

بررسی و مقایسه ترکیب‌های شیمیایی روغن اسانس دو گونه از جنس "اسکنبیل" (*Calligonum L.*) منطقه آران و بیدگل

حسین بتولی^{۱*}، عبدالرسول حقیر ابراهیم آبادی^۲، مهرناز چرمزاده^۳، مجتبی هادی زاده هفشجانی^۴،
اسماء مازوچی^۵

^۱استادیار پژوهش مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان (باغ گیاه‌شناسی کاشان)

^۲دانشیار، پژوهشکده اسانس‌های طبیعی دانشگاه کاشان

^۳دانش‌آموخته کارشناسی ارشد شیمی و فن‌آوری اسانس، پژوهشکده اسانس‌های طبیعی دانشگاه کاشان

^۴کارشناس ارشد پژوهشکده اسانس‌های طبیعی دانشگاه کاشان

تاریخ پذیرش: ۹۲/۶/۲۰

تاریخ دریافت: ۹۲/۴/۱

چکیده

در این تحقیق ترکیب‌های شیمیایی اسانس دو گونه "اسکنبیل" (*C. comosum L'Her.*) و "اسکنبیل کرمانی" (*C. bungei Boiss.*) در منطقه آران و بیدگل مورد بررسی قرار گرفته است. این گونه‌ها انحصاری نواحی ماسه‌زارهای بیابانی بوده و در اراضی ماسه‌ای ریگ‌بلند بیابان‌های آران و بیدگل دارای رویشگاه‌های طبیعی می‌باشند. سرشاخه‌های گل‌دار گونه‌ها در بهار ۱۳۸۸ جمع‌آوری و در شرایط آزمایشگاه خشک و به روش تقطیر با آب (طرح کلونجر) اسانس‌گیری شدند. برای شناسایی ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس از دستگاه‌های گاز کروماتوگرافی (GC) و گاز کروماتوگرافی متصل شده به طیف‌سنج جرمی (GC/MS) استفاده شد. ۲۷ ترکیب در اسانس گیاه اسکنبیل (*C. comosum*) شناسایی شد که اجزای اصلی آن، شامل: سیس-۳-هگزیل بنزوات (۱۳/۷۳ درصد)، متیل‌جاسمونات (۱۲/۳۲ درصد)، ترانس، ترانس-آلفا-فارنسن (۸/۰۸ درصد)، فیل-اتیل ایزوبوتانوات (۶/۶۹ درصد) و ۵-هیدروکسی-۲-دسینونیک اسیدلاکتون (۵/۵۸ درصد) بودند. ۱۷ ترکیب شیمیایی در اسانس گیاه اسکنبیل کرمانی (*C. bungei*) شناسایی شد که اجزای عمده آن به ترتیب شامل: اتیل اکتادکانوات (۴۲/۳۱ درصد)، ترانس، ترانس-آلفا-فارنسن (۱۰/۱۹ درصد)، لیمونن (۹/۷۹ درصد)، پیریتنون (۵/۳۴ درصد) و متیل‌جاسمونات (۵/۱۶ درصد) بودند. مقایسه ترکیب‌های تریپنی موجود در اسانس دو گونه مورد مطالعه نشان داد، درصد مونوترپن‌های دو گونه نسبت به سنزکوئی‌ترین‌ها بیشتر بود و بخش اعظم ترکیب‌های فرار اسانس دو گونه، متعلق به کتون‌ها، اسیدها، استرها و الکل‌ها بودند.

واژگان کلیدی: آران و بیدگل، آلفا-فارنسن، اسانس، اسکنبیل کرمانی، اسکنبیل، علف هفت‌بند، متیل‌جاسمونات.

*مسئول مکاتبه: ho_batooli@Yahoo.com

شناسائی گردید که ۸۲/۴۲ درصد از کل اسانس را شامل می‌شد (Samejo et al., 2013).

اسکنبیل (*C. comosum* L`Her.)، درختچه-ای با ارتفاع حداکثر تا ۲ متر، شاخه‌چه‌ها علفی، بندبند و نازک هستند. ساقه‌های جوان شیاردار و به‌رنگ سبز کلمی می‌باشند. برگ‌ها کوچک، باریک، درفشی، زود افت هستند. دمگل‌ها بدون کرک و در نیمه‌تختانی بنددار هستند. میوه به قطر ۱۲ تا ۱۳ میلی‌متر، دارای ریشک‌های کمی فشرده با محیطی تخم‌مرغی مشاهده می‌شوند. فندقه به طول ۷ تا ۸ میلی‌متر و به عرض کم و بیش ۳ میلی‌متر، دوکی‌شکل، کمی پیچیده و دارای ۴ رگه‌ی برجسته است (Rechinger, 1968; Mozaffarian, 2005). این درختچه در بیابان‌های بین یزد و مهریز، اردکان به چوپانان و بین انار و رفسنجان انتشار یافته است (Mozaffarian, 1998). افزون بر این در بیابان‌های بلوچستان (ایرانشهر، جاسک، چابهار، بین چابهار و تنگ سرخه)، زاهدان، هرمزگان (رضوان)، خوزستان، رفسنجان، خراسان (بین موذن آباد و آویز، طبس و سبزوار) و اراضی نیمه‌خشک و خشک استان مرکزی و کرج نیز گزارش شده است (Karimi, 1995; Sabetii, 1979; Mozaffarian, 2005). پراکنش جغرافیائی این گونه در مناطق بیابانی استان‌های سمنان، کرمان، سیستان، خراسان هم مشاهده شده است (Maassoumi, 2011). همچنین این گونه علاوه بر ایران، در کشورهای مصر، عربستان، سوریه، افغانستان و بلوچستان نیز انتشار دارد (Rechinger, 1968; Mozaffarian, 2005). نام محلی این درختچه در نواحی بیابانی کشور، به نام‌های "فک"، "اعطی"، "ارطی"، "ارته" و "قالیگن"، آمده است (Karimi, 1995). چوب سرشاخه و تنه گونه *C. comosum* در عربستان به‌عنوان منبع مناسبی برای سوخت به‌شمار می‌رود (Chaudhary, 1999). در

گیاهان مناطق خشک به لحاظ تحمل تنش-های محیطی گوناگون، اغلب دارای متابولیت‌های ثانویه ارزشمندی هستند که ضرورت مطالعه و تحقیق پیرامون این قبیل رستنی‌ها را اجتناب‌ناپذیر کرده است. خانواده علف هفت‌بند (Polygonaceae) یکی از خانواده‌های بزرگ گیاهی می‌باشد که تنوع زیستی زیادی در سراسر جهان و مخصوصاً در نواحی معتدله نیمکره شمالی دارند (Anjen et al., 2009). جنس اسکنبیل (*Calligonum* L.) یکی از جنس‌های درختچه‌ای بیابانی این خانواده محسوب می‌شود که اغلب در نواحی خشک و نیمه‌خشک پراکنش دارند. گونه‌های متعلق به این جنس، اغلب چوبی و یا درختچه‌ای هستند. وجه تمایز گونه‌های مختلف جنس اسکنبیل، گوناگونی میوه‌های بال‌دار و یا مژه‌دار این جنس می‌باشد. میوه اغلب به صورت فندقه و دارای چهار بال، یا در زوایا دارای ۸ تا ۱۰ ردیف تارهای منشعب با انشعاب سوزنی شکل است (Gahreman, 1988). بیش از ۳۳ گونه از این جنس در جهان (Anjen et al., 1998) و ۲۲ گونه در ایران شناسائی شده است (Maassoumi, 2011).

در هند از جوشانده ریشه برخی از گونه‌های جنس اسکنبیل (صورت غرغره)، برای التیام لته‌های آسیب‌دیده به کار می‌برند. افزون براین، غنچه‌های اسکنبیل برای معالجه آفتاب‌زدگی و گرم‌زدگی ناشی از آفتاب مفید است (Mirhaydar, 1996). پژوهش Samejo و همکاران (۲۰۱۳) روی اسانس اندام‌های مختلف گونه *C. polygonoidse* L. به روش تقطیر با بخار نشان داد، ۲۷ ترکیب شیمیائی در اسانس غنچه‌ها، شناسائی شدند که در مجموع ۶۸/۴۲ درصد از کل ترکیب‌های اسانس را در بر می‌گرفت. همچنین ۱۰ ترکیب شیمیائی در اسانس ریشه‌های این گیاه

بلوچستان می‌باشد (Mobayen, 2007). پراکنش این گیاه در استان یزد، شامل بیابان‌های مهریز، چوپانان و اردکان است (Mozaffarian, 1998). افزون بر این انتشار این درختچه که انحصاری ایران بوده، در بیابان‌های بین کرمان و بم، رفسنجان، بلوچستان (ایران‌شهر) و زاهدان نیز گزارش شده است (Karimi 1995; Mozaffarian, 2005). نام محلی این درختچه در نقاط بیابانی کشور، "اسکمبیل"، "بتو" (Botuo)، "رسو" (Rrsou)، "فغ"، "کروک" (Karouk)، "اسکمبول" و "اسکنبول"، آمده است (Sabetii, 1979; Karimi, 1995).

به گونه‌های مختلف جنس اسکنبیل در گویش بیابان‌نشینان شمال استان اصفهان، "ارتع" نیز گفته می‌شود. سرشاخه‌های نورسته اسکنبیل، به‌عنوان علوفه تازه جهت تعلیف دام‌های مراتع بیابانی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این درختچه‌ها همراه با سایر گونه‌های بیابانی ماسه‌زی نظیر کلبیت (Cyperus eremicus)، سوف‌بلند (Stipagrostis pennata) و گیاه دم‌گاو (Smirnovia turkestanica)، به‌عنوان رستنی‌های شاخص ماسه‌زارهای بیابانی ریگ بلند شمال آران و بیدگل رویش می‌یابند (Batooli, 1998). بنابراین با توجه به اینکه درختچه‌های اسکنبیل به‌عنوان گیاهان بومی بیابان‌های گرم و خشک ایران است و گل‌آذین خوشه‌ای آنها در بهار، عطر بسیار دلپذیری را در محیط بیابان منتشر می‌کنند (Bahmani, 2009) و تاکنون گزارشی پیرامون ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس گونه‌های مختلف این درختچه بیابانی ارائه نشده است. این تحقیق با هدف شناسائی ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس دو گونه از اسکنبیل مستقر در رویشگاه‌های طبیعی ماسه‌زارهای بیابانی آران و بیدگل انجام گرفت.

تحقیقی که در مورد اثر سمیت سلولی عصاره گونه *C. comosum* در صحرای سینای مصر انجام گرفت، نشان داد عصاره آبی این گیاه بر روی حلزون *Biomphalaria alexandrina* فاقد هر گونه تأثیری گزارش شد (Bakry, 2009). در بررسی ارزیابی فعالیت ضدسرطانی عصاره گیاه *C. comosum* در مصر، بیشترین فعالیت ضدکسیدانی (به ازای میزان LC_{50})، متعلق به عصاره اتیل‌استاتی این گیاه را گزارش کردند. بررسی‌های Zouaria و همکاران (۲۰۱۲) روی اسانس گونه *C. comosum* رویش‌یافته در تونس نشان داد، ۶۷ ترکیب شیمیائی اسانس به روش تقطیر با آب از دو اندام میوه و گل‌ها بدست آمد. بیشترین اجزاء تشکیل‌دهنده اسانس اندام‌های مختلف گیاه، اسیدها و سایر ترکیب‌های تریپنی سنگین بودند (Zouaria, et al., 2012). تحقیقی که Riadh و همکاران (۲۰۱۱) بر روی عصاره گیاه *C. comosum* انجام دادند، اثر ضد میکروبی عصاره اندام‌های مختلف گیاه را روی باکتری باسیل *Listeria ivanovii* را مثبت ارزیابی کردند. عصاره میوه گیاه، دارای کمترین فعالیت ضدباکتریائی و عصاره ریشه، بیشترین فعالیت ضدباکتریایی را نشان داد.

اسکنبیل کرمانی (*C. bungei* Boiss.) درختچه‌ای است به ارتفاع تا ۱/۵ متر، ساقه‌های سال جاری به‌رنگ سبز کلمی و واگرا دیده می‌شوند. میوه‌ها فندقه بال‌دار، به طول ۱۲ تا ۱۷ و به عرض ۱۱ تا ۲۰ میلی‌متر است. باله‌ها در قاعده عمیقاً چال‌دار سه تا چهار تائی است. باله‌های میوه، غشائی، نسبتاً تخت (پهن) و با لبه موج نامحسوس با دندانک‌دار است. میوه‌های این گونه برخلاف گونه *C. comosum* دارای باله می‌باشد (Rechinger, 1968; Mozaffarian, 1996). انتشار جغرافیائی این گونه، در بیابان‌های ماسه‌ای استان‌های یزد، کرمان، اصفهان، سمنان، زاهدان و سیستان و

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

ماسه‌زارهای بیابانی آران و بیدگل در جناح شمالی کاشان و شمال غربی استان اصفهان، حداثی طول جغرافیائی ۵۱ درجه و ۲۷ دقیقه تا ۵۲ درجه و ۲۵ دقیقه و عرض جغرافیائی ۳۳ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۲۰ دقیقه قرار گرفته است. میانگین بارندگی سالانه این منطقه، ۱۲۰ میلی‌متر که اغلب ریزش‌های جوی در فصل زمستان و اوائل بهار اتفاق می‌افتد. بخش وسیعی از این منطقه خشک، تحت سیطره تپه‌های ماسه‌ای ریگ بلند می‌باشد. بنابراین ساختار اداکیکی منطقه مورد مطالعه، دارای خاک‌های ماسه‌ای سبک و سنی است. عمده پوشش گیاهی ماسه‌زارهای بیابانی، شامل رستنی‌های ماسه دوست نظیر: *Stipagrostis plumosa*, *Calligonum comosum*, *C. bungei*, *C. denticulatum* و *Smirnovia turkestanica* می‌باشند. گونه‌های مختلف درختچه اسکنبیل، در ماسه‌زارهای بیابانی شمال آران و بیدگل به‌طور طبیعی رویش می‌یابند. این درختچه‌ها، ماسه‌دوست بوده که اغلب در دامنه تپه‌های ماسه‌ای فعال و روان انتشار دارند. بنابراین از این درختچه به‌منظور مهار فرسایش بادی و جلوگیری از هجوم شن‌های روان مناطق بیابانی استفاده می‌گردد (Batooli, 1998).

جمع‌آوری، خشک‌کردن گیاه و استخراج اسانس

پس از شناسائی دقیق دو گونه از جنس اسکنبیل استقرار یافته در بیابان‌های آران و بیدگل؛ سرشاخه‌های گل‌دار دو گونه، در اواخر اردیبهشت‌ماه سال ۱۳۸۸، از گستره ماسه‌زارهای آران و بیدگل (۹۵۰ متر) جمع‌آوری شدند. نمونه‌های جمع‌آوری شده پس از انتقال به آزمایشگاه، در شرایط سایه، به‌طور کامل خشک شدند. مقدار ۱۰۰ گرم از پودر خشک شده گیاه، به روش تقطیر با آب، با استفاده از

دستگاه کلونجر، اسانس‌گیری شدند (Jaymand & Rezaee, 2007). بازده اسانس به حسب درصدوزنی/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 انتخاب شد (Mirza et al., 1996).

شناسائی ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس

برای شناسائی ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس، از دستگاه‌های گاز کروماتوگرافی (GC) و گاز کروماتوگرافی متصل شده به طیف‌سنج جرمی (GC/MS) استفاده شد. شناسایی طیف‌ها به کمک محاسبه شاخص‌های بازدارندگی کوآتس (RI) و با تزریق هیدروکربن‌های نرمال (C8-C24) تحت شرایط یکسان با تزریق اسانس‌ها انجام شد و با مقادیری که در منابع مختلف منتشر گردیده بود، مقایسه شد. بررسی طیف‌های جرمی نیز جهت شناسایی ترکیب‌ها انجام شد و شناسایی‌های صورت گرفته، با استفاده از طیف‌های جرمی ترکیب‌های استاندارد و استفاده از اطلاعات موجود در کتابخانه‌های مختلف تأیید گردید. درصد نسبی هرکدام از ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس‌ها با توجه به سطح زیر منحنی آن در طیف کروماتوگرام بدست آمد و با مقادیری که در منابع مختلف با در نظر گرفتن اندیس بازدارندگی منتشر شده، مقایسه گردید (Davies, 1990; Shibamoto, 1987).

مشخصات دستگاه‌های مورد استفاده

گاز کروماتوگرافی (GC)

برای کروماتوگرافی گازی، از 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

شناسائی شد که در مجموع، ۹۸/۵٪ از کل اسانس گیاه را به خود اختصاص داده است. اسانس حاصل از سرشاخه‌های گل‌دار گیاه اسکنبیل کرمانی (*C. bungei*)، به رنگ زرد با بازده ۰/۰۰۰۱ درصد (وزنی/حجمی) بدست آمد. ۱۷ ترکیب شیمیائی در اسانس سرشاخه‌های گل‌دار گیاه اسکنبیل کرمانی شناسایی شد که در مجموع، ۹۵/۶۵ درصد از کل اسانس گیاه را به خود اختصاص داده است. بیشترین ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس گیاه اسکنبیل (*C. comosum*) به ترتیب شامل: سیس-۳-هگزیل بنزوات (۱۳/۷۳ درصد)، متیل‌جاسمونات (۱۲/۳۲ درصد)، ترانس، ترانس-آلفا-فارنسن (۸/۰۸ درصد)، فیل-اتیل ایزوبوتانوات (۶/۶۹ درصد) و ۵-هیدروکسی-۲-دسینوئیک اسیدلاکتون (۵/۵۸ درصد) بودند. عمده ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس گیاه اسکنبیل کرمانی (*C. bungei*)، به ترتیب شامل: اتیل‌اکتادکانوات (۴۲/۳۱ درصد)، ترانس، ترانس-آلفا-فارنسن (۱۰/۱۹ درصد)، لیمونن (۹/۷۹ درصد)، پی‌پریتنون (۵/۳۴ درصد) و متیل‌جاسمونات (۵/۱۶ درصد) بودند (جدول ۱).

بحث

مقایسه ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس دو گونه از جنس اسکنبیل بیابان‌های آران و بیدگل نشان داد، ترکیب‌های آلفا-فارنسن، متیل‌جاسمونات و لیمونن که بیش از ۲۵ درصد از کل اجزاء اسانس را به خود اختصاص داده‌اند، به‌عنوان اجزاء اصلی و مشترک اسانس دو گونه گزارش شده‌اند. ترکیب‌های سیس،

۳-هگزیل بنزوات، ۵-هیدروکسی ۲-دسینوئیک اسیدلاکتون و فیل-اتیل ایزوبوتانوات، به‌عنوان اجزاء اصلی اسانس گونه *C. comosum* گزارش شده است که اثری از این ترکیب‌ها در اسانس گونه *C. bungei*

میکرومتر، استفاده 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.

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

برای طیف GC/MS از دستگاه گاز کروماتوگراف متصل‌شده 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 بود، استفاده 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 یافت تا به دمای ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد رسید. دمای شناساگر و محفظه تزریق ۲۹۰ درجه سانتی‌گراد بود. گاز حامل نیتروژن با درجه خلوص ۹۹/۹۹۹٪ 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 میکروآمپر تنظیم گردید.

نتایج

اسانس حاصل از سرشاخه‌های گل‌دار گیاه اسکنبیل (*C. comosum*)، به رنگ زرد با بازده ۰/۰۰۰۲٪ (وزنی/حجمی) بدست آمد. ۲۷ ترکیب شیمیائی در اسانس سرشاخه‌های گل‌دار این گیاه

دیده نشد. این در حالی است که ترکیب

اتیل‌اکتادکانوات و پی‌پریتون که از جمله اجزاء اصلی اسانس گونه *C. bungei* به‌شمار می‌آید، در اسانس گونه *C. comosum* مشاهده نگردید.

لیمونن به‌عنوان یکی از ترکیب‌های اصلی و مشترک اسانس دو گونه مورد مطالعه می‌باشد. به استناد جدول شماره یک، میزان مونوترپن لیمونن در اسانس گونه *C. bungei* بیش از دو برابر اسانس گونه *C. comosum* گزارش شد. این ترکیب مایعی بی‌رنگ با بوئی شبیه لیمو، اثر سمی داشته و تحریک‌کننده پوست است. لیمونن در تعداد زیادی از فرآورده‌های داروئی، همچون قرص سدیم بی‌کربنات و پمادهای ضد عفونی‌کننده مورد استفاده قرار می‌گیرد. شکل راستگرد آن در صنایع غذائی و برخی از فرآورده‌های داروئی به‌عنوان طعم‌دهنده برخی داروها و به‌عنوان عطردهنده به برخی از عطرها استفاده می‌گردد (Pakdel, 2001; Yousefzadi et al., 2007).

متیل‌جاسمونات نیز از جمله اجزاء اصلی و مشترک اسانس دو گونه مورد مطالعه می‌باشد. مقدار این ترکیب در اسانس گونه *C. comosum* بیش از دو برابر اسانس گونه *C. bungei* بود. این ترکیب به‌عنوان عامل دفاعی گیاه و در روند تکاملی رشد و نمو گیاهان نظیر: جوانه‌زنی دانه، رشد و نمو ریشه، گل‌دهی، بلوغ میوه‌ها و پیری گیاه نقش اساسی ایفاء می‌کند (Cheong & Yang, 2003). گیاهان اغلب این ترکیب را در پاسخ به تنش‌های محیطی زنده یا غیرزنده، به‌ویژه گیاه‌خواری و آسیب‌های احتمالی که توسط عوامل محیطی وارد می‌شود، در قسمت‌های صدمه دیده خودشان، تولید و ذخیره می‌کنند. متیل‌جاسمونات قادر است گیاهان را مجبور به تولید انواع مختلفی از دفاع شیمیایی همچون فتوآلگزین (اثر ضد میکروبی)، نیکوتین و یا ممانعت‌کننده‌های آنزیم پروتئیناز کنند (Farmer & Ryan, 1990).

آلفا-فارنسن نیز به‌عنوان اجزاء اصلی و مشترک اسانس دو گونه جنس اسکنبیل به‌شمار می‌-

درصد) و جزء اصلی اسانس ریشه‌های آن ترکیب دری‌منول (به میزان ۲۹/۴۲ درصد) گزارش شد (Samejo et al., 2013). این در حالی است که ترکیب‌های یادشده در اسانس دو گونه مورد مطالعه گزارش نشد.

بررسی‌ها نشان داد، بالغ بر ۷۴ درصد از کل اجزاء تشکیل‌دهنده اسانس گونه *C. comosum*، شامل ترکیب‌های غیرترپنی بودند و تنها ۲۴/۸ درصد از کل اسانس، اختصاص به مونوترپن‌ها و سسکوئی‌ترپن‌ها داشت. سهم مونوترپن‌های هیدروکربنی و مونوترپن‌های اکسیژن‌دار اسانس این گونه به ترتیب، برابر با ۴/۶ درصد و ۱۰/۳ درصد از کل اسانس بودند. سسکوئی‌ترپن‌های هیدروکربنی، نزدیک به ۱۰ درصد از کل اسانس را شامل می‌شد و اثری از سسکوئی‌ترپن‌های اکسیژن‌دار در اسانس این گونه مشاهده نگردید.

همچنین بالغ بر ۶۷ درصد از کل اجزاء اسانس اسکنبیل گونه *C. bungei*، شامل ترکیب‌های غیرترپنی بودند و تنها ۲۸ درصد از کل اسانس این گونه، اختصاص به مونوترپن‌ها و سسکوئی‌ترپن‌ها داشت. سهم مونوترپن‌های هیدروکربنی اسانس این گونه، نزدیک به ۱۱ درصد و سهم مونوترپن‌های اکسیژن‌دار، تنها ۵/۳ درصد از کل اسانس بود. سزکوئی‌ترپن‌های هیدروکربنی بالغ بر ۱۲ درصد از کل اسانس را شامل می‌شد که اثری از سزکوئی‌ترپن‌های اکسیژن‌دار در اسانس این گونه نیز دیده نشد. به عبارت دیگر اسانس دو گونه جنس اسکنبیل، فاقد سزکوئی‌ترپن‌های اکسیژن‌دار بود.

نتایج حاصل از ارزیابی ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس گونه *C. polygonoidse* L. نشان داد، اسانس این گونه نیز دارای ترکیب‌های ترپنی، هیدروکربنی، کتونی و سایر ترکیب‌های فنلی بودند (Samejo et al., 2013).

مقایسه مونوترپن‌های موجود در اسانس دو گونه مورد مطالعه نشان داد، درصد مونوترپن‌های

آید که میزان درصد آن در اسانس گونه‌های مورد مطالعه اختلاف چشمگیری با یکدیگر نداشتند. ایزومر (E,E)-آلفا-فارنسن یکی از عمومی‌ترین اشکال ایزومری این ترکیب بوده که در فرآورده‌های طبیعی حاصل از گیاهان وجود دارد. این ترکیب اغلب در پوست میوه سیب و سایر میوه‌ها گزارش شده است و عامل اصلی رایحه میوه سیب محسوب می‌گردد. ایزومر (E,Z)-آلفا-فارنسن از اسانس گونه‌های مختلف جنس *Perilla spp.* جداسازی شده است. هر دو شکل ایزومری این ترکیب به‌عنوان ترکیب نیمه‌شیمیائی برخی از حشرات و پروانه‌های محسوب شده که به‌عنوان فرومون‌های هشدار در موریانه‌ها و یا جاذبه‌های غذایی برای کرم میوه سیب عمل می‌کند (Šobotník et al., 2008). آلفا-فارنسن ترکیب اصلی موثر در رایحه خوش یاس آفریقائی به شمار می‌آید که نزدیک به ۶۵ درصد از ترکیب‌های اصلی تشکیل‌دهنده این گیاه را شامل می‌گردد (Shau-Chun et al., 2004).

بیشترین ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس مرحله گل‌دهی و میوه‌دهی گونه *C. comosum* رویش یافته در منطقه تونس، شامل ترکیب‌های لائوریک اسید، میریستیک اسید و پالمیتیک اسید بودند. لینولئیک اسید، پالمیتیک اسید و لائوریک اسید، به‌عنوان اجزاء اصلی اسانس منطقه Bir Lahmar تونس گزارش گردید. در حالی‌که ترکیب لینالول در مرحله میوه‌دهی و ترکیب پنتاکوزان در مرحله گل‌دهی، به‌عنوان اجزاء جدید اسانس گیاه منطقه Ghordab تونس گزارش شدند (Zouaria, et al., 2012). اثری از ترکیب‌های یاد شده در اسانس گونه *C. comosum* منطقه مورد مطالعه مشاهده نگردید.

پژوهشی که پیرامون ترکیب‌های شیمیائی اسانس گونه *C. polygonoides* رویش‌یافته در مناطق بیابانی پاکستان انجام شد نشان داد، ترکیب اصلی اسانس غنچه‌های این گونه، اتیل‌هومووانیلات (۱۱/۷۹)

2. Anjen, L., Tsoching, K., Zumei, M., and Yulan, L., 1998. Polygonaceae. Flora of China, Reipubl. Popularis Sin. 25(1): 1-209.
3. Bahmani, A., 2009. The anatomy of the vegetative organs of three species of the *Calligonum* L. genus and chemical composition of essential oils of flowers. Master's thesis Biology (Plant Sciences Trends). Payame Noor University - Tehran Unit. pp: 115. [Persian].
4. Bakry, F.A., 2009. Use of some plant extracts to control *Biomphalaria alexandrina* snails with emphasis on some biological effects. Pesticide Biochemistry and Physiology. 95, 159-165.
5. Batooli, H., 1998. Ecological study of the *Astragalus squarrosus* Bunge in sand dunes of kashan Rig-Boland. Pajohesh va Sazandegi, 21(3); 8-18. [Persian].
6. Chaudhary, S.A., 1999. Flora of the Kingdom of Saudi Arabia. Ministry of Agriculture and Water, Riyadh. pp: 195.
7. Cheong, J.J., and Yang, D.C., 2003. Methyl jasmonate as a vital substance in plants. Trends in Genetics, 19 (7); 409-414.
8. Davies, N.W., 1990. Gas Chromatographic Retention index of Monoterpenes and Sesquiterpenes on Methyl silicone and Carbowax 20 M phases. Journal of Chromatogr. 503: 1-24.
9. Farmer, E.E., and Ryan, C.A., 1990. Interplant communication: Airborne methyl jasmonate induces synthesis of proteinase inhibitors in plant leaves (jasmonic acid/pathogen/wound-inducible genes/localized/systemic defense responses). Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 87; 7713-7716.
10. Gahreman, A., 1988. Cormophytes of Iran (Plants systematic), 1th edition, Vol:1, Publisher of university central, Tehran, pp:321. (In Persian).
11. Jaymand, K., and Rezaee, M.B., 2007. Essential oil, distillations apparatuses, test method of essential oil and retention indices in essential oil analysis. Iranian Society of Medicinal, 106-108.
12. Karimi, H., 1995. Names of Iran plants. Nashre-Daneshgahi press. Tehran, pp: 412. (In Persian).
13. Maassoumi, A.A., 2011. A revision of the genus *Calligonum* L. (Polygonaceae) in Iran. The Journal of Botany. 17(1): 43-55.

اکسیژن‌دار موجود در اسانس گونه *C. comosum*، نزدیک به دو برابر مونوترپن‌های اکسیژن‌دار اسانس گونه *C. bungei* بود. این در حالی است که درصد مونوترپن‌های هیدروکربنی موجود در اسانس گونه *C. bungei* دو برابر میزان مونوترپن‌های هیدروکربنی اسانس گونه *C. comosum* بود.

نتیجه‌گیری نهایی

مقایسه ترکیب‌های مونوترپنی و سزکوئی‌ترپنی موجود در اسانس دو گونه نشان داد، درصد مونوترپن‌های اسانس دو گونه (۱۵ تا ۱۶ درصد) نسبت به سزکوئی‌ترین‌ها (۱۰ تا ۱۲ درصد)، بیشتر بود. نزدیک به ۷۵ درصد از کل ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس دو گونه مورد مطالعه، متعلق به کتون‌ها، اسیدها، استرها و الکل‌ها بودند و حضور این دسته از ترکیب‌های شیمیایی موجود در گیاهان بیابانی، به‌ویژه در شرایط بوم‌شناسی نواحی گرم و خشک مناطق بیابانی، در راستای انطباق و سازگاری گیاهان بیابانی نسبت به شرایط گرما و خشکی منطقه می‌باشد. به نظر می‌رسد با توجه به تنوع شرایط زیستگاهی دو گونه، تفاوت بین ترکیب‌های شیمیایی اسانس دو گونه مورد مطالعه، ناشی از اختلاف ویژگی‌های رویشگاهی دو گونه باشد. زیرا رویشگاه‌های گونه *C. comosum*، صرفاً در گستره تپه‌های ماسه‌ای فعال و روان توزیع شده‌اند، در حالی که عمده رویشگاه‌های گونه *C. bungei* در دامنه تپه‌های کم‌ارتفاع نیمه‌تثبیت شده ماسه‌زارهای بیابانی و همچنین خاک‌های آبرفتی مشاهده می‌شود.

منابع

1. Anjen, L., Bojian, B., Grabovskaya-Borodina, A.E., Suk-pyo, H., John, M.N., Sergei, L.M., Hideaki, O., and Chong-wook, P., 2009. "Polygonaceae". in Flora of China Published by Science Press (Beijing) and Missouri Botanical Garden Press. Vol. 5, pp: 277.

- prorhinotermes canalifrons, Journal of Chemical Ecology. 34 (4): 478–486.
27. Yousefzadi, M., Sonboli, F., Karimi, F., Nejad-Ebrahimi, S., Asghari, B., and Zeinali, A., 2007. Antimicrobial activity of some *Salvia* species essential oils from Iran, Z. Naturforsch. 63: 514-518.
 14. Mirhaydar, Kh., 1996. Plant Encyclopedia (application of plants in cure of disease), Vol. 7, 5nd ed. Office of Islamic Farhang press. Tehran. pp: 324. (In Persian).
 15. Mirza, M., Sefidkon, F., and Ahmadi, L., 1996. Natural essential oils extraction, qualitative and quantitative identification and application. Research institute of forests and rangelands. pp: 205.
 16. Mobayen, S., 2007. Flora of Iran, Vascular plants. Vol:2, Publisher of Tehran University, pp:536. (In Persian)
 17. Mozaffarian V., 1996. A dictionary of Iranian plant names. Farhang Moaser publishers. Tehran.; pp:750. (In Persian)
 18. Mozaffarian, V., 1998. Flora of Yazd. Yazd Publisher Institue, Yazd, pp:621(In Persian).
 19. Mozaffarian, V., 2005. Trees and shrubs of Iran, Farhang moaser press., Tehran, pp:1046. (In Persian)
 20. Pakdel, H., 2001. Production of dl-limonene by vacuum pyrolysis of used tires. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 57:91–107.
 21. Rechnering, K.H., 1968. *Calligonum* L. (Polygonaceae) in Flora Iranica. Akademische Druck-U, Verlagsanstalt, Graz-Austria, 56: 88.
 22. Sabetii, H., 1979. Forests, Trees and Shrubs of Iran. Publisher of Yazd university, 3th edition, pp:169. (In Persian)
 23. Samejo, M.Q., Memon, S., Bhangar, M.I., and Kha, K.M., 2013. Chemical composition of essential oil from *Calligonum polygonoides* Linn. Natural Product Research, 27(7), 619-623.
 24. Shau-Chun, W., Ting-Yu, T., Chih-Min, H., and Tung-Hu, T. 2004. Gardenia herbal active constituents: applicable separation procedures, Journal of Chromatography, 812 (1-2): 193–202.
 25. Shibamoto, T., 1987. Retention indices in essential oil analysis: 259-274. In: Sndra, P. & Bicchi, C., (Eds.). Capillary Gas Chromatography in Essential Oil Analysis. Verlagsgruppe Huthig Jehle Rehm GmbH, New York, pp: 435.
 26. Šobotník, J., Hanus, R., Kalinová, B., Piskorski, R., Cvačka, J., Bourguignon, T., and Roisin, Y., 2008. (E,E)- α -Farnesene, an Alarm pheromone of the termite

28. Zouaria, S., Dhiefab, A., and Aschi-Smitib, S., 2012. Chemical composition of essential oils of *Calligonum comosum* cultivated at the South-Eastern of Tunisia: A comparative study between flowering and fructification stages. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*. 15(2): 320-327.

جدول ۱: ترکیب‌های شیمیایی موجود در اسانس سرشاخه‌های گل‌دار دو گونه از جنس "اسکنبیل" (*Calligonum L.*) منطقه آران و بیدگل به روش تقطیر با آب

میزان ترکیب (درصد وزنی/حجمی)		اندیس کواتس محاسبه شده	نام ترکیب	ردیف
<i>C. bungei</i>	<i>C. comosum</i>			
-	۳/۴۴	۸۴۹	3-hexen-1-ol	۱
۱/۱۶	-	۹۸۸	myrcene	۲
۹/۷۹	۴/۶	۱۰۲۷	limonene	۳
۲/۵۵	-	۱۱۰۸	nonyl aldeyde	۴
-	۴/۰۳	۱۱۰۸	Nonanal	۵
-	۴/۰۵	۱۱۵۲	benzene, 1,2-dimethoxy	۶
-	۱/۲۱	۱۱۹۳	butanoic acid,3-hexyl ester	۷
۱/۷۶	-	۱۲۰۵	dodecane	۸
-	۰/۶۵	۱۲۳۳	dihydro carveol	۹
-	۳/۵	۱۲۳۹	Z-3-hexenyl ester	۱۰
۱/۹۸	-	۱۲۵۶	thiazole	۱۱
-	۳/۰۷	۱۳۰۱	1H-indole	۱۲
۱/۱۳	-	۱۳۰۷	tridecane	۱۳
-	۱/۳۱	۱۳۲۱	2-methoxy-5-vinylphenol	۱۴
۳/۱۱	-	۱۳۲۲	acetanisole	۱۵
-	۱/۴۶	۱۳۳۴	hexyl tiglate	۱۶
۵/۳۴	-	۱۳۵۴	piperitenone	۱۷
-	۶/۶۹	۱۳۶۴	phenyl ethyl isobutanoate	۱۸
-	۰/۵۶	۱۳۷۸	3,4-dimethoxy styrene	۱۹
۱/۲۶	-	۱۴۰۹	tetradecane	۲۰
۱/۴۷	-	۱۴۲۵	citronellyl propanoate	۲۱
۲/۰۴	-	۱۴۲۵	e-caryophyllene	۲۲
-	۰/۹۶	۱۴۴۵	methyl bytyl benzoate	۲۳
۲/۲۱	۲/۴۲	۱۴۶۶	vanillin(ethyl)	۲۴
-	۵/۵۸	۱۴۹۳	5-hydroxy-2-decenoic acid lactone	۲۵
۱/۳۳	۱/۱	۱۵۱۲	pentadecane	۲۶
۱۰/۱۹	۸/۰۸	۱۵۲۰	e, E- α -farnesene	۲۷
-	۰/۶۸	۱۵۴۸	methyl dodecanoate	۲۸
-	۱۳/۷۳	۱۵۸۹	Z-3-hexenyl benzoate	۲۹
-	۲/۷۷	۱۵۹۴	benzoic acid, hexyl ester	۳۰
-	۱/۲	۱۶۰۲	hexenyl benzoate	۳۱

میزان ترکیب (درصد وزنی/حجمی)		اندیس کواتس	نام ترکیب	ردیف
<i>C. bungei</i>	<i>C. comosum</i>			

		محاسبه شده		
۲/۸۶	۱/۶۶	۱۶۱۸	hexadecane	۳۲
-	۰/۹۲	۱۶۳۳	tetradecanal	۳۳
۵/۱۶	۱۲/۳۲	۱۶۷۲	methyl jasmonate	۳۴
-	۴/۱	۱۷۰۹	methyl epi jasmonate	۳۵
-	۴/۵۹	۱۸۸۵	hexadecanal	۳۶
-	۳/۶۱	۱۹۵۱	kaur-15-ene	۳۷
۴۲/۳۱	-	۲۱۸۸	ethyl octadecanoat	۳۸
۱۰/۹۵	۴/۶		monoterpen hydrocarbons	
۵/۳۴	۱۰/۲۹		oxygenated monoterpens	
۱۲/۲۳	۹/۹		sesquiterpens hydrocarbons	
-	-		oxygenated sesquiterpens	
۶۷/۱۳	۷۴/۸۶		other componentes	
۹۵/۶۵	۹۸/۵۵		جمع کل	

