پر از آب قرار داده شد. بعد از حذف بسترها از اطراف ریشه، شمارش تعداد و اندازه‌گیری طول ریشه انجام شد.

ارتفاع گیاه از محل طوقه تا انتهای گل در نظر گرفته شد. با استفاده از کولیس دیجیتال، بند سوم یا فاصله بین گره سوم و چهارم گیاهچه‌ها در چهار مرحله اندازه‌گیری شد.

تعداد گره‌ها یا بندها در طول ساقه اصلی از محل طوقه تا انتهای ساقه در هر نمونه شمارش شد.

تعداد برگ‌ها که از فاکتورهای مهم در رشد و تولید توت‌فرنگی است، به‌صورت دوره‌ای شمارش گردید.

تعداد گل‌های تولیدشده از هر گیاه در هر تیمار در زمان گلدهی شمارش شد.

زمانی که همه گل‌ها رسیدند و گلبرگ‌ها باز شدند، قطر گل با کولیس دیجیتال اندازه‌گیری شد.

زمانی که میوه‌ها رسیدند (بازارپسندی خود را از دست دادند)، گیاه از سطح خاک بریده شد و وزن تر اندام هوایی با ترازوی دیجیتال با دقت ۰٫۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن تر ریشه‌ها، آنها از خاک بیرون آورده شدند و بعد از شستشو و خشک‌کردن آب اضافی، به روش فوق توزین گردیدند. پس از خشک‌کردن ریشه و اندام هوایی در آون با دمای ۷۰ درجه‌ی سانتی‌گراد به‌مدت ۷۲ ساعت، وزن خشک این دو اندام با ترازوی دیجیتال با دقت ۰٫۰۱ گرم اندازه‌گیری شد (۱).

بعد از اینکه میوه‌ها بازارپسندی خود را از دست دادند، کل میوه‌های رسیده برداشت و شمارش شدند.

طول و عرض میوه‌ها با استفاده از کولیس دیجیتال اندازه‌گیری شدند و سپس میانگین آن‌ها ثبت گردید.

شاخص برداشت از فرمول زیر محاسبه شد:

$$\text{شاخص برداشت} = \frac{\text{عملکرد میوه}}{\text{وزن کل بوته}} \times 100$$

استخراج کلروفیل برگ با استفاده از استون و اندازه‌گیری آن با استفاده از روش اسپکتروفتومتری انجام گردید. برای تعیین میزان کلروفیل، برگ‌ها تا زمان اندازه‌گیری در فریزر نگهداری شدند. سپس از هر قطعه برگ پس از خروج از فریزر به‌وسیله‌ی چوب‌پنبه‌سوراخ کن ۷ عدد دیسک تهیه گردید و این دیسک‌ها به‌همراه ۱۰ میلی‌لیتر استون ۸۰٪ که به تدریج اضافه می‌شد در داخل یک هاون چینی به‌خوبی

مقاله پژوهشی، صفحات: ۱۶۰-۱۴۴
DOR: 20.1001.1.23832592.1402.36.2.2.5

ساییده شدند. سپس عصاره‌ی به‌دست‌آمده، از کاغذ صافی واتمن شماره ۲ عبور داده شد و در لوله‌های آزمایش در دار ریخته شد و سپس به‌مدت ۲ دقیقه با سرعت ۲۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ گردید تا یک عصاره‌ی یکنواخت از هر نمونه به‌دست آمد. این عصاره‌ها هر کدام به‌طور جداگانه در یک لوله‌ی آزمایش در دار دیگری ریخته شدند و میزان نور جذب‌شده‌ی عصاره‌ی به‌دست‌آمده توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (Varian 300 Scan, USA) در طول موج‌های ۶۴۳ و ۶۶۰ نانومتر به‌ترتیب برای کلروفیل a و b قرائت گردید و با استفاده از فرمول‌های زیر مقدار کلروفیل برگ‌ها محاسبه شد (۳۶).

$$\text{کلروفیل a (mg/g F.W.)} = \frac{[12.7\ (\text{جذب در 660 نانومتر}) - 2.69\ (\text{جذب در 643 نانومتر})] \times V}{1000 \times W}$$

$$\text{کلروفیل b (mg/g F.W.)} = \frac{[22.9\ (\text{جذب در 643 نانومتر}) - 4.69\ (\text{جذب در 660 نانومتر})] \times V}{1000 \times W}$$

که در آن؛ V: حجم نهایی نمونه‌ی استخراج‌شده و W: وزن تر نمونه است.

تجزیه‌ی آماری: داده‌های به‌دست‌آمده از مراحل قبلی تحقیق به‌کمک نرم‌افزارهای SAS و MSTATC تجزیه و تحلیل شدند و مقایسه‌ی میانگین گروه‌های تیماری به‌کمک آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج

طول شاخساره: تفاوت‌های طول شاخساره در نمونه‌های رشدیافته در بسترهای مختلف کاشت، غلظت‌های مختلف اسید هیومیک و اثر متقابل این دو عامل معنی‌دار بود ($p\leq$۰/۰۱) (جدول ۱). ارتباط مستقیمی بین افزایش طول شاخساره و افزایش غلظت اسید هیومیک وجود نداشت. نتایج مقایسه‌ی میانگین اثر برهم‌کنشی بستر کاشت و اسید هیومیک بر طول شاخساره نشان داد که بلندترین طول شاخساره (۸۷/۹۹ و ۸۷/۶۲ میلی‌متر در گیاه)، به‌ترتیب مربوط به تیمارهای b_4 (بستر پرلیت + ماسه + کمپوست آزولا) همراه با تیمار با اسید هیومیک ۰/۵ و ۱/۵ گرم در لیتر بود. کمترین طول شاخساره (۴۴/۶۲ میلی‌متر) نیز در تیمار b_3 (کوکوپیت + پرلیت + کمپوست آزولا + ماسه) و ۰/۵ گرم در لیتر اسید هیومیک با میانگین ۴۴/۶۲ میلی‌متر محاسبه شد (جدول ۴). در میان تمام غلظت‌های اسید هیومیک که به‌صورت اسپری برگی به‌کار گرفته شده بود، بیشینه (۷۷/۵۳ میلی‌متر) و کمینه‌ی (۵۶/۴۲ میلی‌متر) طول شاخساره، به‌ترتیب در گیاهان تیمارشده با ۱/۵ گرم در لیتر و گیاهان شاهد القا شد. از طرف دیگر، در میان تمام بسترهای کاشت، بیشینه (۷۹/۴۰ میلی‌متر) و کمینه‌ی (۵۶/۹۲ میلی‌متر) طول شاخساره، به‌ترتیب در گیاهان کاشته‌شده در بستر b_4 و b_2 (کوکوپیت + پرلیت + ماسه) القا شد.

تعداد شاخساره: اثر بستر کاشت و اسید هیومیک بر تعداد شاخساره در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه‌ی میانگین اثر بستر کاشت بر تعداد شاخساره نشان داد که بیشترین تعداد شاخساره مربوط به بستر کاشت b_4 با میانگین ۵/۰۷ در گیاه بود و کمترین آن نیز در بستر کاشت b_3 با میانگین ۳/۵۲ در گیاه مشاهده شد (جدول ۲). در ارتباط با اثر اسید هیومیک بر تعداد شاخساره مشخص شد که بیشترین (۵/۰۷) و کمترین (۳/۹۵۳) تعداد شاخساره در گیاه، به‌ترتیب مربوط به تیمار ۱/۵ و ۰/۵ گرم در لیتر بود (جدول ۳). برهم‌کنش بستر کاشت و اسید هیومیک بر تعداد شاخساره معنی‌دار نبود (جدول ۱).

مقاله پژوهشی، صفحات: ۱۶۰-۱۴۴
DOR: 20.1001.1.23832592.1402.36.2.2.5

طول برگ: نتایج ارایه‌شده در جدول ۴ نشان می‌دهد که بیشترین طول برگ (۵۰٫۲۹ میلی‌متر در گیاه) در گیاهان تیمارشده با ۱٫۵ گرم در لیتر اسید هیومیک کاشته‌شده در بستر b_4 (پرلیت + ماسه + کمپوست آزولا) به‌دست آمد. میانگین طول برگ در گیاهان تیمارشده با ۰٫۵ گرم در لیتر اسید هیومیک کاشته‌شده در بستر b_4 (پرلیت + ماسه + کمپوست آزولا)، ۴۶٫۳۱ میلی‌متر بود. کمترین طول برگ (۳۵٫۸۴ میلی‌متر در برگ) نیز در بستر کاشت b_2 (کوکوپیت + پرلیت + ماسه) بدون اسپری با اسید هیومیک مشاهده شد. این نتیجه اهمیت اسید هیومیک را در افزایش طول برگ نشان می‌دهد. بیشترین و کمترین طول برگ (با ۴۲٫۰۷ و ۳۹٫۵۷ میلی‌متر)، به‌ترتیب در گیاهان تیمارشده با ۱٫۵ گرم در لیتر اسید هیومیک و بدون کاربرد اسید هیومیک دیده شد. همچنین، در ارتباط با بسترهای کاشت به‌کار رفته، بیشترین و کمترین طول برگ (با ۴۶٫۲۰ و ۳۷٫۲۰ میلی‌متر)، به‌ترتیب در گیاهان کاشته‌شده در بسترهای b_4 (پرلیت + ماسه + کمپوست آزولا) و b_2 (کوکوپیت + پرلیت + ماسه) محاسبه شد. تجزیه‌ی واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمارهای اسید هیومیک روی طول برگ معنی‌دار نبود (جدول ۱). این نتایج همچنین نشان دادند که اثر بستر کاشت و اثر متقابل بستر کاشت و اسید هیومیک بر طول برگ در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود.

تعداد برگ: نتایج حاصل از تجزیه‌ی واریانس داده‌های مربوط به تعداد برگ نشان داد که اثر بستر کاشت، اسید هیومیک و اثر متقابل این دو فاکتور بر تعداد برگ در سطح احتمال ۱ درصد ($p\leq$۰٫۰۱) معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه‌ی میانگین اثر متقابل بستر کاشت و اسید هیومیک بر تعداد برگ آشکار کرد که بیشترین تعداد برگ (۱۴٫۵۳ در گیاه) مربوط به بستر کاشت b_1 (پیت + پرلیت + ماسه) و ۱٫۵ گرم در لیتر اسید هیومیک بود (جدول ۴). تعداد برگ در گیاهان تیمارشده با ۱٫۵ گرم در لیتر اسید هیومیک در بسترهای b_4 و b_2 به‌ترتیب با میانگین ۱۴٫۲۳ و ۱۳٫۹۴ برگ در گیاه نیز بیشتر از سایر تیمارها بود و با تیمار b_1 تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین تعداد برگ (۱۰٫۱۴ و ۱۰٫۳۱ برگ در گیاه) نیز به‌ترتیب در تیمار b_2 بدون اسپری با اسید هیومیک و b_3 همراه با ۰٫۵ گرم در لیتر اسید هیومیک به‌دست آمد (جدول ۴). نتایج حاصل نشان داد که ۱٫۵ گرم در لیتر اسید هیومیک (بالاترین غلظت کاربردی) در بسترهای حاوی پرلیت و ماسه برای افزایش تعداد برگ بسیار مناسب بودند.

طول ریشه: جدول ۱ نشان می‌دهد که اثر بستر کاشت و اسید هیومیک بر طول ریشه به‌ترتیب در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد معنی‌دار است، اما اثر متقابل این دو عامل در تغییر طول ریشه معنی‌دار نیست. مقایسه‌ی میانگین اثر بستر کاشت بر طول ریشه (جدول ۲) نشان داد که بیشترین طول ریشه مربوط به بستر کاشت b_4 با میانگین ۱۵۲ میلی‌متر در گیاه می‌باشد. بین بسترهای b_1، b_2 و b_3 نیز به لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. مقایسه‌ی میانگین اثر اسید هیومیک بر طول ریشه (جدول ۳) نشان داد که بیشترین طول ریشه مربوط به تیمار ۰٫۵ گرم در لیتر آن با میانگین ۱۳۷ میلی‌متر می‌باشد که نسبت به تیمار ۱٫۵ گرم در لیتر با میانگین ۱۲۷ میلی‌متر برتری نشان داد.

تعداد ریشه: تعداد ریشه در تیمارهای مختلف، متفاوت بود. ریشه‌زایی یک مرحله‌ی بحرانی و مهم در موفقیت تکثیر و رشد گیاهان است. بیشترین (۱۲٫۸۶) و کمترین (۷٫۰۲) تعداد ریشه در گیاه، به‌ترتیب در گیاهان تیمارشده با ۱٫۵ گرم در لیتر اسید هیومیک کاشته‌شده در بستر b_4 و بدون تیمار اسید هیومیک در بستر b_1 مشاهده شد (جدول ۴). تعداد ریشه (۱۱٫۰۶) در نشاهای تیمارشده با ۰٫۵ گرم در لیتر اسید هیومیک کاشته‌شده در بستر b_4 نیز بالا بود. یافته‌های تحقیق حاضر روی تعداد ریشه نشان داد که بستر حاوی پرلیت + ماسه + کمپوست آزولا بستر بهتری برای تحریک تولید ریشه در قلمه‌ها نسبت به سایر بسترها است. در میان تمام غلظت‌های استفاده‌شده‌ی اسید هیومیک، بیشترین (۱۰٫۲۵) و کمترین (۹٫۰۵) تعداد ریشه به‌ترتیب

مقاله پژوهشی، صفحات: ۱۶۰-۱۴۴
DOR: 20.1001.1.23832592.1402.36.2.2.5

در گیاهان تیمارشده با ۱٫۵ گرم در لیتر و صفر القا شدند. از طرف دیگر، در میان تمام بسترهای مورد استفاده، بیشترین (۱۱٫۲۷) و کمترین (۸٫۴۴) تعداد ریشه، به‌ترتیب در گیاهان کاشته‌شده در بستر b_4 و b_1 تولید شدند. اختلاف معنی‌داری بین اثر بستر کاشت، اسید هیومیک و اثر متقابل این دو عامل روی تعداد ریشه وجود داشت ($p\leq ۰٫۰۱$) (جدول ۱). نتایج حاصل نشان از نقش مؤثر کمپوست آزولا و اسید هیومیک برای تحریک ریشه‌زایی دارد.

وزن تر و خشک شاخساره: مقایسه‌ی میانگین اثر متقابل بستر کاشت و اسید هیومیک روی وزن تر اندام‌های هوایی توت‌فرنگی نشان داد که بیشترین وزن تر مربوط به تیمار ۱٫۵ گرم در لیتر اسید هیومیک در بستر b_4 (پرلیت + ماسه + کمپوست آزولا) با میانگین ۶۸٫۶۳ گرم بود و در بستر کاشت b_1 (پیت + پرلیت + ماسه) بدون تیمار اسید هیومیک با میانگین ۵۵٫۱۳ گرم، کمترین وزن تر اندام‌های هوایی مشاهده شد (جدول ۴). برهم‌کنش بستر کاشت و اسید هیومیک بر وزن خشک اندام‌های هوایی به لحاظ آماری معنی‌دار نبود (جدول ۱).

وزن تر و خشک ریشه: نتایج تجزیه‌ی واریانس اثر متقابل بستر کاشت و اسید هیومیک بر وزن تر ریشه نشان داد که این اثر به لحاظ آماری معنی‌دار نمی‌باشد (جدول ۱). برعکس، اثر متقابل بستر کاشت و اسید هیومیک بر وزن خشک ریشه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. مقایسه‌ی میانگین اثر متقابل بستر کاشت و اسید هیومیک روی وزن خشک ریشه نشان داد که بیشترین وزن خشک ریشه به ترتیب مربوط به تیمار ۱٫۵ و ۰٫۵ گرم در لیتر اسید هیومیک در بسترهای b_4 (پرلیت + ماسه + کمپوست آزولا) با میانگین ۴۱٫۴۳ و ۳۹٫۶۹ گرم بود (جدول ۴). کمترین وزن خشک ریشه نیز در بستر کاشت b_1 (پیت + پرلیت + ماسه) بدون تیمار اسید هیومیک با میانگین ۳۶٫۰۱ گرم به‌دست آمد.

قطر گل: نتایج نشان داد که بستر کاشت بیشترین تأثیر را روی قطر گل داشت. بیشترین قطر گل (با میانگین ۲۴٫۰۰ میلی‌متر در هر گیاه) مربوط به بستر کاشت b_1 (پیت + پرلیت + ماسه) بود و بستر b_4 (پرلیت + ماسه + کمپوست آزولا) با میانگین ۱۸٫۷۴ میلی‌متر کمترین قطر گل را نشان داد. در ارتباط با اثر اسید هیومیک، بیشترین قطر گل (۲۱٫۸۲ میلی‌متر) در گیاهان شاهد دیده شد. مقایسه‌ی میانگین اثر برهم‌کنش بستر کاشت و اسید هیومیک بر قطر گل نشان داد که بیشترین قطر گل مربوط به تیمار b_1 بدون اسید هیومیک است و اختلاف آن با سایر تیمارها معنی‌دار نبود. کمترین قطر گل نیز از تیمارهای ۰٫۵ و ۱٫۵ گرم در لیتر اسید هیومیک در بستر b_4 به ترتیب با میانگین ۱۸٫۳۶ و ۱۸٫۶۹ میلی‌متر به‌دست آمد (جدول ۲). اثر بستر کاشت و اسید هیومیک به تنهایی بر قطر گل در سطح احتمال ۱ درصد و اثر متقابل این دو در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود.

تعداد گل: نتایج حاصل از تجزیه‌ی واریانس نشان داد که اثر اسید هیومیک و برهم‌کنش آن با بستر کاشت بر تعداد گل در گیاه معنی‌دار نبود، اما اثر بستر کاشت بر تعداد گل در بوته در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه‌ی میانگین اثر بستر کاشت بر تعداد گل در بوته نشان داد که بیشترین تعداد گل در بوته مربوط به بستر کاشت b_4 (پرلیت + ماسه + کمپوست آزولا) با میانگین ۵٫۸۸ بود و کمترین آن نیز در بستر کاشت b_1 (پیت + پرلیت + ماسه) با میانگین ۴٫۴۴ مشاهده شد.

طول میوه: ویژگی‌های میوه نقش مؤثری در بازارپسندی توت‌فرنگی دارد. ترکیب مناسبی از تیمارهای مورد استفاده در مطالعه‌ی حاضر، افزایش طول میوه را موجب گردید. با نگاهی به جدول ۴ می‌توان دریافت که کاشت گیاهان در بستر حاوی کوکوپیت، پرلیت، کمپوست آزولا و ماسه (b_3) همراه با اسپری برگی با ۱٫۵ گرم در لیتر اسید هیومیک، باعث القای بالاترین طول میوه (با میانگین ۳۶٫۸۷ میلی‌متر در گیاه) در بین همه‌ی تیمارها شد.

DOR: 20.1001.1.23832592.1402.36.2.2.5
مقاله پژوهشی، صفحات: ۱۶۰-۱۴۴

جدول (۱) تجزیه‌ی واریانس اثر بستر کاشت و سطوح مختلف اسید هیومیک بر طول و تعداد شاخساره، طول و تعداد برگ، طول و تعداد ریشه، وزن تر و خشک شاخساره و وزن تر و خشک ریشه در تره‌خرزهنگی

منابع تغییرات	درجه آزادی	طول شاخساره	تعداد شاخساره	طول برگ	تعداد برگ	طول ریشه	تعداد ریشه	وزن تر شاخساره	وزن خشک شاخساره	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه
بستر	۳	۸۷۱/۰**	۴/۰۵**	۱۲۹/۳**	۳/۱۳**	۱۶۸۲**	۱۲/۵۰**	۲۰/۸۶*	۵/۸۷۷**	۳۵/۵۵ns	۱۹/۶۵**
اسید هیومیک	۲	۱۴۴۹**	۴/۵۵**	۲۴/۲۹ns	۲۶/۴۵**	۲۹۷*	۴/۳۸۹**	۱۷/۸۸ns	۱/۸۷۶*	۲۸۶**	۱/۵۶۵**
بستر × اسید هیومیک	۶	۲۶۷**	۰/۱۳۷ns	۱۹/۱۰**	۲/۱۵**	۶۷ns	۴/۰۳۵**	۱۰۱**	۰/۲۶۴ns	۷۱/۴۰ns	۲/۳۳**
خطا	۲۴	۲۸/۱۹	۰/۳۶۴	۸/۶۷	۰/۳۲۷	۷۳/۷۹	۰/۵۳۴	۵/۹۶۳	۰/۵۶۳	۳۸/۵۹	۰/۲۴۳
ضریب تغییرات	-	۸/۱۴	۱۳/۸۲	۷/۱۴	۴/۷۱	۶/۵۱	۷/۵۵	۴/۰۱۴	۳/۳۶۱	۱۷/۶۱	۱/۲۹۲

ns: غیر معنی‌دار، **: معنی‌دار در سطح ۱ درصد، *: معنی‌دار در سطح ۵ درصد.

ادامه جدول (۱) تجزیه‌ی واریانس اثر بستر کاشت و سطوح مختلف اسید هیومیک بر قطر و تعداد گل، طول، تعداد، قطر، نسبت طول به عرض و عملکرد میوه، شاخص برداشت و کلروفیل a و b در تره‌خرزهنگی

منابع تغییرات	درجه آزادی	قطر گل	تعداد گل	طول میوه	تعداد میوه	قطر میوه	نسبت طول به عرض میوه	عملکرد میوه	شاخص برداشت	کلروفیل a	کلروفیل b
بستر	۳	۴۱/۹۵**	۳/۵۰**	۱/۲۲ns	۹/۷۴*	۴/۱۸**	۰/۰۰۲ns	۶۹/۱۶*	۵/۶۲۳**	۰/۰۹۳ns	۰/۵۰۱**
اسید هیومیک	۲	۳/۱۸۲**	۰/۷۵۰ns	۷/۰۰۴**	۲۷/۵۲**	۹/۱۵**	۰/۰۰۰۸ns	۳۳۳/۲**	۲/۴۲۷**	۰/۱۳۵ns	۰/۰۵۳ns
بستر × اسید هیومیک	۶	۰/۷۳۶*	۰/۸۹۸ns	۱/۷۸۹*	۱۰/۶۰*	۱/۲۲ns	۰/۰۰۰۸ns	۱۲۹**	۱/۲۲۱**	۰/۱۹۳۷*	۰/۰۷۱**
خطا	۲۴	۰/۲۴۴	۰/۳۸۸	۰/۶۲۵	۳/۰۲	۰/۸۶۸	۰/۰۰۱۶	۳۳/۳۴	۰/۱۴۶	۰/۰۶۱۵	۰/۰۱۷
ضریب تغییرات	-	۲/۳۲	۱۱/۸۷	۲/۲۶	۱۷/۵۹	۳/۰۰	۳/۶۱	۱۶/۴۹	۳/۲۳	۲/۹۱	۵/۶۳

ns: غیر معنی‌دار، **: معنی‌دار در سطح ۱ درصد، *: معنی‌دار در سطح ۵ درصد

DOR: 20.1001.1.23832592.1402.36.2.2.5
مقاله پژوهشی، صفحات: ۱۶۰-۱۴۴

جدول (۲) مقایسه‌ی میانگین اثر بستر کاشت بر تعداد شاخساره، طول ریشه، وزن خشک شاخساره، تعداد گل و قطر میوه در توت‌فرنگی

نوع بستر کاشت	تعداد شاخساره	طول ریشه (میلی‌متر)	وزن خشک شاخساره (گرم)	تعداد گل	قطر میوه (میلی‌متر)
b_1	۴/۶۸۴^{ab}	۱۲۲^{b}	۲۱/۸۰^{b}	۴/۴۴۴^{c}	۳۰/۵۱^{b}
b_2	۴/۱۷۴^{b}	۱۲۴^{b}	۲۱/۵۳^{b}	۵/۱۱۱^{b}	۳۰/۶۳^{b}
b_3	۳/۵۲۰^{c}	۱۲۸^{b}	۲۲/۶۵^{a}	۵/۸۸۸^{a}	۳۲/۰۱^{a}
b_4	۵/۰۷۲^{a}	۱۵۲^{a}	۲۳/۳۰^{a}	۵/۵۵۵^{ab}	۳۱/۰۵^{b}

حروف مشترک در هر ستون، عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین تیمارها را نشان می‌دهد. b_1: بستر پیت + پرلیت + ماسه، b_2: بستر کوکوپیت + پرلیت + ماسه، b_3: بستر کوکوپیت + پرلیت + کمپوست آزولا + ماسه، b_4: بستر پرلیت + ماسه + کمپوست آزولا.

جدول (۳) مقایسه‌ی میانگین اثر سطوح مختلف اسید هیومیک بر تعداد شاخساره، طول ریشه، وزن خشک شاخساره، وزن تر ریشه و قطر میوه در توت‌فرنگی

سطوح مختلف اسید هیومیک	تعداد شاخساره	طول ریشه (میلی‌متر)	وزن خشک شاخساره (گرم)	وزن تر ریشه (گرم)	قطر میوه (میلی‌متر)
h_0	۴/۰۶۳^{b}	۱۳۰/۳^{ab}	۲۱/۹۱^{b}	۳۳/۷۳^{b}	۳۰/۰۵^{b}
$h_{0.5}$	۳/۹۵۳^{b}	۱۳۷/۵^{a}	۲۲/۳۴^{ab}	۳۱/۳۱^{b}	۳۱/۴۷^{a}
$h_{1.5}$	۵/۰۷۱^{a}	۱۲۷/۹^{b}	۲۲/۷۰^{a}	۴۰/۷۲^{a}	۳۱/۶۴^{a}

حروف مشترک در هر ستون، عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین تیمارها را نشان می‌دهد. h_0: بدون مصرف اسید هیومیک، $h_{0.5}$: مصرف ۰/۵ گرم در لیتر اسید هیومیک، $h_{1.5}$: مصرف ۱/۵ گرم در لیتر اسید هیومیک

مقاله پژوهشی، صفحات: ۱۶۰-۱۴۴
DOR: 20.1001.1.23832592.1402.36.2.2.5

جدول (۴) مقایسه‌ی میانگین اثر برهمکنش بستر کاشت و سطوح مختلف اسید هیومیک بر طول شاخساره، طول و تعداد برگ، تعداد ریشه، وزن تر شاخساره، وزن خشک ریشه، قطر گل، طول، تعداد و عملکرد میوه، شاخص برداشت و کلروفیل a و b در توت‌فرنگی

بستر کاشت × اسید هیومیک	طول شاخساره (میلی‌متر)	طول برگ (میلی‌متر)	تعداد برگ	تعداد ریشه	وزن تر شاخساره (گرم)	وزن خشک ریشه (گرم)	قطر گل (میلی‌متر)	طول میوه (میلی‌متر)	تعداد میوه	عملکرد میوه (گرم)	شاخص برداشت (درصد)	کلروفیل a (میلی گرم بر گرم وزن تر)	کلروفیل b (میلی گرم بر گرم وزن تر)
b_1h_1	۵۷/۹۷^{ij}	۳۸/۳۵^{cde}	۱۰/۸۳^{de}	۷/۰۳^{ij}	۵۵/۱۳^{ij}	۳۶/۰۱^{g}	۲۹/۴۵^{h}	۳۳/۲۱^{gh}	۷/۰۰^{ef}	۲۵/۶۶^{ef}	۱۲/۶۴^{ab}	۴/۹۷۶^{ab}	۲/۵۲۶^{ab}
$b_1h_{1.5}$	۶۱/۳۶^{ij}	۴۲/۹۹^{bc}	۱۲/۷۳^{bc}	۸/۱۳^{ef}	۵۶/۱۳^{ef}	۳۶/۵۲^{fg}	۳۳/۷۶^{gh}	۳۵/۷۲^{gh}	۸/۳۳^{ef}	۳۰/۷۹^{ef}	۱۱/۸۶^{cd}	۴/۷۷۶^{ab}	۲/۵۱۹^{ab}
b_1h_2	۷۱/۳۰^{hi}	۳۸/۲۳^{cde}	۱۴/۵۳^{ab}	۱۰/۱۶^{bcd}	۵۵/۵۰^{ef}	۳۷/۰۸^{efg}	۳۳/۸۰^{gh}	۳۶/۹۶^{fgh}	۱۰/۶۶^{bcd}	۳۶/۹۳^{bcd}	۱۳/۵۳^{ab}	۴/۹۸۳^{ab}	۲/۹۹۴^{ab}
b_2h_1	۴۵/۰۹^{kl}	۳۵/۸۴^{ef}	۱۰/۱۴^{de}	۴/۷۴^{hij}	۶۵/۴۶^{cd}	۳۷/۷۶^{efg}	۲۱/۵۶^{ijk}	۳۵/۶۰^{ghi}	۱۰/۳۳^{bcd}	۳۶/۴۰^{bcd}	۱۰/۰۹^{ef}	۴/۹۷۶^{ab}	۲/۱۹۰^{cde}
$b_2h_{1.5}$	۵۲/۷۵^{jkl}	۳۶/۷۹^{def}	۱۰/۸۸^{de}	۱۰/۰۰^{hij}	۶۲/۷۳^{cde}	۳۷/۳۳^{efg}	۲۱/۱۵^{ijk}	۳۵/۶۰^{ghi}	۱۰/۶۶^{bcd}	۳۷/۴۵^{bcd}	۱۲/۴۸^{ab}	۴/۹۷۶^{ab}	۲/۳۸۸^{bcd}
b_2h_2	۷۲/۹۱^{hi}	۳۹/۲۶^{cde}	۱۳/۹۳^{ab}	۸/۶۶^{cdef}	۵۷/۷۰^{def}	۳۶/۹۳^{efg}	۲۱/۱۳^{ijk}	۳۹/۹۸^{bc}	۸/۶۶^{cdef}	۳۰/۹۷^{def}	۱۱/۵۶^{cde}	۴/۹۶۰^{ab}	۲/۳۳۰^{bcd}
$b_2h_{2.5}$	۶۰/۰۴^{ij}	۴۱/۸۰^{bcd}	۱۱/۸۲^{bcd}	۹/۵۵^{cde}	۵۶/۵۶^{def}	۳۸/۹۷^{def}	۲۲/۱۰^{ijk}	۳۹/۰۶^{cd}	۹/۰۰^{cde}	۳۲/۳۷^{def}	۱۱/۴۱^{cde}	۴/۸۵۳^{ab}	۲/۳۵۹^{bcd}
b_3h_1	۶۴/۶۴^{hi}	۴۱/۹۲^{bcd}	۱۰/۳۱^{de}	۹/۶۶^{cde}	۶۱/۷۹^{cde}	۳۹/۰۴^{def}	۲۱/۰۱^{ijk}	۳۵/۱۰^{ghi}	۹/۳۳^{cde}	۳۳/۲۵^{def}	۱۲/۸۴^{ab}	۵/۵۰۶^{a}	۲/۳۳۶^{bcd}
$b_3h_{1.5}$	۷۸/۳۱^{gh}	۴۰/۵۰^{cde}	۱۲/۷۱^{bc}	۹/۵۷^{cde}	۶۳/۱۶^{cde}	۳۸/۵۷^{def}	۱۹/۷۳^{jk}	۳۶/۸۷^{ghi}	۱۳/۰۰^{cde}	۴۶/۲۵^{bcd}	۱۲/۲۸^{abc}	۴/۹۸۸^{ab}	۲/۳۱۷^{bcd}
b_3h_2	۶۲/۵۸^{ijk}	۴۲/۲۷^{bcd}	۱۱/۹۷^{cde}	۹/۸۹^{cde}	۵۹/۸۰^{cde}	۳۸/۳۹^{def}	۱۹/۱۶^{jk}	۳۹/۷۳^{ghi}	۱۰/۳۳^{bcd}	۳۰/۴۰^{def}	۱۲/۲۸^{abc}	۴/۹۲۰^{ab}	۲/۰۸۳^{cde}
$b_3h_{2.5}$	۸۷/۶۳^{gh}	۴۶/۳۱^{abc}	۱۱/۶۳^{cde}	۱۱/۰۶^{cde}	۶۵/۲۶^{cde}	۳۹/۶۹^{def}	۱۸/۳۶^{jk}	۳۵/۴۹^{ghi}	۷/۶۶^{cde}	۲۶/۳۹^{def}	۱۰/۹۶^{ef}	۵/۰۲۰^{ab}	۲/۱۸۸^{cde}
b_3h_3	۸۷/۹۹^{gh}	۵۰/۲۹^{ab}	۱۴/۲۳^{ab}	۱۴/۶۳^{cde}	۶۸/۹۳^{cde}	۴۱/۴۳^{def}	۱۸/۶۹^{jk}	۳۵/۰۵^{ghi}	۱۴/۰۰^{cde}	۴۹/۳۵^{bcd}	۱۱/۲۹^{abc}	۵/۳۷۳^{ab}	۲/۰۵۳^{cde}

حروف مشترک در هر ستون، عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین تیمارها را نشان می‌دهد. b_1 بستر پیت + پرلیت + ماسه، b_2 بستر کوکوپیت + پرلیت + کمپوست آزولا + ماسه، b_3 بستر پرلیت + ماسه + کمپوست آزولا، h_1 بدون مصرف اسید هیومیک، $h_{1.5}$ مصرف ۱.۵ گرم در لیتر اسید هیومیک.

مقاله پژوهشی، صفحات: ۱۶۰-۱۴۴
DOR: 20.1001.1.23832592.1402.36.2.2.5

میوه‌های تولیدشده در بستر b_1 (پیت + پرلیت + ماسه) همراه با ۰/۵ گرم در لیتر اسید هیومیک با میانگین ۳۵/۷۲ میلی‌متر در مرتبه بعدی قرار داشتند و با تیمار قبلی اختلاف معنی‌داری نداشتند. کمترین طول میوه (با میانگین ۳۳/۲۱ میلی‌متر) نیز از تیمار b_1 (پیت + پرلیت + ماسه) بدون استفاده از اسید هیومیک به‌دست آمد. بنابراین، می‌توان به نقش مؤثر اسید هیومیک در تحریک رشد میوه پی برد. جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که بستر کاشت بر طول میوه تأثیر معنی‌داری نداشت. اثر اسید هیومیک بر طول میوه در سطح احتمال ۱ درصد و اثر متقابل اسید هیومیک و بستر کاشت در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود.

تعداد میوه: نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر بستر کاشت و اثر متقابل آن با اسید هیومیک بر تعداد میوه در سطح احتمال ۵ درصد و اثر اسید هیومیک بر تعداد میوه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه‌ی میانگین اثر متقابل بستر کاشت و اسید هیومیک بر تعداد میوه آشکار کرد که بیشترین تعداد میوه (۱۴/۱۱ در گیاه) مربوط به بستر کاشت b_4 (پرلیت + ماسه + کمپوست آزولا) همراه با کاربرد اسید هیومیک در غلظت ۱/۵ گرم در لیتر بود (جدول ۴). تعداد میوه در گیاهان تیمارشده با ۱/۵ گرم در لیتر اسید هیومیک در بستر b_3 (کوکوپیت + پرلیت + کمپوست آزولا + ماسه) با میانگین ۱۳ میوه در گیاه نیز بیشتر از سایر تیمارها بود. کمترین تعداد میوه (۷) نیز از تیمار b_1 (پیت + پرلیت + ماسه) بدون استفاده از اسید هیومیک به‌دست آمد. نتایج حاصل نشان داد که ۱/۵ گرم در لیتر اسید هیومیک (بالاترین غلظت کاربردی) در بستر حاوی کوکوپیت و کمپوست آزولا برای افزایش تعداد میوه بسیار مناسب است.

قطر میوه: با نگاهی به جدول ۱ مشخص می‌شود که اثر بستر کاشت و اسید هیومیک بر قطر میوه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار می‌باشد، اما اثر متقابل این دو عامل در تغییر قطر میوه معنی‌دار نمی‌باشد. مقایسه‌ی میانگین اثر بستر کاشت بر قطر میوه نشان داد که بیشترین قطر میوه مربوط به بستر کاشت b_3 (کوکوپیت + پرلیت + کمپوست آزولا + ماسه) با میانگین ۳۲/۰۱ میلی‌متر بود. بین بسترهای b_1، b_2 و b_4 نیز به لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. مقایسه‌ی میانگین اثر اسید هیومیک بر قطر میوه نشان داد که بیشترین قطر مربوط به تیمار ۱/۵ گرم در لیتر آن با میانگین ۳۲/۰۱ میلی‌متر بود.

عملکرد میوه: نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر بستر کاشت و اثر متقابل بستر کاشت و اسید هیومیک بر عملکرد میوه در سطح احتمال ۵ درصد و اثر اسید هیومیک در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه‌ی میانگین اثر متقابل بستر کاشت و اسید هیومیک بر عملکرد میوه نشان داد که بیشترین عملکرد میوه مربوط به تیمارهای ۱/۵ گرم در لیتر اسید هیومیک در بسترهای b_4 (پرلیت + ماسه + کمپوست آزولا) و b_3 (کوکوپیت + پرلیت + کمپوست آزولا + ماسه)، به‌ترتیب با میانگین ۴۹/۳۵ و ۴۶/۲۵ گرم بود (جدول ۲). کمترین عملکرد میوه نیز از تیمار b_1 بدون اسید هیومیک با میانگین ۲۵/۶۶ به‌دست آمد. در ارتباط با اثر کود آلی اسید هیومیک به‌کار رفته به‌صورت اسپری برگی، بیشترین و کمترین عملکرد میوه (به‌ترتیب با ۴۰/۸۷ و ۳۰/۴۶ گرم) در گیاهان تیمارشده با ۱/۵ گرم در لیتر و صفر دیده شد. همچنین، در ارتباط با اثر بسترهای کاشت به‌کار رفته، بیشترین و کمترین عملکرد میوه (به‌ترتیب با ۳۷/۲۹ و ۳۱/۱۲ گرم) در گیاهان کاشته‌شده در بسترهای b_4 (بستر پرلیت + ماسه + کمپوست آزولا) و b_1 (پیت + پرلیت + ماسه) محاسبه شد. این نتایج نقش بسیار مؤثر اسید هیومیک بر افزایش عملکرد میوه‌ی توت‌فرنگی را نشان داد.

شاخص برداشت: تفاوت‌های شاخص برداشت در نمونه‌های رشدیافته در بسترهای مختلف کاشت، غلظت‌های مختلف اسید هیومیک و اثر متقابل این دو عامل معنی‌دار

DOR: 20.1001.1.23832592.1402.36.2.2.5

بود (p≤۰/۰۱) (جدول ۱). ارتباط مستقیمی بین افزایش شاخص برداشت و افزایش غلظت اسید هیومیک دیده نشد (جدول ۴). نتایج مقایسه‌ی میانگین اثر برهم‌کنشی بستر کاشت و اسید هیومیک (جدول ۴) بر شاخص برداشت نشان داد که بیشترین شاخص (۱۳/۵۳ و ۱۲/۸ درصد)، به‌ترتیب مربوط به تیمارهای b_1 (پیت + پرلیت + ماسه) همراه با تیمار با اسید هیومیک ۱/۵ گرم در لیتر و b_3 (کوکوپیت + پرلیت + کمپوست آزولا + ماسه) همراه با ۰/۵ گرم در لیتر اسید هیومیک بود. کمترین شاخص برداشت (۱۰/۱۷ و ۱۰/۹۶ درصد) نیز به‌ترتیب در تیمار b_4 (بستر پرلیت + ماسه + کمپوست آزولا) بدون اسید هیومیک و b_4 همراه با ۰/۵ گرم در لیتر اسید هیومیک محاسبه شد (جدول ۴).

میزان کلروفیل برگ: در میان تیمارهای آزمایشی، بیشترین مقدار کلروفیل a، در برگ گیاهان تیمارشده با ۰/۵ گرم در لیتر اسید هیومیک، کاشت‌شده در بستر b_3 (کوکوپیت + پرلیت + کمپوست آزولا + ماسه) (با ۵/۵۰۶ میلی‌گرم در هر گرم وزن تر)، ۱/۵ گرم در لیتر اسید هیومیک، کاشت‌شده در بستر b_4 (پرلیت + ماسه + کمپوست آزولا) (با ۵/۴۷۳ میلی‌گرم در هر گرم وزن تر) و ۰/۵ گرم در لیتر اسید هیومیک، کاشت‌شده در بستر b_2 (کوکوپیت + پرلیت + ماسه) (با ۵/۲۰۶ میلی‌گرم در هر گرم وزن تر) استخراج شد (جدول ۴). بقیه‌ی تیمارها با دارابودن میزان کلروفیل بین ۴/۷۵ و ۴/۹۵ میلی‌گرم در هر گرم وزن تر، کلروفیل کمتری را در برگ‌ها القا کردند. تفاوت‌های میزان کلروفیل a فقط در برگ نمونه‌های رشدیافته تحت اثر متقابل بسترهای مختلف کاشت و غلظت‌های مختلف اسید هیومیک معنی‌دار بود (p≤۰/۰۵) (جدول ۱). بیشترین مقدار کلروفیل b، در برگ گیاهان تیمارشده با ۱/۵ گرم در لیتر اسید هیومیک، کاشت‌شده در بستر b_1 (پیت + پرلیت + ماسه) (با ۲/۹۹۲ میلی‌گرم در هر گرم وزن تر) و ۰/۵ گرم در لیتر اسید هیومیک، کاشت‌شده در بستر b_1 (با ۲/۵۱۹ میلی‌گرم در هر گرم وزن تر) استخراج شد. کمترین مقدار کلروفیل b، در برگ گیاهان تیمارشده با ۱/۵ گرم در لیتر اسید هیومیک، کاشت‌شده در بستر b_4 (با ۲/۰۵۳ میلی‌گرم در هر گرم وزن تر) استخراج شد (جدول ۴). تفاوت‌های میزان کلروفیل b فقط در برگ نمونه‌های رشدیافته تحت اثر متقابل بسترهای مختلف کاشت و غلظت‌های مختلف اسید هیومیک معنی‌دار بود (p≤۰/۰۵) (جدول ۱).

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که غلظت بالای اسید هیومیک در بستر کاشت پرلیت، ماسه و کمپوست آزولا باعث افزایش اغلب صفات اندازه‌گیری‌شده به‌ویژه عملکرد میوه شد. نتایج مشابه توسط برخی محققان گزارش شد (۲، ۵۰). ارتباط مثبت بین استفاده از اسید هیومیک و افزایش جذب عناصر، رشد، بازدهی و کیفیت محصول در توت‌فرنگی و گیاهان دیگر گزارش شده است (۱، ۴۳). مطالعات زیادی نشان دادند که کاربرد اسید هیومیک جهت بهبود ویژگی‌های رویشی، گلدهی و میوه‌دهی گیاهان در سیستم کاشت بدون خاک مناسب می‌باشد (۲، ۱۱). باروری خاک به‌شدت به محتوای مواد آلی آن وابسته است (۳۴). اسید هیومیک با کلات‌کردن عناصر ضروری سبب افزایش جذب عناصر شده و باروری خاک و تولید مواد در گیاهان را افزایش می‌دهد. اسید هیومیک همچنین روی تنفس، فتوسنتز، اسیدهای نوکلئیک، پروتئین‌ها و هورمون‌های گیاهی و تعدیل اثر تنش‌ها نقش دارد (۸، ۱۳، ۳۸، ۳۵). در پژوهش حاضر، بیشترین رشد طولی برگ و بیشترین میزان کلروفیل a با استفاده از غلظت ۱/۵ گرم در لیتر اسید هیومیک به‌دست آمد. از طرف دیگر، استفاده از غلظت ۰/۵ گرم در لیتر اسید هیومیک از شاهد (بدون استفاده از اسید هیومیک) برای ارتقای این صفات مناسب‌تر بود. عدم حضور مقادیر کافی از اسید هیومیک، فرآیند تقسیم سلولی در گیاهان را دچار مشکل می‌کند. نتیجه‌ی تقسیم نامنظم و ناقص سلولی، توسعه‌ی ضعیف برگی است که با کاهش میزان فتوسنتز باعث پایین آمدن هیدرات

مقاله پژوهشی، صفحات: ۱۶۰-۱۴۴ DOR: 20.1001.1.23832592.1402.36.2.2.5

کربن می‌شود که خود روی عوامل کمی محصول تأثیر نامناسبی دارد (۲۲). تحقیق حاضر نقش مؤثر غلظت ۱٫۵ گرم در لیتر اسید هیومیک روی افزایش ارتفاع شاخساره و تعداد برگ را نشان داد، به‌طوری‌که بیشینه‌ی افزایش این صفات در این غلظت اسید هیومیک مشاهده شد. نتایج مشابه روی تعداد برگ شب‌بو گزارش شد (۱۱)، اگرچه بر خلاف نتیجه‌ی تحقیق حاضر این محققان نقش اسید هیومیک روی ارتفاع گیاه را مؤثر ندانستند. علت این تفاوت می‌تواند تفاوت گونه‌ای، تفاوت محیطی و میزان هورمون‌های محرک رشد درون‌زا باشد، زیرا افزایش زیاد این هورمون‌ها اثر معکوس روی رشد دارد (۳۸). این محققان معتقدند که افزایش در تعداد برگ به‌دلیل گسترش سیستم ریشه‌ای در غلظت‌های بالای اسید هیومیک است که خود باعث افزایش سطح جذب، رشد بیشتر گیاه و در نهایت افزایش تعداد برگ می‌شود. افزایش ارتفاع، افزایش سطح برگ و افزایش وزن خشک گیاهان نیز تحت اثر اسید هیومیک نشان داده شد (۳۹). نتایج مشابه روی بادنجان و فلفل نیز به‌دست آمد (۴۱). کریمیان (۱۰) گزارش کرد که کاربرد اسید هیومیک اثر معنی‌داری بر شاخص سطح برگ و طول برگ در توت‌فرنگی داشت، به طوری‌که با افزایش غلظت اسید هیومیک، شاخص سطح برگ از ۵٫۵ به ۶٫۱ افزایش یافت.

در پژوهش حاضر، بالاترین طول شاخساره با استفاده از غلظت ۱٫۵ گرم در لیتر اسید هیومیک به‌دست آمد. نتایج مشابهی توسط برخی محققان روی گیاهان دیگر گزارش شد (۱۶، ۳۴). مطالعه‌ی دلفاین و همکاران (۲۴) روی گندم نشان داد که با افزودن اسید هیومیک روی برگ، ارتفاع گیاه افزایش یافت. علت تأثیر اسید هیومیک بر افزایش ارتفاع گیاه، اثر آن بر بهبود تغذیه و افزایش طول میانگره‌ها است. یانگ و همکاران (۴۹) دریافتند که اسید هیومیک، ارتفاع، رشد رویشی، رشد ریشه، بیوماس و عملکرد بیولوژیک، میزان کلروفیل، فتوسنتز و فعالیت نیترات ریدوکتاز را در گیاه افزایش می‌دهد. با کاربرد ترکیبات هیومیکی به‌ویژه در کشت‌های بدون خاک، رشد ریشه بیشتر از سایر اندام‌ها تحت تأثیر قرار می‌گیرد (۴۷). با کاربرد سطوح مناسب اسید هیومیک، تعداد ریشه‌ی بیشتری در هر گیاه توت‌فرنگی مشاهده شد. پژوهش حاضر نیز این نتیجه را نشان داد، به‌طوری‌که بیشترین تعداد ریشه طی استفاده از غلظت ۱٫۵ گرم در لیتر اسید هیومیک به‌دست آمد. به نظر می‌رسد اثر شبه‌هورمونی اسید هیومیک عامل تحریک ریشه‌زایی و رشد ریشه است. برخی محققان معتقدند که اثر اسید هیومیک در افزایش رشد و نمو به دلیل اثرات شبه‌هورمونی آن است (۱۸). نورمن و همکاران (۳۹) اثر نوعی ماده‌ی آلی هیومیکی را روی گیاه توت‌فرنگی و فلفل دلمه‌ای بررسی کردند و دریافتند که این ماده باعث افزایش معنی‌دار تعداد میوه گردید.

در تحقیق حاضر، کاربرد غلظت ۱٫۵ گرم در لیتر اسید هیومیک، وزن خشک شاخساره و وزن تر ریشه را نسبت به دو تیمار دیگر بیشتر افزایش داد. مطالعه روی توت-فرنگی (۱۷) و ذرت (۱۵، ۲۰) نشان داد که کاربرد اسید هیومیک، وزن تر و خشک برگ را در مقایسه با کاربرد کودهای غیرآلی به‌طور قابل‌توجهی افزایش داد. افزایش وزن خشک گیاه با کاربرد اسید هیومیک در بستر پرلیت، ماسه و کمپوست آزولا می‌تواند به این دلیل باشد که اسید هیومیک و این بستر موجب افزایش کلروفیل و در پی آن افزایش فتوسنتز و ماده‌ی خشک تولیدی در گیاه می‌شود. همانند نتایج تحقیق حاضر، برخی محققان دیگر نیز اثر مثبت غلظت‌های بالای اسید هیومیک روی افزایش غلظت کلروفیل را نشان دادند (۱۱). افزایش کلروفیل توسط تحریک اسید هیومیک، با افزایش جذب عناصر به‌ویژه نیتروژن قابل توجیه است (۶).

بستر کاشت نقش مؤثری روی صفات رویشی گیاهان دارد. این نتیجه در مطالعه‌ی حاضر و برخی مطالعات دیگر نشان داده شد (۹ و ۲۳). برهم‌کنش بین ترکیبات بستری یک عامل کلیدی در ایجاد یک بستر مناسب برای تولید گیاهان

DOR: 20.1001.1.23832592.1402.36.2.2.5

گلخانه‌ای است (۲۹). تولید موفقیت‌آمیز گیاهان گلخانه‌ای در بستر کاشت بدون خاک بستگی زیادی به خواص فیزیکی و شیمیایی محیط رشد دارد (۲۷، ۴۸). نتایج کلی پژوهش حاضر نشان داد که بستر کاشت حاوی پرلیت، ماسه و کمپوست آزولا یک بستر ترکیبی مناسب برای افزایش اغلب ویژگی‌های رویشی و زایشی توت‌فرنگی بود. این بستر هم هوادهی مناسبی دارد، هم جذب آب آن خوب است و هم از مواد معدنی و آلی کافی برای تحریک رشد گیاه برخوردار است. مناسب‌بودن این بستر در برخی گزارشات مشاهده شد (۹، ۱۴). برخی بررسی‌ها آشکار کردند که بستر حاوی شن، رس و کمپوست اثر معنی‌داری روی تغییر ویژگی‌های رویشی و گلدهی گیاهان دارد (۲۶، ۳۵، ۴۴، ۴). مطالعه شریفی و همکاران (۱۲) روی توت-فرنگی نشان داد که بستر کاشت حاوی پرلیت و کوکوپیت و استفاده از اسید هیومیک باعث افزایش بازدهی گیاه شد. صابری (۵) نشان داد که کوکوپیت و پرلیت باعث افزایش غلظت پتاسیم و منیزیم در شاخساره و میوه‌ی گوجه‌فرنگی شدند و تعداد برگ را نیز افزایش دادند. کمپوست آزولا نسبت به سایر کودهای آلی در افزایش جذب و انتقال عناصر به اندام‌های مختلف در گیاهان از برتری برخوردار است و به‌دلیل بالابردن نیتروژن گیاه، تعداد برگ را افزایش داد و از این طریق عملکرد میوه نیز افزایش یافت (۱۸، ۳۳). تأمین مناسب عناصر غذایی در طول فصل رشد سبب گسترش سطح برگ و افزایش ظرفیت فتوسنتزی گیاه و تولید شیره‌ی پرورده می‌گردد (۳۱). کمپوست آزولا با داشتن عناصر غذایی بالا به‌ویژه نیتروژن منجر به افزایش ظرفیت فتوسنتزی گیاه شد و سطح برگ و طول برگ را افزایش داد. تغییر ارتفاع گیاهان در بسترهای کاشت مختلف، بستگی زیادی به میزان خلل و فرج این بسترها دارد که می‌تواند در نگهداری رطوبت و محلول غذایی موثر باشد (۴۰). فتوحی قزوینی و همکاران (۲۸) در ارزیابی اثر بسترهای ورمی‌کمپوست، زئولیت و پرلیت و مخلوطی از این سه بر عملکرد و کیفیت توت‌فرنگی در کشت بدون خاک به این نتیجه رسیدند که تعداد گل و میوه، وزن میوه و عملکرد در هر گیاه در بستر پرلیت-ورمی‌کمپوست به‌طور معنی‌داری نسبت به سایر بسترهای کاشت بیشتر بود. بنابراین، بستر ترکیبی کمپوست و پرلیت در افزایش عملکرد توت‌فرنگی مناسب است. تحقیقات نشان داده است که هرگونه افزایش در وزن تر و خشک ریشه به‌دلیل در دسترس‌بودن بهتر به عناصر بستر می‌باشد (۳۴).

با توجه به نتایج تحقیق حاضر می‌توان به اهمیت بستر کاشت مناسب و کاربرد اسید هیومیک برای بهینه‌سازی ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه توت‌فرنگی پی برد. بهترین شاخص‌های رشد، در غلظت بالای اسید هیومیک (۱/۵ گرم در لیتر) مشاهده شد. بستر کاشت b_4 (پرلیت + ماسه + کمپوست آزولا) همراه با محلول‌پاشی اسید هیومیک در غلظت ۱/۵ گرم در لیتر بهترین نتایج را به‌دنبال داشت. بالاترین طول شاخساره، طول برگ، تعداد برگ، تعداد ریشه، تعداد میوه و عملکرد میوه در این تیمار به دست آمد. شاخص طول میوه نیز در این تیمار مناسب بود.

سپاسگزاری

از دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رشت سپاسگزاریم.

منابع

۱- خدامرادی، پ.، امیری، ج. و دولتی، ب. (۱۳۹۶). تأثیر اسید هیومیک بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی توت‌فرنگی رقم سابرینا تحت شرایط تنش شوری، پژوهش‌های میوه‌کاری ۲ (۲): ۱۳۵-۱۰۹.

۲- دستیاران، م. و حسینی فرهی، م. (۱۳۹۳). اثر هیومیک اسید و پوترسین بر ویژگی‌های رویشی و عمر گل‌جایی گل رز در سیستم کاشت بدون خاک، علوم و فنون کاشت‌های گلخانه‌ای ۵ (۲۰): ۲۵۲-۲۴۳.

DOR: 20.1001.1.23832592.1402.36.2.2.5

۳- دیلمقانی حسنلویی، م.ر. و همتی، س. (۱۳۹۰). اثر بسترهای مختلف کشت بر مقدار عنصرهای غذایی، عملکرد و خصوصیات کیفی توت‌فرنگی رقم سلوا در کشت بدون خاک، مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای ۲ (۷): ۱-۸.

۴- رستمی، م. و شکوهیان، ع.ا. (۱۳۹۷). ارزیابی روش‌های کاربرد اسید هیومیک و نسبت‌های ازت بر خصوصیات مورفولوژیکی و عملکرد توت‌فرنگی (*Fragaria ananassa* Duch.) رقم پاروس، نشریه علوم باغبانی ۳۲ (۲): ۲۵۱-۲۶۱.

۵- صابری، ز. (۱۳۸۵). کاربرد زئولیت، میکا و بعضی مواد بی‌اثر به عنوان بستر رشد گوجه فرنگی به روش هیدروپونیک، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد خاک‌شناسی، دانشکده‌ی کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۶- طباطبایی، ج. و محمدرضایی، ر. (۱۳۸۵). تاثیر بسترهای مختلف کاشت روی رشد و عملکرد خیار گلخانه‌ای در سیستم آبکشت (هیدروپونیک)، مجله دانش کشاورزی ۱۶ (۲): ۴۴-۳۵.

۷- عشقی، س. و گاراژیان، م. (۱۳۹۴). بهبود رشد رویشی و زایشی توت‌فرنگی رقم پاروس با محلول‌پاشی و کاربرد خاکی هیومیک اسید، تحقیقات کشاورزی ایران ۳۴ (۱): ۱۴-۲۰.

۸- علیلو، ع.ا.، شیری آذر، ز.، دشتی، ش.، شهابی‌وند، ص. و پورمحمد، ع.ر. (۱۳۹۹). اثرات تعدیلی اسید هیومیک روی جوانه‌زنی و رشد رویشی گیاه کلزا تحت تنش شوری، مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران) ۳۳ (۴): ۹۹۷-۹۸۵.

۹- کاویانی، ب.، نگهدار، ن. و هاشم‌آبادی، د. (۱۳۹۵). بهبود ریزازدیادی و ازدیاد اقاقیا (*Robinia pseudoacasia* L.) با استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی و عصاره‌ی جلبک قهوه‌ای آسکوفیلوم (*Ascophyllum nodosum*)، تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی ۲ (۲۱): ۷۹-۶۱.

۱۰- کریمیان، م.ر. (۱۳۸۵). مطالعه ساختار کانوپی، تاثیر اسید هیومیک و تراکم گیاهی بر جذب و کارایی مصرف نور در دو رقم توت‌فرنگی، مجله علوم کشاورزی ایران ۲۳ (۳-۴): ۲۳-۳۷.

۱۱- شاهسون مارکده، م. و چمنی، ا. (۱۳۹۳). تاثیر غلظت و زمان‌های مختلف کاربرد اسید هیومیک بر ویژگی‌های کمی و کیفی گل بریده شب‌بو "رقم Hanza"، علوم و فنون کاشت‌های گلخانه‌ای ۵ (۱۹): ۱۵۷-۱۷۰.

۱۲- شریفی، آ.، قادری، ن.، خورشیدی، ج. و جوادی، ت. (۱۳۹۷). تأثیر نوع محیط کشت و غلظت‌های مختلف هیومیک اسید بر اجزای عملکرد و برخی ویژگی‌های زیست‌شیمیایی میوه توت‌فرنگی رقم آروماس، مجله علوم و فنون باغبانی ایران ۱۹ (۴): ۴۱۹-۴۳۲.

۱۳- نریمانی، ر.، مقدم، م.، نعمتی، س.ح. و قاسمی پیربلوطی، ع. (۱۳۹۷). ارزیابی تعدیل تنش شوری با استفاده از اسید هیومیک و اسید آسکوربیک در گیاه دارویی بادرشبی (*Dracocephalum moldavica* L.)، مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران) ۳۳ (۴): ۹۹۷-۹۸۵.

14. Abouzari, A., Rouhi, S., Eslami, A.R. and Kaviani, B. (2012) Comparison of the effect of different soilless growing media on some growth characteristics of benjamin tree (*Ficus benjamina*). International Journal of Agriculture and Biology 12: 985–988.
15. Akingi, S., Buyukkeskin, T., Eroglu, A. and Eygi, B.E. (2009) The Effect of humic acid on nutrient composition in broad bean roots. Not. Sci. Biol. 1 (1): 81–87.
16. Ameri A., and Tehranifar A. 2012. Effect of humic acid on nutrient uptake and physiological characteristic *Fragaria ananassa* cv. Camarosa. Journal of Biological and Environmental Science 6 (16): 77-79.
17. Arancon, N.Q., Edwards, A.E., Lee, S. and Byrne, R. (2006) Effects of humic acids from vermicomposts on plant growth. European Journal of Soil Biology 42: 65–69.
18. Atiyeh, R.M., Lee, S., Edwards, C.A., Arancon, N.Q. and Metzger, J.D. (2002) The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth. Bioresource Technology 84: 7–14.
19. Baldotto L.E.B., Baldotto M.A., Canellas L.P., Bressan-Smith R., and Olivares F.L. 2010. Growth promotion of pineapple 'Victoria' by humic acids and *Burkholderia* spp. during acclimatization. Revista Brasileira de Ciênciado Solo 34: 1593-1600.
20. Baris, B., Murat, A., Hakan, C. and Ali, K. (2009) Effects of humic substances on plant growth and minerals uptake of wheat under condition of salinity. Asian Journal of Crop Science 1 (2): 87–95.
21. Bayat, H., Shafie, F., Aminifard, M.H. and Daghighi, S. (2021). Comparative effects of humic and fulvic acids as biostimulants on growth, antioxidant activity and nutrient content

مقاله پژوهشی، صفحات: ۱۶۰-۱۴۴ DOR: 20.1001.1.23832592.1402.36.2.2.5

of yarrow (*Achillea millefolium* L.). Scientia Horticulturae 279 (15): 109912.

22. Bohme, M. (2008) Effects of hydroponics on the development of cucumber growing in ecologically suitable substrates. Acta Horticulturae 361: 133–140.

23. Castro. J. and Sotomayor, C. (1997). The influence of boron and zinc sprays at bloom time on almond fruit set. Acta Horticulturae 402–405.

24. Defline, S., Tognetti, R., Desiderio, E. and Alvino, A. (2005) Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. Agronomy Sustainable 25: 183–191.

25. El-Mohamedy, R.S.R and Ahmed, M.A. (2009) Effect of biofertilizers and humic acid on control of dry root rots disease and improvement yield quality of mandarin (*Citrus reticulate blanco*). Research Journal of Agricultural and Biological Sciences 5 (2): 127–137.

26. El-Naggar, A.H. and El-Nasharty, A.B. (2009) Effect of growing media and mineral fertilization on growth, flowering bulbs productivity and chemical constituents of *Hippeastrum vittatum*, Herb. American-Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Science 6: 360–371.

27. Fitzpatrick, G.E. (2001) Compost utilization in ornamental and nursery crop production systems, in: Stoffella, P.J., Kahn, B.A. (Eds.), Compost Utilization in Horticultural Cropping Systems. Lewis Publication, Boca Raton, Florida, USA, pp. 135-150.

28. Fotouhi Ghazvini, R., Payvast, G. and Azarian, H. (2007) Effect of clinoptilolitic-zeolite and perlite mixtures on the yield and quality of strawberry in soilless culture. International Journal of Agriculture and Biology 9 (6): 885–888.

29. Gul, A., Erogual, D. and Ongum, A.R. (2005) Comaprison of the use of zeolite and perlite as substrate for crisp-head lettuce. Scientia Horticulturae 106: 464-471.

30. GYang, C.M., Wang, M.C. Lu, Y.F., Chang, I.F. and Chou, C.H. (2002). Humic substances affect the chlorophyllase. Institute of Botany and Research Center for Biodiversity Academia Sinica, Nankang, Taipei, Taiwan 115, Republic of China.

31. Haase, T., Schuler, C. and Heb, J. (2007). The effects of different N and K sources on tuber nutrient uptake, total graded yield of potatoes (*Solanum tuberosum* L.) for processing. Agronomy Journal 26: 187–193.

32. Khandan-Mirkohi, A., Pirgazi, R., Taheri, M.R., Ajdanian, L., Babaei, M., Jozay, M. and Hesari, M. (2021). Effects of salicylic acid and humic material preharvest treatments on postharvest physiological properties of statice cut flowers. Scientia Horticulturae 283 (1): 110009.

33. Khorasaninejad, S., Alizadeh Ahmadabadi, A. and Hemmati, Kh. (2018). The effect of humic acid on leaf morphophysiological and phytochemical properties of *Echinacea purpurea* L. under water deficit stress. Scientia Horticulturae 239 (15): 314-323.

34. Liu C. and Cooper, R.J. (2000) Humic substances influence creeping bentgrass growth. Golf Course Management 49–53.

35. Mahgoub, H.M., Rawia, A.E. and Leila, B.H.A. (2006) Response of Iris bulbs grown in sandy soil to nitrogen and potassium fertilization. Journal of Applied Science Research 2: 899–903.

36. Mazumdar, B.C. and Majumdar, K. (2003). Methods on physicochemical analysis of fruits. www.sundeepbooks.com. 187 p.

37. Nardi S., Carletti P., Pizzeghello D., and Muscolo A. 2009. Biological activities of humic substances. pp. 102–119. In: Senesi N., Xing B., and Huang P.M. (Eds.), Biophysico-Chemical Processes Involving Natural Nonliving Organic Matter in Environmental Systems, Wiley, Hoboken.

38. Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A. and Vianello, A. (2002) Physiological effect of humic substances on higher plants. Soil Biology and Biochemistry 34: 1527–1536.

39. Norman, Q., Stephen, L., Clive, A. and Rola, A. (2003) Effect of humic acids drived from cattle, food and paper-waste vermicomposts on growth of greenhouse plants. Pedobiology 47: 741–744.

40. Oki, L.R. and Lieth, J.H. (2004) Effect of changes in substrate salimity on the elongation of *Rosa hybrida* L. 'Kardinal'stems. Scientia Horticulturae 101: 103–119.

41. 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. Acta Horticulturae 491.

42. Panuccio M.R., Muscolo A., and Nardi S. 2001. Effect of humic substances on nitrogen uptake and assimilation in two species of *Pinus*. Journal of Plant Nutrition 24 (4-5): 693-704.

43. Rachid A.F., Bader B.R., and Al-Alawy H.H. 2020. Effect of foliar application of humic acid and Nanocalcium on some growth, production,

مقاله پژوهشی، صفحات: ۱۶۰-۱۴۴ DOR: 20.1001.1.23832592.1402.36.2.2.5

and photosynthetic pigments of cauliflower (*Brassica oleracea* var. botrytis) planted in calcareous soil. Plant Archives 20: 32-37.

44. Ramesh Kumar, S.G. and Yadav, D.S. (2002) Study on N and P requirement of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) cv. Single in hilly soils. Haryana Journal of Horticultural Science Haryana, H: Sar, India 31: 52–54.
45. Saidimoradi, D., Ghaderi, N. and Javadi, T. (2019). Salinity stress mitigation by humic acid application in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). Scientia Horticulturae 256 (15): 108594.
46. Shehata S., Gharib A., Mohamed A.A., El-Mogy M., Abdel Gawad K.f., and Shalaby E.A. 2011. Influence of compost, amino and humic acids on the growth, yield and chemical parameters of strawberries. Journal of Medicinal Plants Research 5 (11): 2304-2308.
47. Turkmen, N., Dursan, A., Turan, M. and Erdinc, C. (2004) Calcium and humic acid affect seed germination, growth and nutrient content of tomato (*Lycopersicon sculentum* L.) seedling under saline soil conditions. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil Plant Science 54 (3): 168–174.
48. Wilson, S.B., Stoffella, P.J. and Graetz, D.A. (2003) Compost amended media and irrigation system influence containerized perennial *Salvia*. Journal of American Society for Horticultural Science 128: 260–268.
49. Yang, Y.X., Ye, Z. and Wong, K. (1993) Response of genotypes to boron application. Plant and Soil 166: 321–324.
50. Youssef, A.A., Mahgoub, M.H. and Talaat, I.M. (2004) Physiological and biochemical aspects of *Matthiola incana* L. plants under the effect of putrescine and kinetin treatments. Egyptian Journal of Applied Science 19 (9B): 492–510.
51. Zandonadi D.B., Canellas L.P., and Facanha A.R. 2007. Indolacetic and humic acids induce lateral root development through a concerted plasmalemma and tonoplast H^+ pumps activation. Planta 225: 1583-1595.
52. Zimmer G. 2004. Humates and humic substances. National Journal Sustainable Agricultural 34 (1): 1-2.

Influence of leaf spraying with humic acid and soilless culture on the growth and flowering of *Fragaria*

Kaviani B.[1*], Karimi F.[1], Hashemabadi D.[1], Safari Motlagh M.R.[2], Ansari M.H.[2] and Pourzarnegar F.[1]

[1]Dept. of Horticultural Science, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, I.R. of Iran

[2] Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, I.R. of Iran

Abstract

Strawberry (*Fragaria* × *ananassa* L. Duch.) from the family Rosaceae is a hybrid species belongs to Fragaria that is cultivating in broad surface all over the world for the use of its fruit. The use of organic fertilizers and soilless ture beds instead of inorganic fertilizers and soil culture has been recommended for increasing the yield of the plants especially agronomic and horticultural species. In the present investigation, four types of cultivation beds; peat + perlite + sand (b_1), cocopeat + perlite + sand (b_2), cocopeat + perlite + sand + composted azolla (b_3), perlite + sand + composted azolla (b_4) and spraying by concentrations of 0, 0.5 and 1.5 mg l^{-1} humic acid were evaluated on function of *Fragaria*. Results showed that the interaction of humic acid and cultivation bed was significant on most traits. Concentration of 1.5 mg l^{-1} humic acid and b_4 cultivation bed had the maximum impact on changing the most measured traits especially increase of fruit function.

Key words: Organic fertilizers, Cultivation bed, Azolla compost, Fruit function and quality