

# تأثیر برهم کنش زمان برداشت و مدت زمان نگهداری بر برخی خصوصیات فیزیکی و مکانیکی میوه انگور رقم بیدانه سفید

فاطمه پیله<sup>۱\*</sup>، علیرضا فرخزاد<sup>۱</sup> و محسن اسمعیلی<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۹۴/۳/۹

تاریخ پذیرش: ۹۶/۳/۲۳

۱- گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

۲- گروه صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه

\*مسئول مکاتبه F.pile150@yahoo.com

## چکیده

بررسی روند تغییرات خصوصیات فیزیکی و مکانیکی میوه‌ها برای مدیریت بهتر عملیات برداشت و نگهداری محصولات باغی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این پژوهش که آزمایش‌های مرتبط با آن به صورت فاکتوریل در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام گرفت، تأثیر زمان برداشت و مدت زمان نگهداری بر تغییرات خواص فیزیکی و مکانیکی میوه انگور رقم بیدانه سفید مورد مطالعه قرار گرفت. میوه‌ها در سه مرحله مختلف با فواصل زمانی ۱۲ روز از ۱۳ شهریور ماه تا هفت مهر ماه برداشت و برای مدت ۲ ماه در سردخانه با دمای  $1 \pm 0/5$  درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰ تا ۹۵٪ نگهداری شدند. میزان TSS، چگالی حبه، ابعاد حبه، ضخامت کوتیکول، وزن پوست، وزن تر و خشک حبه، درصد کاهش وزن، تغییرات رنگ میوه، سفتی (نفوذ) و مقاومت کششی پوست و دم حبه در طی دوره رسیدن و انبارداری (در هر ۲۰ روز یکبار به مدت دو ماه) مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان دادند با تأخیر در زمان برداشت میزان چگالی و وزن پوست حبه افزایش و مقدار کوتیکول حبه کاهش یافت. در طی انبارداری میزان کوتیکول حبه برای برداشت اول و دوم نسبت به برداشت سوم در سطح بالاتر حفظ شد. وزن تر حبه‌ها با تأخیر در زمان برداشت افزایش و در طی مدت نگهداری میزان آن کاهش یافت. با افزایش درجه رسیدن میوه، افزایش معنی‌داری در کاهش وزن میوه در طی انبارداری مشاهده شد. با تأخیر در زمان برداشت و در دوره انبارداری کاهش در میزان سفتی بافت و هم‌چنین مقاومت کششی پوست مشاهده شد. میزان مقاومت کشش دم تا زمان برداشت دوم افزایش ولی در زمان برداشت سوم کاهش یافت. با این حال میزان مقاومت کشش دم تابع روز پس از انبارداری برای میوه‌های برداشت سوم در حد بالاتری حفظ شد.

واژه‌های کلیدی: انبارداری، انگور بیدانه سفید، زمان برداشت، خواص مکانیکی

## ۱- مقدمه

(سیتیکی، ۱۹۸۶). این خصوصیات برای مدیریت بهتر فرآیندهای مختلف پس از برداشت مانند بسته‌بندی، حمل و نقل، انبارداری و صادرات مفید می‌باشد (ساوادا و همکاران، ۱۹۹۲).

بهبود خصوصیات کمی و کیفی میوه انگور نقش بسیار زیادی در بازار پسندی و میزان درآمد باغداران دارد. مطالعات مختلف نشان داده است که خصوصیات کیفی و کمی میوه انگور متأثر از تعداد زیادی فاکتورهای زنده و غیر زنده می‌باشد (مارزوک و کاسم، ۲۰۱۱). رعایت زمان مناسب برداشت محصولات باغی نقش مهمی در عمر انباری و کاهش ضایعات آنها دارد. با برداشت به موقع، کیفیت میوه به حداکثر رسیده و قابلیت مصرف، تبدیل و نگهداری خوبی پیدا می‌کند (پانچرنگ و اوپانگ، ۲۰۰۳). صدمات مکانیکی وارده به محصولات کشاورزی در فاصله برداشت تا مصرف اصلی‌ترین عامل کاهش کیفیت و بازار پسندی می‌باشد (بورتلو و اردوغان، ۲۰۰۵). میوه انگور به‌علت دارا بودن پوست نازک و بافتی نرم در برابر صدمات

انگور یکی از مهم‌ترین محصولات باغبانی در ایران و دنیاست که هم به لحاظ سطح زیر کشت و هم ارزش اقتصادی و تغذیه‌ای بالا مورد کشت و کار واقع می‌شود (جلیلی‌مرندی، ۱۳۸۹). براساس آمار سال ۲۰۱۴ سازمان خوار بار جهانی، میزان تولید انگور در دنیا در حدود ۴۴۹۹۸۵۹ تن و در ایران ۲۰۵۶۶۸۹ تن می‌باشد. که ایران در رتبه یازدهم دنیا جای دارد (فائو، ۲۰۱۴). رقم بیدانه سفید که کشمشی نیز نامیده می‌شود یکی از ارقام مهمی است که در اکثر نقاط دنیا مورد کشت و کار قرار می‌گیرد (جلیلی‌مرندی، ۱۳۸۹).

فعالیت‌های اخیر در زمینه مکانیزه کردن برداشت، بسته‌بندی و فرآوری محصولات کشاورزی باعث شده تا تحقیقات قابل توجهی در زمینه بررسی خواص فیزیکی و مکانیکی این محصولات انجام گیرد. تعیین خصوصیات فیزیکی محصولات کشاورزی در طراحی ماشین-های جداکننده، شستشو دهنده‌ها و فرآوری کاربرد فراوان دارد

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- تهیه نمونه‌ها

برداشت انگور رقم بیدانه سفید از یک باغ تجاری در شهرستان ارومیه در زمان تغییر رنگ جبهه‌ها<sup>۱</sup> (دگرگرمی) و میزان جامد محلول به صورت تصادفی از قسمت‌های مختلف بوته‌ها در زمان‌های مختلف از ۱۳ شهریور ماه با فاصله زمانی ۱۲ روز به صورت متوالی در سه نوبت انجام شد. میوه‌های برداشت شده بلافاصله برای انجام آزمایشات مقدماتی به آزمایشگاه فیزیولوژی پس از برداشت گروه علوم باغبانی دانشگاه ارومیه منتقل گردیدند. میوه‌ها پس از بسته‌بندی در جعبه‌های پنج کیلوگرمی تا زمان اتمام آزمایشات لازم در سردخانه با درجه حرارت بین  $5 \pm 0$  درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی حدود ۹۵-۹۰٪ نگهداری شدند. اندازه‌گیری‌های خصوصیات فیزیکی و مکانیکی در طی انبارداری برای هر مرحله برداشت و با فاصله زمانی ۲۰ روز انجام گرفت.

### ۲-۲- روش آزمایش

#### ۲-۲-۱- مواد جامد محلول<sup>۲</sup> (TSS)

برای اندازه‌گیری مواد جامد محلول از دستگاه رفرکتومتر دستی (مدل Atago Manual) استفاده شده و بر حسب درجه بریکس بیان شد.

#### ۲-۲-۲- چگالی حبه

برای تعیین چگالی حبه‌های انگور، از روش تغییر وزن آب مقطر در غوطه‌وری کامل حبه با کمک ترازوی دقیق با دقت  $0.001$  گرم استفاده شد (مپوتوکوان و همکاران، ۲۰۰۸).

#### ۲-۲-۳- اندازه‌گیری وزن لایه موم (کوتیکول) در انگور

ابتدا حبه انگور همراه با لایه کوتیکول با ترازوی حساس وزن شد. برای اندازه‌گیری وزن لایه واکس کوتیکول حبه انگور در همان تکرار به مدت ۳۰ ثانیه داخل محلول کلروفرم قرار داده شد و سپس به مدت سه الی چهار دقیقه در هوای آزاد قرار گرفت تا حبه خشک شود. بعد از تبخیر کلروفرم دوباره حبه انگور همان تکرار وزن شد. اختلاف وزن حبه در دو توزین محاسبه شد و میزان کوتیکول حبه‌ها بر حسب میلی‌گرم بر میلی‌گرم وزن پوست بیان شد. برای هر تکرار ۶ تا حبه استفاده شد (جلیلی‌مندی، ۱۳۸۹).

#### ۲-۲-۴- وزن پوست، وزن تر و وزن خشک حبه

اندازه‌گیری این سه شاخص با استفاده از ترازوی دقیق با دقت  $0.001$  گرم انجام شد (حسن‌پور و همکاران، ۱۳۹۰).

مکانیکی وارده در هنگام برداشت، حمل و نقل و انبارداری حساس است (رانگ و همکاران، ۲۰۰۴). تغییر در استحکام و سفتی میوه، حساسیت میوه را در برابر بیماری‌ها و آفات، آسیب‌های فیزیکی ناشی از برداشت، انبار و حمل و نقل طولانی مدت بالا برده و بافت نامطلوبی را در هنگام مصرف، ایجاد می‌کند (یورتلو و اردوغان، ۲۰۰۵).

روند تغییرات خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی در میوه‌ها بستگی به فصل نمو و درجه رسیدگی دارد (رافو و همکاران، ۲۰۰۶). برای مثال یولا و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که برداشت سیب در مرحله بلوغ فیزیولوژیکی، سبب حفظ بهتر شاخص‌های فیزیکی شیمیایی میوه در طی دوره انبارداری می‌شود. لی و بورن (۱۹۸۰) تغییرات ایجاد شده در سفتی انگور در طول مدت شش هفته بعد از برداشت را مطالعه کردند و نشان دادند که خصوصیات فیزیکی با درجه بریکس (میزان جامد محلول در عصاره میوه) همبستگی خوبی دارد. نبی‌زاده و اسمعیلی (۱۳۸۹) با بررسی تغییرات بافت میوه سیب رقم گلدن دلشس در طی نگهداری به مدت سه ماه در سردخانه‌ای در دمای صفر درجه و رطوبت نسبی ۹۵٪، گزارش کردند که با افزایش زمان نگهداری اکثر خصوصیات مکانیکی میوه کاهش می‌یابد. حسن‌پور و همکاران (۱۳۹۰) گزارش کردند که، با گذشت زمان و رشد میوه انگور و افزایش درجه بریکس آن، مقدار سفتی حبه کاهش می‌یابد. سفتی حبه انگور با استفاده از آزمون نفوذ پروب استوانه‌ای ۲ میلی‌متری روی پوست انگور تعیین می‌شود (سگادی و همکاران، ۲۰۰۸). این کاهش می‌تواند ناشی از کاهش ضخامت پوست و همچنین ناشی از ویسکوزیته شدن (مقاومت در مقابل برش) بافت داخلی باشد. فابریزیو و همکاران (۲۰۱۰) با مطالعه خواص مکانیکی انگور بیان کردند که ضخامت پوست حبه پارامتری است که قند در حبه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در حالی که سختی پوست توسط ارزیابی نیروی پوست محاسبه شد. دومویا و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که خواص مکانیکی انگور رقم بیدانه قرمز و سفید به میزان قابل توجهی متفاوت است. روله و همکاران (۲۰۰۸) کیفیت انگور را با به‌کارگیری آنالیز بافت ارزیابی نمودند و اهمیت انتخاب زمان برداشت و اثر آن در کیفیت محصولات فرآوری شده را گزارش کردند.

ارزیابی خصوصیات مختلف فیزیکی و مکانیکی میوه انگور در دوره‌های مختلف برداشت و همچنین در طی انبارداری، برای مدیریت بهتر برداشت و پس از برداشت انگور بیدانه سفید دارای اهمیت فراوانی می‌باشد. لذا، در پژوهش حاضر تأثیر زمان برداشت بر روند تغییرات برخی خصوصیات فیزیکی و مکانیکی میوه انگور رقم بیدانه سفید در طی رسیدن و نگهداری در سردخانه مورد مطالعه قرار گرفته است.

<sup>1</sup>-Veraison

<sup>2</sup>-Total soluble solids

**۲-۲-۵- ابعاد حبه**

برای اندازه‌گیری ابعاد حبه از یک کولیس دیجیتال با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر استفاده گردید (وادا و همکاران، ۲۰۰۹).

وارد شده پنج گرم انجام شد. از روی نمودارهای نیرو-زمان حداکثر نیروی وارده بر حسب گرم نیرو محاسبه شد (حسن‌پور و همکاران، ۱۳۹۰).

**۲-۲-۶- درصد کاهش وزن خوشه‌ها**

برای ارزیابی میزان کاهش وزن خوشه‌ها، در ابتدای آزمایش و قبل از شروع نگهداری سه خوشه از هر تکرار تیمارها انتخاب و با ترازوی دیجیتال مدل CANDGL 300 وزن شده و سپس در روزهای ۲۰، ۴۰ و ۶۰ روز بعد مجدداً توزین شدند و میزان کاهش وزن خوشه‌ها که در واقع ناشی از کاهش رطوبت حبه‌ها بود از رابطه (۱) محاسبه گردید (جاسودی رودریگوز و همکاران، ۲۰۰۵).

(۱)

$$100 \times \frac{\text{وزن خوشه‌ها در زمان اندازه‌گیری} - \text{وزن خوشه‌ها قبل از نگهداری}}{\text{وزن خوشه‌ها قبل از نگهداری}} = \text{درصد کاهش وزن خوشه}$$

**۲-۲-۷- اندازه‌گیری رنگ میوه**

برای اندازه‌گیری رنگ میوه از دستگاه رنگ‌سنج ساخت شرکت مینولتا استفاده شد. نتایج آزمایش رنگ شامل سه شاخص هانتر (L, a, b)، شاخص هیو و شاخص کروما بود (بنیتز و همکاران، ۲۰۱۳).

Hue

$$\text{angle} = \arctan (b/a) \quad (۲)$$

$$\text{Chroma} = (a^2 + b^2)^{1/2} \quad (۳)$$

**۲-۲-۸- میزان سفتی بافت میوه (نفوذ)**

برای تعیین سفتی بافت حبه انگور، از دستگاه تجزیه و سنجش بافت<sup>۱</sup> مدل TA-XTP1us استفاده شد. برای هر تکرار از ۴ تا حبه استفاده شد. بدین منظور ابتدا سرعت جابجایی پروب در روی یک میلی‌متر بر ثانیه تنظیم شد. آزمون نفوذ فشارشی با میزان جابجایی ۶ میلی‌متر با پروب به قطر ۲ میلی‌متر (P/2) انجام گرفت و حبه‌ها به صورت عرضی تحت نفوذ پروب قرار گرفتند. مقادیر نیروی نفوذ با دقت ۰/۱ گرم، جابجایی پروب با دقت ۰/۰۰۱ میلی‌متر و زمان نفوذ با دقت ۰/۰۰۱ ثانیه ثبت گردید. از روی نمودارهای نیرو-زمان حداکثر نیروی نفوذ بر حسب گرم نیرو محاسبه شد (حسن‌پور و همکاران، ۱۳۹۰).

**۲-۲-۹- آزمون کشش پوست**

به منظور انجام آزمون کشش پوست، نمونه‌های پوست ۴ حبه برای هر تکرار به پهنای سه میلی‌متر و طول تقریبی ۱۵ میلی‌متر به گیره‌های دستگاه تجزیه و سنجش بافت مدل TA-XTP1us متصل شده و تحت آزمون کششی تک محوره واقع شدند. آزمون کشش با سرعت یک میلی‌متر بر ثانیه و مسافت کشش ۱۲ میلی‌متر و نیروی

**۲-۲-۱۰- آزمون کشش دم**

آزمون جدایی دم از حبه، با استفاده از گیره متحرک مورد استفاده در آزمون کشش و یک پایه سوراخ‌دار طراحی و ساخته شده مخصوص نگهداری حبه، تا مرحله جدا شدن با قطر سوراخ پنج میلی‌متر با کمک دستگاه تجزیه و سنجش بافت مدل TA-XTP1us انجام شد برای هر تکرار از ۴ حبه استفاده گردید (حسن‌پور و همکاران، ۱۳۹۰).

**۲-۳- تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها**

پژوهش حاضر به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی با ۴ تکرار انجام شد. داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم افزار آماری (SAS ۹/۱)، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و برای مقایسه میانگین‌ها از روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده گردید.

**۳- نتایج و بحث****۳-۱- مواد جامد محلول (TSS)**

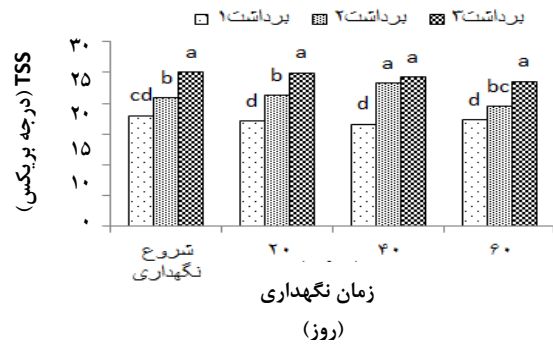
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان دادند که اثر ساده زمان برداشت در سطح احتمال ۱ درصد و اثر ساده زمان نگهداری و اثر متقابل زمان برداشت در زمان نگهداری روی مواد جامد محلول در سطح احتمال پنج درصد از نظر آماری معنی‌دار بود (جدول ۱). با تأخیر در زمان برداشت افزایش معنی‌داری در مقدار مواد جامد محلول مشاهده شد (شکل ۱). در طی نگهداری، به دلیل نافرآزگرا بودن میوه انگور، تغییرات اندکی در میزان مواد جامد محلول صورت گرفت که این تغییرات از نظر آماری معنی‌دار نبود (شکل ۱). توپالویک و میکولیک (۲۰۱۰) گزارش کردند که افزایش میزان مواد جامد محلول در مرحله رسیدن میوه انگور نتیجه کاهش آب میوه و تجزیه قندهای مرکب و تبدیل آنها به قندهای ساده و هم‌چنین ناشی از هضم دیواره‌های سلولی است که در هنگام رسیدن میوه اتفاق می‌افتد. افزایش میزان مواد جامد محلول در زمان رسیدن در میوه انبه توسط بالوچ و بیبی (۲۰۱۲) و در میوه آلو توسط گوئرا و کاسکوئرو (۲۰۰۸) نیز گزارش شده است.

<sup>۱</sup>-Texture analyzer

### ۳-۳- میزان کوتیکول حبه

طبق نتایج تجزیه واریانس، اثر ساده زمان برداشت و زمان نگهداری و اثر متقابل آنها در سطح احتمال یک درصد بر میزان کوتیکول حبه انگور رقم بیدانه سفید معنی‌دار بود (جدول ۱). براساس نتایج مقایسه میانگین، میزان کوتیکول حبه با تأخیر در زمان برداشت و همچنین در طی نگهداری کاهش یافت. میزان کوتیکول حبه‌ها برای برداشت اول و دوم در طی انبارداری در سطح بالاتری حفظ شد (شکل ۳).

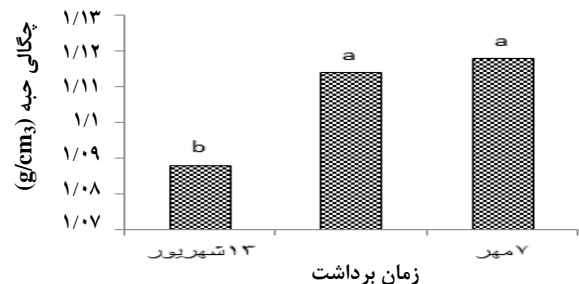
کوتیکول قبل از گلدهی به‌صورت بسیار سازمان یافته شروع به تشکیل می‌کند. در طول دوره گسترش سریع، مواد کوتیکولی روی سطح انگور پخش می‌شوند (کاسادو و هریدیا، ۲۰۰۱). در همان زمان یک لایه موم بیرونی حدود ۰/۵ میکرومتر مشاهده شده و با ادامه رشد مواد کوتیکولی مسطح و در نهایت ناپدید می‌شود (کاسادو و هریدیا، ۲۰۰۱). کوتیکول میوه در واقع یک ترکیب و ساختار بافت سطح میوه می‌باشد و نقش تعیین کننده در توسعه میوه‌ها داشته و اولین سیستم ارتباطی محیط زنده یا محیط غیر زنده می‌باشد. میزان کوتیکول برای پتانسیل انبارداری، به‌عنوان یک مانع علیه خشک شدن میوه (حداقل رساندن از دست‌دهی آب) و همچنین در مقابل صدمات مکانیکی و فیزیکی نقش دارد (دومینگوئز و همکاران، ۲۰۱۱).



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر زمان برداشت و مدت زمان نگهداری بر میزان TSS (درجه بریکس) میوه انگور رقم بیدانه سفید (حروف غیر مشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد در بین میانگین‌ها در آزمون دانکن می‌باشند).

### ۳-۲- چگالی حبه

همان‌طور که در جدول ۱ نشان داده شده است اثر زمان برداشت بر میزان چگالی حبه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. با گذشت زمان برداشت مقدار چگالی حبه افزایش یافت (شکل ۲). افزایش چگالی میوه می‌تواند به دلیل تداوم موادسازی در درون میوه از جمله درصد مواد جامد محلول و سلولز باشد (جلیلی‌مرندی، ۱۳۸۹).



شکل ۲- مقایسه میانگین تأثیر زمان برداشت بر میزان چگالی حبه انگور رقم بیدانه سفید (حروف غیر مشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد در بین میانگین‌ها در آزمون دانکن می‌باشند).

جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر زمان برداشت و مدت زمان نگهداری بر برخی ویژگی‌های فیزیکی میوه انگور رقم بیدانه سفید

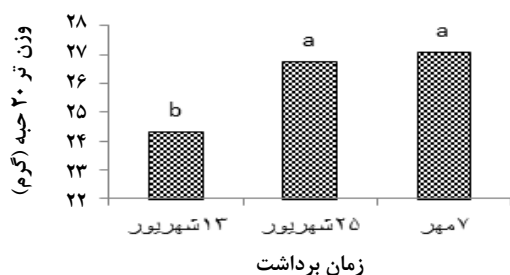
میانگین مربعات							درجه آزادی	منابع تغییرات
درصد کاهش وزن خوشه‌ها	درصد وزن خشک	وزت تر حبه	وزن پوست حبه	کوتیکول حبه	چگالی حبه	TSS		
۱/۲۰**	۳۲۵/۸۴**	۳۶/۲۶**	۰/۰۰۳۶۹**	۰/۰۲۲**	۰/۰۰۴۳**	۲۲۰/۳۵**	۲	زمان برداشت (H)
۶/۶۷**	۷/۷۲*	۷/۷۶*	۰/۰۰۰۳۳*	۰/۰۱۷**	۰/۰۰۰۰۷۸ <sup>ns</sup>	۵/۷۰*	۳	زمان نگهداری (T)
۰/۰۲۵ <sup>ns</sup>	۱۲/۹۹**	۳/۰۵ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۰۴۳**	۰/۰۰۲۵**	۰/۰۰۰۲۴ <sup>ns</sup>	۳/۷۶*	۶	اثر متقابل (H*T)
۰/۰۹۲	۱/۸۵	۲/۰۶	۰/۰۰۰۰۷۶	۰/۰۰۰۴۰	۰/۰۰۰۶۵۵	۱/۳۸	۳۶	اشتباه آزمایشی
۱۱/۳۷	۵/۶۲	۵/۵۱	۶/۸۶	۲۵/۱۲	۲/۳۱	۵/۶۲	۰	ضریب تغییرات (/)

<sup>ns</sup>، \* و \*\* به ترتیب نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشند.

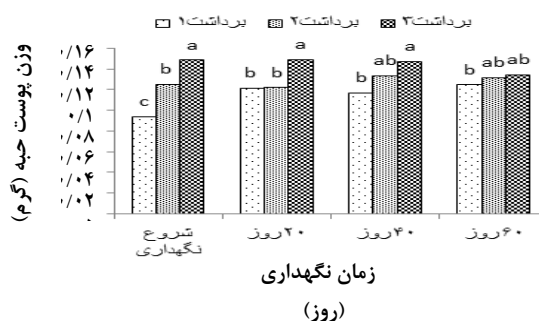
### ۳-۴- وزن پوست حبه

شکل ۴ نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل زمان برداشت و زمان نگهداری بر میزان وزن پوست را نشان می‌دهد. همان‌طور که در این شکل نشان داده شده است با تأخیر در زمان برداشت میزان وزن پوست به‌صورت معنی‌داری افزایش یافت ولی در طی نگهداری با وجود کاهش اندک، تغییر معنی‌داری نیافت.

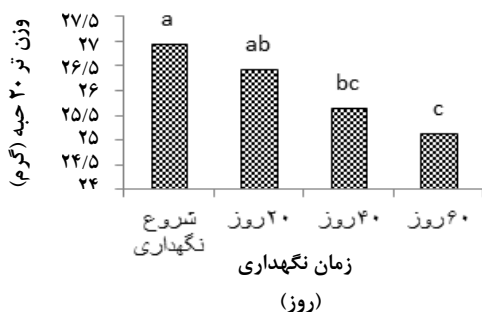
نشان داده شده است که در دوره رشد و نمو حبه ضخامت پوست ثابت نبوده و این تغییرات ضخامت پوست نقش بیشتری در خواص مکانیکی حبه انگور دارد. تغییر وزن پوست ناشی از تغییر ضخامت پوست و حجم حبه است. با حجیم شدن حبه‌ها، نسبت سطح به حجم حبه کاهش می‌یابد و پس از آن ترکیبات فنلی و آنتوسیانین در پوست حبه انگور تجمع می‌یابند (کومب و همکاران، ۱۹۸۷).



شکل ۵- مقایسه میانگین تأثیر زمان برداشت بر میزان وزن تر (گرم) میوه انگور رقم بیدانه سفید (حروف غیر مشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد در بین میانگین‌ها در آزمون دانکن می‌باشند).



شکل ۴- مقایسه میانگین اثر زمان برداشت و زمان نگهداری روی صفت وزن پوست (گرم) میوه انگور رقم بیدانه سفید (حروف غیر مشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد در بین میانگین‌ها در آزمون دانکن می‌باشند).



شکل ۶- مقایسه میانگین تأثیر زمان نگهداری بر میزان وزن تر (گرم) میوه انگور رقم بیدانه سفید (حروف غیر مشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد در بین میانگین‌ها در آزمون دانکن می‌باشند).

### ۳-۵- وزن تر حبه

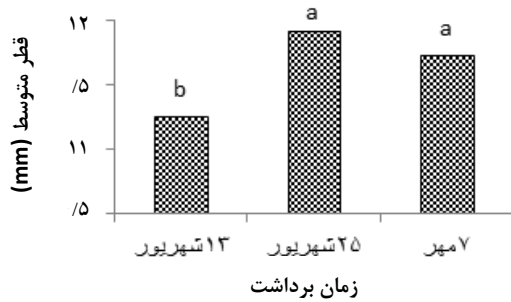
شکل ۵ و ۶ مقایسه میانگین اثر زمان برداشت و مدت زمان نگهداری بر میزان وزن تر حبه را نشان می‌دهند. نتایج نشان دادند که میانگین جرم حبه‌ها در طول دوره رسیدگی افزایش می‌یابد. روند افزایشی در وزن حبه در مراحل ابتدایی رشد حبه‌ها بیشتر از انتهای دوره رشد می‌باشد. این افزایش در مراحل ابتدایی رشد میوه به‌علت رشد فیزیولوژیکی و کاهش آن در مراحل انتهایی می‌تواند در اثر چروکیدگی محصول ناشی از خروج رطوبت در شرایط بیش از حد رسیده باشد. در پژوهش حاضر با تأخیر در زمان برداشت وزن تر حبه‌ها افزایش یافت و در هفت مهر ماه نیز کاهش در وزن حبه‌ها مشاهده نشد که نشان‌دهنده این است که میوه‌ها در این مرحله، در مرحله رسیدگی بیش از حد نیستند.

در طی مدت نگهداری میزان وزن تر حبه کاهش یافت (شکل ۶). کاهش وزن تر میوه انگور رقم سفید بیدانه در طی نگهداری در سردخانه در نتیجه دهیدراسیون و از دست‌دهی آب از سطح میوه‌ها می‌باشد. عواملی از جمله آلودگی قارچی، میزان تنفسی و تبخیر

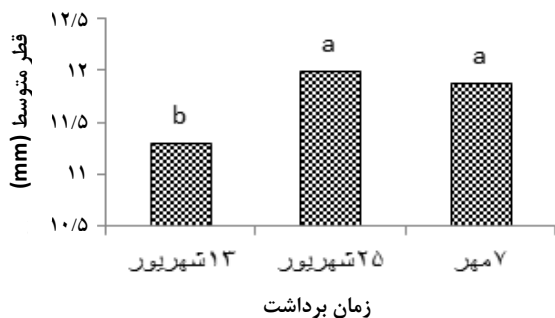
### ۳-۶- وزن خشک حبه

شکل ۷ نشان‌دهنده مقایسه میانگین اثر متقابل زمان برداشت و زمان نگهداری بر میزان وزن خشک حبه می‌باشد که بر طبق این نتایج در طی مراحل رسیدگی وزن خشک میوه افزایش یافت. روند تغییرات وزن خشک حبه‌ها در طی انبارداری تقریباً برای تمامی برداشت‌ها ثابت بود. این افزایش یا کاهش در وزن خشک حبه‌ها می‌تواند به‌دلیل مصرف مواد کربوهیدرات یا از دست دادن رطوبت حبه‌ها

در طی انبارداری باشد که باعث جلوگیری از کاهش معنی داری در وزن خشک در طی انبارداری شده است (جلیلی مرندی، ۱۳۸۹).



شکل ۸- مقایسه میانگین تأثیر زمان برداشت بر میزان قطر متوسط (mm) میوه انگور رقم بیدانه سفید (حروف غیر مشابه نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد در بین میانگین‌ها در آزمون دانکن می‌باشند).

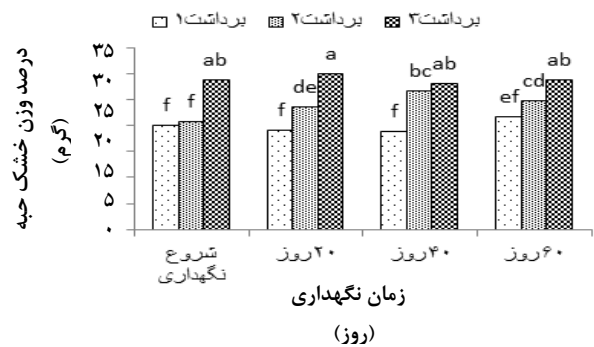


شکل ۹- مقایسه میانگین تأثیر زمان برداشت بر میزان قطر کوچک (mm) میوه انگور رقم بیدانه سفید (حروف غیر مشابه نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد در بین میانگین‌ها در آزمون دانکن می‌باشند).

### ۳-۸- کاهش وزن خوشه‌ها

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ساده زمان برداشت و زمان نگهداری بر میزان کاهش وزن خوشه‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی دار بوده است. با افزایش درجه رسیدگی میوه و در طی انبارداری افزایش معنی داری در کاهش وزن میوه مشاهده شد (شکل ۱۰ و ۱۱). کاهش وزن میوه انگور رقم بیدانه سفید در طی نگهداری در سردخانه در نتیجه دهیدراسیون و آب از دست‌دهی از سطح میوه‌ها و خوشه‌ها می‌باشد. هر چه مدت زمان انبارداری انگور بیشتر باشد با توجه به این‌که سلول‌های میوه دارای فعالیت تنفسی هستند مقداری از آب میوه صرف این فعالیت می‌شود در نتیجه میانگین کاهش وزن یک رابطه مستقیم با طول مدت انبارداری و دمای انبار دارد که در نتایج گوئرا و کاسکوآرو (۲۰۰۸) در آلو، پیگا و همکاران (۲۰۰۰) در مرکبات، سیلویا پاسوآریلو و همکاران (۲۰۱۳) در میوه گلابی و دولتی (۱۳۷۶) در مورد ارقام کشمش بیدانه و فخری شاهرودی نیز گزارش شده است.

زمان برداشت، شرایط نگهداری، میزان عناصر معدنی و نسبت سطح به حجم میوه از عوامل موثر بر سرعت کاهش وزن میوه است



شکل ۷- مقایسه میانگین اثر زمان برداشت و زمان نگهداری بر میزان درصد وزن خشک حبه (گرم) میوه انگور رقم بیدانه سفید (حروف غیر مشابه نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد در بین میانگین‌ها در آزمون دانکن می‌باشند).

### ۳-۷- ابعاد حبه

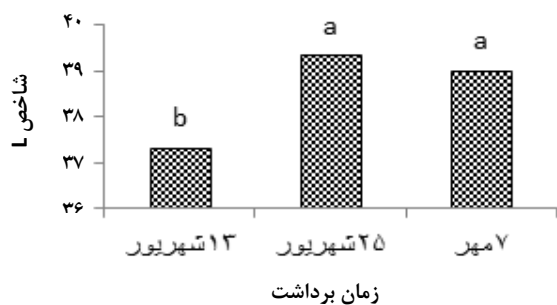
نتایج جدول تجزیه واریانس نشان دادند که اثر زمان برداشت بر میزان قطر متوسط و قطر کوچک حبه در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۲). بر طبق نتایج به دست آمده، با گذشت زمان برداشت مقدار قطر متوسط و قطر کوچک حبه افزایش یافت (شکل ۸ و ۹). تأثیر زمان برداشت در افزایش ابعاد حبه انگور توسط توماس و همکاران (۲۰۰۸) و وادا و همکاران (۲۰۰۹) نیز گزارش شده است. افزایش مقادیر ابعاد حبه انگور در مراحل ابتدایی به علت رشد فیزیولوژیکی و کاهش آن در مراحل انتهایی می‌تواند در اثر چروکیدگی محصول ناشی از خروج رطوبت در شرایط بیش از حد رسیده باشد (جلیلی مرندی، ۱۳۸۹).

جدول ۲- تجزیه واریانس تأثیر زمان برداشت و مدت زمان نگهداری بر ابعاد حبه انگور رقم بیدانه سفید

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		قطر کوچک (D <sub>C</sub> )	قطر متوسط (D <sub>B</sub> )	قطر بزرگ (D <sub>A</sub> )
زمان برداشت (H)	۲	۲/۲۸**	۱/۸۴**	۰/۷۷۳ ns
زمان نگهداری (T)	۳	۰/۳۲۰ ns	۰/۲۶۲ ns	۰/۴۹۹ ns
اثر متقابل (H*T)	۶	۰/۱۷۵ ns	۰/۲۶۰ ns	۰/۴۸۸ ns
اشتباه آزمایشی	۳۶	۰/۱۷۸	۰/۱۴۲	۰/۲۵۰
ضریب تغییرات (%)	.	۳/۶۰	۳/۲۴	۳/۶۶

ns, \*\*: به ترتیب نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد با آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد.

می‌یابد. بیشترین تغییرات در ترکیبات حبه انگور در طی مرحله دوم رشد که مرحله رسیدگی انگور می‌باشد اتفاق می‌افتد در این مرحله حبه‌ها از یک حالت سخت و اسیدی با قند کم به حالتی که نرم و شیرین و خوش طعم و رنگی هستند تغییر می‌یابند (باس و دیویس، ۲۰۰۱). الگوی تغییر رنگ متفاوت در ریز میوه‌ها و نیز انگور، احتمالاً به دلیل تفاوت در ترکیبات فنلی و غلظت‌های متفاوت آنها در ارقام مختلف در زمان‌های مختلف برداشت یا انبارداری می‌باشد (ژنگ و همکاران، ۲۰۰۸).



شکل ۱۲- مقایسه میانگین تأثیر زمان برداشت روی شاخص تغییرات رنگ، L میوه انگور رقم بیدانه سفید (حروف غیر مشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد در بین میانگین‌ها در آزمون دانکن می‌باشند).

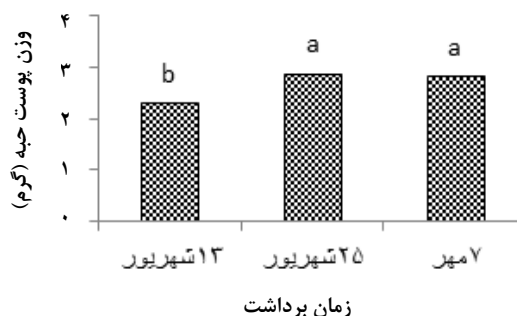


شکل ۱۳- مقایسه میانگین تأثیر زمان نگهداری روی شاخص تغییرات رنگ، L میوه انگور رقم بیدانه سفید (حروف غیر مشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد در بین میانگین‌ها در آزمون دانکن می‌باشند).

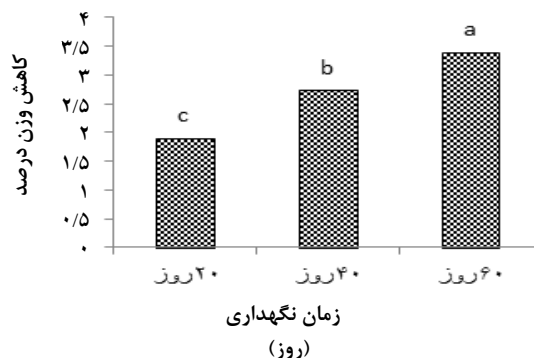
### ۳-۹-۲- شاخص تغییرات رنگ هیو (Hue angle)

طبق نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) اثرات ساده زمان برداشت و زمان نگهداری در سطح احتمال یک درصد بر مقدار شاخص Hue angle که نوع رنگ را نشان می‌دهد معنی‌دار بود. براساس این نتایج کیفیت رنگ میوه انگور رقم بیدانه سفید در طی مراحل رسیدن میوه و در زمان نگهداری کاهش می‌یابد (شکل ۱۴ و ۱۵). کاهش شاخص هیو در طی رسیدن میوه و در زمان نگهداری در میوه تمشک قرمز توسط کراگ و همکاران (۲۰۱۱) نیز گزارش شده است. هیو شاخصی است که یک رنگ را از دیگر رنگ‌ها تشخیص می‌دهد که با مقادیر a و b در ارتباط است و فاکتور خوبی برای

(جان و بی‌یلا، ۲۰۰۷). نشان داده شده است که محتوای رطوبت در زمان برداشت در بالاترین مقدار بوده و در طی رسیدن و در طول انبارداری کاهش می‌یابد (بلوچ و بیبی، ۲۰۱۲). پایین بودن کاهش رطوبت برای برداشت اول احتمالاً به دلیل بالا بودن میزان کوتیکول حبه‌ها در این مرحله بوده است.



شکل ۱۰- مقایسه میانگین تأثیر زمان برداشت بر میزان کاهش وزن (درصد) میوه انگور رقم بیدانه سفید (حروف غیر مشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد در بین میانگین‌ها در آزمون دانکن می‌باشند).



شکل ۱۱- مقایسه میانگین تأثیر زمان نگهداری بر میزان کاهش وزن (درصد) میوه انگور رقم بیدانه سفید (حروف غیر مشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد در بین میانگین‌ها در آزمون دانکن می‌باشند).

### ۳-۹-۳- رنگ

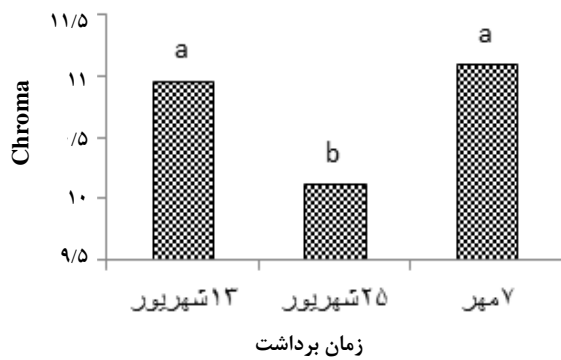
#### ۳-۹-۳-۱- شاخص تغییرات رنگ، L

طبق نتایج جدول تجزیه واریانس، زمان برداشت و زمان نگهداری هر دو روی پارامتر L که شاخص روشنایی است تأثیر معنی‌داری داشتند. با گذشت زمان برداشت میزان روشنایی حبه به صورت معنی‌داری افزایش یافت (شکل ۱۲) که با نتایج ابراهیمی (۱۳۹۰) در ارقام قزل‌اوزوم و انگور بیدانه قرمز مطابقت داشت. ولی در زمان نگهداری میزان روشنایی رنگ حبه به صورت معنی‌داری کاهش می‌یابد (شکل ۱۳) که با نتایج کراگ و همکاران (۲۰۱۱) در میوه تمشک قرمز هم‌خوانی دارد. رنگ میوه یکی از پارامترهای مهم است که به صورت ژنتیکی تعیین می‌شود و در طول توسعه و رسیدن تغییر

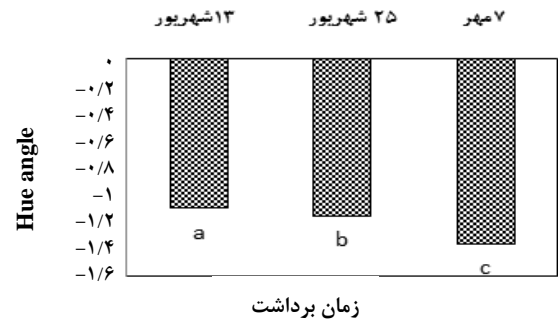
ارزیابی تغییرات رنگ میوه می‌باشد (هرناندز- موناژ و همکاران، ۲۰۰۸).

۳-۹-۳- شاخص تغییرات رنگ کروما (Chroma)

جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که اثر ساده زمان برداشت بر شاخص کروما (اشباعیت رنگ) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار می‌باشد. همان‌طور که در شکل ۱۶ نشان داده شده است بیشترین مقدار مربوط به برداشت سوم (هفت مهر) و کمترین مقدار مربوط به برداشت دوم (۲۵ شهریور) است که به صورت معنی‌داری نسبت به برداشت اول و سوم کاهش یافته است. شاخص کروما درجه خلوص یا اشباعیت (روشنی و جلای) یک رنگ را تعیین می‌کند و از عوامل مهم تعیین‌کننده ظاهری میوه محسوب می‌شود. کرومای بالا باعث افزایش کیفیت ظاهری و در نتیجه ارتقای قابلیت بازار پسندی محصول و بالعکس کرومای پایین منجر به کاهش تقاضای مصرف‌کننده برای خرید محصول می‌گردد (هرناندز- موناژ و همکاران، ۲۰۰۸). کاهش شاخص کروما یا اشباعیت رنگ در زمان برداشت دوم و افزایش آن در زمان برداشت سوم می‌تواند ناشی از تغییر رنگ حبه‌ها از سبز به زرد باشد.



شکل ۱۶- مقایسه میانگین تأثیر زمان برداشت روی شاخص تغییرات رنگ، Chroma میوه انگور رقم بیدانه سفید (حروف غیر مشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد در بین میانگین‌ها در آزمون دانکن می‌باشند).



شکل ۱۴- مقایسه میانگین تأثیر زمان برداشت روی شاخص تغییرات رنگ، Hue angle میوه انگور رقم بیدانه سفید (حروف غیر مشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد در بین میانگین‌ها در آزمون دانکن می‌باشند).



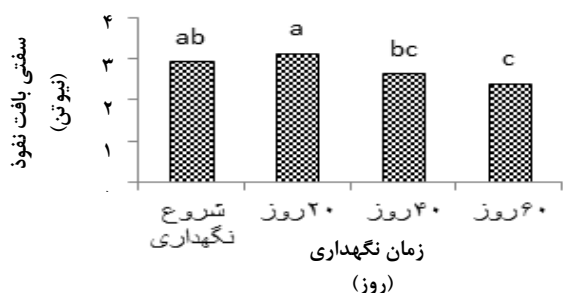
شکل ۱۵- مقایسه میانگین تأثیر زمان نگهداری روی شاخص تغییرات رنگ، Hue angle میوه انگور رقم بیدانه سفید (حروف غیر مشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد در بین میانگین‌ها در آزمون دانکن می‌باشند).

جدول ۳- تجزیه واریانس تأثیر زمان برداشت و مدت زمان نگهداری بر ویژگی‌های مکانیکی و رنگ میوه انگور رقم بیدانه سفید

میانگین مربعات									
منابع تغییرات	درجه آزادی	هاردنس نفوذ	هاردنس پوست	هاردنس دم	L	a	b	Gue angle	Chroma
زمان برداشت (H)	۲	۱/۵۴**	۱/۰۴**	۳/۱۷**	۱۸/۸۷**	۲۹/۲۹**	۱۰/۵۵**	۰/۳۰**	۴/۵۳**
زمان نگهداری (T)	۳	۱/۲۵**	۲/۳۱**	۲/۳۳**	۱۲/۷۵**	۱/۳۶**	۰/۳۰۴ ns	۰/۰۰۸*	۰/۶۰۸ ns
اثر متقابل (H*T)	۶	۰/۲۳۷ ns	۰/۸۹۸**	۱/۱۴**	۲/۲۶ ns	۰/۱۱۷ ns	۰/۹۸۱ ns	۰/۰۰۲۱ ns	۰/۸۶۰ ns
اشتباه آزمایشی	۳۶	۰/۱۰۰	۰/۰۳۷	۰/۰۹۷	۲/۱۴	۰/۲۳۷	۰/۵۸۳	۰/۰۰۲۲	۰/۵۷۱
ضریب تغییرات (%)	۰	۱۱/۴۱	۲۱/۱۷	۱۳/۵۲	۳/۸۰	-۱۲/۸۲	۷/۶۸	۳/۹۳	۷/۰۴

ns, \*\* و \* به ترتیب نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد.

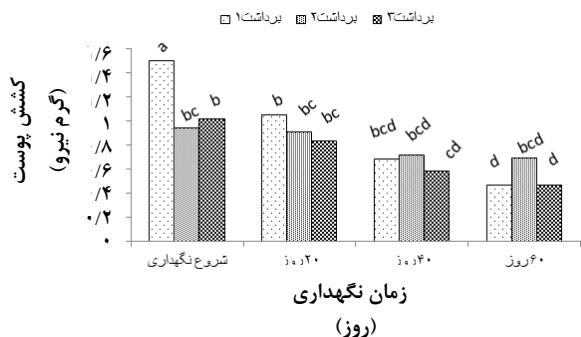




شکل ۳-۱۰- آزمون سفتی بافت (نفوذ) نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان دادند که اثر ساده زمان برداشت و زمان نگهداری بر میزان سفتی بافت (نفوذ) میوه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار می‌باشد. طبق نتایج به‌دست آمده، با گذشت زمان و رشد میوه و افزایش درجه بریکس آن، مقدار سفتی حبه کامل کاهش می‌یابد (شکل ۱۷). کاهش سفتی در طول رسیدن میوه توسط حسن‌پور و همکاران (۱۳۹۰) در انگور و همچنین توسط استو (۱۹۸۸) در میوه گلابی نیز گزارش شده است. جا و همکاران (۲۰۰۶) با مطالعه تغییرات سفتی میوه انبه در طی رسیدن، گزارش کردند که بزرگ‌ترین نیروی شکست در آزمون نفوذ، تابعی از میزان رسیدگی میوه است. به طوری که با رسیدن میوه انبه مقدار نیروی نفوذ پروب استوانه‌ای دو میلی‌متری در طی نه روز از ۳۲/۹۶ نیوتن به ۲۲/۳۹ نیوتن کاهش پیدا می‌کند. همچنین نتایج پژوهش حاضر نشان دادند که در طول دوره انبارداری میزان سفتی بافت میوه کاهش می‌یابد (شکل ۱۸). کاهش میزان سفتی بافت میوه انگور در زمان نگهداری در نتایج ابراهیمی (۱۳۹۰) در رقم قزل‌اوزوم، رحیمی و همکاران (۱۳۹۳) در انگور ارقام ریش بابا و الحقی، مستوفی و همکاران (۲۰۱۱) در انگور رقم شاه‌رودی و سیلویا پاس‌آریو و همکاران (۲۰۱۳) در گلابی ارقام *Coscia*, *Etrusca*, *Carmen* (Tosca, نیز گزارش شده است.

### ۳-۱۱- کشش پوست

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان دادند که اثرات ساده زمان برداشت و زمان نگهداری و اثر متقابل آنها بر میزان کشش پوست حبه انگور در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بوده است. بر طبق نتایج به‌دست آمده، مقاومت کشش پوست با تأخیر در زمان برداشت و همچنین در طی نگهداری به‌صورت معنی‌داری کاهش می‌یابد. پوست میوه انگور که پنج تا ده درصد وزن آن را شامل می‌شود، دارای اپیدرم خارجی و شش تا ده لایه بیرونی با دیواره‌های ضخیم می‌باشد (لیکاس و بریلویت، ۱۹۹۴). اپیدرم خارجی پوسته با لایه‌هایی از سلول‌های مرده و ترکیبات دفاعی به‌نام کوتیکول، موم و سلول‌های کلانشیم پوستی پوشانده شده است (کووک و سلک، ۲۰۰۴). انگور به‌علت دارا بودن بافت نرم و پوست نازک در برابر صدمات مکانیکی وارده حساس است. صدمات مکانیکی اولیه وارده به انگور نوعاً حاصل از آسیب وارد شده بر پوست به‌صورت خراش، سوراخ‌شدگی و یا پارگی و همچنین جدا شدن دم از حبه ظاهر می‌شود. از این رو است که حساسیت در مقابل خسارت بعضی محصولات کشاورزی (از جمله انگور) تحت تأثیر مقاومت کششی پوست آن‌ها و جدا شدن دم از حبه صورت می‌گیرد (سیتیکی، ۱۹۸۶).

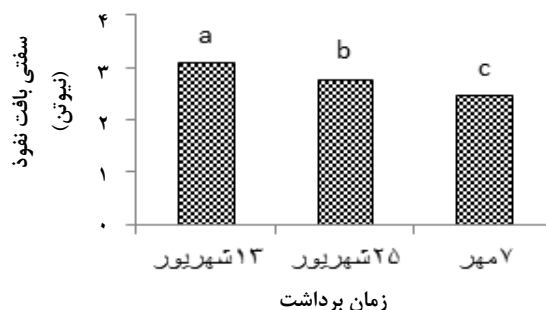


شکل ۱۷- مقایسه میانگین تأثیر زمان برداشت و زمان نگهداری بر میزان کشش پوست حبه انگور رقم بیدانه سفید (حروف غیر مشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد در بین میانگین‌ها در آزمون دانکن می‌باشند).

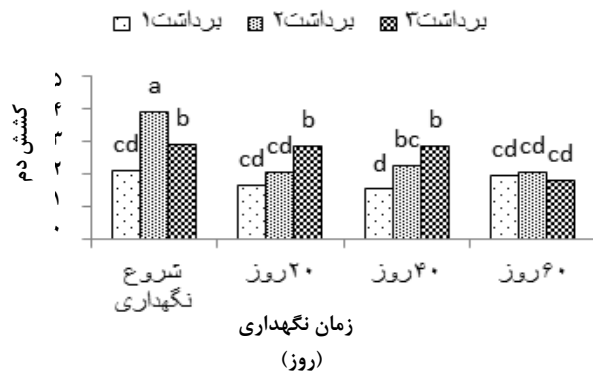
### ۳-۱۷- مقایسه میانگین تأثیر زمان برداشت بر میزان سفتی بافت (نفوذ) میوه در سطح احتمال یک درصد در بین میانگین‌ها در آزمون دانکن می‌باشند).

شکل ۱۷- مقایسه میانگین تأثیر زمان برداشت بر میزان سفتی بافت (نفوذ) میوه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار می‌باشد. طبق نتایج به‌دست آمده، با گذشت زمان و رشد میوه و افزایش درجه بریکس آن، مقدار سفتی حبه کامل کاهش می‌یابد (شکل ۱۷). کاهش سفتی در طول رسیدن میوه توسط حسن‌پور و همکاران (۱۳۹۰) در انگور و همچنین توسط استو (۱۹۸۸) در میوه گلابی نیز گزارش شده است. جا و همکاران (۲۰۰۶) با مطالعه تغییرات سفتی میوه انبه در طی رسیدن، گزارش کردند که بزرگ‌ترین نیروی شکست در آزمون نفوذ، تابعی از میزان رسیدگی میوه است. به طوری که با رسیدن میوه انبه مقدار نیروی نفوذ پروب استوانه‌ای دو میلی‌متری در طی نه روز از ۳۲/۹۶ نیوتن به ۲۲/۳۹ نیوتن کاهش پیدا می‌کند. همچنین نتایج پژوهش حاضر نشان دادند که در طول دوره انبارداری میزان سفتی بافت میوه کاهش می‌یابد (شکل ۱۸). کاهش میزان سفتی بافت میوه انگور در زمان نگهداری در نتایج ابراهیمی (۱۳۹۰) در رقم قزل‌اوزوم، رحیمی و همکاران (۱۳۹۳) در انگور ارقام ریش بابا و الحقی، مستوفی و همکاران (۲۰۱۱) در انگور رقم شاه‌رودی و سیلویا پاس‌آریو و همکاران (۲۰۱۳) در گلابی ارقام *Coscia*, *Etrusca*, *Carmen* (Tosca, نیز گزارش شده است.

نرمی بافت میوه در نتیجه تغییرات در ساختار دیواره سلولی شامل کاهش همی‌سلولز، گالاکتوز و حل شدن پکتین صورت می‌گیرد که در نتیجه فعالیت آنزیم‌های هیدرولیز کننده دیواره سلولی می‌باشد (فیشر و بنیت، ۱۹۹۱). آنزیم‌های هیدرولیز کننده دیواره سلولی از جمله پلی‌گالاکتروناز، پکتین‌متیل‌استراز و بتا‌گلوکوزیداز در طی رسیدن میوه افزایش می‌یابند (سودا و همکاران، ۱۹۸۶). در موقع رسیدن و در طول انبارداری سفتی کاهش پیدا کرده و خواص رسیدگی میوه افزایش می‌یابد و به این دلیل حساسیت میوه به آلودگی‌های قارچی در طول مدت نگهداری افزایش پیدا می‌کند (هرناندز-مونا و همکاران، ۲۰۰۸).



شکل ۱۷- مقایسه میانگین تأثیر زمان برداشت بر میزان سفتی بافت (نفوذ) میوه در سطح احتمال یک درصد در بین میانگین‌ها در آزمون دانکن می‌باشند).



شکل ۲۰- مقایسه میانگین اثر زمان برداشت و زمان نگهداری بر میزان کشتش دم حبه انگور رقم بیدانه سفید (حروف غیر مشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد در بین میانگین‌ها در آزمون دانکن می‌باشند).

### نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج به‌دست آمده، زمان برداشت و زمان نگهداری روی اکثر خصوصیات فیزیکی و مکانیکی حبه انگور رقم بیدانه سفید تأثیر معنی‌داری داشتند. با توجه به نوع مصرف تازه‌خوری یا انبارداری باید توجه داشت که میوه انگور رقم بیدانه سفید در بهترین زمان مربوط به خود برداشت گردد. در بین زمان‌های مختلف برداشت از نظر شاخص‌های فیزیکی و مکانیکی مورد مطالعه، زمان دوم برداشت (۲۵ شهریور ماه) بهترین زمان برداشت میوه انگور رقم بیدانه سفید بود. در میوه انگور رقم بیدانه سفید تا ۴۰ روز نگهداری در انبار سرد اکثر خصوصیات فیزیکی و مکانیکی میوه به‌خوبی حفظ شد. نتایج مربوط به روند تغییرات خصوصیات فیزیکی و مکانیکی میوه در طی زمان‌های مختلف برداشت و انبارداری، می‌تواند در جهت مدیریت بهتر برداشت و انبارداری و همچنین طراحی دستگاه‌های حمل و نقل، فرآوری و دستیابی به محصولی با کیفیت بالا به‌صورت کاربردی مورد استفاده قرار گیرند.

### ۱۲-۳- آزمون جدایی دم از حبه

در شروع نگهداری میزان مقاومت دم حبه در زمان برداشت دوم (۲۵ شهریور) نسبت به زمان برداشت اول افزایش ولی در زمان برداشت سوم دوباره کاهش یافت (شکل ۲۰). مقدار نیروی لازم برای جدا کردن دم از حبه با رسیدن میوه به‌صورت تدریجی کاهش می‌یابد که نتایج پژوهش حاضر با نتایج حسن‌پور و همکاران (۱۳۹۰) و روله و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت دارد.

نیروی جدایی دم از حبه در طی مدت انبارداری کاهش می‌یابد و این کاهش با افزایش ریزش حبه همراه است. به‌طوری که با کاهش نیروی جدایی دم از حبه انگور کاپاهو از ۵/۰۶ به حدود سه نیوتن در مدت ۶۰ روز پس از برداشت، مقدار ریزش ۱۱ درصد افزایش می‌یابد (دنگ و همکاران، ۲۰۰۷؛ ویو و همکاران، ۲۰۰۸). با توجه به این مطلب و مشاهده تغییرات مشابه در نیروی جدایی و مقاومت کشتش پوست شاید بتوان گفت مقاومت جدایی دم از حبه تابعی از مقاومت کششی پوست نیز باشد. جدا شدن دم میوه و مقاومت آن، به جدا شدن دیواره‌های لایه میانی سلول مربوط است که در حبه‌های جوان مقاومت این دیواره به هیدرولیز پکتین‌ها بستگی دارد (روله و همکاران، ۲۰۰۹). نیروی جدایی دم از حبه با آزمون کشتش تعیین می‌شود (مائوری و همکاران، ۲۰۰۹). این نیرو شاخص اتصال میوه به دم بوده و شاخص نیروی اتصال دمچه با گوشت حبه و همچنین مقاومت ناحیه سواگر می‌باشد که کوتاه و کوچک بودن دمچه باعث کاهش این نیرو می‌شود (دنگ و همکاران، ۲۰۰۷). نیروی جدا کردن حبه از خوشه در مدت نگهداری میوه بعد از برداشت کاهش می‌یابد (لوآی، ۲۰۱۱). مطالعه تشریحی میوه انگور نشان می‌دهد که جدایی دم از میوه با تشکیل یک حفره در پوست قسمت بالای میوه شروع شده و پس از آن برش و فروپاشی بافت‌های مجاور و بافت قشر بیرونی در محل اتصال ساقه به میوه، نتیجه تجزیه دیواره سلولی در منطقه جدایی است (کارلیداگ و همکاران، ۲۰۰۹).

### منابع مورد استفاده

- ابراهیمی، ر. ۱۳۹۰. اثر محلول‌پاشی قبل از برداشت اتفن بر خصوصیات کیفی و انبارداری ارقام انگور قرمز بیدانه و قزل‌اوزوم، پایان‌نامه کارشناسی ارشد علوم باغبانی، دانشگاه ارومیه، دانشکده کشاورزی، ص. ۷۰-۸۵.
- جلیلی‌مردی، ر. ۱۳۸۹. میوه‌های ریز (انگور، توت‌فرنگی، کیوی‌فروت، تمشک، انگورفرنگی حبه درشت، انگورفرنگی حبه ریز و ذغال‌اخته)، چاپ دوم، انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه، ص. ۲۹۷.
- حسن‌پور، ع.، ا. مدرس‌مطلق، م. اسمعیلی. و ع. رحمانی‌دیدار. ۱۳۹۰. تغییرات خواص مکانیکی انگور سفید بیدانه در طی رسیدن، نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی، جلد ۲۱، شماره ۳، ص. ۳۴۴-۳۵۴.
- دولتی، ع. ۱۳۷۶. بررسی اثرات کلرورکلسیم و گاز دی اکسید گوگرد در زمان نگهداری ارقام انگور فخری شاهرودی و کشمش‌ی بیدانه در سردخانه، پایان‌نامه کارشناسی ارشد علوم باغبانی، دانشگاه تهران، دانشکده کشاورزی، ص. ۱۵۴.

- رحیمی، س.، ح. میردهقان. و م. اسماعیلی‌زاده. ۱۳۹۳. تأثیر تیمار پوتریسین به روش غوطه‌وری تحت فشار بر کیفیت پس از برداشت دو رقم انگور، نشریه علوم باغبانی ایران، دوره ۴۵، ش ۲، ص. ۱۴۹-۱۳۷.
- نبی‌زاده، ف و م. اسماعیلی. ۱۳۸۹. تغییرات بافت سیب زرد لبنانی در طی نگهداری در سردخانه تجاری تحت تأثیر تاریخ برداشت، مجله پژوهش‌های صنایع غذایی ایران، جلد ۳، شماره ۲، ص. ۴۳-۳۴.
- Baloch, M. K. and F. Bibi. 2012. **Effect of harvesting and storage conditions on the postharvest quality and shelf life of Mango (*Mangifera indica* L.) fruit.** Journal: South African journal of Botany, 83: 109- 116.
- Benitez, S., I. Achaerandio., F. Sepulcre. and M. Pujola. 2013. **Aloe vera based edible coatings improve the quality of minimally processed 'Hayward' kiwifruit.** Postharvest Biology and Technology, 81: 29- 36.
- Boss, P. K. and C. Davies. 2001. **Molecular biology of sugar and anthocyanin accumulation in grape berries.** In: Roubelakis- Angelakis KA (Eds) molecular Biology and Biotechnology of the Grapevine, Kluwer Academic publishers, Dordrecht, The Netherlands, 1- 33.
- Coombe, B. G., M. Bovio. and A. Schneider. 1987. **Solute accumulation by grape pericarp cells. relation to berry size and the effect of defoliation.** Journal of Experimental Botany, 38: 1789- 1798.
- Csado, C. G. and A. Heredia. 2001. **Ultrastructure of the cuticle during growth of the grape berry (*Vitis vinifera*).** Physiologia plantarum, 111: 220- 224.
- Deng, Y., Y. Wu., Y. Li., M. Yang., C. Shi. and C. Zheng. 2007a. **Studies of postharvest berry abscission of 'Kyoho' table grapes during cold storage and high oxygen atmospheres.** Postharvest Biology and Technology, 43(1), 95- 101.
- Deng, Y., Y. Wu., Y. Li., P. Zhang., M. Yang., C. Shi., C. Zheng. and S. Yu. 2007b. **A mathematical model for predicting grape berry drop during storage.** Journal of Food Engineering, 78: 500- 511.
- Dominguez, E., J. Cuartero. and A. Heredia. 2011. **An overview of plant cuticle biomechanics.** Plant Science, 181: 77- 84. 1556- 3758.
- Doumouya, S., M. Lahaye., R. Symoeaux., R. Siret. 2012. **Study and comparison of changes in mechanical properties of grapes from the cabernet franc and chenin (*vitis vinifera* L.) during maturation.** Revue Suisse de viticulture arboriculture horticulture, 44(5): 310-317.
- Fabrizio, T., C. Enzo., G. Vincenzo., R. Luca. 2010. **Mechanical properties, phenolic composition and extractability indices of barbera grapes of different soluble solids contents from several growing areas.** Analytica chimica Acta pages, 183- 189.
- FAO. 2014. **(Food and Agriculture Organization).** [http:// faostat. Fao. Org/](http://faostat.Fao.Org/)
- Fisher, R. L. and A. B. Bennett. 1991. **Role of cell wall hydrolases in fruit ripening.** Plant Physiology, 42: 675- 703.
- Guerra, M. and P.A. Casquero. 2008. **Effect of harvest date on cold storage and postharvest quality of Plum cv. Green gage.** Postharvest Biology and Technology, 47, 325- 332.
- Hardie, W. J., T. P. O'Brien. and V. G. Jandzems. 1996. **Morphology, anatomy and development of the pericarp after anthesis in grape, (*Vitis vinifera* L).** Australian journal of grape and wine research, 2(2): 97- 142.
- Hernandez- Munoz, P., E. Almenar., V. D. Valle., D. Velez. and R. Gavara. 2008. **Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on Strawberry (*Faragaria ananasa*) quality during refrigerated storage.** Food Chemistry, 110: 428- 435.

- Jassode- Rodriguez, D., D. Hernandez- Castillo., R. Rodriguez- Garcia. and J. L. Angulo- Sanchez. 2005. **Antifungal activity invitro of Aloe vera pulp and liquid fraction against plant pathogenic fungi industrial crops and products.** ISSN: ISSN 0926- 6690, 21: 81- 87.
- Jha, S. N., A. R. P. Kingsly. and S. Chopra. 2006. **Physical and mechanical properties of mango during growth and storage for determination of maturity.** Journal of Food Engineering, 72:73- 76.
- John, A. M. and S. B. Beala. 2007. **Organic vs conventionally grown riorred whole grapefruit and juice: comparison of production inputs, market quality, consumer acceptance, and human health- bioactive compounds.** Food Chemistry, 55: 4474- 4480.
- Karlidag, H., S. Ercisli., M. Sengul. and M. Tosun. 2009. **Physico-chemical diversity in fruits of wild-growing sweetcherries (*prunus avium*).** Journal of Biotechnology and Biotechnological Equipment, 23(3): 280- 285.
- Kok, D. and S. Celik. 2004. **Determiration of characteristics of grape berry skin in some table grape cultivars (*Vitis vinifera* L.).** Journal of Agronomy, 3 (2): 141- 146.
- Kruege, E., H. Dietrich., E. Schopplein., S. Rasim. and P. Kurbel. 2011. **Cultivar, storage conditions and ripening effect on physical and chemical quality of red raspbery fruit.** Postharvest Biology and Technology, 60: 31- 37.
- Lecas, M. and J. M. Brillouet. 1994. **Cell wall composition of grape berry skins.** Phytochemistry, 35(5): 1241- 1243.
- Lee, C and Y.M. C. Bourne. 1980. **Changes in Grape firmness during maturation.** Journal of Texture Studies, 11: 163- 172.
- Lo'ay, A. A. 2011. **Biological indicators to minimize berry shatter during handling of (*Thompson seedless*) grape vines.** World applied Sciences Journal, 12 (7): 1107- 1113.
- Marzouk, H. A. and H. A. Kassem. 2011. **Improving yield, quality, and shelf life of Thompson seedless grape vine by preharvest foliar applications.** Scientia Horticulture, 130: 425- 430.
- Maury, C., E. Madieta., M.L. Moigne., E. Mehinagic., R. Siret. and F. Jourjon. 2009. **Development of a mechanical texture test to evaluate the ripening process of cabernet france grapes.** Journal of Texture Studies, 40: 511- 535.
- Mostofi, Y., M. Dehestani- Ardakani. and S.H. Razavi. 2011. **The effect of chitosan on postharvest life extension and qualitative characteristics of table grape "Shahroodi".** Journal of Horticultural Science, 8: 30.
- Mpotokwane, S. M., E. Gatditlhelwe., A. Sebaka and V. Jideani. 2008. **Physical properties of Bambara groundnuts.** Journal of food engineering, 89: 93-98.
- Pancherng, A. and F. Ouyang. 2003. **A Firmness index for fruit of ellipsoidal shape.** Biochimistry Systems Eng, 86 (1): 35- 44.
- Piga, A. D., S. Aquino. and M. Agabbio. 2000. **Influence of cold storage and shelf- life on quality of salustiana, orange fruits.** Fruits, 55: 37- 44.
- Raffo, A., G. Lamalfa., V. Fogliano., G. Madani. and G. Quaglia. 2006. **Seasonal variations in antioxidant components of cherry tomatoes (*Lycopersicon esculentum* cv. Naomi F1).** Journal of Food Composition Analysis, 19: 11- 19.
- Rolle, L., F. Torchio., S. Giacosa. and V. Gerbi. 2009. **Modifications of mechanical characteristics and phenolic composition in berry skins and seeds of mondeuse wine grapes throughout the on- vine drying process.** Journal Science Food Agriculturae, 89, 1973- 1980.
- Rolle, L., H. Letaief. and V. Gerbi. 2008. **Application of texture analysis for the evaluation of the wine grape quality.** Bulletin de l'OIV 81: 221- 229.

- Rong, W., J. Qunying., and W. Deqiang. 2004. **On the mechanical damage of grape using finite element analysis.** An ASAE/CSAE Meeting presentation.
- Sawada, T., Y. Seo., H. Morishima., K. Imou. and Y. Kawogoe. 1992. **Studies on Storage and ripening of kiwifruit.** Journal of the Japanese Society of Agricultural Machinery, 54: 61- 67.
- Segade, S.R., L. Rolle., V. Gerbi. and I. Orriols. 2008. **Phenolic ripeness assessment of grape skin by texture analysis.** Journal of food composition and Analysis 21: 644- 649.
- Silva- Pasuariello, M., P. Rega., T. Migliozi., L. Rita- Capuano., M. Scortichini. and M. Petriccione. 2013. **Effect of cold storage and shelf life on physiological and quality trait sof early ripening pear cultivars.** Scientia Horticulturae, 162: 341- 350.
- Sitkei, G. 1986. **Mechanics of Agricultural materials.** Lst ed. Elsevier science pub. Co. 483p. New York, N. Y.
- Soda, I., T. Hasegawa., T. Suzuki. and Ogura, N. 1986. **Changes of polyuronides in kiwifruit during ripening.** Agriculture and Biology Chemistry, 50: 3191- 3192.
- 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.
- Thomas, T. A., K. A. Shackel. and M. A. Matthews. 2008. **Mesocarp cell turgor in *vitis vinifera L.* berries throughout development and its relation to firmness, growth, and the onset of ripening.** Planta, 228: 1067- 1076.
- Topalovic, A. and M. Mikulic– Petkovsek. 2010. **Changes in sugars, organic acids and phenolics of grape berries of cultivar cardinal during ripening.** Journal of Food, Agriculture and Environment, 8(3,4): 223- 227.
- Ullah, J., N. Khan., T. Ahmad., M. Zafarullah. and Y. Durrani. 2004. **Effect of optimum harvesting dates (OHD) on the quality of Red Delicious apple.** Asian Journal of Plant Sciences, 3: 65- 68.
- Wada, H., M. A. Matthews. and K. A. Shackel. 2009. **Seasonal pattern of apoplastic solute accumulation and loss of cell turgor during ripening of *Vitis vinifera* fruit under field conditions.** Journal of Experimental Botany, 60(6): 1773- 1781.
- Wu, Y., Y. Deng. and Y. Li. 2008. **Changes in enzyme activities in abscission zone and berry drop of (Kyoho) grapes under high O<sub>2</sub> ov CO<sub>2</sub> atmospheric storage.** LWT- Food Science and Technology, 41(1): 175- 179.
- Yurtlu, Y. B. and D. Erdogan. 2005. **Effect of storage time on some mechanical properties and bruise susceptibility of pears and apples.** Turk Journal Agricultrae for, 29: 469- 482.
- Zheng, Y., Z. Yang. and X. Chen. 2008. **Effect of high oxygen atmospheres on fruit decay and quality in chiness bayberries, strawberries and blueberries.** Food control, 19: 470- 474.

# Intracross Effect of Harvesting Time and Storage Duration on Some Physical and Mechanical Characteristics of Bidaneh Sefid' Grape Cultivar

F. Pileh<sup>1\*</sup>, A. Farokhzad<sup>1</sup> and M. Smaili<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran

<sup>2</sup>Department of Food Industry, Urmia University, Urmia, Iran

\*Corresponding author: F.pile150@yahoo.com

## Abstract

Evaluation of changes in physical and mechanical characteristics of fruits has special importance for better management of harvesting and storage process of horticultural products. In this study that was conducted in a factorial experiment based on completely randomized design with four replications, the effects of harvesting time and storage duration was studied on changes of physical and mechanical characteristics of 'Bidaneh Sefid' grape fruits. The fruits were harvested at three different stages from 4 September to 29 September at 12 days interval. Fruits stored two months at temperatures of  $1\pm 0.5$  °C and 90-95% relative humidity. During ripening and cold storage, some of the physical and mechanical characteristics such as TSS, berry density, berry dimensions, cuticle thickness, skin weight, fresh weight, berry dry weight, weight loss, fruits color, firmness, and tensile strength of the skin and tail were evaluated at 20 days interval. The results showed that over harvest time, the density of berry and weight of fruit skin increased and berry cuticle content decreased. Berry fresh weight increased with delay in harvesting and decreased during storage. With increase in ripening degree, a significant increase was observed in the weight loss of fruits during storage. Delay in harvesting, and also during storage period, decrease in firmness of berries and Skin tensile strength was observed. Tail separation force increased for second harvest samples but it decreased for the third harvest one. However, tail tensile strength was maintained at the higher level for harvested samples in the third harvesting time until 40 days storage period.

**Keywords:** Storage, Bidaneh sefid grape, Harvesting time, Mechanical properties