



دانشگاه گیلان
فصلنامه علمی پژوهشی

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی

جلد بیست و ششم، شماره سوم، ۱۳۹۸

۱۲۰-۱۰۳

<http://jopp.gau.ac.ir>

DOI: 10.22069/jopp.2019.15208.2364

تأثیر اسید جیبرلیک و اسید سالیسیلیک بر ویژگی‌های فیتوشیمیایی، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و عناصر غذایی انگور رقم بیدانه سفید

زیبا حبیبی دستجرد^۱، * لطفعلی ناصری^۲، جعفر امیری^۳ و حامد دولتی بانه^۴

^۱ دانشجوی دکتری گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران، ^۲ دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران، ^۳ استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران، ^۴ دانشیار پژوهشی بخش تحقیقات علوم زراعی باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۳/۲۲؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۶/۱۰

چکیده

سابقه و هدف: حبه‌های انگور منبع عالی از رنگدانه‌های طبیعی و شامل مقادیر زیادی از ترکیبات مختلف آنتی‌اکسیدانی می‌باشند. مشخصه اصلی تولید انگور مدرن، انطباق آن با الزامات بازار هدف مانند بهبود کیفیت انگور و ارزش تغذیه‌ای بالاست. علاوه بر این، بیدانه بودن یک ویژگی مهم کیفی میوه انگور است. انگورهای بیدانه به میزان زیادی به دلیل خوش‌خوراکی و ترجیح مشتری در بازار جهانی هم به صورت تازه‌خوری و هم کشمش مورد توجه بوده بنابراین در راستای بهبود ویژگی‌های زیست-شیمیایی انگور رقم بیدانه سفید تأثیر محلول‌پاشی اسید جیبرلیک و اسید سالیسیلیک بر برخی صفات کیفی، ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و عناصر غذایی میوه بررسی گردید.

مواد و روش‌ها: این پژوهش با طرح بلوک‌های کامل تصادفی در قالب فاکتوریل با سه تکرار برای سنجش برخی از صفات کیفی (TA، TSS، pH)، گلوکز، فروکتوز، نسبت فروکتوز به گلوکز، ترکیبات آنتی‌اکسیدانی (فنول کل، فلاونوئید کل، آنتوسیانین کل، ویتامین ث، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، آنزیم PAL، آنزیم پلی فنل اکسیداز) و عناصر غذایی (N-P-K-Ca- Mg-S- Fe- Zn- Cu- Mn- Br)، اجرا شد. عامل‌های آزمایش شامل اسید جیبرلیک در سه سطح (صفر، ۴۰ و ۸۰ میلی‌گرم در لیتر) و اسید سالیسیلیک در سه سطح (صفر، ۷۵ و ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر) بود.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که به جز اثر اسید سالیسیلیک بر آنزیم PAL، تمامی غلظت‌های مختلف تیمارها و اثرات متقابل آن‌ها روی صفات مورد مطالعه معنی‌دار بود. میزان گلوکز و فروکتوز میوه‌های انگور رقم بیدانه سفید به ترتیب در محدوده ۸۸/۶۶ تا ۱۵۱/۷۴ و ۷۲/۹۲ تا ۱۳۲/۶۶ گرم در کیلوگرم تعیین شد. بیش‌ترین میزان محتوای فنول کل (۴۳/۷۷ میلی‌گرم معادل اسید گالیک بر ۱ میلی‌لیتر عصاره میوه)، فلاونوئید کل (۱/۵۱ میلی‌گرم معادل کوئرستین بر ۱ میلی‌لیتر عصاره میوه) و فعالیت آنتی‌اکسیدانی با روش DPPH (۸۶/۰۲ درصد) در تیمار اثر متقابل نمونه‌های محلول‌پاشی شده با ۴۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک و عدم استفاده از اسید سالیسیلیک مشاهده شد. بالاترین میزان آنتوسیانین (۳/۵۱ میلی‌گرم سیانیدین ۳- گلوکوزید بر ۱ میلی‌لیتر عصاره

* مسئول مکاتبه: lnaseri@chmail.ir

میوه) و میزان فعالیت آنزیم PAL ($7/90 \text{ n mol cinnamic acid FW min}^{-1}$) در اثر متقابل میوه‌های تیمار شده با غلظت ۸۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک و ۷۵ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک تعیین شد. همچنین نتایج نشان داد که بیش‌ترین میزان فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز در اثر متقابل تیمار ۴۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک و ۷۵ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک وجود داشت. بالاترین میزان عناصر نیتروژن (۰/۶۳ درصد)، فسفر (۰/۱۴ درصد)، پتاسیم (۱/۴۱ درصد) و منیزیم (۰/۰۵ درصد) در تیمار ۸۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک و ۷۵ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: نتایج به دست آمده نشان داد که با اعمال تیمارهای اسید جیبرلیک و اسید سالیسیلیک می‌توان ویژگی‌های زیست-شیمیایی میوه انگور را بهبود بخشید. مطابق نتایج پژوهش حاضر تیمارهای حاوی اسید جیبرلیک اثرات بیش‌تری بر تجمع ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی نسبت به اسید سالیسیلیک داشتند.

واژه‌های کلیدی: ترکیبات فنولی، تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا

مقدمه

رنگدانه‌های طبیعی و شامل مقادیر زیادی از ترکیبات مختلف آنتی‌اکسیدانی می‌باشند (۵۳). ویژگی‌های کیفی، توزیع و ترکیب مواد فنولیک و فعالیت آنتی‌اکسیدانی انگور، به وسیله ژنوتیپ، رقم، آب و هوا، درجه بلوغ، نحوه کشت و کار به‌ویژه کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی تحت تأثیر قرار می‌گیرند. اعمالی که به بهبود کیفیت انگورها کمک می‌کنند در واقع ویژگی‌های فیزیکی حبه‌ها و ترکیب شیمیایی آن‌ها را بهبود می‌بخشند (۷).

معمولاً به منظور بهبود کیفیت انگور و افزایش اندازه حبه‌ها از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی استفاده می‌شود (۳۹). امروزه استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی در تاکستان‌ها جهت کنترل یا تغییر رشد، کمیت و کیفیت میوه انگورهای رومیزی به صورت گسترده‌ای مرسوم است. تأثیر محلول اسید جیبرلیک در زودرسی و بزرگ شدن حبه‌ها، کاهش تراکم حبه‌ها و تولید حبه‌های یکنواخت و رنگ‌گیری مناسب میوه انگور به‌خصوص در ارقام بیدانه گزارش شده است (۱۸) و (۱۹). همچنین اسید سالیسیلیک یک تنظیم‌کننده رشد گیاهی و متابولیت ثانویه مهمی می‌باشد که نقش مهمی در تعیین کیفیت حبه انگور مانند رنگ، طعم، قابضیت و تلخی دارد (۱۱).

انگور با نام علمی *Vitis vinifera* L. گیاهی دائمی از تیره ویتاسه است. این گیاه به‌عنوان یکی از مهم‌ترین محصولات باغی هم به لحاظ سطح زیرکشت و هم ارزش اقتصادی و تغذیه‌ای زیاد کشت و کار می‌شود. بنابراین به لحاظ اقتصادی یکی از معدود محصولات است که می‌تواند یکی از اقلام صادرات غیرنفتی را تشکیل دهد (۳). ایران دارای شرایط اقلیمی مناسبی برای پرورش انگورهای تازه‌خوری است. میوه‌های این گیاه منبعی مناسب از مواد معدنی و ویتامین‌ها است. انگور به‌عنوان یکی از منابع غنی از مواد آنتی‌اکسیدانی از جمله پلی‌فنول‌ها در بین میوه‌ها شناخته می‌شود. این مواد به دلیل جذب مؤثر رادیکال‌های آزاد از اکسیداسیون لیپیدها و لیپوپروتئین‌های با دانسیته کم جلوگیری می‌کنند و خطر ابتلا به انواع بیماری‌ها را کاهش می‌دهند. این ترکیبات همچنین به‌طور مستقیم با برخی ویژگی‌های کیفی مانند رنگ، طعم و عطر میوه‌ها و فرآورده‌های آن‌ها مرتبط هستند (۹). در سال‌های اخیر پژوهش‌های زیادی روی ترکیبات فنولی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی بخش‌های مختلف انگور از جمله میوه، دانه و برگ صورت گرفته است. حبه‌های انگور، منبع عالی از

سفید انگور و غلظت‌های بیشتر نیتروژن، کلسیم، منیزیم، آهن و روی در ارقام قرمز انگور در اثر تیمار با اسید جیبرلیک و اسید سالیسیلیک مشاهده شد (۲۴ و ۵۱). در پژوهشی که روی ترکیبات فنولیک و فعالیت آنتی‌اکسیدانی ۳۵ رقم مختلف انگور انجام گرفت، نتایج نشان داد که فعالیت آنتی‌اکسیدانی ارقام مختلف انگور ارتباط مستقیمی با ترکیبات فنولیک از جمله آنتوسیانین‌ها دارد. در این پژوهش ارقام مختلف دارای دامنه وسیعی از فعالیت آنتی‌اکسیدانی بین ۱۴ الی ۶۶ درصد بودند (۲۲).

با توجه به کمبود اطلاعات در مورد تأثیر تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی روی خصوصیات بیوشیمیایی انگور و همچنین اهمیت رقم بیدانه سفید در صنعت انگور کشور؛ در راستای بهبود خصوصیات کیفی این رقم ارزشمند، تأثیر محلول‌پاشی اسید جیبرلیک و اسید سالیسیلیک بر ویژگی‌های کیفی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و عناصر معدنی میوه مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر اسید جیبرلیک و اسید سالیسیلیک بر صفات کیفی (pH، TSS، TA، گلوکز، فروکتوز، نسبت فروکتوز به گلوکز)، ترکیبات آنتی‌اکسیدانی (فنول کل، فلاونوئید کل، آنتوسیانین کل، ویتامین ث، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، آنزیم PAL، آنزیم پلی‌فنل اکسیداز) و عناصر معدنی (N-P-K-Ca-Mg-S-Fe-Zn-Cu-Mn-Br) میوه انگور رقم بیدانه سفید، آزمایشی در قالب فاکتوریل با طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. عامل‌های آزمایش شامل اسید جیبرلیک در سه سطح (صفر، ۴۰ و ۸۰ میلی‌گرم در لیتر) و اسید سالیسیلیک در سه سطح (صفر، ۷۵ و ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر) بود. در این پژوهش، ابتدا بوته‌های ۶ ساله انگور رقم بیدانه سفید در باغی واقع

اطلاعات کمی درباره تأثیر اسید جیبرلیک و اسید سالیسیلیک بر ترکیبات فنولیک انگور وجود دارد. گزارش شده است که تیمار اسید جیبرلیک در انگور باعث افزایش محتوای پل‌فنول و آنتوسیانین می‌گردد (۶). در پژوهشی، تیمار انگور رقم عسکری با اسید جیبرلیک در غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر باعث افزایش طول خوشه، pH، میزان اسید تارتاریک و درصد مواد جامد محلول شد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که تیمار با اسید جیبرلیک از نظر کیفی مطلوب است (۱). در یک آزمایش، کاربرد اسید جیبرلیک به صورت محلول‌پاشی در خوشه‌های انگور رقم تامپسون سیدلس، سبب افزایش وزن حبه، طول و ضخامت خوشه، همچنین سبب افزایش فعالیت آنزیم‌های اورنتین دکربوکسیلاز و آرژنین دکربوکسیلاز (آنزیم‌های بیوستتزی پلی‌آمین) شد. پلی‌آمین‌ها از عوامل افزایش‌دهنده فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی به شمار می‌روند (۳۵).

در پژوهشی تیان و همکاران (۲۰۱۱) تأثیر اسید جیبرلیک روی ترکیبات فنولیک (فنول کل و فلاونوئید کل) و فعالیت آنتی‌اکسیدانی رقم موسکات را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که بسته به بافت گیاهی (میوه، ساقه و برگ) میزان تأثیر اسید جیبرلیک می‌تواند متفاوت باشد (۵۳). در آزمایشی دیگر، محلول‌پاشی ارقام فلیم سیدلس و تامپسون سیدلس انگور در دو مرحله نخودفرنگی و شروع رنگ‌گیری حبه‌ها، سبب بهبود ویژگی‌های کیفی میوه از جمله سفتی، TSS، محتوای آنتوسیانین و همچنین سبب کاهش پوسیدگی قارچی و کاهش درصد حبه‌های لهیده در ارقام مورد مطالعه شد (۴). گزارش شده است که بسته به نوع رقم و بافت میوه مقادیر مواد معدنی می‌تواند تحت تأثیر تیمار اسید سالیسیلیک و اسید جیبرلیک قرار گیرد به طوری که غلظت‌های بیش‌تر نیتروژن، فسفر، منیزیم و کلسیم و آهن در ارقام

در ارومیه با طول جغرافیایی ($38^{\circ} 73' 51''$)، عرض جغرافیایی ($41^{\circ} 53' 17''$) و ارتفاع از سطح دریا (۱۲۹۳ متر) با شرایط مدیریتی و رشد یکسان انتخاب و اتیکت‌زنی شد. محلول‌پاشی بوته‌ها در اوایل صبح در دو مرحله انجام شد. مرحله اول محلول‌پاشی در ۵۰ الی ۷۰ درصد ریزش کالیپترا و مرحله دوم محلول‌پاشی در زمانی صورت گرفت که قطر حبه‌ها در حدود ۱ الی ۲ میلی‌متر بود. صفات مورد اندازه‌گیری (در مرحله رسیدگی تجاری) عبارت بودند از:

اسیدیته قابل تیترو pH عصاره میوه: به‌منظور تعیین اسیدیته قابل تیترو یک گرم از گوشت میوه در هاون چینی له گردید و به‌تدریج ۳ میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه شد. عصاره به‌دست آمده به‌مدت ۳۰ دقیقه در ۴۰۰۰ rpm سانتریفیوژ گردید. قسمت روشن‌آور نمونه‌ها را به حجم ۱۰ میلی‌لیتر رسانده و پس از قرائت pH عصاره با دستگاه pH متر (Metrohm مدل ۷۴۴، ساخت سوئیس)، جهت تعیین اسیدیته قابل تیترو با محلول سود ۰/۱ نرمال تا رسیدن به pH ۸/۳ تیترو گردید و بر اساس میلی‌گرم اسیدتارتاریک در ۱۰۰ گرم بافت میوه محاسبه شد (۱۶).

میزان کل مواد جامد محلول میوه: جهت تعیین بریکس یا مواد جامد محلول (TSS) از بریکس‌متر در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد استفاده شد. برای این منظور از بریکس‌متر قابل‌حمل مدل ATAGO ژاپنی استفاده گردید (۲۸).

اندازه‌گیری ترکیبات قندی (گلوکز و فروکتوز) با دستگاه HPLC: جداسازی، شناسایی و تعیین مقدار کمی قندهای مورد مطالعه بر حسب گرم در کیلوگرم با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC) مدل سری ۱۱۰۰ ساخت کمپانی Agilent آمریکا، صورت گرفت. از نرم‌افزار Chemstation

جهت پردازش داده‌ها استفاده شد. به‌منظور جداسازی از فاز متحرک با نسبت ۷۰ درصد استونیتریل و ۳۰ درصد آب با فلوی دو میلی‌لیتر بر دقیقه استفاده شد. زمان جداسازی ۱۰ دقیقه بود و همچنین میزان قندها بر اساس میلی‌گرم بر کیلوگرم گزارش شد (۴۶).

محتوای فنول کل: اندازه‌گیری مواد فنولی با استفاده از معرف فولین سیوکالتیو صورت گرفت. منحنی استاندارد بر اساس غلظت‌های ۱۰۰-۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید گالیک، ترسیم و نتایج به‌صورت میلی‌گرم معادل اسید گالیک بر ۱ میلی‌لیتر عصاره میوه گزارش شد (۲۰).

محتوای فلاونوئید کل: برای سنجش میزان فلاونوئید کل به ۵۰۰ میکرولیتر از هر عصاره ۱/۵ میلی‌لیتر متانول (۸۰٪)، ۱۰۰ میکرولیتر محلول آلومینیوم کلراید (۱۰٪)، ۱۰۰ میکرولیتر محلول استات پتاسیم ۱ مولار و ۲/۸ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد. جذب مخلوط بعد از گذشت ۴۰ دقیقه در طول موج ۴۱۵ نانومتر نسبت به شاهد قرائت گردید. میزان فلاونوئید کل عصاره‌ها بر اساس میلی‌گرم معادل کوئرستین بر ۱ میلی‌لیتر عصاره میوه گزارش شد (۱۲).

اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی به روش DPPH: برای اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی به روش DPPH، ۵ میکرولیتر از عصاره متانولی ۵ برابر رقیق شده نمونه را در یک لوله آزمایشی ریخته و به آن ۲۰۰۰ میکرولیتر از محلول DPPH اضافه شد. محلول حاصل را تکان داده و در دمای آزمایشگاه به‌مدت ۳۰ دقیقه نگهداری و جذب در طول موج ۵۱۷ نانومتر در اسپکتروفتومتر قرائت شد (۱۷).

اندازه‌گیری ویتامین ث: یک گرم نمونه گیاهی با ۲۰ میلی‌لیتر متانول ۸۰ درصد به‌مدت ۳۰ دقیقه التراسونیک شد. مقدار مشخصی عصاره را با ۲ میلی‌لیتر نشاسته یک درصد مخلوط کرده، به روش

(توسط دستگاه شعله‌سنج JENWAY/ PFP7) اندازه‌گیری شد. میزان فسفر بر حسب درصد به روش کالری‌متری رنگ زرد مولیبدات و انادات، توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (MODEL: UV2100 PC) با طول‌موج ۴۷۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. با استفاده از دستگاه جذب اتمی (GBC/Sens AA) میزان عناصر آهن، مس، منگنز، بور و روی بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم تعیین شد. اندازه‌گیری کلسیم و منیزیم بر حسب درصد به روش تیتراسیون با EDTA انجام گرفت. از روش هضم با اسید پرکلریک و نیترات منیزیم و اندازه‌گیری سولفات به روش کدورت‌سنجی برای اندازه‌گیری گوگرد بر حسب درصد استفاده شد (۴۶).

تجزیه و تحلیل آماری: همه داده‌های به‌دست آمده در سه تکرار و به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با استفاده از نرم‌افزار SAS تجزیه شد و از آزمون دانکن برای مقایسه میانگین داده‌ها استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که به‌جز اثر اسید سالیسیلیک بر آنزیم PAL، تمامی غلظت‌های مختلف تیمارهای اصلی (اسید جیبرلیک و اسید سالیسیلیک) و اثرات متقابل تیمارها (اسید جیبرلیک × اسید سالیسیلیک) بر صفات کیفی (pH، TSS، TA، گلوکز، فروکتوز، نسبت فروکتوز به گلوکز)، ترکیبات آنتی‌اکسیدانی (فنول کل، فلاونوئید کل، آنتوسیانین کل، ویتامین ث، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، آنزیم PAL، آنزیم پلی‌فنل اکسیداز) و عناصر معدنی (N- P- K- Ca- Mg- S- Fe- Zn- Cu- Mn- Br) میوه انگور رقم بیدانه سفید در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول‌های ۱، ۲ و ۳)، که در ذیل به تفکیک به آن‌ها اشاره شده است.

تیتراسیون و با استفاده از یدیدپتاسیم تیترا را انجام داده تا زمانی که رسوب‌های تیره یا خاکستری رنگ تشکیل شود. سپس میزان ویتامین ث بر حسب میلی‌گرم معادل اسید آسکوربیک بر ۱ میلی‌لیتر عصاره میوه محاسبه گردید (۴۶):

اندازه‌گیری محتوای آنتوسیانین کل: برای اندازه‌گیری محتوای آنتوسیانین کل از روش اختلاف pHها استفاده شد. برای این منظور ابتدا دو بافر با pHهای ۱ و ۴/۵ تهیه شده و سپس ۵۱۰۰ میکرولیتر از هر نمونه با ۲/۵ میلی‌لیتر از بافرهای تهیه شده مخلوط و سپس جذب آن‌ها در طول‌موج‌های ۵۳۰ و ۷۰۰ نانومتر قرائت گردید. در نهایت محتوای آنتوسیانین کل به‌صورت میلی‌گرم سیانیدین ۳- گلوکوزید بر ۱ میلی‌لیتر عصاره میوه بیان شد.

سنجش فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیا لیاز (PAL): برای سنجش فعالیت آنزیم PAL از روش کارتیکیان و همکاران (۲۰۰۶) با کمی تغییر استفاده شد (۳۲). محاسبه فعالیت آنزیم PAL با استفاده از قانون بیرلامبرت و با ضریب خاموشی ($9630 \mu\text{l.cm}^{-1}$) و بر حسب نانومول اسید سینامیک بر وزن تر بر دقیقه ($\text{n mol cinnamic acid FW min}^{-1}$) انجام گردید.

سنجش فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز: برای سنجش آنزیم پلی‌فنل اکسیداز ۲/۸ میلی‌لیتر بافر فسفات سدیم (pH=۶/۸)، ۱۰۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی و ۱۰۰ میکرولیتر پیروگالول اضافه گردید. تغییرات جذب نور در طول‌موج ۴۲۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. میزان فعالیت آنزیم به‌صورت (واحد در دقیقه در گرم وزن تر) U min g fw بیان شد (۴۴).

اندازه‌گیری عناصر غذایی: برای اندازه‌گیری میزان نیتروژن بر حسب درصد از روش کج‌دال (توسط دستگاه تقطیر و تیتراسیون اتوماتیک Hanon مدل K1100) استفاده شد. میزان پتاسیم بر حسب درصد

جدول ۱- تجزیه واریانس برخی ویژگی‌های کیفی انگور رقم بیدانه سفید در تیمارهای مختلف اسید جیبرلیک و اسید سالیسیلیک.

Table 1. Analysis of variance of some qualitative characteristics of grapevine Bidaneh Sefid variety in different treatments of gibberellic acid and salicylic acid.

میانگین مربعات Mean Squares						درجه آزادی Df	منابع تغییرات S.O.V
نسبت فروکتوز به گلوکز Fructose-Glucose ratio	فروکتوز Fructose	گلوکز Glucose	اسیدیته قابل تیتراسیون TA	مواد جامد محلول TSS	pH		
0.01**	0.014**	0.06**	0.003 ^{ns}	0.61**	0.001 ^{ns}	2	بلوک Block
0.082**	1040.48**	2243.60**	0.025**	7.73**	1.52**	2	اسید جیبرلیک GA
0.043**	589.98**	448.53**	0.081**	4.42**	0.38**	2	اسید سالیسیلیک SA
0.098**	961.16**	529.96**	0.021**	20.53**	0.40**	4	GA*SA
0.00001	0.00001	0.00002	0.00004	0.14	0.00003	16	خطا Error
0.06	0.04	0.09	1.07	1.60	0.18		ضریب تغییرات CV%

**، * و ^{ns} به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد، ۵ درصد و غیرمعنی دار.

**، * and ^{ns} are significant at the 1% and 5% level and non-significant respectively.

جدول ۲- تجزیه واریانس فعالیت آنتی‌اکسیدانی و برخی ترکیبات آنتی‌اکسیدانی انگور رقم بیدانه سفید در تیمارهای مختلف اسید جیبرلیک و اسید سالیسیلیک.

Table 2. Analysis of variance of antioxidant activity and some antioxidant compounds of grapevine Bidaneh Sefid variety in different treatments of gibberellic acid and salicylic acid.

میانگین مربعات Mean Squares							درجه آزادی Df	منابع تغییرات S.O.V
آنزیم PPO	آنزیم PAL	فعالیت آنتی‌اکسیدانی DPPH	ویتامین ث Vitamin C	آنتوسیانین کل TAC	فلاونوئید کل TFC	فنول کل TPC		
0.0005 ^{ns}	0.03 ^{ns}	10.92*	0.14 ^{ns}	0.003**	0.005 ^{ns}	0.17 ^{ns}	2	بلوک Block
0.00002**	6.93**	641.14**	96.40**	44.91**	0.25**	203.80**	2	اسید جیبرلیک GA
0.00008**	0.52 ^{ns}	663.72**	15.02**	222.66**	0.39**	308.50**	2	اسید سالیسیلیک SA
0.00005**	6.74**	1950.75**	325.16**	234.35**	1.07**	718.30**	4	GA*SA
0.000003	0.25	3.47	0.18	0.004	0.0009	0.11	16	خطا Error
7.19	8.67	3.96	3.57	4.1	6.33	2.1		ضریب تغییرات CV%

**، * و ^{ns} به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد، ۵ درصد و غیرمعنی دار.

**، * and ^{ns} are significant at the 1% and 5% level and non-significant respectively.

جدول ۳- تجزیه واریانس عناصر معدنی انگور رقم پیدانه سفید در تیمارهای مختلف اسید جیبرلیک و اسید سالیسیلیک.

Table 3. Analysis of variance of mineral elements of Bidaneh Sefid variety in different treatments of gibberellic acid and salicylic acid.

میانگین مربعات Mean Squares										درجه آزادی df	منابع تغییرات S.O.V	
بور Br	روی Zn	منگنز Mn	آهن Fe	مس Cu	گوگرد S	منیزیم Mg	کلسیم Ca	پتاسیم K	فسفر P	نیتروژن N		
0.002**	0.001**	0.003**	0.00**	0.001**	0.002*	0.002**	0.003**	0.003**	0.001**	0.001 ^{ns}	2	بلوک Block
506.37**	20.07**	1.31**	6.54**	45.92**	0.006**	0.000**	0.0001**	0.011**	0.0002**	0.004**	2	اسید جیبرلیک GA
249.77**	12.55**	0.48**	9.08**	9.88**	0.009**	0.0001**	0.002**	0.044**	0.001**	0.012**	2	اسید سالیسیلیک SA
525.77**	2.94**	0.17**	10.28**	18.14**	0.008**	0.0000**	0.001**	0.054**	0.001**	0.029**	4	GA*SA
0.0006	0.0008	0.0007	0.0002	0.0004	0.0005	0.0001	0.001	0.0014	0.0001	0.002	16	خطا Error
0.02	0.01	0.01	0.03	0.02	1.44	1.28	0.51	0.04	0.55	0.03		ضریب تغییرات CV%

** , * and ^{ns} are significant at the 1% and 5% level and non-significant respectively. ^{ns} و * به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد، ۵ درصد و غیر معنی دار.

برای موفقیت در بازار میوه انگور باید دارای مجموعه‌ای از ویژگی‌های مورد نیاز مصرف‌کنندگان باشد. عطر و طعم یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های انتخابی برای مصرف‌کننده است. ترکیب عطر و طعم به‌عنوان یک ویژگی پیچیده از کیفیت تعریف شده است که در آن ترکیب قندها، اسیدها و ترکیبات فرار نقش اصلی را ایفا می‌کنند (۸). تأثیر مثبت اسید جیبرلیک روی خصوصیات کیفی میوه انگور رقم بیدانه سفید در مطالعات دیگر روی ارقام مختلف انگور نیز به اثبات رسیده است (۳۶، ۴۸ و ۵۸). همان‌طور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود اسید جیبرلیک تأثیر بیش‌تری روی صفات pH، TSS و TA نسبت به اسید سالیسیلیک دارد که با نتایج الرشیدی و همکاران (۲۰۱۷) روی انگور مطابقت دارد (۵). اسید جیبرلیک از طریق تأثیر بر مجاری آوندی و افزایش قدرت میوه باعث افزایش انتقال کربوهیدرات‌ها به میوه و در نتیجه افزایش محتوای مواد جامد محلول می‌شود (۳۳). تغییر مواد جامد محلول در طی رسیدن میوه و همچنین در دوره پس از برداشت با هیدرولیز پلی‌ساکاریدها و غلیظ شدن عصاره میوه و همچنین کاهش آب میوه مرتبط می‌باشد (۵۴). در هنگام رسیدن میوه تنفس و تولید اتیلن افزایش پیدا کرده و فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده دیواره سلولی بیش‌تر می‌شود که منجر به شکسته شدن کربوهیدرات‌های پلیمری دیواره سلولی و تغییر در مزه و بافت محصول می‌گردد و به همین دلیل همراه با رسیدن میوه، مواد جامد محلول نیز افزایش پیدا می‌کند (۴۷). در پژوهشی روی اثرات اسید جیبرلیک بر صفات کمی و کیفی انگور عسکری گزارش شد که تیمار قبل از گلدهی اسید جیبرلیک باعث افزایش میزان مواد جامد محلول میوه می‌شود (۱). همانند سایر صفات کیفی، اسید جیبرلیک اثرات بیش‌تری نسبت به اسید سالیسیلیک در تجمع قندها در میوه انگور بیدانه

صفات کیفی: بیش‌ترین میزان اسیدیت کل میوه انگور رقم بیدانه سفید مربوط به تیمار GA80SA0 (۰/۷۶) و کم‌ترین میزان اسیدیت کل مربوط به تیمار GA80SA75 (۰/۴۴) بود (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که میزان مواد جامد محلول (TSS) در تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری با یکدیگر دارند. محدوده مواد جامد محلول میوه‌ها در تیمارهای مختلف بین ۲۰/۴۲ تا ۲۵/۷ درصد متغیر بود. بیش‌ترین مواد جامد محلول (۲۵/۷ درصد) مربوط به تیمار GA80SA0 و کم‌ترین مواد جامد محلول (۲۰/۴۲ درصد) مربوط به تیمار GA40SA75 بود (جدول ۴). همچنین نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین میزان pH میوه انگور رقم بیدانه سفید (۳/۶۵) در تیمار GA40SA0 و کم‌ترین میزان آن (۲/۰۸) در تیمار GA80SA150 وجود داشت (جدول ۴).

نتایج تجزیه ترکیبات قندی (گلوکز و فروکتوز) با دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC) نشان داد که میزان این ترکیبات در تیمارهای مختلف اسید جیبرلیک و اسید سالیسیلیک متفاوت بود. میزان گلوکز میوه‌های انگور رقم بیدانه سفید در محدوده ۸۸/۶۶ تا ۱۵۱/۷۴ گرم در کیلوگرم تعیین شد. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین میزان گلوکز (۱۵۱/۷۴) در تیمار GA40SA150 و کم‌ترین میزان آن (۸۸/۶۶) در تیمار GA0SA75 وجود داشت. بیش‌ترین و کم‌ترین میزان فروکتوز در عدم استفاده از اسید سالیسیلیک مشاهده شد. اسید جیبرلیک تأثیر بیش‌تری روی افزایش میزان این ترکیب قندی داشت به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان فروکتوز (۱۳۲/۶۶) در تیمار GA80SA0 و کم‌ترین میزان آن (۷۲/۹۲) در تیمار GA0SA0 وجود داشت.

و نوع قندها، اسیدهای آلی و مواد آروماتیک می‌باشند. میزان مواد جامد محلول میوه بستگی به رقم و شرایط محل کاشت دارد (۴۱). چن و همکاران (۲۰۰۷) ذکر کردند که میزان مواد جامد محلول بین ارقام مختلف متفاوت است (۱۴).

سفید داشت. اقدام و همکاران (۲۰۱۰) پیشنهاد کردند که متیل سالیسیلات در نتیجه کاهش فعالیت آنزیم ساکاراز فسفات سیتاز تولید اتیلن را کاهش داده و منجر به کاهش در سنتز قند می‌شود (۲). به احتمال بالا بودن میزان فروکتوز در تیمار GA80SA0 مربوط به همین عامل باشد. عطر و طعم میوه ترکیبی از میزان

جدول ۴- مقایسه میانگین برخی ویژگی‌های کیفی انگور رقم بیدانه سفید در تیمارهای مختلف اسیدجیبرلیک و اسید سالیسیلیک.

Table 4. Comparison of some qualitative characteristics of grapevine Bidaneh Sefid variety in different treatments of gibberellic acid and salicylic acid.

صفات Characteristics					تیمار Treatment		
نسبت فروکتوز به گلوکز Fructose-Glucose ratio (g kg ⁻¹)	فروکتوز Fructose (g kg ⁻¹)	گلوکز Glucose (g kg ⁻¹)	اسیدیته قابل تیتراسیون TA (g 100 ml ⁻¹)	مواد جامد محلول TSS (%)	pH	اسید سالیسیلیک (mg L ⁻¹)	اسید جیبرلیک (mg L ⁻¹)
0.70 ⁱ	72.92 ⁱ	103.45 ^g	0.73 ^b	21.85 ^c	3.22 ^f	SA0	
0.90 ^b	79.96 ^h	88.66 ^h	0.64 ^c	24.15 ^b	3.35 ^d	SA75	GA0
0.84 ^c	97.62 ^b	115.56 ^f	0.60 ^d	41.21 ^c	3.40 ^c	SA150	
0.77 ^e	96.38 ^c	124.67 ^c	0.65 ^c	25.15 ^a	3.65 ^a	SA0	
0.70 ^f	88.38 ^e	124.66 ^c	0.64 ^c	20.42 ^d	3.28 ^e	SA75	GA40
0.54 ⁱ	82.72 ^g	151.74 ^a	0.54 ^c	25.43 ^a	3.44 ^b	SA150	
1.11 ^a	132.66 ^a	119.33 ^d	0.76 ^a	25.70 ^a	3.27 ^e	SA0	
0.64 ^h	85.11 ^f	132.64 ^b	0.44 ^g	25.50 ^a	2.71 ^g	SA75	GA80
0.82 ^d	95.12 ^d	116.07 ^e	0.45 ^f	21.70 ^c	2.08 ^h	SA150	

* میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

* Means with the same letters in each column are not significantly different at the %1 level.

لیتر اسید سالیسیلیک (GA40SA75) مشاهده شد. اسید جیبرلیک تأثیر مثبت و اسید سالیسیلیک تأثیر منفی روی محتوای فنول کل میوه‌های انگور رقم بیدانه سفید داشت (جدول ۵).

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که همانند فنول کل بیش‌ترین میزان محتوای فلاونوئید کل (۱/۵۱) میلی‌گرم معادل کوئرستین بر ۱ میلی‌لیتر عصاره میوه

فعالیت و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی: بیش‌ترین میزان محتوای فنول کل (۴۳/۷۷ میلی‌گرم معادل اسید گالیک بر ۱ میلی‌لیتر عصاره میوه) در اثر متقابل نمونه‌های تیمار شده با ۴۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک و عدم استفاده از اسید سالیسیلیک (GA40SA0) و کم‌ترین میزان آن (۶/۰۸) در اثر متقابل نمونه‌های تیمار شده با ۴۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک و ۷۵ میلی‌گرم در

اسید جیبرلیک و اسید سالیسیلیک در جدول ۵ نشان داده شده است. بالاترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی (۸۶/۰۲ درصد) در اثر متقابل نمونه‌های تیمار شده با ۴۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک و عدم استفاده از اسید سالیسیلیک (GA40SA0) و کم‌ترین میزان آن (۲۸/۵۷ درصد) در اثر متقابل نمونه‌های تیمار شده با ۸۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک و ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک (GA80SA150) مشاهده شد. غلظت‌های بالای اسید جیبرلیک و اسید سالیسیلیک تأثیر منفی روی فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه داشت. همان‌طور که جدول ۵ نشان می‌دهد بالا بودن میزان فنول، فلاونوئید، ویتامین ث و آنزیم‌هایی (همانند PAL) سبب افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی در میوه‌های انگور بیدانه سفید شده است که با نتایج سایر پژوهشگران مطابقت داشت.

همانند سایر ترکیبات میزان آنزیم PAL نیز در بین تیمارها متفاوت بود (جدول ۵). بیش‌ترین فعالیت این آنزیم در بین نمونه‌های میوه انگور مربوط به تیمارهای GA80SA75 (۷/۹۰)، GA80SA150 و GA40SA0 (۶/۸۰) بود.

نتایج به‌دست آمده در این پژوهش در رابطه با میزان فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز در بین میوه‌ها نشانگر متغیر بودن این شاخص از ۰/۰۰۲ تا ۰/۰۱۶ بود. بالاترین میزان فعالیت این آنزیم در اثر متقابل تیمار ۴۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک و ۷۵ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک (GA40SA75) و پایین‌ترین میزان آن در اثر متقابل تیمار ۴۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک و عدم استفاده از اسید سالیسیلیک (GA40SA0) مشاهده شد (جدول ۵).

همان‌طور که در جدول ۵ نشان داده شده است تیمارهای اسید جیبرلیک و اسید سالیسیلیک (به‌خصوص GA40SA0) تأثیر مثبتی روی ترکیبات آنتی‌اکسیدانی

در اثر متقابل نمونه‌های تیمار شده با ۴۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک و عدم استفاده از اسید سالیسیلیک (GA40SA0) و کم‌ترین میزان آن (۰/۰۹) در اثر متقابل نمونه‌های تیمار شده با ۴۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک و ۷۵ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک (GA40SA75) مشاهده شد. میزان فنول و فلاونوئید میوه‌ها ارتباط مستقیمی با یکدیگر داشتند (جدول ۵).

در پژوهش حاضر، میزان سیانیدین ۳-گلوکوزید به‌عنوان شاخصی برای اندازه‌گیری غلظت آنتوسیانین نمونه‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. میزان تغییرات این شاخص در نمونه‌های تیمار شده و شاهد در جدول (۵) نشان داده شده است. بیش‌ترین میزان آنتوسیانین میوه انگور رقم بیدانه سفید (۳/۵۱ میلی‌گرم بر ۱ میلی‌لیتر عصاره میوه) در اثر متقابل میوه‌های تیمار شده با غلظت ۸۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک و ۷۵ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک (GA80SA75) و کم‌ترین میزان آن (۰/۲۰ میلی‌گرم بر ۱ میلی‌لیتر عصاره میوه) در میوه‌های تیمار GA0SA75 مشاهده شد. غلظت‌های بالای اسید جیبرلیک و غلظت‌های متوسط اسید سالیسیلیک تأثیر مثبت روی افزایش آنتوسیانین میوه‌ها داشت (جدول ۵).

بیش‌ترین و کم‌ترین میزان ویتامین ث در عدم استفاده از اسید جیبرلیک گزارش شد. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین میزان ۳۴/۴۶ میلی‌گرم معادل اسید آسکوربیک بر ۱ میلی‌لیتر عصاره میوه) این شاخص در تیمار GA0SA150 و کم‌ترین میزان آن (۵/۶۶ میلی‌گرم معادل اسید آسکوربیک بر ۱ میلی‌لیتر عصاره میوه) در تیمار GA0SA75 مشاهده شد (جدول ۵).

تغییرات فعالیت آنتی‌اکسیدانی با روش DPPH در میوه‌های انگور رقم بیدانه سفید تیمار شده با

برداشت یا پس از برداشت بر میزان فنل کل در میوه‌های مختلف به‌خصوص انگور انجام گرفته است. نتایج گزارش‌های Wen و همکاران (۲۰۰۵) نشان داد که اسید سالیسیلیک می‌تواند رونویسی ژن آنزیم PAL (*VvPAL*) و تجمع *PAL mRNA* را تحریک کند و از این‌رو میزان سنتز و فعالیت آنزیم PAL را افزایش دهد (۵۶). در مطالعه‌ای دیگر نیز گزارش شده که تیمار اسید سالیسیلیک میزان فعالیت آنزیم PAL را افزایش داده و این افزایش از لحاظ آماری معنی‌دار بوده است (۵۷). Chen و همکاران (۲۰۰۶) با تیمار اسید سالیسیلیک بر روی انگور رقم Cabernet Sauvignon نشان دادند که این تیمار با افزایش فعالیت آنزیم PAL میزان ترکیبات فنل کل و فلاونوئید کل را افزایش داده است (۱۵). گزارش شده است که اسید سالیسیلیک با افزایش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان و توان آنتی‌اکسیدانی از اکسیداسیون پروتئین‌ها جلوگیری می‌کند (۲۱). همسو با نتایج حاضر، افزایش مقدار اسید آسکوربیک در اثر اعمال تیمار اسید جیبرلیک گزارش شده است (۱۳). افزایش مقدار ویتامین ث در اثر تیمار اسید جیبرلیک به احتمال زیاد به‌دلیل افزایش بیوسنتز ویتامین ث یا حفاظت از اکسید شدن آن توسط اسید آسکوربیک اکسیداز است (۲۳). با حفظ اسید آسکوربیک ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه و در نتیجه ارزش غذایی آن افزایش خواهد یافت (۱۰).

همچنین وجود بالاترین میزان آنتوسیانین کل در اثر متقابل میوه‌های تیمار شده با غلظت ۸۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک و ۷۵ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک (GA80SA75) می‌تواند به‌دلیل افزایش فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیلایز باشد که با نتایج حسن‌پور (۲۰۱۵) مطابقت دارد (۲۷).

و فعالیت آنتی‌اکسیدانی انگور بیدانه سفید نسبت به شاهد دارند. اسید جیبرلیک تأثیر بیش‌تری نسبت به اسید سالیسیلیک داشت. گوگولیاژ و ماشوا (۲۰۱۰) و همچنین الرشیدی و همکاران (۲۰۱۷) تأثیرات مثبت اسید جیبرلیک و اسید سالیسیلیک را روی ترکیبات آنتی‌اکسیدانی مانند فنول کل، فلاونوئید کل، ویتامین ث و فعالیت آنتی‌اکسیدانی گزارش کرده‌اند. آن‌ها ذکر کردند که این تیمارها سبب افزایش فعالیت آنزیم PAL شده و از این طریق سبب افزایش ترکیبات و فعالیت آنتی‌اکسیدانی می‌شوند (۵ و ۲۶). بیوسنتز فنل‌ها و فلاونوئیدها در گیاهان از طریق مسیر شیکمات- فنیل پروپانویید- فلاونوئیدها انجام می‌گیرد و PAL یک آنزیم کلیدی در مسیر فنیل پروپانوییدهاست که فنیل آلانین را با دامینه‌کردن به ترنس اسید سینامیک تبدیل می‌کند (۴۳). پیشنهاد شده است که فعالیت آنزیم PAL یک مسئولیت کلیدی در تنظیم متابولیسم فنیل پروپانوییدها دارد (۲۹)، همچنین ونگ و همکاران (۲۰۰۰) عنوان کردند که ارتباط مثبتی بین ترکیبات فنلی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی وجود دارد (۵۵). از سوی دیگر ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها می‌تواند به‌وسیله فاکتورهایی از جمله شرایط محیطی تحت‌تأثیر قرار بگیرد (۵۰). به‌عبارتی، توزیع ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی آن‌ها وابسته به شاخص‌هایی مانند درجه رسیدگی، فصل رشدی، منطقه جغرافیایی، روش‌های باغبانی، رقم و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی است (۳۰، ۳۴ و ۴۰).

پژوهشگران در بسیاری از مطالعات گزارش کرده‌اند که ارقام مختلف انگور دارای میزان فنل و فلاونوئید متفاوتی هستند (۳۷، ۴۰ و ۴۲). مطالعات زیادی در مورد تأثیر تیمارهای مختلف به‌ویژه اسید جیبرلیک و اسید سالیسیلیک به‌صورت محلول‌پاشی قبل از

جدول ۵- مقایسه میانگین فعالیت آن‌تی‌اکسیدانی و برخی ترکیبات آن‌تی‌اکسیدانی انگور رقم پیدانه سفید در تیمارهای مختلف اسید جبرلیک و اسید سالیسیلیک.

PPO (U min g fw)	صفات										تیمار Treatment
	آنزیم پلی فنل اکسیداز (n mol cinnamic acid FW min ⁻¹)	PAL آنزیم (n mol cinnamic acid FW min ⁻¹)	فعالیت آن‌تی‌اکسیدانی DPPH (%)	ویتامین C (Vitamin C) (mg lml ⁻¹ e)	TAC mg lml ⁻¹ (e)	آن‌توسیانین کل TFC mg lml ⁻¹ (e)	فلاونوئید کل TPC mg lml ⁻¹ (e)	فول کل TPC mg lml ⁻¹ (e)	اسید سالیسیلیک (mg L ⁻¹)	اسید جبرلیک (mg L ⁻¹)	
0.003 ^b	4.99 ^b	42.07 ^{cd}	7.40 ^{fg}	0.82 ^f	0.33 ^c	11.77 ^d	SA0				
0.003 ^b	5.31 ^b	32.02 ^e	5.66 ^h	0.20 ⁱ	0.28 ^{cd}	11.01 ^{de}	SA75	GA0			
0.004 ^b	5.43 ^b	39.82 ^d	34.46 ^a	2.12 ^c	0.30 ^c	11.18 ^{de}	SA150				
0.002 ^b	6.80 ^a	86.02 ^a	31.84 ^b	0.75 ^g	1.51 ^a	43.77 ^a	SA0				
0.016 ^a	4.82 ^b	32.07 ^e	18.76 ^d	1.86 ^d	0.09 ^f	6.08 ^g	SA75	GA40			
0.002 ^b	4.43 ^b	45.99 ^c	17.10 ^e	2.29 ^b	0.33 ^c	12.65 ^c	SA150				
0.003 ^b	4.82 ^b	37.72 ^d	8.28 ^f	0.22 ^h	0.22 ^{cd}	10.44 ^e	SA0				
0.006 ^b	7.90 ^a	78.59 ^b	26.18 ^c	3.51 ^a	1.09 ^b	31.53 ^b	SA75	GA80			
0.005 ^b	7.73 ^a	28.57 ^e	6.62 ^{gh}	0.90 ^e	0.18 ^e	7.02 ^f	SA150				

* میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

* Means with the same letters in each column are not significantly different at the %1 level.

کردند که کاربرد اسید سالیسیلیک و اسید جیبرلیک میزان عناصر N، P و K میوه انگور را با بهینه کردن جذب آن‌ها از خاک، بهبود می‌بخشد که با نتایج پژوهش حاضر روی انگور مطابقت دارد (۴). گزارش شده است که بسته به نوع رقم انگور و بافت آن مقادیر عناصر غذایی می‌تواند تحت‌تأثیر تیمار اسید جیبرلیک و اسید سالیسیلیک قرار گیرد به‌طوری‌که غلظت‌های بالاتر نیتروژن، فسفر، منیزیم، کلسیم و آهن در ارقام سفید انگور و غلظت‌های بالاتر نیتروژن، کلسیم، منیزیم، آهن و روی در ارقام قرمز انگور در اثر تیمار با اسید جیبرلیک به‌میزان ۲۵ میلی‌گرم در لیتر و اسید سالیسیلیک به‌میزان ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد (۲۴ و ۵۱). Teszlak و همکاران (۲۰۰۵) محتوی عناصر معدنی متفاوتی در ارقام مختلف انگور تیمار شده با GA3 را گزارش کردند (۵۲). کریمی و همکاران (۱۳۹۶) گزارش کردند که بین غلظت پتاسیم، منیزیم، آهن و روی اندازه‌گیری‌شده در میوه رقم‌های انگور شاهانی، میرزایی، فخری، بیدانه قرمز و بیدانه سفید اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد مشاهده کردند همچنین بیش‌ترین غلظت پتاسیم مربوط به رقم بیدانه سفید و کم‌ترین غلظت آن مربوط به رقم فخری بود. پتاسیم مهم‌ترین کاتیون موجود در انگور است که غلظت آن در آبمیوه به بیش از یک گرم در لیتر می‌رسد و به‌طور اساسی بیش‌ترین غلظت را در پوست میوه دارد (۳۱). به‌دلیل توانایی در جایگزینی با پروتون در آبمیوه، پتاسیم می‌تواند روی pH اثر داشته باشد؛ به‌طوری‌که به‌ازای ۱۰ درصد افزایش در غلظت پتاسیم، غلظت pH تا ۰/۱ واحد افزایش می‌یابد (۳۸ و ۴۹). غلظت بسیاری از عناصر کم‌مصرف هم‌زمان با توسعه حبه‌ها و رسیدن افزایش می‌یابد، اما بیش‌تر عناصر منگنز و روی، قبل از مرحله تغییر رنگ و مزه حبه تجمع می‌یابد (۴۹). پوزشی و همکاران (۱۳۹۰) با محلول‌پاشی قبل از برداشت روی انگور رقم پیکانی تغییرات معنی‌داری از نظر عناصر غذایی مشاهده کردند (۴۵).

عناصر معدنی: همانند سایر ترکیبات، عناصر معدنی میوه انگور رقم بیدانه سفید نیز تحت‌تأثیر تیمارهای مورد مطالعه قرار گرفت. میزان عناصر انگور رقم بیدانه سفید در تیمارهای مختلف در جدول ۶ نشان داده شده است. بیش‌ترین میزان عناصر نیتروژن (۰/۶۳ درصد)، فسفر (۰/۱۴ درصد)، پتاسیم (۱/۴۱ درصد) و منیزیم (۰/۰۵ درصد) در تیمار GA80SA75 مشاهده شد. نتایج نشان می‌دهد که با افزایش غلظت‌های اسیدهای جیبرلیک و سالیسیلیک میزان عناصر N، P، K و Mg نیز افزایش می‌یابد. میزان کلسیم میوه در تیمارهای مختلف در محدوده ۰/۱۰ تا ۰/۱۴ درصد گزارش شد. تیمار GA0SA150 بیش‌ترین میزان (۰/۱۴ درصد) عنصر کلسیم را دارا بود. عدم محلول‌پاشی با اسید جیبرلیک سبب افزایش این عنصر در میوه انگور رقم بیدانه سفید گردید. بیش‌ترین میزان گوگرد میوه در تیمار GA80SA150 و بیش‌ترین میزان مس میوه در تیمار GA80SA0 مشاهده شد. میزان بالای اسید جیبرلیک و اسید سالیسیلیک (۸۰ میلی‌گرم در لیتر GA و ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر SA) سبب افزایش میزان عنصر گوگرد میوه شد. همچنین نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین میزان آهن (۲۱/۰۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) و منگنز (۳/۷۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) در تیمار GA40SA75 موجود بود. میزان متوسط اسید جیبرلیک و اسید سالیسیلیک تأثیر مثبت بر افزایش این عناصر در میوه انگور رقم بیدانه سفید داشت. بیش‌ترین میزان عنصر روی (۸/۱۷ میلی‌گرم در کیلوگرم) در تیمار GA0SA75 و بیش‌ترین میزان بور (۶۴/۴۸ میلی‌گرم در کیلوگرم) در تیمار GA0SA0 مشاهده شد. عدم محلول‌پاشی با اسید جیبرلیک سبب افزایش میزان روی و بور گردید (جدول ۶).

نتایج این پژوهش به‌خوبی اثرات مثبت استفاده از اسید جیبرلیک و اسید سالیسیلیک را نشان داد. مطابق جدول ۶ تنها میزان عنصر بور در شاهد نسبت به بقیه تیمارها بیش‌تر بود. الرشیدی و همکاران (۲۰۱۷) گزارش

جدول ۶- مقایسه میانگین عناصر معدنی انگور رقم پیدانه سفید در تیمارهای مختلف اسید جیرلیک و اسید سالیسیلیک.

Table 6. Comparison of mean nutrient elements of Bidane Sefid variety in different treatments of gibberellic acid and salicylic acid.

Br (mg kg ⁻¹)	Zn (mg kg ⁻¹)	Mn (mg kg ⁻¹)	Fe (mg kg ⁻¹)	Cu (mg kg ⁻¹)	صفات							تیمار Treatment
					S (g kg ⁻¹)	Mg (%)	Ca (%)	K (%)	P (%)	N (%)	اسیدسالیسیلیک (mg L ⁻¹)	
64.48 ^a	4.06 ^d	3.07 ^f	19.44 ^g	6.49 ^f	0.001 ^c	0.04 ^b	0.07 ^f	1.00 ^h	0.11 ^c	0.55 ^e	SA0	SA0
23.69 ⁱ	8.17 ^a	2.68 ^h	20.18 ^d	8.10 ^b	0.001 ^c	0.04 ^b	0.13 ^b	1.17 ^d	0.09 ^e	0.40 ^b	SA75	GA0
46.81 ^b	5.18 ^b	2.45 ⁱ	20.97 ^b	6.36 ^g	0.020 ^b	0.05 ^a	0.14 ^a	1.21 ^c	0.11 ^c	0.52 ^d	SA150	SA150
33.97 ^e	2.97 ^g	3.32 ^e	18.71 ^h	1.11 ⁱ	0.001 ^c	0.04 ^b	0.10 ^e	1.23 ^b	0.10 ^d	0.49 ^e	SA0	SA0
36.23 ^c	4.88 ^c	3.75 ^a	21.05 ^a	7.49 ^c	0.020 ^b	0.05 ^a	0.12 ^c	1.14 ^e	0.12 ^b	0.62 ^b	SA75	GA40
34.21 ^d	2.52 ⁱ	3.35 ^d	19.72 ^e	2.58 ^h	0.001 ^c	0.04 ^b	0.10 ^e	1.10 ^f	0.08 ^f	0.42 ^g	SA150	SA150
26.22 ^h	2.79 ^h	3.38 ^c	19.63 ^f	10.13 ^a	0.001 ^c	0.04 ^b	0.11 ^d	1.09 ^g	0.09 ^e	0.48 ^f	SA0	SA0
33.40 ^f	3.30 ^e	3.54 ^b	20.70 ^c	6.72 ^e	0.001 ^c	0.05 ^a	0.12 ^c	1.41 ^a	0.14 ^a	0.63 ^a	SA75	GA80
31.47 ^g	3.00 ^f	2.88 ^g	20.97 ^b	7.35 ^d	0.160 ^a	0.05 ^a	0.11 ^d	1.09 ^g	0.10 ^d	0.49 ^e	SA150	SA150

* میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

* Means with the same letters in each column are not significantly different at the %1 level.

سالیسیلیک می‌توان ویژگی‌های زیست- شیمیایی میوه انگور از جمله ترکیبات فنلی، فلاونوئیدی، ویتامین ث و فعالیت آنتی‌اکسیدانی را افزایش داد. مطابق نتایج پژوهش حاضر، تیمارهای حاوی اسید جیبرلیک (به‌خصوص GA40SA0) اثرات بیش‌تری بر تجمع ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی نسبت به اسید سالیسیلیک داشتند.

نتیجه‌گیری کلی

در سال‌های اخیر مطالعات زیادی جهت بهبود ویژگی‌های بیوشیمیایی و افزایش آنتی‌اکسیدانت‌های محصولات باغبانی انجام گرفته است. در این میان ریزمیوه‌هایی مثل انگور علاوه بر جنبه تغذیه‌ای، از ارزش دارویی بسیار بالایی برخوردار بوده که توجه ویژه پژوهشگران را می‌طلبد. نتایج به‌دست آمده نشان داد که با اعمال تیمارهای اسید جیبرلیک و اسید

منابع

1. Afshari, H., Sajedi, S. and Hokm Abadi, H. 2014. Effects of gibberellic acid and girdling in fruit characters of Askari grape cultivar. Iran. J. Hort Sci. 28: 2. 269-276. (In Persian)
2. Aghdam, M.S., Motallebiazar, A., Mostofi, Y., Moghaddam, J.F. and Ghasemneghad, M. 2010. Effects of MeSA vapor treatment on the postharvest quality of Hayward kiwifruit. Acta Hort. 877: 743-748.
3. Alizadeh, S. 2008. Preliminary collection and identification of local cultivars of grapevines in West Azarbaijan province. Iran. J. Seed Plant Improv. 1: 20-21. (In Persian)
4. Al-Obeed, R.S. 2011. Enhancing the shelf life and storage ability of Flame Seedless grapevine by agrochemicals preharvest foliar applications. Middle-East J. Sci. Res. 8: 2. 319-327.
5. Alrashdi, A.M.A., Al-Qurashi, A.D., Mohamed, A., Mohamed, S. and Al-Rashdi, A. 2017. Quality, antioxidant compounds, antioxidant capacity and enzymes activity of 'El-Bayadi' table grapes at harvest as affected by preharvest salicylic acid and gibberellic acid spray. Sci. Hort. 220: 243-249.
6. Badr, S.A., Tufenkjian, J. and Ramming, D.W. 2005. Effects of pruning, girdling and gibberellic acid application at bloom and berry set on yield and fruit quality of sweet scarlet table grape cultivar. P 47. In: The proceedings of the Annual Meeting of American Society of Enology and Viticulture. World J. Sci. 3: 1. 91-96.
7. Baghalzadeh, A., Zare, F. and NaghshiBand Hassani, R. 2015. Effect of growth regulators of CPPU and GA₃ on the quality and quantity of Sultanian grape. Iran. J. Hort. 46: 259-268. (In Persian)
8. Baldwin, E.A. 2002. Fruit flavor, volatile metabolism and consumer perceptions. Knee, M., editor. CRC Press LLC, Boca Raton, FL. Fruit Quality and its Biological Basis. Pp: 89-106.
9. Baydar, N.G., Babalik, Z., Turk, F.H. and Cetin, E.S. 2011. Phenolic composition and antioxidant activities of wines and extracts of some grape varieties grown in Turkey. J. Agr. Sci. 17: 67-76.
10. Belakbir, A., Ruiz, J.M. and Romero, L. 1998. Yield and quality of pepper (*Capsicum annuum* L.) in response to bioregulators. Hort. Sci. 33: 85-87.
11. Chamkha, M., Cathala, B., Cheynier, V. and Douillard, R. 2003. Phenolic composition of champagnes from Chardonnay and Pinot noir vintages. J. Agr. Food Chem. 51: 3179-3184.
12. Chang, Q., Zuo, Z., Harrison, F. and Chow, M.S. 2002. Hawthorn. J. Clinical Pharma. 42: 605-612.
13. Chaudhary, B.R., Sharma, M.D., Shakya, S.M. and Gautam, D.M. 2006. Effect of plant growth regulators on growth, yield and quality of chilly (*Capsicum annuum* L.) at Rampur, Chitwan. Agric. Animal Sci. 27: 65-68.
14. Chen, J., Wang, Z., Wu, J., Wang, Q. and Hu, X. 2007. Chemical compositional characterization of eight pear cultivars grown in china. Food Chem. 104: 268-275.

15. Chen, J., Wen, P., Kong, W., Pan, O., Zhan, J., Li, J., Wan, S. and Huang, W. 2006. Effect of salicylic acid on phenylpropanoids and phenylalanine ammonia-lyase in harvested grape berries. *Postharvest Biol. Technol.* 40: 64-72.
16. Chen, P.M. and Mellenthin, W.M. 1981. Effect of harvest date on ripening capacity and postharvest life of Anjou pears. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 106: 38-42.
17. Chiou, A., Karathanos, V.T., Mylona, A., Salta, F.N., Preventi, F. and Andrikopoulos, N.K. 2007. Currants (*Vitis vinifera* L.) content of simple phenolics and antioxidant activity. *Food Chem.* 102: 516-22.
18. Dimovska, V., Ivanova, V., Ilieva, F. and Sofijanovska, E. 2011. Influence of bioregulator gibberellic acid on some technological characteristics of cluster and berry from some seedless grape varieties. *J. Agric. Sci. Technol.* 1: 7. 1054-1058.
19. Dimovska, V., Petropulos, V.I., Salamovska, A. and Ilieva, F. 2014. Flame Seedless grape variety (*Vitis vinifera* L.) and different concentration of gibberellic acid. *Bulgar. J. Agric. Sci.* 20: 127-132.
20. Ebrahimzadeh, M.A., Pourmorad, F. and Bekhradnia, A.R. 2008. Iron chelating activity, phenol and flavonoid content of some medicinal plants from Iran. *Africa. J. Biotech.* 7: 3188-3192.
21. Eraslan, F., Inal, A., Pilbeam, D.J. and Gunes, A. 2008. Interactive effects of salicylic acid and silicon on oxidative damage and antioxidant activity in spinach (*Spinacia oleracea* L. CV. *Matador*) grown under boron toxicity and salinity. *Plant Growth Regul.* 55: 207-219.
22. Eshghi, S., Salehi, L. and Karami, M.J. 2014. Antioxidant activity, total phenolic compounds and anthocyanin contents in 35 different grapevine (*Vitis vinifera* L.) cultivars grown in Fars province. *Int. J. Hort. Sci. Technol.* 1: 2. 151-161.
23. Georgi, O., Ilias, I. and Anastasia, G. 2010. Comparative study on the effects of various plant growth regulators on growth, quality and physiology of (*Capsicum annuum* L.). *Pak. J. Bot.* 42: 805-814.
24. Gholami, M., Sedighi, A., Ershadi, A. and Sarikhani, H. 2010. Effect of pre and postharvest treatments of salicylic and gibberellic acid on ripening and some physicochemical properties of 'Mashhad' sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Fruit Acta Hort.* 884: 257-264.
25. Giusti, M.M. and Wrolstad, R.E. 2001. Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. *Cur prot food analytic chem.* 47: 777-780.
26. Gougoulas, N. and Masheva, L. 2010. Effect of gibberellic Acid (GA₃) on polyphenols content and antioxidative activity of some table grape varieties of *Vitis vinifera* L. *Oxid. Commun.* 33: 652-660.
27. Hassanpour, H. 2015. Effect of *Aloe vera* gel coating on antioxidant capacity, antioxidant enzyme activities and decay in raspberry fruit. *J. LWT- Food Sci. Technol.* 60: 1. 495-501.
28. Hohen, E., Gasser, F., Gugyenbuhl, B. and Kunsch, U. 2003. Efficacy of instrumental measurements for determination of minimum requirements of firmness, soluble solids and acidity of several apple varieties in comparison to consumer expectations. *Posth Bio Technol.* 7: 27-37.
29. Jahangir, M., Abdel-Farid, I.B., Kim, H.K., Choi, Y.H. and Verpoorte, R. 2009. Healthy and unhealthy plants: The effect of stress on the metabolism of *Brassicaceae*. *Environ. Exper. Bot.* 67: 23-33.
30. Jiang, H., Van Zijl, P.C., Kim, J., Pearlson, G.D. and Mori, S. 2006. DtiStudio: resource program for diffusion tensor computation and fiber bundle tracking. *Comput meth prog biomed.* 81: 2. 106-116.
31. Karimi, R., Mirzaei, F. and Rasouli, M. 2017. Phenolic acids, flavonoids, antioxidant capacity and minerals content in fruit of five grapevine cultivars. *Iran. J. Hort. Sci. Technol.* 18: 1. 89-102. (In Persian)

32. Karthikeyan, M., Radhika, K., Mathiyazhagan, S., Bhaskaran, R., Samiyappan, R. and Velazhahan, R. 2006. Induction of phenolics and defense-related enzymes in coconut (*Cocos nucifera* L.) roots treated with biocontrol agents. *Brazil. J. Plant Physiol.* 18: 367-377.
33. Kataoka, K., Yashiro, Y., Habu, T., Sunamoto, K. and Kitajima, A. 2009. The addition of gibberellic acid to auxin solutions increases sugar accumulation and sink strength in developing auxin induced parthenocarpic tomato fruits. *Sci. Hort.* 123: 228-233.
34. Kim, D.O., Jeong, S.W. and Lee, C.Y. 2003. Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. *Food Chem.* 81: 321-326.
35. Koukourikou, M., Eleftheria, Z., Anastasia, P., Nikolaou, N. and Kyriakidis, D. 2015. Effects of gibberellic acid and putrescine on 'Thompson Seedless' grapes. *Amer. Int. J. Bio.* 2: 19-29.
36. Marzouk, H.A. and Kassem, H.A. 2011. Improving yield, quality, and shelf life of Thompson seedless grapevine by preharvest foliar applications. *Sci. Hort.* 130: 425-430.
37. Montealegre, R.R., Peces, R.R., Vozmediano, J.C., Gascueña, J.M. and Romero, E.G. 2006. Phenolic compounds in skins and seeds of ten grape *Vitis vinifera* varieties grown in a warm climate. *J Food Compost Anal.* 19: 6-7. 687-693.
38. Mpelasoka, B.S., Schachtman, D.P., Treeby, M.T. and Thomas, M.R. 2003. A review of potassium nutrition in grapevines with special emphasis on berry accumulation. *Aust. J. Grape Wine R.* 9: 154-168.
39. Nampila, R., Bing-Shiun, Ch., Ching-Cheng, Ch. and Yau- Shiang, Y. 2010. Effect of GA₃ and CPPU on berry size of seedless grapes. *Hort. NCHU.* 35: 3. 53-64.
40. Orak, H.H. 2007. Total antioxidant activities, phenolics, anthocyanins, polyphenoloxidase activities of selected red grape cultivars and their correlations. *Sci. Hort.* 111: 235-241.
41. Ozturk, I., Ercisli, S., Kalkan, F. and Demir, B. 2009. Some chemical and physico-mechanical properties of pear cultivars. *Afric. J. Biotech.* 8: 4. 687-693.
42. Pantelić, M.M., Dabić Zagorac, D.Č., Davidović, S.M., Todić, S.R., Bešlić, Z.S., Gašić, U.M., Tešić, Ž.L. and Natić, M.M. 2016. Identification and quantification of phenolic compounds in berry skin, pulp, and seeds in 13 grapevine varieties grown in Serbia. *Food Chem.* 211: 243-252.
43. Pérez-Balibrea, S., Moreno, D.A. and García-Viguera, C. 2011. Improving the phytochemical composition of broccoli sprouts by elicitation. *Food Chem.* 129: 35-44.
44. Pizzocaro, F., Torreggiani, D. and Gilardi, G. 1993. Inhibition of apple polyphenoloxidase (PPO) by ascorbic acid, citric acid and sodium chloride. *J. Food Proc. Preserve.* 17: 21-30.
45. Poozeshi, R., Zabihi, H.R., Ramazani Moghadam, M.R., Rajabzadeh, M. and Mokhtari, A. 2011. Yield and yield components of grape (*Vitis vinifera* cv. peykani) as affected by foliar application of zinc, humic acid and acetic acid. : *J. Hort. Sci.* 25: 3. 351-360. (In Persian)
46. Rabiei, V. and Jozqasemi, S. 2013. Applied laboratory practices in horticultural sciences. Urmia Univ. Press, 264p. (In Persian)
47. Rahemi, M. 1998. Postharvest: an introduction to the physiology handling of fruit vegetables ornamentals, 4th ed. University of Shiriz. 456p.
48. Rizk-Alla, M.S. and Meshrake, A.M. 2006. Effect of preharvest foliar application of GA₃ and some safe treatments on fruit quality of crimson seedless grapevines and its effect on storage ability. *Egypt J. Appl. Sci.* 21: 210-238.
49. Rogiers, S.Y., Greer, D.H., Hatfield, J.M., Orchard B.A. and Keller. M. 2006. Mineral sinks within ripening grape berries (*Vitis vinifera* L.). *Vitis.* 45: 115-123.

50. Safa Eynalladin, M. and Hajilou, J. 2016. Effect of postharvest application of methyl jasmonat on qualitative traits and storage life of strawberry cv. 'camarosa'. Food industry res. 26: 278-288. (In Persian)
51. Shi, Q. and Zhu, Z. 2008. Effects of exogenous salicylic acid on manganese toxicity, element contents and antioxidative system in cucumber. Environ. Exp. Bot. 63: 317-326.
52. Teszlák, P., Gaál, K. and Nikfardjam, M.S.P. 2005. Influence of grapevine flower treatment with gibberellic acid (GA3) on polyphenol content of *Vitis vinifera* L. wine. Anal Chim Acta. 543: 1-2. 275-281.
53. Tian, Sh., Wang, Y. and Du, G. 2011. Changes in contents and antioxidant activity of phenolic compounds during gibberellin-induced development in *Vitis vinifera* L. 'Muscat'. Acta Physiol. Plant. 33: 2467-2475.
54. Vargas, M.R., Johnson, D.A., Sirkis, D.W., Messing, A. and Johnson, J.A. 2008. Nrf2 activation in astrocytes protects against neurodegeneration in mouse models of familial amyotrophic lateral sclerosis. J. Neurosci. 28: 50. 13574-13581.
55. Wang, S.Y. and Lin, H.S. 2000. Antioxidant activity in fruit and leaves of blackberry, raspberry, and strawberry varies with cultivar and developmental stage. Agric. Food Chem. 48: 140-146.
56. Wen, D. and Ding, Y. 2005. Formulation of nanofluids for natural convective heat transfer applications. Int. J. Heat Fluid Flow. 26: 6. 855-864.
57. Zhang, Y., Zhang, M. and Yang, H. 2015. Postharvest chitosan-g-salicylic acid application alleviates chilling injury and preserves cucumber fruit quality during cold storage. Food Chem. 174: 558-563.
58. Zoffoli, J.P., Latorre, B.A. and Naranjo, P. 2009. Preharvest applications of growth regulators and their effect on postharvest quality of table grapes during cold storage. Postharvest Biol. Technol. 51: 183-192.