نقش پیش تیمار فراصوت بر ویژگیهای کیفی چیپس سه رقم سیب بومی ایران

بهجت تاج الدین [۱*]، کلثوم جهان میهن [۲]

۱- دانشیار، موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی- سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی- کرج- ایران
۲- دانش آموخته رشته صنایع غذایی (کارشناسی ارشد)، دانشگاه آزاد اسلامی- واحد علوم تحقیقات سبزوار

(تاریخ دریافت: ۹۵ /۱۰/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۵/۱۵)

چکیده

در پژوهش حاضر با استفاده از پیش تیمار فراصوت از سه رقم سیب شفیع آبادی، عروس مشکین شهر، و گلاب، فرآورده چیپس تهیه شد و شاخص های کیفی مهم آن بررسی گردید. نتایج حاصل از مقایسه پیش تیمارهای مختلف اعمال شده روی ارقام مختلف سیب شامل فراصوت، استفاده از دارچین و اسید (محلول ۳٪ اسید سیتریک و ۷٪ اسید آسکوریک) برای تولید چیپس نشان داد که اختلاف آماری معنی داری بین ارقام مختلف وجود ندارد و نتایج آزمون¬ها (غیر از رطوبت) فقط تحت تاثیر تیمارهای مختلف هستند. تیمار فراصوت سبب افزایش شاخص بازجذب آب شد حال آن که دارچین باعث افت مقدار بازجذب آب گردید. اسید نقش معنی داری ($p>۰/۰۵$) نداشت. از نظر سفتی بافت، چیپس تهیه شده از پیش تیمار فراصوت، بافت کاملا شکننده ای داشت اما دارچین، سبب افزایش سفتی بافت شد. اسید، تاثیر معنی داری نداشت. با استفاده از پیش تیمار فراصوت، میزان چروکیدگی چیپس کاهش یافت. میزان تغییرات رنگ در رقم عروس مشکین با پیش تیمار اسید، به حد اقل رسید. پیش تیمار فراصوت نیز سبب بهبود رنگ گردید. از نظر ارزیابی حسی، رقم شفیع¬آبادی هنگامی که از پیش تیمار فراصوت (چروکیدگی کمتر و بازجذب آب بیشتر) به همراه اسید (کاهش تغییرات رنگ) و دارچین (ایجاد طعم جدید در چیپس سیب) استفاده شد، مطلوب ترین تیمار محسوب گردید. به طور کلی در این مطالعه، رقم شفیع آبادی همراه با سه پیش تیمار فراصوت، دارچین و اسید (به صورت توام) برای تولید چیپس سیب توصیه می¬شود.

کلید واژگان: خشکبار، فراصوت، میان وعده.

*مسئول مکاتبات: b.tajeddin@areeo.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]

۱- مقدمه

میوه سیب، با دارا بودن ارزش غذایی، دارویی و اقتصادی بالا، موارد مصرف متعددی دارد. سیب، اغلب به صورت خام خورده می‌شود و تمام آن از جمله پوست، برای مصرف انسان مناسب هستند، به جز دانه‌ها که به دلیل وجود سموم طبیعی، اغلب خورده نشده و دور انداخته می‌شوند [۱]. علاوه بر تازه‌خوری، سیب به شکل کمپوت، انواع سالاد، چیپس، آب میوه، مارمالاد و غیره استفاده می‌شود، به عنوان افزودنی برای انواع و اقسام غذاها، و در تهیه شیرینی‌های مختلف کاربرد دارد، به‌صورت خشک به عنوان مصرف تنقلاتی برای دیابتی‌ها و افرادی با کلسترول خون بالا بسیار مفید است [۲] و در صنایع نان، شیرینی، بستنی و غیره کاربرد دارد [٤-۳]. با توجه به اهمیت و ارزش غذایی بالای تنقلات، گنجاندن آن در برنامه غذایی روزانه، لازم و ضروری است و تولید تنقلاتی با ایمنی غذایی بالاتر، از اهداف تولیدکنندگان و صنایع تبدیلی می‌باشد. در این میان، سیب با دارا بودن ارزش غذایی بالا، می‌تواند یکی از گزینه‌های مورد نظر تولیدکنندگان اسنک[1] قرار گیرد که طی آن ممکن است از طعم‌دهنده‌های مختلف با خواص ضداکسایشی بالا برای افزایش ایمنی و ارزش غذایی سیب استفاده کرد. نکته جالب توجه دیگر در تهیه اسنک و تنقلات سیب، حجم و فضای کم این مواد نسبت به مواد خام اولیه است که درنتیجه می‌توان از این مواد فرآوری شده برای سفرهای هوای (مثلا خلبان‌ها و کادر پرواز)، سفرهای فضایی و مواقع جنگ استفاده کرد.

خشک‌کردن یکی از روش‌های قدیمی و مرسوم برای نگهداری محصولات کشاورزی است. مهم‌ترین هدف خشک‌کردن، جداکردن آب از ماده غذایی و افزایش مدت زمان ماندگاری و جلوگیری از فساد ماده غذایی است. به‌علاوه، هنگام خشک کردن، وزن و حجم ماده‌غذایی کاهش پیدا کرده و در نتیجه هزینه‌های بسته‌بندی، حمل و نقل، انبارداری و توزیع (پخش) مواد غذایی کاهش می‌یابد [۵].

به‌طور کلی، سیب خشک[2]، فرآورده‌ای است که در نتیجه فرآوری میوه‌های تمیز و سالم سیب، تحت شرایط خوب ساخت[3]، شستشو، دانه‌گیری، برش (با/ بدون پوست) و خشک کردن به روش آفتابی و یا سایر روش‌ها بدست می‌آید. چیپس سیب[4]، نوعی اسنک کم کالری با مواد طعم‌دهنده مختلف است. میزان کالری چیپس سیب، ۳۵۰۰ کیلو کالری در کیلوگرم بوده و مقدار ویتامین C آن به غلظت اولیه این ویتامین در میوه سیب بستگی دارد که در دامنه ۷۰۰-۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم فرآورده قرار می‌گیرد که در صورت اضافه کردن اسید آسکوربیک به شربت، این میزان تا ۲۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم فرآورده نیز افزایش می‌یابد. از آنجایی که برش‌های سیب همراه با پوست و حفره‌های بذری خشک می‌شوند، چیپس مذکور غنی از فیبر و ترکیبات فنلی است که میزان پلی‌فنل‌ها به نوع رقم، منطقه رشد، سال برداشت، طول مدت و شرایط انبار بستگی دارد. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گوشت میوه سیب هم در طی مراحل مختلف فرآوری، دچار تغییر و تبدیلاتی می‌شود که ممکن است اثر مثبت داشته و باعث افزایش فعالیت ضد-اکسایشی گردد و یا برعکس، باعث نابودی ترکیبات فنلی شود [٦]. تارکو و همکاران (۲۰۱۰)، با هدف بدست آوردن طعم-های مختلف چیپس سیب با خاصیت ضداکسایشی بالا، به این نتیجه رسیدند که افزودن ادویه به چیپس سیب، باعث افزایش خصوصیات آنتی‌اکسیدانی شده و میزان ترکیبات پلی‌فنلی را تا ۱۵-۳۰ درصد افزایش می‌دهد و بیان کردند که کیفیت، طعم و عطر ادویه مورد استفاده باید برطعم و عطر شیرین چیپس سیب، غالب باشد [٦].

متداول‌ترین روش خشک‌کردن مواد غذایی، استفاده از جریان هوای داغ با جابجایی (کنوکسیون) اجباری است که در آن هوای داغ با عبور از سطح ماده غذایی باعث تبخیر آب و رسیدن رطوبت آن به حد مورد نظر می‌شود. خشک‌کردن با جریان هوای داغ علاوه بر داشتن مزایایی مانند امکان کنترل دقیق دما، صرف‌نظر از اندازه و شکل محصول، و عدم نیاز به تماس مستقیم دارای معایبی نیز است. از جمله این معایب، نیاز به زمان زیادتر و دمای بالاتر برای خشک‌کردن محصول طی دوره سرعت نزولی می‌باشد. علاوه بر این، دماهای بالا باعث چروکیدگی زیاد محصول، کاهش جذب مجدد آب، کاهش ارزش تغذیه‌ای و مصرف انرژی بالا می‌شود [۷]. چروکیدگی محصول از عیوب مهم حین خشک‌شدن با استفاده از جریان هوای داغ و یک عامل محدودکننده در انتقال جرم است که باعث افت خصوصیات کمی و کیفی محصول و افزایش مدت زمان لازم برای خشک‌شدن آن می‌شود [۸]. از دیگر عیوب

1. Snack
2. Dried Apple
3. GMP-Good Manufacture Practices
4. Apple Chips

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]

خشک‌شدن تحت جریان هوای داغ، ایجاد رنگ نامطلوب در محصول خشک‌شده است. در حقیقت، رنگ و ظاهر ماده غذایی تحت تاثیر نوع آماده‌سازی اولیه قرار می‌گیرد و در تعیین قیمت نهایی محصول، نقش بسزایی دارد [۹]. برای کاهش معایب مذکور، می‌توان از پیش‌تیمارهای مختلفی از جمله فراصوت، قبل از فرایند خشک‌کردن با جریان هوای داغ استفاده کرد [۱۲-۱۰].

پیش‌تیمار فراصوت[1]، شامل غوطه‌ور کردن میوه درآب مقطر یا محلول آبی هیپرتونیک[2] همزمان با اعمال امواج فراصوت می‌باشد. امواج فراصوت، باعث یکسری انقباض‌ها و انبساط‌های متناوب سریع شده (اثر اسفنجی) و رطوبت داخل لوله‌های موئین را به‌وسیله ایجاد اختلاف فشار مکش لوله موئین حفظ می‌کند [۱۳]. علاوه بر این، فراصوت باعث ایجاد کاویتاسیون (حفره) در داخل ماده غذایی می‌شود که ممکن است برای جداسازی آب متصل، مفید باشد [١٤]. از دیگر اثرات فراصوت، تنش سطحی و تغییر شکل مواد جامد متخلل است که مسئول ایجاد کانال‌های میکروسکوپی، کاهش لایه مرزی انتشار و افزایش انتقال جرم کنوکسیونی در مواد غذایی هستند [۱۵]. مزیت دیگر استفاده از فراصوت، نیاز به افزایش کمتر دما در طول فرآیند می‌باشد. در نتیجه، فراصوت بدون داشتن اثرات سوء روی ویژگی‌های کیفی ماده‌غذایی می‌تواند به عنوان یک پیش‌تیمار در خشک‌کردن محصولات غذایی حساس به حرارت به‌کار رود. چرا که به‌طور کلی، باعث افزایش سرعت و کاهش دمای مورد نیاز برای خشک‌کردن می‌شود [١٦].

تحقیقات نشان داده است که فراصوت با افزایش ضریب انتشار مؤثر رطوبت و افزایش سرعت انتشار مولکول‌های آب در حین خشک‌شدن، باعث کاهش چروکیدگی و بهبود خصوصیات رنگی و حسی محصول خشک‌شده می‌شود. استفاده از پیش‌تیمار فراصوت، جذب مجدد آب محصول خشک شده را به‌وسیله ایجاد تنش‌های داخلی و ایجاد منفذهای ریز در داخل ماده غذایی، بهبود می‌دهد [۱۰].

در مورد کاربرد فراصوت به عنوان پیش‌تیمار قبل از خشک‌کردن با جریان هوا، تحقیقات مختلفی صورت گرفته است. طی مطالعه‌ای، تاثیر فراصوت و آبگیری اسمزی بعنوان پیش‌تیمار برای خشک‌کردن موز بررسی شد [۱۲]. در این تحقیق، سه نمونه موز در آب مقطر (نسبت آب به میوه ۱:٤) در معرض امواج فراصوت به مدت ۱۰، ۲۰ و۳۰ دقیقه و با فرکانس ۲۰ کیلوهرتز قرار گرفت. در تیمار دیگر، سه نمونه موز در محلول اسمزی ساکارز (نسبت محلول اسمزی به میوه ۱:٤) با بریکس ۵۰ و ۷۰، به مدت ۰/۵، ۱ و ۲ ساعت، و دماهای ۵۰ و ۷۰ درجه سلسیوس غوطه‌ور شدند. در ادامه، نمونه‌ها در آون ٦۰ درجه سلسیوس خشک شدند. نتایج نشان داد که در نتیجه استفاده از فراصوت، افزایش قابل توجهی در قابلیت انتشار رطوبت در حین خشک کردن بدست می‌آید. همچنین، نمونه‌هایی که در معرض فراصوت قرار گرفتند، مواد جامد محلول خود را از دست داده و باعث تولید محصول خشک‌شده با مقدار قند پایین شدند. هر دو پیش‌تیمار، ضریب انتشار موثر رطوبت را افزایش دادند ولی پیش‌تیمار فراصوت، این ضریب را بیشتر افزایش داد. با اینکه هر دو پیش‌تیمار، کل زمان فرایند (پیش تیمار + خشک کردن با هوا) را در مقایسه با نمونه شاهد کاهش دادند؛ پیش‌تیمار آبگیری اسمزی، کل زمان فرآیند را بیشتر از پیش‌تیمار فراصوت کاهش داد. حداکثر ضریب انتشار موثر رطوبت و حداقل کل زمان فرآیند هنگامی بدست می‌آید که فراصوت به مدت ۲۲ دقیقه اعمال گردد.

در تحقیقی دیگر، نمونه‌های قارچ دکمه‌ای، کلم بروکلی، و گل‌کلم در معرض امواج فراصوت با شدت ۲۰ و٤۰ کیلوهرتز به مدت ۳ و ۱۰ دقیقه قرار گرفته و ویژگی آبگیری مجدد آن‌ها با نمونه‌های بدون اعمال پیش‌تیمار، نمونه‌های خشک‌شده با استفاده از خشک‌کن انجمادی و نمونه‌های آنزیم‌بری شده (آب داغ ۸۰ درجه سلسیوس به مدت ۳ دقیقه) مقایسه شد [۱۱]. نتایج نشان داد که میزان انتقال جرم در نمونه‌های فراصوتی افزایش یافته و زمان خشک‌شدن با هوای داغ در آن‌ها کاهش می‌یابد. نمونه‌های خشک‌شده با خشک‌کن انجمادی بهمراه نمونه‌های فراصوت شده، بیشترین قابلیت را در آبگیری مجدد از خود نشان دادند.

نتایج تأثیر پیش‌تیمار فراصوت در حضور آب مقطر و به همراه محلول اسمزی روی خشک‌کردن آناناس نشان داد که در پیش‌تیمار فراصوت در حضور آب مقطر، تغییرات جزئی در محتوای رطوبتی میوه رخ می‌دهد؛ در حالی که در فراصوت همراه با محلول اسمزی، علاوه بر افزایش خروج رطوبت، باعث افزایش ورود محلول اسمزی به داخل نمونه می‌شود [۱۷]. هم‌چنین طی مطالعه‌ای، تاثیر پیش‌تیمار فراصوت و

1. Ultrasound
2. Hypertonic

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]

آبگیری اسمزی بر ساختار سلولی خربزه مطالعه شد [۱۸]. نتایج نشان داد که تفاوت قابل توجه‌ای بین دو پیش‌تیمار وجود دارد زیرا امواج فراصوت با ایجاد کانال‌های میکروسکوپی در نمونه‌ها، باعث افزایش ضریب انتشار موثر رطوبت شده است، در حالی که آبگیری اسمزی، تغییر شکل دیواره سلولی و گسیختگی بین سلول‌ها و تجزیه بافت را سبب شده است.

با توجه به مطالعات فوق، در پژوهش حاضر، با استفاده از پیش‌تیمار فراصوت از سه رقم سیب بومی ایران (شفیع‌آبادی، عروس مشکین‌شهر، و گلاب)، فرآورده چیپس تهیه شد و شاخص‌های کمی و کیفی مهم آن بررسی گردید.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد

سه رقم سیب بومی ایران (ارقام عروس مشکین‌شهر و شفیع-آبادی از بازار میوه و تره‌بار کرج؛ و رقم گلاب کهنز از کلکسیون باغ سیب، مهرشهر کرج) تهیه شد و به آزمایشگاه منتقل گردید. روز صفر، برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمونه‌ها شامل میزان رطوبت، اسیدیته، pH، بافت، و رنگ اندازه‌گیری شد. برای آن که تمام آزمایشات در شرایط یکسان انجام شود و تغییرات چندانی وجود نداشته باشد، سیب‌های تقریبا یک اندازه از سه رقم سیب انتخاب شد. سیب-ها، درون یخچال قرار گرفتند تا شرایط نگهداری برای تمام نمونه‌ها قبل از خشک شدن یکسان باشد. دارچین از شرکت گل‌ها، سرکه از شرکت وردا، سایر موارد از جمله اسید آسکوبیک و سیتریک نیز از شرکت‌های نماینده شرکت مرک[1] در ایران خریداری شد.

۲-۲- تهیه چیپس

برای تهیه چیپس سیب، ابتدا میوه‌ها از یخچال خارج و با آب شسته و در دمای محیط خشک و سپس، با استفاده از یک دستگاه برش‌دهنده معمولی (مدل بنتاتی[2]، ساخت هنگ کنگ)، به قطعات با ضخامت ۳ میلی‌متر تبدیل شدند. برش‌های تقریبا یک اندازه، وزن گردیدند. برخی از نمونه‌ها، در مخلوطی از محلول ۷٪ اسید آسکوربیک و ۳٪ اسید سیتریک به مدت ۱۰ دقیقه قرار گرفتند. این عمل، از قهوه‌ای شدن آنزیمی جلوگیری می‌کند و باعث حفظ ویتامین C می‌شود. با توجه به مطالعات پیشین، از پیش‌تیمار فراصوت (مدل هلیچر[3]، ساخت آلمان) نیز با شدت ۰/۵ وات بر مترمربع، فرکانس ۳۵ کیلوهرتز به مدت ۲۰ دقیقه (برای هر ورقه سیب با ضخامت ۳mm داخل آب مقطر نسبت نمونه به آب مقطر، ۱ به ٤) استفاده شد. سپس، تیمارهای مختلف نمونه‌های سیب، در خشک‌کن (مدل آرمفیلد[4]، ساخت آلمان) با دمای ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۲٤۰-۱۸۰ دقیقه قرار گرفتند تا رطوبت نمونه‌ها به ۲۰٪ برسد. مرحله بعدی، اضافه کردن مواد افزودنی طعم‌دار (دارچین) به چیپس سیب حاصله بود که به ازای هر ۱۵۰ گرم برش تازه سیب از طعم دارچین ۰/۵ گرم استفاده شد. نمونه‌های چیپس در فیلم‌های پلی‌اتیلنی پلاسمای سرد بسته‌بندی شدند. برای نمونه، چیپس حاصل از سیب گلاب (با پیش‌تیمار فراصوت و طعم دارچین) در شکل ۱، نشان داده شده است.

Fig 1 Apple chips, variety Golab with ultrasonic pretreatment and cinnamon flavor

۲-۳- ارزیابی ویژگی‌های چیپس

۲-۳-۱- درصد رطوبت

تعیین رطوبت با استفاده از توزین نمونه‌ها و تغییرات رطوبت آن‌ها طی دوره زمانی مشخص براساس استاندارد AOAC (۱۹۹۷) انجام گرفت.

۲-۳-۲- جذب مجدد آب

جذب مجدد آب به صورت نسبت وزن نمونه آب جذب کرده به وزن نمونه خشک بیان می‌شود و مطابق رابطه ۱ محاسبه می‌شود [۱۰]:

$$RR= M_f/M_0 \quad \text{رابطه (۱)}$$

1. Merck
2. bentati
3. Hielscher
4. Armfield

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]

RR: میزان جذب مجدد آب (گرم آب بر گرم ماده جامد خشک)

M_f: وزن نمونه‌های آبگیری مجدد شده (گرم)

M_o: وزن نمونه‌های خشک شده (گرم)

۲-۳-۳- بافت

مقاومت چیپس سیب در برابر نیروی وارده به‌وسیله دستگاه بافت‌سنج (Hounsfield، مدلH5KS، ساخت انگلستان)، روش برشی[1]، و با مشخصات زیر اندازه‌گیری شد.

طول، عرض، و ضخامت تیغه برش[2] به ترتیب ۸۷/۸۸ ، ٦۹/۹۷، و ۳ میلی‌متر

دامنه بارگذاری[3]= ۵۰۰ نیوتن

سرعت[4]= ۲۰ میلی‌متر بر دقیقه

دامنه کشش[5]= ۷/۵ میلی‌متر

نقطه پایان[6]= ۷ میلی‌متر

۲-۳-٤- رنگ‌سنجی

برای انجام این آزمون از دستگاه رنگ‌سنج مینولتا (Konica Minolta، مدل CR-400، ساخت ژاپن) با در نظر گرفتن شاخص‌های L (شاخ سفیدی یا روشنایی)، a (قرمزی- سبزی)، و b (زردی- آبی) در ابتدا و انتهای خشک کردن، انجام گرفت.

۲-۳-۵- چروکیدگی

چروکیدگی به صورت نسبت حجم نهایی (محصول خشک شده) و حجم اولیه آن (محصول تازه) بیان می‌شود و از طریق رابطه ۲ محاسبه می‌گردد [۱۹]. حجم پیکنومتر استفاده شده، ۲۵ ml بود.

$$S= (V_d/V_o) \times 100 \qquad \text{رابطه (۲)}$$

S: درصد چروکیدگی

V_d: حجم ظاهری نمونه پس از خشک‌شدن (سانتی‌مترمکعب)

V_o: حجم ظاهری نمونه تازه (سانتی‌مترمکعب). با استفاده از روش جابجایی حلال (روش جابجایی تولوئن)، حجم ظاهری نمونه اندازه‌گیری شد.

۲-۳-٦- ارزیابی حسی

برای آزمون حسی چیپس‌های حاصل، از روش امتیازبندی هدونیک پنج نقطه‌ای[7] (بالاترین امتیاز:۵پایین‌ترین امتیاز:۱) برای هر یک از توصیف‌گرهای حسی (طعم و مزه، تردی، رنگ، شکل، عطر و رایحه) توسط ۱۰ ارزیاب حسی خانم با متوسط سن ۳۰ سال در موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی انجام گرفت. پذیرش کلی نیز با مجموع امتیازات حاصل، جمع بندی شد.

۲-۳-۷- روش آماری و نرم‌افزارهای لازم

بررسی آماری به صورت طرح کاملا تصادفی بر پایه آزمون فاکتوریل با چهار عامل رقم سیب بومی ایران در سه سطح (گلاب‌کهنز، شفیع‌آبادی، و عروس مشکین‌شهر)؛ استفاده از فراصوت در دو سطح (استفاده و عدم استفاده از آن)؛ استفاده از اسید در دو سطح (استفاده و عدم استفاده از آن)؛ و میزان داربچین افزوده شده (۰/۵ گرم به ازای ۱۵۰ گرم سیب) در دو سطح (استفاده از داربچین و عدم استفاده از آن) انجام شد. تجزیه و تحلیل آماری توسط نرم‌افزار SAS 9.1 صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها نیز بر اساس آزمون LSD[8] انجام شد.

۳- نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس آزمون‌های مختلف برای هر یک از متغیرهای وابسته کمی و کیفی چیپس تهیه شده از سه رقم سیب بومی ایران (گلاب، شفیع‌آبادی، و عروس مشکین) مشتمل بر میزان رطوبت، جذب آب، سفتی، چروکیدگی و تغییرات رنگ، در جدول ۱ خلاصه شده است. نتایج نشان داد که اثر رقم سیب بر تمامی متغیرهای مورد بررسی (به‌جز میزان رطوبت) حاصل از چیپس معنی‌دار ($p<۰/۰۵$) است.

1. Shear
2. shear blade
3. Load rangek
4. Speed
5. Extension range
6. End point

7. Point method
8. Least Significant Difference

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]

Table 1 The variance analysis results for the chips of three apple varieties

Source of Variation	Freedom degree	Mean Squares				
		Moisture	Rehydration rate	Texture	Color changes	Shrinkage
Apple variety	23	17.20 ^{ns}	833.10 *	12.53	34651.19 *	8099.88 *
Error	48	32.66	13.94	5.77	496.17	15.25

* The effect of the factor on the chips characteristics is significant ($p<0.05$)
ns: The effect of the factor on the chips characteristics is not significant

۳-۱- مقدار رطوبت

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱)، نشان داد که اختلاف آماری معنی‌داری (p>۰/۰۵) بین میزان رطوبت چیپس حاصل از تیمارهای مختلف (دارچین، فراصوت و اسید) اعمال شده روی ارقام مختلف سیب وجود ندارد. با توجه به نحوه خشک کردن یکسان، میزان رطوبت چیپس‌ها نیز یکسان و نزدیک به هم می-باشد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها برای میزان رطوبت در شکل ۲، مشاهده می‌شود.

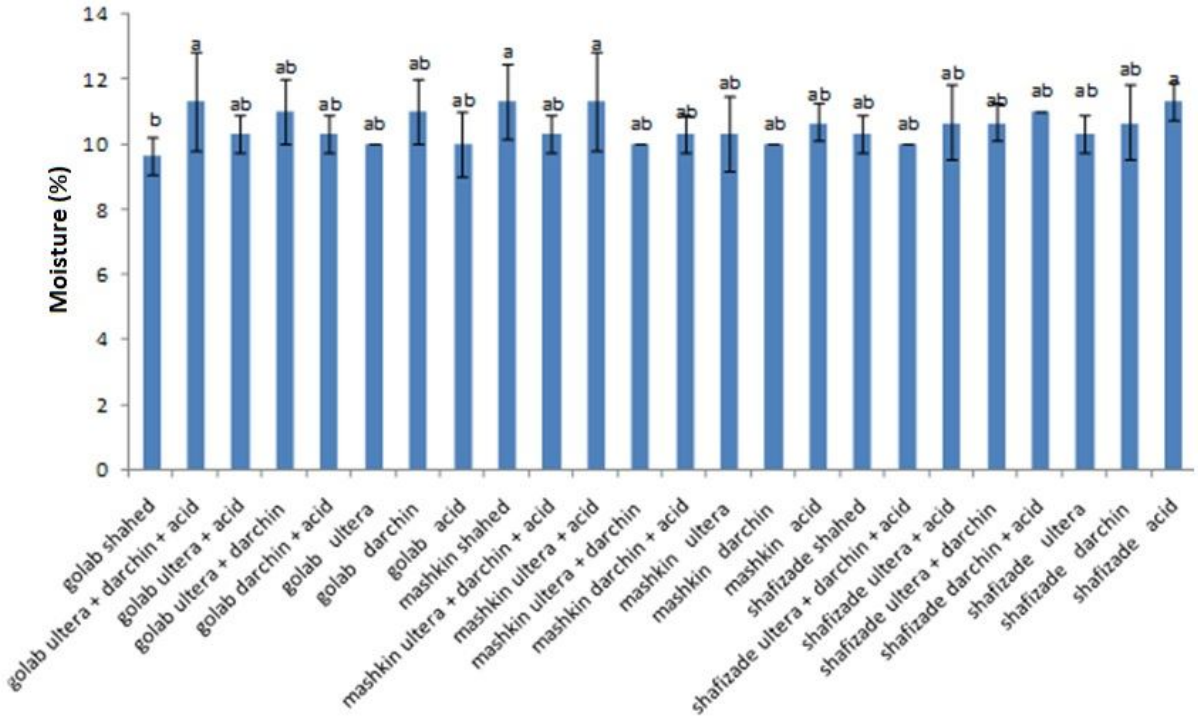

Fig 2 Moisture content of the chips of different treatments

۳-۲- میزان جذب آب

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱)، نشان داد که اختلاف آماری معنی‌داری (p<۰/۰۵) بین میزان بازجذب آب چیپس حاصل از تیمارهای مختلف (دارچین، فراصوت و اسید) روی سیب وجود دارد. مطابق نتایج حاصل از مقایسات میانگین‌ها برای میزان بازجذب (شکل ۳)، بیشترین باز جذب در پیش‌تیمار فراصوت به تنهایی و در رقم گلاب با میزان ۲۸/۹۶ درصد مشاهده شد و کمترین میزان باز جذب در رقم گلاب زمانی که از دارچین استفاده شد با میزان ۱۳ درصد مشاهده شد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]

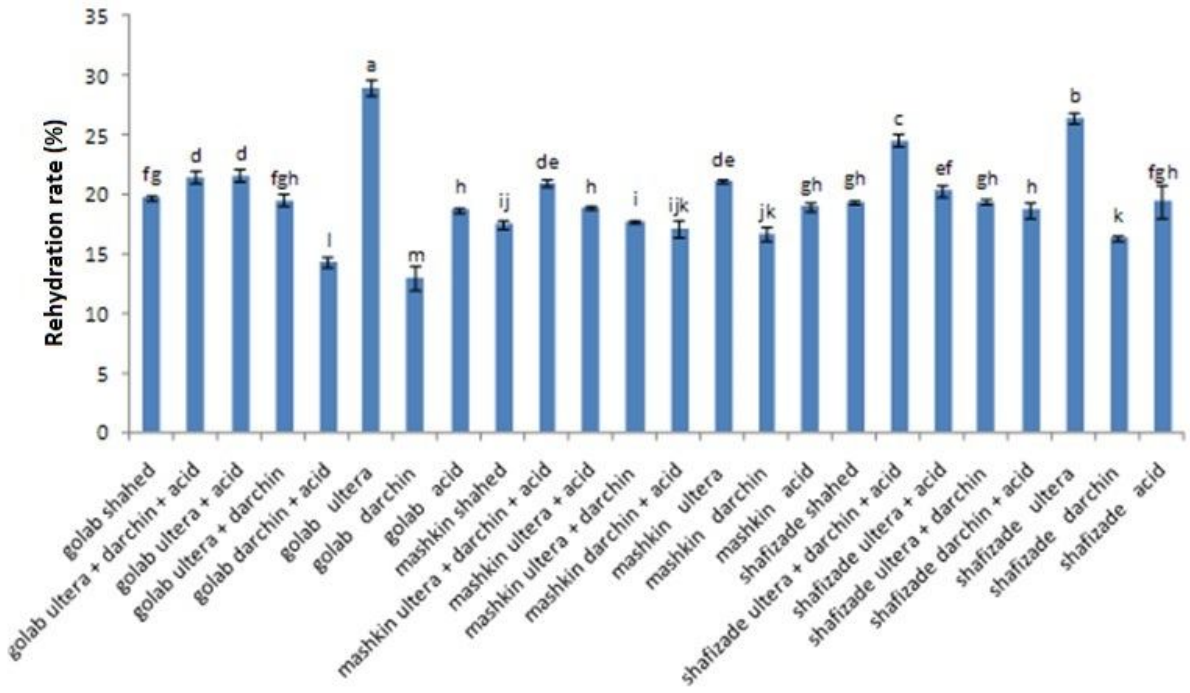

Fig 3 Water reabsorption of the chips of different treatments

جذب مجدد آب، یکی از عوامل مهم در خشک کردن مواد غذایی است. استفاده از تیمار فراصوت هم به تنهایی، و هم همراه با پیش‌تیمارهای دیگر باعث افزایش باز جذب آب شده است. چرا که در اثر پیش‌تیمار فراصوت، طی خشک کردن میوه، منافذ و کانال‌های ایجاد شده راه را برای بازجذب آب به وجود می‌آورند. در نتیجه باز جذب به شدت افزایش می‌یابد. در پیش‌تیمار دارچین، بازجذب کاهش یافت. احتمالا وجود ذرات دارچین و یا لایه‌ای از آن روی میوه، باعث کاهش نفوذ آب در عمق میوه شده و باعث بسته شدن منفذ گردیده است. پیش‌تیمار اسید تاثیر زیادی بر میزان بازجذب نداشته است. نتایج نشان داد رقم تاثیری بر میزان بازجذب آب نداشته و بالا بودن میزان انحراف معیار نشان از اختلاف در پیش‌تیمارهای مورد مطالعه بوده است. نتایج این مطالعه، با نتایج اینانلو و توکلی‌پور (۱۳۹۳) که روی استفاده از پیش‌تیمارهای اسمزی و فراصوت برای میوه خرمالو، کار کرده بودند مطابقت دارد [۲۰]. اشراقی و همکاران (۱۳۹۰)، در بررسی اثر پیش‌تیمار ترکیبی اسمز- فراصوت روی خشک شدن ورقه‌های کیوی به این نتیجه رسیدند که با افزایش بریکس و مدت زمان اسمز به دلیل ایجاد لایه‌ای از شکر میزان باز جذب کاهش می‌یابد و اعمال فراصوت ۳۰ دقیقه به دلیل تشکیل کانال‌های میکروسکوپی بیشتر و ایجاد بافت متخلخل‌تر، قابلیت جذب آب بهتری نسبت به زمان ۱۰ و ۲۰ دقیقه دارد. به هر حال، به دلیل ترکیبی بودن این دو، میزان مواد جامد وارد شده به داخل فضای متخلخل بیشتر شده و باز جذب کاهش می‌یابد و با اعمال فراصوت ۱۰ دقیقه، در هر یک از محلول‌های اسمزی به دلیل جذب مواد جامد کمتر از محلول اسمزی و نبود لایه‌های قندی، قابلیت جذب آب بیشتر است [۲۱].

۳-۳- بافت

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که اختلاف آماری معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) بین میزان سفتی بافت چیپس حاصل از تیمارهای مختلف (دارچین، فراصوت و اسید) اعمال شده روی سیب وجود دارد. مطابق نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها برای میزان سفتی (شکل ٤)، بیشترین میزان سفتی در نمونه شاهد در رقم عروس مشکین با میزان ۲/۱٤٤ نیوتن بر سانتی‌متر مربع مشاهده شد و کمترین میزان سفتی در رقم عروس مشکین زمانی که از پیش تیمار فراصوت و اسید استفاده شد با میزان ۰/۵۸ نیوتن بر سانتی‌متر مربع مشاهده گردید. با توجه به نتایج، معلوم می‌شود که فراصوت سبب کاهش میزان نیروی لازم می‌گردد که به دلیل ایجاد کانال و به تبع آن بافت متخلخل است. در نتیجه، از محل کانال شکسته می‌شود و سفتی کمتری را نشان می‌دهد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]

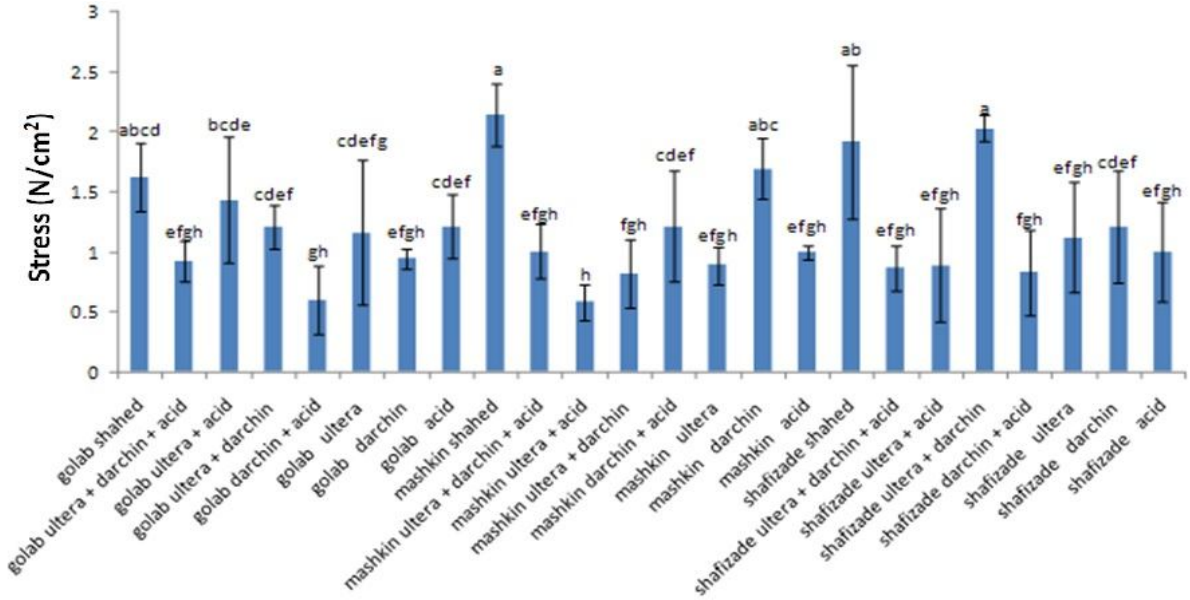

Fig 4 Texture analysis of the chips of different treatments

۳-٤- تغییرات رنگ

مطابق نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۱)، اختلاف آماری معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) بین میزان تغییرات رنگ بافت چیپس حاصل از سه رقم وجود نداشت ولی اعمال تیمارهای مختلف (دارچین، فراصوت و اسید) روی سیب بر میزان تغییرات رنگ بافت چیپس موثر بود. قربانی و همکاران (۱۳۹۲)، چنین نتایجی را طی خشک کردن آلوی پیش‌تیمار شده با اولتراسوند و آب گیری اسمزی بدست آوردند [۲۲].

شکل ۵، نتایج مقایسه میانگین‌ها برای میزان تغییرات رنگ، نشان می‌دهد که بیشترین میزان تغییرات رنگ مربوط به نمونه شاهد در رقم شفیع‌آبادی با میزان ۸۵/۵۵ است. کمترین میزان تغییرات رنگ در رقم عروس‌مشکین زمانی که از پیش‌تیمار اسید به تنهایی استفاده شد با میزان ۷/۱۱ مشاهده شد. احتمالا، اسید به دلیل از بین بردن آنزیم پلی‌فنل اکسیداز، سبب تغییرات کمتر رنگ می‌گردد.

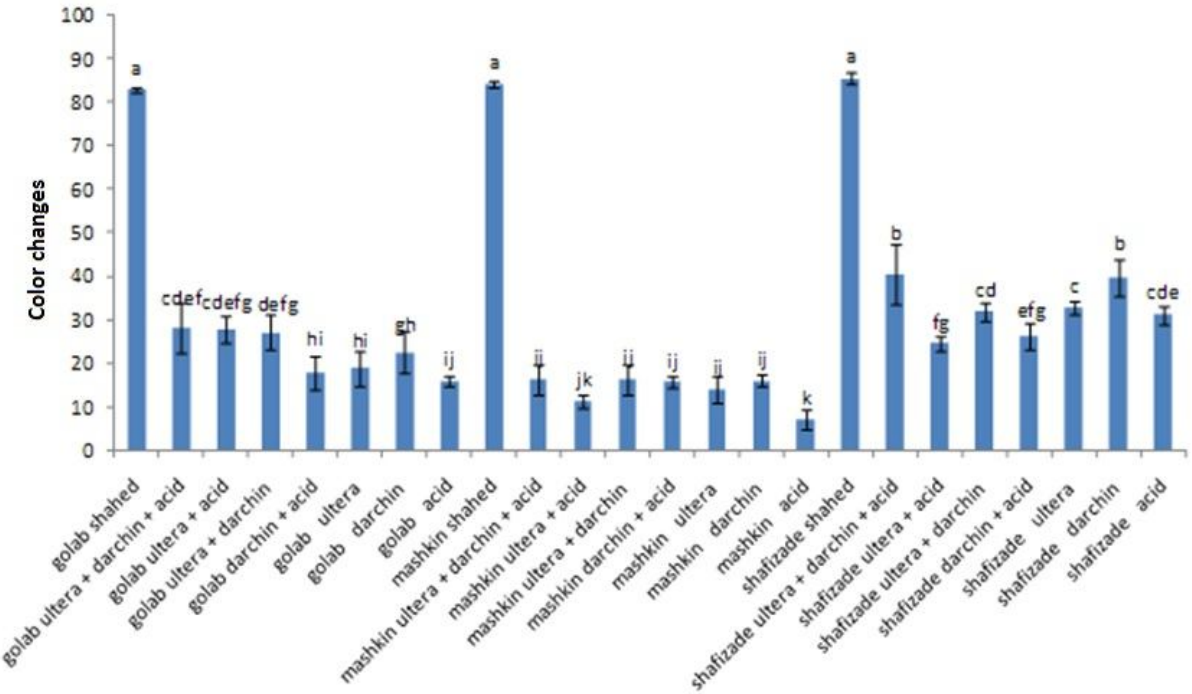

Fig 5 Color changes of the chips of different treatments

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]

۳-۵- میزان چروکیدگی

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که اختلاف آماری معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) بین میزان چروکیدگی بافت چیپس حاصل از اعمال تیمارهای مختلف (دارچین، فراصوت و اسید) بر سیب وجود دارد. نتایج مقایسه میانگین‌ها برای میزان چروکیدگی در شکل ٦، نشان می‌دهد که بیشترین میزان چروکیدگی در نمونه شاهد در رقم شفیع‌آبادی با میزان ۹۲/۲۷، و کمترین میزان چروکیدگی در رقم گلاب، زمانی که از پیش تیمار فراصوت به تنهایی استفاده شد با میزان ٦۱/٤۳ مشاهده گردید. میزان چروکیدگی با زمان خشک شدن نسبت مستقیم دارد و هرچه زمان خشک شدن طولانی‌تر باشد میزان چروکیدگی بیشتر خواهد شد. قربانی و همکاران (۱۳۹۲) نیز نشان دادند که میزان چروکیدگی با استفاده از فراصوت نسبت به تیمار شاهد، در فرآیند خشک کردن آلوی پیش‌تیمار شده با فراصوت، کاهش پیدا می‌کند [۲۲].

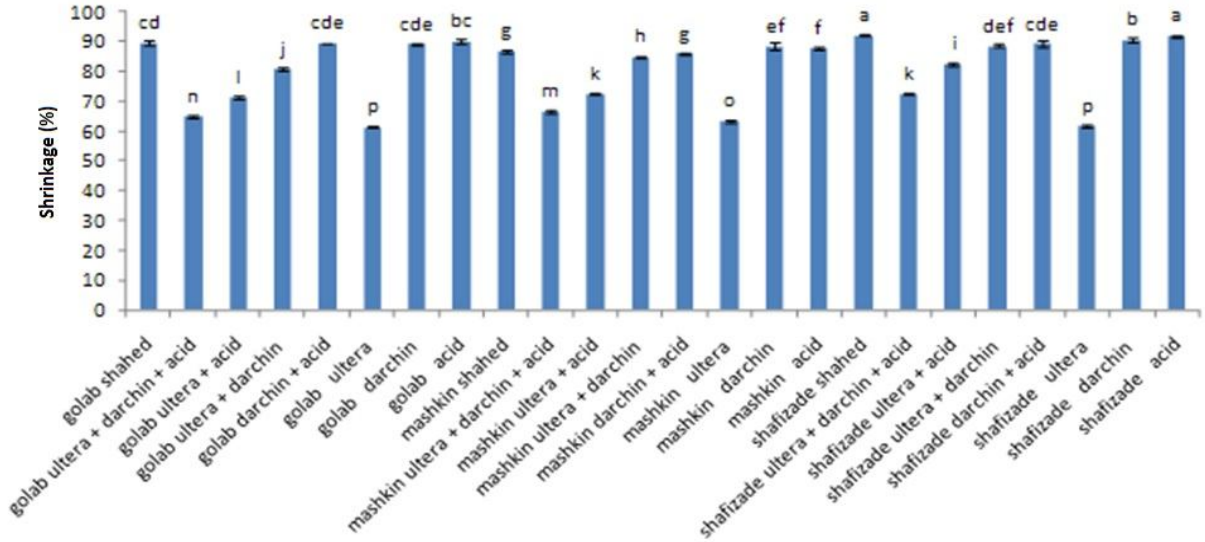

Fig 6 Shrinkage of the chips of different treatments

نتایج این پژوهش با نتایج مطالعه نواسکا[1] و همکاران (۲۰۱۲) که روی خواص کیفی سیب خشک شده با پیش‌تیمار فراصوت کار کردند [۲۳]، مطابقت ندارد چرا که در آن مطالعه، پیش‌تیمار فراصوت باعث افزایش چروکیدگی شده بود حال آن که در این تحقیق، نتایج نشان داد که چروکیدگی کاهش یافته است. ممکن است علت این اختلاف به نوع رقم سیب و شرایط کار متفاوت دو پژوهش مربوط شود اما آنچه که مسلم است، خروج راحت‌تر آب از طریق منافذ ایجاد شده بوسیله فراصوت و به تبع آن افزایش تخلخل در میوه ممکن است باعث کاهش چروکیدگی و حفظ ظاهر ورقه‌های چیپس میوه شود.

۳-٦- میزان امتیاز چیپس سیب (پذیرش کلی)

مطابق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱)، اختلاف آماری معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) بین میزان امتیاز پذیرش کلی بافت چیپس حاصل از اعمال تیمارهای مختلف (دارچین، فراصوت و اسید) روی سیب وجود دارد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها برای میزان امتیاز پذیرش کلی در شکل ۷، نشان داد که بیشترین میزان امتیاز پذیرش کلی در نمونه پیش‌تیمار شده با فراصوت به همراه دارچین هم با وجود اسید و هم بدون اسید در رقم شفیع‌آبادی با میزان ۱۷/۸۳ مشاهده شد و کمترین میزان امتیاز پذیرش کلی در رقم عروس مشکین زمانی که از پیش-تیمار فراصوت و اسید استفاده شد با میزان ۱۰/۳۳ مشاهده گردید. میزان امتیاز پذیرش کلی با افزایش پیش تیمار دارچین افزایش یافت و سبب ایجاد طعم جدیدی در چیپس سیب گردید همچنین سیب با رقم شفیع‌آبادی دارای امتیاز بالاتری از نظر ارزیاب‌ها بوده است.

1. Nowacka

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]

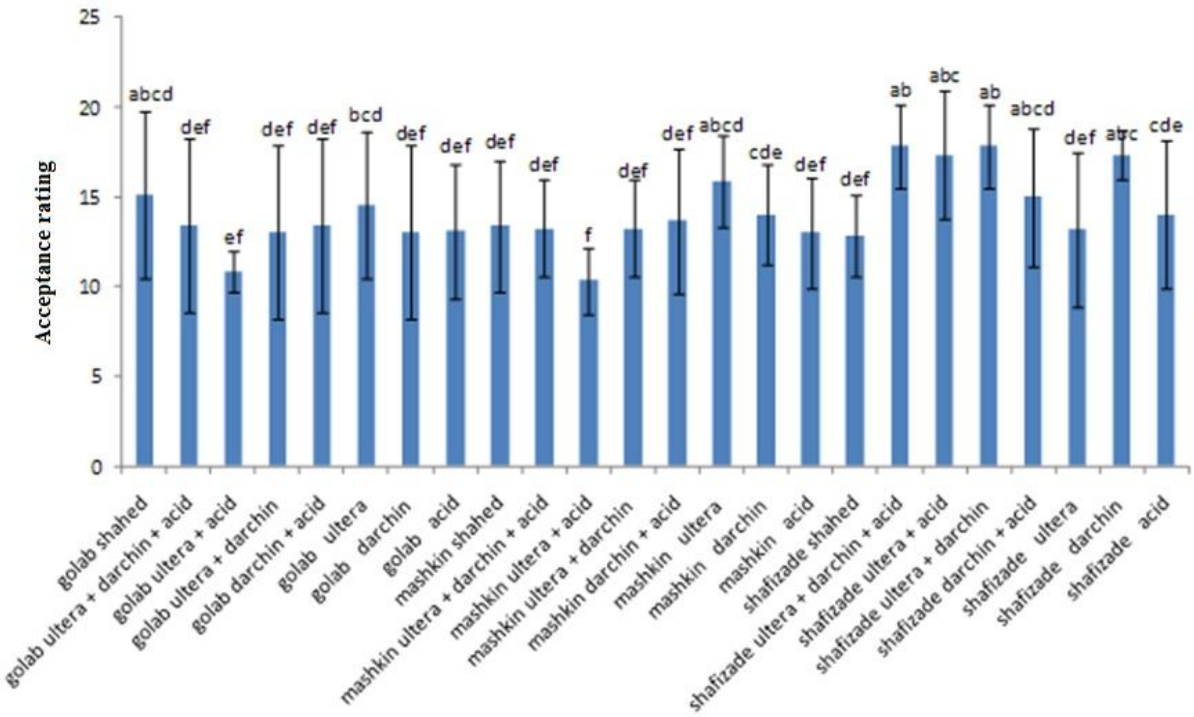

Fig 7 Overall acceptance rating of the chips of different treatments

٤- نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از مقایسه پیش‌تیمارهای مختلف اعمال شده روی ارقام مختلف سیب برای تولید چیپس نشان داد که اختلاف آماری معنی‌داری بین ارقام مختلف از نظر آزمون‌های انجام گرفته وجود نداشت و نتایج فقط تحت تاثیر تیمارهای مختلف بودند. شاخص رطوبت نیز اختلاف معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) بین تیمارهای مختلف نشان نداد. با توجه به ثابت بودن دما در خشک‌کن و خشک کردن تا رطوبت ثابت، این نتیجه دور از انتظار نبود. تیمار فراصوت با ایجاد کانال میکروسکوپی خروج آب را راحت‌تر کرده و سبب افزایش شاخص بازجذب آب شد حال آن که دارچین به دلیل بستن منافذ، سبب افت بازجذب شده است. اسید نیز نقشی در این میان نداشت. از نظر سفتی بافت، چیپس تهیه شده از پیش‌تیمار فراصوت با توجه به ایجاد منافذ و سپس ضعیف بودن دیواره منافذ در اثر فشار متلاشی شده و سریعا شکسته می‌شد. اسید در این بین تاثیر بسزایی نداشت اما دارچین به دلیل سفتی و گرفتن منافذ و ایجاد بافت پیوسته، سبب افزایش فشار شده و سفتی بافت را افزایش داد. با توجه به افزایش سرعت خشک کردن در هنگام استفاده از پیش‌تیمار فراصوت، میزان چروکیدگی نیز کاهش یافت. میزان تغییرات رنگ در رقم عروس مشکین کمترین میزان را داشت حال آن که زمانی که از پیش‌تیمار اسید استفاده شد این تغییرات به حداقل رسید. پیش‌تیمار فراصوت نیز با افزایش سرعت خشک کردن سبب بهبود رنگ گردید. از نظر ارزیابی حسی، رقم شفیع‌آبادی هنگامی که از پیش‌تیمار فراصوت (چروکیدگی کمتر و بازجذب آب بیشتر) به همراه اسید (کاهش تغییرات رنگ) و دارچین (ایجاد طعم جدید در چیپس سیب) استفاده شد، مطلوب‌ترین تیمار محسوب گردید. در مجموع، رقم شفیع‌آبادی همراه با سه پیش‌تیمار (به صورت توام) برای تولید چیپس سیب توصیه می‌شود.

٥- منابع

[1] Tajeddin, B. 2014. Toxicology and food poisoning. Tehran, Elm Keshavarzi Iran, page 91-92.

[2] Galati, E.M., Monforte, M.T., Tri Podo, M.M., d'quino, A., and Mondello, M.R. 2001. Antiulcer activity of opuntia Ficus indica (L.) Mill. (Cactaceae): ultrastructure study. Journal of Ethnopharmacology, 76(1), 1-9.

[3] Subbalakshmi,G., and Udipi, S.A. 2007. Food processing and preservation. New Age international Publishers, Delhi.

[4] Gupta, G.S., and Narang, V.A. 1998. Agro based and processed food technology handbook. Published by Industrial project Businesses of India.

[5] Ibitwar, B.B., Kaur, B., Arora, S., and Pathare, P.B. 2008. Osmo-convective

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]

dehydration of plum. International Journal of Food Engineering, 4(8).

[6] Tarko, T., Duda-chodak, A., Sroka, P., Satora, P. and Tuszynski, T. 2010. Production of Flavored Apple Chips of High Antioxidant Activity. Journal of Food Processing and Preservation, 34, 728-742.

[7] Gowen, A., Abu-Ghannam, N., Frias, J., and Oliveira, J. 2006. Optimisation of dehydration and rehydration properties of cooked chickpeas (*Cicer arietinum L.*) undergoing microwave–hot air combination drying. Food Science and Technology, 17, 177-183.

[8] Figiel, A. 2010. Drying kinetics and quality of beetroots dehydrated by combination of convective and vacuum-microwave methods. Journal of Food Engineering, 98, 461-470.

[9] Chemat, F., Zill-e-Huma, and Khan, M.K. 2011. Applications of ultrasound in food technology: Processing, preservation and extraction. Ultrasonics Sonochemistry, 18 (4), 813-835.

[10] Deng, Y., and Zhao, Y. 2008. Effect of pulsed vacuum and ultrasound osmopretreatments on glass transition temperature, texture, microstructure and calcium penetrationof dried apples (Fuji). LWT 41, 1575-1585.

[11] Jambrak, A.R., Mason, T.J., Paniwnyk, L. and Lelas, V. 2007. Accelerated drying of button mushrooms, Brussels sprouts and cauliflower by applying power ultrasound and its rehydration properties. Journal of Food Engineering, 81, 88-97.

[12] Fernandes, F.A.N., and Rodrigues, S. 2007. Ultrasound as pre-treatment for drying of fruits: Dehydration of banana. Journal of Food Engineering, 82, 261-267.

[13] Fernandesa, F.A.N., and Rodrigues S. 2008a. Application of ultrasound and ultrasound-assisted osmotic dehydration in drying of fruits. Drying Technology, 26(12), 1509-1516.

[14] Soria, A.C., and Villamiel, M. 2010. Effect of ultrasound on the technological properties and bioactivity of food: a review. Food Science and Technology, 21, 323-331.

[15] Fuente-Blanco, S., Sarabia, E.R.-F., Acosta-Aparicio, V.M., Blanco-Blanco, A., and Gallego-Juarez, J.A. 2006. Food drying process by power ultrasound. Ultrasonics, 44, 523-527.

[16] Sun, W.D. 2005. Emerging technology for food processing. Chapter 13:338-339.

[17] Fernandes, F.A.N., and Rodrigues, S. 2008b. Ultrasound as pre-treatment for drying of pineapple. Ultrasonics Sonochemistry, 15,1049-1054.

[18] Fernandes, F.A.N., Gallao, M.I., and Rodrigues, S. 2008c. Effect of osmotic dehydration and ultrasound pre-treatment on cell structure: Melon dehydration. LWT 41:604-610.

[19] Yan, Z., Sousa-Gallagher, M.J., and Oliveira, F.A.R. 2008. Shrinkage and porosity of banana, pineapple and mango slices during air-drying", Journal of Food Engineering, 84, 430-440.

[20] Inanloo Soltan Ahmadi, M. and Tavakolipour, H. 2014. Study of combined pretreatment ultrasound – osmotic dehydration and hot air drying on the qualitative characteristics of persimmon fruit. 3rd National Science and Food Technology Congress, Islamic Azad University- Ghochan Branch.

[21] Eshraghi, E., Maghsoudlu, Y., Kashaninejad, M., Biraghi Tosi, S., and Alami, M. 2012. Influence of ultrasound pretreatment on drying of Kiwifruit slides. Iranian Food Science and Technology, Vol. 7, No. 4, 273-279. (in Persaion)

[22] Ghorbani1, R., Dehghannya, J., Seiiedlou-Heris, S.S., and Ghanbarzadeh, B. 2013. Modeling Shrinkage During Drying of Plums Pretreated with Ultrasound and Osmotic Dehydration. Journal of Agricultural Mechanization, 1(1), 11- 24. (in Persaion)

[23] Nowacka, M., Wiktor, A., Sledz , M., Jurek, N., Witrowa-Rajchert, D. 2012. Drying of ultrasound pretreated apple and its selected physical properties. Journal of Food Engineering, 113, 427–433.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]

The effect of ultrasound pretreatment on the chips quality of three Iranian apple varieties

Tajeddin, B. [1*], Jahanmihan, K. [2]

1. Associate professor, Agricultural Engineering Research Institute (AERI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
2. Graduated M.Sc. Student, Food Science and Technology, Islamic Azad University-Sabzevar Branch

(Received: 2017/01/07 Accepted:2018/08/06)

In this study, chips were prepared from three apple varieties Golab, Shafiabadi, and Arous Meshkinshar. Qualitative indices were then measured for chips. Comparison of the results of various pretreatments on the different apple varieties including ultrasound, cinnamon and acid (3% citric acid and 7% ascorbic acid) to produce the chips showed that there were no significant differences between these apple varieties. However, there was a significant difference between different treatments due to the results of the different tests (other than moisture content). Ultrasound treatment was increased the water re-absorption index while the cinnamon was reduced it. Acid did not have a significant role. In terms of firmness, the prepared chips with ultrasound pretreatment had a quite fragile texture but cinnamon was increased the firmness. Acid did not again have a significant impact. Using ultrasound reduced the rate of shrinkage of chips. The color changes were in the minimum for the Arous Meshkinshar with an acid pretreatment. Ultrasound also improved the color. In terms of sensory evaluation, the Shafiabadi variety with ultrasound (less shrinkage and more water reabsorption) and acid (less color changes) and cinnamon (new flavor in chips) was the best treatment. In general, Shafiabadi variety with three ultrasound, cinnamon and acid pretreatments is recommended for the production of chips.

Keywords: Nuts, Snack, Ultrasound.

[*] Corresponding Author E-Mail Address: b.tajeddin@areeo.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-04-29]