بررسی اثرات آسیب مکانیکی بر خواص کیفی میوه کیوی

سجاد ابراهیمی [۱]، راضیه پوردربانی [۱*]، سجاد سبزی [۲]

۱*- دانشکده کشاورزی ، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه محقق اردبیلی

۲- دانشکده کامپیوتر، دانشگاه صنعتی شریف

ایمیل نویسنده مسئول: r_pourdarbani@uma.ac.ir

تاریخ دریافت:۱۴۰۲/٤/٦ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/٤/۲۰

چکیده

آسیب‌های مکانیکی وارده بر میوه طی مراحل برداشت، حمل و نقل و درجه‌بندی می‌توانند کیفیت میوه را تا حد زیادی تحت تاثیر قرار دهد. بنابراین شناسایی عوامل کاهش دهنده آسیب مکانیکی می‌تواند راهی برای حفظ کیفیت محصول باشد. کیوی میوه‌ای کلیماتریک می‌باشد که می‌توان آن را قبل از بلوغ کامل چید و سپس به مرور زمان به بلوغ و رسیدگی کامل برسد. هدف از این تحقیق بررسی تاثیر کوفتگی بر خواص کیفی (سفتی، موادجامدمحلول (SSC) و (pH) کیوی است. در این تحقیق نمونه‌های کیوی از درخت یکسانی در فواصل زمانی ۱۵ روزه چیده شده و بصورت مصنوعی تحت آسیب مکانیکی معینی قرار گرفتند. سپس در فواصل زمانی ۱، ۵ و ۱۰ روز سفتی، SSC و pH آن‌ها اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که تاثیر عوامل زمان برداشت، مدت انبارداری و اثر متقابل آن‌ها بر سفتی، SSC و pH معنی‌دار است. کیوی‌های بالغ سفتی کمتر و SSC و pH بالاتری نسبت به کیوی‌های نابالغ داشتند. با گذشت زمان سفتی روند کاهشی و SSC و pH روند افزایشی برای هردو گروه کیوی‌های بالغ و نابالغ نشان دادند. همچنین اثر متقابل زمان برداشت و مدت انبارداری نشان داد که تغییرات خواص کیفی در میوه‌های نابالغ نسبت به میوه‌های بالغ با سرعت کمتری رخ می‌دهد. بطور کلی می‌توان نتیجه گرفت که بهتر است میوه کیوی بصورت نابالغ برداشت شود تا احتمال صدمه دیدن از نیروهای مکانیکی در مراحل مختلف برداشت، حمل و نقل و درجه‌بندی به حداقل برسد و با تاخیر وارد چرخه مصرف شوند تا از لحاظ بیولوژیکی به بلوغ کامل برسند و طعم و مزه مطلوبی برای مصرف کننده داشته باشد.

کلمات کلیدی

"کیوی"، "آسیب مکانیکی"، "زمان برداشت"، "مواد جامد محلول"، "سفتی".

۱- مقدمه

کیوی، متعلق به خانواده Actinidiaceae و تیره Actinidia، گیاهی دولپه ای، چند ساله و برگریز است که شامل تعدادی از گونه های تجاری مهم است (Guroo et al., ۲۰۱۷). در ایران، کیوی یکی از مهم ترین محصولات باغی و صادراتی است که فقط در استان های شمالی مانند مازندران، گیلان و بخش کوچکی از استان گلستان قابل کشت است (Maghdouri et al., ۲۰۲۱). ایران از نظر تولید کیوی پس از چین، ایتالیا و نیوزلند در رتبه چهارم جهان قرار دارد (FAOSTAT, ۲۰۲۱). رایج ترین رقم کیوی که در ایران کشت می شود «هایوارد» با گوشت سبز است (Torkashvand et al., ۲۰۱۷).کیوی ارزش غذایی بالایی دارد و در دهه‌های اخیر مصرف جهانی آن افزایش یافته است و از نظر تولید میوه بعد از موز، پرتقال و سیب در رتبه چهارم قرار دارد. در مطالعات تحقیقاتی گسترده نشان داده شده است که کیوی حاوی مقدار زیادی مواد مغذی است که با بهبود سلامت گوارشی، ایمنی و متابولیک فرد، فواید سلامتی متعددی را برای مصرف کنندگان آن فراهم می‌کند (Mohammadi Torkashvand et al., ۲۰۱۹). کیوی یک منبع قوی از ویتامین‌هایی مانند ویتامین‌های A، B، C، E، و K و سطوح قابل‌توجهی از فیبر رژیمی، فولات (ویتامین B^9)، پتاسیم و سایر مواد معدنی است (Richardson et al., ۲۰۱۸). این ماده از فیتوکمیکال‌های مختلفی مانند کاروتنوئیدها، فلاونوئیدها، آنتوسیانین‌ها و لوتئین تشکیل شده است. دارای خواص دارویی مختلفی مانند ضد سرطان، ضد دیابت، ضد باروری، محافظ کبد، ضد زخم، پیشگیری از آب مروارید و دژنراسیون ماکولا است (Satpal et al., ۲۰۲۱). به دلیل خواص دارویی متعدد میوه کیوی، در دو دهه گذشته به شدت محبوب شده است و تقاضا برای مصرف آن افزایش یافته است(Tyagi et al., ۲۰۱۵).مقدار اجزا و نوع ترکیبات شیمیایی میوه کیوی به عوامل متعددی مانند ژنوتیپ، شرایط آب و هوایی قبل از برداشت، بلوغ میوه هنگام برداشت و شرایط نگهداری وابسته است.از بین عوامل ذکر شده، میزان بلوغ میوه هنگام برداشت نقش مهمی در ارتقاء ارزش غذایی و ماندگاری میوه در زمان انبارداری دارد (Goldberg et al., ۲۰۲۱). کیفیت پس از برداشت کیوی "هایوارد تا حد زیادی توسط مرحله بلوغ در

هنگام برداشت تعیین می شود (Sfakiotakis et al., ۲۰۰۱). از این رو، یک استراتژی مهم قبل از برداشت، نظارت بر رشد میوه و ارزیابی بلوغ فیزیولوژیکی در هنگام برداشت است. توانایی ارزیابی زمان بهینه برای برداشت مطابق با مدت زمان ذخیره سازی مورد نظر از ارزش تجاری قابل توجهی برخوردار است (Goldberg & Ben-Arie, ۲۰۱۹). بلوغ فیزیولوژیکی به عنوان مرحله‌ای تعریف می‌شود که در آن میوه می‌تواند پس از برداشت به بلوغ کامل برسد، یعنی اینکه برای مصرف روزانه یا فراوری مناسب باشد. از آنجایی که کیوی میوه اقلیمی است، می‌توان آن را زمانی برداشت کرد که از نظر فیزیولوژیکی بالغ شده باشد اما نارس باشد (Macrae et al., ۱۹۸۹). هنگامی که کیوی در مرحله مناسب بلوغ چیده می‌شود، ذخیره می‌شود و به طور رضایت‌بخشی به بلوغ خوراکی کامل می‌رسد، در حالی که اگر خیلی زود برداشت شود، قبل از رسیدن به بلوغ فیزیولوژیکی مراحل رشد آن متوقف شده و طعم و خاصیت موردنظر حاصل نمی‌شود، یا اگر تقریباً رسیده برداشت شود، در طول ذخیره سازی به سرعت نرم شده، مستعد پیری زودرس شده و در نهایت عمر انبارداری آن کاهش می‌یابد(Burdon et al., ۲۰۱٦).آسیب مکانیکی بر روی میوه علت رایج کاهش کیفیت و تلفات پس از برداشت در حین جابجایی و انبارمانی است (Hussein et al., ۲۰۱۷). آسیب کوفتگی روی میوه ها عمدتاً به دلیل یک یا ترکیبی از نیروهای مکانیکی فشار، ضربه و ارتعاش در طول عملیات برداشت، حمل و نقل و جابجایی است (Costa et al., ۲۰۱۸; Hussein et al., ۲۰۱۸). کوفتگی زمانی شروع می‌شود که تنش برشی در میوه ایجاد شود و بارگذاری دینامیکی یا استاتیکی از تنش شکست بافت میوه بیشتر شود (Hussein et al., ۲۰۲۰a). بارگذاری ضربه‌ای و فشاری در هنگام برخورد میوه با سایر میوه‌ها، بخش‌هایی از درختان، ظروف، قطعات تجهیزات بسته‌بندی یا هرگونه سطح سفتی رایج است (Opara and Pathare, ۲۰۱٤). مطالعات نشان داده‌اند که کوفتگی نه تنها بر ویژگی‌های خارجی میوه تأثیر می‌گذارد، بلکه منجر به کاهش کیفیت داخلی، دگرگونی در فرآیندهای فیزیولوژیکی می‌شود و پوسیدگی و زوال پس از برداشت را ترویج می‌کند (Scherrer-Montero et al., ۲۰۱۱). علاوه بر این، کوفتگی می‌تواند منجر به کاهش وزن در میوه‌ها و سبزیجات و در نتیجه کاهش ارزش بازاری آن‌ها شود (Li and Thomas, ۲۰۱٤). علاوه بر این، آسیب کوفتگی فرآیندهای فیزیولوژیکی و متابولیک را تغییر می‌دهد و منجر به رسیدن سریع‌تر، قهوه‌ای شدن داخلی و از دست دادن کیفیت می‌شود (Costa et al., ۲۰۱۸). به عنوان مثال، آسیب جزئی کوفتگی روی سیب منجر به کاهش سفتی و قهوه‌ای شدن میوه شد (Ergun, ۲۰۱۷). به طور مشابه، آسیب کوفتگی از دست دادن سفتی و نسبت قند به اسید را برای گلابی تسریع کرد (Li et al., ۲۰۱۲). کوفتگی ضربه‌ای منجر به تغییرات کیفی داخلی و خارجی جزئی در نارنگی شد، از جمله از دست دادن اسید سیتریک، مواد جامد محلول و از دست دادن اسید اسکوربیک (Montero et al., ۲۰۰۹). همچنین در تحقیقی مشاهده شد که نیروهای فشاری و ضربه‌ای وارد بر میوه کیوی باعث تغییرات خواص کیفی کیوی مانند موادجامد محلول، رطوبت، سفتی و رنگ آن شده و کیفیت و ماندگاری میوه کیوی به شده کاهش یافت (Gao et al., ۲۰۲۱).مرحله بلوغ یکی از مهم‌ترین عوامل موثر بر حساسیت آسیب کوفتگی برای بسیاری از میوه‌ها است (Lee, ۲۰۰۵). مطالعات قبلی نشان داده‌اند که میوه‌های بالغ نسبت به میوه‌های نابالغ بیشتر مستعد آسیب کوفتگی هستند (Canete et al., ۲۰۱۵). علاوه بر این، بلوغ در مرحله برداشت به طور بالقوه بر حساسیت میوه‌ها به از دست دادن آب و آسیب مکانیکی تأثیر می‌گذارد (Hussein et al., ۲۰۲۰b).

سفتی میوه به عنوان معیاری برای طبقه بندی میوه به سطوح مختلف بلوغ و برای جداسازی میوه های رسیده و آسیب دیده از میوه‌های سالم مفید بوده است (Wang et al., ۲۰۰٦). در تحقیقی از طریق مدل‌سازی رابطه مناسبی بین سفتی میوه، آماسیدگی[۱]، فرآیند رسیدن و حساسیت به کوفتگی ایجاد شد. مدل‌های پیشنهادی نشان دادند که حساسیت به کوفتگی تحت‌تاثیر آماسیدگی میوه و تغییرات سفتی که در طول رسیدن رخ می‌دهند، می‌باشد (Garcia et al., ۱۹۹٥). تحقیقات نشان داد که در طول رسیدن موز، نشت الکترولیت پوست و تا حدی سختی پوست پارامترهای اصلی هستند که بطورچشمگیری به تفاوت در حساسیت آسیب کوفتگی مرتبط هستند (Bugaud et al., ۲۰۱٤). نشت الکترولیت پوست منعکس کننده نفوذپذیری غشا است (Saltveit, ۲۰۰۲)، به طوری که با پیشرفت رسیدن، بافت های پوست موز انسجام خود را به دلیل حل شدن دیواره سلولی از دست می‌دهند و در نتیجه یکپارچگی غشاء را از دست می‌دهند؛ که متعاقبا استرس ناشی از آسیب ضربه بر استحکام دیواره سلولی غلبه کرده و باعث شکستگی می‌شود (Kojima et al., ۱۹۹٤).اثرات رسیدن میوه بر حساسیت آسیب کوفتگی در سیب (Bollen, ۲۰۰٥)، گوجه فرنگی (Pathare & Al-Dairi, ۲۰۲۱)، ازگیل (Canete et al., ۲۰۱٥) و کیوی

[۱] turgor

(Sneddon et al., ۲۰۲۲) گزارش شده است. میزان رسیدن میوه بر بروز کوفتگی در میوه ازگیل تأثیر داشت. میوه‌های رسیده ازگیل در مقایسه با میوه‌های نارس بسیار مستعد آسیب کوفتگی هستند، در حالی که میوه‌های نابالغ کمتر دچار اسیب کوفتگی شدند (Canete et al., ۲۰۱۵). به طور مشابه، ابتلاء به آسیب کوفتگی ارتباط مستقیمی به میزان بلوغ گوجه فرنگی داشت (van Linden and de Baerdemaeker, ۲۰۰۵). مکانیسم کوفتگی ترکیبی از آسیب فیزیکی و متعاقب آن تجزیه اجزای دیواره سلولی توسط عمل پروتئین های مرتبط با دیواره سلولی است. علاوه بر این بافت میوه و حساسیت میوه به کوفتگی به عنوان دو پارامتری توصیف شده‌اند که در طول فرآیند رشد و رسیدن تغییر می‌کنند. به طور کلی، مراحل بلوغ و رسیدن و تأثیر نسبی آن‌ها بر حساسیت به کوفتگی میوه باید قبل از برداشت کاملاً درک شود (Hussein et al., ۲۰۲۰b). به عنوان مثال، برخی از میوه ها مانند هلو و ازگیل ممکن است به درستی نرسند یا اگر زود برداشت شوند ممکن است به طور غیر طبیعی برسند و در نتیجه کیفیت و طعم آن‌ها مطلوب نباشد (Canete et al., ۲۰۱۵). در نتیجه، این امر ممکن است بر بازارپسندی میوه به دلیل اختلال در ویژگی‌ های کیفیت فیزیکوشیمیایی تأثیر بگذارد. بنابراین باید تعادلی بین حفظ کیفیت میوه و عدم ابتلاء به آسیب کوفتگی ایجاد شود و میوه‌ها در زمان بهینه برداشت شوند.با توجه به اهمیت و سطح کاشت بالای میوه کیوی در کشور شناسایی عوامل تشدید کننده آسیب کوفتگی در آن حائز اهمیت است. بنابراین در این تحقیق تاثیر زمان برداشت میوه کیوی بر شدت آسیب کوفتگی ناشی از نیروهای مکانیکی و اثر متعاقب آن بر خواص کیفی (مواد جامدمحلول، سفتی و pH) میوه کیوی بررسی شد.

۲- روش انجام تحقیق

- *تهیه نمونه‌ها*

برای اجرای آزمایشات در مرحله اول، باغ ده ساله کیوی رقم هایوارد(Hayward) در شهرستان آستارا در نظر گرفته شد و در دو فاصله زمانی ۱۵ روزه از یک درخت مشخص نمونه‌برداری انجام گرفت. تعداد ٤٥ عدد میوه کیوی نیمه رسیده (بافت سفت)(T۱) در تاریخ ۱۵ آبان چیده شد و تعداد ٤٥ عدد میوه کیوی کاملا رسیده (بافت نرم)(T۲) بصورت کاملا کنترل شده چیده شد تا فاقد هرگونه آسیب مکانیکی باشند؛ تا حد امکان سعی شد تا میوه‌های چیده شده هر دسته دارای اندازه یکسان، شکل یکنواخت و بافت همگون باشند به این منظور که تاثیر عوامل ناخواسته بر آزمایشات تا حد زیادی کنترل شود. سپس میوه‌های کیوی به آزمایشگاه خواص فیزیکی دانشگاه محقق اردبیلی منتقل شد. به منظور سازگاری نمونه‌های کیوی با شرایط محیط آزمایش، تمامی نمونه‌ها به مدت ٢٤ ساعت در آزمایشگاه با دمای ٢٤ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ٥٥٪ RH قرار گرفتند.

- **القای کوفتگی مصنوعی به نمونه‌ها:**

به منظور القای کوفتگی مصنوعی به نمونه‌ها، هر میوه کیوی داخل پارچه توری قرار گرفته و سپس از ارتفاع ۵۰ سانتی-متری مطابق شکل (۱) آویزان شد. سپس از یک گوی فلزی به قطر ۱۵ میلی‌متر و جرم ۳۲ گرم برای اعمال ضربه به نمونه استفاده شد. گلوله فلزی در مسیره دایره‌ای با زاویه ٦٠ درجه نسبت به نمونه رها شد و نیروی ضربه‌ای به سطح نمونه وارد نمود. زاویه ٦٠ درجه بصورت آزمون و خطا بگونه‌ای انتخاب شد تا از ایجاد صدمه شدید به نمونه‌ها جلوگیری شود. سپس نمونه‌ها به سه گروه تقسیم شده و به سردخانه با دمای ۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۹۰ درصد منتقل شدند. سپس نمونه‌ها در فواصل ۱، ۵ و ۱۰ روز از سردخانه خارج شده و آزمایشات مربوط به خواص کیفی (سفتی، مواد جامد محلول (SSC) و pH) به روی آن‌ها انجام شد.

- **اندازه‌گیری سفتی**

به منظور اندازه‌گیری سفتی، نمونه‌ها از سردخانه خارج شده و به مدت ۵ ساعت در دمای محیط قرارگرفتند تا تمامی نمونه‌ها از نظر دمایی به شرایط یکسان برسند. سپس میوه‌های کیوی به صورت عرضی زیر دستگاه آزمون تست فشاری قرار گرفتند به‌گونه‌ای که نوک کاوشگر روی محل کوفتگی قرار گرفته و با سرعت ثابت ۱۰ میلی‌متر بر ثانیه کاوشگر به سمت پایین حرکت کرد تا نیروی لازم برای نفوذ به بافت میوه کیوی تامین شود. حداکثر نیروی وارد شده در این فرایند به عنوان نیروی نفوذ ثبت شد. دستگاه سفتی‌سنج استفاده شده در این پژوهش مدل FR ۵۱۲۰ ساخت کشور تایوان می‌باشد. این دستگاه دارای کاوشگرهایی به قطر ۳، ٦، ۸ و ۱۱ میلی‌متر است که در این تحقیق از گاوشگر ٦ میلی‌متری استفاده شد.

- ***اندازه‌گیری مواد جامد محلول (SSC) و pH***

برای اندازه‌گیری مواد جامد محلول، پوست میوه به‌صورت یک لایه نازک برداشته شد سپس دو انتهای میوه در جهت طولی جدا شد. برای تهیه یک مخلوط همگن، قسمت‌های باقیمانده میوه وارد دستگاه آبمیوه‌گیری خانگی شد. در نهایت برای اندازه‌گیری SSC از دستگاه رفراکتومتردیجیتالی (HANNA HI۹٦۸۰۳) استفاده شد.چند قطره از مخلوط حاصل روی قسمت کاوشگر رفراکتومتر قرارداده می‌شود و دستگاه بصورت خودکار میزان SSC را بر حسب درجه بریکس تعیین می‌کند. مزیت

این دستگاه نسبت به رفراکتومتر چشمی این است که خطای خوانش انسانی در آن حذف شده و دارای قابلیت جبران خودکار دما می‌باشد. برای اندازه‌گیری pH عصاره هر نمونه کیوی، از pH متردیجیتال مدل ۳۰۰ BP استفاده گردید. بعد از خاتمه اندازه‌گیری هر نمونه، الکترود دستگاه pH متر با آب مقطر شسته شد و با دستمال تمیز و خشک شد. در انتهای آزمایشات، داده‌های اندازه‌گیری شده با کمک نرم افزار ۲۰۱۳ Excel در فایلهای مجزا دسته بندی و ذخیره سازی شد. تجزیه واریانس نتایج با آزمایش فاکتوریل در طرح پایه کاملا تصادفی با ۱۵ تکرار انجام شد و سپس مقایسه میانگین اثرات اصلی و متقابل با آزمون مقایسه میانگین توکی و با استفاده از نرم افزار minitab ۱۸ انجام شد.

۳- نتایج

نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثر عوامل مرحله بلوغ و زمان بر سفتی، مواد جامدمحلول (SSC) و pH در جدول (۱) نمایش داده شده‌است. با توجه به نتایج ارائه شده در جدول (۱) مشخص است که اثر عوامل اصلی و اثر متقابل آن‌ها بر متغیرهای خروجی در سطح ۱ درصد معنی‌دار است.

جدول ۱: تجزیه واریانس pH، مواد جامد محلول(SSC) و سفتی میوه گلابی

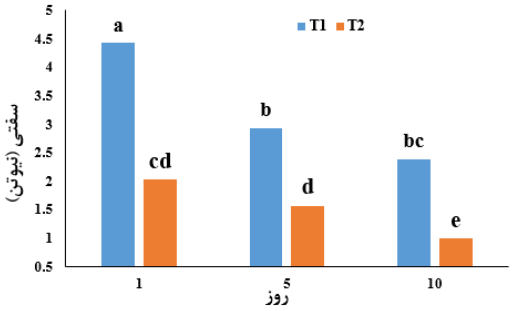
منابع	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		SSC	سفتی	pH
مرحله بلوغ	۱	۱۹۵/٤٦**	٦٦/٤١**	۸/۲۳**
زمان	۲	۳۱/۳۱**	۱۸/۱۱**	۱/۲٦**
مرحله بلوغ × زمان	۲	۰/۷٦۲**	۲/٥٤**	۰/۰۳۸**
اشتباه آزمایش	۸٤	۰/۱۷۸	۰/۲۸	۰/۰۰۱۲۸
کل	۸۹			

مقایسه میانگین اثر عوامل بلوغ و زمان بر سفتی

در شکل (۲) مقایسه میانگین اثر مرحله بلوغ و زمان بر سفتی میوه کیوی پس از القای آسیب مکانیکی نشان داده شده است. با توجه به شکل (۲) مشخص است سفتی نمونه‌های کاملا رسیده بسیار پایین‌تر از نمونه‌های نابالغ است بگونه‌ای که نمونه‌های نابالغ حتی ۱۰ روز بعد از القای آسیب مکانیکی بافت سفت‌تری نسبت به نمونه-های کاملا رسیده دارند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که نمونه‌های کاملا رسیده به آسیب مکانیکی بسیار حساس بوده و سفتی بافت آن‌ها به شدت تحت تاثیر قرارگرفته و کیفیت آن‌ها کاهش می‌یابد در حالیکه میوه-های نیمه رسیده به راحتی تحت تاثیر آسیب مکانیکی قرار نگرفته و در صورت آسیب دیدن مدت زمان بیشتری کیفیت آن‌ها حفظ شده و هنوز بازار پسند هستند. نرم شـدن و کاهش سفتی میوه با گذر زمان را می‌توان به دلایلی مانند تبـدیل پروتـوپکتین نامحلول به پکتین محلـول و همچنین بـه واسـطه کـاهش همی‌سلولز موجود در میوه کیوی نسبت داد (Tilahun et al., ۲۰۲۰). همانطور که در شکل (۲) مشخص است روند نرم شدن میوه‌های بالغ شیب کمتری نسبت به میوه‌های نابالغ دارد روند آهسته‌تر کاهش سفتی ممکن است به میزان بالاتر کلسیم میوه‌ها در زمان برداشت دوم ارتباط داشته باشد (Tavarini et al., ۲۰۰۸).سفتی بافت میوه کیوی به‌طور گسترده‌ای در تعیین کیفیت پس از برداشت میوه کیوی استفاده می‌شود. نرم شدن بافت میوه کیوی در زمان رسیدن نتیجه تجزیه پلی‌ساکاریدهای دیواره سلولی می‌باشد. پلی‌ساکاریدهای دیواره سلولی بر اثر فعالیت آنزیم‌های هیدرولیزکننده پکتین متیل استراز[۱]، پلی‌گالاکتروناز[۲] و سلولاز تجزیه می‌شوند (Meharg, ۲۰۱۲). آسیب مکانیکی باعث پارگی سلولی و آسیب دیواره سلولی می‌شود و در نتیجه کوفتگی موجب تسریع فرایند نرم شدن میوه‌های می‌گردد (Gao et al., ۲۰۲۱).

[۱] Pectin Methyl Esterase
[۲] Poly galacturonase

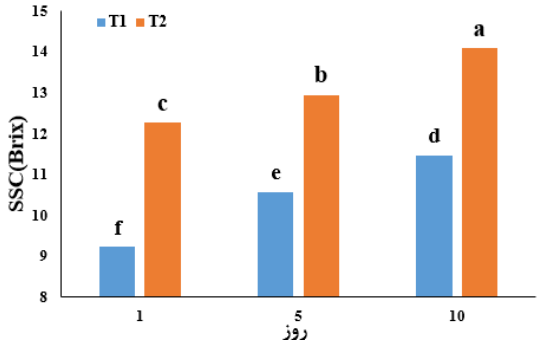
در تحقیقات مختلف نشان داده شده‌است که سفتی در حدود ۵- ۱۰ نیوتن سفتی مناسب برای فرایندهای نظیر جابجایی، بسته‌بندی و درجه‌بندی کیوی می‌باشد (Feng et al., ۲۰۱۱) و سفتی در حدود ۳-۵ نیوتن سفتی مناسب برای کیفیت خوراکی کیوی است (Stec et al., ۱۹۸۹).



شکل ۲: مقایسه میانگین اثر عوامل بلوغ و زمان بر سفتی

۳-۲- مقایسه میانگین اثر عوامل بلوغ و زمان بر مواد جامد محلول (SSC)

مقایسه میانگین اثر مرحله بلوغ و زمان بر مواد جامد محلول میوه کیوی پس از القای آسیب مکانیکی در شکل (۳) ارائه شده است. همانطور که در شکل (۳) مشخص است SSC نمونه‌های بالغ نسبت به نمونه‌های نیمه بالغ بیشتر است و SSC این نمونه‌ها در اثر آسیب مکانیکی با شیب بیشتری نسبت به نمونه‌های نیمه بالغ افزایش می‌یابد که این نکته بیانگر این واقعیت می‌باشد که آسیب مکانیکی باعث تسریع تغییرات شیمیایی در میوه‌های بالغ شده و فرایند زوال آن‌ها سریع شکل گرفته و ماندگاری آن‌ها کاهش می‌یابد در حالیکه میوه‌های نابالغ حتی در صورت وجود آسیب مکانیکی نیز روند پیری طبیعی‌تری را طی کرده و ماندگاری بهتری دارند. علت افزایش SCC با گذر زمان به افزایش فعالیت آنزیم ساکارزفسفات‌سنتاز[1] نسبت داده می‌شود که توانایی تبدیل نشاسته به قندهای ساده مثل گلوگز فسفات را دارد. این آنزیم در طی فرایند رسیدن توسط هورمون اتیلن فعال می‌شود (Boquete et al., ۲۰۰٤; Yin et al., ۲۰۰۹). در تحقیقات گذشته اشاره شده‌است که میزان شاخص SSC که طعم رضایت‌بخشی را برای مصرف‌کنندگان ایجاد کند در حدود ۱۳-۱۱ می‌باشد (Crisosto & Kader, ۱۹۹۹). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که اگر میوه کیوی بصورت نابالغ چیده شود در فاصله بین برداشت تا مصرف به بلوغ کامل می‌رسد و طعم مطلوب در آن حاصل می‌شود در حالیکه بافت آن نیز در مقابل صدمات مکانیکی مقاوم بوده و مبتلا به زوال نمی‌شود. با اینحال میوه‌هایی که بصورت نابالغ برداشت می‌شوند با گذشت زمان هیدرولیز نشاسته به قندهای محلول به‌صورت کامل انجام نمی‌گیرد و این فرایند موجب طعم نامطلوب میوه می‌گردد بنابراین نباید میوه‌ها کاملا نارس چیده شوند (Osorio & Fernie, ۲۰۱۳). افزایش SSC با گذر زمان فقط مربوط به افزایش قند نمی‌باشد بلکه ممکن است به علت افزایش مواد جامد محلولی مانند چون پکتین‌های محلول و ترکیبات فنلی نیز باشد که افزایش بیش از حد این مواد تا حدی نیز باعث بدطعمی میوه می‌شوند (Amodio et al., ۲۰۰۷). نتایج این تحقیق با نتایج سایر تحقیقات که تاثیر بلوغ و ضربه بر میزان SSC را بررسی کرده‌اند تطابق دارد. نتایج تحقیقی نشان داد که محتوای SSC موز با افزایش آسیب مکانیکی کوفتگی در شرایط نگهداری در دمای اتاق افزایش می‌یابد و میوه‌های بالغ بیشتر تحت تاثیر آسیب مکانیکی بوده‌اند (Maia et al., ۲۰۱۱). در تحقیق دیگری تاثیر آسیب مکانیکی و بلوغ گلابی بر SSC نشان داد که با افزایش نیروی وارده در میوه‌های بالغ SSC به شدت افزایش می‌یابد (Pathare & Al-Dairi, ۲۰۲۱). مرحله بلوغ و زمان انبارداری دو فاکتور مهمی بودند که بر میزان SSC میوه کیوی تاثیر داشتند و میوه‌های بالغ با گذر زمان افزایش قابل توجهی در میزان SSC داشتند (Goldberg et al., ۲۰۲۱). همچنین تاثیر بلوغ میوه کیوی برا آسیب‌پذیری مکانیکی در تحقیقی مورد بررسی قرار گرفت؛ نتیجه این تحقیق نشان داد که میوه‌های بالغ به راحتی تحت تاثیر آسیب مکانیکی قرار گرفته و با گذر زمان SSC بخش اسیب دیده کیوی به شدت افزایش می‌یابد (Sneddon et al., ۲۰۲۲).



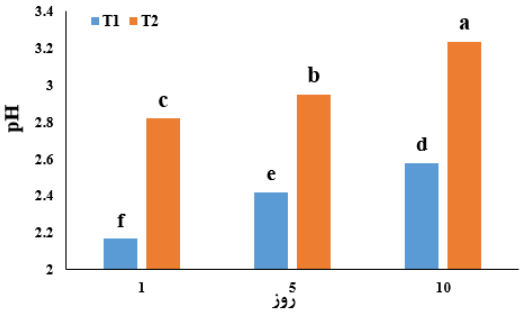
شکل ۳: مقایسه میانگین اثر عوامل بلوغ و زمان بر SSC

۳-۳-مقایسه میانگین اثر عوامل بلوغ و زمان بر pH

در شکل (٤) مقایسه میانگین اثر عوامل بلوغ و زمان بر pH میوه کیوی ارائه شده است. با توجه به نتایج ارائه شده در شکل (٤) مشخص است که با گذشت زمان خاصیت اسیدی نمونه‌ها کمتر می‌شود. همچنین نمونه‌های

[1] Sucrose Phosphate Synthase

نابالغ خاصیت اسیدی بیشتری داشته و pH آن‌ها کمتر است. نکته قابل توجه در شکل (٤) اینست که نمونه‌های بالغ حساسیت بیشتری به گذر زمان داشته‌اند و شیب افزایش pH آن‌ها نسبت به نمونه‌های نابالغ بیشتر است. در تحقیقات مشابه نیز گزارش شده اســت که میزان pH، به نوع فعالیتهای بیوشیمی، ویژگی‌های بافــت، نوع اسیدهای آلی و رقم میوه وابسته است و افزایشpH ، بــه دلیل فعالیت‌های بیوشیمیایی داخل میوه اتفاق بیفتاد کــه متعاقبا منجر می‌شوند مواد اسیدی موجود در میوه به فــرآورده‌هــای قنــدی تبدیل شوند (Tilahun et al., ۲۰۲۰). از سوی دیگر آسیب مکانیکی باعث تشدید فعالیت‌های شیمیایی در میوه شده و باعث تسریع تبدیل مواد اسیدی به سایر فراورده‌ها می‌شوند. در تحقیقات بسیاری گزارش شده‌است که آسیب مکانیکی و گذر زمان باعث افزایش pH در میوه‌ها می‌شوند (Canete et al., ۲۰۱۵ □□□□ □□ □□.,۲۰۱۹ □□□□□□□ □□ □□.,۲۰۲۰□□ Goldberg et al., ۲۰۲۱).



شکل ٤: مقایسه میانگین اثر عوامل بلوغ و زمان بر pH

٤- نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که عوامل زمان برداشت و مدت ذخیره‌سازی بعد از برداشت تاثیر مشخصی بر خواص کیفی میوه کیفی دارند. میوه‌های با بلوغ کامل سفتی کمتری دارند و در مقابل نیروهای مکانیکی آسیب-پذیر هستند و در طول زمان دچاز زوال و فساد شیمیایی می‌شوند. از سوی دیگر میوه‌های نابالغ بافت سفت‌تری دارند و به راحتی تحت تاثیر نیروهای مکانیکی قرار نمی‌گیرند و خواص کیفی آن‌ها حتی در اثر دیدن ضربه حفظ می‌شود. با اینحال میوه‌های نابالغ pH پایین‌تر (اسیدیه بالاتری) دارند و همچنین SSC آن‌ها کمتر بوده و دارای طعم و مزه مناسبی برای مصرف آنی نیستند. بنابراین میوه کیوی بهتر است بصورت نابالغ برداشت شود تا احتمال صدمه دیدن از نیروهای مکانیکی در مراحل مختلف برداشت، حمل و نقل و درجه‌بندی به حداقل برسد و با تاخیر وارد چرخه مصرف شوند تا از لحاظ بیولوژیکی به بلوغ کامل برسند و طعم و مزه مطلوبی برای مصرف کننده داشته باشند

منابع

Amodio, M. L., Colelli, G., Hasey, J. K., & Kader, A. A. (۲۰۰۷). A comparative study of composition and postharvest performance of organically and conventionally grown kiwifruits. Journal of the Science of Food and Agriculture, ۸۷(۷), ۱۲۲۸-۱۲۳٦.

Boquete, E. J., Trinchero, G. D., Fraschina, A. A., Vilella, F., & Sozzi, G. O. (۲۰۰٤). Ripening of 'Hayward'kiwifruit treated with ۱-methylcyclopropene after cold storage. Postharvest Biology and Technology, ۳۲(۱), ٥۷-٦٥.

Bugaud, C., Ocrisse, G., Salmon, F., & Rinaldo, D. (۲۰۱٤). Bruise susceptibility of banana peel in relation to genotype and post-climacteric storage conditions. Postharvest Biology and Technology, ۸۷, ۱۱۳-۱۱۹.

Burdon, J., Pidakala, P., Martin, P., Billing, D., & Boldingh, H. (۲۰۱٦). Fruit maturation and the soluble solids harvest index for 'Hayward'kiwifruit. Scientia Horticulturae, ۲۱۳, ۱۹۳-۱۹۸.

Choi, H. R., Tilahun, S., Lee, Y. M., Choi, J. H., Baek, M. W., & Jeong, C. S. (۲۰۱۹). Harvest time affects quality and storability of kiwifruit (Actinidia spp.): Cultivars during long-term cool storage. Scientia Horticulturae, ۲٥٦, ۱۰۸٥۲۳.

Cañete, M. L., Hueso, J. J., Pinillos, V., & Cuevas, J. (۲۰۱٥). Ripening degree at harvest affects bruising susceptibility and fruit sensorial traits of loquat (Eriobotrya japonica Lindl.). Scientia Horticulturae, ۱۸۷, ۱۰۲-۱۰۷.

Costa, A. G., Braga Jr, R. A., Boas, E. V. V., & Risso, M. (۲۰۱۸). Early prediction of internal bruising in potatoes by biospeckle laser technique. African Journal of Agricultural Research, ۱۳(۱٤), ٦٩١-٦٩٧.

Crisosto, C. H., & Kader, A. A. (۱۹۹۹). Kiwifruit postharvest quality maintenance guidelines. Central Valley Postharvest Newsletter, ۸(۳), ۱-۱۱.

Ergun, M. (۲۰۱۷). Physical, physiochemical and electrochemical responses of 'Galaxy'apples to mild bruising. Eur J Hortic Sci, ۸۲(٥), ۲٤٤-۲٥۰.

FAOSTAT (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Statistics Database. Available online: http://www.fao.org/faostat/en/#data (accessed on ۲ August ۲۰۲۱).

Feng, J., McGlone, A., Tanner, D., White, A., Olsson, S., & Petley, M. (۲۰۱۱). Effect of penetration speed on flesh firmness measured on stored kiwifruit. Postharvest biology and technology, ٦۱(۱), ۲۹-۳٤.

Gao, M., Guo, W., Huang, X., Du, R., & Zhu, X. (۲۰۲۱). Effect of pressing and impacting bruises on optical properties of kiwifruit flesh. Postharvest Biology and Technology, ۱۷۲, ۱۱۱۳۸٥.

García, J. L., Ruiz-Altisent, M., & Barreiro, P. (۱۹۹٥). Factors influencing mechanical properties and bruise susceptibility of apples and pears. Journal of agricultural engineering research, ٦۱(۱), ۱۱-۱۷.

Goldberg, T., & Ben-Arie, R. (۲۰۱۹). Non-destructive measurement of fruit firmness to predict the shelf-life of 'Hayward'kiwifruit. Scientia Horticulturae, ۲٤٤, ۳۳۹-۳٤۲.

Goldberg, T., Agra, H., & Ben-Arie, R. (۲۰۲۱). Quality of 'Hayward'kiwifruit in prolonged cold storage as affected by the stage of maturity at harvest. Horticulturae, ۷(۱۰), ۳٥۸.

Guroo, I., Wani, S. A., Wani, S. M., Ahmad, M., Mir, S. A., & Masoodi, F. A. (۲۰۱۷). A review of production and processing of kiwifruit. Journal of food processing and technology, ۸(۱۰).

Hussein, Z., Fawole, O. A., & Opara, U. L. (۲۰۱۸). Preharvest factors influencing bruise damage of fresh fruits–a review. Scientia horticulturae, ۲۲۹, ٤٥-٥۸.

Hussein, Z., Fawole, O. A., & Opara, U. L. (۲۰۲۰b). Harvest and postharvest factors affecting bruise damage of fresh fruits. Horticultural Plant Journal, ٦(۱), ۱-۱۳.

Hussein, Z., Fawole, O. A., & Opara, U. O. (۲۰۲۰a). Effects of bruising and storage duration on physiological response and quality attributes of pomegranate fruit. Scientia Horticulturae, ۲٦۷, ۱۰۹۳۰٦.

Hussein, Z., Olaniyi, A. F., & Umezuruike, L. O. (۲۰۱۷). Investigating bruise susceptibility of pomegranate cultivars during postharvest handling. African Journal of Rural Development (AFJRD), ۲(۱۹۷۸-۲۰۱۷-۱۹۷۱), ۳۳-۳۹.

Kojima, K., Sakurai, N., & Kuraishi, S. (۱۹۹٤). Fruit softening in banana: correlation among stress-relaxation parameters, cell wall components and starch during ripening. Physiologia Plantarum, ۹۰(٤), ۷۷۲-۷۷۸.

Lee, E. (۲۰۰٥). Quality Changes Induced by Mechanical Stress on Roma-type Tomato and Potential Alleviation by ۱-methylcyclopropene (Doctoral dissertation, University of Florida).

Li, J., Yan, J., Cao, J., Zhao, Y., & Jiang, W. (۲۰۱۲). Preventing the wound-induced deterioration of Yali pears by chitosan coating treatments. Food science and technology international, ۱۸(۲), ۱۲۳-۱۲۸.

Li, Z., & Thomas, C. (۲۰۱٤). Quantitative evaluation of mechanical damage to fresh fruits. Trends in Food Science & Technology, ۳٥(۲), ۱۳۸-۱٥۰.

Macrae, E. A., Lallu, N., Searle, A. N., & Bowen, J. H. (۱۹۸۹). Changes in the softening and composition of kiwifruit (Actinidia deliciosa) affected by maturity at harvest and postharvest treatments. Journal of the Science of Food and Agriculture, ٤۹(٤), ٤۱۳-٤۳۰.

Maghdouri, M., Ghasemnezhad, M., Rabiei, B., Golmohammadi, M., & Atak, A. (۲۰۲۱). Optimizing seed germination and seedling growth in different kiwifruit genotypes. Horticulturae, ۷(۹), ۳۱٤.

Maia, V. M., Salomão, L. C. C., Siqueira, D. L., Puschman, R., Mota Filho, V. J. G., & Cecon, P. R. (۲۰۱۱). Physical and metabolic alterations in" Prata Anã" banana induced by mechanical damage at room temperature. Scientia Agricola, ٦۸, ۳۱-۳٦.

Meharg, A. (۲۰۱۲). Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants. Edited by P. Marschner. Amsterdam, Netherlands: Elsevier/Academic Press (۲۰۱۱), pp. ٦۸٤, US $۱۲٤,۹٥. ISBN ۹۷۸-۰-۱۲-۳۸٤۹۰٥-۲. Experimental agriculture, ٤۸(۲), ۳۰٥-۳۰٥.

Mohammadi Torkashvand, A., Ahmadi, A., Gómez, P. A., & Maghoumi, M. (۲۰۱۹). Using artificial neural network in determining postharvest LIFE of kiwifruit. Journal of the Science of Food and Agriculture, ۹۹(۱۳), ۵۹۱۸-۵۹۲۵.

Montero, C. R. S., Schwarz, L. L., Santos, L. C. D., Andreazza, C. S., Kechinski, C. P., & Bender, R. J. (۲۰۰۹). Postharvest mechanical damage affects fruit quality of'Montenegrina'and'Rainha'tangerines. Pesquisa Agropecuária Brasileira, ٤٤, ١٦٣٦-١٦٤٠.

Opara, U. L., & Pathare, P. B. (۲۰۱٤). Bruise damage measurement and analysis of fresh horticultural produce—A review. Postharvest Biology and Technology, ۹۱, ۹-۲٤.

Osorio, S., & Fernie, A. R. (۲۰۱۳). Biochemistry of fruit ripening. The molecular biology and biochemistry of fruit ripening, ۱-۱۹.

Pathare, P. B., & Al-Dairi, M. (۲۰۲۱). Bruise damage and quality changes in impact-bruised, stored tomatoes. Horticulturae, ۷(۵), ۱۱۳.

Pathare, P. B., & Al-Dairi, M. (۲۰۲۱). Bruise susceptibility and impact on quality parameters of pears during storage. Frontiers in Sustainable Food Systems, ۵, ٦٥٨١٣٢.

Richardson, D. P., Ansell, J., & Drummond, L. N. (۲۰۱۸). The nutritional and health attributes of kiwifruit: a review. European journal of nutrition, ۵۷, ٢٦٥٩-٢٦٧٦.

Saltveit, M. E. (۲۰۰۲). The rate of ion leakage from chilling-sensitive tissue does not immediately increase upon exposure to chilling temperatures. Postharvest Biology and Technology, ٢٦(٣), ٢٩٥-٣٠٤.

Satpal, D., Kaur, J., Bhadariya, V., & Sharma, K. (۲۰۲۱). Actinidia deliciosa (Kiwi fruit): A comprehensive review on the nutritional composition, health benefits, traditional utilization, and commercialization. Journal of Food Processing and Preservation, ٤٥(٦), e١٥٥٨٨.

Scherrer-Montero, C. R., Dos Santos, L. C., Andreazza, C. S., Getz, B. M., & Bender, R. J. (۲۰۱۱). Mechanical damages increase respiratory rates of citrus fruit. International journal of fruit science, ١١(٣), ٢٥٦-٢٦٣.

Sfakiotakis, E., Antunes, M. D., Stavroulakis, G., & Niklis, N. (۲۰۰۱). Ethylene biosynthesis. Role in ripening and quality of 'Hayward'kiwifruit after harvest, during storage and shelf life. Crop management and postharvest handling of horticultural products, ١, ٢٦٣-٢٨٧.

Sneddon, T., Glowacz, M., Jeffery, P., & East, A. (۲۰۲۲). Severity of scuffing injury of 'Zesy۰۰۲'kiwifruit as influenced by maturity. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, ۵۰(۲-۳), ۲۵۹-۲۷۳.

Sneddon, T., Glowacz, M., Jeffery, P., & East, A. (۲۰۲۲). Severity of scuffing injury of 'Zesy۰۰۲'kiwifruit as influenced by maturity. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, ۵۰(۲-۳), ۲۵۹-۲۷۳.

Stec, M. G., Hodgson, J. A., Macrae, E. A., & Triggs, C. M. (۱۹۸۹). Role of fruit firmness in the sensory evaluation of kiwifruit (Actinidia deliciosa cv Hayward). Journal of the Science of Food and Agriculture, ٤٧(٤), ٤١٧-٤٣٣.

Tavarini, S., Degl'Innocenti, E., Remorini, D., Massai, R., & Guidi, L. (۲۰۰۸). Antioxidant capacity, ascorbic acid, total phenols and carotenoids changes during harvest and after storage of Hayward kiwifruit. Food chemistry, ١٠٧(١), ٢٨٢-٢٨٨.

Tilahun, S., Choi, H. R., Lee, Y. M., Choi, J. H., Baek, M. W., Hyok, K., ... & Jeong, C. S. (۲۰۲۰). Ripening quality of kiwifruit cultivars is affected by harvest time. Scientia Horticulturae, ٢٦١, ١٠٨٩٣٦.

Torkashvand, A. M., Ahmadi, A., & Nikravesh, N. L. (۲۰۱۷). Prediction of kiwifruit firmness using fruit mineral nutrient concentration by artificial neural network (ANN) and multiple linear regressions (MLR). Journal of Integrative Agriculture, ١٦(٧), ١٦٣٤-١٦٤٤.

Tyagi, S., Nanher, A. H., Sahay, S., Kumar, V., Bhamini, K., Nishad, S. K., & Ahmad, M. (۲۰۱۵). Kiwifruit: Health benefits and medicinal importance. Rashtriya krishi, ١٠(٢), ٩٨-١٠٠.

Van Linden, V., & De Baerdemaeker, J. (۲۰۰٤, June). The phenomenon of tomato bruising: where biomechanics and biochemistry meet. In V International Postharvest Symposium ٦٨٢ (pp. ٩٢٥-٩٣٢).

Wang, J., Teng, B., & Yu, Y. (۲۰۰٦). The firmness detection by excitation dynamic characteristics for peach. Food Control, ١٧(٥), ٣٥٣-٣٥٨

Investigating the effects of mechanical damage on the quality properties of kiwi fruit

Sajad Ebrahimi[۱] ; Razieh Pourdarbani[۱]; Sajad Sabzi[۲]

[۱] Faculty of Agriculture, Dept. of Biosystem Engineering, University of Mohaghegh Ardabil, Ardabil, Iran
[۲] Faculty of Computer engineering, Sharif University of Technology, Tehran, Iran
Emai Address**:** r_pourdarbani@uma.ac.ir

Abstract

Mechanical damage to the fruit during the harvesting, transportation and grading stages can affect the quality of the fruit to a great extent. Therefore, identifying factors that reduce mechanical damage can be a way to maintain product quality. Kiwi is a climacteric fruit that can be picked before it is fully matured and then matures over time. The purpose of this research is to investigate the impact of crushing on the quality properties (hardness, dissolved solids (SSC) and pH) of kiwi. Then, their firmness, SSC and pH were measured at time intervals of ۱, ۵ and ۱۰ days. The results showed that the effects of the factors of harvesting time, storage period and their interaction on firmness, SSC and pH were significant. Mature kiwis had lower firmness and higher SSC and pH than immature kiwis. As time went by, firmness decreased and SSC and pH increased for both groups of mature and immature kiwis. Also, the interaction effect of harvest time and the storage period showed that changes in the quality properties of immature fruits occur at a slower rate than mature fruits. In general, it can be concluded that it is better to harvest kiwi fruit when it is immature to avoid the possibility of damage to Mechanical forces in different stages of harvesting, transportation and grading should be minimized and they enter the consumption cycle with a delay so that they reach full maturity biologically and have a favorable taste and taste for the consumer

Introduction

Kiwi, belonging to the family Actinidiaceae and genus Actinidia, is a dicotyledonous, perennial, deciduous plant that includes a number of commercially important species. Iran ranks fourth in the world in terms of kiwi production after China, Italy and New Zealand. The most common variety of kiwi grown in Iran is "Hayward" with green flesh. Kiwi has a high nutritional value because it contains a large amount of nutrients that provide many health benefits to its consumers by improving the digestive, immune and metabolic health of a person.Due to its numerous medicinal properties, kiwi fruit has become extremely popular in the last two decades and the demand for its consumption has increased. The amount of components and the type of chemical composition of kiwi fruit depends on several factors such as genotype, weather conditions before harvesting, maturity of the fruit during harvesting and storage conditions. The fruit has a shelf life during storage.Mechanical damage to fruit is a common cause of quality reduction and post-harvest losses during handling and storage. Bruising damage on fruits is mainly due to one or a combination of mechanical forces of pressure, impact and vibration during harvesting, transport and handling operations. Maturity stage is one of the most important factors affecting susceptibility to bruise damage for many fruits. Previous studies have shown that mature fruits are more susceptible to bruising than immature fruits. In addition, maturity at the harvest stage potentially affects the susceptibility of fruits to water loss and mechanical damage. Therefore, identifying factors that reduce mechanical damage can be a way to maintain product quality. Kiwi is a climate fruit that can be picked before it is fully matured and then it will reach full maturity over time. The purpose of this research is to investigate the effect of harvesting time and storage period on the quality properties (firmness, slouble solids content (SSC) and pH) of kiwi under mechanical damage.

Methodology

To conduct experiments in the first stage, enough number of Hayward kiwi was harvested from gardens in Astara city, in two intervals of ۱۵ days. ۴۵ semi-ripe kiwi fruits (hard texture) (T۱) were picked on November ۱۵th and ۴۵ fully ripe kiwifruits (soft texture) (T۲) were picked on November ۳۰th in a controlled manner to avoid any mechanical damage. In order to avoid bruising during transportation, all the samples were covered by foam. In order to induce artificial bruising to the samples, each kiwi fruit was placed inside a net cloth and then hung from a height of ۵۰ cm. Then, a

metal ball with a diameter of ۱۵ mm and a mass of ۳۲ g was used to impact the sample. The metal ball was released in a circular path with an angle of ۶۰ degrees to the sample and an impact force was applied to the surface of the sample. The angle of ۶۰ was chosen by trial and error in order to prevent severe damage to the samples. Then the samples were divided into three groups and transferred to the cold room with a temperature of ۰°C and a humidity of ۹۰٪. Then, the samples were taken out of the cold storage at intervals of ۱, ۵ and ۱۰ days and tests related to quality properties (firmness, soluble solid content (SSC) and pH) were performed on them. The statistical design used in this research includes two independent variables: maturity stage and storage time after bruising. Analysis of the variance of the results was done with a factorial test in a completely random basic design with ۱۵ repetitions, and then the comparison of the average of the main and reciprocal effects was done with Tukey's mean comparison test and using Minitab ۱۸ software.

Conclusion

The results of analysis of variance showed that the effect of the factors of harvesting time, storage period and their interaction on firmness, SSC and pH is significant at ۱٪ level. The firmness of the fully ripe samples is much lower than the immature samples, so that even ۱۰ days after the induction of mechanical damage, the immature samples have a harder tissue than the fully mature samples. The results of this research show that fully ripe samples are very sensitive to mechanical damage and their tissue firmness is severely affected and their quality decreases, while semi-ripe fruits are easily affected. There is no mechanical damage, and in case of damage, their quality has been maintained for a longer period of time and they are still marketable. The softening and reduction of the firmness of the fruit over time can be attributed to reasons such as the conversion of insoluble protopectin to soluble pectin and also to the reduction of hemicellulose in kiwi fruit. Also, with the increase in the storage period, the firmness of fruits has decreased, and the softening process of mature fruits has a lower slope than that of immature fruits. The slower process of decreasing firmness may be related to the higher amount of calcium in the fruits at the time of the second harvest.The SSC of mature samples is higher than that of semi-mature samples, and the SSC of these samples increases more steeply than semi-mature samples as a result of mechanical damage with increasing storage period, which indicates this fact. It is possible that mechanical damage accelerates chemical changes in mature fruits and their deterioration process is formed quickly and their shelf life is reduced, while immature fruits have a more natural aging process even in the presence of mechanical damage, and have a better shelf life. The reason for the increase in SCC with time is attributed to the increase in the activity of sucrose phosphate synthase enzyme, which has the ability to convert starch into simple sugars such as glucose phosphate. This enzyme is activated by the hormone ethylene during the ripening process. According to the results, it is clear that with the passage of time, the acidity of the samples decreases. Also, immature samples are more acidic and their pH is lower. The noteworthy point is that the mature samples are more sensitive to the passage of time and the slope of their pH increase is greater than the immature samples. In similar studies, it has been reported that the pH level depends on the type of biochemical activities, tissue characteristics, type of organic acids and the variety of the fruit, and the increase in pH occurs due to the biochemical activities inside the fruit, which subsequently lead to substances. The acid in the fruit is converted into sugar products. On the other hand, mechanical damage intensifies the chemical activities in the fruit and accelerates the conversion of acidic substances into other products.The results of this research showed that the factors of harvesting time and storage period after harvesting have a definite effect on the quality properties of the fruit. Fully matured fruits have less firmness and are vulnerable to mechanical forces and undergo chemical decay and decay over time. On the other hand, immature fruits have a firmer texture and are not easily affected by mechanical forces, and their quality properties are preserved even after being hit. However, immature fruits have a lower pH (higher acidity) and also their SSC is lower and they do not have a suitable appetite and taste for immediate consumption. Therefore, it is better to harvest kiwi fruit when it is immature to minimize the possibility of being damaged by mechanical forces in different stages of harvesting, transportation and grading, and to enter the consumption cycle with a delay until they reach full biological maturity and greed and have a good taste for the consumer

Keywods

Kiwil; Mechanical Damage; Harvest Time; Soluble Solid Content; Firmness