فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران
جلد ۲۶، شمارهٔ ٤، صفحهٔ ٤٨٩-٤٧٧ (١٣٨٩)

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

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

۱*- 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
٤- استاد، گروه شیمی دارویی، دانشکده داروسازی و مرکز تحقیقات علوم دارویی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد

تاریخ دریافت: بهمن ۱۳۸۸ تاریخ اصلاح نهایی: اردیبهشت ۱۳۸۹ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۸۹

چکیده

خشک‌کردن یکی از مراحل مهم پس از برداشت گیاهان دارویی می‌باشد که نقش مهمی در کمیت و کیفیت مواد مؤثره آنها دارد. به منظور بررسی تأثیر روشهای مختلف خشک‌کردن بر زمان خشک‌کردن، درصد و اجزای اسانس گیاه دارویی مرزه (*Satureja hortensis* L.)، آزمایشی به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال ۱۳۸۷ به اجرا درآمد. شش توان مختلف میکروویو شامل ۱۰۰، ۱۸۰، ۳۰۰، ٤٥٠، ٦٠٠ و ۹۰۰ وات، دو دمای مختلف آون شامل ۵۰ و ۷۰ درجه سانتی‌گراد و روش طبیعی (سایه و آفتاب) در این آزمایش مورد مقایسه قرار گرفتند. در روشهای مختلف، خشک‌کردن نمونه‌ها تا زمانی که وزن آنها به محتوای رطوبتی ۰/۱۰ بر پایه وزن خشک (یا ۱۰٪ بر پایه وزن تر) برسد، ادامه داشت. نتایج نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار روشهای مختلف خشک‌کردن بر زمان خشک‌کردن و میزان اسانس نمونه‌ها بود. به‌طوری که کمترین و بیشترین زمان خشک‌کردن (به‌ترتیب ٤/۵ دقیقه و ۹٦ ساعت) مربوط به تیمارهای خشک‌کردن با توان ۹۰۰ وات میکروویو و روش خشک‌کردن در سایه بود. بالاترین درصد اسانس (۳٪) در دمای ۵۰ درجه آون و روش سایه بدست آمد و کمترین میزان (۰/۹٪) مربوط به روش آفتاب بود. بنابراین توان‌های ۱۰۰ و ۳۰۰ وات میکروویو با ۲/۳٪ اسانس در حد متوسطی قرار داشتند. درصد کارواکرول در تیمارهای خشک‌کردن با میکروویو بیشتر از روشهای دیگر بود، به‌طوری‌که بیشترین میزان (٦۳/۹٪) در تیمار خشک‌کردن با میکروویو با توان ۳۰۰ وات حاصل شد که اختلاف ناچیزی با تیمار توان ۱۸۰ وات داشت. بیشترین میزان گاما-ترپینن (۲۸/۲٪) در تیمار خشک‌کردن در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد حاصل شد که اختلاف ناچیزی با تیمار دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد، توان‌های ۱۰۰ و ۳۰۰ وات میکروویو داشت. به‌طور کلی با توجه به نتایج این تحقیق می‌توان اظهار نمود که خشک‌کردن گیاه دارویی مرزه با استفاده از توان‌های پایین میکروویو از این جهت که زمان خشک‌کردن را کاهش داده و میزان اسانس و اجزای آن را به صورت قابل‌ملاحظه‌ای حفظ می‌کند، جهت خشک‌کردن این گیاه مطلوب است.

واژه‌های کلیدی: *Satureja hortensis* L.، خشک‌کردن، درصد و اجزای اسانس.

Archive of SID

www.SID.ir

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 (امیدبیگی، ۱۳۸٤الف). 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 ضدمیکروبی داشته و مانع از رشد برخی از باکتریها می‌شود (سفیدکن و همکاران، ۱۳۸٦؛ Hajhashemi *et al.*, 2000).

خشک‌کردن 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 خشک‌کردن بر درصد و اجزای اسانس تأثیر قابل‌توجهی دارد و این تأثیر براساس دمای خشک‌کردن، طول مدت خشک‌کردن و گونه گیاهی متفاوت است (یزدانی و همکاران، ۱۳۸٤). تحقیقات متعددی نشان داده است که روش خشک‌کردن 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).

خشک‌کردن طبیعی و خشک‌کردن با هوای داغ به دلیل در برداشتن هزینه‌های کمتر، هنوز هم از مهمترین روشهای مورد استفاده در تولید ماده گیاهی خشک به‌شمار می‌روند، روش خشک‌کردن طبیعی (سایه و آفتاب) معایب زیادی مثل، عدم امکان جابجایی مقادیر زیاد ماده گیاهی و حصول به استانداردهای ثابت کیفیت دارد. معایب روش خشک‌کردن با هوای داغ عبارتند از: بازده کم انرژی و زمان‌بر بودن فرایند (عزیزی و همکاران، ۱۳۸۸). Sefidkon و همکاران (۲۰۰٦) نشان دادند که بیشترین میزان اسانس در گیاه مرزه به‌ترتیب در روشهای خشک‌کردن در دمای ٤۵ 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 گل‌محمدی نشان داده شده 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 این روش (روش خشک‌کردن در سایه) میزان سیترونلول و ژرانیول بالاتری داشت و دارای میزان کمتری از ترکیب‌های مومی و سنگین کاهنده کیفیت اسانس بود (احمدی و همکاران، ۱۳۸۷). Schilcher (۱۹۸۷) نشان داد که میزان بیسابلوئیدها در گلهای گیاه بابونه

Archive of SID
www.SID.ir

(*Matricaria recutita*) نـه فقـط بـه‌وسـیله فاکتورهـای ژنتیکی و اکولوژیکی کنتـرل مـی‌شـود، بلکـه بـه شـرایط خشک‌کردن و انبار کردن ماده گیاهی، بعد از برداشت هـم بسـتگی دارد. درصـد اسـانس بابونـه رومـی (*Anthemis nobilis*) در روش خشـک‌کـردن در سـایه (۱/۹٪ وزنـی) به‌طور معنی‌داری بیشتر از روشهای خشک‌کردن در آفتاب و دمای ٤٥ درجه سانتی‌گراد آون (به‌ترتیـب ۰/٤٪ و ۰/۹٪ وزنی) بود (Omidbaigi *et al.*, 2004).

خشک‌کردن با امواج میکروویو یکی از روشهای جدید در خشـک‌کـردن گیاهـان مـی‌باشـد. کوتـاه بـودن زمـان خشک‌کردن در این روش از مزایای مهم آن است (Blose, 2001). روش خشک‌کردن با میکروویو یـا روش ترکیبـی میکروویو- هوای داغ، زمان خشک‌کـردن مـاده گیـاهی را بدون تنزل کیفیت آن کـاهش مـی‌دهـد (Drouzas *et al.*, 1999). اشعه‌های میکروویو خیلی سریع و مـؤثر در مـاده گیاهی پخش مـی‌شـود (Diaz *et al.*, 2003) و منجـر بـه کـاهش مصـرف انـرژی مـی‌گـردد (Feng, 2002). خشک‌کردن با میکروویو سبب تولید گیاهان خشک شـده با رنگ مناسب و درصـد بـالای مـواد مـؤثره شـده اسـت (Von Hörsten, 1999). ریشـه‌هـای سـنبل‌الطیـب (*Valeriana officinalis*) خشک شده با امواج میکروویـو دارای کیفیت بالاتری نسبت به روشهای دیگر خشک‌کردن بودند و بار میکروبی کمتری داشتند (Heindl & Müller, 2002). همچنین آزمایشهای خشـک‌کـردن بـا میکروویـو روی طیف وسیعی از میـوه‌هـا و سـبزیها مثـل قارچهـای خوراکی (Riva *et al.*, 1991)، سیب‌زمینی (Bouraoui *et al.*, 1994)، هـویج (Probhanjan *et al.*, 1995) و انگـور (Tulasidas *et al.*, 1993) انجام شده‌است.

با توجه به اهمیـت مرحلـه خشـک‌کـردن در صـنعت گیاهان دارویی و استفاده فراوان از گیاه مـرزه بـه‌صـورت خشک شده در صنایع داروسـازی و بـه‌عنـوان چاشـنی و ادویـه در صـنایع غـذایی، ایـن آزمـایش جهـت بررسـی روشهای مختلف خشک‌کردن بر زمان خشک‌کردن، درصد و اجزای اسانس گیاه دارویی مرزه انجام شد.

مواد و روشها

به منظور بررسی تأثیر روشهای مختلف خشـک‌کـردن بر زمان خشک‌کردن، درصد و اجزای اسانس گیاه دارویی مرزه (*Satureja hortensis* L.)، آزمایشی به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۰ تیمـار (روشـهای مختلـف خشک‌کردن) و ۳ تکرار در سـال ۱۳۸۷ بـه اجـرا درآمـد. بدین منظـور در اواخـر فـروردین‌مـاه سـال ۱۳۸۷ تعـداد ۳ کرت به ابعاد ۳ مترمربع در مزرعه تحقیقاتی گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد مـورد کشت گیاه مرزه قرار گرفت. نتایج حاصل از تجزیه خـاک مزرعه و اطلاعات اقلیمی منطقه به‌ترتیب در جـدولهای ۱ و ۲ مشاهده می‌شود. هر سه کرت در شـرایط مسـاوی از لحاظ کوددهی و آبیاری بودند و وجین علفهـای هـرز بـا دست انجام گردید. به منظور انجام آزمایشـهای تحقیقـاتی خشک‌کردن در اواسط تیرماه هنگامی که گیاهان در مرحلـه گلدهی کامـل بودنـد، سرشـاخه‌هـای گلـدار از ارتفـاع ٥ سانتی‌متری بالای خاک در ساعت ۱۱ تا ۱۲ ظهر برداشـت شدند و بعد به‌سرعت به آزمایشگاه منتقل شدند.

Archive of SID

www.SID.ir

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	-٨	١٤/٧

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

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

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

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 مرزه تقریباً ۵۳/۱٪ بر پایه وزن تر و به عبارت دیگر ۱/۱۳ بر پایه وزن خشک بود.

خشک‌کردن نمونه‌ها با سه روش مختلف انجام شد که عبارت بودند از: ۱- روش طبیعی شامل خشک‌کردن در سایه در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد (دمای محیط آزمایشگاه در زمان خشک‌کردن) و خشک‌کردن در آفتاب (میانگین دما در طی خشک‌کردن در این روش ۲۵ درجه سانتی‌گراد بود)، ۲- دو دمای مختلف آون شامل ۵۰ و ۷۰ درجه سانتی‌گراد و ۳- یک آون میکروویو خانگی (Butan CE300WTDU) با حداکثر خروجی برق ۹۰۰ وات و فرکانس عملکرد ۲۴۵۰ مگاهرتز، ابعاد ۳۴۵×۲۴۰×۳۴۴ میلی‌متر 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 مرزه بررسی شدند. نمونه‌های ۵۰ گرمی مرزه به‌طور یکنواخت به منظور جذب یکنواخت انرژی میکروویو روی سینی پخش شدند. برای تعیین میزان کاهش وزن نمونه‌ها تا دو رقم اعشار، از یک ترازوی دیجیتال استفاده شد. خشک‌کردن نمونه‌ها 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 طیف‌سنج جرمی (GC/MS) که شرایط آن در زیر درج شده است، استفاده شد. دستگاه گاز کروماتوگراف متصل به طیف‌سنج جرمی، از یک دستگاه گاز کروماتوگراف مدل Varian Star

Archive of SID

www.SID.ir

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 ٦۰–۲۸۰ 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 کمّی 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 ۵٪ 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

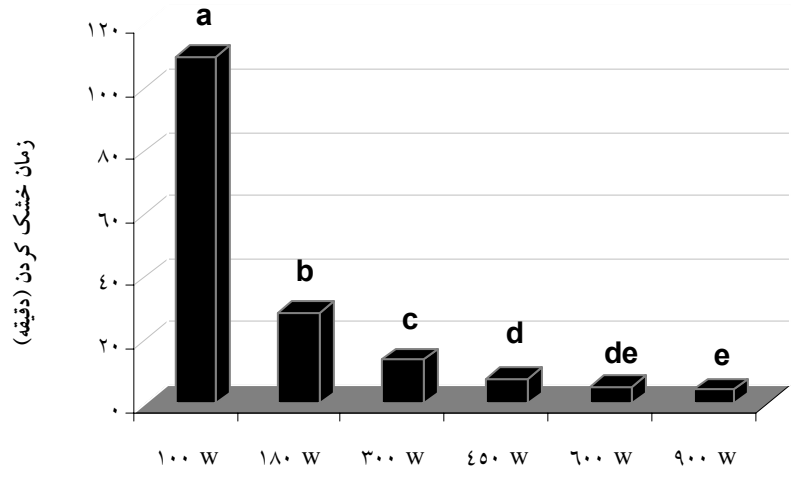
همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود با افزایش توان میکروویو زمان مورد نیاز برای رسیدن به محتوای رطوبتی ۰/۱۰ بر پایه وزن خشک به صورت معنی‌داری کاهش یافت ($P<0/05$). به‌طوری که این زمان از ۱۱۰ دقیقه در توان ۱۰۰ وات به ۸ دقیقه در توان ٤۵۰ وات رسید. با افزایش توان از ٤۵۰ به ٦۰۰ وات، اگرچه این زمان کاهش یافت ولی این کاهش از نظر آماری معنی‌دار نبود. به‌طوری که بین توان‌های ٦۰۰ 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، ۲٤/٤ و ۲۰ برابر بیشتر از توان ۹۰۰ و ٦۰۰ وات بود (شکل ۱).

با توجه به شکل ۲ با افزایش دما، زمان خشک‌کردن به صورت معنی‌داری کاهش یافت ($P<0/05$). بنابراین زمان لازم برای خشک‌کردن با آون تا حد رسیدن به محتوای رطوبتی۰/۱۰ بر پایه وزن خشک در دمای ۵۰ درجه، ۱/٤ برابر دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد بود. زمان خشک‌کردن در توان ۹۰۰ و ٦۰۰ وات میکروویو در مقایسه با دمای ۵۰ درجه آون به‌ترتیب ۲۰۰ و ۱٦۳/۷ برابر کمتر بود (شکل ۲).

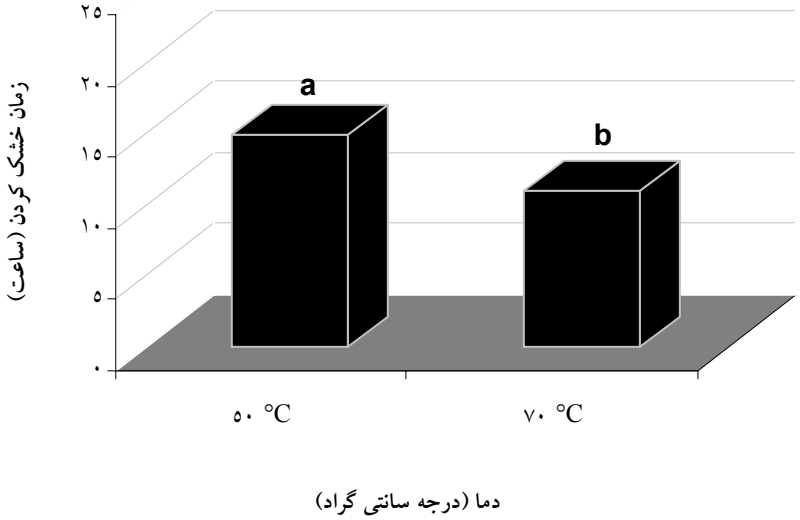
براساس شکل ۳، تیمار خشک‌کردن در سایه و آفتاب (روش طبیعی) تأثیر معنی‌داری بر زمان خشک‌کردن داشت ($P<0/05$). به‌طوری که زمان لازم برای خشک‌کردن با روش سایه تا حد رسیدن به محتوای رطوبتی ۰/۱۰ بر پایه وزن خشک ۹٦ ساعت بود که ۲/۳ برابر برابر بیشتر از روش آفتاب بود. همچنین زمان خشک‌کردن در توان ۹۰۰ و ٦۰۰ وات میکروویو در مقایسه با روش سایه به‌ترتیب ۱۲۸۰ و ۱۰٤۷/۳ برابر کمتر بود (شکل ۳).

Archive of SID

www.SID.ir



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



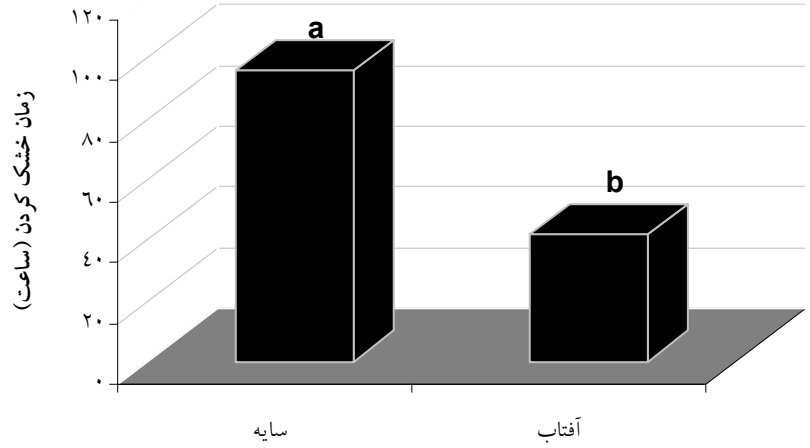
شکل ۲- مدت زمان لازم برای رسیدن به محتوای رطوبتی ۰/۱۰ (بر پایه وزن خشک) در دماهای مختلف آون

درصد اسانس

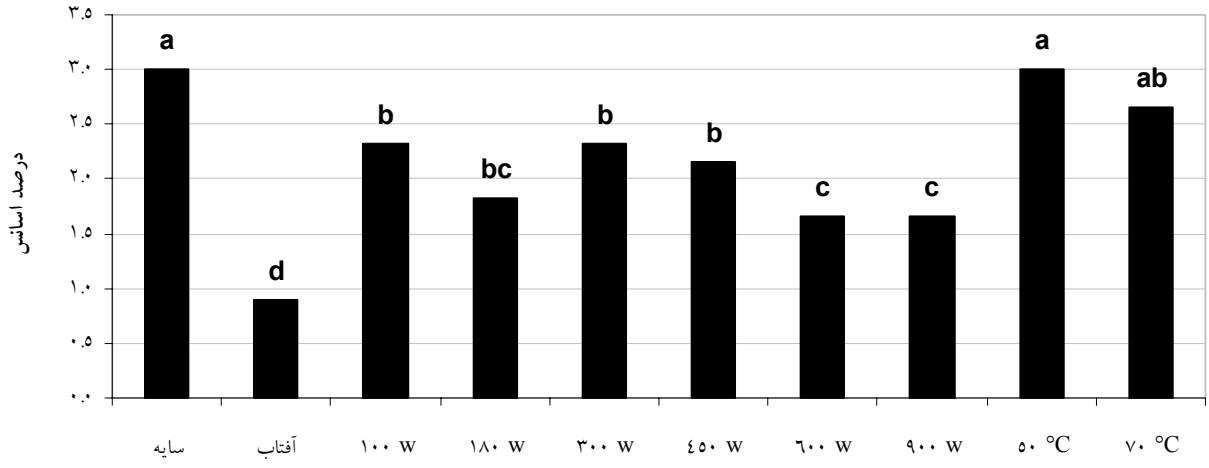
طبق نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس تأثیر روشهای مختلف خشک‌کردن بر درصد اسانس معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بالاترین درصد اسانس (۳٪) در دمای ۵۰ درجه آون و روش سایه بدست آمد و کمترین میزان (۰/۹٪) مربوط به روش آفتاب بود. به‌نحوی که با افزایش دما از ۵۰ به ۷۰ درجه سانتی‌گراد، میزان اسانس ۱۰٪ کاهش یافت و به ۲/۷٪

www.SID.ir

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 ٤٥٠ و ۱۸۰ وات بودند. همچنین توان‌های ۱۸۰، ٦۰۰ و ۹۰۰ وات با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند (شکل ٤).



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



شکل ٤- درصد اسانس گیاه مرزه تحت تأثیر تیمارهای مختلف خشک کردن

www.SID.ir

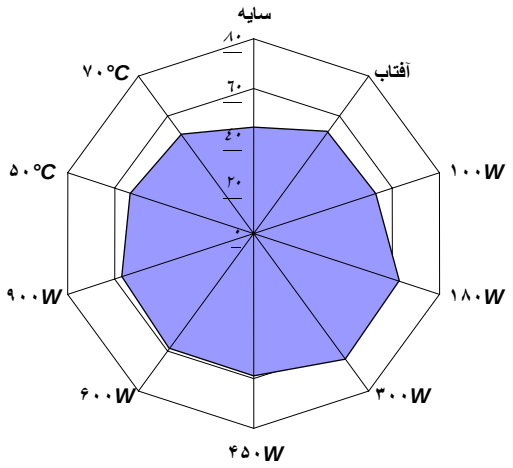
اجزای اسانس

بر طبق جدول ۳، اجزای اسانس گیاه مرزه در روشهای مختلف خشک‌کردن 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 می‌شود.

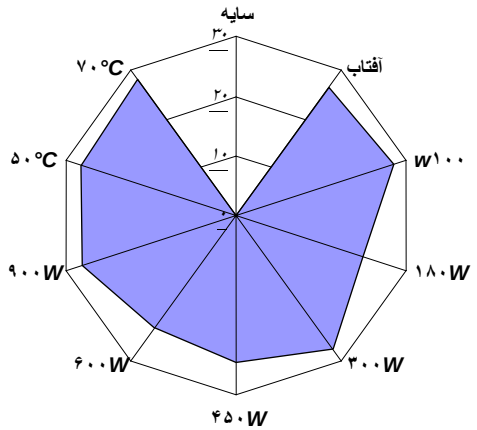
کارواکرول: همان‌طور که در شکل ۵ نیز مشاهده می‌شود، بیشترین میزان کارواکرول (٦٣/٩٪) در تیمار خشک‌کردن با میکروویو با توان ۳۰۰ وات حاصل شد که اختلاف ناچیزی با تیمار توان ۱۸۰ وات (٦٢/٢٪) داشت. کمترین میزان (٤٤/٩٪) مربوط به تیمار سایه بود. به‌طور کلی درصد کارواکرول در تیمارهای خشک‌کردن با میکروویو بیشتر از روشهای دیگر بود و پس از آن، تیمار دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد و روش آفتاب و دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داشتند (شکل ۵).

گاما-ترپینن: طبق شکل ٦، بیشترین میزان گاما-ترپینن (٢٨/٢٪) در تیمار خشک‌کردن در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد آون حاصل شد که اختلاف ناچیزی با تیمار دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد (٢٧/٢٪) و توان‌های ۱۰۰ و ۳۰۰ وات میکروویو (به‌ترتیب ٢٧/٧٪ و ٢٧/٥٪) داشت. این ترکیب در روش خشک‌کردن در سایه وجود نداشت (شکل ٦).

سایر اجزای اسانس: میزان ترکیب‌های پارا-سیمن و بتا-پینن در تیمار آفتاب و دمای ۵۰ و ۷۰ درجه سانتی‌گراد بیش از توان‌های مختلف میکروویو و روش سایه بود. به‌طوری که این دو ترکیب در تیمار توان ۳۰۰ وات مشاهده نشدند. میزان ترکیب آلفا-پینن در روش طبیعی، روش آون و توان‌های ۱۰۰ و ٦۰۰ 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 سانتی‌گراد دارای بیشترین میزان این ترکیب بودند (جدول ۳).



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



شکل ٦- درصد ترکیب گاما-ترپینن در اسانس گیاه مرزه تحت تأثیر تیمارهای مختلف خشک‌کردن

Archive of SID
www.SID.ir

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

ردیف	نام ترکیب	شاخص بازداری	روشهای مختلف خشک‌کردن								
			روش طبیعی		روش آون (°C)			روش میکروویو (وات)			
			سایه	آفتاب	٥٠	٧٠	١٠٠	١٨٠	٣٠٠	٤٥٠	٦٠٠	٩٠٠
١	α-pinene	٩٣٦	٤/٩	٤/٤	٤/٣	٤/٧	٤/٥	٢/٦	–	٣/٩	٤/٤	٤/١
٢	sabinene	٩٧٠	١/٦	٠/٤	–	–	–	–	٢/٦	–	–	–
٣	β-pinene	٩٧٤	٣/٦	٤/٥	٤/٤	٤/٥	٤/٥	٣/٥	–	٣/٩	٤/٠	٣/٦
٤	α-terpinene	١٠١٦	٩/٣	٣/٣	٣/٥	٤/٠	٣/٨	٣/٤	٤/٣	٣/٢	٣/٢	٣/٥
٥	p-cymene	١٠٢٧	٠/٤	٧/٢	٦/٨	٧/٣	٥/٥	٣/٩	–	٥/٠	٤/٤	٣/٧
٦	ocimene	١٠٤٢	٣٤/٧	–	–	–	–	–	٠/٣	–	–	–
٧	γ-terpinene	١٠٦١	–	٢٦/٦	٢٧/٢	٢٨/٢	٢٧/٧	٢٢/٤	٢٧/٥	٢٤/٥	٢٣/١	٢٧
٨	carvacrol	١٢٩٨	٤٤/٩	٥٢/٩	٥٣/١	٥٠/٦	٥٣	٦٢/٢	٦٣/٩	٥٨/٥	٥٨/٧	٥٧
٩	caryophyllene	١٤١٨	١/٠	٠/٦	٠/٥	٠/٧	٠/٩	٠/٩	١/٢	٠/٧	١/١	١/١

بحث

خشک‌کردن یکی از قدیمیترین روشهای نگهداری گیاهان دارویی بعد از برداشت تا زمان استفاده یا فرآوری است. در انتخاب نوع روش خشک‌کردن 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 (امیدبیگی، ١٣٨٤ب). عملیات خشک‌کردن 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 خشک‌کردن جهت کاهش هدر رفتن ترکیب‌های معطر بسیار مهم است (Asekun *et al.*, 2007). Caceres (٢٠٠٠) محتوای رطوبتی نهایی گیاهان دارویی را برای اینکه دچار آلودگی قارچی و آفلاتوکسین نشوند، ٠/١٠ بر پایه وزن خشک یا ١٠٪ 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 اُفت رطوبت آن، استخراج رطوبت سخت‌تر و هزینه فرآوری افزایش می‌یابد.

نتایج بدست آمده در این تحقیق مبنی بر کاهش معنی‌دار زمان خشک‌کردن با افزایش توان میکروویو با نتایج محققان دیگر بر روی بابونه (عزیزی و همکاران، ١٣٨٨)، سیب و قارچ (Funebo & Ohlsson, 1998) و جعفری (Soysal, 2004) مطابقت دارد. کاهش زمان خشک‌کردن محصولات گیاهی در کاهش هزینه‌های مربوط به مصرف انرژی جهت خشک‌کردن اهمیت زیادی دارد (Caceres, 2000). طبق نتایج حاصل از این مطالعه، روش میکروویو و آون در مقایسه با روش طبیعی، زمان خشک‌کردن سرشاخه‌های گلدار مرزه را به صورت معنی‌داری کاهش داد. از طرف دیگر زمان خشک‌کردن در روش میکروویو (به‌ویژه توان‌های بالا) نسبت به روش آون بسیار کوتاهتر بود. Parker (١٩٩٩) نشان داد که

Archive of SID
www.SID.ir

خشک‌کردن برگهای جعفری تا زمان رسیدن بـه محتـوای رطوبتی ۰/۱۰ بر پایه وزن خشک با روش میکروویو (توان ۹۰۰ وات) در مقایسه با دماهای ۳۰، ٤۰، ۵۰ و ٦۵ درجـه آون، زمان خشک‌کردن را به‌ترتیب تـا ۱۱۱، ۹۲، ۳۷ و ۳۱ برابر کاهش داد.

نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از توان‌های پایین میکروویو ضمن کاهش دادن زمان خشک‌کردن که صـرفه اقتصادی بسیار بالایی در صنعت تولید و فرآوری گیاهـان دارویی ایجاد می‌کند، سبب حفظ درصد و اجزای اسـانس گیاه مرزه می‌گردد. البته روش طبیعـی و دمـای ۵۰ درجـه سانتی‌گراد هم درصد اسانس را بخوبی حفظ نمود ولی بر اجزای اصلی اسانس ازجمله کارواکرول و گاما-ترپینن اثر منفی گذاشت، به‌طوری که درصد کارواکرول در تیمارهای خشک‌کردن با میکروویو بیشتر از روشـهای دیگـر بـود و بیشترین میزان آن در تیمارهای خشک‌کردن با میکروویو با توان‌های ۳۰۰ و ۱۰۰ وات حاصل شد و کمترین میزان در تیمـار روش سـایه بـود. Sefidkon و همکـاران (۲۰۰٦) گزارش نمودند که در بین روشهای مختلف خشـک‌کـردن (سایه، آفتاب و دمای ٤۵ درجه سانتی‌گراد آون)، بیشترین میزان اسـانس (۱/۰٦٪ وزنـی) و کـارواکرول (٤۸/۱٪) در روش خشک‌کردن در دمای ٤۵ درجه سـانتی‌گـراد آون و بیشـــترین میـــزان گامـــا-تـــرپینن (۳۹/٤٪) در روش خشک‌کردن در آفتاب بدسـت آمـد. کـارواکرول یکـی از اجزای اصلی اسانس گیاه مرزه کشت شده در بیشتر نقـاط جهان معرفی شده است (جایمند و رضایی، ۱۳۸۵؛ Baser *et al.*, 2004). سفیدکن و همکاران (۱۳۸٦) نتیجه گرفتنـد که اسـانس گونـه‌هـایی از مـرزه کـه دارای کـارواکرول و تیمول بالاتری هستند، اثـر ضـدمیکروبی قـویتری دارنـد. کـارواکرول دارای خاصـیت ضـدباکتری اسـت و اسـانس مرزه‌ای که مقادیر بالایی از این ترکیب را دارا باشد جهت استفاده در صنایع داروسازی مناسبتر می‌باشد. البته وجـود مقادیر نسبتاً مناسبی از سایر ترکیـب‌هـای اسـانس بـدلیل تقویت اثر ضدباکتریایی کارواکرول، نقش مهمی در کیفیت اسـانس مـرزه دارد (Ben Arfa *et al.*, 2006). بنـابراین استفاده از توان‌های پایین میکروویو در خشک‌کـردن گیـاه مرزه بـدلیل حفـظ ایـن ترکیـب در گیـاه سـبب پایـداری خواص درمانی آن پس از عملیات خشک‌کردن می‌شود.

Asekun و همکاران (۲۰۰۷) مشاهده نمودند که روش خشک‌کردن با آون در دمای ٤۰ درجه سبب تبخیر یا تغییر ترکیب‌های اصلی اسانس گیاه پونه (منتون، ۸،۱-سینئول و پولگـون) شـد. البتـه در ایـن روش مقـادیر ترکیـب‌هـایی همچـون آلفـا-پیـنن و لیمـونن نسـبت بـه روشـهای خشک‌کردن در سایه و آفتاب بشدت افزایش یافـت. آنهـا پیشنهاد دادنـد کـه جهـت کـاهش ترکیـب‌هـای منتـون و پولگون در گیاه پونه که در مواردی سبب آسـیب بـه کبـد شده‌اند، این گیاه باید به صورت خشک شـده توسـط آون در دمای ٤۰ درجه یا پخته شده مصرف شود.

اسانس در گیاهان خانواده نعناعیان در نزدیکـی سـطح برگها در کرک‌هـای غـده‌ای ذخیـره مـی‌شـود (Moyler, 1994). به همین دلیـل اسـتفاده از میکروویـو بـه‌ویـژه در خشک‌کردن گیاهان دارویی اسانس‌داری که ماده مؤثره آنها در ناحیـه سـطحی برگهایشـان قـرار دارد و در نتیجـه بـه دماهای بالا حساسـند، توصـیه مـی‌شـود. سـرعت بـالای خشک‌کردن و انرژی ورودی کم از کاهش میـزان اسـانس جلوگیری می‌کند (Venskutonis, 1997). بنـابراین امـواج میکروویو با نفوذ در اندام‌های گیاهی سبب تبخیرشدن آب درون بافت‌ها می‌شود و بدون آسیب وارد کردن به سطوح خارجی میوه‌ها و سبزیها، سـبب خـروج رطوبـت از آنهـا

Archive of SID

www.SID.ir

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 قابل‌ملاحظه‌ای حفظ کرد، برای خشک نمودن این گیاه مطلوب می‌باشد.

منابع مورداستفاده

- احمدی، ک.، سفیدکن، ف. و عصاره، م.ح.، ۱۳۸۷. تأثیر روشهای مختلف خشک کردن بر کمیت و کیفیت اسانس سه ژنوتیپ از گل‌محمدی (*Rosa damascena* Mill.). تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲٤(۲): ۱۷٦-۱٦۲.
- امیدبیگی، ر.، ۱۳۸٤الف. تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد اول، انتشارات به نشر، مشهد، ۳٤۷ صفحه.
- امیدبیگی، ر.، ۱۳۸٤ب. تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد دوم، انتشارات به نشر، مشهد، ٤۳۸ 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.، ۱۳۸٦. بررسی اثرات ضدمیکروبی اسانس دو گونه مرزه (*Satureja bachtiarica* Bunge و *Satureja khuzistanica* Jamzad) در دو مرحله برداشت. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۳(۲): ۱۸۲-۱۷٤.
- عزیزی، م.، رحمتی، م.، عبادی، م.ت. و حسن‌زاده خیاط، م.، ۱۳۸۸. بررسی تأثیر روشهای مختلف خشک‌کردن بر سرعت 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.، ۱۳۸٤. 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: ۱۵-۷.
- 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.
- Blose, 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 International 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

Archive of SID
www.SID.ir

Project No: DAQ-194A. Available online at http://www.rirdc.gov.au.
- 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: 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 Verlagsgesel/schaft 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 *Saturea 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, Qeensland. A report for the Rural Industries Research and Development Corporation. RIRDC Publication No: 99/45, RIRDC

Archive of SID

www.SID.ir

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. Rahmati[2], M. Azizi[3] and M. Hassanzadeh Khayyat[4]

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.

Archive of SID

www.SID.ir