

اثر محلول پاشی اسید هیومیک و سولفات آهن بر برخی شاخص‌های فیزیولوژی، کمیت و کیفیت میوه انگور رقم "عسکری"

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

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۲/۲۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۲/۵)

چکیده

اسید هیومیک به عنوان یک اسید آلی حاصل از هوموس و سایر منابع طبیعی همراه با آهن می‌تواند در جهت رفع برخی از کمبودهای عناصر غذایی در انگور مؤثر واقع شود. به منظور بررسی اثر اسید هیومیک و آهن بر عملکرد میوه و غلظت عناصر در برگ انگور، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سال ۹۳ - ۹۲ در سه تکرار اجرا شد. تیمارها شامل ترکیب سطوح اسید هیومیک و سولفات آهن هر کدام در سه سطح (صفر، یک و دو در هزار) بود. محلول پاشی در دو نوبت قبل از گل دهی و دو هفته بعد از تشکیل میوه انجام شد. نتایج نشان داد تیمارها عملکرد را به طور معنی داری افزایش دادند. بیشترین عملکرد به میزان ۸/۲۷ کیلوگرم در هر بوته از تیمار سولفات آهن دو هزار به دست آمد که با تیمار شاهد اختلاف معنی داری داشت. در تجزیه برگی، اثر تیمارها بر غلظت نیتروژن، آهن و روی در سطح یک درصد و بر غلظت مس در سطح ۵ درصد معنی دار بود. محلول پاشی سولفات آهن باعث افزایش غلظت آهن در برگ‌ها شد و بیشترین میزان (۱۸۹/۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم بافت)، تحت تأثیر تیمار دو هزار به دست آمد. با توجه به اینکه در این آزمایش عنصر آهن همبستگی مثبت معنی داری با عملکرد، وزن خوشه، قطر حبه، کلروفیل و TSS نشان داد، بنابراین به منظور افزایش عملکرد و بهبود کیفیت انگور محلول پاشی اسید هیومیک دو در هزار به همراه سولفات آهن دو در هزار در تاکستان‌ها توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: اسید هیومیک، انگور، سولفات آهن، کمیت و کیفیت، محلول پاشی

۱ و ۲. به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

۳. دانشیار گروه اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

۴. استادیار، گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

*. مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mkhiani7@yahoo.com

مقدمه

انگور با نام علمی *Vitis vinifera* یکی از مهم‌ترین میوه‌هایی است که در ایران پرورش می‌یابد. ایران بعد از چین، ایتالیا، ایالت متحده، اسپانیا، فرانسه، ترکیه، شیلی، آرژانتین و هند با حدود ۲۲۵۵۶۷۰ تن انگور، رتبه دهم جهان را به خود اختصاص داده است (۱۳). تشکیل میوه در انگور توسط عوامل ژنتیکی و محیطی کنترل می‌شود. در بعضی ارقام درصد کمی از گل‌ها به میوه تبدیل می‌شوند و بقیه ریزش می‌کنند. این ریزش شامل گل‌های تلقیح نشده و میوه‌های کوچک است. یکی از علل اصلی ریزش گل و میوه و در نتیجه کاهش تشکیل میوه انگور، مربوط به لقاح و باروری ناموفق است. در میان عوامل غیر ژنتیکی مؤثر در تشکیل میوه می‌توان به دما، رطوبت و تغذیه اشاره نمود (۳).

در خاک‌های آهنکی تغذیه برگی برخی از عناصر نظیر بور، منگنز، روی و آهن در مقایسه با مصرف خاکی مناسب‌تر است. یکی از دلایل کمبود عناصر کم‌مصرف به‌ویژه آهن و روی در مزارع و باغ‌های کشور پایین بودن قابلیت جذب این عناصر به دلیل pH بالا و کربنات کلسیم فراوان خاک می‌باشد، درحالی‌که ممکن است مقدار کل عنصر در خاک بالا باشد. در چنین شرایطی با محلول‌پاشی عناصر می‌توان کمیت و کیفیت محصول را افزایش داد (۱۹). یکی از مهم‌ترین عناصر کم‌مصرف برای زندگی گیاهان آهن (Fe) است. این امر در سال ۱۸۴۴ توسط گریس فرانسوی در جریان رفع کلروز در انگور از طریق محلول‌پاشی با سولفات آهن ثابت شد (۲۵). آهن در تشکیل کلروفیل دخالت داشته و هر گونه کمبود آن در گیاه باعث ایجاد کلروز برگ می‌شود. بر اثر کمبود آهن فعالیت چندین سیستم آنزیمی و ترکیبات گیاهی مانند کاتالاز، سیتوکروم، فرودکسین، فریکروم، هماتین، هم و سیتوکروم اکسیداز به شدت کاهش می‌یابد. آهن در متابولیسم اسید نوکلئیک در کلروپلاست و فعالیت آنزیم‌های آهن‌دار مخصوصاً گروه سیتوکروم در تنفس نقش اساسی دارد (۲۵). باکا و همکاران (۵)، با بررسی اثر محلول‌پاشی عناصر روی،

آهن و منگنز در زمان‌های مختلف بر خصوصیات کمی و کیفی میوه انگور گزارش کردند که ضمن افزایش عملکرد محصول، وزن، اندازه و دیگر خصوصیات حبه‌ها افزایش می‌یابد. هم‌چنین درصد مواد جامد محلول افزایش و اسیدیته کل کاهش پیدا کرده است. دیاز و همکاران (۱۰)، گزارش نمودند که استفاده از کلات آهن در انگورهای یک تا سه ساله گلدانی، تأثیری بر غلظت روی ندارد. حتی در مواردی رابطه آنتاگونیستی بین آهن و روی گزارش شده است، به‌طوری‌که استفاده از کودهای حاوی آهن به‌صورت محلول‌پاشی برگی و یا استفاده در سیستم آبیاری، غلظت عنصر روی را در برگ گوجه‌فرنگی و اسفناج کاهش می‌دهد (۴ و ۱۸). صالح (۳۳) اثر روش‌های مختلف کاربرد سکوسترین و سولفات آهن بر عملکرد و ترکیبات شیمیایی برگ و میوه لیمو رقم لیسبون را مورد بررسی قرار داد و گزارش نمود که تیمارهای آزمایش موجب بروز تفاوت در میانگین پاسخ‌های گیاهی شدند. بالاترین عملکرد، بیشترین وزن متوسط میوه، بیشترین غلظت پتاسیم، آهن و روی در برگ و بالاترین میزان اسکوربیک اسید میوه با مصرف ۵۰۰ گرم سولفات آهن برای هر درخت همراه با محلول‌پاشی سولفات آهن به‌دست آمد.

اسید هیومیک در اثر تجزیه مواد آلی، به‌ویژه مواد با منشأ گیاهی به‌وجود می‌آید و در خاک، زغال سنگ و پیت یافت می‌شود، اسید هیومیک با وزن ملکولی ۳۰ تا ۳۰۰ هزار دالتون باعث تشکیل کمپلکس پایدار و نامحلول با عناصر کم‌مصرف می‌شود (۲۱). اسید هیومیک از جمله ترکیبات دارای کربن آلی حاصل شکسته شدن و تجزیه بیولوژی و شیمیایی گیاهان و جانوران است و حدود ۷۵ درصد مواد آلی بیشتر خاک‌های معدنی را تشکیل می‌دهد (۱۶). اسید هیومیک به‌عنوان یک اسید آلی حاصل از هوموس و سایر منابع طبیعی، بدون اثرات مخرب زیست‌محیطی همراه با آهن می‌تواند در جهت رفع برخی از کمبودهای عناصر غذایی در انگور مؤثر واقع شود. کمبود عناصری مثل آهن، روی و مس در خاک‌های قلیایی بسیار شایع است که دلیل آن تشکیل کمپلکس‌های نامحلول این عناصر در

غربی شهرکرد قرار دارد. قبل از اجرای آزمایش جهت اطلاع از خصوصیات و عناصر غذایی موجود در خاک براساس دستورالعمل، دو نمونه خاک از اعماق ۰ - ۳۰ و ۶۰ - ۳۰ سانتی متری تهیه و مورد آزمایش قرار گرفت که مشخصات تجزیه خاک در جدول ۱ آمده است.

رقم انگور کشت شده در باغ مورد آزمایش از نوع "عسکری" بوده که رقم غالب کشت شده در این منطقه می‌باشد. درختان انگور مورد مطالعه از نظر سن و شرایط نگهداری یکسان بوده و به صورت کرتی با دور ثابت آبیاری می‌شدند. آبیاری و دیگر عملیات داشت (هرس سبز و سربرداری) به صورت یکسان برای همه درختچه‌ها انجام گرفت. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار با دو عامل سولفات آهن در سه سطح (۰، ۱ و ۲ در هزار) و اسید هیومیک نیز در سه سطح (صفر، یک و دو در هزار) اجرا شد. کودهای مورد نظر به صورت محلول پاشی برگی روی درختچه‌های انگور در دو مرحله اجرا شد. برای محلول پاشی اسید هیومیک مورد استفاده از ترکیبی به نام تجاری هیومکس آمریکا حاوی ۸۰ درصد اسید هیومیک و ۲۰ درصد اسید فولیک استفاده گردید و برای تأمین آهن از سولفات آهن ($FeSO_4 \cdot xH_2O$) حاوی ۲۴ درصد آهن) استفاده شد. محلول پاشی در دو زمان یکی بعد از ظهور برگچه‌ها تا قبل از گل دهی (۲۶ اردیبهشت ۱۳۹۳) و محلول پاشی مرحله دوم دو هفته بعد از تشکیل میوه (۱۲ تیرماه ۱۳۹۳) صورت گرفت. قبل از اعمال تیمارها به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک باغ محل آزمایش، در اسفند ماه ۱۳۹۲ آزمون خاک صورت گرفت. برای افزایش راندمان جذب عناصر غذایی، ضمن افزودن مویان (به میزان ۵/۰ درصد) به محلول‌ها، محلول پاشی در ساعات ابتدایی روز انجام و روز بعد آبیاری انجام شد. هریک از درختچه‌های انگور به طور کامل با محلول مورد نظر محلول پاشی گردید به طوری که سطح و داخل تاج درخت با محلول شستشو گردید. برای محلول پاشی تیمار شاهد از محلول آب و مویان استفاده شد.

چنین شرایطی می‌باشد. اسید هیومیک علاوه بر اینکه خود منبع غنی از عناصر کم مصرف است، به آزادسازی و جذب بهتر عناصر تثبیت شده نیز کمک می‌کند (۱۷). کاربرد اسید هیومیک به صورت محلول پاشی برگی و مصرف خاکی موجب افزایش هورمون‌های اکسین، سیتوکینین و جیبرلین در گیاه می‌شود (۱). اسکوبار و همکاران (۱۴) در یک آزمایش مزرعه‌ای دریافتند که کاربرد مواد هیومیکی استخراج شده از لئوناردیت، رشد ساقه و انباشتگی پتاسیم، کلسیم، منیزیم و آهن را در برگ‌های زیتون افزایش داده در حالی که بر محتوای نیتروژن برگ بی‌تأثیر بوده است. هاکان و همکاران (۱۷) در یک پژوهش گلخانه‌ای اثر هیومیک اسید را بر رشد ذرت در خاک‌های آهکی مورد بررسی قرار داده و گزارش کردند که مقادیر مختلف محلول پاشی اسید هیومیک تأثیر متفاوت و معنی داری بر وزن خشک بافت‌های گیاهی دارند. محلول اسید هیومیک با غلظت یک درصد اثر مثبت و معنی داری بر جذب عناصری مانند مس، روی، منگنز، فسفر و سدیم دارد. در پژوهشی که به منظور بررسی اثر ترکیبات هیومیکی بر بهبود کارایی کلات آهن توسط سانچز و همکاران (۳۴) روی درختان لیمو انجام شد، درختانی که توسط مخلوطی از کلات آهن و مواد هیومیک (لئوناردیت) کوددهی شده بودند نسبت به درختانی که با کلات آهن به تنهایی تغذیه شده بودند، جذب آهن بهبود یافته بود. هم چنین ترکیبات هیومیکی باعث افزایش وزن میوه شدند.

هدف از انجام این پژوهش بررسی تأثیر محلول پاشی اسید هیومیک و سولفات آهن بر برخی شاخص‌های فیزیولوژی، کمیت و کیفیت میوه انگور رقم "عسکری" می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۹۳ - ۹۲ در یک باغ انگور در شهرستان فارس از توابع استان چهارمحال و بختیاری به اجرا درآمد. منطقه مورد نظر 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

جدول ۱. نتایج تجزیه نمونه خاک محل اجرای پژوهش

مس	آهن	منگنز	روی	پتاسیم		فسفر	نیتروژن	آهک	ماده آلی	EC		عمق خاک
				قابل دسترس	قابل دسترس					pH	dS/m	
mg/kg												
۰/۷۷	۱/۹	۶/۲	۰/۶۳	۲۷۱	۷/۹	۰/۱۱	۳۸/۵	۱/۹	۷/۶	۰/۴۷	صفر تا ۳۰	
۰/۶۲	۱/۱	۵/۴	۰/۵۱	۱۸۶	۳/۹	۰/۱۱	۳۷/۰	۱/۶	۷/۶	۰/۳۹	۳۰ تا ۶۰	

میلی گرم در هر گرم وزن تر برگ استفاده گردید (۲۷).

= کلروفیل a (میلی گرم بر گرم بافت برگ)

$$[(12/7 \times D_{663}) - (2/69 \times D_{645})] \times V/W \times 1000$$

= کلروفیل b (میلی گرم بر گرم بافت برگ)

$$[(22/9 \times D_{645}) - (4/93 \times D_{663})] \times V/W \times 1000$$

= کلروفیل کل (میلی گرم بر گرم بافت برگ)

$$[(20/2 \times D_{645}) + (8/02 \times D_{663})] \times V/W \times 1000$$

در روابط فوق D بیانگر جذب طول ویژه، V حجم نهایی کلروفیل در استون و W وزن تر بافت استخراج شده است.

به منظور اندازه گیری اثر تیمارهای محلول پاشی بر میزان جذب برخی عناصر، قبل از برداشت میوه (در نیمه مرداد ماه که معمولاً غلظت عناصر غذایی در گیاه نسبتاً ثابت باقی می ماند) نمونه های برگ همراه با دم برگ از محل رو بروی خوشه ها جمع آوری و با آب معمولی و آب مقطر شسته شد و سپس درون آون با دمای ۶۵ درجه سانتی گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار گرفت، سپس آسیاب گردید. غلظت نیتروژن موجود در نمونه ها پس از تهیه عصاره از روش خاکسترگیری تر با استفاده از دستگاه اتو کجلیتک اندازه گیری شد. غلظت سایر عناصر غذایی پس از تهیه عصاره از روش خاکسترگیری خشک تعیین گردید. فسفر موجود در عصاره با روش فسفو وانادات و پتاسیم با دستگاه فلیم فتومتر اندازه گیری شدند. عناصر آهن، منگنز، روی و مس موجود در عصاره با استفاده از دستگاه جذب اتمی مدل پرکین ۴۰۰، اندازه گیری شدند. (۱۲). تجزیه و تحلیل

عملکرد میوه براساس تعداد خوشه در هر درختچه انگور و براساس متوسط وزن خوشه ها محاسبه گردید. به این صورت که تعداد خوشه در هر درختچه را در میزان متوسط وزن خوشه های هر درختچه ضرب کرده و براساس کیلوگرم در هر درختچه محاسبه گردید. متوسط وزن خوشه، از هر تیمار انگور چهار خوشه انتخاب شد و وزن هر خوشه بر حسب گرم با ترازوی دیجیتال اندازه گیری شد. متوسط قطر و وزن حبه، از هر تیمار انگور چهار خوشه انتخاب شد و از هر خوشه تعداد ۲۰ حبه انتخاب شد. قطر هر حبه بر حسب میلی متر به وسیله کولیس اندازه گیری شد. برای اندازه گیری وزن این حبه ها نیز از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ استفاده شد. اسیدیته توسط دستگاه pH متر (مدل MTT65، ساخت ژاپن) اندازه گیری شد. مواد جامد محلول کل، به وسیله دستگاه رفاکتومتر (مدل ATAGOPAL-3، ساخت ژاپن) در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد اندازه گیری شد.

به منظور سنجش کلروفیل، یک گرم از نمونه ای را که از برگ تهیه و به خوبی مخلوط شده را در هاون چینی قرار داده سپس با افزودن مقداری استون ۸۰ درصد، بافت را کاملاً له کرده و حجم آن با استون به ۱۰ میلی لیتر رسانده شد. محلول حاصل با سرعت ۴۸۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ (مدل ROTOFIX- 32) شد و بخش رویی که صاف شد قرائت گردید. قرائت توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل JENWY- D 6320) ساخت انگلستان که قبلاً با استون ۸۰ درصد تنظیم شده بود، در طول موج های ۶۶۳ و ۶۴۵ نانومتر انجام شد و از روابط زیر برای محاسبه مقدار کلروفیل a، b و کل بر حسب

خوشه همبستگی مثبت با غلظت نیتروژن، منگنز، آهن و میزان عملکرد در سطح ۱ درصد نشان داد.

نتایج جدول ۳ حاکی از آن است که با افزایش سطوح اسید هیومیک، وزن حبه انگور "عسکری" نیز افزایش یافت، به طوری که کمترین وزن حبه در تیمار شاهد (۱/۹۰ گرم) و بیشترین وزن حبه در تیمار اسید هیومیک دو در هزار (۲/۱۱ گرم) مشاهده گردید. همچنین تیمارهای سولفات آهن و برهمکنش اسید هیومیک و سولفات آهن بر وزن حبه انگور "عسکری" اختلاف معنی داری نداشتند. اگرچه با افزایش سطوح سولفات آهن میزان وزن حبه‌های انگور افزایش یافت اما این افزایش وزن از نظر آماری معنی دار نشد. وزن حبه همبستگی مثبت با غلظت نیتروژن، مس، روی، میزان عملکرد و وزن خوشه در سطح ۵ درصد نشان داد. 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. این مطالعات نشان می‌دهند که مواد هیومیک از طریق اثرات بیوشیمیایی و شبه هورمونی که دارند باعث افزایش جذب ریز مغذی‌ها توسط گیاهان می‌شوند (۱۱). همچنین اسید هیومیک با افزایش فعالیت آنزیم روبیسکو سبب افزایش فعالیت فتوسنتزی گیاه و در نتیجه افزایش عملکرد می‌شود (۹). بهبود فاکتورهای عملکرد، وزن خوشه و وزن حبه در تاک‌های تغذیه شده با اسید هیومیک ناشی از تأثیر مثبت این ماده بر بهبود جذب عناصر غذایی (نیتروژن، مس، آهن و روی) و افزایش کلروفیل و در نتیجه افزایش فتوسنتز می‌باشد.

اسید هیومیک از طریق افزایش رشد گیاه به خصوص ریشه‌ها، میزان فتوسنتز، جذب عناصر غذایی، سطح برگ، بیوماس گیاهی و نفوذپذیری بافت‌ها موجب افزایش عملکرد می‌شود (۷). نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج پژوهشگران دیگر (۵ و ۳۳) مطابقت دارد. آهن یکی از عناصر مهم در واکنش‌های اکسایش- احیا در گیاهان می‌باشد که حدود ۸۵٪ از آهن سلول با کلروپلاست در ارتباط است بنابراین از طریق

داده‌های به دست آمده با نرم افزارهای آماری SAS و MSTATC و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

عملکرد، وزن خوشه و حبه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر تیمارهای محلول پاشی اسید هیومیک بر عملکرد میوه در سطح احتمال یک درصد و بر وزن خوشه و حبه در سطح احتمال ۵ معنی دار گردید، در حالی که اثر سولفات آهن بر عملکرد میوه در سطح احتمال یک درصد و بر وزن حبه غیر معنی دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) نشان داد با افزایش سطوح اسید هیومیک و سولفات آهن، عملکرد میوه افزایش یافت. در تیمار محلول پاشی اسید هیومیک بیشترین عملکرد به میزان ۸/۱۹ کیلوگرم در هر تاک در سطح دو در هزار و کمترین عملکرد به میزان ۷/۱۶ کیلوگرم در هر تاک در تیمار شاهد دیده شد (جدول ۳). در تیمار محلول پاشی سولفات آهن بیشترین عملکرد به میزان ۸/۲۷ کیلوگرم در هر تاک در سطح دو در هزار دیده شد که با تیمار شاهد اختلاف معنی داری نشان داد (جدول ۳). میزان عملکرد همبستگی مثبت با کلروفیل، وزن خوشه، قطر حبه و TSS در سطح ۱ درصد نشان داد. مقایسه میانگین اثر اسید هیومیک بر وزن خوشه (جدول ۳) نشان داد، با افزایش سطوح اسید هیومیک از صفر تا دو در هزار وزن خوشه نیز به ترتیب (۱۷۳، ۱۸۵/۲، ۱۹۲/۶ گرم) افزایش داشته است. با مشاهده مقایسه میانگین اثر سولفات آهن بر وزن خوشه انگور (جدول ۳) مشاهده شد، بیشترین وزن خوشه از تیمار سولفات آهن یک در هزار به میزان ۱۹۰/۲ گرم به دست آمد و کمترین وزن خوشه از تیمار شاهد به میزان ۱۷۱/۷ گرم حاصل شد. بین تیمارهای سولفات آهن یک و دو در هزار اختلاف معنی داری وجود نداشت و از لحاظ آماری در یک سطح قرار گرفتند. وزن

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس اثر اسید هیومیک و سولفات آهن بر عملکرد، وزن خوشه، وزن حبه، قطر حبه، pH، TSS و کلروفیل a، b و کلروفیل کل انگور "عسکری"

منابع تغییرات	میانگین مربعات									
	درجه آزادی	عملکرد	وزن خوشه	وزن حبه	قطر حبه	pH	TSS	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل
تکرار	۲	۱/۵۷۹*	۱۹۹/۸۱ ^{ns}	۰/۰۱۲۷ ^{ns}	۰/۴۲۱*	۰/۰۷۲۴**	۰/۳۰۸۸ ^{ns}	۰/۰۱۰*	۰/۰۲۱ ^{ns}	۰/۰۸۱۳*
اسید هیومیک	۲	۲/۵۹۳**	۸۸۶/۴۶*	۰/۰۹۹۳*	۱/۵۸۵**	۰/۰۰۶۷ ^{ns}	۰/۵۵۳۴ ^{ns}	۰/۰۱۴*	۰/۰۱ ^{ns}	۰/۰۴۹۸ ^{ns}
سولفات آهن	۲	۳/۶۲۸**	۹۶۴/۵۴*	۰/۰۰۸۰ ^{ns}	۰/۷۱۷۵**	۰/۰۴۰۰۳*	۳/۳۷۳**	۰/۰۶۲**	۰/۰۷**	۰/۳۹۶۷**
اسید هیومیک x سولفات آهن	۴	۰/۳۲۹ ^{ns}	۵۱۶/۹۰ ^{ns}	۰/۰۵۷۸ ^{ns}	۰/۳۳۰۵*	۰/۰۲۹۴*	۰/۹۶۷۵*	۰/۰۰۰۵ ^{ns}	۰/۰۱۳ ^{ns}	۰/۰۲۸۱ ^{ns}
خطا	۱۶	۰/۳۵۵	۲۱۹/۱۶	۰/۰۲۷۶	۰/۰۸۱۵	۰/۰۰۷۴	۰/۲۸۶۷	۰/۰۰۳۰	۰/۰۰۷۰	۰/۰۲۰۹
C.V%		۷/۶۸	۸/۰۶	۸/۲۳	۲/۲۲	۲/۵۸	۳/۱۱	۷/۲۹	۱۵/۳۵	۱۱/۲۳

ns: عدم معنی دار، * و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۳. مقایسه میانگین های اثرات اسید هیومیک و سولفات آهن بر عملکرد، وزن خوشه و حبه، کلروفیل a، b، کل، غلظت نیترژن، مس، آهن، روی انگور "عسکری"

Zn	Fe	Cu	N	درصد	کلروفیل کل			میلی گرم بر گرم		وزن خوشه	وزن حبه	عملکرد	سطوح	تیمارها
					کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	گرم	کیلوگرم بر درختچه					
۲۷/۵۲ ^b	۱۴۸/۸ ^b	۱۵/۸۹ ^b	۲/۶ ^c	۱/۲۲ ^b	۰/۵۱ ^a	۰/۷ ^b	۱/۹ ^b	۱۷۳ ^b	۷/۱۶ ^b	۰	۰	اسید هیومیک		
۳۱/۵۳ ^a	۱۷۲/۶ ^a	۱۶/۵۲ ^{ab}	۲/۷ ^q	۱/۲۷ ^{ab}	۰/۵۴ ^a	۰/۷۶ ^{ab}	۲/۰۳ ^{ab}	۱۸۵/۲ ^{ab}	۷/۹۳ ^a	۱	۱	سولفات آهن		
۳۲/۲ ^a	۱۷۸/۷ ^a	۱۷/۷۴ ^a	۲/۸ ^q	۱/۳۷ ^a	۰/۵۸ ^a	۰/۷۸ ^a	۲/۱۱ ^a	۱۹۲/۶ ^a	۸/۱۹ ^a	۲	۲	اسید هیومیک		
۲۸/۹ ^{ab}	۱۲۲/۸ ^b	۱۶/۵۳ ^a	۲/۶ ^{۲b}	۱/۰۵ ^b	۰/۴۴ ^b	۰/۶۶ ^b	۲ ^a	۱۷۱/۶ ^b	۷/۰۵ ^b	۰	۰	اسید هیومیک		
۳۰/۳ ^{ab}	۱۸۵/۷ ^a	۱۶/۴۵ ^a	۲/۸ ^{۱a}	۱/۳۵ ^a	۰/۵۸ ^a	۰/۸۷ ^a	۲ ^a	۱۹۰/۱ ^a	۷/۹۷ ^a	۱	۱	سولفات آهن		
۳۱/۸۸ ^a	۱۸۹/۶ ^a	۱۷/۱۷ ^a	۲/۸ ^{۰a}	۱/۴۵ ^a	۰/۶۱ ^a	۰/۸۲ ^a	۲/۰۵ ^a	۱۸۹ ^a	۸/۲۷ ^a	۲	۲	اسید هیومیک		

در هر ستون میانگین های مربوط به هر عامل دارای حرف مشترک در آزمون LSD_{0.05} اختلاف معنی دار ندارند.

برگ‌ها، سبب ماندگاری بیشتر برگ‌ها شده، در نتیجه بر اندازه میوه تأثیر مثبت دارد (۲۸). گزارش شده که کاربرد اسید هیومیک در گیاهان باعث بهبود کارایی عناصر غذایی و مخصوصاً افزایش غلظت آهن و نیتروژن در بافت‌های گیاهی شده و راندمان فتوسنتزی بهبود می‌یابد (۳۴). در پژوهشی کمبود آهن باعث توقف رشد برگ و تقسیم سلول و کاهش میزان کلروفیل و سیتوکروم شده است (۲۳). ولی با مصرف آهن، ساخت مواد در گیاه و هم چنین قطر حبه انگور افزایش یافت. آهن تأثیر مثبت بر سنتز و فعالیت کلروفیل دارد و بنابراین موجب افزایش فتوسنتز می‌شود (۸). نتایج حاصل از پژوهشی نشان داد که تیمار محلول‌پاشی آهن باعث افزایش وزن و حجم حبه انگور می‌شود (۲۹).

pH و میزان مواد جامد محلول (TSS) عصاره میوه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر محلول‌پاشی سولفات آهن بر میزان مواد جامد محلول (TSS) عصاره میوه انگور در سطح احتمال یک درصد و بر pH در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار گردید در حالی که بر هم‌کنش اسید هیومیک و سولفات آهن بر pH و میزان مواد جامد محلول (TSS) عصاره میوه انگور در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. محلول‌پاشی اسید هیومیک بر میزان pH و مواد جامد محلول عصاره میوه انگور معنی‌دار نشده است. نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴) نشان داد بیشترین میزان pH از تیمار محلول‌پاشی اسید هیومیک دو در هزار + سولفات آهن دو در هزار (۳/۵۴) به دست آمد. pH همبستگی منفی با غلظت فسفر، مس، وزن خوشه و حبه و با سایر صفات همبستگی مثبت نشان داد. هم‌چنین با توجه به نتایج تجزیه واریانس بیشترین میزان مواد جامد محلول از تیمار محلول‌پاشی اسید هیومیک دو در هزار + سولفات آهن دو در هزار (۱۸/۴۶) به دست آمد (جدول ۴). میزان مواد جامد محلول همبستگی مثبت با غلظت آهن، عملکرد و pH در سطح یک درصد نشان داد. محلول‌پاشی آهن با غلظت‌های ۵، ۱/۵ و سه در هزار در دو نوبت یک هفته

افزایش اسمیلات به‌طور غیر مستقیم می‌تواند در افزایش عملکرد نقش ایفا کند (۲۴). آمالیوتیس و همکاران (۲) گزارش کردند که یک رابطه خطی معنی‌دار بین غلظت آهن و عملکرد گیاه وجود دارد، به طوری که در اثر مصرف آهن، مقدار کلروفیل، فتوسنتز و رشد رویشی گیاه افزایش یافته و این امر باعث افزایش سطح کربن‌گیری و در نتیجه میزان ماده خشک تولیدی در گیاه می‌شود. در پژوهشی که به منظور بررسی ترکیبات اثر هیومیک بر بهبود کارایی کلات آهن توسط سانچز و همکاران (۳۴) بر روی درختان لیمو انجام شد، نشان دادند ترکیبات هیومیکی باعث افزایش وزن میوه شدند. سانچز سانچز و همکاران (۳۵) اعلام نمودند که در انگور تأثیرات مواد هیومیکی بر 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 می‌شود.

قطر حبه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر تیمارهای محلول‌پاشی اسید هیومیک و سولفات آهن بر قطر حبه در سطح احتمال ۱ درصد و اثر متقابل آنها در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد. نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴) نشان داد کمترین قطر حبه در تیمار شاهد (۱۱/۶۳ میلی‌متر) و بیشترین قطر حبه مربوط به تیمار اسید هیومیک ۲ در هزار + سولفات آهن ۱ در هزار (۱۳/۱۶ میلی‌متر) است. مواد هیومیک با مکانیسم‌های مختلف سبب تسریع رشد در گیاهان می‌شوند. اسید هیومیک دارای اثرات شبه هورمونی بوده و محلول‌پاشی برگی و یا کاربرد خاکی آن موجب افزایش غلظت تنظیم‌کننده‌های رشد مخصوصاً اکسین، سیتوکینین و جیبرلین در بافت‌های گیاهی می‌شود (۱ و ۲۸). با توجه به نقش سیتوکینین در تقسیم سلولی و تأثیری که اکسین و جیبرلین بر بزرگ شدن سلول‌ها دارند، افزایش تعداد و اندازه سلول‌ها و در نتیجه اندازه حبه دور از انتظار نیست (۷). هم‌چنین اسید هیومیک از طریق افزایش متابولیسم درون سلول‌ها و بالا بردن میزان کلروفیل در

جدول ۴. مقایسه میانگین‌های برهمکنش اسید هیومیک و سولفات آهن بر قطر حبه، pH و TSS انگور "عسکری"

مواد جامد محلول (TSS)	pH	قطر حبه (میلی‌متر)	سولفات آهن (گرم بر لیتر)	اسید هیومیک (گرم بر لیتر)
۱۶/۷ ^{cd}	۳/۳۴ ^{bc}	۱۱/۶۳ ^c	۰	
۱۶/۶۶ ^{cd}	۳/۳۳ ^{bc}	۱۲/۹۴ ^a	۱	۰
۱۷/۶۳ ^{ab}	۳/۳۲ ^{bc}	۱۲/۴۱ ^b	۲	
۱۶/۲۶ ^d	۳/۲۱ ^c	۱۲/۸۴ ^{ab}	۰	
۱۷/۷۶ ^{ab}	۳/۳۸ ^b	۱۳/۰۵ ^a	۱	۱
۱۷/۱۰ ^{bcd}	۳/۳۳ ^{bc}	۱۳/۱۱ ^a	۲	
۱۶/۵۸ ^{cd}	۳/۲۴ ^{bc}	۱۳/۰۲ ^a	۰	
۱۷/۳۰ ^{bc}	۳/۳۰ ^{bc}	۱۳/۱۶ ^a	۱	۲
۱۸/۴۶ ^a	۳/۵۴ ^a	۱۳/۱۱ ^a	۲	

در هر ستون میانگین‌های مربوط به هر عامل دارای حرف مشترک در آزمون LSD_{0.05} اختلاف معنی‌دار ندارند.

معنی‌دار گردید. نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) نشان داد که بیشترین میزان کلروفیل a از تیمار محلول پاشی سولفات آهن دو در هزار به میزان ۰/۸۲ میلی گرم بر گرم به دست آمد. کلروفیل a همبستگی مثبت با غلظت نیتروژن، آهن، روی و عملکرد در سطح یک درصد نشان داد. همچنین بیشترین میزان کلروفیل b از تیمار محلول پاشی سولفات آهن دو در هزار به میزان ۰/۶۱ میلی گرم بر گرم به دست آمد (جدول ۳). کلروفیل b همبستگی مثبت با غلظت نیتروژن، منگنز، آهن، عملکرد و کلروفیل a در سطح یک درصد نشان داد. بیشترین میزان کلروفیل کل به میزان ۱/۴۵ میلی گرم بر گرم از تیمار محلول سولفات آهن دو در هزار حاصل شد (جدول ۳). کلروفیل کل همبستگی مثبت با غلظت نیتروژن، منگنز، آهن و عملکرد در سطح یک درصد نشان داد. آهن، به‌عنوان یکی از عناصر مهم در تغذیه گیاهان و مخصوصاً مؤثر در سنتز کلروفیل، به مقدار فراوان در خاک وجود دارد اما به دلایل متعددی قابلیت جذب آن بسیار کم و محدود می‌باشد. جابه‌جایی آهن در گیاه به سختی صورت می‌گیرد، بنابراین در شرایط کمبود آهن برگ‌های جوان زودتر علائم کمبود را نشان داده و اغلب دچار کلروز بین رگبرگی می‌شوند (۶). آهن در تشکیل کلروفیل نقش اساسی دارد و

قبل از باز شدن گل‌ها و در زمان تشکیل میوه، بر مواد جامد محلول، اسید قابل تیتراسیون، نسبت مواد جامد محلول به اسید کل و pH آب میوه اثر معنی‌داری داشته است (۳۱). اسید هیومیک با مکانیسم‌های متعددی به جذب بهتر ریز مغذی‌ها و بهبود کیفیت محصول کمک می‌کند. اسید هیومیک با بهبود تولید قند، پروتئین و ویتامین در گیاه و نیز تأثیر مثبتی که بر جنبه‌های مختلف فتوسنتز دارد نیز محتوای غذایی محصولات کشاورزی را افزایش می‌دهد (۳۵). فراهمی آهن به‌طور مشخصی باز شدن روزنه‌ها را افزایش می‌دهد که ناشی از اثرات آهن در سنتز کلروفیل می‌باشد، این امر می‌تواند منجر به افزایش توان فتوسنتزی و تخصیص اسیمیلات بیشتر برای متابولیسم تولید قند در گیاهان شود (۳۶). نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج باکا و همکاران (۵) مطابقت دارد.

کلروفیل a، b و کل

براساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر محلول پاشی اسید هیومیک بر میزان کلروفیل a در سطح احتمال ۵ درصد و بر میزان کلروفیل b و کل غیر معنی‌دار شد در حالی که اثر سولفات آهن بر میزان کلروفیل a، b و کل در سطح احتمال یک درصد

برگ افزایش یافت. بیشترین میزان آهن از تیمار محلول‌پاشی آهن دو در هزار به میزان ۱۸۹/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم به‌دست آمد که با شاهد اختلاف معنی‌داری نشان داد (جدول ۳). هم‌چنین بیشترین میزان روی به میزان ۳۲/۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم از تیمار اسید هیومیک دو در هزار حاصل شد. اسید هیومیک می‌تواند به‌طور مستقیم اثرات مثبتی بر رشد گیاه بگذارد. رشد قسمت هوایی و ریشه گیاه توسط اسید هیومیک تحریک می‌شود ولی اثر آن بر روی ریشه برجسته‌تر است، حجم ریشه را افزایش داده و باعث اثربخشی سیستم ریشه می‌شود. اسید هیومیک جذب نیتروژن، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و فسفر را توسط گیاه افزایش می‌دهد. کاربرد اسید هیومیک کلروز گیاهان را بهبود می‌بخشد که احتمالاً نتیجه‌ای است از توانایی اسید هیومیک برای نگهداری آهن خاک به فرمی که قابل جذب و سوخت‌وساز باشد. این پدیده می‌تواند در خاک‌های قلیایی و آهکی مؤثر باشد که معمولاً کمبود آهن قابل جذب و مواد آلی را دارند (۳۰). ثابت شده است که هیومیک اسید با تولید بیشتر اسیدهای نوکلئیک و اسیدهای آمینه تکثیر سلولی را در کل گیاه و به‌خصوص در ریشه‌ها افزایش می‌دهد و با افزایش نفوذپذیری سلول‌های ریشه به جذب بهتر مواد غذایی و توسعه بیشتر گیاه کمک می‌نماید (۲۰). افزایش غلظت آهن در برگ در نتیجه تأثیر مستقیم حاصل از محلول‌پاشی این عنصر می‌باشد که به راحتی جذب برگ گردیده است. کوددهی آهن سبب شده تا فتوسنتز بهتر انجام شده و همین امر باعث بهبود رشد گیاه و در پی آن، افزایش جذب عناصر شده است که این موضوع با یافته‌های مارشنر (۲۳) مبنی بر اینکه کوددهی آهن با بهبود فتوسنتز، سبب افزایش رشد گیاه و جذب سایر عناصر کم‌مصرف در شرایط آهکی می‌شود، هم‌خوانی دارد. اسید هیومیک با مکانیسم‌های متعددی به جذب بهتر ریزمغذی‌ها 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 فتوسنتز دارد نیز محتوای غذایی محصولات کشاورزی را افزایش می‌دهد علاوه بر این هیومیک اسید سبب تقویت

مقدمه تشکیل کلروفیل است و در متابولیسم اسید نوکلئیک در کلروپلاست نقش دارد (۳۲). مهم‌ترین نقش آهن در بیوسنتز کلروفیل کنترل تشکیل گاما-آمینولولینیک اسید، به‌عنوان پیش‌ساز مشترک بیوسنتز کلروفیل گروه هم می‌باشد و میزان تشکیل آن به‌وسیله آهن مهار می‌شود (۱۵). در ساختمان هم، اتم مرکزی آهن به چهار حلقه پیرول متصل می‌شود که در نتیجه از ساختار حلقوی بزرگی تشکیل یافته است. بنابراین در ساخت کلروفیل ابتدا ترکیبات هم ساخته می‌شود، که ملکول آن شبیه ملکول کلروفیل است، با این تفاوت که به‌جای منیزیم در هسته مرکزی آن آهن نشسته است. جابه‌جایی آنزیمی این دو فلز منجر به تولید کلروفیل می‌شود (۲۶). اسید هیومیک از طریق اثرات مثبت فیزیولوژی از جمله اثر بر متابولیسم سلول‌های گیاهی و افزایش غلظت کلروفیل برگ باعث افزایش عملکرد گیاهان می‌شود (۲۸).

غلظت عناصر

براساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۵) اثر محلول‌پاشی اسید هیومیک بر غلظت نیتروژن، آهن و روی در سطح احتمال یک درصد و بر غلظت مس در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد درحالی‌که اثر سولفات آهن بر غلظت نیتروژن و آهن در سطح احتمال یک درصد و بر غلظت روی در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) نشان داد که با افزایش سطوح اسید هیومیک و سولفات آهن میزان نیتروژن برگ به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. بیشترین میزان نیتروژن به میزان ۲/۸۵ درصد از تیمار محلول‌پاشی اسید هیومیک دو در هزار به‌دست آمد (جدول ۳). در تیمار محلول‌پاشی سولفات آهن بیشترین میزان نیتروژن به میزان ۲/۸۱ درصد از تیمار سولفات آهن یک در هزار به‌دست آمد (جدول ۳). هم‌چنین براساس نتایج مقایسه میانگین (جدول ۳) بیشترین میزان مس به میزان ۱۷/۷۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم از تیمار اسید هیومیک دو در هزار حاصل شد که با شاهد اختلاف معنی‌داری نشان داد. با افزایش سطح اسید هیومیک و سولفات آهن میزان آهن

جدول ۵. نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای اسید هیومیک و سولفات آهن بر غلظت عناصر برگ انگور عسکری

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		Zn	Fe	Mn	Cu	K	P	N
تکرار	۲	۱/۸۰ ^{ns}	۹۸/۹۶ ^{ns}	۳/۱۰ ^{ns}	۰/۹۸ ^{ns}	۰/۰۰۵۶*	۰/۰۰۰۲ ^{ns}	۰/۰۱۲*
اسید هیومیک	۲	۵۷/۴۷**	۲۲۴۷/۰۲**	۱۳/۹۰ ^{ns}	۷/۹۵*	۰/۰۰۱۲ ^{ns}	۰/۰۰۰۴ ^{ns}	۰/۱۵**
سولفات آهن	۲	۱۸/۸۵*	۱۱۸۷۹/۲**	۳۸/۷۷ ^{ns}	۱/۳۷ ^{ns}	۰/۰۰۲۶ ^{ns}	۰/۰۰۰۴ ^{ns}	۰/۱۰**
اسید هیومیک × سولفات آهن	۴	۲/۲۷۴ ^{ns}	۵۹/۲۶ ^{ns}	۳۶/۴۳ ^{ns}	۳/۸۳ ^{ns}	۰/۰۰۳۲ ^{ns}	۰/۰۰۰۱۲ ^{ns}	۰/۰۰۰۱ ^{ns}
خطای آزمایش	۱۶	۳/۵۶۷	۶۹/۵۰	۱۸/۵۳	۱/۹۶	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۳
C.V%		۶/۲۰	۴/۹۹	۷/۷۴	۸/۳۹	۲/۵۶	۶/۸۶	۲/۱۲

ns: عدم معنی دار، * و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

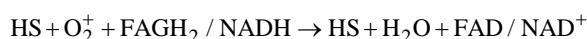
در شرایط نبود سبزی‌نگی، از خود به‌طور مداوم مواد فنولی را ترشح می‌کنند تا Fe^{3+} به Fe^{2+} محلول تبدیل شود. غلظت ترکیبات فنولی اکسیژن‌دار در مواد هیومیکی از ۵۷۰ - ۲۱۰ میلی‌اکی‌والان در یک صد گرم برای اسید هیومیک و از ۵۷۰ - ۳۰ میلی‌اکی‌والان در یک صد گرم برای اسید فولویک متغیر می‌باشد (۳۴).

نتیجه‌گیری

امروزه به دلیل مصرف نامتعادل کودهای شیمیایی، بالا بودن میزان آهک، pH و کمبود مواد آلی خاک، ظهور علائم کمبود عناصر کم‌مصرف نظیر آهن، روی و بور در باغ‌های انگور رایج است. عدم تعادل در مصرف و تأمین این عناصر سبب ایجاد مشکلاتی در تشکیل میوه و خواص کمی و کیفی محصول شده است. استفاده توأم از کودهای شیمیایی و آلی، یکی از راه‌کارهای مورد تأکید متخصصین تغذیه در سال‌های اخیر می‌باشد. براساس نتایج این پژوهش، کاربرد اسید هیومیک از طریق افزایش ظرفیت فتوسنتزی و افزایش کارایی و راندمان عناصر غذایی ضمن افزایش عملکرد، منجر به بهبود خواص کیفی میوه انگور گردید. محلول پاشی توسط آهن و اسید هیومیک علاوه بر اینکه این عناصر را مستقیم و بدون واسطه در اختیار گیاه قرار می‌دهد،

دیواره سلولی می‌شود (۱ و ۱۷).

افزایش انباشت آهن توسط ترکیبات هیومیکی را می‌توان ناشی از آزاد کردن مواد فنولی در ریزوسفر ریشه و بهبود احیا و جذب بیشتر آهن در اثر کاربرد این مواد دانست. در خصوص نحوه اثر اسید هیومیک گزارش‌های متعددی وجود دارد. اثر مستقیم آن به‌عنوان یک ترکیب شبه هورمونی و اثر غیر مستقیم هیومیک به‌صورت افزایش جذب عناصر غذایی از طریق خاصیت کلات‌کنندگی و احیا کنندگی و حفظ نفوذپذیری غشاء، افزایش متابولیسم ریزجانداران در خاک، بهبود وضعیت فیزیکی خاک و افزایش رشد ریشه و ساقه می‌باشد (۲۸). ملکوتی و تهرانی (۲۲) در پژوهشی که به‌منظور مقایسه روش‌های کاربرد عناصر کم‌مصرف در انگور انجام دادند، گزارش نمودند که اختلاف کاملاً معنی‌داری بین تیمارها از نظر غلظت عناصر آهن، روی و مس در برگ وجود داشته است. اثرات مفید مواد هیومیکی با قابلیت‌های آنها به‌وسیله فعالیت‌هایی نظیر آزادسازی الکترون‌ها و مداخله در زنجیره تنفسی سلول و نیز افزایش منبع انرژی برای سلول‌ها توجیه می‌شود:



این تبدیل ظرفیت برای جذب آهن مفید می‌باشد. زیرا گیاهان

جذب و انتقال عناصر را نیز بهبود می‌بخشد. با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش به منظور افزایش عملکرد و بهبود کیفیت انگور، محلول‌پاشی اسید هیومیک و سولفات آهن هر کدام با غلظت دو در هزار در دو مرحله قبل از گل‌دهی در بهار و بعد از تشکیل میوه توصیه می‌شود.

منابع مورد استفاده

1. Abdel Mawgoud, A. M. R., N. H. M. El Greadly, Y. I. Helmy and S. M. Singer. 2007. Responses of tomato plants to different rates of humic based fertilizer and NPK fertilization. *Journal of Applied Sciences Research* 3(2): 169-174.
2. Amaliotis, D., D. Velemis, S. Bladenopoulou and N. Karapetsas. 2002. Leaf nutrient levels of strawberries (cv. Tudla) in relation to crop yield. *Acta Horticulturae* 567: 447-450.
3. Aslani, S. and A. Haghghat Afshar. 1990. Nutrition and Fertilization of Grapevine. Anzali Publication. Urumieh, Iran. (In Farsi).
4. Assimakopoulou, A. 2006. Effect of iron supply and nitrogen form on growth, nutritional status and ferric reducing activity of spinach in nutrient solution culture. *Scientia Horticulturae* 110: 21-29.
5. Bacha, M. A., S. H. Sabbah and M. A. El Hamady. 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.
6. Boynton, D. 1954. Nutrition by foliar application. *Annual Review of Plant Physiology* 5: 31-54.
7. Chen, Y. and T. Aviad. 1990. Effect of Humic Substances on Plant Growth. *In: Humic substances in soil and crop sciences. Soil Science Society of America* 161-187.
8. Davarpanah, S., M. Akbari, M. A. Askari, M. Babalar and M. E. Naddaf. 2013. Effect of iron foliar application (Fe-EDDHA) on quantitative and qualitative characteristics of pomegranate CV. "Malas –e-Saveh". *World of Sciences Journal* 4: 179-187.
9. Delfine, S., R. Tognetti, E. Desiderio and A. Alvino. 2005. Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. *Agronomy for Sustainable Development* 25: 183-191.
10. Diaz, I., V. Barrón, M. C. Del Campillo and J. Torrent. 2010. Testing the ability of vivianite to prevent iron deficiency in pot-grown grapevine. *Scientia Horticulturae* 123: 464-468
11. Dursun, A., I. Guvenc and M. Turan. 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.
12. Emami, A. 1996. The Methods of Plant Analysis, Soil and Water Research Institute, Publication No. 982, Vol. 1. Iran. (In Farsi).
13. FAO. 2012. Food and Agriculture Organization's FAOSTAT database and has been displayed with the permission of FAO. Available online at: <http://www.fao.org/ag/agl/agll/spush/> Accessed 16 Feb 2012.
14. Fernandez Escobar, R., M. Benlloch, D. Barranco, A. Duenas and J. A. Guterrez Ganán. 1996. Response of olive trees to foliar application of humic substance extracted from leonardite. *Scientia Horticulturae* 66: 191-200.
15. Ghorbanli, M. and M. Babalar. 2003. Mineral Nutrition of Plants. Tarbiat Moallem University, Tehran Publication, Iran. (In Farsi).
16. Haghparast, M., S. Maleki Farahani, J. Masoud Sinaki and G. H. Zeraii. 2012. Reduce the negative effects of stress in pea using humic acid and seaweed extract. *Crop Production under Environmental Stresses* 4(1): 59-71. (In Farsi).
17. Hakan, C., A. Vahap Katkat, B. Bulent Asik and M. A. Turan. 2011. Effect of Foliar Applied Humic Acid to Dry Weight and Mineral Nutrient Uptake of Maize under Calcareous Soil Conditions Communications. *Soil Science and Plant Analysis* 42(1): 29 – 38
18. Kaya, C. and D. Higgs. 2002. Response of tomato (*Lycopersicon esculentum L.*) cultivars to foliar application of zinc when grown in sand culture at low zinc. *Scientia Horticulturae* 93: 53-64.
19. Khoshgoftarmanesh, A. H. 2007. Principles of Plant Nutrition. Isfahan University of Technology Publisher, Iran. (In Farsi).
20. Liu, C., R. J. Cooper and D. C. Bowman. 1996. Humic acid application affects photosynthesis root development and nutrient content of creeping bentgrass. *Hort Sciences* 33(6): 1023-1025.
21. Mackowiak, C. L., P. R. Grossl and B. G. Bugbee. 2001. Beneficial effects of humic acid on micronutrient availability to wheat. *Soil Science* 65: 1744-1750
22. Malakouti, M. and M. M. Tehrani. 2005. The Role of Micronutrients in the Improve Yield and Quality of Agricultural Products, Tarbiat Modarres University. Tehran. Iran

23. Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants, Second Edition. Academic Press London. London.
24. Mengel, K. and E. A. Kirby. 1987. Principles of Plant Nutrition. International Potash Institute, Bern.
25. Moez Ardalan, M. and G. Savaghebi Firoozabadi. 2009. Soil Fertility for Sustainable Agriculture. Tehran University Press. Tehran. (In Farsi).
26. Mojtahedi, M. and H. Lessani. 2001. The Life of the Green Plant. 4th Ed, Tehran University Press, Tehran. (In Farsi).
27. Mostofi, Y. and F. Najafi. 2005. Laboratory Methods Analysis in the Horticultural Science. Tehran University Press. Tehran. (Translated). (In Farsi).
28. Nardi, S., D. Pizzeghello, A. Muscolo and A. Vianello. 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology and Biochemistry* 34: 1527–1536.
29. Piri, H., G. R. Moafpouriyan and M. Dorostkar. 2005. Effect of nitrogen, phosphorus, potassium and some micronutrients on quantitative and qualitative characteristics of grape varieties Asgari. *In: Proceedings of the Fourth Iranian Horticultural Science Congress*. Mashhad University, Mashhad, Iran. pp. 271. (In Farsi).
30. Rahii, A., M. Davvodi fard, F. Azizi and D. Habiby. 2012. Effects of different amounts of humic acid and response curves in the *Dactylis glomerata*. *Agriculture and Plant Breeding Journal* 8(3): 28-15. (In Farsi).
31. Saki, A. 2007. The effect of urea and iron nutrition on growth, yield and quality of grapes (cultivar Askari) in the city of Khorramabad, MSc. Thesis. Islamic Azad University, Karaj Branch, Karaj, Iran. (In Farsi).
32. Salar Dini, A. A. 1992. Soil Fertility. 4th Ed. Tehran University Press, Tehran. (In Farsi).
33. Saleh, J. 2008. Effects of different methods of iron application on yield and leaf a fruit chemical compositions of 'Lisbon lemon cultivar. *Journal of Horticultural Science and Technology of Iran* 9(1): 23 – 34. (In Farsi).
34. 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. *Journal of Plant Nutrition* 25(11): 2433-2442.
35. Sanchez Sanchez, A., J. Sanchez Andreu, M. Juarez, J. Jorda, and D. Bermudez. 2006. Improvement of iron uptake in table grape by addition of humic substances. *Journal of Plant Nutrition* 29(2): 259-272.
36. Shiemshi, D. 2007. Leaf chlorosis and stomatal aperture. *New Phytologist* 166: 455-461.
37. Shiri, M., R. A. Ranjbar and M. J. Malakouti. 2001. Effect of foliar application of nitrogen, zinc and boron on quantitative and qualitative characteristics of seedless grapes. *Journal of Soil and Water* 14 (12): 203-195. (In Farsi).