تأثیر کودهای آلی اسیدهیومیک و اسیدآمینه بر رشد میوه‌های گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای برداشت شده در چهار مرحله رشدی

مریم حقیقی[1*] و حجت‌اله نجفی[1]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۲/۴؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۰/۱۹)

چکیده

با توجه به افزایش روزافزون کشت‌های گلخانه‌ای، استفاده از کودهای آلی برای افزایش محصول سالم ضروری به‌نظر می‌رسد. برای بررسی اثر دو نمونه از این کودها بر گوجه‌فرنگی، در آزمایشی فاکتوریل، در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار، شامل دو گلدان در هر تکرار، اسیدهیومیک صفر گرم بر کیلوگرم (Humic0) و اسیدهیومیک یک گرم بر کیلوگرم (Humic1) و اسیدآمینه در سه سطح صفر گرم بر کیلوگرم (Amin0)، یک گرم بر کیلوگرم (Amin1) و دو گرم بر کیلوگرم (Amin2) هر ۱۰ روز کودآبیاری شد. ویژگی‌های میوه در برداشت‌های اول و دوم در مراحل مختلف رشد سبز، نارنجی، صورتی و قرمز بررسی شد. نتایج نشان داد که وزن خشک میوه نسبت به وزن تازه میوه، به ویژه در مراحل سبز و نارنجی، کمتر تحت تأثیر اسیدآمینه و اسیدهیومیک قرار گفت. در مراحل صورتی و قرمز، در برداشت اول، وزن خشک در اسیدآمینه سطوح ۱ و ۲ گرم بر کیلوگرم و در هر دو غلظت اسیدهیومیک، نسبت به شاهد افزایش یافت. اسیدآمینه سطح ۱ و اسیدهیومیک سطح ۱ بیشترین میزان مواد جامد محلول را ایجاد کردند. غلظت فسفر میوه در اسیدهیومیک سطح ۱ و اسیدآمینه سطح ۲ بیشترین مقدار را داشت. غلظت پتاسیم در اسیدآمینه سطوح ۱ و ۲، در هر دو غلظت اسیدهیومیک، نسبت به شاهد افزایش یافت. غلظت نیتروژن در اسیدهیومیک سطح ۱ و اسیدآمینه سطح ۲ افزایش داشت. بنابراین، پیشنهاد می‌شود که در محلول غذایی گوجه‌فرنگی در مرحله میوه‌دهی و برداشت اول، میزان بیشتر یا دفعات بیشتری از این مواد استفاده شود. از آنجایی‌که استفاده از این مواد بر وزن تازه مؤثرتر از وزن خشک است، استفاده از آنها در گوجه‌فرنگی تازه‌خوری، نسبت به گوجه‌فرنگی فرآوری رب، بهتر است.

واژه‌های کلیدی: جذب عناصر غذایی، قطر میوه، کود آلی، محصول آلی

مقدمه

در کودپاشی‌های سنتی، مقداری از موادی که از راه خاک و از طریق سیستم ریشه به گیاه داده می‌شود توسط ذرات خاک تثبیت شده و یا به‌سرعت آبشویی می‌شوند (۷). همچنین، کاربرد کودهای شیمیایی به‌لحاظ آسیب‌های زیست‌محیطی یکی از بحران‌های کشاورزی به‌شمار می‌رود. بدین منظور، در کشاورزی پایدار و آلی، هدف اصلی، به‌کارگیری کودهای زیستی برای افزایش کمّی و کیفی محصولات کشاورزی است.

۱. گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mhaghighi@iut.ac.ir

به‌کارگیری کودهای زیستی به‌دلیل سلامت محصول و تجمع کمتر مواد شیمیایی در اندام‌های گیاهی از اهمیت زیادی برخوردار است (۶).

مواد هیومیک (هیومیک و فولویک اسیدها)، ۶۵-۷۰ درصد مواد آلی خاک را تشکیل می‌دهند و موضوع مهمی برای پژوهش در زمینه‌های مختلف کشاورزی مانند شیمی خاک، حاصلخیزی و فیزیولوژی گیاه و علوم محیطی هستند زیرا این مواد نقش‌های چندگانه‌ای بازی کرده و می‌توانند آثار سودمندی بر رشد گیاه داشته باشند. چندین فرضیه برای بیان تأثیر اسیدهیومیک پیشنهاد شده است که شامل تشکیل کمپلکس بین اسیدهیومیک و یون‌های معدنی، کاتالیز اسیدهیومیک به آنزیم هایی در گیاه، تأثیر اسیدهیومیک در تنفس و فتوسنتز، تحریک متابولیسم اسیدنوکلئیک و فعالیت هورمونی اسیدهیومیک هستند (۱۱).

سیمیرین و ییلماز (۱۱) با بررسی تأثیر اسیدهیومیک و فسفر بر رشد و مقدار عناصر غذایی کاهو نشان دادند که کاربرد اسیدهیومیک موجب بهبود عملکرد کاهو نمی‌شود؛ اما زیست‌فراهمی فسفر را بهبود می‌بخشد. همچنین، اسیدهیومیک، فسفر و برهم‌کنش آنها، مقدار نیتروژن کاهو را افزایش داد. تأثیر اسیدهیومیک به‌صورت محلول‌پاشی برگی و کوددهی خاک بر عملکرد و کیفیت فلفل توسط کاراکورت و همکاران (۱۷) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که اسیدهیومیک بر سفتی بافت، طول و قطر میوه تأثیر نداشت. تدین و همکاران (۱) نشان دادند که کاربرد اسید فولیک و اسیدآمینه حاوی پرولین باعث افزایش قند در انگور شده است. تأثیر سطوح مختلف اسیدهیومیک (۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌لیتر بر لیتر) بر رشد و مقدار عناصر کم‌مصرف و پرمصرف گیاهچه‌های گوجه‌فرنگی و بادمجان در شرایط گلخانه توسط دارسون و همکاران (۱۲) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که بیشترین نسبت رشد ساقه و ریشه در غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌لیتر بر لیتر اسیدهیومیک و بیشترین مقدار عناصر پرمصرف و کم مصرف در غلظت‌های ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌لیتر بر لیتر به‌ترتیب برای گوجه‌فرنگی و بادمجان، در مقایسه با شاهد، به‌دست آمد. تحت تأثیر این تیمار رشد ریشه، مقدار عناصر پرمصرف و کم‌مصرف تعداد گل‌های برداشت‌شده در هر گیاه افزایش یافت. دیوید و همکاران (۱۳) بیان کردند که برگ‌پاشی اسیدهیومیک، رشد گیاهچه‌های گوجه‌فرنگی را بهبود می بخشد. افزودن ۱۲۸۰ میلی‌گرم بر لیتر اسیدهیومیک موجب تجمع آهن، مس، منیزیم، کلسیم، پتاسیم، فسفر، نیتروژن، روی و منگنز در ساقه و کلسیم، نیتروژن، روی، آهن و مس در ریشه‌ها شد.

یکی دیگر از کودهای آلی زیستی به‌زراعی، اسیدهای آمینه است. این نهاده‌های فعال‌کننده و تنظیم‌کننده رشد گیاهی، ترکیبات آلی هستند که به‌صورت طبیعی یا مصنوعی وجود داشته و باعث اصلاح یا کنترل یک یا چند فرایند فیزیولوژیک در درون گیاه می‌شوند (۳ و ۴). امروزه، کاربرد ترکیبات آلی زیستی اسیدآمینه در بهبود رشد گیاهان مورد توجه قرار گرفته است که دلیل این توجه، نقش اساسی اسیدهای آمینه در حیات جانداران است. ارزش استفاده از فراورده‌های زیستی با مجموعه‌ای از اسیدهای آمینه آزاد در این است که به‌دلیل غنای اسیدآمینه‌ای این فراورده‌ها، سلول نیازی به بیوسنتز مجدد این مواد نداشته و انرژی مورد نیاز برای این بیوسنتز در گیاه ذخیره می‌شود. این فراورده‌ها با تأثیر بر روند پروتئین‌سازی در سطوح سنی و با تأثیر بر سوخت‌وساز پایه گیاهی، رشد و تکوین گیاه را منظم کرده و در مراحل مختلف رشد کارایی و کاربرد خاص خود را با کوددهی از طریق خاک و محلول‌پاشی در اختیار گیاه قرار می‌دهند. در واقع، تغذیه برگی اسیدهای آمینه آزاد می‌تواند یک منبع مهم برای سنتز پروتئین باشد (۲۰). به‌طوری که محمود و علیزاده (۸) نشان دادند که محلول‌پاشی اسیدآمینه آزاد در ماشک رقم گل سفید (*Vicia panonica*) در شرایط دیم، در مقایسه با تیمار شاهد (بدون محلول‌پاشی) موجب افزایش عملکرد زیست‌توده خشک شده است چنانچه بیشترین اثربخشی در افزایش عملکرد زیست‌توده خشک مربوط به سال

اول بوده است. همچنین، محلول‌پاشی ترکیبات اسیدآمینه بر عملکرد زیست‌توده خشک و بر درصد نیتروژن، فسفر و پتاسیم ماده خشک ماشک دیم تأثیر مثبت داشت. ونکمپ و کوت (۲۴) در آزمایشی، غلظت اسیدآمینه‌های آزاد و آمیدها را در ذرت مورد بررسی قرار داده و مشاهده کردند که کاربرد مقدار ناچیز اسیدآمینه باعث افزایش اسیدهای آمینه آسپاراتیت، گلوتامیت و آلانین در گیاه شد. همچنین، کاربرد اسیدآمینه پرولین بر اندام‌های زایشی باعث افزایش باروری و متابولیسم و نیز تسریع بلوغ اندام رویشی شد. تجادا و گُنزالس (۲۲) نشان دادند که اسپری اسیدآمینه و اسیدهیومیک باعث افزایش جذب فسفر، نیتروژن و پتاسیم شده و همچنین باعث تولید بیشتر کربوهیدرات‌های محلول در سیستم ریشه‌ای مارچوبه شده است. همچنین، کاربرد اسیدآمینه و فولیک اسید باعث افزایش قند در انگور شده است (۱).

با توجه به اهمیت کشت آلی، جایگزینی کودهای شیمیایی با آلی و تأثیر این کودها در مراحل مختلف رشد، این پژوهش برای بررسی اثر اسیدهیومیک و اسیدهای آمینه طی مراحل رشد میوه گوجه‌فرنگی صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

بذرهای گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum* var. Foria) در بستر کوکوپیت کشت شدند. هنگامی که گیاهان دارای ۴-۵ برگ حقیقی شدند به گلدان‌های ۴ لیتری حاوی خاک در گلخانه‌های پژوهشی دانشگاه صنعتی اصفهان با شرایط محیطی کنترل‌شده شامل میانگین دمای روزانه ۲±۲۵ و دمای شبانه ۲±۱۷ درجه سلسیوس منتقل شدند. این آزمایش بر پایه آزمایش فاکتوریل، در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار، شامل دو گلدان در هر تکرار با غلظت‌های مختلف اسیدهیومیک (حاوی ۶۱/۲ درصد کربن، ۳/۱۳ گرم بر کیلوگرم ماده خشک نیتروژن و ۲/۸۹ گرم در کیلوگرم ماده خشک فسفر) و خریداری‌شده از یک شرکت چینی (Dalian Yano Agriculture Co., Dalian, China) شامل صفر و یک گرم بر کیلوگرم و اسیدآمینه (حاوی ۲۰ نوع اسیدآمینه ضروری خریداری‌شده از شرکت رویای سبز آسپا) در سه سطح (صفر، ۱ و ۲ گرم بر کیلوگرم) طراحی شد. تیمارها، همراه با آب آبیاری، ۱۰ روز پس از انتقال به خاک، به فاصله هر ۱۰ روز، تا مرحله برداشت افزوده شدند. خاک مورد استفاده دارای بافت لوم سیلتی، pH_e برابر ۷/۵، EC_e=۲/۸ dS/m و ۱/۹۲ درصد ماده آلی بود. تعداد میوه در برداشت‌های اول و دوم در مراحل مختلف رشد سبز، نارنجی، صورتی و قرمز شمارش گشته و صفات وزن تازه و خشک، قطر میوه، مواد جامد محلول و سفتی بر طبق مراحل رشد میوه اندازه‌گیری شدند. قطر میوه با کولیس دیجیتال (Mitutoyo Co., Japan)، سفتی بافت میوه توسط فروسنج و مواد جامد محلول (TSS) توسط رفرکتومتر (PAL-1 Brix, Japan) اندازه‌گیری شد (۲۰). سپس، میوه‌ها در آون ۷۰ درجه سلسیوس خشک شدند. وزن تازه و خشک میوه‌ها با ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد. در پایان آزمایش، گیاهان برداشت شده و با استفاده از آب مقطر کاملاً شسته شدند. قسمت هوایی به‌کمک چاقوی تیز از ریشه‌ها جدا شده و سپس طی دو روز در دمای ۷۰ درجه سلسیوس آون خشک شدند. وزن تازه و خشک شاخساره و ریشه به‌کمک ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد. در پایان آزمایش، میزان نیتروژن توسط روش کجلدال (ZDDN-II, China)، فسفر توسط روش اسپکتروفتومتری (Colorimetry) و پتاسیم توسط روش شعله‌سنجی (Flame photometry) در برگ‌ها اندازه‌گیری شد (۱۴).

داده‌ها در نرم‌افزار MS Excel طبقه‌بندی شده و با برنامه آماری Statistix 8 تجزیه آماری شدند و مقایسه میانگین داده‌ها به‌کمک آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد با کاربرد اسیدآمینه، سفتی، وزن تازه میوه صورتی، وزن خشک میوه نارنجی، وزن تازه و خشک میوه و ریشه افزایش یافتند. ولی با کاربرد اسیدآمینه، غلظت پتاسیم برگ کاهش یافت و بر سایر صفات اثر معنی‌داری نداشت

(بنابراین از آوردن داده‌ها به دلیل حجم زیاد داده‌ها خودداری شد). اثر ساده اسیدهیومیک بر هیچیک از صفات معنی‌دار نبود (داده‌ها نشان داده نشده است).

اثر برهم‌کنش اسیدآمینه و اسیدهیومیک بر وزن تازه و خشک میوه

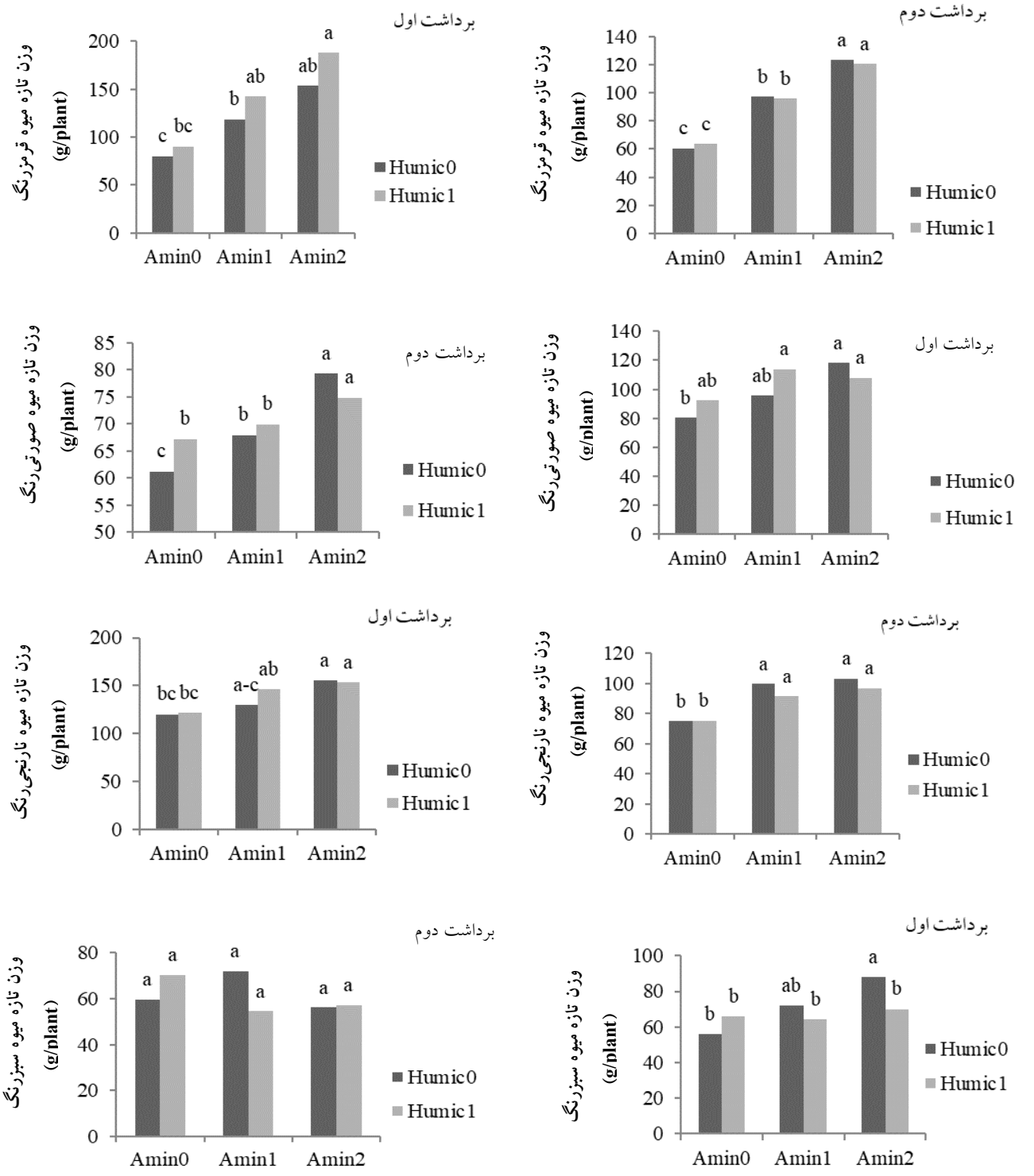
نتایج حاصل از برهم‌کنش اسیدآمینه و اسیدهیومیک بر وزن تازه و خشک میوه طی چهار مرحله رشد میوه (سبز، نارنجی، صورتی و قرمز) در برداشت‌های اول و دوم، به شرح زیر به‌دست آمد. در کلیه مراحل رشد، اسید آمینه سطح ۲ در حضور و عدم حضور اسیدهیومیک باعث افزایش وزن تازه، به‌ویژه در برداشت اول، شده و هرچه به رسیدگی یا مرحله قرمز میوه نزدیک‌تر شد، برهم‌کنش اسیدآمینه سطح ۲ و اسیدهیومیک سطح ۱ افزایش معنی‌دارتری داشت. آثار اسیدهیومیک و اسیدآمینه در برداشت‌های اول و دوم در مرحله سبز تفاوت محسوسی را نشان نداد. حتی در غلظت زیاد اسیدآمینه و اسیدهیومیک، کاهش وزن میوه مشاهده شد. با واردشدن میوه به مرحله نارنجی، اثر این دو ماده افزایش معنی‌داری در هر دو غلظت اسیدآمینه (سطوح ۱ و ۲) و اسیدهیومیک سطح ۱ در هر دو برداشت داشت. این روند افزایش وزن در مرحله صورتی کمی توقف داشت به‌طوری که افزایش وزن در اسیدآمینه سطح ۲ در هر دو غلظت اسیدهیومیک در هر دو زمان برداشت دیده شد و در مرحله رسیدن یا قرمز میوه مجدداً افزایش یافت. به‌طوری که در هر دو غلظت اسیدآمینه سطوح ۱ و ۲ و اسیدهیومیک سطح ۱ در برداشت اول و در هر دو غلظت اسیدهیومیک در برداشت دوم نسبت به تیمار شاهد افزایش وزن دیده شد. مقایسه تغییرات وزن میوه در هر دو برداشت نشان داد که آثار اسیدآمینه و اسیدهیومیک در برداشت اول و در میوه رسیده‌تر به‌نظر بیشتر است (شکل ۱). افزایش وزن تازه، با توجه به داده‌های قطر، به‌نظر می‌رسد به افزایش تقسیم سلولی و قطر در مراحل رشد میوه مرتبط‌تر باشد تا افزایش اندازه سلول‌ها که در مراحل صورتی و قرمز میوه صورت می‌گیرد. بنابراین، با توجه به داده‌های این آزمایش می‌توان بیان کرد که افزایش وزن تازه تحت تأثیر اسیدآمینه ناشی از تحریک تقسیم‌شدن بیشتر سلول‌های میوه و پس از آن افزایش حجم آنها است.

وزن خشک میوه نسبت به وزن تازه میوه، به ویژه در مرحله سبز و نارنجی، کمتر تحت تأثیر اسیدآمینه و اسیدهیومیک قرار گرفت. در مرحله صورتی و قرمز، در برداشت اول، وزن خشک در سطوح ۱ و ۲ اسیدآمینه و در هر دو غلظت اسیدهیومیک نسبت به اسیدآمینه صفر و اسیدهیومیک صفر افزایش داشت. اما در برداشت دوم تنها غلظت زیاد اسیدآمینه، یعنی اسیدآمینه سطح ۲، در حضور و عدم حضور اسیدهیومیک در مرحله قرمز باعث افزایش وزن خشک شد (شکل ۲).

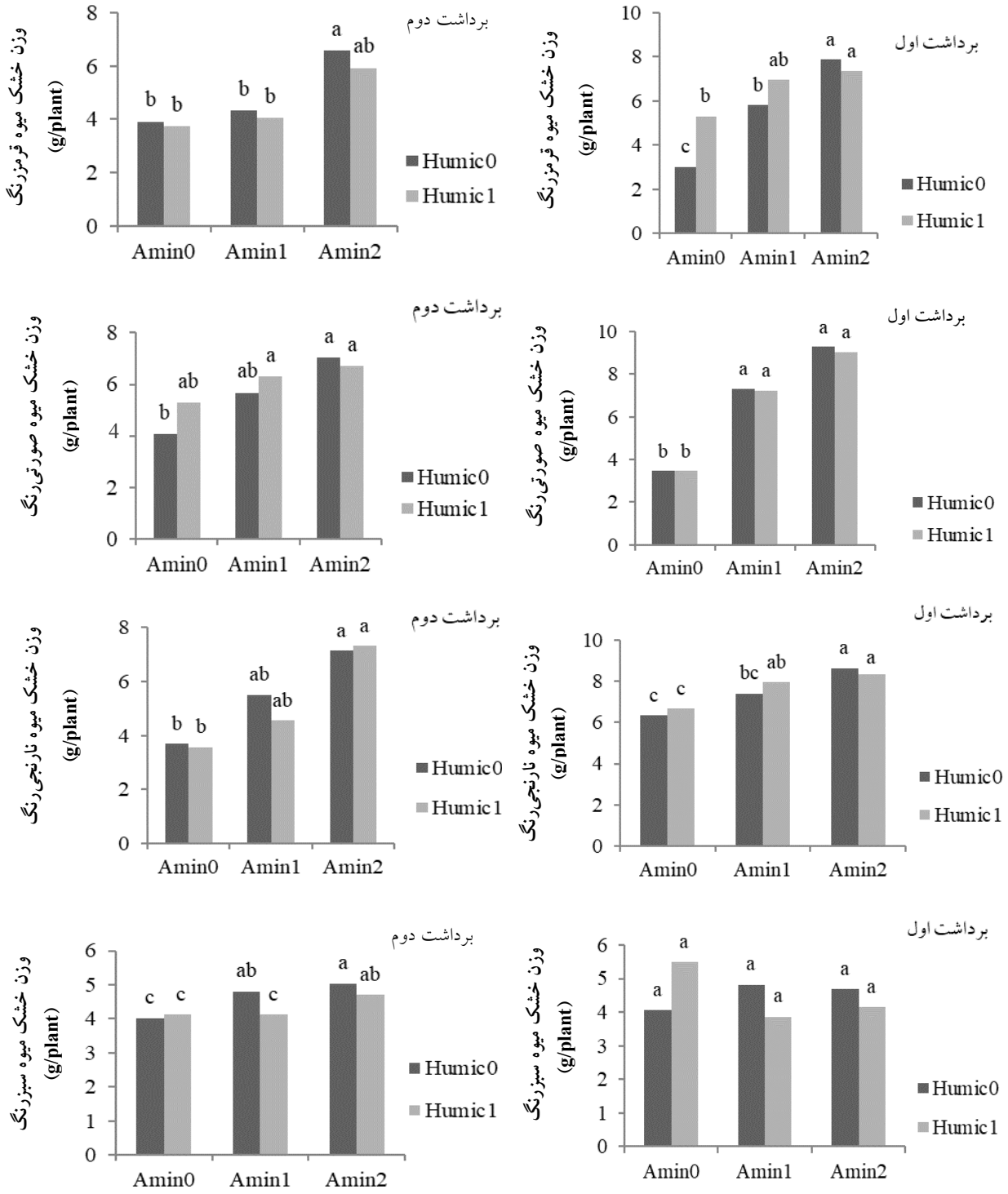
به‌نظر می‌رسد با رسیدگی میوه و به ویژه در برداشت دوم به بعد، به‌دلیل افزایش میوه‌های بوته، همزمان با رشد رویشی میوه غلظت و میزان بیشتری از اسیدهیومیک و اسیدآمینه بر رشد میوه مؤثر است. بنابراین پیشنهاد می‌شود در محلول غذایی گوجه‌فرنگی، در مرحله میوه‌دهی و برداشت اول، میزان بیشتر یا دفعات بیشتری از این مواد استفاده شود. به‌نظر می‌رسد از آنجایی که استفاده از این مواد بر وزن تازه مؤثرتر از وزن خشک است، استفاده از آنها در گوجه‌فرنگی تازه‌خوری نسبت به گوجه‌فرنگی فراوری رب بیشتر قابل توصیه است.

اثر برهم‌کنش اسیدآمینه و اسیدهیومیک بر قطر میوه طی چهار مرحله رشد میوه

نتایج مقایسه میانگین قطر میوه نشان می‌دهد که قطر میوه در برداشت اول و مراحل اول رشد میوه (سبز و نارنجی) بیشتر تحت تأثیر اسیدهیومیک و اسیدآمینه قرار گرفته است. به‌طوری که بیشترین افزایش در مرحله سبز در برداشت اول با افزودن اسیدآمینه سطح ۲ و هر دو غلظت اسیدهیومیک حاصل شد. قطر میوه در مرحله نارنجی توسط اسیدآمینه سطوح ۱ و ۲ در هر دو غلظت اسیدهیومیک افزایش معنی‌داری داشت. روند مشخصی در سایر غلظت‌ها و مراحل دیده نشد. اگرچه افزایش معنی‌دار قطر



شکل ۱. اثر برهم‌کنش اسیدآمینه و اسیدهیومیک بر وزن تازه میوه در چهار مرحله در برداشت‌های اول و دوم (Amin0 شاهد، Amin1 یک گرم در کیلوگرم و Amin2 دو گرم در کیلوگرم اسیدآمینه، Humic0 شاهد و Humic1 یک گرم در کیلوگرم اسیدهیومیک). ستون‌هایی که در یک حرف متفاوت هستند دارای تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ بر اساس آزمون LSD هستند.



شکل ۲. اثر برهم‌کنش اسیدآمینه و اسیدهیومیک بر وزن خشک میوه در چهار مرحله در برداشت‌های اول و دوم. (Amin0 شاهد، Amin1 یک گرم در کیلوگرم و Amin2 دو گرم در کیلوگرم اسیدآمینه، Humic0 شاهد و Humic1 یک گرم در کیلوگرم اسیدهیومیک). ستون‌هایی که در یک حرف متفاوت هستند دارای تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ بر اساس آزمون LSD هستند.

میوه در تیمار اسیدآمینه سطح ۱، اسیدهیومیک سطح ۱ در مرحله صورتی، اسیدآمینه سطح ۲ و اسیدهیومیک سطح ۱ در مرحله قرمز مشاهده شد (شکل ۳).

به‌طور کلی، کاربرد اسیدآمینه، همراه با اسیدهیومیک، باعث بهبود قطر در مرحله رشد سبز، نارنجی و صورتی در سال اول شده است. دلیل این افزایش قطر را می‌توان به نقش اسیدهای آمینه به‌عنوان منبع نیتروژن و نقش نیتروژن در رشد و تقسیم سلولی و همچنین نقش تنظیم‌کننده رشد اسیدهای آمینه و ویژگی‌های شبه‌هورمونی اسیدهیومیک اشاره کرد. این افزایش قطر را می‌توان به نقش اسیدآمینه در بهبود رشد و تقسیم سلولی (۱۶) نسبت داد. نتایج آزمایش حاضر نشان داد که بهبود قطر میوه گوجه‌فرنگی Foria در این آزمایش با نتایج تجادا و گنزالس (۲۲) هم‌خوانی دارد. آنها بیان کردند که هومیک اسید و اسیدآمینه در بهبود ویژگی‌های کیفی سبزی‌ها، از جمله قطر، اثر مثبت دارد.

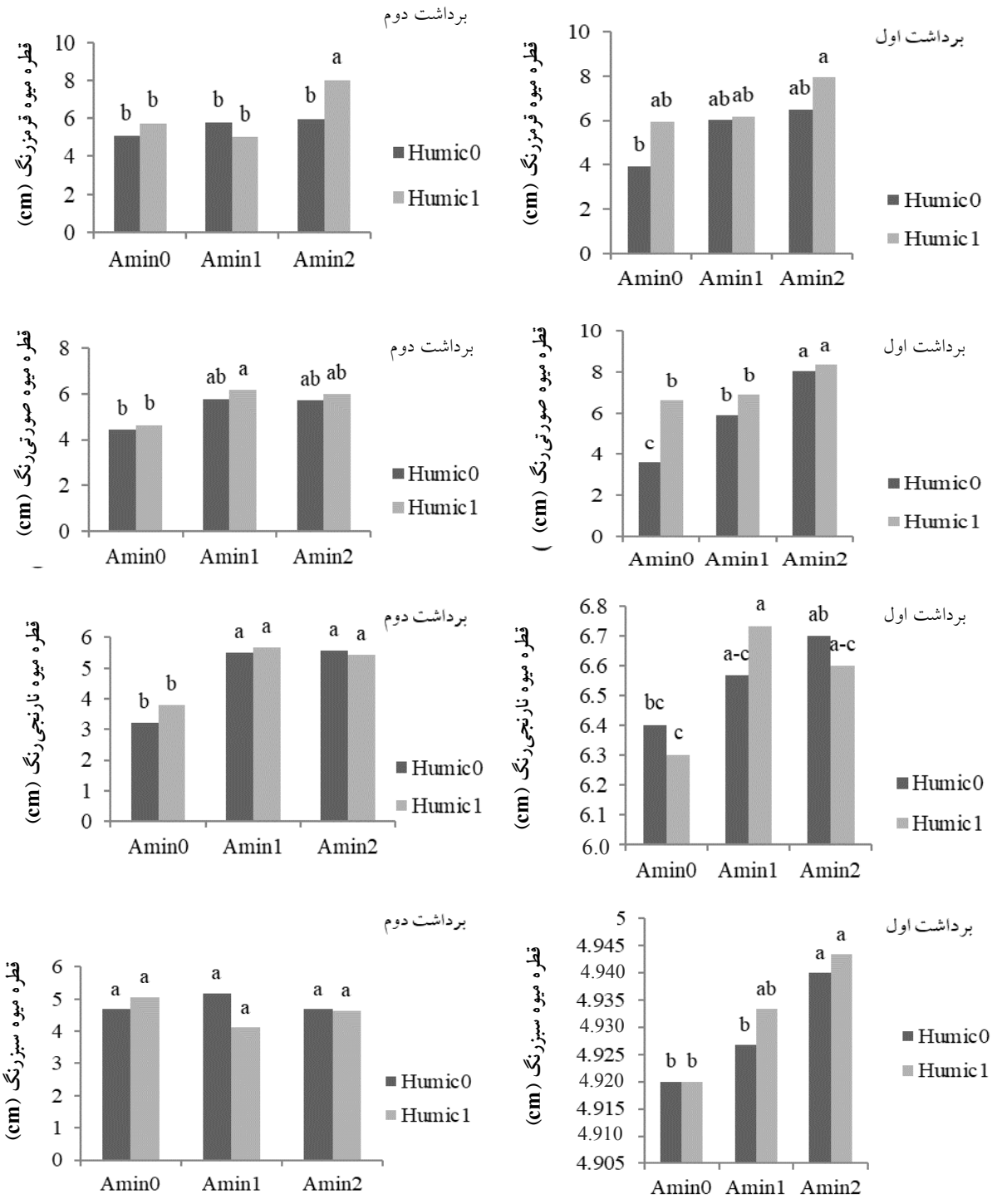
نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج کاراکورت و همکاران (۱۷) هم‌خوانی داشت که نشان دادند اسیدهیومیک بر سفتی بافت، طول و قطر میوه تأثیر ندارد. همچنین، کمری شاهملکی و همکاران (۷) نشان دادند که کاربرد ۲ میلی‌گرم در کیلوگرم از اسیدهیومیک باعث افزایش سفتی و قطر میوه گوجه‌فرنگی رقم آیزابلا نسبت به شاهد شده است که با نتایج قطر میوه در مراحل صورتی و قرمز در این آزمایش هم‌خوانی دارد. با توجه به نقش مؤثر اسیدهیومیک در بهبود حاصل‌خیزی خاک و افزایش فراهمی عناصر غذایی برای گیاهان و در نتیجه بر رشد و عملکرد و نفوذپذیری بیشتر غشا (۹) انتظار می‌رود که باعث بهبود کیفیت و عملکرد میوه شود. احتمال دارد در استفاده بیشتر، به‌ویژه از مرحله میوه‌دهی به بعد، اثر خود را بهتر نشان دهد. به‌طوری که کاراکورت و همکاران (۱۷) نشان دادند که مؤثر واقع‌نشدن اسیدهیومیک بر قطر میوه به‌علت گونه‌های مختلف، نوع کشت (سنتی یا ارگانیک)، شرایط آب و هوایی و منبع اسیدهیومیک است.

از آنجایی که نیتروژن به فرم اسیدآمینه مانع از سمّیت آمونیاکی می‌شود و همچنین نیتروژن در رشد، تقسیم سلولی و اسیدآمینه به‌عنوان پیش‌ساخت بیوسنتز هورمون‌ها نقش دارد، کاربرد اسیدآمینه باعث بهبود قطر میوه گوجه‌فرنگی رقم Foria شده است. پژوهش‌ها نشان داده که اسیدهای آمینه به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم بر فعالیت‌های فیزیولوژیک، رشدونمو گیاه مؤثر واقع می‌شوند و کوددهی با اسیدآمینه در کدو باعث جذب بیشتر نیتروژن شده و افزایش رشد حاصل شده است (۱۶). به‌طور کلی، بهبود قطر میوه در اثر کاربرد اسیدآمینه را می‌توان به جذب بیشتر مواد غذایی، از جمله نیتروژن و پتاسیم، ارتباط داد. به‌طوری که گزارش شده پتاسیم در افزایش قطر بادمجان مؤثر بوده است (۱۵). همچنین، از آنجایی که نیتروژن در رشد و تقسیم سلولی نقش داشته، کاربرد اسیدآمینه که منبعی از نیتروژن است می‌تواند در افزایش قطر میوه گوجه‌فرنگی تأثیرگذار باشد. همچنین، از آنجایی که اسیدهای آمینه، از جمله پرولین، در تنظیم اسمزی نقش داشته، باعث افزایش فشار تورژسانس شده و به دیواره سلولی فشار آورده و باعث بزرگ شدن سلول‌ها و به‌دنبال آن افزایش قطر میوه شود (۵).

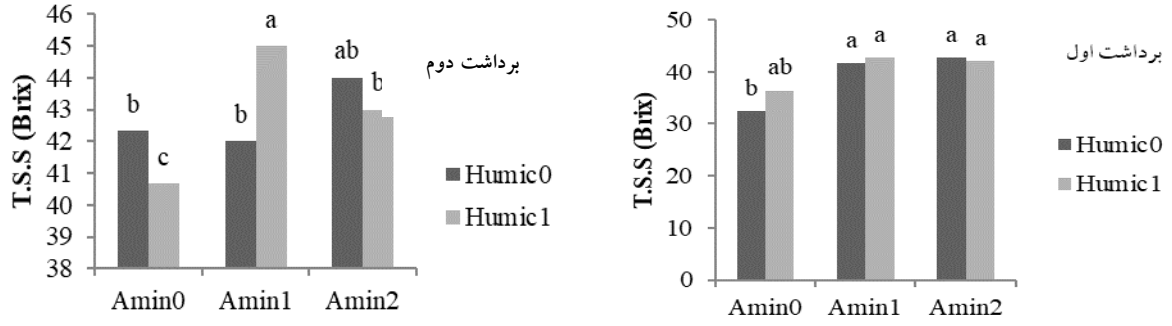
اثر برهم‌کنش اسیدآمینه و اسیدهیومیک بر درصد مواد جامد محلول

اسیدآمینه سطح ۱ و اسیدهیومیک سطح ۱ بیشترین میزان مواد جامد محلول را ایجاد کرده و در برداشت اول اسیدآمینه سطوح ۱ و ۲ در هر دو غلظت اسیدهیومیک باعث افزایش مواد جامد محلول شد. میزان مواد جامد محلول تحت تأثیر برهم‌کنش اسیدآمینه سطوح ۱ و ۲ و هر دو غلظت هومیک اسید تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۴).

به‌طور کلی، کاربرد اسیدهیومیک همراه با اسیدآمینه نسبت به شاهد باعث افزایش مواد جامد محلول در میوه گوجه‌فرنگی در برداشت‌های اول و دوم شده است. با این تفاوت که بیشترین مواد جامد محلول در برداشت اول حاصل شده است. علت این اختلاف را می‌توان به دسترسی بیشتر به ذخایر کربوهیدرات در برداشت اول و رقابت کمتر میوه‌ها با هم و بخش‌های رویشی و



شکل ۳. اثر برهم‌کنش اسیدآمینه و اسیدهیومیک بر قطر میوه در چهار مرحله در برداشت‌های اول و دوم. (Amin0 شاهد، Amin1 یک گرم در کیلوگرم و Amin2 دو گرم در کیلوگرم اسیدآمینه، Humic0 شاهد و Humic1 یک گرم در کیلوگرم اسیدهیومیک). ستون‌هایی که در یک حرف متفاوت هستند دارای تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ بر اساس آزمون LSD هستند.



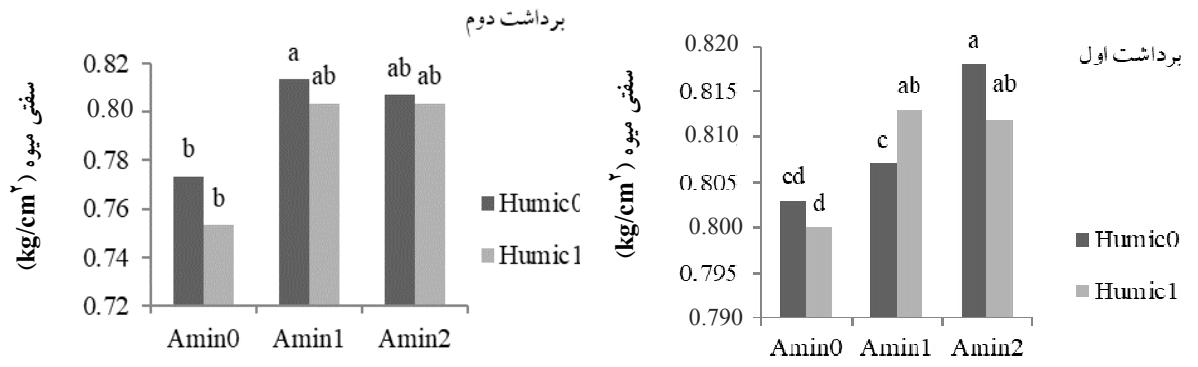
شکل ۴. اثر برهم‌کنش اسیدآمینه و اسیدهیومیک بر مواد جامد محلول میوه در برداشت‌های اول و دوم (Amin0 شاهد، Amin1 یک گرم در کیلوگرم و Amin2 دو گرم در کیلوگرم اسیدآمینه، Humic0 شاهد و Humic1 یک گرم در کیلوگرم اسیدهیومیک). ستون‌هایی که در یک حرف متفاوت هستند دارای تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ بر اساس آزمون LSD هستند.

زایشی نسبت داد. همچنین، با توجه به جنبه و هدف از کاربرد هر یک از این تیمارها این بهبود در درصد مواد جامد محلول به‌دست آمده است. از طرفی، کاربرد اسیدهای آمینه که به‌عنوان منبع نیتروژن به‌کار برده می‌شود در افزایش مواد جامد محلول نقش به‌سزایی داشته است. به‌عبارتی، این ترکیبات به‌طور غیرمستقیم با افزایش جذب فسفر، که در رسیدن و افزایش قند به‌واسطه غیرفعال‌شدن آنزیم‌های سنتز نشاسته و افزایش فتوسنتز خالص دارد (۵)، باعث افزایش درصد مواد جامد محلول شده است. به‌طور کلی، با افزایش غلظت اسیدآمینه، میزان سفتی افزایش یافت که با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت. کاربرد اسیدآمینه با غلظت زیاد باعث جذب نیتروژن بیشتر و به‌دنبال آن اسیدهای آمینه فنیل‌آلانین و تیروزین، که پیش‌ساز ساخت لیگنین هستند، افزایش یافته است و به‌دنبال آن موجب سفتی بافت می‌شود (۵). بنابراین، ممکن است سفتی بافت به این دلیل باشد. همچنین، نتایج نشان داده که کاربرد اسیدآمینه باعث افزایش معنی‌دار درصد مواد جامد محلول در برداشت‌های اول و دوم شده است. در حقیقت، دسترسی گیاه به مواد غذایی (نیتروژن) بیشتر شده و به‌دنبال آن فتوسنتز بیشتر و تولید کربوهیدرات زیادتر شده است. در نتیجه، بافت میوه سفت‌تر خواهد شد. همچنین، افزایش مواد جامد محلول را می توان به‌طور غیرمستقیم به جذب بیشتر عنصر فسفر با اعمال اسیدآمینه مربوط دانست. به‌طوری که فاتن و همکاران (۱۶) نشان دادند که محلول‌پاشی با اسیدآمینه باعث افزایش جذب فسفر در کدو شده است. زمانی که میزان فسفر در سیتوپلاسم تا سطح یک میلی‌مولار افزایش یابد، شدت فتوسنتز خالص افزایش می‌یابد. از طرف دیگر، نشاسته کاهش خواهد یافت چون زمانی که فسفر وارد سیتوپلاسم می‌شود آنزیم‌هایی که در ساخت نشاسته دخالت دارند جلوی فعالیت آنها گرفته می‌شود و در نتیجه میزان قند افزایش می‌یابد (۵).

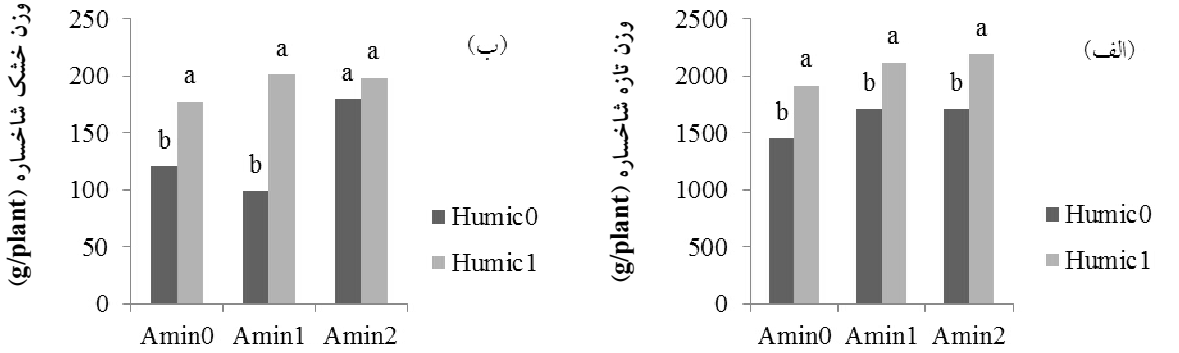
اثر برهم‌کنش اسیدآمینه و اسیدهیومیک بر سفتی میوه

به‌طور کلی، کاربرد اسیدآمینه و اسیدهیومیک باعث افزایش سفتی میوه گوجه‌فرنگی، به‌ویژه در برداشت اول شده است (شکل ۵).

کاربرد هر یک از این ترکیبات به مؤثر واقع‌شدن نقش هر یک مرتبط است. به‌طوری که گزارش شده، در اثر کاربرد اسیدهیومیک جذب عناصر غذایی، از جمله نیتروژن (۱۱ و ۱۹) بهبود یافته است، زیرا اسیدهای آمینه به‌عنوان منبع نیتروژن محسوب می‌شوند (۱۰). همچنین، محلول‌پاشی اسیدهای آمینه باعث افزایش جذب نیتروژن در کدو شده است (۱۶). افزایش لیگنین باعث افزایش سفتی میوه گوجه‌فرنگی شده است. این افزایش سفتی با غلظت مناسب اسیدهیومیک ۳۰ میلی‌لیتر در لیتر در خاک، در میوه خیار هماهنگی دارد. ولی با اثر اسیدهیومیک



شکل ۵. اثر برهم‌کنش اسیدآمینه و اسیدهیومیک بر سفتی میوه در برداشت‌های اول و دوم (Amin0 شاهد، Amin1 یک گرم در کیلوگرم و Amin2 دو گرم در کیلوگرم اسیدآمینه، Humic0 شاهد و Humic1 یک گرم در کیلوگرم اسیدهیومیک). ستون‌هایی که در یک حرف متفاوت هستند دارای تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ بر اساس آزمون LSD هستند.



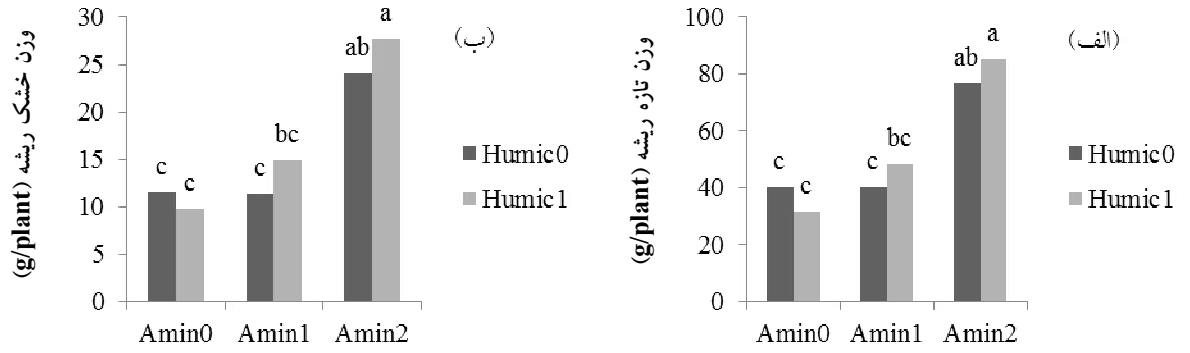
شکل ۶. اثر برهم‌کنش اسیدآمینه و اسیدهیومیک بر: الف) وزن تازه شاخساره و ب) وزن خشک شاخساره در برداشت دوم. (Amin0 شاهد، Amin1 یک گرم در کیلوگرم و Amin2 دو گرم در کیلوگرم اسیدآمینه، Humic0 شاهد و Humic1 یک گرم در کیلوگرم اسیدهیومیک). ستون‌هایی که در یک حرف متفاوت هستند دارای تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ بر اساس آزمون LSD هستند.

بر سفتی بافت فلفل که تفاوت معنی‌داری نداشت هم‌خوانی نداشت (۱۷). بنابراین، به‌نظر می‌رسد اثرگذاری اسیدهیومیک بر سفتی علاوه بر اینکه به نوع گیاه مرتبط است به غلظت و مرحله‌ای که گیاه در آن است نیز مرتبط باشد.

اثر برهم‌کنش اسیدآمینه و اسیدهیومیک بر وزن تازه و خشک شاخساره

نتایج حاصل از برهم‌کنش اسیدآمینه و اسیدهیومیک بر وزن تازه و خشک شاخساره گوجه‌فرنگی نشان داد که وزن تازه و خشک شاخساره در هر دو برداشت تحت تأثیر اسیدهیومیک بیشتر از اسیدآمینه افزایش یافت (شکل ۶).

به‌طور کلی، کاربرد اسیدهیومیک و اسیدآمینه در بهبود وزن خشک و تازه شاخساره گوجه‌فرنگی در برداشت اول نسبت به برداشت دوم تأثیر مثبت داشته است (شکل ۶). به‌طوری که در اثر کاربرد این دو ترکیب با یکدیگر افزایش در وزن تازه و خشک بیشتر مشاهده شده است. این نتایج با یافته‌های دورسون و همکاران (۱۲) هم‌خوانی داشت که نشان دادند کاربرد اسیدهیومیک با غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌لیتر در لیتر به‌ترتیب سبب افزایش وزن شاخساره در گوجه‌فرنگی و بادمجان شده است. همچنین، افزایش رشد در گیاهچه‌های گوجه‌فرنگی (۱۳) و



شکل ۷. اثر برهم‌کنش اسیدآمینه و اسیدهیومیک بر: الف) وزن تازه ریشه و ب) وزن خشک ریشه در برداشت دوم (Amin0 شاهد، Amin1 یک گرم در کیلوگرم و Amin2 دو گرم در کیلوگرم اسیدآمینه، Humic0 شاهد و Humic1 یک گرم در کیلوگرم اسیدهیومیک). ستون‌هایی که در یک حرف متفاوت هستند دارای تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ بر اساس آزمون LSD هستند.

نقش اسیدهای آمینه در فیزیولوژی رشد، توسعه و تسریع رشد رویشی گیاهان (۲۴) توجیه‌کننده افزایش وزن گوجه‌فرنگی است.

اثر برهم‌کنش اسیدآمینه و اسیدهیومیک بر وزن تازه و خشک ریشه

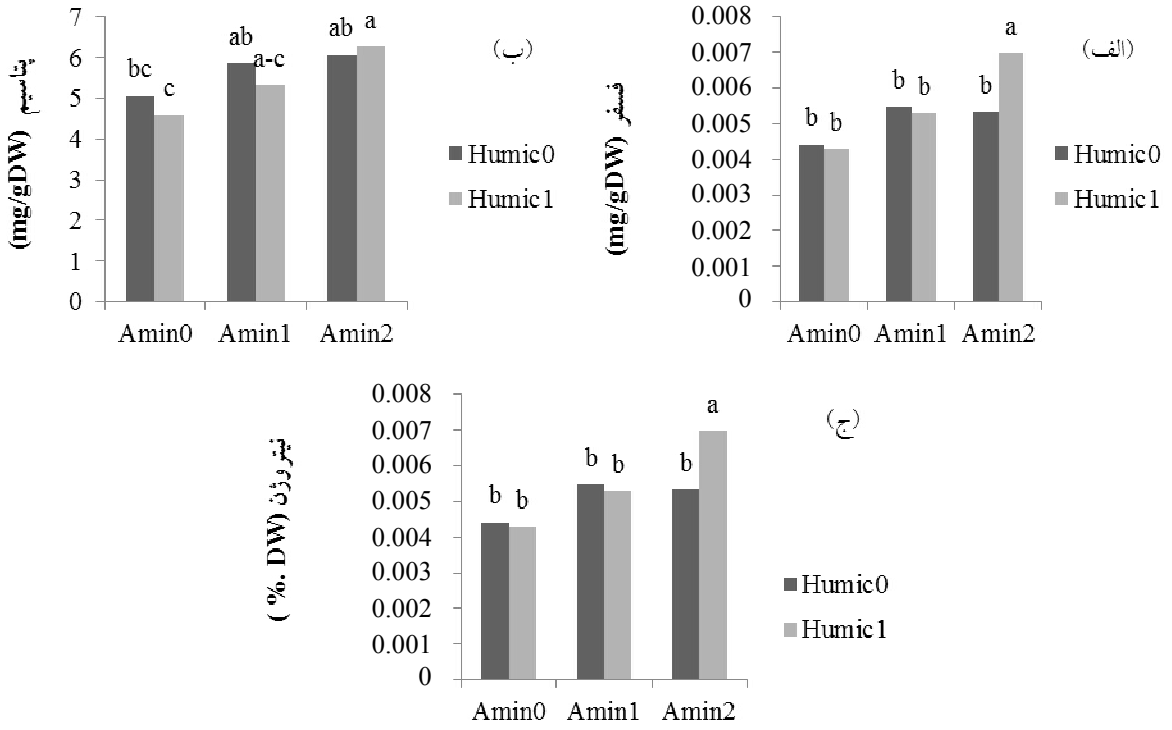
وزن تازه و خشک ریشه روندی کاملاً مشابه از برداشت‌های اول و دوم داشت و در هر دو غلظت اسیدآمینه و در هر دو غلظت اسیدهیومیک بیشترین مقدار را نشان داد (شکل ۷).

به‌طور کلی، کاربرد اسیدهیومیک همراه با اسیدهای آمینه باعث افزایش وزن خشک ریشه شد. تأثیر اسید هیومیک در تحریک رشد ریشه بیشتر به‌دلیل دسترسی بیشتر به عناصر غذایی (۱۹) است. همچنین، تأثیر اسیدهیومیک بر رشد گیاه ممکن است به‌علت افزایش کل وزن خشک گیاه و یا افزایش کارایی مصرف کود باشد (۲). به‌طوری که نادری و همکاران (۱۸) گزارش دادند که اسیدهیومیک در شرایط گلخانه‌ای و مزرعه‌ای باعث بهبود رشد گیاه از طریق افزایش طول ریشه و یا افزایش وزن تازه و خشک ساقه و ریشه می‌شود. درحالی که گزارش شده که کاربرد اسیدهیومیک باعث افزایش وزن تازه و خشک ریشه و شاخساره گوجه‌فرنگی در شرایط گلخانه شده است (۲۳) که با نتایج این پژوهش هم‌خوانی داشت. این نتایج با یافته‌های دورسون و همکاران (۱۲) که نشان دادند اسیدهیومیک باعث افزایش وزن تازه و خشک ریشه در گوجه‌فرنگی و بادمجان شده است، هم‌خوانی داشت. همچنین، افزودن این ماده آلی به خاک باعث افزایش ریشه‌های جانبی و سهولت جذب عناصر پرمصرف و کم‌مصرف می‌شود.

اثر برهم‌کنش اسیدآمینه و اسیدهیومیک بر جذب یون‌های پتاسیم، فسفر و نیتروژن

غلظت فسفر در تیمارهای اسیدهیومیک سطح ۱ و اسیدآمینه سطح ۲ بیشترین مقدار را داشت. غلظت پتاسیم در اسیدآمینه سطوح ۱ و ۲ در هر دو غلظت اسیدهیومیک نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری داشت. غلظت نیتروژن در اسیدهیومیک سطح ۱ و اسیدآمینه سطح ۲ افزایش یافت (شکل ۸).

به‌طور کلی، کاربرد ترکیبات اسیدهیومیک و اسیدهای آمینه باعث تغییرات جزیی در افزایش جذب عناصر غذایی، از جمله نیتروژن، فسفر و پتاسیم، شده است. در کودپاشی سنتی، مقداری از موادی که از راه خاک و سیستم ریشه به گیاه داده می‌شود توسط ذرات خاک تثبیت شده و یا به‌سرعت آبشویی می‌شوند. درحالی که گزارش شده که کاربرد اسیدهیومیک باعث افزایش وزن تازه و خشک ریشه و شاخساره گوجه‌فرنگی در شرایط گلخانه شده است (۲۳) که با نتایج این پژوهش هم‌خوانی



شکل ۸. اثر برهم‌کنش اسیدآمینه و اسیدهیومیک بر: الف) فسفر، ب) پتاسیم و ج) نیتروژن میوه در برداشت دوم (Amin0 شاهد، Amin1 یک گرم در کیلوگرم و Amin2 دو گرم در کیلوگرم اسیدآمینه، Humic0 شاهد و Humic1 یک گرم در کیلوگرم اسیدهیومیک). ستون‌هایی که در یک حرف متفاوت هستند دارای تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ بر اساس آزمون LSD هستند.

داشت. پژوهش‌ها نشان داده که مواد اسیدهیومیک به‌صورت غیرمستقیم از طریق فراهم‌آوردن عناصر معدنی و اغلب نیتروژن، فسفر و پتاسیم و همچنین عناصر کم‌مصرف برای ریشه، بهبود ساختمان خاک و در نتیجه افزایش نفوذپذیری بستر به آب و هوا، افزایش جمعیت میکروبی خاک، از جمله ریزجانداران مفید، افزایش تبادل کاتیونی و توانایی بافرکردن اسیدیته بستر یا محلول غذایی باعث افزایش حاصلخیزی خاک می‌شوند (۲۱). اثر مثبت اسیدهیومیک با غلظت به‌کار برده شده آن ارتباط دارد (۲۳). این نتایج با یافته‌های دورسون و همکاران (۱۲) که نشان دادند اسیدهیومیک باعث افزایش وزن تازه و خشک ریشه در گوجه‌فرنگی و بادمجان شده است، هم‌خوانی دارد. نیکبخت و همکاران (۱۹) گزارش داده‌اند که اسیدهیومیک سبب تحریک رشد بیشتر ریشه می‌شود. بنابراین، اگر در این پژوهش، سطوح تیماری اسیدهیومیک بیشتر می‌بود بهتر می‌شد اثر آن بر رشد و جذب عناصر غذایی را بررسی کرد. همچنین، علت مؤثر واقع‌نشدن اسیدهیومیک را می‌توان طبق اظهارات کاراکورت و همکاران (۱۷) به نوع گونه گیاهی، نوع کشت (سنتی یا ارگانیک)، منبع اسیدهیومیک و شرایط آب و هوایی اشاره کرد. پژوهش‌ها نشان داده که با افزایش نیتروژن به فرم آلی (اسیدآمینه) و دسترسی بیشتر ریشه به مواد غذایی، رشد و تقسیم سلولی افزایش یافته است. همچنین ونکمپ و کوت (۲۴) نشان دادند که کاربرد اسید آمینه پرولین باعث تسریع اندام رویشی در ذرت شده است. محمودی و علیزاده (۸) عنوان داشتند که با محلول‌پاشی اسید آمینه آزاد در ماشک رقم گل سفید در شرایط دیم در مقایسه با تیمار شاهد (بدون محلول‌پاشی) موجب افزایش عملکرد زیست‌توده خشک شده است. چنانچه بیشترین اثربخشی در افزایش عملکرد زیست‌توده خشک مربوط در سال اول حاصل شده است که با نتایج

آزمایش حاضر هم‌خوانی داشت. نتایج آزمایش حاضر نیز نشان داد که با افزایش غلظت اسیدآمینه، جذب یون پتاسیم نسبت به شاهد افزایش یافته است. گزارش‌شده است که کاربرد اسیدآمینه باعث افزایش هدایت مزوفیلی در گیاه پسته شده است. همچنین، پتاسیم در افزایش فشار اسمزی، بازشدن روزنه‌ها، افزایش هدایت مزوفیلی، فتوسنتز بیشتر و عملکرد بهتر نقش دارد. با توجه به نتایج سایر پژوهشگران، به‌نظر می‌رسد که کاربرد تیمار اسیدآمینه‌ای به‌علاوه سه عنصر ضروری نیتروژن، فسفر و پتاسیم با تأثیر مثبت بر عملکرد گیاه می‌توانند باعث کاهش مقاومت روزنه‌ای (افزایش هدایت روزنه‌ای) در پسته شوند (۲).

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی، کاربرد اسیدآمینه همراه با اسیدهیومیک باعث بهبود بسیاری از صفات رشد و فیزیولوژیک گوجه‌فرنگی شد. به‌نظر می‌رسد که استفاده از این مواد آلی با میوه‌دهی و رسیدن میوه باید افزایش یابد تا آثار مثبت نشان دهد زیرا بیشترین اثر مثبت در برداشت اول و در مرحله رشد نارنجی و صورتی دیده شد.

منابع مورد استفاده

۱. تدین، م. س.، غ. معافپوریان، و ن. مفتون آزاد. ۱۳۹۳. بررسی اثر ترکیبات آمینواسیدی، فولویک اسید و استروئیدی در انگور دیم خلیلی. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع غذایی) ۲۸(۴): ۵۲۴-۵۳۴.

۲. راهداری، پ.، ا. مظفری، و ب. پناهی. ۱۳۹۱. بررسی اثر محلول‌پاشی اسیدآمینه‌های آزاد بر برخی ویژگی‌های کیفی و کمی پسته. مجله زیست‌شناسی ایران ۲۵(۴): ۶۰۶-۶۱۶.

۳. سماوات، س. و م. ملکوتی. ۱۳۸۱. ضرورت تولید و استفاده اسیدهای آلی برای افزایش کیفیت و کمیت محصولات کشاورزی. انتشارات سنا، تهران، ۵۲ صفحه.

۴. صالح راستین، ن. ۱۳۷۷. کودهای بیولوژیک. مجله علمی پژوهشی خاک و آب، ویژه‌نامه کودهای بیولوژیک ۱۲(۳): ۱۷-۲۶.

۵. کافی، م.، ا. برزویی، م. صالحی، م. کمندی، ع. معصومی و ج. نباتی. ۱۳۸۸. فیزیولوژی تنش‌های محیطی در گیاهان. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۵۰۲ صفحه.

۶. کوچکی، ع.، م. جامی‌الاحمدی، ب. کامکار و ع. مهدی دامغانی. ۱۳۸۰. اصول بوم‌شناسی کشاورزی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۴۷۱ صفحه.

۷. کمری شاهملکی، س.، غ. پیوست و م. قاسم نژاد. ۱۳۹۱. تأثیر اسید هیومیک بر صفات رویشی و عملکرد گوجه‌فرنگی رقم آیزبلا. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع غذایی) ۲۶(۴): ۳۵۸-۳۶۳.

۸. محمودی، ح. و خ. علیزاده. ۱۳۹۳. تأثیر کاربرد اسیدهای آمینه آزاد بر عملکرد کمی و کیفی ماشک گل سفید (*Vicia panonica*) در شرایط دیم. نشریه زراعت دیم ایران ۲(۲): ۱۱۵-۱۲۶.

9. Arancon, N.Q., C.A. Edwards, S. Lee and R. Byrne. 2006. Effects of humic acids from vermicomposts on plant growth. Eur. J. Soil Biol. 42: S65–S69.
10. Al-Said, M.A. and A.M. Kamal. 2008. Effect of folair spray with folic acid and some amino acids on flowering yield and quality of sweet pepper. J. Agric. Sci. Mansoura Univ. 33(10): 7403–7412.
11. Cimrin, M.K. and I. Yilmaz. 2005. Humic acid application to lettuce do not improve yield but do improve phosphorus availability. Acta Agric. Scand., Sec. B- Plant Soil Sci. 55(1): 58–63.
12. Dursun, A., I. Guver and M. Turan. 1999. Macro and micro nutrient contents of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) and eggplant (*Solanum melongena* var. Esculentum) seedlings and their effects on seedling growth in relation to humic acid application. PP. 229–232. *In:* Anac, D. and P. Martin-Prevel (Eds.), Improved Crop Quality by Nutrient Management, Developments in Plant and Soil Sciences, Vol. 86, Springer, Dordrecht.

13. David, P.P., P.V. Nelson and D.C. Sanders. 1994. A humic acid improves growth of tomato seedling in solution culture. J. Plant. Nutr. 17(1): 173–184.
14. Estan, M.T., M.M. Martinez-Rodriguez, F. Perez-Alfocea and T.J.M.C. Boalrin. 2005. Grafting raises the salt tolerance of tomato through limiting the transport of sodium and chloride to the shoot. J. Exp. Bot. 56: 703–712.
15. Fawzy, Z.F., M.A. El-Nemr and S.A. Saleh. 2007. Influence of levels and methods of potassium fertilizer application on growth and yield of eggplant. J. Appl. Sci. Res. 3(1): 42–49.
16. Faten, S., A.M. Ashaheen, A.A. Ahmed and A.R. Mahmoud. 2010. Effect of foliar application of amino acids as antioxidants on growth, yield and characteristics of squash. Res. J. Agric. Biol. Sci. 6(5): 583–588.
17. Karakurt, Y., H. Unlu, H. Unlu and H. Padem. 2009. The influence of foliar and soil fertilization of humic acid on yield and quality of pepper. Acta Agric. Scand., Sec. B- Soil Plant Sci. 59(3): 233–237.
18. Nardi, S., D. Pizzeghello, A. Muscolo and A. Vianello. 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. Soil Biol. Biochem. 34: 1527–1536.
19. Nikbakht, A., M. Kafi, M. Babalar, Y. Ping Xia, A. Luo and N. Etemadi. 2008. Effect of humic acid on plant growth, nutrient uptake, and postharvest life of gerbera. J. Plant Nutr. 31(12): 2155–2167.
20. Raeisi, M., L. Farahani and M. Palashi. 2014. Changes of qualitative and quantitative properties of radish (*Raphanus sativus* L.) under foliar spraying through amino acid. Int. J. Biosci. 4(1): 463–468.
21. Sharif, M., R.A. Khattak and M.S. Sarir. 2002. Effect of different levels of lignitic coal drived humic acid on growth of maize plants. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 33(19820): 3567–3580.
22. Tejada, M. and J.L. Gonzalez. 2003. Influence of foliar fertilization with amino acids and humic acids on productivity and quality of asparagus. Biol. Agric. Hort. 7(21): 277–291.
23. Turkmen, O., A. Dursun, M. Turan and C. Erdinc. 2004. Calcium and humic acid affect seed germination, growth, and nutrient content of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) seedlings under saline soil conditions. Acta Agric. Scand., Sec. B- Soil Plant Sci. 54(3): 168–174.
24. Venecamp, J.H. and J.T.M. Koot. 1988. Alterations of free amide and amino acid contents during the development of maize plants (*Zea mays* L.). Ann. Bot. 62: 589–596.

The Effect of Humic Acid and Amino Acid Organic Fertilizers on Growth of Greenhouse Tomato Fruits Harvested at Four Growth Stages

M. Haghighi[1]* and H. Najafi[1]

(Received: 24 April 2018; Accepted: 9 January 2019)

Abstract

Due to ever increasing greenhouse cultures, using organic fertilizers for enhancing healthy products is necessary. To investigate the effect of two types of these fertilizers on tomato, in a factorial experiment, based on completely randomized design with 3 replications, with 2 pots in each replication, 0 g/kg humic acid (Humic0) and 1 g/kg (Humic1) and amino acid at 3 levels of 0 g/kg (Amin0), 1 g/kg (Amin1) and 2 g/kg (Amin2), were fertigated once every 10-day. Fruit characteristics at first and second harvests in green, orange, pink and red phases were studied. Results showed that fruit dry weight was less affected by humic acid and amino acid than fruit fresh weight, especially in green and orange phases. In pink and red phases, in the first harvest, fruit dry weight was increased with amino1 and amino2, in both concentrations of humic acid, as compared with control. Amin1 and humic1 had the highest total soluble solids. Fruit phosphorus concentration in humic1 and amin2 was the highest. Potassium concentrations in amino1 and amino2 in both humic acid concentrations were higher than control. Nitrogen concentration in humic1 and amin2 was increased. Therefore, it is recommended that greater amount of these fertilizers or more application times, be used in nutrient solution of tomato at fruit ripening stage and first harvest. Since using these fertilizers is more effective on fresh weight than on dry weight, it is recommended to use them for fresh tomato consumption than for processing tomato for paste.

Keywords: Nutrient uptake, Fruit diameter, Organic fertilizer, Organic product.

1. Dept. of Hort., College of Agric., Isfahan Univ. of Technol., Isfahan, Iran.
* Corresponding Author, Email: mhaghighi@iut.ac.ir