اثر تنظیم‌کننده‌های رشد و استرپتومایسین بر بهبود کیفیت میوه و هسته انار رقم ملس‌یزدی

میلاد ولی‌پور[۱]، حسن ساری‌خانی[۱*] و عبدالکریم چهرگانی راد[۲]

[۱] همدان، دانشگاه بوعلی سینا، دانشکده کشاورزی، گروه علوم باغبانی

[۲] همدان، دانشگاه بوعلی سینا، دانشکده علوم، گروه زیست شناسی

تاریخ دریافت: ۹۲/۳/۸ تاریخ پذیرش: ۹۳/۶/۱۴

چکیده

انار یکی از مهمترین محصولات میوه‌ای کشور است که به دلیل طعم مطلوب و خواص دارویی آن، تقاضا برای مصرف آن افزایش یافته است. اغلب مصرف کنندگان انار استفاده از انارهای نرم دانه را ترجیح می‌دهند. در این پژوهش اثر برخی از تنظیم کننده‌های رشد و استرپتومایسین بر بهبود کیفیت میوه و هسته انار بررسی شد. ایندول‌استیک‌اسید در غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر، کینتین در غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر و استرپتومایسین در غلظت ۲۰۰ میلی گرم در لیتر در زمان‌های تشکیل میوه و چهار هفته پس از آن روی درختان انار رقم ملس‌یزدی محلول‌پاشی شدند. ویژگی‌هایی مانند درصد بخش خوراکی، اندازه حبه و هسته، وزن حبه و هسته، میزان فیبری شدن هسته و ترکیب شیمیایی بخش خوراکی در زمان برداشت میوه مطالعه شد. تیمارهای انجام شده باعث افزایش نسبت مواد جامد محلول به اسید گردید. همچنین مقدار محتوای فنلی در تیمار استرپتومایسین به طور معنی داری افزایش یافت. کاربرد ایندول استیک اسید در زمان تشکیل میوه و کینتین در هر دو زمان کاربرد از طریق تأثیر بر اندازه و وزن حبه، باعث افزایش بخش خوراکی میوه شد. کاربرد استرپتومایسین به ویژه در مرحله تشکیل میوه و همچنین کاربرد کینتین در زمان تشکیل میوه منجر به کاهش درصد فیبری شدن هسته گردید. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که تیمار کینتین و ایندول استیک اسید می‌توانند باعث افزایش کیفیت میوه انار رقم ملس یزدی شوند و تیمار استرپتومایسین در ابتدای تشکیل میوه علاوه بر افزایش کیفیت خوراکی میوه روی میزان تشکیل فیبر در پوسته هسته نیز موثر است.

واژه‌های کلیدی: انار، ایندول استیک اسید، کینتین، استرپتومایسین، سفتی هسته، فیبری شدن هسته.

* نویسنده مسئول، تلفن: ۳۴۴۲۴۱۹۲-۰۸۱ ، پست الکترونیکی: sarikhani@basu.ac.ir

مقدمه

انار با نام علمی *Punica granatum* L. گیاهی از خانواده *Punicaceae* است که بومی ایران و نواحی اطراف آن می‌باشد. گونه *Punica protopunica* به علت داشتن گلبرگ‌های زیاد به انار زینتی معروف است؛ بومی یمن بوده و تنها خویشاوند انارهای خوراکی می‌باشد (۸). ایران به عنوان بزرگ‌ترین تولیدکننده و صادرکننده انار در دنیا مطرح است و تولید این میوه می‌تواند نقش بسیار مهمی در اقتصاد کشور برعهده داشته باشد (۲۰). امکان مصرف انار به صورت تازه‌خوری، تنوع فراورده‌های تبدیلی و مصارف جانبی شامل استفاده در رنگرزی در کنار ارزش غذایی بالا و خواص ویژه دارویی و ضد سرطانی، از امتیازات مهم این محصول به‌شمار می‌رود (۸ و ۳۱). بخش خوراکی میوه انار که شامل دانه‌های گوشتی آبدار می‌باشد حبه یا آریل نامیده می‌شود. بخش خارجی حبه در انار گوشتی و آبدار بوده و به رنگ‌های سفید، صورتی و یا قرمز دیده می‌شود. این بخش از حبه غنی از کربوهیدراتهای محلول و نامحلول (۱۳/۳ درصد)، اسیدهای آلی (۰/۰۸ درصد)، ویتامین‌ها، فیبر، ترکیبات فنولی و عناصر معدنی مهم است. بخش چوبی شده که شامل جنین، لپه‌ها و پوشش آن می‌باشد، دربردارنده فیبر و مواد مغذی زیادی مانند اسیدهای چرب

بوده که دارای خواص درمانی هستند (۱۴ و ۲۸). میزان چوبی شدن این بخش از میوه، درجه سفتی دانه را مشخص می‌کند. ارقام انار را براساس میزان سفتی هسته به چهار گروه نرم، نیمه نرم، نیمه سخت و سخت تقسیم بندی کرده اند (۲۸).

از نظر مصرف کنندگان داشتن هسته‌هایی با پوسته نرم تا نیمه نرم از ویژگی‌های بسیار مطلوب برای انار تازه خوری بوده و اهمیت بسیار زیادی دارد (۲۸). بیشتر ارقام تجاری کشور انار هسته‌های نیمه سخت تا سخت دارند (۲۰) که از معایب آنها به شمار می آید، زیرا جویدن آن را برای مصرف کنندگان دشوار کرده و علاوه بر آن به علت عدم مصرف بخش چوبی توسط برخی از مصرف کنندگان مقداری از مواد مغذی هسته از جمله اسیدهای چرب هدر می‌رود. از روش‌هایی که می‌توان انارهایی با هسته نرم به بازار عرضه نمود، به‌نژادی ارقامی است که از نظر ژنتیکی قادر به تولید انارهای نرم‌دانه هستند که البته به‌دلیل دشواری عملیات به‌نژادی، کنترل چند ژنی صفت سفتی هسته (۱۳) و زمانبر بودن آن، در حال حاضر امکان پذیر نیست.

امروزه استفاده از مواد تنظیم کننده رشد گیاهی در کنترل میوه‌دهی، اندازه، شکل، کیفیت و بلوغ میوه در کشاورزی از اهمیت زیادی برخوردار است. کاربرد اکسین‌ها از قبیل نفتالین‌استیک‌اسید و توفوردی (2,4-D) در انار در ۳ هفته ابتدایی رشد میوه سبب افزایش وزن میوه در کنار افزایش تشکیل میوه و همچنین جلوگیری از ریزش میوه‌های تازه تشکیل شده و در نتیجه افزایش عملکرد شده است (۹). ونکاتسان و موهیدن (به نقل از ۲۴) با کاربرد توفوردی به غلظت ۲۰ میلی گرم در لیتر در زمان تمام‌گل، ۴۵ و ۹۰ روز پس آن، در انار رقم گانش، طول میوه، اندازه و وزن آن را افزایش، و در کنار کاهش ضخامت پوست میوه بر میزان بازارپسندی آن افزودند. راحمی و عطا حسینی (۲۴) با محلول‌پاشی نفتالین‌استیک‌اسید، نفتالین استامید و توفوردی نتیجه گرفتند که توفوردی در غلظت ۳۰ و ۴۵ میلی گرم در لیتر منجر به افزایش طول میوه، اندازه و وزن میوه و همچنین وزن حبه می‌شود. در پژوهش دیگری از کاربرد نفتالین‌استیک‌اسید در غلظت ۱۰ و ۲۰ میلی گرم در لیتر، افزایش وزن میوه و حبه‌های خوراکی آن در کنار کاهش درصد پوست میوه گزارش شده است (۱۲).

به طور کلی سیتوکنین‌ها در مراحل اولیه رشد میوه تسریع رشد میوه را باعث می شوند. این مواد باعث افزایش تقسیم سلولی شده و از این رو، اگر در مرحله اولیه منحنی سیگموئیدی رشد میوه که تقسیم سلولی انجام می شود، بکار روند، ممکن است موجب افزایش شمار سلول‌ها در هر میوه شوند (۲۲ و ۲۳). کاربرد سیتوکنین CPPU (*N*-(2-Chloro-4-pyridyl)-*N*-phenylurea) سبب افزایش نهایی اندازه میوه در سیب و کیوی شده است. در سیب کاربرد این تنظیم‌کننده رشد موجب افزایش اندازه میوه و تغییر شکل میوه و همچنین افزایش محتوای مواد جامد محلول (SSC) شده است. این در حالیست که کاربرد آن در کیوی و شلیل باعث تسریع فرایند رسیدگی و نرم شدن میوه می‌شود (۲). در انار با محلول‌پاشی بنزیل‌آدنین، منجر به کاهش ترک خوردگی پوست میوه، افزایش وزن میوه و اسیدیته آب میوه نیز شد. این در حالی بود که درصد پوست میوه و همچنین میزان کل مواد جامد محلول دچار تغییر نشد (۱۹).

آنتی‌بیوتیک‌های استرپتومایسین و اسپکتینومایسین در القای بی‌دانگی در انگور به اثبات رسیده است و موجب افزایش وزن و اندازه حبه‌ها و تغییر شکل آنها شده است (۱۵ و ۳۳). زمان کاربرد آنتی‌بیوتیک‌ها در انگور اثرات متفاوتی بر ویژگی‌های حبه داشته است. کاربرد استرپتومایسین در زمان تمام‌گل در انگور منجر به افزایش میزان مواد جامد محلول، و کاربرد آن پس از این زمان باعث کاهش آن شده است. استرپتومایسین بدلیل جلوگیری از رشد و یا تقسیم

سلولی اندوسپرم، از رشد بذر در درون حبه انگور جلوگیری کرده و منجر به سقط جنین می‌شود (۳۳).

در ابتدای رشد میوه، هسته بسیار نرم است، اما در اوایل تیرماه رشد هسته متوقف شده و شروع به سفت شدن می‌کند. این در حالیست که قسمت آبدار حبه همچنان به رشد خود ادامه می‌دهد. بزرگ شدن حبه‌های خوراکی تا ۸۰ روز پس از تشکیل میوه ادامه می‌یابد، ولی پس از آن افزایش حجم چندانی در آریل‌ها مشاهده نشده است (۶). بنابراین به نظر می‌رسد کاربرد تنظیم کننده های رشد در مرحله قبل از سفت شدن و چوبی شدن هسته انار روی میزان سفت شدن و تجمع مواد چوبی مؤثر باشد.

پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر تیمارهای ایندول‌استیک‌اسید، کینتین و آنتی‌بیوتیک استرپتومایسین در ابتدای رشد میوه و قبل از سفت شدن هسته بر برخی از ویژگی‌های فیزیکی و آناتومیکی هسته انار رقم ملس‌یزدی مورد بررسی قرار گرفت. همچنین تأثیر این تیمارها بر ویژگی‌های کیفی میوه نیز مورد بررسی قرار گرفت. در پژوهش حاضر از واژه حبه برای دانه‌های انار و از واژه هسته برای بخش چوبی داخل دانه‌های انار استفاده شده است.

مواد و روشها

مواد گیاهی و تیمارها: پژوهش حاضر در باغ انار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد روی انار رقم ملس‌یزدی به عنوان رقم تجاری با هسته نیمه سخت انجام شد. تیمار با ایندول‌استیک‌اسید، کینتین و استرپتومایسین به‌ترتیب با غلظت‌های ۱۰، ۱۰ و ۲۰۰ میلی گرم در لیتر انجام گردید. تیمارها به صورت محلول‌پاشی برگی روی شاخه‌های مختلف درخت انار رقم ملس‌یزدی، در ساعات اولیه صبح و در دو مرحله، اولی در زمان تشکیل میوه و دومی در زمان چهار هفته پس از تشکیل میوه انجام شد، به طوری‌که شاخه‌ها و برگ‌ها به طور کامل خیس شدند. به منظور افزایش جذب، مقدار ۰/۰۵ درصد تووین ۲۰ اضافه شد. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار انجام شد. میوه‌ها در اوایل مهرماه، هنگام رسیدن به بلوغ تجاری براساس شاخص میزان مواد جامد محلول میوه‌های شاهد (بیش از ۱۳ درجه بریکس)، در یک زمان برداشت شدند و از نظر صفات زیر مورد ارزیابی قرار گرفتند.

درصد بخش خوراکی: برای تعیین درصد بخش خوراکی میوه، ابتدا از هر تکرار چهار عدد میوه به طور تصادفی انتخاب شدند. هر کدام از میوه‌ها به طور جداگانه با ترازویی با دقت ۰/۰۱ گرم وزن شدند. پس از آن پوست میوه با دقت از بخش خوراکی آن جدا شده و وزن حبه‌ها اندازه‌گیری شده و درصد آن محاسبه گردید.

وزن ۱۰۰ حبه و هسته: حبه‌های جدا شده میوه‌های مختلف یک تکرار به طور کامل باهم مخلوط شده و از مجموعه حاصل به طور تصادفی ۱۰۰ حبه انتخاب گردید. وزن ۱۰۰ حبه خوراکی توسط ترازویی با دقت ۰/۰۱ گرم تعیین شد. بخش گوشتی حبه‌ها با دقت از بخش چوبی خود جدا شده و پس از جذب آب اولیه توسط کاغذ صافی، وزن تر ۱۰۰ هسته اندازه‌گیری شد. برای تعیین وزن خشک و همچنین رطوبت هسته، هسته‌ها به مدت ۷۲ ساعت در آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد (تا رسیدن به وزن ثابت) قرار گرفتند و دوباره وزن شدند (۱۸).

ابعاد حبه و هسته: برای تعیین اندازه حبه، از مخلوط حبه‌های میوه‌های هر تکرار، تعداد ۴۰ حبه به طور تصادفی انتخاب گردید و طول و عرض آنها با کولیس دیجیتال (آلتون) با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه گیری شد و پس از حذف بخش گوشتی، طول و عرض هسته‌ها نیز اندازه‌گیری شد.

ضخامت پوست: در پنج بخش از پوست‌های جداشده هر میوه، ضخامت پوست با کولیس اندازه‌گیری شد.

برای اندازه گیری صفات شیمیایی از مخلوط حبه‌های حاصل از میوه‌های هر تکرار، ابتدا آب تعدادی از حبه‌ها تهیه شد و آب میوه به دست آمده در اندازه‌گیری‌های مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون و واکنش (pH) مورد استفاده قرار گرفت. محتوای مواد جامد محلول (SSC) با استفاده از رفرکترومتر دستی (مدل N1، Atago، ژاپن) در دمای اتاق تعیین و بر حسب درجه بریکس بیان شد (۲۲). اسیدیته کل با استفاده از روش پتانسیل‌سنجی تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال تا رسیدن به pH نهایی ۸/۱ ±۰/۱ تعیین گردید و بر حسب درصد اسید غالب انار و اسید سیتریک بیان شد (۲۵). شاخص رسیدگی از تقسیم محتوای جامد محلول بر محتوای اسیدیته قابل تیتراسیون محاسبه گردید. pH آب میوه با استفاده از دستگاه pH متر (مدل ۳۳۱۰، Jenway) اندازه‌گیری شد.

فنل کل: برای اندازه‌گیری فنل کل از معرف فولین- سیوکالتو (Folin-Ciocalteau) استفاده شد (۳۰). بدین منظور پس از جداسازی گوشت حبه از هسته، مقدار ۰/۵ گرم قسمت گوشت در حضور ۳ میلی‌لیتر متانول ۸۵ درصد له شد و پس از صاف کردن، ۳۰۰ میکرولیتر آن برداشته شد و به آن ۱۵۰۰ میکرولیتر محلول رقیق شده شناساگر فولین- سیکالتو (با نسبت ۱ به ۱۰ با آب مقطر) اضافه گردید. پس از ۵ دقیقه به آن ۱۲۰۰ میکرولیتر کربنات سدیم ۷ درصد افزوده شد و پس از ۹۰ دقیقه تکان دادن در دمای اتاق، جذب هر نمونه در طول موج ۷۶۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل Carry 100، Varian، آمریکا) اندازه‌گیری شد. مقدار فنل کل بر اساس میلی گرم اسید گالیک در گرم وزن تازه گوشت حبه با استفاده از منحنی استاندارد اسید گالیک در غلظت‌های صفر، ۴، ۸، ۱۶، ۲۴ و ۴۸ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر مقایسه و تعیین شد.

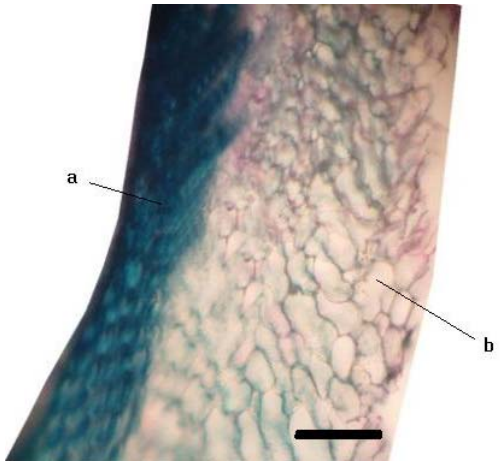
ظرفیت آنتی‌اکسیدانی: ظرفیت آنتی‌اکسیدانی با استفاده از DPPH اندازه‌گیری شد (۴). ابتدا ۰/۵ گرم گوشت حبه در حضور ۳ میلی‌لیتر متانول ۸۵ درصد له شد و پس از صاف‌کردن، ۵۰۰ میکرولیتر از نمونه به همراه ۵۰۰ میکرولیتر آب مقطر، به مدت ۵ دقیقه در ۱۰,۰۰۰ rpm سانتریفیوژ شد. به دنبال آن ۷۵ میکرولیتر از بخش رویی نمونه برداشته شد و به آن مقدار ۲۹۲۵ میکرولیتر DPPH (۰/۰۰۲۴ گرم دی‌پی‌پی‌اچ در ۱۰۰ میلی لیتر متانول ۸۵ درصد) افزوده، و پس از ورتکس، جذب آن در ابتدا (At0) در طول موج ۵۱۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل کری ۱۰۰، واریان، آمریکا) تعیین گردید. جذب نمونه پس از گذشت ۳۰ دقیقه (At30) دوباره در طول موج ۵۱۵ نانومتر اندازه گیری شد. سپس درصد بازدارندگی نمونه با استفاده از رابطه (۱) محاسبه گردید.

رابطه ۱ درصد بازدارندگی =(At0– At30)/ At0

مطالعات آناتومیکی: به منظور مطالعات میکروسکوپی، از پروتکل اوبرین و همکاران (۲۱) برای مشاهده میزان فیبری شدن هسته استفاده شد. بخش چوبی حبه (هسته) پس از برداشت از میوه خارج شده و در درون محلول تثبیت کننده (فرمالدئید ۳۷٪ ۱۰- پروپیونیک اسید ۵- اتانول ۷۰٪ ۸۵) به مدت ۴۸ ساعت نگهداری شد. سپس نمونه‌ها تا زمان استفاده درون اتانول ۷۰ درصد در یخچال نگه‌داری شدند. در هنگام استفاده، پس از آبگیری تدریجی با استفاده از درجات افزایشی الکل با پارافین قالب گیری شده و توسط میکروتوم دوار (مدل میکرو دیسی ۴۰۵۵، ساخت شرکت دید سبز ارومیه) به ضخامت ۷ میکرومتر برش زده شدند. رنگ‌آمیزی نمونه‌ها با استفاده از رنگ‌آمیزی مضاعف متیلن آبی به مدت ۳۰ ثانیه و کارمن زاجی به مدت ۲۰ دقیقه انجام شد (۵). متیلن آبی، بخش فیبری شده و سخت نمونه را به رنگ آبی و سبز، و محلول کارمن بخش سلولزی و نرم را به رنگ صورتی درمی‌آورد (شکل ۱). مطالعات میکروسکوپی با میکروسکوپ نوری Zeiss Axiostar Plus مجهز به دوربین Cannon G5 انجام شد و با استفاده از نرم افزار فتوشاپ (نسخه ۸)، ابتدا اندازه کل پوسته (L_1)

اندازه‌گیری و پس از آن اندازه قسمت فیبری شده (L_2) پوسته اندازه‌گیری شد. در نهایت درصد بخش فیبری شده پوسته داخلی هسته با استفاده از رابطه ۲ بدست آمد.

رابطه ۲ $(L2/L1)\times 100$ = درصد بخش فیبری شده



شکل ۱- برش عرضی هسته انار رنگ آمیزی شده با متیل آبی و کارمن در تیمار ۲۰۰ میلی گرم در لیتر استرپتومایسین در زمان ۴ هفته پس از تشکیل میوه. a) بخش سبز رنگ سلول‌های فیبری شده و b) بخش قرمز رنگ سلول‌های سلولزی در لایه داخلی پوشش هسته (بار= ۲۵۰ میکرومتر)

تجزیه و تحلیل آماری: تجزیه آماری داده‌های به‌دست آمده از این پژوهش با کمک نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱، مؤسسه SAS، کارولینای شمالی)(۲۵) و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج

ویژگی‌های فیزیکی میوه و هسته: بخش خوراکی میوه: تیمارهای انجام شده تأثیر معنی داری را در سطح پنج درصد بر میزان بخش خوراکی میوه نشان دادند. محلول‌پاشی کینتین در هر دو زمان کاربرد درصد بخش خوراکی میوه را افزایش داد، که اختلاف معنی داری را با تیمار ایندول استیک اسید در زمان تشکیل میوه نداشت (جدول ۱).

ضخامت پوست میوه: تیمارهای انجام شده تأثیر معنی‌داری را در سطح پنج درصد بر ضخامت پوست میوه نشان دادند. کاربرد استرپتومایسین در زمان تشکیل میوه باعث کاهش و در زمان چهار هفته پس از تشکیل میوه باعث افزایش ضخامت پوست میوه گردید. کاربرد کینتین در هر دو زمان نیز باعث افزایش ضخامت پوست شد. در حالیکه تیمار ایندول‌استیک‌اسید در زمان تشکیل میوه باعث کاهش ضخامت پوست گردید، اما کاربرد آن چهار هفته پس از تشکیل میوه تأثیر معنی داری را نداشته است (جدول ۱).

ابعاد حبه: طول و عرض حبه به طور معنی داری در سطح پنج درصد تحت تأثیر تیمارهای انجام شده قرار گرفت. محلول‌پاشی با استرپتومایسین و ایندول‌استیک‌اسید اندازه حبه‌های خوراکی را از نظر طول و از نظر عرض نسبت به شاهد افزایش داد. درحالیکه کاربرد کینتین در زمان چهار هفته پس از تشکیل میوه تأثیر معنی داری بر طول حبه نداشت، به‌طوری‌که کاربرد آن در زمان تشکیل میوه باعث کاهش آن گردید. بیشترین عرض حبه در تیمار ایندول‌استیک‌اسید در چهار هفته پس از تشکیل میوه مشاهده شد که با سایر تیمارهای شیمیایی اختلاف معنی داری را از نظر آماری نداشت (جدول ۱).

ابعاد هسته: طول هسته تحت تأثیر تیمارهای بکار رفته در سطح پنج درصد قرار گرفت، اما عرض هسته به تیمارهای مورد استفاده واکنش نشان نداد. کمترین طول هسته در میوه‌های تیمار ایندول‌استیک‌اسید در زمان تشکیل میوه مشاهده شد، که اختلاف معنی داری را با تیمار کینتین در آن زمان داشته است (جدول ۱).

وزن ۱۰۰ حبه: وزن تر ۱۰۰ حبه در سطح پنج درصد تحت تأثیر تیمارها قرار گرفت. میوه‌های تیمار شده با کینتین در زمان چهار هفته پس از تشکیل میوه دارای حبه‌های خوراکی سنگین‌تری بودند که از این نظر اختلاف معنی داری را با تیمارهای کینتین و استرپتومایسین در زمان تشکیل میوه نداشتند (جدول ۲).

جدول ۱- اثر استرپتومایسین، ایندول استیک اسید و کینتین بر برخی از ویژگی‌های فیزیکی انار رقم ملس یزدی

تیمارها	بخش خوراکی (%)	ضخامت پوست (mm)	طول حبه (mm)	عرض حبه (mm)	طول هسته (mm)	عرض هسته (mm)
شاهد	69.43[b]	1.66[ab]	11.26[bc]	7.22[b]	7.53[ab]	2.64[a]
زمان تشکیل میوه						
SM-200 mg/L	68.55[b]	1.51[b]	11.93[a]	7.51[ab]	7.41[ab]	2.62[a]
IAA-10 mg/L	72.31[ab]	1.55[b]	11.98[a]	7.35[ab]	7.17[c]	2.57[a]
Ki-10 mg/L	72.83[a]	1.85[a]	10.83[c]	7.51[ab]	7.31[bc]	2.60[a]
چهار هفته پس از تشکیل میوه						
SM-200 mg/L	69.19[b]	1.81[a]	11.54[ab]	7.33[ab]	7.41[ab]	2.59[a]
IAA-10 mg/L	70.54[b]	1.64[ab]	11.67[ab]	7.61[a]	7.68[a]	2.65[a]
Ki-10 mg/L	76.81[a]	1.83[a]	11.32[bc]	7.29[ab]	7.62[a]	2.67[a]

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح ۵ درصد با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن است.

وزن تر ۱۰۰ هسته: نوع ماده محلول‌پاشی شده تأثیر معنی داری بر وزن تر ۱۰۰ هسته در سطح پنج درصد داشت. تیمار با ایندول‌استیک‌اسید در فاصله چهار هفته پس از تشکیل میوه منجر به افزایش وزن تر هسته گردید. در مقابل تیمار با ایندول‌استیک‌اسید در زمان تشکیل میوه باعث کاهش وزن تر هسته گردید که از این نظر اختلاف معنی داری را با تیمارهای کینتین در زمان تشکیل میوه و استرپتومایسین در زمان چهار هفته پس از تشکیل میوه نداشت (جدول ۲).

وزن خشک ۱۰۰ هسته: اثر نوع ماده محلول‌پاشی شده در سطح یک درصد بر وزن خشک ۱۰۰ هسته مؤثر بود. تیمار کینتین در مرحله دوم محلول‌پاشی وزن خشک ۱۰۰ هسته را به طور چشمگیری کاهش داد که اختلاف معنی داری را با تیمارهای کینتین و ایندول‌استیک‌اسید در زمان تشکیل میوه و همچنین استرپتومایسین در زمان چهار هفته پس از تشکیل میوه نداشت (جدول ۲).

محتوای آب هسته: تیمارها تأثیر معنی داری را در سطح یک درصد بر محتوای رطوبتی هسته داشتند. بالاترین مقدار آب هسته در تیمار کینتین در زمان چهار هفته پس از تشکیل میوه و کمترین مقدار در تیمار ایندول استیک اسید در زمان تشکیل میوه مشاهده شد (جدول ۲).

جدول ۲- اثر استرپتومایسین، ایندول استیک اسید و کینتین بر برخی از ویژگی‌های حبه و هسته انار رقم ملس یزدی

تیمارها	وزن تر ۱۰۰ حبه (g)	وزن تر ۱۰۰ هسته (g)	وزن خشک ۱۰۰ هسته (g)	محتوای آب هسته (%)
شاهد	42.54[b]	2.43[ab]	1.35[ab]	43.7[ab]
زمان تشکیل میوه				
SM-200 mg/L	44.32[ab]	2.43[ab]	1.39[ab]	43.6[ab]
IAA-10 mg/L	40.45[b]	2.18[c]	1.26[bc]	41.9[b]
Ki-10 mg/L	45.49[ab]	2.34[bc]	1.29[bc]	44.6[ab]
چهار هفته پس از تشکیل میوه				
SM-200 mg/L	43.58[b]	2.33[bc]	1.27[bc]	45.2[ab]
IAA-10 mg/L	42.03[b]	2.51[a]	1.43[a]	44.3[ab]
Ki-10 mg/L	48.11[a]	2.40[ab]	1.22[c]	49.2[a]

حروف مشابه در صفت‌های وزن تر ۱۰۰ حبه و وزن تر ۱۰۰ هسته نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح ۵ درصد و در صفت‌های وزن خشک ۱۰۰ هسته و محتوای آب هسته نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح ۱ درصد با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن است.

ویژگی‌های شیمیایی: محتوای مواد جامد محلول: تیمارهای انجام شده تأثیر معنی داری بر SSC آب میوه نشان دادند. کاربرد تیمارها به غیر از تیمار ایندول استیک اسید در زمان چهار هفته پس از تشکیل میوه باعث افزایش SSC گردید. بیشترین SSC در میوه‌های تیمار شده با کینتین در زمان تشکیل میوه مشاهده شد که از لحاظ آماری اختلاف معنی داری را با سایر تیمارها به غیر از تیمار ایندول استیک اسید در زمان چهار هفته پس از تشکیل میوه و شاهد نداشت (جدول ۳).

اسیدیته قابل تیتراسیون و پی اچ: تیمارهای انجام شده تأثیر معنی داری بر اسیدیته قابل تیتراسیون و پی اچ آب میوه نداشتند (جدول ۳).

شاخص رسیدگی: شاخص رسیدگی به طور معنی داری تحت تأثیر تیمارها قرار گرفت. تیمارهای انجام شده باعث افزایش شاخص رسیدگی گردید. میوه‌های تیمار شده با استرپتومایسین در زمان چهار هفته پس از تشکیل میوه دارای شاخص رسیدگی بالاتری بودند (جدول ۳).

فنل کل: کاربرد استرپتومایسین در زمان چهار هفته پس از تشکیل میوه باعث افزایش و کاربرد کینتین در زمان تشکیل میوه باعث کاهش معنی دار محتوای فنل کل گردید (جدول ۳).

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی: کاربرد استرپتومایسین در زمان چهار هفته پس از تشکیل میوه باعث افزایش معنی دار فعالیت آنتی‌اکسیدانی گردید ولی در بین بقیه تیمارها اختلاف معنی داری مشاهده نشد (جدول ۳).

جدول ۳- اثر استرپتومایسین، ایندول استیک اسید و کینتین بر ویژگی‌های شیمیایی میوه انار رقم ملس یزدی

تیمارها	محتوای مواد جامد محلول (°Brix)	اسیدیته (%)	pH	شاخص رسیدگی	فنول کل (mg GAE/g FW)	فعالیت آنتی‌اکسیدانی (Inhibition %)
شاهد	13.8^{b}	0.39^{a}	3.74^{a}	33.11^{b}	1.82^{ab}	34.80^{b}
زمان تشکیل میوه						
SM-200 mg/L	14.4^{a}	0.37^{a}	3.82^{a}	38.87^{ab}	1.61^{ab}	34.34^{b}
IAA-10 mg/L	14.1^{ab}	0.39^{a}	3.85^{a}	37.18^{ab}	1.54^{ab}	31.21^{b}
Ki-10 mg/L	14.5^{a}	0.37^{a}	3.91^{a}	38.04^{ab}	1.31^{b}	34.04^{b}
چهار هفته پس از تشکیل میوه						
SM-200 mg/L	14.3^{a}	0.35^{a}	3.81^{a}	40.81^{a}	1.93^{a}	52.83^{a}
IAA-10 mg/L	13.6^{b}	0.36^{a}	3.71^{a}	37.87^{ab}	1.64^{ab}	37.63^{b}
Ki-10 mg/L	14.2^{ab}	0.42^{a}	3.63^{a}	33.55^{ab}	1.72^{ab}	36.64^{b}

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح ۵ درصد با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن است.

میزان فیبری شدن هسته: تیمارها تأثیر معنی داری بر میزان فیبری شدن هسته نشان دادند. میوه‌های تیمار شده با استرپتومایسین با ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر در مرحله تشکیل میوه، دارای کمترین درصد تشکیل فیبر در پوسته بودند، به‌طوری‌که تنها در ۳۸/۷ درصد از ضخامت پوسته، مواد فیبری تشکیل شد. در مقابل بیشترین بخش پوسته داخلی بذر را مواد سلولزی تشکیل داد. علاوه بر آن، کاربرد استرپتومایسین در مرحله دوم محلول‌پاشی نیز اثرات مثبتی در جهت کاهش ضخامت بخش فیبری پوسته تا ۴۷/۷ درصد داشت. محلول‌پاشی کینیتن تنها در زمان تشکیل

میوه، منجر به کاهش بیش از ۳۰ درصدی در بخش فیبری پوسته شد. کاربرد دیرهنگام کینتین تأثیری در میزان فیبری شدن پوسته نداشت. همچنین محلول‌پاشی ایندول‌استیک‌اسید نیز در هر دو زمان مورد مطالعه، تأثیری بر ضخامت بخش فیبری پوسته هسته نداشت (جدول ۴).

جدول ۴- اثر استرپتومایسین، ایندول استیک اسید و کینتین بر میزان چوبی شدن هسته انار رقم ملس یزدی

تیمارها	فیبری شدن هسته (%)
شاهد	84.5[a]
زمان تشکیل میوه	
SM-200 mg/L	38.7[c]
IAA-10 mg/L	85.5[a]
Ki-10 mg/L	50.5[b]
چهار هفته پس از تشکیل میوه	
SM-200 mg/L	47.7[b]
IAA-10 mg/L	87.3[a]
Ki-10 mg/L	85.3[a]

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح ۵ درصد با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن است.

بحث

میزان بخش خوراکی و اندازه حبه‌های انار از ویژگی‌های مهم خوراکی انار محسوب می‌شوند (۱۴). انار رقم ملس یزدی دارای پوستی به نسبت نازک است که در پژوهش حاضر تحت تأثیر تیمارهای بکار رفته قرار گرفت. تنظیم کننده‌های رشد گیاهی با تأثیری که روی رشد بخش های مختلف میوه می‌گذارند توانستند میزان رشد حبه‌ها، پوست و همچنین ضخامت پوست میوه را تحت تأثیر قرار دهند. در بررسی های انجام شده، گزارشی در مورد کاربرد ایندول استیک اسید بر کیفیت بخش خوراکی میوه انار وجود ندارد. اما در پژوهش‌های انجام شده روی مرکبات مشخص شده است که محلول پاشی برگی درختان پرتقال والنسیا با ایندول‌استیک‌اسید در زمان گلدهی و به فاصله ۶۰ روز پس از آن، به طور قابل توجهی افزایش وزن و اندازه میوه و در نهایت بهبود کیفیت میوه را به دنبال داشته است (۱۱). همچنین گزارش شده است که کاربرد خارجی ایندول‌استیک‌اسید بر میوه خرما منجر به افزایش اندازه و وزن میوه شد (۱). اخیرا در پژوهشی که تأثیر محلول پاشی خارجی تریپتوفان به عنوان پیش ماده بیوسنتز ایندول‌استیک‌اسید را بر درخت انار مورد بررسی قرار داده بود، مشاهده شد که کاربرد تریپتوفان در زمان تمام گل و یک ماه پس از آن، منجر به افزایش اندازه و وزن میوه انار، افزایش وزن ۱۰۰ دانه، افزایش ضخامت پوست میوه و همچنین افزایش بخش خوراکی میوه شد (۷). محلول پاشی عنصر روی بر درخت نارنگی، به دلیل نقش کلیدی که در بیوسنتز تریپتوفان داشته، منجر به افزایش اندازه و وزن میوه و همچنین ضخامت پوست میوه شده است (۲۶). در پژوهش‌های انجام شده، کاهش وزن پوست و در نتیجه افزایش درصد حبه و کاهش ضخامت پوست در رقم گانش هندوستان را طی کاربرد توفوردی گزارش شده است (۲۴). همچنین حسین و همکاران (۱۲) نیز از کاهش وزن پوست و در نتیجه افزایش درصد بخش خوراکی میوه طی کاربرد نفتالین‌استیک‌اسید با غلظت‌های ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر خبر داده‌اند. این در حالیست که راحمی و عطا حسینی (۲۴) گزارش کردند که کاربرد انواع اکسین‌های مصنوعی و در غلظت‌های مختلف در انار رقم شیشه‌کپ، منجر به افزایش وزن پوست نسبت به شاهد شد. بنابراین به نظر می‌رسد نوع اکسین و زمان کاربرد آن نتایج متفاوتی در رشد بخش خوراکی و همچنین ضخامت پوست میوه انار دارد.

کاربرد اکسین‌های مصنوعی توفوردی و نفتالین‌استیک‌اسید در تمامی غلظت‌ها منجر به افزایش وزن آریل‌ها شده است. افزایش وزن حبه‌ها و میوه انار را در غلظت‌های پائین، به تأثیر آنها در تحریک تقسیم سلولی و بزرگ شدن آنها نسبت داده‌اند. در حالی که غلظت‌های بالای اکسین منجر به تنک (ریزش) میوه‌های کوچک و ضعیف شده، و در نتیجه افزایش جذب مواد مغذی به سمت میوه‌های باقیمانده را به دنبال دارد. علاوه بر آن، گزارش‌هایی از افزایش سطح برگ درختان انار و همچنین بهبود شرایط

فیزیولوژی آنها، طی کاربرد اکسین‌ها وجود دارد که می‌تواند با افزایش میزان فتوسنتز و بهینه‌سازی آن، منجر به انتقال و ذخیره سازی بیشتر مواد غذایی توسط میوه شود و در نتیجه رشد بهتر حبه‌ها و در نهایت افزایش حجم میوه را به دنبال داشته باشد (۹ و ۲۴).

در حالیکه وزن خشک هسته یکی از صفات مهم کیفی در انار می باشد (۱۶). گزارش شده است که ارتباط مشخصی بین وزن هسته‌های انار و سفتی آنها وجود ندارد و در مواردی میوه‌هایی با هسته سنگین، نرم‌تر از دانه‌های میوه‌هایی با هسته‌های سبک‌تر هستند (۱۸). ملگارجو و همکاران (۱۸) گزارش کردند که هیچ رابطه معنی‌داری بین درصد هسته انار و میزان فیبر تشکیل شده در پوسته هسته و در نتیجه سفتی هسته وجود ندارد. بنابراین، میزان سفتی هسته به طبیعت بخش چوبی پوسته مربوط می‌شود (۱۷). این در حالیست که اندازه بخش چوبی را از صفات مهم در شناسایی ارقام نرم هسته و یا سخت هسته، مطرح کرده است (۱۶). با توجه به نتایج حاضر، به نظر می‌رسد میزان فیبری شدن پوسته درونی هسته به عنوان صفتی مهمتر از اندازه بخش چوبی هسته، میزان نرم دانگی انار را نشان می‌دهد.

استرپتومایسین آنتی بیوتیکی است که برای القای بیدانگی از طریق پارتنوکارپی در انگور کاربرد دارد. به همین دلیل کاربرد آن می تواند از طریق از بین بردن دانه گرده در انگور باعث کاهش تشکیل دانه گردد. اما در مرحله پس از تشکیل دانه روی قسمت‌های مختلف دانه و همچنین رشد آن به ویژه در بخش چوبی تأثیر می‌گذارد. ویدو و همکاران (۳۲) گزارش کردند که محلول‌پاشی استرپتومایسین در هفته ابتدایی تشکیل میوه در انگورهای دانه‌دار، منجر به کاهش شدید درصد هسته و یا حذف کامل آن شد، و هرچقدر این محلول‌پاشی زودتر انجام شد اثرات مثبت بیشتری در کاهش درصد هسته مشاهده شد. در پژوهش حاضر کاربرد استرپتومایسین باعث کاهش درصد تجمع فیبر در پوسته داخلی هسته گردید. با اینکه بیدانگی در انگور با نرم دانگی در انار با هم به طور کامل متفاوت هستند اما در پژوهش حاضر نیز کاربرد استرپتومایسین پس از تشکیل میوه روی میزان فیبر تأثیر گذاشته و باعث نرم دانگی در انار گردید که با نتایج ویدو و همکاران (۳۳) مطابقت دارد. همچنین استرپتومایسین منجر به افزایش قابل توجهی در مواد جامد محلول میوه در انگورهای دانه‌دار شده است که این موضوع نیز در پژوهش حاضر مشاهده گردید.

افزایش در مواد جامد محلول یا کاهش در اسیدهای آلی می توانند موجب افزایش شاخص رسیدگی شوند. در پژوهش حاضر، در اغلب تیمارهای انجام شده سبب افزایش شاخص رسیدگی از طریق افزایش در محتوای مواد جامد محلول شدند. تنظیم کننده‌های رشد اکسینی و سیتوکینینی با تسریع در فرایند رسیدن روی افزایش شاخص رسیدگی مؤثر هستند. اگرچه گزارش روشنی از تأثیر ایندول استیک اسید بر انار وجود ندارد اما اثر برخی دیگر از انواع اکسین‌ها بر کیفیت میوه انار بررسی شده است. گزارش‌های قبلی نشان داد که در انار کاربرد α- نفتالین‌استیک‌اسید در غلظت‌های ۲۵ و ۵۰ میلی‌گرم در لیتر و توفوردی در غلظت‌های ۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر منجر به افزایش معنی‌دار مواد جامد محلول در مقایسه با شاهد شد. همچنین افزایش شاخص رسیدگی میوه طی کاربرد اکسین‌های مصنوعی نفتالین‌استیک‌اسید در غلظت‌های ۲۵ و ۵۰، و توفوردی در غلظت‌های ۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد (۹).

تنظیم‌کننده‌های رشد با اثر مستقیم بر رشد و نمو گیاه، به طور غیرمستقیم بر میزان متابولیسم ترکیبات فنولی تأثیر می‌گذارند (۲۵ و ۲۷). کاربرد اکسین‌ها در توت‌فرنگی منجر به کاهش معنی‌دار فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز می‌شود (۱۰ و ۲۷). این آنزیم در تبدیل L- فنیل آلانین به آمونیا و ترانس سینامیک اسید نقش دارد که از آنزیم‌های

حیاتی در مسیر بیوسنتز ترکیبات فنولی شامل فلاونوئید، فنیل پروپانوئید و لیگنین به‌شمار می‌رود، در نتیجه کاهش ترکیبات فنولی میوه‌های تیمار شده را به دنبال دارد (۱۰) که با نتایج حاصل از این پژوهش مطابقت نشان می‌دهد.

ملگارجو و همکاران (۱۸) گزارش کردند که میزان تشکیل فیبر در پوسته هسته، رابطه مستقیمی با سفتی هسته دارد، بنابراین مهمترین صفت در رابطه با دلپذیری حبه به حساب می‌آید. در انار رقم ملس‌یزدی، پوسته هسته در فاصله زمانی ۵۰ تا ۶۰ روز پس از تشکیل میوه به طور کامل سخت شده و مواد فیبری در آن تجمع می کنند. به همین دلیل به نظر می‌رسد تیمار هورمونی زودهنگام مؤثرتر باشد. استرپتومایسین با جلوگیری از شکل گرفتن اندوسپرم بذر، منجر به تغییر در هسته انگور و گاهی حذف آنها می‌شود. گزارش شده است که در انگورهای دانه‌دار، محلول‌پاشی استرپتومایسین در هفته ابتدایی پس از تشکیل میوه، منجر به کاهش شدید بخش چوبی هسته و یا حذف کامل هسته می‌شود، و هرچقدر این محلول‌پاشی زودتر صورت بگیرد اثرات مثبت بیشتری در کاهش اندازه بخش چوبی دارد (۳۲) که با یافته‌های پژوهش حاضر مطابقت دارد.

وجود سیتوکنین و اکسین برای تولید فیبر ضروری به‌نظر می‌رسد، به‌طوری‌که در تخمک‌های تلقیح شده گیاه پنبه، سطوح سیتوکنین و اکسین داخلی گیاه در شرایط بهینه برای تولید فیبر قرار دارد (۳). با توجه به نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر، به نظر می‌رسد زمان وجود یا تجمع سیتوکینین نقش زیادی در افزایش یا کاهش تجمع فیبر در هسته انار داشته باشد.

در کل، می‌توان چنین بیان کرد که کاربرد تنظیم کننده‌های رشد ایندول استیک اسید و کینتین در مراحل اولیه تشکیل میوه و کمی پس از آن می‌تواند باعث افزایش بخش خوراکی میوه و بهبود شاخص رسیدگی میوه انار گردند. همچنین کاربرد این مواد در مراحل قبل از تجمع مواد فیبری و سخت شدن پوسته هسته می‌تواند روی روند تجمع مواد فیبری در هسته مؤثر باشد. با اینکه کاربرد استرپتومایسین در زمان تشکیل میوه و کمی پس از آن، تأثیر چندانی بر درصد بخش خوراکی میوه نداشت، اما بیشترین تأثیر را بر کاهش سفتی هسته نشان داد. همچنین تیمار کینتین در زمان تشکیل میوه، علاوه بر افزایش درصد بخش خوراکی، سبب کاهش درصد تجمع فیبر در پوسته هسته گردید.

منابع

1- Ahmed, S., Sajid, M., Latif, A., Ahmed, N., Junaid, M., Mahmood, N. and Umair, M. 2013. Effect of indole acetic acid (IAA) on fruit drop and fruit quality of date palm cultivars. *Pure and Applied Biology*, 2 (1): 1-6.

2- Basra, A.S. 2000. Plant growth regulators in agriculture and horticulture: their role and commercial uses. The Howorth Press. Binghamton, NY.

3- Beasley, C.A. and Ting, I.P. 1973. The effects of plant growth substances on *in vitro* fiber development from fertilized cotton ovules. *American Journal of Botany*, 60(2): 130-139.

4- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E. and Berset, C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Science and Technology* 28: 25–30.

5- Chehregani, A., Mohsenzadeh, F. and Tanaomi. N. 2011. Comparative study of gametophyte development in the some species of the genus *Onobrychis*: Systematic significance of gametophyte futures. *Biologia*, 66 (2): 229-237.

6- Cui, S.M, Sasada, Y., Sato, H. and Nii, N. 2004. Cell structure and sugar acid contents in the arils of developing pomegranate fruit. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 73: 241-243.

7- El Sayed, O.M., El Gammal, O.H.M. and Salama, A.S.M. 2014. Effect of proline and tryptophan amino acids on yield and fruit quality of Manfalouty pomegranate variety. *Scientia Horticulturae*, 169: 1-5.

8- Fuhrman B. and Aviram, M. 2006. Protection against cardiovascular diseases. pp. 63-90. In: Seeram, N.P. Schulman, R.N. and Heber, D., Pomegranates Ancient Roots to Modern Medicine. Taylor and Francis.

9- Ghosh, S.N., Bera, B. Roy, S. and Kundu, A. 2009. Effect of plant growth regulators in yield and fruit quality in pomegranate cv. Ruby. *Journal of Horticultural Science,* 4(2): 158-160.

10- Given, N.K., Venis M.A. and Grierson, D. 1988. Hormonal regulation of ripening in the strawberry, a non-climacteric fruit. *Planta,* 174: 402–406.

11- Hanafy Ahmed, A. H., Khalil, M. K., Abd, EL-Rahman. A.M. and Nadia, A.M. 2012. Effect of zinc, tryptophan and indole acetic acid on growth, yield and chemical composition of Valencia orange trees. *Journal of Applied Sciences Research*, 8(2): 901-914.

12- Hussein, M.A., El Sese, A.M. El Mahdy, T.K. and Abd El Sabour, B. 1994. Physiological studies on thinning effects on the yield and fruit quality of manfalouty pomegranate B-sevin, NAA and hand thinning influences on some fruit physical and chemical properties. *Assiut Journal of Agricultural Sciences,* 25 (3): 27-40.

13- Jalikop, S.H. 2010. Pomegranate breeding. *Fruit Vegetable and Cereal Science and Biotechnology,* 2: 26-34.

14- Kader A.A., 2006. Postharvest biology and technology of pomegranates. pp. 211-222. In: Seeram, N.P. Schulman, R.N. and Heber, D. Pomegranates Ancient Roots to Modern Medicine. Taylor and Francis.

15- Kimura, P.H., Okamoto, G. and Hirano, K. 1996. Effects of gibberellic acid and streptomycin on pollen germination and ovule and seed development in Muscat Bailey A. *American Journal of Enology and Viticulture,* 47: 152-156.

16- Mars, M. 2000. Pomegranate plant material: Genetic resources and breeding, a review. *Options Mediterraneennes,* 42: 55-62.

17- Martinez, J.J., Melgarejo, P. Hernandez, F. Salazar, D.M. and Martinez, R. 2006. Seed characterization of five new pomegranate (*Punica granatum* L.) varieties. *Scientia Horticulturae,* 110: 241-246.

18- Melgarejo, P., Sanchez, M. Hernandez, F. Martinez, J.J. and Amoros, A. 2000. Parameters for determining the hardness and pleasantness of pomegranates (*Punica granatum* L.). *Options Mediterraneennes,* 42: 225-230.

19- Mohamed, A.K.A. 2004. Effect of gibberellic acid (GA_3) and benzyladinine on splitting and quality of Mafalouty fruits. *Assiut Journal of Agricultural Sciences,* 35: 11-21.

20- Moslemi, M., Zahravi, M. and Bakhshi, GH. 2010. Genetic diversity and population genetic structure of pomegranate (*Punica granatum* L.) in Iran using AFLP markers. *Scientia Horticulturae,* 126, 441-447.

21- O'Brien, T.P., Feder, N. and McCully, M.E. 1964. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue O. *Protoplasma,* 59: 367-373.

22- Ozga J.A. and Reinecke, D.M. 2003. Hormonal interactions in fruit development. *Journal of Plant Growth Regulation,* 22 (1): 73-81.

23- Pawar, P.W., Shirsath, H.K. and Garad, B.V. 2005. Effect of plant growth regulators (PGRs) on fruit characters of pomegranate cv. Mridula. *Ecology, Environment and Conservation,* 11: 145-148.

24- Rahemi, M. and Atahosseini, A. 2004. Effect of plant growth regulators on fruit characteristics and leaf area of pomegranate cv. Shisheh Cup. *Acta Horticulturae,* 662: 313-317.

25- Ranjbaran E., Sarikhani, H. Wakana, A. and Bakhshi, D. 2011. Effect of salicilic acid on storage life and postharvest quality of grape (*Vitis vinifera* L. cv. Bidaneh Sefid). Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University. 56(2): 263-269

26- Razzaq, K., Khan, A.S., Malik, A.U., Shahid, M. and Ullah, S. 2013. Foliar application of zinc influences the leaf mineral status, vegetative and reproductive growth, yield and fruit quality of Kinnow mandarin. *Journal of Plant Nutrition,* 36: 1479-1495.

27- Roussos, P.A., Denaxa, N-K. and Damvakaris, T. 2009. Strawberry fruit quality attributes after application of plant growth stimulating compounds. *Scientia Horticulturae,* 119: 138–146.

28- Sarkhosh, A., Zamani, Z. Fatahi, R. and Ranjbar, H. 2009. Evaluation of genetic diversity among Iranian soft-seed pomegranate accessions by fruit characteristics and RAPD markers. *Scientia Horticulturae,* 121: 313-319.

29- SAS Institute, 2003. User's Guide: Statistics. Version 9.1. SAS Institute, Cary, North Carolina.

30- Singleton, V., Orthofer, R. and Lamuela-Raventos, R.M. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology,* 299: 152-175.

31- Still, D.W. 2006. Pomegranates: A botanical perspective. pp. 199-210. In: Seeram, N.P., Schulman, R.N. and Heber, D. Pomegranates Ancient Roots to Modern Medicine. Taylor and Francis.

32- Widodo, W.D., Okamoto, G. and Hirano, K. 1998. The effects of bactericidal and bacteriostatical antibiotics on seedlessness in grapevies. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science,* 67(1): 79-84.

33- Widodo, W.D., Okamoto, G. and Hirano, K. 1999. Effects of application date of antibiotics on seedlessness and berry size in Muscat of Alexandria and Neo Muscat grapes. *Scientific Reports of the Faculty of Agriculture,* 88: 73-78.

Effect of Plant Growth Regulators and Streptomycin on Improving Fruit and Seed Quality of Pomegranate cv. Malase Yazdi

Valipour M.[1], Sarikhani H.[1] and Chehregani rad A.[2]

[1] **Horticultural Sciences Dept., Bu-Ali Sina University, Hamedan, I.R. of Iran**

[2] **Biology Dept., Bu-Ali Sina University, Hamedan, I.R. of Iran**

Abstract

Pomegranate is one of the most important fruit crop in Iran which its demand was increased because of its pleasant taste and its medicinal properties. Almost all of pomegranate consumers prefere soft-seeded fruits. Current research was designed to investigate the effect of two palnt growth regulators and streptomycin on improving fruit and seed quality of pomegranate. Indole-3-acetic acid (IAA) (10mg/l), kinetin (Ki) (10mg/l) and streptomycin (SM) (200mg/l) were sprayed at two growth stages of fruit set and four weeks after that on pomegranate trees cv. Malase Yazdi. Then, at harvest stage, effect of these treatments on edible portion of fruit, weight, size, water content and fiber aggregation in seed and chemical properties of fruit were studied. Results indicated a significant increase in maturity index of treated fruits in comparison to those of control. Plus, higest total phenolic content was observed in SM treated fruits. Application of IAA at fruit set stage and Ki both at fruit set stage and four weeks after that increased edible portion through increasing size and weight of aril. Furthermore, application of SM especially at fruit set stage and application of Ki at fruit set stage significantly reduced lignification of seed. The results were demonstrated that Ki and IAA could increase fruit quality of pomegranate cv. Malase Yazdi, however, SM at beginning of fruit set stage reduced fiber aggregation in inner layer of seed, in addition to fruit quality.

Key words: pomegranate, indole-3-acetic acid, kinetin, streptomycin, seed hardness, lignification.