پژوهش‌های علوم کشاورزی پایدار/جلد ۲/شماره ٤/زمستان ۱٤۰۱/ ص ۱۷-۱

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

خشک کردن گیاه دارویی نعنا فلفلی (Mentha piperita) با ترکیب تیمارهای سایه و مایکروویو قسمت اول: بررسی اثر تیمارها بر مدت زمان خشک شدن، میزان و اجزای اسانس

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، ایران

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

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

(تاریخ دریافت :۱٤۰۱/۱۰/۱٦- تاریخ پذیرش: ۱٤۰۱/۱۲/۲۹)

چکیده

به منظور بررسی تأثیر روش‌های مختلف خشک کردن بر مدت زمان خشک شدن، میزان اسانس و اجزای اسانس گیاه دارویی نعنا فلفلی دو آزمایش بصورت مجزا بر پایه طرح کاملا تصادفی با سه تکرار به اجرا در آمد. نتایج حاکی از تاثیر معنی‌دار روش‌های مختلف خشک کردن بر صفات مورد بررسی بود (p< ۰/۰۵). در خشک کردن ساده طولانی‌ترین زمان خشک شدن (۵۷۰ دقیقه) مربوط به نمونه‌های خشک شده در خشک‌کن کابینتی بود و کمترین زمان خشک شدن (۵/۰۳ دقیقه) مربوط به نمونه‌های خشک شده با مایکروویو ۹۰۰ وات بود، در حالیکه در خشک کردن ترکیبی بیشترین زمان خشک شدن در تیمار سایه با ۵۲۰ دقیقه و کمترین زمان با ۵/۹٤ دقیقه مربوط به تیمار مایکروویو ٤۵۰ وات+ سایه بود. همچنین بیشترین درصد اسانس (۲/٦ درصد) در خشک کردن ساده در روش خشک کردن در خشک‌کن کابینتی به دست آمد، در صورتیکه در خشک کردن ترکیبی در روش سایه با ۲/٤ درصد و تیمار ترکیبی مایکروویو ۱۰۰ وات+ سایه با ۲/۳ درصد بیشترین مقدار اسانس حاصل شد. از نظر میزان ترکیبات اسانس در روش خشک کردن ساده بیشترین مقدار منتول در روش خشک کردن با مایکروویو مشاهده شد، در حالیکه در این روش میزان منتون کاهش قابل توجهی یافت، در تیمارهای خشک کردن ترکیبی بیشترین مقدار منتول در روش سایه+ مایکروویو ۳۰۰ وات بود، اما در این روش میزان منتون کاهش معنی داری داشت.بنابراین می توان نتیجه گرفت که در خشک کردن ساده روش خشک‌کن کابینتی و در خشک کردن ترکیبی روش سایه به دلیل حفظ اسانس نسبت به سایر روشها مطلوب تر می باشند.

واژه‌های کلیدی: اسانس، خشک کردن، نعنا فلفلی، مایکروویو

مقدمه

نعنا فلفلی (*Mentha piperitae*) متعلق به خانواده نعناعیان، گونه‌ای هیبرید است که اسانس آن مصارف گسترده ای در صنایع دارویی، غذایی و بهداشتی دارد (Omidbeigi, 2006). عصاره و اسانس نعنا به دلیل داشتن ترکیب‌های معطر در صنایع غذایی و تولید فرآورده‌های بهداشتی بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرد (Maffei *et al*., 2007).

ترکیبات فرار (اسانس) موجود در گیاهان دارویی بخصوص نعناع فلفلی به طور مؤثری تحت تأثیر روش فرآوری قرار می‌گیرند. از مهمترین و در عین حال رایجترین تمهیدات فیزیولوژی پس از برداشت گیاهان دارویی عملیات خشک کردن اندام‌های گیاهی (دارویی) جمع‌آوری شده می باشد که بشدت کمیت و کیفیت مواد مؤثره گیاهان دارویی (بخصوص اسانس) را دستخوش تغییر می‌نماید (Ahmadi, 2010). خشک کردن یکی از قدیمی‌ترین روش‌های نگهداری گیاهان دارویی بعد از برداشت است. این فرآیند شامل حذف رطوبت با استفاده از عمل تبخیر تا حد رسیدن به یک آستانه خاص است تا بتوان محصول را برای مدت طولانی انبار کرد و فعالیت‌های آنزیمی، میکروارگانیسم‌ها و مخمرها را در آن متوقف نمود (Soysal, 2004). از آنجایی که مقدار و کیفیت اسانس تحت تاثیر نحوه خشک کردن قرار می‌گیرد باید با توجه به نوع مواد موثره گیاهی روش مناسبی را برای خشک کردن آنها در نظر گرفت (Muller *et al*., 1989).

در مقایسه دو روش خشک کردن (آون و خشک کردن در شرایط طبیعی) گیاه نعنا مشخص شد که حذف آب به روش خشک کردن طبیعی بهتر است زیرا مقدار اسانس بیشتری با این روش حفظ می‌شود (Soysal *et al*., 2006). در پژوهشی دیگر تاثیر روش های خشک کردن بر کمیت و کیفیت اسانس در گونه‌ای از نعنا مورد بررسی قرار گرفت، نتایج نشان داد که عملکرد اسانس در حالت خشک شده سه برابر بیشتر از حالت تازه بود (Asekun *et al*., 2007). در خشک کردن گیاه علف چشمه با استفاده از خشک کن هوای داغ، سنتی(آفتاب) و خشک کردن مایکروویو مشخص شد که خشک کردن گیاه علف چشمه با استفاده از آون ۵۰ 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 می شود، مطلوبتر می‌باشد (Ostadzadeh *et al*., 2016).

اثر روش‌های خشک کردن در آفتاب، آون با دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد و روش ترکیبی آون- مایکروویو با توان ۷۰۰ وات بر خصوصیات نعنا فلفلی مورد بررسی قرار گرفت، نتایج نشان داد که کوتاهترین زمان خشک شدن در روش آون- مایکروویو بود (Arslan *et al*., 2010). تأثیر روش‌های خشک کردن بر روی ویژگی‌های کمی و کیفی اسانس دو نوع ریحان مطالعه شد. نتایج نشان داد که بیشترین بازده اسانس در روش خشک کردن در سایه و سپس در خشک‌کن مشاهده شد (GHasemi Pirbalouti *et al*., 2013).

تاکنون پژوهش‌های گسترده‌ای در خصوص خشک کردن گیاهان دارویی از جمله انواع گونه‌های نعنا انجام شده است (Ahmadi, 2010; Soysal *et al*., 2006; Asekun *et al*., 2007; Arslan *et al*., 2010)، اما مطالعات زیادی در مورد تأثیر روش‌های خشک کردن ترکیبی بر روی گیاهان دارویی از جمله نعنا فلفلی

صورت نگرفته است، لذا هدف از این پژوهش یافتن روش مناسب خشک کردن ساده و ترکیبی برای حفظ و ترکیبات اسانس در گیاه دارویی نعنا فلفلی است.

مواد و روش ها

برای انجام این تحقیق، دو آزمایش بصورت مجزا بر پایه طرح کاملا تصادفی با ۳ تکرار در محل آزمایشگاه تحصیلات تکمیلی گروه علوم باغبانی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. نمونه گیاهی مورد استفاده گونه نعناع فلفلی در گروه علوم باغبانی بود، که در سال قبل کشت شده بودند و در مرحله گلدهی کامل مورد استفاده قرار گرفتند.

در روش خشک کردن ساده شش توان مختلف مایکروویو شامل ۱۰۰، ۱۸۰، ۳۰۰، ٤٥٠، ٦۰۰ و ۹۰۰ وات، دو دمای آون شامل ۵۰ و ۷۰ درجه سانتی‌گراد، روش خشک‌کن کابینتی (دمای ۳۰ درجه سانتیگراد)، سایه مصنوعی (پهن کردن محصول در هوای آزاد و با استفاده از پارچه از برخورد مستقیم نور خورشید به نمونه‌ها جلوگیری شد) و نمونه تازه که به عنوان شاهد در نظر گرفته شد.

خشک کردن ترکیبی: پس از انجام فرآیندهای خشک کردن ساده با سایه و مایکروویو به طور جداگانه و اندازه‌گیری درصد و اجزای اسانس و بررسی نتایج حاصل از آنها، توان بهینه مایکروویو جهت خشک کردن ترکیبی انتخاب شد. ابتدا نمونه‌ها در خشک کردن ترکیبی در روش اول خشک کردن (سایه یا مایکروویو) تا رسیدن به رطوبت بحرانی، خشک شدند. در این نقطه، خشک کردن از آهنگ ثابت به آهنگ نزولی تغییر یافته و سرعت خشک کردن کاهش یافت. سپس نمونه‌ها در روش دوم خشک کردن (مایکروویو یا سایه) تا رسیدن به رطوبت نهایی خشک شدند که در روش‌های خشک کردن ترکیبی روش‌های سایه + مایکروویو ۱۰۰ وات، سایه + مایکروویو ۱۸۰ وات، سایه + مایکروویو ۳۰۰ وات، سایه + مایکروویو ٤٥٠ وات، مایکروویو ۱۰۰ وات+ سایه، مایکروویو ۱۸۰ وات+ سایه، مایکروویو ۳۰۰ وات+ سایه، مایکروویو ٤٥٠ وات+ سایه، سایه و نمونه تازه به عنوان تیمارهای آزمایش‌ها مورد مقایسه قرار گرفتند.

تعیین محتوای رطوبت و زمان خشک شدن

برای تعیین محتوای رطوبتی اولیه، ۳ نمونه ۳۰ گرمی در یک آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد به مدت ۲٤ خشک شدند. میزان رطوبت بر پایه وزن خشک گیاه که به صورت درصد بیان می شود، از رابطه زیر محاسبه شد.

وزن ماده خشک / وزن رطوبت = میزان رطوبت بر پایه وزن خشک

نمونه‌های موجود در سایه هر یک ساعت، نمونه‌های آون هر نیم ساعت و نمونه‌های مایکروویو هر ۲۰ ثانیه وزن شدند و روند کاهش وزن ثبت گردید. خشک کردن نمونه‌ها تا رسیدن وزن نمونه ها به محتوای رطوبتی ۰/۱۰ بر پایه وزن خشک ادامه یافت و زمان رسیدن به این رطوبت به عنوان زمان نهایی خشک شدن ثبت گردید.

درصد اسانس

پس از اعمال تیمارهای خشک کردن، نمونه های ۲۰ گرمی که مقداری خرد شده بودند، توسط دستگاه کلونجر و با روش تقطیر با آب به مدت سه ساعت و در شرایط کاملا یکسان اسانس‌گیری شدند. بازده اسانس براساس وزن خشک نمونه‌ها محاسبه شد. اسانس‌ها تا زمان تزریق به دستگاه گاز کروماتوگرافی/ اسپکترومتری جرمی در یخچال (دمای ٤ درجه سانتیگراد) نگهداری شد.

شناسایی ترکیبات اسانس توسط دستگاه گاز کروماتوگرافی/ اسپکترومتری جرمی (GC/MS)

جهت شناسایی اجزاء متشکله اسانس‌های موجود در روش‌های خشک کردن مورد بررسی، از دستگاه گاز کروماتوگراف مدل Agilent technologies-7890A استفاده شد. نوع ستون HP-5، طول ستون ۳۰ متر، قطر ستون ۰/۳۲ میلی متر و ضخامت ۰/۲۵ میکرون بود. برنامه‌ریزی حرارتی ستون از ۲۱۰-٦۰ درجه سانتی‌گراد با افزایش دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد بود. نوع آشکار ساز FID با دمای ۲۹ درجه سانتی گراد و گاز حامل نیتروژن با فشار ۰/۵ میلی لیتر در دقیقه بود.

گاز کروماتوگراف متصل به طیف سنج جرمی از نوع مدلAgilent technologies-5975C بود. نوع ستون HP-5MS با طول ستون۳۰ متر، قطر ستون۰/۲۵۰ و ضخامت ۰/۲۵ میکرون بود. برنامه‌ریزی حرارتی آن مشابه با ستون محفظه تزریق۲۸۰ درجه سانتی‌گراد، نوع آشکارساز MS با دمای ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد و گاز حامل هلیوم با فشار ۱ میلی‌متر بر دقیقه بود. همچنین با توجه به سطح زیر منحنی هر یک از پیک‌های کروماتوگرام GC و مقایسه آن با سطح کل زیر منحنی، درصد نسبی هر یک از اجزاء متشکله اسانس تعیین شد (Adams, 2001).

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)، تاثیر روش‌های مختلف خشک کردن ساده و ترکیبی بر صفات مورد مطالعه از جمله زمان خشک شدن و درصد اسانس در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار هستند ($p<۰/۰۱$).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس روش‌های خشک کردن ساده بر درصد اسانس نعنا فلفلی

منبع تغییرات	درجه آزادی	زمان خشک شدن	درصد اسانس
تیمار	۱۰	۱۰۰۹۲۱**	۳/۱۳**
خطا	۲۰	۱۵۱	۰/۰۲٤

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس روش‌های خشک کردن ترکیبی بر درصد اسانس نعنا فلفلی

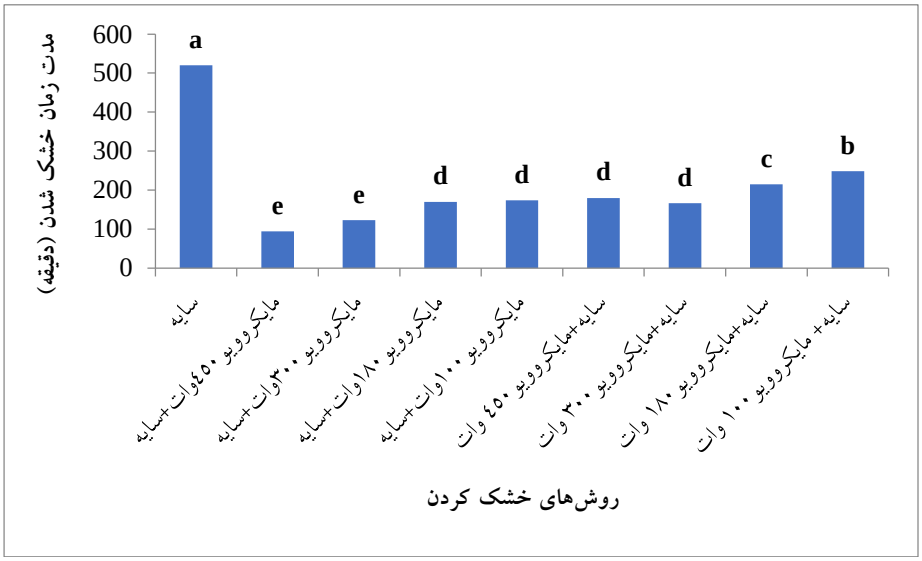
منبع تغییرات	درجه آزادی	زمان خشک شدن	درصد اسانس
تیمار	۹	٥٤٦٧٠/٣٨**	۱/۷۲**
خطا	۲۰	۳٦۳/۱۹	۰/۰۲۳

مدت زمان خشک شدن

نتایج نشان داده شده در شکل ۱، نشان می‌دهد که در خشک کردن ساده طولانی ترین زمان خشک شدن (۵۷۰ دقیقه) مربوط به نمونه‌های خشک شده در خشک‌کن کابینتی بود و بعد از آن آون با دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد و سپس آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد بود و کمترین زمان خشک شدن (۵/۰۳ دقیقه) مربوط به روش خشک کردن با مایکروویو ۹۰۰ وات بود و پس از آنها نمونه‌های خشک شده در مایکروویو با توان‌های ٦۰۰، ٤۵۰، ۳۰۰ و ۱۸۰ وات به ترتیب کمترین زمان خشک کردن را به خود اختصاص دادند، اگر چه اختلاف معنی‌داری بین نتایج حاصل از این توان با توان ۹۰۰ وات مشاهده نشد، در واقع با کاهش توان مایکروویو زمان خشک کردن افزایش یافت.

شکل ۱- تأثیر روش‌های مختلف خشک کردن ساده بر مدت زمان خشک شدن نعنا فلفلی

مطابق شکل ۲، در خشک کردن ترکیبی بیشترین زمان خشک شدن در تیمار سایه (۵۲۰ دقیقه) و کمترین زمان مربوط به تیمار مایکروویو ٤۵۰ وات+ سایه (۹٤/۵ دقیقه) بود که تنها با روش خشک کردن ترکیبی مایکروویو ۳۰۰ وات+ سایه اختلاف معنی‌داری نداشت.



شکل ۲- تأثیر روش‌های مختلف خشک کردن ترکیبی بر مدت زمان خشک شدن نعنا فلفلی

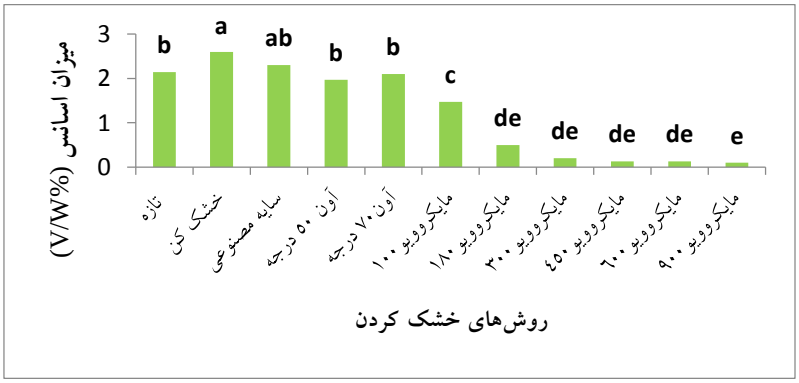
زمان خشک شدن تابعی از میزان رطوبت گیاهی و دمای محیط است .چنانچه میزان رطوبت گیاهی کمتر باشد، گیاه سریعتر خشک می‌شود و از سوی دیگر دماهای بالای محیط، با تبخیر سریعتر رطوبت گیاه سبب تسریع این فرآیند می‌شود.

سرعت از دست رفتن آب از محصول با حرکت آب از لایه های داخلی به سطح آن محصول تعیین می شود و در روش خشک کردن با آون، سه روند در سرعت خشک کردن سرخارگل وجود دارد، روند افزایشی، ثابت و کاهشی که روند کاهشی مربوط به حرکت سخت تر آب از درون محصول می باشد (Hevia *et al*., 2002). در خشک کردن باامواج مایکروویو کوتاه بودن زمان خشک کردن از مزایای مهم آن است. اشعه‌های میکروویو با پخشیدگی سریع و مؤثر در ماده گیاهی، با خشک کردن سریع، کاهش مصرف انرژی را نیز موجب می‌گردد (Diaz *et al*., 2003).

تاثیر روش‌های مختلف خشک کردن بر بابونه مورد بررسی قرار گرفت، نتایج نشان داد که، روش‌های مایکروویو و آون در مقایسه با روش طبیعی، زمان خشک شدن گلهای بابونه را به صورت معنی‌داری کاهش داده است. از طرف دیگر زمان خشک شدن در روش مایکروویو (خصوصا توان‌های بالا) نسبت به روش آون بسیار کوتاه‌تر بود (Azizi *et al*., 2009). همچنین روش مایکروویو و آون در مقایسه با روش طبیعی، زمان خشک کردن سرشاخه‌های گلدار ریحان را بصورت معنی‌داری کاهش داد (Ebadi *et al*., 2013). در ضمن نتایج به دست آمده در این تحقیق مبنی بر کاهش معنی‌دار زمان خشک کردن با افزایش توان مایکروویو با نتایج(Soysal, 2004) در رابطه با خشک کردن جعفری از طریق مایکروویو و (Ebadi *et al*., 2011) در مورد بررسی تأثیر روش‌های مختلف خشک کردن (طبیعی، آون و مایکروویو) بر زمان خشک کردن، درصد و اجزای اسانس گیاه دارویی مرزه مطابقت دارد.

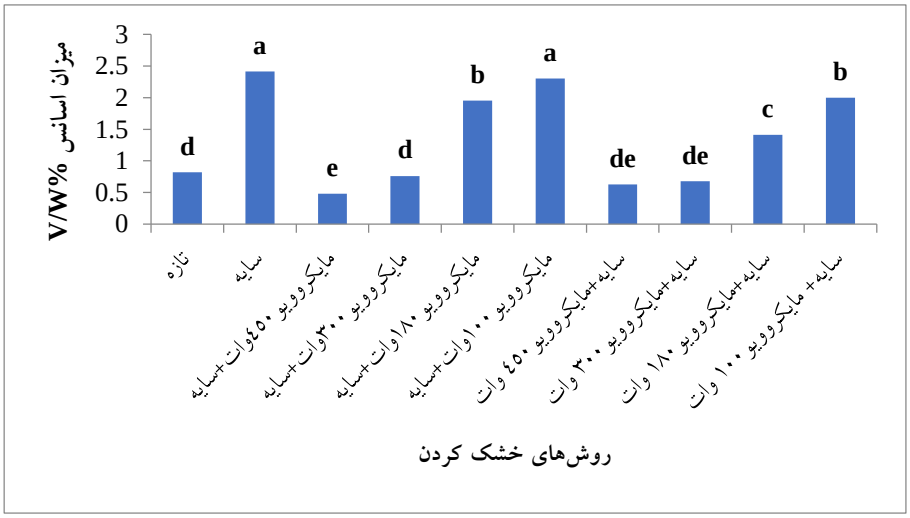
درصد اسانس

طبق نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول ۱ و۲)، تاثیر روش‌های مختلف خشک کردن ساده و ترکیبی بر درصد اسانس معنی‌دار بود ($P<0/01$). مطابق شکل ۳، بالاترین میزان اسانس مربوط به تیمار خشک‌کن کابینتی و سایه مصنوعی بود. بین تیمار سایه مصنوعی و نمونه تازه و تیمار آون با دماهای ۷۰ و ۵۰ درجه سانتی‌گراد تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، در حالی که کمترین میزان اسانس در تیمار مایکروویو ۹۰۰ وات بود که با تیمارهای ٦۰۰، ٤۵۰ و ۳۰۰ وات تفاوت معنی‌داری نداشت.



شکل ۳- تأثیر روش‌های مختلف خشک کردن ساده بر درصد اسانس نعنا فلفلی

در خشک کردن ترکیبی در روش سایه و تیمار ترکیبی مایکروویو ۱۰۰ وات+ سایه بیشترین مقدار اسانس حاصل شد، در صورتیکه کمترین مقدار اسانس در تیمار مایکروویو ٤۵۰ وات + سایه به دست آمد (شکل ٤).



شکل ٤- تأثیر روش‌های مختلف خشک کردن ترکیبی بر درصد اسانس نعنا فلفلی

طی فرآیند خشک کردن که باعث کاهش محتوای رطوبتی اندام‌های مختلف گیاهی می‌گردد، مولکولهای آب به سطح اندام حرکت می‌نمایند، لذا این امکان وجود دارد که طی این فرآیند، ترکیبات آروماتیک و معطّر نیز همراه با آب از اندام تبخیر شوند که در نتیجه به دلیل از دست رفتن بخشی از این ترکیبات، کیفیت محصول خشک شده اُفت نماید (Asekun *et al.*, 2007).

در بین گیاهان دارویی، گیاهان دارای اسانس حساسیت ویژه‌ای نسبت به روش‌های خشک کردن دارند و بیشترین نتایج در رابطه با این گیاهان، نشان داده که با افزایش دما میزان اسانس این گیاهان کاهش می‌یابد، البته در بین گیاهان اسانس‌دار ممکن است گیاهان با حساسیت کمتر نیز وجود داشته باشد، که میزان حساسیت گیاهان به دما را می‌توان به اندام دارای اسانس (پیکر رویشی یا زایشی، میوه و ...)، نحوه ذخیره اسانس در بافت، نوع ترکیبات اسانس و ... نسبت داد (Martinov *et al.*, 2007). نتایج این آزمایش نشان داد که روش‌های مختلف خشک کردن بر میزان اسانس تاثیر دارد. در اسانس‌گیری به صورت تر اگر چه میزان اسانس تا حد زیادی حفظ می‌گردد ولی به علت میزان بالای رطوبت بافتها و زمان طولانی‌تر جهت اسانس گیری مقرون به صرفه نمی باشد.

محل قرار گرفتن مواد موثره در گیاهان نقش مهمی در حفظ کیفیت دارد. گیاهان دارویی شامل مواد موثره هستند که یا در سلول‌های غده‌ای یا در کرک‌های سطح برگ‌ها (مثل رزماری) یا در بخش درونی سامانه موئین وجود دارند (مثل جعفری). گیاهانی که مواد موثره آنها روی سطح برگ قرار دارند به شدت بالای انرژی خیلی حساس هستند، در نتیجه کاهش قابل توجه اسانس به دلیل شکستن و تخریب سلولهای مولد اسانس صورت می گیرد (Baser, 2004). در رابطه با تاثیر روش‌های خشک کردن بر اسانس، تحقیقاتی توسط سایر محققان

صورت گرفته است، در تحقیقی مشخص شد که اسانس حاصل از گلبرگ های خشک شده گل محمدی در سایه نسبت به اسانس حاصل از دماهای ۳۰ و ٤٠ درجه سانتیگراد آون و روش آفتاب از لحاظ میزان اسانس دارای تفاوت معنی‌داری نبودند، ولی روش خشک کردن در سایه میزان سیترونلول و ژرانیولبالاتری داشت و دارای میزان کمتری از ترکیب های مومی و سنگین کاهنده کیفیت اسانس بود (Ahmadi *et al*., 2008). در گزارش دیگری بیان شد که میزان اسانس و اجزاء اسانس برگ بو در روش‌های خشک کردن در سایه، آفتاب و دماهای ٤٠، ٥٠ و ٦٠ درجه اختلافی نداشت (Demir *et al*., 2004). در گیاه ریحان روش سایه نسبت به مایکروویو و آفتاب بیشترین میزان اسانس را داشته است و اجزای اصلی اسانس در حد مطلوب حفظ شدند و به طور میانگین بیشتر از ۳ برابر توان‌های مختلف مایکروویو و روش خشک کردن در آفتاب بود Ebadi**).**

(2013 ,*et al*.نتایج پژوهش‌ها نشان داده که چنانچه گیاهانی مانند نعنا، رزماری، اسطوخودوس و بادرنجبویه در آفتاب خشک شوند، اسانس آنها به میزان ٢٤ درصد کاهش می‌یابد، در حالی که اگر این گیاهان در سایه خشک شوند، اسانس آنها به میزان ۱ درصد کاهش می‌یابد (Omidbeigi, 2005)، البته عکس العمل گیاهان مختلف به روش‌های خشک کردن متفاوت می باشد، بعنوان مثال در گونه‌ای نعنا بالاترین میزان اسانس در روش‌های مختلف خشک کردن (آفتاب، هوای معمولی محیط، آون ٤٠ درجه سانتیگراد و اسانس‌گیری به صورت تر) از خشک کردن در آفتاب گزارش شد (Asekun *et al*., 2007). طی تحقیقی مشخص شد که بیشترین دمای خشک کردن مریم گلی، ۳۰ درجه سانتی‌گراد می باشد و با افزایش دما از ۳۰ به ۵۵ درجه سانتی‌گراد، زمان خشک کردن تا ۹۰ درصد کاهش می‌یابد اما در این دما میزان اسانس تا ۱۵ درصد کاهش می‌یابد (Martinov *et al*., 2007). همچنین در رابطه با آزمایش‌های میکروسکوپی اپیدرم برگ‌های ریحان که تیمار حرارتی دیده اند مشخص شد که غده‌های اسانس بعد از خشک شدن شکسته می‌شوند و سوراخ‌های خالی را در مکان غده‌ها باقی می‌گذارند که به دلیل تخریب غده‌های سالم ترکیبات فرار اسانس به آسانی می توانند طی تیمارهای خشک کردن حذف شوند (Di Cesare *et al*., 2003).

آنالیز ترکیبات اسانس

آنالیز اسانس نعنا فلفلی تحت تاثیر روش‌های خشک کردن ساده در خشک‌کن، سایه مصنوعی، آون با دمای ۵۰ و ۷۰ درجه سانتی‌گراد و همچنین نمونه تازه به عنوان شاهد در جدول ۳ بیان شده است. طبق نتایج حاصل از آنالیز اسانس، ترکیب منتول در نمونه‌های خشک شده با روش‌های سایه مصنوعی و آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد افزایش نشان داد، در حالیکه میزان این ترکیب در نمونه‌های تازه با نمونه‌های خشک شده با روش خشک‌کن و آون ۵۰ درجه سانتی‌گراد تفاوت چندانی نداشت و ترکیب منتون در اثر خشک کردن به جزء تیمار سایه مصنوعی افزایش یافت. در بین ترکیبات مختلف در اسانس در روش‌های مختلف خشک کردن و نمونه تازه مشخص شد که ترکیب ۱، ۸ سینئول در اثر خشک کردن افزایش یافت، به طوریکه از ۳/٤٩ درصد در نمونه تازه به ۵/۱۱ درصد در روش خشک کردن در سایه مصنوعی رسید. در اثر خشک کردن، ترکیب منتوفوران کاهش یافت به طوریکه از ٤/٢٥ درصد در نمونه تازه به

۰/۷۸ درصد در تیمار آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد رسید. ترکیب ایزومنتول در شاهد، سایه طبیعی و آون ۵۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده نشد اما در تیمارهای سایه مصنوعی و آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. ترکیب پولگون در اثر خشک کردن با روش‌های سایه و آون کاهش یافت که با افزایش میزان دما مقدار این ترکیب کاهش قابل توجهی یافت، همچنین ترکیب تیمول در شاهد مشاهده نشد ولی در سایر تیمارها مشاهده شدند، ترکیب اوژنول در شاهد و سایه مصنوعی مشاهده نشد و در تیمارهای سایه طبیعی، آون ۵۰ و ۷۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده گردید.

جدول ۳- پروفایل اسانس نعنا فلفلی تحت تاثیر روش‌های خشک کردن ساده در خشک‌کن، سایه مصنوعی و آون

ردیف	ترکیب نعنا	شاخص کواتس (٪)	شاهد (٪)	خشک کن (٪)	سایه مصنوعی (٪)	آون ۵۰ درجه (٪)	آون ۷۰ درجه (٪)
۱	1,8- Cineole	۱۰۳٤	۳/٤۹	٤/٦٤	۵/۱۱	٤/۳۱	۵/۱۰
۲	Menthone	۱۱۵۳	٤۲/٤۸	٤٤/۳۲	٤۲/۱۷	٤۵/۰٤	٤۵/۱۷
۳	Menthofuran	۱۱٦۷	٤/۲۵۹	۱/۷۷٤	۲/۰۱۵	۱/۱۲۸	۰/۷۸۲
۴	neo- Menthol	۱۱۷۳	٦/۵۲	٦/۳۸	٦/۲۲	٦/۲۲	٦/۱۵
۵	Menthol	۱۱۷۸	۲۵/٦٦	۲٤/٦۹	۲۷/۱۰	۲۵/٤۱	۲٦/۵٤
۶	iso- Menthol	۱۱۹۰	–	–	۰/۳۱	–	۰/۲۸
۷	α- Terpineol	۱۱۹۹	–	–	–	۰/۳٤	۰/۳٦
۸	Pulegone	۱۲٤٦	۱/۱۹	۱/۱۷	۰/۸۲	۰/۸۲	۰/۵۸
۹	thymol	۱۲۸۹	–	۰/۰۲	۰/۰٤	۰/۰۵	۰/۰٤
۱۰	Eugenol	۱۳۵۸	–	۰/۰٤	–	۰/۰۳	۰/۰۳

آنالیز اسانس نعنا فلفلی تحت تاثیر روش‌های خشک کردن در توان‌های مختلف مایکروویو در جدول ٤ آورده شده است. طبق نتایج حاصل از آنالیز اسانس بر اثر خشک کردن در مایکروویو به جزء تیمار ۹۰۰ وات مایکروویو، میزان منتول افزایش یافت به طوریکه از ۲۵/٦٦ درصد در تیمار شاهد به میزان ۳۹/۱٦ درصد در تیمار ۱۸۰ وات مایکروویو رسید. خشک کردن با مایکروویو سبب کاهش معنی‌دار میزان منتون در مقایسه با نمونه‌های تازه شد، بخصوص در توان‌های بالای مایکروویو که به طور قابل توجهی میزان این ترکیب کاهش یافت. همچنین ترکیب منتوفوران با افزایش توان مایکروویو که در شاهد ٤/۲۵ درصد بود کاهش یافت. در تیمارهای مختلف مایکروویو ترکیب ۱و۸سینئول در مقایسه با نمونه تازه کاهش یافت، به‌خصوص توان‌های بالای مایکروویو سبب کاهش معنی‌داری در میزان این ترکیب شدند. همچنین در اثر خشک کردن با مایکروویو ترکیب منتیل استات افزایش یافت، اما ترکیب نئومنتول با افزایش توان مایکروویو کاهش یافت که میزان آن از ۵/۹۲ درصد در تیمار ۱۰۰ وات مایکروویو به ۲/۰۳ درصد در تیمار ۹۰۰ وات مایکروویو رسید.

میزان آلفا- توجن که در نمونه تازه ۰/۰۳ درصد بود تحت تاثیر روش‌های مختلف خشک کردن در توان‌های

مختلف مایکروویو حذف شد، اما ترکیب نئوایزومنتول که در نمونه تازه مشاهده نشد در اثر خشک کردن با مایکروویو افزایش یافته، بطوریکه با افزایش توان مایکروویو میزان این ترکیب افزایش یافت. در ضمن ترکیب ۳- اکتانال در اثر خشک کردن به جزء تیمار ۱۸۰ وات مایکروویو افزایش قابل توجهی نشان داد که از ۰/۵٦ درصد در شاهد به ۳۷/۲٤ درصد در توان ۹۰۰ وات مایکروویو رسید.

آنالیز اسانس نعنا فلفلی تحت تاثیر روش‌های خشک کردن ترکیبی در جدول ۵ منعکس شده است. طبق نتایج حاصل از آنالیز اسانس، ترکیب منتول تحت تاثیر تیمارهای خشک کردن به جزء روش خشک کردن ترکیبی ۱۰۰ وات+ سایه افزایش نشان داد بطوریکه بیشترین مقدار منتول در تیمار سایه+ ۳۰۰ وات بدست آمد، همچنین منتون در تیمارهای خشک کردن ترکیبی ۱۰۰ وات+ سایه، سایه و سایه+ ۱۰۰ وات نسبت به نمونه‌های شاهد افزایش داشت، در حالیکه در سایر روش‌های خشک کردن میزان منتون نسبت به نمونه شاهد کاهش یافت.

مطابق جدول ۵، مشخص شد که ترکیب ۱و۸سینئول به جزء تیمار سایه و تیمار ترکیبی ۱۰۰ وات+ سایه، در سایر روش‌های خشک کردن کاهش یافت، بخصوص در توان‌های بالای مایکروویو کاهش قابل توجهی را نشان داد. در اثر خشک کردن، ترکیب منتوفوران کاهش یافت بطوریکه از ۳/۰۷ درصد در نمونه تازه به ۰/۲۸ درصد در تیمار ترکیبی ٤۵۰وات+ سایه رسید. ترکیب ایزومنتول در نمونه‌های شاهد، تیمارهای سایه+ ۱۰۰ وات و سایه+ ۳۰۰وات مشاهده شد، همچنین ترکیب نئوایزومنتول که در نمونه تازه وجود نداشت، تحت تاثیر یکسری روش‌های خشک کردن بخصوص توان‌های بالای مایکروویو افزایش نشان داد.

ترکیب ای-بی-اسیمن که در نمونه تازه ۰/۰٤ درصد بود تحت تاثیر برخی از روش‌های خشک کردن ثابت ماند و تغییری نکرد، در صورتیکه این ترکیب در برخی از تیمارها کاهش نشان داد و در یکسری از تیمارها حذف شد، همچنین ترکیب آلفا توجن که در نمونه تازه ۰/۰٤ درصد بود تحت تاثیر روش‌های خشک کردن در سایه و تیمار ترکیبی ۱۸۰وات+ سایه افزایش یافت، اما تیمارهایی با توان بالای مایکروویو (۳۰۰ و ٤۵۰ وات) سبب حذف این ترکیب شدند.

فرآیند خشک کردن بر اجزای اسانس تأثیر قابل توجهی دارد و این اثر با توجه به دمای خشک کردن، طول مدت خشک کردن و گونه‌ی گیاهی متفاوت است (Yazdani *et al*., 2006).

اسانس در گیاهان خانواده نعناعیان در نزدیکی سطح برگها در کرک‌های غده‌ای ذخیره می‌شود (Moyler, 1994). عملیات خشک کردن سبب حرکت ترکیب‌های معطر در برگ گیاهان دارویی به سمت سطح برگ به همراه آب می‌گردد که در این پدیده مقداری از این ترکیبها از دست می‌رود. بنابراین روش خشک کردن جهت کاهش هدر رفتن ترکیب‌های معطر، بسیار مهم است (Asekun *et al*., 2007).

روش خشک کردن با آون در دما ی ٤۰ درجه سبب تبخیر یا تغییر ترکیب‌های اصلی اسانس گیاه نعنا (منتون، ۱، ۸ سینئول و پولگون) شد، البته در این روش مقادیر ترکیب‌هایی همچون آلفا- پینن و لیمونن نسبت به روش‌های خشک کردن در سایه و آفتاب به شدت افزایش یافت. آنها پیشنهاد دادند که جهت کاهش

ترکیب‌های منتون و پولگون در گیاه نعنا در مواردی که سبب آسیب به کبد شده‌اند، این گیاه باید به صورت خشک شده توسط آون در دمای ٤۰ درجه یا پخته شده مصرف شود (Asekun *et al*., 2007).

تأثیر درجه حرارت‌های مختلف خشک کردن (٤۰، ٦۰ و ۸۰ درجه سانتی‌گراد) برگهای نعنا فلفلی بر میزان و کیفیت اسانس نشان داد که در درجه حرارت‌های بالاتر مقدار اسانس کاهش یافته به طوری که مقدار سیترونلال و سینئول در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به یک هشتم رسید و مقدار منتول و نئومنتول در ٦۰ درجه سانتی‌گراد افزایش داشت (Mahanom *et al*., 1969). خشک کردن رزماری با آون دمای ٤٥ درجه سانتی‌گراد سبب کاهش ۷/۲٥ درصد ترکیبات فرار شده، در حالیکه خشک کردن با مایکروویو سبب کاهش ٦۱/٥ درصد این ترکیبات شد (Jaganmohan *et al*., 1998). طی گزارشی بیان شد که استفاده از توان‌های پایین مایکروویو در خشک کردن گل‌های بابونه آلمانی رقم بودگلد به دلیل کاهش بسیار زیاد زمان خشک کردن و حفظ ترکیب کامازولن، برای خشک کردن گل‌های بابونه آلمانی مناسب‌تر از روش آون و روش طبیعی می‌باشد (Azizi *et al*., 2009).

مهمترین اجزای اسانس در آویشن(تیمول)، بابونه (کامازولن)، بادرنجبویه (سیترونلول)، ترخون(استراگول)، نعنا فلفلی(منتول) در شرایط سایه بدست آمدند (Khorramdel *et al*, 2013).

جدول٤- پروفایل اسانس نعنا فلفلی تحت تأثیر روش‌های خشک کردن ساده در توان‌های مختلف مایکروویو

ردیف	ترکیب نعنا	شاخص کواتس (٪)	شاهد (٪)	توان 900w (٪)	توان 600w (٪)	توان 450w (٪)	توان 300w (٪)	توان 180w (٪)	توان 100w (٪)
۱	α- Thujene	۹۲۵	۰/۰۳	–	–	–	–	–	–
۲	3- Octanol	۹۹٦	۰/۵٦	۳۷/۲٤	۹/٦٦	۱۱/۵٤	٦/۹٦	۰/٤۷	۱۲/۹۱
۳	1,8- Cineole	۱۰۳٤	۳/٤۹	۰/۸٤	۰/۲۹	۰/۳۸	۰/۹۵	۱/۷۸	۲/۵۸
٤	Menthone	۱۱۵۳	٤۲/٤۸	۱۱/۸۹	۱۰/۸۲	۱۱/۷۲	۱۸/۱۵	۳۱/۳۸	۳۳/۵٦
۵	Menthofuran	۱۱٦۷	٤/۲۵	۰/۵۹	۰/٤۲	۰/٦٦	۰/۹۳	۰/۳۵	۱/۰۰
٦	neo- Menthol	۱۱۷۳	٦/۵۲	۲/۰۳	۳/۱۸	۲/۷۵	٤/۲۳	۵/۸۳	۵/۹۲
۷	Menthol	۱۱۷۸	۲۵/٦٦	۱۲/۱۲	۳۳/٦٤	۲٦/۸٤	۳٤/۳٦	۳۹/۱٦	۲۵/۸۰
۸	neo iso- Menthol	۱۱۹۵	–	۷/۰٦	۱/۷۹	۲/۱٦	۱/۲۷	۰/٦۱	۲/۳۹
۹	Menthyl acetate	۱۲۹۷	۱/۷۹	۲/۱۷	٦/۱۷	۵/۲۹	۵/۰۷	۳/۰۹	۱/۹۰

جدول۵- پروفایل اسانس نعنا فلفلی تحت تأثیر برخی روش‌های خشک کردن ترکیبی

ردیف	ترکیب نعنا	شاخص کواتس (٪)	شاهد (٪)	سایه (٪)	سایه+100w (٪)	سایه+180w (٪)	سایه+300w (٪)	سایه+450w (٪)	100w+سایه (٪)	180w+سایه (٪)	300w+سایه (٪)	450w+سایه (٪)
۱	α- Thujene	۹۲۵	۰/۰٤	۰/۰۵	۰/۰٤	۰/۰۳	–	–	۰/۰٤	۰/۰۵	–	–
۲	1,8- Cineole	۱۰۳٤	٤/۸٤	۵/۳۳	٤/۷٤	۳/۱۵	۲/۰۲	۱/۸۰	۵/۳۱	٤/٤۷	۲/۹٦	۱/٤۰
۳	(E)- B- Ocimene	۱۰٤٤	۰/۰٤	۰/۰۳	۰/۰٤	۰/۰۳	–	–	۰/۰٤	۰/۰٤	–	–
٤	Menthone	۱۱۵۳	۲۷/۱٤	۳۲/۷٦	۳۱/۳۹	۲۳/۱٦	۱٦/۸۰	۱۹/۸۹	۳٦/۰۵	۲۸/٦۱	۲۱/۷۲	۱۵/۸٦
۵	Menthofuran	۱۱٦۷	۳/۰۷	۱/۸۵	۱/۱۹	۰/٦۹	۰/۳۲	۰/۳۹	۲/۲۸	۰/۷٤	۰/۷۵	۰/۲۸
٦	Menthol	۱۱۷۸	۳۹/۰۲	۳۵/۷۷	۳۷/٤۰	٤۳/۹۹	٤۹/۲٤	٤۵/۲۷	۳۲/۰۳	۳۸/۱۵	٤۱/۲٤	٤۵/۳۸
۷	iso- Menthol	۱۱۹۰	۰/٤٦	–	۰/۳۸	–	۰/٤۷	–	–	–	–	–
۸	neo iso- Menthol	۱۱۹۵	–	۰/۲۹	–	–	–	۰/۸۷	–	۰/۲٦	۰/۸۱	۱/۰٦

نتیجه‌گیری

در بررسی روش‌های مختلف خشک کردن ساده و ترکیبی بر مدت زمان خشک شدن، میزان و اجزای اسانس در گیاه دارویی نعنا فلفلی به نظر می‌رسد که در خشک کردن ساده از نظر مدت زمان خشک کردن، روش مایکروویو در مقایسه با روش خشک کردن آون و سایه موثر بود و مدت زمان لازم برای خشک کردن نعنا فلفلی را به صورت معنی‌داری کاهش داد. روش خشک کردن در خشک‌کن کابینتی و سایه مصنوعی از نظر درصد اسانس به عنوان بهترین روش در نظر گرفته شد. از نظر میزان ترکیبات اسانس بیشترین مقدار منتول در روش خشک کردن با مایکروویو مشاهده شد، در حالیکه در این روش، میزان منتون کاهش قابل توجهی یافت و تحت تاثیر تمامی روش‌های خشک کردن ترکیب منتوفوران کاهش یافت. همچنین در خشک کردن ترکیبی بیشترین زمان خشک شدن در تیمار سایه بود و بیشترین مقدار اسانس در روش سایه و تیمار ترکیبی مایکروویو ۱۰۰ وات+ سایه حاصل شد، همچنین بیشترین مقدار منتول در روش خشک کردن ترکیبی سایه+ مایکروویو ۳۰۰ وات بود، در حالیکه در این روش میزان منتون کاهش معنی داری داشت.

REFRENCES

Ahmadi, A. 2010. The effect of different drying methods and storage on essential oil content and composition of peppermint (Mentha piperita). M. Sc. Thesis. Department of Botanical Science University. Oromiye Branch. Oromiye, Iran. (In Farsi).

Ahmadi, K., Sefidkon, F., and Assareh, H. M. 2008. Effect of drying methods on quantity and quality of essential oil three genotype of Rosa damascena Mill. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plant* 24, 162-176. (In Farsi).

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

Asekun, O. T., Grierson, D. S., and Afolayan, A. J. 2007. Effects of drying methods on the quantity and quanity of the essential oil of Mentha longifolia L. subsp Capensis. *Food Chemistry* 101, 995- 998.

Azizi, M., Rahmati, M., Ebadi, M. T., and Hassanzadeh-Khayyat, M. 2009. The effects of different drying methods on weight loss rate, essential oil and chamazolene contents of chamomile (Matricaria recutita) flowers. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants* 25, 182-192. (In Farsi).

Baser, K. H. C. 2004. New trend in the utilization of medicinal and aromatic plants. *Acta Hotriculturae* 676, 11- 23.

Demir, V., Gunhan, T., Yagcioglu, A. K., and Degirmencioglu, A. 2004. Mathematical modeling and the determination of some quality parameters of Project No: DAQ-194 A. Available online at http://www.rirdc.gov.au.

Diaz, R. G., Martinez-Monzo, J., Fito, P., and Chiralt, A. 2003. Modeling of dehydrating and rehydrating of orange slices in combined microwave/air drying. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 4, 203-209.

Di Cesare, L. F., Forni, E., Viscardi, D., and Nani, R. C. 2003. Changes in the chemical composition of basil caused by different drying procedures. *Food Chemistry* 51, 3575-81.

Ebadi, M. T., Rahmati, M., Azizi, M., HassanzadehKhayyat, M., and Dadkhah, A. 2013. The effects of different drying methods on drying time, essential oil content and composition of basil (Ocimum basilicum L). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants* 29, 437. (In Farsi).

Ebadi, M. T., Rahmati, M., Azizi, M., and HassanzadehKhayyat, M. 2011. Effects of different drying methods (natural method, oven and microwave) on drying time, essential oil content and composition of Savory (Satureja hortensis L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants* 26, 477-489. (In Farsi).

Ghasemi Pirbalouti. A., Mahdad, E., and Craker, L. 2013. Effects of drying methods on qualitative and quantitative properties of essential oil of two basil landraces. *Journal Food Chem* 141, 2440 - 9.

Hevia, F., Melin, P., Berti, M., Fischer, S. and Pinichet, c. 2002. Effect of drying temperature and air speed on cichoric acid and alkylamide content of Echinaceae purpurea. *Acta Horticulturae* 576, 321- 325.

Jaganmohan, R. L., Meenakshi, S., Raghavan, B., and Abraham, K. O. 1998. Supercritical fluid extraction and fractionation of different preprocessed rosmary plants. *Journal of food quality* 21, 107- 115.

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).

Maffei, M., Bertea, C. M., and Mucciarelli, M. 2007. Anatomy, Physiology, Biosynthesis, Molecular Biology, Tissue Culture, and Biotechnology of Mint Essential Oil Production: 41- 87.

Mahanom, A., Walter, R. S., and Dughty, R. M. 1969. A Guide to Medicinal Plants of Appalachia, USDA Forest Service Research Paper, Washington, 291 p.

Martinov, M., Oztekin, S., and Muller, J. 2007. Medicinal and aromatic crops. CRC Press, United States of America, 320 p.

Moyler, D. A. 1994. Spices- recent advances. 1-70, In: Charalambous, G. (Ed.). Spices, Herbs and Edible Fungi. Elsevier Science, Amsterdam, 517p.

Muller, J., Reisinger, G., and Muhlbauer, W. 1989. Drying of medicinal and aromatic plants in a greenhouse solar dryer. *Landtechnik*, 2, 58– 65.

Omid Beigi, R. 2006. Production and Medical Plant Processing (Vol. 2). Astaneqods publisher. (In Farsi).

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

Ostadzadeh, H. and 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).

Soysal, Y. M. 2004. Microwave drying characteristics of parsley. *Biosystems Eng*, 89: 167-73.

Soysal, Y., Oztekin, S., and Eren, O. 2006. Microwave drying of parsley: modelling, kinetics, and energy aspects. *Biosystems Engineering*, 93(4): 403- 413.

Yazdani, D., Shahnazi, S., Jamshidi, H. A., Rezazadeh, S., and Mojab, F. 2006. Study on variation of essential oil quality and quantity in dry and fresh herb of thyme and tarragon. *Journal of Medicinal Plants* 17, 7-15.

Sustainable Agricultural Science Research /Vol. 2/No. 4/Winter 2023/P: 1-17

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

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

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: January. 6, 2023 – Accepted: March. 20, 2023)

ABSTRACT

In order to investigate the effect of different drying methods on the drying time, the amount of essential oil and the essential components of peppermint medicinal plant, two experiments were carried out separately based on a completely randomized design with three repetitions. The results indicated a significant effect of different drying methods on the studied traits. In simple drying, the maximum drying time (570 minutes) was related to samples dried in a cabinet dryer, and the minimum drying time (5.03 minutes) was related to samples dried with 900 W microwave, while in combined drying, the maximum The drying time in the shade treatment was 520 minutes and the minimum time was 5.94 minutes for the 450W + shade microwave treatment. the maximum essential oil contente (2.6%) in simple drying obtained from cabinet dryer, while in the combined drying the maximum essential oil contente in the shade method with 2.4% and combined microwave 100W + shade treatment with 2.3%. in the simple drying method, the maximum amount of Menthol reach at microwave dried sample, while in this way a significant decrease was found Menthone, also in the combined drying, the maximum amount of Menthol reach at shade+ microwave 300 watts, but in this way, the amount of Mentone was significantly reduced. Therefore, it can be concluded that in simple drying, the cabinet dryer method and in combined drying, the shade method, are more favorable than other methods due to the preservation of essential oil.

Keywords: Essential oil, Drying, Peppermint, Microwave