مقاله پژوهشی

تأثیر زمان برداشت بر خصوصیات کیفی، آنتی‌اکسیدانی و ناهنجاری‌های فیزیولوژیکی سیب ارقام رد و گلدن‌دلیشز در طول انبارداری

صبا کردستانی[۱]، حمید حسن‌پور[۲]* و محمدرضا اصغری[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۲/۳- تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۹/۱۳)

چکیده

سیب با نام علمی (*Malus domestica* Borkh.) از خانواده Rosaceae و یکی از میوه‌های با ارزش در دنیا می‌باشد. در کشور ایران نیز استان آذربایجان‌غربی یکی از قطب‌های مهم تولید میوه سیب می‌باشد. درجه بلوغ و رسیدگی میوه در زمان برداشت، عامل اصلی تعیین کننده کیفیت نهایی میوه و پتانسیل ماندگاری پس از برداشت می‌باشد. در این پژوهش شاخص‌های نشاسته، سفتی، مواد جامد محلول (TSS)، اسیدهای قابل تیتراسیون (TA)، TSS/TA، فنل کل، فلاونوئید کل، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز و ناهنجاری پس از برداشت آبگزیدگی در ۲ رقم سیب (رد و گلدن دلیشز) طی زمان‌های مختلف برداشت در استان آذربایجان غربی (ارومیه) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اکثر صفات اندازه‌گیری شده از لحاظ آماری در سطح ۱٪ معنی‌دار بودند. نتایج حاصله نشان داد که هر چه زمان برداشت به تأخیر بیافتد میزان شاخص نشاسته، TA، سفتی بافت میوه کاهش و مقدار TSS، مقدار ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، میزان فنل کل و فلاونوئید کل و فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز افزایش می‌یابد. همچنین انبارداری باعث افزایش معنی‌دار میزان TSS، شاخص طعم، فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز و کاهش معنی‌دار مقدار ظرفیت آنتی‌اکسیدان، میزان فلاونوئید کل و سفتی بافت میوه می‌شود. بطور کلی نتایج بررسی‌ها نشان داد که جهت مصرف تازه‌خوری و انبارداری کوتاه مدت می‌توان میوه‌های ارقام رددلیشز و گلدن‌دلیشز را دیرتر برداشت نمود (برداشت هفتم)، در حالیکه برای انبارداری طولانی مدت میوه‌های هر دو رقم بهتر است زودتر برداشت شوند (برداشت سوم).

کلمات کلیدی: آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، سفتی میوه، فلاونوئید کل، فنل کل، ناهنجاری

۱- دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

۲- دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

۳- استاد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

* پست الکترونیک: ha.hassanpour@urmia.ac.ir

مقدمه

سیب به عنوان یکی از مهم‌ترین محصولات باغبانی دنیا، در ایران نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و قابلیت انبارداری زیادی دارد، بطوریکه در ایران سالیانه ۲/۹ میلیون تن سیب تولید می‌شود که استان آذربایجان‌غربی با سهم ۲۶/۳ درصد در رتبه اول تولید سیب قرار دارد (بی‌نام، ۱۳۹۷). بنابراین استان آذربایجان‌غربی یکی از قطب‌های مهم تولید میوه‌های سردسیری به‌ویژه میوه سیب بوده به طوری که به طور میانگین سالانه حدود ۸۰۰ هزار تن میوه سیب در این استان تولید می‌شود. ولی متأسفانه به دلیل عدم رعایت اصول علمی و صحیح در مدیریت برداشت و پس از برداشت، بخش زیادی از محصول در طول دوره پس از برداشت از بین می‌رود و مقدار زیادی از محصول که به دست مصرف کننده می‌رسد از کیفیت خوبی برخوردار نیست (بی‌نام، ۱۳۹۷).

متأسفانه حدود ۳۱-۲۵ درصد این محصول در مراحل مختلف برداشت، جابه‌جایی، درجه‌بندی، بسته‌بندی، حمل و نقل، نگهداری و یا در صنایع تبدیلی ضایع شده و از بین می‌رود (دامیار و دستجردی، ۱۳۹۳). بنابراین رعایت مسائل مختلف موثر بر کیفیت میوه از قبیل عوامل آب‌وهوایی، تغذیه درختان مادری، کنترل آفات و بیماری‌ها، تعیین زمان مناسب برداشت و مدیریت پس از برداشت در حفظ کیفیت سیب و کاهش ضایعات، بسیار موثر خواهد بود. کیفیت، طعم و عمرانباری میوه‌ها متأثر از ساختار ژنتیکی آن‌ها می‌باشد و در رقم‌ها و گونه‌های مشابه نیز متفاوت می‌باشد. میزان و سرعت رسیدگی و فیزیولوژی پس از برداشت میوه‌ها در ارقام مختلف ممکن است با هم متفاوت باشد (بخشی‌خانیکی و همکاران، ۱۳۹۰). زمان برداشت و بلوغ فیزیولوژیکی محصول در موقع برداشت تأثیر مستقیم و بسیار زیادی بر عمر پس از برداشت و ناهنجاری‌های میوه در طول دوره نگهداری دارد. در سیب که یک محصول بسیار مهم اقتصادی است، تأخیر در زمان برداشت می‌تواند منجر به افزایش ناهنجاری‌هایی مثل آب گزیدگی و از هم پاشیدگی داخلی شده و همچنین به دلیل ورود میوه به فاز فرازگرایی، عمر پس از برداشت آن نیز بسیار کاهش می‌یابد (هررا[1]، ۲۰۰۳). همچنین در صورت برداشت زود هنگام، ترکیبات تشکیل دهنده عطر و طعم به خوبی تشکیل نشده و میوه کیفیت لازم را نخواهد داشت، بنابراین پس از طی دوره نگهداری و حمل و نقل از بازارپسندی خوبی برخوردار نخواهد شد (هررا، ۲۰۰۳).

زمان مناسب برداشت را می‌توان با آزمایشاتی چون اندازه‌گیری سفتی بافت، نسبت قند به اسید، تعداد روز پس از تمام گل و واحدهای گرمایی گرفته شده توسط محصول تعیین نمود. در سیب تعداد روز پس از تمام گل، معیار خوبی می‌باشد. در هر منطقه عملیات برداشت بایستی با توجه به معیارهای صحیح صورت گیرد (راحمی، ۱۳۸۴؛ منیعی، ۱۳۸۰).

دامیار و دستجردی (۱۳۹۳) با بررسی تغییرات کیفیت میوه سیب رقم گالا در مرحله رسیدگی و مدت انبارمانی به این نتیجه رسیدند که صفات مختلفی چون سفتی بافت میوه، کاهش وزن، مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، طعم و قابلیت پذیرش (بازارپسندی) میوه به شدت تحت تأثیر زمان برداشت و مدت انبارمانی قرار می‌گیرد، به طوری که با طولانی شدن مدت انبارمانی (ماه پنجم) سفتی بافت میوه کاهش معنی‌دار نشان داده، همچنین میزان مواد جامد محلول در طی زمان‌های مختلف برداشت و همچنین مدت انبارمانی افزایش یافته است. اسیدهای آلی به خصوص اسید مالیک در مرحله رسیدگی میوه سیب با افزایش شدت تنفس کاهش می‌یابد. براساس نتایج این تحقیق، برداشت به موقع موجب افت کاهش وزن میوه رقم گالا شده است. اورنگی و همکاران (۱۳۹۰) با بررسی اثر زمان برداشت بر عمرانباری و صفات کیفی میوه سیب رقم گلاب اصفهان نتیجه گرفتند که میزان سفتی و اسیدهای آلی با تأخیر در برداشت کمتر می‌شود ولی میوه‌هایی که دیرتر برداشت می‌شوند، دارای کیفیت بهتری هستند. آنها مناسب‌ترین شرایط برداشت برای سیب رقم گلاب اصفهان را در سفتی ۲/۲۱ کیلوگرم، مواد جامد محلول ۱۲/۶۸درصد و اسیدهای آلی ۲۶۸/۱ میلی‌گرم گزارش نمودند. پرانس[2] و همکاران (۲۰۱۱) طی مطالعه‌ای بر روی رقم هانی‌کریسپ[3] سیب، میوه‌ها را در ۷ تا ۹ زمان مختلف برداشت نموده و اثر زمان برداشت و بلوغ میوه را بر روی ایجاد لکه تلخ و دیگر اختلالات پس از برداشت بررسی نمودند. آنها گزارش نمودند

1. Herrera
2. Prance
3. Honeycrisp

که شیوع هر یک از اختلالات بسته به زمان برداشت متفاوت است. لکه تلخ در میوه نرسیده توسعه پیدا کرد و تا زمان برداشت کاهش یافت در حالیکه اختلال پیری در میوه نرسیده وجود نداشت و تا زمان برداشت افزایش یافت. کمترین لکه تلخ بعلاوه پیری در میانه زمان برداشت (حداکثر در هفته ۵) اتفاق افتاد، زمانی که اتیلن درونی در حال ظاهر شدن اولیه در میوه بود. در نتیجه این مطالعه نشان داد که یک زمان برداشت بهینه برای این رقم وجود دارد. کویکیلینه[1] و همکاران در سال ۲۰۱۱ با مطالعه اثر زمان برداشت بر سیب رقم لودل[2] اعلام کردند که با تأخیر در برداشت، با اینکه میوه‌ها درشت‌تر شده و رنگ بهتری داشتند ولی از سفتی پایین‌تری برخوردار بودند. کویکیلینه[3] و والسکات (۲۰۰۹) با مطالعه اثر مرحله بلوغ روی کیفیت میوه طی انبارمانی سیب رقم شامپیون[4] نشان دادند که علت کاهش وزن زیاد میوه‌های برداشت‌های زود هنگام در طول انبارمانی، کوچکی میوه‌ها، نسبت سطح به حجم بالای آن، عدم تکامل کوتیکول و تشکیل نشدن لایه مومی بر روی پوست میوه می‌باشد و همچنین به این نتیجه رسیدند که میوه‌های دیرتر برداشت شده، نرم‌تر بوده و دارای مواد جامد محلول بیشتری هستند. به طور کلی آنها برداشت سیب رقم شامپیون در مرحله بلوغ فیزیولوژیک را به عنوان مرحله بهینه برداشت برای نگهداری آنها در انبار پیشنهاد کردند. واتکینز[5] و ارکان (۲۰۰۵) طی مطالعه‌ای بر روی رقم هانی‌کریسپ سیب میوه‌ها را در ۳ زمان مختلف (۲۳ و ۳۰ شهریور و نیز ۶ مهر) برداشت نموده و اثر زمان برداشت و میزان بلوغ فیزیولوژیکی را بر خواص کیفی میوه، بررسی نمودند. آنها گزارش نمودند که میزان ناهنجاری‌های انباری و خواص کیفی میوه بطور معنی‌داری تحت تأثیر زمان برداشت قرار می‌گیرد. بطوریکه با تأخیر در برداشت میزان بروز ناهنجاری‌های اسکالد انباری و از هم پاشیدگی بیشتر شد. همچنین میزان سفتی و اسیدهای آلی با تأخیر در زمان برداشت کاهش یافت، ولی بروز لکه تلخ و پوسیدگی تحت تأثیر زمان برداشت قرار نگرفت.

تعیین زمان مناسب برداشت برای ارقام در مناطق مختلف تولیدی، یکی از فاکتورهای تأثیرگذار در ارتقاء کیفیت و کاهش ضایعات محصول می‌باشد. هدف از انجام این پژوهش، تعیین زمان مناسب برداشت ارقام اقتصادی استان آذربایجان-غربی در شرایط کشت ارومیه و بررسی روند تغییرات فیزیکی و بیوشیمیایی میوه در زمان‌های مختلف برداشت می‌باشد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در باغ سیب دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه روی درختان سیب ارقام رد دلیشز و گلدن دلیشز ۱۳ ساله پیوند شده روی پایه MM106 انجام گرفت. برداشت میوه‌های ارقام رد دلیشز و گلدن دلیشز از ۲۵ شهریور ماه تا ۱۲ مهر ماه سال ۱۳۹۴به فاصله ۳ روز صورت گرفت. برداشت برای هر واحد آزمایشی به صورت جداگانه انجام گردید و میوه‌ها برای ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی به آزمایشگاه گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی، انتقال یافتند. همچنین میوه‌ها به منظور بررسی عمرانبارداری آنها به مدت ۳ ماه در سردخانه معمولی با دمای ۰/۵±۰ و رطوبت نسبی ۵±۸۵ درصد نگهداری شدند. صفات کیفی و بیوشیمیایی ارقام سیب رد دلیشز و گلدن دلیشز از قبیل شاخص نشاسته، درصد مواد جامد محلول، مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون، سفتی میوه، مقدار فلاونوئید کل، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، مقدار فنل کل میوه، میزان فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز و ناهنجاری آب گزیدگی در زمان‌های مختلف برداشت و پایان انبارداری مورد اندازه گیری قرار گرفتند.

جهت تعیین شاخص نشاسته از روش یدید پتاسیم (فرو بردن میوه دو نیم شده در داخل محلولی با ۱ گرم یدید پتاسیم و ۰/۲۵ گرم ید حل شده در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب به مدت ۳ ثانیه)، مواد جامد محلول از رفراکتومتر دستی (مدل ATAGO) و شاخص طعم نیز از نسبت TSS به TA استفاده شد. برای تعیین سفتی بافت میوه‌ها از دستگاه سفتی‌سنج (مدل TA. XT Plus Stable Micro System UK) با قطر پیستون ۸ میلی‌متر استفاده شد. اسیدیته قابل تیتراسیون بر اساس اسید مالیک و با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌گردد (جلیلی-مرندی، ۱۳۹۱):

1. Kvikliene
2. Lodel
3. Kvikliene and Valiuskaaite
4. Shampion
5. Watkins and Erkan

$$T.A = (\frac{S \times N \times F \times E}{C}) \times 100$$

TA: مقدار اسیدهای آلی موجود در عصاره میوه (mL/۱۰۰g)؛ S: مقدار NaOH مصرف شده (mL)؛ N: نرمالیته NaOH؛ F: فاکتور NaOH؛ C: مقدار عصاره میوه (mL)؛ E: اکی‌والان اسید مورد نظر (اسید مالیک).

در ارزیابی ظرفیت آنتی اکسیدانی به روش DPPH[1] ابتدا ۵۰ میکرولیتر عصاره میوه آماده شده را با ۹۵۰ میکرولیتر DPPH مخلوط کرده و بعد از ۳۰ دقیقه جذب نمونه‌ها توسط دستگاه اسپکتروفتومتر با طول موج ۵۱۷ نانومتر قرائت و در معادله زیر جاگذاری شد:

$$\text{درصد بازدارندگی} = (Ac - As/Ac) \times 100$$

که As میزان جذب DPPH در حضور نمونه عصاره و Ac جذب DPPH بدون عصاره می‌باشد (چیو[2] و همکاران، ۲۰۰۷).

برای ارزیابی فنل کل از روش دو[3] و همکاران (۲۰۰۹) با کمی تغییر استفاده شد که ابتدا ۳۰ میکرولیتر عصاره میوه تهیه شده، به داخل ویال ریخته شد و بعد ۹۰ میکرولیتر آب مقطر، ۶۰۰ میکرولیتر فولین ۱۰٪ اضافه گردید و بعد از گذشت ۶ دقیقه، ۴۸۰ میکرولیتر کربنات سدیم به آن اضافه شد و حجم نهایی به ۱۲۰۰ میکرولیتر رسانده شد. نمونه‌ها به مدت ۱/۵ الی ۲ ساعت در محل تاریکی در دمای اتاق نگهداری شدند. بعد از این مدت جذب نمونه‌ها در طول موج ۷۶۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت گردید، مقدار فنل کل با رسم منحنی استاندارد گالیک اسید بر حسب میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم بیان شد.

برای ارزیابی فلاونوئید کل از روش شین[4] و همکاران (۲۰۱۴) با کمی تغییر استفاده شد. ابتدا ۵۰۰ میکرولیتر عصاره میوه تهیه شده را با ۱۵۰ میکرولیتر نیتریت سدیم ۵٪ مخلوط کرده و بعد از ۵ دقیقه، ۳۰۰ میکرولیتر کلرید آلومینیوم ۱۰٪ به آن اضافه شد و بعد از طی ۵ دقیقه، ۱ میلی‌لیتر سود یک مولار اضافه گردید و در نهایت حجم محلول به ۵ میلی‌لیتر رسانده شد و توسط دستگاه اسپکتوفتومتر در طول موج ۵۱۰ نانومتر قرائت گردید. مقدار فلاونوئید کل برحسب میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم وزن تر کاتچین بیان شد.

فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز (PPO) طبق روش پیزوکارا[5] و همکاران (۱۹۹۳) بر اساس اکسیداسیون کاتکول اندازه‌گیری شد. ۲/۵ میلی‌لیتر ماده بافری شامل (بافر فسفات سدیم ۱۰۰ میلی‌مولار، pH=۴/۶ و ۵۰ میلی‌مولار کاتکول) را به ۰/۵ میلی لیتر عصاره آنزیمی اضافه کرده و پس از قرار دادن در بن ماری در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ دقیقه منحنی تغییرات جذب در طول موج ۴۲۰ نانومتر به مدت ۳ دقیقه اندازه‌گیری شد و بر اساس فرمول زیر محاسبه شد. یک واحد فعالیت آنزیمی عبارت بود از میزان تغییر PPO به مقدار ۰/۰۰۰۱ در دقیقه در یک میلی‌لیتر از عصاره آنزیم.

$$\text{فعالیت پلی فنل اکسیداز} = \left(\frac{\Delta A * 1000}{0.001 * 25}\right) * 100$$

که در این فرمول ΔA اختلاف جذب و ۲۵ میزان گرم آنزیم بکار رفته است.

میزان ناهنجاری آبگزیدگی میوه‌ها از طریق مشاهده ظاهری و نمره‌دهی به آنها به شرح زیر مورد ارزیابی قرار گرفت:

۱. عادی و فاقد ناهنجاری، ۲. ناهنجاری خیلی کم (تا ۵٪)، ۳. ناهنجاری کم (۵ تا ۲۰٪)، ۴. ناهنجاری متوسط (۲۰ تا ۵۰ ٪)، ۵. ناهنجاری شدید (بیش از ۵۰٪) (یو[6] و همکاران، ۲۰۰۳).

پژوهش حاضر بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کاملا تصادفی در ۴ تکرار انجام شد. فاکتور اول رقم در ۲ سطح و (ارقام رد دلیشز و گلدن دلیشز)، فاکتور دوم زمان برداشت در ۷ سطح (۲۵ شهریور ماه تا ۱۲ مهر ماه سال ۱۳۹۴به فاصله ۳روز در میان) و فاکتور سوم زمان انبارمانی در۲ سطح (۰ و ۳ ماه) بود. برای انجام تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌های صفات اندازه‌گیری شده از نرم‌افزار SAS سری ۹/۲ استفاده شد، مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گرفت. همچنین برای رسم شکل از نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

شاخص نشاسته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی رقم، زمان برداشت

1. 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl
2. Chiou
3. Du
4. Shin
5. Pizzocaro
6. Yu

و زمان نگهداری، همچنین اثر متقابل رقم و زمان برداشت، اثر متقابل رقم و زمان نگهداری، اثر متقابل زمان برداشت و زمان نگهداری و اثر متقابل رقم، زمان برداشت و زمان نگهداری در سطح احتمال ۱٪ بر میزان شاخص نشاسته معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین (شکل ۱) نشان داد که با تأخیر در برداشت میزان شاخص نشاسته کمتر می‌شود، به طوریکه بیشترین میزان مربوط به هر دو رقم در زمان برداشت اول (۲۵ شهریورماه) و کمترین میزان این شاخص مربوط به هر دو رقم در طی انبارداری می‌باشد. مقدار نشاسته در پایان انبارداری به حداقل مقدار رسید. ارقام مختلف از لحاظ مقدار نشاسته تفاوت چندانی با هم نداشتند.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس برخی صفات اندازه‌گیری شده در ارقام سیب رد دلیشز و گلدن دلیشز

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		شاخص نشاسته	سفتی	TSS	TA	TSS/TA	ظرفیت آنتی اکسیدانی	فنل کل	فلاونوئید کل	پلی فنل اکسیداز	آب گزیدگی
ارقام (A)	۱	۲/۵۸**	۱۲۱/۸۴**	۱۹/۴۷**	۱/۴۷^{ns}	۴۵۰/۴۸**	۴۳۹/۳۲**	۵۰۹۱۰۳/۲۵**	۱۰۱۴۷۳/۱۲**	۸۹۱۹۱۰۰۳۲**	۲۴/۱۴**
زمان برداشت (C)	۶	۱۱/۳۳**	۵۳/۸۴**	۱۶/۶۴**	۱/۲۱^{ns}	۲۶۱۰/۶۷**	۵۴/۴۱**	۶۰۶۳۲۹/۷۰**	۹۳/۵۶^{ns}	۲۰۶۲۴۴۹۴۱**	۰/۸۰**
انبارمانی (B)	۱	۳۱/۰۸**	۴۰/۳۴**	۵۳/۳۵**	۲/۱۵^{ns}	۱۰۵۲۳/۷۲**	۳۲۵۳/۱۸**	۷۶۴۳۴/۹۵^{ns}	۴۱۳۶۵۸/۹۶**	۴۴۹۰۴۰۶۰۴**	۳/۵۷**
A*B	۱	۳/۲۲**	۱/۰۰^{ns}	۰/۲۵^{ns}	۱/۰۹^{ns}	۳۲۴/۵۶**	۱۴۳/۰۵**	۶۶۳۴۲/۵۶^{ns}	۱۸۷/۲۰^{ns}	۹۲۲۳۸۳۰۰**	۳/۵۷**
A*C	۶	۲/۱۶**	۶/۶۳^{ns}	۰/۸۲^{ns}	۱/۲۶^{ns}	۱۶۱/۱۵**	۴/۴۰^{ns}	۸۱۶۱/۶۱^{ns}	۱۳۹۵/۹۴^{ns}	۷۴۴۱۵۰۵^{ns}	۰/۸۰**
B*C	۶	۲/۸۳**	۳/۸۰^{ns}	۰/۶۲^{ns}	۱/۲۲^{ns}	۸۴/۴۹*	۴۲۴/۲۱**	۳۴۷۰۰/۵۵^{ns}	۷۱۱۸۱/۵۲**	۶۴۱۶۷۸۵^{ns}	۰/۲۳**
A*B*C	۶	۰/۸۰**	۲/۹۸^{ns}	۱/۸۰^{ns}	۱/۲۳^{ns}	۱۵۴/۷۱**	۱۹/۸۹^{ns}	۱۳۴۷۱/۰۹^{ns}	۲۹۹/۵۶*	۸۹۶۰۳۵۲^{ns}	۰/۲۳**
اشتباه آزمایشی	۸۱	۰/۱۱	۳/۱۵	۰/۸۸	۱/۲۱	۳۶/۹۷	۱۷/۹۰	۲۳۷۹۸/۹۵	۷۷۲/۶۹	۱۳۱۸۲۶۱	۰
C.V		۱۷/۹۷	۲۱/۹۱	۷/۵۷	۳۰/۶۲	۰/۰۶	۵/۴۳	۱۴/۹۸	۹/۳۱	۱۸/۰۵	۰

**، * و ns به ترتیب نشان دهنده معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪، ۵٪ و عدم معنی‌داری

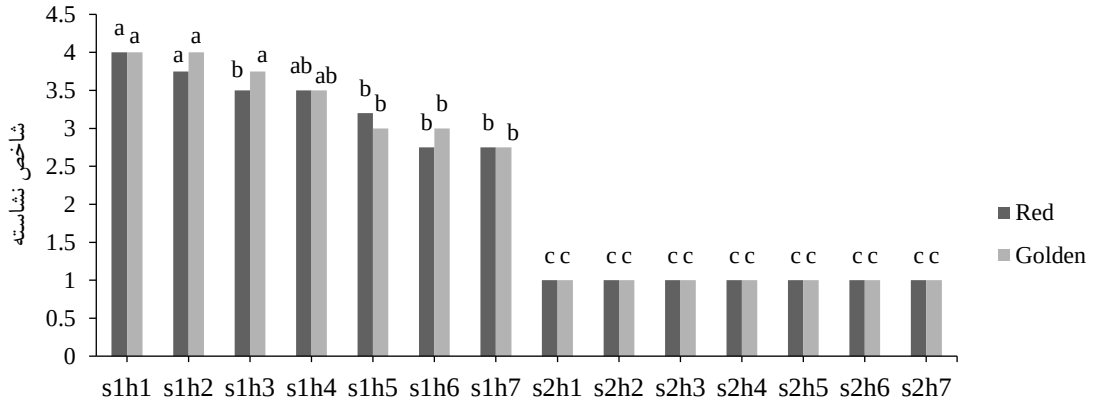
با تأخیر در زمان برداشت و رسیدن بیشتر میوه، غالب تغییرات کیفی میوه به شکسته شدن کربوهیدرات‌های پلیمری مربوط است به‌طوری که تقریبا کل نشاسته به قند تبدیل می‌شود. این تغییرات باعث تغییر در سایر ویژگی‌های حسی میوه بخصوص طعم، مزه و ساختار گوشت میوه می‌شود. مقدار نشاسته در دوره انبارداری نیز کاهش می‌یابد. بنابراین مقدار نشاسته در این نوع میوه‌ها می‌تواند به‌عنوان شاخص برداشت محصول به کار برده شود. همراه با کاهش نشاسته، مقدار قند میوه‌ها افزایش می‌یابد. کاهش نشاسته از قسمت مغز میوه شروع شده و به طرف پوست گسترش می‌یابد (جلیلی‌مرندی، ۱۳۹۱). با توجه به مطالعات انجام شده توسط دامیار و دستجردی (۱۳۹۳) میوه‌هایی که با شاخص نشاسته ۵/۲-۲ برداشت شدند، از بهترین کیفیت برخوردارند. لذا بهترین زمان برداشت برای هر دو رقم زمان برداشت اول (۲۵ شهریور ماه) و زمان برداشت دوم (۲۸ شهریور ماه) می‌باشد که شاخص نشاسته بیشتر بوده است.

شاخص سفتی

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که اثر اصلی رقم، زمان برداشت و زمان نگهداری بر میزان سفتی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بوده است. بیشترین میزان سفتی مربوط به رقم رد دلیشز می‌باشد (شکل ۲ الف). همچنین بر اساس شکل (۲ ب)، با تأخیر در برداشت میزان سفتی بافت میوه کاهش معنی‌داری می‌یابد بطوریکه بیشترین میزان سفتی بافت میوه مربوط به زمان برداشت اول (۲۵ شهریور ماه) با مقدار متوسط ۱۰/۶ نیوتن و کمترین میزان سفتی بافت میوه مربوط به زمان برداشت هفتم (۱۲ مهرماه) با مقدار متوسط ۵/۳۶ نیوتن می‌باشد.

نتایج این مطالعات نشان داد که با تأخیر در برداشت سفتی کاهش می‌یابد که با نتایج به دست آمده با نتایج مسکوکی و همکاران (۱۳۸۵) در میوه سیب و استو[1] (۱۹۸۸) در میوه گلابی مطابقت داشت، شکل (۲ ج) نشان می‌دهد که در هر دو رقم رد دلیشز و گلدن دلیشز ۳ ماه بعد از نگهداری در

1. Stow



زمان نگهداری x زمان برداشت x رقم

شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و زمان برداشت و زمان نگهداری بر میزان شاخص نشاسته ارقام سیب رد دلیشز و گلدن دلیشز

(حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد با آزمون دانکن می‌باشد). h1 (برداشت ۲۵ شهریور ماه)، h2 (برداشت ۲۸ شهریور ماه)، h3 (برداشت ۳۱ شهریور ماه)، h4 (برداشت ۳ مهرماه)، h5 (برداشت ۶ مهرماه)، h6 (برداشت ۹ مهرماه)، h7 (برداشت ۱۲مهرماه)، s1 (زمان نگهداری ۰)، s2 (زمان نگهداری به مدت ۳ ماه).

سردخانه میزان سفتی بافت میوه کاهش معنی‌داری پیدا کرد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که میزان سفتی بافت میوه‌هادر ارقام مختلف متفاوت بوده و در هر ۲ رقم مورد مطالعه با تأخیر در برداشت و همچنین بعد از نگهداری در سردخانه میزان سفتی بافت میوه‌ها کاهش می‌یابد. این نتایج با نتایج دامیار و دستجردی (۱۳۹۳) و اورنگی و همکاران (۱۳۹۰) در میوه سیب مطابقت دارد. بهترین زمان برداشت از نظر شاخص سفتی برای ارقام مورد مطالعه زمان برداشت اول (۲۵ شهریور ماه) می باشد که بیشترین میزان سفتی را داراست که نتایج ما با نتایج مسکوکی و همکاران (۱۳۸۵) در میوه سیب مطابقت دارد.

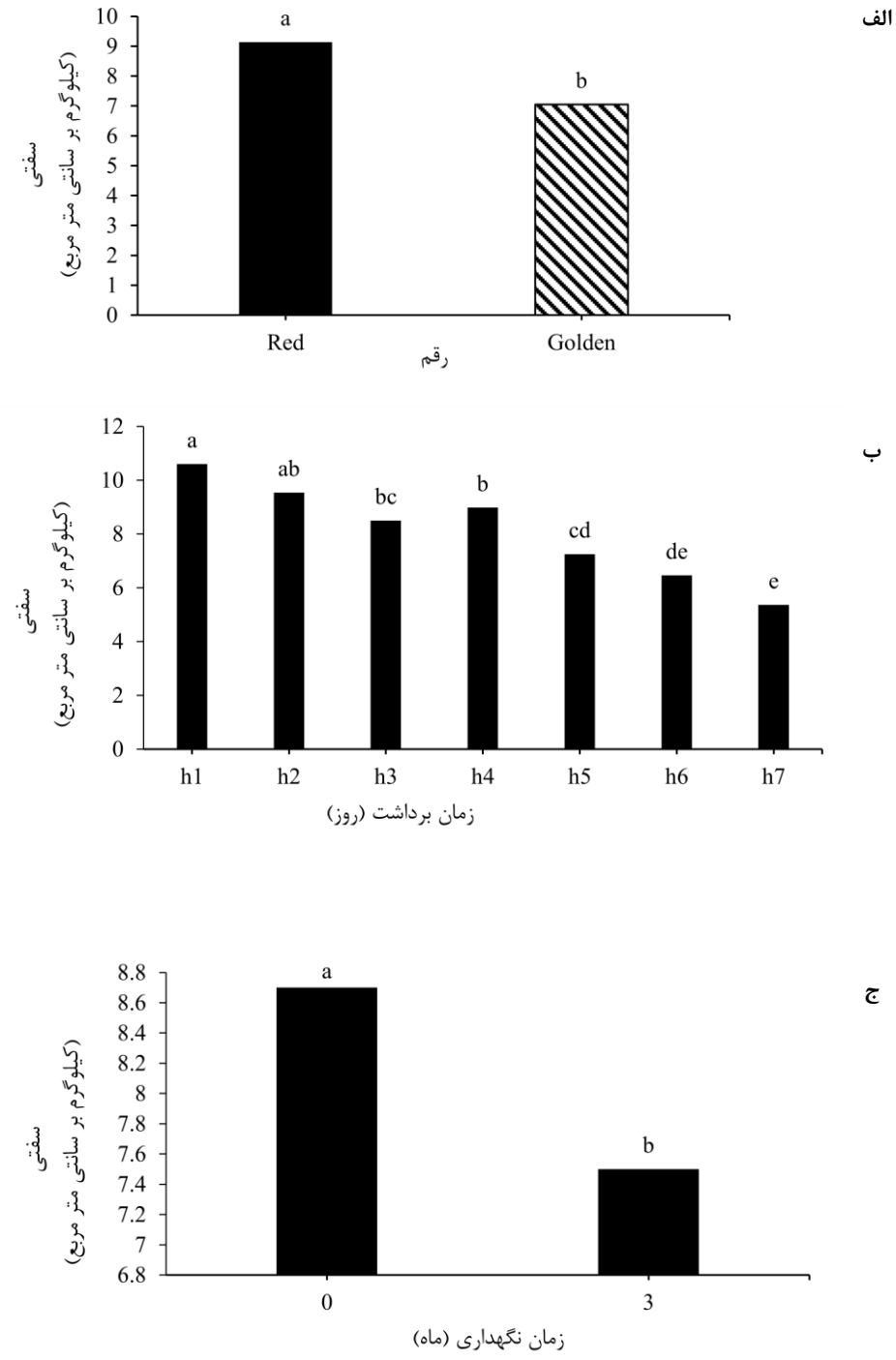
میزان مواد جامد محلول (TSS)

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که اثر اصلی رقم، زمان برداشت و زمان نگهداری در سطح احتمال ۱٪ بر مقدار مواد جامد محلول معنی‌دار بود. رقم رد دلیشز درصد مواد جامد قابل حل بیشتری را نسبت به رقم گلدن دلیشز دارد (شکل۳ الف). با تأخیر در زمان برداشت درصد مواد جامد قابل حل افزایش می‌یابد (شکل ۳ ب). نتایج به دست آمده با نتایج دامیار و دستجردی (۱۳۹۳) در میوه سیب رقم گالا و اورنگی و همکاران (۱۳۹۰) در میوه سیب رقم گلاب اصفهان و کویلینه و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت داشت، بطوریکه بیشترین میزان مواد جامد قابل حل مربوط به زمان برداشت هفتم (۱۲ مهرماه) با مقدار متوسط ۱۴ درصد و کمترین میزان مواد جامد قابل حل مربوط به زمان برداشت اول (۲۵ شهریور ماه) با مقدار متوسط ۱۱/۲۸ درصد می‌باشد . همچنین درصد مواد جامد قابل حل در ارقام رد دلیشز و گلدن دلیشز بعد از ۳ ماه نگهداری در سردخانه افزایش معنی‌داری در مقایسه با قبل از انبارداری داشته است چرا که در ارقام پاییزه ذخیره نشاسته زیاد است و این نشاسته به تدریج به قندهای محلول تبدیل می شود (شکل ۳ ج).

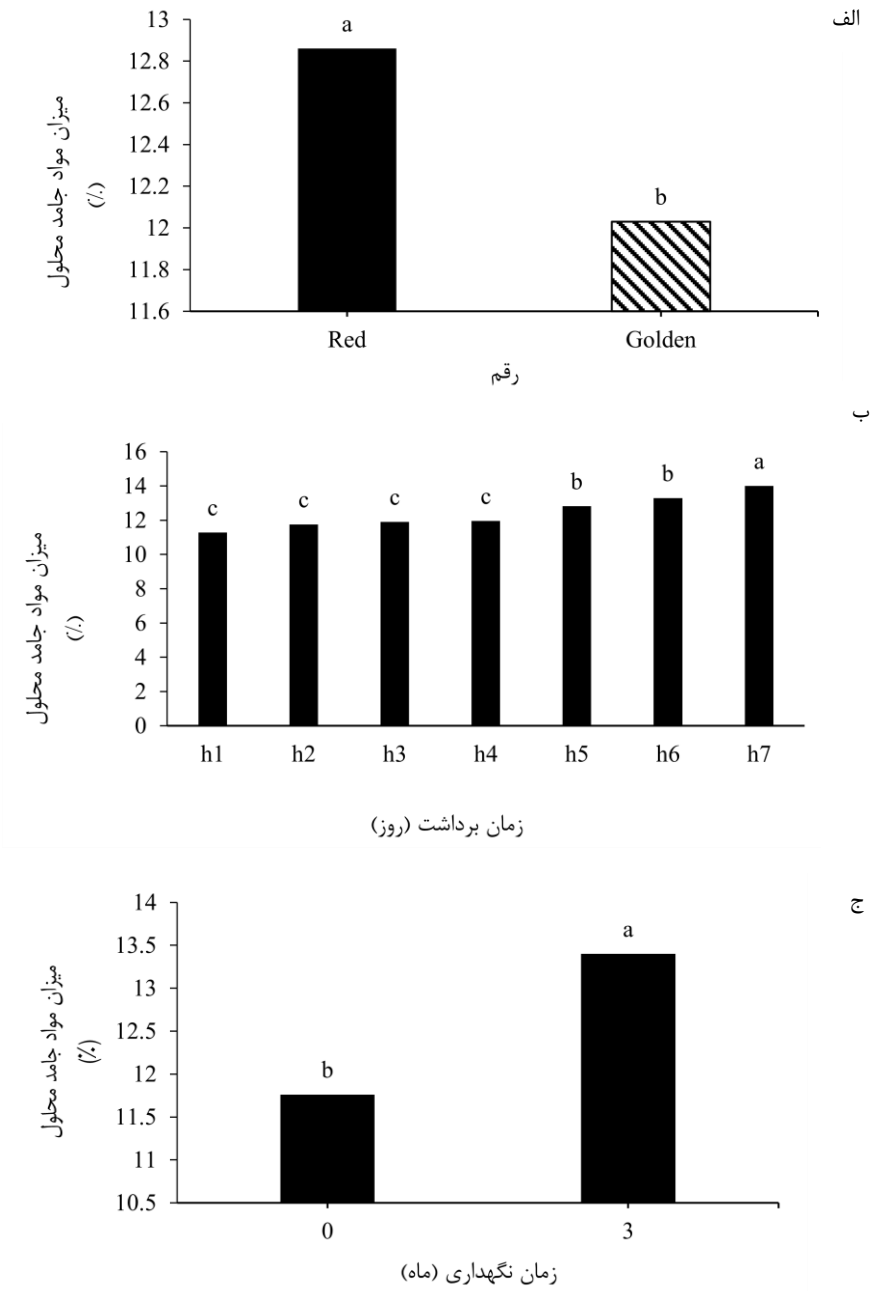
نتایج این پژوهش نشان داد در طی رسیدن میوه بر روی درخت و نیز در طول مدت انبارمانی میزان مواد جامد محلول افزایش یافته به طوری که روند تغییرات مواد جامد محلول با تأخیر در برداشت و طولانی شدن مدت انبارمانی سیر صعودی را پیموده است. بنابراین بر اساس این شاخص بهترین زمان برداشت جهت مصرف تازه‌خوری و انبارمانی برای هر دو رقم، زمان برداشت هفتم (۱۲ مهرماه) می‌باشد که این نتایج با نتایج مسکوکی و همکاران (۱۳۸۵) مطابقت دارد.

اسیدیته قابل تیتراسیون (TA)

جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان می‌دهد که اثر اصلی رقم، زمان برداشت و زمان نگهداری و همچنین اثر متقابل رقم و زمان برداشت، اثر متقابل رقم و زمان نگهداری، اثر متقابل



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر اصلی رقم (الف) و زمان برداشت (ب) و زمان نگهداری (ج) بر میزان سفتی ارقام سیب رد دلیشز و گلدن دلیشز (حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد با آزمون دانکن می باشد). h1 (برداشت۲۵ شهریور ماه)، h2 (برداشت ۲۸ شهریور ماه)، h3 (برداشت ۳۱ شهریور ماه)، h4 (برداشت۳ مهرماه)، h5 (برداشت ۶ مهرماه)، h6 (برداشت ۹ مهرماه)، h7 (برداشت ۱۲ مهرماه).



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر اصلی رقم (الف)، زمان برداشت (ب) و زمان نگهداری (ج) بر میزان مواد جامد محلول ارقام سیب رد دلیشز و گلدن دلیشز (حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد با آزمون دانکن می‌باشد). h1 (برداشت۲۵ شهریور ماه)، h2 (برداشت ۲۸ شهریور ماه)، h3 (برداشت ۳۱ شهریور ماه)، h4 (برداشت۳ مهرماه)، h5 (برداشت ۶ مهرماه)، h6 (برداشت ۹ مهرماه)، h7 (برداشت ۱۲ مهرماه).

زمان برداشت و زمان نگهداری و اثر متقابل رقم و زمان برداشت و زمان نگهداری در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار نبود. با این حال با تأخیر در زمان برداشت میزان اسیدیته قابل تیتراسیون کاهش یافت بطوریکه که بیشترین میزان TA مربوط به زمان برداشت اول (۲۵ شهریور ماه) و کمترین میزان TA مربوط به زمان برداشت هفتم (۱۲مهرماه) می باشد. با توجه به اینکه اسیدیته میوه در این زمان برداشت کاهش می‌یابد و مواد جامد محلول افزایش می‌یابد، لذا طعم مطلوبی

در این زمان برداشت حاصل خواهد شد.

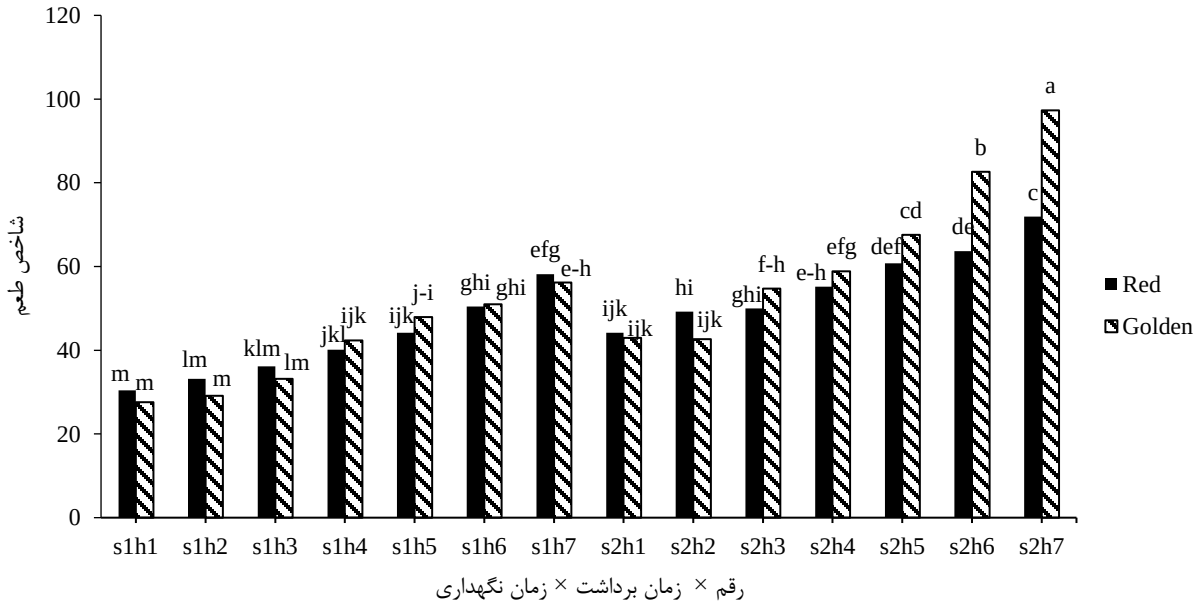
شاخص طعم (TSS/TA)

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که اثر اصلی رقم، زمان برداشت، زمان نگهداری، همچنین اثر متقابل رقم و زمان برداشت، اثر متقابل رقم و زمان نگهداری و اثر متقابل رقم و زمان برداشت و زمان نگهداری دز سطح احتمال ۱٪ و اثر متقابل زمان برداشت و زمان نگهداری در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود. نتایج نشان داد که بیشترین میزان شاخص طعم مربوط به رقم گلدن دلیشز و زمان برداشت هفتم (۱۲ مهرماه) بعد از ۳ ماه انبار داری در سردخانه با مقدار متوسط ۹۷ /۳۴ و کمترین میزان شاخص طعم مربوط به رقم گلدن دلیشز و زمان برداشت اول (۲۵ شهریور ماه) و قبل از انبارداری در سردخانه با مقدار متوسط ۲۷/۶ می‌باشد (شکل ۴). با اینحال شاخص طعم در رقم گلدن دلیشز بالاتر از رقم رد دلیشز بود. همچنین با انبار کردن میوه شاخص طعم افزایش یافته است که دلیل آن افزایش TSS می‌باشد.

نتایج حاصله نشان داد که با گذشت زمان برداشت میزان نسبت TSS/TA به صورت معنی‌دار افزایش یافت. در واقع با پیشرفت فرآیند رسیدن میزان مواد جامد محلول افزایش و میزان اسیدهای آلی کاهش می‌یابد. شاخص طعم میوه با میزان مواد جامد محلول همبستگی مثبت و با میزان اسیدهای قابل تیتراسیون همبستگی منفی دارد. بنابراین هرچه میزان اسیدیته قابل تیتراسیون آب میوه کمتر و مقدار مواد جامد محلول بیشتر باشد، شاخص طعم بالاتر خواهد بود، که بیانگر این مطلب است که که با افزایش میزان مواد جامد محلول و کاهش اسیدیته قابل تیتراسیون میوه‌ها زودتر آماده برداشت می‌شوند (جلیلی‌مرندی، ۱۳۹۱). بطور کلی می‌توان گفت بهترین زمان برداشت برای هر دو رقم با توجه به شاخص طعم زمان برداشت هفتم (۱۲ مهرماه) می‌باشد.

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که اثر اصلی رقم، زمان برداشت و زمان نگهداری در سطح احتمال ۱٪ و اثر متقابل زمان برداشت و زمان نگهداری در سطح احتمال ۵٪ بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی معنی‌دار بوده است. بیشترین میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی مربوط به رقم رددلیشز می‌باشد (شکل۵ الف). همچنین نتایج نشان داد که با تأخیر در برداشت ظرفیت آنتی‌اکسیدانی افزایش می‌یابد. در حالیکه روند تغییرات ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در طول انبارداری تقریبا ثابت



شکل ۴- مقایسه میانگین اثر اصلی رقم بر میزان شاخص طعم ارقام سیب رد دلیشز و گلدن دلیشز (حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد با آزمون دانکن می‌باشد). h1 (برداشت ۲۵ شهریور ماه)، h2 (برداشت ۲۸ شهریور ماه)، h3 (برداشت ۳۱ شهریور ماه)، h4 (برداشت ۳ مهرماه)، h5 (برداشت ۶ مهرماه)، h6 (برداشت ۹ مهرماه)، h7 (برداشت ۱۲مهرماه)، s1 (زمان نگهداری ۰)، s2 (زمان نگهداری به مدت ۳ ماه).

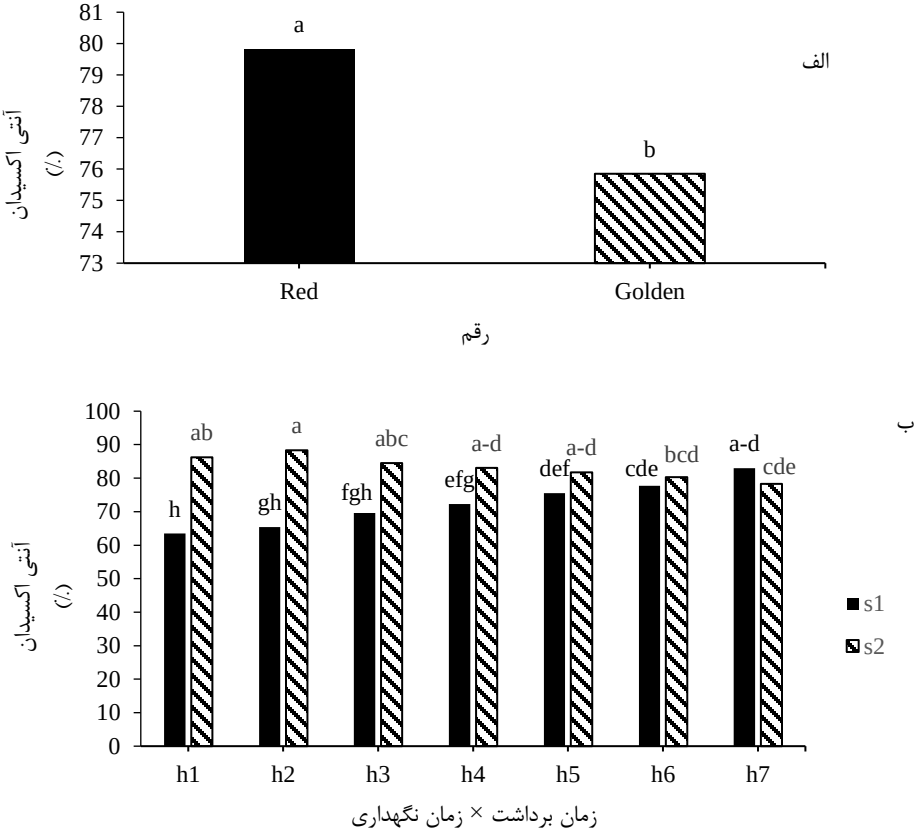
بوده و تغیرات چندانی در آن دیده نمی‌شود (شکل ۵ ب).

تجمع رادیکال‌های آزاد در محصولات باعث کاهش بازارپسندی محصولات برداشت شده و کیفیت انباری آنها می‌شود (سیلوا[1] و همکاران، ۲۰۰۸). نتایج پژوهش حاضر نشان داد که میزان ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در ابتدای انبارداری افزایش و در انتهای انبارداری کاهش یافت. افزایش در مقدار آنتی‌اکسیدان در مراحل اولیه انبارداری می تواند به‌دلیل تأثیر دماهای پایین انبارداری در فعال شدن سیستم‌های آنتی اکسیدانی باشد. کاهش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در طی نگهداری طولانی مدت می‌تواند ناشی از کاهش ترکیبات فنلی باشد (فرریارا[2] و همکاران، ۲۰۰۷). نتایج به‌دست آمده از پژوهش حاضر با نتایج لاتا[3] (۲۰۰۸) در میوه سیب و کروگه[4] و همکاران (۲۰۱۱) در میوه تمشک مطابقت داشت.

فنل کل

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که اثر اصلی رقم و زمان برداشت در سطح احتمال ۱٪ بر مقدار فنل کل معنی‌دار بود. رقم رد دلیشز حاوی بیشترین میزان فنل کل می‌باشد بطوریکه اختلاف معنی‌دار بین دو رقم از نظر مقدار فنل کل مشاهده می‌شود (شکل ۶ الف).

همچنین نتایج نشان داد که با تأخیر در برداشت مقدار فنل کل در هر دو رقم رد دلیشز و گلدن دلیشز افزایش یافت ولی بین زمان برداشت اول و دوم و زمان برداشت سوم و چهارم تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، بطوریکه بیشترین میزان فنل کل مربوط به زمان برداشت هفتم (۱۲ مهرماه) با مقدار

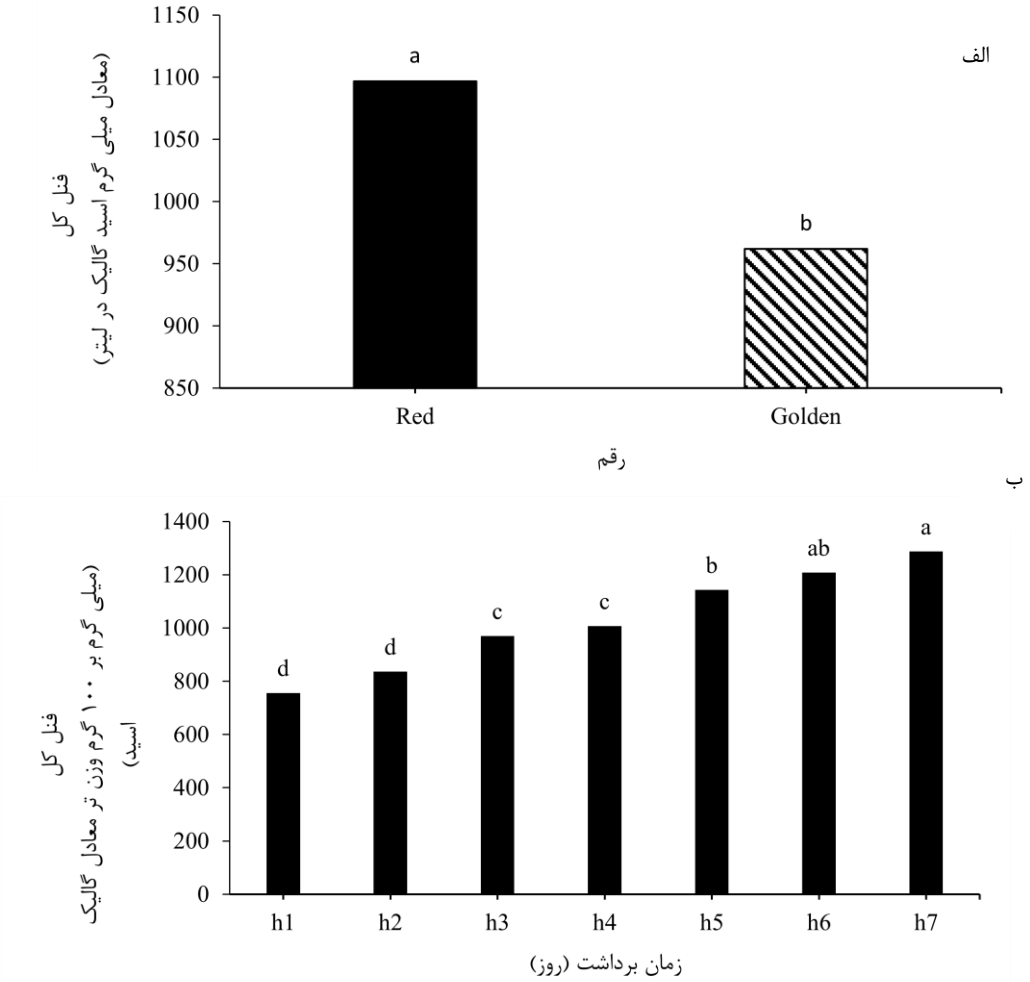


شکل ۵- مقایسه میانگین اثر اصلی رقم (الف) و متقابل زمان برداشت و زمان نگهداری (ب) بر ظرفیت آنتی اکسیدانی ارقام سیب رد دلیشز و گلدن دلیشز (حروف غیر مشابه نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد با آزمون دانکن می‌باشد).h1 (برداشت ۲۵ شهریور ماه)، h2 (برداشت ۲۸ شهریور ماه)، h3 (برداشت ۳۱ شهریور ماه)، h4 (برداشت ۳ مهرماه)، h5 (برداشت ۶ مهرماه)، h6 (برداشت ۹ مهرماه)، h7 (برداشت ۱۲مهرماه)، s1 (زمان نگهداری ۰)، s2 (زمان نگهداری به مدت ۳ ماه).

1. Silva
2. Ferreyra
3. Lata
4. Kruge

متوسط ۱۲۸۶/۹۶ میلی‌گرم اسید گالیک در لیتر و کمترین میزان فنل کل مربوط به زمان برداشت اول (۲۵ شهریور ماه) با مقدار متوسط ۷۵۵/۷۱ میلی‌گرم اسید گالیک در لیتر می‌باشد (شکل ۶ ب). آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز (PAL) از آنزیم‌های اصلی در سنتز ترکیبات فنلی است که فعالیت آن می‌تواند مستقیما با مقدار ترکیبات فنلی مرتبط باشد. بنابراین احتمال دارد که افزایش ترکیبات فنلی در این مطالعه نیز مرتبط با افزایش فعالیت آنزیم PAL باشد. البته با تأخیر در برداشت تنش‌های بیشتری برای درخت و میوه وارد می‌شود که افزایش تنش‌ها نیز می‌تواند باعث افزیش فعالیت آنزیم PAL گردد.

براساس نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر زمان برداشت و اثر رقم تأثیر معنی‌داری روی مقدار فنل کل داشتند، بطوریکه در طی مرحله رسیدگی مقدار فنل کل میوه روند افزایشی داشت که با نتایج اشمیث و ماتیز[1] (۲۰۱۱) در سیب رقم گلدن دلیشز و پیله و همکاران (۱۳۹۴) برای انگور همخوانی داشت.

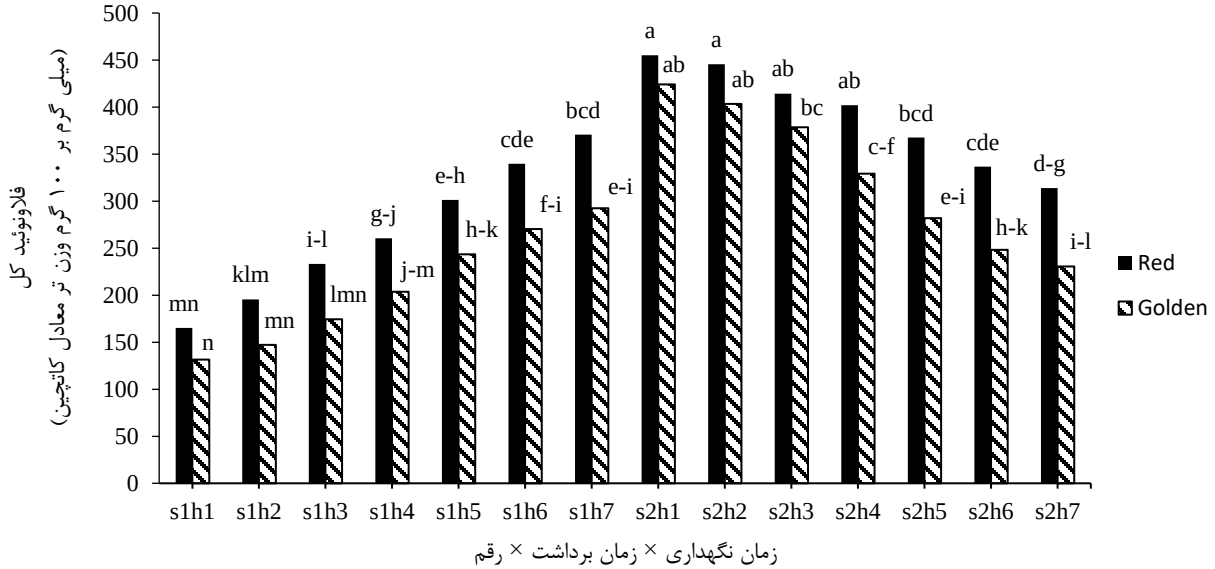


شکل ۶- مقایسه میانگین اثر اصلی رقم (الف) زمان برداشت (ب) بر میزان فنل کل ارقام سیب (حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد با آزمون دانکن می‌باشد).h1 (برداشت ۲۵ شهریور ماه)، h2 (برداشت ۲۸ شهریور ماه)، h3 (برداشت ۳۱ شهریور ماه)، h4 (برداشت ۳ مهرماه)، h5 (برداشت ۶ مهرماه)، h6 (برداشت ۹ مهرماه)، h7 (برداشت ۱۲مهرماه).

1. Schmitz and Mattes

فلاونوئید کل

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که اثر اصلی رقم، زمان نگهداری و اثر متقابل زمان برداشت و زمان نگهداری در سطح احتمال ۱٪ و همچنین اثر متقابل رقم و زمان برداشت و زمان نگهداری در سطح احتمال ۵٪ بر میزان فلاونوئید کل معنی‌دار بود. با تأخیر در برداشت میزان فلاونوئید کل میوه سیب افزایش یافته ولی در طی انبارمانی میزان این شاخص روند کاهشی را نشان می‌دهد (شکل ۷). لذا بهترین زمان برداشت برای هر دو رقم با تو جه به شاخص های برداشت TSS، TA و TSS/TA زمان برداشت هفتم (۱۲ مهرماه) می‌باشد که حاوی بیشترین میزان فلاونوئید کل می‌باشد.



شکل ۷- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و زمان برداشت و زمان نگهداری بر میزان فلاونوئید کل ارقام سیب رد دلیشز و گلدن دلیشز (حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون دانکن می‌باشد). h1 (برداشت ۲۵ شهریور ماه)، h2 (برداشت ۲۸ شهریور ماه)، h3 (برداشت ۳۱ شهریور ماه)، h4 (برداشت ۳ مهرماه)، h5 (برداشت ۶ مهرماه)، h6 (برداشت ۹ مهرماه)، h7 (برداشت ۱۲مهرماه)، s1 (زمان نگهداری ۰)، s2 (زمان نگهداری به مدت ۳ ماه)

فلاونوئیدها شناخته شده‌ترین گروه ترکیبات فنلی با فعالیت آنتی‌اکسیدانی قوی موجود در میوه‌ها، سبزی‌ها و سایر غذاهای گیاهی هستند. این ترکیب‌ها نقش مهمی در خصوصیات تجاری، حسی و تغذیه‌ای محصولات کشاورزی به واسطه تأثیرشان در خواص حسی نظیر رنگ، عطر و کیفیت آب میوه دارند (لاتا، ۲۰۰۸). ترکیب‌های فنلی از جمله فلاونوئیدها، گیاهان را در مقابل اشعه فرابنفش، پاتوژن‌ها و گیاهخواران محافظت می‌کنند (لاتا، ۲۰۰۸). بیشترین تأثیرات حفاظتی فلاونوئیدها در سیستم‌های بیولوژیکی به توانایی آنتی اکسیدانی آنها، ظرفیت انتقال الکترون، دفع رادیکال‌های آزاد، توانایی کلاته کردن، فعال کردن آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و کاهش رادیکال‌های آلفا توکوفرول نسبت داده شده است (امزد حسین[1] و همکاران، ۲۰۰۹).

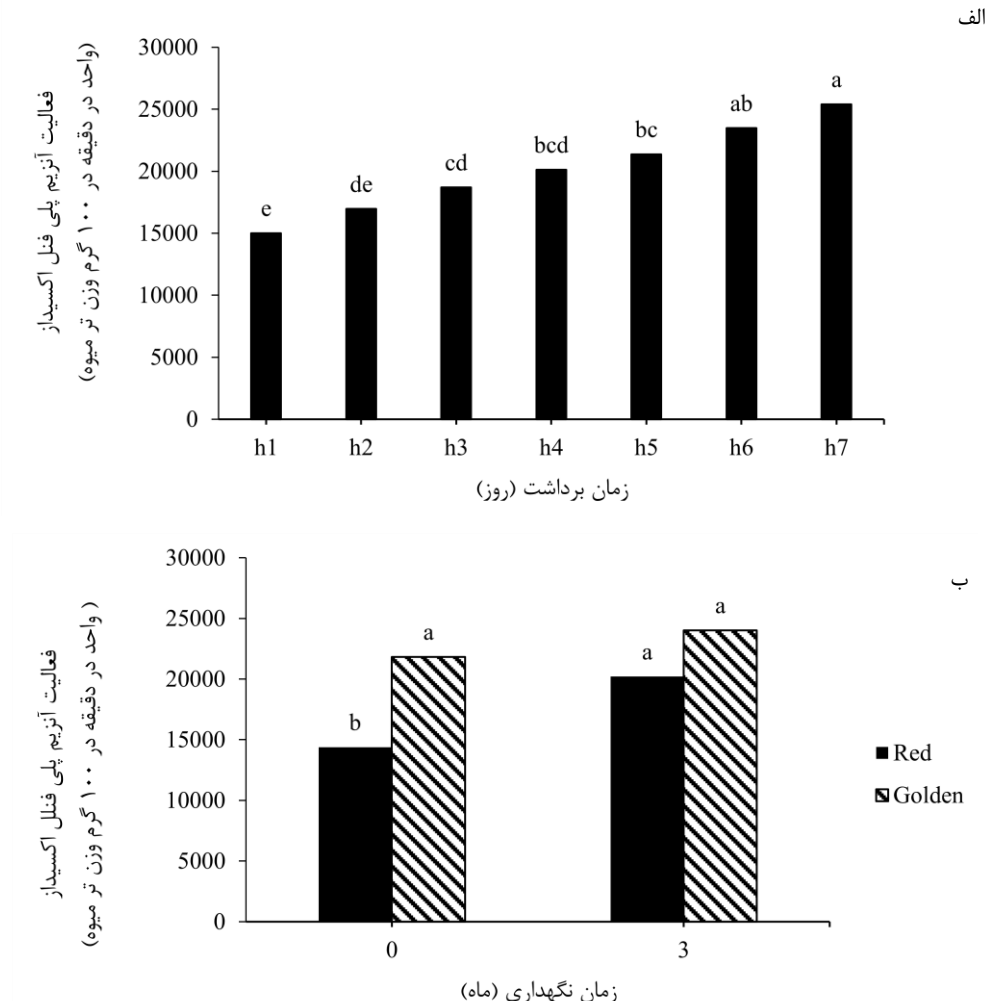
فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) اثر اصلی رقم، زمان برداشت و زمان نگهداری و همچنین اثر متقابل رقم و زمان نگهداری در سطح احتمال ۱٪ بر میزان فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز معنی‌دار بوده است. با تأخیر در برداشت میزان فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز افزایش می‌یابد، بطوریکه بیشترین میزان فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز مربوط به زمان برداشت هفتم (۱۲ مهرماه) و کمترین میزان فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز مربوط به زمان برداشت اول (۲۵ شهریور ماه) می‌باشد

1. Amzad Hossain

(شکل ۸ الف). افزایش فعالیت پلی‌فنل اکسیداز با تأخیر در زمان برداشت در میوه سیب در ارقام برابرن و گلدن دلیشز توسط اشمیث و ماتیز (۲۰۱۱) نیز گزارش شده است. میزان فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز رقم رد دلیشز ۳ ماه بعد از نگهداری در سردخانه نسبت به قبل از نگهداری در سردخانه افزایش معنی‌دار یافت (شکل ۸ ب). آنزیم پلی‌فنل اکسیداز غالبا در طی رسیدگی و پیری یا در شرایط تنش زمانی که به غشا آسیب وارد می‌شود، فعال می‌شود. در طول نگهداری میوه‌ها، قهوه‌ای شدن آنزیمی می‌تواند رخ دهد که تولید رنگ و طعم ناخوشایند و از دست دادن مواد مغذی می‌شود که نتیجه افزایش میزان آنزیم پراکسیداز و پلی‌فنل اکسیداز می‌باشد.

قهوه‌ای شدن وابسته به مقدار پلی‌فنل‌ها و فعالیت پلی‌فنل اکسیداز می‌باشد. پلی‌فنل اکسیدازها آنزیم‌هایی هستند که قادرند ترکیبات فنلی را به اورتوکوئینون‌ها اکسید کنند و باعث قهوه‌ای شدن و کاهش کیفیت میوه‌ها شوند (مایر[1]، ۱۹۸۷).



شکل ۸- مقایسه میانگین اثر اصلی زمان برداشت (الف) و متقابل رقم و زمان نگهداری (ب) بر میزان فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز ارقام سیب رد دلیشز و گلدن دلیشز (حروف غی مشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد با آزمون دانکن می‌باشد).h1 (برداشت ۲۵ شهریور ماه)، h2 (برداشت ۲۸ شهریور ماه)، h3 (برداشت ۳۱ شهریور ماه)، h4 (برداشت ۳ مهرماه)، h5 (برداشت ۶ مهرماه)، h6 (برداشت ۹ مهرماه)، h7 (برداشت ۱۲مهرماه)

1. Mayer

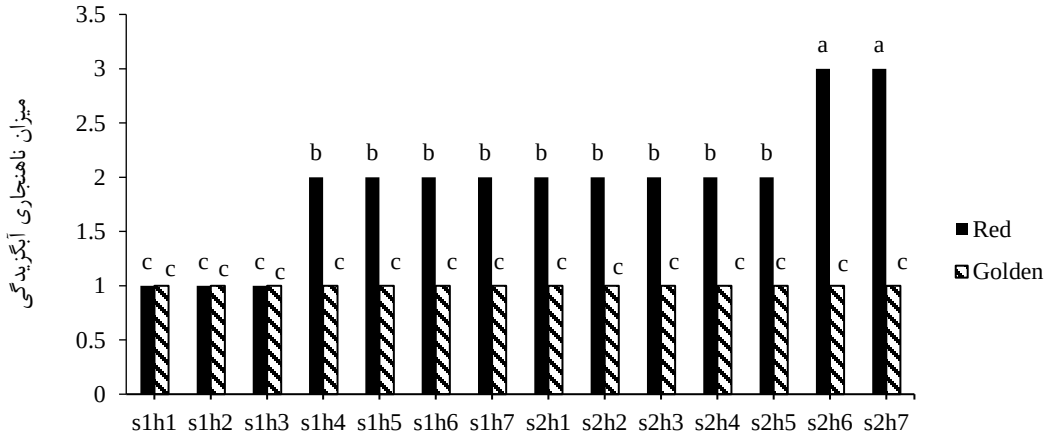
ناهنجاری آبگزیدگی

براساس نتایج تجزیه واریانس جدول(۱) اثر اصلی رقم، زمان برداشت و زمان نگهداری همچنین اثر متقابل رقم و زمان برداشت، اثر متقابل رقم و زمان نگهداری، اثر متقابل زمان برداشت و زمان نگهداری و اثر متقابل رقم و زمان برداشت و زمان نگهداری در سطح احتمال ۱ درصد بر میزان ناهنجاری آبگزیدگی معنی‌دار می‌باشد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین میزان ناهنجاری آبگزیدگی مربوط به زمان برداشت هفتم (۱۲ مهرماه) بعد از ۳ ماه انبارداری در رقم رد دلیشز و کمترین میزان آن مربوط به زمان برداشت اول (۲۵ شهریور ماه) قبل از انبارداری در هر دو رقم می‌باشد (شکل ۹). نتایج حاصله نشان داد که در هر دو رقم در همان زمان برداشت نیز ناهنجاری آبگزیدگی مشاهده شد که البته با تأخیر در برداشت میزان این ناهنجاری در رقم رد دلیشز افزایش یافته است که به دنبال آن در انبارداری نیز افزایش نشان داده است. بنابراین جهت جلوگیری از بروز این ناهنجاری بهتر است که برداشت این رقم کمی زودتر اتفاق بیافتد. با توجه به اینکه تفاوت معنی‌داری بین برداشت اول، دوم و سوم در این رقم وجود ندارد، بنابراین زمان برداشت سوم به نظر می‌رسد زمان مناسبی برای برداشت رقم رد دلیشز باشد. ولی برای رقم گلدن دلیشز هیچ تفاوت معنی‌داری در زمان‌های مختلف دیده نشده است. بنابراین تأخیر در برداشت در این رقم تأثیری در افزایش این ناهنجاری ندارد و زمان برداشت را می‌توان بر اساس صفات دیگر تعیین نمود.

آبگزیدگی یک عارضه فیزیولوژیکی است که فضای بین سلولی اطراف هسته توسط مایع میان بافتی پر می‌شود و بافت ناحیه آسیب دیده شفاف به نظر می‌رسد. ویژگی متمایزکننده این عارضه این است که زمانی که میوه روی درخت و در مرحله بلوغ است، بروز پیدا می‌کند و در بعضی حالات در طی دوره انبارمانی بافت میوه متلاشی می‌شود. در حالت ضعیف علائم این ناهنجاری در سردخانه از بین می‌رود. ولی در شرایط شدت عارضه میوه‌ها بعد از انبارداری از بین می‌روند. میوه‌های مبتلا را باید سریعا به بازار ارائه کرد (بارانوسکی[1] و همکاران، ۲۰۰۸).

نتیجه‌گیری کلی

رسیدگی میوه و زمان برداشت به عوامل نظیر آب و هوای منطقه، زمین، آبیاری و مرحله نمو و پرورش میوه بستگی دارد. نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر می‌تواند به عنوان یک



شکل ۹- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و زمان برداشت و زمان نگهداری بر میزان ناهنجاری آبگزیدگی Watercore ارقام سیب رد دلیشز و گلدن دلیشز (حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد با آزمون دانکن می‌باشد).h1 (برداشت ۲۵ شهریور ماه)، h2 (برداشت ۲۸ شهریور ماه)، h3 (برداشت ۳۱ شهریور ماه)، h4 (برداشت ۳ مهرماه)، h5 (برداشت ۶ مهرماه)، h6 (برداشت ۹ مهرماه)، h7 (برداشت ۱۲مهرماه)، s1 (زمان نگهداری ۰)، s2 (زمان نگهداری به مدت ۳ ماه).

1. Baranowski

الگو در دستور کار قرار گرفته و با پژوهش‌ها و بررسی‌های بیشتر بتوان زمان مناسب برداشت هر میوه را با توجه به پارامترهای کیفی و شرایط منطقه و نوع مصرف تعیین نمود. بنابراین با توجه به اینکه در زمان سوم برداشت (۳۱ شهریور) میزان ناهنجاری کمتر بوده و فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز نیز کم می‌باشد، همچنین نظر به اینکه در این زمان سفتی و شاخص طعم میوه نیز مناسب می‌باشد، لذا می‌توان این زمان برداشت را بعنوان زمان مناسب برای هر دو رقم در شرایط ارومیه پیشنهاد نمود. البته احتمالا برای مصرف تازه‌خوری و انبارداری کوتاه مدت زمان هفتم برداشت مناسب باشد.

منابع

اورنگی، م.، رامین، ع. و پیرمرادیان، م. ۱۳۹۰. اثر مراحل مختلف رسیدگی میوه در زمان برداشت، بر عمر انبارمانی میوه سیب رقم گلاب اصفهان. هفتمین کنگره علوم باغبانی ایران، ۲۳۸۵-۲۳۸۹.

بخشی‌خانیکی، غ.، قربانعلی، م. و میرباقری، ش. ۱۳۹۰. تغییرات بیوشیمیایی دو رقم سیب گلاب و شفیع آبادی در زمان برداشت و پس از انبارداری. مجله تازه‌های بیوتکنولوژی سلولی- مولکولی، ۲(۵): ۵۹-۶۵.

پیله، ف.، فرخزاد، ع.، اسمعیلی، م. و دولتی‌بانه، ح. ۱۳۹۴. تأثیر زمان برداشت و مدت نگهداری بر برخی ویژگی‌های بیوشیمیایی حبه انگور رقم بیدانه سفید. نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی، ۲۵(۴): ۵۶۳-۵۷۶.

جلیلی‌مرندی، ر. ۱۳۹۱. فیزیولوژی بعد از برداشت (جابجایی و نگهداری میوه، سبزی، گیاهان زینتی و گیاهان دارویی). انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه، ۵۹۴ ص.

دامیار، س. و دستجردی، ر. ۱۳۹۳. تغییرات کیفیت میوه سیب رقم گالا در مرحله رسیدگی و مدت انبارمانی. یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی، ۳(۳): ۱۷۹-۱۸۹.

راحمی، م. ۱۳۸۴. فیزیولوژی پس از برداشت، مقدمه‌ای بر فیزیولوژی و جابه جایی میوه‌ها و سبزی‌ها (ترجمه). انتشارات دانشگاه شیراز. ۴۳۷ ص.

بی نام، ۱۳۹۷. آمارنامه کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی (https://maj.ir).

مسکوکی، ع.، ملکزادگان، ف.، زمانی.، ح و صفا، م. ۱۳۸۵. تعیین حد رسیدگی و زمان برداشت میوه‌های باغی منطقه قوچان. شانزدهمین کنگره ملی صنایع غذایی ایران. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۱۲-۱۸.

منیعی، ع. ۱۳۸۰. سیب و پرورش آن. ویرایش دوم . انتشارات فنی ایران. ۳۶۸ ص.

Amzad Hossain, M., Salehuddim, S.M., Kabir, M.J., Rahman, S.M.M. and Vasantha Rupasinghe, H.P. 2009. Sinensetin, rutin 3-hydroxy- 5,6,7,4-tetramethoxyflavone and rosmarinic acid contents and antioxidative effect of the skin of apple fruit. Food Chemistry, 113: 185-190.

Baranowski, P., Lipecki, J., Mazurek, W. and Walczak, R.T. 2008. Detection of watercore in Gloster' apples using thermography. Postharvest Biology and Technology, 47(3): 358-366.

Chiou, A., Karathanos, V.T, Mylona, A., Salta, F.N., Preventi, F. and Andrikopoulos, N.K. 2007. Grape (*Vitis vinifera* L.) content of simple phenolics and antioxidant activity. Food Chemistry, (102): 516-522.

Du, G., Li, M., Ma, F. and Liang, D. 2009. Antioxidant capacity and the relationship with polyphenol and vitamin C in *Actinidia* fruits. Food Chemistry, (113): 557-562.

Ferreyra, M.R., Vina, S.Z., Mugridgc, A. and Chaves, A.R. 2007. Growth and ripening season effects on antioxidant capacity of strawberry cultivar selva. Scientia Horticulturae, 112: 27-32.

Herrera, E. 2003. Apple maturity indices. New Mexico State University, 314: 1-30.

Kruge, E., Dietrich, H., Schopplein Rasim, S. and Kurbel, P. 2011. Cultivar storage conditions and ripening effect on physical and chemical quality of red raspbeery fruit. Postharvest Biology and Technology, 60: 31-37.

Kvikliene, N. and Valiuskaaite, A. 2009. Influence of maturity stage on fruit quality during storage of 'Shampion' apple. Sodininkystė ir Daržininkystė, (3): 117-123.

Kvikliene, N., Kviklys, D., Valiuskaite, A., Viskelis, P., Uselis, N. and Lanauskas, J. 2011. Effect of harvest date on fruit maturity, quality and storability of 'Lodel'apples. Jurnal of Food Agricalture and Environment, 9(3): 210-213.

Lata, B. 2008. Apple peel antioxidant status in relation to genotype, storage type and time. Scientia Horticulturae, 117: 45-52.

Mayer, A.M. 1987. Polyphenol oxidase and peroxidase in plants recent progress. Phytochemistry, 26: 11-20.

Pizzocaro, F., Torreggiani, D. and Gilardi, G. 1993. Inhibition of apple polyphenoloxidase (PPO) by ascorbic acid, citric acid and sodium chloride. Journal of Food Processing and Preservation, 17: 21-30.

Prance, R., Delong, J., Nichols, D. and Harrison, P. 2011. Effect of fruit maturity on the incidence of bitter pit, senescent breakdown, and other postharvest disorders in 'Honeycrisp'TM apple. Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 86(3): 245–248.

Schmitz, M. and Matthe, S.A. 2011. Effect of harvest maturity, duration of storage and shelf life of apples on the allergen Mal d1, polyphenoloxidase activity and polyphenol content. Food Chemistry, 127(4): 1459–1464.

Shin, S.W., Ghimeray, A.K. and Park, C.H. 2014. Investigation of total phenolic, total flavonoid, antioxidant and allyl isothiocyanate content in the different organs of *wasabi japonica* grown in an organic system. African Journal of Traditional Complementary Alternative Medicin, 3(11): 38-45.

Silva, F.J.P., Gomez, M.H., Fidalgo, F., Rodrigues, J. and Almedia, D.S.F. 2008. Antioxidant properties and fruit quality during long term storage of 'Rocha' pear: effects of maturity and storage conditions. Journal of Food quality, 33: 1-20.

Stow, J.R. 1988. The effect of cooling rate and harvest date on the storage behavior of conference pears. Journal Science, 63(1): 59-67.

Watkins, C. and Erkan, M. 2005. Harvest date effects on maturity, quality, and storage disorders of 'Honeycrisp, apple. Hortscience, 40(1): 164-169.

Yu, Z., Song, C.K., Jun, C.Q., Long, Z.S. and Ping, R.Y. 2003. Effects of acetylsalicylic acid (ASA) and ethylene treatments on ripening and softening of postharvest kiwifruit. Acta Botanica Sinica, 45(12): 1447-1452.