

تأثیر روشهای مختلف خشک کردن بر کمیت و کیفیت اسانس آگاستاکه (*Agastache foeniculum* [Pursh] Kuntze)

زهرا عظیم‌زاده^۱، عباس حسنی^{۲*} و محسن اسمعیلی^۳

- ۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
۲- نویسنده مسئول، دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران، پست الکترونیک: horthasani@yahoo.com
۳- دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۹۳

تاریخ اصلاح نهایی: دی ۱۳۹۳

تاریخ دریافت: مهر ۱۳۹۳

چکیده

آگاستاکه (*Agastache foeniculum* [Pursh] Kuntze) گیاهی دارویی، چندساله و متعلق به خانواده نعناع می‌باشد. اسانس این گیاه منبع غنی از متیل‌کاوایکول و دارای خواص ضدقارچی و ضدباکتریایی می‌باشد. به منظور بررسی تأثیر روشهای مختلف خشک کردن بر درصد و اجزای تشکیل‌دهنده اسانس آگاستاکه، برگ‌های این گیاه در مرحله گلدهی کامل برداشت شده و با چهار روش مختلف (سایه، خورشید، آون با دماهای ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درجه سانتی‌گراد و مایکروویو با توان‌های ۱۸۰، ۳۶۰، ۵۴۰، ۷۲۰ و ۹۰۰ وات)، در قالب طرح کاملاً تصادفی و با چهار تکرار خشک شدند. فرایند خشک کردن تا زمانی که محتوای رطوبت نمونه‌ها به ۰/۱۱ بر پایه وزن خشک رسید، ادامه یافت. اسانس برگ‌های خشک شده به روش تقطیر با آب و با استفاده از دستگاه کلونجر استخراج شد. برای شناسایی اجزاء تشکیل‌دهنده اسانس، نمونه‌های اسانس با استفاده از دستگاه‌های GC و GC/MS مورد آنالیز قرار گرفتند. نتایج نشان داد که روشهای خشک کردن تأثیر معنی‌داری بر زمان خشک کردن و درصد اسانس داشتند. به طوری که کمترین (۴ دقیقه) و بیشترین (۶۴ ساعت) زمان خشک کردن به ترتیب مربوط به روشهای خشک کردن در مایکروویو ۹۰۰ وات و سایه بود. همچنین بیشترین (۱/۵۱٪) و کمترین (۰/۵۶٪) درصد اسانس به ترتیب در روشهای سایه و مایکروویو ۹۰۰ وات مشاهده شد. نتایج آنالیز اسانس نشان داد که متیل‌کاوایکول جزء غالب اسانس این گیاه بود که مقدار آن از ۸۳/۱٪ در روش سایه تا ۹۴/۶٪ در مایکروویو ۷۲۰ وات متغیر بود. در مجموع یافته‌های این تحقیق نشان داد که روش خشک کردن در سایه با وجود طولانی بودن زمان خشک کردن، بهترین تیمار بود. اما اگر هدف خشک کردن سریع و بدست آوردن اسانسی با درصد بالای متیل‌کاوایکول باشد، روش خشک کردن در آون ۴۰°C یا مایکروویو در توان‌های پایین قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: آگاستاکه (*Agastache foeniculum* [Pursh] Kuntze)، خشک کردن، اسانس، مایکروویو، آون، متیل‌کاوایکول.

مقدمه

نعناع (Lamiaceae) است. منشأ این گیاه جنوب آمریکا گزارش شده و در تمام نواحی مکزیک می‌روید. همچنین به صورت خودرو در تپه‌های سنگی نواحی مدیترانه و نیز در

آگاستاکه یا گل‌مکزیکی (*Agastache foeniculum* [Pursh] Kuntze) گیاهی علفی، چندساله و متعلق به تیره

و میکروبی است که متعاقب آن باعث حفظ و توسعه عمر انباری محصول می‌گردد. به همین دلیل کاهش سریع محتوای رطوبتی بدون اثر گذاشتن بر کیفیت مواد مؤثره گیاهان دارویی حائز اهمیت فراوان است (Calixto, 2000). به بیان دیگر عملیات خشک کردن باید حداقل کاهش کیفیت را از نظر مواد مؤثره، رنگ، عطر و طعم در پی داشته باشد (Oztekin & Martinov, 2007).

روشهای خشک کردن متعددی نظیر خشک کردن در سایه و آفتاب، خشک کردن در آون تحت دماهای مختلف، استفاده از امواج مایکروویو، خشک‌کن انجمادی و خشک‌کن با هوای داغ برای گیاهان دارویی و معطر مورد استفاده قرار گرفته‌اند که هر یک دارای مزایا و معایبی هستند (Hassanpouraghdam *et al.*, 2010). خشک کردن طبیعی (سایه و آفتاب) به دلیل دربرداشتن هزینه‌های کمتر، هنوز هم در بسیاری از مناطق به‌طور موفقیت‌آمیزی در خشک کردن مواد گیاهی مورد استفاده قرار می‌گیرند. با وجود این، کند بودن این فرایند، قرار گرفتن در معرض آلودگی‌های محیطی، تأثیر منفی تغییرات آب و هوایی، کار و زحمت زیاد و نیز عدم دستیابی به استانداردهای ثابت کیفیت این روش را با محدودیت‌هایی روبرو کرده‌است. به‌علاوه دمای بالا و تشعشعات شدید خورشیدی اثر منفی بر کیفیت مواد گیاهی داشته و موجب کاهش ویتامین‌ها، اسانس‌ها و یا تغییرات در رنگ محصولات خشک شده می‌شود (Soysal & Oztekin, 2001; Ozcan *et al.*, 2005). در مقابل، روشهای طبیعی خشک کردن در آون با دماهای مختلف در چند دهه اخیر برای خشک کردن انواع مختلفی از مواد گیاهی به‌طور مؤثری مورد استفاده قرار گرفته‌اند (Hassanpouraghdam *et al.*, 2010). خشک کردن با امواج مایکروویو نیز یکی از روشهای جدید در خشک کردن گیاهان می‌باشد. کوتاه بودن زمان خشک کردن در این روش از مزایای مهم آن است (Bloese, 2001). با این حال نتایج برخی تحقیقات در مورد گیاهان اسانس‌دار نشان می‌دهند که روش مایکروویو با وجود خشک کردن سریع و حفظ رنگ مناسب مواد گیاهی، روش مناسبی برای خشک کردن نمی‌باشد، زیرا باعث کاهش قابل توجه

شمال و غرب اروپا رویش داشته و در سطح وسیعی در مولداوی کشت می‌شود. این گیاه جزو گیاهان فلور ایران نبوده و حدود دو دهه قبل برای اولین بار بذر آن وارد کشور شد و در حال حاضر در مناطقی مثل گرگان و شمال تهران مورد کشت و پرورش قرار می‌گیرد (Raouf; Omidbaigi, 2007). پیکر رویشی آگاستاکه حاوی اسانس (حدود ۱/۴٪ تا ۲٪) است. از آنجا که متیل‌کاوایکول بیشترین مقدار اسانس را تشکیل می‌دهد، از آگاستاکه به‌عنوان مخزن متیل‌کاوایکول استفاده می‌شود. از مواد مؤثره این گیاه در صنایع غذایی، داروسازی، آرایشی و بهداشتی و همچنین در صنایع بستنی‌سازی و نوشابه‌سازی استفاده می‌شود. از این گیاه داروهایی برای معالجه بیماری‌های ریوی و سرفه تهیه می‌شود. اسانس آگاستاکه، خاصیت ضدباکتریایی و ضدقارچی دارد و گل‌های آن جاذب زنبور عسل می‌باشد (Omidbaigi, 2007).

علاوه بر ویژگی‌های بیوشیمیایی ذاتی خود گیاه، شرایط کشت و پرورش، عوامل جغرافیایی و محیطی، زمان برداشت و فرایندهای پس از برداشت نیز نقش حیاتی در کمیت و کیفیت متابولیت‌های ثانویه و در نتیجه کاربردهای بیولوژیکی، دارویی و غذایی گیاهان دارویی و معطر دارند (Hassanpouraghdam *et al.*, 2010). در بیشتر مناطق و سیستم‌های تولیدی، حجم بزرگی از مواد گیاهی تازه در یک دوره زمانی کوتاه برداشت و عرضه می‌گردد. به‌علاوه در بیشتر مواقع ظرفیت و توان کارخانجات فرآوری و استحصال مواد مؤثره گیاهان دارویی نمی‌تواند پاسخگوی حجم زیاد مواد تازه عرضه شده باشد، از این‌رو در چنین شرایطی نیاز به خشک کردن سریع مواد گیاهی برداشت شده اجتناب‌ناپذیر خواهد بود (Hassanpouraghdam & Hassani, 2014).

آب بخش مهمی از مواد زیستی را تشکیل می‌دهد و خواص فیزیکی و شیمیایی گیاهان دارویی و معطر تا حدود زیادی به‌وسیله محتوای رطوبتی آنها تعیین می‌گردد. اولین قدم در بسیاری از عملیات پس از برداشت، حذف آب اضافی (خشک کردن) می‌باشد. اساساً خشک کردن عبارت از کاهش محتوای رطوبتی گیاه به‌منظور ممانعت از فعالیت‌های آنزیمی

روغن‌های فرار گیاه می‌گردد (Ebadi et al., Rao et al., 1998; al., 2013).

انتخاب روش، دما و زمان مناسب خشک کردن با توجه به نوع مواد مؤثره متفاوت می‌باشد (Omidbaigi, 2005; Oztekin & Martinov, 2007).

تشکیل‌دهنده گیاهان دارویی، اسانس‌ها جزو حساس‌ترین ترکیب‌ها به فرایند خشک کردن می‌باشند و حساسیت این ترکیب‌ها تعیین‌کننده میزان دمای مورد استفاده برای خشک کردن می‌باشد، زیرا افزایش دمای مواد گیاهی در طی فرایند خشک کردن ممکن است باعث تبخیر یا تخریب و در نتیجه از دست رفتن برخی اجزاء مهم اسانس‌ها گردد (Venskutonis et al., 1996).

فرایند خشک کردن بر درصد و اجزای تشکیل‌دهنده اسانس تأثیر قابل‌توجهی دارد و این تأثیر بر اساس دما و طول مدت خشک کردن و نیز گونه گیاهی متفاوت است (Fathi, Yazdani et al., 2006).

همکاران (۲۰۰۹) گونه‌ای از اکالیپتوس (*Eucalyptus largiflorens*) را با روشهای مختلف (سایه، آفتاب و آون در دماهای ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درجه سانتی‌گراد) خشک نموده و گزارش کردند که روش خشک کردن در آون ۵۰°C به علت کوتاه بودن زمان خشک کردن و بدست آمدن بالاترین کمیّت و کیفیت اسانس، بهترین روش خشک کردن برای این گونه بود.

خشک کردن گونه‌های مختلف بومادران با روشهای سایه، آفتاب، آون (۵۰ و ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد) و مایکروویو نشان داد که بیشترین (۷۰٪) و کمترین (۶۰٪) درصد اسانس به‌ترتیب در روش سایه و آون ۱۰۰°C بدست آمد (Ghani & Azizi, 2009).

بررسی تأثیر روشهای مختلف خشک کردن (سایه، آفتاب و آون) در گیاه *Mentha pulegium* نشان داد که بیشترین کمترین درصد اسانس به‌ترتیب در روشهای سایه و آون بدست آمد. روش خشک کردن بر اجزاء اسانس نیز تأثیر گذاشت و اظهار شد که تصمیم‌گیری در مورد انتخاب روش

بررسی *Cymbopogon winterianus* کرده و گزارش نمودند که بهترین دمای خشک کردن از نظر کمیّت و کیفیت، اسانس ۶۰°C بود.

Blanco و همکاران (۲۰۰۲a,b) ضمن بررسی دماهای مختلف خشک کردن (۴۰، ۶۰ و ۸۰ درجه سانتی‌گراد) بر گیاهان نعناع فلفلی و رزماری، کاهش درصد اسانس را از ۱٪ (۴۰°C) به ۱۴٪ (۶۰°C) و ۱۲٪ (۸۰°C) در نعناع فلفلی و از ۱۳٪ (۴۰°C) به ۶۲٪ (۶۰°C) و ۰۹٪ (۸۰°C) در رزماری گزارش کردند.

Sefidkon و همکاران (۲۰۰۶) تأثیر روشهای خشک کردن در سایه، آفتاب و آون (۴۵°C) را بر گیاه مرزه بررسی کرده و گزارش کردند که خشک کردن در آون به سبب کاهش زمان خشک کردن، محتوای بیشتر اسانس و درصد بالاتر کارواکرول در اسانس برای این گیاه قابل توصیه است.

Asekun و همکاران (۲۰۰۷) در تحقیقی بر روی گیاه *Mentha longifolia* subsp. *capensis* پولگون، منتون و لیمونن را به‌ترتیب به عنوان اجزاء غالب اسانس در نمونه‌های تازه، خشک شده در سایه و آفتاب و آون گزارش کردند.

Lemos و همکاران (۲۰۰۸) اعلام کردند که محتوای اسانس *Melaleuca alternifolia* تحت تأثیر درجه حرارت‌های مختلف خشک کردن قرار نگرفت. با این حال، خشک کردن باعث کاهش محتوای اسانس در مقایسه با گیاه تازه شد.

Ennajar و همکاران (۲۰۱۰) میوه‌های گونه‌ای از سرو (*Juniperus phoenicea*) را با روشهای سایه، آفتاب و آون (۴۵°C) خشک کرده و نتیجه گرفتند که روش خشک کردن در آون برای بدست آوردن بالاترین محتوای اسانس و روش خشک کردن در سایه برای بدست آوردن اسانسی با مقادیر بالاتر آلفا-پینن و دلتا-۳-کارن مناسب‌تر است.

خشک کردن گونه‌های مختلف بومادران با روشهای سایه، آفتاب، آون (۵۰ و ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد) و مایکروویو نشان داد که بیشترین (۷۰٪) و کمترین (۶۰٪) درصد اسانس به‌ترتیب در روش سایه و آون ۱۰۰°C بدست آمد (Ghani & Azizi, 2009).

بررسی تأثیر روشهای مختلف خشک کردن (سایه و آون ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درجه سانتی‌گراد) در گیاه آویشن (دناپی) (*Thymus daenensis* Celak) نشان داد که بالاترین درصد اسانس در آون ۳۰°C بدست آمد. همچنین تیمول به‌عنوان جزء غالب اسانس این گیاه در روش سایه از کمترین مقدار برخوردار بود (Ne'mati et al., 2011).

Rocha و همکاران (۲۰۰۰) تأثیر دماهای مختلف خشک کردن (۳۰، ۴۰، ۵۰، ۶۰ و ۷۰ درجه سانتی‌گراد) را بر گیاه

وزن خشک (گرم آب به ازای گرم ماده خشک) بود. خشک کردن نمونه‌های برگ‌گی تا زمانی که محتوای رطوبتی آنها به ۹/۹٪ بر پایه وزن تر و یا ۰/۱۱ بر پایه وزن خشک برسد، ادامه یافت. سپس اسانس برگ‌های خشک‌شده به روش تقطیر با آب و توسط دستگاه کلونجر (به مدت ۲/۵ ساعت) استخراج شد. برای جداسازی و شناسایی ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس‌ها از دستگاه‌های کروماتوگرافی گازی (GC) و کروماتوگرافی گازی متصل به طیف‌سنج جرمی (GC/MS) استفاده شد. شناسایی ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس‌ها نیز با استفاده از اندیس بازداری، بررسی طیف‌های جرمی ترکیب‌ها و مقایسه آنها با طیف‌های جرمی موجود در کتابخانه‌های رایانه‌ای و مراجع معتبر (Davies, 1990; Adams, 2007) انجام شد. مشخصات دستگاه‌های مورد استفاده بشرح زیر بود:

دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC)

در این تحقیق از دستگاه کروماتوگرافی گازی مدل 9A ساخت شرکت شیمادزو (کشور ژاپن) و مجهز به ستون 5-ph (به طول ۳۰ متر و قطر داخلی ۰/۱ میلی‌متر و ضخامت فاز ساکن ۰/۲۵ میکرومتر) استفاده شد. دمای اولیه ۶۰ درجه سانتی‌گراد بود که تا رسیدن به دمای نهایی اولیه ۲۱۰ درجه سانتی‌گراد در هر دقیقه ۳ درجه به آن افزوده شد و بعد از دمای ۲۱۰ تا دمای نهایی ثانویه ۲۴۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت ۲۰ درجه در دقیقه و توقف در این دما به مدت ۸/۵ دقیقه بود. نوع آشکارساز FID و درجه حرارت محفظه تزریق ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد بود. گاز حامل این دستگاه هلیوم (با درجه خلوص ۹۹/۹۹٪) بود که با سرعت ۳۲ سانتی‌متر بر ثانیه در طول ستون حرکت می‌کرد.

دستگاه کروماتوگرافی گازی متصل به طیف‌سنج جرمی (GC/MS)

از گاز کروماتوگراف متصل شده به طیف‌سنج جرمی مدل واریان ۳۴۰۰ از نوع تله یونی مجهز به ستون DB-5 (به طول ۳۰ متر و قطر ۰/۲۵ میلی‌متر که ضخامت لایه فاز

مناسب خشک کردن بستگی به ترکیب‌های مورد نظر اسانس خواهد داشت (Hassanpouraghdam & Hassani, 2014).

با عنایت به تأثیر قابل توجه فرایندهای پس از برداشت بر کمیت و کیفیت مواد مؤثره گیاهان و با توجه به اینکه تاکنون هیچ‌گونه تحقیقی در رابطه با خشک کردن گیاه آگاستاکه انجام نشده است، از این رو تحقیق حاضر با هدف بررسی تأثیر روشهای مختلف خشک کردن بر این گیاه، برای حصول بالاترین کمیت و کیفیت اسانس و انتخاب مناسب‌ترین روش با توجه به امکانات و هزینه‌های لازم برای فرایند خشک کردن انجام شد.

مواد و روشها

به‌منظور بررسی تأثیر روشهای مختلف خشک کردن بر درصد و اجزای اسانس آگاستاکه، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار، در مزرعه تحقیقاتی و آزمایشگاه گروه علوم باغبانی دانشگاه ارومیه اجرا شد. برای تهیه نشاء، ابتدا بذرهای گیاه مورد نظر در اوایل فروردین‌ماه ۱۳۹۱ در لیوان‌های پلاستیکی و در گلخانه کشت گردید. سپس گیاهچه‌ها در مرحله شش تا هشت برگگی (اواسط اردیبهشت ۱۳۹۱) به زمین اصلی انتقال شده و در کرت‌هایی به ابعاد ۲×۲ متر با فاصله ۳۰×۲۰ سانتی‌متر کاشته شدند. اندام‌های هوایی آگاستاکه در مرحله گلدهی کامل (اواسط مردادماه ۱۳۹۱) بین ساعت ۱۰ تا ۱۲ قبل از ظهر جمع‌آوری شدند و پس از جداسازی برگ‌ها از سایر بخش‌های گیاه، نمونه‌های برگ در چهار روش مختلف (سایه، آفتاب، آون با دماهای ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درجه سانتی‌گراد و مایکروویو با توان‌های ۱۸۰، ۳۶۰، ۵۴۰، ۷۲۰ و ۹۰۰ وات) خشک شدند. دستگاه مایکروویو مورد استفاده در این تحقیق ساخت شرکت LG (مدل MC-2003TR/02) و مشخصات فنی آن شامل توان: ۹۰۰W، ولتاژ: ۲۳۰V و فرکانس: ۲۴۵۰MHz بود. به‌منظور محاسبه درصد رطوبت اولیه، سه نمونه ۵۰ گرمی در یک آون در دمای ۱۰۵°C به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند. محتوای رطوبتی اولیه آگاستاکه تقریباً ۷۲/۷۹٪ بر پایه وزن تر (گرم آب به ازای گرم نمونه) و به عبارتی ۲/۶۷ بر پایه

نمونه‌ها برای روشهای سایه، آفتاب و آون ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درجه سانتی‌گراد به ترتیب ۴، ۳۰، ۵ و ۲ ساعت بود. با توجه به شکل ۱، با افزایش دمای آون، شیب منحنی‌های کاهش محتوای رطوبتی افزایش یافت. به طوری که مقدار آن از ۰/۷ در ۴۰ درجه به ۰/۷ در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد رسید. به بیان دیگر با افزایش دما، زمان خشک کردن به صورت معنی‌داری کاهش یافت. زمان لازم برای خشک کردن نمونه‌ها تا حد رسیدن به محتوای رطوبتی ۰/۱۱ بر پایه وزن خشک، در آون ۴۰ درجه به ترتیب ۶ و ۱۵ برابر آون ۶۰ و ۸۰ درجه سانتی‌گراد بود.

در شکل ۲ نیز نمودار کاهش رطوبت برگ‌های آگاستاکه در طول دوره خشک کردن با میکروویو آورده شده است. مدت زمان خشک شدن نمونه‌ها با توجه به توان‌های مختلف بین ۴ دقیقه (در توان ۹۰۰ وات) تا ۱۲۸ دقیقه (در توان ۱۸۰ وات) طول کشید. با افزایش توان دستگاه میکروویو، شیب منحنی‌های کاهش محتوای رطوبتی افزایش یافت. به طوری که از ۰/۰۲ در توان ۱۸۰ وات به ۰/۵ در توان ۹۰۰ وات رسید که بیانگر افزایش سرعت خشک شدن در اثر افزایش توان دستگاه می‌باشد.

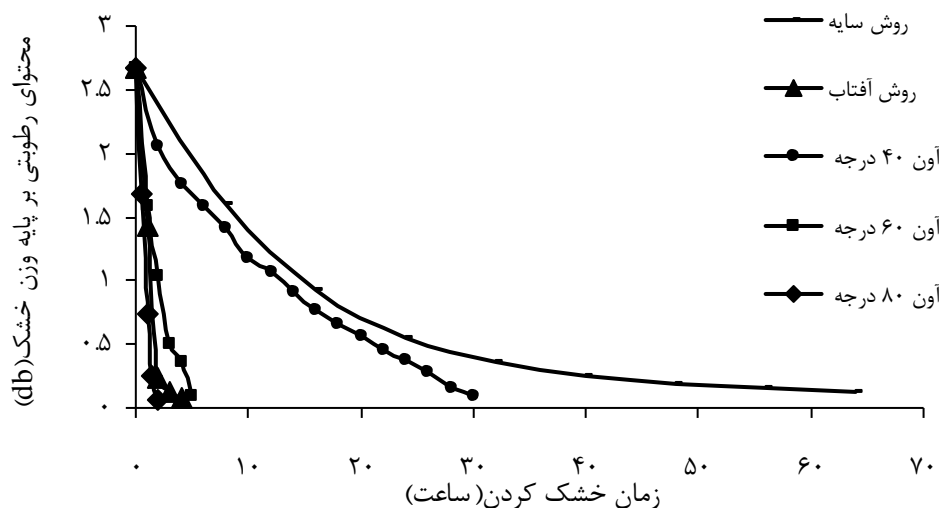
ساکن در آن ۰/۲۵ میکرومتر بود) استفاده شد. برنامه‌ریزی حرارتی ستون از دمای اولیه ۵۰ درجه تا دمای نهایی ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد بود که در هر دقیقه ۴ درجه به آن افزوده می‌شد. دمای محفظه تزریق ۱۰ درجه بیشتر از دمای نهایی ستون تنظیم گردید. گاز حامل هلیوم (با درجه خلوص ۹۹/۹۹۹٪) بود که با سرعت ۳۱/۵ سانتی‌متر بر ثانیه در طول ستون حرکت می‌کرد. زمان اسکن برابر یک ثانیه، انرژی یونیزاسیون ۷۰ الکترون ولت و ناحیه جرمی از ۴۰ تا ۳۶۰ بود.

تجزیه واریانس مربوط به داده‌های حاصل از اندازه‌گیری محتوای اسانس با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌های مربوط به این صفت نیز با استفاده از آزمون دانکن انجام شد.

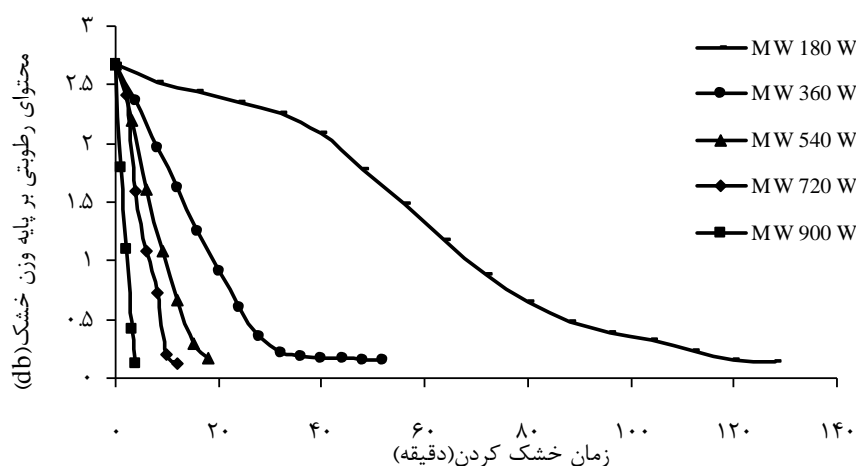
نتایج

زمان خشک کردن

در شکل ۱ نمودار کاهش رطوبت برگ‌های آگاستاکه برحسب زمان برای روشهای خشک کردن طبیعی (سایه و آفتاب) و آون آورده شده است. مدت زمان خشک شدن



شکل ۱- روند کاهش رطوبت برگ‌های آگاستاکه در واکنش به روشهای خشک کردن طبیعی (سایه و آفتاب) و آون



شکل ۲- روند کاهش رطوبت برگ‌های آگاستاکه در واکنش به توان‌های مختلف در روش خشک کردن با مایکروویو

درصد اسانس

نداشت. پایین‌ترین درصد اسانس (۰/۵۶٪) نیز در مایکروویو ۹۰۰ وات بدست آمد که اختلاف آن با سایر تیمارها معنی‌دار بود. همچنین اختلاف معنی‌داری از نظر درصد اسانس بین روشهای مایکروویو ۳۶۰، ۵۴۰ و ۷۰۰ وات و آون ۶۰ و ۸۰ درجه مشاهده نشد. بدین ترتیب مشاهده می‌شود که در روش آون با افزایش دما و در روش مایکروویو با افزایش توان، درصد اسانس کاهش یافت (شکل ۳).

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱)، روشهای مختلف خشک کردن تأثیر معنی‌داری بر درصد اسانس داشته‌اند ($p < 0.01$). مقایسه میانگین‌های مربوط به تأثیر روشهای مختلف خشک کردن بر درصد اسانس (شکل ۳) نشان می‌دهد که بالاترین درصد اسانس (۱/۵۱٪) در روش سایه بدست آمد که اختلاف معنی‌داری با آون ۴۰ درجه و مایکروویو ۱۸۰ وات

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس مربوط به تأثیر روشهای مختلف خشک کردن بر درصد اسانس آگاستاکه

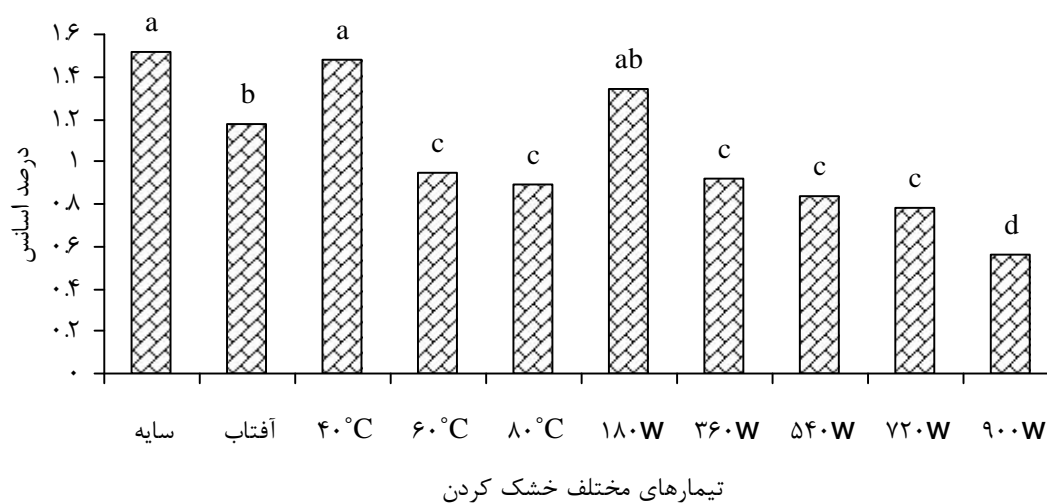
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
تیمار خشک کردن	۹	۰/۴۰۸ **
اشتباه آزمایشی	۳۰	۰/۰۰۹۹
ضریب تغییرات (%)		۹/۵۵

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

اجزاء تشکیل‌دهنده اسانس

بودند. مقدار متیل‌کاوایکول به‌عنوان اصلی‌ترین ترکیب تشکیل‌دهنده اسانس از ۸۳/۱٪ در روش سایه تا ۹۴/۶٪ در مایکروویو ۷۲۰ وات متغیر بود. در روش آون با افزایش دما میزان متیل‌کاوایکول ابتدا افزایش و بعد کاهش یافت، در حالی‌که در روش مایکروویو با افزایش توان دستگاه درصد متیل‌کاوایکول افزایش نشان داد. مقدار لیمونن (دومین ترکیب مهم اسانس) نیز از ۱/۹٪ در مایکروویو ۷۲۰ وات تا ۵/۷٪ در آون ۸۰ درجه متغیر بود.

نتایج آنالیز اسانس نمونه‌های خشک شده به روشهای مختلف در جدول ۲ آورده شده‌است. در اسانس نمونه‌های خشک شده در سایه، آفتاب، آون ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درجه سانتی‌گراد و مایکروویو ۱۸۰، ۳۶۰، ۵۴۰، ۷۲۰ و ۹۰۰ وات به ترتیب ۷، ۹، ۸، ۸، ۷، ۹، ۸، ۸ و ۸ ترکیب شناسایی شد. اجزا غالب شناسایی شده در تمام اسانس‌ها شامل متیل‌کاوایکول، لیمونن، اسپاتیولنول و کاربوفیلن‌اکساید



شکل ۳- تأثیر روشهای مختلف خشک کردن بر درصد اسانس آگاستاکه

جدول ۲- درصد ترکیبهای اسانس گیاه آگاستاکه تحت تأثیر روشهای مختلف خشک کردن

روشهای مختلف خشک کردن										شاخص بازداری	ترکیب	ردیف
مایکروویو (وات)			آون (°C)				روش طبیعی					
۹۰۰	۷۲۰	۵۴۰	۳۶۰	۱۸۰	۸۰	۶۰	۴۰	آفتاب	سایه			
۰/۵	۰/۱	۰/۵	۰/۵	-	۰/۸	۰/۸	۰/۶	۰/۶	۰/۷	۹۷۹	1-octen-3-ol	۱
۰/۴	۰/۲	۰/۴	۰/۴	-	۰/۶	۰/۶	۰/۵	۰/۵	-	۹۸۴	3-octanone	۲
۳/۵	۱/۹	۳/۶	۳/۵	۳/۶	۵/۷	۴/۹	۳/۲	۳/۷	۳/۴	۱۰۲۹	limonene	۳
۰/۷	۰/۲	۰/۶	۰/۵	۰/۵	۰/۸	۰/۶	۰/۵	۰/۶	-	۱۱۱۳	1-octen-3-yl-acetate	۴
۹۱/۶	۹۴/۷	۹۱/۷	۹۰/۰	۸۶/۵	۸۶	۹۰/۶	۸۸/۱	۹۰/۵	۸۳/۱	۱۱۱۹	methyl chavicol	۵
-	-	-	۰/۳	۰/۸	۱/۶	-	۱/۲	۱/۲	۰/۳	۱۲۷۰	n-decanal	۶
۰/۶	۰/۴	۰/۷	۱/۱	۱/۶	۰/۸	۰/۶	-	۰/۵	۱/۷	۱۴۳۴	-gurjunene	۷
۱/۰	۰/۹	۱/۰۹	۱/۷	۳/۸	۱/۴	۰/۸	۲/۱	۱/۱	۳/۱	۱۵۷۷	spathulenol	۸
۰/۷	۰/۸	۰/۸	۱/۶	۳/۰	۱/۵	۰/۹	۲/۱	۱/۱	۳/۱	۱۵۸۱	caryophyllene oxide	۹
۹۹	۹۹/۲	۹۹/۳۹	۹۹/۶	۹۹/۸	۹۹/۲	۹۹/۸	۹۸/۳	۹۹/۸	۹۵/۴		مجموع	

بحث

برداشت تا زمان استفاده یا فرآوری است. در دارونامه‌های سراسر دنیا، میزان رطوبت نهایی بیشتر گیاهان دارویی خشک‌شده که امکان نگهداری رضایت‌بخش آنها را تأمین نماید حدود ۸ تا ۱۲ درصد توصیه شده‌است (Rocha *et al.*, 2011). در انتخاب نوع روش خشک کردن گیاهان دارویی، باید به نوع اندام مورد استفاده و نیز نوع مواد مؤثره

فرایندهای پس از برداشت گیاهان دارویی اهمیت زیادی در چرخه تولید این گیاهان دارند، زیرا آنها به‌طور مستقیم بر کمیت و کیفیت ترکیب‌های فعال محصول قابل عرضه اثر می‌گذارند (Silva & Casali, 2000). خشک کردن یکی از قدیمی‌ترین روشهای نگهداری گیاهان دارویی بعد از

(۲۰۰۹) در بابونه آلمانی، Mohtashami و همکاران (۲۰۱۲) در بادرشبی، Ebadi و همکاران (۲۰۱۳) در ریحان و Hassanpouraghdam و Hassani (۲۰۱۴) در پونه نیز گزارش شده است. با این حال، در تحقیقات Sefidkon و همکاران (۲۰۰۶) در مرزه و Ennajjar و همکاران (۲۰۱۰) در گونه‌ای از سرو، برتری روش خشک کردن در آن 45°C نسبت به روشهای سایه و آفتاب (از نظر کاهش کمتر میزان اسانس) مورد تأکید قرار گرفت. اختلاف در نتایج تحقیقات مختلف ممکن است ناشی از تفاوت در گونه گیاهی، ساختارهای ترشحي و موقعیت آنها در گیاه و ترکیب شیمیایی اسانس‌ها باشد (Khangholi & Rezaeinodehi, 2008). بدیهی است که کاهش ترکیب‌های فرار در طول فرایند خشک کردن بستگی به میزان فرار بودن و ساختار شیمیایی ترکیب‌های گیاهی دارد (Venskutonis, 1997).

طبق نتایج آنالیز اسانس، اجزاء غالب شناسایی شده در تمام اسانس‌ها شامل متیل‌کاوایکول، لیمونن، اسپاتیولنول و کاربوفیلن‌اکساید بودند. مقدار متیل‌کاوایکول به‌عنوان جزء اصلی تشکیل‌دهنده اسانس برگ‌های آگاستاکه از ۸۳/۱٪ در روش سایه تا ۹۴/۶٪ در مایکروویو ۷۲۰ وات متغیر بود. نکته قابل تأمل، کم بودن میزان متیل‌کاوایکول در روشهای سایه، آن 40°C و مایکروویو ۱۸۰ وات بود. به بیان دیگر با طولانی شدن زمان خشک‌شدن چون فرصت بیشتری برای تبخیر این ترکیب وجود دارد، از این رو میزان آن کاهش می‌یابد. به‌رحال به نظر می‌رسد کاهش متیل‌کاوایکول بیش از آن که تابع دما باشد به زمان خشک کردن وابسته است، بنابراین حفظ درصد بالای این ترکیب در کلیه روشها (به‌خصوص روش مایکروویو) نسبت به روش سایه می‌تواند از کاهش تلفات تبخیری ناشی از کاهش زمان خشک کردن منتج شود. روش مایکروویو برای رسیدن به فرایند مؤثر و سریع انتقال حرارت به درون ماده، سلب زمان لازم برای انجام واکنش‌های ناخواسته و در نتیجه ممانعت از افت کیفیت محصول، توسعه یافته است (Mertens & Knorr, 1992). بنابراین به نظر می‌رسد کاهش قابل‌توجه زمان خشک کردن و حفظ مقادیر بالاتر متیل‌کاوایکول در

توجه کرد و روش مناسبی را مورد استفاده قرار داد (Omidbaigi, 2005).

از نظر سرعت فرایند خشک کردن، تفاوت‌های قابل‌توجهی در بین روشهای مورد استفاده در این تحقیق ملاحظه شد. روشهای سایه و مایکروویو ۹۰۰ وات به ترتیب طولانی‌ترین و کوتاه‌ترین زمان خشک کردن را به خود اختصاص دادند. با افزایش دما در روش آن و با افزایش توان دستگاه در روش مایکروویو، زمان خشک کردن برگ‌های آگاستاکه کاهش یافت و این یافته‌ها با نتایج تحقیق Azizi و همکاران (۲۰۰۹) در بابونه آلمانی، Ebadi و همکاران (۲۰۱۱) در مرزه، Ne'mati و همکاران (۲۰۱۱) در آویشن دنايي و Ebadi و همکاران (۲۰۱۳) در ریحان مطابقت داشت.

فرایند خشک کردن بر درصد و اجزای تشکیل‌دهنده اسانس تأثیر قابل‌توجهی دارد و این تأثیر بر اساس دما و طول مدت خشک کردن و نیز گونه گیاهی متفاوت است (Yazdani et al., 2006). در تحقیق حاضر بالاترین و پایین‌ترین درصد اسانس به ترتیب در روش سایه و مایکروویو ۹۰۰ وات بدست آمد. در روش آن با افزایش دما و در روش مایکروویو با افزایش توان دستگاه، درصد اسانس کاهش یافت. کوتاه‌بودن زمان خشک کردن، یکی از مزایای مهم خشک کردن با امواج مایکروویو می‌باشد (Blöse, 2001). با این حال، نتایج برخی تحقیقات در مورد گیاهان اسانس‌دار نشان می‌دهند که روش مایکروویو با وجود خشک کردن سریع و حفظ رنگ مناسب مواد گیاهی، روش مناسبی برای خشک کردن نمی‌باشد، زیرا باعث کاهش قابل توجه روغن‌های فرار گیاه می‌گردد (Rao et al., 1998; Ebadi et al., 2013).

Arabhosseini و همکاران (۲۰۰۶) نیز وجود یک رابطه خطی بین دمای خشک کردن و کاهش اسانس برگ‌های ترخون را گزارش کردند. برتری روش خشک کردن در سایه از نظر حفظ درصد اسانس، در تحقیقات Omidbaigi و همکاران (۲۰۰۴) در بابونه رومی، Ahmadi و همکاران (۲۰۰۸) در گل‌محمدی، Azizi و همکاران

روشهای قابل توصیه‌ای برای این گیاه نمی‌باشند. بنابراین در صورت عدم دسترسی به امکانات و تجهیزات خشک کردن (آون و مایکروویو) و در مواردی که خشک‌شدن سریع مواد گیاهی و درصد بالای متیل‌کاوایکول مورد تقاضا نباشد، استفاده از روش سایه و در صورتی که خشک‌شدن سریع و درصد بالای متیل‌کاوایکول مورد توجه باشد، استفاده از روش آون 40°C یا مایکروویو 180 وات برای خشک‌کردن گیاه آگاستاکه قابل توصیه خواهد بود.

منابع مورد استفاده

- Adams, R.P., 2007. Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Quadrupole Mass Spectroscopy. Allured Publishing Corporation, Carol Stream, 803p.
- Ahmadi, K., Sefidkon, F. and Assareh, M.H., 2008. The effects of different drying methods on essential oil content and composition of three genotypes of *Rosa damascena* Mill. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 24(2): 162-176.
- Arabhosseini, A., Padhye, S., Van Beek, T.A., Van Boxtel, A.J.B., Huisman, W., Posthumus, M.A. and Muller, J., 2006. Loss of essential oil of tarragon (*Artemisia dracunculoides* L.) due to drying. Journal of the Science of Food and Agriculture, 86(15): 2543-2550.
- Asekun, O.T., Grierson, D.S. and Afolayan, A.J., 2007. Effects of drying methods on the quality and quantity of the essential oil of *Mentha longifolia* L. subsp. *capensis*. Food Chemistry, 101(3): 995-998.
- Azizi, M., Rahmati, M., Ebadi, T. and Hassanzadeh Khayat, M., 2009. The effects of different drying methods on weight loss rate, essential oil and chamazulene contents of chamomile (*Matricaria recutita*) flowers. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 25 (2):182-192.
- Blanco, M.C.S.G., Ming, L.C., Marques, M.O.M. and Bovi, O.A., 2002a. Drying temperature effects in peppermint essential oil content and composition. Acta Horticulturae, 569: 95-98.
- Blanco, M.C.S.G., Ming, L.C., Marques, M.O.M. and Bovi, O.A., 2002b. Drying temperature effects in rosemary essential oil content and composition. Acta Horticulturae, 569: 99-103.
- Blöse, N., 2001. Herb Drying Handbook: Includes Complete Microwave Drying Instructions. Sterling Publishing Co. Inc., New York, 96p.
- Calixto, J.B., 2000. Efficacy, safety, quality control, market and regulatory guidelines for herbal

روش مایکروویو، اهداف استفاده از این روش را توجیه کند. دومین ترکیب مهم اسانس لیمونن بود که مقدار آن از $1/9\%$ در مایکروویو 720 وات تا $5/7\%$ در آون 80 درجه متغیر بود. Ebadi و همکاران (۲۰۱۱) ضمن بررسی تأثیر روشهای مختلف خشک کردن در گیاه مرزه دریافتند که طولانی‌ترین و کوتاه‌ترین زمان خشک کردن به ترتیب در شرایط خشک کردن در سایه و مایکروویو 900 وات بدست آمد. همچنین روش سایه و آون 50°C اگرچه از بالاترین درصد اسانس برخوردار بودند ولی بر اجزا اصلی اسانس (کارواکرول و گاما-تریپنین) اثر منفی گذاشتند. در مقابل کمترین درصد اسانس و بالاترین محتوی کارواکرول در روش مایکروویو بدست آمد. Khangholi و Rezaeinodehi (۲۰۰۸) نیز ضمن بررسی تأثیر روشهای خشک کردن در سایه و آون (35 ، 45 ، 55 و 65 درجه سانتی‌گراد) بر اسانس گیاه گندواش یا درمنه یک‌ساله (*Artemisia annua*) گزارش کردند که با افزایش دمای خشک کردن، درصد اسانس و مقدار مونوترپن‌ها در ترکیب اسانس کاهش، در حالی‌که میزان سزکویی‌ترین‌های اسانس افزایش یافت. چنین نتیجه‌ای ممکن است ناشی از وزن مولکولی پایین مونوترپن‌ها در مقایسه با سزکویی‌ترین‌ها باشد که در دماهای بالاتر سریعتر از اندام‌های گیاهی خارج می‌شوند.

در مجموع یافته‌های این تحقیق نشان داد که روش سایه با وجود حفظ مقادیر بالاتر اسانس، به علت کندی فرایند خشک‌شدن و کاهش قابل توجه درصد متیل‌کاوایکول روش مناسبی برای خشک کردن آگاستاکه نیست. در مقابل روش آون 40°C و مایکروویو 180 وات، ضمن کاهش قابل توجه زمان خشک‌کردن (به ترتیب حدود 34 و 62 ساعت نسبت به روش سایه)، از نظر میزان اسانس تفاوت معنی‌داری با روش سایه نداشته و در عین حال از میزان متیل‌کاوایکول بیشتری نیز برخوردار بودند. استفاده از روشهای آفتاب، آون با دماهای 60 و 80 درجه و توان‌های بالاتر از 180 وات مایکروویو نیز با وجود دارا بودن درصد بالاتری از متیل‌کاوایکول، به علت کاهش قابل توجه درصد اسانس

- Lemos, D.R.H., Rocha, R.P., Melo, E.C., Visser, E. and Pinheiro, A.L., 2008. Influence of drying air temperature on the essential oil content from *Melaleuca alternifolia* Cheel. In: CIGR-International Conference of Agricultural Engineering, XXXVII Congresso Brasileiro de Engenharia Agricola, Brazil, 31 August-4September: 5-11.
- Mertens, B. and Knorr, D., 1992. Developments of nonthermal processes for food preservation. *Food Technology*, 46(5): 124-133.
- Mohtashami, S., Babalar, M., Ebrahimzadeh Mousavi, S.M., Mir Jalili, M.H. and Adib, J., 2012. The effect of growing conditions and different drying methods on drying time, essential oil content, color characteristics and microbial load of *Dracocephalum moldavica* L. *Iranian Journal of Horticultural Sciences*, 43(2): 243-254.
- Ne'mati, Sh., Sefidkon, F. and Poorherave, M., 2011. The effects of drying methods on essential oil content and composition of *Thymus daenensis* Celak. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 27(1): 72-80.
- Omidbaigi, R., 2005. *Production and Processing of Medicinal Plants (Volume 1)*. Behnashr Publication, Iran, 347p.
- Omidbaigi, R., 2007. *Production and Processing of Medicinal Plants (Volume 2)*. Astan Ghods Razavi, Publication, Iran, 438p.
- Omidbaigi, R., Sefidkon, F. and Kazemi, F., 2004. Influence of drying methods on the essential oil content and composition of Roman chamomile. *Flavour and Fragrance Journal*, 19: 196-198.
- Ozcan, M., Arslan, D. and Unvar, A., 2005. Effect of drying methods on the mineral content of basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Food Engineering*, 69: 375-379.
- Oztekin, S. and Martinov, M., 2007. *Medicinal and Aromatic Crops: Harvesting, Drying and Processing*. Haworth Food and Agricultural Products Press, New York, 320p.
- Rao, L.J., Singh, M., Raghavan, B. and Abraham, K.O., 1998. Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.): impact of drying on its flavor quality. *Journal of Food Quality*, 21: 107-115.
- Raouf Fard, F., Sharifi, M., Omidbaigi, R., Sefidkon, F., Behmanesh, M. and Ahmadi, N., 2014. Effect of Methyl Jasmonate on metabolic enzymes and phenolics, in *Agastache foeniculum* [Pursh] Kuntze. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 30(3): 361-369.
- Rocha, S.F.R., Ming, L.C. and Marques, M.O.M., 2000. Influence of five drying temperatures on the medicines (phytotherapeutic agents). *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 33: 179-189.
- Davies, N.N., 1990. Gas chromatographic retention indices of monoterpenes and sesquiterpenes on methyl silicone and carbowax 20M phases. *Journal of Chromatography*, 503: 1-24.
- Ebadi, M. T., Rahmati, M., Azizi, M. and Hassanzadeh Khayyat, 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(4): 477-489.
- Ebadi, M.T., Rahmati, M., Azizi, M., Hassanzadeh Khayyat, 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(2): 425-437.
- Ennajar, M., Bouajila, J., Lebrihi, A., Mathieu, F., Savagnac, A., Abderraba, M., Raiesf, A. and Romdhane, M., 2010. The influence of organ, season and drying method on chemical composition and antioxidant and antimicrobial activities of *Juniperus phoenicea* L. essential oils. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90: 462-470.
- Fathi, E., Sefidkon, F., Bakhshi Khaniki1, Gh. Abravesh, Z. and Assareh, M.H., 2009. The effects of drying and distillation methods on essential oil content and composition of *Eucalyptus largiflorens*. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 25(1): 64-74.
- Ghani, A. and Azizi, M., 2009. The effect of different drying methods on quantity and quality characteristics of five yarrow species (*Achillea*). *The Plant Production (Scientific Journal of Agriculture)*, 32(1): 1-11.
- Hassanpouraghdam, M.B., Hassani, A., Vojodi, L. and Farsad-Akhtar, N., 2010. Drying method affects essential oil content and composition of basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 13(6): 759-766.
- Hassanpouraghdam, M.B. and Hassani, A., 2014. Oven and conventional drying methods affect volatile oil content and composition of *Mentha pulegium* L. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 17(2): 346-352.
- Khangholi, S. and Rezaeinodehi, A., 2008. Effect of drying temperature on essential oil content and composition of Sweet Wormwood (*Artemisia annua*) growing wild in Iran. *Pakistan Journal of Biological Science*, 11(6): 934-937.

- and aromatic plants. Journal of Agricultural Engineering Research, 79(1): 73-79.
- Venskutonis, P.R., 1997. Effect of drying on the volatile constituents of thyme (*Thymus vulgaris* L.) and sage (*Salvia officinalis* L.). Food Chemistry, 59: 219-227.
 - Venskutonis, P.R., Poll, L. and Larsen, M., 1996. Influence of drying and irradiation on the composition of volatile compounds of thyme (*Thymus vulgaris* L.). Flavour and Fragrance Journal, 11: 123-128.
 - Yazdani, D., Shahnazi, S., Jamshidi, A.H., Rezazadeh, Sh. 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.
 - yield and composition of essential oil of citronella (*Cymbopogon winterianus* Jowitt). Revista brasileira de Plantas Mediciniais, 3: 73-78.
 - Rocha, R. P., Melo, E.C. and Radunz, L.L., 2011. Influence of drying process on the quality of medicinal plants: a review. Journal of Medicinal Plants Research, 5(33): 7076-7084.
 - Sefidkon, F., Abbasi, K. and Khaniki, G.B., 2006. Influence of drying and extraction methods on yield and chemical composition of the essential oil of *Satureja hortensis*. Food Chemistry, 99: 19-23.
 - Silva, F. and Casali, V.W.D., 2000. Plantas Mediciniais e aromáticas: Pós-Colheita e Óleos Essenciais. Viçosa-MG: UFV, DFT, 135p.
 - Soysal, Y. and Oztekin, S., 2001. Technical and economic performance of a tray dryer for medicinal

Effect of different drying methods on the essential oil content and composition of Anise hyssop (*Agastache foeniculum* [Pursh] Kuntze)

Z. Azimzadeh¹, A. Hassani^{2*} and M. Esmaili³

1- Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran

2*- Corresponding Author, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran
E-mail: horthasani@yahoo.com

3- Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran

Received: October 2014

Revised: January 2015

Accepted: January 2015

Abstract

Anise hyssop (*Agastache foeniculum* [Pursh] Kuntze) is a medicinal and perennial herb, belonging to the Lamiaceae family. The essential oil of this plant is a rich source of Methyl Chavicol, giving antifungal and antibacterial properties to this plant. To evaluate the effect of different drying methods on the essential oil content and composition of Anise hyssop, the leaves were harvested at full flowering stage and dried by four methods (shade drying, sun drying, oven drying at 40, 60 and 80°C, and microwave oven drying at 180, 360, 540, 720, and 900W) in a completely randomized design with four replications. The drying process was continued until the moisture content of samples reached around 0.11 based on dry weight. Dried leaves were subjected to hydro-distillation using a Clevenger type apparatus to extract the essential oil. The oil samples were analyzed by GC and GC/MS. Results showed that drying methods had significant effect on the drying time and essential oil content. Minimum (4 minutes) and maximum (64 hours) drying time were obtained at 900 W microwave power and shade drying, respectively. The highest (1.51%) and the lowest (0.56%) essential oil content were observed in shade drying and microwave drying in 900 W, respectively. The results of essential oil analysis showed Methyl Chavicol was the main component of essential oil ranging from 83.1% (shade drying) to 94.6% (microwave drying at 720W). Overall, the findings of this study showed that shade drying in spite of long drying time was the best drying method. However, oven drying at 40°C or microwave method in low powers is recommended when our goal is fast drying and achieving essential oil with high percentage of methyl chavicol.

Keywords: *Agastache foeniculum* [Pursh] Kuntze, drying, essential oil, microwave, oven, methyl chavicol.