

## Investigation of the Chemical Composition of *Cornutia pyramidata* L. Essential Oil

Pages  
83-92

M. Zangeneh<sup>\*1</sup>, N. Ferasat<sup>2</sup>, A. EydiZadeh<sup>3</sup> and A. Poshtdar<sup>4</sup>

- 1) PhD in Horticultural Sciences - Ornamental Plants, Department of Horticultural Sciences and Engineering, Khuzestan University of Agriculture and Natural Resources, Mulathani, Iran.
- 2) PhD in Plant Biology-Systematics, Department of Horticultural Science and Engineering, Khuzestan University of Agriculture and Natural Resources, Mulathani, Iran.
- 3) Master's degree in Cell Biology - Plant Development, Ghadir Student Research Center, Ahvaz District Iran.
- 4) PhD in Agriculture, Department of Plant Genetics and Production Engineering, Department of Horticultural Science and Engineering, Khuzestan University of Agriculture and Natural Resources, Mulathani, Iran.

\*Corresponding author: [m.zangeneh2008@yahoo.com](mailto:m.zangeneh2008@yahoo.com)

Received date: 2023.10.22

Accepted date: 2024.01.20

### Abstract

In this study the chemical composition of essential oil of *Cornutia pyramidata* was investigated. Leaf samples were collected from the Khuzestan Agricultural and Natural Resources University (located at 25 kilometers north of Ahvaz city, along the east of Karun, with a latitude of 31 degrees and 35 minutes north and a longitude of 48 degrees and 53 minutes east, at an elevation of 29 meters above sea level). The essential oil was extracted by water distillation using a Clevenger apparatus. The obtained essential oil yield was calculated at 0.3%. In total, 55 compounds were isolated from *C. pyramidata* essential oil (CPEO). The results showed that CPEO mainly contained about 19.05% trans-Caryophyllene (a natural bicyclic sesquiterpene) and 11.99% Geranyl linalool isomer (a natural bicyclic monoterpene). The other compounds were found in small amounts (ranging from 0.05- 2.22%) in CPEO.

**Keywords:** Chemical composition, GC/MS analysis, Geranyl linalool and trans-Caryophyllene.



**بررسی ترکیب شیمیایی اسانس یاس بنفش گرمسیری (*Cornutia pyramidata* L.)**

شماره صفحات

۹۲-۸۳

مژگان زنگنه<sup>۱</sup>، نسرين فراست<sup>۲</sup>، آزاده، عیدی زاده<sup>۳</sup> و عادل پشت‌دار<sup>۴</sup>

- (۱) دکتری علوم باغبانی-گیاهان زینتی، کارشناس گروه علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی، ایران.
- (۲) کارشناسی ارشد زیست‌شناسی سیستماتیک گیاهی، کارشناس گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی، ایران.
- (۳) کارشناسی ارشد زیست‌شناسی سلولی-تکوین گیاهی، مدرس پژوهش‌سرای دانش‌آموزی غدیر، ناحیه ۲ اهواز، ایران.
- (۴) دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، کارشناس گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی، ایران.

\* نویسنده مسئول: [m.zangeneh2008@yahoo.com](mailto:m.zangeneh2008@yahoo.com)

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۳۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۷/۳۰

**چکیده**

در این مطالعه ترکیب شیمیایی اسانس گیاه یاس بنفش گرمسیری (*Cornutia pyramidata* L.) مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌های برگ از دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان (واقع در ۲۵ کیلومتری شمال شهر اهواز و در امتداد شرق کارون با عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۵۳ دقیقه شرقی و ارتفاع ۲۹ متر از سطح دریای آزاد) جمع‌آوری شد. اسانس به روش تقطیر با آب، توسط دستگاه کلونجر استخراج شد. اسانس بدست آمده در سطح ۰/۳ درصد محاسبه شد. به طور کلی ۵۵ ترکیب از اسانس یاس بنفش گرمسیری (CPEO) جدا سازی شد. نتایج نشان داد که CPEO به طور عمده دارای حدود ۱۹/۰۵ درصد *trans-Caryophyllene* (یک سزکویی‌ترین طبیعی دو حلقه‌ای) و ۱۱/۹۹ درصد ایزومر *Geranyl linalool* (یک مونوترپن طبیعی دو حلقه‌ای) می‌باشد. سایر ترکیبات در مقدار اندک (حدود ۰/۰۵ - ۲/۲۲ درصد) در CPEO یافت شدند.

واژه‌های کلیدی: ترکیبات شیمیایی، GC/MS، *Geranyl linalool* و *trans-Caryophyllene*.

## مقدمه

اسانس‌ها ترکیبات پیچیده‌ای از مواد معطر هستند که توسط گیاهان برای مقابله با پاتوژن‌ها یا حمله حشرات گرده‌افشان تولید می‌شوند (Lawless, 2013). این ترکیبات در قسمت‌های مختلف گیاه قرار دارند و به دلیل داشتن بوی مطبوع، در صنایع مختلف به‌ویژه در تولید عطر و مواد دارویی کاربرد دارند (Sadgrove and Graham, 2015). خانواده Verbenaceae دارای گونه‌های متعدد با کاربردهای دارویی می‌باشد. *Cornutia pyramidata* (L.) در جنس *Cornutia* شامل تقریباً ۱۴ گونه می‌باشد. این گونه بومی برخی مناطق گرمسیری در نیمکره غربی، جنوب مکزیک، آمریکای مرکزی، غرب هند و شمال و جنوب آمریکا می‌باشد. (Funk et al., 2007; Jorgensen and Leon-Yanez, 1999). بوته‌های این گیاه برگ‌های ساده متقابل دارد و ارتفاع آن به ۴ تا ۶ متر می‌رسد. استفاده دارویی از برگ‌های *C. pyramidata* برای درمان آسم، تنگی نفس، سرماخوردگی و بثورات پوستی گزارش شده است (Balick and Arvigo, 2015). مطالعات اندکی در مورد فتوشیمی جنس *Cornutia* وجود دارد. بیشتر بررسی‌ها مربوط به ترکیبات شیمیایی اسانس سایر جنس‌های خانواده verbenaceae مانند *Lantana*, *Aloysia*, *Lippia* و *Stachytarpheta* می‌باشد. گزارش‌های متعددی نشان داده است که اسانس گونه‌های Verbenaceae مانند *Lippia Lantana montevidensis*, *Lantana trifolia*, *Lantana camara*, *Aloysia virgata* (Ruiz & Pav.) *brasiliensis* و *Lippia sericea* دارای سزکوئی‌ترین‌های (E)-caryophyllene، germacrene-D و bicylogermacrene می‌باشند (Montanari et al., 2011; Ricciardi et al., 2005). (Erlanio et al., 2012). ترکیبات شیمیایی فرار شاهپسند درختچه‌ای<sup>۱</sup> و شاهپسند زمین‌کش<sup>۲</sup> را شناسایی کردند. همچنین آن‌ها فعالیت آنتی‌باکتریالی این اسانس‌های فرار را مشخص نمودند. مطالعه دیگر روی اسانس برگ‌های به‌لیموی سفید<sup>۳</sup> و *Cornutia odorata* (Poepp.) نشان داد که ترکیبات اصلی اسانس *Lippia alba*، Carvone، Germacrene D و Limonene می‌باشند. اسانس *Cornutia odorata* بیشتر شامل (E)-nerolidol، sabinene و Terpinen-4-ol می‌باشد (Leclercq et al., 1999). از آنجا که هیچ گزارشی درباره‌ی فیتوشیمی *C. pyramidata* در ایران وجود ندارد، هدف این مطالعه تعیین ترکیبات شیمیایی اسانس این گیاه بوده است.

## مواد و روش‌ها

## آماده‌سازی نمونه

نمونه‌های گیاهی از دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان (واقع در ۲۵ کیلومتری شمال شهر اهواز و در امتداد شرق کارون با عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۵۳ دقیقه شرقی و ارتفاع ۲۹ متر از سطح

<sup>۱</sup> . *Lantana camara* L.

<sup>۲</sup> . *Lantana montevidensis*

<sup>۳</sup> . *Lippia alba*

دریای آزاد) جمع‌آوری شد. اسانس نمونه‌ها بوسیله دستگاه کلونجر<sup>۴</sup> جداسازی شد برای این منظور برگ‌های گیاه در دمای ۳۰ درجه سلسیوس خشک شده و توسط آسیاب برقی پودر گردید. ۵۰ گرم از پودر خشک و ۱۵۰۰ میلی‌لیتر آب به بالون‌ها اضافه شد. بعد از ۵ ساعت عصاره‌گیری، اسانس جمع‌آوری شد. اسانس استخراج شده توسط سدیم سولفات بدون آب، آبگیری شده و به سیستم کروماتوگرافی گازی متصل به طیف‌سنج جرمی (GC/MS) تزریق گردید. عصاره‌گیری سه مرتبه تکرار گردید و ترکیب‌های اصلی تأثیرگذار در کیفیت اسانس یاس بنفش گرمسیری شناسایی شدند.

### آنالیز GC/MS

آنالیز اسانس در سیستم GC/MS (Agilent Technologies, J & W scientific products, Palo Alto, CA, USA) مجهز به ستون موئینه HP – 5MS (۳۰ m طول و ۰/۲۵ mm قطر) با استفاده از هلیوم به عنوان گاز حامل (۰/۸ ml.min<sup>-۱</sup>)<sup>۱</sup> و همراه با یک ردیاب انتخاب توده ای (MSD 5975 C, ionization voltage 70 ev) صورت گرفت. در برنامه‌ریزی حرارتی ستون، دمای اولیه ۵ دقیقه در ۵۰ درجه سلسیوس بود که با افزایش ۳ درجه سلسیوس در دقیقه به ۲۴۰ درجه سلسیوس رسید. سپس با افزایش ۱۵ درجه سلسیوس در دقیقه به ۳۰۰ درجه سلسیوس افزایش یافت. دمای گاز حامل در ۲۹۰ درجه سلسیوس تنظیم شد. برای شناسایی ترکیبات اسانس، طیف توده و شاخص بازداری<sup>۵</sup> (براساس زمان‌های نگهداری نسبی هیدروکربن‌های اشباع شده) استفاده شد و نتایج با منابع استاندارد مقایسه گردید.

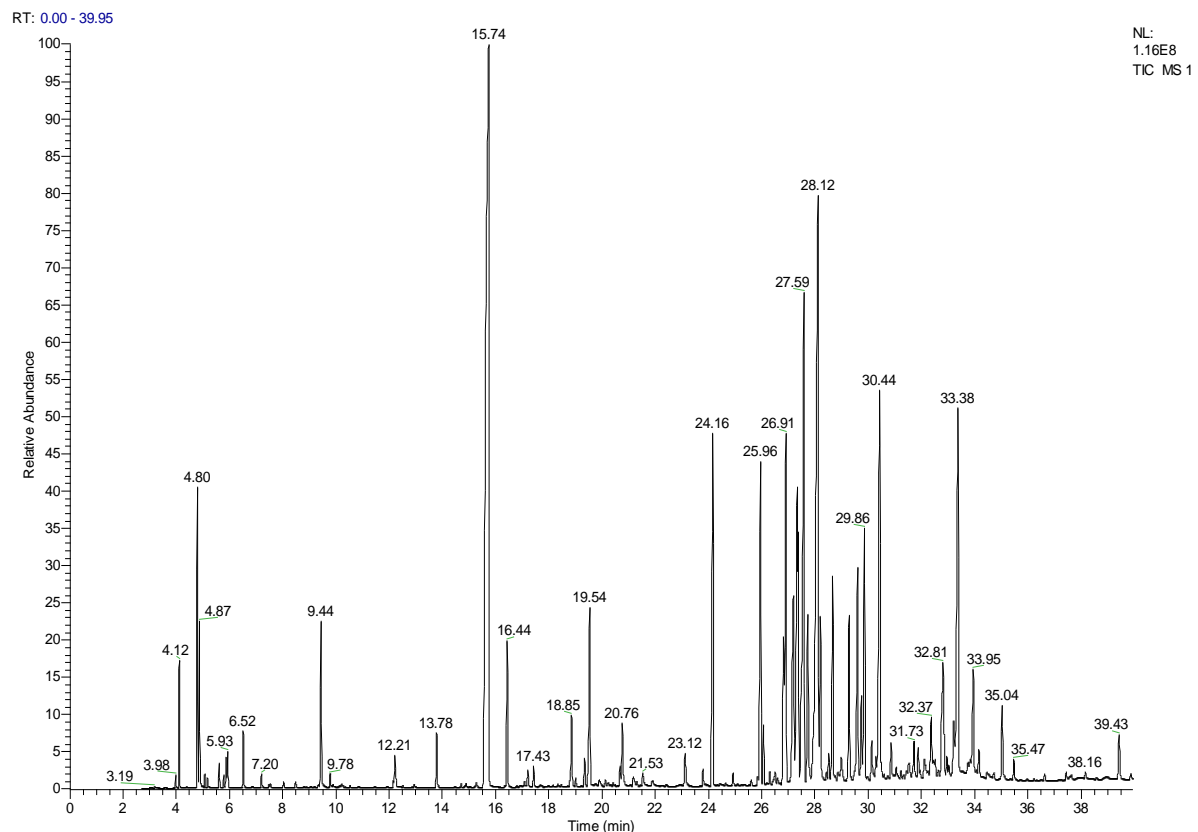
### نتایج و بحث

اسانس‌های بدست آمده در ۰/۳ درصد وزن خشک (با ۳ تکرار) محاسبه شد. به‌طور کلی ۲۷ ترکیب از CPEO جداسازی شد. شاخص‌های بازداری، درصد‌های نسبی و انواع ترکیبات شیمیایی در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که بیشتر CPEO شامل حدود ۱۹/۰۵ درصد trans-Caryophyllene (یک سزکویی‌ترین طبیعی دوحلقه‌ای) به عنوان یک ترکیب اصلی و ۱۱/۹۹ درصد ایزومر Geranyl linalool (یک مونوتروپن) می‌باشد. سایر ترکیبات مانند Caryophyllene، Sabinene، Humulene، oxide، Geranyl linalool B و 1-Octene 3-ol در میزان کمتر (حدود ۲/۲۲-۱ درصد) در CPEO یافت شدند. کروماتوگرام اسانس *C. pyramidata* در شکل ۱ نشان داده شده است. (Leclercq *et al.* (1999) در مطالعه خود بر روی فیتوشیمی *Cornutia odorata* نشان دادند که اسانس برگ گیاه بیشتر شامل (E)-nerolidol (۳۸/۶ درصد)، sabinene و terpinen-4-ol (۱۰/۴ درصد) می‌باشد. بین ترکیبات شیمیایی گونه آزمایش شده در این مطالعه و *Cornutia odorata* شباهت‌هایی مشاهده شد. trans-Caryophyllene اثرات ضدالتهابی قابل‌توجهی را به‌عنوان یک عامل

4. Clewenger apparatus

5. Retention index

cannabimimetic در موش‌ها نشان داده است (Gertsch *et al.*, 2008). ویژگی‌های دیگر trans-Caryophyllene که در منابع مختلف به آن‌ها اشاره شده است عبارتند از ضد درد (Katsuyama *et al.*, 2013)، حفاظت عصبی (Guimaraes-Santos *et al.*, 2012)، ضد استرس، ضد افسردگی (Bahi *et al.*, 2014) و ضد الکل (Al Mansouri *et al.*, 2014). Sabinene یک مونوترپن طبیعی دوحلقه‌ای هست که از اسانس انواع مختلفی از گیاهان استخراج شده است. مطالعات آزمایشگاهی نشان داده است که برخی ترکیبات مونوترپن اثرات ضدسرطان (Tavera Loza, 1999)، ضد عفونی‌کننده، ضد ویروس و ضدباکتری دارند (Kouam *et al.*, 2013).  $\alpha$ -Pinene و sabinene فعالیت‌های ضد میکروبی و ضدقارچی امیدوارکننده‌ای را نشان داده‌اند (Gliic *et al.*, 2007; Raveendrakurup *et al.*, 2014).  $\beta$ -pinene به عنوان یک ترکیب مونوترپن، فعالیت ضد ویروسی در مقابل ویروس تبخال نوع ۱ (HSV-1) در کشت درون شیشه‌ای نشان داده است (Astani and Schnitzler, 2014). رایحه درمانی توجه زیادی را در سال‌های اخیر جلب کرده است. رایحه درمانی اسانس‌ها را به عنوان ماده اصلی درمانی در درمان انواع عوارض و شرایطی مانند افسردگی، سوءهاضمه، سردرد، بی‌خوابی، درد عضلانی، مشکلات تنفسی، بیماری‌های پوستی، ورم مفاصل و بیماری‌های ثانوی مرتبط با ادرار استفاده می‌نماید (Babar *et al.*, 2015).



شکل ۱: کروماتوگرام GC یاس بنفش گرمسیری. محور افقی زمان بازداری (دقیقه) و محور عمودی شدت سیگنال را نشان می‌دهد.

## نتیجه‌گیری کلی

مطالعه حاضر اولین گزارش بر روی ترکیب شیمیایی اسانس *C. pyramidata* در ایران است. براساس نتیجه به دست آمده، برگ‌های این گیاه دارای میزان زیادی *trans-Caryophyllene* و ایزومر *Geranyl linalool A* است. *Linalool* یک مونوترپن است که فعالیت بازدارندگی کمتری نسبت به سنتز کارتنوئید در *Synechococcus* نشان داده است. *Geranyl linalool* به عنوان یک ترکیب فرار وابسته به تستوسترون در غده اولیه موش صحرايي شناسایی شد. *Linalool* توسط متخصصان آفات به‌عنوان حشره‌کش ضدکک، کرم‌سیب، سوسک و در برخی محصولات به‌عنوان ضدپشه‌ها استفاده شده است. همچنین در محصولات بهداشتی معطر و شوینده‌هایی مانند صابون‌ها، مواد گندزدا، شامپوها و لوسیون‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. این ماده به عنوان یک واسطه شیمیایی نیز استفاده شده است. ویتامین E یک محصول پایین دست معمول از *Linalool* است. با وجود مونوترپن‌های متعددی مانند *Sabinene*، *Linalool*،  $\alpha$ -*Pinene* و 4-*Terpineol* می‌توان از این گیاه در رایحه‌درمانی برای درمان عوارضی مانند افسردگی، سوءهاضمه، سردرد، بی‌خوابی، دردهای عضلانی و مشکلات تنفسی استفاده نمود. همچنین در آینده می‌توان این مواد را به عنوان ضدویروس، ضدباکتری، ضدقارچ و ضدسرطان مورد مطالعه قرار داد.

## جدول ۱: ترکیب شیمیایی اسانس یاس بنفش گرمسیری به‌دست آمده از آنالیز GC-MS

| ردیف | ترکیب                       | شاخص بازداری (RI) | مقدار (درصد) | زمان بازداری (RT) |
|------|-----------------------------|-------------------|--------------|-------------------|
| ۱    | $\alpha$ -thujene           | ۹۲۶               | ۰/۰۶         | ۳/۹۸              |
| ۲    | $\alpha$ -Pinene            | ۹۳۴               | ۰/۶۷         | ۴/۱۲              |
| ۳    | Sabinene                    | ۹۷۴               | ۲/۲۲         | ۴/۸۰              |
| ۴    | 1-Octene-3-ol               | ۹۷۸               | ۱/۰۰         | ۴/۸۷              |
| ۵    | $\alpha$ -terpinene         | ۱۰۱۷              | ۰/۱۴         | ۵/۶۱              |
| ۶    | p-Cymene                    | ۱۰۲۵              | ۰/۰۷         | ۵/۷۹              |
| ۷    | Limonene                    | ۱۰۲۹              | ۰/۲۳         | ۵/۸۸              |
| ۸    | 1,8-Cineol                  | ۱۰۳۱              | ۰/۲۱         | ۵/۹۳              |
| ۹    | $\gamma$ -terpinene         | ۱۰۵۸              | ۰/۳۵         | ۶/۵۲              |
| ۱۰   | $\alpha$ -Terpinolene       | ۱۰۸۹              | ۰/۰۸         | ۷/۲۰              |
| ۱۱   | 4-Terpineol                 | ۱۱۸۲              | ۱/۳۸         | ۹/۴۴              |
| ۱۲   | $\alpha$ -Terpineol         | ۱۱۹۶              | ۰/۰۹         | ۹/۷۸              |
| ۱۳   | Anethole<E->                | ۱۲۸۹              | ۰/۳۱         | ۱۲/۲۱             |
| ۱۴   | Terpinyl acetate<alpha->    | ۱۳۵۱              | ۰/۴۱         | ۱۳/۷۸             |
| ۱۵   | <i>trans</i> -Caryophyllene | ۱۴۲۹              | ۱۹/۰۵        | ۱۵/۷۴             |
| ۱۶   | $\alpha$ -Humulene          | ۱۴۵۸              | ۱/۲۸         | ۱۶/۴۴             |
| ۱۷   | $\beta$ -Selinene           | ۱۴۸۹              | ۰/۱۴         | ۱۷/۲۱             |
| ۱۸   | $\alpha$ -Selinene          | ۱۴۹۸              | ۰/۱۵         | ۱۷/۴۳             |
| ۱۹   | Data MS                     | ۱۵۵۹              | ۰/۶۵         | ۱۸/۸۵             |
| ۲۰   | E-Nerolidol                 | ۱۵۶۶              | ۰/۰۵         | ۱۹/۰۱             |
| ۲۱   | Data MS                     | ۱۵۸۰              | ۰/۲۳         | ۱۹/۳۴             |

جدول ۱: ترکیب شیمیایی اسانس یاس بنفش گرمسیری به دست آمده از آنالیز GC-MS.

|       |       |      |   |    |
|-------|-------|------|---|----|
| ۱۹/۵۴ | ۱/۸۱  | ۱۵۸۸ | Caryophyllene oxide                     | ۲۲ |
| ۲۰/۷۶ | ۰/۶۱  | ۱۶۴۳ | Caryophylla-4(12),8(13)-dien-5-alpha-ol | ۲۳ |
| ۲۳/۱۲ | ۰/۳۲  | ۱۷۵۰ | Data MS                                 | ۲۴ |
| ۲۴/۱۶ | ۳/۶۰  | ۱۷۹۹ | Data MS                                 | ۲۵ |
| ۲۵/۹۶ | ۳/۳۸  | ۱۸۸۸ | Data MS                                 | ۲۶ |
| ۲۶/۰۷ | ۰/۴۵  | ۱۸۹۳ | Data MS                                 | ۲۷ |
| ۲۶/۸۲ | ۱/۵۷  | ۱۹۳۱ | Data MS                                 | ۲۸ |
| ۲۶/۹۱ | ۳/۵۳  | ۱۹۳۶ | Data MS                                 | ۲۹ |
| ۲۷/۱۹ | ۲/۶۷  | ۱۹۵۰ | Data MS                                 | ۳۰ |
| ۲۷/۳۳ | ۳/۶۶  | ۱۹۵۷ | Data MS                                 | ۳۱ |
| ۲۷/۳۸ | ۱/۴۱  | ۱۹۶۰ | Data MS                                 | ۳۲ |
| ۲۷/۵۰ | ۰/۹۵  | ۱۹۶۶ | Data MS                                 | ۳۳ |
| ۲۷/۵۹ | ۶/۱۰  | ۱۹۷۱ | Data MS                                 | ۳۴ |
| ۲۷/۷۴ | ۱/۸۰  | ۱۹۷۸ | Data MS                                 | ۳۵ |
| ۲۸/۱۲ | ۱۱/۹۹ | ۱۹۹۸ | Geranyl Linalool isomer A               | ۳۶ |
| ۲۸/۲۰ | ۱/۳۹  | ۲۰۰۲ | Geranyl Linalool isomer B               | ۳۷ |
| ۲۸/۵۲ | ۰/۲۱  | ۲۰۲۰ | Data MS                                 | ۳۸ |
| ۲۸/۶۶ | ۱/۹۵  | ۲۰۲۸ | Data MS                                 | ۳۹ |
| ۲۸/۹۸ | ۰/۲۷  | ۲۰۴۶ | Data MS                                 | ۴۰ |
| ۲۹/۲۸ | ۱/۵۸  | ۲۰۶۳ | Data MS                                 | ۴۱ |
| ۲۹/۶۰ | ۲/۳۳  | ۲۰۸۱ | Data MS                                 | ۴۲ |
| ۲۹/۷۵ | ۰/۸۵  | ۲۰۹۰ | Data MS                                 | ۴۳ |
| ۲۹/۸۶ | ۲/۵۶  | ۲۰۹۶ | Data MS                                 | ۴۴ |
| ۳۰/۱۴ | ۰/۳۹  | ۲۱۱۱ | Data MS                                 | ۴۵ |
| ۳۰/۴۴ | ۴/۹۲  | ۲۱۲۷ | Data MS                                 | ۴۶ |
| ۳۰/۸۷ | ۰/۳۰  | ۲۱۵۱ | Data MS                                 | ۴۷ |
| ۳۱/۷۳ | ۰/۳۶  | ۲۱۹۷ | Data MS                                 | ۴۸ |
| ۳۱/۸۹ | ۰/۳۱  | ۲۲۰۶ | Data MS                                 | ۴۹ |
| ۳۲/۳۷ | ۰/۶۵  | ۲۲۳۴ | Data MS                                 | ۵۰ |
| ۳۲/۸۱ | ۱/۹۱  | ۲۲۶۰ | Data MS                                 | ۵۱ |
| ۳۳/۲۱ | ۰/۶۱  | ۲۲۸۳ | Data MS                                 | ۵۲ |
| ۳۳/۳۸ | ۴/۸۲  | ۲۲۹۳ | Data MS                                 | ۵۳ |
| ۳۳/۹۵ | ۱/۲۴  | ۲۳۲۷ | Data MS                                 | ۵۴ |
| ۳۵/۰۴ | ۰/۶۸  | ۲۳۹۴ | Data MS                                 | ۵۵ |

منابع

Al Mansouri, S., Ojha, S., Al Maamari, E., Al Ameri, M., Nurulain, S.M., & Bahi, A. (2014). The cannabinoid receptor 2 agonist,  $\beta$ -caryophyllene, reduced voluntary alcohol intake and attenuated ethanol-induced place preference and sensitivity in mice. *Pharmacology, biochemistry and behavior*, 124: 260–268.

- Astani, A., & Schnitzler, P. (2014).** Antiviral activity of monoterpenes beta-pinene and limonene against herpes simplex virus in vitro. *Iranian Journal Microbiology*, 6(3): 149–155.
- Babar, A., Al-Wabel, N.A., Shams, S., Ahamad, A., Alam Khan, S., & Anwar, F. (2015).** Essential oils used in aromatherapy: A systemic review. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 5(8): 601–611.
- Bahi, A., Al Mansouri, S., Al Memari, E., Al Ameri, M., Nurulain, S.M., & Ojha, S. (2014).** B-Caryophyllene, a CB2 receptor agonist produces multiple behavioral changes relevant to anxiety and depression in mice. *Physiology & Behavior*, 135: 119–124.
- Balick, M.J., & Arvigo, R. 2015.** Messages from the Gods: A guide to the useful plants of Belize. Oxford University Press, 600 p.
- Erlanio, O.S., Barreto, F.S.S., Rodrigues, F.F.G., Campos, A.R., & Costa, J.G.M. (2012).** Chemical composition of the essential oils of *Lantana camara* L. and *Lantana montevidensis* Briq. and their synergistic antibiotic effects on aminoglycosides. *Journal of Essential Oil Research*, 24(5) : 447-452.
- Berry, P.E., & Weitzman, A.L. (2007).** Checklist of the Plants of the Guiana Shield (Venezuela: Amazonas, Bolivar, Delta Amacuro; Guyana, Surinam, French Guiana). *Smithsonian research online*, 55: 1–584.
- Gertsch, J., Leonti, M., & Raduner, S. (2008).** Beta-caryophyllene is a dietary cannabinoid. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105 (26): 9099–104.
- Gliic, S.B., Milojevic, S.Z., Dimitrijevic, S.I., Orlovic, A.M., & Skala, D.U. (2007).** Antimicrobial activity of the essential oil and different fractions of *Juniperus communis* L. and a comparison with some commercial antibiotics. *Journal of Serbian Chemical Society*, 72(4):311-320.
- Guimaraes-Santos, A., Santos, D.S., Santos, I.R., Lima, R.R., Pereira, A., de Moura, L.S., Carvalho Jr, R.N., Lameira, O., & Gomes-Leal, W. (2012).** Copaiba oil-resin treatment Is neuroprotective and reduces neutrophil recruitment and microglia activation after motor cortex excitotoxic injury. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 1–9.
- Jorgensen, P. M. & S. Leon-Yanez. (eds.) (1999).** Cat. Vasc. Pl. Ecuador. Monographs in systematic botany from the Missouri Botanical Garden 75: i–viii, 1–1181
- Katsuyama, S., Mizoguchi, H., Kuwahata, H. (2013).** Involvement of peripheral cannabinoid and opioid receptors in  $\beta$ -caryophyllene-induced antinociception. *European journal of pain* 17 (5): 664–675.
- Kouam, S. F., Ngouonpe, A. W., Bullach, A., Lamshöft, M., Kuigoua, G. M., Spitteller, M. (2013).** Monoterpenes with antibacterial activities from a Cameroonian medicinal plant *Canthium Multiflorum* (Rubiaceae). *Fitoterapia*. Volume 91, 199–204.
- Lawless, J. (2013).** The Encyclopedia of Essential Oils. The Complete Guide to the Use of Aromatic Oils in Aromatherapy, Herbalism, Health, and Well Being. Conari Press.
- Leclercq, Piet A., Silva Delgado, H., Garcia, H.J., Hidalgo, E., Cerrutti, T., Mestanza, M., Ríos, F., Nina, E., Nonato, L., Alvarado, R., Menéndez, R. (1999).** Aromatic Plant Oils of the Peruvian Amazon. Part 1. *Lippia alba* (Mill.) N.E. Br. and *Cornutia odorata* (Poeppig) Poeppig ex Schauer, Verbenaceae. *Journal of Essential Oil Research* Volume 11, Issue 6, pages 753-756.
- Montanari, R. M., Barbosa, L.C. A., Demuner, Cleber J. Silva, C. J., Carvalho, L. S., Andrade, N. J. (2011).** Chemical composition and antibacterial activity of essential oils from Verbenaceae species: alternative sources of (E)-caryophyllene and germacrene-D. *Quím. Nova* vol.34 no.9 São Paulo.
- Raveendrakurup, A., Sadasivan A. N., Koranappallil, B. R., Appian, S. (2014).** The Essential Oil Constituents of *Zornia diphylla* (L.) Pers, and Anti-Inflammatory and Antimicrobial Activities of the Oil. *Rec. Nat. Prod.* 8:4: 385-393

**Ricciardi, G.A.L., Torres, A.M., van Baren, C., Di Leo Lira, P. Ricciardi, A.A., Eduardo Dellacassa, E., Lorenzo, D., Bandoni, A.L. (2005).** Essential oil of *Aloysia virgata* var. *platyphylla* (Briquet) Moldenke from Corrientes (Argentina). *Flavour and Fragrance Journal*, 20: 645–649.

**Sadgrove, N., & Jones, G. (2015).** A contemporary introduction to essential oils: chemistry, bioactivity and prospects for Australian agriculture. *Agriculture*, 5(1): 48-102.

**Tavera Loza H. (1999).** Monoterpenes in essential oils. Biosynthesis and properties. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 464:49-62.