مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۱۹ شماره ۳ صفحه‌های ۳۹۱ تا ۴۰۲ (۱۳۹۷)

اثر برخی تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی بر سفتی دانه، ویژگی‌های کمی و کیفی انار رقم یوسف‌خانی[1]

Effect of Some Plant Growth Regulators on Seed Firmness, Quantitative and Qualitative Characteristics of Pomegranate (*Punica granatum*) cv. Yousefkhani

سمیه جعفری، حسن ساری‌خانی*، ابراهیم احمدی و سیدمرتضی زاهدی[2]

چکیده

پژوهش حاضر به‌منظور بررسی تاثیر برخی از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی بر تغییر ویژگی‌های کمی و کیفی انار رقم یوسف‌خانی و با تاکید بر تاثیر آن‌ها بر کاهش سفتی هسته انار صورت گرفت. در این پژوهش از غلظت‌های مختلف کاینتین (۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر)، جیبرلیک‌اسید (۱۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر) و پاکلوبوترازول به‌عنوان یک ضدجیبرلین (۱۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و از آب مقطر به‌عنوان شاهد استفاده شد. محلول‌پاشی درختان چهار هفته پس از تشکیل میوه صورت گرفت. نتیجه‌ها نشان داد کاربرد کاینتین به‌ترتیب در غلظت ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر سبب افزایش طول و وزن میوه شد. در مقابل کاربرد پاکلوبوترازول در غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سبب تشکیل میوه‌های ریز نسبت به بقیه تیمارها و شاهد گردید. بیشترین درصد بخش خوراکی میوه در تیمار کاینتین و جیبرلیک‌اسید ۱۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد. تیمارهای تنظیم‌کننده‌های رشد در مقایسه با شاهد روی سفتی هسته اثر معنی‌داری نشان دادند. کمترین سفتی هسته در تیمار پاکلوبوترازول در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اندازه‌گیری شد. محلول‌پاشی با تنظیم‌کننده‌های رشد مختلف بر ویژگی‌های شیمیایی میوه تاثیر داشت. اگرچه تیمارهای دیگر سبب کاهش مقدار آنتوسیانین کل شدند ولی این کاهش در تیمار پاکلوبوترازول در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده نشد.

واژه‌های کلیدی: جیبرلیک‌اسید، کاینتین، پاکلوبوترازول، سفتی دانه.

مقدمه

انار با نام علمی *Punica granatum* L. از تیره انارسانان[3] می‌باشد و امروزه در سرتاسر دنیا در بسیاری از شرایط اقلیمی از جمله مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری کشت می‌شود (۱۰). انار میوه دلپذیر با ارزش غذایی بسیار بالایی است که فایده‌های بسیاری برای سلامت انسان دارد و در پیشگیری از بیماری‌ها مفید است (۲۷). به همین دلیل به‌تازگی تقاضای مصرف انار در کشورهای غربی افزایش یافته است. این موضوع به‌دلیل ویژگی‌های غذایی و دارویی آن می‌باشد که ناشی از ویژگی‌های ضد سرطانی، ضدمیکروبی و کاهنده فشار خون در ترکیب‌های موجود در آن می‌باشد. این ویژگی‌ها بیشتر به‌دلیل وجود مقدار بالای آنتی‌اکسیدان و پلی‌فنول‌ها است (۱۳). پوست و آب انار منبع غنی از آنتوسیانین‌ها و پلی‌فنول‌ها می‌باشند (۱۷). بیشتر ترکیب‌های فنولی، به‌ویژه

۱- تاریخ دریافت: ۹۷/۴/۳۰ ۲- تاریخ پذیرش: ۹۷/۹/۲۵

۲- به‌ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشیار گروه بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران.

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (sarikhani@basu.ac.ir).

۳- Punicaceae

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-14]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.10.4]

آنتوسیانین‌های سیانیدین ۳-گلوکوزاید و سیانیدین ۳ و ۵ دی‌گلوکوزاید و ترکیب‌های فنولی گالیک‌اسید، مشتقات گالیک‌اسید و پونیکالاژین‌ها در آب میوه انار متمرکز شده‌اند (۲۰).

ایران از مهم‌ترین صادرکنندگان انار در جهان است. در ایران تنوع بسیار خوبی از رقم‌های انار وجود دارد، به‌طوری‌که در کلکسیون مرکز تحقیقات و کشاورزی استان یزد حدود ۷۶۲ نژادگان انار جمع‌آوری و نگهداری می‌شود (۶). شوربختانه، سالانه مقدار زیادی از انار تولید شده در ایران بازارپسندی مناسبی نداشته و قابلیت عرضه به بازار و یا صادرات را ندارد (۳). از جمله مهم‌ترین عوامل کاهش کیفیت میوه انار سفتی دانه یا هسته می‌باشد (۲۴، ۲۵). بخش خوراکی انار که حبه یا آریل نامیده می‌شود، حدود ۴۵ تا ۵۲٪ از وزن کل میوه را شامل می‌شود. آریل از دو بخش تستا و هسته تشکیل شده است. تستا پوشش بذر می‌باشد و گوشتی بوده و غنی از ترکیب‌های فنولی و اسیدهای آلی است. هسته نیز شامل پوسته داخلی و رویان است. پوسته درونی بذر با ویژگی چوبی، قسمت سخت دانه انار محسوب می‌شود که در برگیرنده رویان و ماده‌های غذایی اندوخته شده برای تنژیدن دانه و رشد گیاهچه است و غنی از فیبر و چربی می‌باشد، این قسمت تعیین کننده سفتی و دلپذیری دانه‌ها است (۱۹، ۲۴).

کیفیت دانه در انار به‌وسیله فراسنجه‌های حسی مختلفی تعیین می‌شود که در پذیرش مصرف‌کننده تاثیر می‌گذارد. برخی از این ویژگی‌ها عبارتند از سفتی، مقدار فیبر کل، شاخص قسمت چوبی و شاخص رسیدگی که می‌توانند فاکتورهای تعیین کننده باشند (۱۹، ۲۴). رقم‌های انار را بر اساس سختی دانه می‌توان به ۴ گروه تقسیم کرد: نرم، نیمه‌نرم، نیمه‌سخت، سخت. بیشتر رقم‌های تجاری انار، هسته نیمه‌سخت یا سخت دارند و این یک ویژگی نامطلوب است، چرا که خوردن یا جویدن آریل مشکل شده و ماده‌های مغذی دانه مثل اسیدهای چرب آزاد نمی‌شود و غیر قابل استفاده می‌ماند. داشتن بذر نرم یک ویژگی تجاری مطلوب است، ولی نژادگان‌های انار نرم دانه محدود به مناطق خاصی هستند و مشاهده شده است که دگرگرده افشانی رقم‌های نرم دانه با سخت دانه باعث ایجاد بذر سخت در نتاج می‌شود (۱۴، ۲۴، ۲۵). بذر انار غنی از اسیدهای چرب غیر اشباع می‌باشد که شامل ایزومرهایی همراه با لینولئیک‌اسید است. این ترکیب‌ها به‌تازگی مورد توجه قرار گرفته‌اند، چرا که در پیشگیری از بیماری‌های قلبی- عروقی، سرطان، آسم و کاهش مقدار کلسترول نقش دارند (۱۳). با توجه به این‌که تعداد محدودی از رقم‌ها و نژادگان‌های انار از نظر طعم و ظاهر مطلوب هستند و بیشتر این رقم‌ها سخت دانه یا نیمه‌سخت هستند، تولید یا به‌نژادی رقم‌های مطلوب با ویژگی نرم دانه یا نیمه نرم اهمیت زیادی دارد. روش توارث نرم دانگی در انار شناخته شده نیست. هم‌چنین با توجه به محدود بودن منابع انارهای نرم دانه (۲۴، ۲۵)، به‌نژادی رقم‌های مطلوب با ویژگی دانه نرم، سخت و زمان‌بر است. بنابراین یافتن روش‌های فیزیولوژیکی موثر در کیفیت و سختی دانه می‌تواند با ارزش باشد.

هورمون‌ها و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی نقش مهمی را در فرآیندهایی که منجر به بلوغ میوه و تکامل بذر می‌شوند، بازی می‌کنند. از جمله این هورمون‌ها جیبرلیک‌اسید می‌باشد که با افزایش پتانسیل نورساخت گیاه، ظرفیت منبع (بافت‌های فرستنده) را زیر تاثیر قرار می‌دهد و هم‌چنین به بالا بردن قدرت سینک (بافت‌های دریافت‌کننده) در افزایش جذب و انتقال کمک می‌کند و در پایان کیفیت میوه را زیر تاثیر قرار می‌دهد (۲۶). استفاده از جیبرلیک‌اسید در انار رقم روبی[۱] در غلظت‌های ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر نشان داد که کاربرد جیبرلیک‌اسید مقدار عملکرد و وزن میوه را افزایش می‌دهد، که این افزایش در وزن میوه می‌تواند وابسته به تقسیم یاخته‌ای و بزرگ شدن یاخته‌ها باشد. هم‌چنین کاربرد جیبرلیک اسید موجب افزایش مقدار ماده‌های جامد محلول در میوه‌ها می‌شود، که این افزایش می‌تواند در اثر بهبود وضعیت فیزیولوژیکی برگ و در پی آن انتقال بهتر ترکیب‌های

۱- Ruby

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-14]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.10.4]

حیاتی به میوه‌ها باشد و در مقابل نیز نورساخت توسط نمو میوه تحریک می‌شود (۱۵). احتشامی و همکاران (۱) نشان دادند استفاده از جیبرلیک‌اسید باعث افزایش اندازه میوه‌ها، درصد آریل، اندازه عرض و تعداد آریل و ماده‌های جامد محلول می‌شود. در پژوهشی دیگر مشخص شد استفاده از جیبرلیک‌اسید باعث تغییر معنی‌داری بر درصد بخش خوراکی و پوست میوه شد. هم‌چنین محلول‌پاشی جیبرلیک‌اسید در زمان باز شدن گل‌ها، درصد بخش خوراکی میوه را کاهش داد ولی غلظت جیبرلیک‌اسید بر ضخامت پوست میوه، قطر و درصد هسته آریل‌ها و وزن تر ۱۰۰ هسته اثر معنی‌داری نداشت. افزون بر این، نتیجه‌ها نشان داد وزن دانه‌های خوراکی میوه به غلظت جیبرلیک‌اسید واکنش نشان داد (۷).

سایتوکاینین‌ها دسته دیگری از هورمون‌های گیاهی هستند که نقش مهمی در تنظیم چرخه یاخته‌ای گیاه و بسیاری از فرآیندهای رشد و نمو دارند. استفاده از سیتوکنین‌ها در برخی از میوه‌ها از جمله انگور می‌تواند باعث بی‌دانگی شود. هم‌چنین در زودرسی، افزایش عملکرد، بالا بردن عمر قفسه‌ای و به‌تاخیر انداختن تاریخ برداشت نیز می‌تواند نقش داشته باشد (۱۸). ولی‌پور و همکاران (۷) نشان داد که ویژگی‌های شیمیایی میوه انار چندان زیر تاثیر محلول‌پاشی تنظیم‌کننده رشد گیاهی مانند کاینیتین قرار نمی‌گیرد، هم‌چنین تغییر ضخامت پوست میوه، درصد رطوبت هسته و مقدار فیبری شدن پوسته معنی‌دار نبود، در صورتی که این ماده منجر به کاهش اندازه آریل، کاهش وزن دانه‌های خوراکی و کاهش وزن خشک ۱۰۰ هسته می‌شود.

مشخص شده است که استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد دیگری مانند پاکلوبوترازول به‌عنوان یک بازدارنده رشد در انگور و بسیاری از گونه‌های درختی دیگر باعث افزایش تشکیل میوه، عملکرد بالاتر و بهبود کیفیت میوه می‌شود و هم‌چنین به‌عنوان یک ضدجیبرلین در انار، نشان داده که باعث کاهش ترک خوردگی پوست میوه، افزایش وزن میوه، افزایش قطر میوه و ماده‌های جامد کل و افزایش اسیدیته آب میوه می‌شود. غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر پاکلوبوترازول در اواسط خرداد بهترین نتیجه را در کاهش ترک خوردگی و افزایش کیفیت میوه دربردارد (۱۲). هم‌چنین Aly و همکاران (۸) نشان دادند که پاکلوبوترازول در غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر افزایش تعداد میوه و افزایش مقدار ماده‌های جامد محلول و نسبت ماده‌های جامد محلول به اسیدیته را در درختان انار به‌همراه داشته است.

با توجه به اهمیت بالای انار و تاثیر تنظیم‌کننده‌های رشد بر کیفیت میوه پژوهشی با هدف بررسی اثرهای جیبرلیک‌اسید، کاینتین و پاکلوبوترازول به‌صورت محلول‌پاشی در زمان پیش از برداشت، روی ویژگی‌های کیفی میوه انار و هم‌چنین تاثیر آن‌ها بر مقدار سفتی هسته انار اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش روی انار رقم یوسف‌خانی در باغ اناری خصوصی در شهرستان ساوه، روستای آغدره با مختصات جغرافیایی تقریبی ۵۰ درجه و ۲۱ دقیقه طول شرقی و ۳۵ درجه و ۱ دقیقه عرض شمالی و ارتفاع ۹۶۰ متر از سطح دریا انجام شد. این پژوهش به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با نوع و غلظت‌های مختلف تنظیم‌کننده‌های رشد در نه سطح شامل شاهد (آب مقطر)، جیبرلیک‌اسید در دو غلظت (۱۰ و ۴۰ میلی‌گرم در لیتر)، پاکلوبوترازول در چهار غلظت (۱۰، ۵۰ ، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و کاینتین در دو غلظت (۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر) انجام شد. زمان محلول‌پاشی چهار هفته پس از تشکیل میوه بود. پژوهش حاضر با سه تکرار و یک درخت در هر تکرار انجام شد. برای همسان‌سازی سن میوه‌ها تنها از گل‌های مرحله اول استفاده شد و گل‌هایی که در مراحل بعدی رشد کردند، به‌منظور راحتی کار حذف شدند. تیمارهای یاد شده در ساعت‌های ابتدایی صبح، به صورت محلول‌پاشی برگی روی شاخه‌های مختلف اعمال شد. به‌منظور جذب بیشتر این ترکیب‌ها از مویان توویین ۲۰ به مقدار حدود ۰/۰۵٪ استفاده شد. برای بررسی روند انباشت فیبر و افزایش سفتی در دانه‌ها، در زمان‌های ۲۲، ۴۸ و ۸۷ روز پس از تمام گل و هم‌چنین در زمان برداشت از میوه‌های تشکیل شده در سری اول

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-14]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.10.4]

نمونه‌برداری شد و میزان سفتی هسته مورد بررسی قرار گرفت و در اینجا تنها نتایج زمان برداشت آورده شده است. هم‌چنین، در مرحله رسیدن تجاری نیز تمام میوه‌های تیمار شده، برداشت شدند و برای اندازه‌گیری برخی ویژگی‌های فیزیکی و زیست‌شیمیایی به آزمایشگاه منتقل شدند.

وزن و اندازه میوه و تاج میوه، درصد حبه (رابطه ۱)، ضخامت پوست، وزن تر ۱۰۰ حبه، وزن تر و خشک ۱۰۰ هسته و سفتی هسته از جمله ویژگی‌های فیزیکی بودند که در این پژوهش اندازه‌گیری شد. سفتی هسته با استفاده از دستگاه سفتی‌سنج (مدل BT1-FR0.5TH.D14، ساخت شرکت زوئیک، آلمان) اندازه‌گیری شد.

ویژگی‌ها زیست‌شیمیایی که در این پژوهش مورد سنجش قرار گرفت، شامل ماده‌های جامد محلول با استفاده از قندسنج دستی (مدل N1، آتاگو، ژاپن)، اسیدیته قابل تیتراسیون (رابطه ۲) و اندازه‌گیری pH آب میوه با استفاده از دستگاه پی‌اچ‌سنج (مدل اکوالیتک، متروهم، سوئیس) بود. آنتوسیانین کل نیز بر اساس روش Giusti و Wrolstad (۱۶) اندازه گیری شد، به‌طوری که برای تعیین آنتوسیانین کل از روش اختلاف pH بین دو سیستم بافری استفاده شد. در این روش پس از عصاره‌گیری آب میوه در دو بافر با اسیدیته ۱ و ۴/۵، جذب نمونه‌ها در طول موج‌های ۵۱۰ و ۷۰۰ نانومتر اندازه‌گیری شد و آنتوسیانین کل بر اساس آنتوسیانین غالب انار که سیانیدین ۳-گلوکوزاید می‌باشد، با استفاده از رابطه ۳ محاسبه گردید.

رابطه‌های مورد استفاده در این آزمایش شامل:

رابطه ۱) درصد حبه = (وزن کل میوه / بخش خوراکی میوه) × ۱۰۰

رابطه ۲) اسیدیته = $(N \times V_b \times E / V_j) \times ۱۰۰$

N و Vb: به‌ترتیب نرمالیته و حجم سود مصرفی و E: اکی والان اسید سیتریک (۶۴) و Vj: حجم نمونه آب میوه است.

رابطه ۳)

آنتوسیانین کل = $[(A \times MW \times DF \times 100)/MA]$

$A = (A_{510}-A_{700})\ pH_{1.0}-(A_{510}-A_{700})\ pH_{4.5}$

MW: وزن مولکولی آنتوسیانین غالب، DF: فاکتور رقت (۱۰) و MA: ضریب جذب مولی سیانیدین-۳- گلوکوزاید (۲۶/۹) است.

واکاوی داده‌ها به روش مدل خطی عمومی (GLM) و به کمک نرم افزار SAS (نسخه ۹/۱) و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

نتایج و بحث

ویژگی‌های فیزیکی میوه

اندازه میوه و تاج میوه

بررسی نتیجه‌ها نشان داد اثر نوع و غلظت تنظیم‌کننده‌های رشد مورد استفاده روی وزن و طول میوه و طول و قطر تاج میوه از نظر آماری معنی‌دار بود، در صورتی که روی قطر میوه اثری نداشت. کاربرد کاینتین در غلظت ۲۰ میلی‌گرم در لیتر سبب افزایش وزن میوه شد. بیشترین طول میوه در تیمار کاینتین با غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر و تیمار پاکلوبوترازول با غلظت ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد. نتیجه‌های مشابه نیز در مورد طول میوه مشاهده شد (جدول ۱).

اگرچه در غلظت‌های ۱۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر پاکلوبوترازول افزایشی در وزن میوه مشاهده نشد، ولی کاربرد پاکلوبوترازول در دیگر غلظت‌ها سبب افزایش اندازه و وزن میوه شد. پاکلوبوترازول یک تنظیم کننده رشد ضد جیبرلین است که از رشد رویشی در گیاهان بالغ جلوگیری می‌کند و سبب افزایش رشد زایشی مانند افزایش

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-14]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.10.4]

گلدهی و افزایش اندازه میوه می‌گردد (۱۱). البته این موضوع می‌تواند به زمان کاربرد و غلظت و هم‌چنین گیاه مورد محلول‌پاشی ارتباط داشته باشد. براساس گزارش Aly و همکاران (۸) مشخص شده است که کاربرد پاکلوبوترازول سبب افزایش وزن و قطر حبه در انگور شده و بیشترین افزایش در غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بوده است. در مقابل در گزارش صدیقی و همکاران (۵) مشخص شد که کاربرد پاکلوبوترازول در زردآلو تاثیر معنی‌داری بر طول، قطر و حجم میوه نداشت. پاکلوبوترازول یک کند کننده رشد است که به‌دلیل کاهش رقابت رشدی می‌تواند روی رشد میوه موثر باشد.

جدول ۱- اثر محلول‌پاشی تنظیم‌کننده‌های رشد (پاکلوبوترازول، کاینتین و جیبرلیک‌اسید) بر وزن میوه، اندازه میوه و اندازه تاج میوه انار رقم یوسف‌خانی.

Table 1. Effect of spraying plant growth regulators (paclobutrazol, kinetin, and gibberellic acid) on fruit weight, fruit size, and crown size of pomegranate cv. Yousefkhani.

تیمار Treatment	غلظت Concentration (mg/l)	وزن میوه Fruit weight (g)	طول میوه Fruit length (cm)	قطر میوه Fruit diameter (cm)	طول تاج میوه Fruit crown length (cm)	قطر تاج میوه Fruit crown diameter (cm)
شاهد Control	0	315.9^{b}	10.31^{b}	8.13^{a}	2.80^{b}	1.88^{b}
کاینتین Kinetin	10	334.1^{a}	11.20^{a}	8.27^{a}	3.05^{a}	1.82^{b}
	20	357.4^{a}	10.61^{ab}	8.17^{a}	2.70^{c}	1.83^{b}
جیبرلیک‌اسید Gibberellic acid	10	306.4^{b}	10.29^{b}	7.64^{a}	2.77^{c}	2.06^{a}
	40	298.0^{b}	9.61^{c}	7.64^{a}	2.81^{b}	1.69^{c}
پاکلوبوترازول Paclobutrazol	10	305.6^{b}	10.32^{b}	8.00^{a}	2.54^{d}	1.71^{c}
	50	340.4^{a}	11.07^{a}	8.27^{a}	2.85^{b}	1.94^{a}
	100	331.8^{a}	10.97^{a}	8.26^{a}	2.93^{b}	1.86^{b}
	200	285.2^{c}	9.03^{d}	7.60^{a}	2.81^{b}	1.69^{c}

Similar letters in each column show non-significant differences at 5% level of probability using DMRT.
حرف‌های مشابه در هر ستون نشان دهنده نبود اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ با استفاده از آزمون دانکن می باشند.

در پژوهش حاضر کاربرد کاینتین با غلظت‌های ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر سبب افزایش وزن میوه نسبت به برخی تیمارهای دیگر گردید که این موضوع با نتیجه‌های به‌دست آمده توسط Marzouk و Kassem (۱۸) و Zhang و Whiting (۲۸) همسو است. به‌نظر می‌رسد که کاینتین در مرحله تقسیم یاخته‌ای با افزایش تقسیم و یا بزرگ شدن یاخته‌ها می‌تواند در افزایش وزن میوه موثر باشد. استفاده از انواع مختلف سیتوکنین‌ها در انگور و گیلاس نشان می‌دهد که این هورمون می‌تواند در افزایش وزن میوه موثر باشد (۱۸، ۲۸).

بررسی نتیجه‌های پژوهش حاضر نشان داد، کاربرد جیبرلیک‌اسید تاثیری بر وزن و ابعاد میوه نداشت (جدول ۱). این موضوع می‌تواند به اثرهای گرده‌کشی جیبرلین ارتباط داشته باشد که در مراحل اولیه تشکیل میوه با جلوگیری از تشکیل حبه‌های طبیعی سبب کاهش رشد میوه (وزن و ابعاد میوه) می‌گردد. نتیجه‌های متناقضی از کاربرد جیبرلیک‌اسید در میوه‌های مختلف و انار گزارش شده است که این موضوع می‌تواند به زمان کاربرد و هم‌چنین غلظت مورد استفاده ارتباط داشته باشد. جیبرلیک‌اسید با افزایش انعطاف‌پذیری دیواره یاخته‌ای و

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-14]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.10.4]

به‌دنبال آن با هیدرولیز نشاسته به قند، پتانسیل آب یاخته را کاهش می‌دهد و در نتیجه باعث ورود آب به‌درون یاخته و ایجاد کشیدگی و در نهایت افزایش رشد می‌شود (۱۸). هم‌چنین، در مورد گیلاس گزارش‌هایی وجود دارد که نشان می‌دهد استفاده از جیبرلیک‌اسید در مرحله تقسیم یاخته‌ای باعث افزایش اندازه میوه می‌شود و این افزایش در اندازه می‌تواند به‌دلیل تاخیر در رسیدگی توسط جیبرلیک‌اسید باشد (۴، ۹، ۲۸). در پرتقال رقم ناول، کاربرد جیبرلیک‌اسید در غلظت‌های مختلف در زمانی که قطر میوه حدود ۶۴ میلی‌متر بود، قطر میوه را به‌طور معنی‌داری افزایش داد، اما طول میوه تنها در غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک‌اسید نسبت به شاهد افزایش یافت. جیبرلیک‌اسید از راه تاخیر در زمان رسیدن میوه و در نتیجه جوان‌تر ماندن میوه از نظر فیزیولوژیکی فرصت بیشتری برای رشد و افزایش آب و اندازه میوه فراهم می‌نماید (۲).

در پژوهشی Pawar و همکاران (۲۳) روی انار بیان نمودند استفاده از جیبرلیک‌اسید در غلظت ۷۵ میلی‌گرم در لیتر بالاترین عملکرد دانه را به دنبال دارد و با استفاده از جیبرلیک‌اسید وزن میوه به‌طور قابل توجهی افزایش می‌یابد. در حالی‌که Mohamed (۲۱) بیان نمود که غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک‌اسید برای به‌دست آوردن سنگین‌ترین میوه با کمترین ترک‌خوردگی میوه در انار لازم است. نقش مثبت جیبرلین در افزایش وزن می‌تواند به‌دلیل نقش آن‌ها در بزرگ شدن یاخته و تقسیم یاخته‌ای باشد. در مقابل Ghosh و همکاران (۱۵) بیان نمودند که اندازه میوه (طول و قطر) در انار و مقدار آب فراسنجه‌هایی می‌باشند که زیر تاثیر تنظیم‌کننده‌های رشد از جمله جیبرلین‌ها قرار نمی‌گیرند. در پژوهشی دیگر مشخص شد که استفاده از جیبرلیک‌اسید در انار باعث افزایش اندازه میوه می‌شود و این در حالی است که از نظر طول میوه اختلاف معنی‌داری با شاهد نداشت، ولی از نظر قطر میوه اختلاف معنی‌داری با شاهد داشت (۱). در مقابل ولی‌پور (۷) گزارش کرد که کاربرد جیبرلیک‌اسید در غلظت‌های مختلف تاثیر معنی‌داری بر اندازه میوه نداشت.

درصد بخش خوراکی و ضخامت پوست

بیشترین درصد بخش خوراکی در تیمارهای جیبرلیک‌اسید و کاینتین با غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری را با تیمارهای کاینتین ۲۰ میلی‌گرم در لیتر و پاکلوبوترازول ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر نداشت. در مقابل کمترین قسمت خوراکی در تیمار پاکلوبوترازول با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد که با تیمار پاکلوبوترازول ۵۰ میلی‌گرم در لیتر اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۲). در پژوهشی که ولی‌پور و همکاران (۷) روی انار انجام دادند، مشخص شد که کاربرد کاینتین منجر به کاهش وزن دانه‌های خوراکی می‌شود. هم‌چنین، در پژوهشی دیگر در گیاه انار استفاده از پاکلوبوترازول باعث تولید میوه‌های کوچک شد که در نتیجه درصد وزن پوست میوه، افزایش و درصد وزن حبه و آب میوه کاهش یافت (۱۲). ممکن است پاکلوبوترازول با کاهش سطح برگ و افزایش ضخامت برگ، باعث تغییر در فعالیت کلروپلاست شود و ظرفیت فتوسنتزی گیاه را افزایش دهد و بین رشد و نمو تعادل بر قرار کند.

بررسی‌ها نشان می‌دهد که تیمار پاکلوبوترازول در غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر بیشترین تاثیر و تیمار جیبرلیک‌اسید در غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر کمترین تاثیر را بر ضخامت پوست داشت (جدول ۲). در گزارش رستگار و راحمی (۲) کاربرد اسیدجیبرلیک در پرتقال رقم ناول تاثیر معنی‌داری بر درصد پوست میوه نداشت، ولی در مقابل در نارنگی رقم کلمانتین کاربرد اسیدجیبرلیک در غلظت‌های ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر باعث کاهش معنی‌دار درصد پوست میوه گردید. در پژوهش‌هایی که روی انار صورت گرفته است، مشخص شده است که استفاده از جیبرلیک‌اسید تاثیر معنی‌داری بر ضخامت پوست ندارد (۱، ۷). استفاده از پاکلوبوترازول در انار، درصد وزن پوست میوه را افزایش و درصد بخش خوراکی را کاهش داد (۱۲). نتیجه‌های به‌دست آمده در این پژوهش با نتیجه‌های به‌دست آمده توسط El-Khawaga (۱۲) مطابقت دارد.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-14]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.10.4]

جدول ۲- اثر محلول‌پاشی تنظیم‌کننده‌های رشد (پاکلوبوترازول، کاینتین و جیبرلیک‌اسید) بر درصد بخش خوراکی و ضخامت پوست میوه انار رقم یوسف‌خانی.

Table 2. Effect of spraying plant growth regulators (paclobutrazol, kinetin, and gibberellic acid) on percentage of edible portion and peel thickness of pomegranate fruit cv. Yousefkhani.

تیمار Treatment	غلظت Concentration (mg L^{-1})	بخش خوراکی Edible portion (%)	ضخامت پوست Peel thickness (mm)
شاهد Control	0	50.35^{b}	5.16^{ab}
کاینتین Kinetin	10	52.26^{a}	4.99^{ab}
	20	51.70^{ab}	4.95^{ab}
جیبرلیک‌اسید Gibberellic acid	10	52.45^{a}	4.24^{b}
	40	49.78^{b}	5.10^{ab}
پاکلوبوترازول Paclobutrazol	10	49.68^{b}	4.80^{ab}
	50	47.58^{c}	5.35^{a}
	100	47.42^{c}	4.72^{ab}
	200	51.35^{ab}	5.46^{a}

Similar letters in each column show non-significant differences at 5% level of probability using DMRT.

حرف‌های مشابه در هر ستون نشان دهنده نبود اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ با استفاده از آزمون دانکن می باشند

وزن حبه و وزن تر و خشک هسته

داده‌های مربوط به وزن ۱۰۰ حبه نشان داد که نوع و غلظت تنظیم‌کننده‌های رشد از نظر آماری تاثیر معنی‌داری بر این ویژگی نداشت. تیمار جیبرلیک‌اسید در غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر بیشترین تاثیر را دبرر افزیش وزن ۱۰۰ حبه داشت، در حالی که تیمار کاینتین با غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر کمترین تاثیر را بر وزن ۱۰۰ حبه داشت (جدول ۳). در پژوهشی که ولی‌پور و همکاران (۷) روی انار انجام دادند، مشخص شد که جیبرلیک‌اسید در غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر بالاترین تاثیر را بر افزایش وزن حبه‌ها داشت و با افزایش غلظت جیبرلیک‌اسید به ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر از وزن حبه کاسته شد که نتیجه‌های پژوهش حاضر با آن مطابقت دارد. از سویی استفاده از پاکلوبوترازول در انار نشان داد که این تنظیم‌کننده رشد کمترین تاثیر را در افزایش درصد وزن حبه داشته است. این اثرها ممکن است ناشی از تولید میوه‌های کوچکتر با درصد وزن پوست بیشتر باشد (۱۲).

بررسی نتیجه‌ها نشان داد اثر نوع و غلظت تنظیم‌کننده‌های رشد از نظر آماری روی وزن تر و خشک ۱۰۰ هسته معنی‌دار بود، به‌طوری که در هر دو ویژگی مورد سنجش، میوه‌های تیمار شده با پاکلوبوترازول با غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر کمترین وزن تر و خشک و میوه‌های تیمار شده با ۱۰ میلی‌گرم در لیتر کاینتین بیشترین وزن را داشتند (جدول ۳). در صورتی که در پژوهش انجام شده توسط ولی‌پور و همکاران (۷)، مشخص شد استفاده از کاینتین در انار رقم ملس یزدی به فاصله ۶۰ روز پس از مرحله تمام گل، می‌تواند وزن تر و خشک ۱۰۰ هسته را کاهش دهد (۷، ۲۴) که با نتیجه‌های پژوهش حاضر تفاوت دارد، که به‌احتمال به تاثیر نوع رقم و زمان محلول‌پاشی بر می‌گردد.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-14]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.10.4]

جدول ۳- اثر محلول‌پاشی تنظیم‌کننده‌های رشد (پاکلوبوترازول، کاینتین و جیبرلیک‌اسید) بر وزن ۱۰۰ حبه، وزن تر و خشک ۱۰۰ هسته انار رقم یوسف‌خانی.

Table 3. Effect of spraying plant growth regulators (paclobutrazol, kinetin, and gibberellic acid) on fresh weight of 100 arils, fresh and dry weight of 100 seeds of pomegranate cv. Yousefkhani.

تیمار Treatment	غلظت Concentration (mg/l)	وزن تر ۱۰۰ حبه Fresh weight of 100 arils (g)	وزن تر ۱۰۰ هسته Fresh weight of 100 seeds (g)	وزن خشک ۱۰۰ هسته Dry weight of 100 seeds (g)
شاهد control	0	41.10[a]	9.41[ab]	3.73[ab]
کاینتین Kinetin	10	39.37[a]	9.78[a]	3.95[a]
	20	40.03[a]	9.37[ab]	3.60[ab]
جیبرلیک‌اسید Gibberellic acid	10	44.52[a]	9.51[a]	3.70[ab]
	40	40.49[a]	9.16[b]	3.49[bc]
پاکلوبوترازول Paclobutrazol	10	40.97[a]	7.54[c]	3.37[c]
	50	42.45[a]	9.69[a]	3.76[ab]
	100	43.33[a]	8.98[b]	3.74[ab]
	200	40.30[a]	9.19[b]	3.77[ab]

Similar letters in each column show non-significant differences at 5% level of probability using DMRT.
حرف‌های مشابه در هر ستون نشان دهنده نبود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ با استفاده از آزمون دانکن می باشند.

سفتی هسته انار

بررسی نتیجه‌ها نشان داد نوع و غلظت تنظیم‌کننده‌های رشد از نظر آماری تاثیر معنی‌داری بر سفتی دانه انار داشت، به‌طوری که بیشترین مقدار سفتی هسته در میوه‌های تیمار شاهد مشاهده شد و کمترین مقدار سفتی دانه انار در تیمارهای پاکلوبوترازول در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌دست آمد. با افزایش غلظت جیبرلیک‌اسید از ۱۰ به ۴۰ میلی‌گرم در لیتر سفتی دانه کاهش یافت. هم‌چنین، در تیمارهای پاکلوبوترازول سفتی دانه کمتر از تیمارهای شاهد و کاینتین بود (جدول ۴). در مورد اثر پاکلوبوترازول بر سفتی دانه انار اطلاعاتی یافت نشد اما در پژوهش انجام گرفته توسط ولی‌پور و همکاران (۷) مشخص شد که غلظت جیبرلیک‌اسید و زمان کاربرد آن در مقدار سفتی هسته موثر است، به‌طوری‌که غلظت ۱ میلی‌گرم در لیتر، ۲ هفته پس از مرحله تمام گل و غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر در مرحله تشکیل میوه، منجر به کاهش معنی‌دار مقدار تشکیل فیبر در پوسته شد. غلظت‌های بالای جیبرلیک‌اسید (۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر) تاثیری در کاهش یا افزایش درصد تشکیل فیبر در پوسته نداشتند.

ویژگی‌های شیمیایی میوه

ماده‌های جامد محلول

بررسی نتیجه‌ها نشان داد نوع و غلظت تنظیم‌کننده‌های رشد از نظر آماری تاثیر معنی‌داری بر مقدار ماده‌های جامد محلول داشت، به‌طوری که کمترین مقدار ماده‌های جامد محلول در تیمار جیبرلیک‌اسید در غلظت ۴۰ میلی‌گرم در لیتر و بیشترین ماده‌های جامد محلول در میوه‌های تیمار شده با پاکلوبوترازول در غلظت ۱۰

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-14]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.10.4]

میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد. اگرچه بین تیمار پاکلوبوترازول در غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۵).

جدول ۴- اثر محلول‌پاشی تنظیم‌کننده‌های رشد (پاکلوبوترازول، کاینتین و جیبرلیک‌اسید) بر سفتی هسته انار رقم یوسف‌خانی.

Table 4. Effect of spraying plant growth regulators (paclobutrazol, kinetin, and gibberellic acid) on seed firmness of pomegranate cv. Yousefkhani.

تیمار Treatment	غلظت Concentration (mg L^{-1})	سفتی هسته Seed firmness (N)
شاهد Control	0	53.24[a]
کاینتین Kinetin	10	51.35[b]
	20	52.07[b]
جیبرلیک‌اسید Gibberellic acid	10	47.81[c]
	40	45.80[d]
پاکلوبوترازول Paclobutrazol	10	45.67[d]
	50	44.23[d]
	100	40.38[e]
	200	43.68[d]

Similar letters in each column show non-significant differences at 5% level of probability using DMRT.
حرف‌های مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار در سطح ۵٪ با استفاده از آزمون دانکن می باشند.

در پژوهشی Cline و Trought (۹) نشان دادند استفاده از جیبرلیک‌اسید در گیلاس تاثیری بر ماده‌های جامد محلول ندارد. در حالی‌که صدیقی و همکاران (۴) بیان نمودند که استفاده از جیبرلیک‌اسید باعث افزایش ماده‌های جامد محلول می‌شود. استفاده از پاکلوبوترازول در غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر در انار، مقدار ماده‌های جامد محلول را در مقایسه با شاهد افزایش داد (۸). هم‌چنین، در پژوهشی دیگر El-Khawaga (۱۲) مشاهده کرد که استفاده از پاکلوبوترازول در انار باعث افزایش اندکی در ماده‌های جامد محلول می‌شود که بیشترین نتیجه از تیمار ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر پاکلوبوترازول به‌دست آمد. استفاده از برخی تنظیم‌کننده‌های رشدی در انار باعث می‌شود که مقدار ماده‌های جامد محلول به‌طور قابل توجهی افزایش پیدا کند. بهبود مقدار ماده‌های جامد محلول توسط پاکلوبوترازول بعد از میوه‌دهی ممکن است ناشی از تاثیر آن‌ها بر بهبود فیزیولوژی برگ باشد و همچنین باعث انتقال بیشتر مواد پرورده به میوه و افزایش جذب و بهره‌وری ترکیب‌های فتوسنتزی توسط میوه‌های در حال رشد می‌شود (۱۵) که نتیجه‌های پژوهش حاضر با آن مطابقت دارد.

اسیدیته قابل تیتراسیون آب میوه

داده‌های مربوط به اسیدیته قابل تیتراسیون نشان داد نوع و غلظت تنظیم‌کننده‌های رشد روی مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون اثر معنی‌دار داشت. براساس مقایسه میانگین‌ها، بیشترین اسید قابل تیتراسیون در تیمار جیبرلیک‌اسید با غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد که با تیمارهای جیبرلیک‌اسید ۴۰ میلی‌گرم در لیتر، پاکلوبوترازول ۱۰، ۵۰ و ۲۰۰ میلی گرم در لیتر و کاینتین ۲۰ میلی گرم در لیتر اختلاف معنی داری نداشت و

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-14]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.10.4]

کاینتین با غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر کمترین مقدار اسید کل را داشتند (جدول ۵). براساس نتایج Ghosh و همکاران (۱۵)، پس از کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد اسیدیته میوه در میان تیمارها به‌طور قابل توجهی متفاوت بود و بیشترین اسیدیته در غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک‌اسید به‌دست آمد که نتیجه‌های این پژوهش با آن مطابقت دارد. استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد دیگر مانند پاکلوبوترازول در غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر در انار نشان داد که مقدار اسیدیته و نسبت ماده‌های جامد محلول به اسیدیته افزایش می‌یابد (۸). هم‌چنین در پژوهشی دیگر مشخص شد که محلول‌پاشی با پاکلوبوترازول در انار به‌طور معنی‌داری اسید کل را در مقایسه با شاهد افزایش داد، که این افزایش ممکن است به دلیل تولید میوه‌های کوچک با درصد اسیدیته بالاتر در آب میوه باشد (۱۲). پژوهش حاضر نیز نشان داد محلول‌پاشی توسط پاکلوبوترازول باعث افزایش مقدار اسیدیته در مقایسه با شاهد گردید.

جدول ۵- اثر محلول‌پاشی تنظیم‌کننده‌های رشد (پاکلوبوترازول، کاینتین و جیبرلیک‌اسید) بر مقدار ماده‌های جامد محلول، اسید قابل تیتراسیون، آنتوسیانین کل انار رقم یوسف‌خانی.

Table 5. Effect of spraying plant growth regulators (paclobutrazol, kinetin, and gibberellic acid) on TSS, TA, and total anthocyanine of pomegranate cv. Yousefkhani.

تیمار Treatment	غلظت Concentration (mg L^{-1})	ماده‌های جامد محلول کل TSS (°Brix)	اسید قابل تیتراسیون TA (%)	آنتوسیانین کل Total anthocyanine (mg g^{-1} fresh weight)
شاهد Control	0	16.9^{a}	0.48^{b}	7.13^{a}
کاینتین Kinetin	10	16.5^{b}	0.42^{c}	4.93^{d}
	20	16.3^{b}	0.56^{ab}	4.75^{d}
جیبرلیک‌اسید Gibberellic acid	10	16.5^{b}	0.58^{a}	6.61^{b}
	40	16.1^{c}	0.51^{ab}	5.30^{c}
پاکلوبوترازول Paclobutrazol	10	17.0^{a}	0.51^{ab}	6.28^{b}
	50	16.5^{b}	0.53^{ab}	6.48^{b}
	100	16.3^{b}	0.46^{b}	7.44^{a}
	200	16.5^{b}	0.55^{ab}	5.64^{c}

Similar letters in each column show non-significant differences at 5% level of probability using DMRT.
حرف‌های مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ با استفاده از آزمون دانکن می باشند.

آنتوسیانین کل

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به مقدار آنتوسیانین نشان داد که نوع تنظیم‌کننده‌های رشد و غلظت آن‌ها اثر معنی‌داری بر مقدار آنتوسیانین داشتند. به‌طور کلی در میوه‌های تیمار شده به غیر از تیمار پاکلوبوترازول در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر، غلظت آنتوسیانین کل کمتر از تیمار شاهد بود. کمترین مقدار آنتوسیانین کل در تیمار کاینتین با غلظت‌های ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد (جدول ۵). بررسی‌ها نشان می‌دهد، برخی از تنظیم‌کننده‌های رشد مانند پاکلوبوترازول موجب افزایش مقدار آنتوسیانین در برخی از گیاهان می‌شود (۲۲). در این پژوهش، نشان داده شد که افزون بر کاینتین، کاربرد جیبرلیک‌اسید در هر دو غلظت ۱۰ و ۴۰ میلی گرم در لیتر مقدار آنتوسیانین را در مقایسه با شاهد کمی کاهش داد. در پژوهشی که Cline و Trought (۹) روی گیلاس انجام دادند، مشخص شد که استفاده از جیبرلیک‌اسید بدون این‌که اثر مستقیمی بر انباشت قند داشته باشد، تولید

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-14]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.10.4]

آنتوسیانین را کاهش می‌دهد. صدیقی و همکاران (۴) نتیجه‌های متفاوتی در مورد کاربرد جیبرلیک‌اسید روی گیلاس گزارش نمودند. آن‌ها نتیجه گرفتند که کاربرد جیبرلیک‌اسید در گیلاس مقدار آنتوسیانین را افزایش می‌دهد که می‌تواند به‌دلیل افزایش مقدار قند میوه باشد. این در حالی است که استفاده از جیبرلیک‌اسید در انار تاثیری بر مقدار آنتوسیانین نداشت (۱).

نتیجه‌گیری

نتیجه‌های به‌دست آمده نشان داد که استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد مانند پاکلوبوترازول، جیبرلیک‌اسید و کاینتین بر مقدار عملکرد، سفتی دانه و دیگر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مؤثر بوده است. محلول‌پاشی کاینتین در هر دو غلظت ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر باعث افزایش وزن میوه و درصد بخش خوراکی میوه می‌شود. استفاده از پاکلوبوترازول با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر موجب کاهش مقدار سفتی دانه می‌شود. بنابراین، افزایش وزن میوه و درصد بخش خوراکی میوه می‌تواند بر کیفیت بازارپسندی میوه تاثیر مثبتی داشته باشد. از سویی پاکلوبوترازول در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر مقدار آنتوسیانین را افزایش داد. به نظر می‌رسد غلظت و زمان استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد در واکنش گیاه مهم می‌باشد. دلیل وجود تناقض‌هایی در نتیجه‌های متفاوت کاربرد جیبرلین و ضدجیبرلین (پاکلوبوترازول) به‌درستی مشخص نیست و نیاز به بررسی‌های بیشتر دارد. در کل می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد موجب افزایش عملکرد و بالا رفتن کیفیت تولید میوه می‌شود. اگرچه هزینه تهیه تنظیم‌کننده‌های رشد از عوامل محدود کننده می‌باشد، ولی با توجه به افزایش عملکرد و کیفیت میوه، توجیه اقتصادی قابل قبولی برای استفاده از این ماده‌ها وجود دارد.

منابع References

۱. احتشامی، س.، ح. ساری خانی و ا. ارشادی ۱۳۹۰، تاثیر کاربرد کائولین و جیبرلیک‌اسید بر برخی ویژگی‌های کیفی و کاهش آفتاب سوختگی میوه انار (*Punica granatum* L.) رقم رباب نیریز. فنآوری تولیدات گیاهی، ۱۵-۲۳: (۱)۱۱.

۲. رستگار، س. و م. راحمی. ۱۳۸۶. بررسی زمان و غلظت مناسب محلول‌پاشی اسید جیبرلیک و ایزوپروپیل استر ۲،۴- دی در افزایش برخی از ویژگی‌ها میوه پرتقال ناول و نارنگی کلمانتین. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۲۰۶-۱۹۷: ۴۲.

۳. روحی، و. و ا. اسماعیل زاده. ۱۳۹۲. اثر غلظت و زمان محلول‌پاشی اسید جیبرلیک بر ترکیدگی میوه انار (*Punica granatum* L.) رقم ملس اصفهان. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۳۱۷-۳۱۰:(۳)۲۷.

۴. صدیقی، ا.، م. غلامی، ح. ساری‌خانی و ا. ارشادی. ۱۳۹۱. اثر اسید سالیسیک و اسید جیبرلیک بر زمان رسیدن، مقدار آنتوسیانین و تولید اتیلن در میوه گیلاس رقم سیاه مشهد. نشریه علوم باغبانی(علوم و صنایع کشاورزی)، ۱۴۶-۱۴۱:(۲)۲۶.

۵. صدیقی،ع.ا.، غ. داوودی‌نژاد، م. عزیزی و ج. آروین. ۱۳۸۷. اثر کاربرد پاکلوبوترازول بر رشد رویشی و زایشی زردآلوی رقم'لاسجردی'. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، ۲۴۰-۲۳۱:(۳)۹.

۶. محسنی، ع. ۱۳۸۹. انار. انتشارات نشر آخر. ۲۱۶ صفحه.

۷. ولی پور م.، ح. ساری‌خانی و ع. چهرگانی‌راد. ۱۳۹۴. اثر تنظیم کننده‌های رشد و استرپتومایسین بر بهبود کیفیت میوه و هسته انار رقم ملس یزدی. مجله پژوهش‌های گیاهی، ۶۶۵- ۶۵۴:۲۸.

8. Aly, M.A., M.A. Bacha and F.E. Farahat. 1999. Effect of some growth bioregulators on controlling of suckers, fruit characteristics and yield of fig and pomegranate trees. J. King Saud Univ. Agr. Sci. 11 (2):157-169.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-14]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.10.4]

9. Cline, J.A. and M. Trought. 2007. Effect of gibberellic acid on fruit cracking and quality of Bing and Sam sweet cherries. Can. J. Plant Sci. 87(3):545-550.
10. Da Silva, J.A.T., T.S. Rana, D. Narzary, D.T. Meshram, S.A., Ranade and N. Verma. 2013. Pomegranate biology and biotechnology: A review. Sci. Hort. 160: 85–107.
11. Davis, T.D., G.L. Steffens and N. Sankhla. 1988. Triazol plant growth regulators. Hort. Rev. 10:151-188.
12. El-Khawaga, A.S. 2007. Reduction in fruit cracking in manfaluty pomegranate following a foliar application with paclobutrazol and zinc sulphate. J. Appl. Sci. Res. 3(9):837-840.
13. Ferrara, G., I. Cavoski, A. Pacifico, L. Tedone and D. Mondelli. 2011. Morpho-pomological and chemical characterization of pomegranate (*Punica granatum* L.) genotypes in Apulia region, Southeastern Italy. Sci. Hort. 130(3): 599-606.
14. Gharaghani A., A.A. Ghasemi Soloklui, N. Oraguzie and D. Zare. 2017. Pollen source influences fruit quality, aril properties, and seed characteristics in pomegranate. Int. J. Fruit Sci. 17(3): 333-348.
15. Ghosh, S.N., B. Bera1, S. Roy1 and A. Kundu. 2016. Effect of plant growth regulators in yield and fruit quality in pomegranate cv. Ruby. Hort. Sci. 4 (2):158-160.
16. Giusti, M.M. and R.E. Wrolstad, 2003. Acylated anthocyanins from edible sources and their application in foodsystems. Biochem. Eng. J. 14(3): 217-225.
17. Gozlekci, S., O. Saracoglu, E. Onursal and M. Ozgen. 2011. Total phenolic distribution of juice peel, and seed extracts of four pomegranate cultivars. Pharmacognosy Mag. 7(26): 161–164.
18. Marzouk, H.A. and H.A. Kassem. 2011. Improving yield, quality, and shelf life of Thompson Seedless grapevine by preharvest foliar applications. Sci. Hort. 130(2): 425–430.
19. Melgarejo, P., D.M. Salazar and F. Artes. 2000. Organic acids and sugars composition of harvested pomegranate fruits. Eur. Food Res. Technol. 211(3): 185–190.
20. Mena, P., C. Garcia-Viguera, J. Navarro-Rico, D. Moreno, J. Bartual, D. Saura and N. Marti. 2011. Phytochemical characterisation for industrial use of pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars grown in Spain. J. Sci. Food Agr. 91(10): 1893–1906.
21. Mohamed, A.K.A. 2004. Effect of gibberellic acid (GA3) and benzyladimine (BA) on splitting and quality of Manfalouty pomegranate fruits. Asian J. Agr. Sci. 35(3): 11-21.
22. Nivedithadevi, D., R. Somasundaram and R. Pannerselvam. 2012. Effect of abscisic acid, Paclobutrazol and Salicylic acid on the growth and pigment variation in *Solanum Trilobatum* (l). Inter. J. Drug Dev. Res. 4(3):236- 246.
23. Pawar, P.S., D.D. Jagtap, B.V. Garad and H.K. Shirsath. 2005. Effect of plant growth regulators on maturity, yield and fruit weight of pomegranate cv. Mridula. Adv. Plant Sci. 18:167-170.
24. Sarikhani H., M. Valipour and A. Chehregani-Rad. 2014. Fruit growth and patterns of lignification in the seeds of four Iranian pomegranates (*Punica granatum* L.) cultivars. J. Hort. Sci. Biotech. 89(3): 268-272.
25. Sarkhosh, A., Z. Zamani, R. Fatahi and H. Ranjbar. 2009. Evaluation of genetic diversity among Iranian soft-seed pomegranate accessions by fruit characteristics and RAPD markers. Sci. Hort. 121(3): 313-319.
26. Shivashankar, S., H. Singh and M. Sumathi. 2012. Aril browning in pomegranate (*Punica granatum* L.) is caused by the seed. Cur. Sci. 103(1): 26-28.
27. Tehranifar, A., M. Zarei, Z. Nemati, B. Esfandiyari and M.R. Vazifeshenas. 2010. Investigation of physico-chemical properties and antioxidant activity of twenty Iranian pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars. Sci. Hort. 126(2): 180–185.
28. Zhang, C. and M.D. Whiting. 2011. Improving ‘Bing’ sweet cherry fruit quality with plant growth regulators. Sci. Hort. 127(3): 341–346.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-14]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.10.4]

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 19 (3): 391- 402 (2018)

Effect of Some Plant Growth Regulators on Seed Firmness, Quantitative and Qualitative Characteristics of Pomegranate (*Punica granatum*) cv. Yousefkhani

S. Jafari, H. Sarikhani*, E. Ahmadi and S.M. Zahedi[1]

The present study was carried out to investigate the effects of some plant growth regulators on quantitative and qualitative characteristics of pomegranate *(Punica granatum* cv. Yousefkhani) with emphasis on their effect on reducing seed firmness. In this study, 10 and 20 mg L^{-1} kinetin, 10 and 40 mg L^{-1} gibberellic acid, and paclobutrazol, as an anti-gibberellin, at four concentrations (10, 50, 100, and 200 mg L^{-1}) were sprayed four weeks after fruit set. Distilled water was applied as control. Results showed that foliar application of 10 and 20 mg L^{-1} kinetin increased fruit length and fruit weight, respectively. In contrary, small fruits with lower edible portion were produced after foliar application of 200 mg L^{-1}. The highest percentage of edible portion was observed in fruits treated with 10 mg L^{-1} kinetin plus 10 mg L^{-1} gibberellic acid. Foliar application of plant growth regulators showed significant effects on seed firmness compared to control. The lowest seed firmness was observed using 100 mg L^{-1} paclobutrazol. Foliar application with various plant growth regulators also affected the chemical properties of the fruits. While the other treatments reduced total anthocyanin levels, treatment by paclobutrazol at a concentration of 100 mg L^{-1} preserved it.

Keywords: Gibberellic Acid, Kinetin, Paclobutrazol, Seed Firmness.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-12-14]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.10.4]

1. Former M.Sc. Student and Associate Professor, Department of Horticultural Science, Associate Professor, Department of Biosystem Engineering, Bu-Ali Sina University, Hamedan and Assistant Professor, Department of Horticultural Science, University of Maragheh, Maragheh, Iran, respectively.
* Corresponding author email: (sarikhani@basu.ac.ir).