

بررسی تأثیر روشهای مختلف خشک کردن (طبیعی، آون و میکروویو) بر زمان خشک کردن، درصد و اجزای اسانس گیاه دارویی مرزه (*Satureja hortensis L.*)

محمدتقی عبادی^{۱*}، مصطفی رحمتی^۲، مجید عزیزی^۳ و محمد حسن زاده خیاط^۴

*- نویسنده مسئول، دانشجوی دکتری علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

پست الکترونیک: m.t.ebadi@gmail.com

۲- دانشجوی دکتری علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

۳- دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی، مشهد

۴- استاد، گروه شیمی دارویی، دانشکده داروسازی و مرکز تحقیقات علوم دارویی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد

تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۸۹

تاریخ اصلاح نهایی: اردیبهشت ۱۳۸۹

تاریخ دریافت: بهمن ۱۳۸۸

چکیده

خشک کردن یکی از مراحل مهم پس از برداشت گیاهان دارویی می باشد که نقش مهمی در کمیت و کیفیت مواد مؤثره آنها دارد. به منظور بررسی تأثیر روشهای مختلف خشک کردن بر زمان خشک کردن، درصد و اجزای اسانس گیاه دارویی مرزه (*Satureja hortensis L.*)، آزمایشی به صورت طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار در سال ۱۳۸۷ به اجرا درآمد. شش توان مختلف میکروویو شامل ۱۰۰، ۱۸۰، ۳۰۰، ۴۵۰، ۶۰۰ و ۹۰۰ وات، دو دمای مختلف آون شامل ۵۰ و ۷۰ درجه سانتی گراد و روش طبیعی (سایه و آفتاب) در این آزمایش مورد مقایسه قرار گرفتند. در روشهای مختلف، خشک کردن نمونه ها تا زمانی که وزن آنها به محتوای رطوبتی ۰/۱۰ بر پایه وزن خشک (یا ۱۰٪ بر پایه وزن تر) برسد، ادامه داشت. نتایج نشان دهنده تأثیر معنی دار روشهای مختلف خشک کردن بر زمان خشک کردن و میزان اسانس نمونه ها بود. به طوری که کمترین و بیشترین زمان خشک کردن (به ترتیب ۴/۵ دقیقه و ۹۶ ساعت) مربوط به تیمارهای خشک کردن با توان ۹۰۰ وات میکروویو و روش خشک کردن در سایه بود. بالاترین درصد اسانس (۰/۳٪) در دمای ۵۰ درجه آون و روش سایه بدست آمد و کمترین میزان (۰/۹٪) مربوط به روش آفتاب بود. بنابراین توان های ۱۰۰ و ۳۰۰ وات میکروویو با ۲/۳٪ اسانس در حد متوسطی قرار داشتند. درصد کارواکرول در تیمارهای خشک کردن با میکروویو بیشتر از روشهای دیگر بود، به طوری که بیشترین میزان (۶۳/۹٪) در تیمار خشک کردن با میکروویو با توان ۳۰۰ وات حاصل شد که اختلاف ناچیزی با تیمار توان ۱۸۰ وات داشت. بیشترین میزان گاما-تریپنین (۲/۲۸٪) در تیمار خشک کردن در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد حاصل شد که اختلاف ناچیزی با تیمار دمای ۵۰ درجه سانتی گراد، توان های ۱۰۰ و ۳۰۰ وات میکروویو داشت. به طور کلی با توجه به نتایج این تحقیق می توان اظهار نمود که خشک کردن گیاه دارویی مرزه با استفاده از توان های پایین میکروویو از این جهت که زمان خشک کردن را کاهش داده و میزان اسانس و اجزای آن را به صورت قابل ملاحظه ای حفظ می کند، جهت خشک کردن این گیاه مطلوب است.

واژه های کلیدی: *Satureja hortensis L.* خشک کردن، درصد و اجزای اسانس.

مقدمه

گیاه مرزه (*Satureja hortensis* L.) یکی از گیاهان دارویی متعلق به خانواده نعناعیان (Lamiaceae) است که بیش از ۳۰ گونه آن در شرق مدیترانه می‌روید (Hadian *et al.*, 2008). مرزه به صورت خشک شده به‌عنوان یکی از مطبوع‌ترین ادویه‌ها معرفی شده است و سالانه سطوح وسیعی از زمینهای زراعی در بسیاری از کشورها (یوگسلاوی، فرانسه، اسپانیا، آمریکا و مجارستان) زیر کاشت این گیاه قرار می‌گیرد (امیدبگی، ۱۳۸۴ الف). به‌طور کلی قسمتهای هوایی گیاه مرزه که معمولاً در زمان گلدهی چیده می‌شود، دارای اثرهای درمانی همچون تسهیل‌کننده عمل هضم، مقوی معده، مدر، بادشکن و به‌طور خفیف دارای اثر قابض، ضدنزله، رفع اسهال و ضدکرم می‌باشد. از اسانس مرزه در صنایع کنسروسازی و نوشابه‌سازی استفاده می‌شود. اسانس این گیاه خاصیت ضد میکروبی داشته و مانع از رشد برخی از باکتریها می‌شود (سفیدکن و همکاران، ۱۳۸۶؛ Hajhashemi *et al.*, 2000).

خشک کردن یکی از قدیمیترین روشهای نگهداری محصولات کشاورزی بعد از برداشت است. این فرایند 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 (عزیزی و همکاران، ۱۳۸۸). فرایند خشک کردن بر درصد و اجزای اسانس تأثیر قابل توجهی دارد و این تأثیر براساس دمای خشک کردن، طول مدت خشک کردن و گونه گیاهی متفاوت است (یزدانی و همکاران، ۱۳۸۴). تحقیقات متعددی نشان داده است که روش خشک کردن

بر درصد و اجزای اسانس در گیاهان دارویی و معطر تأثیرگذار است (Basver, 1993؛ Deans & Svoboda, 1992؛ Karawya *et al.*, 1980؛ Raghavan *et al.*, 1997).

خشک کردن طبیعی و خشک کردن با هوای داغ به دلیل برداشتن هزینه‌های کمتر، هنوز هم از مهمترین روشهای مورد استفاده در تولید ماده گیاهی خشک به‌شمار می‌روند، روش خشک کردن طبیعی (سایه و آفتاب) معایب زیادی مثل، عدم امکان جابجایی مقادیر زیاد ماده گیاهی و حصول به استانداردهای ثابت کیفیت دارد. معایب روش خشک کردن با هوای داغ عبارتند از: بازده کم انرژی و زمان‌بر بودن فرایند (عزیزی و همکاران، ۱۳۸۸). Sefidkon و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که بیشترین میزان اسانس در گیاه مرزه به‌ترتیب در روشهای خشک کردن در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد آون، سایه و آفتاب بدست آمد. Asekun و همکاران (۲۰۰۷) گزارش نمودند که عملکرد اسانس در گیاه پونه (*Mentha longifolia*) در حالت خشک شده سه برابر بیشتر از حالت تازه بود. در گزارش نتایج حاصل از تأثیر روشهای مختلف خشک کردن بر کمیت و کیفیت اسانس گل محمدی نشان داده شده است که اسانس حاصل گلبرگ‌های خشک شده در سایه نسبت به اسانس حاصل از دماهای ۳۰ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد آون و روش آفتاب از لحاظ میزان اسانس دارای تفاوت معنی‌داری نبود ولی این روش (روش خشک کردن در سایه) میزان سیترونلول و ژرانیول بالاتری داشت و دارای میزان کمتری از ترکیب‌های مومی و سنگین‌کاهنده کیفیت اسانس بود (احمدی و همکاران، ۱۳۸۷). Schilcher (۱۹۸۷) نشان داد که میزان بیسابلوتییدا در گلهای گیاه بابونه

با توجه به اهمیت مرحله خشک کردن در صنعت گیاهان دارویی و استفاده فراوان از گیاه مرزه به صورت خشک شده در صنایع داروسازی و به عنوان چاشنی و ادویه در صنایع غذایی، این آزمایش جهت بررسی روشهای مختلف خشک کردن بر زمان خشک کردن، درصد و اجزای اسانس گیاه دارویی مرزه انجام شد.

مواد و روشها

به منظور بررسی تأثیر روشهای مختلف خشک کردن بر زمان خشک کردن، درصد و اجزای اسانس گیاه دارویی مرزه (*Satureja hortensis* L.)، آزمایشی به صورت طرح بلوکهای کامل تصادفی با ۱۰ تیمار (روشهای مختلف خشک کردن) و ۳ تکرار در سال ۱۳۸۷ به اجرا درآمد. بدین منظور در اواخر فروردین ماه سال ۱۳۸۷ تعداد ۳ کرت به ابعاد ۳ مترمربع در مزرعه تحقیقاتی گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد مورد کشت گیاه مرزه قرار گرفت. نتایج حاصل از تجزیه خاک مزرعه و اطلاعات اقلیمی منطقه به ترتیب در جدولهای ۱ و ۲ مشاهده می شود. هر سه کرت در شرایط مساوی از لحاظ کوددهی و آبیاری بودند و وجین علفهای هرز با دست انجام گردید. به منظور انجام آزمایشهای تحقیقاتی خشک کردن در اواسط تیرماه هنگامی که گیاهان در مرحله گلدهی کامل بودند، سرشاخه های گلدار از ارتفاع ۵ سانتی متری بالای خاک در ساعت ۱۱ تا ۱۲ ظهر برداشت شدند و بعد به سرعت به آزمایشگاه منتقل شدند.

Matricaria recutita) نه فقط به وسیله فاکتورهای ژنتیکی و اکولوژیکی کنترل می شود، بلکه به شرایط خشک کردن و انبار کردن ماده گیاهی، بعد از برداشت هم بستگی دارد. درصد اسانس بابونه رومی (*Anthemis nobilis*) در روش خشک کردن در سایه (۱/۹٪ وزنی) به طور معنی داری بیشتر از روشهای خشک کردن در آفتاب و دمای ۴۵ درجه سانتی گراد آون (به ترتیب ۰/۴٪ و ۰/۹٪ وزنی) بود (Omidbaigi et al., 2004).

خشک کردن با امواج میکروویو یکی از روشهای جدید در خشک کردن گیاهان می باشد. کوتاه بودن زمان خشک کردن در این روش از مزایای مهم آن است (Bloese, 2001). روش خشک کردن با میکروویو یا روش ترکیبی میکروویو- هوای داغ، زمان خشک کردن ماده گیاهی را بدون تنزل کیفیت آن کاهش می دهد (Drouzas et al., 1999). اشعه های میکروویو خیلی سریع و مؤثر در ماده گیاهی پخش می شود (Diaz et al., 2003) و منجر به کاهش مصرف انرژی می گردد (Feng, 2002). خشک کردن با میکروویو سبب تولید گیاهان خشک شده با رنگ مناسب و درصد بالای مواد مؤثره شده است (Von Hörsten, 1999). ریشه های سنبل الطیب (*Valeriana officinalis*) خشک شده با امواج میکروویو دارای کیفیت بالاتری نسبت به روشهای دیگر خشک کردن بودند و بار میکروبی کمتری داشتند (Heindl & Müller, 2002). همچنین آزمایشهای خشک کردن با میکروویو روی طیف وسیعی از میوه ها و سبزیها مثل قارچهای خوراکی (Riva et al., 1991)، سیب زمینی (Bouraoui et al., 1994)، هویج (Probhanjan et al., 1995) و انگور (Tulasidas et al., 1993) انجام شده است.

جدول ۱- تجزیه شیمیایی خاک مزرعه

نمونه	نوع بافت	pH	EC (ds/m)	N (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)
خاک مزرعه	لومی رسی	۶/۸۶	۶/۶۳	۰/۳	۵۱	۲۷۰

جدول ۲- اطلاعات اقلیمی منطقه کاشت

متوسط رطوبت نسبی (%)	مجموع تبخیر سالانه (mm)	میانگین بارندگی سالانه (mm)	حداکثر مطلق دما (°C)	حداقل مطلق دما (°C)	متوسط درجه حرارت (°C)
۵۴	۱۸۴۰/۶	۲۴۶/۸	۴۳/۸	-۸	۱۴/۷

میزان رطوبت ماده گیاهی بر پایه وزن تر و یا وزن خشک محاسبه می شود. به طوری که میزان رطوبت بر پایه وزن تر که به صورت درصد بیان می شود، از رابطه ۱ محاسبه می شود و میزان رطوبت بر پایه وزن خشک که به صورت یک نسبت بیان می شود، از رابطه ۲ تعیین می شود (Oztekin & Martinov, 2007).

۱) $\text{وزن رطوبت} / \text{وزن رطوبت} = \text{میزان رطوبت بر پایه وزن تر}$ (وزن ماده خشک)

۲) $\text{وزن ماده خشک} / \text{وزن رطوبت} = \text{میزان رطوبت بر پایه وزن خشک}$

برای تعیین محتوای رطوبتی اولیه، ۴ نمونه ۵۰ گرمی در یک آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک شدند. محتوای رطوبتی اولیه سرشاخه های گلدار مزرعه تقریباً ۵۳/۱٪ بر پایه وزن تر و به عبارت دیگر ۱/۱۳ بر پایه وزن خشک بود.

خشک کردن نمونه ها با سه روش مختلف انجام شد که عبارت بودند از: ۱- روش طبیعی شامل خشک کردن در سایه در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد (دمای محیط آزمایشگاه در زمان خشک کردن) و خشک کردن در آفتاب (میانگین دما در طی خشک کردن در این روش ۲۵ درجه سانتی گراد بود)، ۲- دو دمای مختلف آون شامل ۵۰ و ۷۰ درجه

سانتی گراد و ۳- یک آون میکروویو خانگی (Butan CE300WTDU) با حداکثر خروجی برق ۹۰۰ وات و فرکانس عملکرد ۲۴۵۰ مگاهرتز، ابعاد ۳۴۵×۲۴۰×۳۴۴ میلی متر و مجهز به یک سینی گردان و تنظیم دیجیتال توان و زمان. در این پژوهش، شش توان مختلف میکروویو شامل ۱۰۰، ۱۸۰، ۳۰۰، ۴۵۰، ۶۰۰ و ۹۰۰ وات با حجم مساوی سرشاخه گلدار مزرعه بررسی شدند. نمونه های ۵۰ گرمی مزرعه به طور یکنواخت به منظور جذب یکنواخت انرژی میکروویو روی سینی پخش شدند. برای تعیین میزان کاهش وزن نمونه ها تا دو رقم اعشار، از یک ترازوی دیجیتال استفاده شد. خشک کردن نمونه ها تا زمانی که وزن آنها به محتوای رطوبتی ۰/۱۰ بر پایه وزن خشک (یا ۱۰٪ بر پایه وزن تر) برسد، ادامه یافت.

استخراج اسانس به روش تقطیر با آب و با استفاده از دستگاه کلونجر (Clevenger) به مدت سه ساعت و در شرایط کاملاً یکسان انجام شد. جهت شناسایی اجزای اسانس از دستگاه گاز کروماتوگراف متصل به طیف سنج جرمی (GC/MS) که شرایط آن در زیر درج شده است، استفاده شد. دستگاه گاز کروماتوگراف متصل به طیف سنج جرمی، از یک دستگاه گاز کروماتوگراف مدل Varian Star

رطوبتی ۰/۱۰ بر پایه وزن خشک به صورت معنی‌داری کاهش یافت ($P < ۰/۰۵$). به‌طوری که این زمان از ۱۱۰ دقیقه در توان ۱۰۰ وات به ۸ دقیقه در توان ۴۵۰ وات رسید. با افزایش توان از ۴۵۰ به ۶۰۰ وات، اگرچه این زمان کاهش یافت ولی این کاهش از نظر آماری معنی‌دار نبود. به‌طوری که بین توان‌های ۶۰۰ و ۹۰۰ وات هم از این نظر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. به‌طور کلی زمان لازم برای خشک‌کردن با میکروویو تا حد رسیدن به محتوای رطوبتی ۰/۱۰ بر پایه وزن خشک در توان ۱۰۰ وات، ۲۴/۴ و ۲۰ برابر بیشتر از توان ۹۰۰ و ۶۰۰ وات بود (شکل ۱).

با توجه به شکل ۲ با افزایش دما، زمان خشک‌کردن به صورت معنی‌داری کاهش یافت ($P < ۰/۰۵$). بنابراین زمان لازم برای خشک‌کردن با آون تا حد رسیدن به محتوای رطوبتی ۰/۱۰ بر پایه وزن خشک در دمای ۵۰ درجه، ۱/۴ برابر دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد بود. زمان خشک‌کردن در توان ۹۰۰ و ۶۰۰ وات میکروویو در مقایسه با دمای ۵۰ درجه آون به‌ترتیب ۲۰۰ و ۱۶۳/۷ برابر کمتر بود (شکل ۲).

براساس شکل ۳، تیمار خشک‌کردن در سایه و آفتاب (روش طبیعی) تأثیر معنی‌داری بر زمان خشک‌کردن داشت ($P < ۰/۰۵$). به‌طوری که زمان لازم برای خشک‌کردن با روش سایه تا حد رسیدن به محتوای رطوبتی ۰/۱۰ بر پایه وزن خشک ۹۶ ساعت بود که ۲/۳ برابر برابر بیشتر از روش آفتاب بود. همچنین زمان خشک‌کردن در توان ۹۰۰ و ۶۰۰ وات میکروویو در مقایسه با روش سایه به‌ترتیب ۱۲۸۰ و ۱۰۴۷/۳ برابر کمتر بود (شکل ۳).

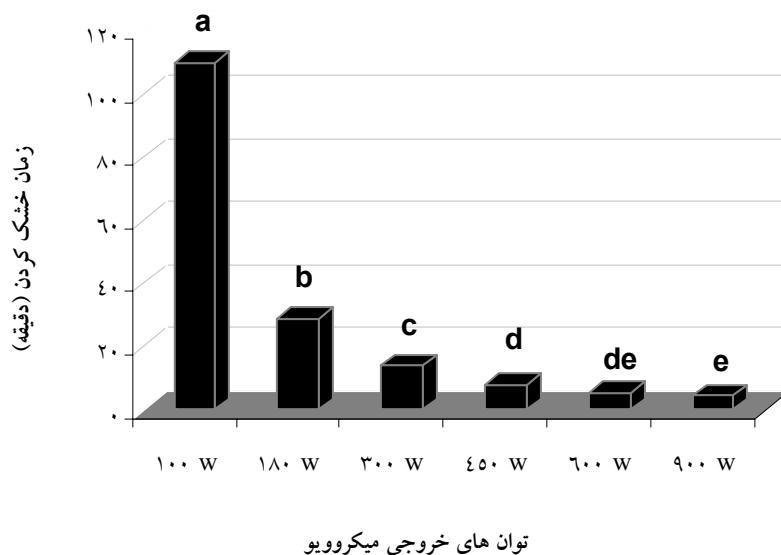
3400cx مجهز به ستون DB-5 به طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت لایه فاز ساکن ۰/۲۵ میکرومتر ساخت کمپانی J&W Scientific Inc و شناساگر اسپکترومتر جرمی از مدل Varian Saturn 3، تشکیل شده بود. شرایط کار براساس استفاده از گاز هلیوم به‌عنوان گاز حامل با سرعت ۲ میلی‌لیتر در دقیقه، پتانسیل یونیزاسیون ۷۰ الکترون ولت و برنامه‌ریزی دمایی ستون به‌صورت تغییر دمای ستون بین ۶۰-۲۸۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت ۳ درجه در دقیقه و دمای محفظه تزریق ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد بود. در هر مورد پس از تزریق مقادیر بسیار جزئی اسانس، کروماتوگرام بدست آمده و طیف‌های جرمی ترکیب‌های مختلف موجود در آن بررسی شد. شناسایی طیف‌ها به کمک بانک اطلاعات جرمی، زمان بازداری، محاسبه اندیس کواتس، مطالعه طیف‌های جرمی هر یک از اجزای اسانس و بررسی الگوهای شکست آنها، مقایسه آنها با طیف‌های استاندارد و استفاده از منابع معتبر انجام گردید (Adams, 2001). درصد کمی هر ترکیب براساس سطح زیر منحنی و توسط برنامه‌ریزی رایانه‌ای مشخص گردید.

نتایج حاصل به کمک نرم‌افزار Mstat-C مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و میانگین داده‌ها با آزمون دانکن در سطح آماری ۰/۰۵٪ مقایسه شد. البته داده‌هایی که به صورت درصد بودند قبل از تجزیه و تحلیل آماری نرمال‌سازی (arcsin) شدند و نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم گردید.

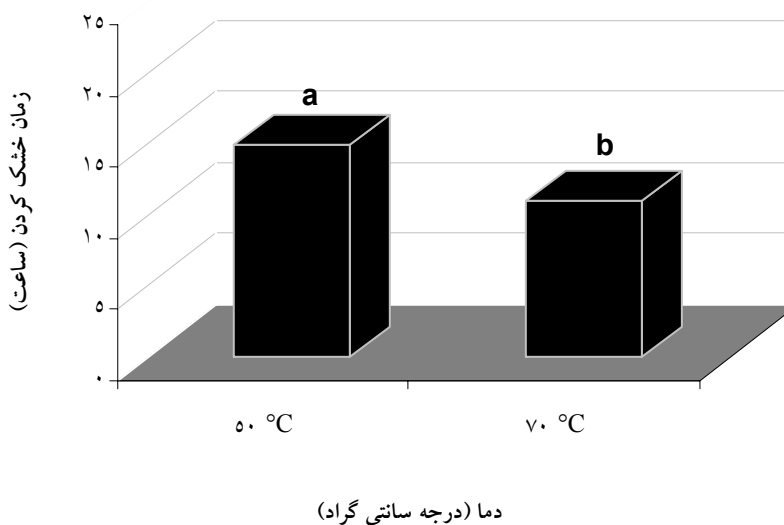
نتایج

زمان خشک‌کردن

همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود با افزایش توان میکروویو زمان مورد نیاز برای رسیدن به محتوای



شکل ۱- مدت زمان لازم برای رسیدن به محتوای رطوبتی ۰/۱۰ (بر پایه وزن خشک) در توان های مختلف میکروویو



شکل ۲- مدت زمان لازم برای رسیدن به محتوای رطوبتی ۰/۱۰ (بر پایه وزن خشک) در دماهای مختلف آون

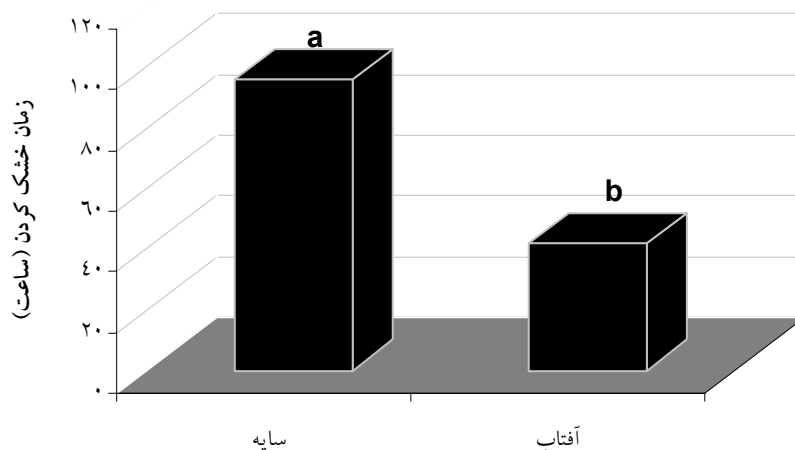
درصد اسانس

طبق نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس تأثیر روشهای مختلف خشک کردن بر درصد اسانس معنی دار بود ($P < 0/05$). مقایسه میانگین ها نشان داد که بالاترین

درصد اسانس (۳٪) در دمای ۵۰ درجه آون و روش سایه بدست آمد و کمترین میزان (۹٪) مربوط به روش آفتاب بود. به نحوی که با افزایش دما از ۵۰ به ۷۰ درجه سانتی گراد، میزان اسانس ۱۰٪ کاهش یافت و به ۲/۷٪

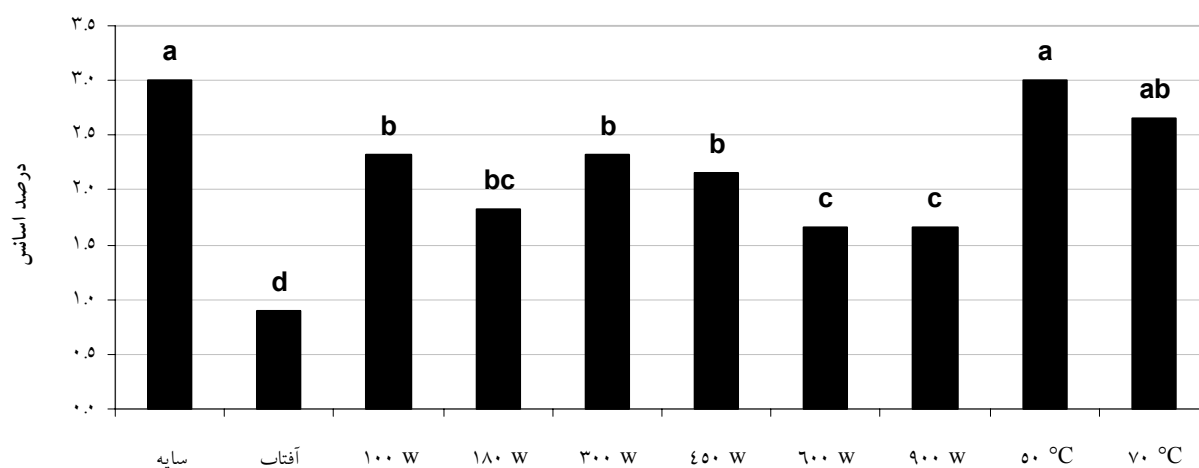
همچنین توان‌های ۱۸۰، ۶۰۰ و ۹۰۰ وات با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند (شکل ۴).

رسید. بنابراین در بین توان‌های میکروویو بیشترین درصد اسانس (۲/۳٪) مربوط به توان‌های ۱۰۰ و ۳۰۰ وات بود که فاقد اختلاف معنی‌دار با توان ۴۵۰ و ۱۸۰ وات بودند.



تیمارهای خشک کردن روش طبیعی

شکل ۳- مدت زمان لازم برای رسیدن به محتوای رطوبتی ۰/۱۰ (بر پایه وزن خشک) در روش طبیعی (سایه و آفتاب)



تیمارهای مختلف خشک کردن

شکل ۴- درصد اسانس گیاه مرزه تحت تأثیر تیمارهای مختلف خشک کردن

اجزای اسانس

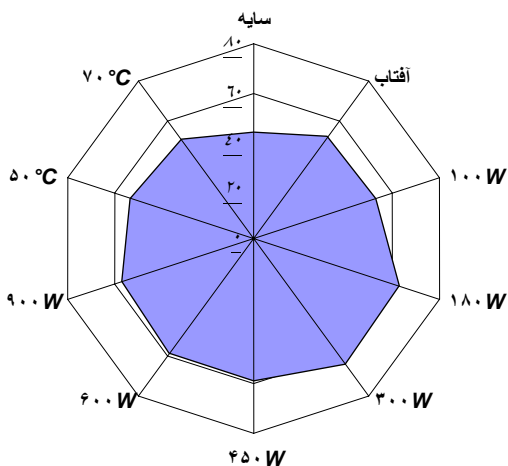
بر طبق جدول ۳، اجزای اسانس گیاه مرزه در روشهای مختلف خشک کردن شناسایی شد که مهمترین آنها کارواکرول، گاما-ترپینن، پارا-سیمن، بتا-پینن، آلفا-پینن و آلفا-ترپینن بودند. در ادامه به تغییرات آنها تحت تیمارهای مختلف پرداخته می شود.

کارواکرول: همان طور که در شکل ۵ نیز مشاهده می شود، بیشترین میزان کارواکرول (۶۳/۹٪) در تیمار خشک کردن با میکروویو با توان ۳۰۰ وات حاصل شد که اختلاف ناچیزی با تیمار توان ۱۸۰ وات (۶۲/۲٪) داشت. کمترین میزان (۴۴/۹٪) مربوط به تیمار سایه بود. به طور کلی درصد کارواکرول در تیمارهای خشک کردن با میکروویو بیشتر از روشهای دیگر بود و پس از آن، تیمار دمای ۵۰ درجه سانتی گراد و روش آفتاب و دمای ۷۰ درجه سانتی گراد قرار داشتند (شکل ۵).

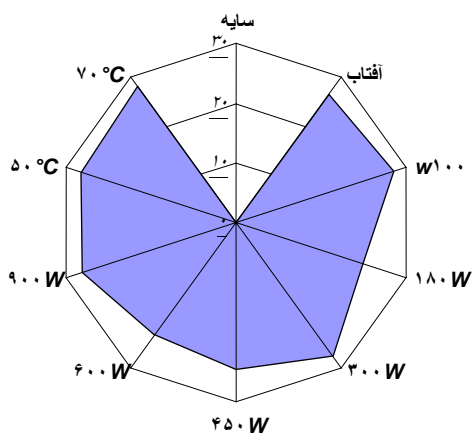
گاما-ترپینن: طبق شکل ۶، بیشترین میزان گاما-ترپینن (۲۸/۲٪) در تیمار خشک کردن در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد آون حاصل شد که اختلاف ناچیزی با تیمار دمای ۵۰ درجه سانتی گراد (۲۷/۲٪) و توان های ۱۰۰ و ۳۰۰ وات میکروویو (به ترتیب ۲۷/۷٪ و ۲۷/۵٪) داشت. این ترکیب در روش خشک کردن در سایه وجود نداشت (شکل ۶).

سایر اجزای اسانس: میزان ترکیب های پارا-سیمن و بتا-پینن در تیمار آفتاب و دمای ۵۰ و ۷۰ درجه سانتی گراد بیش از توان های مختلف میکروویو و روش سایه بود. به طوری که این دو ترکیب در تیمار توان ۳۰۰ وات مشاهده نشدند. میزان ترکیب آلفا-پینن در روش طبیعی، روش آون و توان های ۱۰۰ و ۶۰۰ وات اختلاف کمی داشت و این ترکیب در تیمار توان ۳۰۰ وات اصلاً

مشاهده نشد. ترکیب آلفا-ترپینن در روش سایه بیشترین میزان را داشت و پس از آن توان ۳۰۰ وات و دمای ۷۰ درجه سانتی گراد دارای بیشترین میزان این ترکیب بودند (جدول ۳).



شکل ۵- درصد ترکیب کارواکرول در اسانس گیاه مرزه تحت تأثیر تیمارهای مختلف خشک کردن



شکل ۶- درصد ترکیب گاما-ترپینن در اسانس گیاه مرزه تحت تأثیر تیمارهای مختلف خشک کردن

جدول ۳- درصد ترکیب‌های موجود در اسانس گیاه دارویی مرزه در تیمارهای مختلف خشک کردن

ردیف	نام ترکیب	شاخص بازداری	روشهای مختلف خشک کردن									
			روش طبیعی		روش آون (°C)		روش میکروویو (وات)					
			سایه	آفتاب	۵۰	۷۰	۱۰۰	۱۸۰	۳۰۰	۴۵۰	۶۰۰	۹۰۰
۱	α -pinene	۹۳۶	۴/۹	۴/۴	۴/۳	۴/۷	۴/۵	۲/۶	-	۳/۹	۴/۴	۴/۱
۲	sabinene	۹۷۰	۱/۶	۰/۴	-	-	-	-	۲/۶	-	-	-
۳	β -pinene	۹۷۴	۳/۶	۴/۵	۴/۴	۴/۵	۴/۵	۳/۵	-	۳/۹	۴/۰	۳/۶
۴	α -terpinene	۱۰۱۶	۹/۳	۳/۳	۳/۵	۴/۰	۳/۸	۳/۴	۴/۳	۳/۲	۳/۲	۳/۵
۵	p-cymene	۱۰۲۷	۰/۴	۷/۲	۶/۸	۷/۳	۵/۵	۳/۹	-	۵/۰	۴/۴	۳/۷
۶	ocimene	۱۰۴۲	۳۴/۷	-	-	-	-	-	۰/۳	-	-	-
۷	γ -terpinene	۱۰۶۱	-	۲۶/۶	۲۷/۲	۲۸/۲	۲۷/۷	۲۲/۴	۲۷/۵	۲۴/۵	۲۳/۱	۲۷
۸	carvacrol	۱۲۹۸	۴۴/۹	۵۲/۹	۵۳/۱	۵۰/۶	۵۳	۶۲/۲	۶۳/۹	۵۸/۵	۵۸/۷	۵۷
۹	caryophyllene	۱۴۱۸	۱/۰	۰/۶	۰/۵	۰/۷	۰/۹	۰/۹	۱/۲	۰/۷	۱/۱	۱/۱

بحث

خشک کردن یکی از قدیمیترین روشهای نگهداری گیاهان دارویی بعد از برداشت تا زمان استفاده یا فرآوری است. در انتخاب نوع روش خشک کردن گیاهان دارویی باید به نوع اندام مورد استفاده و نوع مواد مؤثره توجه نمود و بر این اساس روش مناسبی را مورد استفاده قرار داد (امیدبگی، ۱۳۸۴ ب). 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). Caceres (۲۰۰۰) محتوای رطوبتی نهایی گیاهان دارویی را برای اینکه دچار آلودگی قارچی و آفلاتوکسین نشوند، ۰/۱۰ بر پایه وزن خشک یا ۱۰٪ بر پایه وزن تر توصیه کرد و در ضمن کاهش محتوای رطوبتی محصول از حد مجاز را

منجر به کاهش کیفیت و کمیت محصول نهایی دانست. از طرفی با ادامه افت رطوبت آن، استخراج رطوبت سخت‌تر و هزینه فرآوری افزایش می‌یابد.

نتایج بدست آمده در این تحقیق مبنی بر کاهش معنی‌دار زمان خشک کردن با افزایش توان میکروویو با نتایج محققان دیگر بر روی بابونه (عزیزی و همکاران، ۱۳۸۸)، سیب و قارچ (Funebo & Ohlsson, 1998) و جعفری (Soysal, 2004) مطابقت دارد. کاهش زمان خشک کردن محصولات گیاهی در کاهش هزینه‌های مربوط به مصرف انرژی جهت خشک کردن اهمیت زیادی دارد (Caceres, 2000). طبق نتایج حاصل از این مطالعه، روش میکروویو و آون در مقایسه با روش طبیعی، زمان خشک کردن سرشاخه‌های گلدار مرزه را به صورت معنی‌داری کاهش داد. از طرف دیگر زمان خشک کردن در روش میکروویو (به‌ویژه توان‌های بالا) نسبت به روش آون بسیار کوتاهتر بود. Parker (۱۹۹۹) نشان داد که

مرزه‌ای که مقادیر بالایی از این ترکیب را دارا باشد جهت استفاده در صنایع داروسازی مناسبتر می‌باشد. البته وجود مقادیر نسبتاً مناسبی از سایر ترکیب‌های اسانس بدلیل تقویت اثر ضدباکتریایی کارواکرول، نقش مهمی در کیفیت اسانس مرزه دارد (Ben Arfa et al., 2006). بنابراین استفاده از توان‌های پایین میکروویو در خشک کردن گیاه مرزه بدلیل حفظ این ترکیب در گیاه سبب پایداری خواص درمانی آن پس از عملیات خشک کردن می‌شود.

Asekun و همکاران (۲۰۰۷) مشاهده نمودند که روش خشک کردن با آون در دمای ۴۰ درجه سبب تبخیر یا تغییر ترکیب‌های اصلی اسانس گیاه پونه (متون، ۸،۱-سینثول و پولگون) شد. البته در این روش مقادیر ترکیب‌هایی همچون آلفا-پینن و لیمونن نسبت به روشهای خشک کردن در سایه و آفتاب بشدت افزایش یافت. آنها پیشنهاد دادند که جهت کاهش ترکیب‌های متون و پولگون در گیاه پونه که در مواردی سبب آسیب به کبد شده‌اند، این گیاه باید به صورت خشک شده توسط آون در دمای ۴۰ درجه یا پخته شده مصرف شود.

اسانس در گیاهان خانواده نعناعیان در نزدیکی سطح برگها در کرک‌های غده‌ای ذخیره می‌شود (Moyler, 1994). به همین دلیل استفاده از میکروویو به‌ویژه در خشک کردن گیاهان دارویی اسانس‌داری که ماده مؤثره آنها در ناحیه سطحی برگهایشان قرار دارد و در نتیجه به دماهای بالا حساسند، توصیه می‌شود. سرعت بالای خشک کردن و انرژی ورودی کم از کاهش میزان اسانس جلوگیری می‌کند (Venskutonis, 1997). بنابراین امواج میکروویو با نفوذ در اندام‌های گیاهی سبب تبخیر شدن آب درون بافت‌ها می‌شود و بدون آسیب وارد کردن به سطوح خارجی میوه‌ها و سبزیها، سبب خروج رطوبت از آنها

خشک کردن برگهای جعفری تا زمان رسیدن به محتوای رطوبتی ۰/۱۰ بر پایه وزن خشک با روش میکروویو (توان ۹۰۰ وات) در مقایسه با دماهای ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۵ درجه آون، زمان خشک کردن را به ترتیب تا ۱۱۱، ۹۲، ۳۷ و ۳۱ برابر کاهش داد.

نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از توان‌های پایین میکروویو ضمن کاهش دادن زمان خشک کردن که صرفه اقتصادی بسیار بالایی در صنعت تولید و فرآوری گیاهان دارویی ایجاد می‌کند، سبب حفظ درصد و اجزای اسانس گیاه مرزه می‌گردد. البته روش طبیعی و دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد هم درصد اسانس را بخوبی حفظ نمود ولی بر اجزای اصلی اسانس از جمله کارواکرول و گاما-ترپینن اثر منفی گذاشت، به طوری که درصد کارواکرول در تیمارهای خشک کردن با میکروویو بیشتر از روشهای دیگر بود و بیشترین میزان آن در تیمارهای خشک کردن با میکروویو با توان‌های ۳۰۰ و ۱۰۰ وات حاصل شد و کمترین میزان در تیمار روش سایه بود. Sefidkon و همکاران (۲۰۰۶) گزارش نمودند که در بین روشهای مختلف خشک کردن (سایه، آفتاب و دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد آون)، بیشترین میزان اسانس (۱/۰۶٪ وزنی) و کارواکرول (۰/۴۸٪) در روش خشک کردن در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد آون و بیشترین میزان گاما-ترپینن (۰/۳۹٪) در روش خشک کردن در آفتاب بدست آمد. کارواکرول یکی از اجزای اصلی اسانس گیاه مرزه کشت شده در بیشتر نقاط جهان معرفی شده است (جایمند و رضایی، ۱۳۸۵؛ Baser et al., 2004). سفیدکن و همکاران (۱۳۸۶) نتیجه گرفتند که اسانس گونه‌هایی از مرزه که دارای کارواکرول و تیمول بالاتری هستند، اثر ضد میکروبی قویتری دارند. کارواکرول دارای خاصیت ضدباکتری است و اسانس

کاهش وزن، میزان اسانس و درصد کامازولن گیاه دارویی بابونه (*Matricaria recutita* L.) تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۵(۲): ۱۹۲-۱۸۲.

- یزدانی، د.، شهنازی، س.، جمشیدی، ا.ح.، رضازاده، ش. و مجاب، ف.، ۱۳۸۴. بررسی تغییرات کمی و کیفی اسانس گیاهان آویشن (*Thymus vulgaris* L.) و ترخون (*Artemisia dracunculus* L.) در اندام‌های خشک و تر گیاه. فصلنامه گیاهان دارویی، ۱۷: ۷-۱۵.

- Adams, R.P., 2001. Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Quadruple Mass Spectroscopy. Allured Publishing Corporation, 456p.
- 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: 995-998.
- Baser, K.H.C., Özek, T., Kirimer, N. and Tümen, G., 2004. A comparative study of the essential oils of wild and cultivated *Satureja hortensis* L. Journal of Essential Oil Research, 16: 422-424.
- Basver, D., 1993. Saffron, the costliest spice: drying and quality, supply and price. Acta Horticulture, 344: 89-95.
- Ben Arfa, A., Combes, S., Preziosi-Belloy, L., Gontard, N. and Chalier, P., 2006. Antimicrobial activity of carvacrol related to its chemical structure. Letters in Applied Microbiology, 43: 149-154.
- Blöse, N., 2001. Herb Drying Handbook: Includes Complete Microwave Drying Instructions. Sterling Publishing Co. Inc., New York, 96p.
- Bouraoui M., Richard, P. and Durance, T., 1994. Microwave and convective drying of potato slices. Journal of Food Process Engineering, 17: 353-363.
- Caceres, A., 2000. Calidad de la material prima para la elaboracion de productos fitofarma ceuticas. Primer Congreso Internacional FITO "Por la investigacion, conservacion diffusion del conocimiento de las plantas medicinals", Lima, Peru, 27-30 September.
- Deans, S. and Svoboda, D., 1992. Effect of drying regime on volatile oil and microflora of aromatic plant. Acta Horticulture, 306: 450-452.
- Diaz, G.R., 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.
- Drouzas, E., Tsami, E. and Saravacos, G.D., 1999. Microwave/vacuum drying of model fruit gels. Journal of Food Engineering, 63: 349-359.
- Feng, H., 2002. Analysis of microwave assisted fluidized-bed drying of particulate product with a

می‌شود (Szumny *et al.*, 2009). عزیزی و همکاران (۱۳۸۸) گزارش نمودند که استفاده از توان‌های پایین میکروویو در خشک‌کردن گل‌های بابونه آلمانی رقم بودگلد (Bodegold) به دلیل کاهش بسیار زیاد زمان خشک‌کردن و حفظ میزان اسانس و ترکیب کامازولن، برای خشک‌کردن گل‌های بابونه آلمانی مناسبتر از روش آون و روش طبیعی می‌باشد.

به‌طور کلی با توجه به نتایج این تحقیق می‌توان اظهار نمود که خشک‌کردن با استفاده از توان‌های پایین میکروویو از این جهت که زمان خشک‌کردن را کاهش داد و میزان اسانس و اجزای آن را به‌صورت قابل ملاحظه‌ای حفظ کرد، برای خشک نمودن این گیاه مطلوب می‌باشد.

منابع مورد استفاده

- احمدی، ک.، سفیدکن، ف. و عصاره، م.ح.، ۱۳۸۷. تأثیر روش‌های مختلف خشک کردن بر کمیت و کیفیت اسانس سه ژنوتیپ از گل محمدی (*Rosa damascena* Mill.) تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۴(۲): ۱۷۶-۱۶۲.
- امیدبیگی، ر.، ۱۳۸۴الف. تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد اول، انتشارات به نشر، مشهد، ۳۴۷ صفحه.
- امیدبیگی، ر.، ۱۳۸۴ب. تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد دوم، انتشارات به نشر، مشهد، ۴۳۸ صفحه.
- جایمند، ک. و رضایی، م.ب.، ۱۳۸۵. اسانس، دستگاه‌های تقطیر، روش‌های آزمون و شاخص‌های بازداری در تجزیه اسانس. انجمن گیاهان دارویی، تهران، ۳۵۰ صفحه.
- سفیدکن، ف.، صادق‌زاده، ل.، تیموری، م.، عسگری، ف. و احمدی، ش.، ۱۳۸۶. بررسی اثرات ضد میکروبی اسانس دو گونه مرزه (*Satureja bachtiarica* Bunge و *Satureja khuzistanica* Jamzad) در دو مرحله برداشت. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۳(۲): ۱۸۲-۱۷۴.
- عزیزی، م.، رحمتی، م.، عبادی، م.ت. و حسن‌زاده خیاط، م.، ۱۳۸۸. بررسی تأثیر روش‌های مختلف خشک‌کردن بر سرعت

- Project No: DAQ-194A. Available online at <http://www.rirdc.gov.au>.
- Prohbanjan, D.G., Ramaswamy, H.S. and Raghavan, G.S., 1995. Microwave assisted convective air drying of thin layer carrots. *Journal of Food Engineering*, 25: 283-293.
 - Raghavan, B., Rao, L., Singh, M. and Abraham, K., 1997. Effect of drying methods on the flavor quality of marjoram (*Origanum majorana* L.). *Molecular Nutrition & Food Research*, 41(3): 159-161.
 - Riva, M., Schirarldi, A. and Cesare, L., 1991. Drying of *Agaricus bisporus* mushrooms by microwave/hot air combination. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*, 24: 479-483.
 - Schilcher, H., 1987. *Die Kamille*. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH. Stuttgart, Germany, 151p.
 - Sefidkon, F., Abbasi, Kh. and Bakhshi Khaniki, Gh., 2006. Influence of drying and extraction method on yield and chemical composition of the essential oil of *Satureja hortensis*. *Food Chemistry*, 99(1): 19-23.
 - Soysal, Y., 2004. Microwave drying characteristics of Parsley. *Journal of Food Engineering*, 89(2): 167-173.
 - Szumny, A., Figiel, A., Gutierrez-Ortiz, A. and Carbonell-Barrachina, A., 2009. Composition of Rosemary essential oil (*Rosmarinus officinalis*) as affected by drying method. *Journal of Food Engineering*, 97(2): 253-260.
 - Tulasidas, T.N., Raghavan, G.S.V. and Norris, E.R., 1993. Microwave and convective drying of grapes. *Transactions of the ASAE*, 36: 1861-1865.
 - Venskutonis, P.R., 1997. Effect of drying on the volatile constituents of thyme (*Thymus vulgaris*) and sage (*Salvia officinalis*). *Food Chemistry*, 52(9): 219-277.
 - Von Hörsten, D., 1999. Einsatz von Mikrowellenenergie und Hochfrequenztechnik zur Trocknung und Entkeimung von Arznei und Gewürzpflanzen. *Zeitschrift für Arznei und Gewürzpflanzen*, 4(2): 101-102.
 - simplified heat and mass transfer model. *International Communications in Heat and Mass Transfer*, 29: 1021-1028.
 - Funebo, T. and Ohlsson T., 1998. Microwave assisted air dehydration of apple and mushroom. *Journal of Food Engineering*, 38(3): 353-367.
 - Hadian, J., Tabatabaei, S.M.F., Naghavi, M.R., Jamzad, Z. and Ramak-Masoumi, R., 2008. Genetic diversity of Iranian accessions of *Satureja hortensis* L. based on horticultural traits and RAPD markers. *Scientia Horticulture*, 115: 196-202.
 - Hajhashemi, V., Sadraei, H., Ghannadi, A.R. and Mohseni, S., 2000. Antispasmodic and antidiarrhoeal effect of *Satureja hortensis* L. essential oil. *Journal of Ethnopharmacology*, 71: 1-2.
 - Heindl, A. and Müller, J., 2002. Mikrowellenunterstützte Trocknung von Arznei- und Gewürzpflanzen. *Zeitschrift für Arznei- und Gewürzpflanzen*, 7(4): 208-225.
 - Karawya, M., E-Wakeil, F., Hifnawy, M., Ismail, F. and Khalifa, M., 1980. Study of certain factors affecting yield and composition of herbs parsley essential oil (effect of stage of growth, successive cutting, time of day of harvesting, method of drying, storage of herb oil). *Egyptian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 21(1-2): 69-75.
 - Moyler, D.A., 1994. Spices- recent advances. 1-70, In: Charalambous, G., (Ed.). *Spices, Herbs and Edible Fungi*. Elsevier Science, Amsterdam, 517p.
 - 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.
 - Oztekin, S. and Martinov, M., 2007. *Medicinal and Aromatic Crops*. Harvesting, drying, and processing. Haworth Food and Agricultural Press, 320p.
 - Parker, J.C., 1999. Developing an Herb and Spice Industry in Callide Valley, Queensland. A report for the Rural Industries Research and Development Corporation. RIRDC Publication No: 99/45, RIRDC

Effects of different drying methods (natural method, oven and microwave) on drying time, essential oil content and composition of Savory (*Satureja hortensis* L.)

M.T. Ebadi^{1*}, M. Rahmati², M. Azizi³ and M. Hassanzadeh Khayat⁴

1*- Corresponding author, Ph.D Student of Horticultural Science, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran, E-mail: m.t.ebadi@gmail.com

2- Ph.D Student of Horticultural Science, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

3- Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University, Mashhad, Iran

4- Department of Pharmaceutical Chemistry, School of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences Research Center, Mashhad University of Medical Science

Received: February 2010

Revised: March 2010

Accepted: March 2010

Abstract

Drying is one of the important pre-processing methods of medicinal plants after harvest that has a major role in quantity and quality of their active substances. To determine the effect of different drying methods on drying time, essential oil content and composition of Savory (*Satureja hortensis* L.), the experiment was carried out during 2008. The experimental design was randomized complete block design with three replications and treatments were: two temperatures: 50°C and 70°C, six microwave powers: 100, 180, 300, 450, 600 and 900 w and drying in shade and under sun light. The drying process was continued until the mass of the sample reduced to a moisture content of about 0.10 on a dry weight basis or 10% on a wet weight basis. Results indicated that different treatments of drying method had significant effects on drying time and essential oil content. The maximum essential oil content (3%) obtained from drying at 70°C and drying in shade while minimum content (0.9%) obtained from drying under sun light. One hundred and 300 w microwave powers had an average content of essential oil (2.3%). Carvacrol content percentage in treatments of microwave drying was more than other methods as maximum percentage (63.9 %) was obtained from 300 w microwave drying with a little difference with 180 w microwave drying treatment. Drying by low microwave powers is recommended for *Satureja hortensis* L. due to the reduction of drying time and considerable maintenance of essential oil content and composition. Maximum γ -terpinene content (28.2%) obtained from drying at 70°C with a low difference with 50°C, 100 and 300 w microwave.

Key words: *Satureja hortensis* L., drying, essential oil content and composition.