



به زراعی کشاورزی

دوره ۱۷ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۳۹۴
صفحه‌های ۵۱۷-۵۲۹

اثر محلول‌پاشی برگ‌گی با اسید هیومیک بر ترکیب معدنی برگ، عملکرد و کیفیت میوه سیب رقم 'گرانی اسمیت' (*Malus domestica* L. cv. Granny Smith)

صدیقه بهرامی^{۱*}، علی سلیمانی^۲ و فریبرز حبیبی^۳

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
۲. استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
۳. کارشناس ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۰۶/۳۱

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۳/۰۴/۲۳

چکیده

به منظور بررسی اثر محلول‌پاشی برگ‌گی با اسید هیومیک بر ترکیب معدنی برگ، عملکرد و کیفیت میوه سیب رقم 'گرانی اسمیت' (*Malus domestica* L. cv. Granny Smith)، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی در شهرستان خرمدره در استان زنجان انجام گرفت. محلول‌پاشی اسید هیومیک در چهار سطح صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ میلی‌گرم در لیتر روی درختان هشت‌ساله سیب 'گرانی اسمیت' پیوندشده بر روی پایه MM106 انجام گرفت. محلول‌پاشی دو، چهار و هشت هفته پس از مرحله تمام گل اجرا شد. نتایج آزمایش نشان داد که تیمار اسید هیومیک به‌طور معناداری عملکرد، مواد جامد محلول، اسیدیته، غلظت پتاسیم برگ و میزان کلروفیل کل را افزایش داد. غلظت‌های ۱۰ و ۱۵ میلی‌گرم در لیتر بیشترین اثر را بر عملکرد داشتند. تیمار اسید هیومیک موجب کاهش رشد رویشی شاخه‌های سال جاری شد. اختلاف معناداری بین سفتی بافت، طول و قطر میوه‌های تیمار شده و شاهد وجود نداشت. صفاتی نظیر قند کل، سطح برگ، غلظت نیتروژن و فسفر برگ تحت تأثیر تیمار اسید هیومیک قرار نرفتند. براساس نتایج تحقیق حاضر، غلظت‌های ۱۰ و ۱۵ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک اثر مهمی بر افزایش عملکرد و زودرسی سیب 'گرانی اسمیت' داشت.

کلیدواژه‌ها: رشد، سفتی میوه، عملکرد، قند کل، کلروفیل کل.

۱. مقدمه

امروزه استفاده وسیع از کودهای شیمیایی سبب افزایش نگرانی در مورد سلامت انسان شده است که با جایگزین کردن کودهای آلی می‌توان تا حدودی این نگرانی را کاهش داد [۲۱]. مقادیر بسیار کم این ترکیبات آثار چشمگیری در بهبود کمیت و کیفیت محصولات باغبانی دارد. هیومیک‌اسیدها از مهم‌ترین کودهای آلی به‌شمار می‌روند. آنها ترکیبات فعال مواد آلی خاک‌اند که فعالیت شبه‌هورمونی هم دارند و رشد رویش گیاهان را تحریک می‌کنند [۱۳]. اسید هیومیک، نوعی ترکیب پلیمری طبیعی به‌همراه مواد آلی هتروژن است که در پی پوسیدگی مواد آلی خاک، پیت، لیگنین و غیره به‌وجود می‌آید؛ رنگ آن زرد تا سیاه است و وزن مولکولی ۳۰۰۰۰۰ - ۳۰۰۰۰ دالتون دارد و کمپلکس‌های پایدار و نامحلول و کمپلکس‌های محلول با عناصر کم‌مصرف تشکیل می‌دهد. این مواد براساس حلالیت در اسید و باز به اسید هیومیک، اسید فولیک و هیومین‌ها تقسیم‌بندی می‌شوند [۳]. همچنین اسید هیومیک، مخلوط متراکم و کمپلکس اسیدهای آلی آروماتیک بوده و دارای نیتروژن، فسفر، گوگرد با درصد‌های مختلف و برخی عناصر نظیر کلسیم، منیزیم، روی، مس و غیره است و به‌صورت محلول‌پاشی و نیز کاربرد خاکی استفاده می‌شود [۱۸، ۳].

گیاهان قابلیت جذب عناصر غذایی را از طریق برگ‌ها و اندام‌های هوایی دارند و در برخی از جنس‌های گیاهی در طی یک ساعت در حدود ۳۰ سانتی‌متر نقل‌وانتقال عناصر غذایی در اندام‌های گیاهی صورت می‌پذیرد [۷]. درصد موفقیت جذب عناصر غذایی از طریق تغذیه برگ‌گی در حدود ۹۵ و در روش جذب از طریق ریشه بسته به شرایط شیمیایی و فیزیکی خاک بسیار متغیر و در حدود ۱۰ درصد است [۹]. همچنین با توجه به اینکه بخش وسیعی از خاک‌های کشور، آهکی است، در چنین شرایطی

جذب بعضی از عناصر پرمصرف و بیشتر عناصر کم‌مصرف کاهش می‌یابد و کاربرد خاکی کودهای حاوی این عناصر با مشکل مواجه می‌شود. محلول‌پاشی روشی مؤثر برای جبران کمبود عناصر معدنی در درختان میوه است. به‌نظر می‌رسد محلول‌پاشی هیومیک‌اسیدها سبب کاهش خشک شدن سریع قطره‌های محلول غذایی در سطح برگ می‌شود که در نهایت می‌تواند در جذب سریع مواد غذایی تأثیر داشته باشند [۱۹].

محلول‌پاشی اسید هیومیک بر انگور رقم 'ایتالیا' سبب افزایش کل مواد جامد محلول، میزان اسیدیته و همچنین افزایش اندازه حبه‌ها و در نتیجه افزایش عملکرد شد [۱۳]. همچنین اسید هیومیک موجب افزایش نیتروژن، فسفر و کلروفیل برگ توت‌فرنگی رقم 'کاماروزا' شد [۴]. علاوه بر این، اسید هیومیک بر روی برخی از محصولات باغبانی از قبیل زیتون [۱۵]، زردآلو [۱۲]، گوجه‌فرنگی [۲، ۱۰، ۲۳]، کاهو [۸، ۱۴، ۱۷] و خیار [۲۰، ۲۲] نیز به‌کار گرفته شد.

سیب^۱ یکی از محصولات اصلی باغی کشور است که طی سال‌های اخیر رشد زیادی از نظر افزایش سطح زیرکشت و تولید داشته است. یکی از مهم‌ترین مشکلات تولید این میوه، عملکرد و کیفیت ضعیف آن است که عامل اخیر سبب محدودیت عرضه و صادرات آن شده است. باغداران برای حفظ کیفیت میوه سیب از کودهای شیمیایی استفاده می‌کنند که کاربرد بیش از حد آن سلامت انسان را به خطر انداخته است. افزون‌بر این، کاربرد کودهای شیمیایی سبب آلودگی‌های زیست‌محیطی به‌ویژه آلودگی منابع خاک و آب شده که این آلودگی به منابع غذایی انسان نیز راه یافته است. تلاش‌های گسترده‌ای به‌منظور یافتن راهکارهای مناسب برای بهبود کیفیت خاک و محصولات کشاورزی، حذف آلاینده‌ها با روش‌های زیست‌پالایی و حفظ پایداری اکوسیستم‌های طبیعی آغاز

^۱. *Malus domestica L.*

درخت هشت ساله یکسان و هم اندازه پیوند شده روی پایه MM106 انتخاب شدند. عملیات زراعی شامل کوددهی سالیانه با کود دامی (۵ تن در هکتار) و هرس در تمام درختان به صورت یکسان انجام می گرفت و آبیاری به روش قطره ای اجرا می شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و چهار سطح صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک (Humifera-Ultra, USA) اجرا شد. محلول پاشی اسید هیومیک سه بار در زمان های دو، چهار و هشت هفته پس از مرحله تمام گل انجام گرفت.

در هنگام چیدن میوه ها (اویل مهر)، کل میوه های برداشت شده از هر درخت با ترازو وزن شده و عملکرد بر حسب کیلوگرم در هر درخت اندازه گیری شد. رشد رویشی شاخه های سال جاری روی شاخه های اصلی با خط کش اندازه گیری شد، بدین ترتیب که ۱۰ شاخه از جهت های مختلف درخت انتخاب شد و میانگین آنها در هر درخت و هر تکرار به دست آمد. سفتی بافت میوه در چهار جهت میوه به تعداد ۲۰ عدد با استفاده از دستگاه نفوذسنج (پترومتر) مدل Osk1618 با قطر نوک ۶/۵ میلی - متر اندازه گیری و میانگین ۴ عدد به عنوان سفتی گوشت میوه (بر حسب کیلوگرم بر سانتی متر مربع) در هر تیمار تعیین شد. طول و قطر میوه ها با کولیس اندازه گیری شد. در زمان رسیدن میوه، ۱۶ میوه از جهت ها و قسمت های مختلف هر درخت چیده و طول و قطر میوه ها تعیین شد. اندازه گیری سطح برگ با دستگاه اندازه گیری سطح برگ^۱ مدل VM-900E/K انجام گرفت. میزان کلروفیل برگ به روش آرنون اندازه گیری شد [۵]. همچنین پس از عصاره گیری میوه ها، معیارهایی از قبیل کل مواد جامد محلول با دستگاه رفاکتومتر دستی ATAGO و اسیدیت^۲ آبیوم با دستگاه pH متر دیجیتالی مدل JENWAY 3020 اندازه گیری شدند. قند کل به روش فهلینگ استفاده شد.

شده است. یکی از این راهکارها، استفاده از کودهای آلی نظیر اسید هیومیک است. با توجه به مواردی که درباره اسید هیومیک ذکر شد، تحقیقات بنیادی به منظور ارزیابی اثر این ترکیب آلی بر محصولات باغبانی ضروری است. تاکنون پژوهشی در مورد محلول پاشی اسید هیومیک روی درختان سیب 'گرانی اسمیت' صورت نگرفته است. از این رو هدف پژوهش حاضر، بررسی اثر محلول پاشی برگ با اسید هیومیک بر ترکیب معدنی برگ، عملکرد و کیفیت میوه سیب 'گرانی اسمیت' است.

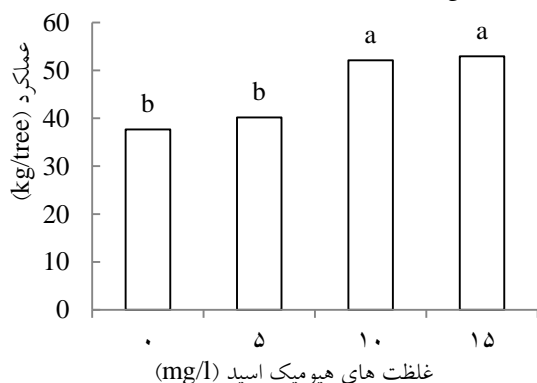
۲. مواد و روش ها

این تحقیق در مرکز کشت و صنعت شهر خرمدره واقع در ۶ کیلومتری کمربندی ابهر - زنجان در طول جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۳ دقیقه شرقی و عرض ۴۹ درجه و ۱۲ دقیقه جنوبی در سال ۱۳۹۰ انجام گرفت. خرمدره دارای تابستان های گرم و خشک و زمستان های سرد و مرطوب است. حداقل حرارت ۱۱/۳- درجه سانتی گراد در بهمن و حداکثر مطلق ۳۷/۱ درجه سانتی گراد در مرداد است. میانگین دمای سالیانه ۱۲/۵ درجه سانتی گراد است. متوسط بارندگی ۲۷۹/۹ میلی متر است که حداکثر آن ۴۹/۲ میلی متر در فروردین و حداقل آن صفر میلی متر در مرداد است. میانگین حداکثر رطوبت نسبی ۹۹/۲ درصد در آذر و حداقل آن ۸۶ درصد در شهریور و متوسط سالیانه ۵۱/۹ درصد و ارتفاع از سطح دریا ۱۵۶۰ متر است. خاک این منطقه دارای بافت سیلتی با اسیدیت^۲ ۷/۹ است. ماده آلی خاک در عمق ۰-۳۵ برابر ۱/۰۵ درصد، در عمق ۳۵-۸۰ برابر ۰/۹۳ و در عمق ۸۰-۱۴۰ برابر ۰/۳۲ بود. هدایت الکتریکی خاک در عمق ۰-۳۵ برابر ۰/۳، در عمق ۳۵-۸۰ برابر ۰/۴۸ و در عمق ۸۰-۱۴۰ برابر ۱/۰۶ دسی زیمنس بر متر است. به منظور بررسی اثر محلول پاشی اسید هیومیک بر ویژگی های کمی و کیفی سیب 'گرانی اسمیت' ۱۲ اصله

1. Leaf area meter

کاربرد اسید هیومیک بر عملکرد و اسیدیته، اختلاف معنا-داری در سطح ۱ درصد داشت (جدول ۱)؛ همچنین اثر معناداری بر TSS و کلروفیل کل در سطح ۵ درصد دیده شد، درحالی که محلول پاشی اسید هیومیک اثر معناداری بر رشد شاخه، سفتی میوه، طول و قطر میوه، سطح برگ، قند کل، نیتروژن و فسفر نداشت (جدول ۱).

غلظت‌های مختلف اسید هیومیک بر مقدار عملکرد اختلاف معناداری در سطح ۱ درصد نشان داد (شکل ۱). بیشترین عملکرد در تیمار ۱۵ میلی‌گرم اسید هیومیک با ۵۲/۹۳ کیلوگرم در هر درخت و کمترین آن در تیمار شاهد با ۳۷/۶۶ کیلوگرم در هر درخت مشاهده شد. بین تیمارهای ۱۰ و ۱۵ میلی‌گرم در لیتر و همچنین بین تیمار ۵ میلی‌گرم در لیتر و تیمار شاهد اختلاف معناداری مشاهده نشد (شکل ۱).



شکل ۱. اثر غلظت‌های مختلف اسید هیومیک بر مقدار عملکرد سیب 'گرانی‌اسمیت'

فعالیت فتوسنتزی گیاهان با کاربرد اسید هیومیک افزایش پیدا می‌کند [۱۴، ۱۸]. محلول پاشی درختان سیب با کاربرد اسید هیومیک سبب افزایش تحرک و باز شدن روزنه‌ها می‌شود. این موضوع می‌تواند سبب افزایش فعالیت فتوسنتزی شود و مواد فتوسنتزی بیشتری در اختیار میوه قرار گیرد و در نتیجه عملکرد افزایش یابد [۱۶]. اسید هیومیک به دلیل داشتن خاصیت شبه‌هورمونی سبب افزایش عملکرد شد [۱۲].

بدین منظور، ۵ میلی‌لیتر از محلول فله‌ینگ A (۳۴/۶۳۹) گرم سولفات مس متبلور در ۵۰۰ سی‌سی آب مقطر) و ۵ میلی‌لیتر از محلول فله‌ینگ B (۱۷۳) گرم تارتارات مضاعف سدیم و ۵۰ گرم سود در ۵۰۰ سی‌سی آب مقطر) در یک ارلن مایر ریخته و داخل آن یک مگنت قرار داده شد و روی حرارت قرار گرفت تا به جوش آید. درحالی که محلول همچنان روی حرارت قرار داشت، آبمیوه ۱۰ درصد از طریق بورت به‌طور مرتب به آن اضافه شد و محلول به‌طور مرتب با مگنت هم زده شد. عمل تیتراژ کردن توسط آبمیوه تا جایی ادامه یافت که رنگ محلول از آبی به تیره تغییر یافت و به سمت تشکیل رسوب قرمز آجری پیش رفت. در این مرحله، با اضافه کردن چند قطره معرف متیلن بلو، در صورت عدم تشکیل مجدد رنگ آبی و به‌وجود آمدن رنگ قرمز آجری پایدار، عمل تیتراسیون به اتمام رسید و مقدار آبمیوه مصرفی یادداشت و توسط محاسبات لازم گزارش شد [۴].

برای اندازه‌گیری عناصر معدنی، برگ خشک‌شده هر تیمار با آسیاب آزمایشگاهی کاملاً پودر شده و از الک ۰/۵ میلی‌متری عبور داده شد و ۰/۳ گرم وزن شد و سپس به‌روش هضم تر با اسید سولفوریک - اسید سالیسیلیک و آب اکسیژنه عصاره‌گیری شد [۱]. بعد از عصاره‌گیری، نیتروژن به‌روش میکروکج‌لدال، پتاسیم توسط دستگاه فلیم-فتومتر Jenway PFP7 ساخت انگلستان و فسفر برگ به‌روش کالریمتری توسط دستگاه اسپکتروفتومتر Cecil.Series 2 ساخت انگلستان اندازه‌گیری شد [۱].

داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SAS (نسخه ۹/۱) و MSTAT-C تجزیه و تحلیل شد و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد انجام گرفت و نمودارها با نرم‌افزار اکسل ۲۰۰۷ رسم شدند.

۳. نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که بین سطوح مختلف

اثر محلول پاشی برگ با اسید هیومیک بر ترکیب معدنی برگ، عملکرد و کیفیت میوه سبب رقم 'گرانی اسمیت' (Matus domestica L. cv. Granny Smith)

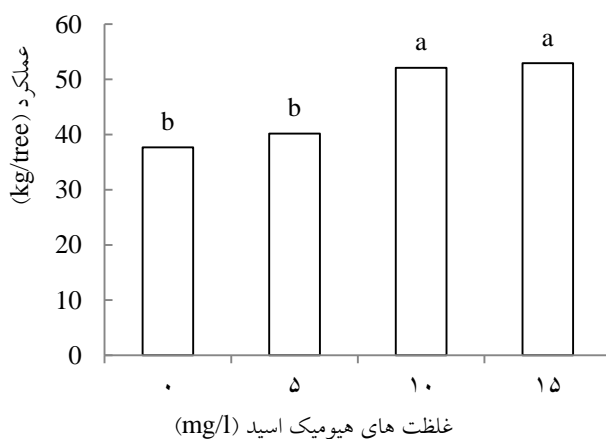
جدول ۱. تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف اسید هیومیک بر صفات اندازه گیری شده سبب رقم 'گرانی اسمیت' (Matus domestica L. cv. Granny Smith)

میانگین مربعات														
منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد	رشد شاخه	سفتی میوه	طول میوه	قطر میوه	سطح برگ	کلروفیل کل	TSS	قند کل	pH	نیترژن	فسفر	پتاسیم
تیمار	۳	۱۸۸/۴۳ ^{***}	۱۴/۱۴ ^{ns}	۰/۰۰۷ ^{ns}	۱۷/۳۳ ^{ns}	۱۱/۱۹ ^{ns}	۳۶/۵۲ ^{ns}	۰/۰۳ ^o	۰/۱۳۳*	۰/۰۱ ^{ns}	۰/۰۲ ^o	۰/۰۱۳ ^{ns}	۰/۰۰۳ ^{ns}	۰/۸۵ ^o
خطا	۸	۲۴/۵۱	۳۲/۸	۰/۰۱۳	۱۷/۸	۲۳/۳۱	۸۴۶/۱۶	۰/۰۲	۰/۶۵	۰/۰۰۴	۰/۰۰۶	۰/۰۱۶	۰/۰۰۱	۰/۰۲۵
ضرب	-	۱۰/۸۳	۲۶/۰۳	۵/۹۷	۶/۸۷	۶/۹۱	۱۰/۹۸	۶۲/۸۵	۳/۰۱	۱۰/۴۶	۰/۶۶	۴/۰۷	۵/۷۴	۱۰/۸۳
تغییرات (%)	-	۱۰/۸۳	۲۶/۰۳	۵/۹۷	۶/۸۷	۶/۹۱	۱۰/۹۸	۶۲/۸۵	۳/۰۱	۱۰/۴۶	۰/۶۶	۴/۰۷	۵/۷۴	۱۰/۸۳

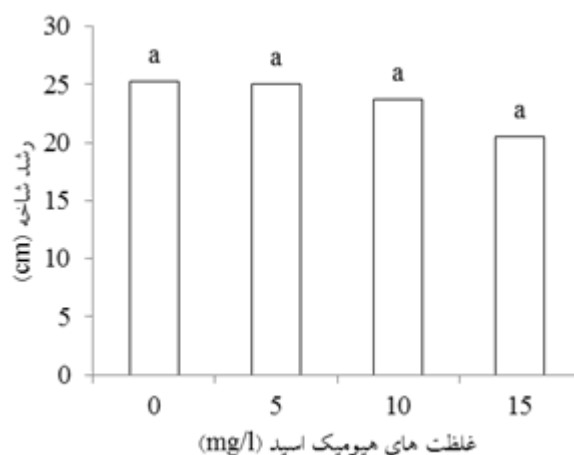
***: معنادار در سطح ۱ درصد؛ **: معنادار در سطح ۵ درصد؛ ns: غیر معنادار

درختان سیب 'گرانی-اسمیت' تیمارشده با اسید هیومیک اختلاف معناداری با شاهد از نظر رشد شاخه نداشتند؛ اگرچه کاربرد ۱۵ میلی گرم در لیتر موجب کاهش اندکی در رشد شاخه شد (شکل ۲). بیشترین رشد شاخه در تیمار شاهد و ۵ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک با ۲۵/۲۳ سانتی متر و کمترین آن در تیمار ۱۵ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک با ۲۰/۵۱ سانتی متر مشاهده شد.

نتایج تحقیق حاضر با نتایج کاربرد اسید هیومیک در خیار [۲۲]، توت فرنگی [۲۱]، انگور [۱۳] و گوجه فرنگی [۲۳] مطابقت داشت. هر چند میزان ریزش های مراحل مختلف میوه به ویژه بعد از تشکیل میوه نهایی، اندازه گیری نشده بود، افزایش غلظت اسید هیومیک از طریق کاهش ریزش میوه ها (ریزش خرداد) در مراحل مختلف بعد از تشکیل میوه نهایی سبب افزایش عملکرد درخت شده است. این تحلیل زمانی قوت می گیرد که براساس نتایج حاضر، تیمار اسید هیومیک تأثیری بر افزایش قطر و طول میوه نداشت.

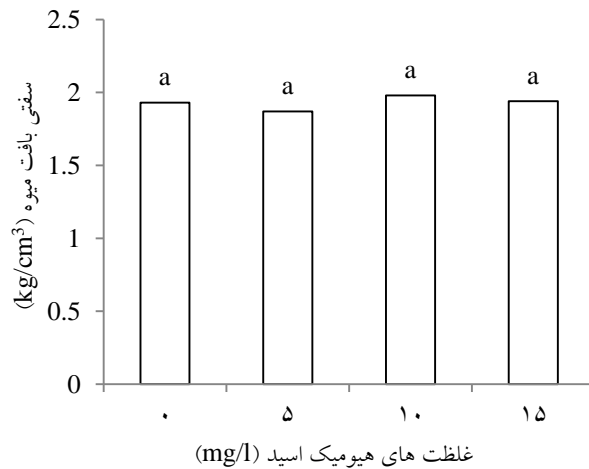


شکل ۱. اثر غلظت های مختلف اسید هیومیک بر مقدار عملکرد سبب 'گرانی-اسمیت'



شکل ۲. اثر غلظت های مختلف اسید هیومیک بر میزان رشد شاخه سیب 'گرانی-اسمیت'

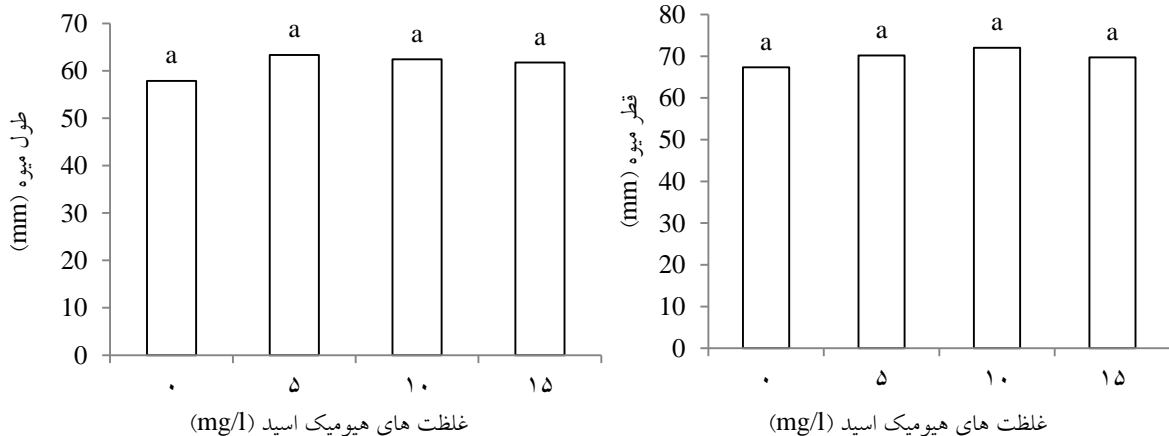
اثر محلول پاشی برگ با اسید هیومیک بر ترکیب معدنی برگ، عملکرد و کیفیت میوه سیب رقم 'گرانی اسمیت'



شکل ۳. اثر غلظت های مختلف اسید هیومیک بر سفتی بافت میوه سیب رقم 'گرانی اسمیت'

غلظت های مختلف اسید هیومیک سبب افزایش طول میوه و قطر میوه نسبت به تیمار شاهد شد، اما این افزایش غیرمعنادار بود (شکل ۴). بیشترین مقدار آن در تیمار ۵ میلی گرم در لیتر با ۶۳/۳۶ میلی متر و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد با ۵۷/۸۹ میلی متر مشاهده شد. بیشترین قطر میوه در تیمار ۱۰ میلی گرم در لیتر با ۷۲/۰۲ میلی متر و کمترین آن در تیمار شاهد با ۶۷/۳۳ میلی متر مشاهده شد.

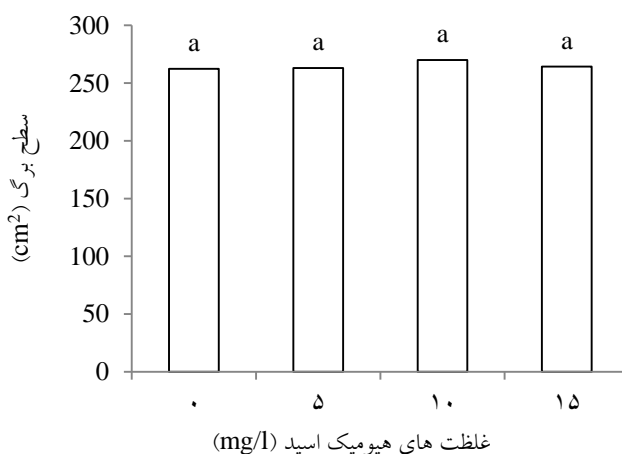
بین میوه های تیمار شده با اسید هیومیک و شاهد اختلاف معناداری از نظر سفتی بافت میوه دیده نشد، به طوری که بیشترین سفتی در تیمارهای ۱۰ و ۱۵ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک با ۲/۱ و ۱/۹۸ کیلوگرم بر سانتی متر مربع و کمترین آن در تیمار ۵ میلی گرم در لیتر اسید هیومیک با ۱/۸۷ کیلوگرم بر سانتی متر مربع مشاهده شد (شکل ۳). سازوکارهای آن شامل آسیمیلایسیون عناصر ماکرو و میکرو، تأثیرات بیوشیمیایی (نظیر فعالیت آنزیمی یا بازدارندگی، تغییر در نفوذپذیری غشا و سنتز پروتئین) و تولید بیوماس است [۶].



شکل ۴. اثر غلظت های مختلف اسید هیومیک بر طول و قطر میوه سیب رقم 'گرانی اسمیت'

غلظت‌های مختلف اسید هیومیک بر میزان سطح برگ تأثیر معناداری نداشت، ولی از نظر عددی بیشترین مقدار آن در تیمار ۱۰ میلی‌گرم در لیتر با ۲۷۰ سانتی‌متر مربع و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد با ۲۶۲/۳۳ مشاهده شد که تجزیه آماری بین این دو سطح معنادار نشد (شکل ۵). از این رو به دلیل افزایش عملکرد رشد شاخه هم کاهش یافت که اندازه سطح برگ نیز در این مورد تحت تأثیر قرار گرفت.

همان‌طور که ذکر شد اسید هیومیک اثر اندکی در افزایش طول و قطر میوه داشت. شاید علت این امر، اثر مستقیم اسید هیومیک بر گیاه و تأثیر آن بر هورمون‌ها یا اثر غیرمستقیم این مواد بر متابولیسم داخلی گیاه باشد [۱۷]. همچنین دانشمندان موفق شدند مواد شبه‌اکسینی و جیبرلینی را پس از محلول‌پاشی اسید هیومیک از گیاه استخراج کنند [۱۱]. نتایج این تحقیق در گوجه‌فرنگی [۲۳] و زردآلو [۱۲] نیز به‌دست آمده است.



شکل ۵. اثر غلظت‌های مختلف اسید هیومیک بر سطح برگ سیب رقم 'گرانی‌اسمیت'

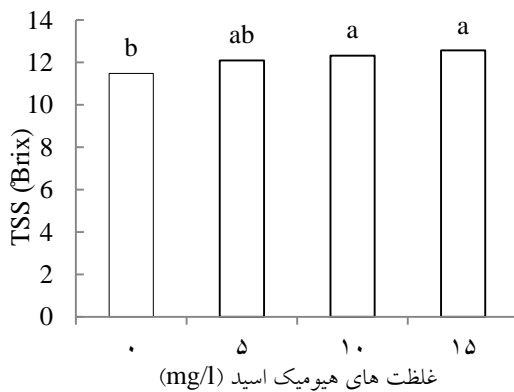
اختلاف معناداری در سطح ۱ درصد داشت. بیشترین TSS در تیمار ۱۵ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک با ۱۲/۵۷ درجه بریکس و کمترین آن در تیمار شاهد با ۱۱/۴۸ درجه بریکس مشاهده شد (شکل ۷). نتایج در گوجه‌فرنگی [۲۳]، انگور [۱۳]، توت‌فرنگی [۲۱] و زردآلو [۱۲] نیز به‌دست آمده است. با توجه به اینکه فعالیت فتوسنتزی با کاربرد اسید هیومیک افزایش پیدا می‌کند [۱۸، ۱۴] و سبب افزایش باز شدن روزنه‌ها می‌شود، فعالیت فتوسنتزی بیشتر می‌تواند سبب افزایش مقدار TSS میوه شود [۱۶]. همچنین تیمار اسید هیومیک موجب افزایش مقدار پتاسیم بافت برگ شد (شکل ۱۲). تأثیر پتاسیم در کنترل باز و بسته

غلظت ۱۵ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک بر میزان کلروفیل کل تأثیر معناداری داشت، ولی بین سایر تیمارها اختلاف معناداری با تیمار شاهد مشاهده نشد (شکل ۶)، به‌طوری که بیشترین میزان آن در تیمار ۱۵ میلی‌گرم در لیتر با ۰/۱۲ میلی‌گرم در هر گرم بافت تازه برگ و کمترین آن در تیمار شاهد با ۰/۰۵ میلی‌گرم در هر گرم بافت تازه برگ مشاهده شد. نتایج این تحقیق با نتایج تحقیق درباره انگور رقم 'ایتالیا' [۱۳] و توت‌فرنگی [۴] مطابقت داشت. کلروفیل بیشتر سبب افزایش بازده فتوسنتزی می‌شود که در تولید می‌تواند در افزایش عملکرد تأثیرگذار باشد [۱۶]. غلظت‌های مختلف اسید هیومیک بر مقدار TSS

اثر محلول پاشی برگ با اسید هیومیک بر ترکیب معدنی برگ، عملکرد و کیفیت میوه سیب رقم 'گرانی اسمیت'

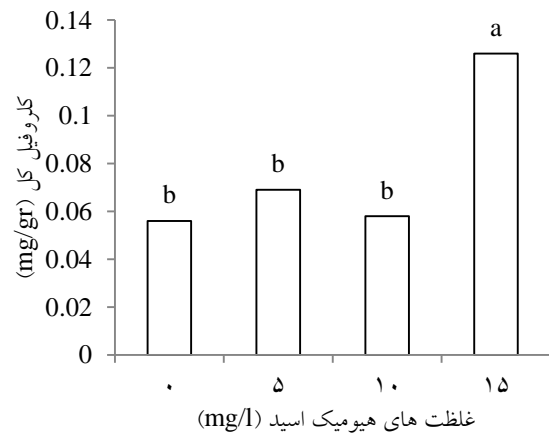
آمینواسیدهای آزاد تأثیر داشته و از این طریق، موجب افزایش TSS شده است [۲۱].

غلظت‌های مختلف اسید هیومیک بر مقدار قند کل تأثیر معناداری نداشت (شکل ۸). بیشترین مقدار آن در تیمار ۱۰ میلی‌گرم در لیتر با ۰/۶۶ درصد و کمترین مقدار آن در تیمار ۵ میلی‌گرم در لیتر با ۰/۵۲ درصد مشاهده شد.



شکل ۷. اثر غلظت‌های مختلف اسید هیومیک بر مواد جامد محلول سیب رقم 'گرانی اسمیت'

شدن روزنه‌ها و تبادلات گازی گیاه اثبات شده است. بر این اساس، به نظر می‌رسد افزایش غلظت پتاسیم برگ از طریق کنترل بهتر و تقویت تبادلات گازی و تأثیر بر فتوسنتز گیاه، موجب افزایش TSS شده است [۱۲]. از آنجا که مواد موجود در TSS شامل قندها، اسیدهای آلی و آمینواسیدهای آزاد است، احتمالاً اسید هیومیک بر دیگر اجزای تشکیل‌دهنده TSS نظیر اسیدهای آلی و

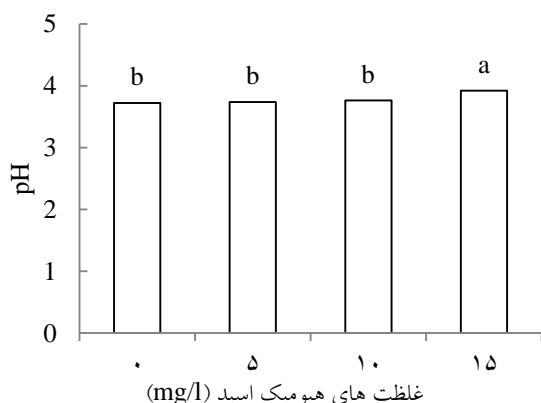


شکل ۶. اثر غلظت‌های مختلف اسید هیومیک بر کلروفیل کل برگ سیب رقم 'گرانی اسمیت'

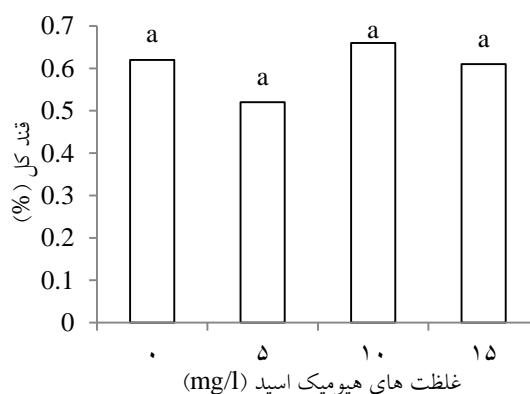
خصوص انگور رقم 'ایتالیا' مطابقت داشت [۱۳]. از طرف دیگر، تیمار اسید هیومیک هیچ تأثیری بر اسیدیتته آبمیوه گوجه‌فرنگی نداشت [۱۰، ۲۳].

غلظت‌های مختلف اسید هیومیک بر میزان عنصر نیتروژن تأثیر معناداری نداشت، ولی بیشترین مقدار آن در تیمار ۵ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک ۳/۲۸ و کمترین مقدار آن در تیمار ۱۵ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک ۳/۱۴ درصد مشاهده شد (شکل ۱۰).

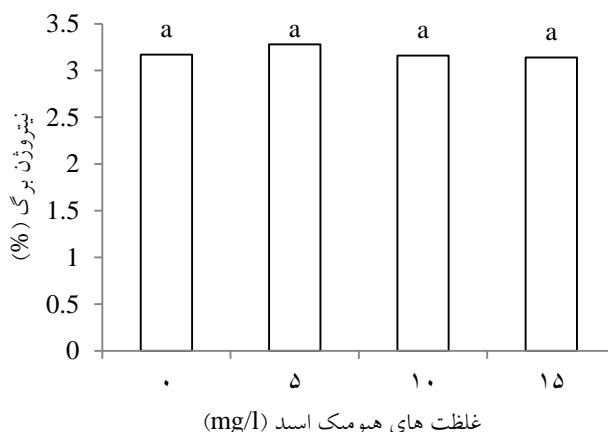
تیمار اسید هیومیک به‌طور معناداری اسیدیتته آبمیوه را در مقایسه با تیمار شاهد افزایش داد (شکل ۹). با توجه به ترکیب قلیایی اسید هیومیک، افزایش غلظت اسید هیومیک، اسیدیتته محلول کاربردی را افزایش داد و موجب افزایش اسیدیتته آبمیوه شد. بیشترین اسیدیتته در تیمار ۱۵ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک با ۳/۹۲ و کمترین آن در تیمار شاهد با ۳/۷۲ به‌دست آمد. از آنجا که افزایش غلظت اسید هیومیک سبب افزایش اسیدیتته تیمار به‌کاررفته می‌شود، اسیدیتته آبمیوه افزایش یافت. نتایج این تحقیق با یافته‌ها در



شکل ۹. اثر غلظت‌های مختلف اسید هیومیک بر pH آبمیوه سیب رقم 'گرانی اسمیت'



شکل ۸. اثر غلظت‌های مختلف اسید هیومیک بر قند کل سیب رقم 'گرانی اسمیت'



شکل ۱۰. اثر غلظت‌های مختلف اسید هیومیک بر نیتروژن برگ سیب رقم 'گرانی اسمیت'

پتاسیم در باز و بسته شدن روزنه‌ها تأثیر تنظیم‌کننده دارد. سلول‌های محافظ روزنه در اثر وجود نور به‌علت فسفوریلاسیون نوری، ATP بیشتری می‌سازند و انرژی لازم برای جذب فعال پتاسیم را فراهم می‌کنند. در اثر ورود این عنصر به سلول‌های محافظ، پتانسیل اسمزی منفی‌تر می‌شود و جذب آب افزایش می‌یابد و روزنه‌ها باز می‌شوند [۱۰، ۱۲]. افزایش پتاسیم برگ را می‌توان به دلیل وجود K_2O در ترکیب اسید هیومیک به‌کاررفته و افزایش اسیدیته این محلول دانست، زیرا پتاسیم در محیط قلیایی بهتر جذب می‌شود [۶]. بر این اساس، قلیایی بودن

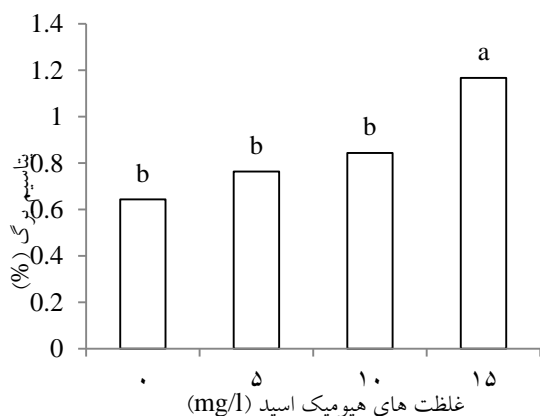
غلظت‌های مختلف اسید هیومیک بر مقدار عنصر فسفر تأثیر معناداری نداشت (شکل ۱۱). بیشترین مقدار آن در تیمار شاهد با ۰/۱۸ درصد و کمترین مقدار آن در تیمار ۵ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک با ۰/۱۶ درصد مشاهده شد.

غلظت‌های مختلف اسید هیومیک بر مقدار عنصر پتاسیم برگ تأثیر معناداری در سطح ۱ درصد داشت (شکل ۱۲). بیشترین درصد پتاسیم مربوط به تیمار ۱۵ میلی‌گرم در لیتر با ۱/۱۶ درصد و کمترین آن مربوط به تیمار ۵ میلی‌گرم در لیتر با ۰/۷۶ درصد بود.

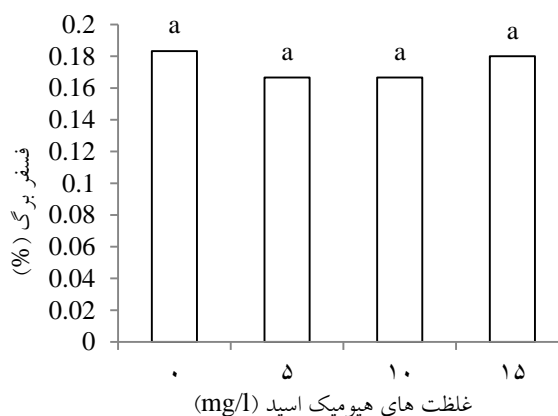
اثر محلول پاشی برگ با اسید هیومیک بر ترکیب معدنی برگ، عملکرد و کیفیت میوه سیب رقم 'گرانی اسمیت'

سیب 'گلدن دلشیز' [۱۶]، کاهو [۱۴]، خیار [۲۰] و توت فرنگی [۴] گزارش شده است.

تیمارهای استفاده شده در غلظت‌های بیشتر اسید هیومیک نیز از دلایل جذب بهتر و بیشتر عنصر پتاسیم برگ است [۱۹]. افزایش تحریک و باز شدن روزنه‌ها و همچنین افزایش پتاسیم برگ از طریق کاربرد اسید هیومیک در



شکل ۱۲. اثر غلظت‌های مختلف اسید هیومیک بر پتاسیم برگ سیب رقم 'گرانی اسمیت'



شکل ۱۱. اثر غلظت‌های مختلف اسید هیومیک بر فسفر برگ سیب رقم 'گرانی اسمیت'

داشت. هر دو تیمار ۱۰ و ۱۵ میلی گرم در لیتر، سبب افزایش عملکرد نسبت به تیمار شاهد شد، ولی تیمار ۱۰ میلی گرم در لیتر را به دلیل صرفه اقتصادی می‌توان برای بهبود کیفی و کمی سیب 'گرانی اسمیت' توصیه کرد.

۴. نتیجه گیری

بر اساس نتایج پژوهش حاضر، محلول پاشی اسید هیومیک به‌طور معناداری سبب افزایش عملکرد، کل مواد جامد محلول و اسیدیته سیب 'گرانی اسمیت' شد. غلظت‌های ۱۰ و ۱۵ میلی گرم در لیتر موجب افزایش عملکرد درخت شد، از این رو این سطح تیمار برای کاربردهای عملی اسید هیومیک استفاده شده در تحقیق حاضر در باغ‌های سیب توصیه می‌شود. همچنین محلول پاشی این غلظت‌ها به کاهش رشد شاخه منجر شد که به علت کاهش رقابت، سبب افزایش کیفیت میوه می‌شود. محلول پاشی اسید هیومیک، افزایش کلروفیل کل و غلظت پتاسیم برگ را نیز در پی داشت. افزون بر این، بازده فتوسنتز با توجه به تأثیر کلروفیل به عنوان پیگمان فتوسنتزی و تأثیر پتاسیم در باز و بسته شدن روزنه‌ها، می‌تواند بهبود یابد. در کل می‌توان نتیجه گرفت که محلول پاشی اسید هیومیک در افزایش عملکرد و کیفیت میوه سیب 'گرانی اسمیت' تأثیر بسزایی

به‌زراعی کشاورزی

4. Ameri A and Tehranifar A (2012) Effect of humic acid on nutrient uptake and physiological characteristic *Fragaria ananassa* var Camarosa. *Biology Environmental Science*. 6: 77-79.
5. Arnon DT (1949) Copper enzymes in isolated chloroplasts polyphenol oxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*. 24: 1-15.
6. Bidegain RA, Kammerer M, Guiesse M, Hafidi M, Rey F, Morard P and Revel JC (2000) Effect of humic substances from composted or chemically decomposed poplar sawdust on mineral nutrition of ryegrass. *Agriculture Sciences*. 134: 259-267.
7. Canellas LP, Teixeira J, Dobbss LRL, Silva LB, Medici CA, Zandonadi LO and Fac DB (2008) Humic acids cross interactions with root and organic acids. *Annals Applied Biology*. 153: 157-166.
8. Cimrin MK and Yilmaz I (2005) Humic acid application to lettuce do not improve yield but do improve phosphorus availability. *Acta Agriculture Scandinavia*. 55: 58-63.
9. Desouky IM, Haggag LF, Abd El-Migeed MMM, Kishk YFMK and El-Hadi ES (2009) Effect of boron and calcium nutrients sprays on fruit set, oil content and oil quality of some olive oil cultivars. *Agriculture Sciences*. 5: 180-185.
10. Dogan E and Demir K (2004) Determinations of yield and fruit characteristics of tomato crop grow in humic acids-added aggregate culture in greenhouse conditions. *Plant Physiology*. 84: 218-224.
11. Ervin EH and Zhang X (2004) Cytokinin-containing seaweed and humic acid extracts associated with creeping bentgrass leaf cytokinins and drought resistance. *Crop Science*. 44: 1737-1745.
12. Fathi MA, Gabr MA and El Shall SA (2010) Effect of humic acid treatment on Canino apricot growth yield and fruit quality. *New York Science*. 3: 212-225.
13. Ferrara G, Pacifico A, Simeone P and Ferrara E (2008) Preliminary study on the effects of foliar applications of humic acids on 'Italia' table grape. In: *Proceedings of XXXth O.I.V World Congress of Vine and Wine Budapest, 10-16 June*. Bari University, Budapest, Hungary. 79-87.
14. Haghghi M, Kafi M and Fang P (2012) Photosynthetic activity and N metabolism of lettuce as affected by humic acid. *International Vegetable Science*. 18: 182-189.
15. Laila F, Hagagg NS, Mustafa M, Shahin FM and El-Hady ES (2012) Effect of different nitrogen applications and organic matter on growth performance of Coratina olive seedlings. *Applied Science Research*. 8: 2076-2080.
16. Lopez AR (1993) Humic acid effect on the stomata conductance and leaf abscission on apple cv. Golden Delicious under tropical conditions. *Acta Horticulture*. 329: 254-254.
17. Muscolo A, Bavolo F, Gionfriddo F and Nardi S (1999) Earthworm humic matter produced auxin-like effects on *daucus carota* cell growth and nitrate metabolism. *Soil Biology Biochemistry*. 31: 1303-1311.
18. Nardi S, Pizzeghello D, Muscolo A and Vianello A (2002) Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology Biochemistry*. 34: 1527-1536.
19. Neri D, Lodolini EM, Luciano M, Sabbatini P and Savini G (2002) The persistence of humic acid droplets on leaf surface. *Acta Horticulture*. 594: 303-314.

20. Ruatan SB and Schnitzer M (1981) Effect of soil folic acid on the growth and nutrient content of cucumber (*Cucumis sativus* L.) plants. Plant soil. 63: 491-495.
21. Shehata SA, Gharib AA, El-Mogy MM, Abdel Gawad KF and Shalaby EA (2011) Influence of compost, amino and humic acids on the growth, yield and chemical parameters of strawberries. Medicinal Plants Research. 5: 2304-2308.
22. Unla HO, Unla H, Karakurt Y and Padem H (2011) Changes in fruit yield and quality in response to foliar and soil humic acid application in cucumber. Scientific Research and Essays. 6: 2800-2803.
23. Yildirim E (2007) Foliar and soil fertilization of humic acid affect productivity and quality of tomato. Acta Agriculture Scandinavia. 57: 182-186.

