مقاله پژوهشی

نشریه علمی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران | شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijmapr.2021.351586.2851

جلد ۳۷، شماره ۱، صفحه ۱۹۲-۱۷۸ (۱۴۰۰) | شناسه دیجیتال (DOR): 98.1000/1735-0905.1400.37.178.105.1.1576.1606

بررسی تغییرات کمّی و کیفی اسانس *Echinophora platyloba* DC. تحت تأثیر روش‌های مختلف خشک کردن

وحید عبدوسی[1*]، بهاره توکلی[2]، علی مهرآفرین[3] و حسنعلی نقدی‌بادی[4]

۱*- نویسنده مسئول، استادیار، گروه علوم باغی و زراعی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

پست الکترونیک: abdossi@yahoo.com

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم باغی و زراعی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۳- استادیار، گروه پژوهشی کشت و توسعه مرکز تحقیقات گیاهان دارویی، پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی، کرج، ایران

۴- دانشیار، پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی، کرج، ایران

تاریخ دریافت: مرداد ۱۳۹۸ | تاریخ اصلاح نهایی: دی ۱۳۹۹ | تاریخ پذیرش: دی ۱۳۹۹

چکیده

به‌منظور ارزیابی صفات کمّی و کیفی گیاه خوشاریزه عطری (*Echinophora platyloba* DC.) تحت تأثیر روش‌های مختلف خشک کردن تحقیقی در قالب طرح کامل تصادفی با ۳ تکرار در سال ۱۳۹۸ انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل گیاه تازه، خشک کردن گیاه در سایه و آفتاب، آون ۴۵، ۵۵ و ۶۵ درجه سلسیوس، آون خلأ ۴۵، ۵۵ و ۶۵ درجه سلسیوس، میکروویو ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ وات بودند. به این منظور بخش هوایی گیاه در خرداد ماه از ارتفاعات شهرستان تویسرکان جمع‌آوری شد و تحت تأثیر روش‌های مختلف خشک کردن قرار گرفت. اسانس‌گیری به‌وسیله دستگاه کلونجر انجام شد و بعد اجزای اسانس به‌وسیله دستگاه گازکروماتوگرافی جرمی مشخص شدند. یافته‌های این تحقیق نشان داد که روش‌های مختلف خشک کردن گیاه خوشاریزه عطری تأثیر معنی‌داری بر درصد اسانس و تمامی اجزای اسانس داشت و روش میکروویو ۴۰۰ وات دارای بیشترین میزان بازده اسانس بود، ولی روش مناسبی برای حفظ ترکیب‌های مؤثره در این گیاه نبود. روش خشک کردن در سایه با وجود طولانی بودن مدت زمان خشک کردن، مناسب‌ترین روش در حفظ ترکیب‌های شیمیایی اسانس در گیاه خوشاریزه عطری بود. دامنه تغییرات درصد اسانس در این تحقیق بین ۰/۳۹-۰/۰۶٪ بود. طبق نتایج بدست آمده دامنه تغییرات عمده اسانس گیاه خوشاریزه عطری ازجمله ترانس بتا-اوسیمن ۵۷/۵۲-۳۴/۱۶٪، آلفا-فلاندرن ۱۶/۵۲-۸/۸۷٪، سیس اوسیمن ۴/۵۷-۱/۶۹٪، بتا-فلاندرن ۹/۲۴-۲/۰۸٪، پی‌سیمن ۵/۰۵-۱/۵۳٪، بتا-پینن ۱/۹۴-۰/۷۳٪، آلفا-پینن ۵/۱۵-۱/۸۳٪، ولوتون ۳/۷۸-۰/۳۹٪، ترانس کاروئول ۱/۹۲-۰/۳۸٪، لینالول ۳/۵۷-۰/۷۲٪ و دی جرماکرن ۴/۹۱-۱/۶۷٪ بود.

واژه‌های کلیدی: *Echinophora platyloba* DC.، روش خشک کردن، آون، اسانس، لینالول، آلفا-فلاندرن.

مقدمه

گیاهان دارویی امروزه کاربردهای گسترده‌ای در صنایع مختلف دارند، تولید و فرآوری آنها نیازمند بهره‌گیری از روش‌های علمی و جدید برای دستیابی به محصول با کمّیت و کیفیت بالاست (Ebadi *et al*., 2016). گیاه دارویی خوشاریزه با نام علمی *Echinophora platyloba* از خانواده Apiaceae است (Mirghazanfari *et al*., 2012). این گونه به‌طور وسیعی در نواحی غرب و مرکز ایران به‌عنوان یک طعم‌دهنده غذا مصرف می‌شود (Aqababa *et al*., 2016). گیاهی پایا، ساقه‌ها به رنگ سبز متمایل به زرد، محکم و خاردار، ساقه منفرد و از پایین منشعب، دارای شاخه‌های شیاردار ضخیم، محکم و سفت و بسیار منشعب است. دارای گل‌های کوچک سفید یک‌پارچه، دوره گلدهی از تیر تا مرداد است (Georgiou *et al*., 2010). در پزشکی سنتی به‌منظور بهبود زخم و درمان زخم معده به‌دلیل ویژگی ضدقارچی، ضدنفخ و به‌عنوان محرک معده استفاده می‌شود و نیز فعالیت ضدمیکروبی و ضدسرطانی این گیاه ثابت شده است (Glamoclija *et al*., 2011). همچنین اثرهای ضد باکتریایی عصاره اتانولی آن بر ضد باکتری‌های استافیلوکوکوس اورئوس و استرپتوکوکوس فکالیس به اثبات رسیده است (Pilevar *et al*., 2017). بررسی‌های قبلی نشان داده است که این گیاه دارای ترکیب‌های ساپونین، فلاونوئید و آلکالوئید می‌باشد (Fayyaz *et al*., 2015). ترکیب‌های آنتی‌باکتریال دیگری که در گیاه موجود است شامل ترانس بتا–اوسیمن (۶۷/۹٪)، فرانون (۶/۲٪) و میرسن (۶٪) است (Hassanpouraghdam *et al*., 2009).

تمایل مصرف‌کنندگان به استفاده از نگهدارنده‌های طبیعی مانند اسانس‌های گیاهی به‌عنوان ترکیب‌های آنتی‌باکتریال و آنتی‌اکسیدان از یک‌سو و توجه به ترکیب‌های اسانس، تغییرات کیفیت در زمان نگهداری، لزوم شرایط خاص نگهداری و استفاده از راهکارهای جدید را برای فرآوری اسانس این گیاه دارویی آشکار می‌سازد. ازجمله راه‌های جلوگیری از اتلاف محصول و افزایش طول عمر و ماندگاری اسانس، خشک کردن می‌باشد. این فرایند شامل حذف رطوبت از محصول تا یک آستانه خاص است که هدف از آن ذخیره‌سازی طولانی‌مدت، حداقل کردن نیازهای انبارداری و بسته‌بندی، کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل و متوقف کردن فعالیت‌های آنزیمی میکروارگانیسم‌ها می‌باشد (Oliveira *et al*., 2006؛ Moreira *et al*., 2009). از آنجایی که مقدار و کیفیت اسانس بسیار تحت تأثیر نحوه خشک کردن قرار می‌گیرد باید با توجه به نوع مواد مؤثره گیاهی روش مناسبی را برای خشک کردن آنها در نظر گرفت (Rita & Animesh, 2011). روش‌های مختلفی برای خشک کردن مواد جامد وجود دارد که هر روش دارای مزایا و معایبی می‌باشد. این روش‌ها عبارت از خشک کردن به روش خورشیدی، میکروویو، مادون قرمز، جابجایی، خلأ و هوای داغ هستند (Guine *et al*., 2011). انتخاب روش، دما و زمان مناسب خشک کردن با توجه به نوع مواد مؤثره متفاوت می‌باشد (Oztekin & Martinov, 2007).

خشک کردن به‌وسیله آفتاب علاوه بر مزایای سادگی و عدم نیاز به امکانات زیاد با مشکلاتی از قبیل زمان طولانی، فساد محصول به‌دلیل رطوبت اولیه بالای آن، آلودگی‌های محیطی، بهداشت و کارایی پایین آن است (Ebadi *et al*., 2011). یکی از پرکاربردترین خشک‌کن‌های محصولات کشاورزی، خشک‌کن‌های جریان هوای گرم هستند که انرژی بالا و بازده بسیار پایینی دارند (Motevali *et al*., 2014). بکارگیری روش‌های مناسب برای افزایش بازده ترمودینامیکی مانند بازده انرژی، بازده خشک کردن، بازده حرارتی در جهت کاهش زمان خشک شدن، کاهش مصرف انرژی و ... در فرایند خشک کردن امری ضروری به نظر می‌رسد. خشک‌کن میکروویو علاوه‌بر اینکه یک روش مناسب خشک کردن برای محصولات کشاورزی می‌باشد، در مواردی که به‌عنوان پیش‌تیمار نیز استفاده شده است سبب

کاهش میزان رطوبت اولیه در محصول شده، در نتیجه زمان فرایند خشک شدن را کاهش داده است (Wang *et al*., 2004). خشک کردن با امواج میکروویو نیز یکی از روش‌های جدید در خشک کردن گیاهان می‌باشد. کوتاه بودن زمان خشک کردن در این روش از مزایای مهم آن است. بااین‌حال نتایج برخی تحقیقات در مورد گیاهان اسانس‌دار نشان می‌دهند که روش میکروویو با وجود خشک کردن سریع و حفظ رنگ مناسب مواد گیاهی، روش مناسبی برای خشک کردن نمی‌باشد، زیرا باعث کاهش قابل توجه روغن‌های فرّار گیاه می‌گردد (Ebadi *et al*., 2016). استفاده از فناوری خلأ در خشک کردن محصولات غذایی پدیده‌ای جدید و تازه می‌باشد. خشک کردن خلأیی روشی جایگزین برای روش خشک کردن مرسوم اتمسفری است. در این روش خارج شدن رطوبت از محصول در فشارهای پایین انجام می‌شود. در روش خشک کردن خلأیی واکنش‌های اکسیداسیون به‌دلیل عدم وجود هوا به حداقل رسیده و رنگ، طعم و بافت محصولات خشک شده تا حدی حفظ می‌شود.

در گیاه آویشن دنایی مشخص شد که بالاترین درصد اسانس در آون ۳۰ درجه سلسیوس بدست آمد. همچنین تیمول به‌عنوان جزء غالب اسانس این گیاه در روش سایه از کمترین مقدار برخوردار بود (Ne'mati *et al*., 2011). بررسی روش‌های مختلف خشک کردن (سایه، آفتاب و آون) در گیاه *Mentha pulegium* نشان داد که بیشترین و کمترین درصد اسانس به‌ترتیب در روش‌های سایه و آون بدست آمد. روش خشک کردن بر اجزاء اسانس نیز تأثیر گذاشت و بیان شد که تصمیم‌گیری در مورد انتخاب روش مناسب خشک کردن بستگی به ترکیب‌های مورد نظر اسانس خواهد داشت (Hassanpouraghdam & Hassani, 2014). در تحقیقی که در گیاه ارس (*Juniperus phoenicea* L.) انجام شد، اثر روش‌های خشک کردن بر ترکیب‌های عمده اسانس مطالعه شد. نتایج این تحقیق نشان داد که ترکیب‌های آلفا-پینن و ۳-۶-کارن با استفاده از روش خشک کردن در سایه افزایش یافت (Ennajar *et al*., 2010). مطالعات محققان نشان داده است که استفاده از توان‌های پایین میکروویو در خشک کردن گل‌های بابونه آلمانی به دلیل حفظ میزان اسانس و ترکیب کامازولن، برای خشک کردن گل‌های بابونه آلمانی مناسب‌تر از روش آون می‌باشد (Azizi *et al*., 2009). نتایج حاصل از تحقیقی روی مرزنجوش نشان داد که روش میکروویو تحت خلأ بهترین روش خشک کردن مرزنجوش بود و بیشترین مقدار مواد مؤثره را حفظ نمود (Figiel *et al*., 2010).

در بین ترکیب‌های تشکیل‌دهنده گیاهان دارویی، اسانس‌ها جزء حساس‌ترین ترکیب‌ها به فرایند خشک کردن می‌باشند و حساسیت این ترکیب‌ها تعیین‌کننده میزان دمای مورد استفاده برای خشک کردن می‌باشد، زیرا افزایش دمای مواد گیاهی در طی فرایند خشک کردن ممکن است باعث تبخیر یا تخریب و در نتیجه از دست رفتن برخی اجزاء مهم اسانس‌ها گردد. یکی از موارد مهم در فرایند خشک کردن، انتخاب روش مناسب برای خشک کردن اندام‌های گیاهی می‌باشد. استفاده از روش نامناسب می‌تواند منجر به از بین رفتن کل مواد مؤثره موجود در آنها شود که باید با توجه به نوع مواد مؤثره گیاهان دارویی روش مناسبی برای خشک کردن انتخاب نمود. با توجه به نکات ذکر شده و اهمیت گیاه دارویی خوشاریزه، هدف از انجام این پژوهش ارزیابی تغییرات کمّی و کیفی اسانس خوشاریزه عطری تحت تأثیر روش‌های مختلف خشک کردن بود.

مواد و روش‌ها

اندام‌های هوایی خوشاریزه در اواخر خرداد ماه سال ۱۳۹۸ از کوهپایه‌های اطراف شهرستان تویسرکان (واقع در جنوب استان همدان) در طول و عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۳۶ دقیقه و ۲۴ ثانیه شمالی و ۴۸ درجه و ۱۹ دقیقه و ۳ ثانیه شرقی از نصف‌النهار گرینویچ و ارتفاع ۱۷۸۰ متر از سطح دریا جمع‌آوری شد. پس از جمع‌آوری گیاه خوشاریزه برای خشک کردن و ارزیابی

خصوصیات فیتوشیمیایی به آزمایشگاه رازی واقع در دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات منتقل و مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت. گیاهان جمع‌آوری شده پس از تمیز کردن، شستن و جدا کردن ریشه آنها برای خشک کردن به‌صورت طبیعی و مصنوعی توسط ترازوی دیجیتالی وزن شده و در وزن‌های یک کیلوگرمی تقسیم شده و بعد به آزمایشگاه منتقل شدند. این آزمایش به‌صورت طرح کاملاً تصادفی با ۱۲ تیمار در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل گیاه تازه برداشت شده (شاهد)، خشک کردن در سایه و دمای اتاق (با دمای حدود ۳±۲۶ درجه سلسیوس و جریان تهویه مناسب اتاق)، خشک کردن در آفتاب (به‌طور سنتی در نور مستقیم خورشید در مزرعه)، خشک کردن با آون در دمای ۴۵، ۵۵ و ۶۵ درجه سلسیوس، خشک کردن با آون خلأ در دمای ۴۵، ۵۵ و ۶۵ درجه سلسیوس، خشک کردن با میکروویو با توان ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ وات بود. در تمام نمونه‌ها شرایط خشک کردن به‌صورت یکنواخت تا زمانی که وزن خشک نمونه مورد بررسی تغییر نکند و ثابت بماند حفظ شد. برای اسانس‌گیری اندام خشک گیاه، از دستگاه کلونجر به روش تقطیر با آب استفاده شد. ۳۰ گرم از اندام هوایی آسیاب شده همراه با مقدار کافی آب مقطر درون بالن مخصوص دستگاه ریخته و عمل اسانس‌گیری با حرارت دادن بالن مزبور شروع شد. از لحظه به جوش آمدن، عمل اسانس‌گیری به مدت سه ساعت انجام شد. سپس دستگاه خاموش شد و پس از خنک شدن (۳۰ دقیقه)، اسانس استخراج شده با استفاده از سولفات سدیم خشک رطوبت‌زدایی گردید و درصد اسانس با استفاده از فرمول بازده اسانس محاسبه شد (Jaimand & Rezaee, 2006). برای تجزیه نمونه‌های اسانس و اندازه‌گیری دقیق ترکیب‌های موجود در آن از دستگاه کروماتوگرافی گازی استفاده شد. بدین منظور از دستگاه گاز کروماتوگراف مدل Hewlett-Packard 6890 دارای انجکتور splitless و ستون موئینه به طول ۳۰ متر و قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت فیلم ۲۵ میلی‌متر مدل DB-WAX (Agilent/J and W Scientific, Folsom, CA, USA) استفاده گردید. دتکتور آن از نوع یونیز و اشعه آن با حرارت ۲۱۰ درجه سلسیوس بود که در آن گاز هیدروژن و هوا با سرعت ۴۰ میلی‌لیتر بر دقیقه عبور داده شد. دمای اولیه در ۸۰ درجه سلسیوس به مدت ۲ دقیقه نگه داشته شد و بعد با تغییرات ۱۰ درجه در دقیقه به ۱۴۰ درجه رسید و پس از ۱ دقیقه با تغییرات ۴ درجه سلسیوس در دقیقه به ۱۹۰ درجه رسید و به‌مدت ۲ دقیقه نگه داشته شد و بعد با تغییرات ۲ درجه در دقیقه به ۲۱۰ درجه رسید. از هلیم ذکرشده خالص با سرعت عبور ۱ میلی‌لیتر در دقیقه به‌عنوان گاز حامل استفاده شد. پیک‌های خروجی براساس زمان بازداری با نمونه‌های استاندارد مقایسه و تعیین هویت شد و براساس سطح زیرمنحنی تعیین غلظت گردیدند (Young-Cheol *et al*., 2005). پس از پایان آزمایش‌ها، آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که روش های خشک کردن بر درصد اسانس و اجزای اسانس در سطح احتمال ۱٪ تأثیر معنی‌دار داشت (جدول ۱). نتایج نشان داد که بیشترین درصد اسانس به میزان ۰/۳۹٪ از خشک کردن در میکروویو با توان ۴۰۰ وات بدست آمد، همچنین کمترین درصد اسانس از گیاه تازه، آون ۶۵ درجه سلسیوس و آون خلأ ۵۵ و ۶۵ درجه سلسیوس حاصل شد. در آون و آون خلأ با افزایش دما درصد اسانس کاهش پیدا کرد و دمای مناسب ۴۵ درجه سلسیوس بود. براساس نتایج ۳۲ ترکیب در اسانس گیاه خوشاریزه در روش های مختلف خشک کردن شناسایی شد که در بین آنها ترانس بتا-اوسیمن، آلفا-فلاندرن، سیس اوسیمن، بتا-فلاندرن، پی‌سیمن، بتا-پینن، آلفا-پینن، ولوتون، ترانس کاروئول، لینالول و دی‌جرماکرن اجزای اصلی

بودند. همچنین مونوترپن‌های هیدروکربن بیشترین بخش گروه‌های اجزای اسانس خوشاریزه را تحت تیمارهای مختلف تشکیل دادند. بالاترین درصد ترکیب‌های اسانس به مقدار ۹۷/۲۷٪ مربوط به خشک کردن در سایه اتاق بود که با تیمار آون ۴۵ درجه سلسیوس به مقدار ۹۵/۴٪ در یک گروه آماری قرار داشت. در آون و آون خلأ با افزایش دما درصد ترکیب‌های اسانس تقلیل یافت (جدول ۲). حداکثر ترانس بتا-اوسیمن به میزان ۵۷/۵۲٪ در خشک کردن با روش میکروویو ۲۰۰ وات بدست آمد. بالاترین سیس اوسیمن به میزان ۴/۵۷٪، بورنئول و سیس وربنول به‌ترتیب به مقدار ۰/۴٪ و ۰/۶۵٪ در گیاه تازه مشاهده شد. بیشترین بتا-فلاندرن به مقدار ۹/۲۴٪ و آلفا-فلاندرن به میزان ۱۶/۵۲٪ در خشک کردن با آون ۴۵ درجه سلسیوس مشخص گردید. بیشترین آلفا-پینن (۵/۱۵٪) و ولوتون (۳/۷۸٪) در خشک کردن با آون ۴۵ درجه سلسیوس بدست آمد. حداکثر پی‌سیمن را تیمار خشک کردن در آفتاب به مقدار ۵/۰۵٪ نشان داد. همچنین بیشترین بتا-پینن به میزان ۱/۹۴٪ و دک‌دی انال به مقدار ۰/۴۳٪ از خشک کردن با آون ۵۵ درجه سلسیوس حاصل شد. بالاترین سابینن به مقدار ۰/۴۹٪ و گرانیل اکتات به میزان ۰/۸۵٪ مربوط به خشک کردن در سایه اتاق بود. بیشترین آلفا-ترپینیل اکتات (۰/۲۵٪)، کارواکرول (۰/۰۶٪)، اسپاتولنول (۱/۱۶٪) در خشک کردن در سایه اتاق بدست آمد. همچنین حداکثر ترانس کاروئول به مقدار ۱/۹۲٪ در خشک کردن با آون ۴۵ درجه سلسیوس مشاهده شد که با تیمار آون ۵۵ درجه سلسیوس در یک گروه آماری قرار گرفت. براساس نتایج بدست آمده بالاترین وربنون (۰/۹۱٪)، گلوبولول (۲/۹۴٪)، تری‌متیل سیکلو پنتادین (۱/۲۵٪)، گاما دودکالاکتون (۰/۹۶٪) و فنیل اکتیک اسید (۰/۸۶٪) را تیمار آون خلأ با دمای ۶۵ درجه سلسیوس به خود اختصاص داد. بیشترین آلفا-ترپینئول به مقدار ۰/۷۳٪ و ۰/۷۱٪ به‌ترتیب از تیمارهای خشک کردن در سایه اتاق و آون ۴۵ درجه سلسیوس حاصل شد. همچنین حداکثر لینالول به میزان ۳/۵۷٪ در خشک کردن با آون خلأ ۵۵ درجه سلسیوس بدست آمد. نتایج بررسی‌ها حکایت از آن داشت که بیشترین دی‌جرماکرن (۴/۹۱٪) و بتا-کاریوفیلن (۱/۱۳٪) مربوط به آون ۶۵ درجه سلسیوس بود. همچنین بالاترین <-Z> نوسیفرول (۱/۷۶٪) در تیمار میکروویو ۴۰۰ وات مشخص شد. حداکثر کاریوفیلن اکسید (۱/۹۷٪) را آون با دمای ۵۵ درجه سلسیوس نشان داد. مشاهده شد که بالاترین سیس تری هگزینل بنزوات به میزان ۰/۸۴٪ و گاما-دکالاکتون به مقدار ۱/۰۶٪ و ۱/۱۱٪ مربوط به آون و آون خلأ ۶۵ درجه سلسیوس بود. اجینول (۰/۴۸٪) و متیل اجینول (۰/۵۸٪) فقط در تیمار خشک کردن در سایه اتاق مشاهده گردید. نتایج نشان داد که بالاترین مونوترپن‌های هیدروکربن به مقدار ۸۲/۱۷٪ و ۸۲/۱٪ از خشک کردن با میکروویو ۲۰۰ و ۴۰۰ وات، مونوترپن‌های اکسیژن‌دار به مقدار ۹/۱۷٪ از خشک کردن با آون ۴۵ درجه سلسیوس، سزکوئی‌ترپن‌های هیدروکربن به مقدار ۶/۰۴٪ از خشک کردن با آون ۶۵ درجه سلسیوس، سزکوئی‌ترپن‌های اکسیژن‌دار به مقدار ۵/۰۲٪ و ۴/۹۷٪ به‌ترتیب از خشک کردن با آون ۵۵ درجه سلسیوس و سایه اتاق حاصل شد. همچنین بیشترین سایر ترکیب‌ها به میزان ۵/۰۲٪ مربوط به خلأ آون ۶۵ درجه سلسیوس و کمترین مقدار آن (۰/۴۱٪) مربوط به میکروویو با توان ۲۰۰ وات بود.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف خشک کردن بر ترکیب‌های مؤثره اسانس گیاه خوشاریزه عطری

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد اسانس	درصد کل ترکیب‌های اسانس	trans beta ocimene	cis ocimene	beta phellandrene	p-cymene	alpha phellandrene	beta pinene	sabinene	alpha pinene
تیمار	۱۱	۰/۰۴۹**	۲۸۸/۲۵**	۱۶۸/۷۱**	۶/۴۶۶**	۱۵/۳۳۱**	۷/۰۶۹**	۱۴/۰۳۳**	۰/۷۰۴**	۰/۰۹۲**	۴/۱۶۵**
خطا	۲۴	۰/۰۰۰۱۷	۷/۰۵	۶/۳۷۲	۰/۰۲۶	۰/۲۴۲	۰/۰۴۲	۳/۴۵۱	۰/۰۰۷	۰/۰۰۰۲	۰/۰۳۷
ضریب تغییرات (٪)		۷/۱۶	۳/۱۴	۵/۳۸	۱۳/۲۲	۱۰/۶۷	۱۲/۲۷	۱۳/۹۸	۸/۱۲	۱۵/۵۳	۶/۵۰

n.s و ** و *: به‌ترتیب به معنی عدم معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ است.

ادامه جدول ۱- ...

منابع تغییرات	درجه آزادی	geranyl acetate	alpha terpinyl acetate	veloutone	carvacrol	trans carveol	verbenone	alpha terpineol	borneol	cis verbenol	linalool
تیمار	۱۱	۰/۲۳۴**	۰/۰۲۹**	۵/۲۸۱**	۰/۰۰۱**	۰/۶۸۴**	۰/۲۲۲**	۰/۲۵۹**	۰/۰۴۶**	۰/۲۴۳**	۱/۹۱۵**
خطا	۲۴	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۸	۰/۰۲۰	۰/۰۰۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۰۷	۰/۰۰۰۸	۰/۰۲۵
ضریب تغییرات (٪)		۹/۱۲	۱۳/۹۷	۱۲/۹۰	۱۷/۵۳	۵/۹۳	۱۱/۷۹	۱۱/۷۰	۱۴/۹۹	۱۳/۱۵	۹/۳۶

n.s و ** و *: به‌ترتیب به معنی عدم معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ است.

ادامه جدول ۱- ...

منابع تغییرات	درجه آزادی	germacrene-D	beta caryophyllene	Nuciferol<Z->	caryophyllene oxide	globulol	spathulenol	trimethyl cyclopentadiene	gamma dodecalactone	cis-3-hexenyl benzoate	gamma decalactone
تیمار	۱۱	۳/۳۲۷**	۰/۵۲۶**	۱/۰۵۴**	۱/۷۵۲**	۳/۰۳۱**	۰/۵۶۴**	۰/۴۴۲**	۰/۴۰۳**	۰/۳۲۳**	۰/۴۶۳**
خطا	۲۴	۰/۰۵۲	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۳	۰/۰۱۱	۰/۰۰۵	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۴
ضریب تغییرات (٪)		۷/۷۹	۱۵/۱۶	۷/۰۴	۷/۳۷	۱۱/۳۰	۱۶/۲۵	۱۰/۱۲	۱۰/۵۳	۱۰/۲۵	۱۱/۲۳

n.s و ** و *: به‌ترتیب به معنی عدم معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ است.

ادامه جدول ۱- ...

منابع تغییرات	درجه آزادی	eugenol	methyl eugenol	phenyl acetic acid	DEC-2-Enal	hydrocarbon monoterpenes	oxygenated monoterpenes	hydrocarbon sesquiterpenes	oxygenated sesquiterpenes	others
تیمار	۱۱	۰/۰۵۷**	۰/۰۸۴**	۰/۳۹۳**	۰/۱۳۳**	۳۰۶/۴۸**	۲۱/۷۹**	۵/۶۸۱**	۷/۶۷**	۷/۴۴**
خطا	۲۴	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۲	۷/۴۲	۰/۰۷۴	۰/۰۴۵	۰/۰۲۹	۰/۰۱۴
ضریب تغییرات (٪)		۱۴/۸۳	۱۴/۲۶	۱۱/۳۰	۸/۸۱	۳/۷۹	۵/۴۳	۶/۸۵	۶/۷۷	۶/۷۱

n.s و ** و *: به‌ترتیب به معنی عدم معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ است.

جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین تیمارهای مختلف خشک کردن بر ترکیب‌های مؤثره اسانس گیاه خوشاریزه عطری

تیمارهای خشک کردن	درصد اسانس	درصد کل ترکیب‌های اسانس	trans beta ocimene	cis ocimene	beta phellandrene	p-cymene	alpha phellandrene	beta pinene	sabinene	alpha pinene
گیاه تازه	۰/۰۷g	۸۶/۳۴cd	۵۲/۱۱bc	۴/۵۷a	۲/۰۸h	۲/۷۵b	۱۱/۳۲cd	۰/۷۳h	۰/۳c	۲/۳۵e
سایه اتاق	۰/۲۲d	۹۷/۲۷a	۵۴/۳۶ab	۰	۵/۶۳cd	۲/۵۳b	۱۲/۱۳bcd	۰/۷۴h	۰/۴۹a	۱/۸۳f
آفتاب	۰/۱۷e	۸۳/۴۹de	۴۷/۳de	۰	۴/۲۷ef	۵/۰۵a	۱۵/۳۲ab	۰/۸۷gh	۰/۳۴b	۲/۶۷e
آون **۴۵ °C**	۰/۱۱f	۹۵/۴a	۴۳/۴۵ef	۲/۲۵b	۹/۲۴a	۱/۹۲c	۱۶/۵۲a	۱/۱۷de	۰	۵/۱۵a
آون **۵۵ °C**	۰/۱f	۷۹/۸۹ef	۳۵/۹۹g	۰	۷/۸۷b	۰	۱۴/۳۱abc	۱/۹۴a	۰	۴/۷۹b
آون **۶۵ °C**	۰/۰۶g	۶۴/۱۸h	۳۴/۱۶g	۰	۴/۰۸ef	۰	۸/۸۷d	۱/۱ef	۰	۳/۲۵d
آون خلأ **۴۵ °C**	۰/۲۹c	۹۴/۳۳ab	۴۷/۹۵cde	۱/۶۹c	۶/۱c	۱/۵۳d	۱۵/۲۱ab	۱/۵۷b	۰	۴/۴c
آون خلأ **۵۵ °C**	۰/۰۷g	۸۱/۳۶ef	۴۴/۲۴def	۰	۴/۹۲de	۰	۱۲/۰۹bcd	۱/۲۸cd	۰	۳/۱۳d
آون خلأ **۶۵ °C**	۰/۰۶g	۷۲/۷۲g	۴۰/۹f	۰	۲/۲۲h	۰	۱۱/۴cd	۰	۰	۱/۹۹f
میکروویو **۲۰۰ W**	۰/۳۶b	۸۸/۶۵c	۵۷/۵۲a	۲/۱۲b	۲/۷۹gh	۲/۸b	۱۳/۹۹abc	۰/۹۸fg	۰	۱/۹۷f
میکروویو **۴۰۰ W**	۰/۳۹a	۹۰/۱۵bc	۵۶/۰۵ab	۲/۱۴b	۳/۵۱fg	۱/۹۵c	۱۴/۶۵abc	۱/۳۹c	۰	۲/۴۲e
میکروویو **۶۰۰ W**	۰/۳۴b	۷۷/۹۹f	۴۸/۳۱cd	۲/۰۱b	۲/۶۷gh	۱/۶۵cd	۱۳/۶abc	۱/۱ef	۰	۱/۹۶f

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) نمی‌باشند.

ادامه جدول ۲- ...

تیمارهای خشک کردن	geranyl acetate	alpha terpinyl acetate	veloutone	carvacrol	trans carveol	verbenone	alpha terpineol	borneol	cis verbenol	linalool
گیاه تازه	۰/۵۳b	۰/۲۳b	۱/۰۳d	۰/۰۵b	۰/۹e	۰/۲۸d	۰/۵۱bc	۰/۴a	۰/۶۵a	۱/۰۱g
سایه اتاق	۰/۸۵a	۰/۲۵a	۱/۹۱c	۰/۰۶a	۱/۳۶c	۰/۴۸b	۰/۷۳a	۰/۲b	۰/۵c	۱/۸cd
آفتاب	۰/۳c	۰/۱۵c	۰/۳۹e	۰/۰۳c	۰/۷۴f	۰/۲۳de	۰/۴۱d	۰/۱c	۰/۳۱d	۱/۷cd
آون **۴۵ °C**	۰	۰	۳/۷۸a	۰	۱/۹۲a	۰/۳۸c	۰/۷۱a	۰	۰	۲/۳۸b
آون **۵۵ °C**	۰	۰	۱/۱۱d	۰	۱/۸۱a	۰	۰/۵۶b	۰	۰	۲/۴۸b
آون **۶۵ °C**	۰	۰	۰	۰	۰/۹۵e	۰	۰	۰	۰	۱/۵۴de
آون خلأ **۴۵ °C**	۰	۰	۳/۱۴b	۰	۱/۶۲b	۰/۲۷de	۰/۴۶cd	۰	۰	۳/۵۷a
آون خلأ **۵۵ °C**	۰	۰	۲c	۰	۱/۴۴c	۰	۰/۳۳e	۰	۰	۱/۹۴c
آون خلأ **۶۵ °C**	۰	۰	۰	۰	۰/۹e	۰/۹۱a	۰	۰	۰	۱/۳۸ef
میکروویو **۲۰۰ W**	۰	۰/۱۴c	۰	۰	۰/۳۸g	۰/۲۳e	۰	۰	۰/۶۱ab	۱/۱۷fg
میکروویو **۴۰۰ W**	۰	۰	۰	۰	۱/۱۳d	۰	۰	۰	۰/۵۸b	۰/۹۶gh
میکروویو **۶۰۰ W**	۰	۰	۰	۰	۰/۶۹f	۰	۰	۰	۰	۰/۷۲h

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) نمی‌باشند.

ادامه جدول ۲- ...

تیمارهای خشک کردن	germacrene-D	beta caryophyllene	nuciferol<Z->	caryophyllene oxide	globulol	spathulenol	trimethyl cyclopentadiene	gamma dodecalactone	cis-3-hexenyl benzoate	gamma decalactone
گیاه تازه	۲/۱۷d	۰	۰/۱۳e	۰/۷e	۰/۶d	۰/۳۸d	۰	۰	۰	۰/۵۵e
سایه اتاق	۳/۳۸c	۰	۰/۲۳d	۱/۷۱b	۱/۸۷h	۱/۱۶a	۰	۰/۴c	۰/۳۹c	۰/۶۹cd
آفتاب	۱/۶۷e	۰	۰/۰۹e	۰/۲۴f	۰/۴۵d	۰/۲۴e	۰	۰	۰	۰/۶۲de
آون **۴۵ °C**	۱/۸۵de	۰	۰/۹۳c	۱/۱۲d	۰/۸۷c	۰/۹۷b	۰	۰	۰	۰
آون **۵۵ °C**	۲/۲۴d	۰	۱/۰۲b	۱/۹۷a	۲/۰۳b	۰	۰	۰	۰	۰/۷۶c
آون **۶۵ °C**	۴/۹۱a	۱/۱۳a	۰	۰	۰	۰	۰/۵۸b	۰/۹۱b	۰/۸۴a	۱/۰۶a
آون خلأ **۴۵ °C**	۳/۷۸bc	۰	۰	۱/۲۶c	۰/۶۱d	۰/۴۵d	۰	۰	۰/۳۳d	۰
آون خلأ **۵۵ °C**	۳/۷۳bc	۰	۰	۱/۶۸b	۱/۹۷b	۰	۰	۰	۰/۵۵b	۰/۸۸b
آون خلأ **۶۵ °C**	۴/۰۴b	۱/۰۲b	۰	۰	۲/۹۴a	۰	۱/۲۵a	۰/۹۶a	۰/۸۴a	۱/۱۱a
میکروویو **۲۰۰ W**	۲/۰۳de	۰	۱b	۰/۲۶f	۰	۰/۲۵e	۰	۰	۰	۰
میکروویو **۴۰۰ W**	۲/۱d	۰	۱/۷۶a	۰	۰	۰/۸۱c	۰	۰	۰	۰/۷۱cd
میکروویو **۶۰۰ W**	۳/۳۷c	۰	۰	۰	۰	۰/۹b	۰	۰	۰/۲۱e	۰/۷۴cd

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) نمی‌باشند.

ادامه جدول ۲- ...

تیمارهای خشک کردن	eugenol	methyl eugenol	phenyl acetic acid	DEC-2-Enal	hydrocarbon monoterpenes	oxygenated monoterpenes	hydrocarbon sesquiterpenes	oxygenated sesquiterpenes	Others
گیاه تازه	۰	۰	۰	۰	۷۶/۲۱b	۵/۶c	۲/۱۷e	۱/۸۱e	۰/۵۵hi
سایه اتاق	۰/۴۸a	۰/۵۸a	۰/۵۳c	۰	۷۷/۷۱ab	۸/۱۴b	۳/۳۸d	۴/۹۷a	۳/۰۷c
آفتاب	۰	۰	۰	۰	۷۵/۸۲bc	۴/۳۶d	۱/۶۷f	۱/۰۲g	۰/۶۲ghi
آون **۴۵ °C**	۰	۰	۰/۳۸d	۰/۴۱ab	۷۹/۷ab	۹/۱۷a	۱/۸۵ef	۳/۸۹b	۰/۷۹fg
آون **۵۵ °C**	۰	۰	۰/۵۸c	۰/۴۳a	۶۴/۹d	۵/۹۶c	۲/۲۴e	۵/۰۲a	۱/۷۷e
آون **۶۵ °C**	۰	۰	۰/۷۹b	۰	۵۱/۴۶f	۲/۴۹f	۶/۰۴a	۰	۴/۱۸b
آون خلأ **۴۵ °C**	۰	۰	۰	۰/۳۹b	۷۸/۴۵ab	۹/۰۶a	۳/۷۸c	۲/۳۲d	۰/۷۲gh
آون خلأ **۵۵ °C**	۰	۰	۰/۷۷b	۰/۴۱ab	۶۵/۶۶d	۵/۷۱c	۳/۷۳cd	۳/۶۵b	۲/۶۱d
آون خلأ **۶۵ °C**	۰	۰	۰/۸۶a	۰	۵۶/۵۱e	۳/۱۹e	۵/۰۶b	۲/۹۴c	۵/۰۲a
میکروویو **۲۰۰ W**	۰	۰	۰	۰/۴۱ab	۸۲/۱۷a	۲/۵۳f	۲/۰۳ef	۱/۵۱f	۰/۴۱i
میکروویو **۴۰۰ W**	۰	۰	۰	۰	۸۲/۱a	۲/۶۷f	۲/۱e	۲/۵۷d	۰/۷۱gh
میکروویو **۶۰۰ W**	۰	۰	۰	۰	۷۱/۳c	۱/۴۱g	۳/۳۷d	۰/۹۷g	۰/۹۵f

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) نمی‌باشند.

بحث

گیاهان دارویی عمدتاً نسبت به درجه حرارت‌های بالا حساسند و دمای نامناسب سبب تغییراتی در مواد مؤثره آنها می‌شود، بنابراین معمولاً از دماهای بالا برای خشک کردن گیاهان دارویی استفاده نمی‌کنند. اگر برای خشک کردن اندام‌ها از درجه حرارت‌های بسیار بالا و همچنین تهویه‌های سریع استفاده شود، آب موجود در قسمت‌های خارجی به سرعت خارج می‌گردد ولی رطوبت قسمت‌های میانی اندام امکان خروج نمی‌یابد و در همانجا باقی می‌ماند که در این حالت قسمت‌های خارجی اندام به‌صورت قهوه‌ای و برشته درمی‌آید و رطوبت موجود در قسمت‌های میانی آن باعث تجزیه و فاسد شدن مواد مؤثره موجود می‌گردد (Adak *et al*., 2017). خشک کردن یکی از قدیمی‌ترین روش‌های نگهداری محصولات کشاورزی می‌باشد و انتخاب روش مناسب خشک کردن با توجه به خصوصیات فیزیکی و ترکیب‌های ارزشمند غذایی یا دارویی، مصرف انرژی و ... اهمیت زیادی دارد (Adak *et al*., 2017). طی این فرایند که باعث کاهش محتوای رطوبتی اندام‌های مختلف گیاهی می‌گردد، مولکول‌های رطوبت به سطح اندام حرکت می‌نمایند، ازاین‌رو این امکان وجود دارد که طی فرایند خشک کردن، ترکیبات آروماتیک و معطّر نیز همراه با آب از اندام تبخیر شوند که در نتیجه به‌دلیل از دست رفتن بخشی از این ترکیب‌ها، کیفیت محصول خشک شده اُفت می‌نماید.

اسانس‌ها و ترکیب‌های فنلی به‌عنوان بخش‌های مهم مواد مؤثره گیاهان دارویی می‌باشند که تحت تأثیر فاکتورهای محیطی، شرایط رشد و عملیات پس از برداشت قرار می‌گیرند. کاهش مقدار اسانس با افزایش دما در اثر تبخیر اسانس به همراه رطوبت در هنگام خشک شدن می‌باشد. گزارش شده است که در روش استفاده از میکروویو سرعت خشک شدن بیشتر از سایر روش‌هااست و نمونه‌های خشک شده نیز از نظر ظاهری دارای کیفیت بهتری هستند (Hussein, 2011). محققان بیان کردند که افزایش در دمای خشک کردن تأثیر مهمی بر میزان ترکیب‌های فنلی دارد. بنابر نظر آنها تشکیل ترکیب‌های فنلی در دمای بالا ممکن است به‌دلیل در دسترس بودن پیش‌سازهای ترکیب‌های فنلی همراه با تبادلات غیرآنزیمی بین این مولکول‌ها باشد (Que *et al*., 2008). دماهای بالاتر باعث می‌شود که محصول در مدت زمان کوتاه‌تری خشک شود، اما آسیب‌های حرارتی محصول در طول خشک شدن به‌طور مستقیم با افزایش دما بیشتر می‌گردد و دمای بالا روی میزان اسانس موجود در گیاهان و کیفیت آنها تأثیر منفی می‌گذارد (Ebadi *et al*., 2011)؛ دلیل این پدیده این است که در طول فرایند خشک کردن، رطوبت از طریق سطح برگ منتشر می‌شود و به‌علت اینکه غده‌های حاوی اسانس در نزدیکی سطح برگ هستند، مقداری از اسانس گیاه در طول فرایند خشک شدن از بین می‌رود که این امر می‌تواند دلیل کاهش میزان اسانس در طول خشک شدن در دماهای بالاتر باشد (Mashkani *et al*., 2018).

از دلایل دیگر کاهش اسانس در دماهای بالا می‌توان به فرّار بودن اسانس، واکنش‌های اکسیداسیون در طول فرایند خشک شدن، تغییر در نفوذپذیری غشاء، سنتز ترکیب‌های جدید و ذخیره در سلول، تجزیه تحت تأثیر گرما و خروج اسانس همراه با خروج آب در زمان فرایند خشک شدن اشاره نمود (Samadi *et al*., 2018). در تحقیقی روی گیاه ریحان مشاهده شد که افزایش توان مایکروویو باعث از بین رفتن مواد فیتوشیمیایی محصول ریحان شد. همچنین افزایش زمان ماندگاری محصول در داخل مایکروویو باعث از دست رفتن بیشتر مواد فیتوشیمیایی و اسانس گیاه دارویی ریحان گردید (Ebadi *et al*., 2013). گزارش کرده‌اند که با افزایش دمای خشک کردن، درصد اسانس و مقدار مونوترپن‌ها در ترکیب اسانس کاهش می‌یابد، در حالیکه میزان سزکویی‌ترپن‌های اسانس افزایش یافت. چنین نتیجه‌ای ممکن است ناشی از وزن مولکولی پایین مونوترپن‌ها در مقایسه با سزکویی‌ترپن‌ها باشد که در دماهای بالاتر سریع‌تر

از اندام‌های گیاهی خارج می‌شوند (Khangholi & Rezaeinodehi, 2008). نتایج نشان داد که در آون و آون خلأ با افزایش دما درصد اسانس کاهش پیدا کرد و دمای مناسب ۴۵ درجه سلسیوس بود. براساس نتایج تحقیقات سایرین، افزایش دما باعث کاهش شدید ترکیب‌های فرّار آویشن و مریم‌گلی می‌گردد. این کاهش به‌دلیل از بین رفتن مونوترپن‌های غیر اکسیژنه می‌باشد (Venskutonis, 1997). شایان ذکر است که این نتایج با گزارش‌های سایر محققان نیز همخوانی داشت (Ne'mati *et al*., 2011؛ Ebadi *et al*., 2016).

به‌عنوان نتیجه‌گیری نهایی باید گفت که در مجموع یافته‌های این تحقیق نشان داد که روش خشک کردن اندام‌های هوایی گیاه خوشاریزه عطری در روش میکروویو دارای بیشترین میزان بازده اسانس بود. همچنین با افزایش دما در آون و آون خلأ میزان ترکیب‌های مؤثره کاهش یافته و می‌توان دلیل این امر را تأثیرات دما و گرما بر روی ترکیب‌های شیمیایی دانست.

منابع مورد استفاده

- Adak, N., Heybeli, N. and Ertekin, C., 2017. Infrared drying of strawberry. Food Chemistry, 219: 109-116.
- Aqababa, H., Golkary, H., Zarei, A. and Changizi-Ashtiyani, S., 2016. Effect of aerial parts extract of *Echinophora platyloba* on liver and kidney function tests in obese hypercholesterolaemia rats. Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, 23(10): 943-956.
- 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 Research, 25(2): 182-192.
- Ebadi, M.T., Rahmati, M., Azizi, M. and Hassanzadeh-Khayyat, M., 2011. Effects of different drying methods (natural method, oven and microwave) on drying time, essential oil content and composition of Savory (*Satureja hortensis* L.). Iranian Journal of Medical Sciences, 26(4): 477-489.
- Ebadi, M.T., Rahmati, M., Azizi, M., Hasanzadeh Khayyat, M. and Dadkhah, A.R., 2013. The effect of different drying methods on drying time, essential oil content and composition of basil (*Ocimum basilicum* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 29(2): 425-437.
- Ebadi, M.T., Azizi, M., Sefidkon, F. and Ahmadi, N., 2016. Effects of organic and chemical fertilizers on leaf yield, essential oil content and composition of lemon verbena (*Lippia citriodora* Kunth.). Journal of Horticulture Science, 30: 293-302.
- Ennajar, M., Bouajila, J., Lebrihi, A., Mathieu, F., Savagnac, A., Abderraba, M., Raiesf, A. and Romdhane, M., 2010. The influence of organ, season and drying method on chemical composition and antioxidant and antimicrobial activities of *Juniperus phoenicea* L. essential oils. Journal of Science and Food Agriculture, 90: 462-470.
- Fayyaz, N., Mohamadi Sani, A. and Najaf Najafi, M., 2015. Antimicrobial activity and composition of essential oil from *Echinophora platyloba*. Journal Essential Oil Bearing Plants, 18(5): 1157-1164.
- Figiel, A., Szumny, A., Gutierrez-Ortiz, A. and Carbonell-Barrachina, A.A., 2010. Composition of oregano essential oil (*Origanum vulgare*) as affected by drying method. Journal of Food Engineering, 98(2): 240-247.
- Georgiou, C., Koutsaviti, A., Bazos, I. and Tzakou, O., 2010. Chemical composition of *Echinophora tenuifolia* subsp. sibthorpiana essential oil from Greece. Records of Natural Products, 4: 167-170.
- Glamoclija, J.M., Sokovic, M.D., Siljegovic, J.D., Ristic, M.S., Ciric, A.D. and Grubisic, D.V., 2011. Chemical composition and antimicrobial activity of *Echinophora spinosa* L. (Apiaceae) essential oil. Records of Natural Products, 5(4): 319-323.
- Guine, R.P., Pinho, S. and Barroca, M.J., 2011. Study of the convective drying of pumpkin (*Cucurbita maxima*). Food and Bioproducts Processing, 89(4): 422-428.
- Hassanpouraghdam, M.B. and Hassani, A., 2014. Oven and conventional drying methods affect volatile oil content and composition of *Mentha pulegium* L. Journal of Essential Oil Bearing Plants, 17(2): 346-352.
- Hassanpouraghdam, M.B., Shalamzari, M.S. and Sephri, N., 2009. GC/MS analysis of *Echinophora platyloba* DC essential oil from Northwest Iran: a potential source of (Z)-β-ocimene and ά-phellandrene. Chemija, 20: 120-23.
- Hussein, E.H., 2011. Effect of different drying methods on essential oil and antioxidants activity of *Mentha spicata* and *Origanum marjorana*. Journal of Agricultural Research, 37(2): 385-394.
- Jaimand, K. and Rezaee, M.B., 2006. Essential Oil, Distillation Devices, Test Methods and Retention Indices in Essential Oil Analysis. Community Medicinal Plant of Iran Press, Tehran, 350p.

- Khangholi, S. and Rezaeinodehi, A., 2008. Effect of drying temperature on essential oil content and composition of Sweet Wormwood (*Artemisia annua*) growing wild in Iran. Pakistan Journal of Biological Science, 11(6): 934-937.
- Mashkani, M.R.D., Larijani, K., Mehrafarin, A. and Badi, H.N., 2018. Changes in the essential oil content and composition of *Thymus daenensis* Celak. under different drying methods. Industrial Crops and Products, 112: 389-395.
- Mirghazanfari, S.M., Hosseinzadeh, L., Shokoohinia, Y., Aslany, M. and Kamali Nejad, M., 2012. Acute and subchronic toxicological evaluation of *Echinophora platyloba* DC. (Apiaceae) total extract in Wistar rats. Clinics, 67(5): 497-502.
- Moreira, G.E.G., Costa, M.G.M., de Souza, A.C.R., de Brito, E.S., de Medeiros, M.F.D. and de Azeredo, H.M.C., 2009. Physical properties of spray dried acerola pomace extract as affected by temperature and drying aids. LWT-Food Science and Technology, 42(2): 641-645.
- Motevali, A., Minaei, S., Banakar, A., Ghobadian, B. and Khoshtaghaza, M.H., 2014. Comparison of energy parameters in various dryers. Energy Conversion and Management, 87: 711-725.
- Ne'mati, Sh., Sefidkon, F. and Poorherave, M., 2011. The effects of drying methods on essential oil content and composition of *Thymus daenensis* Celak. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 27(1): 72-80.
- Oliveira, W.P., Bott, R.F. and Souza, C.R., 2006. Manufacture of standardized dried extracts from medicinal Brazilian plants. Drying Technology, 24(4): 523-533.
- Oztekin, S. and Martinov, M., 2007. Medicinal and Aromatic Crops: Harvesting, Drying and Processing. Haworth Food and Agricultural Procucts Press, New York, 320p.
- Pilevar, Z., Hosseini, H., Hajimehdipoor, H., Shahraz, F., Alizadeh, L. and Mousavi Khaneghah, A., 2017. The anti-Staphylococcus aureus effect of combined *Echinophora platyloba* essential oil and liquid smoke in beef. Food Technology and Biotechnology, 55: 117-124.
- Que, F., Mao, L., Fang, X. and Wu, T., 2008. Comparison of hot air-drying and freeze-drying on the physicochemical properties and antioxidant activities of pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch.) flours. International Journal of Food Science and Technology, 43(7): 1195-1201.
- Rita, P. and Animesh, D.K., 2011. An updated overview on peppermint (*Mentha piperita* L.). International Research Journal of Pharmacy, 2(8): 1-10.
- Samadi, L., Larijani, K., Naghdi Badi, H.A. and Mehrafarin, A., 2018. Quality and quantity variation of the essential oils of *Deracocephalum kotschyi* Boiss., as affected by different drying methods. Journal of Food Processing and Preservaton, 42(11): 1-12.
- 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.
- Wang, J., Xiong, Y.S. and Yu, Y., 2004. Microwave drying characteristics of potato and the effect of different microwave powers on the dried quality of potato. European Food Research and Technology, 219(5): 500-506.
- Young-Cheol, Y., Hoi-Seon, L., Si Hyeock Lee, J., Marshall, C. and Young-Joon, A., 2005. Ovicidal and adulticidal activities of *Cinnamomum zeylanicum* bark essential oil compounds and related compounds against *Pediculus humanus* capitis (Anoplura: Pediculicidae). International Journal for Parasitology, 35: 1595-1600.

Evaluation of quantitative and qualitative changes in *Echinophora platyloba* DC. essential oil under the influence of different drying methods

V. Abdossi[1*], B. Tavakoli[2], A. Mehrafarin[3] and H.A. Naghdibadi[3]

1*- Corresponding author, Department of Horticulture and Agronomy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran, E-mail: abdossi@yahoo.com
2- M.Sc. student, Department of Horticulture science and Agronomy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
3- Cultivation and Development Department of Medicinal Plants Research Center, Institute of Medicinal Plants, ACECR, Karaj, Iran

Received: August 2020 Revised: January 2021 Accepted: January 2021

Abstract

To evaluate the quantitative and qualitative characteristics of *Echinophora platyloba* DC. under the influence of different drying methods, an experiment was conducted in a completely randomized design with 12 treatments and three replications in 2019. The experimental treatments included fresh plant, drying the plant in the shade and sun, drying the plant with an oven at three temperatures of 45, 55, and 65 °C, drying the plant with a vacuum oven at three temperatures of 45, 55, and 65 °C, and drying the plant with a microwave at three powers of 200, 400, and 600 W. The aerial parts of the plant was collected from the heights of Tuyserkan city in Hamedan province in June and was affected by the different drying methods. The essential oil was extracted by Clevenger apparatus and then its components were identified by GC-MS. The findings of this study showed that the different methods of plant drying had a significant effect on the percentage and all the components of essential oil. The microwave drying method at 400 W, despite not being suitable for preserving the secondary metabolites of the plant, caused the highest essential oil content. The shade-drying method, despite the long drying time, was the most suitable method for preserving the essential oil composition in *E. platyloba*. The essential oil percentage in this study ranged from 0.06% to 0.39% and the main essential oil constituents included *trans*-β-ocimene (34.16-57.52%), α-phellandrene (8.87-16.52%), *cis*-ocimene (1.69-4.57%), β-phellandrene (2.08-9.24%), *p*-cymene (1.53-5.05%), β-pinene (0.73-1.94%), α-pinene (1.83-5.15%), veloutone (0.39-3.78%), *trans*-carveol (0.38-1.92%), linalool (0.72-3.57%), and germacrene-D (1.67-4.91%).

Keywords: *Echinophora platyloba* DC., drying method, aven, essential oil, linalool, α-phellandrene.