



## فصل نامه‌ی داروهای گیاهی

Journal homepage: [www.ojs.iaushk.ac.ir](http://www.ojs.iaushk.ac.ir)



### ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس برگ‌های چهار گونه از جنس اکالیپتوس (*Eucalyptus* L'Her.) کشت‌شده در باغ گیاه‌شناسی کاشان

حسین بتولی<sup>۱\*</sup>، عبدالحمید بامنیری<sup>۲</sup>، عبدالرسول حقیر ابراهیم‌آبادی<sup>۳</sup>، جواد صفائی قمی<sup>۴</sup>

۱. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان (باغ گیاه‌شناسی کاشان)، کاشان، ایران؛

\* مسئول مکاتبات E-mail: [ho\\_batooli@yahoo.com](mailto:ho_batooli@yahoo.com)

۲. دانشکده شیمی دانشگاه کاشان. کاشان بلوار راوند-دانشگاه کاشان، کاشان، ایران؛

۳. پژوهشکده اسانس‌های طبیعی دانشگاه کاشان، کاشان، ایران؛

۴. دانشکده شیمی دانشگاه کاشان. کاشان بلوار راوند-دانشگاه کاشان، کاشان، ایران؛

#### چکیده

مقدمه و هدف: اکالیپتوس (*Eucalyptus* L'Her.) یکی از جنس‌های اسانس‌دار خانواده مورد (Myrtaceae) محسوب می‌شود که بومی استرالیا بوده و گونه‌های مختلف آن در سایر نواحی گرمسیری جهان کاشته شده است. هدف از این تحقیق، استخراج و شناسایی ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس چهار گونه از جنس اکالیپتوس کاشته شده در باغ گیاه‌شناسی کاشان می‌باشد.

روش تحقیق: برگ‌های چهار گونه *E. largiflorens*، *E. intertexta*، *E. torquata* و *E. loxophleba* از عرصه باغ گیاه‌شناسی کاشان جمع‌آوری شد. اسانس‌گیری به روش تقطیر با آب و با دستگاه کلونجر انجام شد. اجزای اسانس با استفاده از دستگاه‌های GC و GC/MS تجزیه و شناسایی شد.

نتایج و بحث: بازدهی اسانس برگ‌های *E. largiflorens*، ۱/۱۸۵٪ (حجمی/وزنی) به دست آمد. تعداد ۱۹ ترکیب اسانس شناسایی شد که، ۸۰۱-سینئول (۵۸/۷۱٪)، پارا-سیمن (۱۲/۴۲٪)، آلفا-پینن (۵/۶۱٪)، کریپتون (۴/۵۴٪) و ترپینن-۴-ال (۴/۵۳٪) ترکیب‌های عمده اسانس بودند. بازدهی اسانس *E. intertexta*، ۱/۱۵٪ (حجمی/وزنی) به دست آمد. تعداد ۱۶ ترکیب در اسانس شناسایی شد که بیشترین ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس، ۸۰۱-سینئول (۶۹/۴۵٪)، آلفا-پینن (۱۴/۲۶٪)، گلوبولول (۴/۰۲٪) و لدول (۲/۳۶٪) بودند. بازدهی اسانس *E. torquata*، ۱/۱۲٪ (حجمی/وزنی) به دست آمد. تعداد ۲۰ ترکیب در اسانس شناسایی شد که ترکیب‌های اصلی تشکیل‌دهنده اسانس عبارتند از ۸۰۱-سینئول (۳۳/۸۶٪)، آلفا-پینن (۲۶/۱۴٪)، آرومادندرن (۸/۹۹٪) و گلوبولول (۷/۲۸٪) بودند. بازدهی اسانس *E. loxophleba*، ۱/۵۴٪ (حجمی/وزنی) بدست آمد. تعداد ۸ ترکیب در اسانس شناسایی شد که بیشترین ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس، ۸۰۱-سینئول (۲۵/۷۱٪)، گلوبولول (۲۱/۶۳٪)، آرومادندرن (۲۰/۴۳٪)، ۴-متیل-۲-پنتیل استات (۱۴/۹۸٪) و بتا-اودسمول (۵/۹۲٪) می‌باشند. قسمت اعظم ترپن‌های تشکیل‌دهنده اسانس برگ‌های *E. torquata*، *E. intertexta* و *E. largiflorens* مونوترپن‌ها بودند، در حالی که بیشترین ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس برگ‌های *E. loxophleba* سزکوئی‌ترین‌ها بود.

توصیه کاربردی/اصنعتی: با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق و به لحاظ ارزش دارویی اسانس گونه‌های مختلف اکالیپتوس (به‌ویژه درصد بالای ترکیب ۸۰۱-سینئول)، گونه *E. intertexta* جهت کشت و بهره‌برداری از اسانس آن در صنایع دارویی در منطقه کاشان توصیه می‌گردد.

#### شناسه مقاله

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۱/۰۱/۲۶

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۱/۰۳/۲۰

نوع مقاله: پژوهشی

موضوع: به زراعی - فیتوشیمی

#### کلید واژگان:

- ✓ اکالیپتوس
- ✓ ۸۰۱-سینئول
- ✓ اسانس
- ✓ گیاهان دارویی
- ✓ آلفا-پینن

## ۱. مقدمه

داروهای محرک و به‌عنوان ضدعفونی‌کننده به‌مصرف می‌رسد. در آسیا روغن حاصل از برگ‌های آن، به‌عنوان ماده بی‌هوش‌کننده، داروی خلط‌آور، داروی ضدتب و ضدکرم به‌کار می‌رود. برای درمان آسم، تنگی‌نفس و حتی آنفلونزا و سل هم مورد استفاده واقع می‌شود (Duke, 1985). اسانس برگ گونه *E. globulus* به‌عنوان ضدعفونی‌کننده برای درمان بیماری‌های مجاری ادراری و دفع انگل‌هائی نظیر شپش استفاده می‌شود (Ghahrema, 1992).

ترکیب اصلی اسانس برگ‌های گونه *E. camadulensis* ۸۰،۱-سینئول می‌باشد که میزان آن بین ۴۷ تا ۷۱٪ متغیر است. سیترونلال (۷۵٪)، نیز به‌عنوان ترکیب عمده اسانس برگ‌های گونه *E. citriodora* گزارش شده است (Moudachirou & Gbenous, 1999). تجزیه اسانس برگ‌های گونه *E. camaldulensis* رویش‌یافته در اتیوپی نشان داد، ترکیب‌های پارا-سیمن (۳۹/۹٪) و آلفا-فلاندرن (۱۲/۹٪)، جزء اصلی اسانس این گیاه گزارش شد (Asef & Dagne, 1997). تجزیه ترکیب‌های شیمیائی اسانس گونه *E. camaldulensis* نشان داد که ترکیب آلفا-فلاندرن (۲۴/۸٪)، ۸۰،۱-سینئول (۱۹/۳٪)، آلفا-پینن (۱۲/۸٪) و گاما-ترپینن (۱۱/۸٪) به‌دست آمد (Samate et al., 1998). بررسی ترکیب‌های شیمیائی اسانس برگ‌های گونه *E. citriodora* نشان داد، سیترونلال (۷۰/۳٪)، سیترونلول (۸/۸٪)، سیترونلول استات (۱/۳٪) و بتا-کاریوفیلین (۲/۶٪)، به‌عنوان عمده ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس این گیاه گزارش شد (Rajeswara et al., 2003). بازدهی اسانس برگ‌های گونه *E. citriodora* رویش‌یافته در هند، ۰/۰۶٪ وزنی/حجمی را نشان داد که ترکیب‌های اصلی اسانس برگ‌ها، سیترونلال (۵۲/۲٪)، سیترونلول (۱۲/۳٪) و ایزوپولگون (۱۱/۹٪) به دست آمد (Batish et al., 2006). علاوه بر آن ترکیب‌هائی نظیر سیترونلال (۷۳/۳٪) و سیترونلول (۱۲/۹٪)، به‌عنوان مهمترین اجزاء اصلی اسانس گونه *E. citriodora* رویش‌یافته در اتیوپی، گزارش شد. تجزیه ترکیب‌های شیمیائی اسانس برگ‌های گونه *E. deanei* رویش‌یافته در اتیوپی نشان داد، ۸۰،۱-سینئول (۴۱٪)، و کریپتون (۱۷/۶٪)، به‌عنوان مهمترین ترکیب‌های اسانس بودند (Dagne et al., 2000). بیشترین ترکیب‌های اسانس گونه *E. coleziana* رویش‌یافته در نیجریه، آلفا-پینن (۴۶/۶٪) و ۸۰،۱-

بالغ بر ۷۰۰ گونه درختی و درختچه‌ای متعلق به جنس اکالیپتوس (*Eucalyptus* L'Her.) در جهان گزارش شده است. این جنس به خانواده مورد (Myrtaceae) تعلق داشته و در اکثر نقاط گرمسیری جهان به‌ویژه استرالیا و آفریقا گسترش دارد. برگ‌های بیش از ۳۰۰ گونه آن، دارای روغن‌های فرار می‌باشند. کمتر از ۲۰ گونه این جنس به‌طور تجاری برای تولید روغن مورد استفاده قرار می‌گیرد (Boland et al., 1991). مرکز گسترش اغلب گونه‌های مختلف جنس اکالیپتوس استرالیا است، اما برخی از گونه‌های آن در سرزمین‌های گینه‌نو، تیمور و فیلیپین نیز یافت می‌شود (Turnbull & Boland, 1984). از گونه‌های مختلف این جنس، به‌عنوان درختان همیشه‌سبز و سریع‌الرشد جهت تولید تخته الوار، اسانس، هیزم و منبع شهد برای زنبور عسل استفاده می‌شود (Zrira et al., 1997). بیشتر گونه‌های اکالیپتوس که در مناطق جنوبی و شمالی ایران کشت شده، دارای منشاء استرالیا می‌باشد (Mozaffarian, 1996). ترکیب اصلی روغن‌های فرار بسیاری از گونه‌های اکالیپتوس، ۱،۸-سینئول می‌باشد که به‌عنوان ماده خام اولیه برای صنایع مختلف داروئی، آرایشی و بهداشتی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Carmen et al., 2003). این ترکیب، به‌طور گسترده در تهیه انواع نرم‌کننده‌ها، پمادها، شربت‌های ضدسرفه، خمیر دندان و به‌عنوان طعم‌دهنده برخی داروها استفاده می‌شود. افزون بر این به‌عنوان عطردهنده در تهیه صابون‌ها، پودرها، مواد شوینده و عطرها نیز به کار می‌رود. اسانس برخی از گونه‌های اکالیپتوس به‌عنوان ضداکسیدان و اثر ضدالتهابی به مصرف می‌رسد (Juergens et al., 2003). اسانس برگ‌ها و گل‌ها به‌عنوان ماده خام برای برخی از واکنش‌های شیمیائی در ساخت ترکیب‌هائی نظیر منتول (Menthol) و هیدروکسی سیترونلال (Hydroxy citronellal) مورد استفاده قرار گرفته است (Mauhachirou & Gbenous, 1999). افزون بر آن اسانس گونه‌های مختلف این جنس در درمان بیماری‌هائی هم‌چون اسهال خونی مزمن، مالاریا و عفونت‌های دستگاه تنفسی و برخی بیماری‌های پوستی کاربرد دارد (Bina & Siddiqni, 1997). اسانس برخی از گونه‌های اکالیپتوس به‌طور گسترده در تهیه قطره‌های ضدسرفه استفاده می‌شود. هم‌چنین در

گیاه‌شناسی کاشان شامل *E. intertexta*، *E. largiflorens* و *E. loxophleba* و *torquata* مورد بررسی قرار گرفتند.

## ۲. مواد و روش‌ها

### ۲-۱. جمع‌آوری گیاه و استخراج اسانس

برگ‌های چهار گونه جنس اکالیپتوس کاشته‌شده در باغ گیاه‌شناسی کاشان (*E. largiflorens*، *E. intertexta*، *E. loxophleba* و *torquata*)؛ در اواسط اردیبهشت‌ماه سال ۱۳۸۶ جمع‌آوری شد. نمونه‌های جمع‌آوری شده پس از انتقال به آزمایشگاه و خشک‌کردن در شرایط سایه، با دستگاه کلونجر به مدت ۳ ساعت و به روش تقطیر با آب، اسانس‌گیری شد. بازده اسانس‌ها به حسب درصد حجمی/وزنی برآورد شدند. با افزودن سدیم سولفات جهت حذف رطوبت، عمل آب‌گیری از آن انجام شد و تا زمان تزریق به دستگاه، در ظروف شیشه‌ای تیره و در یخچال نگهداری شد. مدت زمان اسانس‌گیری برای گونه‌های مختلف، ۳ ساعت انتخاب شد.

### ۲-۲. شناسایی ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس

برای شناسایی ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس، از دستگاه‌های گاز کروماتوگرافی (GC) و گاز کروماتوگرافی متصل‌شده به طیف‌سنج جرمی (GC/MS) استفاده شد. شناسایی طیف‌ها به کمک محاسبه شاخص‌های بازداری کواتس (RI) که با تزریق هیدروکربن‌های نرمال (C<sub>8</sub>-C<sub>24</sub>) تحت شرایط یکسان با تزریق اسانس‌ها صورت گرفت و با مقادیری که در منابع مختلف منتشر گردیده بود، مقایسه شد. بررسی طیف‌های جرمی نیز جهت شناسایی ترکیب‌ها انجام گرفت و شناسایی‌های صورت گرفته، با استفاده از طیف‌های جرمی ترکیب‌های استاندارد و استفاده از اطلاعات موجود در کتابخانه‌های مختلف تایید گردید. درصد نسبی هر کدام از ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس‌ها با توجه به سطح زیر منحنی آن در طیف کروماتوگرام به دست آمد و با مقادیری که در منابع مختلف با در نظر گرفتن اندیس کواتس منتشر شده، مقایسه گردید (Wessi, 1997 ; Adams, 2001 ; Shibamoto, 1987).

سینئول (۰/۱۵/۴) گزارش شد. هم‌چنین ۸،۱-سینئول (۰/۶۱/۸) و گاما-ترپینین (۰/۲۳/۲) به‌عنوان ترکیب‌های اصلی اسانس گونه *E. propinqua* رویش‌یافته در نیجریه به‌دست آمد (Ogunwande et al., 2005). بیشترین ترکیب‌های شیمیایی اسانس گونه *E. tereticornis* شامل: پارا-سیمین (۰/۳۱/۴)، بتا-فلاندردن (۰/۹/۷۷)، اسپاتولنول (۰/۸/۱۳)، گاما-ترپینین (۰/۷/۰۳) و آلفا-فلاندردن (۰/۶/۷۸) بودند (Alitonov et al., 2004). تجزیه ترکیب‌های شیمیایی ۱۲ گونه از جنس اکالیپتوس مناطق جنوبی و جنوب‌غربی استرالیا نشان داد، مهم‌ترین ترکیب‌های مشترک اسانس گونه‌های یادشده، آلفا-پینن (۰/۱-۴۷/۲)، بتا-پینن (۰/۰-۹/۰)، ۸،۱-سینئول (۰/۲-۶۸/۶)، پارا-سیمین (۰/۲-۲۰/۱)، آرومادندرن (۰/۰-۱۵/۰)، بی-سیکلوزرمارکن (۰/۰-۴۶/۶) و اسپاتولنول (۰/۱-۲۹/۰) می‌باشند (Bignell et al., 1996). تجزیه ترکیب‌های شیمیایی اسانس گونه *E. maculata* نشان داد که بیشترین ترکیب اصلی اسانس ۱،۸-سینئول (۰/۲۲/۵)، سیترونلول (۰/۱۵)، ترانس-کاریوفیلین (۰/۱۰) و آلفا-اودسمول (۰/۸/۴۷) به‌دست آمد (Assareh et al., 2010).

گونه‌های مختلف جنس اکالیپتوس طی سه دهه اخیر به واسطه سریع‌الرشد بودن، مقاومت آن‌ها به گرما و هم‌چنین به دلیل ایجاد فضای سبز مناسب برای جنگل‌کاری، در نواحی گرمسیری ایران کشت شده‌اند. در این راستا یازده گونه از این جنس (طی سال ۱۳۷۲)، به صورت نهال‌گلدانی (یک‌ساله) از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان تهیه شد و در کلکسیون گیاهان گرمسیری باغ گیاه‌شناسی کاشان کشت گردید. تعداد ده پایه نهال‌گلدانی از گونه‌های انتقال‌یافته به باغ گیاه‌شناسی کاشان، به فواصل پنج متر از یکدیگر و با روش آبیاری غرقابی، کشت شدند. لازم به ذکر است که موقعیت جغرافیایی باغ گیاه‌شناسی کاشان، در ارتفاع ۹۸۰ متر از سطح دریا، واقع در شمال شهرستان کاشان قرار گرفته است. افزون بر این، اراضی این باغ دارای شیب ملایم دو درصد، خاک سبک شنی و از اقلیم گرم و خشک برخوردار است. از میان گونه‌های کاشته‌شده، چهار گونه نسبت به سایر گونه‌ها، از سازگاری بیشتری برخوردار بودند. در این تحقیق ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس برگ‌های چهار گونه کاشته‌شده در باغ

## ۲-۳. مشخصات دستگاه‌های گاز کروماتوگرافی

برای کروماتوگرافی گازی، دستگاه GC مدل HP-6890 مجهز به شناساگر FID و ستون کاپیلاری HP-5MS به طول ستون ۳۰ متر و قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر که ضخامت لایه فاز ساکن در آن ۰/۲۵ میکرومتر، به کار گرفته شد. برنامه‌ریزی حرارتی ستون از ۶۰ درجه سانتی‌گراد شروع شد و پس از سه دقیقه توقف در همان دما، به تدریج با سرعت ۶ درجه در دقیقه افزایش یافته تا به دمای ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد رسید. دمای شناساگر و محفظه تزریق ۲۹۰ درجه سانتی‌گراد بوده است. گاز حامل نیتروژن با درجه خلوص ۹۹/۹۹۹ درصد مورد استفاده قرار گرفت. سرعت جریان گاز حامل ۱ میلی‌متر بر دقیقه بود.

برای طیف GC/MS از دستگاه گاز کروماتوگراف متصل شده به طیف‌سنج جرمی مدل HP-6890 مجهز به شناساگر طیف‌سنج جرمی و ستون کاپیلاری HP-5MS به طول ستون ۳۰ متر و قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر که ضخامت لایه فاز ساکن در آن ۰/۲۵ میکرومتر، به کار گرفته شد. برنامه‌ریزی حرارتی ستون از ۶۰ درجه سانتی‌گراد شروع شد و پس از سه دقیقه توقف در همان دما، به تدریج با سرعت ۶ درجه در دقیقه افزایش یافته تا به دمای ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد رسید. دمای شناساگر و محفظه تزریق ۲۹۰ درجه سانتی‌گراد بوده است. گاز حامل نیتروژن با درجه خلوص ۹۹/۹۹۹ درصد مورد استفاده قرار گرفت. سرعت جریان گاز حامل ۱ میلی‌متر بر دقیقه بود. ضمن این‌که دمای خط انتقال ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد،

ولتاژ یونیزاسیون ۷۰ الکترون ولت و جریان یونیزاسیون برابر ۱۵۰ میکرو آمپر تنظیم گردید.

## ۳. نتایج و بحث

بازدهی اسانس برگ‌های *E. largiflorens* ۱/۱۸۵٪ (حجمی/وزنی) به دست آمد. تعداد ۱۹ ترکیب اسانس شناسائی شد که، ۸،۱-سینئول (۵۸/۷۱٪)، پارا-سیمین (۱۲/۴۲٪)، آلفا-پینین (۵/۶۱٪)، کریبتون (۴/۵۴٪) و ترپینین-۴-ال (۴/۵۳٪) ترکیب‌های عمده اسانس بودند. بازدهی اسانس *E. intertexta* ۱/۱۵٪ (حجمی/وزنی) به دست آمد. تعداد ۱۶ ترکیب در اسانس شناسائی شد که بیشترین ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس، ۸،۱-سینئول (۶۹/۴۵٪)، آلفا-پینین (۱۴/۲۶٪)، گلوبولول (۴/۰۲٪) و لدول (۲/۳۶٪) می‌باشند. بازدهی اسانس *E. torquata* ۱/۱۲٪ (حجمی/وزنی) به دست آمد. تعداد ۲۰ ترکیب در اسانس شناسائی شد که، ترکیب‌های اصلی تشکیل‌دهنده اسانس، ۸،۱-سینئول (۳۳/۸۶٪)، آلفا-پینین (۲۶/۱۴٪)، آرومادندرن (۸/۹۹٪) و گلوبولول (۷/۲۸٪) بودند. بازدهی اسانس *E. loxophleba* ۱/۱۵۴٪ (حجمی/وزنی) به دست آمد. تعداد ۸ ترکیب در اسانس شناسائی شد که بیشترین ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس، ۸،۱-سینئول (۲۵/۷۱٪)، گلوبولول (۲۱/۶۳٪)، آرومادندرن (۲۰/۴۳٪)، ۴-متیل-۲-پنتیل استات (۱۴/۹۸٪) و بتا-اودسمول (۵/۹۲٪) می‌باشند (جدول ۱).

جدول ۱: ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس برگ‌های چهار گونه اکالیپتوس کاشته شده در باغ گیاه‌شناسی کاشان

ردیف	نام ترکیب (a)	شاخص بازداری (b)	میزان ترکیب (درصد حجمی/وزنی)			
			<i>E. largiflorens</i>	<i>E. intertexta</i>	<i>E. torquata</i>	<i>E. loxophleba</i>
۱	4-methyl-2-pentyl acetate	۸۹۳	-	-	-	۱۴/۹۸
۲	$\alpha$ -pinene	۹۲۵	۵/۶۱	۱۴/۲۶	۲۶/۱۴	-
۳	Sabinene	۹۶۵	۱/۰۱	-	-	-
۴	<i>p</i> -Cymene	۱۰۱۵	۱۲/۴۵	-	۱/۷۳	-
۵	1,8-cineole	۱۰۲۲	۵۸/۷۱	۶۹/۴۵	۳۳/۸۶	۲۵/۷۱
۶	$\alpha$ -campholene	۱۱۱۸	۰/۸۴	-	-	-
۷	( <i>E</i> )-sinocarveol	۱۱۳۱	۱/۱۳	-	-	-
۸	Verbenol	۱۱۳۷	۰/۲۹	-	-	-

ادامه جدول ۱: ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس برگ‌های چهار گونه اکالیپتوس کاشته‌شده در باغ گیاه‌شناسی کاشان

ردیف	نام ترکیب (a)	شاخص بازداری (b)	میزان ترکیب (درصد حجمی/وزنی)			
			<i>E. loxophleba</i>	<i>E. torquata</i>	<i>E. intertexta</i>	<i>E. largiflorens</i>
۹	(Z)-sabinene hydrate	۱۰۳۴	۱/۹۱	-	-	-
۱۰	$\gamma$ - terpinene	۱۰۴۹	-	۰/۶۵	-	-
۱۱	Pinocarvone	۱۱۵۵	۰/۳۴	۱/۲۴	-	-
۱۲	(E)-pinocarvoel	۱۱۴۳	-	۴/۵۸	۰/۷۵	-
۱۳	Terpinen-4-ol	۱۱۷۰	۴/۵۳	۰/۴۱	۱/۷۹	-
۱۴	Cryptone	۱۱۷۹	۴/۵۴	-	-	-
۱۵	$\alpha$ -terpineole	۱۱۸۳	۰/۸۹	۰/۷۶	۱/۶۶	-
۱۶	Myrtenal	۱۱۸۸	۰/۶۳	-	-	-
۱۷	(E)-carveol	۱۲۰۱	۰/۴۲	-	-	-
۱۸	Carvone	۱۲۲۱	۰/۲۳	-	-	-
۱۹	Cuminal	۱۲۳۲	۱/۷۲	-	-	-
۲۰	Junipene	۱۴۰۹	-	۱/۴۸	-	-
۲۱	$\beta$ -caryophyllene	۱۴۱۳	-	-	۰/۶۹	-
۲۲	$\beta$ -gurjunene	۱۴۱۷	-	۰/۳۲	-	-
۲۳	Aromadendrene	۱۴۳۴	-	۸/۹۹	۰/۳۳	۲۰/۴۳
۲۴	Allo-aromadendrene	۱۴۵۰	۰/۴۳	۱/۵	-	۲/۶۹
۲۵	$\beta$ -selinen	۱۴۷۱	-	۰/۷۸	-	-
۲۶	Ledene	۱۵۰۲	-	۰/۵۲	۰/۴	-
۲۷	$\delta$ -cadinene	۱۵۳۲	-	۱/۷۲	۱/۵۸	-
۲۸	Selinen-3,7(11)-dien	۱۵۵۴	-	۱/۵۶	-	-
۲۹	Epiglobulol	۱۵۷۰	-	-	-	۴/۶۹
۳۰	Spatulenol	۱۵۶۶	۲/۹۱	۰/۲۶	-	-
۳۱	Ledol	۱۵۶۷	-	۳/۷۶	۲/۳۶	-
۳۲	Globulol	۱۵۶۹	-	۷/۲۸	۴/۰۲	۲۱/۶۳
۳۳	Viridiforol	۱۵۷۳	-	۱/۶۵	۰/۹۴	۳/۹۵
۳۴	Elemol	۱۵۷۴	۱/۹	-	-	-
۳۵	Isospathulenol	۱۶۳۰	۰/۴۵	-	۰/۳۲	-
۳۶	Muurolol	۱۶۴۲	-	-	۰/۶۵	-
۳۷	$\beta$ -eudesmol	۱۶۵۳	-	-	۰/۵۸	۵/۹۲
۳۸	$\alpha$ -cadinol	۱۶۵۷	-	-	۰/۵۱	-
	Monoterpene hydrocarbons		۱۹/۰۷	۲۸/۵۲	۱۴/۲۶	۱۴/۹۸
	Oxygenated monoterpenes		۷۶/۱۸	۴۰/۸۵	۷۳/۶۵	۲۵/۷۱
	Sesquiterpenes hydrocarbons		۰/۴۳	۱۵/۸۷	۲	۲۳/۱۲
	Oxygenated sesquiterpenes		۵/۲۶	۱۲/۹۵	۹/۳۸	۳۶/۱۹
	جمع کل		۹۹/۹۸	۹۸/۱۹	۹۹/۲۹	۹۹

<sup>a</sup> Compounds listed in order of elution from HP-5MS column.

<sup>b</sup> RI: Relative retention indices to C8-C24 n-alkanes on HP-5MS column.

(/۱۰/۷) و گونه *E. spathulata* (/۱۲/۷) (Sefidkon et al., 2007)؛ گونه *E. stricklandii* (/۹/۲)؛ گونه *E. brockwagii* (/۱۴) و گونه *E. kruseana* (/۱۵/۹) (Abravesh et al., 2007)؛ گونه *E. torquata* (/۱۸/۷۹) (Bignell et al., 1996) و گونه *E. porosa* (/۱۲/۸) (Assareh et al., 2005) نیز گزارش شده است.

بررسی اسانس گونه *E. torquata* رویش یافته در استرالیا نشان داد که عملکرد اسانس آن ۳/۶۲٪ بود و تعداد ۳۷ ترکیب شناسائی شد که مهمترین آن‌ها عبارت از ترکواتن (۴۰/۹۱٪)، بتا-اودسمول (۹/۹۴٪) و ۸،۱-سینئول (۶/۹۱٪) بودند (Bignell et al., 1996). این در حالی است که اثری از این ترکیب‌ها در اسانس گونه یادشده منطقه کاشان دیده نشد، بلکه ترکیب‌های ۸،۱-سینئول و آلفا-پینن به‌عنوان ترکیب‌های اصلی اسانس این گونه به‌دست آمد. از طرف دیگر ترکیب‌هایی هم‌چون آرومادندرن و گلوبولول، به‌عنوان ترکیب‌های اصلی اسانس گونه *E. loxophleba* گزارش شده است که مقدار آن نسبت به سایر گونه‌های مورد مطالعه قابل توجه می‌باشد. ترکیب ۴-متیل-پنتیل-استات به‌عنوان ترکیب اصلی اسانس این گونه معرفی شده است، در سایر گونه‌های مورد مطالعه دیده نشد. مقایسه ترکیب‌های شیمیائی موجود در اسانس برگ گونه *E. loxophleba* کاشته شده در باغ گیاه‌شناسی کاشان با اسانس برگ‌های این گونه رویش یافته در استرالیا نشان داد، شباهت زیادی وجود دارد، به‌طوری که بازده اسانس برگ‌های گونه یادشده در کاشان ۱/۵۴٪ برآورد شد، درحالی که بازده اسانس این گونه با منشاء استرالیا، ۱/۶۵٪ به‌دست آمد (Bignell et al., 1996). مقایسه ترکیب اصلی اسانس برگ‌های گونه *E. largiflorens* رویش یافته در باغ گیاه‌شناسی کاشان با سایر نقاط کشور نشان داد، مونوترپن ۸،۱-سینئول (۵۸/۷۱٪) و پارا-سیمن (۱۲/۴۲٪) به عنوان دو ترکیب عمده اسانس این گونه گزارش شده است، نتایج تحقیقات دیگر نیز دو ترکیب یاد شده را به عنوان اجزاء اصلی اسانس این گونه گزارش کردند (Fathi et al., 2009)؛ (Sefidkon et al., 2007).

مقایسه میزان ترکیب ۸،۱-سینئول اسانس برگ‌های گونه *E. intertexta*، رویش یافته در مناطق مختلف کشور نشان داد، میزان این ترکیب در اسانس برگ‌های اکالیپتوس رویش یافته در باغ گیاه‌شناسی کاشان برابر با ۶۹/۴۵٪ بدست آمد. در حالی که میزان این مونوترپن در اسانس اکالیپتوس منطقه خوزستان برابر با ۶۴/۸٪ (Sefidkon et al., 2007) و منطقه کاشان برابر با ۷۰/۲٪ (Assareh et al., 2007) می‌باشد. به نظر می‌رسد اولین ترکیب اصلی اسانس برگ‌های چهار گونه اکالیپتوس رویش یافته در باغ گیاه‌شناسی کاشان، مونوترپن ۸،۱-سینئول باشد. میزان این مونوترپن بین ۲۵/۷۱٪ تا ۶۹/۴۵٪ در گونه های مورد مطالعه متغیر است. این مونوترپن نیز به‌عنوان ترکیب اصلی گونه *E. globulus* (/۷۸/۹) (Milhau et al., 1997)؛ گونه *E. globulus* (/۸۵/۶) (Barazandeh, 2005)؛ گونه *E. porosa* (/۵۸/۶) (Assareh et al., 2005)؛ گونه *E. caesia* Benth. (/۶۹/۴) (Assareh et al., 2007)؛ گونه *E. spathulata* (/۷۲/۵) و گونه *E. torquata* (/۶۶/۹) (Sefidkon et al., 2007)؛ گونه *E. sargentii* (/۵۶/۷) و گونه *E. stricklandii* (/۷۱/۲) (Abravesh et al., 2007)؛ گونه *E. globulus* (۶۰ تا ۷۰٪) (Pereira et al., 2005) و ترکیب اصلی و مشترک اسانس حاصل از برگ‌های خشک شده سه گونه *E. globulus*, *E. radiata*، *E. smithii* رویش یافته در زامبیا، به ترتیب به میزان ۸۶/۴٪، ۸۰/۸٪ و ۷۰/۱٪ گزارش شده است (Chisowa, 1997). این در حالی است که به نظر می‌رسد علت تفاوت میزان این مونوترپن، بستگی به شرایط جغرافیائی، وضعیت آب و هوائی، فصل جمع‌آوری و شرایط اسانس‌گیری و تجزیه فیتوشیمیائی اسانس باشد.

آلفا-پینن، به‌عنوان دومین ترکیب اصلی اسانس گونه *E. intertexta* (/۱۴/۲۶) و گونه *E. torquata* (/۲۶/۱۴) به-دست آمد. در حالی که اثری از این مونوترپن در اسانس گونه *E. loxophleba* رویش یافته در باغ گیاه‌شناسی کاشان، دیده نشد. این مونوترپن نیز به‌عنوان ترکیب اصلی اسانس گونه *E. camaldulensis* (/۱۲/۸) و گونه *E. alba* (/۲۰/۱) (Samate et al., 1998)؛ گونه *E. coleziana* (/۴۶/۶) (Ogunwande et al., 2005)؛ گونه *E. microtheca*

جدول ۲: مقایسه برخی از ترکیب‌های اسانس گونه *E. loxophleba* کاشته‌شده در کاشان و رویش‌یافته در استرالیا

درصد ترکیب در اسانس گونه <i>E. loxophleba</i>		نام ترکیب
رویش‌یافته در استرالیا	کاشته‌شده در باغ گیاه‌شناسی کاشان	
۱۴	۱۴/۹۸	4-metyl-2-pentyl acetate
۲۵/۲	۲۵/۷۱	1,8-cineole
۳۱/۵	۲۰/۴۳	Aromadendrene
۳/۸	۲/۰۹	Allo-aromadendrene
-	۴/۶۹	Epiglobulol
۲/۱	۲۱/۶۳	Globulol
۰/۵	۳/۹۵	Viridiforol
۰/۰۷	۵/۹۲	B -eudesmol

بیشترین ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس برگ‌های گونه *E. loxophleba* (۵۹/۳۱٪) سزکوئی‌ترین‌ها بود. با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق و به لحاظ ارزش داروئی اسانس گونه‌های مختلف اکالیپتوس (به‌ویژه درصد بالای ترکیب ۸۰۱-سینئول)، گونه *E. intertexta* جهت کشت و بهره‌برداری از اسانس در صنایع داروئی در منطقه کاشان توصیه می‌گردد.

#### ۵. منابع

- Abravesh, Z., Sefidkon, F. and Assareh, M.H. 2007. Extraction and identification of essential oil components of five *Eucalyptus* species in warm zones of Iran. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 23(3): 330-339.
- Adams, R.P. 2001. *Identification of Essential oil Components by Gas Chromatography and Mass Spectroscopy*. Allured Publishing Corporation, Carol Stream, USA, pp. 750.
- Alitonou, G., Avlessi, F., Wotto, D.V., Ahoussi, E., Dangou, J. and Sohounhloue. 2004. Composition chimique, proprietes antimicrobiennes et activites sur les tiques de l'huile essentielle d' *E. tereticornis* Sm. *Comptes Rendus Chimie*, 7(10-11): 1051-1055.
- Asef, A. and Dagne, E. 1997. Essential oil of three *Eucalyptus* species acclimatized in Ethiopia. *Bulletin of the Chemical Society*, 11(1): 47-50.
- Assareh, M.H., Barazandeh, M.M. and Jaimand, K. 2005. Essential oil composition of the *E.*

در حالی که دو ترکیب اصلی اسانس گونه *E. largiflorens* رویش‌یافته در منطقه شوشتر، ۸۰۱-سینئول (۴۱/۳٪) و اسپاتونول (۱۱/۶٪) بود (Abravesh et al., 2007). به عبارت دیگر میزان سینئول اکالیپتوس منطقه شوشتر ۱۷/۴٪ کمتر از منطقه کاشان می‌باشد و ترکیب اسپاتونول منطقه کاشان تنها به میزان ۲/۹۱٪ گزارش شده است.

#### ۴. نتیجه گیری

مونوترپن اکسیژن‌دار ۸۰۱- سینئول به‌عنوان جزء اصلی و مشترک اسانس برگ‌های تمام گونه‌های مورد مطالعه می‌باشد که میزان آن بین حداقل ۲۵/۷۱٪ تا حداکثر ۶۹/۴۵٪ متغیر است. به‌عبارت دیگر عمده‌ترین ترکیب شیمیائی موجود در اسانس برگ‌های تمام گونه‌های جنس اکالیپتوس، ۸۰۱-سینئول می‌باشد که میزان آن در گونه *E. loxophleba* نسبت به سایر گونه‌های مورد مطالعه کمتر است و از آنجائی که خواص درمانی بیشتر گونه‌های اکالیپتوس وابسته به میزان حداقل ۶۰٪ این ترکیب اکسیژن‌دار در ساختار اسانس می‌باشد، بنابراین نمی‌توان از اسانس این گونه، به‌عنوان گونه اکالیپتوس داروئی در صنعت اسانس‌گیری استفاده نمود. این در حالی است که میزان این مونوترپن در گونه *E. intertexta* بالغ بر ۶۹٪ می‌باشد. بنابراین اسانس برگ‌های گونه اخیر ارزش داروئی ویژه‌ای در صنعت اسانس‌گیری دارد. قسمت اعظم ترین‌های تشکیل‌دهنده اسانس برگ‌های گونه *E. largiflorens* (۹۵/۲۵٪)، گونه *E. intertexta* (۸۷/۹۱٪) و گونه *E. torquata* (۶۹/۳۷٪) مونوترپن‌ها بودند. در حالی که

- Argentina. *Journal Essential Oil Research*, 15: 206-208.
- Chisowa, E.H. 1997. Chemical composition of essential oils of three *Eucalyptus* species grown in Zambia, *Journal of Essential Oil Research*, 9(6): 653-655.
- Dagne, E., Bisrat, D., Alemayehu, M. and Worku, T. 2000. Essential oils of twelve *Eucalyptus* species from Ethiopia. *Journal of Essential Oil Research*, 12(4): 457-470.
- Duke, J.A. 1985. *C.R.C Handbook of Medicinal Herbs*, pp. 185-188.
- Fathi, E., Sefidkon, F., Bakhshi Khaniki, G., Abravesh, Z. and Assareh, M.H. 2009. The effects of drying and distillation methods on essential oil content and composition of *Eucalyptus largiflorens*. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 25(1): 64-75.
- Ghahrema, A. 1992. *Cormophytes of Iran (Plant Systematic)*. Vol. 2, Nashre-daneshgahi press. Tehran. pp: 842.
- Juergens, U.R., Dethlefsen, U., Stein, G.G., Lissen A., Repges, R. and Vetter H. 2003. Anti-inflammatory activity of 1,8- cineole (eucalyptol) in bronchial asthma: a double blind placebo- controlled trial. *Respiratory Medicine*, 97: 250-256.
- Mauhachirou, M. and Gbenous, J. 1999. Chemical composition of essential oils of *Eucalyptus* from Benin, *E. citriodora* and *E. camaldulensis* influence of location, harvest time strong of plants and time of steam distillation. *Journal of Essential Oil Research*, 11: 109-118.
- Milhau, G., Pelissier, Y. and Bessiere, J.M. 1996. In vitro anti-malarial activity of eight essential oils. *Journal Essential Oil Research*, 9: 329-333.
- Mozaffarian, V. 1996. *A dictionary of Iranian plant names*. Farhang Moaser publishers. Tehran, pp. 360-361.
- Ogunwande, I.A., Olawore, N.O., Adelekel, K.A. 2005. Volatile constituents from the leaves of *porosa*. *Flavuur and Fragrance Journal*, 20(4): 469-477.
- Assareh, M.H., Abravesh, Z., and Resaie, M.B. 2007. Chemical composition of the essential oils of *E. caesia* Benth. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 22(1): 69-73.
- Assareh, M.H., Sedaghati, M., Kiarostami, K., and Ghamari Zare, A. 2010. Seasonal changes of essential oil composition of *Eucalyptus maculata* Hook. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 25(4): 581-588.
- Barazandeh, M.M. 2005. The effect of methanol and time of distillation on the essential oil yield and composition of *E. globulus*. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 21(1): 75-95.
- Batish, D.R., Sing, H.P., Setia, N., Kaur, S. and Kohli, R.K. 2006. Chemical composition and inhibitory activity of essential oil from decaying leaves of *Eucalyptus citriodora*. *Zeitschrift fur Naturforschung C*, 61(1-2): 52-56.
- Bignell, C.M., Dunlop, P.J., Brophy, J.J. and Jackson, J. F. 1996. Volatile leaf oils of some south- western and southern Australian species of the genus *Eucalyptus* part XII, A. Subgenus *eudesmia*: B. Subgenus *symphyo Myrtus*: (a) section *excertia*; (b) series *globulares*. *Flavour and Fragrance Journal*, 11: 145-151.
- Bina, S. and Siddiqni, F. 1997. Isolation and structural elucidation of acylated pentacyclic triterpenoides from the leaves of *E. camaldulensis* var. *obtusata*. *Planta Medica*, 63(1): 47-50.
- Boland, D.J., Brophy, J.J. and House, A.D. 1991. *Eucalyptus* oils use: chemistry, Distillation and Marketing Inkata Melbourne, Australian, pp. 252.
- Carmen, I., Viturro, A., Molina, C. and Cecilia, I. 2003. Volatile components of *E. globulus* Labill. subsp. *Bicostata* from Juiuy,



- E. coleziana* and *E. propinqua*. *Flavuur and Fragrance Journal*, 20(6):637-639.
- Pereira, S.I., Freire, C.S.R., Neto, C.P. 2005. Chemical composition of the essential oil distilled from the fruits of *Eucalyptus globulus* grown in Portugal, *Flavuur and Fragrance Journal*, 20(4): 407-409.
- Rajeswara, R.B.R., Kaul, P.N., Syamasundar, K.V. and Ramesh, S. 2003. Comparative composition of decanted and recovered essential oils of *E. citriodora* Hook. *Flavuur and Fragrance Journal*, 8(2): 133-135.
- Samate, A.D., Nacro, M., Menut, C., Lamaty, G. and Bossiere J.M. 1998. Aromatic plants tropical West Africa, VII. Chemical composition of the essential oils of two *Eucalyptus* species (*Myrtaceae*) from Burkina Faso Eabba Muell. and *E. camaldulensis* Dehnardt. *Journal of Essential Oil Research*. 10: 321-324.
- Sefidkon, F., Assareh, M. H., Abravesh, Z. and Barazandeh, M. M., 2007. Chemical composition of the essential oils of four cultivated *Eucalyptus* in Iran. Medicinal Plants (*E. micratheca*, *E. spathulata*, *E. largiflorens* and *E. torquata*). *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 6(2): 135-140.
- Shibamoto, T. 1987. *Retention indices in essential oil analysis, in capillary gas chromatography in essential oil analysis*. Edits P. Sandra and C. Bicchi, Huethig Verlag, New York, NY. pp. 259-274.
- Turnbull, J.W. and Boland, D.J. 1984. *Eucalyptus*. *Biologist*, 31: 49-56.
- Zrira, S.S., Benjilali, B.B., Fechtal, M.M. and Richard, H.H. 1992. Essential oils of twenty seven *Eucalyptus* species grown in Morocco, *Journal of Essential Oil Research*, 4: 256-264.
- Wessi, E.A. 1997. *Essential oil crops*. CAB International, New York, USA, pp. 427-512.

