علوم باغبانی ایران
دورهٔ ۴۵، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۳۹۳ (ص ۳۲۴-۳۱۹)

تغییرات اسانس سرشاخه‌های گیاه *Artemisia annua* L. در مراحل مختلف رشد

رضا بورد[1*]، شمسعلی رضازاده[2]، محمدرضا نقوی[3]، منصور امیدی[4]، سپیده ترابی[5]، سعید پروانه[6]، فرهاد حریری اکبری[7] و رحیم تقی‌زاد فرید[8]

۱، ۷ و ۵. دانشجویان سابق کارشناسی ارشد و استادیار دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات تهران، ۲. عضو هیئت علمی بخش فارماکوگنوزی، پژوهشکدهٔ گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی کرج، ۳ و ۴. استادان، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۶. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه زابل، ۸. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشکدهٔ علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر قدس

(تاریخ دریافت: ۹۰/۸/۷ - تاریخ تصویب: ۹۱/۲/۳)

چکیده

گیاه *Artemisia annua* L.، گیاهی یک‌ساله، دارویی و آروماتیک است که در آسیا، اروپا و شمال آمریکا گسترش فراوان و در ایران نیز در مناطق شمالی پراکنش وسیعی دارد. در این پژوهش تغییرات کمّی و کیفی اسانس سرشاخهٔ گیاه *A.annua* در مراحل مختلف رشد شامل مراحل رویشی، ابتدای گل‌دهی، و گل‌دهی کامل بررسی شد. سرشاخهٔ خشک‌شده در سایه با روش تقطیر با آب با استفاده از دستگاه کلونجر اسانس‌گیری شد. اسانس‌های حاصل به وسیلهٔ دستگاه‌های GC و GC/MS تجزیه و تحلیل شد. بیشترین مقدار اسانس در سرشاخه در مرحلهٔ گل‌دهی (۱/۳ درصد) مشاهده شد. در اسانس سرشاخه‌ها در مراحل رویشی، ابتدای گل‌دهی و گل‌دهی کامل به‌ترتیب ۲۹، ۲۸ و ۲۸ ترکیب شناسایی شد. ترکیبات عمده در اسانس سرشاخه‌ها در مراحل مختلف مشترک و شامل کامفور، بتاـ سلینن، ۱، ۸ـ سینئول، آلفاـ پینن، کاریوفیلن اکساید، برنئول، کامفن، آرتمیزیاکتون و پینوکارون بود. درصد عمدهٔ ترکیبات شناخته‌شدهٔ منوترپن‌ها بودند. نتایج نشان می‌دهد که اسانس سرشاخه‌های گیاه *A.annua* سرشار از منوترپن‌ها هستند و ۶۴/۳ درصد، ۶۳ درصد و ۶۷/۶ درصد از کل ترکیبات شناسایی‌شده به‌ترتیب در مراحل رویشی، ابتدای گل‌دهی و گل‌دهی کامل را تشکیل می‌دهند. نتایج تغییرات اندکی را در نوع ترکیبات نشان داد، درحالی‌که درصد ترکیبات در مراحل مختلف متغیر بود.

واژه‌های کلیدی: درمنه، *Artemisia*، *Artemisia annua*، GC/MS، GC.

مقدمه

جنس *Artemisia* (درمنه) متعلق به خانوادهٔ *Asteraceae* بیش از ۴۰۰ گونه در جهان دارد (Wright, 2002) که ۳۴ گونهٔ آن در ایران در تمام مناطق به‌صورت وحشی پراکنش وسیعی دارد (Asghari *et al*., 1999). اهمیت فراوان گونه‌های جنس درمنه در کاربرد آن‌ها در

* تلفن: ۰۲۱-۴۴۸۶۵۱۰۰
E-mail: reza.bovard63@gmail.com

زمینه‌های مختلف موجب شده است تا به‌منزلهٔ محصولات تجاری و اقتصادی در سطح وسیع کشت و کار شوند. از جمله معروف‌ترین گونه‌های تجاری جنس درمنه می‌توان به گونهٔ ضد مالاریا (*A. annua*)، گونهٔ استفاده‌شده در صنایع غذایی و آشپزی (*A. dracunculus*) گونهٔ دافع حشرات (*A. vulgris*) و گونهٔ زینتی (*A. abrotanum*) اشاره کرد (Wright, 2002).

گونهٔ *A. annua* گیاهی یک‌ساله، آروماتیک و دارویی است. این گیاه بومی آسیا به‌ویژه چین است و به‌طور وسیعی در آسیا، اروپا و شمال آمریکا گسترده شده است (Bertea *et al*., 2006). گونهٔ مذکور در ایران به‌طور وسیعی در نوار شمالی کشور می‌روید. اهمیت عمدهٔ این گونه در صنایع دارویی ناشی از حضور یک ترکیب اندوپراکساید سزکوئی‌ترپن لاکتون به نام آرتمیزینین است که فعالیت ضد مالاریایی دارد (Sharafi *et al*., 2006.) اسانس موجود در گونهٔ *A. annua* در صنایع آرایشی، بهداشتی و دارویی استفاده می‌شود (Lari yazdi *et al*., 2000) و خواص ضد باکتریایی، ضد ویروسی و ضد توموری دارد (Behakuni *et al*., 2001). اسانس این گونه حاوی ترپنوئیدها (شامل منوترپن‌ها، سزکوئی‌ترپن‌ها و تری‌ترپن‌ها)، فلاونوئیدها و کومارین‌ها هستند (Wright, 2002). ترکیباتی که به‌منزلهٔ ترکیبات عمده در اسانس *A. annua* از مناطق مختلف جغرافیایی گزارش می‌شود بسیار متفاوت است. این امر نشان‌دهندهٔ تأثیر فراوان شرایط محیطی بر نوع و درصد ترکیبات در اسانس گیاه است. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که اسانس در تمام اندام‌های گیاه توزیع شده است اما قسمت عمدهٔ آن در برگ‌ها و گل‌ها متمرکز است و مقدار ناچیزی در ساقهٔ اصلی، ساقه‌های فرعی و ریشه موجود است (Charles *et al*., 1991). برهمین اساس در این پژوهش، مطالعهٔ اسانس سرشاخه‌های گیاه *A. annua* در دستور کار قرار گرفته است.

برای استفادهٔ بهینه از محصولات گیاهان دارویی و پیشبرد راهبردهای اصلاحی و به‌نژادی، داشتن اطلاعات پایه از ترکیبات شیمیایی عمده و دارای اهمیت دارویی، اندام‌های دارای مادهٔ مؤثرهٔ بیشتر و مرحلهٔ رشدی که بیشترین تولید مادهٔ مؤثره در آن رخ می‌دهد الزامی است. بنابراین، در همین راستا، پژوهش حاضر به شناسایی ترکیبات شیمیایی اسانس سرشاخه‌ها و بررسی تغییرات کمّی و کیفی اسانس آن‌ها در سه مرحله از رشد، شامل مراحل رویشی، ابتدای گل‌دهی و گل‌دهی کامل پرداخته است. تفاوت این پژوهش با پژوهش‌های دیگر در استفاده از اسانس اندام‌های متفاوت (سرشاخه‌ها) و همچنین بررسی اسانس گیاه در مراحل رشدی متفاوت است.

مواد و روش‌ها

تهیهٔ نمونه‌های گیاهی و استخراج روغن فرار

برای دستیابی به مواد گیاهی، سرشاخه‌های گیاه *A. annua* در سه مرحلهٔ رشدی شامل مراحل رویشی (۱۳۸۹/۳/۲۸)، ابتدای گل‌دهی (۱۳۸۹/۵/۲۶)، گل‌دهی کامل (۱۳۸۹/۶/۲۶) از ابتدای جادهٔ اسالم به خلخال (استان گیلان) واقع در شمال ایران جمع‌آوری شد. سپس مواد گیاهی برداشت‌شده به‌طور جداگانه در سایه به مدت یک هفته خشک شد.

برای تهیهٔ اسانس مقدار ۱۰۰ گرم از هر نمونه، به روش تقطیر با آب به وسیلهٔ دستگاه کلونجر به مدت ۴ ساعت اسانس‌گیری شد. مقادیر اسانس حاصل ثبت شد و سپس عمل آبگیری اسانس به وسیلهٔ سولفات سدیم انجام شد. اسانس حاصل تا زمان تزریق در دمای ۴ درجهٔ سانتی‌گراد نگهداری شد.

مشخصات دستگاه GC

دستگاه گاز کروماتوگراف از نوع younglin ACM 6000 با ستون به طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر، ضخامت لایه ۰/۲۵ میکرومتر از نوع HP5 بود. برنامهٔ دمایی به این نحو تنظیم شد: دمای ابتدایی آون ۵۰ سانتی‌گراد و توقف در این دما به مدت ۵ دقیقه، سپس افزایش دما با سرعت ۳ سانتی‌گراد در دقیقه به دمای ۲۴۰سانتی‌گراد، افزایش دما به ۳۰۰ سانتی‌گراد با سرعت ۱۵ سانتی‌گراد در دقیقه و ۳ دقیقه توقف در این دما، دمای محفظهٔ تزریق و دمای دتکتور ۲۹۰ سانتی‌گراد بود. گاز هلیوم به‌عنوان گاز حامل با سرعت جریان ۰/۸ میلی‌متر در دقیقه استفاده شد. دتکتور استفاده‌شده FID بود.

مشخصات دستگاه GC/MC

دستگاه گاز کروماتوگراف استفاده‌شده از نوع Aglient 6890 با ستون به طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر،

ضخامت لایه ۰/۲۵ میکرومتر از نوع HP-5MS بود. برنامه‌ریزی حرارتی و گاز حامل استفاده‌شده مشابه دستگاه GC بود. طیف‌نگار جرمی استفاده‌شده مدل Agilent 5973 با ولتاژ یونیزاسیون ۷۰ الکترون ولت، روش یونیزاسیون EI و دمای منبع یونیزاسیون ۲۲۰ سانتی‌گراد بود.

شناسایی ترکیبات تشکیل‌دهندهٔ اسانس

پس از تزریق اسانس‌ها به دستگاه گاز کروماتوگراف (GC) و یافتن مناسب‌ترین برنامه‌ریزی حرارتی ستون، برای دستیابی به بهترین جداسازی، اسانس‌های حاصل با دی‌کلرومتان رقیق و به دستگاه گاز کروماتوگراف‌ـ طیف‌سنجی جرمی (GC/MS) تزریق شد و طیف‌های جرمی و کروماتوگرام‌های مربوط به دست آمد. شناسایی طیف‌ها به کمک شاخص بازداری آن‌ها و مقایسه با شاخص‌های موجود در کتب مرجع (Adams, 1995) و مقالات و با استفاده از طیف‌های جرمی ترکیبات استاندارد و همچنین استفاده از اطلاعات موجود در کتابخانه کامپیوتری (NIST) صورت پذیرفت.

نتایج

اسانس حاصل از سرشاخه‌ها با استفاده از روش تقطیر با آب در مراحل مختلف رنگ زرد مایل به سبز با بویی مطبوع داشت. مقدار اسانس حاصل در مراحل رویشی، ابتدای گل‌دهی و گل‌دهی کامل به‌ترتیب ۰/۸ درصد، ۰/۹ درصد و ۱/۳ درصد (v/w%) بود.

تجزیهٔ اسانس حاصل با استفاده از GC و GC/MS به شناسایی ۲۹ ترکیب در مرحلهٔ رویشی (۸۲ درصد کل اسانس)، ۲۸ ترکیب در مرحلهٔ ابتدای گل‌دهی (۸۶ درصد کل اسانس)، ۲۸ ترکیب در مرحلهٔ گل‌دهی کامل (۸۲/۹ درصد کل اسانس) منجر شد (جدول۱). ترکیبات عمده در مرحلهٔ رویشی شامل کامفور (۱۸/۹ درصد)، بتاسلینن (۱۲/۹ درصد)، ۱، ۸ـ سینئول (۹/۶ درصد)، آلفاپینن (۸/۳ درصد)، کاریوفیلن اکساید (۵/۷ درصد)، برنئول (۵/۴ درصد)، کامفن (۴/۱ درصد)، آرتمیزیاکتون (۴/۱ درصد)، پینوکارون (۳/۳۸ درصد) بود. ترکیبات عمده در مرحلهٔ ابتدای گل‌دهی شامل کامفور (۱۸/۸ درصد)، بتاسلینن (۱۶/۲ درصد)، ۱ و ۸ـ سینول (۸/۹ درصد)، برنئول (۷/۴ درصد)، کاریوفیلن اکساید (۶/۶ درصد)، آلفاپینن (۶/۲ درصد)، کامفن (۴/۱ درصد)، آرتمیزیاکتون (۴/۱ درصد)، پینوکارون (۳/۲ درصد) بود، ترکیبات عمدهٔ اسانس در مرحلهٔ گل‌دهی کامل شامل کامفور (۱۹/۴ درصد)، بتاسلینن (۱۱ درصد)، ۱، ۸ـ سینئول (۱۰/۸ درصد)، آرتمیزیاکتون (۱۰/۲ درصد)، پینوکارون (۴/۸ درصد)، آلفاپینن (۴/۴ درصد)، کاریوفیلن اکساید (۳/۳ درصد)، کامفن (۳/۱ درصد)، برنئول (۲/۸ درصد) بود. ترکیبات اصلی در مراحل رویشی، ابتدای گل‌دهی و گل‌دهی کامل به‌ترتیب ۸۸/۲۶ درصد، ۸۷/۸ درصد و ۸۴/۲ درصد از کل ترکیبات شناسایی‌شده را تشکیل می‌دهند. همان گونه که مشاهده می‌شود ترکیبات عمده در اسانس سرشاخه‌ها در تمام مراحل رشد مشابه بود اما مقدار این ترکیبات در مراحل مختلف کاملاً متغیر بود.

ترکیبات کامفور، ۸،۱-سینئول و پینوکارون در مرحلهٔ گل‌دهی کامل بیشترین مقدار و در مرحلهٔ ابتدای گل‌دهی کمترین مقدار را داشتند. ترکیبات کامفن، برنئول، ترپینن-۴-ال، آلفاکوپائن، بتاسلینن و کاریوفیلن اکساید بیشترین مقدار را در مرحلهٔ ابتدای گل‌دهی و کمترین مقدار را در مرحلهٔ گل‌دهی‌کامل داشتند. میزان ترکیبات آرتمیزیاکتون، ترانس سابینن هیدرات، میرتنول، وربنون و ترانس کاریوفیلن در مرحلهٔ گل‌دهی بیشترین و در مرحلهٔ رویشی کمترین بود. بیشترین مقدار ترکیبات آلفاپینن، بتاپینن در مرحلهٔ رویشی، و حداقل مقدار آن‌ها در مرحلهٔ گل‌دهی کامل رخ داد.

در موارد معدودی تنوع در نوع ترکیبات اسانس برگ‌های گیاه *A.annua* نیز مشاهده شد. از جمله: ترکیبات گاما ترپینن، آلفاترپینئول، ایزوبرنیل استات و هگزا دکانوئیک اسید در مراحل رویشی و ابتدای گل‌دهی در اسانس مشاهده شدند اما در مرحلهٔ گل‌دهی کامل مشاهده نشدند. از سوی دیگر ترکیبات سابینن، هنیکزان و نونادکان تنها در مرحلهٔ گل‌دهی کامل مشاهده شدند.

منوترپن‌ها در مراحل رویشی، ابتدای گل‌دهی و گل‌دهی کامل به‌ترتیب ۶۴/۳ درصد، ۶۳ درصد و ۶۷/۶ درصد، و سزکوئی‌ترپن‌ها ۱۷/۳، ۲۱/۸۲ و ۱۴/۷ درصد کل ترکیبات شناسایی‌شده در اسانس برگ‌ها را تشکیل می‌دهند.

جدول ۱. ترکیبات شناسایی‌شده در برگ‌ها در مراحل رویشی، ابتدای گل‌دهی و گل‌دهی

نام ترکیب	شاخص بازداری	مرحلهٔ رویشی	مرحلهٔ ابتدای گل‌دهی	مرحلهٔ گل‌دهی کامل
α-pinene	۹۳۴	۸/۳	۶/۲	۴/۴
Comphen	۹۵۰	۴/۱	۴/۱	۳/۱
sabinene	۹۷۲	–	–	۱/۳
β - pinene	۹۷۴	۱/۸	۱/۴	۰/۹
2, 3- Dehydro-1,8-cineole	۹۸۷	۰/۱	۰/۱	۰/۲
α- Terpinene	۱۰۲۲	۰/۲	–	۰/۵
1,8- cineole	۱۰۳۸	۹/۶	۸/۹	۱۰/۸
γ- terpinene	۱۰۵۷	۰/۵	۰/۳	–
Artemisia ketone	۱۰۶۷	۴/۱	۴/۱	۱۰/۲
trans- sabinen hydrate	۱۰۷۹	۰/۲	۰/۳	۱
Artemisia alcohol	۱۰۸۸	۰/۲	۰/۱	۰/۲
Camphor	۱۱۶۰	۱۸/۹	۱۸/۸	۱۹/۴
Pinocarvone	۱۱۷۴	۳/۴	۳/۲	۴/۸
Borneol	۱۱۷۷	۵/۴	۷/۴	۲/۸
Terpine-4-ol	۱۱۸۷	۱/۳	۱/۴	۱/۱
α–Terpineol	۱۱۹۷	۰/۳	۰/۳	–
Myrtenol	۱۲۰۳	۰/۵	۰/۶	۲
Verbenone	۱۲۱۵	۰/۳	۰/۴	۰/۶
trans- carveol	۱۲۲۵	۰/۷	۰/۶	۰/۶
Isobornyl acetate	۱۲۳۰	۰/۴	۰/۵	–
Carvone	۱۲۴۶	۰/۲	۰/۲	۰/۲
1-tridecene	۱۲۹۲	۰/۳	۰/۳	۰/۲
α-copaene	۱۳۷۷	۰/۷	۱/۱	۰/۹
cis-jasmone	۱۳۹۶	۰/۳	۰/۲	۰/۲
E - caryophyllene	۱۴۲۲	۱/۳	۱/۵	۱/۷
β -selinene	۱۴۹۹	۱۲/۹	۱۶/۲	۱۱
caryophyllene oxide	۱۵۸۹	۵/۷	۶/۶	۳/۳
2- pentadecanone, 6, 10, 14- trimethyl	۱۸۴۲	۰/۳	۰/۶	۰/۶
Hexadecanoic acid	۱۹۶۲	۰/۲	۰/۳	–
Heneicosane	۲۰۹۵	–	–	۰/۳
Phytol	۲۱۰۸	۰/۱	۰/۳	۰/۴
Nonadecane	۲۲۹۳	–	–	۰/۲
Total	–	۸۲/۳	۸۶	۸۲/۹

بحث

مقایسهٔ مقدار اسانس حاصل از سرشاخه‌ها در مراحل مختلف رشد در این پژوهش نشان داد که بیشترین مقدار اسانس در مرحلهٔ گل‌دهی کامل (۱/۳ درصد) به دست می‌آید، و مقادیر کمتر اسانس به‌ترتیب در مراحل ابتدای گل‌دهی (۰/۹ درصد) و رویشی (۰/۸ درصد) حاصل می‌شود. بنابراین، یک سیر صعودی در مقدار اسانس برگ‌ها از مرحلهٔ رویشی به سمت مرحلهٔ گل‌دهی مشاهده شد.

Simon *et al.* (1990)، گزارش دادند که بیشترین مقدار اسانس حاصل از سرشاخه‌های گیاه *A.annua* در مرحلهٔ گل‌دهی اتفاق می‌افتد. Gupta *et al.* (2002)، بیشترین مقدار اسانس موجود در برگ‌ها را در مرحلهٔ گل‌دهی (۱/۲ درصد) و مقدار کمتر اسانس برگ‌ها را در مرحلهٔ رویشی (۰/۲ درصد) گزارش کردند. Verdianrizi (2008)، بیشترین مقدار اسانس اندام‌های هوایی را در مرحلهٔ گل‌دهی (۱/۲ درصد) و مقادیر کمتر اسانس را در مراحل قبل از گل‌دهی (۰/۹۷ درصد) و پس از گل‌دهی

(۰/۸۷ درصد) گزارش کرد. به‌طورکلی، مقدار اسانس گیاه *A.annua* در پژوهش‌های مختلف ۰/۳ـ ۱/۴ درصد گزارش شده است (Caferata *et al*., 2010). همان گونه که مشاهده می‌شود نتایج حاصل در این پژوهش با سایر گزارش‌ها مطابقت دارد. از سوی دیگر مقدار اسانس گیاه *A.annua* در این پژوهش در مقایسه با مقادیر اسانس در گزارش‌های فوق قابل توجه است.

نتایج این پژوهش نشان داد که در میان ترکیبات شناسایی‌شده، کامفور ترکیب عمده در اسانس سرشاخه‌های گیاه *A.annua* در مراحل رویشی (۱۸/۹ درصد)، ابتدای گل‌دهی (۱۸/۸ درصد) و گل‌دهی کامل (۱۹/۴ درصد) است. Lari yazdi *et al*. (2001)، ترکیب عمده در اسانس برگ‌های جمعیت‌های مختلف گیاه *A.annua* را کامفور (۱۴/۳ـ ۲۹/۱ درصد) گزارش کردند. Bagchi *et al*. (2003)، ترکیب اصلی اسانس گیاه *A.annua* در هند را کامفور (۱۰/۵ـ ۴۴/۴ درصد) گزارش کردند. Goel *et al*. (2007) از هند نیز کامفور را با مقدار ۲۳/۲ درصد ترکیب اصلی در اسانس برگ‌های گیاه *A.annua* گزارش کردند. این گزارش‌ها با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. اما Ram *et al*. (1997) ترکیب اصلی اسانس گیاه *A.annua* در هند را آرتمیزیاکتون (۲۸ـ ۶۱ درصد) معرفی کردند. همچنین Hethelyi *et al*. (1994) ترکیب اصلی اسانس گیاه *A.annua* در مجارستان را آرتمیزیاکتون (۴۲/۱ـ ۷۷/۷ درصد) گزارش کردند. Tzenkova *et al*. (2010) نیز ترکیب اصلی اسانس اندام هوایی گیاه *A.annua* از بلغارستان را کاریوفیلن (۲۴/۷ درصد) گزارش کردند. این گزارش‌ها با نتایج این پژوهش متفاوت است. درواقع شرایط اقلیمی متفاوت و حضور احتمالی شیمیوتایپ‌های مختلف گیاه *A.annua* در مناطق جغرافیایی مختلف به گزارش‌های متفاوتی از نوع و مقدار ترکیبات شیمیایی اسانس در این گیاه منجر می‌شود. برای مثال ترکیبات اصلی اسانس گیاه *A.annua* بومی بلغارستان (که در یک منطقهٔ جغرافیایی و شرایط اقلیمی متفاوت از منطقهٔ جغرافیایی و شرایط اقلیمی کشور ایران قرار دارند) شامل کاریوفیلن (۲۴/۷ درصد)، آلفاکوبن (۱۳/۵ درصد)، آلفاکوپائن (۷/۴ درصد)، آلفاسلینن (۸/۲ درصد)، آرتمیزیاکتون (۸/۵ درصد)، کامفور (۳/۶ درصد)، آلفا المن (۳/۴ درصد)، است (Tzenkova *et al*, 2010). این ترکیبات در مقایسه با ترکیبات اصلی شناسایی‌شده در پژوهش حاضر هم از لحاظ نوع ترکیبات و هم از لحاظ مقدار تفاوت زیادی دارند. درحالی‌که ترکیبات اصلی گیاه *A.annua* از ایران شامل کامفور (۴/۳ـ۲۹/۱ درصد)، آلفاپینن (۷/۹ـ۱۳/۳ درصد)، ۱،۸-سینئول (۵/۸ـ۱۷/۳ درصد)، آرتمیزیاکتون (۱/۴ـ۶/۹۷ درصد)، پینوکارون (۳/۶ـ۸/۰ درصد)، بتاکاریوفیلن (۳/۴ـ۹/۴ درصد)، جرماکرن دی (۳/۱ـ۶/۳ درصد) و بتاسلینن (۵/۰ـ۱۰/۴ درصد) است (Lari yazdi *et al*., 2001). این ترکیبات در مقایسه با ترکیبات اصلی در پژوهش حاضر شباهت بیشتری دارند. البته باید توجه داشت که تفاوت‌های اقلیمی و محیطی در یک منطقهٔ جغرافیایی نیز می‌تواند سبب تنوع در ترکیبات و مقادیر آن‌ها در جمعیت‌های مختلف شود.

بررسی ترکیبات شیمیایی اسانس سرشاخه‌های گیاه *A.annua* نشان داد که منوترپن‌ها قسمت عمدهٔ ترکیبات شناسایی‌شدهٔ اسانس را تشکیل می‌دهند و سزکوئی‌ترپن‌ها سهم کمتری داشتند. مقدار منوترپن‌ها از مرحلهٔ رویشی به سمت مرحلهٔ گل‌دهی افزایش یافت، درحالی‌که مقدار سزکوئی‌ترپن‌ها از مرحلهٔ رویشی به سمت مرحلهٔ گل‌دهی کاهش یافت. Verdianrizi (2008) نیز منوترپن‌ها را ترکیبات عمده در اسانس اندام‌های هوایی در مراحل قبل از گل‌دهی (۶۹/۹۶ درصد)، مرحلهٔ گل‌دهی (۷۲/۴۴ درصد) و مرحلهٔ پس از گل‌دهی (۷۰/۹ درصد) گزارش کردند. همان گونه که مشاهده می‌شود در این گزارش نیز بیشترین مقدار منوترپن‌ها در مرحلهٔ گل‌دهی رخ داد. احتمالاً سزکوئی‌ترپن‌ها در مرحلهٔ گل‌دهی تجزیه و به منوترپن‌ها و سایر مواد تبدیل شده‌اند.

حضور ترکیبات ارزشمند همچون کامفور، کامفن، ۱،۸- سینئول، آلفاپینن با درصد بالا در اسانس گیاه *A.annua* ما را به سمت استفاده از اسانس این گیاه در صنعت عطرسازی و داروسازی رهنمون می‌سازد. کامفور یک ترکیب آنتی‌سپتیک است و اثرات ضد میکروبی دارد و همچنین مقوی قلب است(Majruhi, 2008). ترکیبات آلفاپینن، ۱،۸- سینئول و کامفن در صنعت عطرسازی استفاده می‌شوند. از سوی دیگر ترکیب آلفاپینن در ساخت حشره‌کش‌ها، ۱،۸-سینئول در داروسازی به‌منزلهٔ خلط‌آور، بی‌حس‌کننده و کاهندهٔ فشارخون استفاده می‌شوند (Kiarostami *et al*.,2009).

به‌طورکلی، نتایج تفاوت چندانی را در نوع ترکیبات

اصلی در مراحل مختلف رشد نشان نداد، اما درصد این ترکیبات در مراحل مختلف رشد متفاوت بود. بنابراین، می‌توان با توجه به ترکیب مورد نظر و درصد آن در مراحل مختلف رشد و همچنین مقدار اسانس در مراحل مختلف رشد، زمان برداشت گیاه *A.annua* را انتخاب کرد. از آنجا که بیشترین مقدار اسانس در مرحلهٔ گل‌دهی کامل با فاصلهٔ معنادار از مراحل قبل رخ داده است، می‌توان گفت بهترین زمان برای برداشت این گیاه برای استفاده از اسانس، مرحلهٔ گل‌دهی کامل است.

سپاسگزاری

از همکاری و مساعدت گروه فارماکوگنوزی پژوهشکدهٔ گیاهان دارویی و مرکز ملی ذخایر ژنتیک (جهاد دانشگاهی) تشکر و قدردانی می‌گردد.

REFERENCES

1. Adams, R.P. (1995). Identification of essential oil components by Gas chromatography and mass spectroscopy. Allured: carol stream, IL.
2. Asghari, A. & Razban Haghighi, A. (1999). Classification of Artemisia species for resistance to salinity. *Fifth Congress of agronomy and plant breeding in Iran*, Karaj, 259.
3. Bagchi, G.D., Haider, F., Dwivedi, P.D., Singh, A. & Naqvi, A.A. (2003). Essential oil constituents of Artemisia annua during different growth periods at monsoon conditions of subtropical north Indian plains. *Journal of Essential Oil Research*, 15, 248-250.
4. Behakuni, R.S., Jain, D.C., sharma, R.P. & Kumar, S. (2001). Secondary metabolite of *Artemisia annua* and biological activity. *Current Science*, 80, 1 - 10.
5. Bertea, C.M., Voster, A., Verstappen, F.W.A., Maffei, M., Beekwilder, J. & Harro, J.B. (2006). Isopernoid biosynthesis in *Artemisia annua*: cloning and hetrologous expression of a germacrene A synthase from a glandular trichome cDNA library. Biochemistry and Biophysics, 448, 3-12.
6. Cafferata, L.F.R., Gatti, W.O. & Mijailosky, S. (2010). Secondary gaseous metabolites analyses of wild *Artemisia annua* L. *Molecular Medicinal Chemistry*, 21, 48-52.
7. Charles, D.J., cebert, E. & Simon, J.E. (1991). Characterization of the essential oil of *Artemisia annua* L. *Journal of Essential oil Research*, 3, 33-39.
8. Goel, D., Singh, V., Ali, M., Mallavarupa, G.R. & Kumar, S. 2007. Essential oils of petal, leaf and stem of the antimalarial plant *Artemisia annua*. *Journal of Natural Medicine*, 61, 187-191.
9. Gupta, SK., Singh, P., Bajpai, P., Ram, G., singh , D., Gupta, M., Dharm, C.J. & khanuja , S.P. (2002). Morphogenetic variation artemisinin and volatile oil in *Artemisia annua*. Industrial crops and products, 16, 217-224.
10. Hethelyi, I., Ceseko, I., Grosz, M., Mark, G. & Palinkas, J. (1994). Capillary gas chromatographic investigation of *Artemisia annua* L. *Oil Olaj Szappan Kozmet*, 43(3), 103-106.
11. Kiarostami, KH., Bahrami, M., Talebpour, Z., Nazem bokaii, Z., Khanavi, M., Haji Akhondi, A. (2009). Study of seasonal variation in essential oil of *Rosmarinus officinalis* L. *Medicinal Plant Journal*, 32, 84-90.
12. Lari Yazdi, H., Khavari Nejad, R. & Rustaian, A. (2001). Identification of essential oil composition of *Artemisia annua* collected from North reagions of Iran. *Medicinal Plants Journal*, 1, 39-46.
13. Majruhi, A.A. (2008). Study of variation in quantity and quality of the essential oil of *Zhumeria majdae Rech. F* at different growth stages. *Medicinal Plant Journal*, 29, 107-113.
14. Ram, M., Gupta, M.M., Nagvi, A.A. & Kumar, S. (1997). Effect of planting time on the yield of essential oil and artemisinin in Artemisia annua under subtropical conditions. *Journal of Essential Oil Research*, 193-197.
15. Sharafi,A., Hashemi Sehi, H. & Kazemi Tabar, K. (2006). A review of tissue culture, regeneration and genetic transformation of *Artemisia annua. Medicinal Plants Journal*, 20, 1-10.
16. Simon, J. E., Charles, D., Cebert, E., Grant, L., Janick, J. & Whipkey, A. (1990). *Artemisia L.: a promising aromatic and medicinal*. In J. Janick and J. E. simon (eds.) Advances in New crops. Timber Press, Portland, Oregon, USA. PP. 522-526.
17. Tzenkova, R., kamenarska, Z., Droganov, A. & Atanassov, A. (2010). Composition of *Artemisia annua* L. Essential oil obtained from species growing wild in Bulgaria. *Biotechnol & Biotechnol*, 1833-1835.
18. Verdianrizi, M. R. (2008). Variation in the essential oil composition of *Artemisia annua* L. Of different growth stages cultivated in Iran. *African Journal of Plant Science*, 2(2), 016-018.
19. Wright, C.W. (2002). Artemisia. Taylor and Fransis, Publishe, New York.