https://www.sarj.iauk.ac.ir

خشک کردن گیاه دارویی نعنا فلفلی (Mentha piperita) با ترکیب تیمارهای سایه و مایکروویو
قسمت دوم: بررسی اثر تیمارها بر برخی خصوصیات فیتوشیمیایی برگ خشک شده

فاطمه روزدار*[۱]، مجید عزیزی[۲]، عسکر غنی[۳]

۱-دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران

۲-استاد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی، مشهد

۳-استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جهرم

* ایمیل نویسنده مسئول: Mf.roozdar@gmail.com

(تاریخ دریافت :۱٤۰۱/۱۱/۲۷- تاریخ پذیرش: ۱٤۰۱/۱۲/۲۹)

چکیده

خشک کردن رایج‌ترین روش نگهداری از گیاهان دارویی و حفاظت از ترکیبات بیوشیمیایی آنها می‌باشد. به منظور بررسی روش‌های مختلف خشک کردن بر برخی خصوصیات فیتوشیمیایی گیاه دارویی نعنا فلفلی شامل میزان ترکیبات فنلی کل، میزان فلاوونوئید کل، میزان فلاون و فلاونول، فعالیت ضداکسایشی و کربوهیدرات کل دو آزمایش بصورت مجزا از هم بر پایه طرح کاملا تصادفی با سه تکرار اجرا شد. نتایج حاکی از تأثیر معنی‌دار روش‌های مختلف خشک کردن بر صفات مورد بررسی بود ($p< ۰/۰۵$). در خشک کردن ساده بالاترین میزان فنل کل، فلاونوئید کل و فلاون و فلاونول در نمونه تازه بود در حالیکه کمترین میزان این ترکیبات در تیمار آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌دست آمد، اما در روش خشک کردن ترکیبی بیشترین میزان فنل کل، فلاونوئید کل و فلاون و فلاونول در تیمار ترکیبی سایه+ مایکروویو ٤۵۰ وات بود و کمترین مقدار آن در روش خشک کردن مایکروویو ۱۰۰ وات+ سایه مشاده شد. همچنین در روش خشک کردن ساده، نمونه‌های خشک شده در سایه مصنوعی با مقدار ۸۸/۸۳ درصد و در خشک کردن ترکیبی تیمار سایه+ مایکروویو ٤۵۰ وات با مقدار ۰/٤۸ درصد بیشترین فعالیت ضداکسایشی را داشتند. بنابرای می‌توان نتیجه گرفت که در خشک کردن ساده نمونه تازه و روش خشک کردن سایه مصنوعی و توان ۹۰۰ وات مایکروویو و در خشک کردن ترکیبی روش سایه+ مایکروویو ٤۵۰ وات از این جهت که خصوصیات بیوشیمیایی را حفظ خواهند کرد بسیار مطلوب خواهند بود.

واژه‌های کلیدی: ترکیبات فنلی، فعالیت ضداکسایشی، نعنا فلفلی، خشک کردن

مقدمه

طب سنتی در ایران و جهان به‌طور عمده بر پایه‌ی استفاده از گیاهان دارو می‌باشد. یکی از گیاهان دارویی مهم نعنا فلفلی می‌باشد که متعلق به خانواده نعناعیان، گونه‌ای هیبرید است (Omidbeigi, 2005). در گیاهان دارویی علاوه بر ویژگی‌های بیوشیمیایی ذاتی خود گیاه، شرایط کشت و پرورش، زمان برداشت، عوامل جغرافیایی و محیطی و فرایندهای پس از برداشت نیز نقش حیاتی در کمیت و کیفیت متابولیت‌های ثانویه در گیاهان دارویی دارند (Hassanpouraghdam *et al*., 2010).

از مهمترین و در عین حال رایج‌ترین تمهیدات فیزیولوژی پس از برداشت گیاهان دارویی عملیات خشک کردن اندام‌های گیاهی جمع آوری شده است به‌طوری که اولین قدم در عملیات پس از برداشت جهت اجتناب از کاهش مواد ارزشمند این گیاهان فساد پذیر، حذف آب است، این فرآیند یکی از روش‌های نگهداری محصولات به شمار می‌رود که از کاربرد مقدار معینی از حرارت در شرایط کنترل شده به منظور خارج کردن مقدار معینی از آب موجود در محصول که از طریق تبخیر تا حد رسیدن به یک آستانه‌ی خاص است تا با توقف فعالیت‌های آنزیمی میکروارگانیسم‌ها و مخمرها، بتوان محصولات را برای مدت طولانی انبار کرد (Soysal and Oztekin, 2001). خشک کردن بسیار مهم و تأثیرگذار می‌باشد زیرا تعیین کننده‌ی کیفیت نهایی محصول از نظر خصوصیات شیمیایی و مواد مؤثره است (Oztekin and Martinov, 2007). روش مناسب خشک کردن گیاهان دارویی، باید با توجه به نوع مواد مؤثره (آلکالوئید، اسانس، فلاونوئید و غیره) و اندام مورد استفاده انتخاب شود (Ozbek and Dadali, 2007).

خشک کردن تأثیر متفاوتی بر میزان ترکیبات فنلی و فعالیت ضداکسایشی گیاهان مختلف دارد. تأثیر روش‌های خشک کردن (آفتاب، آون ۵۰ درجه سانتی‌گراد و روش ترکیبی آون–مایکروویو با توان ۷۰۰ وات بر خصوصیات بیوشیمیایی نعنا فلفلی مورد بررسی قرار گرفت، نتایج نشان داد که میزان ترکیبات فنلی در نمونه‌های خشک شده در روش مایکروویو بیشتر از سایر نمونه‌ها بوده است (Arsalan *et al*, 2010). همچنین خشک کردن سبب تسریع و شتاب در آزادسازی باندهای ترکیبات فنلی از تجزیه ترکیبات سلولی می‌شود (Chang *et al*, 2006).

تأثیر روش‌های مختلف خشک کردن بر میزان فنل کل، فلاونوئید و فعالیت ضداکسایشی مریم گلی مورد بررسی قرار گرفت، نتایج نشان داد که در بین روش‌های خشک کردن، مایکروویو با توان ۸۰۰ وات سبب افزایش فنل کل، فلاونوئید و بیشترین فعالیت مهار کنندگی رادیکال‌های آزاد گردید. نتایج نشان داد که با افزایش قدرت مایکروویو از ٦۰۰ به ۸۰۰ وات میزان فنل کل به طور معنی‌داری افزایش یافت (Hamrouni sellami *et al*, 2012). تأثیر روش‌های مختلف خشک کردن (مایکروویو با توان ۸۰۰ وات، آفتاب و آون با دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد) بر خصوصیات بیوشیمیایی گونه‌های مختلف زنجبیل بررسی شد. نتایج نشان داد که خشک کردن سبب کاهش شدیدی در میزان فنل کل و فعالیت ضداکسایشی گونه‌های زنجبیل نسبت به نمونه شاهد شد (Chan *et al*, 2009).

تأثیر دماهای متفاوت خشک کردن ا بر فنل های بارهنگ کبیر مورد ارزیابی قرار گرفت، در این آزمایش از دماهای ۳۰، ٤۰ و ۵۰ درجه سانتی‌گراد استفاده شد. نتایج نشان

داد که دماهای بالا موجب کاهش ترکیبات موجود در ماده مؤثره می‌شوند (Zubair *et al*, 2011).

در تأثیر دماهای مختلف خشک کردن بر ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی، ظرفیت ضداکسایشی و میزان ترکیبات فنلی فلفل قرمز مشخص شد که میزان ترکیبات فنلی با افزایش دما از ۵۰ درجه به ۹۰ درجه سانتی‌گراد کاهش یافت و بالاترین فعالیت ضداکسایشی در پایین‌ترین دما (۵۰ درجه سانتی‌گراد) به‌دست آمد (Vega-Galvez *et al*, 2009).

در خصوص بهینه‌سازی روش‌های خشک کردن در گیاه چای سبز مؤید این مطلب بود که تیمار مایکروویو با توان متوسط و بالا(۵۰۰ تا ۸۰۰ وات) منجر به حفظ ترکیبات فنلی و فلاونوئیدهای این گیاه به بهترین شکل ممکن شد که ممکن است ناشی از غیرفعال شدن آنزیم‌ها در تیمار با مایکروویو باشد (Gulati *et al*, 2003). تیمار مایکروویو ٦۰۰ وات در گیاه همیشه بهار استخراج ترکیبات فنلی را بهبود بخشیده و با کاهش زمان خشک کردن سبب حفظ این ترکیبات شده است (Tabrizi *et al*, 2015). افزایش میزان فلاونوئید کل در آون ۸۰ درجه سانتی‌گراد به دلیل غیرفعال شدن آنزیم‌های موثر در تجزیه و تخریب فلاونوئیدها بوده، چنانچه آون ٦۰ درجه نیز به دلیل فراهم شدن دمای مطلوب این آنزیم‌ها سبب کاهش فلاونوئید کل می‌شود (Rohn *et al*, 2007).

هدف از این تحقیق بررسی تأثیر نحوه خشک کردن گیاه دارویی نعنا فلفلی بر برخی خصوصیات فیتوشیمیایی و انتخاب مناسب ترین روش خشک کردن برای حصول بالاترین میزان این خصوصیات نعنا فلفلی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در مقاله قبلی که توسط همین نویسنده و همکاران نوشته شده است (Roozdar *et. a.l.*, 2023) چگونگی انجام آزمایش های خشک کردن، روش تعیین رطوبت و طرح آماری استفاده شده برای انجام آزمایش ها به طور کامل تشریح شده است. در این قسمت فقط به روشسهای استفاده شده برای تعیین خصوصیات فیتوشیمیایی برگ خشک شده نعناع فلفلی پرداخته می شود.

تهیه عصاره

به منظور اندازه‌گیری فاکتورهای بیوشیمیایی جهت تهیه عصاره نمونه‌های برگ آسیاب شده مقدار یک گرم وزن شد، توسط ۱۰ میلی لیتر متانول ۸۰٪ استخراج عصاره صورت پذیرفت. سپس عصاره‌ها به مدت ٢٤ ساعت روی شیکر قرار داده شدند و بعد از ٢٤ ساعت، ۱۰ دقیقه با دور ٦۰۰۰ سانتریفیوژ مدل هماتوکریت ۲۰۰ شدند، در نهایت قسمت بالایی محلول که شفاف بود جدا شد و برای انجام آزمایشات درون لوله‌های جدید ریخته شد (Wojdylo *et al*., 2007).

اندازه گیری ترکیبات فنلی

جهت اندازه‌گیری ترکیبات فنلی از روش فولین سیوکلتو استفاده شد. مقدار ۱۰۰ میکرولیتر از عصاره تهیه شده با ۲۰۰ میکرولیتر محلول فولین ۵۰ درصد مخلوط و ۲۰۰۰ میکرولیتر آب مقطر به محلول فوق اضافه شد. پس از ۳ دقیقه، مقدار ۱۰۰۰ میکرولیتر کربنات سدیم ۲۰٪ به محلول اضافه و بعد از کمی هم زدن نمونه‌ها یک ساعت در شرایط اتاق نگهداری شدند، سپس جذب نمونه‌ها در طول موج ٧٦٥ نانومتر انجام گرفت. جهت تهیه محلول

استاندارد از گالیک اسید استفاده گردید (Gao *et al.*, 2000).

اندازه گیری فلاونوئید کل

۱ میلی‌لیتر از عصاره تهیه شده با ٤ میلی‌لیتر (معادل ٤۰۰۰ میکرولیتر) آب مقطر مخلوط و سپس ۳۰۰ میکرولیتر نیتریت سدیم ۵٪ به آن اضافه شد، پس از ۵ دقیقه از اضافه کردن نیتریت سدیم ۵٪، ٦۰۰ میکرولیتر کلرید آلومینیوم ۱۰٪ اضافه و پس از گذشت ٦ دقیقه از زمان اضافه کردن کلریدآلومینیوم، ٤ میلی‌لیتر سود ۰/۵ نرمال اضافه شد، در نهایت میزان جذب نور در طول موج ۵۱۰ نانومتر قرائت گردید. از کوئرستین به عنوان محلول استاندارد استفاده شد (Zhishen *et al.*, 1999).

اندازه گیری فلاون و فلاونول

مقدار ۱ میلی‌لیتر از عصاره تهیه شده با ۱ میلی‌لیتر کلریدآلومینیوم ۲٪ مخلوط و سپس محلول فوق توسط متانول به حجم ۲/۵ میلی‌لیتر رسید، بعد از گذشت ۳۰ دقیقه میزان جذب در طول موج ٤۲۵ نانومتر قرائت گردید. همچنین جهت تهیه محلول استاندارد از کوئرستین استفاده گردید (Bonvehi and Coll, 1994).

فعالیت ضداکسایشی

فعالیت ضداکسایشی با روش DPPH[1] تعیین شد. در این روش، فعالیت خنثی کنندگی رادیکال دی‌پی‌پی‌اچ توسط عصاره نمونه با روش طیف‌سنجی نوری در طول موج ۵۱۷ نانومتر تعیین شد.برای هر نمونه ۰/۱ میلی‌لیتر (۱۰۰ میکرولیتر) از عصاره غلیظ به طور مناسب رقیق شد و با ٤ میلی‌لیتر محلول متانولی DPPH مخلوط و در نهایت میزان جذب نور پس از آن که نمونه‌ها ۳۰ دقیقه تحت شرایط تاریکی بودند در طول موج ۵۱۷ نانومتر قرائت گردید (Burits & Bucar, 2000).

۱۰۰ /(عدد جذب شاهد /عدد جذب نمونه – عدد جذب شاهد) =درصد مهار فعالیت ضداکسایشی

اندازه‌گیری کربوهیدرات کل

برای اندازه‌گیری میزان کربوهیدرات کل، ۱۰۰ میکرولیتر از عصاره تهیه شده با ۳ میلی لیتر آنترون تازه تهیه شده (۱۵۰ میلی گرم آنترون خالص+ ۱۰۰ میلی لیتر اسید سولفوریک ۷۲٪)، مخلوط و سپس به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب جوش قرار داده شد و پس از خنک شدن، میزان جذب نور در طول موج ٦۳۰ نانومتر انجام گرفت (Carroll *et al.*, 1956). جهت تهیه محلول استاندارد در این آزمایش از گلوکز خالص استفاده گردید.

آنالیز آماری

تجزیه آماری و مقایسه میانگین داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C version 1.42 و MINITAB version 16.2 انجام شد. میانگین داده‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند و نمودارها توسط نرم‌افزار Excel 2010 رسم گردید.

نتایج و بحث

طبق نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۱ و ۲)، تأثیر روش‌های مختلف خشک کردن ساده و ترکیبی بر

1- diphenyl- 1- picryllhydrazyl

تمامی صفات مورد مطالعه در سطح احتمال ۱٪ معنی دار هستند ($p<۰/۰۱$).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس روش‌های خشک کردن ساده بر خصوصیات اندازه گیری شده نعنا فلفلی

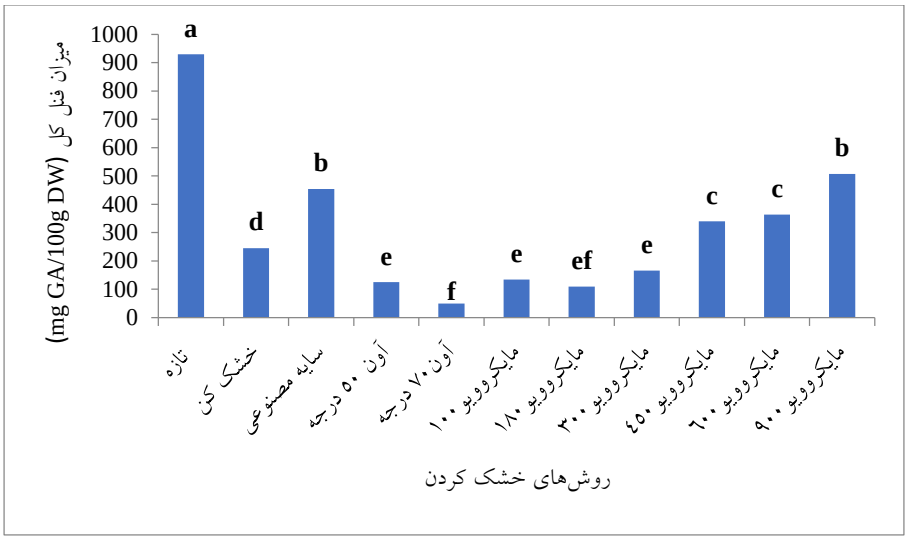
منبع تغییرات	درجه آزادی	میزان ترکیبات فنلی	فلاونوئید کل	فلاون و فلاونول	فعالیت آنتی اکسیدانی	کربوهیدرات کل
تیمار	۱۰	۱۹۳۷۳۰**	۶۶۰۸۳**	۲۸۵۹/۵**	۲۸۱۴/۴**	۴۱۷۰۳۵۳**
خطا	۲۰	۱۴۰۸	۳۴۷	۱۳	۱۰/۱	۲۸۹۶۷

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس روش‌های خشک کردن ترکیبی بر خصوصیات اندازه گیری شده نعنا فلفلی

منبع تغییرات	درجه آزادی	میزان ترکیبات فنلی	فلاونوئید کل	فلاون و فلاونول	فعالیت ضداکسایشی	کربوهیدرات کل
تیمار	۹	۰/۰۹۳**	۰/۰۵**	۰/۰۰۳۸**	۰/۰۶۱**	۰/۰۰۵۳**
خطا	۲۰	۰/۰۰۳۳	۰/۰۰۷۵	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۵۸	۰/۰۰۳۰

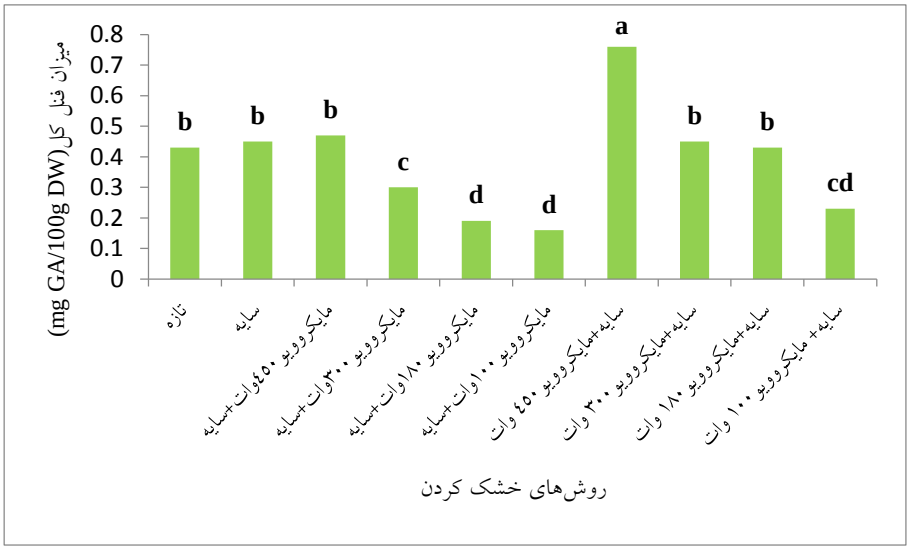
میزان ترکیبات فنلی کل

نتایج شکل ۱، نشان می‌دهد که در خشک کردن ساده بالاترین میزان فنل کل (۹۲۹/۳ میلی‌گرم گالیک‌اسید در ۱۰۰ گرم نمونه خشک) مربوط به نمونه تازه بود. در اثر خشک کردن میزان ترکیبات فنلی کاهش یافت که بین تیمارهای خشک کردن، نمونه‌های خشک شده در تیمار مایکروویو ۹۰۰ وات و تیمار سایه‌مصنوعی بیشترین میزان فنل کل را داشتند، که با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند و کمترین میزان فنل کل (٤۸/۸۸ میلی‌گرم گالیک‌اسید در ۱۰۰ گرم نمونه خشک) در تیمار آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌دست آمد.



شکل ۱- تأثیر روش‌های مختلف خشک کردن ساده بر میزان ترکیبات فنلی کل نعنا فلفلی

مطابق شکل ۲، در خشک کردن ترکیبی بیشترین میزان فنل کل (۰/۷۶ میلی‌گرم گالیک‌اسید در ۱۰۰ گرم نمونه خشک) در تیمار سایه+ مایکروویو ۴۵۰ وات مشاهده شد، در حالیکه کمترین میزان این ترکیب (۰/۱۶ میلی گرم گالیک اسید در ۱۰۰ گرم نمونه خشک) در روش مایکروویو ۱۰۰ وات+ سایه بود که با تیمار مایکروویو ۱۸۰ وات+ سایه اختلاف معنی‌داری نداشت.

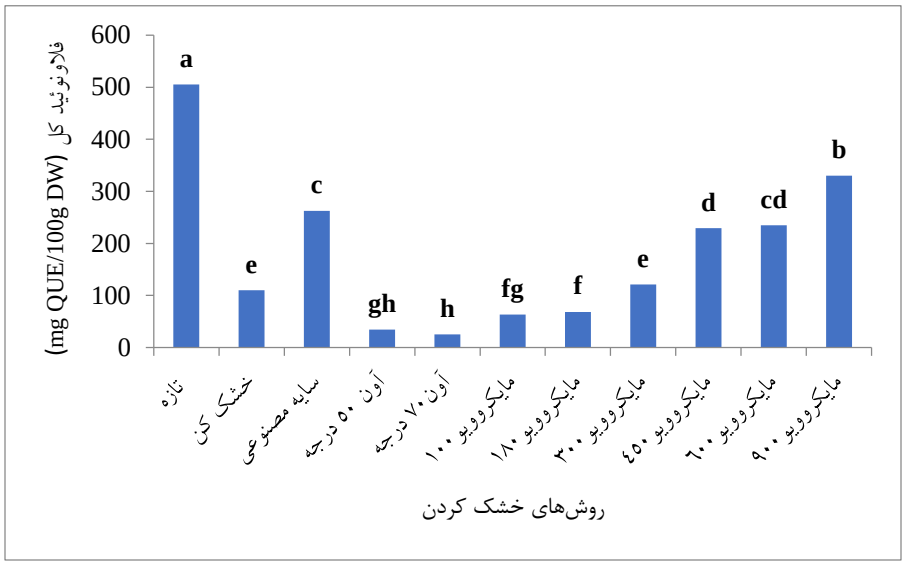


شکل ۲- تأثیر روش‌های مختلف خشک کردن ترکیبی بر میزان ترکیبات فنلی کل نعنا فلفلی

میزان فلاونوئید کل

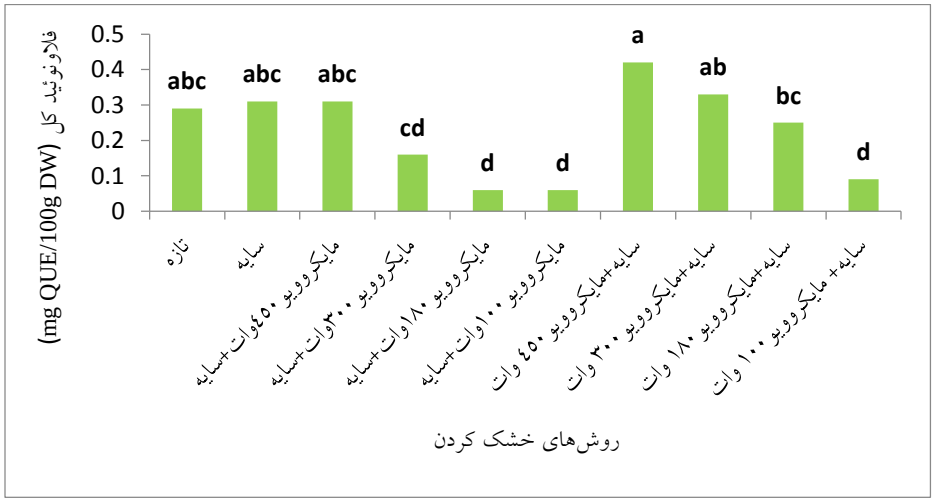
مطابق شکل ۳، بالاترین میزان فلاونوئید کل مربوط به نمونه تازه بود، سپس نمونه‌های خشک شده در تیمارهای مایکروویو ۹۰۰ وات، سایه مصنوعی و مایکروویو ۶۰۰ وات بیشترین میزان فلاونوئیدکل را داشتند، کمترین میزان فلاونوئید کل در تیمار آون با دمای

۷۰ درجه سانتی‌گراد بود که با تیمار آون دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد اختلاف معنی‌داری نداشت.



شکل ۳- تأثیر روش‌های مختلف خشک کردن ساده بر میزان ترکیبات فلاونوئید کل نعنا فلفلی

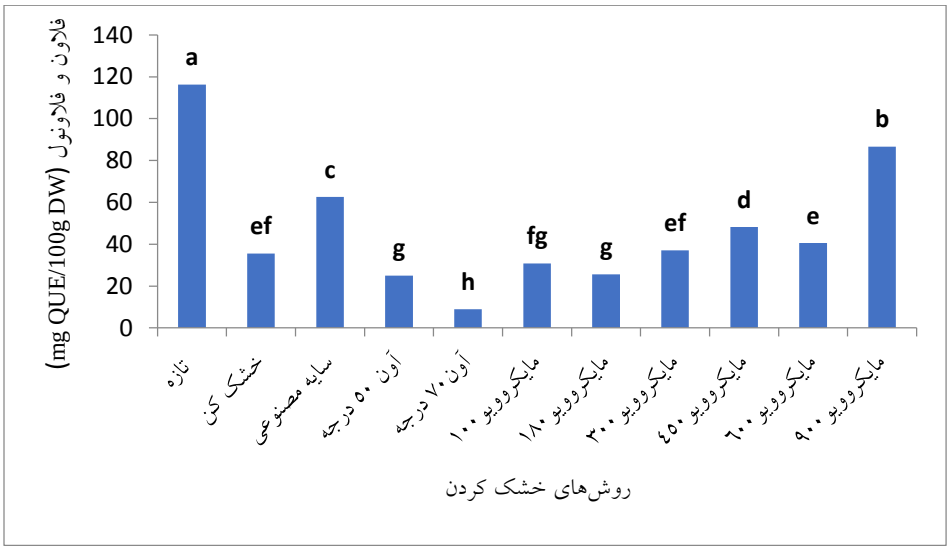
در خشک کردن ترکیبی در تیمار سایه+ مایکروویو ٤۵۰ وات بیشترین میزان فلاونوئید کل به‌دست آمد، در صورتی‌که کمترین میزان این ترکیب در روش مایکروویو ۱۸۰ وات+ سایه بود که با تیمار مایکروویو ۱۰۰ وات+ سایه اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ٤).



شکل ٤- تأثیر روش‌های مختلف خشک کردن ترکیبی بر میزان ترکیبات فلاونوئید کل نعنا فلفلی

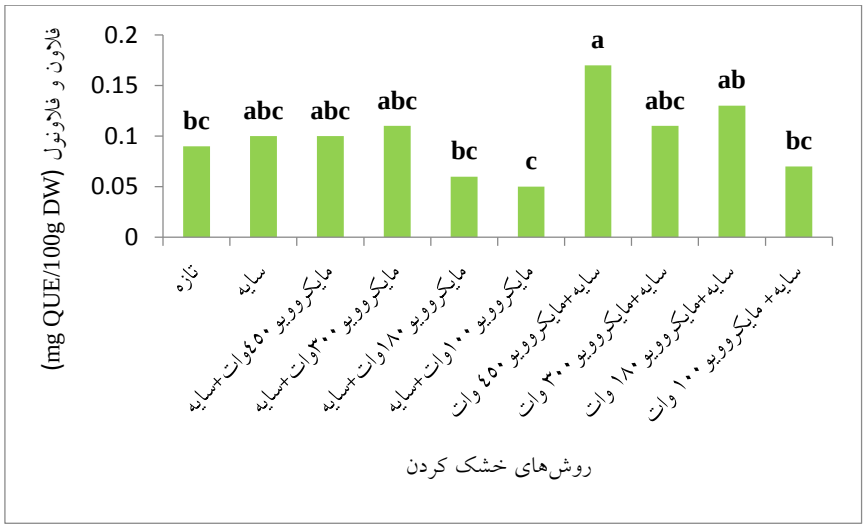
میزان فلاون و فلاونول

در خشک کردن ساده طبق شکل ۵، بالاترین میزان فلاون و فلاونول مربوط به نمونه تازه بود. بعد از آن نمونه‌های خشک شده در تیمار مایکروویو ۹۰۰ وات بیشترین میزان فلاون و فلاونول داشتند و کمترین میزان فلاون و فلاونول در نمونه‌های خشک شده در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌دست آمد.



شکل ۵- تأثیر روش‌های مختلف خشک کردن ساده بر میزان فلاون و فلاونول نعنا فلفلی

در خشک کردن ترکیبی در تیمار سایه+ مایکروویو ۴۵۰ وات بیشترین میزان فلاون و فلاونول بود، در صورتیکه کمترین میزان این ترکیب در روش مایکروویو ۱۰۰ وات+ سایه بود که با تیمارهای مایکروویو ۱۸۰ وات+ سایه، سایه+ ۱۰۰ وات و نمونه تازه اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ٦).



شکل ٦- تأثیر روش‌های مختلف خشک کردن ترکیبی بر میزان فلاون و فلاونول نعنا فلفلی

نتایج همرونی سلامی و همکاران در سال ۲۰۱۲ نشان داد که توان ۸۰۰ وات مایکروویو سبب افزایش میزان فنل کل و فلاونوئید کل شد. آنها بیان کردند که با افزایش قدرت مایکروویو از ٦۰۰ به ۸۰۰ وات میزان فنل کل به طور معنی‌داری افزایش یافت که حاکی از متلاشی شدن بیشتر بافت گیاه با افزایش توان مایکروویو است، که در نهایت باعث می‌شود تا ترکیبات فنلی بیشتری آزاد شوند. اینچئون و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که گرمای تولید شده از مایکروویو سبب ایجاد بخاری با فشار و دمای بالا در داخل بافت گیاه می‌شود که سبب اختلال در پلیمرهای دیواره سلولی گیاه شده و نهایتا فنل‌های دیواره سلولی یا باندهای فنلی آزاد شده و افزایش میزان فنل صورت می‌پذیرد. همچنین ارسلان و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که کمترین میزان فنل کل در نمونه‌های خشک شده در آون بود و نمونه‌های خشک شده در تیمار آون-مایکروویو بیشترین میزان فنل کل داشتند و سپس در تیمار آفتاب بالاترین میزان فنل کل بود که با نمونه تازه اختلاف معنی‌داری نداشت. آنها بیان کردند که علت افزایش ترکیبات فنلی احتمالا به خاطر آزادسازی ترکیبات فنلی طی خشک کردن است و علت کاهش ترکیبات فنلی در آون، دمای بالا می‌باشد.

نتایج نشان داد که میزان ترکیبات فنلی با افزایش دما طی خشک کردن کاهش می‌یابد (Vega- Galvez *et al*, 2009). تغییرات مشاهده شده در میزان ترکیبات فنلی در دمای بالا به دلیل تأثیر حرارت بر ترکیبات تاننی می باشد (Rakic *et al*, 2007). تانن‌های قابل ابکافت در درجه حرارت‌های بالا تجزیه می‌شوند. ترکیبات فنلی در درون اندامک‌هایی به نام واکوئل قرار دارند که فرآیند خشک کردن باعث تخریب ساختار سلولی و واکوئل‌ها و خروج ترکیبات فنلی ازآن‌ها می‌شود، بنابراین ترکیبات فنلی در مقابل هر تغییری حساس می‌شوند و با افزایش دما از بین می‌روند (Harboune *et al*., 2009). طی تحقیقی تأثیر روش‌های مختلف خشک کردن (مایکروویو با توان ۸۰۰ وات، آفتاب و آون با دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد) بر خصوصیات ضداکسایشی و میزان مواد فنلی چهار گونه از خانواده زنجبیل مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بیشترین میزان کاهش ترکیبات فنلی و ضداکسایشی مربوط به تیمار آفتاب و کمترین کاهش مربوط به نمونه‌های خشک شده در مایکروویو بود. آنها کوتاه بودن زمان خشک شدن را علت حفظ ترکیبات فنلی و ضداکسایشی دانستند (Chan *et al*., 2009).

فعالیت ضداکسایشی

در روش خشک کردن ساده نتایج نشان می‌دهد که بالاترین میزان فعالیت ضداکسایشی (درصد مهار فعالیت رادیکالهای آزاد) مربوط به نمونه‌های خشک شده در روش‌های سایه مصنوعی، مایکروویو ٦۰۰ وات بود که با نمونه تازه و تیمارهای مایکروویو ۹۰۰ وات و مایکروویو ٤۵۰ وات اختلاف معنی‌داری نداشتند، در واقع با افزایش توان مایکروویو میزان فعالیت ضداکسایشی افزایش یافت و کمترین میزان فعالیت ضداکسایشی در تیمارهای آون با دمای ۷۰ و ۵۰ درجه سانتی‌گراد بود.

شکل ۷- تأثیر روش‌های مختلف خشک کردن ساده بر میزان فعالیت ضداکسایشی نعنا فلفلی

در خشک کردن ترکیبی بیشترین میزان فعالیت ضداکسایشی در تیمار سایه+ مایکروویو ۴۵۰ وات بود که با تیمارهای سایه + مایکروویو ۳۰۰ وات، سایه، مایکروویو ۴۵۰ وات+ سایه و نمونه تازه اختلاف قابل‌توجهی نداشت، در صورتیکه کمترین میزان فعالیت ضداکسایشی در روش مایکروویو ۱۸۰ وات+ سایه بود که با روش مایکروویو ۱۰۰ وات+ سایه اختلاف معنی‌داری نداشت.

شکل ۸- تأثیر روش‌های مختلف خشک کردن ترکیبی بر میزان فعالیت ضداکسایشی نعنا فلفلی

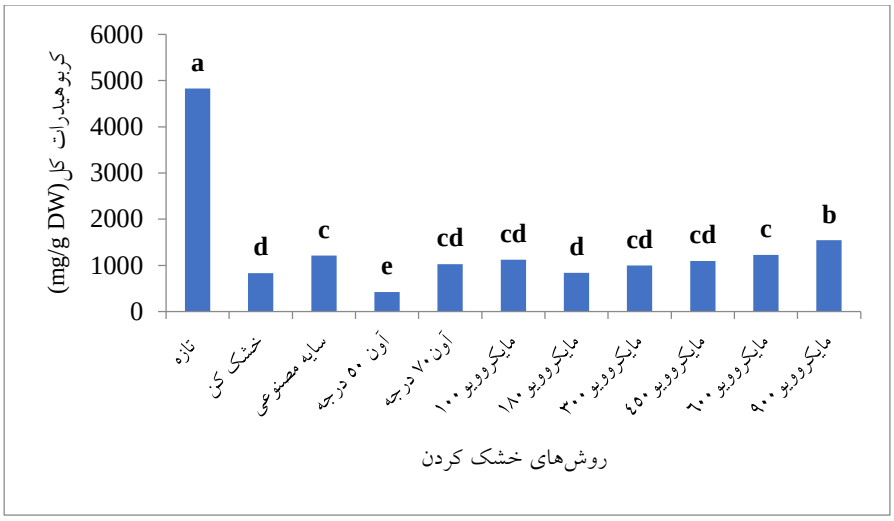
اسانس‌ها، ترکیبات فنلی و فعالیت ضداکسایشی تحت تأثیر فاکتورهای محیطی، شرایط رشد و عملیات پس از برداشت قرار می گیرند (Omidbeigi, 2005). نتایج فعالیت ضداکسایشی نیز مطابق نتایج مربوط به ترکیبات فنلی می‌باشد، پترسون (۲۰۰۱) بیان کردد که بین ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی با فعالیت ضداکسایشی رابطه مستقیمی وجود دارد. همرونی سلامی و همکاران

(۲۰۱۲) نشان داند که در بین روش‌های خشک کردن، در تیمار مایکروویو با توان ۸۰۰ وات بیشترین فعالیت مهار کنندگی رادیکال‌های آزاد وجود داشت، در حالیکه کمترین فعالیت ضداکسایشی در روش آون با دمای ٦٥ درجه بود. همچنین با افزایش توان مایکروویو میزان فعالیت ضداکسایشی افزایش یافت، در حالیکه با افزایش دمای آون میزان فعالیت ضداکسایشی کاهش یافت. توماینو و همکاران (۲۰۰۵) فزایش فعالیت ضداکسایشی در تیمار حرارتی، را به آزاد شدن پیوند ترکیبات فنلی توسط از هم پاشیدگی اجزاء سلولی و تشکیل ترکیبات جدید با خاصیت ضداکسایشی بالا نسبت دادند. به نظر می‌رسد با توجه به پوشاندن نمونه‌های تیمار آفتاب توسط پارچه به دلیل کاهش تشعشعات منفی خورشید، آفتاب تأثیر منفی کمتری بر میزان اسانس، ترکیبات فنلی و فعالیت ضداکسایشی داشته است.

وگا-گالوز و همکاران در سال ۲۰۰۹ نشان دادند که بالاترین فعالیت ضداکسایشی (فعالیت جذب رادیکال) در فلفل قرمز در پایین‌ترین دما (۵۰ درجه سانتی‌گراد) نسبت به بالاترین دما (۹۰ درجه سانتی‌گراد) بود. با افزایش دما قدرت احیاکنندگی عصاره‌ها کاهش می‌یابد که به علت اثر تخریبی دما بر ترکیبات فنلی است، زیرا این ترکیبات تأثیر مستقیمی بر قدرت احیا کنندگی عصاره‌های حاصل دارد. همچنین پیگا و همکاران در سال ۲۰۰۳ علت افزایش فعالیت ضداکسایشی در آلو پس از خشک شدن در دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد را به تشکیل محصولات واکنش میلارد طی فرآیند خشک کردن دانستند. کاهش فعالیت ضداکسایشی و ترکیبات فنلی طی خشک کردن، به کاهش آنزیم‌ها و کاهش فعالیت آنزیم‌ها نسبت داده شده است (Lim & Murtijaya, 2007).

کربوهیدرات کل

مطابق شکل ۹، بالاترین میزان کربوهیدرات کل مربوط به نمونه تازه بود. در اثر خشک کردن میزان کربوهیدرات کل کاهش یافت که در بین تیمارهای خشک کردن بیشترین میزان کربوهیدرات کل در نمونه‌های خشک شده در مایکروویو ۹۰۰ وات و سپس در تیمارهای مایکروویو ٦۰۰ وات و سایه مصنوعی بود، کمترین میزان کربوهیدرات کل در نمونه‌های خشک شده در آون با دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد بود.



شکل ۹- تأثیر روش‌های مختلف خشک کردن بر میزان کربوهیدرات کل در نعنا فلفلی

در خشک کردن ترکیبی در روش سایه بیشترین مقدار کربوهیدرات کل حاصل شد که این تیمار با کلیه‌ی تیمارها به استثناء نمونه تازه اختلاف معنی‌داری نداشت، و کمترین مقدار کربوهیدرات کل در نمونه تازه به دست آمد (شکل ۱۰).

شکل ۱۰- تأثیر روش‌های مختلف خشک کردن بر میزان کربوهیدرات کل در نعنا فلفلی

تأثیر روش‌های خشک کردن (آفتاب، سایه و آون) بر دو رقم مورینگا مورد بررسی قرارگرفت. نتایج نشان داد که فرآیند خشک کردن سبب بهبود میزان کربوهیدرات شده است. بیشترین میزان کربوهیدرات در نمونه‌های خشک شده رقم نسوکا با روش آفتاب و سپس در تیمار آون رقم آنامبرا به‌دست آمد و کمترین میزان کربوهیدرات در نمونه‌های تازه بود (Mbah *et al*., 2012).

نتیجه‌گیری

در بررسی روش‌های مختلف خشک کردن ساده و ترکیبی بر برخی متابولیت‌های ثانویه در گیاه دارویی نعنا فلفلی به نظر می‌رسد که در روش‌های خشک کردن ساده در نمونه‌های تازه بیشترین میزان ترکیبات فنلی، فلاونوئیدکل و فلاون و فلاونول مشاهده شد و سپس در نمونه های خشک شده در مایکروویو ۹۰۰ وات و سایه مصنوعی بود، در حالیکه کمترین میزان این مقادیر در تیمار آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد بود، همچنین در خشک کردن ترکیبی میزان ترکیبات فنلی، فلاونوئید کل و فلاون و فلاونول در نمونه‌های خشک شده در تیمار ترکیبی سایه+مایکروویو ٤٥٠ وات و کمترین در تیمار مایکروویو ١٠٠ وات+سایه بود. بالاترین فعالیت ضداکسایشی مربوط به نمونه های خشک شده در روش‌های سایه مصنوعی، مایکروویو و٦٠٠ وات بود که با نمونه تازه و تیمارهای مایکروویو ۹۰۰ و ٤٥٠ وات اختلاف معنی‌داری نداشتند، در صورتیکه در خشک کردن ترکیبی نمونه‌های خشک شده در تیمار سایه+ مایکروویو ٤٥٠ وات از نظر فعالیت ضداکسایشی بیشترین میزان را داشتند، همچنین بیشترین میزان کربوهیدرات کل در روش خشک کردن ساده و ترکیبی به ترتیب در نمونه تازه و سایه به‌دست آمد.

بطور کلی در خشک کردن ساده روش خشک کردن در سایه مصنوعی و خشک کردن با مایکروویو (توان ۹۰۰ وات) و در خشک کردن ترکیبی روش سایه+ مایکروویو ٤٥٠ وات از این جهت که خصوصیات بیوشیمیایی را حفظ کرده‌اند مطلوب می باشند.

REFRENCES

Arsalan, D., Özcan, M. M., and Okyay Menges, H. 2010. Evaluation of drying methods with respect to drying parameters, some nutritional and colour characteristics of peppermint (*Mentha piperitae* L.). *Energy Conversion and Management* 51, 2769– 2775.

Bonvehi , J. S., and Coll, F. V. 1994. Phenolic composition of propolis from China and from South America. *Zeitschrift fur Naturforschung* 49, 712- 718.

Burits, M., and Bucar, F. 2000. Antioxidant activity of *Nigella sativa* essential oil. *Phytotherapy Research* 14, 323- 328.

Carroll, N. V., Longley, R. W., and Roe, J. H. 1956. Glycogen determination in liver and muscle by the use of anthrone. *Journal of biological chemistry* 220, 583- 593.

Chan, E. W. C., Lim, Y. Y., Wong, S. K., Lim, K. K., Tan, S. P., Lianto, F. S., and Yong, M. Y. 2009. Effects of different drying methods on the antioxidant properties of leaves and tea of ginger species. *Food Chemistry* 113, 166– 172.

Chang, C. H., Lin, H. Y., Chang, C. Y., and Liu, Y. C. 2006. Comparisons on the antioxidant properties of fresh, freeze-dried and hot air- dried tomatoes. *Journal of Food Engineering* 77, 478– 485.

Gao, X., Ohlander, M., Jeppsson, N., Bjork, L., and Trajkovski, V. 2000. Changes in antioxidant effects and their relationship to phytonutrients in fruits of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) during maturation. *Journal of the Agricultural and Food Chemistry* 48, 1485- 1490.

Gulati, A., Rawat, R., Singh, B., and Ravindranath, D. S. 2003. Application of microwave energy in the manufacture of enhanced quality green tea. *Journal of Agricultural and Food and Chemistry* 51, 4769-4774.

Harboune, N., Marete, E., Jacquier, J. C., and O'Riordan, D. 2009. Effect of drying methods on the phenolic constituents of meadow sweet *(Filipendula ulmaria*) and willow *(*Salix alba). *Food Chemistry* 42, 1468- 73.

Hassanpouraghdam, B. M., Hassani, A., Vojodi, L., and FarsadAkhtar, N. 2010. Drying method affects essential oil content and composition of basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Essential Oil Bearing Plants* 13, 759-766.

Hamrouni Sellami, I., Zohra rahali, F., Bettaieb Rebey, I., Bourgou, S., Limam, F., and Marzouk, B. 2012. Total Phenolics, Flavonoids, and Antioxidant Activity of Sage (*Salvia officinalis* L.) plants as affected by different drying methods. *Food Bioprocess Technol*. DOI 10.1007/s11947-012-0877-7.

Inchuen, S., Narkrugsa, W., and Pornchaloempong, P. 2010. Effect of drying methods on chemical composition, color and antioxidant properties of Thai red curry powder. *Kasetsart Journal of Natural Science* 44, 142– 151.

Khorramdel, S., Shabahang, J., and Asadi, A. G. 2013. Effect of drying methods on drying time, essential oil quantitative and qualitative of some of medicinal plants. *phytochemical Journal of Medical Plants* 1, 36-48. (In Farsi).

Lim, Y. Y., Murtijaya, J. 2007. Antioxidant properties of Phyllanthus amarus extracts as affected by different drying methods. *Food Science and Technology* 40, 1664- 1669.

Maffei, M., Mucciarelli, M., and Scannerini, S. 1994. Are leaf area index (LAI) and flowering related to oil productivity in peppermint. *Flavour and Fragrances* 9, 119- 124.

Mbah, B. O., Eme, P. E. and Paul, A. E. 2012. Effect of Drying Techniques on the Proximate and Other Nutrient Composition of *Moringa oleifera* Leaves from Two Areas in Eastern Nigeria. *Pakistan Journal of Nutrition* 11, 1044- 1048.

Martinov, M., Oztekin, S. and Muller, J. 2007. Medicinal and Aromatic Crops. *CRC Press*, United States of America, 320 p.

Omidbeigi, R., 2005. Production and Processing of Medicinal Plants, Behnashr Pub, 347. (In Farsi).

Ozbek, B., and Dadali, G. 2007. Thin-layer characteristics and modeling of mint leaves undergoing microwave treatment. *Journal of Food Engineering* 83, 541-549.

Oztekin, S., and Martinov, M. 2007. Medicinal and Aromatic Crops: Harvesting, Drying and Processing, *Haworth Food and Agricultural Products Press*, 320p.

Peterson, D. M., Emmons , C., and Hibbs , A. 2001. phenolic antioxidant activity in pearling fractions of oat groats. *Journal Cereal Sci*ence, 3397 - 103.

Piga, A., Del Caro, A., and Corda, G. 2003. From plums to prunes: influence of drying parameters on polyphenols and antioxidant activity. *Journal Agricultural Food Chemistry* 51, 3675- 3681.

Rakic, S., Petrovic, S., Kukic, J., Jadranin, M., Tesevic, V. and Povrenovic, D. 2007. Influence of thermal treatment on phenolic compounds and antioxidant properties of oak acorns from Serbia. *Food Chemistry* 104, 830- 4.

Rohn, S., Buchner, N., Driemel, G., Rauser, M., and Kroh, W. L. 2007. Thermal degradation of onion quercetin glucosides under roasting conditions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55, 1568-1573.

Roozdar, F., Azizi, M. and Ghani, A. 2023. Drying peppermint medicinal plant (Mentha piperita) using combined shade and microwave treatments –part one: Investigating the effects of treatments on drying time, amount and components of essential oil. Sustainable Agricultural Science Research. 2(4), 1-18.

Soysal, Y., and Oztekin, S. 2001. Technical and economic performance of a tray dryer for medicinal and aromatic plants. *Journal of Agricultural Engineering Research* 79, 73-79 .

Tabrizi, L., Dezhabon, F., Mostofi, Y., and farimani, M. M. 2015. Change of physical and chemical factors colendula officinale flowers of different Tasyrrvsh drying and Power Plant-professor. *former student of master and professor of natural resources*, 243-258 .

Tomaino, A., Cimino, F., Zimbalatti, V., Venuti, V., Sulfaro, V., DePasquale, A., and Saija, A., 2005. Influence of heating on antioxidant activity and the chemical composition of some spice essential oil. *Food chemistry* 89, 549- 554.

Vega- Galvez, A., Scala, K. D., KLemus- Mondaca, R., Miranda, M., López, J., and Perez-Won, M. 2009. Effect of air drying temperature on physico- chemical properties, antioxidant capacity, colour and total phenolic content of red pepper (*Capsicum annuum*, L. var. Hungarian). *Food Chemistry* 117, 647- 53.

Wojdyło, A., Oszmianski, J., and Czemerys. R. 2007. Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected Herbs. *Food Chemistry* 105, 940- 949.

Zhishen, J., Mengcheng, T., and Jianming, W. 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chemistry* 64, 555-559.

Zubair, M., Nybom, H., Lindholm, C., and Rumpunen, K. 2011. Major polyphenols in aerial organs of greater plantain (*Plantago major* L.), and effects of drying temperature on polyphenol contents in the leaves. *Scientia Horticulturae* 128, 523– 529.

Sustainable Agricultural Science Research /Vol. 2/No. 4/Winter 2023/P: 18-33

https://www.sarj.iauk.ac.ir

Drying Peppermint Medicinal plant (*Mentha piperita*) using Combinations of Shade and Microwave Treatments –Part Two: Investigating the Effects of Treatments on some Phytochemical Properties of Dried Leaves

Fateme Roozdar[*1], Majid Azizi[2], Askar Ghani[3]

[1]Graduated MSc Student of Faculty of Agriculture, Ferdowsi University, Mashhad, Iran

[2] Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

[3] Assistant Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Jahrom University, Jahrom, Iran

* Corresponding Author's Email: Mf.roozdar@gmail.com

(Received: February. 16, 2023 – Accepted: March. 20, 2023)

ABSTRACT

Drying is the most common way to preserve medicinal plants and protect their biochemical compounds. In order to investigate the effect of different drying methods on some phytochemical properties of *Mentha piperitae*, including the content of total phenolics, total flavonoids, flavon and flavonol, and also antioxidant activity and total carbohydrates, two experiments were conducted separately based on a completely randomized design with three repetitions. The results showed a significant effect of different drying methods on the studied traits ($p<0.05$). In simple drying, the maximum amount of total phenolics, total flavonoid, flavone and flavonols related to fresh sample, while the minimum amount of these compounds was obtained in oven treatment with a temperature of 70ºC, but in the combined drying method, the maximum amount of total phenolics, total flavonoid and flavon and flavonol were found in the combination treatment of shade + microwave 450 W, and the minimum amount was observed in the microwave drying method of 100 W + shade. Also, in the simple drying method, samples dried in artificial shade with 88.83% and in combined drying with treatment shade + 450 W microwave with 0.48% had the maximum antioxidant activity. Therefore, it can be concluded that in the simple drying of the fresh sample and in the combined drying of the shade + 450 W microwave method, they will be very favorable because they will maintain the biochemical characteristics.

Keywords: Phenolic compounds, Antioxidant activity, Peppermint, Drying