

اثر سالیسیک اسید و هیومیک اسید بر خصوصیات کمی و کیفی گوجه فرنگی رقم گلدی

مهذخت حبیبی شرف آباد^۱، مهدی حسینی فرهی^{۲*} و سید کرامت دیدگاه^۳

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۱/۱۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۳/۱۷)

چکیده

به منظور بررسی تأثیر سالیسیک اسید و هیومیک اسید بر ویژگی های رویشی و خصوصیات کمی و کیفی گوجه فرنگی رقم گلدی، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار در گلخانه ای تجاری واقع در یاسوج انجام گرفت. فاکتور اول، سالیسیک اسید در چهار غلظت (صفر، ۳۰۰، ۶۰۰ و ۹۰۰ میلی گرم در لیتر) و فاکتور دوم، هیومیک اسید در چهار غلظت (صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ گرم در لیتر) بود. نتایج نشان داد که کاربرد سالیسیک اسید و هیومیک اسید تأثیر معنی داری بر صفات کمی و کیفی گوجه فرنگی رقم گلدی دارد. بیشترین تعداد گل (۴۴/۱۷ عدد) و میوه (۲۱/۲ عدد) در گیاهان تیمار شده با ۶۰۰ میلی گرم در لیتر سالیسیک اسید به همراه ۱۵ گرم در لیتر هیومیک اسید و کمترین تعداد گل (۲۷/۹ عدد) و میوه (۱۳ عدد) در گیاهان تیمار نشده به دست آمد. بیشترین میزان عملکرد بوته گوجه فرنگی (۲۵۸۳ گرم) در گیاهان تیمار شده با ۶۰۰ میلی گرم در لیتر سالیسیک اسید به همراه ۱۵ گرم در لیتر هیومیک اسید، در مقایسه با عملکرد بوته گیاهان تیمار نشده (۱۷۹۹ گرم)، به دست آمد. کاربرد سالیسیک اسید و هیومیک اسید باعث افزایش میزان مواد جامد محلول و اسیدیته کل گردید. بیشترین میزان ویتامین ث آب میوه گوجه فرنگی (۱۱/۶۰ میلی گرم در ۱۰۰ میلی لیتر آب میوه) در گیاهان تیمار شده با ۶۰۰ میلی گرم در لیتر سالیسیک اسید به همراه ۱۰ گرم در لیتر هیومیک اسید، در مقایسه با گیاهان تیمار نشده (۷/۲۶ میلی گرم در ۱۰۰ میلی لیتر آب میوه)، به دست آمد. به طور کلی، کاربرد ۶۰۰ میلی گرم در لیتر سالیسیک اسید به همراه مصرف ۱۰ تا ۱۵ گرم در لیتر هیومیک اسید، به منظور بهبود خصوصیات کمی و کیفی گوجه فرنگی رقم گلدی، در کشت گلخانه ای پیشنهاد می گردد.

کلمات کلیدی: عملکرد بوته، کلروفیل، ویتامین ث

مقدمه

می باشد (۲۹ و ۵۳). گوجه فرنگی در اکثر کشورهای دنیا، بجز مناطق بسیار سرد، کشت می شود و همواره رسیدن به حداکثر تولید کمی و کیفی در واحد سطح از جمله اهداف اصلی کشت و کار این محصول اقتصادی بوده است (۳۹).

گوجه فرنگی (*Lycopersicon esculentum* Mill) گیاهی چندساله، متعلق به خانواده بادنجانیان، می باشد که سرشار از ترکیبات آنتی اکسیدانی، لیکوپن، پلی فنول ها و ویتامین ث

۱. گروه زراعت، واحد یاسوج، دانشگاه آزاد اسلامی، یاسوج، ایران.

۲. باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد یاسوج، دانشگاه آزاد اسلامی، یاسوج، ایران.

۳. گروه زراعت، دانشگاه فردوسی مشهد

*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: m.h.farahi@iauyasooj.ac.ir

هیومیک اسید توسط کاظمی و همکاران (۴۶) گزارش شده است. افزایش وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی، میزان کلروفیل، قند محلول و افزایش جذب عناصر فسفر، کلسیم، منگنز، مس و آهن در گیاه نعنای فلفلی در سیستم آکوپونیک با کاربرد کود نانوفرتایل حاوی ۶۰٪ هیومیک اسید توسط روستا و همکاران (۱۲) گزارش شده است. همچنین، افزایش تعداد میوه و میزان عملکرد گوجه‌فرنگی با محلول‌پاشی هیومیک اسید توسط کمری شاهملکی و همکاران (۲۱) گزارش شده است.

سالیلیک اسید یکی از تنظیم‌کننده‌های رشد درونی و فنولیک‌های طبیعی در گیاهان است که در فرایندهای زیادی در گیاه شامل جوانه زدن بذر، بسته شدن روزنه‌ها، جذب و انتقال یون‌ها، نفوذپذیری غشا، سرعت فتوسنتز و رشد اثر دارد (۶۶). سالیلیک اسید باعث تحریک گل‌دهی در بسیاری از گیاهان می‌شود (۵۵). سالیلیک اسید نقش مهمی در تنظیم رشد و نمو گیاه دارد و مکانیسم دفاعی گیاه در برابر تنش‌های زنده و غیرزنده را ایجاد می‌کند (۷۱). این مکانیسم از طریق فعال‌سازی مسیرهای بیوشیمیایی متفاوتی از جمله بازدارندگی کاتالاز H_2O_2 ، جذب مواد غذایی، عملکرد غشا، جمع‌آوری تعادل آب و فعالیت روزنه‌ها و تعادلی که بین شرایط اسمزی گیاه و مکانیسم‌های آنتی‌اکسیدانی آن به وجود می‌آید باعث مقاومت در برابر شرایط شوری و افزایش رشد می‌گردد (۳۴).

افزایش ویتامین ث و درجه بریکس با کاربرد سالیلیک اسید در گوجه‌فرنگی توسط اسفندیاری و همکاران (۲) و در کلم براکلی توسط جواهری و همکاران (۴۲) گزارش شده است. در پژوهشی، محلول‌پاشی سالیلیک اسید روی گیاه بابونه کبیر باعث افزایش ارتفاع گیاه، ارتفاع ساقه گل‌دهنده، تعداد پاجوش‌ها، تعداد گل، قطر گل، سطح برگ، میزان کلروفیل، وزن تر و خشک گیاه و همچنین اسانس گردید (۲۶). مارتین-مکس و همکاران (۵۵) گزارش کردند که محلول‌پاشی برگی سالیلیک اسید در گیاه بنفشه آفریقایی باعث افزایش تعداد گل می‌شود. سالیلیک اسید از طریق افزایش سنتز پروتئین و ظهور باندهای ایزوزایم جدید باعث القا و افزایش

گزینش راهکار مناسب برای مدیریت بهینه تغذیه گیاه جهت افزایش کمیت و کیفیت محصول اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. افزایش مواد تغذیه‌ای به محیط کشت گیاه سبب جذب بیشتر کربن توسط گیاه می‌شود و با تحریک گیاه از طریق دسترسی به نور بیشتر به دلیل افزایش میزان فتوسنتز، افزایش رشد گیاه را فراهم می‌کند (۵۹). مواد هیومیک، مانند هیومیک اسید و فولویک اسید، شامل طیف وسیعی از ترکیبات آلی و معدنی گوناگون نظیر اسیدهای آمینه، پپتیدها، فنول‌ها، آلدئیدها و اسیدهای نوکلئیک پیوند شده با انواع کاتیون‌ها می‌باشند که استفاده از آن‌ها در بسترهای کشت و محلول‌های غذایی نقش مؤثری در بهبود رشد و نمو گیاهان دارد (۷۰). استفاده از هیومیک اسید باعث رشد اندام هوایی می‌شود که دلیل آن افزایش جذب عناصری مانند نیتروژن، کلسیم، فسفر، پتاسیم، منگنز، آهن، روی و مس است (۴۰). هیومیک اسید دارای آثار متعددی، از جمله ارتقای خواص فیزیکی و شیمیایی خاک، افزایش نفوذپذیری و ظرفیت نگهداری آب در خاک، کمپلکس کردن یون‌های فلزی، افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی، افزایش جذب عناصر غذایی و افزایش مقاومت گیاه به خشکی می‌باشد و به‌طور مستقیم و غیرمستقیم می‌تواند بر رشد گیاه مؤثر باشد (۴۰ و ۵۴). هیومیک اسید جذب نیتروژن، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و فسفر را توسط گیاه افزایش می‌دهد. کاربرد هیومیک اسید در بهبود کلروز گیاهان در خاک‌های قلیایی و آهنکی، که معمولاً کمبود آهن قابل جذب و مواد آلی دارند، مؤثر می‌باشد (۱۵).

در پژوهشی، کاربرد کود آلی هیومیک اسید در محیط ریشه لوبیا چشم بلبلی باعث افزایش وزن خشک برگ، ساقه و وزن خشک کل گیاه گردید (۳۱). در پژوهش دیگری، کاربرد کود آلی هیومیک اسید روی توت‌فرنگی باعث افزایش مواد فتوسنتزی و بالا رفتن درصد مواد جامد محلول شده است (۶۰). کاربرد ۱/۵ کیلوگرم در هکتار هیومیک اسید باعث بیشترین افزایش در وزن خشک میوه و برگ، عملکرد نهایی و درصد مواد جامد محلول گوجه‌فرنگی نسبت به شاهد شد (۱۹). افزایش ویتامین ث در گیاه گوجه‌فرنگی با کاربرد

جدول ۱. نتایج تجزیه فیزیکوشیمیایی نمونه خاک گلخانه محل آزمایش

کربن آلی (%)	مواد خنثی شونده (%)	پ.هاش	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	درصد اشباع (%)	بافت خاک	عمق خاک (سانتی‌متر)
۰/۴	۲۳	۸	۰/۳	۳۸	سیلتی	۴۰-۰
نیترژن کل (%)	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)	فسفر قابل جذب (mg/kg)	آهن قابل جذب (mg/kg)	منگنز قابل جذب (mg/kg)	مس قابل جذب (mg/kg)	روی قابل جذب (mg/kg)
۰/۰۴	۲۵۰	۸	۸/۴	۴/۶	۱/۴۶	۰/۴۶

آزمایش با سیستم قطره‌ای انجام گرفت. آبیاری نوبت اول بلافاصله بعد از کشت و آبیاری‌های دوم و سوم به فاصله یک روز بعد به مدت یک ساعت صورت گرفت و آبیاری‌های بعد متناوب با رشد نشاها، یک روز در میان تا چهار روز در میان، صورت گرفت. در مرحله ۷-۸ برگی، بوته‌ها به صورت عمودی روی نخ هدایت گردیدند. دمای گلخانه در طول آزمایش در روز ۲۵-۳۲ و در شب ۱۸-۲۴ درجه سلسیوس بود.

طرح آزمایشی و تیمارها

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتور اول، سالیلیک اسید در چهار غلظت (صفر، ۳۰۰، ۶۰۰ و ۹۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و فاکتور دوم هیومیک اسید در چهار غلظت (صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ گرم در لیتر) بود. برای جذب بهتر سالیلیک اسید، چند قطره توین ۲۰ (مویان) نیز به محلول اضافه شد. محلول‌پاشی توسط آب‌پاش دستی انجام گرفت و به منظور جلوگیری از پاشش محلول روی بوته‌های کناری در زمان محلول‌پاشی، از کارتن‌پلاست در اطراف بوته‌ها استفاده گردید. محلول‌پاشی در دو نوبت انجام گرفت: نوبت اول ۳۰ روز بعد از کشت، یعنی قبل از گل‌دهی، و نوبت دو هفته قبل از تغییر رنگ و رسیدن گوجه‌فرنگی انجام گرفت.

محلول هیومیک اسید با نام هیومی فرست (Humi first)، ساخت شرکت آذرین گستر باستان حاوی ۷۵٪ هیومیک اسید، ۱۰٪ فولویک اسید و ۱۰٪ پتاسیم (K_2O) به صورت مصرف

تعداد جوانه گل می‌شود (۵۱). میزان تأثیرگذاری این هورمون بستگی به میزان غلظت هورمون به کار رفته، نوع گونه گیاهی، دوره رشد و شرایط محیطی دارد (۳۶). سالیلیک اسید از طریق افزایش فتوسنتز، باعث افزایش وزن خشک، شاخساره، ریشه و زیست‌توده می‌شود (۳۰). بنابراین، با توجه به نقش مثبت سالیلیک اسید و هیومیک اسید در رشد رویشی و زایشی گیاهان، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر این مواد بر بهبود رشد رویشی و زایشی گوجه‌فرنگی رقم گل‌دی در کشت گلخانه‌ای انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۳ در یک گلخانه تجاری پرورش گوجه‌فرنگی، واقع در فرودگاه یاسوج (عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۳۹ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۵ دقیقه شرقی و ارتفاع از سطح دریا ۱۸۷۰ متر) انجام گرفت. قبل از کشت نشاها در زمین اصلی، برای اندازه‌گیری پارامترهای فیزیکی و شیمیایی، از خاک گلخانه (عمق ۰-۴۰ سانتی‌متری) نمونه برداری و تجزیه گردید که نتایج آن در جدول ۱ نشان داده شده است.

رقم گوجه‌فرنگی مورد آزمایش، رقم گل‌دی بود که نشاء آن از شرکت پاکان بذر اصفهان خریداری شد. در مرداد ماه، با شروع دوره کاشت گوجه‌فرنگی در گلخانه مذکور، کاشت نشاها صورت گرفت و برداشت محصول تا آذرماه به طول انجامید. نشاها روی ردیف‌هایی به عرض ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها ۴۰ سانتی‌متر کشت شدند. آبیاری در گلخانه مورد

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج ارائه شده در جدول ۲ نشان می‌دهد که کاربرد سالیسیلیک اسید و هیومیک اسید تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع گیاه گوجه‌فرنگی دارد. نتایج ارائه شده در شکل ۱ نشان می‌دهد که بیشترین ارتفاع بوته (۲۴۴/۳ سانتی‌متر) در گیاهان تیمار شده با ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر سالیسیلیک اسید و ۱۰ گرم در لیتر هیومیک اسید، در مقایسه با گیاهان تیمار نشده (۱۷۷/۳۳ سانتی‌متر) به دست آمد. کاظمی و همکاران (۴۶) نیز در آزمایشی، با اعمال تیمار هیومیک اسید در گوجه‌فرنگی، افزایش ارتفاع گیاه را نسبت به تیمار شاهد گزارش دادند. مواد هیومیک، ضمن بهبود خواص فیزیکی خاک و بهبود رشد ریشه، باعث تعدیل در جذب عناصر غذایی شده و با فعالیت شبه‌هورمونی، مقاومت گیاه را به تنش شوری ارتقا بخشیده و پارامترهای رشدی را بهبود می‌دهند (۲۷). عسگری و همکاران (۲۰) گزارش کردند که مصرف هیومیک اسید در نعنای فلفلی، میانگین ارتفاع را ۴۶/۲۳ سانتی‌متر افزایش داد و نسبت به تیمار بدون هیومیک، افزایش معنی‌داری نشان داد. تأثیر مثبت کودهای آلی اسید هیومیک و کمپوست بر ارتفاع، وزن خشک کل اندام هوایی، تعداد ساقه فرعی و جذب آهن، منگنز، روی و مس در گیاه ریحان توسط سیدجمالی و همکاران (۱۷) گزارش شده است. هیومیک اسید از طریق گسترش سیستم ریشه، افزایش نفوذپذیری غشای سلول، افزایش ظرفیت جذب عناصر غذایی در ریشه و در نهایت بهبود انتقال و جذب عناصر غذایی باعث افزایش جذب عناصر غذایی و غلظت آن در اندام‌های هوایی گیاه می‌گردد (۶۷). مکانیزم اثر هیومیک اسید عمدتاً تشکیل کمپلکس بین هیومیک اسید و یون‌های معدنی، تأثیر در تنفس و فتوسنتز، تحریک متابولیسم اسید نوکلئیک و فعالیت شبه‌هورمونی آن می‌باشد (۷۴). نتایج پژوهش شاهسون مارکده و چمنی (۱۸) نشان داد که هیومیک اسید در برخی از زمان‌های رشد گیاه می‌تواند شاخص‌های رشدی گل شب‌بوی بنفش را بهبود بخشد. اثرهای مثبت هیومیک اسید بر افزایش رشد

خاکی در اختیار ریشه گیاهان قرار داده شد. کود مورد استفاده در طول دوره رشد بوته‌ها شامل عناصر پرمصرف (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) هر ۱۰-۱۵ روز یک‌بار، به مقدار ۴-۶ کیلوگرم در ۱۰۰۰ متر مربع، محلول‌پاشی کلسیم هر ۱۵ روز یک‌بار و عناصر کم‌مصرف (آهن، روی، منگنز و بور) هر ۱۵-۲۰ روز یک‌بار، هم به صورت خاکی و هم محلول‌پاشی، در اختیار گیاهان قرار گرفت. هرس شاخ و برگ‌های اضافی ۲-۳ مرتبه در طول فصل رشد انجام شد و در طول دوره رشد، عملیات داشت مثل هرس، سمپاشی، آبیاری و تغذیه گیاهان طبق عرف گلخانه انجام گرفت. برداشت میوه با دست و در مرحله بیش از دو سوم تغییر رنگ میوه‌ها انجام شد.

صفات مورد اندازه‌گیری

ارتفاع بوته توسط خط‌کش، تعداد برگ، تعداد خوشه گل، تعداد گل، تعداد میوه، وزن تک میوه توسط ترازوی دیجیتال، عملکرد تک بوته طی چند مرحله و در یک دوره سه‌ماهه از کاشت تا برداشت با جمع کردن وزن میوه‌های برداشت شده، تعیین شد. شاخص سبزی‌نگی برگ با دستگاه کلروفیل‌متر دستی (مدل SPAD 520- Minolta, Japan) اندازه‌گیری گردید. درصد مواد جامد محلول با استفاده از قندسنج (Refractometer) دستی (مدل Abe model Atago, NAR-3T, Japan) به صورت درجه بریکس قرائت و محاسبه شد. برای اندازه‌گیری ویتامین ث از روش تیتراسیون با محلول دی‌کلرواندوفنل استفاده شد و به صورت میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر بیان گردید (۵۶). برای اندازه‌گیری اسیدیته کل آب میوه، از روش تیتراسیون با سود ۱/۱ نرمال استفاده شد (۲۴).

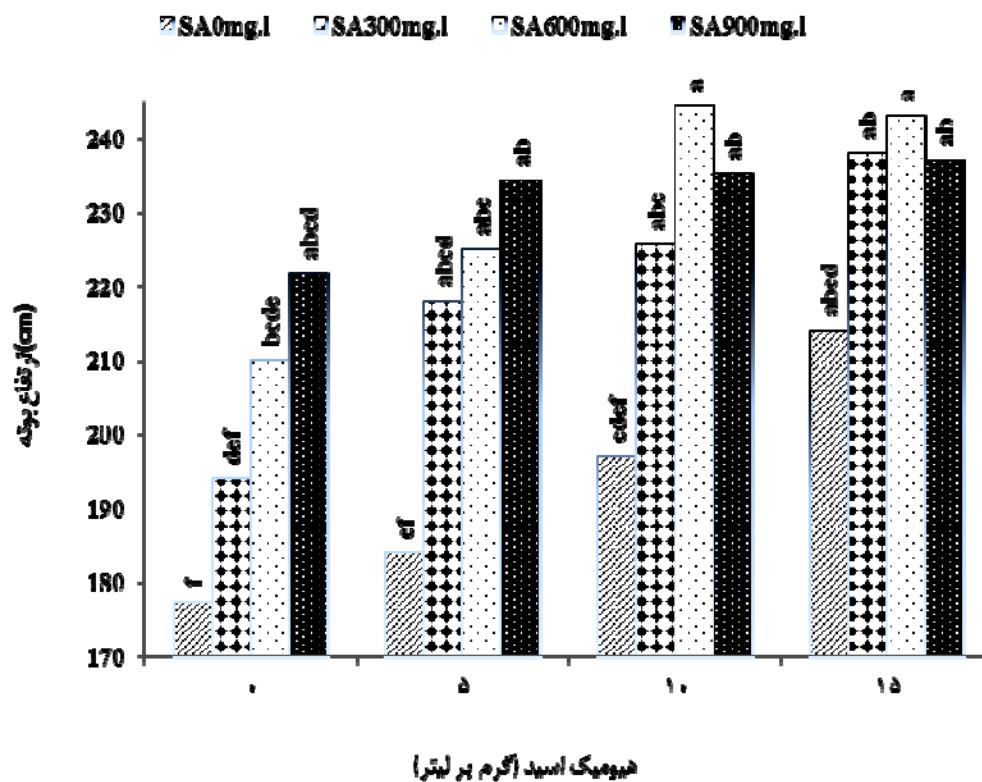
آنالیز آماری

بعد از جمع‌آوری داده‌ها، آنالیز واریانس توسط نرم‌افزار آماری MSTAT-C و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ صورت گرفت. همچنین، برای ترسیم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس اثر سالیسیلیک اسید و هیومیک اسید بر صفات کمی گوجه‌فرنگی رقم گلدی

میانگین مربعات صفات مورد ارزیابی							درجه	منابع تغییرات
وزن تک میوه	عملکرد	تعداد میوه	تعداد گل	تعداد خوشه	تعداد برگ	ارتفاع گیاه	آزادی	
۲۵/۱۹ ^{ns}	۷۰۶۰/۰۸ ^{ns}	۰/۱۲ ^{ns}	۰/۵۲۳ ^{ns}	۰/۰۲ ^{ns}	۱/۵ ^{ns}	۷۶۱ ^{ns}	۲	بلوک
۱۱۲۷/۱۷ ^{**}	۲۱۷۳۸۲/۸۰ ^{**}	۴۷/۵۸ ^{**}	۱۶۰ ^{**}	۳/۸۴ ^{**}	۲/۶ ^{ns}	۳۹۰۶ ^{**}	۳	سالیسیلیک اسید (A)
۱۰۹/۲۸ ^{ns}	۳۲۳۲۷۲/۲۵ ^{**}	۱۷/۳۶ ^{**}	۵۸/۸ ^{**}	۴/۲۵ ^{**}	۲۵/۸۷ ^{**}	۲۳۴۲ ^{**}	۳	هیومیک اسید (B)
۸۲/۴۱ ^{ns}	۶۶۷۲/۸۲ [*]	۳/۱۸ [*]	۱۶/۴ [*]	۰/۲ [*]	۱/۲ ^{ns}	۱۴۰ [*]	۹	A×B
۸۳/۳۹	۲۵۱۹۶/۴۴	۱/۳۷	۵/۸۳	۰/۴	۲/۸۳	۳۴۰	۳۰	خطا
۷/۱۲	۷/۳۴	۶/۹۰	۶/۸۶	۷/۴	۸/۹۷	۸/۴۳		ضریب تغییرات

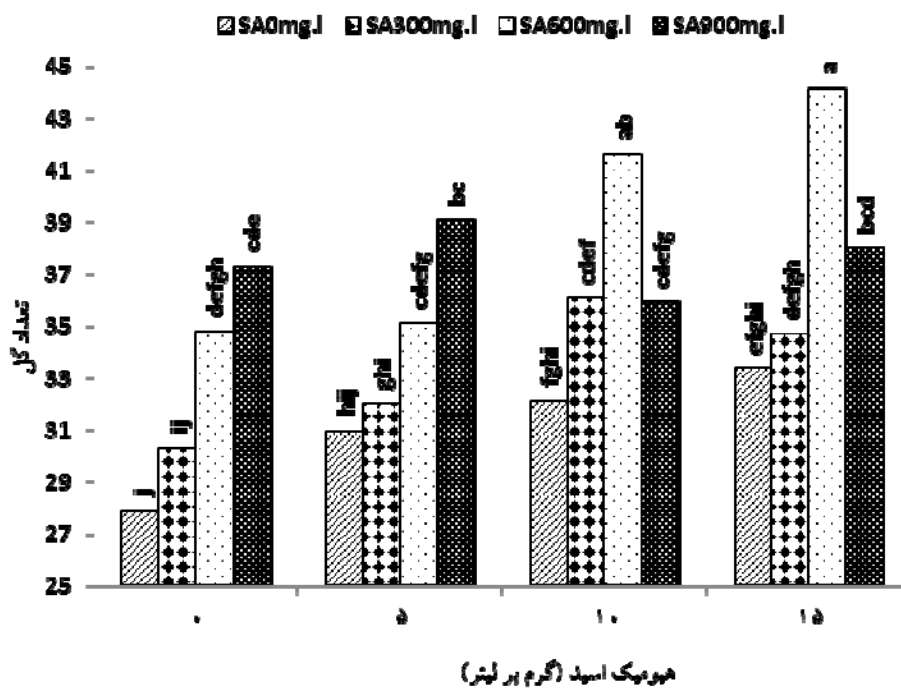
ns و *، ** به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ و بدون اختلاف معنی دار



شکل ۱. برهمکنش سالیسیلیک اسید و هیومیک اسید بر ارتفاع بوته گوجه‌فرنگی رقم گلدی

همچنین سالیسیلیک اسید، فتوسنتز را در سویا و ذرت تحریک می‌کند (۴۷ و ۵۰). در پژوهشی، کاربرد سالیسیلیک

گیاهان مرتعی توسط ورلیندن و همکاران (۷۳) و گیاه بادنجان توسط پادم و همکاران (۶۲) گزارش شده است.



شکل ۲. برهمکنش سالیسیلیک اسید و اسید هیومیک بر تعداد گل در گوجه‌فرنگی رقم گلدی

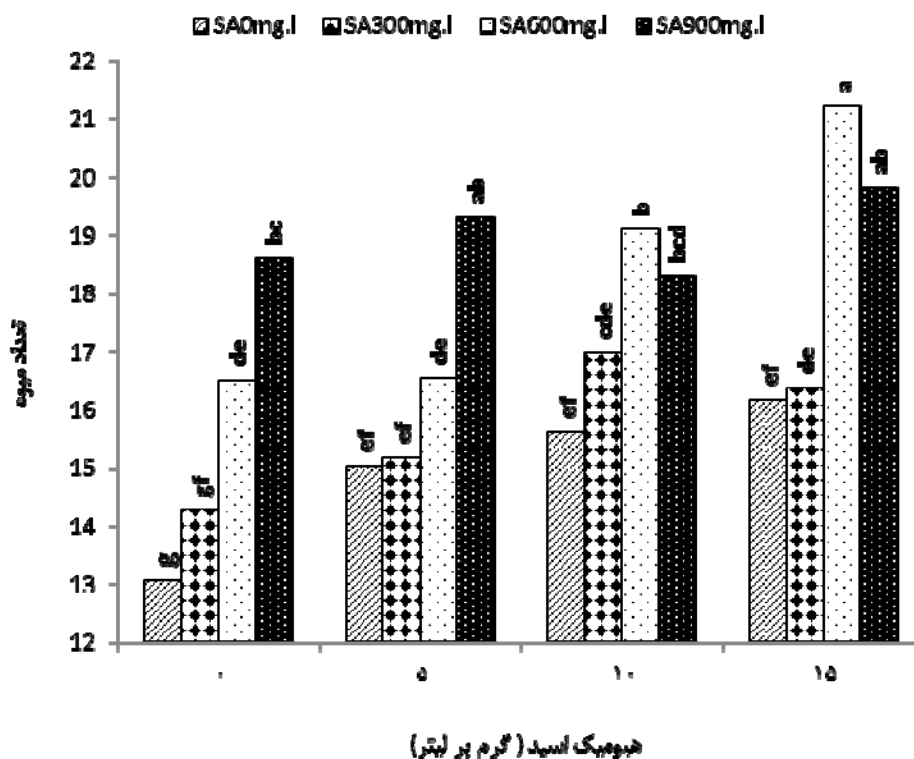
۱۵ گرم در لیتر هیومیک اسید و کمترین تعداد گل و میوه (به ترتیب ۲۷/۹ و ۱۳ عدد) در گیاهان تیمار نشده به‌دست آمد (شکل‌های ۲ و ۳).

کاظمی و همکاران (۴۶) گزارش کردند که با اعمال تیمار هیومیک اسید و کلسیم، تعداد گل در گوجه‌فرنگی افزایش یافت. براساس نتایج آزمایش الهویردی‌زاده و نظری دلجو (۴) روی گل همیشه‌بهار، تعداد گل در بوته در غلظت ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیک اسید، چهار برابر بیشتر از تیمار شاهد بود. در آزمایش مقبلی و آروین (۲۵) آماده‌سازی بذر با محلول‌های اسید سالیسیلیک، متیل جاسمونات و هیومیک اسید در مقایسه با شاهد، تعداد میوه را به ترتیب ۳۰، ۳۵ و ۲۰ درصد افزایش داد. گزارش شده که سالیسیلیک اسید باعث افزایش گل‌دهی در گیاه لمانا (۵۱)، افزایش تعداد گل در بنفشه آفریقایی (۵)، گل رز (۸)، گل بابونه (۱۶) و تسریع گل‌آغازی و افزایش اندازه گل در گیاه گسل استتکانی (۶۵) گردید. همچنین،

اسید سبب افزایش غلظت پتاسیم در طالبی گردید و از آنجا که پتاسیم باز و بسته شدن روزنه‌ها را تنظیم می‌کند ممکن است بر هدایت روزنه‌ای، کاهش تلفات آب، افزایش محتوای نسبی آب برگ و افزایش فتوسنتز تأثیر گذاشته و در نتیجه سبب افزایش رشد اندام‌های گیاه شود (۵۲). افزایش خصوصیات کیفی گل بریده لیلیوم با کاربرد محلول‌پاشی قبل از برداشت اسید هیومیک، اسید سالیسیلیک و کلرید کلسیم توسط مرتضوی و همکاران (۲۲) گزارش شده است.

تعداد گل و میوه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر سطوح سالیسیلیک اسید و هیومیک اسید بر تعداد گل و میوه در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار است (جدول ۲). نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که بیشترین میانگین تعداد گل و میوه (به‌ترتیب ۴۴/۱۷ و ۲۱/۲ عدد) با اعمال تیمار ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر سالیسیلیک اسید و



شکل ۳. برهمکنش سالیسیک اسید و اسید هیومیک بر تعداد میوه گوجه‌فرنگی رقم گلدی

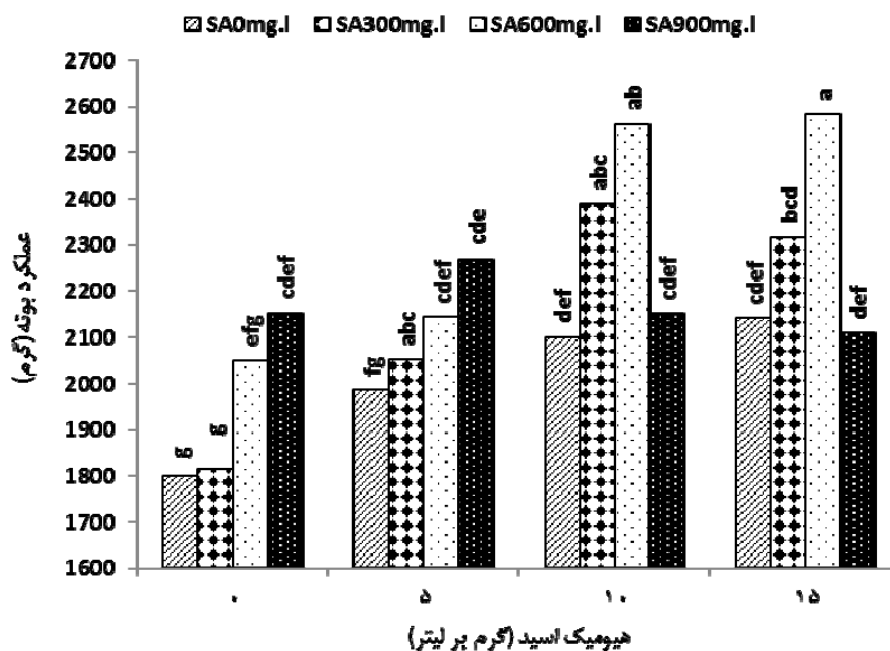
عملکرد بوته

اثر متقابل سطوح مختلف سالیسیک اسید و هیومیک اسید بر میزان عملکرد بوته گوجه‌فرنگی در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری نشان داد (جدول ۲). بیشترین عملکرد بوته گوجه‌فرنگی (۲۵۸۳ گرم) در گیاهان تیمار شده با ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر سالیسیک اسید و ۱۵ گرم در لیتر هیومیک اسید به دست آمد. کمترین عملکرد بوته گوجه‌فرنگی (۱۷۹۹ گرم) در گیاهان تیمار نشده به دست آمد (شکل ۴).

اسید هیومیک اثرهای سودمندی روی خاک و گیاه دارد و با کلات کردن عناصر ضروری سبب افزایش جذب آنها شده و باروری خاک و عملکرد گیاهان را افزایش می‌دهد (۵۴). کود آلی هیومیک اسید از طریق تأمین و فراهمی عناصر کم‌مصرف و پرمصرف و بهبود وضعیت فتوسنتز در گیاه باعث افزایش وزن

افزایش تعداد خوشه در هر گل‌آذین، تعداد گل و میوه و افزایش عملکرد خیار با کاربرد سالیسیک اسید نیز گزارش شده است.

مکانیزم دقیق عمل سالیسیک اسید هنوز مشخص نیست. اما احتمال دارد که سالیسیک اسید همانند اکسین در تنظیم طویل شدن و تقسیم سلول‌ها دخالت داشته باشد (۵۸). نجفیان و همکاران (۲۶) نیز تأثیر مثبت سالیسیک اسید را بر خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه زیتنی - دارویی بابونه کبیر نظیر ارتفاع گیاه، ارتفاع ساقه گل‌دهنده، تعداد گل، قطر گل، میزان کلروفیل و وزن تر و خشک گیاه را گزارش نمودند. ساعدی و همکاران (۱۴) در گیاه نعنا فلفلی و مردانی و همکاران (۲۳) در دانهال خیار، نیز نتایج مشابهی گزارش نموده‌اند.



شکل ۴. برهمکنش سالیسیلیک اسید و هیومیک اسید بر عملکرد بوته گوجه‌فرنگی رقم گلدی

تولید گیاه می‌باشند. از آثار مستقیم و غیرمستقیم مواد هیومیک می‌توان به سنتز پروتئین، فعالیت شبه‌هورمونی گیاه، تحریک فتوسنتز، تغییر فعالیت آنزیم‌ها، حل کردن و جذب عناصر کم‌مصرف و پرمصرف، کاهش سطوح فعال عناصر سمی و افزایش جمعیت میکروبی خاک اشاره کرد. همچنین، مواد هیومیک به عنوان یک جمع‌کننده خوب عناصر سمی معرفی شده‌اند (۶۹). برخی مطالعات گذشته نشان می‌دهد که اسید هیومیک می‌تواند به عنوان یک تنظیم‌کننده رشد جهت تنظیم سطوح هورمون، بهبود رشد گیاه و افزایش مقاومت به تنش‌ها مورد استفاده قرار گیرد (۳۳). افزایش چشم‌گیر عملکرد گوجه‌فرنگی در واحد سطح، با کاربرد هیومیک اسید، توسط رادپور و همکاران (۱۱) گزارش شده است. کاظمی و همکاران (۴۶) گزارش کردند که کاربرد همزمان هیومیک اسید و کلسیم باعث افزایش عملکرد گوجه‌فرنگی شد. هیومیک اسید به طور مستقیم بر تعدادی از مسیرهای رشدی در گیاهان اثر مثبت دارد و جوانه‌زنی، بذر، رشد نشا، تشکیل و رشد ریشه، توسعه شاخه و جذب عناصر پرمصرف (پتاسیم، کلسیم و فسفر) و عناصر

تر و خشک گیاه می‌شود (۳۱). هیومیک اسید با اسیدی کردن خاک سبب تسهیل در انحلال فسفر و پتاسیم گشته و میزان دسترسی به عناصر غذایی را افزایش می‌دهد. افزایش سطح ریشه‌ها و ریزوسفر سبب جذب بهتر برخی عناصر نظیر پتاسیم یا فسفر می‌گردد (۶۴). در پژوهشی، اوزدآمار یونلو و همکاران (۶۱) گزارش نمودند که کاربرد خاکی و برگگی اسید هیومیک باعث افزایش معنی‌دار در میانگین وزن میوه، زودرسی و افزایش کل عملکرد میوه خیار در مقایسه با شاهد گردید. همچنین، عملکرد و کیفیت میوه خیار می‌تواند به‌طور معنی‌داری با کاربرد خاکی و برگگی هیومیک اسید بهبود پیدا کند. اسید هیومیک اثر سودمندی روی خاک و گیاه دارد و با کلات کردن عناصر ضروری سبب افزایش جذب آنها شده و باروری خاک و عملکرد گیاهان را افزایش می‌دهد (۵۴). اثرهای هیومیک اسید بر افزایش عملکرد در گیاهانی از قبیل توت‌فرنگی (۳۷، ۴۱ و ۶۸)، انگور (۶ و ۳۸)، خیار (۳۵ و ۶۱)، گوجه‌فرنگی (۳۲) و نخود (۴۸) گزارش شده است. به‌خوبی شناخته شده که مواد هیومیک دارای اثر افزایشی در رشد، نمو و

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس اثر سالیسیک اسید و هیومیک اسید بر صفات کیفی گوجه‌فرنگی رقم گلدی

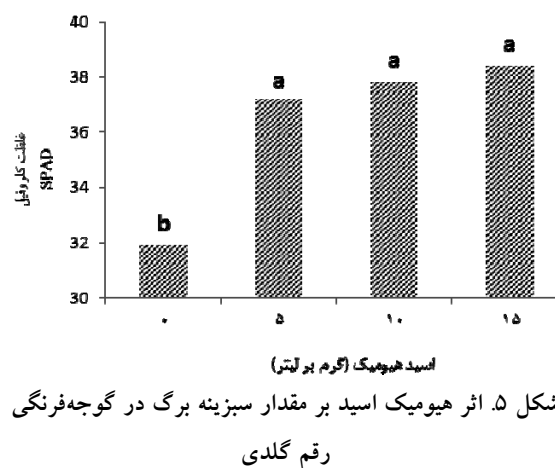
میانگین مربعات صفات مورد ارزیابی				درجه آزادی	منابع تغییرات
غذای	ویتامین ث	اسیدیته کل	مواد جامد محلول		
کلروفیل	آب میوه	آب میوه	آب میوه		
۱/۸۸ ^{ns}	۰/۲۵ ^{ns}	۰/۲۸ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}	۲	بلوک
۵/۸۳ ^{ns}	۱۱/۹۹ ^{**}	۵/۲۵ ^{**}	۰/۳۴ [*]	۳	سالیسیک اسید (A)
۱۰۶/۵۶ ^{**}	۱۴/۴۴ ^{**}	۶/۷۶ ^{**}	۰/۴۸ [*]	۳	هیومیک اسید (B)
۶/۲۳ ^{ns}	۱/۷۸ [*]	۰/۲۷ ^{ns}	۰/۹۸ ^{ns}	۹	A×B
۶/۹۴	۰/۵۰	۰/۲۷	۰/۱۲	۳۰	خطا
۷/۲۴	۷/۲۷	۱۰/۳۸			ضریب تغییرات

ns، *، ** به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱٪، ۵٪ و بدون اختلاف معنی‌دار

گوجه‌فرنگی رقم گلدی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که کاربرد هیومیک اسید باعث افزایش شدت سبزینه برگ، در مقایسه با گیاهان تیمار نشده، گردید (شکل ۵). کاراکورت و همکاران (۴۵) گزارش کردند که مقدار کلروفیل فلفل به طور معنی‌داری تحت تأثیر محلول‌پاشی هیومیک اسید قرار گرفت. تجادا و گزنالس (۷۲) افزایش مقدار کلروفیل در گیاهان مارچوبه محلول‌پاشی شده با هیومیک اسید را گزارش کردند. مواد هیومیک، با افزایش جذب مواد غذایی، از جمله نیتروژن، منجر به افزایش کلروفیل و فتوسنتز گیاه شده و از این طریق رشد را افزایش می‌دهند (۴۹). دستیاران و حسینی‌فرهی (۱۰) در پژوهشی، افزایش سطح برگ و غلظت کلروفیل برگ گل رز را با کاربرد هیومیک اسید و پوتریسین گزارش کردند. افزایش کلروفیل برگ با کاربرد هیومیک اسید در توت‌فرنگی توسط حسینی‌فرهی و همکاران (۹) و در انگور عسکری توسط محمدی‌نیا و همکاران (۵۷) گزارش شده است.

مواد جامد محلول

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر سالیسیک اسید و هیومیک اسید بر درصد مواد جامد محلول آب میوه گوجه‌فرنگی در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار، ولی اثر متقابل

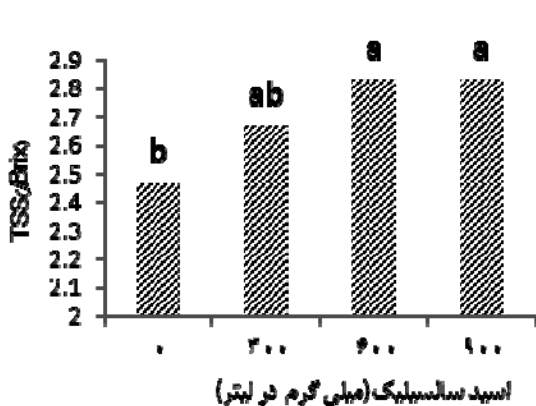


شکل ۵. اثر هیومیک اسید بر مقدار سبزینه برگ در گوجه‌فرنگی رقم گلدی

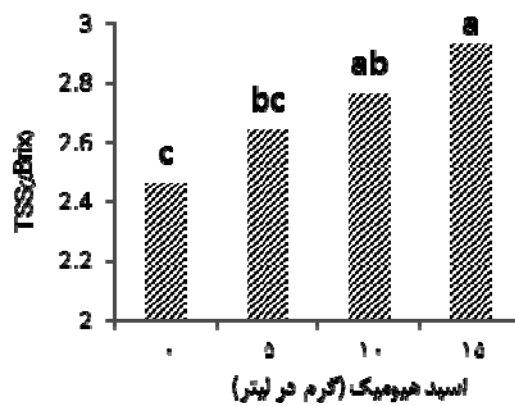
کم‌مصرف (آهن، روی و منگنز) را در تعدادی از محصولات افزایش داده و منجر به افزایش عملکرد می‌شود (۵۸). کانگ و وانگ (۴۴) گزارش کردند که اسید سالیسیک نقش مهمی در رشد و نمو گیاهان دارد. اسفینی و همکاران (۳) با اعمال تیمار سالیسیک اسید روی زیره سبز برای عملکرد و اجزای عملکرد تفاوت معنی‌داری را با تیمار شاهد گزارش دادند. افزایش عملکرد توت‌فرنگی در کاربرد سالیسیک اسید و نیکل توسط جمالی و همکاران (۴۲) گزارش شده است.

شدت سبزینه برگ

اثر سطوح مختلف تیمار هیومیک اسید بر شدت سبزینه برگ



شکل ۷. اثر سالیسیلیک اسید بر میزان مواد جامد محلول آب میوه گوجه‌فرنگی رقم گلدی



شکل ۶. اثر هیومیک اسید بر میزان مواد جامد محلول آب میوه گوجه‌فرنگی رقم گلدی

مواد جامد محلول آب میوه گوجه‌فرنگی رقم سوپر سی اچ را با مصرف ۱/۵ کیلوگرم در هکتار هیومیک اسید گزارش کردند.

اسیدیته کل آب میوه

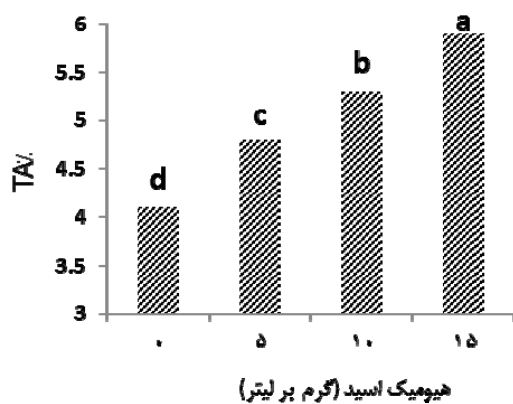
بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ از نظر تأثیر سطوح مختلف تیمار سالیسیلیک اسید و هیومیک اسید بر اسیدیته آب میوه گوجه‌فرنگی رقم گلدی وجود داشت (جدول ۳). بیشترین میزان اسیدیته گوجه‌فرنگی در گیاهان تیمار شده با ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر سالیسیلیک اسید، در مقایسه با گیاهان تیمار نشده، به دست آمد (شکل ۸). همچنین، گیاهان تیمار شده با ۱۵ گرم در لیتر هیومیک اسید بیشترین میزان اسیدیته آب میوه را در مقایسه با سایر تیمارها نشان دادند (شکل ۹). کاظمی و همکاران (۴۶) بیان کردند که تیمار هیومیک اسید بر اسیدیته گوجه‌فرنگی اثر معنی‌داری داشت؛ ولی اثر متقابل هیومیک اسید و کلسیم بر اسیدیته گوجه‌فرنگی معنی‌دار نشد.

ویتامین ث آب میوه

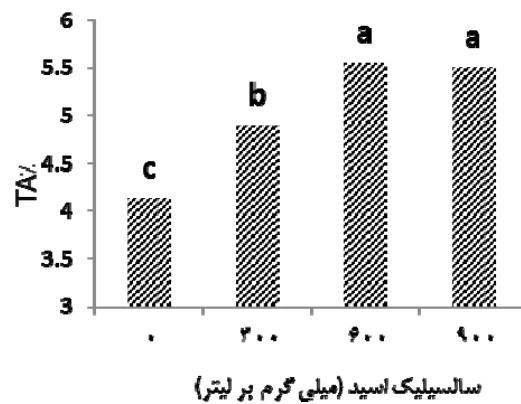
بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳)، اثر متقابل سطوح مختلف سالیسیلیک اسید و هیومیک اسید بر میزان ویتامین ث

سالیسیلیک اسید و هیومیک اسید معنی‌دار نگردید (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین مواد جامد محلول آب میوه در گیاهان تیمار شده با سالیسیلیک اسید در مقایسه با گیاهان تیمار نشده به دست آمد. همچنین، بیشترین میزان مواد جامد محلول آب میوه در گیاهان تیمار شده با ۱۵ و ۱۰ گرم در لیتر هیومیک اسید، در مقایسه با گیاهان تیمار نشده، به دست آمد (شکل‌های ۶ و ۷).

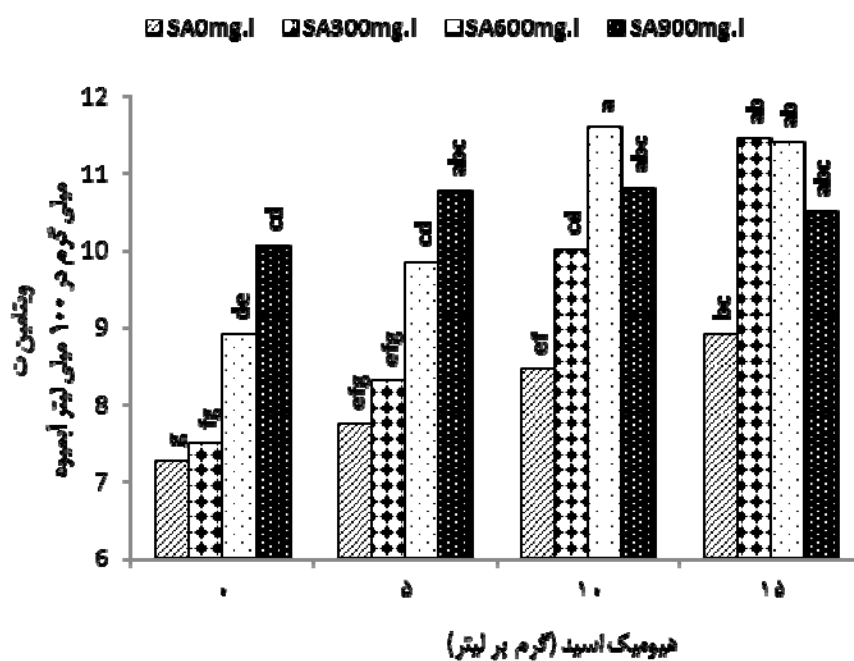
در این پژوهش، کاربرد هیومیک اسید و سالیسیلیک اسید باعث افزایش میزان مواد جامد محلول آب میوه گردید که با نتایج برخی محققین مطابقت دارد. اثرهای مثبت کاربرد اسید هیومیک بر صفات کیفی آب میوه از قبیل مواد جامد محلول، ویتامین ث، قند کل، قندهای کاهنده و قندهای غیرکاهنده توسط عباس و همکاران (۲۸) گزارش شده است. خان و همکاران (۴۸) گزارش نمودند که کاربرد خاکی اسید هیومیک در غلظت‌های ۱۵ و ۳۰ میلی‌گرم در لیتر و محلول‌پاشی هیومیک اسید در غلظت ۴۵ میلی‌گرم در لیتر به طور معنی‌داری میزان کلروفیل، کارتنوئید و درصد قند نخود را افزایش داد. زل‌آلواتان (۱۳) در آزمایشی روی گیاه سرخارگل نشان داد که برهمکنش هیومیک اسید و سالیسیلیک اسید بر مواد جامد محلول معنی‌دار بود. صالحی و همکاران (۱۹) بیشترین میزان



شکل ۹. اثر هیومیک اسید بر میزان اسیدیته گوجه‌فرنگی



شکل ۸. اثر سالیسیک اسید بر میزان اسیدیته گوجه‌فرنگی



شکل ۱۰. برهمکنش سالیسیک اسید و هیومیک اسید بر میزان ویتامین ث آب میوه گوجه‌فرنگی رقم گلدی

نشده به‌دست آمد (شکل ۱۰). تهرانی (۷) در آزمایشی روی توت‌فرنگی، گزارش کرد که در بین تیمارهای مختلف، تیمار اسید هیومیک بیشترین تأثیر را بر میزان ویتامین ث داشت. احدی (۱) در بررسی تیمارهای مختلف روی انگور رقم قزل ازوم مشاهده کرد که تیمارهای ژل آلونته ورا و اسید سالیسیک

آب میوه گوجه‌فرنگی در سطح ۱٪ تفاوت معنی‌داری داشت. بیشترین میزان ویتامین ث گوجه‌فرنگی (۱۱/۶۱ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه) در گیاهان تیمار شده با ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر سالیسیک اسید و ۱۰ گرم در لیتر هیومیک اسید و کمترین میزان ویتامین ث آب میوه گوجه‌فرنگی در گیاهان تیمار

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که بیشترین عملکرد بوته، درصد سبزی‌نگی برگ، درصد مواد جامد محلول، تعداد گل، تعداد میوه، تعداد خوشه و اسیدتی‌ه آب‌میوه در گیاهان تیمار شده با ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر سالیسیلیک اسید و ۱۵ گرم در لیتر هیومیک اسید به‌دست آمد. لذا، به منظور بهبود ویژگی‌های رویشی و خصوصیات کمی گوجه‌فرنگی رقم گل‌دی در شرایط کشت گلخانه‌ای در یاسوج، این تیمار پیشنهاد می‌گردد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از زحمات سرکار خانم مهندس رضایی مدیر گلخانه به‌خاطر در اختیار قرار دادن امکانات لازم جهت اجرای این آزمایش تقدیر و تشکر می‌گردد.

موجب حفظ سطوح ویتامین ث در حد بیشتری نسبت به شاهد گردیدند. اسید سالیسیلیک یک هورمون گیاهی قوی است که نقش مهمی در تنظیم متابولیسم گیاهی بازی می‌کند و باعث بهبود رشد و عملکرد گیاه می‌شود. در پژوهشی، کاربرد هیومیک اسید باعث افزایش ویتامین ث گوجه‌فرنگی شد (۴۸). جواهری و همکاران (۴۳) گزارش کردند که اسید سالیسیلیک باعث افزایش ویتامین ث و درجه بریکس در گوجه‌فرنگی شد. اسفندیاری و همکاران (۲) گزارش کردند که بیشترین میزان ویتامین ث در کلم براکلی با کاربرد ۱۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک به همراه ۱۰۰ میلی مولار کلرید سدیم به‌دست آمد. پربالیرا و همکاران (۶۳) در تحقیق خود به این نکته اشاره کرده‌اند که ویتامین ث تحت تأثیر اسید سالیسیلیک ۲۰۰ میکرومولار افزایش می‌یابد؛ ولی غلظت‌های کمتر بی‌تأثیر هستند.

منابع مورد استفاده

۱. احدی، ل. ۱۳۹۱. تأثیر کاربرد اسید سالیسیلیک و ژل آلوه‌ورا بر ماندگاری و خواص کیفی میوه انگور رقم قزل ازوم. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه ارومیه.
۲. اسفندیاری، آ.، م. بابالار، ج. هاشمی و ی. مستوفی. ۱۳۹۳. تأثیر اسید سالیسیلیک و تنش شوری بر جوانه‌زنی بذر و آنتی‌اکسیدان‌های فراسودمند در جوانه‌های کلم براکلی. علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی) ۲۸(۳): ۳۸۸-۳۹۸.
۳. اسفینی فراهانی، م.، ف. پاک‌نژاد، م. بختیاری مقدم، ص. علوی و ع. حسیبی. ۱۳۹۱. اثر مقادیر و روش‌های مختلف کاربرد اسید سالیسیلیک بر عملکرد و اجزاء عملکرد زیره سبز. مجله زراعت و اصلاح نباتات ۸(۳): ۶۹-۷۷.
۴. الهویردی‌زاده، ن. و م. ج. نظری دلجو. ۱۳۹۳. تأثیر اسید هومیک بر شاخص‌های مورفوفیزیولوژیک، جذب عناصر غذایی و دوام عمر پس از برداشت گل شاخه بریده همیشه بهار (*Calendula officinalis cv. Crysanth*) در سیستم هیدروپونیک. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای ۵(۱۸): ۱۳۳-۱۴۲.
۵. بیات، ح.، س. نعمتی، ع. تهرانی‌فر، ن. وحدتی و ی. سلاح‌ورزی. ۱۳۹۱. تأثیر سالیسیلیک اسید بر رشد و ویژگی‌های زینتی اطلسی ایرانی (*Petunia hybrida*) تحت شرایط تنش شوری. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای ۳(۱۱): ۴۳-۵۱.
۶. پوزشی، ر.، م. ر. ذبیحی، م. ر. رضانی مقدم، م. رجب زاده و آ. مختاری. ۱۳۹۰. اثر محلول‌پاشی روی، اسید هیومیک و اسید استیک بر عملکرد، اجزاء عملکرد و غلظت عناصر در انگور رقم پیکانی. علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی) ۲۵(۳): ۳۵۱-۳۶۰.
۷. تهرانی، ع. ۱۳۹۳. بررسی اثر محلول‌پاشی مواد هیومیکی بر برخی صفات کمی و کیفی توت‌فرنگی رقم کاماروسا. رساله دکتری،

- دانشگاه فردوسی مشهد.
۸. جهانبازی، ط.، ف. مرتضایی نژاد و م. جعفرپور. ۱۳۹۲. مقایسه تأثیر محلول پاشی هورمون سالیسیلیک اسید و جاسمونیک اسید بر عملکرد دو رقم گل رز. اولین همایش سراسری کشاورزی و منابع طبیعی پایدار.
۹. حسینی فرهی، م.، ر. امیری فهلیانی و ف. یوسفی. ۱۳۹۴. تأثیر هیومیک اسید و کلبرون بر ویژگی‌های رویشی و زایشی توت‌فرنگی در کشت بدون خاک. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی ۷(۲۱): ۲۳۵-۲۵۰.
۱۰. دستیاران، م. و م. حسینی فرهی. ۱۳۹۳. اثر هیومیک اسید و پوتریسین بر ویژگی‌های رویشی و عمر گل‌جایی گل رز در سیستم کشت بدون خاک. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. ۵(۲۰): ۲۴۳-۲۵۲.
۱۱. رادپور، س.، آ. سوهانی و م. ر. روستانژاد. ۱۳۸۵. اثرات مواد آلی و غیرآلی بر خصوصیات کیفی گوجه‌فرنگی رقم موبیل. اولین کنگره تکنولوژی و فرآوری گوجه‌فرنگی، مشهد.
۱۲. روستا، ح. ر.، م. حسین‌خانی و م. ع. وکیلی شهرباکی. ۱۳۹۴. تأثیر کاربرد برگی کود نانوفرتایل حاوی اسید هیومیک بر رشد، عملکرد و غلظت عناصر غذایی در گیاه نعناع (*Mentha sativa*) در سیستم آکواپونیک. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای ۶(۲۴): ۱-۱۰.
۱۳. زل‌آلواتان، ح. ۱۳۹۲. اثر کاربرد خاکی هیومیک اسید و محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید بر خصوصیات مورفوفیزیولوژیک و فیتوشیمیایی گیاه دارویی سرخارگل. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز.
۱۴. ساعدی، ع.، م. عزیزی و ح. آرویی. ۱۳۹۲. نقش اسید سالیسیلیک در بهبود مقاومت به شوری از طریق تأثیر بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی و بایوشیمیایی گیاه نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.). اولین همایش سراسری کشاورزی و منابع طبیعی پایدار.
۱۵. سبزواری، س.، ح. خزاعی و م. کافی. ۱۳۸۸. اثر اسید هیومیک بر رشد ریشه و بخش هوایی ارقام سایونز و سبلان گندم (*Triticum aestivum* L.). مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی) ۲۳: ۸۷-۹۳.
۱۶. سلیمی، ف. و ف. شکاری. ۱۳۹۱. تأثیر متیل جاسمونات و تنش شوری روی برخی خصوصیات ریخت‌شناسی و عملکرد گل در بابونه آلمانی. مجله زیست‌شناسی گیاهی ۴(۱۱): ۲۷-۳۷.
۱۷. سیدجمالی، ز. ع. آستارایی و ح. امامی. ۱۳۹۴. تأثیر اسید هیومیک، کمپوست و کود فسفر بر خصوصیات رویشی گیاه ریحان و غلظت عناصر کم‌مصرف در گیاه و خاک. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای ۶(۲۲): ۱۸۷-۲۰۵.
۱۸. شاهسون مارکده، م. و ا. چمنی. ۱۳۹۳. تأثیر غلظت و زمان‌های مختلف کاربرد هیومیک اسید بر ویژگی‌های کمی و کیفی گل بریده شب‌بو "رقم Hanza". علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای ۵(۱۹): ۱۵۷-۱۷۱.
۱۹. صالحی، ب.، ع. باقرزاده، م. قاسمی و م. ابراهیمی. ۱۳۹۲. بررسی اثر مقادیر مختلف کود آلی اسید هیومیک بر کیفیت و کمیت ارقام مختلف گوجه‌فرنگی (*Lycopersium esculantum*). نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی ۲۰(۴): ۱۸۹-۱۹۸.
۲۰. عسگری، م.، د. حبیبی و غ. نادری بروجردی. ۱۳۹۰. بررسی کاربرد ورمی‌کمپوست، باکتری‌های محرک رشد و اسید هیومیک بر شاخص‌های رشد نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.) در استان مرکزی. مجله زراعت و اصلاح نباتات ۷(۴): ۴۱-۵۴.
۲۱. کمری شاهملکی، س.، غ. پیوست و م. قاسم نژاد. ۱۳۹۱. تأثیر اسید هیومیک بر صفات رویشی و عملکرد گوجه‌فرنگی رقم آیزابلا. نشریه علوم باغبانی ۲۶(۴): ۳۵۸-۳۶۳.
۲۲. مرتضوی، س. ن.، و. کریمی و م. ح. عظیمی. ۱۳۹۴. محلول‌پاشی قبل از برداشت با هیومیک اسید، سالیسیلیک اسید و کلرید کلسیم به منظور افزایش ویژگی‌های کمی و کیفی گل بریده لیلیوم (*Lilium longiflorum* L.). علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای

۲۳): ۳۷-۴۶.

۲۳. مردانی ح.، ح. بیات و م. عزیزی. ۱۳۹۰. تأثیر محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید بر خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک دانه‌های خیار (*Cucumis sativus* cv. Super Dominus) تحت شرایط تنش خشکی. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی) ۲۵(۳): ۳۲۰-۳۲۶.
۲۴. مستوفی، ی. و م. نجفی. ۱۳۸۵. روش‌های تجزیه آزمایشگاهی در علوم باغبانی. انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۶ صفحه.
۲۵. مقبلی، ط. و م. آروین. ۱۳۹۳. اثر آماده سازی بذر با تنظیم‌کننده‌های رشد بر خصوصیات جوانه‌زنی، رشد و عملکرد میوه طالبی. نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی ۴(۱۴): ۲۳-۳۴.
۲۶. نجفیان، ش.، م. نگهبان، آ. تراکمه و س. م. قاسمیان. ۱۳۸۸. بررسی اثر سالیسیلیک اسید بر روی خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه زینتی-دارویی بابونه کبیر (*Tanacetum parthenium* L.). ششمین کنگره علوم باغبانی ایران، دانشگاه گیلان.
۲۷. نصیریپور، م.، ف. دلخوش، س. کشاورز و ب. عابدی. ۱۳۹۳. بررسی اثر هیومیک اسید و کلسیم بر گیاهچه گوجه‌فرنگی در شرایط شوری. دومین همایش ملی مهندسی و مدیریت کشاورزی، محیط زیست و منابع طبیعی پایدار. دانشگاه شهید بهشتی، تهران.
28. Abbas, T., S. Ahmad, M. Ashraf, M.A. Shahid, M. Yasin, R.M. Balal, M.A. Pervez and S. Abbas. 2013. Effect of humic and application at different growth stages of kinnow mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) on the basis of physio-biochemical and reproductive responses. Acad. J. Biotech. 1(1): 1-13.
29. Afroz, A., Z. Chaudhry, U. Rashid, M.R. Khan and G.M. Ali. 2010. Enhanced regeneration in explants of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) with the treatment of coconut water. Afr. J. Biotech. 24(9): 3634-3644.
30. Al-Hakimi, A.M.A. 2008. Effect of salicylic acid on biochemical changes in wheat plants under khat leaves residues. Plant Soil Environ. 54: 288-293.
31. Astaraei, A.R. and R. Ivani. 2008. Effect of organic sources as foliar spray and root media on nutrition of cowpea plant. Amer-Eur. J. Agric. Environ. Sci. 3: 352-356.
32. Brown, P.H., I. Cakmak and Q. Zhang. 1993. Form and function of zinc in plants. PP. 90-106. In: Robson, A.D. (Ed.), Zinc in Soils and Plants, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
33. Cimrin, K.M., O. Türkmen, M. Turan and B. Tuncer. 2010. Phosphorus and humic acid application alleviate salinity stress of pepper seedling. Afr. J. Biotech. 9: 5845-5851.
34. Deef, H.E. 2007. Influence of salicylic acid on stress tolerance during seed germination of *Triticum aestivum* and *Hordeum vulgare*. Adv. Biol. Res. 1(1-2): 40-48.
35. El-Nemr, M.A., M. El-Desuki, A.M. El-Bassiony and Z.F. Fawzy. 2012. Response of growth and yield of cucumber plants (*Cucumis sativus* L.) to different foliar applications of humic acid and bio-stimulators. Aust. J. Basic Appl. Sci. 6(3): 630-637.
36. El-Tayeb, M.A. 2005. Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. J. Plant Growth Regul. 45: 215-225.
37. Eshghi, S., M. Zare, B. Jamali., A. Gharaghani and M. Hoseini Farahi. 2013. Vegetative and reproductive parameters of Selva strawberry as influenced by Algaren, Drin and Green Hum foliar application. Agric. Commun. 1(1): 27-32.
38. Ferrara, G. and G. Brunetti. 2010. Effects of the times of application of a soil humic acid on berry quality of table grape (*Vitis vinifera* L.) cv Italia. Span. J. Agric. Res. 8(3): 817-822.
39. Hannan, M.M., M.B. Ahmed, M.A. Razvy, R. Karim, M. Khatun, A. Haydar, M. Hossain and U.K. Roy. 2007. Heterosis and correlation of yield and yield components in tomato (*Lycopersicon esulentum* Mill.). Amer-Eur. J. Agric. Environ. Sci. 2(2): 146-150.
40. Hayes, M.H.B. and C.E. Clapp. 2001. Humic substances: Consideration of composition, aspect of structure and environmental influences. Soil Sci. 166: 723-737.
41. Hosseini Farahi, M., A. Aboutalebi, S. Eshghi, M. Dastyaran and F. Yosefi. 2013. Foliar application of humic acid on quantitative and qualitative characteristics of 'Aromas' strawberry in soilless culture. Agric. Commun. 1(1): 13-16.
42. Jamali, B., S. Eshghi and E. Tafazoli. 2011. Vegetative and reproductive growth of strawberry plants cv 'Pajaro' affected by salicylic acid and nickel. J. Agric. Sci. Technol. 13: 895-904.
43. Javaheri, M., K. Mashayekhi, A. Dadkhah and F. Zaker Tavallaee. 2012. Effects of salicylic acid on yield and quality characters of tomato fruit (*Lycopersicum esculentum* Mill.). Int. J. Agric. Crop Sci. 4(16): 1184-1187.

44. Kang, G., C. Wang, G. Sun and Z. Wang. 2003. Salicylic acid changes activities of H₂O₂-metabolizing enzymes and increases the chilling tolerance of banana seedlings. *Environ. Exp. Bot.* 50(1): 9-15.
45. 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. Scan. Section B- Plant Soil Sci.* 59: 233-237.
46. Kazemi, M., S. Zamani and M. Aran. 2014. Effect of foliar application of humic acid and calcium chloride on tomato growth. *Bull. Environ. Pharmacol. Life Sci.* 3(3): 41-46.
47. Khan, W., B. Prithviraj and D.L. Smith. 2003. Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates. *J. Plant. Physiol.* 160: 485-492.
48. Khan, A., R. Gurmani, A. Urman, M.Z. Khan, F. Hussain, M.E. Akhtar and S. Khan. 2012. Effect of humic acid on the growth, yield, nutrient composition, photosynthetic pigment and total sugar contents of peas (*Pisum sativum* L.). *J. Chem. Soc. Pak.* 35(1): 206-211.
49. Khayyat, M., E. Tafazoli, S. Eshghi and S. Rajaei. 2007. Effect of nitrogen, boron, potassium and zinc spray on yield and fruit quality of date palm. *Amer-Eur. J. Agric. Environ. Sci.* 2(3): 289-296.
50. Khodary, S.E.A. 2004. Effect of salicylic acid on growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in salt stressed maize plants. *Int. J. Agri. Biol.* 6: 5-8.
51. Khurama, J.P.S. and C.F. Cleland. 1992. Role of salicylic acid and benzoic acid in flowering of a photoperiod in sensitive strain, *Lemna paucicostata* LP6. *Plant Physiol.* 100: 1541-1546.
52. Korkmaz, A., M. Uzunlu and R. Demirkiran. 2007. Acetyl salicylic acid alleviates chilling-induced damage in muskmelon seedlings. *Can. J. Plant Sci.* 80: 581-585.
53. Lai, A., E. Santangelo, G.P. Soressi and R. Fantoni. 2007. Analysis of the main secondary metabolites produced in tomato (*Lycopersicon esculentum*, Mill.) epicarp tissue during fruit ripening using fluorescence techniques. *Postharvest Biol. Technol.* 43: 335-342.
54. Liu, C. and R.J. Cooper. 2000. Humic substances influence creeping bentgrass growth. *Golf Course Management*, pp. 49-53.
55. Martin-Mex, R., E. Villanueva-Couoh, T. Herrera-Campos and A. Larque´-Saavedra. 2005. Positive effect of salicylates on the flowering of African violet. *Sci. Hort.* 103: 499-502.
56. Mazumdar, B.C. 2003. *Methodes on Physico-Chemical Analysis of Fruit*. Daya Publishing House, Delhi.
57. Mohamadinea, G., M. Hosseini Farahi and M. Dastyaran. 2015. Comparison of humic acid soil drench and foliar application on fruit set, yield and quantitative and qualitative properties of grape cv Askari. *Agric. Commun.* 3(2): 21-27.
58. Mora, V., R. Baigorri, E. Bacaicoa and A. Zamarreno. 2012. The humic acid-induced changes in the root concentration of nitric oxide, IAA and ethylene do not explain the changes in root architecture caused by humic acid in cucumber. *Environ. Exp. Bot.* 76: 24-32.
59. Navarro, R.M., M.J. Retamosa, J. Lopez, A.D. Campo, C. Ceaceros and L. Salmoral. 2006. Nursery practices and field performance for the endangered Mediterranean species *Abies pinsapo* Boiss. *Ecol. Eng.* 27(2): 93-99.
60. Neri, D., E.M. Lodolini, G. Savini, P. Sabbatici, G. Bonanomi and F. Zucchini. 2002. Foliar application of humic acids on strawberry. *Acta Hort.* 594: 297-302.
61. Ozdamar Unlu, H., H. Unlu, Y. Karakurt and H. Padem. 2011. Changes in fruit yield and quality in response to foliar and soil humic acid application in cucumber. *Sci. Res. Essays* 6(13): 2800-2803.
62. Padem, H., A. Ocal and R. Alan. 1999. Effect of humic acid added to foliar fertilizer on quality and nutrient content of eggplant and seedling. *Acta Hort.* 491: 241-245.
63. Perez-Balibrea, S., D.A. Moreno and C. Garcia-Viguera. 2011. Improving the phytochemical composition of postharvest life of fruits, vegetables and flowers. *Sci. Hort.* 144: 102-115.
64. Sanchez-Sanchez, A., J. Sanchez-Anderu, M. Juarez, J. Jorda and D. Bermudez. 2002. Humic substances and amino acid improve effectiveness of chelate FeEDDHA in lemons trees. *J. Plant Nutr.* 25(11): 2433-2442.
65. Serek, M. 1992. Does salicylic acid affect the postharvest characteristics of *Campanula carpatica*? *Die Gartenbauwissenschaft* 57(3): 112-114.
66. Shahzad, M.A., M.F. Basra, M. Farooq, H. Rehman and B.A. Saleem. 2007. Improving the germination and early seedling growth in melon (*Cucumis melo* L.) by pre-sowing salicylate treatments. *Int. J. Agric. Biol.* 9: 550-554.
67. Sharif, M., R.A. Khattak and M.S. Sarir. 2002. Effect of different levels of lignitic coal derived humic acid on growth of maize plants. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 33: 3567-3580.
68. Shehata, S.A.A., A. Gharib, M.M. El-Mogy, K.F. Abdel Gawad and A. Emad Shalaby. 2011. Influence of compost, amino and humic acids on the growth, yield and chemical parameters of strawberries. *J. Medic. Plants Res.* 5(11): 2304-2308.
69. Sinha, B. and K. Bhattacharyya. 2011. Retention and release isotherm of arsenic in arsenic-humic/fulvic equilibrium study. *Biol. Fert. Soils* 47: 815-822.
70. Soleimani Aghdam, M., M. Hassanpour Aghdam, G. Paliyat and B. Farmani. 2012. The language of calcium in

- postharvest life of fruits, vegetables and flowers. *Sci. Hort.* 144: 102-115.
71. Szalai, G., I. Tari, T. Janda, A. Pestenacz and E. Paldi. 2000. Effects of cold acclimation and salicylic acid on changes in ACC and MACC contents in maize during chilling. *Biol. Plant.* 43: 637-640.
 72. Tejada, M. and L. Gonzales. 2003. Influence of foliar fertilization with amino acids and humic acids on productivity and quality of asparagus. *Biol. Agric. Hort.* 21: 277-279.
 73. Verlinden, G., T. Coussens, A. De Vlieghe and G. Baert. 2010. Effect of humic substances on nutrient uptake by herbage and on production and nutritive value of herbage from sown grass pastures. *Grass Forage Sci.* 65: 133-144.
 74. Yildirim, E. 2007. Foliar and soil fertilization of humic acid affect productivity and quality of tomato. *Acta Agric. Scand. Section B, Soil Plant Sci.* 57(2): 182-186.