

اثر تغذیه خاکی و برگی هیومیک اسید بر خصوصیات کمی و کیفی میوه انار رقم ملس ساوه

بهاره اناری انارکی^۱، محمود قاسم‌نژاد^۲، حسین میغانی^{۳*}

تاریخ دریافت: ۹۴/۴/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۵/۴/۲۳

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، گروه علوم باغبانی، رشت، ایران

۲- دانشیار دانشگاه گیلان، دانشکده کشاورزی، گروه علوم باغبانی، رشت، ایران

۳- استادیار دانشگاه جیرفت، دانشکده کشاورزی، گروه علوم باغبانی، جیرفت، ایران

* مسئول مکاتبه : E-mail: hmeighani@ujiroft.ac.ir

چکیده

هیومیک اسید به عنوان یک اسید آلی حاصل از هوموس و سایر منابع طبیعی، بدون اثرات مخرب زیست محیطی در تولید محصولات باغی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این پژوهش به منظور بررسی تأثیر هیومیک اسید (با نام تجاری هیومیکس ۹۵، محتوی هیومیک اسید ۶۸٪، اسید فولویک ۱۲٪ و پتاسیم ۱۵٪-۱۳٪) در غلظت‌های صفر، ۱/۷، ۳/۴ و ۵/۱ گرم خالص به ازای درخت در هر مرحله به دو صورت محلول‌پاشی برگ و کاربرد خاکی بر خصوصیات کمی و کیفی میوه انار رقم ملس ساوه در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. هیومیک اسید قبل از گلدهی، ۳۰ و ۶۰ روز پس از تشکیل میوه مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد که تیمار هیومیک اسید تعداد میوه در هر درخت، میزان ماده خشک آریل، وزن تر آریل، نسبت آریل به پوست، فنول کل، فلاونوئید کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی را در مقایسه با شاهد افزایش داد. اما میزان خسارت آفتاب سوختگی، ترکیب میوه، رنگ‌پریدگی آریل (سفید شدن دانه) و وزن تر پوست به طور معنی‌داری کمتر از شاهد بود. در حالی که میانگین وزن میوه، سفتی بذر، وزن خشک آریل، ماده خشک پوست، میزان مواد جامد محلول (TSS)، اسید قابل تیتر (TA)، TSS/TA و آنتوسیانین کل آریل تحت تأثیر تیمار هیومیک اسید قرار نگرفت. درکل میزان میوه قابل عرضه به بازار در نتیجه کاربرد هیومیک اسید افزایش یافت. با توجه به نتایج بدست آمده محلول‌پاشی هیومیک اسید در بهبود خواص کمی و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی میوه انار از کاربرد خاکی آن موثرتر است.

واژه های کلیدی: ارگانیک، آفتاب سوختگی، ترکیب میوه، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، سفتی بذر

Effect of Foliar and Soil Application of Humic Acid on Quantity and Quality of Pomegranate Fruit cv. 'Malas-E- Saveh'

Bahareh Anari Anaraki¹, Mahmood Ghasemnezhad², Hossein Meighani^{3*}

Received: July 3, 2015 Accepted: June 25, 2016

1,2- MSc Student, Dept. of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, University of Guilan, Rasht, Iran.

2- Assoc. Prof., Dept. of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, University of Guilan, Rasht, Iran.

3- Assist. Prof., Dept. of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, University of Jiroft, Jiroft, Iran.

* Corresponding Author: Email: hmeighani@ujiroft.ac.ir

Abstract

Humic acid, as an organic acid obtained from humus and organic sources without any environmental destructive effects, is used in the production of horticultural crops. In this study, the effect of foliar and soil application of humic acid treatment (as Humix 95, contains 68% humic acid, 12% fulvic acid and 13-15% potassium) at different concentrations (0, 1.7, 3.4 and 5.1 g pure humic acid per tree at each time) on quantity and quality of pomegranate fruit cv. Malas-e-Saveh performed in the complete randomized block design with three replications. Humic acid is used at pre-flowering, 30 and 60 days after fruit set. The results showed that humic acid treatment increased total fruits per tree, dry matter of aril, fresh weight of aril, aril/peel ratio, total phenolic and flavonoids content and antioxidant activity in compared with control. However, sunburn damage, cracking, aril paleness and fresh weight of peel were significantly lower than control fruits. While, mean fruit weight, total soluble solids (TSS), Titratable acidity (TA), TSS/TA and total anthocyanins content were not affected by humic acid treatment. Overall, humic acid application increased marketable fruits. According to these results, foliar application of humic acid was more effective in the improving quantitative properties and antioxidant activity of pomegranate fruits.

Keywords: Antioxidant Activity, Fruit Cracking, Organic, Sunburn, Seed Firmness

مقدمه

تولید انار را در جهان به خود اختصاص داده است، در کشورهای همجوار ترکیه، هندوستان، فلسطین اشغالی، اسپانیا، آمریکا، افغانستان و تعداد دیگری از کشورها کشت این محصول مرسوم است (رمضانیان و همکاران ۲۰۰۹). بخش خوراکی میوه انار آریل نامیده می‌شود، که در واقع پوشش گوشتی شده بذر است و در حدود ۵۲ درصد وزن میوه انار را تشکیل می‌دهد. آریل شامل ۷۸

انار با نام علمی *Punica granatum* L. متعلق به خانواده Punicaceae می‌باشد. یکی از قدیمی‌ترین میوه‌های خوراکی است که بطور گسترده‌ای در بسیاری از کشورهای گرمسیری و نیمه‌گرمسیری، بخصوص در آب و هوای معتدله مدیترانه‌ای کشت می‌شود. در حال حاضر علاوه بر ایران که بیش‌ترین سطح زیرکشت و

کاهش داد (بالاکریشنان و همکاران ۱۹۹۶). از طرفی با کاربرد خاکی سولفات روی درصد ترکیب میوه انار، میزان TSS و قندهای احیایی و ضخامت پوست میوه کاهش یافت اما عملکرد میوه و اسیدیته آب میوه در مقایسه با شاهد افزایش نشان داد (المصری ۱۹۹۵).

با توجه به اثرات منفی کاربرد کودهای شیمیایی بر سلامت انسان و محیط زیست، همچنین تأثیر منفی آن بر حاصلخیزی خاک به عنوان بستر تولیدات کشاورزی، می‌توان به اهمیت تولید محصول ارگانیک محصولات کشاورزی از جمله انار بیشتر توجه کرد. هیومیک اسید از جمله کودهای آلی است که امروزه برای تولید محصولات ارگانیک استفاده می‌شود. این ماده به عنوان یک کود اسیدی آلی حاصل از تجزیه هوموس و سایر منابع مواد آلی طبیعی بوجود آمده است، که به خاطر داشتن اثرات هورمونی و کمک در جذب عناصر غذایی امروزه در کشاورزی ارگانیک مورد توجه قرار گرفته است (صالحی و همکاران ۱۳۹۲). استفاده از مواد هیومیک برای بهبود رشد محصول موضوعی است که از چندین دهه مورد توجه بوده است. این ترکیب باعث افزایش جذب عناصر ماکرو و میکرو می‌شود و همچنین قابلیت تحرک و دسترسی عناصر غذایی برای گیاهان را بهبود می‌بخشد (کایا و همکاران ۲۰۰۵). محلول‌پاشی برگه‌ای و کاربرد خاکی هیومیک اسید رشد رویشی و زایشی گوجه‌فرنگی (صالحی و همکاران ۱۳۹۲) و زردآلو (فتحی و همکاران ۲۰۱۰) را بهبود بخشید. کاربرد هیومیک اسید به همراه کلات آهن، جذب آهن را در مرکبات افزایش داد و عملکرد و کیفیت میوه را نیز بهبود داد (سردان و همکاران ۲۰۰۷). همچنین در انار کاربرد ۳۲ تا ۴۸ گرم هیومیک اسید رشد رویشی، عملکرد و کیفیت میوه‌ها را افزایش داد (ختاب و همکاران ۲۰۱۲). بنابراین، در این پژوهش اثر سطوح مختلف هیومیک اسید به صورت کاربرد خاکی و محلول‌پاشی برگه‌ای بر صفات کمی و کیفی و برخی ترکیبات آنتی‌اکسیدانی میوه انار رقم ملس ساوه در سیستم مدیریت تغذیه ارگانیک بررسی شده است.

درصد آب میوه و ۲۲ درصد بذر است. آب انار از ۸۵/۴ درصد رطوبت و مقدار قابل توجهی قند، اسید آلی، ترکیبات فنلی، آنتوسیانین، آمینواسید، پروتئین، آسکوربیک اسید و مواد معدنی تشکیل شده است (کولکارنی و آراجیا ۲۰۰۵). همچنین انار منبع غنی از آنتی‌اکسیدان‌هاست که فعالیت آنتی‌اکسیدانی آن به ترکیبات فنلی، و آنتوسیانین‌ها نسبت داده می‌شود (گیل و همکاران ۲۰۰۰ و کولکارنی و آراجیا ۲۰۰۵). به دلیل نقش موثر انار در سلامتی انسان، در سال‌های اخیر این میوه محبوبیت زیادی پیدا کرد و تولید جهانی آن نیز رو به افزایش است (بروچو-نئوری و همکاران ۲۰۱۱).

انار تولیدی ایران به علت کیفیت مرغوب، زیبایی ظاهری و رنگ درخشان پوست و آریل از نظر صادرات به خارج از کشور در بین محصولات کشاورزی محصولی بی‌رقیب بوده و از نظر اقتصادی دارای اهمیت فراوان است. اما اخیراً کاهش کیفیت میوه به دلایلی عامل محدود کننده صادرات آن شده است. بنابراین، با توجه به سطح زیر کشت بالای انار در کشور و افزایش روز افزون تولید آن، ضرورت توجه بیشتر جهت بهبود کیفیت میوه با انجام عملیات مناسب باغی لازم است. اعمال متفاوتی از جمله مدیریت صحیح تغذیه درختان در بهبود کمیت و کیفیت میوه انار موثر است (محسنی ۱۳۸۸). تحقیقات قبلی نشان داد که محلول‌پاشی برگه‌ای سولفات روی و منگنز می‌تواند عملکرد میوه، کیفیت و ارزش غذایی دانه‌های انار را افزایش دهد (حسنی و همکاران ۲۰۱۲). همچنین محلول‌پاشی با کود اوره عملکرد، تعداد میوه در هر درخت، میانگین وزن تک میوه، درصد اسیدیته قابل تیتراسیون و نسبت وزن گوشت به آبمیوه را افزایش داد (صبحی رستمی و گلچین ۱۳۹۰). در گزارشی دیگر محلول‌پاشی برگه‌ای اوره باعث افزایش اندازه دانه، قطر و طول میوه شد و محلول‌پاشی برگه‌ای کلسیم وزن میوه و میزان آسکوربیک اسید آن را افزایش داد (رمضانیان و همکاران ۲۰۰۹). محلول‌پاشی ترکیبی سولفات روی، سولفات آهن، سولفات منگنز و اسیدبوریک عملکرد میوه انار را افزایش داده و میزان آب میوه را

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی، اعمال تیمار و طرح آزمایشی

این پژوهش در یک باغ تجاری واقع در ۳۰ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان اصفهان (عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۱ دقیقه شمالی و طول ۵۱ درجه و ۵۱ دقیقه شرقی) بر روی درختان ۷ ساله انار رقم 'ملس ساوه' انجام شد. هیومیک اسید به دو صورت محلول پاشی برگ‌ی و تغذیه‌ی خاکی در چهار سطح (۰، ۱/۷، ۳/۴، ۵/۱ گرم خالص هیومیک اسید به ازای درخت در هر مرحله) در قالب طرح آماری بلوک کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا در آمد. هیومیک اسید مصرفی (تولید شرکت Fertibuy با نام تجاری Humix 95) به صورت گرانول با قابلیت حل آسان در آب بود که محتوی هیومیک اسید ۶۸٪، اسید فولویک ۱۲٪ و پتاسیم ۱۵٪ - ۱۳٪ می‌باشد. این ترکیب محصولی است که از خشک شدن هیومیک اسید مایع به دست آمده است و منشاء آن لئوناردیت است.

هیومیک اسید به دو صورت محلولپاشی و کاربرد خاکی (همراه با آب آبیاری) قبل از گلدهی، ۳۰ و ۶۰ روز پس از تشکیل میوه مورد استفاده قرار گرفت. محلولپاشی با کمک سمپاش پشتی در اوایل صبح قبل از گرم شدن هوا انجام شد. برای کاربرد خاکی، ابتدا مقادیر ۱/۷، ۳/۴، ۵/۱ گرم خالص هیومیک اسید در ۵ لیتر آب حل گردید و همزمان با آبیاری پای هر درخت ریخته شد. در پایان فصل میوه‌ها پس از رسیدن به مرحله بلوغ تجاری برداشت و به آزمایشگاه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان جهت ارزیابی صفات کمی و کیفی منتقل شدند.

ارزیابی صفات

تعداد میوه‌های دارای ترکیبگی و آفتاب سوختگی شمارش و به صورت درصدی از کل بیان گردید. وزن میوه، وزن کل دانه در میوه، وزن ۱۰۰ دانه و وزن پوست میوه با استفاده از ترازو دیجیتالی تا دو رقم اعشار اندازه‌گیری شدند. وزن خشک پوست و ۱۰۰ دانه، پس از

قرار گرفتن به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری و سپس درصد ماده خشک محاسبه شد. همچنین طول و قطر دانه و طول و قطر گلوی میوه (تاج) با استفاده از کولیس دیجیتالی، طول میوه توسط خطکش معمولی، درصد مواد جامد محلول (TSS) با استفاده از رفاکتومتر دیجیتالی مدل Euromex D5635، اسید قابل تیتر (TA) به روش تیتراسیون تا رسیدن به pH حدود ۸/۲ و سفتی و یا سختی دانه با استفاده از دستگاه نفوذسنج (پنترومتر) FTO مدل ۱۱ با نوک ۵ میلی‌متر اندازه‌گیری، و بر حسب کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع بیان گردید. شاخص بلوغ میوه نیز از نسبت مواد جامد محلول به اسید قابل تیتر (TSS/TA) بدست آمد.

برای اندازه‌گیری میزان فنل و فلاونوئید کل، آنتوسیانین کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی از آب میوه سانتریفیوژ شده به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۱۰۰۰۰ دور در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد استفاده شد. اندازه‌گیری میزان فنل کل آب میوه‌ها با استفاده از روش فولین-سیوکالچو (سینگلتون و همکاران ۱۹۹۹) انجام گرفت. میزان جذب نمونه و استاندارد توسط دستگاه اسپکتروفتومتر UV/VIS مدل PG Instruments T80+ در طول موج ۷۶۰ نانومتر قرائت گردید و در نهایت میزان فنل کل نمونه به صورت میلی‌گرم گالیک اسید در لیتر آب میوه (mg GAE/L) بیان شد.

فلاونوئید کل مطابق روش پارک و همکاران (۲۰۰۸) اندازه‌گیری شد. میزان جذب نمونه و استاندارد توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۰۶ نانومتر قرائت گردید و در نهایت مقدار فلاونوئید کل نمونه بر حسب میلی‌گرم کاتچین در لیتر آب میوه (mg Catchin/L) بیان گردید.

برای اندازه‌گیری آنتوسیانین کل آب انار از روش اختلاف جذب در pHهای مختلف استفاده شد (گیوستی و رولستد ۲۰۰۱). در این روش جذب نمونه‌های تهیه شده توسط بافر pH=۱ و pH=۴/۵ توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج‌های ۵۱۰ و ۷۰۰ نانومتر

همچنین گزارش گردید که محلول پاشی هیومیک اسید طول شاخه، تعداد برگ و میزان تشکیل میوه سیب را افزایش داد (فتحی و همکاران ۲۰۱۰). افزایش تعداد برگ باعث افزایش راندمان فتوسنتزی شد که افزایش عملکرد میوه سیب را به همراه داشت (فتحی و همکاران ۲۰۰۲). در پژوهش حاضر عملکرد درختان تیمار شده با هیومیک اسید در مقایسه با شاهد افزایش یافت، که با توجه به نتایج به دست آمده این افزایش به واسطه تشکیل تعداد میوه بیش‌تر تا افزایش در اندازه میوه می‌باشد. در موافقت با یافته‌های این پژوهش کاربرد هیومیک اسید عملکرد (تعداد میوه در هر درخت) انار (ختاب و همکاران ۲۰۱۲) و زردآلو (فتحی و همکاران ۲۰۱۰) را افزایش داد. همچنین هیومیک اسید میانگین وزن میوه انار را در شرایط کم آبیاری افزایش داد (ختاب و همکاران ۲۰۱۲) در حالی که در این پژوهش تغییر معنی‌داری در اندازه میوه‌های انار رقم ملس ساوه ایجاد نشد.

ترکیبگی قبل از برداشت میوه انار به عنوان عارضه‌ای فیزیولوژیکی مطرح بوده و همه ساله سبب بروز زیان‌های اقتصادی قابل توجهی در کشورهای انارخیز جهان و به خصوص ایران می‌شود. در ارتباط با دلایل ترکیبگی میوه انار که یکی از مشکلات تولید این میوه محسوب می‌شود، تاکنون گزارش‌های مختلفی ارائه شده است. این عوامل در سه گروه مجموعه عوامل محیطی، عوامل زراعی و عوامل ژنتیکی خلاصه می‌شوند. اما دلایل اصلی و عمده ترکیبگی میوه انار، نحوه آبیاری (تنظیم آبیاری و منظم نبودن دور آبیاری بخصوص در زمان رسیدن میوه)، تغییرات درجه حرارت شب و روز، کمبود مواد غذایی (بور و کلسیم)، کمی رطوبت هوا، زمان برداشت، بافت و رطوبت خاک، عوامل ژنتیکی (نوع رقم)، آفات و امراض، سرمای پاییزه زودرس همراه با ریزش باران، آفتاب سوختگی میوه‌ها، اختلالات فیتوهورمونی، از دست رفتن رطوبت پوست میوه در اثر عوامل اقلیمی و کاهش درجه حرارت ذکر شده است (روحی و اسماعیل‌زاده ۱۳۹۲). به نظر می‌رسد اثرات مثبت کاربرد

قرائت و در نهایت بر حسی میلی‌گرم در لیتر بیان شد. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی از طریق خاصیت خنثی‌شوندگی رادیکال آزاد DPPH^۱ (براندویلیامز و همکاران ۱۹۹۵) اندازه‌گیری و به صورت درصد بازدارندگی (% DPPHsc) بیان شد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها توسط نرم‌افزار آماری SAS (ver. 9.1) و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

تعداد و وزن میوه، ترکیبگی و آفتاب سوختگی میوه انار

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر هیومیک اسید بر تعداد میوه در هر درخت، میزان ترکیبگی و آفتاب سوختگی میوه و تعداد آریل رنگ نگرفته (سفید) در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار است در حالی که وزن میوه و سفتی بذر تحت تأثیر تیمار هیومیک اسید قرار نگرفت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین تعداد میوه به ازای هر درخت از تیمار ۵/۱ گرم هیومیک اسید به صورت محلول پاشی و کم‌ترین تعداد از درختان شاهد و تیمار ۱/۷ گرم هیومیک اسید به صورت کاربرد خاکی بدست آمد (جدول ۱). از طرفی میزان ترکیبگی و آفتاب سوختگی نیز به طور معنی‌داری در نتیجه کاربرد هیومیک اسید در مقایسه با شاهد کاهش یافت. همچنین تعداد آریل سفید در هر میوه با کاربرد هیومیک اسید بصورت محلول پاشی در مقایسه با شاهد کاهش یافت اما تفاوت معنی‌داری بین کاربرد خاکی هیومیک اسید و میوه‌های گروه شاهد وجود نداشت (جدول ۱).

تغذیه صحیح باغ، یکی از اصول مهم در افزایش عملکرد در واحد سطح است. در گزارش‌های قبلی استفاده از کود آلی هیومیک اسید در افزایش عملکرد میوه‌هایی مثل انار (ختاب و همکاران ۲۰۱۲)، پرتقال و گریپ‌فروت (آلبا و ابریزا ۱۹۹۸)، هلو و زردآلو (عیسی و همکاران ۲۰۰۷) و سیب (فتحی و همکاران ۲۰۰۲) موثر بوده است.

¹ 1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl

ترکیبگی میوه شده است (روحی و اسماعیلزاده ۱۳۹۲ و ایلماز و ازگون ۲۰۰۵). همچنین گزارش شده است که هیومیک اسید رشد و نمو ریشه و به دنبال آن جذب آب و مواد غذایی را افزایش می‌دهد (آتیه و همکاران ۲۰۰۲). لذا کاهش درصد ترکیبگی میوه انار در درختان تیمار شده می‌تواند به واسطه وجود ترکیبات شبه هورمونی در هیومیک اسید و اثر مثبت هیومیک اسید بر میزان جذب آب و عناصر غذایی توسط سیستم ریشه‌ای گیاه باشد.

هیومیک اسید به خاطر وجود ترکیبات شبه هورمونی از گروه اکسین‌ها، سیتوکینین‌ها و جیبرلین‌ها در گیاه باشد (عبدل ماوگود و همکاران ۲۰۰۷). همچنین مطالعه هورمون‌های درون‌زا قبل از برداشت میوه‌های انار و رابطه آن‌ها با ترکیبگی نشان داد که در میوه‌های ترک خورده نسبت بالاتری از هورمون آبسزیک اسید و نسبت کمتری از جیبرلین و ایندول بوتریک اسید وجود دارد (ایلماز و ازگون ۲۰۰۵). چرا که تحقیقات قبلی نشان داد که محلول‌پاشی درختان انار با جیبرلین باعث کاهش

جدول ۱- اثر هیومیک اسید بر عملکرد، ترکیبگی، آفتاب سوختگی و برخی خصوصیات آریل انار

آریل سفید (درصد)	سفتی بذر (کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع)	آفتاب سوختگی (درصد)	ترکیبگی (درصد)	وزن میوه	تعداد میوه	هیومیک اسید (گرم)
۲۱/۸۳ a	۱۳/۲۶ a	۲۱/۷۶ a	۳۱/۲۱ a	۳۵۴/۳۶ a	۴۵/۳۳ d	شاهد
						محل‌پاشی (به ازای هر درخت)
۱۰/۶۷ b	۱۲/۸۲ a	۱۲/۳۶ bc	۹/۹۴ cd	۳۰۷/۹۱ a	۵۵/۵۴ bcd	۱/۷ گرم
۱۲/۳۳ b	۱۲/۴۹ a	۹/۳۵ bc	۱۲/۷۵ c	۳۳۴/۶۹ a	۴۹/۶۷ cd	۳/۴ گرم
۱۱/۵۰ b	۱۲/۵۱ a	۷/۲۱ c	۵/۵۵ d	۳۰۰/۳۵ a	۷۵/۳۳ a	۵/۱ گرم
						کاربرد خاکی (به ازای هر درخت)
۲۱/۰۰ a	۱۳/۴۵ a	۱۷/۷۶ ab	۲۰/۷۸ b	۳۸۷/۷۰ a	۴۸/۱۷ d	۱/۷ گرم
۲۱/۰۰ a	۱۵/۷۵ a	۱۷/۸۰ ab	۱۴/۵۷ bc	۳۷۹/۹۰ a	۶۳/۸۳ abc	۳/۴ گرم
۲۰/۰۸ a	۱۲/۱۶ a	۱۴/۲۵ abc	۱۵/۲۶ bc	۳۵۶/۱۴ a	۶۷/۲۲ ab	۵/۱ گرم

* داده‌های با حروف مشابه در داخل هر ستون اختلاف آماری در سطح احتمال ۵ درصد نشان ندادند.

همکاران ۱۳۹۲). ترکیبات آلی هیومیکی باعث افزایش سطح برگ در گیاه انگور (رینالدز و همکاران ۱۹۹۵) و گوجه‌فرنگی و خیار (آتیه و همکاران ۲۰۰۲) شده است. همچنین کاربرد هیومیک اسید رشد رویشی درخت انار را به طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد افزایش داد (ختاب و همکاران ۲۰۱۲). بنابراین به نظر می‌رسد کاهش خسارت آفتاب سوختگی در این پژوهش نیز به واسطه افزایش رشد رویشی و سایه‌اندازی بیش‌تر درختان انار باشد.

آفتاب سوختگی عارضه‌ای است که به وسیله گرمای زیاد و تشعشعات خورشیدی به‌ویژه اشعه ماورای بنفش ایجاد می‌شود و باعث تغییر رنگ پوست میوه از قرمز به زرد یا برنزه می‌شود. به دلیل خشکیدگی پوست در میوه‌های آفتاب سوخته ترکیبگی میوه نیز مشاهده می‌شود. در بسیاری از موارد، این میوه‌ها دارای آریل‌های کم آب و سفید رنگ در قسمت زیر بخش آفتاب سوخته هستند که این موضوع باعث کاهش ارزش آنها حتی برای فرآوری می‌شود (ملگاریجو و همکاران ۲۰۰۴). هیومیک اسید باعث جذب بیش‌تر عنصر نیتروژن از طریق ایجاد pH خنثی در خاک قلیایی می‌شود که در نهایت باعث تحریک اندام‌های هوایی می‌گردد (صالحی و

سنتز آنتوسیانین افزایش و یا تخریب آنتوسیانین کاهش یافته است.

شاخص‌های کمی میوه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر هیومیک اسید بر وزن تر پوست، وزن تر آریل، نسبت آریل به پوست و میزان ماده خشک آریل در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار است در حالی‌که وزن خشک پوست و آریل و میزان ماده خشک پوست تحت تأثیر تیمار هیومیک اسید قرار نگرفت.

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که وزن تر پوست میوه انار رقم ملس ساوه در تیمار ۳/۴ گرم هیومیک اسید به صورت کاربرد خاکی بیش‌تر از سایر تیمارها بود هر چند تفاوت معنی‌داری با درختان شاهد نشان نداد. همچنین در میوه‌های شاهد وزن تر دانه به طور معنی‌داری بیش‌تر و وزن خشک دانه کمتر از میوه‌های تیمار شده بود در حالی‌که تفاوتی بین غلظت‌های مختلف هیومیک اسید و نحوه مصرف آن (محلولپاشی و کاربرد خاکی) وجود نداشت (جدول ۲).

رنگ پریدگی^۱ و یا سفید شدن آریل (دانه انار) عارضه‌ی دیگری است که باعث رنگ‌پریدگی، قهوه‌ای و غیرقابل مصرف شدن آریل می‌شود. در این عارضه هیچ‌گونه علائم ظاهری در پوست و ظاهر میوه مشاهده نمی‌شود و میوه‌ها از ظاهر خوبی برخوردار هستند (محسنی ۱۳۸۸). این موضوع محبوبیت میوه انار را تهدید کرده و پرورش‌دهندگان، صادرکنندگان و مصرف‌کنندگان را با مشکلاتی مواجه ساخته است. اگرچه دلیل این ناهنجاری به‌طور دقیق مشخص نیست، اما به عواملی مانند فصل رشد، هرس، زمان برداشت، اندازه میوه، عوامل بیماری‌زا، رقم و دمای بالا نسبت داده‌اند (سردان و همکاران ۲۰۰۷). به نظر می‌رسد وجود ترکیبات شبه هورمونی در هیومیک اسید توانسته است از تنش‌های ناخواسته محیطی بر روی میوه‌های انار به ویژه در روش محلولپاشی بکاهد و از این طریق میزان رنگ‌گیری آریل‌ها را افزایش دهد (ناردی و همکاران ۲۰۰۲) و از طرفی به دلیل افزایش شاخ و برگ و سایه‌اندازی بیش‌تر دمای سطح میوه کاهش و میزان

جدول ۲- اثر محلولپاشی با هیومیک اسید بر خصوصیات کمی میوه انار رقم ملس ساوه

هیومیک اسید (گرم)	وزن تر (گرم)	وزن خشک (گرم)	وزن تر آریل (گرم)	وزن خشک آریل (گرم)	نسبت آریل به پوست	ماده خشک پوست (گرم)	ماده خشک آریل (گرم)
شاهد	۱۳۰/۹۰ ab	۳۸/۰۶ a	۸۴/۷۳ a	۶/۸۲ a	۱/۹۶ b	۲۹/۰۸ a	۱۵/۲۷ b
محلولپاشی (گرم به ازای هر درخت)							
۱/۷ گرم	۹۳/۴۸ d	۳۱/۸۹ a	۸۰/۱۸ b	۷/۰۸ a	۲/۳۰ a	۳۴/۱۱ a	۱۹/۸۲ a
۳/۴ گرم	۱۲۰/۰۵ abc	۳۳/۰۱ a	۷۹/۹۲ b	۷/۹۲ a	۱/۶۶ c	۲۸/۰۹ a	۲۰/۰۸ a
۵/۱ گرم	۱۰۲/۲۰ cd	۳۱/۷۶ a	۸۰/۷۹ b	۸/۱۴ a	۱/۹۶ b	۳۱/۹۷ a	۱۹/۲۱ a
کاربرد خاکی (گرم به ازای هر درخت)							
۱/۷ گرم	۱۳۰/۲۳ ab	۴۰/۸۷ a	۸۰/۵۵ b	۸/۴۱ a	۱/۹۸ b	۳۱/۴۶ a	۱۹/۴۵ a
۳/۴ گرم	۱۳۷/۸۸ a	۴۰/۱۷ a	۸۰/۳۲ b	۸/۸۹ a	۱/۵۹ c	۲۹/۴۹ a	۱۹/۶۸ a
۵/۱ گرم	۱۱۴/۵۲ bcd	۳۶/۲۳ a	۸۰/۰۳ b	۷/۷۳ a	۲/۰۳ ab	۳۲/۱۱ a	۱۹/۹۷ a

* داده‌های با حروف مشابه در داخل هر ستون اختلاف آماری در سطح احتمال ۵ درصد نشان ندادند.

فنون سنتز در گیاه وزن تر و خشک گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (صالحی و همکاران ۱۳۹۲). اما در این پژوهش

ماده آلی هیومیک اسید از طریق تأمین و در اختیارگذاری عناصر پرمصرف و کم مصرف و بهبود وضعیت

است در صورتی که میزان آنتوسیانین کل تحت تأثیر تیمار هیومیک اسید قرار نگرفت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که میزان فنل کل در تیمار محلولپاشی ۵/۱ گرم هیومیک اسید با میانگین ۲۶/۳۲ میلی‌گرم در لیتر آب میوه به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از سایر تیمارها و میوه‌های گروه شاهد بود در صورتی‌که بیش‌ترین میزان فلاونوئید کل با میانگین ۱۸۹/۷۷ میلی‌گرم در لیتر از تیمار ۱/۷ گرم کاربرد خاکی هیومیک اسید بدست آمد (جدول ۳). همچنین بالاترین میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی از تیمار محلولپاشی ۵/۱ گرم هیومیک اسید و پایین‌ترین میزان از میوه‌های گروه شاهد بدست آمد (جدول ۳).

بطورکلی، اطلاعات کمی در خصوص اثر هیومیک اسید بر میزان ترکیبات آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها وجود دارد. گزارش‌های قبلی نشان داد که میزان فنول کل در طی نمو میوه با پیشرفت رسیدن میوه انار کاهش و فلاونوئید کل افزایش می‌یابد (کولکاری و آراجیا ۲۰۰۵). در این پژوهش به نظر می‌رسد تیمار هیومیک اسید به دلیل تغییرات هورمونی گیاه و افزایش فعالیت آنزیم‌های دخیل در سنتز ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی از جمله آنزیم فنیل آلانین آمونیا لیاز^۱ (PAL) که آنزیم کلیدی مسیر سنتز ترکیبات فنلی است، میزان این ترکیبات را در میوه‌های تیمار شده با هیومیک اسید افزایش داد. میزان آنتوسیانین کل انار رقم ملس ساوه تحت تأثیر تیمار هیومیک اسید قرار نگرفت در حالی که در میوه توت‌فرنگی، کاربرد هیومیک اسید و کمپوست میزان آنتوسیانین کل را به‌طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد افزایش داد (شحاتا و همکاران ۲۰۱۱).

فعالیت آنتی‌اکسیدانی آب انار به ترکیباتی چون آسکوربیک اسید، پلی‌فنول‌ها، تانن‌های پلی‌فنولیک حاوی قند و آنتوسیانین‌ها نسبت داده شده است (گیل و همکاران ۲۰۰۰ و کولکاری و آراجیا ۲۰۰۵). در این پژوهش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌های تیمار شده با هیومیک اسید افزایش یافت که احتمالاً به دلیل وجود

وزن تر پوست و دانه میوه انار کاهش یافت که نشان می‌دهد هیومیک اسید جذب آب در پوست و دانه میوه انار را در مقایسه با میوه‌های تیمار نشده کاهش داد. گزارش‌های قبلی همچنین نشان داد که در میوه گوجه‌فرنگی میزان ماده خشک با کاربرد هیومیک اسید افزایش یافت (صالحی و همکاران ۱۳۹۲) که با نتایج بدست آمده در این پژوهش مبنی بر افزایش ماده خشک دانه انار مطابقت دارد.

ویژگی‌های کیفی میوه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که میزان مواد جامد محلول (TSS)، اسید قابل تیتر (TA) و نسبت TSS/TA به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمار هیومیک اسید قرار نگرفت (جدول ۳).

اثر کود آلی هیومیک اسید بر روی خیار باعث افزایش مواد فتوسنتزی و بالارفتن قند کل و احیایی شد (یونلو و همکاران ۲۰۱۱). در پژوهشی که بر روی زردآلو انجام شد با کاربرد هیومیک اسید میزان TSS افزایش و اسید قابل تیتر کاهش و به تبع آن شاخص طعم نیز بهبود یافت (فتحی و همکاران ۲۰۱۰). همچنین در توت‌فرنگی هیومیک اسید و کمپوست میزان TSS را افزایش داد اما میزان TA و pH تحت تأثیر قرار نگرفت (شحاتا و همکاران ۲۰۱۱). افزایش TSS در میوه انگور در نتیجه کاربرد هیومیک اسید به تسریع در رسیدن و رسیدن یکنواخت حبه‌های انگور نسبت داده شده است (فرارا و برونیتی ۲۰۱۰). اما در این پژوهش تغییر معنی‌داری در میزان TSS، TA و نسبت TSS/TA مشاهده نشد که می‌تواند مربوط به خصوصیات ژنتیکی و یا غلظت‌های مورد استفاده باشد.

ترکیبات بیوشیمیایی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد که اثر تیمار هیومیک اسید بر میزان فنول کل، فلاونوئید کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار

¹ Phenylalanine ammonia-lyase (EC 4.3.1.5)

ترکیبات فنولی بیشتر در این میوه‌ها می‌باشد. زیرا ترکیبات فنولی آب میوه انار گزارش شده است (کولکارنی و آراجیا ۲۰۰۵).

جدول ۳- اثر هیومیک اسید بر خصوصیات کیفی و ترکیبات بیوشیمیایی میوه انار رقم ملس ساوه

هیومیک اسید (گرم)	TSS (درصد)	TA (درصد)	TSS/TA	فنول کل (میلی‌گرم در لیتر)	فلاونوئید کل (میلی‌گرم در لیتر)	آنتوسیانین کل (میلی‌گرم در لیتر)	ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (درصد بازدارندگی)
شاهد	۱۷/۹۹ a	۲/۰۴ a	۸/۶۰ a	۱۹/۴۴ cd	۱۴۴/۳۰ b	۱۳۸/۱۶ a	۵۲/۹۳ d
محلولپاشی (به ازای هر درخت)							
۱/۷ گرم	۱۸/۱۶ a	۲/۲۲ a	۸/۲۷ a	۱۹/۶۴ cd	۱۵۸/۲۳ b	۱۶۴/۶۴ a	۶۳/۹۴ bc
۳/۴ گرم	۷۱/۸۶ a	۲/۴۹ a	۷/۱۸ a	۲۳/۳۸ b	۱۷۶/۱۴ a	۱۴۶/۷۹ a	۶۸/۲۹ ab
۵/۱ گرم	۱۷/۴۵ a	۲/۵۶ a	۶/۸۴ a	۲۶/۳۲ a	۱۵۹/۷۳ b	۱۴۵/۸۱ a	۷۱/۷۰ a
کاربرد خاکی (به ازای هر درخت)							
۱/۷ گرم	۱۷/۷۴ a	۲/۰۴ a	۸/۱۳ a	۱۸/۷۹ d	۱۸۹/۷۷ a	۱۴۲/۷۸ a	۶۲/۰۶ c
۳/۴ گرم	۱۷/۸۷ a	۲/۲۹ a	۸/۳۸ a	۲۱/۲۸ bc	۱۸۶/۲۲ a	۱۴۴/۹۹ a	۶۳/۴۹ bc
۵/۱ گرم	۱۷/۸۹ a	۲/۱۴ a	۸/۶۳ a	۲۲/۱۲ b	۱۸۰/۸۸ a	۱۴۴/۵۷ a	۶۳/۸۵ bc

* داده‌های با حروف مشابه در داخل هر ستون اختلاف آماری در سطح احتمال ۵ درصد نشان ندادند.

نتیجه‌گیری کلی

اسید قرار نگرفت. نتایج بدست آمده نشان داد که محلولپاشی هیومیک اسید در بهبود خصوصیات کمی و کیفی میوه از کاربرد خاکی آن موثرتر است و همچنین هیومیک اسید را می‌توان برای تولید محصول ارگانیک مورد استفاده قرار داد.

در مجموع بررسی نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد هیومیک اسید، عملکرد (تعداد میوه در هر درخت) و میزان محصول قابل عرضه به بازار را به دلیل کاهش میزان خسارت آفتاب سوختگی و ترکیب میوه انار افزایش یافت. همچنین میزان ترکیبات آنتی‌اکسیدانی میوه انار به ویژه فنول و فلاونوئید کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی آب انار افزایش یافت. اما ب از خصوصیات فیزیکی میوه انار و ویژگیهای حسی مانند TSS، TA و TSS/TA و میزان رنگیزه آنتوسیانین آریل تحت تأثیر تیمار هیومیک

سپاسگزاری

از دانشگاه گیلان برای در اختیار قرار دادن امکانات لازم برای اجرای این پژوهش و تأمین هزینه‌های پژوهشی تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع مورد استفاده

- روحی و و اسماعیل‌زاده، ۱۳۹۲. اثر غلظت و زمان محلولپاشی اسید جیبرلیک بر ترکیب میوه انار (*Punica granatum L.*) رقم ملس اصفهان. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۷(۳): ۳۱۷-۳۱۰.
- صالحی ب، باقرزاده ع، قاسمی م و ابراهیمی م، ۱۳۹۲. بررسی اثر مقادیر مختلف کود آلی هیومیک اسید بر کیفیت و کمیت ارقام مختلف گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum*). نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی، ۲۰(۴): ۱۹۸-۱۸۹.

- صبحی رستمی ف و گلچین ا، ۱۳۹۰. بررسی تاثیر مقادیر مختلف نیتروژن، منگنز و روی بر عملکرد و کیفیت میوه انار در استان مازندران. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۵(۲): ۲۳۴-۲۴۲.
- محسنی ع، ۱۳۸۸. شناسایی و معرفی بهترین ارقام (Cultivars) صادراتی انار در ایران. دفتر امور میوه های گرمسیری و نیمه گرمسیری، معاونت امور تولیدات گیاهی، وزارت جهاد کشاورزی.
- 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: 169-174.
- Alva AK and Obreza TA, 1998. By-product iron-humate increases tree growth and fruit production of orange and grapefruit. HortScience, 33: 71-74.
- Atiyeh RM, Lee S, Edwards CA, Arancon NQ and Metzger JD, 2002. The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth. Bioresource Technology, 84: 7-14.
- Balakrishnan K, Venkatesan K and Sambandamurti S, 1996. Effect of foliar application of Zn, Fe, Mn and B on yield and quality of pomegranate cv. Ganesh. Orissa Journal of Horticulture, 24: 33-35.
- Borochoy-Neori H, Judeinstein S, Harari M, Bar-Ya'akov I, Patil BS, Lurie S and Holland D, 2011. Climate effects on anthocyanin accumulation and composition in the Pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit arils. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 59: 5325-5334.
- Brand-Williams W, Cuvelier ME and Berset C, 1995. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. LWT- Food Science and Technology, 28: 25-30.
- Cerdán M, Sánchez-Sánchez A, Juárez M, Sánchez-Andreu JJ, Jordá JD and Bermúdez D, 2007 Partial replacement of Fe (o,o-EDDHA) by humic substances for Fe nutrition and fruit quality of citrus. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 170: 474-478.
- Eissa FM, Fathi MA and S. A. El-Shall MA, 2007. Response of peach and apricot seedlings to humic acid treatment under salinity condition. Journal of Agricultural Sciences. Mansoura University, 32: 3605-3620.
- El- Masry SMA, 1995. Physiological studies to control Pomegranate fruit disorders. MSc thesis, Faculty of Agriculture, Assiut University.
- Fathi MA, Eissa FM and Yahia MM, 2002. Improving growth, yield and fruit quality of 'Desert Red' peach and 'Anna' apple by using some biostimulants. Minia Journal of Agricultural Research and Development, 22: 519-534.
- Fathy MA, Gabr MA and El Shall SA, 2010. Effect of humic acid treatments on 'Canino' apricot growth, yield and fruit quality. New York Science Journal, 3: 109-115.
- Ferrara G and Brunetti G, 2010. Effects of the times of application of a soil humic acid on berry quality of table grape (*Vitis vinifera* L.) cv Italia. Spanish Journal of Agricultural Research, 8: 817-822.
- Gil MI, Tomas-Barberan FA, Hess-Pierce B, Holcroft DM and Kader AA, 2000. Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48: 4581-4589.
- Giusti MM and Wrolstad RE, 2001. Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. p. 1-13. In Wrolstad RE and Schwartz SJ (Ed) Current Protocols in Food Analytical Chemistry. John Wiley and Sons, New York.
- Hasani M, Zamani Z, Savaghebi G and Fatahi R, 2012. Effects of zinc and manganese as foliar spray on pomegranate yield, fruit quality and leaf minerals. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 12: 471-480.

- Kaya M, Atak M, Khawar KM, Ciftci CY and Ozcan S, 2005. Effect of presowing seed treatment with Zinc and foliar spray of humic acids on yield of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). International Journal of Agriculture and Biology, 6: 875-878.
- Khattab M, Shaban A, El-Shrief HA and El-Deen-Mohamed A, 2012. Effect of humic acid and amino acids on Pomegranate trees under deficit irrigation. I: growth, flowering and fruiting. Journal of Horticultural Science and Ornamental Plants, 4: 253-259.
- Kulkarni AP and Aradhya SM, 2005. Chemical changes and antioxidant activity in pomegranate arils during fruit development. Food Chemistry, 93: 319-324.
- Melgarejo P, Mrtinez JJ, Hernandez F, Martinez-Font R, Barrows P and Erez A, 2004. Kaolin treatment to reduce pomegranate sunburn. Scientia Horticulturae, 100: 349-353.
- 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.
- Park YS, Jung ST, Kang SG, Heo BG, Arancibia-Avila P, Toledo F, Drzewiecki J, Namiesnik J and Gorinstein S, 2008. Antioxidants and proteins in ethylene-treated kiwifruits. Food Chemistry, 107: 640-648.
- Ramezani A, Rahemi M and Vazifeshenas MR, 2009. Effects of foliar application of calcium chloride and urea on quantitative and qualitative characteristics of pomegranate fruits. Scientia Horticulturae, 121: 171-175.
- Reynolds AG, Wardle DA, Drought B and Cantwell R, 1995. Gro-Mate soil amendment improves growth of greenhouse-grown 'Chardonnay' grapevines. HortScience, 30: 539-542.
- 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. Journal of Medicinal Plants Research, 5: 2304-2308.
- Singleton V, Orthofer R and Lamuela-Raventós RM, 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. Methods Enzymology, 299: 152-178.
- Unlu HO, Unlu 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.
- Yilmaz C and Ozguven AL, 2005. Hormone physiology of preharvest fruit cracking in pomegranate (*Punica granatum* L.). Acta Horticulturae, 727: 16-30.