تولیدات گیاهی (مجله علمی کشاورزی)، جلد ۳۶ شماره ۱، بهار ۹۲

اثر کاربرد پیش از برداشت اسید جیبرلیک بر عمر انباری و برخی شاخص‌های کیفی گیلاس (*Prunus avium* L.) رقم سیاه مشهد

اعظم صدیقی[۱]، منصور غلامی[۲]*، حسن ساری‌خانی[۳] و احمد ارشادی[۴]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد رشته علوم باغبانی، دانشگاه بوعلی سینا

۲*- **نویسنده مسؤول:** استادگروه علوم باغبانی، دانشگاه بوعلی سینا (mgholami@basu.ac.ir)

۴،۳- استادیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه بوعلی سینا

تاریخ دریافت: ۸۹/۶/۷ تاریخ پذیرش: ۹۱/۴/۱۸

چکیده

مهم‌ترین مشکلات پس از برداشت میوه گیلاس نرم شدگی، چروکیدگی، فساد میوه و همچنین قهوه ای شدن دم میوه می‌باشد. در این پژوهش، اثر اسید جیبرلیک بر عمر انباری و ویژگی‌های کیفی گیلاس رقم" سیاه مشهد " مورد بررسی قرار گرفت. اسید جیبرلیک در ٤ غلظت ۰، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ میلی‌گرم در لیتر در زمان شروع تغییر رنگ میوه‌ها، روی میوه‌ها و برگ‌ها محلول‌پاشی گردید. برای ارزیابی صفات کیفی و برآورد طول عمر انباری، میوه‌ها پس از برداشت در دمای صفر درجه سانتی‌گراد و رطوبتی ۹۰ درصد به مدت ۳۵ روز نگهداری شدند. بررسی‌ها نشان داد که اسید جیبرلیک با افزایش اندازه و وزن، باعث تأخیر در رسیدن میوه‌ها شد. اسید جیبرلیک روند نرم شدن میوه‌ها را طی دوره‌ی انبارداری کاهش داد و با کاهش تولید اتیلن و کاهش از دست دهی آب، باعث تاخیر در پیری میوه‌های تیمار شده نسبت به شاهد گردید. همچنین میوه‌های تیمار شده نسبت به میوه‌های شاهد میزان pH پایین‌تر و اسیدیته بالاتری را نشان دادند. گرچه بین غلظت‌های اسید جیبرلیک در بسیاری موارد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، اما غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر به طور معنی‌داری باعث حفظ سفتی بافت میوه، کاهش تولید اتیلن و آلودگی‌های قارچی گردید. علاوه بر این، اسید جیبرلیک باعث ماندگاری بیشتر، تازگی و سبزی دم میوه گیلاس گردید. بر اساس نتایج بدست آمده اسید جیبرلیک توانست به عنوان تیمار هورمونی مؤثر در افزایش و بهبود کیفیت میوه گیلاس مشهد و جلوگیری از برخی ضایعات عمل نماید.

کلید واژه ها: گیلاس، اسید جیبرلیک، عمر انباری، خصوصیات کیفی

مقدمه

ایران یکی از مهم‌ترین کشورهای تولید کننده گیلاس (*Prunus avium* L.) به شمار می‌آید. براساس آمار سازمان خوار و بار جهانی (FAO)، در سال ۲۰۰۸ میلادی، ایران ۱۱ درصد تولید جهانی گیلاس را به خود اختصاص داده و پس از ترکیه و آمریکا مقام سوم تولید جهانی را دارا می‌باشد. بخش عمده گیلاس تولید شده در ایران به مصرف تازه‌خوری می‌رسد، اما مشکلاتی مانند خشک شدن و سیاه شدن دم میوه، چروکیدگی، نرم شدن و تغییر رنگ بافت میوه و همچنین پوسیدگی‌های قارچی از عوامل محدود کننده بازار رسانی گیلاس به شمار می‌روند (برنالت و همکاران[۱]، ۲۰۰۴؛ بوریسو همکاران[۲]، ۲۰۰۶). گیلاس به علت دارا بودن میزان پایین کربوهیدرات‌های ذخیره‌ای، نسبت بالای سطح به حجم، کوچک بودن میوه، بالا بودن میزان تنفس و حساس بودن به ضربه و

1- Bernalte *et al.*
2- Boriss *et al.*

لهیدگی دارای عمر پس از برداشت کوتاهی است (کاپفرمن و سندرسن[1]، ۲۰۰۵)

استفاده از اسید جیبرلیک برای مطالعه و اثر آن در ارقام مختلف گیلاس همزمان با شناسایی این ترکیب در دهه ۱۹۶۰ آغاز شد. اسید جیبرلیک به عنوان تنظیم کننده رشد گیاهی در موارد متعددی برای مقابله با نابسامانی‌های فیزیولوژیکی مانند ترک خوردگی میوه (کلاین و تروف[2]، ۲۰۰۷ ؛ یوزینگ و همکاران[3]، ۲۰۰۵) و افزایش عمر انباری (فکتوا و همکاران[4]، ۲۰۰۳؛ پریز و همکاران[5]،۲۰۰۳) روی گیلاس به کار رفته است. کاربرد پیش از برداشت اسید جیبرلیک باعث تأخیر در رسیدن میوه گیلاس (باساک و همکاران[6]، ۲۰۰۴ ؛ چوی و همکاران[7] ۱۹۹۸)، شلیل (زیلکا و همکاران[8]، ۱۹۹۷)، انگور (پریز و گومز[9]،۲۰۰۰) و انبه (خادر[10]،۲۰۰۳) شده است. براساس گزارش های موجود، اسید جیبرلیک باعث افزایش اندازه و سفتی میوه گیلاس در زمان رسیدن می‌گردد (باساک و همکاران، ۱۹۹۸). فکتوا و همکاران (۲۰۰۳) مشاهده نمودند تیمار اسید جیبرلیک، ۲۱ روز قبل از برداشت باعث افزایش وزن میوه، سفتی بافت میوه و مواد جامد محلول در ارقام بینگ و لامبرت شد. علاوه براین، فرورفتگی در سطح میوه رقم "لامبرت" پس از انبار سرد کاهش یافت. اسید جیبرلیک با کاهش فعالیت آنزیم پلی‌گالاکتروناز و پکتین متیل استراز (اندرز و لی[11]، ۱۹۹۵،) و همچنین تنظیم فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیک دیواره سلولی که بر نرم‌شدگی میوه مؤثر می‌باشند، باعث حفظ سفتی میوه می‌شود (خادر، ۲۰۰۳).

کاربرد اسید جیبرلیک روی ژنوتیپ‌های مختلف گیلاس نتایج متفاوتی را در پی داشته است. نتایج یک تحقیق نشان داده است که غلظت ۳۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک در ارقام دیررس موجب افزایش سفتی میوه شده و با جلوگیری از نرم شدن، باعث تأخیر در پیری میوه به مدت ۵ تا ۸ روز گردید در حالی‌که بر ارقام زودرس تأثیری نداشته است (چوی و همکاران،۲۰۰۲). با توجه به اهمیت اقتصادی گیلاس در ایران و همچنین فساد پذیری بالای این محصول، امکان نگهداری آن محدود و عرضه آن به یک دوره کوتاه تبدیل شده است. به همین دلیل بررسی روش‌های مناسب استفاده از ترکیباتی مانند اسید جیبرلیک به منظور حفظ کیفیت و افزایش عمر انباری گیلاس ضروری به نظر می‌رسد. در پژوهش حاضر، اثر کاربرد پیش از برداشت غلظت‌های مختلف اسید جیبرلیک بر افزایش عمر انباری و بهبود کیفیت میوه گیلاس مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

درختان گیلاس رقم سیاه مشهد از باغی تجاری واقع در منطقه عباس آباد همدان انتخاب شدند. شاخه‌های (از هر تیمار ۶ شاخه با ۳ تکرار در جهات مختلف تاج درختان) انتخاب، و در زمان تقریبی سه هفته قبل از برداشت همزمان با تغییر رنگ میوه از سبز به زرد کهربایی (انتهای مرحله سخت شدن هسته و ابتدای بزرگ شدن میوه) با غلظت‌های مختلف اسید جیبرلیک (GA_3) در یک مرحله محلول‌پاشی شدند. اسید جیبرلیک در چهار غلظت ۰ (شاهد)، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ میلی‌گرم در لیتر تهیه شد و برای افزایش جذب از مویان (توین۲۰) استفاده گردید. آب مقطر به همراه مویان نیز به عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد. میوه‌های تیمارهای مختلف بر اساس بلوغ تجارتی زمانی که۵۰ تا ۸۰ درصد رنگ طبیعی خود را گرفتند در ساعات اولیه صبح برداشت و در ظرف عایق به آزمایشگاه منتقل شدند. میوه‌های سالم و یکنواخت تیمار شده بر اساس

1- Kupferman & Sanderson
2- Cline & Tiought
3- Usenik *et al.*
4- Facteau *et al.*
5- Payasi *et al.*
6- Basak *et al.*
7- Choi *et al.*
8- Zilka *et al.*
9- Perez & Gomez
10- Khader
11- Andrews & Li

طرح آماری در نظر گرفته شده و با سه تکرار و ۵۰۰ گرم میوه در هر تکرار تقسیم بندی شدند. پس از اندازه گیری وزن با استفاده از ترازوی دیجیتال و اندازه قطر میوه با استفاده از کولیس به ظروف درب‌دار منتقل شده و در انبار با ۱±۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰ درصد قرار داده شدند و آزمایش‌ها در آزمایشگاه تحقیقاتی گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان انجام شد.

در فواصل زمانی یک تا پنج هفته پس از شروع انبارداری، ویژگی‌های مواد جامد محلول (SSC) با استفاده از رفرکترومتر دستی آتاگو مدل اِن یک، اسیدیته کل (TA) با تیتر کردن آب میوه با سود ۰/۱ نرمال، پی اچ آب میوه با استفاده از دستگاه pH سنج مدل اکوالیتک، تلفات آب به روش وزنی و با ترازوی دیجیتال، سفتی بافت میوه با استفاده از سفتی سنج واگنر، مدلFDK 32 (با میله نفوذ کننده به قطر ۲ میلی‌متر) و با دو بار نفوذ دادن میله نفوذ کننده در هر میوه (در دو طرف میوه) انجام شد. سفتی بافت میوه بر اساس بیشینه نیروی لازم برای نفوذ میله در هر میوه و بر حسب نیوتن بر سانتی‌متر مربع بیان گردید. همچنین میزان آنتوسیانین بر مبنای قانون لامبرت- بیر و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر uv و نور مرئی، مدل CARY 100، در دو طول موج ۷۰۰ و ۵۳۴ نانومتر اندازه گیری شد (دیامانتی[1]، ۲۰۰۸). میزان فنول کل با استفاده از روش فولین سیکالته و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۷۶۵ نانو متر اندازه‌گیری و قرائت شدند. از غلظت های مختلف اسید گالیک به عنوان استاندارد جهت غلظت سنجی نمونه‌ها استفاده شد، و در نهایت با توجه به میزان جذب و منحنی استاندارد، میزان فنل کل بر حسب معادل اسید گالیک محاسبه گردید (اسلینکرد و سینگلتون[2]، ۱۹۷۷).

میزان تولید اتیلن با استفاده از دستگاه کروماتوگراف گازی (Shimadzu، مدل C-R4A ساخت ژاپن) به روش سیستم بسته در سه زمان بلافاصله پس از برداشت، ۱۴ و ۲۸ روز پس از شروع انبارداری اندازه گیری شد. پنج عدد میوه پس از تعیین حجم و وزن در ظرف شیشه‌ای یک لیتری کاملاً بسته شده قرار داده شدند. پس از یک ساعت، نمونه ای از گاز داخل ظرف با استفاده از سوزن دو سر و ظرف خلاء (ونوژکت) هفت میلی لیتری برداشته شد. سپس ۱ میلی لیتر از نمونه گاز توسط سرنگ همیلتون از ونوژکت برداشته شد و به دستگاه گاز کروماتوگرافی تزریق گردید. میزان اتیلن تولید شده بر حسب نانولیتر بر کیلوگرم میوه در ساعت محاسبه گردید (هورویتز و همکاران[3]، ۲۰۰۳).

همچنین دم میوه از نظر رنگ و تازگی به صورت ظاهری و بصری مورد ارزیابی قرار گرفت. آزمون تعیین وضعیت دم میوه برای هر یک از تکرارهای مورد نظر توسط ۵ نفر براساس امتیاز دهی ۱-۵ به صورت زیر ارزیابی شد.

۱- دم میوه به صورت سبز کامل، ۲- دم میوه به صورت ۷۵ درصد سبز کامل، ۳- دم میوه به صورت۵۰ درصد سبز کامل، ۴- دم میوه به صورت ۲۵ درصد سبز کامل و ۵- دم میوه به صورت ۱۰۰ درصد قهوه‌ای.

میزان آلودگی‌های قارچی با استفاده از مشاهدات ظاهری در ظروف بسته بندی مورد سنجش قرار گرفت و نوع قارچ مورد نظر در آزمایشگاه بیماری شناسی گیاهی تشخیص داده شد. با شمارش تعداد نمونه‌های آلوده و بررسی میزان آلودگی قارچی از ۱ تا ۴ نمره دهی شدند: ۱- هیچ میوه آلوده مشاهده نشده، ۲- بین ۱ تا ۳ نمونه آلوده، ۳- بین ۳ تا ۵ نمونه آلوده و ۴- بیش از ۵ نمونه آلوده.

داده‌های به دست آمده بر اساس آزمایش فاکتوریل شامل فاکتور غلظت اسید جیبرلیک در ۴ سطح و فاکتور زمان نگهداری در انبار سرد در ۵ سطح و در قالب طرح

1- Diamanti
2- Slinkard & Singleton
3- Horvitz *et al.*

آماری کاملاً تصادفی با سه تکرار به کمک نرم افزار MSTATC تجزیه آماری گردیدند و میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند.

نتایج

اندازه و وزن میوه

کاربرد اسید جیبرلیک در هر سه غلظت به طور معنی‌داری باعث افزایش اندازه و وزن میوه‌ها نسبت به شاهد گردید (جدول ۱). اگر چه بزرگ ترین میوه‌ها با تیمار ۳۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک بدست آمد اما از لحاظ آماری بین سه غلظت اسید جیبرلیک اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در این پژوهش اسید جیبرلیک (در هر سه غلظت کاربردی) باعث تأخیر در رسیدن میوه گیلاس به مدت ۵ روز شد.

مواد جامد محلول

استفاده از اسید جیبرلیک تأثیر معنی‌داری بر مواد جامد محلول داشته و تیمارهای مختلف اسید جیبرلیک با شاهد تفاوت معنی‌داری از این نظر نشان دادند (جدول۲). میزان مواد جامد محلول طی دوره‌های انبارداری افزایش یافت به عبارتی میوه‌های تیمار شده با ۱۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک، میزان مواد جامد محلول بیشتری را نشان دادند. اختلاف میانگین بین تیمارهای مختلف اسید جیبرلیک با شاهد معنی‌دار بود و کمترین میزان مواد جامد محلول در میوه های تیمار شاهد مشاهده گردید (جدول ۳).

اسیدیته قابل تیتیر

اسید جیبرلیک تأثیر معنی‌داری بر اسیدیته میوه‌ها داشت. اگرچه تأثیر اسید جیبرلیک بر اسیدیته قابل تیتر میوه‌ها معنی‌دار بود، اما بین غلظت‌های مختلف آن اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). در تمامی تیمارها، اسیدیته قابل تیتراسیون طی دوره انبارداری کاهش یافت و روند کاهش اسیدیته در روزهای آخر انبارداری در میوه‌های تیمار شده با اسید جیبرلیک کمتر بود (جدول ۳).

آنتوسیانین کل

در همه تیمارها میزان آنتوسیانین میوه طی دوره انبارداری روند افزایشی داشت. اگرچه بین غلظت‌های اسید جیبرلیک اختلاف معنی‌داری در غلظت آنتوسیانین مشاهده نشد (جدول۲)، اما نتایج نشان دادند که میوه های تیمار شده با اسید جیبرلیک به طور معنی‌داری نسبت به شاهد میزان آنتوسیانین بالاتری داشتند. همچنین روند افزایش کندتری در طی دوره انبارمانی در میزان آنتوسیانین تیمار شاهد نسبت به تیمارهای اسید جیبرلیک مشاهده شد (جدول ۳).

جدول ۱- تأثیر غلظت‌های مختلف اسید جیبرلیک بر وزن و اندازه میوه گیلاس در زمان برداشت

غلظت اسید جیبرلیک (میلی‌گرم در لیتر)	وزن(گرم)	اندازه (میلی متر)	
		قطر	طول
(شاهد)	۲۱/۷۱b	۱۹/۴۳ b	۲۰/۹۳ b
۱۰	۲۵/۷۱a	۲۰/۶۵ a	۲۱/۸۰ a
۲۰	۲۶/۲۹ a	۲۰/۸۱ a	۲۱/۶۹ a
۳۰	۲۷/۲۹ a	۲۱/۲۳ a	۲۲/۱۷ a

†حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۱ در هر ستون می باشد.

جدول۲- جدول تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر غلظت‌های مختلف اسید جیبرلیک در طول انبارداری

منابع تغییرات	درجه آزادی	TSS (Brix)	TA	آنتوسیانین	فنول	سفتی	تلفات آب درصد	رنگ دم میوه	پوسیدگی قارچی
زمان	۵	۹/۹۸۹**	۰/۱۰۳**	۱۹۷۰۴/۷۱۵**	۱۱۸۲/۵۰**	۰/۵۳۴**	۴۹۵/۸۷۴**	۱۸/۷۸۹**	۱۲/۸۷۰**
غلظت	۱۳	۳۷/۵۰۹**	۰/۰۳۴**	۱۲۳۹/۴۶۹**	۳۲۹۰/۳۹**	۳/۹۹۰**	۶۵/۱۳۶**	۳/۸۷۰**	۴/۱۶۷**
زمان*غلظت	۱۵	۰/۳۳۲ ns	۰/۰۰۴ ns	۴۷۹/۲۸۰**	۱۱۰۰/۶۰**	۰/۰۲۶**	۸/۴۹۰**	۰/۴۲۶**	۰/۵۵۶**
خطا آزمایشی	۴۸	۱/۴۴۰	۰/۰۰۵	۵۶/۳۴۰	۵۰/۱۷۷	۰/۰۱۰	۱/۶۳۳	۰/۱۲۵	۰/۰۰۸
ضریب تغییرات	-	۷/۱۳	۱۲/۳۴	۶/۹۶	۳/۶۹	۱/۹۳	۱۷/۴۱	۱۴/۳۰	۹/۱۶

** و ns معنی دار در سطح ۱٪ و غیر معنی دار (دانکن ۵٪)

جدول۳- مقایسه میانگین اثر اسید جیبرلیک بر خصوصیات کیفی میوه گیلاس در طی دوره انبار داری

غلظت اسید جیبرلیک mg/lit	TSS (Brix)	TA تیتراسیون	آنتوسیانین (میلی گرم در لیتر)	فنول (میلی گرم در لیتر)	سفتی (نیوتن بر سانتی متر مربع)	تلفات آب (درصد)	رنگ دم میوه	پوسیدگی قارچی
۰	۱۵/۵۱ c	۰/۵۱ b	۸۰/۷۸ b	۱۳۵/۷ b	۴/۴۷ c	۱۰/۰۲ a	۳/۸۶ a	۱/۶۶ a
۱۰	۱۸/۸۵ a	۰/۶۱ a	۱۱۹/۴ a	۱۵۲/۵ a	۵/۵۹ a	۶/۸۰ b	۲/۲۷ b	۰/۵۵ c
۲۰	۱۶/۷۴ b	۰/۶۰ a	۱۲۱/۵ a	۱۵۸/۲ a	۵/۳۹ b	۶/۵۹ b	۲/۲۲ b	۰/۸۳ b
۳۰	۱۶/۱۸ bc	۰/۵۸ a	۱۲۲/۰ a	۱۶۵/۹ a	۵/۲۶ b	۵/۹۳ b	۲/۲۲ b	۰/۸۳ b
قبل از انبار	۱۵/۶۷ c	۰/۷۱ a	۶۷/۳۵ f	۹۱/۷ f	۵/۳۴a	۱/۰۰ e	۱/۰۰ e	۰/۰۰ e
روز ۷	۱۶/۲۰ bc	۰/۶۲ b	۷۸/۵۷ e	۱۱۰/۲ e	۵/۲۹ b	۱/۰۰ e	۱/۱۶ e	۰/۰۰ e
روز ۱۴	۱۶/۵۷ bc	۰/۶۱ bc	۹۰/۵۵ d	۱۲۸/۲ d	۵/۲۳ bc	۵/۵۳ d	۲/۲۵ d	۰/۲۵ d
روز ۲۱	۱۶/۹۱ b	۰/۵۵ cd	۱۰۳/۶ c	۱۳۷/۱ c	۵/۱۶ c	۱۱/۲۶ c	۲/۷۵ c	۱/۳۳ c
روز ۲۸	۱۷/۲۳ b	۰/۵۱ de	۱۲۸/۶ b	۱۴۸/۲ b	۵/۰۴ d	۱۲/۷۹ b	۳/۵۸ b	۱/۸۳ b
روز ۳۵	۱۸/۳۱ a	۰/۴۵ e	۱۴۸/۴ a	۱۶۸/۲ a	۴/۸۳ e	۱۴/۴۴ a	۴/۰۸ a	۲/۴۱ a

†حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۱ در هر ستون می باشد.

جدول ٤- تأثیر غلظت‌های مختلف اسید جیبرلیک بر میزان تولید اتیلن در طی انبارداری

غلظت اسید جیبرلیک (میلی‌گرم در لیتر)	اتیلن (نانولیتر بر کیلوگرم در ساعت)		
	روز قبل از انبارداری	روز ۱۴	روز۲۸
۰ (شاهد)	۱۹۰/۹a	۲۳۵/۷ a†	۲۷۲/۷ a
۱۰	۱۶۵/۶b	۱۹۱/۳b	۲۱۹/۴b
۲۰	۱۴۵/۵c	۱۶۵/۸c	۱۹۴/۰c
۳۰	۱۳۰/۰d	۱۵۷/۲c	۱۶۹/۴c

†حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۱ در هر ستون می باشد

میزان فنول کل: میزان فنول کل در میوه‌های تیمار شده نسبت به شاهد روند افزایشی نشان داد و افزایش در طی دوره‌های انبارداری نیز معنی‌دار بود (جداول ۲ و ۴). در میوه‌های شاهد طی مدت انبارداری میزان مواد فنولیک افزایش کندتری داشت.

سفتی بافت میوه

میزان سفتی بافت میوه طی انبارداری در تمامی تیمارها روندی کاهشی را نشان داد. اما مقایسه بین تیمار-های اسید جیبرلیک و شاهد نشان داد که میوه‌های تیمار شده با اسید جیبرلیک در ابتدای آزمایش سفتی بیشتری را داشتند و در طول آزمایش هم نسبت به میوه‌های شاهد سفتی بیشتری را حفظ کردند و در نهایت اختلاف بین آن‌ها معنی‌دار بود (جدول۲). بیشترین سفتی مربوط به غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک و کمترین مربوط به شاهد بود و بین غلظت‌های ۲۰ و ۳۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول۳).

کاهش وزن

با توجه به نتایج، جدول تجزیه واریانس تأثیر اسید جیبرلیک بر میزان تلفات یا کاهش وزن میوه‌های گیلاس در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول۲). نتایج مقایسه میانگین نیز نشان می‌دهد که غلظت‌های مختلف اسید جیبرلیک میزان تلفات یا کاهش وزن را در میوه‌ها کم کرده ولی تفاوت معنی‌داری از این نظر بین غلظت‌های اسید جیبرلیک وجود نداشت (جدول۳). از روز ۲۱ انبارداری سرعت تلفات آب شدت بیشتری یافت. در آخرین روز نگهداری (روز ۳۵) بیشترین تلفات آب مربوط به شاهد و کمترین آن در میوه‌های تیمارشده با اسید جیبرلیک دیده شد.

میزان تولید اتیلن

تولید اتیلن در میوه‌های تیمار شده با اسید جیبرلیک به طور معنی‌داری کمتر از میوه‌های شاهد بود. به طوری که بالاترین میزان تولید اتیلن در میوه های شاهد مشاهده شد و با افزایش غلظت اسید جیبرلیک میزان اتیلن تولیدی کاهش یافت (جدول ۴). در ابتدای انبارداری بین غلظت‌های مختلف اختلاف کاملاً معنی‌دار بود ولی با گذشت زمان بین تیمار ۲۰ و ۳۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک از نظر تولید اتیلن اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد و هر دو تیمار کمترین تولید اتیلن را در مقایسه با بقیه تیمارها در پی داشتند (جدول ۴).

وضعیت دم میوه

تیمار اسید جیبرلیک اثر معنی‌داری بر حفظ سبزی دم میوه داشت. میوه‌های تیمار شده و شاهد روند یکسانی را از لحاظ از دست دادن کیفیت دم میوه نشان ندادند. میوه‌های شاهد سریعتر سبزی دم میوه خود را از دست دادند و به صورت "بد" و میوه‌های تیمار شده از وضعیت "متوسط تا قابل قبول" ارزیابی شدند. در واقع میوه‌های تیمار شاهد در روزهای انبارداری (بخصوص در

اواخر دوره نگهداری) دارای کمترین سبزی و کیفیت دم میوه بودند. البته بین غلظت‌های مختلف اسید جیبرلیک از این نظر اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول۲).

میزان آلودگی‌های قارچی

تیمار با اسید جیبرلیک نسبت به شاهد میزان پوسیدگی‌های قارچی (*Penicillium sp.*) را کاهش داد به طوری که میوه‌های شاهد علائم پوسیدگی را از روز ۱۵ انبارداری نشان دادند و از این لحاظ اختلاف معنی‌داری بین شاهد و تیمارهای مختلف اسید جیبرلیک مشاهده گردید (جدول۲). میوه‌های تیمار شده با اسید جیبرلیک، هیچ گونه آلودگی را تا روز ۲۱ بروز ندادند. این نتایج نشان می‌دهد استفاده از اسید جیبرلیک پوسیدگی را در میوه‌های تیمار شده به تأخیر انداخت و به این دلیل آلودگی خیلی کمی در این میوه‌ها مشاهده شد. در هفته‌های چهارم و پنجم، میوه‌های تیمار شده با غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک نسبت به غلظت‌های ۲۰ و ۳۰ میلی‌گرم در لیتر آلودگی کمتری داشتند. هرچند این میوه‌ها نیز اختلاف معنی‌داری را با شاهد نشان دادند به طوری که در پایان دوره نگهداری، میوه‌های تیمار شده با اسید جیبرلیک آلودگی کمتری داشتند (جدول ۳).

بحث

کاربرد اسید جیبرلیک باعث ۸-۵ روز تأخیر در رسیدن میوه‌های گیلاس بسته به رقم می‌شود (دمیسوری و بلانچر[1]، ۲۰۰۰؛ هورویتز و همکاران، ۲۰۰۳؛ یوزینگ و همکاران، ۲۰۰۵) که با نتایج پژوهش حاضر نیز مطابقت دارد. تأخیر در زمان رسیدن، باعث رشد بیشتر میوه (افزایش در اندازه و وزن) همراه با تجمع مواد قندی می‌گردد (چوی و همکاران،۲۰۰۲). اسید جیبرلیک به علت تأثیر در افزایش تقسیم سلولی در مراحل اولیه رشد و نمو میوه و افزایش اندازه سلول در اواخر رسیدن میوه باعث افزایش اندازه و وزن میوه می‌شود. بزرگتر شدن میوه‌های انگور با کاربرد اسید جیبرلیک پس از باز شدن گل‌ها به علت افزایش در تقسیم و بزرگتر شدن سلول‌ها همراه با افزایش در فعالیت آنزیم اینورتاز می‌باشد (پریز و گامز،۲۰۰۰). با افزایش فعالیت این آنزیم، میزان آب و قندها بالاتر می‌رود. تجمع مواد قندی نه تنها برای بزرگ تر شدن سلول لازم است بلکه از ترکیبات اصلی برای سنتز آنتوسیانین‌ها می‌باشند (دراک و فلایمن[2]،۱۹۸۷). بنابراین احتمالاً تیمار اسید جیبرلیک با تأثیر بر افزایش مواد جامد محلول بر مقدار آنتوسیانین اثر گذاشته و آن را افزایش می‌دهد. اغلب این دو پارامتر برای ارزیابی بلوغ بکار می‌روند. افزایش غلظت آنتوسیانین و ترکیبات فنولی در طول دوره انبار می‌تواند به واسطه افزایش فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز (PAL) و افزایش در رنگ میوه‌ها باشد. در میوه توت فرنگی تیمار شده با اسید جیبرلیک فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز و تشکیل ترکیبات فنلی بالا می‌رود. لذا ارتباط مثبتی بین فعالیت این آنزیم و افزایش فنول و آنتوسیانین در اثر تیمار اسید جیبرلیک وجود دارد (مانترو و همکاران[3]، ۱۹۹۸). در واقع، علاوه بر افزایش در میزان آنتوسیانین، افزایش در ترکیبات فنولی نیز دیده شده و رابطه مستقیمی نیز بین آن‌ها وجود دارد. اگر چه طبق گزارشات هیچ ارتباط دقیقی بین مواد فنولی و آنتوسیانینی وجود ندارد (یوزینگ و همکاران، ۲۰۰۷). ارقامی هستند که با وجود آنتوسیانین بالا دارای میزان فنول پایین و نیز ارقامی با خاصیت آنتی‌اکسیدان بالا دارای میزان فنول و آنتوسیانین پایین می‌باشند. طبق گزارش‌های موجود، اسید جیبرلیک با کاهش فعالیت آنزیم‌های پلی گالاکتروناز و پکتین متیل استراز (اندرزوو لی، ۱۹۹۵) و همچنین تنظیم فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیک دیواره سلولی که بر نرم شدگی میوه مؤثر می‌باشد باعث حفظ سفتی میوه در گیلاس می‌شود (باساک و همکاران، ۱۹۹۵). فاکتیوا و همکاران (۲۰۰۳) اعلام کردند افزایش سفتی در گیلاس تیمار شده با اسید

1- Demirsoy & Bilgener

2- Drake & Fellman

3- Montero *et al.*

جیبرلیک مربوط به افزایش مواد جامد نامحلول در الکل یا به علت بالا بودن پکتین‌های محلول در پکتیناز و کم بودن پکتین‌های محلول در آب است. تیمار با اسید جیبرلیک در میوه‌های گوجه فرنگی (دوستال و لیپلد[1]، ۱۹۶۷)، موز (پایز و همکاران، ۲۰۰۴)، توت فرنگی (مارتینز و همکاران[2]، ۲۰۰۴) و هلو (مارتیمز-رومرو و همکاران[3]، ۲۰۰۰) تحریک تولید اتیلن و توسعه رنگ را به تأخیر انداخته و می‌تواند به طور مستقیم بر رسیدگی میوه تأثیر گذار باشد.

با توجه به گزارش‌های قبلی می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که اسید جیبرلیک با حفظ سفتی میوه و تنظیم آنزیم‌های رسیدگی و تأخیر در فرایند پیر شدن میوه (کاپل و مکدولاند[4]،۲۰۰۲و ازیکا و همکاران[5]،۲۰۰۶) از تنفس و تولید اتیلن جلوگیری و در مجموع باعث حفظ کیفیت میوه‌ها می‌گردد. این احتمال وجود دارد که در پایان دوره نگهداری میوه‌ها به علت رسیدگی زیاد، تولید اتیلن افزایش یافته و در نتیجه میزان اسیدیته میوه‌ها کاهش شدیدتری نشان می‌دهند. اسید جیبرلیک در ضخامت کوتیکول و قطر سلول‌های اپیدرم اثر می‌گذارد اما واکنش ارقام متفاوت است (دمیسوری و بلنچر،۲۰۰۰). این ویژگی‌های پوستی بر کاهش وزن میوه‌ها و ترک خوردگی اثر می‌گذارند. از آنجایی که میوه گیلاس به خاطر مقاومت نفوذی کم پوست و میزان تنفس بالا دارای روند کاهش وزن بیشتری نسبت به دیگر میوه‌ها می‌باشد (بوریز و همکاران، ۲۰۰۶). به نظر می‌رسد که اسید جیبرلیک از طریق افزایش سفتی، کاهش سرعت تنفس و کاهش تولید اتیلن و فعالیت‌های متابولیکی از کاهش وزن میوه جلوگیری می‌کند (یوزینگ و همکاران، ۲۰۰۷). در رابطه با اثر اسید جیبرلیک بر کاهش پوسیدگی قارچی می‌توان گفت اسید جیبرلیک باعث کاهش تنفس و فعالیت‌های متابولیکی (مارتینز- رومارو[6]،۲۰۰۰)و افزایش سفتی و کاهش فرورفتگی (یوزینگ و همکاران، ۲۰۰۵ وکاند و دانجو[7]،۲۰۰۱) می‌گردد. لذا افزایش سفتی می‌تواند حساسیت و نفوذ مسیلیوم قارچ را به درون میوه کم و باعث مقاومت بهتر میوه‌ها گردد (مانگ اناریز و همکاران[8]، ۲۰۰۷). از طرف دیگر افزایش غلظت ترکیبات فنلی از جمله آنتوسیانین می‌تواند دلیل دیگری بر کاهش میزان آلودگی قارچی باشد. ترکیبات فنلی نقش مهمی در خنثی کردن آنزیم‌های هضم کننده تولید شده توسط قارچ را دارند که این مورد به خوبی در انگور آلوده شده به وسیله قارچ بوتریتیس اثبات شده است (گوتیز و همکاران[9]،۱۹۹۹). اسید جیبرلیک باعث تأخیر در تخریب سبزینه موجود در دم میوه‌ها گردید به طوری که میوه‌های شاهد سریعتر سبزی دم میوه خود را از دست دادند (جدول۴). تخریب غشاء سلولی باعث فعال شدن آنزیم پلی فنل اکسیداز (PPO) و در نتیجه قهوه‌ای شدن دم میوه می‌گردد (شیک و توویننن[10]،۲۰۰۶). به نظر می‌رسد اسید جیبرلیک با کاهش فعالیت‌های متابولیکی و کاهش حساسیت بافت دم میوه از تلفات آب جلوگیری و تجزیه کلروفیل را به تأخیر انداخته و از فعال شدن این آنزیم جلوگیری می‌کند. نقش ترکیبات هورمونی از جمله اسید جیبرلیک در حفظ سبزی دم میوه توسط محققانی گزارش شده است که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد (ازیکا و همکاران۲۰۰۶ و هورویتز و همکاران،۲۰۰۳).

نتیجه گیری

بر اساس نتایج بدست آمده اسید جیبرلیک با افزایش سفتی بافت میوه در طی رشد و حفظ آن در طی

1- Dostal & Leopold
2- Martinez *et al.*
3- Martinez-Romero *et al.*
4- Kapple & Macdoland
5- Ozkaya *et al.*
6- Martinez-Romero
7- Kond & Danjo
8- Mang Anaris *et al.*
9- Goetze *et al.*
10- Schick & Toivonen

انبارداری، تولید اتیلن، کاهش گسترش آلودگی های قارچی و تلفات آب (کاهش وزن) و نیز تأخیر در از دست دادن کیفیت و وضعیت ظاهری میوه (چروکیدگی و فرورفتگی، قهوه ای شدن دم میوه) می‌تواند به عنوان یک تیمار مؤثر در شاخص‌های کیفی در دوره پس از برداشت گیلاس مفید واقع شود.

منابع

1. Andrews, P.K., and Li, S. 1995. Cell wall hydrolytic enzyme activity during development of non climacteric sweet cherry (*Prunus avium* L.) fruit. Journal of Horticultural Science, 70: 561-567.

2. Basak, A., Rospara, E., and Grzyb, Z. 1998. Use of bioregulators to reduce sweet cherry tree growth and to improve fruit quality. Acta Hortticulture, 468: 719-723.

3. Bernalte, M.J., Sabio, E., Hernandes, M.T., and Gervasini, C. 2003. Influence of storage delay on quality of Van sweet cherry. Postharvest Biology and Technology, 28: 303-313.

4. Boriss, H.J., Brunke, H., Specialist, A., and Kreith. 2006. Commodity Profile: cherries, sweet and tart. Journal of Plant Sciences, 85: 324-326.

5. Choi, B.C., Wiersma, P.A., Toivonen, P., and Kappel, F. 2002. Fruit growth, firmness and cell wall hydrolytic enzyme activity during development of sweet cherry fruit treated with gibberellic acid (GA_3). Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 77: 615-621.

6. Cline, J.A., and Tiought, M. 2007. Effect of gibberellic acid on fruit cracking and quality of Bing and Sam sweet cherries. Canadian Journal of Plant Science, 87: 545-550.

7. Demirsoy, L., and Bilgener, S. 2000. The effect of chemical application, cuticular and epidermal properties of some sweet cherry cultivars with respect to fruit cracking susceptibility. Journal of Agriculture and Forestry, 24: 541-550

8. Diamanti, J. 2008. Comparison of analytical methodologies for the evaluation of nutraceutical parametrers in strawberries fruits. Ashort term scientific mission (STSM) within the COST 863 Euroberry research.

9. Dostal, H.C., and Leopold. A.C. 1967. Gibberellin delays ripening of tomatoes. Science, 158: 1579-1580.

10. Drake, D.R., and Fellman, J.H. 1987. Indicator of maturity and storage quality of Rainier sweet cherry. Journal of Horticultural Science, 2: 283-285.

11. Facteau, T.J., Rowe, K.E., and Chestnut, N.E. 2003. Response patterns of gibberellic acid- treated sweet cherry fruit at different solids leaves and leaf/ fruit ratio. Scientia Horticulture, 27: 257-262.

12. Goetze, G., Fkyerata, A., Meatais, N., Tabacchia, K., Pezetb, R., and Pontb, V. 1999. Resistance factors to gray mould in grape berries: Identification of some phenolics inhibitors of *Botrytis cinerea* stiibene oxidase. Phytochemistry, 52: 759-767.

13. Horvitz, S., Godoy, C., Lopez Camelo, A.F., and Yammi, A. 2003. Application of gibberellic acid to sweetheart sweet cherries: Effect of fruit quality at harvest and during cold storage. Acta Horticulture, 628: 501- 506.

14. Jerie, P.H. 1976. The role of ethylene in abscission of Cling peach fruit. Australian Journal of Plant Physiology, 3(6): 747-754.

15. Kapple, F., and Macdoland, R.A. 2002. Gibberellic acid increases fruit firmness, fruit size and delays maturity of sweet heart, sweet cherry. Journal of American Pomology Society, 56: 219-222.

16. Khader, S.E.S.A. 2003. Effect of preharvest application of GA_3 on post harvest behavior of mango fruit. Scientia Horticulture, 47: 317-320.

17. Kond, S., and Danjo, C. 2001. Cell wall polysaccharide metabolism during fruit development in sweet cherry at Ohnishiki as affected by gibberellic acid. Journal of Japanese Society for Horticultural Sciencer, 7: 178-184.

18. Kupferman, E., and Sanderson, P. 2005. Temperature management and modified atmosphere packaging to preserve sweet cherry fruit quality. Acta Horticulture, 667: 523-528.

19. Mang Anaris, G.A., IIia.,Va., Silakakis, M., and Mignani, I. 2007. The effect of hydrocooling on ripening relation quality attributes and cell wall physio chemical properties of sweet cherry fruit (*Prunus avium* L.). Journal of International Refrig, 30:1386-1392.

20. Martinez, G.A., Chaves, A.R., and Anon, M.C. 2004. Effect of gibberellic acid on ripening of strawberry fruits (*Fragaria annanasa*). Journal of Plant Growth Regulation, 13: 87-91.

21. Martinez-Romero, D., Valero, D., Serrano, M., Burlo, F., Carbonell, A., Burgos, L., and Auelme, R. 2000. Exogenous polyamine and gibberellic acid effect on peach (*Prunus persica*) storability improvement. Journal Food Science, 65: 288-294.

22. Montero, T., Molla, E., Martin-Cabrejas, M.E., and Lopez-Andreu, F.J. 1998. Effect gibberlic acid on strawberry PAL phenylanine- ammonia. lyase enzyme activities. Journal Science Food Agriculture, 77: 230-234.

23. Ozkaya, O., Dundav, O., and Kude, A. 2006. Effect of preharvest gibbberellic acid treatment on post harvest quality of sweet cheery. Journal of Food, Agriculture and Environment, 4: 189-191.

24. Payasi, A., Misra, P.G., and Snawal, G.G. 2004. Effect of phytohormones on pectate lyase activity in ripening *Musa accuminata*. Journal of Plant Physiology and Biochemistry, 44: 861-865.

25. Perez, F., and Gomez, M. 2000. Possible role of invertase in the gibberellic acid berry- sizing effect in sultana grape. Journal of Plant Growth Regulation, 69: 111-116

26. Schick, J.L., and Toivonen, P.M.A., 2002. Reflective traps at harvest reduce stem browning and improving fruit quality of cherries during subsequent storage. Postharvest Biology Technology, 25: 117-121.

27. Slinkard, K., and Singleton, V.L. 1977. Total phenol analysis: Automatiom and comparison with manual methods. American Journal of Enology and Viticulture, 28(1): 49-55.

28. Usenik, V., Kastel, D., and Stampar, F. 2005. Physiochemical changes of sweet cherry fruit related to application of gibberllic acid. Food Chemistry, 90: 663-671.

29. Usenik, V., Fabicic, J., and Stampar, F. 2007. Sugar, organic acid, phenolic composition and antioxidant activity of sweet cherry (*Prunus avium*. L.). Food Chemistry, 107: 185-192.

30. Zilka, S., Lurie, S., Lapsker, Z., Zuthi, Y., David, I., Yesselson, Y., Antman, S., and Ben, R. 1997. The ripening and stored quality of nectarine fruit in response to pre- harvest application of gibberellic acid. Journal of Horticultural Science, 72: 355-362.