DOI: http://dx.doi.org/10.22092/ijmapr.2013.2866

فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران
جلد ۲۹، شمارهٔ ۲، صفحهٔ ۴۳۷-۴۲۵ (۱۳۹۲)

بررسی تأثیر روشهای مختلف خشک کردن بر زمان خشک کردن، درصد و اجزای اسانس ریحان (*Ocimum basilicum* L.)

محمّدتقی عبادی[1*]، مصطفی رحمتی[2]، مجید عزیزی[3]، محمّد حسن‌زاده خیاط[4] و علیرضا دادخواه[5]

۱*- نویسنده مسئول، دانشجوی دکترا، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران
پست‌الکترونیک: m.t.ebadi@gmail.com
۲- دانشجوی دکترا، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران
۳- دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
٤- استاد، شیمی دارویی، دانشکده داروسازی و مرکز تحقیقات علوم دارویی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد
۵- استادیار، گروه تکنولوژی تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی شیروان، دانشگاه فردوسی مشهد

تاریخ دریافت: تیر ۱۳۹۰ تاریخ اصلاح نهایی: آذر ۱۳۹۰ تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۹۰

چکیده

خشک کردن یکی از قدیمی‌ترین روشهای نگهداری محصولات کشاورزی پس از برداشت می‌باشد. ریحان (*Ocimum basilicum* L.) یکی از گیاهان خانواده نعناعیان (Lamiaceae) است که به‌عنوان گیاهی دارویی و ادویه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد. به‌منظور بررسی تأثیر روشهای مختلف خشک کردن بر زمان خشک کردن، درصد و اجزای اسانس گیاه دارویی ریحان آزمایشی به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. شش توان مختلف میکروویو شامل ۱۰۰، ۱۸۰، ۳۰۰، ٤۵۰، ٦۰۰ و ۹۰۰ وات، دو دمای مختلف آون شامل ۵۰ و ۷۰ درجه سانتی‌گراد و روش طبیعی (سایه و آفتاب) مورد مقایسه قرار گرفتند. در روشهای مختلف، خشک کردن نمونه‌ها تا زمانی‌که وزن آنها به محتوای رطوبتی ۰/۱۰ بر پایه وزن خشک (یا ۱۰٪ بر پایه وزن تر) رسید، ادامه داشت. نتایج نشان داد که کمترین و بیشترین زمان خشک کردن (به‌ترتیب ٤/۱ دقیقه و ٤۸ ساعت) مربوط به تیمارهای خشک کردن با توان ۹۰۰ وات میکروویو و روش خشک کردن در سایه بود. بالاترین درصد اسانس (۱/۳٪) در روش سایه بدست آمد و کمترین میزان (۰/۳٪) مربوط به توان‌های ٤۵۰، ٦۰۰ و ۹۰۰ وات میکروویو بود. توان‌های مختلف میکروویو اثر منفی بر اجزای اصلی اسانس (ژرانیال و متیل کاویکول) گذاشتند ولی در روش سایه این ترکیب‌ها به‌خوبی حفظ شدند. به‌طورکلی با توجه به نتایج این تحقیق می‌توان اظهار نمود که خشک کردن گیاه دارویی ریحان با استفاده از روش سایه از این جهت که میزان اسانس و اجزای اصلی آن را به‌صورت قابل‌ملاحظه‌ای حفظ کرد، برای خشک نمودن این گیاه مطلوب است.

واژه‌های کلیدی: ریحان (*Ocimum basilicum* L.)، خشک کردن، میزان اسانس، ژرانیال، متیل‌کاویکول.

مقدمه

گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.) یکی از گیاهان مهم خانواده نعناعیان (Lamiaceae) است که به‌عنوان گیاهی دارویی، ادویه‌ای و همچنین به‌صورت سبزی تازه مورد استفاده قرار می‌گیرد. پیکر رویشی این گیاه دارای ۰/۵ تا ۱/۵ درصد اسانس است که مهمترین اجزای آن

متیل‌کاویکول، لینالول، کامفور، اوژنول، ژرانیال، کارواکرول و ژرانیول ذکر شده‌اند (امیدبیگی، ۱۳۸۵). پیکر رویشی این گیاه دارای خواصی همچون اشتهاآور، کمک‌کننده به هضم غذا و درمان‌کننده عارضه بزرگ شدن طحال است. همچنین خواص ضدقارچی و آنتی‌اکسیدانی اسانس ریحان به اثبات رسیده‌است (Javanmardi *et al*., 2002؛ Javanmardi *et al*., 2003).

خشک کردن یکی از مراحل مهم پس از برداشت گیاهان دارویی می‌باشد که نقش مهمی در کمّیت و کیفیت مواد مؤثره آنها دارد. 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 در آن متوقف شود (Azizi *et al*., 2009). فرایند خشک کردن بر درصد و اجزای اسانس تأثیر قابل‌توجهی دارد و این تأثیر براساس دمای خشک کردن، طول مدت خشک کردن و گونه گیاهی متفاوت است (یزدانی و همکاران، ۱۳۸٤). تحقیقات متعددی نشان داده‌است که روش خشک کردن بر درصد و اجزای اسانس در گیاهان دارویی و معطر تأثیرگذار است (Basker, 1993؛ Deans & Svoboda, 1992؛ Karawya *et al*, 1980؛ Raghavan *et al*, 1997). استفاده از روش طبیعی از گذشته مرسوم بوده و از ساده‌ترین روشهای خشک کردن می‌باشد، به‌طوری‌که پس از جمع‌آوری محصول، با استفاده از نور آفتاب در همان محل کاشت یا در محلی سایه و دارای تهویه مناسب، اندام‌های گیاهی مورد نظر را خشک می‌کنند (Oztekin & Asekun, 2007). Martinov و همکاران (۲۰۰۷) گزارش نمودند که عملکرد اسانس در گیاه پونه (*Mentha longifolia*) در حالت خشک شده سه برابر بیشتر از حالت تازه بود. نتایج حاصل از تأثیر روشهای مختلف خشک کردن بر کمّیت و کیفیت اسانس گل‌محمدی نشان داده است که اسانس حاصل از گلبرگ‌های خشک شده در سایه نسبت به اسانس حاصل از دماهای ۳۰ و ٤۰ درجه سانتی‌گراد آون و روش آفتاب از لحاظ میزان اسانس دارای تفاوت معنی‌داری نبود ولی میزان سیترونلول و ژرانیول بالاتری داشت و دارای درصد ترکیب‌های مومی و سنگین کاهنده‌ی کیفیت اسانس کمتری بود (احمدی و همکاران، ۱۳۸۷). Sefidkon و همکاران (۲۰۰٦) نشان دادند که بیشترین میزان اسانس در گیاه مرزه به‌ترتیب در روشهای خشک کردن در دمای ٤٥ درجه سانتی‌گراد آون، سایه و آفتاب بدست آمد. Schilcher (۱۹۸۷) نشان داد که میزان بیسابلوئیدها در گل‌های گیاه بابونه (*Matricaria recutita*) نه فقط به وسیله فاکتورهای ژنتیکی و اکولوژیکی کنترل می‌شود، 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) به‌طور معنی‌داری بیشتر از روشهای خشک کردن در آفتاب و دمای ٤٥ درجه سانتی‌گراد آون (به‌ترتیب ۰/٤ و ۰/۹ درصد وزنی) بود (Omidbaigi *et al*., 2004).

خشک کردن با امواج میکروویو یکی از روشهای جدید در خشک کردن گیاهان می‌باشد. کوتاه بودن زمان خشک کردن در این روش از مزایای مهم آن است (Blose & Cusick, 2001). در برخی از تحقیقات، خشک کردن با امواج میکروویو سبب تولید گیاهان خشک شده با رنگ مناسب و درصد بالای مواد مؤثره شده‌است (Hörsten, 1999). مطالعات محققان نشان داده‌است که استفاده از توان‌های پایین میکروویو در خشک کردن

گل‌های بابونه آلمانی رقم بودگلد (Bodegold) به‌دلیل حفظ میزان اسانس و ترکیب کامازولن، برای خشک کردن گل‌های بابونه آلمانی مناسبتر از روش آون و روش طبیعی می‌باشد (Azizi *et al.*, 2009). ریشه‌های سنبل‌الطیب (*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 میوه‌ها و سبزی‌ها مثل قارچ‌های خوراکی (Riva *et al.*, 1991)، سیب‌زمینی (Bouraoui *et al.*, 1994)، هویج (Probhanjan *et al.*, 1995) و انگور (Tulasidas *et al.*, 1993) انجام شده‌است.

باوجود آن‌که منشأ گیاه ریحان را ایران گزارش کرده‌اند (Hiltunen & Holm, 1999) و کشت آن در بیشتر مناطق کشورمان رایج است ولی با این حال اطلاعات دقیقی در مورد تأثیر روشهای مختلف خشک کردن بر درصد و اجزای اسانس آن وجود ندارد، بنابراین این آزمایش برای بررسی روشهای مختلف خشک کردن بر زمان خشک کردن، درصد و اجزای اسانس گیاه دارویی ریحان انجام شد.

مواد و روشها

به‌منظور بررسی تأثیر روشهای مختلف خشک کردن بر زمان خشک کردن، درصد و اجزای اسانس گیاه دارویی ریحان، آزمایشی به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۰ تیمار (روشهای مختلف خشک کردن) و ۳ تکرار در سال ۱۳۸۷ اجرا شد. بذر مورد استفاده در این تحقیق از آزمایشگاه تحصیلات تکمیلی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد تهیه گردید. بدین منظور در اواخر فروردین‌ماه سال ۱۳۸۷ تعداد ۳ کرت به ابعاد ۳ مترمربع در مزرعه تحقیقاتی گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد مورد کشت گیاه ریحان قرار گرفت. نتایج حاصل از آنالیز خاک مزرعه و اطلاعات اقلیمی منطقه به‌ترتیب در جدولهای ۱ و ۲ مشاهده می‌گردد. هر سه کرت در شرایط مساوی از لحاظ کوددهی و آبیاری بودند و وجین علف‌های هرز با دست انجام شد. به‌منظور انجام آزمایشهای تحقیقاتی خشک کردن در اواسط تیرماه هنگامی‌که گیاهان در مرحله گلدهی کامل بودند، انجام گردید؛ سرشاخه‌های گلدار از ارتفاع ۱۰ سانتی‌متری بالای خاک در ساعت ۱۱ تا ۱۲ ظهر برداشت شدند و بعد سریعاً به آزمایشگاه منتقل گردید.

جدول ۱- تجزیه شیمیایی خاک مزرعه

نمونه	نوع بافت	pH	EC (ds/m)	N (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)
خاک مزرعه	لومی رسی	٦/٨٦	٦/٦٣	۰/۳	۵۱	۲۷۰

جدول ۲- اطلاعات اقلیمی منطقه کاشت

متوسط رطوبت نسبی (٪)	مجموع تبخیر سالیانه (mm)	میانگین بارندگی سالیانه (mm)	حداکثر مطلق دما (°C)	حداقل مطلق دما (°C)	متوسط درجه حرارت (°C)
٥٤	١٨٤٠/٦	٢٤٦/٨	٤٣/٨	٥	١٤/٧

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

(وزن ماده خشک + وزن رطوبت) / وزن رطوبت = میزان رطوبت بر پایه وزن تر (۱

وزن ماده خشک / وزن رطوبت = میزان رطوبت بر پایه وزن خشک (۲

برای تعیین محتوای رطوبتی اولیه، ٤ نمونه ۵۰ گرمی در یک آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ٢٤ ساعت خشک شدند. محتوای رطوبتی اولیه سرشاخه‌های گلدار ریحان تقریباً ۷۱/۷۲٪ بر پایه وزن تر و به عبارت دیگر ۲/٥٤ بر پایه وزن خشک بود.

خشک کردن نمونه‌ها با سه روش مختلف انجام شد. ۱- روش طبیعی شامل خشک کردن در سایه در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد (دمای محیط آزمایشگاه در زمان خشک کردن) و خشک کردن در آفتاب (میانگین دما در طی خشک کردن در این روش ۳۰ درجه سانتی‌گراد بود)، ۲- یک دستگاه آون [WT binder Germany] با حداکثر توان ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد، ابعاد ٤٠٠×٤٠٠ میلی‌متر و حداکثر ظرفیت ۸ کیلوگرم که دو دمای مختلف شامل ۵۰ و ۷۰ درجه سانتی‌گراد مورد استفاده قرار گرفت و ۳- یک آون میکروویو خانگی [ButanCE300WTDU] با حداکثر خروجی برق ۹۰۰ وات و فرکانس عملکرد ٢٤٥٠ مگاهرتز، ابعاد ٣٤٥×٢٤٠×٣٤٤ میلی‌متر و مجهز به یک سینی‌گردان و تنظیم دیجیتال توان و زمان. شش توان مختلف میکروویو شامل ۱۰۰، ۱۸۰، ۳۰۰، ٤٥٠، ٦٠٠ و ۹۰۰ وات با حجم مساوی سرشاخه گلدار ریحان بررسی شدند. نمونه‌های ۵۰ گرمی ریحان به‌طور یکنواخت به‌منظور جذب یکنواخت انرژی میکروویو روی سینی پخش گردیدند. برای تعیین میزان کاهش وزن نمونه‌ها تا دو رقم اعشار، از یک ترازوی دیجیتال استفاده شد. خشک کردن نمونه‌ها تا زمانی که وزن آنها به محتوای رطوبتی ۰/۱٪ 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. برای شناسایی اجزای اسانس از دستگاه گاز کروماتوگراف متصل به طیف‌سنج جرمی (GC-MS) که شرایط آن در زیر درج شده‌است، استفاده شد. دستگاه گاز کروماتوگراف متصل به طیف‌سنج جرمی از یک دستگاه گاز کروماتوگراف مدل Varian Star 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، قابلیت یونیزاسیون ۷۰ الکترون ولت و برنامه‌ریزی دمایی ستون به‌صورت تغییر دمای ستون بین ۲۸۰-٦٠ 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 بدست‌آمده 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 انجام شد. مقایسه آنها با طیف‌های استاندارد و استفاده از منابع معتبر صورت گرفت (Adams, 2001). درصد کمّی هر ترکیب بر اساس سطح زیر منحنی و توسط برنامه‌ریزی کامپیوتری 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 ۵٪ مقایسه شد. داده‌هایی که به‌صورت درصد بودند قبل از تجزیه و تحلیل آماری نرمال‌سازی (arcsin) شدند و شکل‌ها با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم گردید.

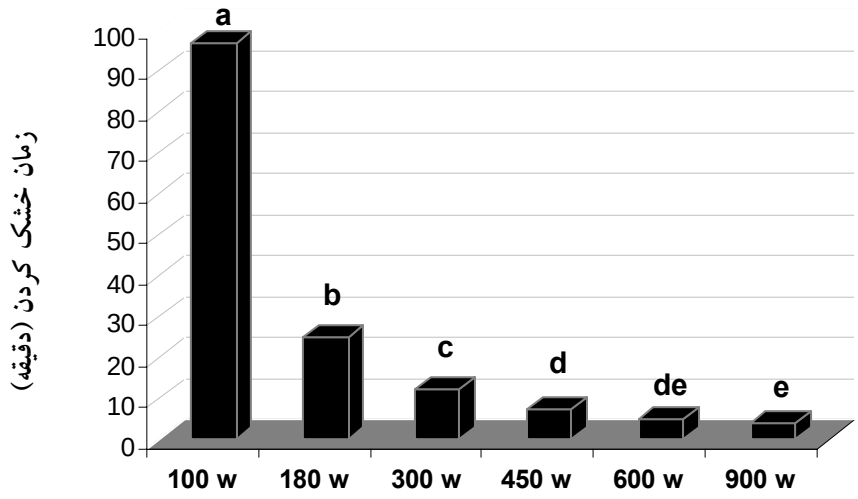
نتایج

زمان خشک کردن

همان‌طورکه در شکل ۱ مشاهده می‌گردد با افزایش توان میکروویو زمان مورد نیاز برای رسیدن به محتوای رطوبتی ۰/۱ درصد بر پایه وزن خشک به‌صورت معنی‌داری کاهش یافت ($p < ۰/۰۵$). به‌طوری‌که این زمان از ۹٦/۸ دقیقه در توان ۱۰۰ وات به ٤/۱ دقیقه در توان ۹۰۰ وات رسید. با افزایش توان از ٤۵۰ به ٦۰۰ وات، اگرچه این زمان کاهش یافت ولی این کاهش از نظر آماری معنی‌دار نبود. بین توان‌های ٦۰۰ و ۹۰۰ وات هم از این نظر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. به‌طورکلی زمان لازم برای خشک کردن با میکروویو تا حد رسیدن به محتوای رطوبتی ۰/۱ درصد بر پایه وزن خشک در توان ۱۰۰ وات، ۲۳/٦ و ۱۸/٦ برابر بیشتر از توان ۹۰۰ و ٦۰۰ وات بود (شکل ۱).

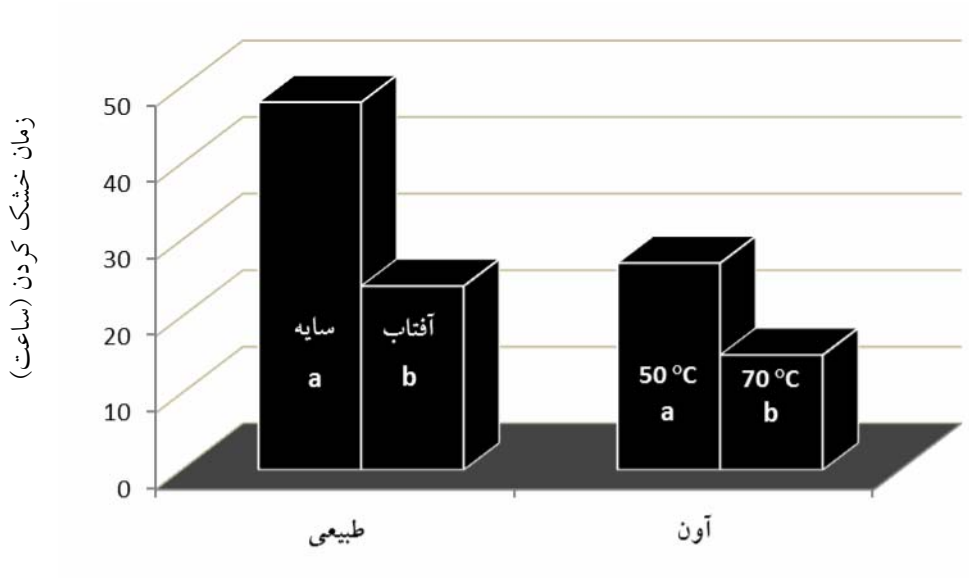
با توجه به شکل ۲ در روش خشک کردن در آون با افزایش دما، زمان خشک کردن به‌صورت معنی‌داری کاهش یافت ($p < ۰/۰۵$). زمان لازم برای خشک کردن با آون تا حد رسیدن به محتوای رطوبتی ۰/۱۰ بر پایه وزن خشک در دمای ۵۰ درجه، ۱/۸ برابر دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد بود. زمان خشک کردن در توان ۹۰۰ و ٦۰۰ وات میکروویو در مقایسه با دمای ۵۰ درجه آون به‌ترتیب ۳۹۵ و ۳۱۱/۵ برابر کوتاهتر بود (شکل ۲).

بر طبق شکل ۲، تیمار خشک کردن در سایه و آفتاب (روش طبیعی) تأثیر معنی‌داری بر زمان خشک کردن داشت ($p < ۰/۰۵$). زمان لازم برای خشک کردن با روش سایه تا حد رسیدن به محتوای رطوبتی ۰/۱۰ بر پایه وزن خشک ٤۸ ساعت بود که ۲ برابر بیشتر از روش آفتاب بود. همچنین زمان خشک کردن در توان ۹۰۰ و ٦۰۰ وات میکروویو در مقایسه با روش سایه به‌ترتیب ۷۰۲/٤ و ۵۵۳/۸ برابر کمتر بود (شکل ۲).



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

وجود حروف متفاوت در ستون‌های جدول نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

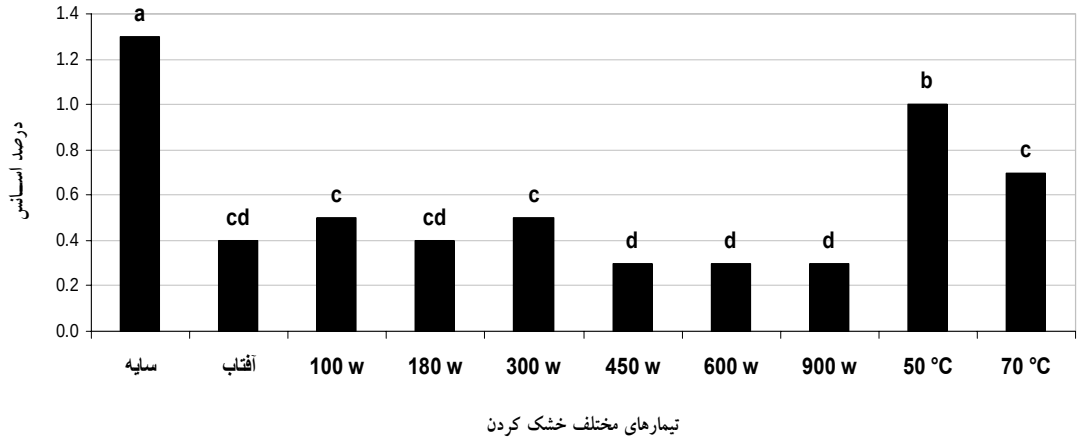


شکل ۲- مدت زمان لازم برای رسیدن به محتوای رطوبتی ۰/۱۰ (بر پایه وزن خشک) در دماهای مختلف آون و در روش طبیعی (سایه و آفتاب)

وجود حروف متفاوت در ستون‌های جدول نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

درصد اسانس

طبق نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس تأثیر روشهای مختلف خشک کردن بر درصد اسانس معنی‌دار بود ($p < ۰/۰۵$). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بالاترین درصد اسانس (۱/۳٪) در روش خشک کردن در سایه بدست آمد و کمترین میزان (۰/۳٪) مربوط به توان‌های ۴۵۰، ۶۰۰ و ۹۰۰ وات میکروویو بود که با توان ۱۸۰ وات میکروویو و روش خشک کردن در آفتاب اختلاف معنی‌داری نداشت. با افزایش دما از ۵۰ به ۷۰ درجه سانتی‌گراد، میزان اسانس ۰/۳٪ کاهش یافت و به ۰/۷٪ رسید (شکل ۳).



شکل ۳- درصد اسانس گیاه ریحان تحت تأثیر تیمارهای مختلف خشک کردن

وجود حروف متفاوت در ستون‌های جدول نشان‌دهنده اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

اجزای اسانس

بر طبق جدول ۳، اجزای اسانس گیاه ریحان در روشهای مختلف خشک کردن شناسایی گردید که مهمترین آنها عبارت بودند از: ژرانیال، متیل‌کاویکول، کارواکرول، اوسیمنون، ژرانیول و کاریوفیلن. در ادامه به تغییرات آنها تحت تیمارهای مختلف پرداخته می‌شود.

ژرانیال

همان‌طورکه در شکل ٤ نیز مشاهده می‌شود، به‌طور کلی توان‌های مختلف میکروویو اثر منفی بر میزان این ترکیب گذاشتند. بیشترین میزان ژرانیال (۲۹/۳۶٪) در تیمار خشک کردن در آفتاب حاصل شد که اختلاف ناچیزی با تیمار دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد (۲۷/۵۸٪) داشت. کمترین میزان (۷/٤٪) مربوط به تیمار توان ٤۵۰ وات میکروویو بود (شکل ٤).

متیل کاویکول

بر طبق شکل ٤، بیشترین میزان متیل‌کاویکول (۳۸/۶۱٪) در تیمار خشک کردن در سایه حاصل شد. تیمار توان ۱۰۰ وات میکروویو توانست بهتر از سایر توان‌ها میزان این ترکیب را حفظ کند و کمترین میزان این

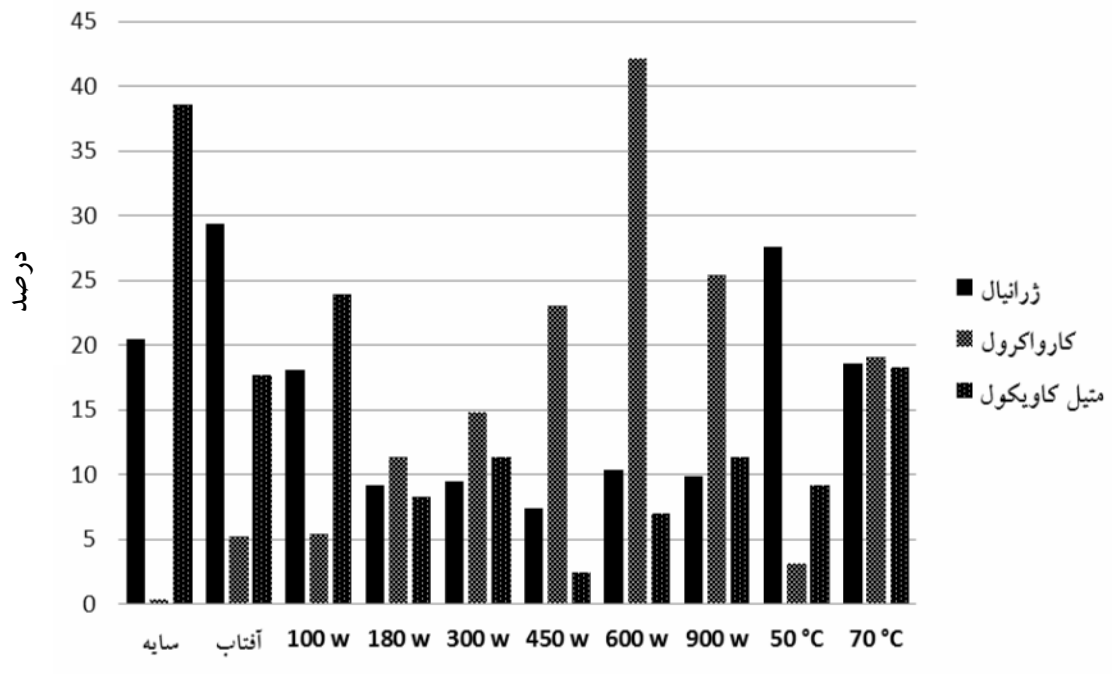
ترکیب در بین تمامی تیمارها (۲/۴۴٪) در توان ۴۵۰ وات میکروویو مشاهده شد (شکل ٤).

کارواکرول

به‌طورکلی میزان این ترکیب در تیمارهای خشک کردن با میکروویو بیش از سایر روشها بجز دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد بود. با افزایش توان میکروویو تا ۶۰۰ وات بر میزان این ترکیب افزوده شد. این روند افزایشی با افزایش دمای خشک کردن از ۵۰ درجه سانتی‌گراد به ۷۰ درجه سانتی‌گراد نیز وجود داشت. بیشترین میزان (۴۲/۰۸٪) در تیمار ۶۰۰ وات مشاهده شد و کمترین میزان (۰/۳۲٪) مربوط به تیمار خشک کردن در سایه بود (شکل ٤).

سایر اجزای اصلی اسانس

میزان ترکیب اوسیمنون (ای) در روش طبیعی و روش آون بیشتر از توان‌های مختلف میکروویو بود. میزان ترکیب‌های ژرانیول و کاریوفیلن در توان‌های ۱۸۰ و ۳۰۰ وات میکروویو بیشتر از سایر تیمارها بود. کمترین مقدار این دو ترکیب در تیمار روش طبیعی (خشک کردن در سایه و آفتاب) مشاهده شد (جدول ۳).



شکل ٤- درصد ترکیب ژرانیال، کارواکرول و متیل کاویکول در اسانس گیاه ریحان تحت تأثیر تیمارهای مختلف خشک کردن

جدول ۳- درصد ترکیب‌های موجود در اسانس ریحان در تیمارهای مختلف خشک کردن

ردیف	نام ترکیب	شاخص بازداری	روشهای مختلف خشک کردن								
			روش طبیعی		روش آون (سانتی‌گراد)			روش مایکروویو (وات)			
			سایه	آفتاب	۵۰	۷۰	۱۰۰	۱۸۰	۳۰۰	۴۵۰	۶۰۰	۹۰۰
۱	α-pinene	۹۳۶	۰/۴	۰/۴	۰/۳	۰/۳	۰/۳	۰/۸	۰/۲	۰/۸	۰/۵	۰/۷
۲	hepten	۹۸۶	۱/۲	۱/۳	۱/۰	۰/۶	۰/۵	۰/۹	۰/۱	۱/۱	۰/۵	۰/۷
۳	p-cymene	۱۰۲۷	۰/۴	۰/۷	۰/۳	۰/۵	۰/۹	۱/۸	۱/۰	۲/۲	۱/۴	۱/۷
۴	γ-terpinene	۱۰۶۱	۰/۴	۰/۷	۰/۳	۰/۴	۶/۷	۱۲/۲	۴/۱	۱۲/۹	۵/۱	۷/۲
۵	limonene oxide	۱۱۴۰	۰/۵	۰/۸	–	۰/۵	–	–	–	–	–	–
۶	isopulegol	۱۱۵۰	۰/۹	۱/۸	۳/۳	۱/۳	۱/۰	–	–	–	–	–
۷	terpinen-4-ol	۱۱۷۸	۰/۷	۰/۷	۰/۹	۰/۸	۰/۷	۰/۳	۰/۲	–	–	۰/۳
۸	methyl chavicol	۱۱۹۶	۳۷/۶	۱۷/۶	۹/۲	۱۸/۳	۲۳/۹	۸/۳	۱۱/۳	۲/۴	۷/۰	۱۱/۴
۹	Z-ocimenone	۱۲۲۶	۲/۵	۳/۹	۴/۴	۳/۵	۵/۰	۲/۵	۴/۲	۳/۵	۲/۸	۲/۸
۱۰	E-ocimenone	۱۲۳۸	۱۶/۹	۲۵/۸	۲۳/۵	۱۵/۰	۱۴/۶	۶/۷	۶/۸	۵/۳	۷/۹	۷/۱
۱۱	geraniol	۱۲۴۸	۲/۶	۲/۷	۱۲/۱	۶/۲	۶/۱	۱۷/۹	۱۴/۰	۱۰/۳	۳/۶	۶/۰
۱۲	geranial	۱۲۶۷	۲۰/۵	۲۹/۴	۲۷/۶	۱۸/۶	۱۸/۰	۹/۲	۹/۵	۷/۴	۱۰/۴	۹/۹
۱۳	carvacrol	۱۲۹۶	۰/۳	۵/۲	۳/۲	۱۹/۱	۵/۴	۱۱/۳	۱۴/۸	۲۳/۰	۴۲/۱	۲۵/۴
۱۴	α-damascone	۱۳۵۵	۰/۶	۱/۳	۱/۲	۰/۹	۰/۸	۰/۶	۰/۶	۰/۴	–	۰/۷
۱۵	E-caryophyllene	۱۴۱۸	۳/۷	۲/۲	۴/۲	۴/۴	۴/۹	۹/۳	۱۰/۲	۸/۶	۶/۳	۸/۶
۱۶	thujopsene	۱۴۳۰	۱/۵	۰/۷	۱/۰	۱/۱	۱/۲	۱/۹	۲/۷	۲/۳	۱/۶	۲/۰
۱۷	β-farnesene	۱۴۴۶	۰/۶	۰/۴	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۷	۱/۱	۰/۸	-	۰/۶
۱۸	α-humulene	۱۴۵۴	۱/۲	۰/۷	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۲/۶	۲/۴	۲/۰	۱/۵	۲/۱
۱۹	γ-muurolene	۱۴۷۸	–	–	۱/۸	۲/۴	۳/۵	۷/۳	۷/۸	۷/۸	۴/۶	۶/۰
۲۰	italicene ether	۱۵۳۷	۲/۵	۱/۶	۱/۶	۲/۴	۳/۴	۴/۷	۷/۷	۸/۲	۳/۹	۵/۴
۲۱	caryophyllene oxide	۱۵۸۱	۲/۰	۱/۴	۱/۸	۱/۲	۱/۰	۰/۹	۰/۸	۰/۷	۰/۶	۱/۲
۲۲	humulene epioxide	۱۶۰۸	۰/۲	–	۰/۵	۰/۳	–	–	۰/۳	–	–	–
	کل		۹۷/۲	۹۹/۱	۹۹/۷	۹۹/۶	۹۹/۷	۹۹/۷	۹۹/۷	۹۹/۶	۹۹/۶	۹۹/۵

بحث

فرایند خشک کردن یکی از مراحل مهم فرایندهای پس از برداشت گیاهان دارویی می‌باشد که با توجه به نوع مواد مؤثره (آلکالوئید، اسانس، فلاونوئید و ...) باید روش مناسبی را برای آن انتخاب نمود (امیدبیگی، ۱۳۸۴). Caceres (۲۰۰۰) محتوای رطوبت نهایی گیاهان دارویی را برای اینکه دچار آلودگی قارچی و آفلاتوکسین نشوند، ۰/۱٪ 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 کمّیت محصول نهایی دانست. به‌دلیل اینکه عملیات خشک کردن سبب حرکت ترکیب‌های معطر در برگ گیاهان دارویی به سمت سطح برگ به همراه آب می‌گردد و در این پدیده مقداری از این ترکیب‌ها از دست می‌رود، بنابراین انتخاب نوع روش خشک کردن برای کاهش هدر رفت ترکیب‌های معطر بسیار مهم است (Asekun *et al*., 2007). Sefidkon و همکاران (۲۰۰٦) گزارش نمودند که در بین روشهای مختلف خشک کردن (سایه، آفتاب و دمای ٤٥ درجه سانتی‌گراد آون)، بیشترین میزان اسانس (۱/۰٦٪ وزنی) و کارواکرول (٤٨/۱٪) در روش خشک کردن در دمای ٤٥ درجه سانتی‌گراد آون و بیشترین میزان گاما-ترپینن (۳۹/٤٪) در روش خشک کردن در آفتاب بدست آمد. Asekun و همکاران (۲۰۰۷) مشاهده نمودند که روش خشک کردن با آون در دمای ٤۰ درجه سبب تبخیر یا تغییر ترکیب‌های اصلی اسانس گیاه پونه (منتون، ۸،۱-سینئول و پولگون) گردید. البته در این روش مقادیر ترکیب‌هایی همچون آلفا-پینن و لیمونن نسبت به روشهای خشک کردن در سایه و آفتاب به‌شدت افزایش یافت. Azizi و همکاران (۲۰۰۹) گزارش نمودند که استفاده از توان‌های پایین میکروویو در خشک کردن گل‌های بابونه آلمانی رقم بودگلد (Bodegold) به‌دلیل کاهش بسیار زیاد زمان خشک کردن و حفظ میزان اسانس و ترکیب کامازولن، برای خشک کردن گل‌های بابونه آلمانی مناسب‌تر از روش آون و روش طبیعی می‌باشد.

نتایج بدست‌آمده در این تحقیق مبنی بر کاهش معنی‌دار زمان خشک کردن با افزایش توان میکروویو با نتایج محققان دیگر بر روی بابونه (Azizi *et al*., 2009)، 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 ریحان را به‌صورت معنی‌داری کاهش داد. Parker (۱۹۹۹) نشان داد که خشک کردن برگ‌های جعفری تا زمان رسیدن به محتوای رطوبتی ۰/۱٪بر پایه وزن خشک با روش میکروویو (توان ۹۰۰ وات) در مقایسه با دماهای ۳۰، ٤۰، ٥۰ و ٦٥ درجه آون، زمان خشک کردن را به‌ترتیب تا ۱۱۱، ۹۲، ۳۷ و ۳۱ برابر کاهش داد.

نتایج این تحقیق نشان داد با اینکه روش استفاده از امواج میکروویو سبب کاهش زمان خشک کردن در گیاه ریحان شده و صرفه اقتصادی بسیار بالایی را در صنعت تولید و فرآوری گیاهان دارویی ایجاد می‌کند ولی درصد اسانس را به‌شدت کاهش داد و بر دو جزء اصلی اسانس ریحان یعنی ژرانیال و متیل‌کاویکول اثر منفی داشت. احتمالاً این اثر منفی امواج میکروویو به‌دلیل نوع ساختار برگ و محل ذخیره اسانس در برگ‌های گیاه ریحان می‌باشد؛ زیرا در گیاه ریحان، اسانس در نزدیکی سطح برگ‌ها ذخیره می‌گردد و برگ‌ها ضخامت بسیار کمی دارند (Moyler, 1994). البته اثر مفید امواج میکروویو در خشک کردن بسیاری از محصولات کشاورزی گزارش شده‌است، زیرا این امواج با نفوذ در اندام‌های گیاهی سبب تبخیر شدن آب درون بافت‌ها می‌شوند و بدون آسیب وارد کردن به سطوح خارجی میوه‌ها و سبزی ها، سبب خروج رطوبت از آنها می‌گردند (Szumny *et al*, 2010).

همچنین استفاده از میکروویو خصوصاً در خشک کردن گیاهان دارویی اسانس‌داری که به دماهای بالا حساسند توصیه شده‌است، زیرا سرعت بالای خشک کردن و انرژی ورودی کم از کاهش میزان اسانس جلوگیری می‌کند (Venskutonis, 1997). ولی نتایج این تحقیق نشان داد که این روش برای خشک کردن گیاه ریحان مناسب نیست. در روش خشک کردن در سایه درصد اسانس نمونه‌ها بسیار بهتر از سایر روشها حفظ گردید و همچنین میزان اجزای اصلی اسانس (ژرانیال و متیل‌کاویکول) در حد مطلوبی بود، به‌طوری‌که درصد اسانس در این روش به‌طور میانگین بیش از سه برابر توان‌های مختلف میکروویو و روش خشک کردن در آفتاب بود. به‌طورکلی با توجه به نتایج این تحقیق می‌توان اظهار نمود که خشک کردن گیاه ریحان در شرایط سایه از این جهت که میزان اسانس و اجزای آن را به‌صورت قابل ملاحظه‌ای حفظ کرد، برای خشک نمودن این گیاه مطلوب می‌باشد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از زحمات و مساعدت‌های جناب آقای یوسف نوری مسئول محترم آزمایشگاه تحصیلات تکمیلی و جناب آقای حسن عبدی مسئول محترم مزرعه تحقیقاتی گروه علوم باغبانی دانشگاه فردوسی مشهد تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع مورد استفاده

– احمدی، ک.، سفیدکن، ف. و عصاره، م.ح.، ۱۳۸۷. تأثیر روشهای مختلف خشک کردن بر کمّیت و کیفیت اسانس سه ژنوتیپ از گل محمدی (*Rosa damascena* Mill.). تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲٤(۲): ۱۷٦-۱٦۲.

– امیدبیگی، ر.، ۱۳۸٤. تولید و فرآوری گیاهان دارویی (جلد اول). انتشارات به نشر، مشهد، ۳٤۷ صفحه.

– امیدبیگی، ر.، ۱۳۸۵. تولید و فرآوری گیاهان دارویی (جلد سوم). انتشارات به نشر، مشهد، ۳۹۷ صفحه.

– یزدانی، د.، شهنازی، س.، جمشیدی، ا.ح.، رضازاده شمس، ع. و مجاب، ف.، ۱۳۸٤. بررسی تغییرات کمّی و کیفی اسانس گیاهان آویشن (*Thymus vulgaris* L.) و ترخون (*Artemisia dracunculus* L.) در اندام‌های خشک و تر گیاه. گیاهان دارویی، ۵(۱۷): ۱۵-۷.

- Adams, R.P., 2001. Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Quadrupole 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(3): 995-998.
- Azizi, M., Rahmati, M., Ebadi, M.T. and Hasanzadeh 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(2): 182-192.
- Basker, D., 1993. Saffron, the costliest spice: drying and quality, supply and price. Acta Horticulture, 344: 89-95.
- Blose, N. and Cusick, D., 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(3): 353-363.
- Caceres, A., 2000. Calidad de la material prima para la elaboracion de productos fitofarma ceuticas. Primer Congreso International FITO 2000 "Por la investigacion, conservacion diffusion del conocimiento de las plantas medicinals". 27-30 de septiembre, 2000, Lima, Peru, 215 pages.
- Deans, S.G., and Svoboda, K.P., 1992. Effect of drying regime on volatile oil and microflora of aromatic plant. Acta Horticulture, 306: 450-452.
- Funebo, T. and Ohlsson, T., 1998. Microwave-assisted air dehydration of apple and mushroom. Journal of Food Engineering, 38(3): 353-367.
- Heindl, A. and Müller, J., 2002. Mikrowellenunterstützte Trocknung von Arznei-und Gewürzpflanzen. Zeitschrift für Arznei-und Gewürzpflanzen, 7(4): 208-225.

Industries Research and Development Corporation, 66p.
- Probhanjan, D.G., Ramaswamy, H.S. and Raghavan, G.S., 1995. Microwave-assisted convective air drying of thin layer carrots. Journal of Food Engineering, 25(2): 283-293.
- Raghavan, B., Rao, L.J., Singh, M. and Abraham, K.O., 1997. Effect of drying methods on the flavor quality of marjoram (*Origanum majorana* L.). Nahrung, 41(3): 159-161.
- Riva, M., Schirarldi, A. and Cesare, L.F., 1991. Drying of *Agaricus bisporus* mushrooms by microwave/hot air combination. Lebensmittel-wissenschaft und technologie, 24(6): 479-483.
- Schilcher, H., 1987. Die Kamille. Wissenschaftliche Verlagsgesel/schaft mbH. Stuttgart, Germany, 151p.
- Sefidkon, F., Abbasi, K. and Bakhshi Khaniki, G.B., 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. Biosystems Engineering, 89(2): 167-173.
- Szumny, A., Figiel, A., Gutierrez-Ortiz, A. and Carbonell-Barrachina, A., 2010. 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(6): 1861-1865.
- Venskutonis, P.R., 1997. Effect of drying on the volatile constituents of thyme (*Thymus vulgaris*) and sage (*Salvia officinalis*). Food Chemistry, 59(2): 219-277.
- Hiltunen, R. and Holm, Y., 1999. Basil, the Genus *Ocimum* (Medicinal and Aromatic Plants-Industrial Profiles, Vol: 10). Harwood Academic Publishers, 152p.
- Hörsten, V.D., 1999. Einsatz von Mikrowellenenergie und Hochfrequenztechnik zur Trocknung und Entkeimung von Arznei und Gewürzpflanzen. Zeitschrift für Arznei und Gewürzpflanzen, 4(2): 101-102.
- Javanmardi, J., Khalighi, A., Kashi, A., Bais, H.P. and Vivanco, J.M., 2002. Chemical characterization of basil (*Ocimum basilicum* L.) found in local accessions and used in traditional medicines in Iran. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50(21): 5878-5883.
- Javanmardi, J., Stushnoff, C., Locke, E. and Vivanco, J.M., 2003. Antioxidant activity and total phenolic content of Iranian *Ocimum* accessions. Food Chemistry, 83(4): 547-550.
- Karawya, M.S., E-Wakeil, F.A., Hifnawy, M.S., Ismail, F.A. 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 (Vol 24). Elsevier Science, Amsterdam, 780p.
- Omidbaigi, R., Sefidkon, F. and Kazemi, F., 2004. Influence of drying methods on the essential oil content and composition of Roman chamomile. Flavour and Fragnace Journal, 19(3): 196-198.
- Oztekin, S. and Martinov, M., 2007. Medicinal and Aromatic Crops: Harvesting, Drying, and Processing. CRC Press, 320p.
- Parker, J.C., 1999. Developing an Herb and Spice Industry: In Callide Valley, Queensland. Rural

The effects of different drying methods on drying time, essential oil content and composition of basil (*Ocimum basilicum* L.)

M.T. Ebadi[1], M. Rahmati[2], M. Azizi[3], M. Hassanzadeh Khayyat[4] and A. Dadkhah[5]

1*- Corresponding author, Ph.D. Student, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran, E-mail: m.t.ebadi@gmail.com
2- Ph.D. Student, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
3- Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
4- Department of Pharmaceutical Chemistry, School of Pharmacy and Pharmaceutical sciences Research Center, Mashhad University of Medical Science, Iran
5- Faculty of Agriculture and Natural Resources of Shirvan, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Received: June 2011 Revised: November 2011 Accepted: December 2011

Abstract

Drying is one of the oldest methods for preservation of agricultural products after harvest. Basil (*Ocimum basilicum* L.) belongs to Lamiaceae family which is used as a medicinal and spice species. This experiment was carried out to determine the effect of different drying methods on drying time, essential oil content and composition of Basil. The experiment was conducted in a randomized complete blocks design with three replications and treatments were included two temperature levels (50 and 70 °C), six microwave powers (100, 180, 300, 450, 600 and 900 w), and two drying methods (sun and shade drying). The drying process was continued until the mass of the sample was reduced to a moisture content of about 0.10 on a dry basis or 10 % on a wet basis. Results indicated minimum and maximum drying times (4.1 minutes and 48 hours) were obtained at 900 w microwave powers and shade drying, respectively. Maximum and minimum essential oil content (1.3 and 0.3 %) were obtained by shade drying and in 450, 600 and 900 w, respectively. Microwave powers had negative effect on the main compositions of essential oil (geranial and methyl chavicol) but shade drying preserved them. According to the results, shade drying was identified as a suitable method for Basil, because essential oil content and composition were considerably maintained.

Key words: Basil (*Ocimum basilicum* L.), drying methods, essential oil content, geranial, methyl chavicol.