به‌زراعی کشاورزی
دوره ۱۶ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۳
صفحه‌های ۷۹۴-۷۷۹

بررسی تغییرات کمی و کیفی اسانس هفت تودهٔ مرزهٔ سهندی (*Satureja sahendica* Bornm.) در شرایط زراعی

فاطمه سفیدکن[1*]، سیدرضا طبایی عقدایی[2]، میثم انصاری[3]، زهرا بهراد[4] و فاطمه عسگری[4]

۱. استاد، بخش گیاهان دارویی، مؤسسهٔ تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، پیکان‌شهر، ایران
۲. دانشیار، گروه تحقیقات زیست فناوری، مؤسسهٔ تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، پیکان‌شهر، ایران
۳. کارشناس ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، کرج، ایران
۴. کارشناس ارشد، بخش تحقیقات گیاهان دارویی، مؤسسهٔ تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، پیکان‌شهر، ایران

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۲/۰۵/۰۶ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۱۰/۰۹

چکیده

مرزهٔ سهندی (*Satureja sahendica* Bornm.) یک گونهٔ گیاهی انحصاری ایران است که در رویشگاه‌های طبیعی نواحی غرب و شمال غربی ایران پراکنش دارد. به‌منظور کشت و اهلی کردن و بررسی کمیت و کیفیت مواد مؤثرهٔ آن در حالت زراعی، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار طی سال‌های ۱۳۸۸-۹۹ به اجرا در آمد. ابتدا، بذر هفت توده از این گونه از رویشگاه‌های طبیعی استان آذربایجان شرقی و استان کردستان جمع‌آوری و در مزرعهٔ تحقیقاتی مؤسسهٔ جنگل‌ها و مراتع کشور کشت شد. سپس سرشاخه‌های گلدار آنها، طی سه سال متوالی پس از کشت در مرحلهٔ گلدهی کامل به روش تقطیر با آب اسانس‌گیری شدند. اسانس‌ها با استفاده از کروماتوگرافی گازی و گاز کروماتوگراف متصل به طیف‌سنج جرمی (GS-MS) و محاسبهٔ شاخص بازداری تجزیه و شناسایی شدند. براساس نتایج، اختلاف معناداری بین توده‌های مختلف از نظر بازده اسانس وجود داشت و توده‌های با منشأ کردستان از بازده اسانس بیشتری برخوردار بودند. بیشترین بازده اسانس نیز، به‌جز برای یک توده با منشأ کردستان، از گیاهان یکساله به‌دست آمد. ترکیب‌های عمدهٔ اسانس در تمامی توده‌های ژنتیکی، تیمول، پاراسیمن و گاماترپینن بودند. بیشترین مقدار تیمول در سال دوم مشاهده شد و تقریباً تمام توده‌ها در سال دوم از کیفیت اسانس بهتری نسبت به سال‌های اول و سوم برخوردار بودند. مقدار گاماترپینن در همهٔ نمونه‌های اسانس در سال دوم نسبت به سال اول کاهش و دوباره در سال سوم افزایش یافت. مقدار پاراسیمن در سه سال مورد بررسی، روند یکسانی نشان نداد. به‌طور کلی، گیاهان یکساله بازده اسانس بیشتر و گیاهان دوساله کیفیت اسانس بهتری داشتند.

کلیدواژه‌ها: اسانس، توده، تیمول، گاماترپینن، مرزهٔ سهندی.

* نویسنده مسئول Email:Sefidkon@rifr-ac.ir

۱. مقدمه

مرزهٔ سهندی[1] گیاهی متعلق به تیرهٔ نعناعیان، چندساله، به ارتفاع ۱۲ تا ۲۵ سانتی‌متر با برگ‌های متراکم، پوشیده از کرک‌های ساده است که گل‌های آن سفید یا صورتی مایل به بنفش است [۱]. این گیاه که یکی از گونه‌های انحصاری ایران است، اغلب در ارتفاعات ۱۳۰۰ تا ۱۵۰۰ متری از سطح دریا در نواحی شمال غربی و غرب ایران پراکنش دارد و فصل گلدهی آن بسته به شرایط اقلیمی منطقه اواخر تابستان یا اوایل پاییز است [۱، ۱۹]. اندام هوایی مرزهٔ سهندی حاوی اسانس است [۱۹] که به‌صورت زردرنگ و بازده اسانس آن در حدود ۱/۵–۲/۸۸ درصد است [۲۷]. همچنین، ۳۹ ترکیب در اسانس نمونه‌های این گونه از رویشگاه‌های مختلف شناسایی شده که ترکیب عمدهٔ آنها تیمول (۱۹/۶–۴۱/۷ درصد)، پاراسیمن (۳۲/۵–۵۴/۹ درصد) و گاماترپینن (۱–۱۲/۸ درصد) بوده است [۲۷]. مقدار اسانس گل و محور گل و همچنین برگ و محور ساقهٔ مرزهٔ سهندی جمع‌آوری‌شده از طبیعت به‌ترتیب ۱/۶۶ و ۱/۵ درصد گزارش شد که تیمول، گاماترپینن، پاراسیمن از ترکیب‌های اصلی اسانس بودند و نیز اعلام داشته‌اند که اسانس این گونه می‌تواند جایگزین آنتی‌اکسیدن‌های مصنوعی شود [۴].

گونه‌های مختلف مرزه از نظر مقدار اسانس و نوع ترکیب‌های تشکیل‌دهنده تنوع زیادی دارند و عوامل مختلفی بر میزان و نوع ترکیب‌های تشکیل‌دهندهٔ اسانس این گیاه مؤثر است که از میان آنها می‌توان به وضعیت اکولوژی محل رویش و زمان برداشت (قبل از گلدهی، زمان گلدهی و بعد از گلدهی) اشاره کرد که بر کمیت و کیفیت مواد مؤثرهٔ گیاه مذکور مؤثر است. ترکیب‌های عمدهٔ تشکیل‌دهندهٔ اسانس گونه‌های دارویی مرزه، اغلب فنل‌های تیمول و کارواکرول و همچنین مونوترپن‌های پاراسیمن و گاماترپینن و برخی ترپنوئیدهای دیگر هستند. درصد این ترکیب‌ها در گونه‌های مختلف مرزه متفاوت است [۳، ۱۱، ۱۵، ۲۰، ۲۶، ۲۹– ۳۱].

تحقیقات در مورد بازده اسانس اندام‌های هوایی مرزهٔ سهندی در مراحل ابتدای گلدهی، گلدهی کامل و اواخر گلدهی در منطقهٔ الموت قزوین نشان داد که بیشترین بازده اسانس (۳/۳۰ درصد) در اوایل گلدهی و کمترین مقدار اسانس (۲/۲۸ درصد) در اواخر گلدهی به‌دست آمد. بیشترین مقدار تیمول (۳۴/۶ درصد) در اسانس نیز در اوایل گلدهی مشاهده شد [۲۳].

نتایج تحقیقات قبلی نشان داده است که اهلی کردن و کشت گیاهان موجب تغییراتی در مقدار اسانس و درصد اجزای تشکیل‌دهندهٔ آن می‌شود که می‌تواند به بهبود یا کاهش کمیت و کیفیت اسانس بینجامد. در تحقیقاتی، اسانس گونهٔ مرزهٔ تابستانه از ۲۰ منطقهٔ مختلف ترکیه ارزیابی شد. تمام اسانس‌های تهیه‌شده در شرایط مزرعه دارای کارواکرول بالا (۴۲ تا ۶۳ درصد) بودند و کارواکرول نیز ترکیب غالب اسانس بود، درحالی‌که در اسانس حاصل از رویشگاه‌های طبیعی نواحی غربی ترکیه، تیمول ترکیب غالب اسانس را تشکیل داده بود. البته یک استثنا بین نمونه‌های کشت‌شده مشاهده شد که درصد کارواکرول و تیمول در اسانس آن یکسان بودند [۱۰].

تحقیقات در مورد نمونه‌های کاشته‌شدهٔ مرزهٔ تابستانه در ایران (کرج) نشان می‌دهد که در آنها نمونه‌هایی با کارواکرول و گاماترپینن بالا [۳] و نمونه‌هایی با تیمول، کارواکرول و آلفاترپینن بالا [۶] وجود دارند. در مورد شناسایی ترکیبات اسانس گونهٔ *S. khuzistanica* Jamzad که یکی از گونه‌های انحصاری مرزه در ایران است، مشخص شد که در نمونه‌های زراعی حدود ۸۰ و در نمونه‌های رویشگاهی تا ۹۳ درصد کارواکرول وجود دارد [۸]. بازده اسانس مرزهٔ بختیاری در شرایط زراعی و

1. *Satureja sahendica* Bornm.

جمع‌آوری‌شده از رویشگاه‌های طبیعی، در مرحلهٔ گلدهی کامل، به‌ترتیب ۲/۱ و ۱/۱ درصد بود. همچنین مقدار کارواکرول در اسانس نمونهٔ زراعی و رویشگاهی به‌ترتیب ۶۲/۳ و ۲۵/۸ درصد بود. البته نمونهٔ وحشی از شهرکرد جمع‌آوری شده و نمونهٔ کشت‌شده در اطراف خرم‌آباد بوده است که شرایط اقلیمی متفاوتی با هم دارند [۸].

با توجه به اهمیت کشت و اهلی کردن گونه‌های دارویی بومی و انحصاری با ارزش افزودهٔ بالا و نتایج تحقیقات قبلی در مورد گونه‌های دارویی از جمله برخی گونه‌های مرزه که بیانگر تفاوت در اسانس نمونه‌های زراعی با نمونه‌های رویشگاهی است، هدف از پژوهش حاضر، بررسی کشت توده‌های ژنتیکی مختلف مرزهٔ سهندی در شرایط آب‌وهوایی تهران و مقایسهٔ کمی و کیفی اسانس این توده‌ها در سه سال متوالی پس از کشت بود.

۲. مواد و روش‌ها

۲. ۱. جمع‌آوری بذر و کشت گیاهان

این آزمایش با هدف بررسی کمی و کیفی اسانس مرزهٔ سهندی در حالت زراعی، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و ۲۵ بوته در هر تکرار طی سال‌های زراعی ۱۳۸۸-۹۱ به اجرا درآمد. به‌منظور اجرای آزمایش بذر هفت توده از مرزهٔ سهندی از رویشگاه‌های مختلف آنها شامل سه نمونه در آذربایجان شرقی (۷۷ae، ۸۸ae و ۳۹۹۳ae) و چهار نمونه در کردستان (۹۹kd، ۱۰۰۱kd، ۱۱۱۱kd و ۱۲۲۱kd) جمع‌آوری و در مزرعهٔ تحقیقاتی در مؤسسهٔ تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور واقع در ۱۵ کیلومتری غربی تهران با طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۱۰ دقیقهٔ شرقی، عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۴ دقیقهٔ شمالی و ارتفاع ۱۳۲۰ متر از سطح دریا، با خاک لومی شنی، دارای اسیدیتهٔ ۷/۸ و هدایت الکتریکی ۱/۲۹ دسی-زیمنس بر متر کشت شدند. در جدول ۱ مشخصات خاک محل اجرای طرح آورده شده است. خصوصیات آب‌وهوایی منطقهٔ چیتگر (نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی به محل اجرای پروژه)، در یک دورهٔ ۱۰ ساله (۱۳۷۵-۸۴) براساس اعلام سازمان هواشناسی ایران به شرح میانگین دمای سالانهٔ ۱۸/۶ درجهٔ سانتی‌گراد و میانگین سالیانهٔ بارندگی بین ۱۶ تا ۴۳ میلی‌متر بوده است.

جدول ۱. خصوصیات خاک محل اجرای طرح

نیتروژن کل (٪)	۰/۰۵
پتاسیم قابل جذب (ppm)	۳۱۰
فسفر قابل جذب (ppm)	۶/۴
کربن آلی (٪)	۰/۴۷
اسیدیته	۷/۸
هدایت الکتریکی (ds/m)	۱/۲۹
بافت خاک	لومی - شنی
شن (٪)	۶۰
رس (٪)	۱۶
سیلت (٪)	۲۴
آهن (mg/Kg)	۷/۶
روی (mg/Kg)	۱/۲
مس (mg/Kg)	۰/۹۹
منگنز (mg/Kg)	۶/۲

تأیید نمونه‌های بذری از نظر جنس و گونه در هرباریوم مؤسسهٔ تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور صورت گرفت. بذرها در سینی‌های نشایی حاوی پیت، پرلیت و کوکوپیت در گلخانه کشت شدند. سپس عمل آبیاری گیاهچه‌ها و وجین علف‌های هرز به‌صورت مرتب انجام گرفت و گیاهچه‌های سالم به گلدان‌های پلاستیکی منتقل شدند و به‌منظور سازگار کردن با محیط بیرون گیاهچه‌های ۸-۱۰برگی به خارج از گلخانه انتقال یافتند. بعد از

سازگاری، گیاهچه‌های شانزده‌برگی به زمین اصلی انتقال یافتند و در کرت‌های آزمایشی با ابعاد ۵ x ۵ متر مربع با فواصل ۱x ۱ متر (روی ردیف و بین ردیف) کشت شدند. آبیاری، وجین و سله‌شکنی در طول اجرای آزمایش برحسب نیاز انجام گرفت.

۲. ۲. جمع‌آوری، خشک کردن و اسانس‌گیری

نمونه‌برداری از سرشاخه‌های مرزهٔ سهندی در مرحلهٔ گلدهی کامل، در اوایل فصل تابستان در سال‌های زراعی ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۱ انجام گرفت (شایان ذکر است که کشت این گیاهان در شرایط آب‌وهوایی تهران، موجب شد که زمان گلدهی آنها که در طبیعت اواخر تابستان و اوایل پاییز است، به اواخر بهار و اوایل تابستان منتقل شود). برای هر توده از هر سه تکرار کشت‌شده، به‌صورت مجزا، نمونه‌برداری، در مرحلهٔ اوج گلدهی (در یک چین) انجام گرفت. نمونه‌ها در محیط آزمایشگاه و در سایه در دمای ۲۰ تا ۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد خشک شدند. سپس ۵۰-۸۰ گرم از گیاهان هر تکرار خرد شده و به روش تقطیر با آب، به‌مدت ۲/۵ ساعت مورد اسانس‌گیری قرار گرفت. اسانس ها توسط سولفات سدیم رطوبت‌زدایی شد و بازده اسانس ها نسبت به وزن خشک تعیین شد. اسانس‌های حاصل از سه تکرار هر توده مخلوط شده و تا زمان تزریق به دستگاه گاز کروماتوگرافی[1] در یخچال در دمای چهار درجهٔ سانتی‌گراد نگهداری شدند. برای تعیین رطوبت گیاه در زمان اسانس‌گیری مقدار پنج گرم از گیاه در آون، دمای ۵۰ درجهٔ سانتی‌گراد، به‌مدت ۲۴ ساعت قرار گرفت و پس از رسیدن به وزن ثابت مقدار و درصد رطوبت آن محاسبه شد.

1. GC

۲. ۳. تجزیهٔ اسانس و شناسایی ترکیب‌های تشکیل‌دهنده

پس از تزریق نمونه‌های اسانس به دستگاه گازکروماتوگراف و یافتن مناسب‌ترین برنامه‌ریزی حرارتی ستون، برای دستیابی به بهترین جداسازی، اسانس‌های حاصل با دی‌کلرومتان رقیق شده و به دستگاه گازکروماتوگراف متصل به طیف‌سنج جرمی[2] تزریق شد و طیف‌های جرمی و کروماتوگرام‌های مربوط به‌دست آمد. سپس با استفاده از زمان بازداری، شاخص بازداری، مطالعهٔ طیف‌های جرمی و مقایسه با ترکیب‌های استاندارد و استفاده از اطلاعات موجود در نرم‌افزار[3] ساتورن ترکیب های تشکیل‌دهندهٔ اسانس‌ها، مورد شناسایی کمی و کیفی قرار گرفت [۷، ۲۸]. برای محاسبهٔ اندیس‌های بازداری از تزریق هیدروکربن‌های نرمال ۹ تا ۲۳ کربنه در شرایط برنامه‌ریزی حرارتی (مشابه با تزریق نمونه) استفاده شد.

محاسبات کمی (تعیین درصد هر ترکیب) به‌کمک داده‌پرداز کروماتپک[4] – R3A به‌روش نرمال کردن سطح[5] و نادیده گرفتن ضرایب پاسخ[6] مربوط به طیف‌ها انجام گرفت.

۲. ۴. مشخصات دستگاه گاز کروماتوگرافی (GC)

کروماتوگراف گازی مدل شیمادزو[7]–9A مجهز به دتکتور F.I.D (یونیزاسیون شعلهٔ هیدروژن) و داده‌پرداز کروماتپک استفاده شد. ستون دستگاه DB–5 به طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۲۵ میکرون و ضخامت لایهٔ فاز ساکن برابر ۰/۲۵ میکرون بود. سرعت جریان گاز حامل هلیوم ۲۲/۷ سانتی‌متر بر ثانیه بود. دمای محفظهٔ تزریق ۲۶۵ درجهٔ

2. GS-MS
3. SATURN
4. Chromatepac
5. Area normalization method
6. Response factors
7. Shimadzu

سانتی‌گراد، و برنامه‌ریزی حرارتی ستون از دمای اولیهٔ ۵۰ تا دمای نهایی ۲۵۰ درجهٔ سانتی‌گراد بود که در هر دقیقه ۴ درجهٔ سانتی‌گراد به آن افزوده شد. دمای آشکارساز ۲۷۰ درجهٔ سانتی‌گراد تنظیم شد.

۲. ۵. مشخصات دستگاه گاز کروماتوگرافی متصل به طیف‌سنج جرمی (GC/MS)

کروماتوگراف گازی واریان -۳۴۰۰[1] متصل‌شده با طیف‌سنج جرمی، ستون مشابه با ستون به‌کاررفته در دستگاه GC بود. آشکارساز[2] از حامل هلیوم، سرعت جریان گاز حامل ۵۰ میلی‌لیتر بر دقیقه و انرژی یونیزاسیون در طیف‌سنج جرمی معادل ۷۰ الکترون ولت بود. برنامهٔ حرارتی ستون از ۴۰ تا ۲۲۰ درجهٔ سانتی‌گراد با سرعت ۴ درجهٔ سانتی‌گراد بر دقیقه تنظیم شد. دمای محفظهٔ تزریق ۲۳۰ درجهٔ سانتی‌گراد بود.

۲. ۶. تجزیهٔ آماری

داده‌های حاصل از تحقیق حاضر، با استفاده از نرم‌افزار اکسل[3] ثبت شد و تجزیهٔ واریانس با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SAS و مینی‌تب[4] انجام گرفت. همچنین، میانگین بازده اسانس توده‌ها به تفکیک سال و نیز میانگین سه سال به‌روش دانکن مقایسه شد.

۳. نتایج و بحث

براساس نتایج تجزیهٔ واریانس بازده اسانس به تفکیک سال، توده‌های مختلف مرزهٔ سهندی اختلاف معناداری را در هر یک از سال‌های اجرای آزمایش نشان دادند. نتایج تجزیهٔ واریانس مرکب بازده اسانس نیز نشان داد بین توده‌های مختلف از نظر بازده اسانس اختلاف بسیار معنادار وجود داشت. تأثیر سال نیز بر بازده اسانس معنادار بود و توده و سال نیز اثر متقابل معناداری نشان دادند.

مقایسهٔ میانگین سه‌سالهٔ بازده اسانس توده‌های مختلف نشان داد که مقدار اسانس توده‌های ۹۹kd، ۱۰۰۱kd و ۱۱۱۱kd دارای اختلاف معنادار با سایر توده‌هاست (جدول ۲). این موضوع ممکن است ناشی از تأثیر درازمدت شرایط اقلیمی بر این توده‌ها باشد.

مقایسهٔ بازده اسانس در سال‌های مختلف نشان داد به‌جز تودهٔ ۱۰۰۱kd بیشترین بازده اسانس برای سایر توده‌ها در سال اول به‌دست آمد. در سال دوم بازده اسانس همهٔ توده‌ها مقداری کاهش یافت. در سال سوم بازده اسانس برخی توده‌ها مانند تودهٔ ۷۷ae، ۸۸ae، ۱۰۰۱kd و ۱۱۱۱kd افزایش نشان داد که این افزایش برای تودهٔ ۱۰۰۱kd (منشأ کردستان) قابل ملاحظه بود، ولی مقدار اسانس همچنان از سال اول کمتر بود. توده‌های ۹۹kd، ۱۲۲۱kd و ۳۹۹۳ae در سال سوم بازده اسانس کمتری نسبت به سال دوم داشتند (جدول ۲).

در تحقیقات قبلی، بازده اسانس سرشاخهٔ گلدار مرزهٔ سهندی در نمونه‌های جمع‌آوری‌شده از رویشگاه‌های طبیعی بین ۱/۵ تا ۲/۸۸ و در نمونهٔ کشت‌شده در قزوین بین ۲/۲۸ تا ۳/۳ درصد گزارش شده است [۴، ۲۳، ۲۷]. بازده اسانس نمونه‌های مختلف مرزهٔ سهندی کاشته‌شده در این تحقیق از ۰/۸۹ درصد (برای گیاه سه‌ساله تودهٔ ۱۲۲۱kd) تا ۲/۴۴ درصد (برای گیاه سه‌ساله تودهٔ ۱۰۰۱kd) متغیر بود. بازده اسانس در توده‌های مختلف مرزهٔ سهندی متفاوت بود و تغییرات بازده اسانس در توده‌های ژنتیکی این گونه از روند یکسانی پیروی نمی‌کنند. بیشترین بازده اسانس نیز از تودهٔ ۱۰۰۱kd در مقایسه با سایر توده‌های ژنتیکی مورد بررسی به‌دست آمد.

1. Varian-3400.
2. Ion Trap
3. Excel
4. MINITAB

جدول ۲. مقایسهٔ میانگین بازده اسانس در توده‌های مرزهٔ سهندی (*Satureja sahendica*) به‌تفکیک سال و میانگین سه سال

توده*	بازده اسانس (٪)			میانگین
	سال اول	سال دوم	سال سوم	
۷۷ae	۱/۶۲^{abc}	۰/۹۰^{c}	۱/۵۱^{bcd}	۱/۳۴^{b}
۸۸ae	۱/۳۴^{bc}	۰/۸۷^{c}	۱/۱۷^{cde}	۱/۱۳^{b}
۹۹kd	۲/۴۸^{a}	۱/۹۱^{a}	۱/۶۸^{bc}	۲/۰۲^{a}
۱۰۰۱kd	۲/۱۹^{ab}	۱/۳۰^{bc}	۲/۴۴^{a}	۱/۹۸^{a}
۱۱۱۱kd	۲/۱۵^{ab}	۱/۵۴^{ab}	۱/۷۹^{b}	۱/۸۳^{a}
۱۲۲۱kd	۱/۵۹^{abc}	۱/۱۵^{bc}	۰/۸۲^{e}	۱/۱۹^{b}
۳۹۹۳ae	۱/۰۸^{c}	۱/۱۷^{bc}	۱/۰۲^{ed}	۱/۰۹^{b}
میانگین	۱/۷۸	۱/۲۶	۱/۴۹	۱/۵۱

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت معناداری ندارند.

مواد مؤثرهٔ گیاهان دارویی تحت تأثیر عوامل مختلفی هستند و با کشت آنها در محیط یکسان و حذف تنوع شرایط اقلیمی، اختلافات مشاهده‌شده بین توده‌ها ممکن است ناشی از تفاوت‌های ژنتیکی باشد. همچنین اختلافات بین مقدار اسانس گیاهان یکساله، دوساله و سه‌ساله از توده‌های مختلف مرزهٔ سهندی، که برای اولین بار در شرایط اقلیمی متفاوت با رویشگاه کشت شده است، نشان از روند سازگاری با محیط جدید دارد.

نتایج حاصل از شناسایی اجزای اسانس توده‌ها در سال‌های اول و دوم و سوم پس از کشت در جدول‌های ۳ تا ۹ نشان داده شده است. اجزای اصلی اسانس در تمام توده‌ها تیمول، پارا- سیمن و گاما -ترپینن بود.

در اسانس تودهٔ ۷۷ae در سال‌های اول، دوم و سوم پس از کشت به‌ترتیب ۱۶، ۱۰ و ۱۲ ترکیب شناسایی شد که به‌ترتیب ۹۸/۸ درصد، ۹۸/۴ و ۹۶/۶ درصد از اسانس را تشکیل می‌دادند (جدول ۳).

ضمن تغییر میزان اجزای اصلی اسانس در سال‌های مختلف پس از کشت، تغییراتی در اجزای غیرعمده هم مشاهده می‌شود. ترکیباتی نظیر آلفا-توجن، کامفن و میرسن فقط در اسانس حاصل از سال اول قابل تشخیص بوده‌اند. در اسانس همین توده در سال سوم اجزایی مثل لیمونن، بورنئول، ترپینن-۴-اول و آلفا-ترپینئول وجود داشت که در سال‌های اول و دوم مشاهده نشد. مقدار پارا-سیمن و تیمول در سال دوم پس از کشت افزایش و مقدار گاماترپینن کاهش یافت. پاراسیمن و گاماترپینن پیش‌ماده‌های بیوسنتز ترکیب‌های فنلی تیمول و کارواکرول، هستند. به‌نظر می‌رسد در سال دوم بخشی از گاما-ترپینن به تیمول تبدیل شده است. در سال سوم مجدداً مقادیر تیمول و پاراسیمن کاسته شده است. البته این کاهش برای تیمول حدود ۲۰ و برای پاراسیمن حدود ۴ درصد بوده است. افزایش بیش از ۴۰ درصدی مقدار گاماترپینن و کاهش مقدار ترکیب فنلی تیمول در اسانس گیاه سه‌ساله نشان‌دهندهٔ افت کیفیت اسانس نسبت به گیاه دوساله است.

در اسانس تودهٔ ۸۸ae در سال‌های اول، دوم و سوم پس از کشت به‌ترتیب ۱۴، ۱۳ و ۱۵ ترکیب یافت شد که به‌ترتیب ۹۵/۸، ۹۸/۴ و ۹۷/۶ درصد از اسانس را تشکیل می‌دهند. عمده‌ترین اجزای اسانس در این تودهٔ ژنتیکی تیمول، پاراسیمن و گاماترپینن بودند (جدول ۴).

جدول ۳. مقایسهٔ مقدار ترکیب‌های اسانس تودهٔ ۷۷ae از گونهٔ مرزهٔ سهندی (*Satureja sahendica*) در سال‌های مختلف پس از کشت

ردیف	نام ترکیب	شاخص بازداری	درصد توده		
			۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱
۱	α-thujene	۹۲۶	۱/۵	-	-
۲	α-pinene	۹۳۷	۱/۱	۰/۱	-
۳	camphene	۹۵۰	۰/۱	-	-
۴	β-pinene	۹۸۴	۰/۲	۰/۹	۱/۴
۵	myrcene	۹۸۹	۲/۹	-	-
۶	α-phellandrene	۱۰۰۲	۰/۴	۰/۳	-
۷	α-terpinene	۱۰۱۳	۴/۵	۰/۹	۱/۲
۸	p-cymene	۱۰۲۱	۲۲/۶	۳۱/۲	۲۹/۹
۹	limonene	۱۰۲۶	-	-	۰/۵
۱۰	E-β-ocimene	۱۰۴۷	۰/۱	-	-
۱۱	γ-terpinene	۱۰۵۸	۲۴/۲	۱۳/۳	۱۹/۵
۱۲	p-mentha-3,8-diene	۱۰۷۱	۰/۵	-	۰/۳
۱۳	n-nonanal	۱۰۹۹	۰/۱	۰/۲	-
۱۴	borneol	۱۱۶۵	-	-	۰/۲
۱۵	terpinene-4-ol	۱۱۷۵	-	-	۰/۷
۱۶	α-terpineol	۱۱۸۷	-	-	۰/۴
۱۷	thymol	۱۲۹۰	۳۹/۳	۴۶/۷	۳۷/۵
۱۸	carvacrol	۱۲۹۵	۰/۵	۴/۰	۴/۸
۱۹	Z-caryophyllene	۱۴۰۸	۰/۷	۰/۳	-
۲۰	E-caryophyllene	۱۴۱۷	۰/۱	-	۰/۲
	مجموع	_	۹۸/۸	۹۸/۴	۹۶/۶

علاوه بر تغییر در میزان ترکیب‌های عمدهٔ اسانس در سال‌های مختلف، در اسانس تودهٔ ۸۸ae نیز در سال اول ترکیب‌هایی مثل آلفا-توجون و میرسن یافت شد که در اسانس گیاهان دوساله و سه‌ساله وجود نداشت. ترکیب‌های دیگر مانند نونانال تنها در سال دوم و لیمونن فقط در اسانس سال سوم مشاهده شد. در سال دوم پس از کشت مقدار تیمول افزایش و گاماترپینن کاهش یافت. برای تودهٔ ۷۷ae نیز این روند تغییرات برای این دو ترکیب دیده شد. ولی افزایش مقدار پاراسیمن چشمگیر نیست. براساس نتایج، برای تودهٔ ۷۷ae نیز اسانس گیاه دوساله کیفیت بهتری داشت.

جدول ۴. مقایسهٔ مقدار ترکیب‌های اسانس در تودهٔ ۸۸ae گونهٔ مرزهٔ سهندی (*Satureja sahendica*) در سال‌های مختلف پس ازکشت

ردیف	نام ترکیب	شاخص بازداری	درصد توده		
			۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱
۱	α-thujene	۹۲۶	۱/۴	-	-
۲	α-pinene	۹۳۷	۰/۸	۰/۳	۰/۵
۳	camphene	۹۵۰	-	-	۰/۲
۴	β-pinene	۹۸۴	۰/۲	۱/۰	۱/۴
۵	myrcene	۹۸۹	۲/۳	-	-
۶	α-phellandrene	۱۰۰۲	۰/۳	۰/۳	-
۷	α-terpinene	۱۰۱۳	۲/۸	۰/۹	۱/۵
۸	p-cymene	۱۰۲۱	۳۷/۰	۳۸/۳	۴۳/۱
۹	limonene	۱۰۲۶	-	-	۰/۷
۱۰	γ-terpinene	۱۰۵۸	۱۹/۹	۱۱/۹	۲۱/۴
۱۱	p-mentha-3,8-diene	۱۰۷۱	۰/۵	۰/۲	۰/۳
۱۲	terpinolene	۱۰۸۰	-	۰/۴	۰/۵
۱۳	n-nonanal	۱۱۰۰	-	۰/۲	-
۱۴	terpinen-4-ol	۱۱۷۵	-	-	۰/۵
۱۵	α-terpineol	۱۱۸۷	-	-	۰/۴
۱۶	thymol	۱۲۹۰	۲۸/۵	۴۱/۸	۲۵/۱
۱۷	carvacrol	۱۲۹۵	۱/۱	۲/۸	۱/۴
۱۸	Z-caryophyllene	۱۴۰۸	۰/۷	۰/۲	-
۱۹	E-caryophyllene	۱۴۱۷	-	۰/۱	۰/۲
۲۰	spathulenol	۱۵۷۵	۰/۲	-	۰/۴
۲۱	caryophyllene oxide	۱۵۸۰	۰/۱	-	-
	مجموع	–	۹۵/۸	۹۸/۴	۹۷/۶

در تودهٔ ۹۹kd در سال‌های اول، دوم و سوم پس ازکشت به‌ترتیب ۱۸، ۱۱ و ۱۴ ترکیب یافت شد که به‌ترتیب ۹۹/۴، ۹۷/۷ و ۹۶/۹ درصد از اسانس را تشکیل دادند. ترکیب‌های اصلی در همهٔ اسانس‌ها شامل تیمول، پاراسیمن و گاماترپینن بودند (جدول ۵).

جدول ۵. مقایسهٔ مقدار ترکیب‌های اسانس تودهٔ ۹۹kd گونهٔ مرزهٔ سهندی (*Satureja sahendica*) در سال‌های مختلف پس از کشت

ردیف	نام ترکیب	شاخص بازداری	درصد توده		
			۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱
۱	α-thujene	۹۲۶	۱/۱	-	-
۲	α-pinene	۹۳۷	۰/۹	۰/۳	-
۳	camphene	۹۵۰	۰/۲	-	-
۴	β-pinene	۹۸۴	۰/۲	۱/۱	۱/۵
۵	myrcene	۹۸۹	۲/۲	-	-
۶	α-phellandrene	۱۰۰۲	۰/۳	۰/۳	-
۷	α-terpinene	۱۰۱۳	۳/۳	۰/۸	۱/۰
۸	p-cymene	۱۰۲۱	۳۳/۱	۳۸/۶	۲۹/۸
۹	limonene	۱۰۲۶	-	-	۰/۶
۱۰	E-β-ocimene	۱۰۴۷	۱/۰	-	-
۱۱	γ-terpinene	۱۰۵۸	۲۶/۸	۹/۷	۱۶/۵
۱۲	p-mentha-3,8-diene	۱۰۷۱	۰/۵	-	۰/۳
۱۳	terpinolen	۱۰۸۰	-	۰/۳	۰/۷
۱۴	n-nonanal	۱۱۰۰	۰/۱	۰/۵	-
۱۵	borneol	۱۱۶۵	-	-	۰/۴
۱۶	terpinen-4-ol	۱۱۷۵	-	-	۰/۷
۱۷	α-terpineol	۱۱۸۷	-	-	۰/۴
۱۸	thymol	۱۲۹۰	۲۸/۰	۴۲/۷	۳۶/۵
۱۹	carvacrol	۱۲۹۵	۰/۴	۳/۱	۷/۹
۲۰	Z-caryophyllene	۱۴۰۸	۱/۰	۰/۳	-
۲۱	E-caryophyllene	۱۴۱۷	۰/۱	-	۰/۴
۲۲	spathulenol	۱۵۷۵	۰/۱	-	۰/۲
۲۳	caryophyllene oxide	۱۵۸۰	۰/۱	-	-
	مجموع	–	۹۹/۴	۹۷/۷	۹۶/۹

در اسانس تودهٔ ۹۹kd نیز مانند توده‌های قبلی علاوه بر تغییر در میزان ترکیب‌های اصلی در ترکیب‌های جزئی هم تفاوت‌هایی در اسانس گیاهان در هر سه سال زراعی مشاهده شد. در سال دوم زراعی مقدار تیمول و پاراسیمن افزایش و مقدار گاماترپینن کاهش یافت. روند تغییرات در تودهٔ ۷، ۸ و ۳۹ نیز مشابه تودهٔ ۹۹kd بود. البته میزان تیمول و پاراسیمن در سال دوم نسبت به سال اول به‌طور متوسط ۵۲ و ۱۶/۶ درصد افزایش نشان داد. درصد در سال سوم مجدداً از مقدار تیمول و پاراسیمن کاسته شده است، درصورتی‌که مقدار گاماترپینن افزایش یافته است. با توجه به وجود حدود ۸ درصد کارواکرول در اسانس گیاه سه‌ساله (که مجموع ترکیبات فنلی اسانس را به ۴۴/۵

درصد رسانده است) و نیز حدود ۳ درصد کارواکرول در اسانس گیاه دوساله (که مجموع ترکیبات فنلی اسانس را به ۴۵/۸ درصد رسانده است) می‌توان گفت کیفیت اسانس گیاه سه‌ساله و گیاه دوساله تودهٔ ۹۹kd در یک حد و بهتر از گیاه یکساله بوده است. برای سه تودهٔ قبلی اسانس گیاه دوساله کیفیت بهتری داشت.

در اسانس تودهٔ ۱۰۰۱kd در سال‌های اول، دوم و سوم زراعی به‌ترتیب ۱۶، ۱۲ و ۱۴ ترکیب یافت شد که به‌ترتیب ۹۹، ۹۷/۶ و ۹۶/۸ درصد از اسانس را تشکیل می‌دادند. اجزای اصلی در همهٔ اسانس‌ها تیمول، پاراسیمن و گاماترپینن بودند (جدول ۶).

جدول ۶. مقایسهٔ مقدار اجزای اسانس تودهٔ ۱۰۰۱kd گونهٔ مرزهٔ سهندی (*Satureja sahendica*) در سال‌های مختلف پس از کشت

ردیف	نام ترکیب	شاخص بازداری	درصد توده		
			۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱
۱	α-thujene	۹۲۶	۰/۹	-	-
۲	α-pinene	۹۳۷	۰/۵	۰/۲	۰/۴
۳	camphene	۹۵۰	-	-	-
۴	β-pinene	۹۸۴	۰/۱	۱/۰	۱/۴
۵	myrcene	۹۸۹	۱/۸	-	-
۶	α-phellandrene	۱۰۰۲	۰/۲	۰/۳	-
۷	α-terpinene	۱۰۱۳	۲/۲	۰/۸	۱/۱
۸	p-cymene	۱۰۲۱	۳۸/۰	۳۵/۳	۳۱/۱
۹	limonene	۱۰۲۶	-	-	۰/۳
۱۰	E-β-ocimene	۱۰۴۷	-	-	-
۱۱	γ-terpinene	۱۰۵۸	۱۶/۲	۹/۹	۱۴/۱
۱۲	p-mentha-3,8-diene	۱۰۷۱	۰/۳	-	۰/۴
۱۳	terpinolen	۱۰۸۰	-	۰/۳	۰/۶
۱۴	n-nonanal	۱۱۰۰	۰/۸	۰/۵	-
۱۵	borneol	۱۱۶۵	-	-	۰/۳
۱۶	terpinen-4-ol	۱۱۷۵	-	-	۱/۰
۱۷	α-terpineol	۱۱۸۷	-	-	۰/۵
۱۸	thymol	۱۲۹۰	۳۲/۷	۴۶/۵	۳۹/۱
۱۹	carvacrol	۱۲۹۵	۳/۰	۲/۲	۵/۷
۲۰	Z-caryophyllene	۱۴۰۸	۱/۹	۰/۵	-
۲۱	E-caryophyllene	۱۴۱۷	۰/۱	۰/۱	۰/۸
۲۲	spathulenol	۱۵۷۵	۰/۱	-	-
۲۳	caryophyllene oxide	۱۵۸۰	۰/۲	-	-
	مجموع	–	۹۹/۰	۹۷/۶	۹۶/۸

در اسانس تودهٔ ۱۰۰۱kd در سال دوم پس از کشت افزایش در مقدار تیمول اسانس و کاهش در مقدار پاراسیمن و گاماترپینن دیده می‌شود. همهٔ توده‌های قبلی هم در سال دوم افزایش مقدار تیمول و کاهش مقدار گاماترپینن را در اسانس نشان داده بودند. در سال سوم مجدداً از مقدار تیمول و پاراسیمن کاسته شده، درصورتی‌که مقدار گاماترپینن افزایش یافته است. باتوجه به حضور حدود ۶ درصد کارواکرول در اسانس گیاه سه‌ساله (که مجموع ترکیبات فنلی اسانس را به ۴۴/۸ درصد رسانده است) و حضور حدود ۲ درصد کارواکرول در اسانس گیاه دوساله (که مجموع ترکیبات فنلی اسانس را به ۴۸/۷ درصد رسانده است) می‌توان گفت کیفیت اسانس گیاه سه‌ساله و گیاه دوساله تودهٔ kd ۹۹ تقریباً در یک اندازه و بهتر از گیاه یکساله بوده است. برای تودهٔ ۹۹kd هم کیفیت اسانس گیاه دوساله و گیاه سه‌ساله مشابه بود.

جدول ۷. مقایسهٔ مقدار اجزای اسانس تودهٔ ۱۱۱۱kd گونهٔ مرزهٔ سهندی (*Satureja sahendica*) در سال‌های مختلف پس از کشت

ردیف	نام ترکیب	شاخص بازداری	درصد توده ۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱
۱	α-thujene	۹۲۶	۰/۷	-	-
۲	α-pinene	۹۳۷	۰/۴	۰/۲	۰/۵
۳	camphene	۹۵۰	-	-	۰/۱
۴	β-pinene	۹۸۴	-	۰/۹	۱/۲
۵	myrcene	۹۸۹	۱/۳	-	-
۶	α-phellandrene	۱۰۰۲	۰/۲	۰/۲	-
۷	α-terpinene	۱۰۱۳	۱/۹	۰/۸	۱/۳
۸	p-cymene	۱۰۲۱	۳۱/۵	۳۸/۸	۴۸/۶
۹	limonene	۱۰۲۶	-	-	۲/۴
۱۰	E-β-ocimene	۱۰۴۷	-	-	-
۱۱	γ-terpinene	۱۰۵۸	۱۷/۸	۹/۲	۱۳/۵
۱۲	p-mentha-3,8-diene	۱۰۷۱	-	۰/۲	۰/۴
۱۳	terpinolen	۱۰۸۰	-	۰/۴	۰/۷
۱۴	n-nonanal	۱۱۰۰	۰/۴	۰/۷	-
۱۵	borneol	۱۱۶۵	-	-	-
۱۶	terpinen-4-ol	۱۱۷۵	-	-	۰/۴
۱۷	α-terpineol	۱۱۸۷	-	-	۰/۳
۱۸	thymol	۱۲۹۰	۴۲/۰	۴۲/۶	۲۵/۰
۱۹	carvacrol	۱۲۹۵	۱/۰	۲/۹	۰/۸
۲۰	Z-caryophyllene	۱۴۰۸	-	۰/۷	-
۲۱	E-caryophyllene	۱۴۱۷	-	۰/۱	۱/۰
۲۲	spathulenol	۱۵۷۵	۰/۲	-	۰/۶
۲۳	caryophyllene oxide	۱۵۸۰	-	-	۰/۲
	مجموع	–	۹۷/۴	۹۷/۷	۹۷/۰

در اسانس تودهٔ ۱۱۱۱kd در سال‌های اول، دوم و سوم پس از کشت به‌ترتیب تعداد ۱۱، ۱۳ و ۱۶ ترکیب یافت شد که به‌ترتیب ۹۷/۴، ۹۷/۷ و ۹۷ درصد از وزن اسانس را تشکیل می‌دادند (جدول ۷). در اسانس این توده نیز تفاوت در مقادیر ترکیب‌های عمدهٔ اسانس و حضور و نبود برخی ترکیب‌های غیرعمده در سال‌های مختلف پس از کشت وجود دارد.

در سال دوم پس از کشت مقدار تیمول اسانس ثابت مانده، مقدار پاراسیمن افزایش و مقدار گاماترپینن کاهش یافته است. ثابت ماندن نسبی مقدار تیمول در اسانس گیاهان دوساله توده‌های قبلی دیده نشده بود. در سال سوم، مقدار تیمول در اسانس بیش از ۴۰ درصد کاهش یافته، درحالی‌که مقدار پاراسیمن و گاماترپینن افزایش یافته که نشان‌دهندهٔ افت شدید کیفیت اسانس است. ازاین‌رو کیفیت اسانس گیاه یکساله و دوساله تودهٔ ۱۲۲۱kd تقریباً در یک حد و بهتر از گیاه سه‌ساله بوده است. چنین نتیجه‌ای در مورد هیچ‌یک از توده‌های قبلی به‌دست نیامده بود.

جدول ۸. مقایسهٔ مقدار اجزای اسانس تودهٔ ۱۲۲۱kd گونهٔ مرزهٔ سهندی (*Satureja sahendica*) در سال‌های مختلف پس از کشت

ردیف	نام ترکیب	شاخص بازداری	درصد توده ۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱
۱	α-thujene	۹۲۶	۱/۱	-	-
۲	α-pinene	۹۳۷	۰/۷	۰/۳	۰/۵
۳	camphene	۹۵۰	۰/۱	-	۰/۱
۴	β-pinene	۹۸۴	۰/۲	۱/۲	۱/۳
۵	myrcene	۹۸۹	۲/۴	-	-
۶	α-phellandrene	۱۰۰۲	۰/۲	۰/۲	-
۷	α-terpinene	۱۰۱۳	۲/۲	۱/۰	۱/۶
۸	p-cymene	۱۰۲۱	۴۱/۹	۳۷/۹	۴۸/۷
۹	limonene	۱۰۲۶	-	-	۰/۵
۱۰	E-β-ocimene	۱۰۴۷	۰/۴	-	-
۱۱	γ-terpinene	۱۰۵۸	۲۲/۱	۱۳/۷	۱۶/۴
۱۲	p-mentha-3,8-diene	۱۰۷۱	۰/۳	۰/۲	۰/۵
۱۳	terpinolen	۱۰۸۰	-	۰/۳	۰/۵
۱۴	n-nonanal	۱۱۰۰	۰/۹	۰/۸	-
۱۵	borneol	۱۱۶۵	-	-	-
۱۶	terpinen-4-ol	۱۱۷۵	-	-	۰/۵
۱۷	α-terpineol	۱۱۸۷	-	-	۰/۴
۱۸	thymol	۱۲۹۰	۲۳/۵	۳۹/۶	۲۴/۳
۱۹	carvacrol	۱۲۹۵	۰/۸	۱/۸	۰/۵
۲۰	Z-caryophyllene	۱۴۰۸	۱/۷	-	-
۲۱	E-caryophyllene	۱۴۱۷	۰/۱	۰/۲	۱/۰
۲۲	spathulenol	۱۵۷۵	۰/۲	-	۰/۷
۲۳	caryophyllene oxide	۱۵۸۰	۰/۴	-	۰/۱
	مجموع		۹۹/۲	۹۷/۲	۹۷/۶

در اسانس تودهٔ ۱۲۲۱kd در سال‌های اول، دوم و سوم پس از کشت به‌ترتیب ۱۸، ۱۲ و ۱۷ ترکیب یافت شد که به‌ترتیب ۹۹/۲، ۹۷/۲ و ۹۷/۶ درصد از اسانس را تشکیل می‌دادند (جدول ۸). در اسانس این توده نیز تفاوت در مقادیر ترکیب‌های عمدهٔ اسانس و وجود و نبود برخی ترکیب‌های غیرعمده در سال‌های مختلف پس از کشت دیده می‌شود.

در تودهٔ ۱۲۲۱kd در سال دوم پس از کشت افزایش در مقدار تیمول اسانس و کاهش در مقدار پاراسیمن و گاماترپینن دیده شد. بیشتر توده‌های قبلی نیز در سال دوم افزایش مقدار تیمول و کاهش مقدار گاماترپینن را در اسانس نشان داده بودند. در سال سوم مجدداً از مقدار تیمول کاسته شده، درحالی‌که مقدار پاراسیمن و گاماترپینن افزایش نشان داده است. ازاین‌رو کیفیت اسانس گیاه دوساله بهتر از گیاه یکساله و سه‌ساله بوده است.

جدول ۹. مقایسهٔ مقدار ترکیب‌های اسانس تودهٔ ۳۹۹۳ae مرزهٔ سهندی گونهٔ مرزهٔ سهندی (*Satureja sahendica*) در سال‌های مختلف پس از کشت

ردیف	نام ترکیب	شاخص بازداری	درصد توده		
			۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱
۱	α-thujene	۹۲۶	۱/۴	-	-
۲	α-pinene	۹۳۷	۱/۰	۰/۳	۰/۳
۳	camphene	۹۵۰	۰/۲	-	۰/۱
۴	β-pinene	۹۸۴	۰/۲	۱/۲	۱/۴
۵	myrcene	۹۸۹	۲/۸	-	-
۶	α-phellandrene	۱۰۰۲	۰/۴	۰/۳	-
۷	α-terpinene	۱۰۱۳	۳/۲	۱/۱	۱/۴
۸	p-cymene	۱۰۲۱	۲۹/۷	۳۰/۷	۴۱/۰
۹	limonene	۱۰۲۶	-	-	۰/۷
۱۰	E-β-ocimene	۱۰۴۷	۰/۲	-	-
۱۱	γ-terpinene	۱۰۵۸	۱۹/۷	۱۶/۱	۱۹/۶
۱۲	p-mentha-3,8-diene	۱۰۷۱	۰/۴	۰/۲	۰/۵
۱۳	terpinolen	۱۰۸۰	-	۰/۳	۰/۲
۱۴	n-nonanal	۱۱۰۰	۱/۷	۰/۲	-
۱۵	borneol	۱۱۶۵	-	-	-
۱۶	terpinen-4-ol	۱۱۷۵	-	-	۰/۵
۱۷	α-terpineol	۱۱۸۷	-	-	۰/۳
۱۸	thymol	۱۲۹۰	۳۵/۵	۴۶/۴	۳۱/۰
۱۹	carvacrol	۱۲۹۵	۰/۵	۱/۱	۰/۵
۲۰	Z-caryophyllene	۱۴۰۸	۱/۱	-	-
۲۱	E-caryophyllene	۱۴۱۷	-	-	۰/۳
۲۲	spathulenol	۱۵۷۵	-	-	۰/۲
۲۳	caryophyllene oxide	۱۵۸۰	۰/۲	-	-
	مجموع	–	۹۸/۲	۹۷/۹	۹۸/۰

در اسانس تودهٔ ۳۹۹۳ae در سال‌های اول، دوم و سوم پس از کشت به‌ترتیب تعداد ۱۶، ۱۱ و ۱۵ ترکیب یافت شد که به‌ترتیب ۹۸/۲، ۹۷/۹ و ۹۸ درصد از وزن اسانس را تشکیل می‌دادند (جدول ۹). در اسانس این توده نیز تفاوت در مقادیر ترکیب‌های عمدهٔ اسانس و حضور و نبود برخی ترکیب‌های غیرعمده در سال‌های مختلف پس از کشت دیده می‌شود.

در سال دوم پس از کشت افزایش در مقدار تیمول اسانس و کاهش در مقدار گاماترپینن مشاهده می‌شود (جدول ۹). برای توده‌های ۷۷ae و ۸۸ae نیز این روند تغییرات برای این دو ترکیب وجود داشت، ولی مقدار پاراسیمن تقریباً ثابت است. به‌نظر می‌رسد در سال دوم بخشی از گاماترپینن به تیمول تبدیل شده است (مشابه با تودهٔ ۷۷e و ۸۸ae). در سال سوم بار دیگر از مقدار تیمول کاسته شده است، درحالی‌که مقدار پاراسیمن و گاماترپینن افزایش یافته است. این تغییرات به معنی افت کیفیت اسانس گیاه سه‌ساله نسبت به گیاه دوساله است. برای تودهٔ ۷۷e و ۸۸ae نیز اسانس گیاه دوساله کیفیت بهتری داشت.

در تحقیقات قبلی، مقدار تیمول در اسانس مرزهٔ سهندی در رویشگاه‌های مختلف بین ۱۹/۶ تا ۴۱/۷ درصد بود [۲۷]، درحالی‌که در اسانس نمونه‌های کاشته‌شده (در این تحقیق) در سال دوم مقدار تیمول در همهٔ اسانس‌ها بیش از ۴۰ درصد بود که نشان‌دهندهٔ برابری کیفیت اسانس همهٔ توده‌های کاشته‌شده با بهترین نمونهٔ برداشت‌شده از رویشگاه است. در تحقیقات قبلی روی گونه‌های دیگر مرزه هم مشخص شده که مقدار کارواکرول در اسانس نمونهٔ کاشته‌شده ۶۲/۳ درصد بود، درحالی‌که اسانس نمونهٔ وحشی ۲۵/۸ درصد کارواکرول داشته است. در آن تحقیق نیز محل کشت با رویشگاه طبیعی متفاوت بوده است [۸].

به‌طور کلی، در خصوص توده‌های مختلف مرزهٔ سهندی کشت‌شده در تهران، بیشترین بازده اسانس در گیاهان کاشته‌شده در سال اول و نیز بازده اسانس گیاهان در سال دوم کاهش یافت. بازده اسانس بعضی توده‌ها در سال سوم افزایش و برخی کاهش داشت. همچنین بیشترین مقدار ترکیب‌های فنلی اسانس به‌ویژه تیمول در سال دوم کشت (گیاهان دوساله) دیده شد. به‌عبارت دیگر، تقریباً همهٔ توده‌ها در سال دوم از کیفیت اسانس بهتری نسبت به سال‌های اول و سوم برخوردار بودند. مقدار گاماترپینن در همهٔ اسانس‌ها در سال دوم نسبت به سال اول کاهش و سپس مجدداً در سال سوم افزایش یافت. روند تغییرات مقدار پاراسیمن ثابت نبود، به‌طوری‌که مقدار این ترکیب در اسانس برخی نمونه‌ها در سال دوم افزایش، در برخی نمونه‌ها کاهش و در نمونه‌های دیگر تقریباً ثابت بود. در سال سوم نیز تغییرات متفاوتی در مقدار این ترکیب دیده شد. در مورد **اجزای** جزئی اسانس هم تغییراتی از نظر مقدار، حضور یا عدم حضور در سال‌های مختلف دیده شد.

با توجه به اینکه تحقیق حاضر، اولین مطالعه در خصوص کشت مرزهٔ سهندی است، برای اظهار نظر قطعی در مورد توصیه به کشت این گونه در شرایط آب‌وهوایی مشابه، باتوجه به افت کیفیت اسانس بیشتر نمونه‌ها در سال سوم نسبت به سال دوم به مطالعهٔ اسانس در سال‌های بعدی هم نیاز است. البته افزایش نسبی بازده اسانس در سال سوم عامل مثبتی است. در ضمن عملکرد سرشاخهٔ گلدار هر یک از توده‌ها نیز باید در نظر گرفته شود. به‌نظر می‌رسد با توجه به شرایط رویشگاهی بذر توده‌های جمع‌آوری‌شده (کردستان و آذربایجان شرقی) که از اقلیم سردتری برخوردارند، کشت گیاه در شرایطی متفاوت با شرایط رویشگاه، موجب تغییراتی در کمیت و کیفیت اسانس می‌شود که ادامهٔ روند آن ممکن است مطلوب نباشد. البته اظهار نظر قطعی به بررسی اسانس توده‌ها در سال‌های بعد بستگی دارد، چه بسا تغییرات در اسانس

گیاهان سه‌ساله و دوساله ناشی از تغییرات آب‌وهوایی در این دو سال بوده است.

منابع

۱. جمزاد ز (۱۳۸۸) آویشن‌ها و مرزهای ایران، مؤسسهٔ تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران، ۱۲۳ ص.

۲. زرگری ع (۱۳۶۱) گیاهان دارویی، جلد دوم، چاپ سوم، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۰۰۱ ص.

۳. عباسی خ، سفیدکن ف و یمینی ی (۱۳۸۴) مقایسهٔ بازده و ترکیب‌های اسانس دو گونه مرزهٔ *S. khuzistanica* و *S. hortensis* با استفاده از روش تقطیر و استخراج با سیال فوق‌بحرانی. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۱(۳): ۳۱۸-۳۰۷.

۴. طباطبایی رئیسی ع، خلیقی ا، کاشی ع، اثنی‌عشری س، بامداد مقدم ص و دل آذر ع (۱۳۸۶) فعالیت آنتی‌اکسیدانی ترکیب‌های شیمی اسانس بخش‌های *Satureja sahendica* Bornm. علوم دارویی. ۱: ۳-۶.

۵. میرحیدر ح (۱۳۷۲) معارف گیاهی، جلد اول، دفتر نشر فرهنگ اسلامی، تهران. ۵۳۹ ص.

۶. میرزا م، سفیدکن ف و احمدی ل (۱۳۷۵) اسانس‌های طبیعی، استخراج، شناسایی کمی و کیفی و کاربرد، انتشارات مؤسسهٔ تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور. تهران، ۲۰۵ ص.

7. Adams RP (1995) Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/Mass Spectroscopy. Allured, Coral Stream, IL.

8. Ahmadi Sh, Sefidkon F, Babakhanlo P, Asgari F, Khademi K and KArimifar MA (2009) Comparing Essential oil composition of *Satureja bachtiarica* Bunge before and full flowering stages in filed and provenance. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 25(2): 159-169.

9. Baher Z, Mirza M and Ghorbanli M (2002) The influence of water stress on plant height, herbal and essential oil yield and composition in *Satureja hortensis* L. Flavour and Fragrance. 17(14): 275-277.

10. Baser KHC, Ozek T, Kirimer R and Tumen G (2004) A comparative study of the essential oils of wild and cultivated *Satureja hortensis* L. Essential Oil Research. 16(5): 422-424.

11. Ćavar S, Maksimović M, Edita Šolić M, Jerković-Mujkić A and Bešta R (2008) Chemical composition and antioxidant and antimicrobial activity of two *Satureja* essential oils. Food Chemistry. 111: 648-653.

12. Chalchat JC, Gorunovic MS and Maksimovic ZA (1999) Essential oil of *Satureja kitaibelii* Wierzb. F. aristata (Vand) Hayek, lamiaceae from eastern Serbia. Essential Oil Research. 11: 691-692.

13. Hajhashemi V, Ghannadi A and Pezeshkian SK (2002) Antinocicieptive and anti-inflammutory effect of *Satureja hortensis* lL, extracts and essential oil. Ethnopharmacol. 82(2-3): 83-87.

14. Javidnia K, Miri R, Edraki N and Nasiri A (2005) Chemical constituensts of the volatile oil of *Satureja macrantha* from Iran. First Seminar of Medicinal and Natural Products Chemistry, Shiraz, Iran, 10-11 May. 86p.

15. Kurcuoglu M, Then G and Baser KHC (2001) Essential oil constituents of Satureja biossieri from Turkey. Khimiya Prirodnykh Soedinenii. 37(4): 280-281.

16. Leak G, Gasper F and Santos R (2003) Effect of water on the solubility of essential oils in dense CO_2. Essential Oil Research. 15: 172-177.

17. Novak J, Bahoo L, Mitteregger U and Franz C (2006) Composition of individual essential oil glands of savory (*Satureja hortensis* L., (Lamiaceae) from Syria. Flavour and Fragrance. 21: 731-734.

18. Omidbaigi R (1997) Approaches to Production of Medicinal Plants. Tehran, 195 p (In Persian).

19. Rechinger KH (1982) Satureja in Flora Iranica, Akademische Druck-u. Verlagsamstalt, Graz. 37(4): 495-504.

20. Rojas LB and Usubillaga A (2000) Composition of the essential oil of *Satureja brownei* (SW.) Briq. From Venezuela. Flavour and Fragrance. 15: 21-22.

21. Sefidkon F, Abbasi K and Bakhshi Khaniki G (2006) Influence of drying and extraction methods on yield and chemical composition of the essential oil of *Satureja hortensis.* Food Chemistry. 99: 19-23.

22. Sefidkon F and Ahmadi SH (2000) Essential oil of *Satureja khhuzistanica* Jamzad. Essential oil Research. 12: 427-428.

23. Sefidkon F, Akbarinia A and Barazandeh MM (2009) Essential oil content and composition of Satureja sahendica Bornm. in different stage of plant growth. Essential Oil Research. 21: 112-114.

24. Sefidkon F and Jamzad Z (2000) Essential oil of *Satureja bachtiarica* Bunge. Essential Oil Research. 12: 545-546.

25. Sefidkon F and Jamzad Z (2004) Chemical variation in the essential oil of *Satureja sahendica* from Iran. Food Chemistry. 88: 325-328.

26. Sefidkon F and Jamzad Z (2005) Chemical composition of the essential oil of three Iranian Satureja species (*S. mutica, S. macrantha* and *S. intermedia*). Food Chemistry. 91: 1-4.

27. Sefidkon F, Janzad Z and Mirza M (2004) Chemical variation in the essential oil of Satureja sahendica from Iran. Food Chemistry. 88: 325-328.

28. Shibamoto T (1987) Retention indices in essential oil analysis, P. 259-275, In: capillary Gas chromatography in Essential oil Analysis. Edits, P. Sandra and C. Bicchi, Dr. Alfred Heuthig Verlag, NewYork.

29. Simon JE, Chadwick AF and Graker LE (1981) Herbs and Indexed Biblogbraphy. Archon books, 710 p.

30. Skocibusic M and Bezic N (2004) Phytochemiccal analysis and in vitro antimicrobial activity of two Satureja species essential oil. Phytotherapy Research. 18(12): 964-970.

31. Tabatabaei Rasti AR, Khalighi A, Kashi A, Asnaashari S, Bamdad Moghadam S and Delazar A (2007) Antioxidant activity and chemical composition of essential oil of *Satureja sahendica* Born. Pharmaceutical Sciences. 3: 1-6.

32. Teimouri M, Bahar Z and Mirza MA (2003) Antimicrobial activity of essential oil of *Satereja laxiflora* G. Koch before and after flowering. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants. 13: 49-68.

33. Thume G, Baser KHC, Demirci B and Ermin N (1998) The essential oils of *Satureja coerulea* Janka and *Thymus aznavourii* Velen. Flavour and Fragrance. 13(1): 65-67.