Archive of SID

اثر فرآیند خشک‌کردن بر خصوصیات کمی و کیفی برگ گیاه ریحان

سحر بوستانی [a]، نارملا آصفی [b] *

[a] دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران
[b] دانشیارگروه علوم و صنایع غذایی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۱۱/۰۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۱۰/۱۰

چکیده

مقدمه: ریحان حاوی ترکیبات فنولیک بوده و بذر آن حاوی موسیلاژ می‌باشد. با بررسی‌های انجام شده اسانس این گیاه و مخصوصا ترکیبات فنیل پروپانوئیدی آن به عنوان ترکیبات اصلی دارویی این گیاه شناخته شده است.

مواد و روش‌ها: در این تحقیق، برگ ریحان توسط سه روش سایه (به عنوان روش سنتی)، آون (۴۰ و ۶۰ درجه سلسیوس) و مایکروویو (۱۸۰ و ۳۶۰ وات) به عنوان روش صنعتی در جهت بالا بردن نرخ انتقال حرارت در مدت زمان کوتاه و بررسی خصوصیات کیفی این محصول انتخاب و فاکتورهای موثر در کیفیت برگ این گیاه مانند رطوبت، آهن و پتاسیم، ویتامین ث و ترکیبات پلی فنل کل اندازه‌گیری شد.

یافته‌ها: مرحله اول خشک کردن که در آن آهنگ خشک شدن ثابت می‌باشد و توسط عوامل بیرونی کنترل می‌شود تنها در روش خشک کردن با سایه دیده شد، ولی در دو روش دیگر تقریبا این مرحله حذف گردیده است. روش خشک کردن باعث افزایش ضریب انتقال جرم می‌شود و این ضریب در حالت جابجایی اجباری از طبیعی بیشتر است بنابراین در روش خشک کردن با آون در مقایسه با دو روش دیگر سرعت انتقال جرم بالاتری دیده می‌شود.با افزایش توان مایکروویو، زمان خشک شدن کاهش یافت. مقادیرآهن و پتاسیم و ویتامین ث تعیین شده نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین روش‌های مختلف خشک کردن وجود دارد ($p< ۰/۰۵$). از نظر مدت زمان خشک شدن، طولانی‌ترین زمان خشک‌کردن مربوط به سایه به مدت ۱۸۰۰ دقیقه بود. بیشترین میزان ویتامین ث، آهن و ترکیبات فنلی در تیمار خشک شده در سایه بود.

نتیجه‌گیری: خشک کردن برگ ریحان با استفاده از خشک کردن در سایه و مایکروویو با توان ۱۸۰ وات به دلیل حفظ قابل ملاحظه میزان مواد مؤثره در گیاه نسبت به تیمارهای دیگر مطلوب‌تر می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: *آون هوای داغ، خشک کردن، ریحان، مایکروویو*

* نویسنده مسئول مکاتبات email: n.asefi@iaut.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

روش‌های نگهداری مواد غذائی به طریق سنتی روش‌های بسیار ارزانی بوده و شاید از این نظر هنوز هم بهترین روش برای جوامعی باشد که از نظر اقتصادی ضعیف هستند. این روش‌ها امروزه هم در شرایط خاص مانند: قحطی، سیل، زلزله، جنگ، قطعی طولانی مدت برق و در شرایط زندگی در طبیعت مورد استفاده‌اند و جالب اینجا است که بعد از گذشت سال‌ها هنوز هم این روش‌ها به صورت اصلاح شده پایه و اساس روش‌های نوین نگهداری را تشکیل می‌دهند. امروزه با صنعتی شدن جوامع و افزایش جمعیت و پراکندگی آن در نقاط مختلف زمین، کشت تخصصی در برخی از مناطق خاص جغرافیایی، رونق بازارهای اقتصادی و صادرات فرامرزی نیاز به نگهداری بهینه مواد غذایی دوچندان شده است تا بتوان با کمترین هزینه ایمن‌ترین راه را برای تضمین کیفیت مواد غذایی از مزرعه تا سفره در مراحل برداشت محصول، انتقال، عرضه و مصرف آن ابداع نمود. با توجه به اینکه بیشتر فرآیندهای خشک کردن در شرایط دمایی بالا انجام می‌شوند، ویژگی‌های کیفی محصول خشک شده، نظیر بافت، ارزش غذایی، طعم، رنگ و عطر دچار تغییرات نامطلوبی می‌شوند که به حداقل رسانیدن این تغییرات وابسته به انتخاب دقیق روش خشک کردن و شرایط خشک کردن (دما و مدت زمان)، می‌باشد (Lima-Correa *et al*., 2017). با وجود سهم چشمگیر بخش کشاورزی از صنعت برق، بخش فرآوری و خشک کردن محصولات کشاورزی بیشترین انرژی مصرفی را به خود اختصاص داده‌اند (Motevali *et al*., 2019). خشک کردن محصولات کشاورزی با مصرف انرژی زیاد همراه است ولی اهمیت بالای صنعتی نیز دارد یکی از پرکاربردترین خشک کن‌های مورد استفاده خشک کن جریان هوای گرم است که مصرف انرژی در آن زیاد بوده و بازده آن پایین است (Motevali *et al*., 2019).

خشک کردن مواد غذایی با استفاده از هوای داغ منجر به آسیب دیدن طعم و مواد مغذی محصول شده و به دلیل کاهش ضریب هدایت حرارتی، سرعت انتقال حرارت به قسمت‌های داخلی ماده غذایی کاهش می‌یابد، همچنین در این روش راندمان انرژی پایین بوده و مدت زمان خشک کردن طولانی‌تر است. برای رفع این مشکل و جلوگیری از کاهش کیفیت ماده غذایی و دستیابی به یک فرآیند حرارتی موثر، از مایکروویو برای خشک کردن مواد غذایی استفاده شده است. پرتوهای مایکروویو هنگام عبور از بافت محصولات غذایی موجب ارتعاش مولکول‌های قطبی (آب و نمک) موجود در بافت شده و در اثر این ارتعاش انرژی مایکروویو به حرارت تبدیل می‌گردد. در این روش گرما درون بافت محصول تولید شده و از آسیب دیدن و سوختگی‌های سطحی احتمالی جلوگیری به عمل می‌آید (Ostadzadeh *et al*., 2016).

گیاه ریحان با نام علمی *Ocimum baliscum* نوعی گیاه معطر از خانواده نعناعیان بوده که از ارزش تجاری قابل توجهی برخوردار است (Lima-Correa *et al*., 2017). علاوه بر استفاده در آماده‌سازی مواد غذایی به عنوان گیاه دارویی، ضدمیکروب، ضدویروس و آنتی‌اکسیدان نیز مصرف می‌شود (Parmar *et al*., 2017). اسانس استخراج شده از این گیاه که کاربرد فراوانی در صنایع مواد غذایی دارد، حاوی ترکیبات هیدروکربنی و اکسیژن‌دار مونوترپن‌ها، سیسکوترپن‌ها و فنیل‌پروپانوئیدها و آلدئیدها می‌باشد که در این میان لینالول، سینئول، اوژنول، گرماسرین دی، آلفا ترپینئول و پی‌سیمن از ترکیبات رایج هستند (Calin-Sancez *et al*., 2012).

تحقیقات متعددی درباره خشک کردن محصولات کشاورزی به خصوص سبزی‌ها انجام شده است. نتایج آزمایشات (Ostadzadeh *et al*., 2016)، در خشک کردن گیاه علف چشمه با استفاده از خشک کن هوای داغ ،سنتی(آفتاب) و خشک کردن مایکروویو نشان داد که خشک کردن گیاه علف چشمه با استفاده از آون ۴۰ درجه سلسیوس و مایکروویو با توان ۱۸۰ وات از این جهت که میزان مواد موثره در گیاه بطور قابل ملاحظه‌ای نسبت به تیمارهای دیگر حفظ می‌شود، مطلوب‌تر می‌باشد. (Khakbaz Heshmati & Seifi Moghaddam, 2016)، نیز در بررسی تاثیر پیش تیمار مایکروویو بر خواص تغذیه‌ای برگ‌های کیوی خشک شده توسط هوای گرم اظهار داشتند که بهترین نمونه‌ها از نظر پارامترهای کیفی (ویتامین ث و ترکیبات فنلی) توسط تیمار با مایکروویو به دست آمدند (Noori *et al*., 2013)، در خشک کردن جعفری با استفاده از هوای داغ و مایکروویو بیان کردند که زمان خشک شدن با افزایش دما و توان خشک کن، کاهش می‌یابد. (Mokhtari *et al*., 2011)، اثر روش‌های مختلف

www.SID.ir

Archive of SID

خشک کردن را بر روی خواص فیزیکوشیمیایی کرفس کوهی مانند ویتامین ث، کلروفیل، ترکیبات فنولیکی و رنگ بررسی کردند نتایج حاکی از آن بود که روش مایکروویو و انجمادی باعث حفظ بهتر میزان ویتامین ث و کلروفیل و درنتیجه حفظ رنگ گیاه شد. نتایج گزارش شده دیگری نشان داد که، درجه حرارت خشک کردن می‌تواند محتوای اسانس گیاه ریحان را کاهش داده و پروفایل شیمیایی گیاه ریحان را تغییر دهد. هم‌چنین گزارش شده است که فرایند خشک کردن در آون با دمای ۴۰ درجه سیلسیوس کمترین تاثیر نامطلوب بر اسانس گیاهان معطر داشته است (Pirbalouti *et al.*, 2013). Parmar و همکاران (۲۰۱۷)، طی بررسی تاثیر روش‌های متفاوت خشک کردن خورشیدی، بستر ثابت سینی‌دار، تحت خلا و بستر شناور در دماهای ۴۵، ۵۵ و ۶۵ درجه سیلسیوس بر برگ‌های ریحان گزارش شد که روش خشک کردن با بستر شناور در دمای ۴۵ درجه سیلسیوس بهترین روش برای حفظ ویژگی‌های کیفی برگ‌های ریحان بوده است (Parmar *et al.*, 2017).

با توجه به مطالعات انجام شده و نتایج گزارش شده در رابطه با تاثیر روش‌های خشک کردن بر ویژگی‌های کیفی و مواد فرار گیاه ریحان، و عدم وجود نتایج به اثبات رسیده در رابطه با مناسب‌ترین روش خشک کردن با حفظ ترکیبات فرار در این گیاه (Pirbalouti *et al.*, 2013)، اهداف این تحقیق شامل بررسی اثر خشک کردن با آون، مایکروویو و آفتاب بر خصوصیات کمی و کیفی برگ ریحان شامل نسبت رطوبت، شدت خشک کردن، مقادیر ویتامین ث، فسفر، کلسیم، آهن و فعالیت آنتی‌اکسیدانی، و تعیین مناسب‌ترین روش خشک کردن می‌باشد.

مواد و روش‌ها

- آماده سازی نمونه‌ها

گیاه ریحان جهت استفاده در پژوهش به طور روزانه از بازار میوه و تره بار تبریز به صورت نیمه آماده خریداری و جهت حفظ تازگی آن در یخچال در دمای ۶-۵ درجه سلسیوس نگهداری شد. در هر نوبت از آزمایش روزانه از یخچال خارج و تمیز کردن تکمیلی سبزی‌ها (شامل جداکردن قسمت‌های اضافی مثل برگ‌های غیرقابل استفاده و امتداد ساقه‌ها) انجام شد. نمونه‌های آماده شده با استفاده از ترازوی دیجیتالی در اندازه‌های ۱۰۰ گرمی توزین شده و سپس با استفاده از روش‌های زیر خشک شدند. طی فرایند خشک کردن در آون، نمونه‌های گیاه ریحان در دو دمای ۴۰ و ۶۰ درجه سیلسیوس در آون (فراز الکتریک، ایران) تا رسیدن به محتوای رطوبتی ثابت خشک شدند به طوری که تغییر وزنی بین دو بار توزین نهایی مشاهده نشد. فرایند خشک کردن با استفاده از خشک کن مایکروویو (مدل مولینکس، چین) با حداکثر خروجی برق ۹۰۰ وات و فرکانس عملکرد ۲۴۵۰ مگاهرتز، ابعاد ۳۴۵×۲۶۴×۳۴۴ میلی‌متر مجهز به سینی گردان و تنظیم دیجیتال توان و زمان در دو سطح توانی ۱۸۰ و ۳۶۰ وات انجام گرفت. و برای خشک کردن تحت سایه برگ گیاه ریحان پس از توزین با ترازوی دیجیتال، در آزمایشگاه با میانگین دمای ۲۶ درجه سلسیوس به صورت تک لایه روی پارچه سفید بر روی قفسه‌ها پهن گردید تا برگ گیاه خشک شده و به وزن ثابت برسد. برای تمام نمونه‌ها سعی شد که شرایط خشک کردن بطور یکسان فراهم گردد و تمامی روش‌های خشک کردن با ۳ تکرار انجام شد.

- سینتیک خشک کردن

- اندازه‌گیری نسبت رطوبت[1]

در بیشتر پژوهش‌ها سینتیک خشک کردن بر اساس شاخص نسبت رطوبت (MR) گزارش می‌گردد که علت آن، کاهش پراکندگی داده می‌باشد. در پژوهش حاضر نیز برای محاسبه نسبت رطوبت برگ‌های ریحان در طول فرآیند خشک کردن از رابطه ۱ استفاده شد.

$$MR = \frac{M_t - M_e}{M_0 - M_e} \qquad \text{(رابطه ۱)}$$

که در این معادله MR نسبت رطوبت (بدون بعد)، M_t رطوبت نمونه در زمان t برمبنای وزن خشک، M_e محتوای رطوبت تعادلی بر مبنای وزن خشک و M_0 رطوبت اولیه نمونه بر مبنای وزن خشک می‌باشد (Karaaslan & Tuncer 2008)

[1] Moisture Ratio [2] Drying Ratio

www.SID.ir

Archive of SID

- نرخ فرایند خشک شدن[۲]

سرعت از دست دادن رطوبت موجود در برگ ریحان، در هر لحظه از فرایند خشک شدن به کمک رابطه ۲ محاسبه شد.

$$DR = \frac{M_t - M_{t+\Delta t}}{\Delta t} \qquad \text{(رابطه۲)}$$

در این معادله DR نرخ خشک شدن (گرم ماده خشک در دقیقه /گرم آب)، M_t مقدار رطوبت در لحظه t بر مبنای وزن خشک (گرم آب/گرم ماده خشک)، $Mt+\Delta t$ میزان رطوبت نمونه در لحظه $t+\Delta t$ بر مبنای وزن خشک (گرم آب/گرم ماده خشک) و t مدت زمان خشک شدن (دقیقه) می‌باشد (Diamante & munro, 1991).

- آزمایشات کیفی

برای اندازه‌گیری میزان ویتامین ث(ISIRI 14617-2)، پتاسیم (ISIRI16515) و آهن(ISIRI1073) از استاندارد ملی ایران استفاده شد . برای اندازه گیری محتوی فنل کل از روش مسلمی و میرزایی (2014) استفاده شد. ابتدا ۰/۱ گرم از برگ گیاه را در ۵ میلی لیتر اتانول ۹۵ ٪ ساییده و به مدت ۲۴ تا۷۲ ساعت در تاریکی نگهداری شد. سپس به یک میلی‌لیتر از محلول رویی یک میلی‌لیتر اتانول ۹۵ درصد اضافه شد و با آب مقطر دوبار تقطیر حجم محلول به ۵ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس ۰/۵ میلی‌لیتر معرف فولین۵۰ درصد و یک میلی‌لیتر کربنات سدیم ۵ درصد به آن اضافه گردید. مخلوط حاصل به مدت ۱ ساعت در تاریکی نگهداری شد و سپس جذب هر نمونه در طول موج ۷۲۵ نانومتر خوانده شد و با استفاده از منحنی استاندارد غلظت ترکیبات فنلی کل بر حسب mg/g محاسبه‌شد.

برای رسم منحنی استاندارد غلظت ۵ ،۱۰ ،۱۵ ،۲۵ ،۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر اسید گالیک تهیه شد. سپس ۱ میلی‌لیتر از هر کدام از غلظت‌های ذکر شده را در لوله آزمایش ریخته و بقیه مراحل طبق نمونه انجام شد و جذب هر نمونه در طول موج ۷۲۵ نانومتر قرائت شد (Moslemi & Mirzaei, 2014).

- تجزیه و تحلیل آماری

تمامی آزمون‌ها در قالب طرح تصادفی با آنالیز واریانس یک طرفه (one-way ANOVA) با استفاده از نرم‌افزار SPSS 20 انجام شد. اختلاف معنی‌دار بین نمونه‌ها توسط آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد برآورد شد. داده‌ها در جداول و اشکال به صورت میانگین ± انحراف استاندارد برای سه تکرار ارائه گردید. از نرم افزار Excel 2013 جهت رسم نمودارها استفاده شد.

یافته‌ها

- رطوبت

شکل ۱ نشان دهنده روند کاهش رطوبت می باشد. در ابتدای فرایند خشک کردن در دماهای مختلف آون، سرعت خشک کردن بالاست ولی با گذشت زمان روند کاهش رطوبت، شیب کمتر می‌یابد که این امر به دلیل چروکیدگی بافت محصول اتفاق می‌افتد. به عبارت دیگر بیشترین مقدار رطوبت محصول در همان لحظات اولیه از دست می‌رود. (Noori *et al*., 2013). با افزایش دما، زمان خشک کردن به شدت کاهش می‌یابد چرا که با افزایش دما نرخ انتقال رطوبت از محصول افزایش می‌یابد. به طوری که در آون ۶۰ درجه، ۱۱۵ دقیقه و در آون ۴۰ درجه، ۴۰۰ دقیقه زمان برای رسیدن به میزان رطوبت یکسان در برگ گیاه ریحان نیاز می‌باشد.

بررسی تاثیر توان مایکروویو در بر زمان خشک شدن در شکل ۲ نشان داد که بیشترین زمان لازم برای خشک شدن تا جایی که رطوبت به طور کامل از نمونه خارج شود، در توان ۱۸۰ وات به مدت ۵ دقیقه و در تیمار ۳۶۰ وات به مدت ۳ دقیقه مشاهده شد. شیب کاهش رطوبت دقیقاً در هر دو توان مایکروویو یکسان می‌باشد در حالیکه در دو دمای مختلف آون شیب کاهش رطوبت با زاویه یکسان صورت نگرفته است و این نشان میدهد که می‌توان با توان کمتر ماکروویو تقریبا نتایج مشابهی را در کاهش رطوبت محصول بدست اورد و نیاز به توان بالاتر وجود ندارد. ضمن اینکه اختلاف زمان بسیار کمی در فرایندهای خشک‌کردن با مایکروویو دیده می‌شود. در حالیکه در خشک‌کن آون با افزایش دما از ۴۰ به ۶۰ اختلاف زمان در مقایسه با مایکروویو بسیار زیاد می‌باشد. در خصوص تأثیر خشک کردن تحت سایه بر سینتیک خشک کردن برگ ریحان، همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌گردد در این روش خشک کردن به علت نوسانات دمایی و عدم کنترل شرایط جوی به زمان طولانی‌تری جهت خشک کردن نیاز

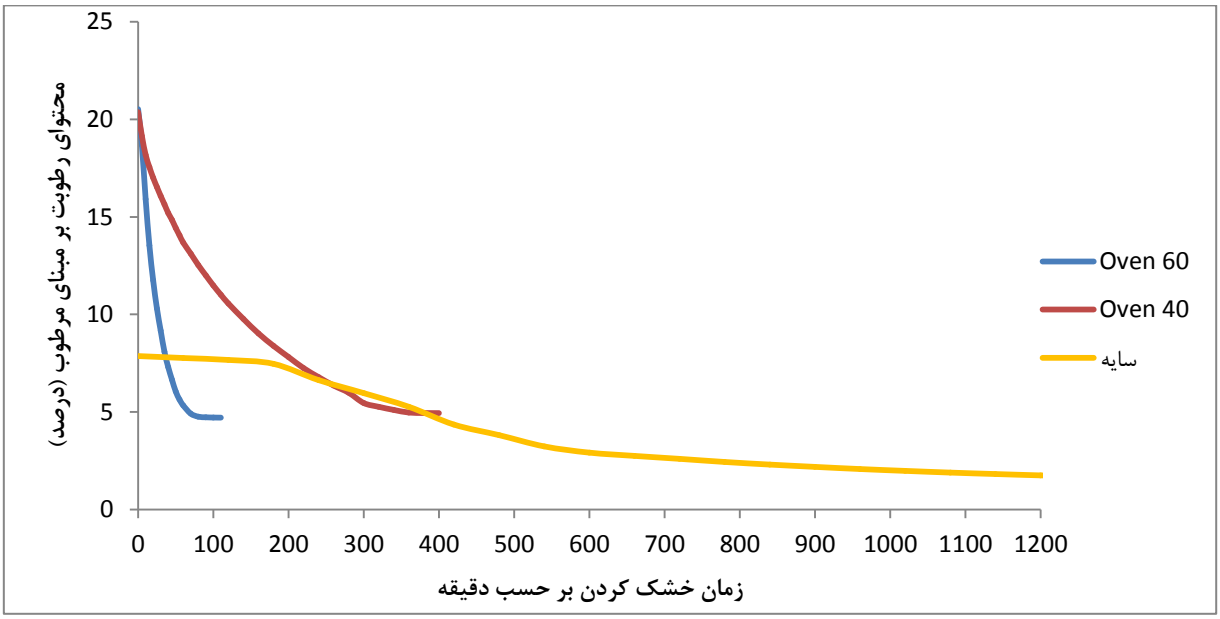
www.SID.ir

Archive of SID

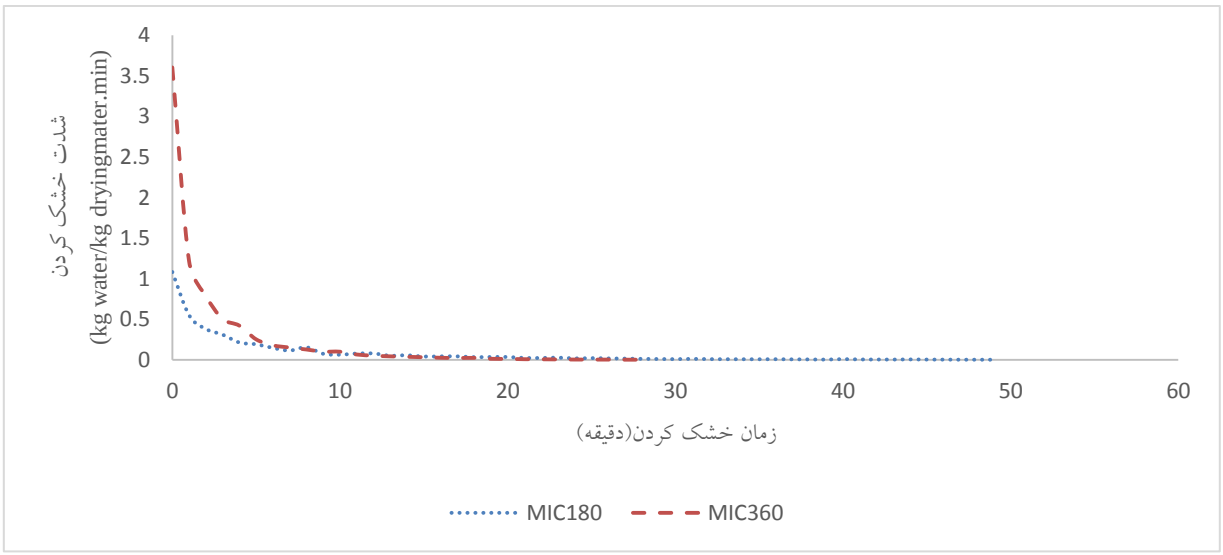
می‌باشد. مطابق شکل ۱، در مرحله اول خشک کردن آهنگ خشک شدن ثابت بوده و این مرحله کلا توسط عوامل بیرونی کنترل می شود. در تمامی طول خشک شدن شیب منحنی آرام می‌باشد.

- ویتامین ث

تغییرات ویتامین ث در برگ ریحان در شرایط مختلف خشک کردن در شکل ۳، آمده است. همانطور که در شکل مشاهده می‌شود در بین نمونه خشک شده در سایه با نمونه‌های خشک شده بوسیله آون (در دو دمای ۴۰ و ۶۰ درجه سلسیوس) و مایکروویو (۱۸۰ و ۳۶۰ وات) تفاوت معنی‌داری وجود دارد ($p< ۰/۰۵$). همچنین نتایج نشان می‌دهد با افزایش توان مایکروویو و افزایش درجه حرارت آون، میزان نابودی ویتامین ث بیشتر بوده است. مشاهده شد که بین نمونه‌های تیمار شده با آون در دمای پایین (۴۰ درجه سلسیوس) و مایکروویو با توان پایین (۱۸۰ وات) و نیز بین نمونه‌های تیمار شده با آون در دمای بالا (۶۰ درجه سلسیوس) و مایکروویو با توان بالا (۳۶۰ وات) از نظر میزان ویتامین ث تفاوت معنی داری وجود ندارد.



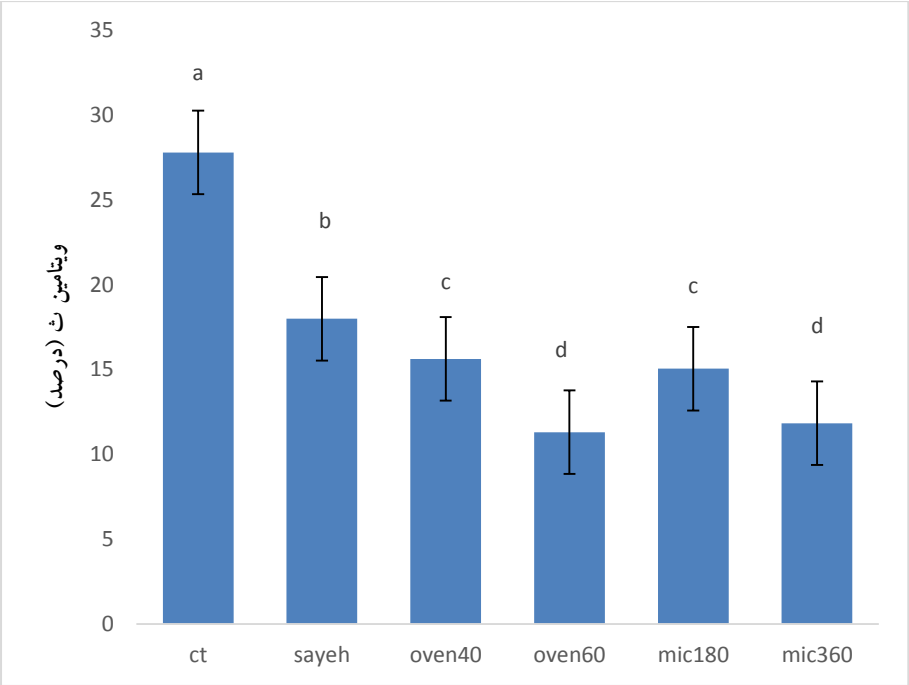
شکل ۱- روند کاهش رطوبت با روش هوای گرم و سایه



شکل ۲- روند کاهش رطوبت با روش مایکروویو

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- تاثیر خشک کردن برگ ریحان در شرایط کنترل، سایه، آون و مایکروویو بر روی میزان ویتامین ث

حروف متفاوت نشاندهنده اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشد ($P<0.05$)

- میزان پتاسیم

شکل ۴، تاثیر خشک کردن برگ ریحان در شرایط سایه و نیز تیمار با آون و مایکروویو را بر میزان تغییرات پتاسیم نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود، تفاوت معنی‌داری بین نمونه خشک شده در سایه با نمونه‌های خشک شده در آون و مایکروویو وجود ندارد ($p >$ ۰/۰۵). خشک کردن با آون در ۶۰ درجه سلسیوس در مقایسه با خشک کردن در آون در ۴۰ درجه سلسیوس و استفاده از مایکروویو با توان ۱۸۰ وات در مقایسه با مایکروویو با انرژی ۳۶۰ وات میزان پتاسیم بیشتری را در خود نگه داشته است.

- آهن

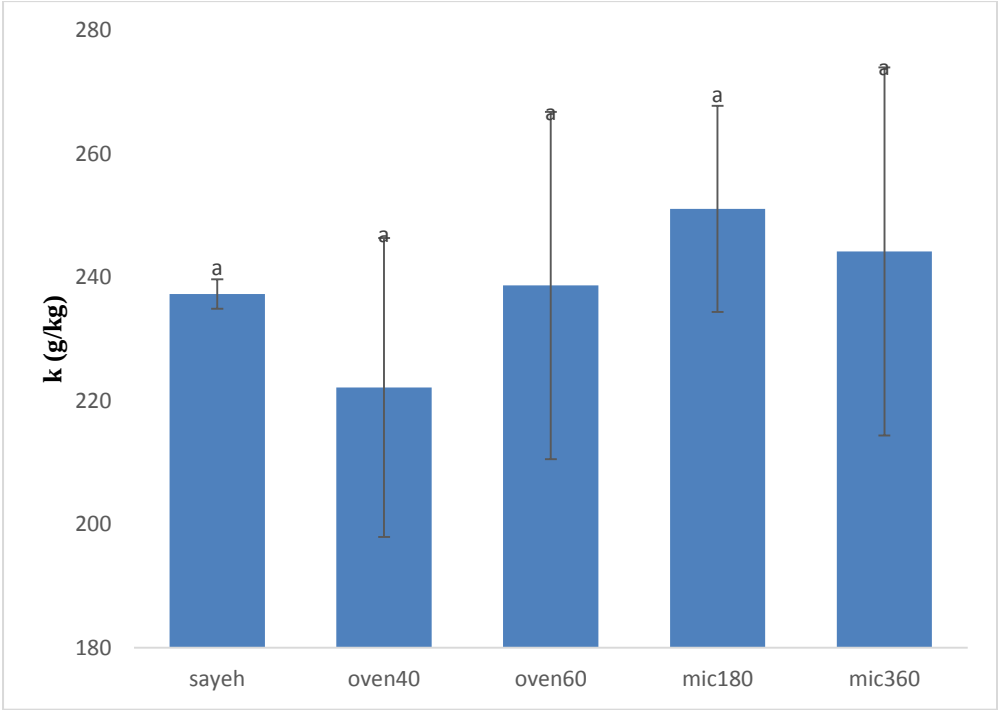
تاثیر روش‌های مختلف خشک کردن برگ ریحان بر میزان تغییرات آهن در شکل ۵ نشان داده شده است. همانطور که در نمودار مشخص است، تفاوت معنی‌داری بین نمونه خشک شده در سایه و نمونه‌های خشک شده در آون و مایکروویو وجود دارد($p <$ ۰/۰۵) ولی بین نمونه‌های خشک شده با آون و مایکروویو تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($p >$ ۰/۰۵). بنابراین می‌توان گفت تاثیر خشک کردن با آون و مایکروویو در کاهش میزان آهن معنی‌دار بوده است. چنانچه در نمودار مشاهده می‌گردد آهن در برابر خشک کردن با مایکروویو و آون در مقایسه با پتاسیم حساس‌تر بوده و میزان آن بیشتر کاهش یافته است.

- میزان تغییرات پلی‌فنل‌ها

شکل ۶ تاثیر شرایط خشک کردن را بر روی میزان پلی‌فنل در برگ ریحان نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود تفاوت معنی‌داری بین نمونه شاهد و تیمارها وجود دارد و میزان پلی‌فنل تحت تاثیر خشک کردن قرار گرفته و میزان آن در مقایسه با نمونه کنترل، روند کاهشی داشته است. در بین نمونه‌های تیمارشده، نمونه خشک شده در سایه در مقایسه با نمونه‌های خشک شده با آون و مایکروویو، تغییرات کمتری در میزان از دست رفتن پلی‌فنل‌ها داشته است. در بین نمونه‌های خشک شده با آون، تاثیر حرارت بالا بیشتر بوده و نمونه خشک شده با آون در ۶۰ درجه سلسیوس دارای کمترین میزان پلی‌فنل و یا به عبارت دیگر بیشترین تلفات را داشته است. در مورد نمونه‌های تیمار شده با مایکروویو نیز همین روند صادق بوده و با افزایش توان مایکروویو از ۱۸۰ وات به ۳۶۰ وات، میزان کاهش پلی‌فنل‌ها بیشتر بوده است نتایج نشان داد نمونه‌هایی که به روش سایه در محیط آزمایشگاه خشک شده‌اند میزان کل ترکیبات فنولیک بیشتری نسبت به سایر نمونه‌های خشک شده دارند.

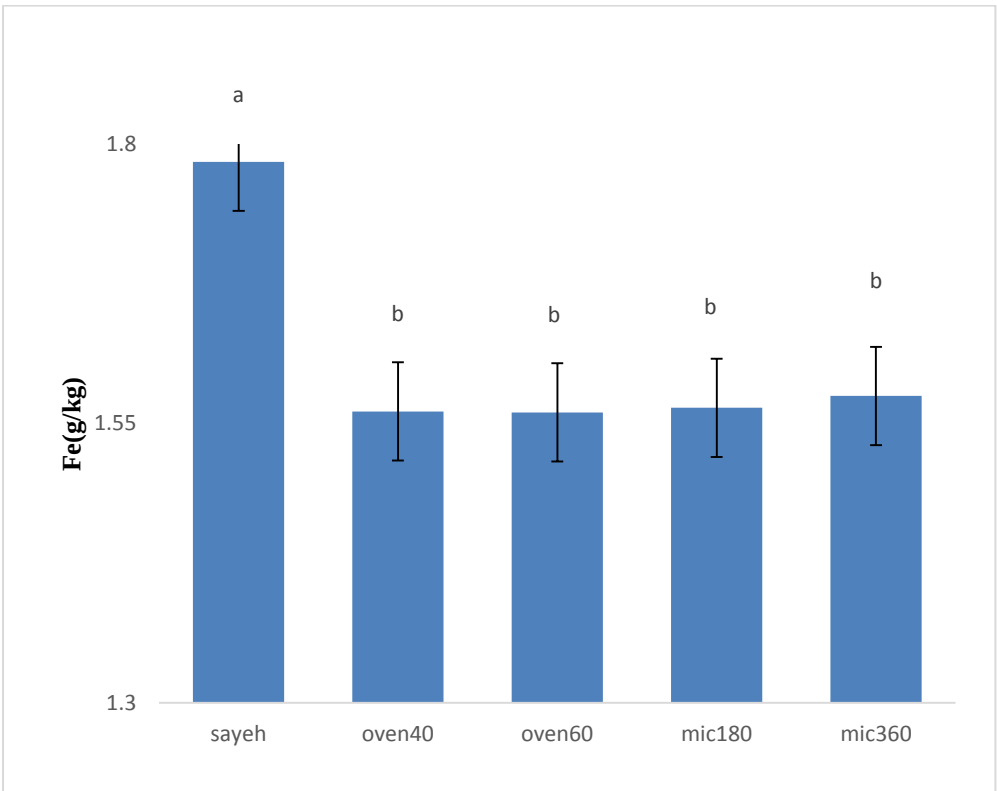
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ٤- تاثیر خشک کردن برگ ریحان در شرایط کنترل، سایه ، آون و مایکروویو بر روی میزان پتاسیم

حروف متفاوت نشاندهنده اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشد (**P<0.05**)

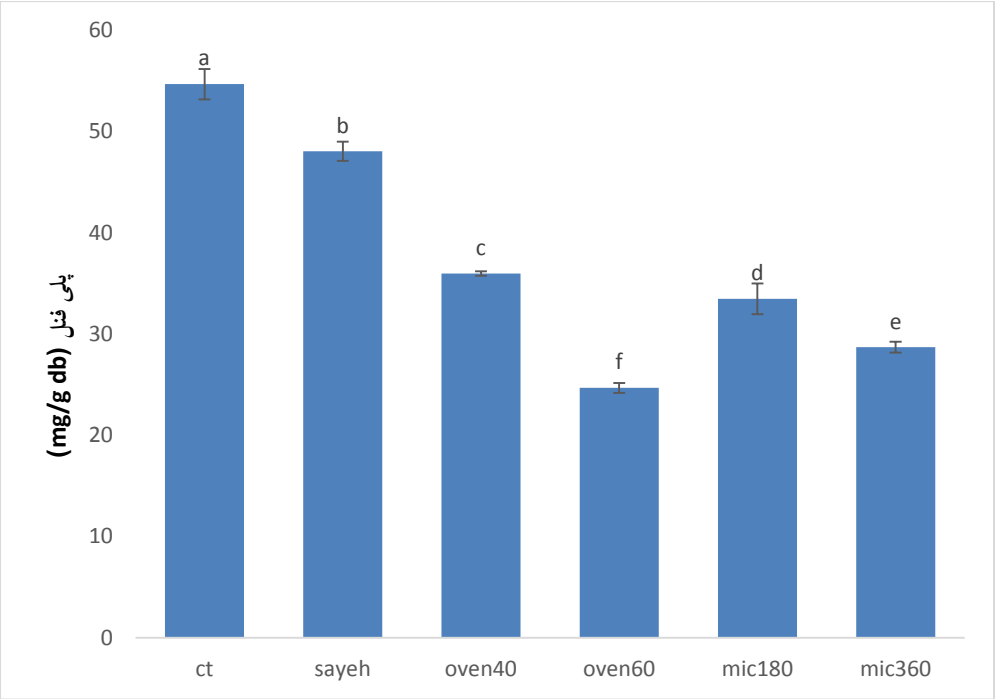


شکل ٥ - تاثیر خشک کردن برگ ریحان در شرایط کنترل، سایه، آون و مایکروویو بر روی میزان آهن

حروف متفاوت نشاندهنده اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشد (**P<0.05**)

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ٦- تاثیر خشک کردن برگ ریحان در شرایط کنترل، سایه، آون و مایکروویو بر روی میزان تغییرات پلی فنل (نمونه شاهد=ct)

حروف متفاوت نشاندهنده اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشد (**P<0.05**)

بحث

آنچه که سرعت خشک کردن را تحت تاثیر قرار می‌دهد، پدیده انتشار و حرکت مولکول‌های آب درون نمونه است که تحت تاثیر پارامترهای از جمله درجه حرارت، رطوبت اولیه، سرعت نسبی هوا، جهت جریان هوا، ضخامت محصول و فشار کل می‌باشد. از میان این فاکتورها، اختلاف دما و اختلاف فشار بخار بین محیط داغ و محصول، فاکتورهای موثر بر زمان خشک کردن و سرعت خشک شدن می‌باشند. هر چه این اختلاف بیشتر باشد زمان خشک شدن کوتاه تر به عبارت دیگر سرعت خشک شدن زیادتر می‌باشد. روش خشک کردن بر پدیده انتشار و فاکتورهای فوق الذکر تاثیر گذار است که در نتایج این پژوهش قابل مشاهده بود. چروکیدگی سطح محصول در مراحل انتهایی خشک کردن باعث ایجاد یک مقاومت در انتقال آب به سطح محصول شده که این امر باعث کاهش شدت خشک کردن در مراحل پایانی خشک کردن می‌شود نتایج این تحقیق با نتایج دیگر محققین (Ostadzadeh *et al*., 2016; Akpinar *et al*., 2006; Noori *et al*., 2013) مطابقت داشت.

با توجه به نتایج به‌دست آمده طی بررسی تأثیر توان‌های مختلف مایکروویو بر سینتیک خشک کردن مشاهده شد که افزایش توان مایکروویو باعث افزایش انتقال جرم و حرارت، شده و در نهایت منجر به خروج بیشتر رطوبت از نمونه شده است و مدت زمان خشک شدن کاهش می‌یابد (Celen & Kahveci, 2013). شدت اشعه مایکروویو مهمترین عامل در کنترل خصوصیات کیفی محصول در حین خشک کردن می‌باشد. افزایش توان خروجی مایکروویو رطوبت محصول را بیشتر کاهش داد، زیرا اینگونه به نظر می‌رسد که با افزایش توان خروجی مایکروویو، دمای درون محفظه و شدت پرتو مایکروویو افزایش یافته و باعث کاهش بیشتر میزان رطوبت گردید، به عبارت دیگر توان بالاتر باعث انتقال بیشتر جرم و حرارت شده و کاهش رطوبت افزایش می‌یابد. بالاترین سرعت خشک کردن در توان بالای مایکروویو ناشی از بالاترین انرژی حرارتی، سرعت بالای حرکت مولکول‌های آب و بالاترین ضریب نفوذ می‌باشد (Noori *et al*., 2013). نتایج به دست آمده با نتایج گزارش شده طی بررسی تاثیر توان‌های مختلف مایکروویو (۹۰، ۱۸۰، ۳۶۰ و ۶۰۰ وات)

www.SID.ir

Archive of SID

در خشک کردن برش‌های گوجه‌فرنگی مطابقت داشت، طی این تحقیق، گزارش شد که سرعت خشک شدن در ابتدای فرایند بیشتر بوده و با گذشت زمان کاهش پیدا کرده است هم‌چنین افزایش توان مایکروویو باعث کاهش مدت زمان لازم برای خشک کردن نمونه‌ها و انرژی مصرفی شده و تاثیر نامطلوبی بر کیفیت رنگ نمونه‌ها داشته است (Celen & Kahveci, 2013). هم‌چنین طی خشک کردن گیاه هیبیسکوس با روش‌های مختلف خشک کردن با مایکروویو، کنوکسیون هوای داغ و خشک کردن تحت خلا گزارش شد که کوتاه‌ترین زمان خشک کردن و بالاترین محتوای اسکوربیک اسید و بهترین ویژگی‌های رنگی مربوط به تیمارهای خشک شده با روش مایکروویو بوده است (Alibas & Koksal, 2014).

در روش خشک کردن در سایه به علت نوسانات دمایی و عدم کنترل شرایط جوی به زمان طولانی‌تری جهت خشک کردن نیاز بود در حالی که مواد مغذی نیز در این نمونه ها بهتر حفظ شده بود. نتایج مشابهی طی خشک کردن ورقه‌های زنجبیل، با استفاده از روش‌های متفاوت خشک کردن خورشیدی، خشک کردن در سایه، خشک کردن با آون و مایکروویو گزارش شد به این صورت که میزان رطوبت در نمونه‌های خشک شده در سایه در مدت زمان طولانی‌تر در مقایسه با سایر نمونه‌ها، ۳/۷۸ درصد بوده است. و تمامی نمونه‌ها محتوای فنولی نزدیک به‌هم داشته و از لحاظ ویژگی‌های حسی و کیفی از امتیاز قابل قبولی برخوردار بودند این در حالی بود که بیشترین میزان بتاکاروتن و اسکوربیک اسید مربوط به نمونه‌های زنجبیل خشک شده در سایه بوده است (Sangwan & Ark, 2014).در تحقیق دیگری تاثیر روش‌های مختلف خشک کردن شامل: خشک کردن خورشیدی، خشک کردن در سایه و خشک کردن با استفاده از آون بر برگ‌های گیاه مورینگا را مورد بررسی قرار گرفته و گزارش شد میزان مواد مغذی موجود در نمونه‌های گیاه تحت تمامی روش‌های خشک کردن افزایش معنی‌داری داشته است ($p < 0.01$). به‌صورتی که بیش‌ترین میزان مواد مغذی مربوط به نمونه‌های خشک شده در سایه بوده است (Joshi & Mehta, 2010).

در مورد میزان ویتامین ث نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج پژوهش Mirzabeigi و همکاران (۲۰۱۰) و Zirjani و همکاران (۲۰۱۰) که به بررسی تاثیر پیش فرآیندهای مختلف در فرآیند خشک کردن موز توسط مایکروویو پرداختند مطابقت داشت. نتایج مشابه دیگری طی خشک کردن برگ مو با مایکروویو با توان‌های ۱۳، ۱۵ و ۱۷ وات بر گرم، تا رسیدن رطوبت آن از ۷۵/۳۵ درصد به ۹/۱۳ درصد، گزارش شد. نتایج نشان داد که فرایند خشک کردن طی مدت زمان ۲۷۰-۲۱۰ ثانیه به اتمام رسیده و مقایسه نمونه‌های خشک شده با نمونه‌های تازه نشان داد که نمونه‌های خشک شده با مایکروویو در توان ۱۷ وات بر گرمبیشترین تشابه از نظر میزان اسید اسکوربیک و ویژگی‌های رنگی به نمونه‌های تازه داشته است (Alibas, 2010).

پتاسیم و آهن از عناصر غذایی ضروری در گیاهان هستند. مصرف متعادل این عناصر در خاک سبب افزایش محصول و بهبود کیفی آن در گیاهان زارعی می‌گردد و چنانچه این عناصر در حد متعادل نباشند موجب کاهش عملکرد خواهند شد. بدین حالت که با افزایش آهن در گیاهان و ورود ان به خون، تعادل املاح در سرم خون به هم ریخته و باعث مسمومیت می‌گردد. سمیت آهن ممکن است با افزایش میزان پتاسیم کاهش یابد. نتایج بدست آمده از این پژوهش با نتایج (Ostadzadeh *et al*., 2016)، در تضاد می‌باشد. این محققین اثر روش‌های مختلف خشک کردن شامل روش آفتابی، هوای داغ و مایکروویو بر ویژگی‌های کمی، و کیفی گیاه علف چشمه شامل افت رطوبت، فعالیت آنتی اکسیدانی، مقادیر ویتامین ث، فسفر، کلسیم و آهن را بررسی نمودند. به طور کلی، تیمارهای خشک شده با آون و مایکروویو با توجه به دارا بودن محتوای رطوبت کمتر در یک وزن ثابت نسبت به تیمارهای خشک شده با آفتاب، مقدار املاح بیشتری را در خود حفظ نمودند. بالاترین میزان فعالیت آنتی اکسیدانی به تیمار خشک شده با مایکروویو ۳۶۰ وات تعلق داشت. آن ها چنین نتیجه گرفتند که خشک کردن گیاه علف چشمه با استفاده از آون ۴۰ درجه سانتی گراد و مایکروویو با توان ۱۸۰ وات از این جهت که میزان مواد مؤثره در گیاه به طور

www.SID.ir

Archive of SID

قابل ملاحظه‌ای نسبت به تیمارهای دیگر حفظ می‌شود، مطلوب‌تر می‌باشد.

در سبزی‌ها و میوه‌ها انواع ترکیبات با فعالیت آنتی اکسیدانی یافت می‌گردد، گیاهان زیادی از نظر فعالیت آنتی اکسیدانی برای استفاده در صنعت غذا مورد مطالعه قرار گرفته‌اند و ترکیبات متنوعی هم از آنها خالص‌سازی شده است که بیشتر این ترکیبات پلی فنل بوده‌اند. در روش مایکروویو به خاطر اینکه نمونه با سرعت بالا خشک می‌شود و زمان کافی برای شکستن ساختار سلولی و استخراج بهتر ترکیبات فنولیکی وجود ندارد میزان کل این ترکیبات در این روش کمتر سایر روش‌ها گزارش شده است. نتایج این تحقیق با نتایج پژوهش Chan و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت داشت. این پژوهشگران اثر روش‌های مختلف خشک کردن را بر خصوصیات آنتی‌اکسیدانی برگ‌های چای و زنجبیل بررسی کردند و نتایج نشان داد که تمام روش‌های خشک کردن حرارتی (مایکروویو آون و خشک کردن خورشیدی) منجر به کاهش محتوای فنولیکی و فعالیت آنتی اکسیدانی اسید آسکوربیک گردیده و در بین این روش‌ها خشک کردن انجمادی به خاطر کمترین آسیب وارده به خصوصیات آنتی‌اکسیدانی گیاه بهترین روش تشخیص داده شده است. Ozkan و همکاران (۲۰۱۰) نیز روش‌های مختلف خشک کردن بر روی چند نوع گیاه (رزماری، پونه کوهی، مرزنجوش و ریحان) مورد تحقیق و بررسی قرار دادند که مشاهده کردند خشک کردن به روش سایه روش مناسبی برای تمام نمونه‌های مورد بررسی می‌باشد و کمترین خسارت تغذیه‌ای را به محصول وارد می‌کند.

نتیجه گیری

طبق نتایج به دست آمده در این پژوهش در شروع فرایند خشک کردن با روش آون، روند از دست دادن رطوبت که همان شیب منحنی می‌باشد، بسیار زیاد بود ولی با گذشت زمان این آهنگ به تدریج کاهش یافت. به عبارت دیگر، بیشترین مقدار رطوبت محصول در همان لحظات اولیه خشک کردن از دست می‌رود. استفاده از انرژی مایکروویو علاوه بر جداسازی سریع آب ماده غذایی، موجب بهبود ویژگی‌های ساختمانی آن نسبت به هوای داغ گردید، اما در شدت‌های بالا باعث برخی از تغییرات نامطلوب در نمونه‌ها شد. توان‌های بالای مایکروویو و دماهای بالای آون اثرات بیشتری بر روی از دست رفتن ویتامین ث داشت این در حالیست که روش‌های مختلف خشک کردن تاثیر قابل توجهی بر روی میزان املاح نداشته است. میزان پلی‌فنل تحت تاثیر خشک کردن قرار گرفته و در مقایسه با نمونه کنترل، بقیه نمونه‌ها روند کاهشی در میزان آن نشان دادند. در بین نمونه‌های تیمارشده، نمونه خشک شده در سایه در مقایسه با نمونه‌های خشک شده با آون و مایکروویو، تغییرات کمتری در از بین رفتن پلی‌فنل‌ها داشته است و استفاده از آون با دمای بالا منجر به از دست رفتن بیشتر پلی‌فنل‌ها شد.

منابع

Akpinar, E., Bicer, Y. &Cetinkaya, F. (2006). Modelling of thin layer drying of parsley leaves in a convective dryer and under open sun Journal of Food Engineering, 75(3), 308-315.

Alibas, İ. (2012). Microwave drying of grapevine (Vitis vinifera L.) leaves and determination of some quality parameters. Tarim Bilimleri Dergisi, 18(1), 43-53.

Alibas, İ. & Köksal, N. (2014). Convective, Vacuum and Microwave Drying Kinetics of Mallow Leaves and Comparison of Color and Askorbik Acid Values of Three Drying Methods. Food Science and Technology, 34(2), 358-364.

Anon. (2008). Determination of iron content – Photometric method. Iranian National Standardization Organization. ISIRI Standard No. 1073. [In Persian]

Anon. (2011). Fruits, vegetables and derived products – determination of ascorbic acid- part2: routine method. Iranian National Standardization Organization. ISIRI Standard No. 14617-2. [In Persian]

Anon. (2013). Determination of water-soluble potassium content- preparation of the tests Iranian National Standardization Organization. ISIRI Standard No. 16515. [In Persian]

Calín-Sánchez, Á., Lech, K., Szumny, A., Figiel, A. & Carbonell-Barrachina, Á. A., (2012). Volatile composition of sweet basil

www.SID.ir

Archive of SID

essential oil (Ocimum basilicum L.) as affected by drying method. Food Research International, 48(1), 217-225.

Celen, S. & Kahveci, K. (2013). Microwave Drying Behaviour of Tomato Slices. Czech Journal Food Science, 31(2), 132-138.

Chan, E., Lim, Y., Wong, S., Lim, K., Tan, S., Lianto F. & Yong, M. (2009). Effects of different drying methods on the antioxidant properties of leaves and tea of ginger species. Food Chemistry, 113(1), 166-172.

Diamante, L.M. & Munro, P.A. (1991). Mathematical modeling of the thin layer solar drying of sweet potato slices. International Journal of Food Science and Technology, 51, 271-276.

Joshi, P. & Mehta, D. (2010). Effect of dehydration on the nutritive value of drumstick leaves. Journal of Metabolomics and Systems Biology, 1(1), 5-9.

Karaaslan, S. & Tuncer, I. (2008). Development of a drying model for combined microwave– fan-assisted convection drying of spinach, Biosystems Engineering, 100(1), 44-52

Khakbaz Heshmati, M. & Seifi Moghaddam, A. (2016). Application of intermittent microwave – convective hot air technique on quality and nutritional characteristics of dried kiwi slices. First International Food Science and Technology Congress and 24th National Food Science and Technology Congress of of Iran, Tehran, Iranian Food Science and Technology Association, Tarbiat Modares University. [In Persian]

Lima-Corrêa, R.D.A.B., dos Santos Andrade, M., Freire, J.T. & do Carmo Ferreira, M. (2017). Thin-layer and vibrofluidized drying of basil leaves (Ocimum basilicum L.): analysis of drying homogeneity and influence of drying conditions on the composition of essential oil and leaf colour. Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants, 7, 54-63.

Mirzabeigi Kesbi, O. (2010). Investigation and modeling drying lemon slices using combined convective-microwave methods. Master Thesis.Isfahan University of technology. [In Persian]

Mokhtari, N. & Goli, S. A. (2011). Evaluation of seed antioxidant properties and the effect of drying method onphysicochemical properties of celery. Thesis. Ministry of Science, Research and Technology - Isfahan University of Technology - Faculty of Agriculture. [In Persian]

Moslemi, S. A. & Mirzaei, H. (2014). Comparison of the effect of hot air drying method and microwaving method on apricots qualutative characteristics. Third National Conference on Food Science and Technology.Islamic Azad University Quchan Branch.27-28 October. [In Persian]

Motavali, A., Hashemi, S. J. & Taghinejad, E. (2019). Investigation of Energy Parameters, Environment and Social Costs for Drying Process (Case Study: Apple Slices). Agricultural Mechanization and Systems Research, 20(72), 37-54. [In Persian]

Noori, M., Kashaninejad, M., Daraei Garme Khani, A. & Bolandi, M. (2013). Optimization of drying process of parsley using the combination of hot air and microwave methods. Electronic Journal of Food Processing and Preservation, 4(2), 103-122. [In Persian]

Ostadzadeh, H. & Seyyed-Alangi, S. Z. (2016). Effect of drying process on qualitative and quantitative properties of watercress (Nasturtium officinale) leaves. Journal Innovative Food Technologies, 4 (1) 1-16. [in farsi]

Ozkan, I. A., Akbulut, B. & Akbudak, N. (2010). Microwave drying charecteristic of spinach. Journal of Food Engineering, 78(2), 557-583.

Parmar, M. R., Mahendrasinh, T., Kumpavat, J., Sevantilal, D. & Shyamsundar, S. (2017). A comparative study on drying of basil leaves. AgricEngInt: CIGR Journal, 19(1), 169- 177.

Pirbalouti, A. G., Mahdad, E. & Craker, L. (2013). Effects of drying methods on qualitative and quantitative properties of essential oil of two basil landraces. Food Chemistry, 141(3), 2440-2449.

Sangwan, A., Kawatra, A. & Sehgal, S. (2014). Nutritional Composition of Ginger Powder Prepared Using Various Drying Methods. Journal of Food Science and Technology, 51(9), 2260-2262.

Zirjani, L. &Tavakoli-Pour, H. (2010). Study of the possibility of banana leaf production by combined method of hot air drying and microwave.Iranian Journal of Food

www.SID.ir

Archive of SID

Science and Industry Research.6(1),58-67. [In Persian].

www.SID.ir

Archive of SID

The Effect of Drying Process on the Physiochemical Characteristics and Quality of Basil Leaf Leaves

S. Boustani[a], N. Asefi[b*]

[a] M. Sc Student of the Department of Food Science and Technology, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.

[b] Associate Professor of the Department of Food Science and Technology, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.

Received: 25 January 2019 Accepted: 31 December 2019

Abstract

Introduction: Basil contains high phenolic compounds and its seeds contain mucilages. By investigation the essential oils of this plant, and especially its phenylpropanoid compounds, have been identified as the main medicinal product.

Materials and Methods: In this research, basil leaves were dried by three methods: shadow, drying oven method at 40 and 60° C and microwave method at 180 and 360 W. In order to increase the heat transfer in short time some effective factors concerned with the leaves, namely moisture, iron, potassium,vitamin C and polyphenol contents were determined.

Results: The first stage of drying rate is constant and controlled by external factors, was seen only in the shadow drying method. In two other methods, this stage has been almost eliminated. Forced convection heat transfer coefficients is higher than natural convection coefficient. Therefore in the oven drying method, mass transfer rate is higher than the other methods. With increasing microwave power, drying time decreased. The determined amounts of iron, potassium and vitamin C showed that there is a significant difference between different drying methods ($P < 0.05$).

The longest drying time was in shadow with1800 minutes and the highest amount of vitamin C, iron and phenolic compounds was in the dried treatment in the shade.

Conclusion: According to the results, it can be stated that the drying of the basil leaf using shade drying and microwave drying at 180 W, are desirable because the amount of active ingredients in the plant is considerably retained.

Keywords: *Basil, Drying, Hot Air Oven, Microwave.*

* Corresponding Author: n.asefi@iaut.ac.ir

www.SID.ir