مطالعه برخی از پارامترهای کیفی سیب زمینی در پاسخ به کاربرد روشهای خشک کردن

مرجان یعقوبی[1] ، حمید توکلی پور[2*]، امیرحسین الهامی راد[2] ، سید حمید رضا ضیاء الحق[3]، بیژن عسگری[4]

1- دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار، سبزوار، ایران

2- گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سبزوار، سبزوار، ایران

3- کارشناس مرکز تحقیقات کشاورزی شاهرود، شاهرود، ایران

4- دانشجوی دکترای مهندسی مواد و طراحی صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ دریافت:1392/3/16 تاریخ پذیرش: 1392/9/1

چکیده

هدف از این تحقیق تولید فرآورده خشک شده سیب زمینی، بررسی اثر نوع روش خشک کردن (آون هوای گرم، میکروویو و میکروویو-آون) بر توانایی جذب آب مجدد، ویتامین ث و چروکیدگی بود. جهت تجزیه و تحلیل آماری، از طرح کاملا تصادفی استفاده شد. نتایج نشان داد که تفاوت معنی داری بین فرآورده های تولید شده با روشهای خشک کردن وجود داشت و توجیه آن در متفاوت بودن مکانیزم خشک کردن می باشد. به عنوان مثال اسید آسکوربیک در فرآورده های خشک شده در میکروویو به طور معنی داری ($p <0/05$) در سطح بالاتری نسبت به فرآورده های خشک شده در دو روش دیگر بود. همچنین مقدار نشاسته مکعبهای خشک شده در میکروویو بیشتر از سایر نمونه ها بود که این مورد یکی از دلایل بالاتر درصد جذب آب مجدد در نمونه میکروویو است. بررسی تغییرات درصد چروکیدگی طی خشک کردن با روش های مختلف نشان داد که نمونه های خشک شده در میکروویو کمترین درصد چروکیدگی را داشت.

واژه های کلیدی: سیب زمینی، خشک کردن،اسیدآسکوربیک، نشاسته، چروکیدگی، جذب مجدد آب.

* مسوول مکاتبات : h.tavakolipour@gmail.com

Archive of SID

www.SID.ir

1- مقدمه

سیب زمینی از جنس سولانوم و خانواده سولاناسه، پس از گندم، ذرت و برنج از مهم ترین محصولات کشاورزی به شمار می رود (12). اما به دلیل ذخیره سازی نامطلوب در انبارها و کمبود صنایع تبدیلی درصد زیادی از آن ضایع می شود. بنابراین تولید فرآورده های خشک شده به دلیل کاهش آب فرآورده غذایی و افزایش ماندگاری مورد توجه قرار گرفته است (2). امروزه از خشک کنهای مختلفی جهت تولید فرآورده های آبگیری شده استفاده می شود و ویژگی هایی مانند هزینه خرید دستگاهها، هزینه حمل و نقل و نگهداری، حجم تولید روزانه، سرعت خشک کردن و کیفیت محصول از جمله عواملی هستند که در انتخاب یک خشک کن می توانند مورد توجه قرار گیرند (20) خشک کنهای هوای داغ، کارایی بالایی داشته اما دارای معایبی مانند طولانی بودن زمان خشک کردن وکاهش ارزش تغذیه ای به دلیل کند بودن فرآیند و همچنین ایجاد چروکیدگی در مواد می باشند(7). در خشک کن های با هوای گرم به خاطر اینکه هدایت حرارتی پایین است و انتقال حرارت به قسمتهای داخلی ماده غذایی محدود شده است، راندمان انرژی پایین می آید و مدت زمان طولانی تری برای خشک کردن لازم است. برای رفع این مشکل و جلوگیری از کاهش کیفیت و دستیابی به فرآیند حرارتی موثر از میکروویو برای خشک کردن مواد غذایی استفاده شده است. مثال های متعددی از کاربردهای خشک کردن میکروویو وجود دارد که روش میکروویو مزیت های قابل توجهی را فراهم کرده است. کاربرد میکروویو در خشک کردن در گستره وسیعی از صنایع شامل صنایع غذایی، صنایع شیمیایی، اتومبیل شیمیایی و غیره را در بر می گیرد. در هر مورد سیستم های خشک کردن میکروویو، زمان خشک کردن را به طور قابل توجهی کاهش داده اند، بدون اینکه اثر منفی بر روی کیفیت فرآورده های داشته باشند. در خشک کردن میکروویو، حرارت حاصل از تبدیل انرژی میکروویو به انرژی حرارتی در درون مواد مرطوب است و فشار و دمای مطلوب را برای خشک کردن سریع مواد فراهم می کند. گرمایش حجمی ناشی از نفوذ میکروویو و کاهش هزینه های فرآیند، به میزان قابل توجهی هزینه های تولید برخی فرآورده های را کاهش می دهد (1) میکروویو یک روش سریع مواد غذایی است و انرژی آن قابل مقایسه با روش خشک کردن با هوای گرم است، در خشک کردن با میکروویو خروج رطوبت سریع تر است و همچنین به خاطر تمرکز انرژی، سیستم میکروویو فقط 20 تا 35 درصد نسبت به سایر روش های خشک کردن نیاز به فضا دارد (18). خشک کردن به روش تلفیقی، توسط آون هوای گرم و میکروویو نیز جهت کاهش هزینه خشک کردن با میکروویو آون و استفاده از مزایای این دستگاه همچون کیفیت غذایی بهتر، رنگ مطلوب تر، تخلخل بیشتر و جذب آب بالاتر نیز استفاده می شود (7). نوع خشک کن مورد استفاده همچنین می تواند بر فعالیت آنزیمی درون ماده تاثیرگذار باشد.به طور مثال تجزیه نشاسته به کمک آمیلازهادر طول خشک کردن به وسیله هوای داغ،موجب افزایش بیشتر ظرفیت اتصال به آب،کاهش ویسکوزیته و افزایش هضم پذیری آن می گردد و به همین دلیل خروج نشاسته از فرآورده های خشک شده در هوای گرم،راحت تر از فرآورده های خشک شده در مایکروویو می باشد(21).

نوع محصول تولید شده و فرآیندهای اعمال شده برآن (از جمله اندازه قطعات، دمای آنزیم بری و زمان آنزیم بری و ...) نیز می تواند بر خواص کیفی و بافتی فرآورده تاثیر داشته باشد (14). به طور مثال از آنجایی که اسید آسکوربیک به عواملی مانند دما و اکسیژن حساس بوده و قابلیت حل شدن در آب را نیز دارد که بخش عمده آن طی فرآیندهایی مثل پوست کنی و شستشو و آنزیم بری در آب داغ از بین می رود (12) توانایی جذب آب مجدد قطعات خشک شده نیز یکی از مهم ترین ویژگی های خشک کردن می باشد به طوری که اگر ماده ای در پایان فرآیند خشک کردن، دارای کیفیت تغذیه مناسبی باشد اما قدرت جذب آب مناسبی نداشته باشد، عملا ماده ای نامناسب و غیر قابل مصرف تلقی می شود (17). توانایی جذب آب مجدد یک ماده خشک، نسبت مستقیمی با شرایط ماده ی خام به طور مثال مقدار محتوی رطوبت(19)، نوع خشک کن(11)، دمای خشک کن(16)، زمان ماندگاری و دمای آب مورد استفاده دارد (10). فرآورده های خشک شده در آون با جریان هوای داغ، به دلیل بروز پدیده چروکیدگی در مواد، محصول نهایی حالت سفت و متراکم پیدا کرده و نفوذ آب در آن را مشکل می نماید و این امر موجب به تاخیر افتادن جذب آب می گردد(8).

با توجه به آنچه که ذکر شد، برای مقایسه بهترین خشک کن، می توان از مقایسه برخی ترکیب ها مانند اسید آسکوربیک، چروکیدگی، توانایی جذب آب مجدد قطعات خشک شده و

Archive of SID

www.SID.ir

نشاسته استفاده کرد و از آنجا که تاکنون پژوهشی در مورد امکان فرآورده های خشک شده از سیب زمینی های شهرستان شاهرود صورت نگرفته است، لزوم تحقیق و بررسی در این مورد مشخص می باشد و هدف از این تحقیق بررسی نوع روش خشک کردن (میکروویو، آون هوای گرم و میکروویو – آون) بر کیفیت فرآورده های خشک شده بود.

2- مواد و روش ها

2-1- تولید محصول خشک شده

برای شروع آزمایشها، درصد رطوبت سیب زمینی اندازه گیری شد. گام بعدی، تولید محصول خشک شده بود که در این راستا سیب زمینی ها توسط چاقو پوست گیری شد.سپس توسط دستگاه خلال کنی دستی به طول خلال هایی با سطح 10×10×10 mm درآمد. برای خشک کردن سیب زمینی ها از دو دستگاه شامل آون هوای گرم با 65 و 70°C ، مایکروویو با توان 900 وات و میکروویو – آون با توان 900 وات و دمای 65 و 70°C استفاده شد. عمل خشک کردن تا رسیدن به رطوبت 11 درصد برای قطعات مکعبی سیب زمینی ادامه یافت. لازم به ذکر است که رطوبت اولیه نمونه ها 80/5 درصد بود. پس از خشک کردن نمونه ها تا رطوبت مورد نظر، آن ها را در دسیکاتور قرار داده تا خنک شوند.

2-2- فاکتورهای اندازه گیری شده

پس از تولید فرآورده های مورد نظر، ویژگی های جذب مجدد آب، اسید اسکوربیک و چروکیدگی فرآورده های تولید شده اندازه گیری و با هم مقایسه شدند.

2-3- اندازه گیری اسید آسکوربیک در فرآورده های تولیدی

برای اندازه گیری اسید آسکوربیک نیز عصاره خارج شده از فرآورده در برابر محلول 2 و 6 دی کلرو ایندوفنول تیتر شد (استاندارد شماره 5609) .

2-4- اندازه گیری توانایی جذب آب قطعات خشک شده

برای بررسی توانایی جذب آب نمونه ها، از روش غوطه ورسازی در آب مقطر در دمای محیط استفاده شد (9). نمونه ها در آب غوطه ور شده (نسبت آب مورد استفاده تقریبا 100 میلی متر به ازای 5 گرم نمونه بود) و شروع به جذب آب کردند تا جایی که تغییر وزنی نمونه ها که ناشی از افزایش رطوبت و جذب آب بود، به حداقل رسید و تقریبا ثابت شد. این نقطه را نقطه نهایی و درصد آب جذب شده، حداکثر قابلیت ماده برای جذب آب در نظر گرفته شد (9) برای به دست آوردن آب جذب شده توسط نمونه ها از رابطه زیر (1) استفاده شد.

$$\text{ضریب بازجذب آب} = \frac{M0-M}{M} \times 100 \qquad (1)$$

که در این رابطه،M_0 وزن نمونه خشک شده (g)،M وزن نمونه بعد از جذب آب (g) می باشد.

2-5- اندازه گیری چروکیدگی فرآورده طی زمان خشک کردن

برای اندازه گیری میزان چروکیدگی به این ترتیب اعمال شد که ابتدا درون یک استوانه مدرج 100 میلی لیتری ، تا حد مشخص تولوئن ریخته، سپس یک مکعب از سیب زمینی تازه (به ابعاد آماده شده جهت آزمایش) را درون استوانه مدرج قرار داده و تغییرات حجم ناشی از ورود نمونه تولوئن یادداشت شد. از آنجا که حجم نمونه های سیب زمینی بعد از خشک شدن کاهش یافته است، به منظور افزایش دقت آزمایش جهت اندازه گیری تغییرات حجم آنها از استوانه مدرج 25 میلی لیتری استفاده گردید و سپس با استفاده از فرمول زیر میزان چروکیدگی نمونه های محاسبه گردید (23).

$$SH=\frac{Vi-Vf}{Vi} \times 100 \qquad (2)$$

که در این رابطه،SH درصد چروکیدگی،V_i حجم نمونه سیب زمینی تازه (ml)،V_f حجم نمونه خشک شده سیب زمینی (ml) می باشد.

2-6- اندازه گیری مقدار نشاسته در فرآورده های خشک شده

جهت تعیین نشاسته از روش پلاریمتری استفاده شد. نمونه خشک شده سیب زمینی را درخرد کن مدل نایسر دایسر به مدت 3 دقیقه با سرعت زیاد پودر کرده و سپس 2/5 گرم پودر سیب زمینی را توزین کرده و ارلن 250 سی سی منتقل کرده و سپس 10 سی سی آب مقطر و 65 سی سی کلرور کلسیم 6 به آن اضافه گردید. در مرحله بعد به مدت 25 دقیقه در دمای 120

Archive of SID

www.SID.ir

درجه سانتی گراد روی شعله قرار داده شد تا به حالت جوش در آمده و کف نکند. محلول را سرد کرده و در بالن 100 سی سی ریخته و با کلرور کلسیم شستشو داده شد. سپس 2 سی سی ساکارز، به بالن 100 سی سی اضافه و حجم بالن را با کلرور کلسیم به 100 رسانده شد و سپس محتوی بالن صاف گردید و داخل سل پلاریمتر ریخته شد و پس از تعیین زوایه چرخش درصد نشاسته از فرمول زیر محاسبه گردید(6).

$$C = \frac{100A}{L.[\alpha]} \times \frac{100}{w} \qquad (3)$$

که در این فرمول(C) درصد نشاسته، (A) زوایه چرخش، (L) طول سل (dm)، (W) وزن نمونه (g) و (α) درجه چرخش ویژه (195/2) می باشد.

7-2 - تجزیه و تحلیل آماری

در این تحقیق جهت آنالیز داده ها از طرح کاملا تصادفی توسط نرم افزار(SAS 9.1.3) و برای مقایسه میانگین ها از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح 5% استفاده شد.کلیه ی آزمونها در سه تکرار انجام شد.

3- نتایج و بحث

3-1- مقایسه اسید آسکوربیک در فرآورده های خشک شده

یکی از ویژگی هایی که می تواند بیانگر فرآورده خشک شده از سیب زمینی باشد،مقدار اسید آسکوربیک آن فرآورده است و به طور طبیعی هر چه مقدار اسید آسکوربیک باقی مانده در فرآورده بیشتر باشد، می تواند بیانگر این حقیقت باشد فرآیند اعمال شده بر آن محصول، مناسب تر و بهتر بوده است(2).

در جدول و شکل1 نتایج حاصل از مقایسه مقدار اسید آسکوربیک باقی مانده در فرآورده های تولیدی ارائه شده است. ملاحظه می شود، مقدار اسید آسکوربیک موجود در فرآورده های تولید شده در میکروویو به طور معنی داری بیشتر از فرآورده های تولیدی در آون هوای گرم می باشد. این مورد به دلیل تفاوت مکانیسم خشک شدن در این دو روش می باشد. در خشک کن هوای گرم، پایین بودن سرعت انتقال حرارت به دلیل هدایت حرارتی کم، موجب آسیب دیدن خواص تغذیه ای و اکسیداسیون رنگ دانه ها و ویتامین ها می شود، یکی از عوامل تخریب اسید آسکوربیک نیز، اکسیداسیون در مجاورت اکسیژن و حرارت می باشد و به همین دلیل افت جزئی آن در فرآورده های خشک شده در آون چشم گیر تر از فرآورده های خشک شده در میکروویو – آون است چرا که زمان خشک شدن توسط تشعشعات میکروویو به طور محسوسی کاهش می یابد (22). لذا مقدار آسیب های وارده به مواد خشک شده کمتر است. نتایج پژوهش ژانگ و همکاران (2003) و خرایشه و همکاران (2004) در زمینه پایداری اسید آسکوربیک نشان داد که مقدار باقی مانده این ویتامین در فرآورده های خشک شده در میکروویو – آون بیش از نمونه های خشک شده در آون با جریان هوای گرم بوده است. موسویان و همکاران (1387) گزارش دادند، استفاده از توان های بالا میکروویو با وجود شدت حرارتی زیاد مدت زمان کوتاه تری برای خشک کردن نمونه نیاز دارند، در نتیجه انرژی کمتری به داخل سیب زمینی نفوذ کرده و بیشتر سطح را تحت تاثیر قرار می دهد. بنابراین می توان عنوان نمود که در توان های بالای میکروویو ویتامین ث کمتر تجزیه می شود.

3-2 بررسی توانایی بازجذب آب قطعات خشک شده و عوامل موثر برآن

توانایی بازجذب آب قطعات خشک شده نیز از خواص مهم آنها می باشد و این احتمال وجود دارد که تفاوت هایی از این نظر بین فرآورده های تولید شده در خشک کنها باشد. بنابراین توانایی جذب آب قطعات تولید شده در آون هوای گرم، میکروویو و میکروویو – آون بر حسب درصد آب جذب شده اندازه گیری شده و مقایسه ای بین آنها انجام شد که نتایج به دست آمده در جدول 1 و شکل 2 مشخص شده اند. همان طور که ملاحظه می شود، اثر نوع روشهای خشک کردن بر توانایی جذب آب، معنی دار بوده و میانگین ها با هم تفاوت معنی داری داشتند ($P < 0/05$). بیشترین درصد جذب آب مربوط به نمونه های خشک شده در میکروویو و کمترین میزان مربوط به میکروویو – آون 70 بود ($P < 0/05$).

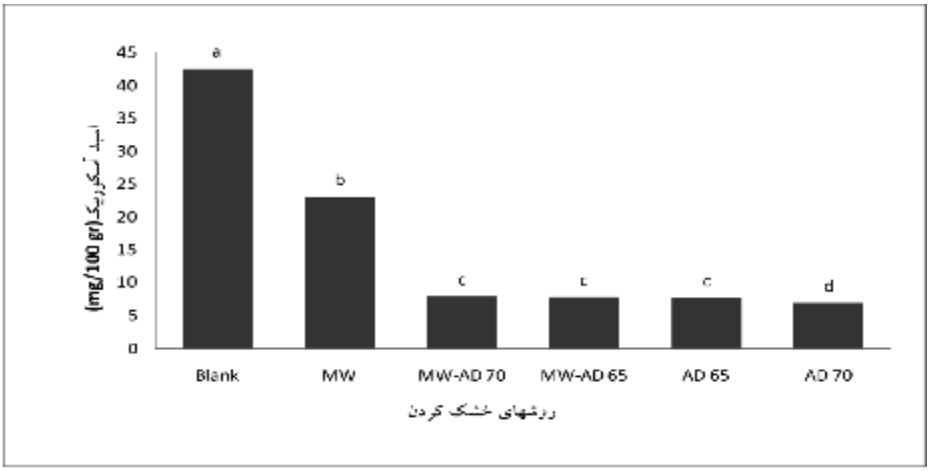
توجیه این مساله در تفاوت اساسی نحوه خشک شدن مواد در خشک کن ها می باشد، در خشک کن هایی نظیر آون جابجایی که از جریان هوای گرم برای خشک کردن استفاده می شود، گرم ترین نقطه ماده، سطح آن بوده و سردترین نقطه در عمق ماده قرار دارد به دلیل همین خاصیت، ماده در حین خشک شدن دچار

Archive of SID

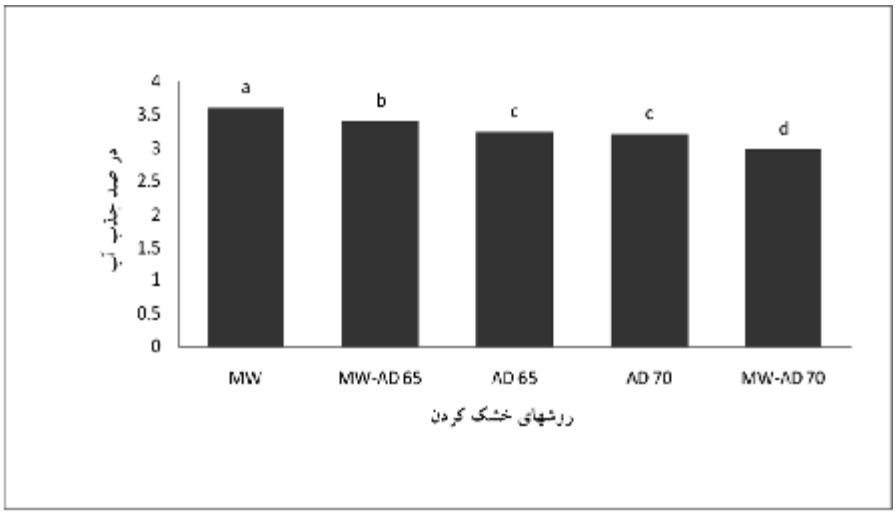
www.SID.ir

جدول 1- جدول تجزیه واریانس برای بررسی تاثیر روشهای خشک کردن بر میزان در صد جذب آب،چروکیدگی و ویتامین ث ونشاسته

فاکتورهای اندازه گیری	درجه آزادی		میانگین مربعات	
شده	تیمار	خطا	تیمار	خطا
چروکیدگی	4	10	0/07951013**	0/00480293
درصد جذب آب	4	10	0/16014598**	0/00119139
اسیدآسکوربیک	5	12	625/442222**	0/144444
نشاسته	5	12	654/57244**	0/341003



شکل1- اثر روش خشک کردن بر میزان اسید آسکوربیک نمونه های خشک شده (MW: میکروویو، MW-AD70 ℃ : میکروویو – آون℃70،MW-AD65: میکروویو – آون ℃ 65،AD65: آون℃ 65،AD70: آون℃ 70، Blank: شاهد)



شکل2- اثر خشک کن ها بر میزان درصد جذب مجدد آب نمونه های خشک شده (MW: میکروویو، MW-AD70 □ : میکروویو – آون□70،MW-AD65: میکروویو – آون □ 65،AD65: آون□ 65،AD70: آون□ 70، Blank: نمونه شاهد)

www.SID.ir

سفتی و چروکیدگی شده و جذب آب را تاحدی مشکل می سازد اما در میکروویو با توجه به اینکه این دستگاه از طریق ایجاد میدان های دو قطبی موجود نوسانات شدید ملکول های قطبی و بخصوص ملکول آب می شود و از این طریق حرارت در ماده افزایش می یابد، عمق ماده دارای دمای بالایی بوده و حرکت بخار آب از عمق به سطح ماده، موجب ایجاد تخلخل و حالت پف کرده در ماده خشک شده می شود. همین تخلخل بالا در فرآورده های میکروویو، دلیل بالاتر بودن توانایی جذب آب مجدد آنها نسبت به فرآورده های تولیدی در آون می باشد (15). در فرآورده های خشک شده با آون، به دلیل ساختار متراکم جذب آب کندتر است و در نهایت به دلیل آسیبی که به بافت وارد شده، توانایی جذب و حفظ آب کاهش می یابد(10). بالاتر بودن توانایی جذب آب نمونه های خشک شده در مایکروویو، به دلیل آن است که مولکولهای نشاسته موجود در مواد نشاسته ای از جمله سیب زمینی ،بر اثر حرارت اعمال شده در حین خشک کردن ،کم کم آب اطراف سلولی را جذب کرده و متورم می شوند.این تورم موجب آسیب رسانی به بافت اطراف سلول های نشاسته ای شده و به طور طبیعی بافت آسیب دیده،توانایی کمتری برای جذب و حفظ آب دارد.روند تورم مولکول های نشاسته،در آونی با جریان هوای گرم،به آرامی انجام می گیرد اما در مایکروویو، به دلیل سرعت بالای خروج آب، رطوبت قابل جذب توسط مولکول های نشاسته برای ایجاد تورم ،به سرعت از دسترس آنها خارج شده و در نتیجه میزان تورم این مولکول ها در مایکروویو کمتر خواهد بود که خود به کاهش آسیب بافتی ناشی از تورم نشاسته منجر می شود،بنابراین به دلیل سالم تر ماندن بافت قطعات ،قدرت حفظ آب آنها نیز بیشتر خواهد بود(2).

فلاحی (1997)نیز پی به اثر مخرب تورم مولکولهای نشاسته بر بافت سیب زمینی های خشک شده،اشاره کرده بود. و نتایج این تحقیق نیز این امر را تایید می کند.

3-3 میزان چروکیدگی

با بررسی تغییرات چروکیدگی نمونه های خشک شده به عنوان تابعی از رطوبت در روش های مختلف خشک کردن مشخص شد که با توجه به نمودار 3 میکروویو بیشترین میزان چروکیدگی را داراست در حالی که آون 70 درجه سانتی گراد با حفظ شکل ظاهری کمترین را داراست چنانچه ملاحظه شد بنابراین می توان نتیجه گیری کرد که بروز پدیده ی Case Hardening در نمونه های خشک شده با هوا،درجه چروکیدگی را کاهش می دهد(18). ضیاء الحق گزارش کرد که دماهای بالاتر خشک کردن سبب چروکیدگی بیشتر محصول می شوند و دماهای پایین تر اثر کمتری بر میزان چروکیدگی دارد زیرا بیشترین چروکیدگی در نخستین مراحل خشک کردن رخ می دهد و اگر خشک کردن در دماهای پایین تری صورت بگیرد به طوری که اختلاف رطوبت در درون محصول به پایین ترین اندازه برسد چروکیدگی کمترین مقدار را خواهد داشت.

3-4- نشاسته

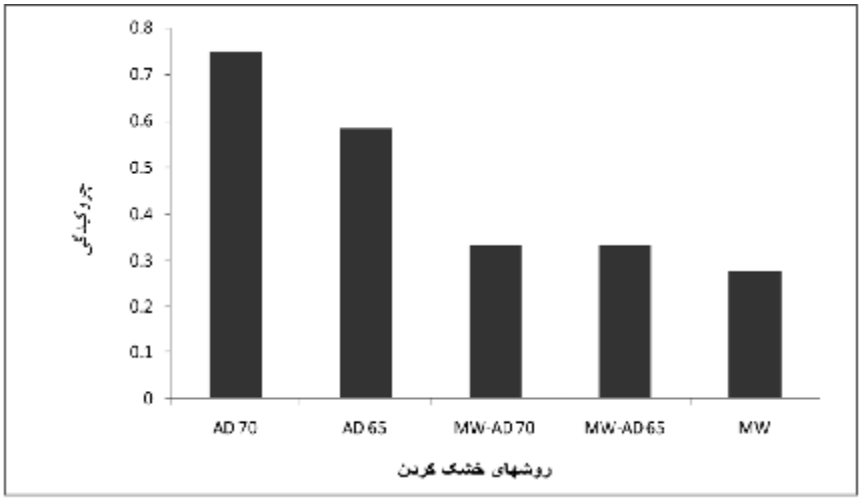
داده های جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر نوع خشک کن ها بر میزان نشاسته در سطح احتمال 1% معنی دار است (جدول 1). نشاسته نیز جزو ترکیبات مهم در سیب زمینی است ومقدار آن هم از بعد صنعتی و هم از لحاظ تغذیه ای دارای اهمیت می باشد بالاترین و کم ترین مقدار نشاسته در نمونه ها به ترتیب مربوط به نمونه های خشک شده با مایکروویو و مایکروویو-آون 70 درجه سانتی گراد بود.نشاسته نیز جزو ترکیباتی است که بر اثر اعمال فرایندهای گو ناگون ،دچار تغییرات کمی و کیفی می شود تحقیقات انجام شده روی نشاسته سیب زمینی های خشک شده، نشان دادند که تجزیه نشاسته به کمک آمیلازها در طول خشک کردن به وسیله هوای داغ،موجب افزایش بیشتر ظرفیت اتصال به آب ،کاهش ویسکوزیته و افزایش هضم پذیری آن می گردد وبه همین دلیل خروج نشاسته از فرآورده های خشک شده در هوای گرم،راحت تر از فرآورده های خشک شده در مایکروویو می باشد(2).و همچنین نتایج به دست آمده از تحقیق های رامش و همکاران(2005) در مورد نشاسته سیب زمینی های خشک شده در آون (21)،نتایج به دست آمده در این تحقیق را تائید می نماید.

4- نتیجه گیری

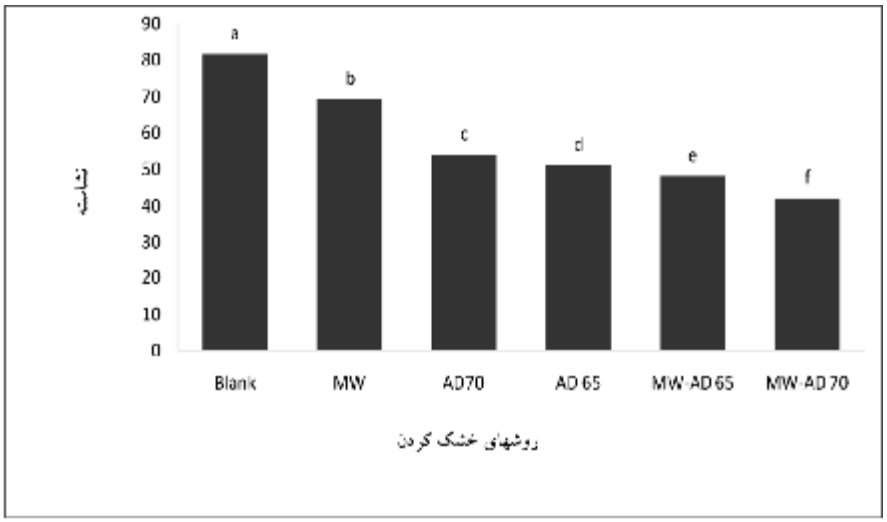
در مجموع با توجه به نتایج به دست آمده و مقایسه های انجام شده، ملاحظه شد که استفاده از خشک کن میکروویو به دلیل حفظ ارزش غذایی (ویتامین ث)و بافتی محصول (توانایی مجدد جذب آب، چروکیدگی) و کاهش زمان خشک کردن پیشنهاد می گردد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل 3- اثر خشک کن ها بر میزان چروکیدگی نمونه های خشک شده (**MW**: میکروویو، **MW-AD70 ℃** : میکروویو – آون**70℃**،**MW-AD65**: میکروویو – آون **65 ℃**،**AD65**: آون**65 ℃**،**AD70**: آون**70 ℃**، **Blank**: نمونه شاهد)



شکل 4- اثر خشک کن ها بر میزان نشاسته نمونه های خشک شده (**MW**: میکروویو، **MW-AD70 ℃** : میکروویو – آون**70℃**،**MW-AD65**: میکروویو – آون **65 ℃**،**AD65**: آون**65 ℃**،**AD70**: آون**70 ℃**، **Blank**: نمونه شاهد)

www.SID.ir

5- سپاس گزاری

بدین وسیله از زحمات سرکار خانم مهندس سمیه نظارت که با راهنمایی های خود راه را در انجام این تحقیق هموار نمودند، سپاس گزاری می نماییم.

6- منابع

1- زیرجانی، ل .1387 .بهینه سازی فرآیند خشک کردن موز با هوای داغ و مایکروویو، *مجله علمی و پژوهشی علوم و فناوری غذایی* ، شماره1.

2- سلیمی،آ.1388. اثر نوع خشک کن، رقم، فرآورده های تولیدی و دمای آب مورد استفاده بر ترکیبات عمده توانایی باز جذب آب فراورده های خشک شده سیب زمینی. *مجله علوم کشاورزی و منابعی طبیعی*، جلد 16، شماره 1.

3- ضیاء الحق،ح.1382. تعیین روش بهینه ی خشک کردن قطعات سیب زمینی با هدف جلوگیری از ضایعات، طرح تحقیقاتی مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی سمنان (شاهرود).

4- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران.1373.روش اندازه گیری ویتامین ث. استاندارد ملی ایران ،شماره 5609.

5- موسویان ،م. 1387.بررسی تغییرات ویژگیهای پودر سیب زمینی تولید شده توسط توانهای مختلف مایکروویو، هجدهمین *کنگره ملی علوم و صنایع غذایی*، مشهد، مهر.

6- ویدا، پروانه. 1377. کنترل کیفی و آزمونهای شیمیایی مواد غذایی، انتشارات دانشگاه تهران.

7-Askari , G . R, Emam-Djomeh, Z. Mousavi . S. M. 2004 . Effect of combined coating and microwave assisted hot air drying on the texture , microstructure and rhydration characteristics of apple slices . Iranian Journal of Agricultural Sciences , 35: 777 – 785.

8-Cheng,W.M., Raghavan, G.S.V., Ngadi,M. and Wang, N. 2006.Microwave power control strategies on the drying process ıı phase – controlled and cycle –controlled microwave/air drying. Journal of Food Engineering.76:195-201.

9-Cunningham, S.E. et al .2007.Effect of processing conditions on the water absorption and texture kinetics of potato. Journal of Food Engineering, 84:214-223.

10-Djomdi, R.E., and Ndjouenkeu, R .2007.Soaking behaviour and milky extraction performance of tiger nuts (*Cyperus esculentus*) tubers. *Journal of Food Engineering*, 78:546-550.

11-Durance, T.D., and Wang, J.H. 2002. Energy consumption, density, and rehydration rate of vacuum microwave- and hot-air convection-dehydrated tomatoes. *Journal of Food Science*,67: 2212–2216.

12- Fatemi, H. 2005. Food chemistry, Sahamie enteshar Press, Tehran.

13-Jafarian,S. 2000. Effect of per heating and use of some of hrydrocolloides in reduction oil uptake and quality of potato french fries, a thesis submitted of Msc degree of food science and technology Isfahan University of Technology,pp120.

14-kaaber,L. et al. 2006. The effect of storage conditions on chemical content of raw potato and texture of cooked potatoes, *J. Potato Research*, 44:153-163.

15-khraisheh,M.A.M, et al.2004. Quality and structural changes in starchy foods during microwave and convective drying. *Food Research International*, pp 497-503.

16-Krokida, M.K., and Marinos-Kouris, D.2002.Rehydration kinetics of dehydrated products.

17-Lee, K.T, et al .2007.The mathematical modelling of the rehydration characteristics of fruits. *Journal of Food Engineering*,72: 16-23.

18-Leeratanarak ,n. et al. 2006 .Drying kinetics and quality of potato chips undergoing different drying techniques. Thailand Department of Food Engineering.

19-Madamba, P.S. et al. 1994. Shrinkage, density and porosity of garlic during drying. *Journal of Food Engineering*, 23: 309-319.

20-Medeni,M.2000.Microwave/air and microwave finish drying of banana. *Journal of Food Engineering* , 71-78.

21-Mirnezami-Ziabari. et al ,Microwave in food industry and Homes, Moallefin press,Tehran,2001,pp 301.

22-Ramesh,Y.A., et al.2005.Changes in characteristics o sweet potato flour prepared by different drying techniques. *LWT-Food Science and Technology*,39: 20-26.

23- Sioholm, I and Gekas.V.1995.Apple shrinkage upon during . Journal of Food Engineering .25:123-130.

24-Sohrabi, M, Technology of producing food, Nashre daneshgahi press,Tehran,1998.

25- Zheng,W.C. et al.2003. Microwave- vacuum drying of carrot slices. *Journal of Food Engineering*, 65:157-164.

Archive of SID

www.SID.ir