



## مقایسه ترکیب‌های شیمیایی موجود در اسانس گیاه بکرایی سالم و بکرایی آلوده به بیماری جاروک لیموترش در منطقه ریگان بم

زربانو غلامشاهی<sup>۱</sup>، عنایت‌اله شیخ‌حسینی<sup>۲\*</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد شیمی آلی، گروه شیمی، واحد کرمان، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمان، ایران

۲- دانشیار شیمی آلی، گروه شیمی، واحد کرمان، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمان، ایران

\* نویسنده مسئول: sheikhhosseiny@gmail.com

دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۷/۱، پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۹/۱۷

### چکیده

در این تحقیق مقایسه ترکیب‌های شیمیایی اسانس گیاه بکرایی (*Aegle marmelos*) از خانواده مرکبات در دو حالت سالم و آلوده به بیماری جاروک لیموترش در منطقه ریگان بم مورد بررسی قرار گرفته است. سرشاخه‌های گل‌دار و ریشه این گونه در فصل بهار جمع‌آوری، در سایه خشک و به روش تقطیر با آب (کلونجر) اسانس‌گیری شدند. برای شناسایی ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس از دستگاه کروماتوگرافی گازی متصل شده به طیف‌سنج جرمی (GC/MS) استفاده شد. ۳۹ ترکیب در اسانس اندام هوایی گیاه بکرایی سالم با اجزای اصلی *L*-لینالول (۲۲/۷٪)، *n*-اکتان (۱۱/۴٪)، کاریوفیلین (۹/۸٪)، سیترونلال (۸/۷٪)، لیمونن (۵/۳٪) و بتا-بیزابولن (۵/۳٪) شناسایی شد. در حالی که ۴۴ ترکیب در اسانس اندام هوایی گیاه بکرایی آلوده با اجزای اصلی *L*-لینالول (۱۴/۰٪)، *n*-اکتان (۱۲/۴٪)، کاریوفیلین (۱۱/۵٪)، سیترونلال (۷/۴٪)، بتا-بیزابولن (۶/۹٪)، آلفا-سیننسال (۶٪) و لیمونن (۴/۸٪) شناسایی شد. در اسانس اندام زیرزمینی گیاه بکرایی سالم ۹ ترکیب با اجزای اصلی المول (۳۴/۳٪)، گایجرن (۱۱/۳٪)، *n*-دکان (۸٪)، دیکتامول (۷/۵٪)، پیرگایجرن (۶٪)، بتا-اودسمول (۵/۲٪) و ۱۲ ترکیب در اسانس اندام زیرزمینی گیاه بکرایی آلوده به بیماری جاروک لیموترش با اجزای اصلی المول (۳۹/۵٪)، گایجرن (۱۶/۹٪)، دیکتامول (۷/۸٪) و پیرگایجرن (۵٪) شناسایی شد. مقایسه ترکیب‌های شیمیایی تشکیل‌دهنده اسانس نشان داد که ترکیب آلفا-سیننسال به عنوان یک جزء اصلی از اندام هوایی گیاه مریض در گیاه سالم وجود ندارد. همچنین ترکیب‌های *n*-دودکان، آلفا-سانتلن و سسلین به عنوان ترکیب‌های جزئی شناخته شده در اسانس ریشه گیاه مریض می‌باشند که در نمونه سالم وجود ندارند.

واژه‌های کلیدی: اسانس، بکرایی، جاروک لیموترش، ریگان بم

### مقدمه

کشت گسترده و بیشینه مرکبات هیبریدهای گوناگونی از آنها بوجود آمده است (۱). بکرایی (*Bakraei*) یکی از این هیبریدها می‌باشد که از محصول دورگه نارنگی و لیموشیرین است. بکرایی با نام علمی *Agele marmelos* از مرکبات و بومی جنوب شرق آسیا می‌باشد که متعلق به خانواده سداب (*Rutaceae*) و زیر خانواده *Aurantioideae* است (۲). این گیاه در زبان انگلیسی به نام‌های چون *bengal quince*, *golden apple*, *stone apple*, *indian bael*, *bael fruit* نیز شناخته شده است (۳ و ۴). بکرایی دارای ترکیبی از خواص والدین خود می‌باشد به نحوی که پوست آن مانند نارنگی به آسانی از قسمت خوراکی جدا شده و طعم آن شبیه لیموشیرین می‌باشد. در منطقه جنوب ایران مانند جیرفت، قصر شیرین و برخی مناطق دیگر به عنوان پایه

گیاهان متعلق به جنس *Citrus* معروف به مرکبات به علت ویژگی‌های اختصاصی از جمله وجود کیسه‌های ترش‌چی و تولید اسانس با رایحه مطبوع، همچنین داشتن میوه‌های خوراکی در مناطق مختلف جهان مورد کشت قرار گرفته‌اند. مرکبات از میوه‌های نیمه‌گرمسیری محسوب می‌شوند و خواستگاه اصلی آنها آسیای جنوب شرقی می‌باشد. مرکبات در ایران سه منطقه ساحلی شمال، نوار مرکزی و نوار ساحلی خلیج فارس و دریای عمان کشت می‌شود. سطح زیر کشت مرکبات در کشور در سال ۱۳۹۲ تقریباً ۲۴۱ هزار هکتار برآورد شده است. استان کرمان با تولید بیش از ۸۵۰ هزار تن مرکبات در سال از حدود ۱۰۰۰ هکتار سطح زیر کشت مقام سوم را بعد از مازنداران و فارس به خود اختصاص داده است. با توجه به خواص و

شاخه جارویی در یک بخش از درخت از نخستین نشانه های بیماری می باشد که در ادامه با گسترش بیماری به سایر قسمت های درخت تعداد جاروک ها افزایش می یابد. هر جاروک، در واقع از تعداد زیادی شاخه و برگ هایی با اندازه کوچک تا بسیار کوچک تشکیل شده است. از دیگر علائم این بیماری می توان به فاصله کم میان گره ها، تعداد زیاد سرشاخه های ضعیف، متراکم و غیرطبیعی با برگ های ریز و رنگ پریده که حالت جارویی به سرشاخه ها می دهد اشاره کرد. در شاخه های جارویی شده گل و میوه تشکیل نمی شود و با پیشرفت این بیماری شاخه ها خشک شده و در نهایت منجر به مرگ درخت می شود. این بیماری توسط پیوندک آلوده و زنجیرک منتقل می شود (۱۰).

با توجه به اهمیت این بیماری و تاثیر آن روی محصول، گسترش آن در منطقه جنوب استان کرمان، تهدیدی جدی برای درختان بکرایی محسوب می شود. در منطقه ریگان بم این بیماری هنوز فراگیر نشده و آثار آن در تعداد اندکی از درختان مشاهده گردیده است. در این تحقیق تلاش شده است تا ترکیب های شیمیایی موجود در اسانس اندام های هوایی و زیرزمینی دو گیاه بکرایی سالم و مریض شناسایی و با یکدیگر مقایسه شوند. به این ترتیب احتمالاً می توان در تحقیقات دیگری به بررسی تأثیرپذیری بیماری از تغییرات ترکیبات اسانس پرداخت.

از آنجایی که این بیماری در مراحل ابتدایی رشد می - باشد اهمیت دوچندانی دارد. این تحقیق با هدف شناسایی و مقایسه ترکیب های شیمیایی موجود در اسانس های اندام های هوایی و زمینی دو گیاه بکرایی سالم و مریض در منطقه ریگان بم انجام شده است تا مقدمه ای برای تلاش بیشتر جهت درمان و یا حذف این بیماری باشد.

## مواد و روش ها

### منطقه مورد مطالعه

درخت بکرایی مورد مطالعه (سالم و مریض) در منطقه ریگان بم واقع در جنوب شرقی استان کرمان حد فاصل طول جغرافیائی ۵۱ درجه و ۲۲ دقیقه تا ۵۲ درجه و ۱۶ دقیقه و عرض جغرافیائی ۸۸ درجه و ۸۲ دقیقه تا ۸۲ درجه و ۲۸ دقیقه قرار گرفته است. میانگین بارندگی

استفاده می شود. در جنوب ایران خاک های با pH قلیایی به عنوان یک پایه مناسب برای این گیاه توصیه شده است. کشت این گیاه به علت حساسیت به سرما و پوسیدگی در شمال ایران انجام نمی شود (۵).

مطالعات علمی در مورد ترکیبات شیمیایی موجود در اسانس پوست گیاه بکرایی نشان داده است که در مجموع ۲۱ ترکیب از جمله آلفا- پینن، سابینن، بتا- مایرسین، لیمونن، بتا- اسیمن، گاما- ترپینن، ۳- ترپینولن، لینالول، ترپین-۴- ال، تیمول متیل اتر، ۹- ای پی ای- کاریوفیلین در ساختار اسانس پوست این گیاه وجود دارد (۶). تعداد ۲۳ ترکیب شیمیایی برای اسانس موجود در میوه نارس این ترکیب که بیشترین تعداد ترکیب نسبت به میوه رسیده می باشد نیز گزارش شده است (۷).

علاوه بر این مطالعات بیولوژیکی روی میوه بکرایی نشان داده که اسانس های موجود در آن برای مقابله با ۲۱ نوع باکتری موثر می باشد. تاثیر کنسانتره آب میوه بکرایی بر روی میزان کلسترول، کراتینین، گلوکز، تری گلیسرید و فعالیت آنزیم های ALT و AST سرم خون موش های دیابتی صحرائی گزارش شده است. ریشه، دانه و میوه آن ارزش درمانی داشته و از مغز آن (شامل ترکیبات فعالی از جمله کارتنوئید، فنولیک، آلکالوئید و ترپنوئید) علیه بیماری های مزمن استفاده می شود. این گیاه ویتامین های A، C، ریوفلاوین و نیاسین را نیز در ساختار خود دارد (۸ و ۹).

بیماری جاروک لیموترش در اواخر دهه ۱۹۷۰ در کشور عمان و سپس در سال ۱۹۸۹ در کشور امارات متحده عربی گزارش شد و تقریباً باعث نابودی کامل درختان لیموترش در این کشورها شد (۱۰ و ۱۱). در ایران بیماری جاروک لیموترش ابتدا در سال ۱۳۷۶ در منطقه قصرقند در استان سیستان و بلوچستان، سپس از سایر نقاط این استان و کلیه نقاط لیموخیز استان هرمزگان و کرمان گزارش شد (۱۲). گسترش این بیماری در این مناطق باعث از بین رفتن هزاران اصله درخت لیموترش شده و تهدیدی جدی برای سایر مرکبات حساس در جنوب کشور می باشد. عامل بیماری جاروک لیموترش یک فیتوپلازما با نام پیشنهادی *Candidatus Phytoplasma aurantifolia* می باشد. ظاهر شدن

جهت شناسایی ترکیب‌ها انجام شد و شناسایی‌های صورت گرفته، با استفاده از طیف‌های جرمی ترکیب‌های استاندارد و استفاده از اطلاعات موجود در کتابخانه تأیید شد. درصد نسبی هر کدام از ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس‌ها با توجه به سطح زیر منحنی آن در طیف کروماتوگرام بدست آمد و با مقایسه‌ای که در منابع مختلف با در نظر گرفتن اندیس بازداری منتشر شده، مقایسه گردید (۱۵ و ۱۶).

### گاز کروماتوگرافی متصل شده به طیف‌سنج جرمی (GC/MS)

برای طیف GC/MS از دستگاه گاز کروماتوگراف متصل شده به طیف‌سنج جرمی (مدل: A, MS ۵۹۷۵ C, Agilent Technologies) از شرکت GC = ۶۸۷۰= مجهز به شناساگر طیف‌سنج جرمی و ستون کاپیلاری HP-5MS به طول ۳۰ متر و قطر داخلی ۰/۲۵ میکرومتر با ضخامت لایه فاز ساکن به مقدار ۲۵ میکرومتر استفاده شد. برنامه‌ریزی حرارتی ستون از ۵۰ درجه سانتی‌گراد شروع شده و پس از ۵ دقیقه توقف در همان دما، به تدریج با سرعت ۳ درجه در دقیقه افزایش یافت تا به دمای ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد رسید. دمای شناساگر و محفظه تزریق ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم گردید. گاز حامل هلیوم با درجه خلوص ۹۹/۹۹۹۹٪ مورد استفاده قرار گرفت. سرعت جریان گاز حامل ۱ میلی‌لیتر بر دقیقه بود. ضمن این که دمای خط انتقال ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد و ولتاژ یونیزاسیون ۷۰ الکترون ولت تنظیم شد.

### بحث و نتیجه‌گیری

اسانس‌های زردرنگ در اندام هوایی و زمینی گیاه سالم به ترتیب ۱/۳۵ و ۰/۴۵ میلی‌لیتر و در اندام هوایی و زمینی گیاه آلوده به بیماری جاروک جادوگر به ترتیب ۲/۵ و ۱ میلی‌لیتر بدست آمدند. ۳۹ ترکیب شیمیایی در اسانس اندام هوایی گیاه بکرایی سالم شناسایی شد که در مجموع ۹۱/۳ درصد از کل اسانس گیاه را به خود اختصاص داده است، در حالی که ۴۴ ترکیب شیمیایی در اسانس گیاه بکرایی مریض با ۹۳/۵ درصد از کل اسانس مربوطه شناسایی شد. تعداد ترکیب‌های شیمیایی شناخته

سالانه این منطقه، ۱۲۸ میلی‌متر که اغلب ریزش‌های جوی در فصل زمستان و اوایل بهار اتفاق می‌افتد. بخش وسیعی از این منطقه خشک، تحت سیطره تپه‌های ماسه-ای ریگ بلند می‌باشد. بنابراین ساختار اداپیک<sup>۱</sup> منطقه مورد مطالعه، دارای خاک‌های سبک و شنی است. عمده پوشش گیاهی ماسه‌زارهای بیابانی، شامل رستنی‌های ماسه دوست نظیر *denticulatum*، درختچه‌های *C. bugngeni Smirnovia turkestanica*، *Calligonum comosum* و *Stipagrosti* می‌باشند.

### جمع‌آوری، خشک کردن گیاه و استخراج اسانس

پس از شناسایی دو گونه سالم و بیمار بر اساس علائم بیماری به ویژه ظاهر و رنگ برگ‌ها از درخت بکرایی استقرار یافته در باغات مرکبات منطقه ریگان بم، سرشاخه های گل‌دار و ریشه این درختان، در اواخر اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۳ جمع‌آوری شدند. نمونه‌های جمع‌آوری شده پس از انتقال به آزمایشگاه، در شرایط سایه، به طور کامل خشک شدند. مقدار ۱۰۰ گرم از پودر خشک شده اندام هوایی گیاه سالم و مریض، ۶۰ گرم از اندام زیرزمینی گیاه سالم و مریض به روش تقطیر با آب و با استفاده از دستگاه کلونجر<sup>۲</sup>، اسانس‌گیری شد (۱۳). بازده اسانس به حسب درصد وزنی / حجمی برآورد شد. پس از مرحله آب‌گیری توسط سدیم سولفات، تا زمان تزریق به دستگاه در شیشه تیره و در یخچال نگهداری شدند. مدت زمان اسانس‌گیری برای این گیاه، بین ۲ تا ۳ ساعت طول کشید (۱۴).

### شناسایی ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس

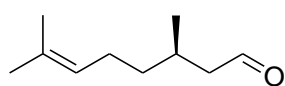
برای شناسایی ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس، از دستگاه کروماتوگرافی متصل شده به طیف‌سنج جرمی (GC/MS) استفاده شد. شناسایی طیف‌ها به کمک محاسبه شاخص‌های بازداری کوواتس<sup>۳</sup> (RI) و با تزریق هیدروکربن‌های نرمال (C<sub>8</sub>-C<sub>24</sub>) تحت شرایط یکسان و با تزریق اسانس انجام شد. بررسی طیف‌های جرمی نیز

<sup>1</sup> Edaphic

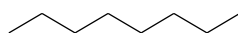
<sup>2</sup> Clevenger

<sup>3</sup> Kovats

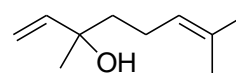
منحصر به فرد در ارتباط با نوع گیاه مربوط می‌باشد و همچنین به عنوان یک کانابینوئید با اتصال به گیرنده CB2 برای درمان اضطراب و افسردگی نیز موثر می‌باشد (۱۸) در گیاه سالم ۹/۸٪ و در گیاه بیمار ۱۱/۵٪، مقدار سیترونال عنوان نوعی منوترین خوشبو و دارای خواص ضد قارچ در گیاه سالم ۸/۷٪ و در گیاه بیمار ۷/۴٪، مقدار لیمون به عنوان پیش ماده کارون در سنتزهای شیمیایی و ضد تومورهای دستگاه عصبی (۱۹) در گیاه سالم ۵/۳٪ و در گیاه بیمار ۴/۸٪ و بتا-بیزابولن به عنوان سزکوئی-ترین در گیاه سالم ۵/۳٪ و در گیاه بیمار ۶/۹٪ مشخص گردید.



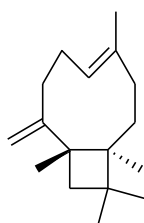
سیترونال



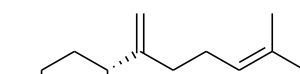
n-اکتان



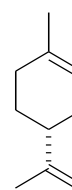
L-لینالول



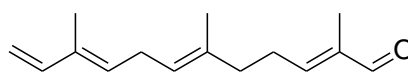
کاریوفیلین



β-بیزابولن



لیمونن

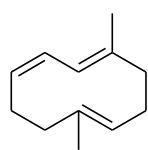


α-سینیسال

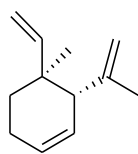
شده در اندام زمینی گیاه سالم و مریض به ترتیب ۹ و ۱۲ می‌باشد که در مجموع ۸۶/۲ و ۸۳/۲ درصد از کل اسانس اندام زمینی گیاه را به خود اختصاص داده است. بیشترین ترکیبات شیمیایی شناخته شده در اندام هوایی گیاه بکرایی سالم و مریض L-لینالول بود که از این ترکیب در محصولات آرایشی، بهداشتی و شوینده‌ها استفاده می‌شود (۱۷). همچنین این ترکیب دارای خواص ضد افسردگی نیز می‌باشد که مقدار آن به ترتیب در گیاه سالم ۲۲/۷٪ و در گیاه بیمار ۱۴/۰۱٪ به دست آمد. سایر نتایج به شرح زیر بدست آمد: مقدار ترکیب n-اکتان به عنوان یک ضد میکروب در گیاه سالم ۱۱/۴٪ و در گیاه بیمار ۱۲/۴٪، مقدار کاریوفیلین به نوعی الکلئوئید (مسئول ایجاد بو و عطر

دارویی و بهداشتی نیز کاربرد گسترده‌ای دارد (۲۰)) در گیاه سالم ۶٪ و در گیاه بیمار ۵٪، و دیکتامنول (نوعی سزکوئی‌ترینوئید طبیعی می‌باشد که در آزمایشگاه طی ۶ مرحله سنتز شده است. همچنین اثبات شده است که اتم-های هیدروژن در محل اتصال حلقه‌ها بهم بصورت ترانس قرار دارند (۲۱)) در گیاه سالم ۷/۵٪ و در گیاه بیمار ۷/۸٪ شناسایی شدند.

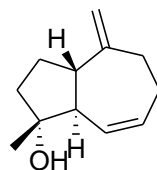
عمده ترکیب‌های شناسایی شده اسانس اندام زمینی گیاه سالم و بیمار به شرح زیر می‌باشد:  
المول به عنوان یکی از ترکیب‌های شیمیایی اصلی در اسانس مرکبات و قابل استفاده به عنوان ادویه در گیاه سالم ۳۴/۳٪ و در گیاه بیمار ۳۹/۵٪، گایجرن در گیاه سالم ۱۱/۳٪ و در گیاه بیمار ۱۶/۹٪، پرگایجرن (نوعی ترکیب که با یک نوارایی شیمیایی تحت عنوان نوارایی کوپ به گایجرن تبدیل می‌شود. این ترکیب در صنایع



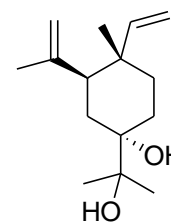
پریگایجرن



گایجرن



دیکتامنونول



المول

پرتقال چینی *Citrus sinensis* جداسازی شد (۲۲) که به عنوان اجزاء اصلی اسانس اندام هوایی گیاه مریض گزارش شده است که اثری از این ترکیب‌ها در اسانس گونه سالم دیده نشد. همچنین (۴E)-اکتن، آلفا-پینن، پریگایجرن، گاما-مارولن، گاما-کوپرنن، المول، اپی-آلفا-مورولل و بتا-سیننسل، از اجزاء گیاه مریض با درصد پایین می‌باشد که در گیاه سالم وجود ندارد (جدول ۱).

مقایسه ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس اندام هوایی گیاه بکرایی سالم و مریض نشان داد ترکیب های *L-n*-لینالول و *n*-اکتان که بیش از ۲۵ درصد از کل اجزاء اسانس را به خود اختصاص داده‌اند، به عنوان اجزاء اصلی و مشترک اسانس این گیاه وجود دارند. آلفا-سیننسال یکی از مهمترین ترکیبات شیمیایی اسانس‌ها است که نقش اساسی در مزه و بوی میوه‌ها دارد و برای اولین بار از یک

جدول ۱- مقایسه درصد ترکیبات شیمیایی شناسایی شده در اسانس اندام هوایی گیاه بکرایی سالم و آلوده به بیماری جاروک

## لیموترش

Entry	Compound name	RI	Healthy Bakraei (%)	Infected Bakraei (%)
1	1-Octene	758	0.4	0.3
2	(4E)-Octene	784	-	0.4
3	n-Octene	797	11.4	12.4
4	(2E)-Hexenal	847	0.2	0.2
5	$\alpha$ -pinene	929	-	0.1
6	Sabinene	969	2.3	1.9
7	Myrcene	990	0.3	0.2
8	Decane	999	0.3	2.8
9	Limonene	1025	5.3	4.8
10	(E)- $\beta$ -Ocimene	1047	0.3	0.3
11	$\gamma$ -Terpinene	1056	0.2	0.2
12	Cis-Sabinene Hydrate	1046	0.4	0.2
13	Linalool	1100	22.7	14.01
14	Geijerene	1137	0.4	0.8
15	Isopulegol	1142	2.0	-
16	Citronellal	1152	8.7	7.4
17	Terpinene-4-ol	1174	-0.5	0.4
18	n-Dodecane	1199	0.6	0.7
19	Citronellol	1227	1.6	1.1
20	Thymol, methyl ether	122	0.2	0.1
21	Neral	1238	1.6	1.5
22	Geraniol	1253	0.5	0.5
23	Geranial	1267	2.3	2.2
24	Pregeijerene	1280	-	0.3
25	Citronellyl acetate	1351	0.7	0.5
26	Neryl acetate	1362	0.3	0.2
27	Geranyl acetate	1382	0.4	0.4
28	n-Tetradecane	1397	0.2	0.2

29	$\beta$ -Caryophyllene	1413	9.8	11.5
30	$\alpha$ -Trans-Bergamoten	1431	1.9	2.6
31	Humulene	1447	1.0	1.2
32	$\gamma$ -Muuroolene	1475	-	0.7
33	Bicyclogermacrene	1490	1.9	3.0
34	(Z)- $\alpha$ -Bisabolene	1499	0.3	0.4
35	$\beta$ -Bisabolene	1505	5.3	6.9
36	$\gamma$ -Amorphene	1518	0.2	0.3
37	$\gamma$ -Cuprenene	1539	-	0.3
38	Elemol	1544	-	0.3
39	(E)-Nerolidol	1560	0.8	1.1
40	Spathulenol	1570	1.0	1.9
41	Caryophyllene oxide	1575	1.0	1.6
42	Hexadecane	1596	0.2	-
43	epi- $\alpha$ -Muurolol	1649	-	0.3
44	$\alpha$ -Bisabolol	1682	0.7	1.0
45	$\beta$ -Sinensal	1649	-	0.3
46	$\alpha$ -Sinensal	1751	5.0	6.0

اصلی و مشترک اندام زیرزمینی اسانس این گیاه وجود دارند.  $n$ -دودکان، آلفا-سانتلن و سسلین به عنوان اجزاء کوچکی از اسانس ریشه گیاه مریض گزارش شده است که اثری از این ترکیبها در اسانس ریشه گونه سالم دیده نشد (جدول ۲).

از طرفی ایزوپالگول و  $E$ -گاما-بیزابولن از اجزاء گیاه سالم با درصد پایین می‌باشند که در گیاه بیمار وجود ندارند. در ادامه مقایسه ترکیب‌های تشکیل دهنده اسانس اندام زیرزمینی گیاه بکرایی سالم و مریض نشان داد ترکیب‌های المول و گایجرن که بیش از ۴۵ درصد از کل اجزاء اسانس را به خود اختصاص داده‌اند، به عنوان اجزاء

جدول ۲- مقایسه درصد ترکیبات شیمیایی شناسایی شده در اسانس اندام زیرزمینی گیاه بکرایی سالم و آلوده به بیماری جاروک لیموترش

Entry	Compound name	RI	Healthy Bakraei (%)	Infected Bakraei (%)
1	$n$ -Decane	996	8.0	2.3
2	Geijerene	1138	11.3	16.9
3	$n$ -Dodecane	1199	-	1.1
4	Pregeijerene	1280	6.0	5.0
5	epi-Dictamnol	1377	4.9	3.9
6	$\alpha$ -Santalane	1415	-	1.6
7	Dictamnol	1423	7.5	7.8
8	Elemol	1545	34.3	39.5
9	$\gamma$ -Eudesmol	1625	4.5	1.4
10	$\beta$ -Eudesmol	1643	5.2	2.0
11	$\alpha$ -Eudesmol	1646	4.5	1.1
12	Seseline	2054	-	1.1

بر کمیت و کیفیت برخی مواد موثره دارای اثر باشد. از نظر کمی شاخص‌ترین آن در اندام هوایی مربوط به مقدار  $L$ -لینالول و در اندام زیرزمینی مربوط به مقدار گایجرن می‌باشد. از نظر کیفی نیز شاخص‌ترین در اندام هوایی آن

## نتیجه‌گیری نهایی

با توجه به مقایسه ترکیب‌های شیمیایی موجود در اسانس گیاه بکرایی سالم و گیاه بکرایی آلوده به بیماری جاروک لیموترش در ریگان بم، به نظر می‌رسد این بیماری

7- Nosrati B, Rajai H. Structural & phytochemical identification on developing processes of oil glani in fruit of bakrai (citrus reticulata citrus limetta). Journal of developmental biology. 2009;1 (2):1-8. [In Persian]

8- Razmi N, Jelodar G, Ebrahimi H, Baghshani H. Effect of *Aegle marmelos* fruit juice concentrate on serum glucose and lipid level and ALT/AST activities in diabetic rats. Journal of Kerman University of Medical Sciences. 2006;13 (4):240-245. [In Persian]

9- Survimol C, Pranee A. Bioactive compounds and volatile compounds of Thai bael fruit (*Aegle marmelos* (L.) Correa) as a valuable source for functional food ingredients. *International Food Research Journal*. 2008;15:1-9.

10- Bove JM. Oman-Witches' broom disease of lime. In: Virus and virus-like diseases of citrus in the Near East region. FAO. Rome. 1995;217-229.

11- Carnier M, Zreik L, Bove JM. Witches' broom disease of lime trees in Oman: transmission of a mycoplasma-like organism (MLO) to periwinkle and citrus and the production of monoclonal antibodies against the MLO. In: Proc. 11th Conf. IOCV Riverside. CA. 1991;448-453.

12- Salehi M, Nejat N, Tavakkoli AR, Izapanah AR. Reaction of citrus cultivars to candidatus phytoplasma aurantifollah in Iran. *Iranian Journal of Plant Pathology*. 2005;41 (3):363-376. [In Persian]

13- Jaymand K, Rezaee MB. Essential oil, distillations apparatuses, test method of essential oil and retention indices in essential oil analysis. *Iranian Society of Medicinal*, 2007;106-108.

مربوط به گاما- مارولن (عدم وجود در گیاه سالم) و در اندام زیر زمینی مربوط به آلفا- سانتلن (عدم وجود در گیاه سالم) می‌باشد.

## سپاسگزاری

نویسندگان مقاله از حمایت‌های مالی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمان صمیمانه تشکر می‌نمایند.

## References

1- Barrett HC, Rhodes AM. A numerical taxonomic study of affinity relationship in cultivated Citrus and its close relatives. *Systematic. Botany*. 1976;1:105-136.

2- Patkar AN, Desai NV, Ranage AA, Kalekar KS. A review on *Aegle marmelos*: a potential medicinal tree. *International Research Journal of Pharmacy*. 2012;3 (8):86-91.

3- Islam R, Hossain M, Karim MR, Joarder OI. Regeneration of *Aegle marmelos* (L.) Corr., plantlets in vitro from callus cultures of embryonic tissues. *Current Science*. 1995;69:444-500.

4- Kausik B, Sumanta M, Padilam S. An eye-catching review of *Aegle marmelos* L. (golden apple). *Pharmacognosy Journal*. 2019;11 (2):207-224.

5- Fotouhi Ghazvini R, Fattahi Moghaddam J. Growing Citrus in Iran. 4 th ed. University of Guilan press. 2016. [In Persian]

6- Shekari R, Rezaei K, Asadollahi S. Comparison of essential oil from *Aegle marmelos* peel extracted by Microwave assisted hydrodistillation and Microwave assisted with pretreatment ultrasound. *Electronic Journal of Food Processing and Preservation*. 2013;4 (1):111-124. [In Persian]

induced antinociception. *European Journal of Pain*. 2013;17 (5):664-675.

19- Fonseca CO, Simao M, Lins IR, Caetano RO, Futuro D, Quirico-Santos T. *Efficacy of monoterpene perillyl alcohol upon survival rate of patients with recurrent glioblastoma*. *Journal of Cancer Research and Clinical Oncology*. 2011;137 (2):287-293.

20- Owolabi MS, Ogundajo A, Yusuf KO, Lajide L, Villanueva HE, Tuten JA, Setzer WN. Chemical composition and bioactivity of the essential oil of *Chromolaena odorata* from Nigeria. *Records of Natural Products*. 2010;4 (1):72-78.

21- Lange GL, Merica A, Chimanikire M. Total synthesis of ( $\pm$ )-dictamnol by a free radical fragmentation/elimination sequence. Confirmation of its revised structure. *Tetrahedron Letters*. 1997;38 (36):6371-6374.

22- Buchi G, Wuest H. Stereo selective synthesis of alpha-sinensal. *Journal of American Chemical Society*. 1974;96(24):7573-7574.

14- Mirza M, Sefidkon F, Ahmadi L. Natural essential oils extraction, qualitative and quantitative identification and application. *Research Institute of Forests and Rangelands*. 1996;205.

15- Shibamoto T. Retention indices in essential oil analysis in capillary gas chromatography in essential oils analysis. Sandra P, Bicchi C. ed(s). *Hutchig Verlag, Heidelberg, New York*, 1987;259-274.

16- Davis NW. Gas chromatographic retention indices of monoterpenes and sesquiterpenes on methyl silicone and carbowax 20M phases. *Journal of Chromatography*. 1990;503:1-24.

17- Nakamura A, Fujiwara S, Matsumoto I, Abe K. Stress repression in restrained rats by (R)-(-)-linalool inhalation and gene expression profiling of their whole blood cells. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2009;57 (12):5480-5485.

18- Katsuyama S, Mizoguchi H, Kuwahata H. Involvement of peripheral cannabinoid and opioid receptors in  $\beta$ -caryophyllene-



## Comparison of Chemical Composition in Essential Oil of Healthy and Infected Bakraei with *Candidatus Phytoplasma Aurantifolia* in Rigan-Bam Region

Zarbanoo Gholamshahi<sup>1</sup>, Enayatollah Sheikhhosseini\*<sup>2</sup>

1-M.S Student of Organic Chemistry, Department of Chemistry, Kerman Branch, Islamic Azad University, Kerman, Iran

Associate Professor of Organic Chemistry, Department of Chemistry, Kerman Branch, Islamic Azad University, Kerman, Iran

Received: 23/9/2021, Accepted: 8/12/2021

### Abstract

In this investigation, the essential oil chemical composition of healthy and infected Bakraei with *Candidatus Phytoplasma aurantifolia* from Rigan-Bam area has been studied. The branches of flower and roots of this species were collected in spring 2014 and dried in shade (at room temperature) and subjected to volatile fraction were isolated by hydrodistillation using an all-glass Clevenger-type apparatus. The analysis of the essential oils was performed by using GC-MS. In the aerial organs, 39 components of essential oil of healthy bakraei were identified including linalool-L (22.7%), n-octane (11.4%), E-caryophyllene (9.8%), citronellal (8.7%), limonene (5.3%),  $\beta$ -bisabolene (5.3%) while, 44 components were identified in the essential oil of infected bakraei with major components including linalool-L (14.0%), n-octane (12.4%), E-caryophyllene (11.5%), citronellal (7.4%),  $\beta$ -bisabolene (6.9%),  $\alpha$ -sinensal (6.0%) and limonene (5.3%). In the essential oil of underground organs in healthy bakraei, 9 components (including major component: elemol (34.3%), geijerene (11.3%), n-decane (8.0%), dictamnol (7.5 %), pregeijerene (6.0%),  $\beta$ -eudesmol (5.2%) and in infected bakraie 12 components (including major component: elemol (39.5%), geijerene (16.9%), dictamnol (7.8 %), pregeijerene (5.0%). The comparison of the essential oil chemical compositions was showed that  $\alpha$ -sinensal compound as one of the major components in infected aerial organs does not exist in healthy bakraei. Also, n-dodecane,  $\alpha$ -santalane and seselinee as identified partial components in underground organs do not find in its healthy type.

**Keywords:** Bakraei, *Candidatus Phytoplasma Aurantifolia*, Essential Oil, Rigan-Bam

## Comparison of Chemical Composition in Essential Oil of Healthy and Infected Bakraei with *Candidatus Phytoplasma Aurantifolia* in Rigan-Bam Region

Zarbanoo Gholamshahi<sup>1</sup>, Enayatollah Sheikhhosseini<sup>\*2</sup>

1-M.S Student of Organic Chemistry, Department of Chemistry, Kerman Branch, Islamic Azad University, Kerman, Iran

2-Associate Professor of Organic Chemistry, Department of Chemistry, Kerman Branch, Islamic Azad University, Kerman, Iran

\* Corresponding Author: sheikhhosseini@gmail.com

Received: 23/9/2021, Accepted: 8/12/2021

### Abstract

In this investigation, the essential oil chemical composition of healthy and infected Bakraei with *Candidatus Phytoplasma aurantifolia* from Rigan-Bam area has been studied. The branches of flower and roots of this species were collected in spring 2014 and dried in shade (at room temperature) and subjected to volatile fraction were isolated by hydrodistillation using an all-glass Clevenger-type apparatus. The analysis of the essential oils was performed by using GC-MS. In the aerial organs, 39 components of essential oil of healthy bakraei were identified including linalool-L (22.7%), n-octane (11.4%), E-caryophyllene (9.8%), citronellal (8.7%), limonene (5.3%),  $\beta$ -bisabolene (5.3%) while, 44 components were identified in the essential oil of infected bakraei with major components including linalool-L (14.0%), n-octane (12.4%), E-caryophyllene (11.5%), citronellal (7.4%),  $\beta$ -bisabolene (6.9%),  $\alpha$ -sinensal (6.0%) and limonene (5.3%). In the essential oil of underground organs in healthy bakraei, 9 components (including major component: elemol (34.3%), geijerene (11.3%), n-decane (8.0%), dictamnol (7.5 %), pregeijerene (6.0%),  $\beta$ -eudesmol (5.2%) and in infected bakraie 12 components (including major component: elemol (39.5%), geijerene (16.9%), dictamnol (7.8 %), pregeijerene (5.0%). The comparison of the essential oil chemical compositions was showed that  $\alpha$ -sinensal compound as one of the major components in infected aerial organs does not exist in healthy bakraei. Also, n-dodecane,  $\alpha$ -santalane and seselinee as identified partial components in underground organs do not find in it's healthy type.

**Keywords:** Bakraei, *Candidatus Phytoplasma Aurantifolia*, Essential Oil, Rigan-Bam