



به زراعی کشاورزی

دوره ۱۸ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۳۹۵
صفحه‌های ۳۰۳-۳۱۸

بررسی اثر اسید هیومیک و عنصر روی بر کمیت و کیفیت میوه، رنگیزه‌های فتوستتزی و غلظت برخی عناصر در انگور رقم 'عسگری'

اکرم وطن‌خواه^۱، عبدالرحمان محمدخانی^{۲*}، سعداله هوشمند^۳ و شهرام کیانی^۴

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهردر، شهرکرد - ایران
۲. دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهردر، شهرکرد - ایران (نویسنده مسئول مکاتبات^{*})
۳. دانشیار گروه اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهردر، شهرکرد - ایران
۴. استادیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهردر، شهرکرد - ایران

تاریخ وصول مقاله: ۹۴/۰۲/۱۹

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۴/۰۶/۱۴

چکیده

به منظور بررسی تأثیر اسید هیومیک و سولفات روی بر عملکرد میوه و غلظت عناصر در برگ انگور، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار، بر روی تاک‌های ۲۰ ساله انگور در شهرستان فارس از توابع استان چهارمحال و بختیاری، در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ انجام گرفت. عوامل اسید هیومیک و سولفات روی هر یک در سه سطح صفر، ۰/۱ و ۰/۲ درصد وزنی به صورت محلول پاشی در دو نوبت پیش از گلدهی و دو هفته پس از تشکیل میوه اعمال گردیدند. اثر اسید هیومیک، سولفات روی و اثر متقابل آنها بر عملکرد میوه، غلظت نیتروژن، آهن و روی و میزان کلروفیل برگ معنی‌دار بود. بیشترین و کمترین میزان عملکرد میوه، به ترتیب با کاربرد اسید هیومیک ۰/۲ درصد و تیمار شاهد و به میزان ۸/۳۱ و ۶/۱۲ کیلوگرم در هر تاک به دست آمد. بیشترین میزان غلظت عنصر روی در برگ (۴۹/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم بافت خشک) تحت تأثیر تیمار سولفات روی ۰/۲ درصد به دست آمد. در پژوهش حاضر، همبستگی مثبتی بین غلظت روی و صفاتی نظیر عملکرد میوه ($r = 0/46$)، وزن خوشه ($r = 0/45$)، کلروفیل کل ($r = 0/53$) و TSS عصاره میوه ($r = 0/49$) مشاهده شد. بنابراین، به نظر می‌رسد به منظور افزایش عملکرد و بهبود کیفیت انگور، محلول‌پاشی اسید هیومیک و سولفات روی هر کدام با غلظت ۰/۲ درصد مفید باشد.

کلیدواژه‌ها: اسید آمینه، عملکرد میوه، عناصر کم‌مصرف، کیفیت میوه، محلول‌پاشی

۱. مقدمه

باعث ریزش حبه‌ها و تأخیر در رسیدن میوه می‌شود [۵]. انگور از لحاظ مصرف روی از جمله گیاهان پرنیاز محسوب می‌شود [۱۱]. میزان بیش از حد عنصر روی نیز می‌تواند جذب سایر عناصر غذایی را تحت تأثیر قرار دهد [۱۴ و ۳۴]. در بررسی انگور رقم 'کشمشی'، محلول پاشی ترکیبات حاوی روی، باعث افزایش غلظت این عنصر در برگ‌های انگور شد [۶]. در پژوهشی محلول پاشی با سولفات روی با غلظت چهار درصد قبل از گل‌دهی موجب افزایش محصول انگور به میزان ۱۵-۱۲ درصد در رقم 'الیگوت' شد. همچنین، میزان قند افزایش و اسیدیته کاهش یافت [۲۰]. کاربرد محلول پاشی برگی سولفات روی باعث افزایش اندازه، TSS و آب میوه توت‌فرنگی شده است [۲۷].

اسیدهیومیک در اثر تجزیه مواد آلی، به‌ویژه مواد با منشاء گیاهی به‌وجود می‌آید و در خاک، زغال سنگ و پیت یافت می‌شود. این ماده با وزن ملکولی ۳۰ تا ۳۰۰ هزار دالتون باعث تشکیل کمپلکس پایدار و نامحلول با عناصر کم‌مصرف می‌گردد. از جمله ترکیبات دارای کربن آلی حاصل تجزیه بیولوژیکی و شیمیایی گیاهان و جانوران است و حدود ۷۵ درصد مواد آلی بیشتر خاک‌های معدنی را تشکیل می‌دهد [۴ و ۳۰]. هیومیک اسید به عنوان یک اسید آلی بدون اثرات مخرب زیست‌محیطی همراه با عنصر روی در جهت رفع برخی از کمبودهای عناصر غذایی در انگور می‌تواند مؤثر واقع شود. محلول پاشی برگی و مصرف خاکی هیومیک اسید موجب افزایش هورمون‌های اکسین، سیتوکینین و جیبرلین در گیاهان می‌شود [۱۱].

در پژوهشی اثر محلول پاشی روی، هیومیک اسید و اسید استیک بر عملکرد و اجزای عملکرد انگور رقم 'پیکانی' در دو مرحله رشدی میوه مورد بررسی قرار گرفت [۳]. محلول پاشی این ترکیبات، عملکرد میوه را به طور معنی داری افزایش داده است. همچنین، نتایج تجزیه

انگور (*Vitis vinifera* L.) متعلق به خانواده Vitaceae است. در این خانواده، حدود ۱۱ جنس و بیش از ۶۰۰ گونه وجود دارد که از بین آنها جنس *Vitis* بیشترین اهمیت را دارد. کل تولید انگور جهان در سال ۲۰۱۲ حدود ۶۰۳۰۸۴۸۱ میلیون تن گزارش شده و ایران با حدود ۲۲۵۵۶۷۰ تن، رتبه دهم جهان را به خود اختصاص داده است [۲۲].

محلول پاشی برگی عناصر غذایی و کودهای زیستی روشی مناسبی برای تغذیه بهینه گیاهان بوده و یکی از راه‌های بهبود عملکرد و کیفیت محصولات مختلف از جمله انگور می‌باشد [۱۷]. عناصر نیتروژن، بور و روی در فرآیند گرده افشانی، لقاح و تشکیل میوه تأثیر بسیار زیادی دارند. درختچه انگور در زمان گل‌انگیزی بیشترین نیاز را به عناصر یاد شده دارد. در اوایل بهار به دلیل سرد بودن دمای خاک و عدم وجود برگ کافی روی گیاه، جذب این عناصر از خاک به کندی صورت می‌گیرد، بنابراین، محلول پاشی ترکیبات حاوی این عناصر راهکار مناسبی برای تأمین نیازهای گیاه می‌باشد [۹]. حساسیت گیاهان مختلف به کمبود روی متفاوت است و در بین درختان میوه، انگور جزء گونه‌های حساس محسوب می‌گردد [۲۹].

عنصر روی یکی از عناصر غذایی پراهمیت و کم‌مصرف می‌باشد که در بسیاری از فعالیت‌های آنزیمی گیاه نقش تسریع‌کننده، فعال‌کننده یا ساختاری بازی می‌کند و در ساخت و تجزیه پروتئین‌ها شرکت دارد. گیاهان دارای کمبود روی از نظر ساخت هورمون‌ها به‌ویژه اکسین دچار مشکل می‌شوند. عنصر روی یکی از مواد مؤثر در رشد طبیعی برگ‌ها، طویل شدن شاخه‌ها و توسعه گرده‌افشانی و قرار گرفتن حبه‌های پر و فراوان روی خوشه در انگور است [۱ و ۱۵]. باتوجه به نقش عنصر روی در تولید هورمون اکسین، کمبود آن و در نتیجه کاهش اکسین

بررسی اثر اسید هیومیک و عنصر روی بر کمیت و کیفیت میوه، رنگیزه‌های فتوسنتزی و غلظت برخی عناصر در انگور رقم 'عسگری'

هیومیک اسید به طور معنی‌داری عملکرد کل را نسبت به تیمار شاهد افزایش داد [۲۶].

باتوجه به نتایج تحقیقات موجود در ارتباط با نقش تغذیه برگ‌ها عناصر کم مصرف و کودهای زیستی بر عملکرد و کیفیت محصولات مختلف [۳، ۶، ۲۰، ۲۶ و ۳۵]، هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی اثر تغذیه سولفات روی و هیومیک اسید بر صفات کمی و کیفی میوه، کلروفیل و غلظت برخی عناصر برگ انگور رقم 'عسگری' می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر بر روی تاک‌های غیرپیوندی ۲۰ ساله در یک باغ انگور در شهرستان فارس از توابع استان چهارمحال و بختیاری، در سال ۹۳-۱۳۹۲ به اجرا درآمد. منطقه موردنظر دارای عرض شمالی ۳۲ درجه و ۱۶ دقیقه، طول شرقی ۵۰ درجه و ۳۵ دقیقه و ارتفاع ۲۰۲۰ متر از سطح دریا در یک منطقه نیمه کوهستانی، در ۳۰ کیلومتری جنوب غربی شهرکرد قرار دارد. پیش از اجرای آزمایش جهت اطلاع از خصوصیات و عناصر غذایی موجود در خاک براساس دستورالعمل دو نمونه خاک از اعماق ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی‌متری تهیه و مورد آزمایش قرار گرفت که مشخصات تجزیه خاک در جدول (۱) آمده است [۵].

برگی آنها نشان داد که اثر تیمارهای محلول‌پاشی بر غلظت عناصر در برگ معنی‌دار شد. محلول‌پاشی با ترکیبات حاوی عنصر روی باعث افزایش غلظت آن تا ۳۷۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم بافت خشک برگ‌های انگور گردید. در انگور مواد هیومیکی ضمن افزایش تحرک یون‌ها و تأثیر بر فیزیولوژی و متابولیسم گیاه، سبب بهبود جذب عناصر آهن و فسفر شده و در نتیجه وزن حبه را افزایش می‌دهد [۳۵].

در یک آزمایش مزرعه‌ای، کاربرد مواد هیومیکی، رشد ساقه و تجمع پتاسیم، کلسیم، منیزیم و آهن را در برگ‌های زیتون افزایش داده ولی بر محتوی نیتروژن برگ‌ها بی‌تأثیر بوده است [۲۱]. در یک پژوهش گلخانه‌ای اثر هیومیک اسید بر روی رشد ذرت در خاک‌های آهکی مورد بررسی قرار گرفت. محلول‌پاشی هیومیک اسید با غلظت‌های مختلف تأثیر متفاوت و معنی‌داری بر وزن خشک گیاه دارد. همچنین، هیومیک اسید با غلظت یک درصد اثر مثبت و معنی‌داری بر جذب عناصری نظیر مس، روی، منگنز، فسفر و سدیم داشته است [۲۴]. اثر هیومیک اسید را در پنج غلظت بر عملکرد و کیفیت میوه‌های فلفل به صورت تیمار برگ‌ها و خاکی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد مقادیر ۲۰ میلی‌لیتر در لیتر هیومیک اسید به صورت محلول‌پاشی و نیز اعمال خاکی، بیشترین محتوی کلروفیل برگ‌ها را سبب شد. همچنین،

جدول ۱. نتایج تجزیه نمونه خاک محل اجرای تحقیق

عمق خاک (cm)	شوری (ds/m)	اسیدیته (pH)	ماده آلی (%)	میزان آهک (%)	فسفر قابل دسترس (mg/kg)	پتاس قابل دسترس (mg/kg)	نیتروژن (%)	روی (mg/kg)	منگنز (mg/kg)	آهن (mg/kg)	مس (mg/kg)
۰-۳۰	۰/۴۷	۷/۶	۱/۹	۳۸/۵	۷/۹	۲۷۱	۰/۱۱	۰/۶۳	۶/۲	۱/۹	۰/۷۷
۳۰-۶۰	۰/۳۹	۷/۶	۱/۶	۳۷/۰	۳/۹	۱۸۶	۰/۱۱	۰/۵۱	۵/۴	۱/۱	۰/۶۲

گردید. برای محلول پاشی تیمار شاهد از محلول آب و مویان استفاده شد.

پس از رسیدن محصول، صفات کمی و کیفی میوه شامل عملکرد، متوسط وزن خوشه و حبه، اسیدیته، مواد جامد محلول، کلروفیل a، b و کل و غلظت برخی عناصر در برگ اندازه گیری شد. متوسط وزن خوشه با تقسیم عملکرد هر تاک به تعداد خوشه به دست آمد و برای تعیین متوسط وزن حبه، از هر تیمار، چهار خوشه و از هر خوشه تعداد ۲۰ حبه انتخاب شد و به وسیله ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین گردید. اسیدیته میوه توسط دستگاه pH متر (مدل: MTT65، ساخت شرکت بروینگ^۲ آلمان) اندازه گیری شد. کل مواد جامد محلول، به وسیله دستگاه دیجیتالی رفرکتومتر (مدل: ATAGOPAL-3، ساخت ژاپن) در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد اندازه گیری شد. میزان کلروفیل برگ به روش آرنون (۱۹۴۹) توسط دستگاه اسپکتروفتومتر^۳ (مدل JENWY- 6320- D) ساخت انگلستان اندازه گیری شد [۱۰ و ۱۲]. به منظور بررسی اثر تیمارهای محلول پاشی بر میزان جذب برخی عناصر، پیش از برداشت میوه در نیمه مرداد ماه نمونه های برگ مقابل خوشه ها همراه با دم برگ جمع آوری شد [۳] و با آب معمولی و آب مقطر شسته شد. سپس، درون آون با دمای ۶۵ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار گرفت و پس از آن آسیاب شد. غلظت نیتروژن موجود در نمونه ها پس از تهیه عصاره از روش خاکسترگیری تر با استفاده از دستگاه کجلدال^۴ تمام اتوماتیک (مدل گرهارد، ساخت آلمان) اندازه گیری شد [۲]. غلظت سایر عناصر غذایی پس از تهیه عصاره از روش خاکسترگیری خشک تعیین گردید. فسفر موجود در عصاره با روش فسفو وانادات^۵ و پتاسیم

رقم انگور کشت شده در باغ مورد آزمایش از نوع 'عسگری' بوده که رقم غالب منطقه می باشد. بوته های انگور مورد مطالعه از نظر سن و شرایط نگهداری یکسان بوده و به صورت کرتی با دور ثابت آبیاری گردیدند. در طول آزمایش، کلیه عملیات داشت به صورت یکسان برای همه درختچه ها انجام گرفت.

آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار با دو عامل شامل سولفات روی در سه سطح (صفر، ۰/۱ و ۰/۲ درصد وزنی به حجمی) و اسید هیومیک نیز در سه سطح (صفر، ۰/۱ و ۰/۲ درصد وزنی به حجمی) اجرا شد و در مجموع ۴۵ تاک ۲۰ ساله بررسی شدند. کودهای مورد نظر به صورت محلول پاشی برگی بر روی تاک های انگور در دو مرحله اعمال گردید. هیومیک اسید با نام تجاری هیومکس، ترکیبی پودری ساخت شرکت جی اچ بیوتک^۱ آمریکا که براساس اطلاعات مندرج روی بسته حاوی ۸۰ درصد هیومیک اسید + ۱۵ درصد فولیک اسید و ۵ درصد پتاسیم بوده است.

محلول پاشی در دو زمان یکی پس از ظهور برگچه ها تا پیش از گلدهی (۲۶ اردیبهشت ۱۳۹۳) به میزان ۱۵۰ میلی لیتر برای هر تاک و محلول پاشی مرحله دوم دو هفته پس از تشکیل میوه (۱۲ تیرماه ۱۳۹۳) به میزان ۳۰۰ میلی لیتر برای هر تاک صورت گرفت. برای افزایش راندمان جذب عناصر غذایی، ضمن افزودن مویان (سورفکتانت، خیس کننده و پخش کننده کودهای مایع و افزایش دهنده دوام آن ها، تولید صنایع شیمیایی کرمان زمین) به محلول ها، محلول پاشی در ساعات ابتدایی روز بین ساعت ۶ تا ۹ صبح انجام شد. پس از اتمام محلول پاشی در روز بعد برای جذب بهتر مواد، آبیاری انجام گرفت. هر یک از تاک های انگور به طور کامل با محلول مورد نظر محلول پاشی گردید، به طوری که سطح و داخل تاج درخت با محلول شستشو

2 . Brewing
3 . Spectrophotometer
4 . Kjeldahl.
5 . Phosphate Vanadate

1 . JH Biotech

بررسی اثر اسید هیومیک و عنصر روی بر کمیت و کیفیت میوه، رنگیزه‌های فتوسنتزی و غلظت برخی عناصر در انگور رقم 'عسگری'

هیومیک اسید بر عملکرد میوه، وزن خوشه و حبه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار، درحالی‌که اثر سولفات روی بر عملکرد میوه و وزن خوشه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد و بر وزن حبه غیرمعنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد با افزایش سطوح هیومیک اسید میزان عملکرد میوه، وزن خوشه و حبه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و با افزایش سطوح سولفات روی میزان عملکرد و وزن خوشه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۳).

با دستگاه فلیم فتومتر^۱ (Corning-410، ساخت انگلستان) اندازه‌گیری شدند [۲]. عناصر آهن، منگنز، روی و مس موجود در عصاره با استفاده از دستگاه جذب اتمی (مدل پرکین ۴۰۰) اندازه‌گیری شدند. [۲]. تجزیه و تحلیل اثرات اصلی داده‌های حاصل با نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۲) و مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل با نرم‌افزار آماری MSTATC، آزمون LSD در سطح پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

عملکرد، وزن حبه و خوشه

براساس نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای محلول‌پاشی

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای هیومیک اسید و سولفات روی بر عملکرد، وزن خوشه، وزن حبه، pH، TSS و کلروفیل a، b و کل انگور 'عسگری'

میانگین مربعات								منابع تغییرات	درجه آزادی
کلروفیل کل	کلروفیل b	کلروفیل a	مواد جامد محلول (TSS)	pH	وزن حبه	وزن خوشه	عملکرد		
۰/۰۲۶۳*	۰/۰۱۴۶*	۰/۰۰۶۸ ^{ns}	^{ns} ۰/۶۵۳۸	۰/۰۵۹۳**	^{ns} ۰/۰۱۷۸	^{ns} ۹۱/۷۶۵	۰/۱۳۵۲ ^{ns}	۲	تکرار
۰/۱۶۷۱**	۰/۰۴۴۲**	۰/۰۳۹۴**	۲/۰۲۰*	^{ns} ۰/۰۰۱۳	۰/۳۳۸۴**	۳۳۵۳/۸**	۱۲/۲۱۰**	۲	هیومیک اسید
۰/۱۰۱۵**	۰/۰۵۵۳**	۰/۰۱۴۸*	۳/۹۸۵**	۰/۰۴۵۱**	^{ns} ۰/۰۳۰۰	۴۸۲/۶۹*	۲/۱۲۱*	۲	سولفات روی هیومیک اسید
۰/۰۱۴۴*	۰/۰۰۷۶*	۰/۰۰۷۹ ^{ns}	۱/۲۸۹*	۰/۰۲۲۴*	^{ns} ۰/۰۳۴۱	^{ns} ۱۴۰/۹۲	۰/۵۰۸۲ ^{ns}	۴	x سولفات روی
۰/۰۰۴۸	۰/۰۰۲۴	۰/۰۰۳۱	۰/۴۲۴۸	۰/۰۰۶۱	۰/۰۳۳۱	۱۱۶/۱۹	۰/۴۸۹۲	۱۶	خطا
۵/۶۵	۹/۲۶	۸/۰۴	۳/۷۷	۲/۳۸	۹/۰۹	۶/۰۳	۹/۳۹		ضریب تغییرات (%)

ns - عدم معنی‌دار

* و ** - به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

1 . Flame Photometer

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر هیومیک اسید و سولفات روی بر عملکرد، وزن خوشه و حبه، کلروفیل a، غلظت نیتروژن، آهن و روی انگور 'عسگری'

تیمار	غلظت	عملکرد تاک (kg)	میانگین وزن خوشه (gr)	میانگین وزن حبه (gr)	کلروفیل a (mg/g)	نیتروژن (%)	آهن (mg/g)	روی (mg/g)
	۰	۶/۱۲ ^b ± ۰/۱۹	۱۵۷/۹ ^c ± ۴/۵۲	۱/۸۱ ^c ± ۰/۰۳	۰/۶۲ ^b ± ۰/۰۱	۲/۵۸ ^b ± ۰/۰۳	۱۱۵/۱ ^b ± ۴/۱۸	۳۸/۱۴ ^b ± ۳/۴۷
هیومیک اسید	۰/۱	۷/۸۹ ^a ± ۰/۲۱	۱۸۱/۴ ^b ± ۳/۶۰	۱/۹۹ ^b ± ۰/۰۶	۰/۷۳ ^a ± ۰/۰۲	۲/۸۰ ^a ± ۰/۰۴	۱۳۶/۸ ^a ± ۱/۶۸	۴۱/۳۰ ^a ± ۲/۸۳
	۰/۲	۸/۳۱ ^a ± ۰/۳۳	۱۹۶/۲ ^a ± ۴/۰۲	۲/۱۹ ^a ± ۰/۰۷	۰/۷۴ ^a ± ۰/۰۲	۲/۸۴ ^a ± ۰/۰۲	۱۴۴/۷ ^a ± ۴/۹۶	۴۲/۴۲ ^a ± ۲/۹۹
	۰	۷/۰۵ ^b ± ۰/۲۸	۱۷۱/۶ ^b ± ۷/۸۸	۲/۰۰ ^a ± ۰/۰۷	۰/۶۶ ^b ± ۰/۰۱	۲/۶۲ ^b ± ۰/۰۴	۱۲۴/۸ ^b ± ۶/۰۰	۲۸/۹۸ ^c ± ۱/۱۵
سولفات روی	۰/۱	۷/۲۹ ^{ab} ± ۰/۳۶	۱۷۷/۶ ^{ab} ± ۵/۶۶	۱/۹۴ ^a ± ۰/۰۶	۰/۶۹ ^{ab} ± ۰/۰۲	۲/۷۸ ^a ± ۰/۰۴	۱۳۲/۷ ^{ab} ± ۳/۵۰	۴۳/۷۸ ^b ± ۰/۹۶
	۰/۲	۰/۵۱ ^a ۷/۹۸	۵/۹۱ ^a ۱۸۶/۲	۰/۰۹ ^a ۲/۰۶	۰/۰۴ ^a ۰/۷۴	۰/۰۴ ^a ۲/۸۱	۶/۵۳ ^a ۱۳۹/۱	۰/۹۲ ^a ۴۹/۱۰

در هر ستون، میانگین‌های مربوط به هر عامل دارای حرف مشترک در آزمون LSD در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌دار ندارند. عدد بعد از \pm خطای معیار (se) میانگین را نشان می‌دهد.

و با غلظت روی ($r = 0/45$) در سطح پنج درصد نشان داد (جدول ۶). با افزایش سطوح هیومیک اسید، وزن حبه انگور 'عسگری' نیز افزایش یافت، به طوری که کمترین وزن حبه در تیمار شاهد (۱/۸۱ گرم) و بیشترین وزن حبه در تیمار هیومیک اسید ۰/۲ درصد (۲/۱۹ گرم) مشاهده گردید (جدول ۳). تیمارهای ۰/۱ و ۰/۲ درصد هیومیک اسید از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری نشان دادند و تیمارهای مذکور با شاهد دارای اختلاف معنی‌داری بودند.

مواد هیومیکی باعث افزایش جذب عناصر غذایی در گیاهان می‌شوند. مطالعات متعددی افزایش رشد در گیاهان را به همراه افزایش در جذب عناصر غذایی توسط گیاهان نشان داده‌اند. مواد هیومیک از طریق اثرات بیوشیمیایی و شبه هورمونی که دارند، عامل افزایش جذب ریزمغذی‌ها توسط گیاهان می‌شوند [۱۹]. هیومیک اسید با افزایش غلظت آهن باعث بهبود کارایی عناصر غذایی در انگور شده و با افزایش فتوسنتز و مواد حاصل از آن باعث افزایش حجم خوشه و عملکرد می‌گردد [۳]. همچنین

در تیمار محلول‌پاشی هیومیک اسید بیشترین عملکرد در تاک به میزان ۸/۳۱ کیلوگرم در هر تاک در سطح ۰/۲ درصد و کمترین عملکرد به میزان ۶/۱۲ کیلوگرم در هر تاک در تیمار شاهد مشاهده گردید. در تیمار محلول‌پاشی سولفات روی بیشترین عملکرد به میزان ۷/۹۸ کیلوگرم در سطح ۰/۲ درصد دیده شد که با تیمار شاهد ۷/۰۵ کیلوگرم در هر تاک اختلاف معنی‌داری نشان داد. مقایسه میانگین اثر هیومیک اسید بر وزن خوشه نشان داد، با افزایش سطوح هیومیک اسید از صفر تا ۰/۲ درصد، وزن خوشه نیز افزایش یافته است (جدول ۳). بیشترین وزن خوشه از تیمار سولفات روی ۰/۲ درصد به میزان ۱۸۶/۲ گرم به دست آمد و کمترین وزن خوشه از تیمار شاهد به میزان ۱۷۱/۶ گرم حاصل شد (جدول ۲). وزن خوشه همبستگی مثبت با غلظت نیتروژن ($r = 0/82$)، آهن ($r = 0/72$)، عملکرد (جدول ۳) ($r = 0/83$)، کلروفیل a ($r = 0/59$)، کلروفیل b ($r = 0/53$) و کلروفیل کل ($r = 0/65$) در سطح یک درصد

روی، آهن و منگنز را در زمان‌های مختلف را بر خصوصیات کمی و کیفی میوه انگور مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد ضمن افزایش عملکرد محصول، وزن، اندازه و دیگر خصوصیات حبه‌ها افزایش یافت که با نتایج این پژوهش هماهنگی دارد [۱۶]. نتایج حاصل از پژوهشی بر روی انگور رقم 'پیکانی' نشان داد بیشترین میزان عملکرد میوه (به‌میزان ۱۳/۵۸ کیلوگرم در هر تاک) در تاک‌های تیمار شده با هیومیک اسید، سولفات روی و استیک اسید در مقایسه با شاهد حاصل شد [۳]. بالاترین وزن حبه انگور (۲/۳۱ گرم) با کاربرد خاکی با ۵ و ۷/۵ گرم بر لیتر هیومیک اسید حاصل شد [۳۱].

pH و کل مواد جامد محلول (TSS)

اثر محلول‌پاشی هیومیک اسید بر کل مواد جامد محلول (TSS) عصاره میوه انگور در سطح پنج درصد معنی‌دار شد، درحالی‌که اثر محلول‌پاشی هیومیک اسید بر میزان pH میوه انگور معنی‌دار نشد (جدول ۲). pH همبستگی منفی با غلظت فسفر ($r = -0/08$)، پتاسیم ($r = -0/07$)، مس ($r = -0/31$)، منگنز ($r = -0/25$)، آهن ($r = -0/005$)، روی ($r = -0/14$)، عملکرد ($r = -0/05$) و وزن خوشه ($r = -0/02$) نشان داد (جدول ۶). اثر سولفات روی بر میزان pH و مواد جامد محلول (TSS) عصاره میوه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار گردید. بین TSS و غلظت نیتروژن ($r = 0/59$)، روی ($r = 0/49$)، کلروفیل b ($r = 0/68$)، کلروفیل کل ($r = 0/67$) و وزن حبه ($r = 0/52$) همبستگی مثبتی در سطح یک درصد مشاهده شد (جدول ۶). همچنین، برهمکنش هیومیک اسید و سولفات روی بر میزان pH و مواد جامد محلول (TSS) عصاره میوه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد.

هیومیک اسید با افزایش فعالیت آنزیم رابیسکو سبب افزایش فعالیت فتوسنتزی گیاه و در نتیجه افزایش عملکرد می‌شود [۱۸]. در ارقام مختلف انگور با کاربرد ترکیبات هیومیکی عملکرد از ۳ تا ۷۰ درصد نسبت به شاهد افزایش یافته است [۷]. در انگور تأثیرات مواد هیومیکی با تحرک بخشیدن یون‌ها و نیز بر متابولیسم و فیزیولوژی گیاه، سبب بهبود جذب عناصر آهن و فسفر شده و این امر باعث افزایش وزن حبه می‌گردد [۳۵]. هیومیک اسید از طریق اثرات مثبت فیزیولوژیکی از جمله افزایش متابولیسم درون سلول‌ها و همچنین افزایش میزان کلروفیل در برگ‌ها سبب ماندگاری بیشتر برگ‌ها شده، در نتیجه بر میزان عملکرد تولیدی در گیاهان آلی افزوده می‌شود [۳۲]. هیومیک اسید از طریق افزایش در محتوای نیتروژن گیاه سبب افزایش رشد، ارتفاع و به تبع آن عملکرد بیولوژیک می‌شود [۱۳]. بنابراین، بهبود فاکتورهای عملکرد، وزن خوشه و وزن حبه در تاک‌های تغذیه شده با هیومیک اسید ناشی از تأثیر مثبت این ماده بر بهبود جذب عناصر غذایی و افزایش کلروفیل و در نتیجه افزایش فتوسنتز می‌باشد. افزایش وزن تک حبه در خوشه موجب افزایش وزن خوشه و افزایش عملکرد کل شده است. ترکیبات هیومیکی باعث افزایش وزن میوه می‌شوند [۳۶].

باتوجه به نقشی که عنصر روی در سنتز اکسین و تشکیل نشاسته دارد و از طریق افزایش کربوهیدرات‌ها و مواد حاصل از همانندسازی، افزایش میزان اکسین در افزایش وزن میوه و کاهش ریزش میوه مؤثر است [۳]. نتایج حاصل از یک آزمایش دوساله روی انگور رقم 'بیدانه سلطانی' نشان داد که محلول‌پاشی سولفات روی با غلظت دو در هزار در یک هفته پیش از باز شدن گل‌ها و در زمان تمام گل موجب افزایش تشکیل میوه، تعداد خوشه‌ها و وزن خوشه شد [۳۸]. در پژوهشی اثر محلول‌پاشی عناصر

اکرم وطن خواه و همکاران

جدول ۴. مقایسه میانگین برهمکنش هیومیک اسید و سولفات روی بر کلروفیل b، کلروفیل کل، pH و TSS انگور 'عسگری'

هیومیک اسید	سولفات روی	کلروفیل b (mg/g)	کلروفیل کل (mg/g)	اسیدیته (pH)	مواد جامد محلول (TSS)
۰	۰	۰/۴۱ ^c ± ۰/۴۰	۱/۰۳ ^c ± ۰/۰۱	۳/۳۴ ^{ab} ± ۰/۰۳	۱۶/۷۰ ^d ± ۰/۰۲
۰/۱	۰/۱	۰/۴۶ ^e ± ۰/۴۳	۱/۰۹ ^{bc} ± ۰/۰۳	۳/۲۷ ^{bcd} ± ۰/۰۷	۱۷/۱۳ ^{bcd} ± ۰/۰۶
۰/۲	۰/۲	۰/۴۹ ^{de} ± ۰/۰۲	۱/۰۸ ^{bc} ± ۰/۰۵	۳/۱۸ ^d ± ۰/۰۵	۱۶/۹۰ ^{cd} ± ۰/۰۴
۰	۰	۰/۴۵ ^e ± ۰/۰۱	۱/۱۱ ^{bc} ± ۰/۰۳	۳/۲۱ ^{bcd} ± ۰/۰۱	۱۶/۲۶ ^d ± ۰/۰۳
۰/۱	۰/۱	۰/۶۹ ^a ± ۰/۰۵	۱/۴۱ ^a ± ۰/۰۸	۳/۴۶ ^a ± ۰/۰۹	۱۸/۰۳ ^{ab} ± ۰/۱۲
۰/۱	۰/۲	۰/۵۶ ^{cd} ± ۰/۰۲	۱/۳۷ ^a ± ۰/۰۵	۳/۱۹ ^{cd} ± ۰/۰۳	۱۷/۰۶ ^{bcd} ± ۰/۱۴
۰	۰	۰/۴۹ ^{de} ± ۰/۰۱	۱/۱۷ ^b ± ۰/۰۳	۳/۲۴ ^{bcd} ± ۰/۰۳	۱۶/۵۸ ^d ± ۰/۱۳
۰/۱	۰/۱	۰/۶۶ ^{ab} ± ۰/۰۴	۱/۳۷ ^a ± ۰/۰۵	۳/۳۲ ^{bc} ± ۰/۰۹	۱۷/۹۶ ^{abc} ± ۰/۱۸۶
۰/۲	۰/۲	۰/۶۰ ^{bc} ± ۰/۰۲	۱/۴۰ ^a ± ۰/۰۳	۳/۲۵ ^{bcd} ± ۰/۰۶	۱۸/۹۰ ^a ± ۰/۰۵

در هر ستون، میانگین‌های مربوط به هر عامل دارای حرف مشترک در آزمون LSD در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌دار ندارند. عدد بعد از ± خطای معیار (se) میانگین را نشان می‌دهد.

جدول ۵. نتایج تجزیه واریانس اثر غلظت‌های هیومیک اسید و سولفات روی بر غلظت عناصر برگ انگور 'عسگری'

میانگین مربعات							درجه آزادی	منابع تغییرات
Zn	Fe	Mn	Cu	K	P	N		
۱۵/۶۶۲ ^{ns}	۱۳۴/۲۰ ^{ns}	۷/۷۷۴ ^{ns}	۰/۳۰۳۷ ^{ns}	۰/۰۰۶۲*	۰/۰۰۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۱۰۶ ^{ns}	۲	تکرار
۴۴/۲۹۴**	۲۱۱۳/۲۹**	۲/۹۳۵ ^{ns}	۳/۰۹۴ ^{ns}	۰/۰۰۲۰ ^{ns}	۰/۰۰۱۰ ^{ns}	۰/۱۷۲۲**	۲	هیومیک اسید
۹۷۷/۷۲**	۴۵۷/۰۸*	۶/۸۵۶ ^{ns}	۰/۱۲۱۸ ^{ns}	۰/۰۰۳۰ ^{ns}	۰/۰۰۱۰ ^{ns}	۰/۰۸۹۸**	۲	سولفات روی
۵/۲۸۵۳ ^{ns}	۱۶۲/۶۶ ^{ns}	۳۶/۰۳۱ ^{ns}	۵/۲۱۶ ^{ns}	۰/۰۰۲۵ ^{ns}	۰/۰۰۱۳ ^{ns}	۰/۰۰۱۷ ^{ns}	۴	هیومیک اسید × سولفات روی
۵/۲۵۵۸	۸۷/۸۳	۱۸/۸۰۷	۲/۴۱۶	۰/۰۰۱۴	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۴۱	۱۶	خطای آزمایش
۵/۶۴	۷/۰۸	۷/۹۱	۹/۳۸	۲/۸۲	۷/۰۰	۲/۳۳		ضریب تغییرات (%)

ns - عدم معنی‌دار

* و ** - به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

۰/۲ درصد از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود دارد. همچنین مقایسه میانگین‌ها حاکی از آن است که بیشترین میزان کل مواد جامد محلول (TSS) از تیمار محلول‌پاشی هیومیک اسید ۰/۲ درصد + سولفات روی ۰/۲ درصد (به میزان ۱۸/۹۰ درصد) حاصل شد.

نتایج مقایسه میانگین‌ها حاکی از آن است بیشترین میزان pH از تیمار محلول‌پاشی هیومیک اسید ۰/۱ درصد + سولفات روی ۰/۱ درصد (۳/۴۶) حاصل شد (جدول ۴). بین تیمارهای هیومیک اسید ۰/۱ درصد + سولفات روی ۰/۱ درصد و هیومیک اسید ۰/۱ درصد + سولفات روی

به‌زراعی کشاورزی

دوره ۱۸ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۳۹۵

می‌توان گفت میزان مواد جامد محلول می‌تواند با تغذیه عناصر ریزمغذی سریع‌تر افزایش پیدا کند. از پژوهش حاضر چنین استنباط می‌شود که هیومیک اسید و سولفات روی از طریق بهبود فتوستتزی اثر افزایشی در میزان مواد جامد محلول داشته و موجب شیرین‌تر شدن حبه‌ها گردیده است.

بیشترین میزان مواد جامد محلول عصاره میوه انگور در تیمار کاربرد خاکی ۲/۵ گرم بر لیتر هیومیک اسید حاصل شد [۳۱]. محلول‌پاشی سولفات روی در انگور با غلظت دو در هزار در یک هفته قبل از باز شدن گل‌ها و در زمان تمام‌گل موجب افزایش تشکیل میوه، تعداد خوشه‌ها، وزن خوشه، میزان محصول و کل مواد جامد محلول شد که با نتایج حاصل از پژوهش حاضر هم‌خوانی دارد [۳۸]. محلول‌پاشی با سولفات روی با غلظت چهار درصد (وزنی به حجمی) قبل از گل‌دهی باعث افزایش میزان محصول و میزان قند در انگور رقم 'الیگوت' شد [۲۰].

کلروفیل a, b و کل

اثر محلول‌پاشی هیومیک اسید بر میزان کلروفیل a, b و کل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). اثر سولفات روی بر میزان کلروفیل b و کل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار، درحالی‌که بر کلروفیل a در سطح پنج درصد معنی‌دار گردید. همچنین برهمکنش هیومیک اسید و سولفات روی تنها بر میزان کلروفیل کل و b در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شده بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش سطوح هیومیک اسید و سولفات روی میزان کلروفیل a افزایش یافت (جدول ۳). بیشترین میزان کلروفیل a از تیمار محلول‌پاشی هیومیک اسید ۰/۲ درصد به میزان ۰/۷۴۲ و سولفات روی ۰/۲ درصد به میزان ۰/۷۴۱ میلی‌گرم بر گرم حاصل شد. کلروفیل a همبستگی مثبت با غلظت نیتروژن ($r = 0.71$) و عملکرد ($r = 0.67$) در سطح احتمال یک درصد نشان داد (جدول ۶).

یکی از مهمترین مزیت‌های هیومیک اسید، افزایش کیفیت محصول است که از دو طریق حاصل می‌شود: یک افزایش عناصر و ترکیبات مفید در محصول و دیگری کاهش ترکیبات مضر. ارزش غذایی، طعم و کیفیت هر محصول وابسته به میزان ویتامین، قند، فسفر، اسیدهای نوکلئیک و میزان روغن موجود در محصول دارد، مواد هیومیکی بر جذب عناصر غذایی، فرآیند تنفس، میزان قند و اسیدهای آمینه و کاهش تجمع نیترات تأثیر دارند [۳۷]. هیومیک‌ها نفوذپذیری غشای سلولی را افزایش داده، ورود پتاسیم را بسیار تسهیل می‌کنند که نتیجه آن افزایش فشار داخل سلولی و تقسیم سلول است. از طرف دیگر، افزایش انرژی در داخل سلول منجر به افزایش تولید کلروفیل و میزان فتوستتزی خواهد شد. به دنبال آن یک فاکتور مهم در رشد یعنی جذب نیتروژن به درون سلول تشدید می‌گردد و تولید نیترات کاهش می‌یابد [۲۳].

هیومیک اسید با مکانیسم‌های متعددی به جذب بهتر عناصر غذایی و بهبود کیفیت محصول کمک می‌کند، هیومیک اسید با بهبود تولید قند، پروتئین و ویتامین در گیاه و نیز تأثیر مثبتی که بر جنبه‌های مختلف فتوستتزی دارد نیز محتوای غذایی محصولات کشاورزی را افزایش می‌دهد [۳۲]. روی یکی از عناصر مهم مورد نیاز گیاه بوده که وظایف ساختاری و تنظیم‌کنندگی داشته و اغلب به عنوان کوفاکتور تعداد زیادی از آنزیم‌ها عمل کرده و در جنبه‌های مختلف فیزیولوژیکی از قبیل متابولیسم پروتئین، نشاسته، قند، فتوستتزی و متابولیسم اکسین نقش مستقیم دارد و نقش کلیدی روی در تحریک فعالیت‌های فتوستتزی و افزایش هیدرات‌های کربن دلیل عمده افزایش مواد جامد محلول عصاره میوه می‌باشد [۲۹].

بین مراحل رشد حبه انگور تا زمان برداشت به تدریج میزان اسید قابل تیتر کاهش می‌یابد، درحالی‌که میزان مواد جامد محلول و pH افزایش می‌یابد [۲۹ و ۳۵]. بنابراین

اکرم وطن خواه و همکاران

جدول ۶ همبستگی صفات اندازه گیری شده در انگور 'عسگری'

TSS	pH	وزن جبه	وزن خوشه	کلروفیل کل	کلروفیل b	کلروفیل a	عسلکرد	روی	آهن	مگنز	مس	پتاسیم	فسفر	نیترژن	صفت
۱	۰/۴۸*	۰/۵۲**	۰/۴۴*	۰/۶۷**	۰/۶۸*	۰/۴۶*	۰/۳۵ ^{ns}	۰/۴۹**	۰/۴۶*	۰/۱۳ ^{ns}	۰/۱۳ ^{ns}	۰/۱۳ ^{ns}	۰/۳۳ ^{ns}	۰/۸۱ ^{ns}	نیترژن
															فسفر
															پتاسیم
															مس
															مگنز
															آهن
															روی
															عسلکرد
															کلروفیل a
															کلروفیل b
															کلروفیل کل
															وزن خوشه
															وزن جبه
															pH
															TSS

ns - عدم معنی دار

* و ** - به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

افزایش سنتز کلروفیل می‌شوند و یا تجزیه کلروفیل را در نوع برگ‌های ابتدایی و انتهایی شاخه به تأخیر می‌اندازند [۳۲]. هیومیک اسید بیش از اسید فولویک و هیومین بر میزان کلروفیل b اثر می‌گذارد [۳۹]. عنصر روی نقش مهمی در تنظیم میزان باز بودن روزنه‌ها دارد، به این دلیل که این عنصر در نگهداری عنصر پتاسیم در سلول‌های محافظ روزنه نقش دارد. کاهش فعالیت آنزیم کربنیک آنهیدراز نیز به دلیل کمبود روی می‌تواند منجر به کاهش میزان فتوسنتز خالص شود. این عنصر در بیوسنتز کلروفیل نیز موردنیاز است و در سنتز تریپتوفان که یک پیش ماده سنتز اکسین است، نقش دارد [۸].

روی موجب افزایش در میزان کلروفیل و کارتنوئید می‌شود. این افزایش می‌تواند حاکی از نقش عملکردی این فلز در فعال‌سازی پروتئین سنتتازهای مسیر بیوسنتز کلروفیل و نیز برخی از آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان نظیر آسکوربات پراکسیداز و گلوکاتایون ردوکتاز در مسیر حفاظت از تخریب کلروفیل توسط رادیکال‌های فعال اکسیژن باشد. عنصر روی در راه‌اندازی برخی از آنزیم‌های مسیر بیوسنتز کلروفیل نقش اساسی دارد [۲۹]. محلول‌پاشی با هیومیک اسید پنج گرم بر لیتر باعث افزایش معنی‌داری در میزان سبزی‌نگی و کلروفیل برگ انگور رقم 'عسگری' شد [۳۱].

غلظت عناصر

اثر محلول‌پاشی هیومیک اسید بر غلظت نیتروژن آهن و روی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد، درحالی‌که اثر سولفات روی بر غلظت نیتروژن و روی در سطح احتمال یک درصد و بر غلظت آهن در سطح پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد با افزایش سطوح هیومیک اسید و سولفات روی میزان نیتروژن برگ به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، به‌طوری‌که

براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها بیشترین میزان کلروفیل b به میزان ۰/۶۹ میلی‌گرم بر گرم از تیمار محلول‌پاشی هیومیک اسید ۰/۱ درصد + سولفات روی ۰/۱ درصد به دست آمد (جدول ۴). کلروفیل b با غلظت نیتروژن ($r = 0.79$)، آهن ($r = 0.53$)، روی ($r = 0.49$) و عملکرد ($r = 0.48$) در سطح یک درصد همبستگی مثبت نشان داد (جدول ۶). همچنین بیشترین میزان کلروفیل کل به میزان ۱/۴۱ میلی‌گرم بر گرم از تیمار محلول‌پاشی هیومیک اسید ۰/۱ درصد + سولفات روی ۰/۱ درصد به دست آمد. بین تیمارهای هیومیک اسید ۰/۱ درصد + سولفات روی ۰/۱ درصد و هیومیک اسید ۰/۱ درصد + سولفات روی ۰/۲ درصد اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (جدول ۴).

افزایش در میزان کلروفیل احتمالاً به دلیل افزایش در جذب عناصر پرمصرف و کم‌مصرف می‌باشد. در بین عناصر غذایی، نیتروژن سهم مهمی را در افزایش سبزی‌نگی گیاه دارد و باتوجه به نتایج حاصل از یک پژوهش مبنی بر افزایش قابل توجه جذب نیتروژن در حضور اسید هیومیک، می‌توان چنین استنباط کرد که ماده هیومیک مورد استفاده در این پژوهش، در غلظت‌های ۰/۱ و ۰/۲ درصد توانسته است باعث افزایش جذب عناصر مغذی، به خصوص نیتروژن، و به دنبال آن افزایش سبزی‌نگی گیاه شود [۲۵]. اسید هیومیک باعث افزایش معنی‌داری در عدد کلروفیل متر در سطح احتمال پنج درصد در گیاهان گندم شد که با نتایج حاصل از پژوهش حاضر مطابقت دارد [۷].

هیومیک‌ها نفوذپذیری غشای سلولی را افزایش داده، ورود پتاسیم را بسیار تسهیل می‌کنند که نتیجه آن افزایش فشار داخل سلولی و تقسیم سلول است. از طرف دیگر، افزایش انرژی در داخل سلول منجر به افزایش تولید کلروفیل و میزان فتوسنتز خواهد شد [۲۳]. اسید هیومیک با افزایش فعالیت آنزیم رایسکو سبب افزایش فعالیت فتوسنتزی گیاه می‌شود [۱۸]. مواد هیومیکی احتمالاً باعث

روی عناصری ضروری برای حیات گیاهان هستند. به عنوان مثال، می توان به رابطه بین وجود میزان کافی روی در گیاه و تولید آنزیم کربونیک آنهیدراز اشاره کرد. این آنزیم نقش مهمی در فتوسنتز گیاه دارد و سبب افزایش تولید کربوهیدرات ها می شود. آهن نیز در مسیرهای بیوسنتزی متعددی در گیاه مورد نیاز است. آهن در ساخت کلروفیل، تیلاکوئید و نمو کلروپلاست نیز شرکت دارد [۲۹] بنابراین، استنباط می شود که محلول پاشی گیاه با آهن و روی منجر به افزایش شدت فتوسنتز گیاه می شود. بنابراین کربوهیدرات بیشتری به ریشه ها منتقل شد، لذا رشد و جذب عناصر غذایی توسط ریشه زیاد می شود و در نتیجه غلظت های عناصر در گیاه افزایش می یابد. همچنین، می توان گفت احتمالاً عناصر روی و آهن در فرآیند جذب از ریشه با هم رقابت می کنند و به همین دلیل، ممکن است در محلول پاشی این رقابت وجود نداشته باشد.

همچنین با افزایش غلظت هیومیک اسید و سولفات روی میزان روی برگ افزایش یافت، بالاترین میزان روی به میزان ۴۹/۱ میلی گرم بر کیلوگرم از تیمار محلول پاشی سولفات روی ۰/۲ درصد به دست آمد که با شاهد اختلاف معنی داری دارد. روی همبستگی مثبتی با عملکرد میوه ($r = 0/46$)، کلروفیل a ($r = 0/42$) و وزن خوشه ($r = 0/45$) در سطح پنج درصد و با کلروفیل b ($r = 0/49$)، کلروفیل کل ($r = 0/53$) و مواد جامد محلول ($r = 0/49$) در سطح یک درصد ایجاد نمود (جدول ۶).

افزایش غلظت روی در برگ در نتیجه تأثیر مستقیم حاصل از محلول پاشی این عنصر می باشد که به راحتی جذب برگ گردیده است. نتایج حاصل از این پژوهش به لحاظ افزایش غلظت روی با نتایج سایر محققان هماهنگی دارد [۳ و ۶]. در مورد عناصر مس و منگنز محلول پاشی هر یک از تیمارها موجب افزایش این عناصر شد، اما این

بیشترین میزان نیتروژن به میزان ۲/۸۴ درصد از تیمار محلول پاشی ۰/۲ درصد هیومیک اسید حاصل شد (جدول ۳). در مورد عناصر فسفر و پتاسیم محلول پاشی هر یک از تیمارها موجب افزایش این عناصر شده است، هر چند این افزایش معنی دار نشده است. بین نیتروژن همبستگی مثبتی با غلظت آهن ($r = 0/74$)، روی ($r = 0/64$)، عملکرد ($r = 0/75$)، کلروفیل کل ($r = 0/88$)، وزن خوشه ($r = 0/82$)، وزن حبه ($r = 0/62$) و مواد جامد محلول ($r = 0/59$) در سطح یک درصد وجود دارد (جدول ۶). بین غلظت فسفر همبستگی مثبتی با غلظت منگنز ($r = 0/48$)، آهن ($r = 0/36$) و روی ($r = 0/46$) در سطح پنج درصد وجود دارد (جدول ۶). بین پتاسیم و آهن ($r = 0/37$) همبستگی مثبتی در سطح پنج درصد وجود دارد (جدول ۶).

نتایج مقایسه میانگین ها حاکی از آن است که با افزایش سطح هیومیک اسید و سولفات روی میزان آهن برگ نیز افزایش یافت (جدول ۳). بیشترین میزان آهن در اثر تیمار محلول پاشی هیومیک اسید ۰/۲ درصد به میزان ۱۴۴/۷ میلی گرم بر کیلوگرم به دست آمد که با شاهد اختلاف معنی داری نشان داد. بین غلظت آهن همبستگی مثبتی با عملکرد میوه ($r = 0/73$)، کلروفیل کل ($r = 0/58$)، وزن خوشه ($r = 0/72$) و وزن حبه ($r = 0/57$) در سطح یک درصد وجود دارد (جدول ۶).

در شرایط تحقیق حاضر، با محلول پاشی سولفات روی که pH آن روی شش تنظیم شده بود، احتمال احیای آهن Fe^{3+} موجود در آپوپلاست به آهن Fe^{2+} و ورود آن به سیتوپلاسم وجود دارد که این امر منجر به افزایش غلظت آهن در برگ شده است. از طرف دیگر، به نظر می رسد با رفع کمبود روی و بهبود تغذیه آن در گیاه جذب آهن توسط گیاه نیز افزایش یافته باشد. این دو دلیل می توانند منجر به افزایش غلظت آهن در گیاه در نتیجه محلول پاشی روی شده باشند [۲۹]. عناصر کم مصرف از جمله آهن و

آهن، روی و مس در برگ وجود داشته است که با نتایج حاصل از پژوهش حاضر هم‌خوانی دارد [۹]. افزایش غلظت آهن در برگ‌های زیتون تیمار شده با مواد هیومیکی مشاهده شده است که با نتایج حاصل از پژوهش حاضر مطابقت دارد [۲۱].

نتیجه‌گیری

امروزه به دلیل مصرف نامتعادل کودهای شیمیایی در باغ‌ها از یک طرف و از طرف دیگر، بالا بودن میزان آهن، pH و کمبود مواد آلی در خاک این باغ‌ها، کمبود عناصر کم-مصرف نظیر آهن، روی و بور به شدت دیده می‌شود. عدم تعادل در مصرف و تأمین این عناصر سبب ایجاد مشکلاتی در تشکیل میوه، خواص کمی و کیفی محصول شده است. استفاده توأم از کودهای شیمیایی و آلی، به‌ویژه با توجه به افزایش سطح زیرکشت محصولات باغی یکی از راهکارهای مورد تأکید متخصصین تغذیه در سال‌های اخیر می‌باشد. براساس نتایج این تحقیق، کاربرد هیومیک اسید از طریق افزایش ظرفیت فتوسنتزی، بهبود جذب عناصر غذایی و افزایش کارایی و راندمان عناصر غذایی ضمن افزایش عملکرد، منجر به بهبود خواص کیفی میوه انگور گردید. با توجه به نتایج حاصل از تحقیق حاضر، به نظر می‌رسد محلول‌پاشی هیومیک اسید و سولفات روی هر کدام با غلظت ۰/۲ درصد به منظور افزایش عملکرد و بهبود کیفیت انگور، مفید می‌باشد.

منابع

۱. اصلانی س و حقیقت افشار (۱۳۶۹) تغذیه و کوددهی درختچه انگور. انتشارات نزولی، ۱۲۰ ص.
۲. امامی ع (۱۳۷۹) روش‌های تجزیه گیاه. نشریه فنی شماره ۹۸۲. انتشارات مؤسسه تحقیقات خاک و آب. ۱۲۸ ص. ایران. تهران.

افزایش معنی‌دار نشده است. بین مس و غلظت آهن همبستگی مثبتی ($r = 0/49$) در سطح یک درصد وجود داشت (جدول ۶).

هیومیک اسید ترکیب پلیمری طبیعی است که می‌تواند به صورت مستقیم به عنوان ترکیب شبه‌هورمون (اکسین و سایتوکینین) و یا غیرمستقیم از طریق افزایش جذب عناصر غذایی از طریق خاصیت کلات‌کنندگی و احیاء‌کنندگی و حفظ نفوذپذیری غشاء اثرگذار باشد همچنین مواد هیومیکی موجب افزایش سنتز حامل‌های پروتئینی یونی و افزایش جذب می‌شوند [۳۲ و ۳۶]. همچنین، هیومیک اسید با تولید اسیدهای نوکلئیک و اسیدهای آمینه، تکثیر سلولی را در گیاه و به‌خصوص در ریشه‌ها افزایش می‌دهد و با افزایش نفوذپذیری سلول‌های ریشه به جذب بهتر مواد غذایی و افزایش رشد کمک می‌نماید [۲۸]. اسیدهیومیک سبب افزایش جذب عناصری نظیر پتاسیم، فسفر، آهن، روی و منگنز در خیار می‌شود [۳۳]. اثرات مفید مواد هیومیکی با قابلیت‌های آن‌ها به وسیله فعالیت‌هایی نظیر آزادسازی الکترون‌ها و مداخله در زنجیره تنفسی سلول و نیز افزایش منبع انرژی برای سلول‌ها به شرح ذیل توجیه می‌شود:



این تبدیل ظرفیت برای جذب آهن مفید می‌باشد، زیرا گیاهان به‌طور مداوم مواد فنولی ترشح می‌کنند تا Fe^{3+} به Fe^{2+} محلول تبدیل شود. غلظت ترکیبات فنولی اکسیژن‌دار در مواد هیومیکی از ۵۷۰-۲۱۰ میلی‌اکی والان در ۱۰۰ گرم برای هیومیک اسید و از ۵۷۰-۳۰ میلی‌اکی والان در ۱۰۰ گرم برای اسید فولویک متغیر می‌باشد [۳۶]. افزایش عملکرد در اسفناج با کاربرد مواد هیومیکی را نتیجه افزایش جذب نیتروژن در نتیجه کاربرد هیومیک اسید مشاهده شده است [۱۳]. در پژوهشی که به منظور مقایسه روش‌های کاربرد عناصر کم‌مصرف در انگور انجام شد، اختلاف کاملاً معنی‌داری بین تیمارها از نظر غلظت عناصر

۱۰. مستوفی ی و نجفی ف (۱۳۸۴) روش های آزمایشگاهی تجزیه ای در علوم باغبانی. انتشارات دانشگاه تهران (ترجمه). ۱۳۶ ص.
۱۱. Abdel Mawgoud AMR, El Greadly NHM, Helmy YI and Singer SM (2007) Responses of tomato plants to different rates of humic based Fertilizer and NPK Fertilization. Journal of Applied Sciences Research. 3(2): 169-174.
۱۲. Arnon DI (1949) Copper enzymes in isolated chloroplasts; polyphenol-oxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiology. 24: 1-15.
۱۳. Ayas H and Gulser F (2005) The effect of sulfur and humic acid on yield components and macronutrient contents of spinach. Journal of Biological Sciences. 5(6): 801-804.
۱۴. Bonnet M, Cameres O and Veisserire P (2000) Effect of zinc and influence of *Acremonium lolii* on growth parameters, chlorophyll a fluorescence and antioxidant enzyme activities of ryegrass (*Lolium perenne* L. cv. Apollo). Journal of Experimental Botany. 51: 945-953.
۱۵. Broadley M, White PJ, Hammond JP, Zelko I and Lux A (2007) Zinc in plants. New Phytologist. 173: 677-702.
۱۶. Bacha MA, Sabbah SH and El Hamady MA (1995) Effect of foliar applications of iron, zinc and manganese on yield, berry quality and leaf mineral composition of Thompson Seedless and Roumy Red grape cultivars. Alexandria Journal of Agricultural Research. 40(3): 315-331.
۱۷. Crespan G, Zenarola C, Coolugnati G, Beregant F, Gallas F and Tonetti I (2000) Fertilizer procedures and response of vines, preliminary results of an investigation in cabernet sauvignon. Journal of Notiziario-ERSA. 13: 21-24.
۳. پوزشی ر، ذبیحی ح، رضانی مقدم م، رجبزاده م و مختاری ا (۱۳۹۰) اثر محلول پاشی روی، هیومیک اسید و استیک اسید بر عملکرد، اجزای عملکرد و غلظت عناصر در انگور رقم پیکانی. علوم باغبانی. ۳۵(۳): ۳۶۰-۳۵۱.
۴. حق پرست م، ملکی فراهانی س، مسعود سینکی ج و زراعی ق (۱۳۹۱) کاهش آثار منفی تنش خشکی در نخود با کاربرد هیومیک اسید و عصاره جلبک دریایی. تولید گیاهان زراعی در شرایط تنش های محیطی. ۴(۱): ۷۱-۵۹.
۵. حسینی فرهی م، گودرزی ک ا و کاوسی ب (۱۳۸۸) رفع کمبود روی و افزایش عملکرد انگور عسکری (*Vitis vinifera* L.) به روش تزریق سولفات روی در تنه. علوم باغبانی. ۲۶(۲): ۱۱۸-۱۰۸.
۶. دولتی بانه ح و طاهری م (۱۳۸۸) اثر تغذیه برگ بر تشکیل میوه و خصوصیات کمی و کیفی انگور کشمش. به زراعی نهال و بذری. ۲۵(۱): ۱۱۵-۱۰۳.
۷. سبزواری س و خزایی ح ر (۱۳۸۸) اثر محلول پاشی سطوح مختلف اسید هیومیک بر خصوصیات رشدی، عملکرد و اجزای عملکرد گندم (*Triticum aestivum* L. رقم پیشتاز. بوم شناسی کشاورزی. ۱(۲): ۶۳-۵۳.
۸. سالاردینی ع ا و مجتهدی م (۱۳۷۶) اصول تغذیه گیاه. جلد دوم. انتشارات مرکز نشر دانشگاهی. تهران (ترجمه). ۳۲۴ ص.
۹. ملکوتی م و طباطبایی س ج (۱۳۷۸) تغذیه صحیح درختان میوه برای نیل به افزایش عملکرد و بهبود کیفی محصولات باغی در خاک های آهکی ایران. نشر آموزش کشاورزی. کرج.

18. Delfine S, Tognetti R, Desiberio E and Alvino A (2005) Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum. *Wheat Agronomy Sustainable Development*. 25: 183-191.
19. Dursun A, Guvenc I and Turan M (2002) Effect of different levels of humic acid on seedling growth and macro and micronutrient contents of tomato and eggplant. *ACTA Agrobotanical*. 56: 81-88.
20. Dobrolubskii OK, Strakho VG and Tanurdou GR (1982) Effect of microfertilizers on yield and quality of grape in Ukrainian south. *Vitis*. 21: 183 (Abst.).
21. Fernandez Escobar R, Benloch M, Barranco D, Duenas A and Guterrez Ganán JA (1996) Response of olive trees to foliar application of humic substance extracted from leonardite. *Scientia Horticulturae*. 66: 191-200.
22. FAO (2012) Food and Agriculture Organization's FAOSTAT database and has been displayed with the permission of FAO. The data was downloaded from FAOSTAT on 02/16/2012. <http://www.fao.org>.
23. 23 . Giasuddin ABM, Kanel S and Choi H (2007) Adsorption of humic acid onto nanoscale zerovalent iron and its effect on arsenic removal. *Environmental Science and Technology*. 41(6): 2022-2027.
24. Hakan CA, Vahap Katkat B, Bulent A and Turan MA (2011) Effect of foliar applied humic acid to dry weight and mineral nutrient uptake of maize under calcareous soil conditions. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 42(1): 29-38.
25. Kauser A and Azam F (1985) Effect of humic acid on wheat seeding growth. *Environmental and Experimental Botany*. 25: 245-252.
26. Karakurt Y, Unlu H and Padem H (2008) The influence of foliar and soil fertilization of humic acid on yield and quality of pepper. *Acta Agriculture. Scandinavica, Section B. Plant Soil Science*. 59: 233-237.
27. Lolaei A, Rezaei MA, Khorrami Raad M and Kaviani B (2012) Effect of Pacllobutrazol and Sulfate Zinc on Vegetative Growth, Yield and Fruit Quality of Strawberry (*Fragaria × ananassa Duch. cv. Camarosa*). *Annals of Biological Research, (India)*. 3(10): 4657-4662.
28. Liu C, Cooper RJ and Bowman DC (1996) Humic acid application affects photosynthesis root development and nutrient content of creeping bentgrass. *HortSciences*. 33(6): 1023-1025.
29. Marschner H (1995) Mineral Nutrition of Higher Plants, Second Edition. Academic Press London. Pp. 195-267.
30. Mackowiak CL, Grossl PR and Bugbee BG (2001) Beneficial effects of humic acid on micronutrient availability to wheat. *Soil Science*. 65: 1744-1750
31. Mohamadineia G, Hosseini Farahi M and Dastyaran M (2015) Foliar and soil drench application of humic acid on yield and berry properties of 'Askari' grapevine. *Agricultural Communications*. 3(2): 21-27.
32. Nardi S, Pizzeghello D, Muscolo A and Vianello A (2002) Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology and Biochemistry*. 34: 1527-1536.
33. Rauthan BS and Schnitzer M (1981) Effects of a fulvic acid on the growth and nutrient content of cucumber (*Cucumis sativus*) plants. *Plant and Soil*. 63: 491-495.
34. Stoyanova Z and Doncheva S (2002) The effect of zinc supply and succinate treatment on plant growth and mineral uptake in pea plant. *Brazilian Journal of Plant Physiology*. 14: 111-116.
35. Sanchez Sanchez A, Sanchez Andreu J, Juarez M, Jorda J and Bermudez D (2006)

- Improvement of iron uptake in table grape by addition of humic substances. *Journal of Plant Nutrition*. 29(2): 259-272.
36. Sanchez Sanchez A, Sanchez Anderu J, Juarez M, Jorda J and Bermudez D (2002) Humic substances and Amino acid improve effectiveness of Chelate FeEDDHA in lemon trees. *Journal of Plant Nutrition*. 25(11): 2433-2442.
37. Tejada M and Gonzalez JL (2003) Influence of foliar fertilization with amino acids and humic acids on productivity and quality of asparagus. *Biological Agriculture and Horticulture*. 21(3): 277-291.
38. Yamdagni R, Singh D and Jindal PC (1979) A note on effect of zinc sprays on yield and quality of Thompson Seedless grapes. *Indian Journal of Agriculture Research*. 13(2): 117-118.
39. Yang CM, Ming CW, Lu YF, Chang IF and Chou CH (2004) Humic substances affect the activity of chlorophylls. *Journal of Chemical Ecology*. 30(5): 1057-1065.