

## مقایسه اثر دو روش استخراج تقطیر با آب و مایکروویو بر ترکیبات شیمیایی شناسایی شده اسانس گیاه ترخون (*Artemisia dracunculus* L.) توسط کروماتوگرافی گازی - طیف سنج جرمی

مرضیه صفایی<sup>۱</sup>، سید ابراهیم حسینی<sup>۲\*</sup>، شاهرخ شعبانی<sup>۳</sup>

- ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
  - ۲- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
  - ۳- مربی گروه علوم و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
- \* آدرس مکاتبه: تهران، انتهای بزرگراه شهید ستاری، میدان دانشگاه، بلوار شهدای حصارک، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، کدپستی: ۴۹۳۳ - ۱۴۱۵۵  
تلفن: ۴۴۸۶۸۵۳۷ (۰۲۱)، نمابر: ۴۴۸۶۷۱۴۱ (۰۲۱)  
پست الکترونیک: ebhoseini@srbiau.ac.ir

تاریخ تصویب: ۹۴/۹/۳

تاریخ دریافت: ۹۴/۳/۱۶

### چکیده

مقدمه: گیاه ترخون (*Artemisia dracunculus* L.) سال‌هاست که به عنوان ادویه استفاده می‌شود. این گیاه دارای خاصیت ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی بوده و اسانس آن می‌تواند در صنایع غذایی به عنوان نگهدارنده‌ی طبیعی مورد استفاده قرار گیرد. برای استخراج اسانس‌های گیاهی از بسترشان، روش‌های متعددی وجود دارد. روش استخراج اسانس می‌تواند بر بازده، درصد و نوع ترکیبات شیمیایی حاصله تأثیرگذار باشد.

هدف: از آنجایی که مقایسه‌ی روش‌های استخراج اسانس‌ها می‌تواند راه مفیدی در جهت یافتن بهترین روش استخراج آنها برای اهداف مختلف باشد، در پژوهش حاضر دو روش استخراج با هم مقایسه شده‌اند.

روش بررسی: در این تحقیق اسانس حاصل از برگ‌های گیاه ترخون با دو روش تقطیر با آب و استخراج با مایکروویو بدون استفاده از حلال استخراج شد و بازده استحصال اسانس و همچنین ترکیبات شیمیایی آنها به کمک دستگاه کروماتوگرافی گازی- اسپکتروسکوپی جرمی شناسایی شد.

نتایج: در حالی که اجزای اصلی اسانس در روش تقطیر با آب استراگول (۲۹/۰۵ درصد) و لیمونن (۱۱/۸۷ درصد) بود، ترکیبات عمده‌ی اسانس در روش استخراج با مایکروویو بدون استفاده از حلال، استراگول (۶۲/۴۰ درصد) و تیمول (۹/۲۵ درصد) گزارش شد. نتیجه‌گیری: نتایج نشان می‌دهد تفاوت در روش استخراج به ویژه از جهت زمان استخراج و درجه حرارت در ترکیبات شیمیایی تغییرات عمده‌ای ایجاد می‌کند.

کل واژگان: استخراج، اسانس، ترکیب شیمیایی، گیاه ترخون، مایکروویو



## مقدمه

امروزه با افزایش تقاضا برای مصرف غذاهای طبیعی‌تر، امکان سمی بودن و تأثیرات جانبی منفی افزودنی‌های سنتزی و همچنین افزایش مقاومت میکروبی پاتوژن‌ها در برابر آنتی‌بیوتیک‌ها موجب شده تا مواد طبیعی گرفته شده از گیاهان به عنوان نگهدارنده‌های غذایی مورد توجه قرار گیرند [۱].

اسانس‌های روغنی سال‌هاست که به خاطر فعالیت ضد میکروبی و ضد قارچی خود شناخته شده‌اند اما به دلیل کاربردشان به عنوان ضد میکروب‌های طبیعی در سال‌های اخیر از سوی صنعت غذا توجه بیشتری را به سمت خود جلب کرده‌اند [۲].

اسانس‌های روغنی ترکیبات معطری هستند که به طور وسیعی در صنایع عطرسازی، دارویی و غذایی مورد استفاده قرار می‌گیرند. اسانس‌ها مخلوطی بیش از دو است ترکیب مختلف می‌باشند. این ترکیبات از هیدروکربن‌های مونوترپنی، سزکوئی‌ترپنی و مشتقات اکسیژن‌دارشان از قبیل استرها، الکل‌ها، آلدئیدها و کتون‌های آلیفاتیک تشکیل شده‌اند. این ترکیبات عموماً در آب غیر قابل اختلاط و در اغلب حلال‌های آلی مانند دی‌اتیل‌تر، هگزان، متیل‌الکل و اتیل‌الکل قابلیت انحلال دارند. اسانس‌ها به علت تبخیر شدن در اثر مجاورت با هوا و در حرارت‌های عادی، روغن‌های فرار یا روغن‌های اتری نیز نامیده می‌شوند. این ترکیبات از قسمت‌های مختلف گیاهان (گل‌ها، دانه‌ها، جوانه‌ها، برگ‌ها، شاخه‌ها، پوست درخت، بوته‌ها، چوب، میوه‌ها و ریشه‌ها) و توسط روش‌های مختلفی به دست می‌آیند [۳].

قبل از شناسایی و استفاده از روغن‌های اسانسی، باید آنها را به طریقی از بسترشان خارج نمود. برای استخراج اسانس‌ها و عصاره‌ها روش‌های متعددی وجود دارد [۴]. این روش‌ها شامل تقطیر، فشار یا خراش یا تیغ زدن، استخراج با حلال، استخراج به وسیله‌ی آنزیم‌های هیدرولیزکننده و استخراج به وسیله‌ی دی‌اکسیدکربن می‌باشد [۵].

در روش‌های قدیمی مانند تقطیر با آب یا بخار آب که رایج‌ترین روش استخراج شناسایی شده‌اند، با توجه به مدت زمان طولانی حرارت دادن برای رسیدن به دمای لازم جهت تبخیر ترکیبات فرار، بسیاری از این ترکیبات از دست می‌روند.

ترکیبات غیراشباع و استری تجزیه و با توجه به بازدهی پایین استخراج، انرژی و زمان زیادی تلف خواهد شد. در روش‌هایی که از حلال استفاده می‌شود، خطر ایجاد مسمومیت توسط باقیمانده‌ی حلال وجود دارد [۶، ۷]. به این دلیل که از اسانس‌ها یا اکثر گیاهان در صنایع مختلف استفاده می‌شود، یافتن بهترین روش استخراج برای بهبود کیفیت اسانس‌ها در راستای رسیدن به مناسب‌ترین ترکیب شیمیایی مورد نظر برای هر نوع کاربرد خاص که با قوانین سازگار باشد ضروری است. برای مثال در صنایع غذایی علاوه بر مهم بودن کیفیت عطر و طعم اسانس، حلالیت آن نیز مطرح می‌باشد [۸].

در سال‌های اخیر روش‌های نوین متعددی برای استخراج ترکیبات طبیعی از گیاهان توسعه یافته است تا اثرات و عوامل منفی موجود در روش‌های قدیمی تقلیل یابد [۱]. یکی از این روش‌ها استخراج تولیدات طبیعی گیاهان به وسیله‌ی انرژی مایکروویو است. نام این روش "استخراج با مایکروویو بدون استفاده از حلال" (Solvent Free Microwave Extraction) (SFME) و اساس آن حرارت دادن با آن مایکروویو به همراه تقطیر در فشار اتمسفری می‌باشد [۷، ۱]. در این روش در صورت استفاده از گیاه تازه نیازی به افزودن حلال یا آب نیست. در صورت استفاده از گیاه خشک غوطه‌وری برای مدتی در آب ضروری می‌باشد [۷].

ترخون با نام علمی *Artemisia dracunculus* L. گیاهی علفی، ریزوم‌دار با ساقه‌ی افراشته و دارای برگ‌های نازک متناوب است. میوه‌ی این گیاه فندقه بوده و در شرایط آب و هوایی اروپای مرکزی به ندرت به مرحله‌ی رسیدگی کامل می‌رسد. ترخون در منطقه‌ی وسیعی از اروپای شرقی، امریکای شمالی و آسیا به عنوان سبزی معطر کشت می‌شود. در دوران قدیم از این گیاه در درمان طاعون استفاده می‌شده است [۹].

ترخون در اکثر مناطق ایران به عنوان سبزی خوراکی و معطر کشت می‌شود. قسمت‌های مورد استفاده ترخون، برگ و سرشاخه‌های جوان آن است. طعم آن در حالت تازه، تند و کمی تلخ و بوی آن نامطبوع می‌باشد. اسانس آن مایعی سیال، محلول در روغن و غیرمحلول در گلیسیرین به رنگ زرد با



پس از خروج آب‌های اضافه از لوله، اسانس در ظرف جداگانه‌ای جمع‌آوری و توسط سولفات سدیم بدون آب آبیگری شد. جهت جلوگیری از تجزیه اسانس بوسیله نور و حرارت، از ظرف شیشه‌ای و تیره رنگ به منظور نگهداری اسانس استفاده شد. اسانس حاصله پس از جمع‌آوری در ظرف یاد شده در یخچال نگهداری شد.

#### استخراج اسانس به روش مایکروویو و بدون استفاده از حلال (SFME)

ابتدا ۱۰۰ گرم از گیاه به روش غوطه‌وری به مدت یک ساعت در آب خیسانده شد (این مرحله برای ایجاد رطوبت اولیه در گیاه ضروری است). پس از یک ساعت آب اضافی موجود گرفته شد و گیاه درون رآکتور مایکروویو (مدل MicroSYNTH، ساخت شرکت Milestone) قرار گرفت. در حدود ۶ دقیقه با قدرت ۸۵۰ وات و در دمای ۱۰۰ درجه‌ی سلسیوس اسانس‌گیری انجام شد. در طول فرآیند زمان، دما، فشار و قدرت کنترل شد. پس از استخراج، اسانس توسط سولفات سدیم بدون آب آبیگری شد و تا زمان استفاده در یخچال نگهداری شد [۱۴].

#### محاسبه‌ی بازده استحصال اسانس‌ها

جهت به دست آوردن وزن اسانس حاصل و محاسبه‌ی بازده وزنی- وزنی، ظروف شیشه‌ای مورد نظر پس از شست و شو و خشک کردن توزین شد و پس از جمع‌آوری اسانس، وزن شیشه‌ی محتوی اسانس به دست آمد و با کسر نمودن از وزن شیشه‌ی خالی، وزن اسانس حاصل محاسبه شد. به این ترتیب مقدار درصد اسانس تعیین شد [۱۵].

#### جداسازی و شناسایی ترکیبات موجود در اسانس ترخون

از آنجایی که ترکیبات موجود در روغن‌های اسانسی به لحاظ وزن مولکولی و قطبیت به عنوان مواد فرار شناخته می‌شوند از این رو، عمل جداسازی و شناسایی ترکیبات متشکله روغن‌های اسانسی به دست آمده از ترخون توسط دستگاه کروماتوگرافی گازی با طیف سنج جرمی

وزن مخصوص ۰/۹۱۲ تا ۰/۹۵۶ است که بیشتر شامل متیل چاویکول و مونوترپن‌های متعدد می‌باشد [۱۰]. برگ‌های معطر ترخون هم به عنوان ادویه و هم به عنوان نگهدارنده‌ی گوشت استفاده می‌شود. این گونه احتمالاً منبعی از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی و مواد ضد میکروبی است. این اسانس اثر بازدارندگی بر رشد باکتری و قارچ‌ها دارد و نیز عصاره‌ی اتانولی آن قند خون و دیابت را در موش‌ها کاهش داده و شش ترکیب فعال پلی فنولی در آن شناخته شده است [۱۱].

در این تحقیق اثر دو روش متفاوت استخراج اسانس گیاه ترخون بر ترکیب شیمیایی اسانس‌های حاصل ارزیابی و مقایسه شده است.

## مواد و روش‌ها

### تهیه گیاه مورد نظر

تهیه‌ی نمونه‌ی ترخون با نام علمی *Artemisia dracunculus L. Tarragon* به صورت تازه از پژوهشکده گیاهان دارویی صورت گرفت. این گیاه در دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران از لحاظ گونه و نام علمی مورد تأیید قرار گرفت و برگ‌های آن پس از شست و شو جدا شد. سپس به مدت ۲ روز در دمای اتاق خشک و در نهایت با آسیاب برقی مدل Waring خرد شد [۱۲].

### استخراج اسانس به روش تقطیر با آب

به این منظور استخراج اسانس بوسیله‌ی دستگاه کلونجر (ساخت شرکت Heidolph آلمان، مدل laborota 4003) انجام گرفت. به این ترتیب ۱۰۰ گرم گیاه خشک شده را در بالن ۲۰۰۰ میلی‌لیتری ریخته و به آن حدود ۱۰۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر افزوده و عمل استخراج و اسانس‌گیری انجام شد. زمان لازم برای استخراج در حدود ۳ ساعت در نظر گرفته شد. در این مدت ترکیبات فرار همراه با بخار آب خارج شده و پس از سرد شدن به صورت لایه‌ی متمایز بر روی سطح آب در لوله‌ی مدرج دستگاه کلونجر قابل مشاهده بودند [۱۳]. برای جمع‌آوری اسانس، شیر مربوط به لوله‌ی مدرج را باز کرده،



شدند. عمده‌ترین ترکیبات تشکیل‌دهنده‌ی اسانس، استراگول (Estragol) (۲۹/۰۵ درصد)، لیمونن (Limonene) (۱۱/۸۷) درصد، ترانس بتا اوسیمین ( $\beta$ -trans-ocimene) (۶/۹۱) درصد، متیل ایوگنول (Methyleugenol) (۶/۲۵) درصد، آلفا پینن (Alpha-pinene) (۳/۴۹) درصد و بتا سیکلوجرماکرن (Bicyclgermacrene) (۳/۴۸) درصد گزارش شدند.

کروماتوگرام نمونه‌ی دوم (نمونه‌ی حاصل از روش SFME) در شکل شماره ۲ و ترکیبات شیمیایی تشکیل‌دهنده‌ی آن همراه با درصد فراوانی هر جز در جدول شماره ۲ ارائه شده است.

در این نمونه ۱۱ ترکیب استخراج شد. ۱۰ عدد از آنها که ۹۸/۶۵ درصد از کل اسانس را تشکیل می‌دادند، شناسایی شدند. عمده‌ترین ترکیبات تشکیل‌دهنده‌ی این اسانس، استراگول (۶۲/۴۰ درصد)، تیمول (Thymol) (۹/۲۵) درصد، سیس اوسیمین (Cis-ocimene) (۶/۸۱) درصد و ترانس بتا اوسیمین (۶/۲۳) درصد گزارش شدند.

## بحث

راندمان استحصال اسانس ترخون حاصل از روش تقطیر با آب و روش SFME به ترتیب ۰/۴۵ درصد و ۰/۲۶ درصد به دست آمد. در همین زمینه پازکی و همکاران (۱۳۸۶) پس از استخراج اسانس ترخون بوسیله‌ی دستگاه کلونجر، بازده اسانس را ۱/۰۲ درصد بیان کردند [۱۰]. در تحقیقی مشابه Kowalski و همکاران (۲۰۰۷) راندمان استحصال اسانس ترخون را ۳/۱ درصد حجمی وزنی اعلام نمودند [۱۷]. همچنین Lopes-Lutz و همکاران (۲۰۰۸) راندمان استخراج اسانس ترخون را ۰/۴ درصد وزنی گزارش کردند که با نتیجه‌ی تحقیق ما مطابقت دارد [۱۱]. به طور کلی، بازدهی و ترکیب روغن‌های به دست آمده تحت تأثیر منطقه، فصل، وارسته، کیفیت ماده خام اولیه، فرآیندهای قبل و بعد از عصاره‌گیری متغیر است. لذا تفاوت در نتایج به دست آمده در تحقیقات مختلف و در تحقیق انجام شده می‌تواند به علل ذکر شده باشد [۱۸].

(Gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS)) انجام شد. اسانس ترخون توسط حلال هگزان نرمال به نسبت ۱ به ۱۰۰ رقیق و به دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC) با طیف سنج جرمی (MS) با اطلاعات زیر، تزریق شد [۱۶].

دستگاه GC: مدل دستگاه HP-6890 Hewlett Packard درجه حرارت محل تزریق: ۲۵۰ درجه سلسیوس، برنامه‌ریزی حرارتی: ۲۲۰-۶۰ درجه سلسیوس، نوع ستون: HP-5MS، گاز حامل: هلیوم، شدت جریان ۱ میلی‌لیتر در دقیقه، سرعت افزایش دما: ۶ درجه سلسیوس بر دقیقه، طول ستون: ۳۰ متر، قطر داخلی: ۲۵۰ میکرون

دستگاه MS: مدل HP-5973، انرژی یونیزاسیون ۷۰ eV با توجه به الگوی خروج آلکان‌های نرمال (۷ کربنه تا ۱۹ کربنه)، شاخص بازداري و اندیس کوتاس و تطبیق آنها با الگوهای کتابخانه‌ای، طیف‌های مربوط به هر جسم تفسیر و ترکیبات عمده تشکیل‌دهنده‌ی هر دو نوع اسانس ترخون شناسایی شدند [۱۴].

## نتایج

### محاسبه بازده استخراج اسانس

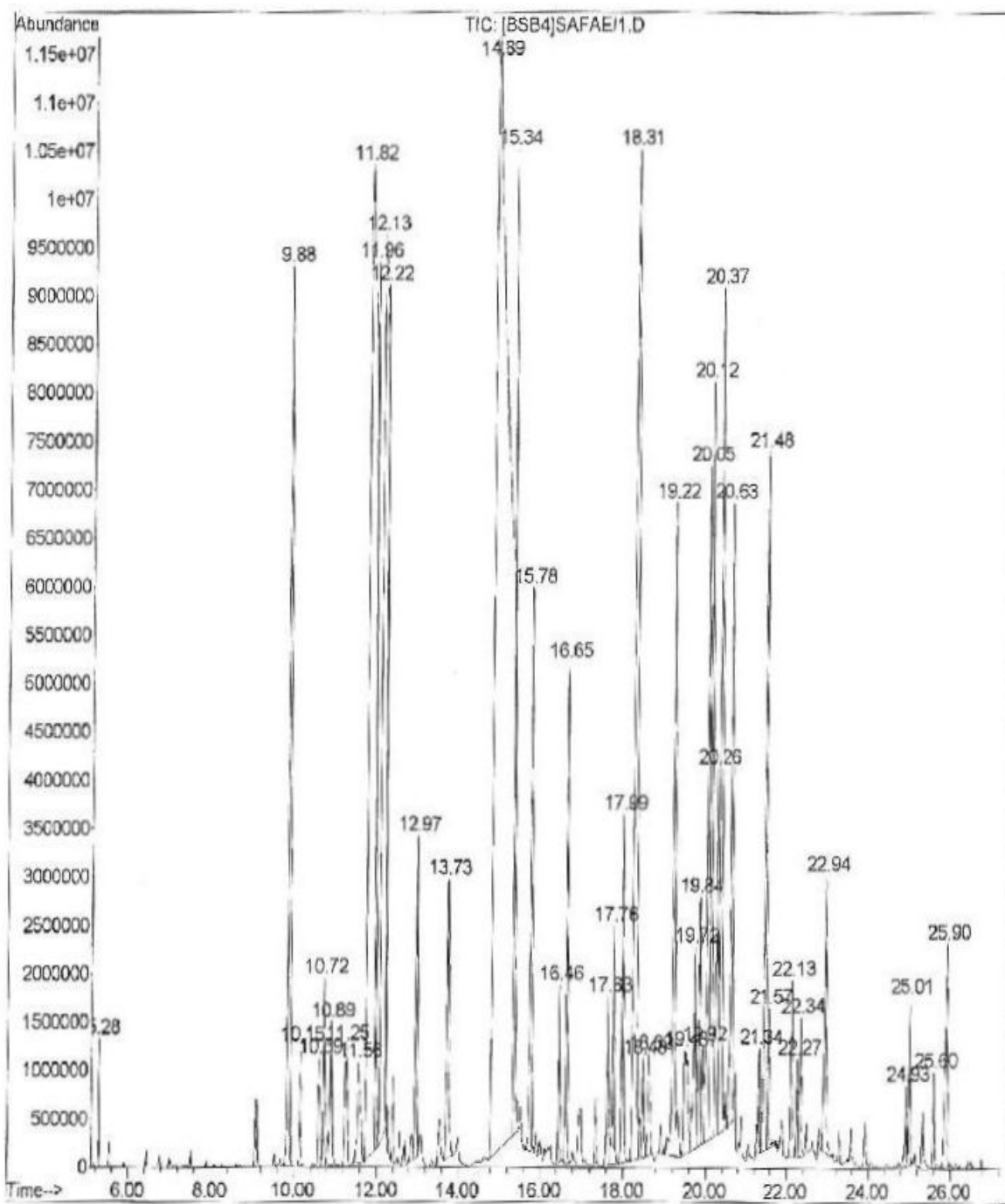
اسانس به دست آمده از دستگاه کلونجر و مایکروبو پس از آگیری با سولفات سدیم، در ظرف شیشه‌ای از قبل توزین شده جمع‌آوری شد و با کسر نمودن وزن شیشه و اسانس، وزن اسانس خالص به دست آمد و راندمان استخراج محاسبه شد. بازده استخراج اسانس حاصل از کلونجر ۰/۴۵ درصد و اسانس حاصل از مایکروبو ۰/۲۶ درصد محاسبه شد.

### شناسایی ترکیبات موجود در اسانس‌ها

کروماتوگرام نمونه‌ی اول (نمونه‌ی حاصل از روش تقطیر با آب) در شکل شماره ۱ و ترکیبات شیمیایی تشکیل‌دهنده‌ی آن همراه با درصد فراوانی هر جز در جدول شماره ۱ ارائه شده است.

در این نمونه ۴۶ ترکیب استخراج شد. ۳۷ عدد از آنها که ۹۴/۶۳ درصد از کل اسانس را تشکیل می‌دادند، شناسایی





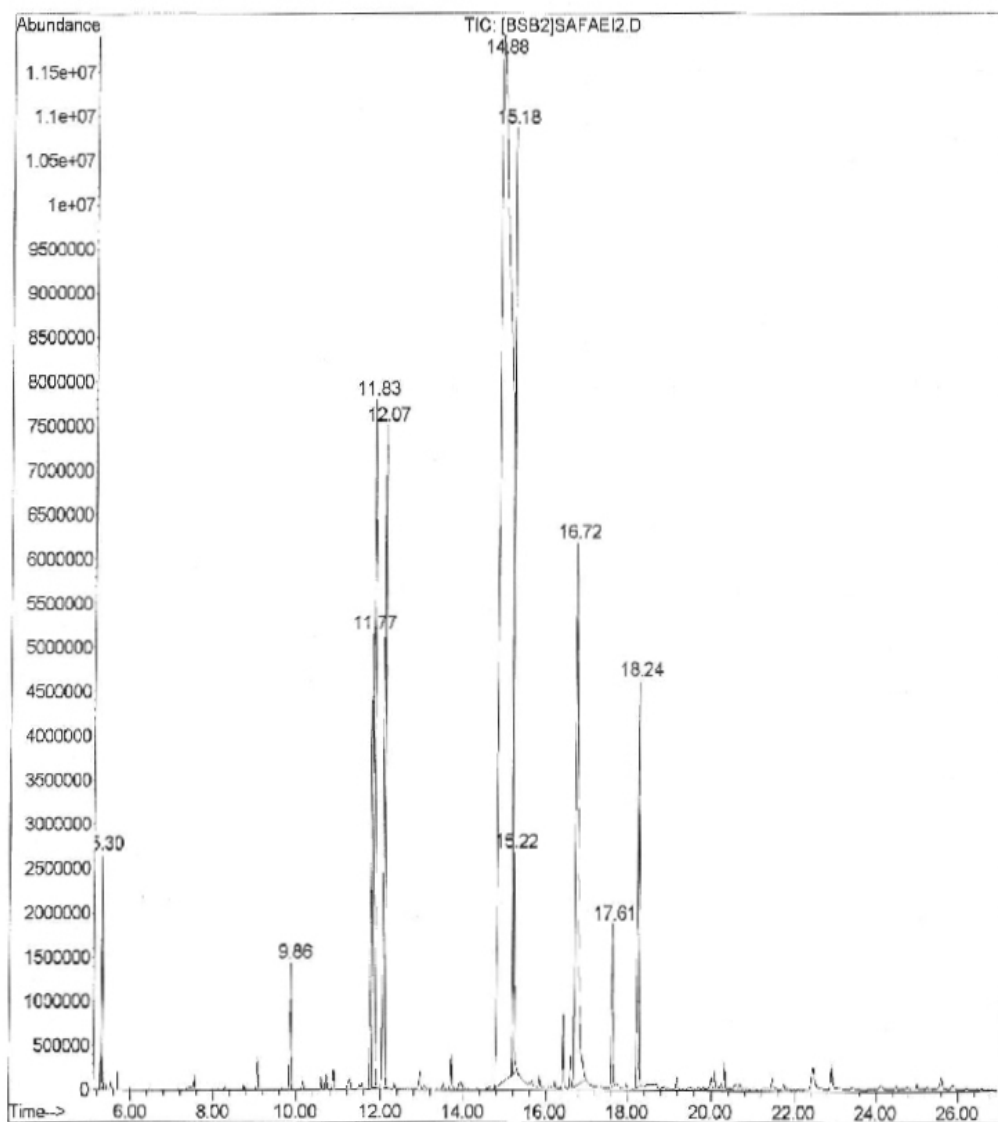
شکل شماره ۱- کروماتوگرام نمونه‌ی اول (نمونه‌ی حاصل از روش تقطیر با آب)



جدول شماره ۱- ترکیبات شیمیایی نمونه‌ی اول (نمونه‌ی حاصل از روش تقطیر با آب)

مقدار (درصد)	شاخص بازداری کواتس	زمان بازداری (دقیقه)	نام ترکیب	ردیف (ترتیب خروج)
۳/۴۹	۹۳۳/۹۵	۹/۸۸	Alpha-pinene	۱
۰/۳۰	۹۴۶/۵	۱۰/۱۵	Camphene	۲
۰/۲۹	۹۶۷/۴۴	۱۰/۶۰	Sabinene	۳
۰/۵۱	۹۷۳/۰۲	۱۰/۷۲	Beta-pinene	۴
۰/۵۴	۹۸۰/۹۳	۱۰/۸۹	Myrcene	۵
۰/۵۰	۹۹۷/۶۷	۱۱/۲۵	Alpha-phellandrene	۶
۱۱/۸۷	۱۰۲۵/۳۶	۱۱/۸۲	Limonene	۷
۱/۷۷	۱۰۳۲/۱۹	۱۱/۹۶	Cis-ocimene	۸
۶/۹۱	۱۰۴۰/۹۷	۱۲/۱۴	Trans-beta-ocimene	۹
۱/۲۷	۱۰۴۴/۳۹	۱۲/۲۱	1,3,6-Octatriene, 3,7-dimethyl-	۱۰
۱/۱۲	۱۰۸۱/۹۵	۱۲/۹۸	Alpha-terpinolene	۱۱
۱/۲۸	۱۱۱۹/۵۹	۱۳/۷۳	Allo-ocimene	۱۲
۲۹/۰۵	۱۱۷۹/۳۸	۱۴/۸۹	Estragol	۱۳
۲/۰۶	۱۲۰۲/۹۲	۱۵/۳۴	Benzene, 1-methoxy-4-(2-propenyl)	۱۴
۱/۸۸	۱۲۲۸/۶۵	۱۵/۷۸	L-carvone	۱۵
۰/۴۴	۱۲۶۸/۴۲	۱۶/۴۶	Trans-anethole	۱۶
۱/۳۶	۱۲۷۸/۹۵	۱۶/۶۴	Bornyl acetate	۱۷
۰/۶۰	۱۳۳۵/۲۳	۱۷/۶۲	Eugenol	۱۸
۰/۶۹	۱۳۴۳/۱۸	۱۷/۷۶	Delta-elemene	۱۹
۱/۱۰	۱۳۵۶/۲۵	۱۷/۹۹	Methyl cinnamate	۲۰
۶/۲۵	۱۳۷۴/۴۳	۱۸/۳۱	Methyl eugenol	۲۱
۰/۳۴	۱۳۸۴/۰۹	۱۸/۴۸	Alpha-copaene	۲۲
۲/۷۶	۱۴۲۹/۲۹	۱۹/۲۲	Beta-caryophyllene	۲۳
۰/۸۳	۱۴۶۱/۱۵	۱۹/۷۲	Alpha-humulene	۲۴
۰/۹۴	۱۴۶۸/۷۹	۱۹/۸۴	Beta-lonone	۲۵
۰/۲۹	۱۴۷۳/۸۸	۱۹/۹۲	Benzene, 1-(1,5-dimethyl-4-hexenyl)	۲۶
۲/۴۲	۱۴۸۱/۵۳	۲۰/۰۴	E,E-alpha-farnesene	۲۷
۲/۹۱	۱۴۸۶/۶۲	۲۰/۱۲	Germacrene-D	۲۸
۳/۴۸	۱۵۰۲/۷	۲۰/۳۷	Bicyclogermacrene	۲۹
۲/۲۲	۱۵۱۹/۵۹	۲۰/۶۲	Beta-sesquiphellandrene	۳۰
۲/۶۰	۱۵۷۷/۷	۲۱/۴۸	Spathulenol	۳۱
۰/۲۷	۱۶۳۲/۸۶	۲۲/۲۷	Isospathulenol	۳۲
۰/۴۰	۱۶۳۷/۸۶	۲۲/۳۴	Beta-tumerone	۳۳
۱/۰۲	۱۶۸۰/۷	۲۲/۹۴	7-methoxycoumarin-	۳۴
۰/۲۲	۱۸۲۵/۶۹	۲۴/۹۳	2-Pentadecanone, 6,10,14-trimethyl-	۳۵
۰/۴۲	۱۸۳۱/۲۵	۲۵/۰۱	Neophytadiene	۳۶
۰/۲۸	۱۸۷۲/۲۲	۲۵/۶۰	Citronellyl acetate	۳۷
۴۸/۸۴	-	-	مجموع ترکیبات اکسیژنه	
۵۱/۱۶	-	-	مجموع هیدروکربن‌های آروماتیک	





شکل شماره ۲- کروماتوگرام نمونه‌ی دوم (نمونه‌ی حاصل از روش SFME)

جدول شماره ۲- ترکیبات تشکیل‌دهنده‌ی نمونه‌ی دوم (نمونه‌ی حاصل از روش SFME)

مقدار (درصد)	شاخص بازداری کواتس	زمان بازداری (دقیقه)	نام ترکیب	ردیف (ترتیب خروج)
۰/۹۰	۹۳۳/۰۲	۹/۸۶	Alpha-pinene	۱
۳/۷۷	۱۰۲۲/۹۳	۱۱/۷۷	D1-limonene	۲
۶/۸۱	۱۰۲۵/۸۵	۱۱/۸۳	Cis-ocimene	۳
۶/۲۳	۱۰۳۷/۵۶	۱۲/۰۷	Trans-beta-ocimene	۴
۶۲/۴۰	۱۱۷۹/۳۸	۱۴/۸۹	Estragol	۵



ادامه جدول شماره ۲-

مقدار (درصد)	شاخص بازداری کوآتس	زمان بازداری (دقیقه)	نام ترکیب	ردیف (ترتیب خروج)
۳/۴۱	۱۱۹۴/۳۳	۱۵/۱۸	4-Allyl anisole	۶
۱/۳۲	۱۱۹۶/۳۹	۱۵/۲۲	-Benzene, 1-methoxy-4-propenyl	۷
۹/۲۵	۱۲۸۳/۶۳	۱۶/۷۲	thymol	۸
۱/۲۵	۱۳۳۴/۶۶	۱۷/۶۱	Eugenol	۹
۳/۳۱	۱۳۷۰/۴۵	۱۸/۲۴	Methyl eugenol	۱۰
۸۰/۹۴	-	-	مجموع ترکیبات اکسیژنه	
۱۹/۰۶	-	-	مجموع هیدروکربن های آروماتیک	

غالب اسانس ترخون ایرانی گزارش کردند [۲۰]. در تحقیق دیگری Chaleshtori و همکاران (۲۰۱۳) در بررسی ترکیبات اسانس ترخون ارزیابی شده بوسیله GC/MS، ۱۹ ترکیب شیمیایی آن را شناسایی نمودند. آنها ترکیبات غالب اسانس ترخون مورد بررسی را استراگول (۸۴/۸۳ درصد)، ترانس اوسیمین (۳/۸۶ درصد)، -Z بتا اوسیمین (Z-β-ocimene) (۳/۴۲ درصد)، لیمونن (۱/۷۹ درصد) و آلفا پینن (۰/۵۷ درصد) معرفی کردند. همچنین بتا پینن، میرسن (Myrcene)، الو اوسیمین (Allo-ocimene)، ایوگنول، متیل ایوگنول و اسپاچولنول (Spathulenol) در این اسانس توسط این محققین شناسایی شد که با نتایج تحقیق پیش رو هم خوانی دارد [۲۱]. De Rapper و همکاران (۲۰۱۳) نیز پس از شناسایی ترکیبات اسانس ترخون، ترکیب غالب را استراگول (۸۲/۶ درصد) معرفی کردند [۲۲]. باید توجه داشت نوع، واریاته، اندام گیاهی، سن گیاه، روش های مورد استفاده برای عصاره گیری و آزمایشات فیتوشیمیایی از جمله عوامل مؤثر در شناسایی ترکیبات هستند [۲۳].

در هر دو روش استخراج، ترکیبات غالب اسانس ها از نوع ترکیبات اکسیژنه هستند. با این تفاوت که مقدار این ترکیبات در اسانس حاصل از SFME بسیار بیشتر می باشد. به طوری که ۸۰/۹۴ درصد از کل ترکیبات شناسایی شده در اسانس حاصل از روش SFME، ترکیبات اکسیژنه هستند در حالی که این عدد در اسانس حاصل از روش تقطیر با آب، ۴۸/۸۴ درصد می باشد. بقیه ترکیبات در هر دو نوع اسانس هیدروکربن های

ترکیبات عمده ای اسانس بر اساس اینکه گیاه در چه منطقه و ناحیه ای رشد کرده تفاوت چشمگیری دارد [۱۹]. Kowalski و همکاران (۲۰۰۷) پس از اسانس گیری از گیاه ترخون به روش تقطیر با آب و شناسایی ترکیبات شیمیایی آن بوسیله GC-MS، المیسین (Elemicin) (۴۸/۷۸ درصد)، سابینن (Sabinene) (۱۸/۸۸ درصد)، سیس اوسیمین (Cis-izoelemicin) (۱۳/۳۲ درصد) و متیل ایوگنول (۷/۶۳ درصد) را در اسانس ترخون گزارش نمودند [۱۷]. در تحقیقی مشابه، Lopes-Lutz و همکاران (۲۰۰۸) از ۹۵/۷ درصد از ترکیبات شناسایی شده اسانس ترخون مورد بررسی بوسیله GC-MS، ترپینولن (Terpinolene) (۱۹/۱ درصد)، استراگول (۱۶/۲ درصد) و متیل ایوگنول (۳۵/۸ درصد) را به عنوان ترکیبات غالب معرفی کردند [۱۱]. Obolskiy و همکاران (۲۰۱۱) نیز در مقاله ای مروری خود متیل ایوگنول (تا ۳۹ درصد)، استراگول (تا ۸۲ درصد)، المیسین (تا ۵۷ درصد) و ترپینولن (تا ۲۵ درصد) را به عنوان ترکیبات عمده ای متداول در اسانس های ترخون کشت شده در نقاط مختلف دنیا معرفی کردند. این محققین ترکیبات عمده ای موجود در اسانس ترخون کشورهای مختلف را ذکر کرده و این ترکیبات را در اسانس ترخون ایران، آلفا ترانس اوسیمین (α-trans-ocimene) (تا ۲۰ درصد) و لیمونن (تا ۱۲ درصد) نام بردند [۱۹]. همچنین Abad و همکاران (۲۰۱۲) در مقاله ای مروری خود ترانس انیتول (Trans-anethole) (۲۱/۱ درصد)، لیمونن (۱۲/۴ درصد) و ترانس اوسیمین (۲۰/۶ درصد) را به عنوان ترکیبات





خصوصاً واکنش‌هایی که کربن در آنها شرکت دارند را تسریع می‌کند. حرارت‌دهی سریع و عدم حضور آب، از تجزیه ترکیبات اکسیژن‌دار اصلی به ترکیبات جزئی دیگر بوسیله واکنش‌های حرارتی و هیدرولیتیکی جلوگیری می‌کند [۶]. در نتیجه درصد ترکیبات اکسیژن‌دار اصلی افزایش یافته و درصد تعداد ترکیبات جزئی کاهش می‌یابد. به همین دلیل ترکیبی مانند استراگول در اسانس حاصل از روش SFME در این مطالعه بیشتر دیده می‌شود. همچنین ترکیبی فنولی مانند تیمول که یک ماده ضدعفونی‌کننده قوی (از ترکیبات اکسیژنه عمده اسانس) می‌باشد، تنها در اسانس حاصل از روش SFME دیده می‌شود.

به طور کلی فواید استفاده از انرژی مایکروویو به عنوان یک منبع گرمایی غیر تماسی برای استخراج اسانس از مواد گیاهی شامل حرارت مؤثره‌ی بیشتر، افت حرارتی کمتر، کاهش اندازه‌ی وسایل، پاسخ سریع به فرآیندهای کنترل حرارتی، افزایش تولید، حذف مراحل از فرآیند، رفع خطر مسمومیت ناشی از باقی ماندن حلال، کاهش زمان و انرژی مصرفی و در نتیجه کاهش هزینه‌های ناشی از تولید می‌باشد [۱۴]. با در نظر گرفتن هزینه‌ی نهایی کمتر این روش نسبت به روش‌های سنتی، به نظر می‌رسد صنعتی شدن این نوع استخراج قابل اجرا می‌باشد. همچنین Bendahou و همکاران (۲۰۰۸) تولید درصد بالای ترکیبات فعالی مانند تیمول را که فعالیت ضد میکروبی خوبی نشان می‌دهد، از مزیت‌های دیگر روش SFME می‌دانند [۱].

### نتیجه‌گیری

ضرورت استفاده از روش‌های علمی‌تر برای به دست آوردن روغن‌های اسانسی با کیفیت بالاتر به دلیل استفاده‌ی کلان از آنها در صنعت یک امر مهم می‌باشد. با توجه به نتایج این تحقیق و تحقیقات مشابه می‌توان نتیجه‌گیری کرد که در روش SFME تنوع ترکیبات اسانس کاهش یافته و غلظت ترکیبات اکسیژنه افزایش می‌یابد. همچنین به دلیل اینکه میزان ترکیبات اکسیژنه یعنی ترکیبات فعال و مهم اسانس‌ها افزایش می‌یابد، اسانس‌های با ارزش‌تری تولید می‌شود. علاوه بر مورد

آروماتیک هستند که مولد عطر و طعم می‌باشند. این جواب با نتیجه‌ی حاصل از تحقیق آبرومند آذر و همکاران (۱۳۸۹) در خصوص ارزیابی ترکیبات شیمیایی اسانس گیاه زنیان گرفته شده به روش تقطیر با آب و SFME مطابقت می‌نماید [۱۴]. Lucchesi و همکاران (۲۰۰۴) نیز نتایج مشابهی درخصوص اسانس گیاهان ریحان، نعنا و آویشن به دست آوردند [۸]. همچنین Wang و همکاران (۲۰۰۶) ترکیبات اکسیژنه‌ی اسانس گیاه فاخره حاصل شده از SFME را بالاتر از همین ترکیبات در اسانس حاصل از تقطیر با آب دانسته‌اند. این در حالی است که آنها ترکیبات اکسیژنه‌ی اسانس زیره‌ی سبز حاصله از SFME را کمتر از ترکیبات اکسیژنه‌ی همین اسانس حاصل از تقطیر با آب اعلام نمودند. این محققین تفاوت در نوع گیاه را در این اختلاف مؤثر دانستند [۲۴]. در تحقیق دیگری در بررسی اسانس هل سبز استخراج شده بوسیله‌ی دو روش مذکور، بالا بودن میزان ترکیبات اکسیژنه‌ی اسانس SFME نسبت به اسانس حاصل از روش تقطیر با آب در تحقیقات Lucchesi و همکاران (۲۰۰۷) مورد تأیید قرار گرفت [۶]. تحقیق مشابهی توسط Bendahou و همکاران در سال ۲۰۰۸ درخصوص سنجش ترکیبات شیمیایی عصاره و اسانس پونه‌ی کوهی حاصل از دو روش اسانس‌گیری بوسیله‌ی تقطیر با آب و SFME صورت گرفت. در این تحقیق، ترکیبات اکسیژن‌دار اسانس SFME، ۸۷/۴ درصد و همین عدد در اسانس حاصل از کلونجر ۴۵/۲ درصد گزارش گردید [۱] که با نتایج به دست آمده در مطالعه‌ی پیش رو مطابقت می‌نماید.

ترکیبات اکسیژنه از لحاظ ایجاد عطر و بوی تند و همچنین از لحاظ قدرت ضد میکروبی و آنتی‌اکسیدانی ارزش بیشتری نسبت به سایر ترکیبات دارند [۱۴]. در حالی‌که هیدروکربن‌های مونوترپنی با وجود بوی ملایم و مطبوع ارزش کمتری نسبت به ترکیبات اکسیژنه دارند [۶]. مقدار بیشتر ترکیبات اکسیژنه در SFME را به حرارت‌دهی سریع ترکیبات قطبی بوسیله‌ی مایکروویو و در نتیجه کاهش زمان استخراج اسانس و نیز مقدار کمتر آب مصرفی نسبت می‌دهند [۲۴، ۸، ۱]. آب به دلیل قطبی بودن، بسیاری از واکنش‌ها



## تشکر و قدردانی

از همکاری صمیمانه‌ی جناب آقای دکتر کامبیز لاریجانی استاد محترم دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات که ما را در پیشبرد این تحقیق یاری دادند، تقدیر و تشکر می‌گردد.

ذکر شده، با توجه به مزایایی مانند کاهش مصرف آب، کاهش زمان و انرژی مصرفی و در نتیجه کاهش هزینه‌ها و کاهش ورود دی‌اکسیدکربن به محیط اطراف به عنوان عامل آلوده‌کننده‌ی محیط زیست، استخراج اسانس‌ها به روش SFME مطلوب و مورد توصیه است.

## منابع

1. Bendahou M, Muselli A, Grignon-Dubois M, Benyoucef M, Desjobert J-M, Bernardini A-F and Costa J. Antimicrobial activity and chemical composition of *Origanum glandulosum* Desf. essential oil and extract obtained by microwave extraction: Comparison with hydrodistillation. *Food Chem.* 2008; 106: 132 - 9.
2. Hosseini SF, Zandi M, Rezaei M and Farahmandghavi F. Two-step method for encapsulation of oregano essential oil in chitosan nanoparticles: preparation, characterization and in vitro release study. *Carbohydrate Polymers* 2013; 95: 50 - 6.
3. Burt S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *International Journal of Food Microbiol.* 2004; 94: 223 - 53.
4. Ferhat MA, Meklati BY, Smadja J and Chemat F. An improved microwave Clevenger apparatus for distillation of essential oils from orange peel. *Journal of Chromatography A.* 2006; 1112: 121 - 6.
5. Jaimand K and Rezaee M. Essential oil, Distillation Instruments, Methods and Retention Indices of Essential oils. Iran, Association of Medical Plants, 2006, pp: 107 - 11.
6. Lucchesi ME, Smadja J, Bradshaw S, Louw W and Chemat F. Solvent free microwave extraction of *Elletaria cardamomum* L.: A multivariate study of a new technique for the extraction of essential oil. *Journal of Food Engineering* 2007; 79: 1079 - 86.
7. Bayramoglu B, Sahin S and Sumnu G. Solvent-free microwave extraction of essential oil from oregano. *Journal of Food Engineering* 2008; 88: 535 - 40.
8. Lucchesi ME, Chemat F and Smadja J. Solvent-free microwave extraction of essential oil from aromatic herbs: comparison with conventional hydro-distillation. *Journal of Chromatography A.* 2004; 1043: 323 - 7.
9. Villag J and Stodola J. Medical Plants. USA, Ghoghnoos, 1997, pp: 128 - 9.
10. Pazoki A, Fahimi H and Shaker H. The effect of IAA and NAA on essential oil composition in tarragon (*Artemisia dracunculus* L.). *Research and Development of Natural Resources* 2007; 74: 124 - 8.
11. Lopes-Lutz D, Alviano DS, Alviano CS and Kolodziejczyk PP. Screening of chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of *Artemisia* essential oils. *Phytochem.* 2008; 69: 1732 - 8.
12. Alizadeh Behbahani B, Tabatabaei Yazdi F, Shahidi F, Mohebbi M and Zanganeh H. Investigation of the Minimum Inhibitory Concentration (MIC) and Minimum Bactericidal Concentration (MBC) of the Aqueous and Ethanolic *Avicennia Marina* Extracts on Gram Positive and Gram Negative Bacteria “in Vitro”. *Sadra Medical Sciences J.* 2014; 2: 123 - 34.
13. Samsam Shariat S. Extraction, Identification and Analysis of Active Components of Medical Herbs. Iran, Mani Publication, 2007, pp: 53 - 7.
14. Aberoomand Azar P, Mottaghianpuor Z, Sharifan A and Larijani K. Studies on the Effect of



Extraction Method on Chemical Composition and Antimicrobial Activity of *Carum copticum* Essential Oil. *Food Technology & Nutrition* 2010; 7: 67 - 75.

15. Maleki Douzzade M, Khadiv Parsi P, Rezazade S, Abolghasemi H and Pirali Hamedani M. Study of Essential oil Extraction From Rosemary by Hydrodistillation. *J. Medicinal Plants* 2007; 4: 101 - 10.

16. Li X-M, Tian S-L, Pang Z-C, Shi J-Y, Feng Z-S and Zhang Y-M. Extraction of *Cuminum cyminum* essential oil by combination technology of organic solvent with low boiling point and steam distillation. *Food Chem.* 2009; 115: 1114 - 9.

17. Kowalski R, Wawrzykowski J and Zawislak G. Analysis of essential oils and extracts from *Artemisia abrotanum* L. and *Artemisia dracunculus* L. *Herba Polonica* 2007; 53 (3): 246 - 54.

18. Milind P and Deepa K. Clove: a champion spice. *Int. J. Res. Ayurveda Pharm.* 2011; 2: 47 - 54.

19. Obolskiy D, Pischel I, Feistel B, Glotov N and Heinrich M. *Artemisia dracunculus* L. (tarragon): a critical review of its traditional use, chemical composition, pharmacology, and safety. *Journal of Agricultural and Food Chem.* 2011; 59: 11367 - 84.

20. Abad MJ, Bedoya LM, Apaza L and Bermejo

P. The *Artemisia* L. genus: a review of bioactive essential oils. *Molecules.* 2012; 17: 2542 - 66.

21. Chaleshtori RS, Rokni N, Razavilar V and Kopaei MR. The evaluation of the antibacterial and antioxidant activity of Tarragon (*Artemisia dracunculus* L.) essential oil and its chemical composition. *Jundishapur J. Microbiol.* 2013; 6: 1 - 5.

22. De Rapper S, Kamatou G, Viljoen A and Van Vuuren S. The in vitro antimicrobial activity of *Lavandula angustifolia* essential oil in combination with other aroma-therapeutic oils. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* 2013; 2013: 1 - 10.

23. Nakhaee Moghadam M, Ramezani M, Khajeh Karamodini M and Malekzadeh F. Antimicrobial Effect of Water and Methanol Extract of Cumin (*Cuminum cyminum* L.) and Tarragon (*Artemisia dracunculus* L.) on *Helicobacter pylori*. *Iranian J. Basic Medical Sciences* 2006; 9: 193-200.

24. Wang Z, Ding L, Li T, Zhou X, Wang L, Zhang H, Liu L, Li Y, Liu Z and Wang H. Improved solvent-free microwave extraction of essential oil from dried *Cuminum cyminum* L. and *Zanthoxylum bungeanum* Maxim. *J. Chromatography A.* 2006; 1102: 11 - 17.

