**مجله شیمی کوانتومی و اسپکتروسکوپی**
**۱۱:۳٦ (۱٤۰۰) ۲۹-۳۸**
**Journal of Quantum Chemistry and Spectroscopy (JQCS)**

# جداسازی و شناسایی ترکیبات شیمیایی روغن اسانسی *Artemisia annua* به روش استخراج با امواج میکروویو و دستگاه کروماتوگرافی گازی - طیف سنج جرمی(GC/MS)

**محمدباقر پاشا زانوسی*، پری ماه پاشا**

گروه شیمی، واحد چالوس، دانشگاه آزاد اسلامی، چالوس، ایران

تاریخ ثبت اولیه:۱۴۰۰/۰۷/۲۵، تاریخ دریافت نسخه اصلاح شده:۱۴۰۰/۰۹/۲۰ ، تاریخ پذیرش قطعی:۱۴۰۰/۱۰/۲۸

## چکیده

در پژوهش حاضر، روغن‌های اسانسی اندام های مختلف (ساقه ، برگ و میوه) گیاه دارویی *A. annua* که از مناطق شمال ایران جمع آوری گردیده، توسط روش استخراج با امواج میکروویو بدون استفاده از حلال (SFME) استحصال و ترکیبات متشکله با تکنیک کروماتوگرافی گازی توأم با طیف سنجی جرمی (GC/MS) مورد تجزیه و شناسایی قرار گرفت. از ۳۶ ترکیب شناسایی شده در روغن اسانسی ساقه گیاه که ۹۴/۱۳ درصد کل اسانس را شامل شده به ترتیب کامفور(۲۱/۴۱٪)، ۱و۸- سینئول(۷/۵۴٪)، آلفا پینن(۶/۰۱٪)، والنسن(۵/۰۷٪)، آرتمیزیا کتون(۴/۹۶٪)، پینوکاروون (۴/۳۲٪) و از ۲۶ ترکیب شناسایی شده در روغن اسانسی برگ گیاه که ۹۸/۸۵ درصد کل اسانس را شامل شده به ترتیب کامفور(۲۵/۰۹٪)، ۱و۸- سینئول(۸/۴۷٪)، والنسن(۷/۲۸٪)، آلفا پینن(۶/۶۵٪)،آرتمیزیا کتون(۶/۱۷٪)، ترانس پینوکاروئول(۵/۴۰٪)، کاریوفیلن اوکساید(۵/۳۳٪) و از ۲۰ ترکیب شناسایی شده در روغن اسانسی میوه گیاه که ۹۹/۹۹ درصد کل اسانس را شامل شده به ترتیب کامفور(۱۶/۲۶٪)،آرتمیزیاکتون(۱۴/۹۸٪)،۱و۸-سینئول(۱۲/۷۳٪)،ترانس پینوکاروئول(۱۰/۲۸٪)،کاریوفیلن اوکساید(۷/۳۹٪) و والنسن(۳/۱۴٪) به عنوان اصلی ترین و بیشترین ترکیبات موجود در اندام های مختلف بودند.

***واژه های کلیدی : استخراج با امواج میکروویو بدون استفاده از حلال (SFME)، کروماتوگرافی گازی-طیف سنجی جرمی، روغن‌های اسانس، گیاه دارویی A. annua***

## ۱. مقدمه

گیاه *درمنه*(Artemisia) از خانواده Asteraceae(compositae) با حدود ۳۴ گونه در ایران از نظر ایجاد پوشش و تراکم و پراکنش وسیع یکی از با اهمیت ترین جنسهای گیاهی ایران است. گونه های این جنس همچنین دارای ویژگی های مهم از منظر

***عهده دار مکاتبات:** محمدباقر پاشا زانوسی

**نشانی:** گروه شیمی، واحد چالوس، دانشگاه آزاد اسلامی، چالوس، ایران

**تلفن:**۰۹۱۱۳۹۴۲۷۰۱ **پست الکترونیک:**E-mail: mpashazanousi@yahoo.com

سلامت و گیاهان دارویی می باشند و این مهم به خاطر اسانس فراوان و وجود ترکیب های معطر و ارزشمند به عنوان ماده موثره گیاه در اندام های مختلف این گونه می باشد. درمنه ها از دوران گذشته در طب سنتی دارای اهمیت و مصارف گوناگون بوده و از آنها با نام های درمنه، افسنطین، یوشان، برنجاسف، قیصوم و ترخون نام برده و این نام ها امروزه نیز در اکثر مناطق متداول است [۱]. گونه های مختلف این جنس در طب سنتی اروپا جهت رفع سودا و جلوگیری از خونریزی بکار می رود [۲]. همچنین مواد موثره موجود در گونه های جنس درمنه دارای خواص درمانی نظیر ضد مالاریا، ضد ویروس و باکتری، ضد تومور، تب بر، درمان هپاتیت، التیام زخم ها، ضد اسپاسم و درد های عصبی است [۳]. اسانس های موجود در گونه های مختلف درمنه در فعالیت های بیولوژیکی بسیار نقش بسزایی دارند [۴]. فعالیت های بیولوژیکی بعضی از این اسانس ها به طور مستقیم توسط بشر تجربه شده است. به عنوان مثال، توجون (Thujone)یک مونوترپن شاخص در بعضی گونه های Artemisia است که باعث ایجاد مسمومیت مزمن می شود. به طوریکه تهیه نوشابه های الکلی از عصاره ریشه گیاه *A.absinthium* به خاطر وجود این ماده در چندین کشور خارجی ممنوع شده است [۵]. در طی پژوهش هایی که روی ۲۴۰ گونه از تیره Asteraceae به منظور تعیین خواص دارویی آنها انجام شده، بیش از ۸۰ ترکیب دارویی در ماده موثره گونه های Artemisia مشخص شده است. مهمترین گروه سزکویی ترپن های یافت شده در قبیله Anthemideae شامل لاکتون های سزکویی ترپن (Sesquiterpenelactones) می باشند. این مولکول ها به طور وسیعی در تحقیقات کموتاکزونومیک (Chemotaxonomic) و سایر مطالعات در جنس Artemisia مورد بررسی قرار گرفت. در حالیکه germacranolides و guaianolides ترکیبات غالب در این قبیله هستند. santanolides به طور اختصاصی در جنس Artemisia گزارش شده است[۶]. تعداد زیادی از گونه ها در کشور چین به عنوان دارو، غذا، علوفه، گیاهان معطر، گیاهان شهددار و گیاهان تولید کننده اسانس مورد استفاده است [۷]. در کشور مجارستان در تحقیق انجام شده بر روی *A.annua* نتایج نشان داد که ترکیب های اصلی اسانس گیاه *A.annua* آرتمیزیا کتون (Artemisia ketone) و آرتمیزیا الکل (Artemisia alkohol) می باشد [۸]. همچنین در پژوهش دیگر بر روی همین گیاه، ترکیبات اصلی روغن اسانس *A.annua* شامل آرتمیزیا کتون (Artemisia ketone)، آرتمیزیا الکل (Artemisia alkohol)، میرسن (myrcene)، آلفا گواین (α-guaiene) وکامفور(Camphore) بدست آمده است [۹]. روشهای نوین به منظور استخراج و شناسایی ترکیبات روغن های اسانس گیاهان با هدف کاهش زمان استخراج، کاهش مصرف حلال و مقدار نمونه، افزایش راندمان و کمیت و کیفیت ترکیبات استخراجی به کار گرفته شد. استخراج بدون حلال به کمک میکروویو( SFME)، یکی از این روشها است. تکنیک SFME ترکیبی از حرارت میکروویو با تقطیر خشک، تحت فشار اتمسفری برای جداسازی و تغلیظ روغن های اسانسی در گیاهان می باشد. در روش SFME اگر گیاه تازه باشد، نیازی به افزایش حلال یا آب نیست. اما اگر گیاه خشک باشد، ضرورت دارد تا گیاه برای زمان مشخصی در آب خیس شده، وسپس به منظور اسانس گیری صاف گردد [۱۰-۱۲]. در تحقیقات بسیاری از روش SFME برای استخراج و شناسایی ترکیبات شیمیایی روغن های اسانسی

گیاهان استفاده شده است[۱۳-۱۵]. روش SFME به دلیل عدم استفاده از حجم زیاد آب، از ایجاد ترکیباتی که به طور ناخواسته از هیدرولیز ترکیبات اصلی به وجود می آیند جلوگیری کرده و در بهبود کیفیت اسانس تولیدی بسیار مؤثر است.

با توجه به موارد فوق و ارزش این گیاه دارویی، هدف از تحقیق حاضر، جداسازی و شناسایی ترکیبات روغن‌های اسانسی اندام های مختلف گیاه*A.annua* به وسیله‌ی تکنیک استخراج با میکروویو بدون استفاده از حلال (SFME) جفت‌شده با دستگاه کروماتوگرافی گازی- طیف‌سنجی جرمی(GC-MS) می‌باشد.

## ۲. مواد و روش‌ها

### ۲-۱. جمع‌آوری و شناسایی‌نمونه‌ی گیاهی

در این پژوهش، گیاه *A.annua* در تابستان سال ۱۳۹۹ از منطقه نوشهر استان مازندران جمع‌آوری شده و شناسایی آن در هرباریم مؤسسه‌ی تحقیقات جنگل‌ها و مراتع تهران انجام گرفت. گیاه جمع‌آوری شده در حرارت معمولی و در سایه خشک و سپس با دقت زیاد بخش‌های مختلف آن (ساقه، برگ و میوه) جداسازی شدند. بدین منظور، قطعات خشک‌شده گیاه به وسیله آسیاب برقی خرد و اندام های مختلف گیاه شامل ساقه‌ها، برگ‌ها و میوه ها جهت استحصال اسانس مورد استفاده قرارگرفتند.

### ۲-۲. استخراج اسانس

جهت استخراج اسانس از یک دستگاه میکروویومدل مایلستون SRL که در ۲۴۵۰ مگاهرتز کار می کند استفاده گردید. بالاترین توان آون دستگاه ۱۰۰۰ وات بوده که توسط یک سنسور از نوع ATC-EO اندازه گیری و تنظیم می شد. در این روش به ۳۰ گرم گیاه تازه و یا گیاه خشک پودر شده ای که به مدت کافی آب جذب کرده است بدون هیچ گونه آب اضافی به مدت ۲۵ دقیقه و تحت تاثیر توان ۸۰۰ وات، گرما داده شد. یک دستگاه کلونجر بیرون از محوطه میکروویو و متصل به آن، بخارات را مرتب خنک و رفلاکس می کند. آب های رفلاکس شده با برگشت به ظرف استخراج که تحت تاثیر انرژی میکروویو است باعث یکنواخت شدن دما و رطوبت محفظه استخراج می شود. اسانس بدست آمده توسط سدیم سولفات بدون آب، رطوبت زدایی و در یک ظرف تیره و در بسته تا زمان آنالیز در یخچال و در دمای ۴ درجه سانتی گراد نگهداری شد.

### ۲-۳. جداسازی و شناسایی اجزاء

برای تفکیک و شناسایی ترکیبات موجود در اسانس این گیاه، از دستگاه کروماتوگرافی گازی و کروماتوگرافی گازی متصل به طیف‌سنج جرمی استفاده گردید. شناسایی اجزای اسانس با استفاده از بانک اطلاعات جرمی، زمان بازداری ترکیب ها($T_R$) و اندیس بازداری کواتس (KI ) مندرج در منابع علمی، مطالعه طیف‌های جرمی هر یک از اجزای اسانس و مقایسه‌ی آنها با طیف‌های مرجع انجام شد[۱۶]. هم‌چنین، بررسی‌های تکمیلی با تطبیق الگوهای شکافتگی طیف‌های جرمی و اندیس‌های کواتس با استانداردهای موجود در کتابخانه دستگاه صورت گرفت.

### ٤-۲. مشخصات دستگاه‌های کروماتوگرافی گازی و کروماتوگرافی گازی- طیف‌سنج جرمی

جهت بررسی کمی و کیفی ساختار اسانس‌ها، از دستگاه کروماتوگراف گازی شیمادزو( Shimadzu) مدل GC-9A با آشکارساز FID و ستون DB-1 ، به طول ۳۰ متر و قطرداخلی ۰/۲۵ میلی متر و ضخامت لایه نازک فاز ساکن ۰/۲۵ میکرومتر استفاده شد. برنامه‌ریزی حرارتی ستون از ۶۰ °C تا ۱۹۰ °C با سرعت ۵ درجه سانتی گراد بر دقیقه و از۱۹۰ °C تا ۲۵۰ °C با سرعت ۱۵ درجه سانتی گراد بر دقیقه افزایش یافته و از گاز هلیوم با سرعت ۱/۱ میلی لیتر بر دقیقه به عنوان گاز حامل استفاده شده است. از طرف دیگر، از دستگاه کروماتوگراف گازی Thermo quest- finnigan مدل متصل به طیف سنج جرمی مجهز به ستون DB-1 ، به طول ۳۰ متر و قطرداخلی ۰/۲۵ میلی متر و ضخامت لایه نازک فاز ساکن ۰/۲۵ میکرومتر استفاده شد. برنامه‌ریزی حرارتی ستون شبیه برنامه ریزی ستون در دستگاهGC بوده و از گاز هلیوم با سرعت ۱/۱ میلی لیتر بر دقیقه به عنوان گاز حامل استفاده گردید. زمان اسکن برابر یک ثانیه و انرزی یونیزاسیون ۷۰ الکترون ولت بوده است.

## ۳. نتایج و بحث

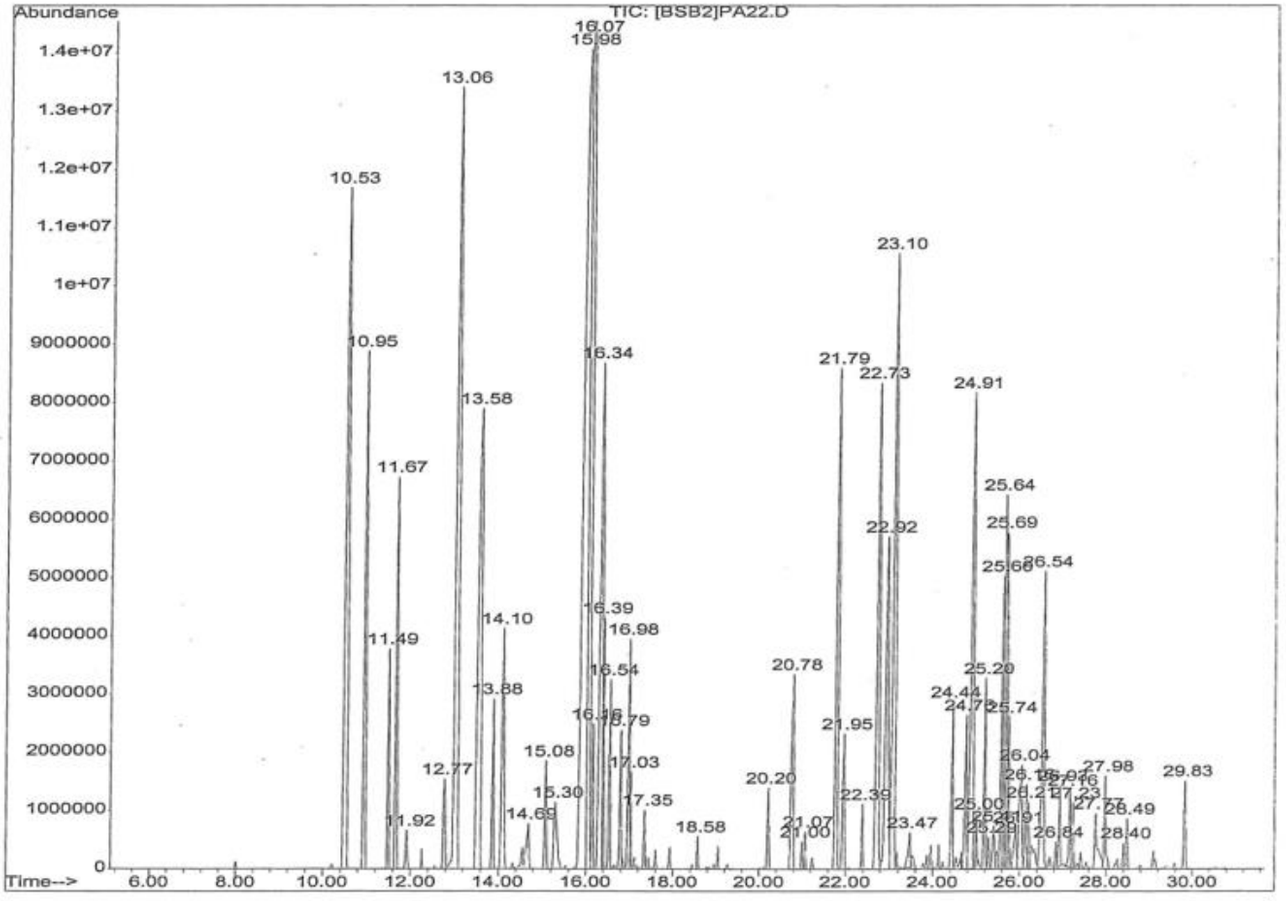
روغن های اسانسی ساقه، برگ و میوه گیاه *Artemisia annua*، با روش استخراج بدون حلال به کمک میکروویو ( SFME) استحصال و ترکیبات متشکله آنها به کمک روش کروماتوگرافی گازی توام با طیف سنج جرمی (GC/MS) بررسی و شناسایی گردید. نتایج به دست آمده در جدول شماره (۱) نشان داده شده است. با بررسی درصد ترکیبات در روغن اسانسی بدست آمده از اندامهای مورد مطالعه این گیاه نتایج زیر حاصل گردید. در روغن اسانسی حاصل از ساقه این گیاه به روش SFME، ۳۶ ترکیب شناسایی شده ، که ۹۴/۱۳ درصد کل اسانس را تشکیل می دهد. ترکیبات اصلی این اسانس ، به ترتیب کامفور(۲۱/۴۱٪)، ۱و۸- سینئول(۷/۵۴٪)، آلفا پینن(۶/۰۱٪)، والنسن(۵/۰۷٪)، آرتمیزیا کتون(۴/۹۶٪) و پینوکاروون (۴/۳۲٪) مورد شناسایی قرار گرفت. روغن اسانسی ساقه حاوی ۱۳/۰۲٪ منوترپن‌های هیدروکربنی، ۴۵/۹۷٪ منوترپن‌های اکسیژن‌دار، ۱۵/۶۳٪ سزکویی‌ترپن‌های هیدروکربنی و ۱۹/۵۱٪ سزکویی‌ترپن‌های اکسیژن‌دار بوده است. در روغن اسانسی حاصل از برگ این گیاه به روش SFME، ۲۶ ترکیب شناسایی شده ، که ۹۸/۸۵ درصد کل اسانس را تشکیل می دهد. ترکیبات اصلی این اسانس ، به ترتیب کامفور(۲۵/۰۹٪)، ۱و۸- سینئول(۸/۴۷٪)، والنسن(۷/۲۸٪)، آلفا پینن(۶/۶۵٪)، آرتمیزیا کتون(۶/۱۷٪)، ترانس پینوکاروئول(۵/۴۰٪) و کاریوفیلن اوکساید(۵/۳۳٪) مورد شناسایی قرار گرفت. روغن اسانسی برگ حاوی ۱۰/۶۴٪ منوترپن‌های هیدروکربنی، ۵۳/۴۹٪ منوترپن‌های اکسیژن‌دار، ۱۷/۳۸٪ سزکویی‌ترپن‌های هیدروکربنی و ۱۷/۳۴٪ سزکویی‌ترپن‌های اکسیژن‌دار بوده است. همچنین در روغن اسانسی حاصل ازمیوه این گیاه به روش SFME، ۲۰ ترکیب شناسایی شده ، که ۹۹/۹۹ درصد کل اسانس را تشکیل می دهد. ترکیبات اصلی این اسانس ، به ترتیب کامفور(۱۶/۲۶٪)، آرتمیزیا کتون(۱۴/۹۸٪)، ۱و۸- سینئول(۱۲/۷۳٪)، ترانس پینوکاروئول(۱۰/۲۸٪)، کاریوفیلن اوکساید(۷/۳۹٪) و والنسن(۳/۱۴٪) مورد شناسایی قرار گرفت. روغن اسانسی میوه حاوی ۷/۵۱% منوترپن‌های

هیدروکربنی، ۷۳/۱۹% منوترپن‌های اکسیژن‌دار، ۵/۷۸% سزکوِیی‌ترپن‌های هیدروکربنی، ۱۳/۵۱% سزکوِیی‌ترپن‌های اکسیژن‌دار به دست آمد.

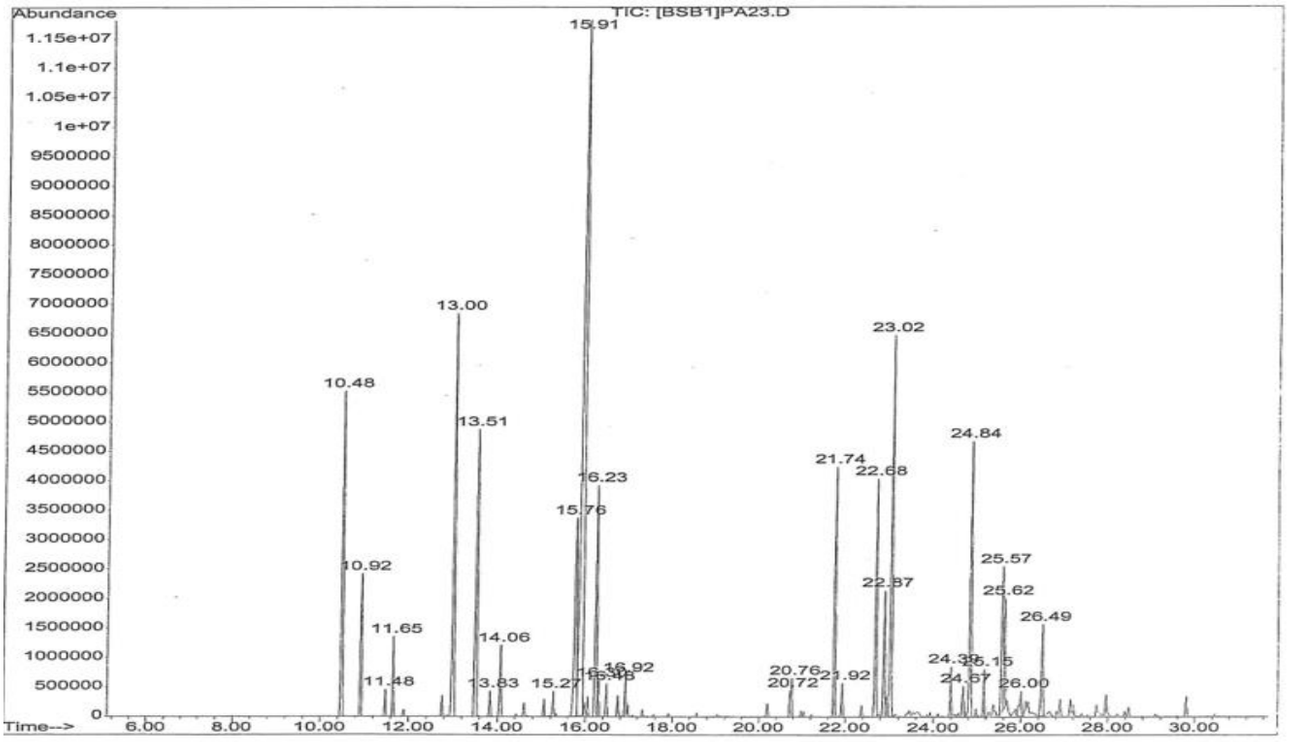
**جدول ۱. ترکیبات شیمیایی موجود در روغن اسانسی اندام های مختلف (ساقه ، برگ و میوه) گیاه *A. annua* با روش SFME.**

| No. | Compound | RI | Stems oil (%) | Leaves oil(%) | Fruit oil(%) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | α-pinene | 993 | 6.01 | 6.65 | 2.36 |
| 2 | Camphene | 954 | 3.09 | 2.42 | - |
| 3 | Sabinene | 975 | 0.99 | 0.35 | 2.55 |
| 4 | β-pinene | 979 | 2.04 | 1.22 | 1.59 |
| 5 | α-phellandrene | 1003 | 0.22 | - | 1.01 |
| 6 | p-cymene | 1025 | 0.55 | - | - |
| 7 | 1,8-cineole | 1031 | 7.54 | 8.47 | 12.73 |
| 8 | Artemisia ketone | 1062 | 4.96 | 6.17 | 14.98 |
| 9 | Cis-sabinene hydrate | 1070 | 0.78 | 0.40 | - |
| 10 | Artemisia alkohol | 1084 | 1.82 | 1.30 | 2.44 |
| 11 | β-Thujone | 1114 | 0.54 | - | 3.46 |
| 12 | trans-Pinocarveol | 1139 | - | 5.40 | 10.28 |
| 13 | Camphor | 1146 | 21.41 | 25.09 | 16.26 |
| 14 | Pinocarvone | 1165 | 4.32 | 4.51 | 5.28 |
| 15 | Borneol | 1169 | 0.94 | 0.62 | 5.36 |
| 16 | 4-Terpineol | 1177 | 0.86 | 0.54 | - |
| 17 | α-terpineol | 1189 | 0.67 | - | - |
| 18 | Myrtenol | 1196 | 1.47 | 0.58 | 1.28 |
| 19 | trans-Carveol | 1217 | 0.24 | - | - |
| 20 | Bornyl acetate | 1289 | - | - | 1.12 |
| 21 | 1-Tridecene | 1292 | 0.12 | - | - |
| 22 | Eugenol | 1359 | 0.39 | - | - |
| 23 | α-copaene | 1377 | 1.47 | 0.66 | - |
| 24 | (Z)-β-Farnesene | 1443 | 0.79 | 0.57 | - |
| 25 | α-humulene | 1455 | 0.39 | - | - |
| 26 | Germacrene D | 1485 | - | - | 1.11 |
| 27 | β-Selinene | 1490 | 3.81 | 4.44 | - |
| 28 | Cubebol | 1494 | 3.37 | 2.35 | - |
| 29 | Valencene | 1496 | 5.07 | 7.28 | 3.14 |
| 30 | Δ-Cadinene | 1523 | 0.24 | - | - |
| 31 | Spathulenol | 1578 | 1.73 | 0.63 | 1.38 |
| 32 | Caryophyllene oxide | 1583 | 3.99 | 5.33 | 7.39 |
| 33 | epi-α-Cadinol | 1640 | 0.98 | 0.76 | - |

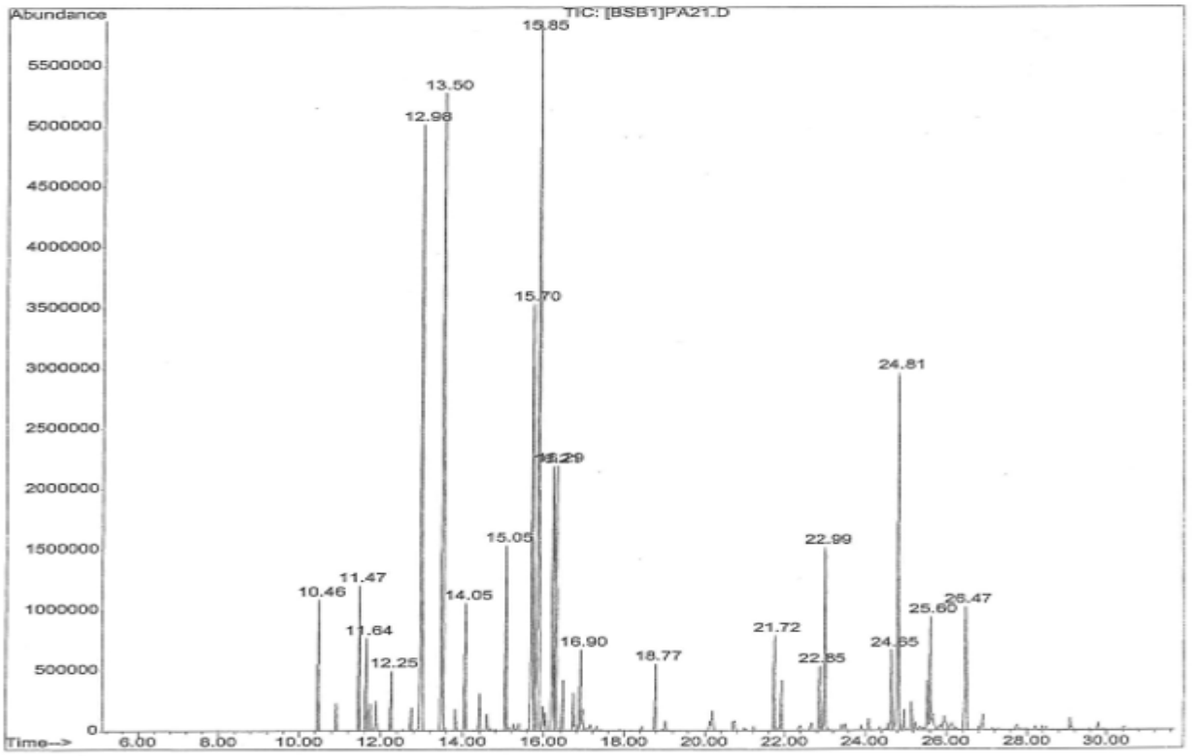
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 34 | epi-α-Muurolol | 1642 | 0.43 | 3.60 | - |
| 35 | Cubenol | 1647 | 1.66 | 1.97 | 1.96 |
| 36 | Agarospirol | 1648 | 2.08 | - | - |
| 37 | α-bisabolol | 1686 | 2.35 | 0.67 | 2.78 |
| 38 | 14-hydroxy-α-Muurolene | 1780 | 2.20 | 2.03 | - |
| 39 | Eudesmol acetate | 1795 | 0.72 | - | - |
| | Total percentage | | 94.13 | 98.85 | 99.99 |
| | Monoterpene hydrocarbons (%) | | 13.01 | 10.64 | 7.51 |
| | Oxygen-containing monoterpens(%) | | 45.97 | 53.49 | 73.19 |
| | Sesquiterpene hydrocarbons (%) | | 15.63 | 17.38 | 5.78 |
| | Oxygen-containing sesquiterpens(%) | | 19.51 | 17.34 | 13.51 |
| | Number of compound | | 36 | 26 | 20 |
| | Extraction time | | 30 | 30 | 30 |
| | Yield (%,w/w-dry basis) | | 0.45 | 0.75 | 0.73 |




**شکل ۱. کروماتوگرام روش SFME برای روغن اسانسی ساقه گیاه *Artemisia annua***




**شکل ۲.کروماتوگرام روش SFME برای روغن اسانسی برگ گیاه *Artemisia annua***




**شکل۳. کروماتوگرام روش SFME برای روغن اسانسی میوه گیاه *Artemisia annua***

## ٤. نتیجه‌گیری

گیاهان به عنوان منبع عظیم ترکیبات فعال زیستی بوده و فارغ از هر نوع چالش در زمینه گیاهان دارویی، عقیده جمعی پژوهشگران و دانشمندان بر اهمیت آنها در تهیه ترکیبات دارویی و بهداشتی تأکید دارد. گیاه *A. annua* دارای خواص دارویی فراوانی می‌باشد. برای سال‌های متمادی از این گیاه به عنوان یک ماده ضدتب و ضدمالاریا در چین استفاده می‌شد، که به دلیل وجود آرتمیزینین بوده است . به علاوه این ترکیب دارای خاصیت ضدتوموری بوده و قادر به از بین بردن انتخابی سلول‌های سرطانی سینه است در حالی که برای سلول‌های نرمال مضر نمی‌باشد. نوعی کومارین به نام اسکوپولتین از *A.annua* جدا شده است که فعالیت ضدالتهابی نشان می‌دهد. این گیاه همچنین دارای خواص ضدباکتریایی می‌باشد. در هندو چین از این گیاه برای معالجهٔ زردی و به عنوان مدّر استفاده می شود. همچنین برای کمک به هضم غذا و تقویت برای زنان حامله تجویز و پس از تولد بچه به عنوان اشتهاآور توصیه می شود. در ایران از برگ‌های گیاه به عنوان ضدعفونی کننده، هضم‌کننده و تب‌بر استفاده می‌شود. جوشانده برگ‌ها برای درمان تب، سرماخوردگی و اسهال به کار می‌رود و در مصرف بیرونی به عنوان پماد برای خونریزی بینی، جوش، دمل، کورک و آبسه استفاده می‌شود [۱۷] . در این پژوهش، از روش نوین و توانمند SFME جهت جداسازی روغن‌های اسانسی اندام های مختلف (ساقه ، برگ و میوه)گیاه دارویی *A.annua* که از مناطق شهرستان نوشهر استان مازندران جمع آوری شده، انجام و ترکیبات متشکله به کمک روش GC/MS بررسی و شناسایی گردید. بر این اساس، کامفور(۱۶/۲۶٪)، آرتمیزیا کتون(۱۴/۹۸٪)، ۱و۸-سینئول(۱۲/۷۳٪) و ترانس پینوکاروئول(۱۰/۲۸٪) به عنوان ترکیبات اصلی در تمام اندام ها تعیین گردیدو مونوترپن های اکسیژن دار فراوانترین ترکیبات بوده که کاربرد های وسیعی در بهداشت و کشاورزی دارد.

## ٥. مراجع

[۱] و. مظفریان، *بررسی و شناخت درمنه های ایران، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران*، (۱۳۷۵).

[2] Teixeira da silva, J. A., J. (2004). Mining the essential oils of the Anthemideae. *African Journal of Biotechnology, 3(12)*, 706-720.

[3] Tan, R .X., Zheng, W.F., Tang, H.Q., (1998). Biologically active substances from the genus Artemisia. *Planta Medica, 64*, 295-302.

[4] Janssen, A.M., Scheffer, J.J.C., Baerhein - Svendsen A. and Svendsen A.B. (1987). Antimicrobial activities of essential oils. A 1967-1986 literature review on possible applications , *Pharmaceut، Weekbl, 9*, 193-197.

[5] Wagner H., (1977). Pharmaceutical and economic uses of the Compositae ،In V.H. Heywood ،J.B. Harborne and B.L. Turner, (eds.) ,The Biology and chemistry of the Compositae, Academic Press, London, vol. II, chapter 14, 412-428.

[6] Wright, C.W., (2002). Artemisia, medicinal and aromatic plants - Industrial Profiles ،Chapter 1, P 10, 22.

[7] Huang, Y.P., and Ling Y.R., (1996). In D.J.N. Hind and H.J. Beentje (eds.), Compositae : Systematics, proceedings of the International Compositae Conference , Royal Botanic Gardens, Kew, vol.II chapter 36, 431-451.

[8] Hethelyi, E.B., Cseko IB.,Grosz M., Mark G., Palinkas J.J., (1995). Chemical composition of the *Artemisiea annua* essential oils from Hungary, *Journal of Essential Oil Research.7*, 45-48.

[9] Woerdenberg, H., Bos R.,Salomous MC., Hendriks H. ،Pras N. & Malingre TM., (1993). Volatile constituents of *Artemisia annua* L. (Asteraceae), *Flavour and Fragrance Journal* . *8*, 131-137.
[10] Bayramoglu, B., Sahin, S., Sumnu, G. (2008). Solvent- free microwave extraction of essential oil from Oregano. *J. Food Engineering. 88*, 535-540.
[11] Bellomaria, N., Valentini, G., Biondi, E. (2001). Chemotaxonometry of Artemisia variabilis ten. And A. eampestris L. ssp.glutinosa(Ten)Bric. Et Cavill.(Asteraceae) from Italy. *J. Essent. Oil Res. 13*, 90-94.
[12] Ziming,W., Ding, L., Li,T., Zhou, X.,Wang, l., Zhang, H., Liu, L., Li,Y.(2006). Improved solvent-free microwave extraction of essential oil from dried Cuminum cyminum L. and Zanthoxylum bungeanum Maxim. *J. Chromatography A. 1102*,11-17.
[13] Lucchesi, M. E., Smadja, J., Bradshow, S. (2007). Solvent- free microwave extraction of Elletaria cardamomum L. : A multivariate study of a new technique for the extraction of essential oil. *J. Food Engineering. 79 (3)*, 1079-1086.
[14] Lucchesi, M. E., Chemat, F., Smadj, J. (2004b). Solvent- free microwave extraction of essential oil from aromatic herbs: Comparison with conventional hydro-distillation. *J. Chromatography A. 1043 (2)*, 323-327.
[15] Lucchesi, M. E., Chemat, F., Smadja, J. (2004a). An original Solvent- free microwave extraction of essential oils from spices. *Flav. and Fragr, J. 19(2)*,134-138.
[16] R.P. Adams, *Identification of essential oil components by gas chromatography/ mass Spectroscopy*, Allured Publ. Corp., Carol Stream, IL USA (1995).
[17] Bhakuni, R. S., Jain, D. C., Sharma, R.P. and Kumar, S. (2001). "Secondary metabolites of *Artemisia annua* and their biological activity". *Current Science. 80*: 1-10.

# Isolation and identification of chemical constituents of Artemisia annua essential oil by microwave extraction and gas chromatography-mass spectrometry (GC / MS)

**Mohammad Bagher Pasha Zanousi *, Parima Pasha**

*Department of Chemistry, Faculty of Science, Chalous Branch, Islamic Azad University, Chalous, Iran*

Submited: 17 October 2021, Revised: 11 December 2021, Accepted: 18 January 2022

**Abstract**

In the present study, the essential oils of different organs (stems, leaves and fruits) of A. annua, which were collected from the northern regions of Iran, were extracted by solvent microwave extraction method (SFME) and compounds composed of Gas chromatography combined with mass spectrometry (GC / MS) was analyzed and identified. Of the 36 compounds identified in the essential oil of the plant stem, which comprised 94.13% of the total essential oil, camphor (21.41%), 1-8-cinnamol (7.54%), alpha pinene (6.01%), valence, respectively. (05.07%), Artemisia ketone (4.96%), Pinocarvone (4.32%) and from 26 compounds identified in essential oil of plant leaves, which contain 98.85% of the total essential oil, respectively, camphor (09/09) 25%), 1 and 8-cineole (8.47%), Valensen (7.28%), alpha-pinene (6.65%), artemisia ketone (6.17%), trans-pinocaroeol (5.40%), caryophylline Oxide (5.33%) and of the 20 compounds identified in the essential oil of the plant, which contain 99.99% of the total essential oil, camphor (16.26%), artemisiactone (14.98%), 1 and 8-cinnamol, respectively ( 12.73%), Trans Pinocarovel (10.28%), Caryophylene Oxide (7.39%) and Valensen (3.14%) were the main and most common compounds in different organs.

***Keywords:*** *Solvent-free microwave extraction (SFME), gas chromatography-mass spectrometry, essential oils, A. annua*

***Corresponding author :** Mohammad Bagher Pasha Zanousi

**Address:** Department of Chemistry, Chalous Branch, Islamic Azad University, Chalous, Iran

**Tel:** 09113942701 **E-mail:** mpashazanousi@yahoo.com