ارزیابی تغییرات فیتوشیمیایی اسانس و عصاره شش جمعیت از گیاه دارویی *Satureja bachtiarica* Bunge. دراستان فارس

سحر یوسفی[۱]، وحید روشن سروستانی[۲*]، کامبیز لاریجانی[۳]، حسنعلی نقدی‌بادی[٤]، ابراهیم سابکی[٥]

[۱]دانشجوی دکتری، گروه علوم باغبانی، رشته گیاهان دارویی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه ازاد اسلامی، تهران، ایران

[۲]استادیار، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، شیراز، ایران

[۳]استادیار، گروه شیمی، دانشکده علوم پایه، علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

[٤]دانشیار، مرکز تحقیقات گیاهان دارویی، پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی، کرج ، ایران

[٥]استادیار، بخش تحقیقات زراعی و باغی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی بلوچستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بلوچستان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۷/۳/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۸/۵/۲۰

چکیده

جنس *Satureja* با نام فارسی مرزه و گونه *S. bachtiarica* Bunge. ازگونه‌های انحصاری ایران می باشد. در این تحقیق سرشاخه گیاه *S. bachtiarica* در مرحله گلدهی کامل از ٦ رویشگاه طبیعی در استان فارس جمع‌آوری گردید. استخراج عصاره نمونه‌ها به روش خیساندن، اسانس‌گیری با استفاده از روش تقطیر با آب و سپس مهمترین ترکیبات متشکله اسانس‌ها با استفاده از کروماتوگرافی گازی (GC-FID) و کروماتوگرافی گازی متصل به‌طیف سنج جرمی (GC/MS) استخراج گردید و ترکیب‌های پلی فنولی عصاره‌ها با استفاده از کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC) مورد شناسایی قرار گرفت. بازده اسانس ٦ جمعیت متغیر بین ۲/٤-۱/۱ درصد برحسب وزن خشک نمونه بدست آمد. مهمترین ترکیب‌های عمده و مشترک اسانس‌ها به‌ترتیب شامل: تیمول (۱۰/۹- ٤۹/۸ درصد)، کارواکرول (۱/۱-٤۹/۷ درصد)، پارا- سیمن (۱۸/۰-۳۲/۸ درصد)، گاما- ترپینن (٤/۳- ۷/۵ درصد) و لینالول (۳/۳-۵/۱ درصد) در جمعیت‌های مورد مطالعه بودند. از میان جمعیت‌های مورد بررسی، اسانس گیاه در رویشگاه‌های کوهنجان و آباده- دیدگان به‌ترتیب بیشترین درصد تیمول (٤۹/۸ درصد) و کارواکرول (٤۹/۷ درصد) را دارا بودند. نارنجنین، کارواکرول، هسپریدین، اوژنول، هسپرتین، رزمارنیک اسید و تیمول ترکیب‌های پلی فنولی اصلی در شش جمعیت مورد مطالعه در مرزه بختیاری بودند. تنوع در میزان ترکیب‌ها در رویشگاه‌های مورد مطالعه نشان‌دهنده این است که تغییرات شرایط اکولوژیک بر میزان ترکیب‌های اسانس و عصاره مرزه بختیاری تاثیر مثبت داشته است.

واژه‌های کلیدی: اسانس، پلی‌فنول، عصاره، کارواکرول، مرزه بختیاری.

*نویسنده مسئول: vahid.rowshan@gmail.com

مقدمه

جنس مرزه با نام علمی *Satureja* از تیره نعنا می باشد. این گیاه بومی مدیترانه شرقی و جنوب غرب آسیا می‌باشد و اولین بار در ایتالیا کشت شده است. رویشگاه طبیعی آن در دنیا جنوب اروپا می‌باشد که در شمال آمریکا نیز کشت داده شده و امروزه به صورت خودرو رشد می کند (Simon et al., 1980). جنس مرزه در ایران در مناطق مختلف کشور مانند استان‌های لرستان، خوزستان، ایلام، کرمانشاه، اصفهان، فارس، نواحی شمال شرقی، گیلان، یزد و بعضی نقاط دیگر می‌رویند (Ahmadi et al., 2009). گونه *S. bachtiarica* یکی از گونه‌های انحصاری ایران است که دارای پراکندگی نسبتاً وسیعی در ایران می‌باشد و از استان‌های غربی، مرکزی و جنوب غربی ایران جمع‌آوری شده است (Sefidkon et al., 2005). گونه‌های مختلف جنس *Satureja* از نظر میزان اسانس و نوع ترکیب‌های تشکیل دهنده تنوع زیادی دارند. بدیهی است که براساس نوع و درصد اجزای تشکیل‌دهنده، کاربرد اسانس نیز متفاوت می شود. خلاصه نتایج حاصل از بررسی اسانس برخی گونه‌های *Satureja* در ایران و جهان در زیر آورده شده است.

در مطالعه ترکیب‌های اسانس ده جمعیت از *S. bachtiarica* ترکیب‌های اصلی اسانس این گونه کارواکرول (۶۲/۳-۱/۲۶ درصد)، تیمول (۴۰/۶- ۳/۲ درصد) و گاما- ترپینن (۱۸/۴-۶/۶ درصد)، گزارش شده است (Ghasemi Pirbalouti et al., 2017). بررسی اسانس در گونه‌های مختلف مرزه شامل *S. bachtiarica, S. mutica, S. sahandica, S. marcantha, S. atropatana, S. edmondi, S. spicigera, S. isophylla* و *S. intermedia* نیز نشان داده که ترکیب‌های عمده پارا- سیمن، گاما-ترپینن، تیمول و کارواکرول بوده است (Ghorbanpour et al., 2016). طبق تحقیقات انجام شده با استفاده از GC/MS در مورد اسانس دو گونه *S. sahandica* و *S.hortensis*، کارواکرول (۵۴/۷۳ درصد) در گونه *hortensis* و تیمول (۳۱/۵۳ درصد) در گونه *sahandica* ترکیب‌های عمده اسانس تشکیل می دهند (Kargar et al., 2014). تحقیقات نشان داده است که تیمول (۶۵/۱ درصد)، گاما- ترپینن (۱۵/۰درصد)، بتا- کاریوفیلن (۴/۸۵ درصد)، پارا- سیمن (۴/۴ درصد)، لینالول (۳/۵ درصد) و بورنئول (۳/۰۵ درصد)، ترکیب‌های اصلی شناسایی شده در اسانس *S. bachtiarica* هستند (Moein et al., 2012). مطالعه ترکیب‌های اسانس روغنی دو گونه مرزه از ایران (*S. isophylla* و *S.edmondi*) با دستگاه‌های GC و GC/MS نشان داد که در گونه *S.edmondi*، پارا- سیمن (۶۱/۱ درصد)، گاما- ترپینن (۹/۶ درصد)، تیمول (۵ درصد) و آلفا- ترپینئول (۴/۸ درصد) و در گونه دیگر آلفا- اودسمول (۱۱/۳ درصد)، بتا- اودسمول، (۹/۶ درصد) کمفور (۷/۱ درصد)، بتا- کاریوفیلن (۶/۱ درصد)، گاما-اودسمول (۵/۸ درصد) و ژرانیول (۵/۵ درصد) ترکیب‌های اصلی تشکیل‌دهنده اسانس می‌باشند (Sefidkon and Jamzad, 2004). بررسی ترکیب‌های موجود در اسانس سه گونه مرزه به نام‌های *S. mutica*، *S. maercantha* و *S. intermedia* نشان داده که اسانس *S. mutica* به طور عمده دارای کارواکرول و تیمول و اسانس *S. maercanthqa* دارای پارا-سیمن و لیمونن و اسانس *S. intermedia* دارای تیمول و گاما- ترپینن می باشد (Sefidkon and Jamzad, 2005). مقایسه بازده اسانس *S. bachtiarica* با دیگر گونه‌های مرزه بومی و *S.hortensis* کشت شده در ایران نشان داد که میزان اسانس این گونه در حد بالا و قابل قبولی است. این موضوع و مقایسه با همین گیاه از چهارمحال بختیاری نشان می دهد که اسانس *S. bachtiarica* می‌تواند در برخی مناطق کشور بازده

بیشتری داشته باشد (Sefidkon et al., 2004). در اسانس *S. thymbra* از لیبی گاما- ترپینن (۳۹/۲۳ درصد)، تیمول (۲۵/۱٦ درصد)، پارا- سیمن (۷/۱۷ درصد) و کارواکرول (٤/۱۸ درصد)، مهمترین ترکیب‌های شناسایی شده می‌باشند (Giweli et al., 2012). تغییرات فصلی ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس *S. parnassica* subsp. *parnassica* helder & Sart ex Boiss. و *S. thymbra* L. به‌وسیله دستگاه‌های GC و GC/MS مورد مطالعه قرار گرفته است. فعالیت آنتی‌باکتری و مقدار اسانس در زمان گلدهی بالاترین مقدار خود را نشان می‌دهدکه بیشترین ترکیب اسانس آنها کارواکرول بود. این مطالعه نشان داد که این گونه از مرزه منبع طبیعی ضدباکتری با پتانسیل بالا جهت استفاده در سیستم‌های تغذیه به منظور جلوگیری از رشد باکتری می باشد (Chorianopoulos et al., 2006). در تحقیق صورت گرفته روی اسانس روغنی *S.thymbra* L.، گاما-ترپینن (۲۳/۲درصد) و کارواکرول (٤۸/۵درصد) به عنوان ترکیبهای اصلی شناسایی شدند از طرفی مطالعه فعالیت ضد قارچی اسانس این گونه با کمترین ممانعت غلظت ۰/۰۵-۰/۲۵ µg/ml نشان داد که منبع گیاهی طبیعی خوبی در درمان بیماری‌های انسان و حیوان می تواند باشد (Glamoclija et al., 2006). اسانس *S.brownei* از ونزوئلا دارای ٦٤/۳ درصد پولگون و ۲۰/۲ درصد منتون بوده است (Rojas and Usubillaga, 2000). ترکیب اصلی اسانس *S. parvifolia* از آرژانتین پیپریتون اکسید و ترکیب‌های مهم اسانس *S. boliviana* گاما-ترپینن، بتا- کاریوفیلن و ژرماکرن- دی بوده‌اند (Viturro et al., 2000). بنابراین براساس مطالعات صورت گرفته می‌توان گفت که ترکیب‌های عمده جنس مرزه را فنل‌هایی نظیر تیمول و کارواکرول تشکیل می‌دهند که دارای خاصیت ضدمیکروب، ضدقارچ و ضداکسیدان هستند (Abbasi et al., 2005; Leake et al., 2003) بررسی‌ها نشان داد که تحقیقات صورت گرفته روی اسانس، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و میکروبی گونه *bachtiarica* زیاد می‌باشد (Hadian et al., 2011; Ghasemi Pirbalouti et al., 2011a, b, 2010 a, b,2009; Hashemi et al., 2011; Sefidkon et al., 2007; Teimori, 2009). این در حالی است که بررسی ترکیب‌های اسانس در جمعیت‌های مختلف به‌طور همزمان، محدود بوده و در بررسی منابع، مطالعه‌ای روی ترکیب‌های فنولی عصاره این گونه مشاهده نشد. از آنجا که شرایط اکولوژیکی مانند ارتفاع، میزان بارندگی، دمای منطقه و سایر عوامل محیطی می‌تواند روی مواد موثره گیاهان داروئی تاثیر گذار باشند، لذا پژوهشی به‌منظور بررسی تغییرات ترکیب‌های اسانس با دستگاه‌های کروماتوگرافی گازی (GC) و کروماتوگرافی گازی متصل به طیف سنج جرمی (GC/MS) و ترکیب‌های پلی فنولیعصارهبا دستگاه کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC) در شش جمعیت مختلف گیاه *S. bachtiarica* در استان فارس انجام گردید.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری گیاه و استخراج اسانس: اندام‌های هوایی گیاه *S. bachtiarica* در زمان گلدهی از شش جمعیت فیروزآباد-موک، کوهنجان،آباده-دیدگان، سپیدان، آباده-انارک و استهبان در استان فارس، جنوب ایران (جدول ۱)، جمع‌آوری و نام علمی گیاه توسط گیاه شناس مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع‌طبیعی فارس مورد تایید قرار گرفت. گیاه در محیط آزمایشگاه و در سایه خشک و توسط آسیاب برقی به ذرات کوچک تبدیل کرده و به روش تقطیر با آب (Clevenger) در سه تکرار، اسانس استخراج گردید. از سولفات سدیم خشک جهت رطوبت زدایی استفاده شد. درصد اسانس بر حسب وزن خشک

نمونه محاسبه شد (جدول ۲). اسانس برای تجزیه توسط دستگاه‌های GC و GC/MS در شرایط خنک و تاریک در یخچال نگهداری شدند (British pharmacopoeia, 1988; Clevenger, 1928).

جدول ۱: موقعیت جغرافیایی شش رویشگاه طبیعی *Satureja bachtiarica* در استان فارس

رویشگاه	ارتفاع از سطح دریا (masl)	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی
فیروزآباد - موک	۲۲۰۰	۲۹°۸'۱۸/۶۳"N	۵۲°۳۷'۳۲/۰۸"E
کوهنجان	۱۷۰۰	۲۹°۱۵'۳۵/۷۹"N	۵۲°۵٤'۱۰/۸۲"E
آباده-دیدگان	۲۳۰۰	۳۰°۲۲'۲۱/۳۹"N	۵۳°۱٦'۱۷/۳٤"E
سپیدان	۲۲۰۰	۳۰°۱٦'۱۲/۱۱"N	۵۱°۵۸'۳۷/۹۳"E
آباده-انارک	۲۱۰۰	۳۰°۳۵'۵/۸٦"N	۵۲°۵۳'٤۲/٤۰"E
استهبان	۲٤۰۰	۲۹°٤٤'۱/٤۰"N	۵٤°۱۱'۵۰/۵۲"E

جدول ۲: مقایسه میانگین بازده و ترکیب‌های اصلی اسانس *S. bachtiarica* به روش آزمون چند دامنه دانکن

درصد اسانس (٪)*	ترکیبات اصلی (٪)							*مقایسه
	کاریوفیلن اکساید	کارواکرول	تیمول	بورنئول	لینالول	گاما- ترپینن	پارا-سیمن	جمعیت‌ها
۲/۰۷٦۷^{ab}	۲/۰^{ab}	۱/۱^{e}	٤۱/۸^{b}	۱/۹^{b}	۳/۳^{b}	٦/۲^{c}	۳۲/۸^{a}	فیروزآباد-موک
۱/۳۲۳۳^{c}	۲/۰^{ab}	۱/٦^{e}	٤۹/۸^{a}	۰/۵^{c}	۳/۵^{b}	۷/۵^{a}	۲۲/۸^{c}	کوهنجان
۲/۰۵٦۷^{ab}	۱/۷^{bc}	٤۹/۷^{a}	۱۰/۹^{f}	۲/۱^{b}	۳/٦^{b}	٤/۳^{d}	۱۸/۰^{d}	آباده- دیدگان
۱/۱۵^{c}	۲/۳^{a}	۱۲/٦^{d}	۲۷/۳^{d}	۳/۰^{a}	۳/۹^{b}	۷/۰^{b}	۳۲/٤^{a}	سپیدان
۱/٤۹^{bc}	۱/٦^{c}	۲٤/٦^{b}	۲۵/۲^{e}	۳/۱^{a}	۵/۱^{a}	۷/۲^{ab}	۲۲/٤^{c}	آباده- انارک
۲/٤۲٦۷^{a}	۲/۰^{ab}	۱۸/۷^{c}	۳٤/۵^{c}	۰/۷^{c}	۳/۳^{b}	٦/۳^{c}	۲٤/۲^{b}	استهبان

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌هاست.

شناسایی ترکیب های تشکیل‌دهنده اسانس: برای جداسازی و شناسایی ترکیب‌های اسانس از دستگاه GC/MS و برای تعیین درصد اجزای آن از دستگاه GC استفاده شد. شناسایی با استفاده از پارامترهای مختلف از قبیل شاخص بازداری (RI)، طیف جرمی و مقایسه این مولفه‌ها با ترکیب‌های استاندارد و منابع و یا با اطلاعات موجود در کتابخانه و نرم‌افزار Chemstation انجام گرفت (Adams, 2007).

مشخصات دستگاه‌های مورد استفاده

دستگاه GC/MS: از کروماتوگراف گازی (Agilent-7890A) متصل شده به طیف سنجی جرمی (Agilent-5975C) با ستون HP-5MS به طول ۳۰ متر، قطر ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت لایه فاز ساکن ۰/۲۵ میکرون استفاده شد. برنامه‌ریزی حرارتی از ۲۱۰-٦۰ درجه سانتی‌گراد با افزایش دمای ۳ درجه در دقیقه و سپس ۲٤۰-۲۱۰ درجه سانتی‌گراد با افزایش دمای ۲۰ درجه در دقیقه و توقف به‌مدت ۸/۵ دقیقه در دمای نهایی، درجه حرارت محفظه تزریق و ترانسفرلاین ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد بود. گاز هلیوم با خلوص ۹۹/۹۹۹ و فشار یک میلی‌لیتر در دقیقه به عنوان گاز حامل استفاده شد. انرژی یونیزاسیون ۷۰ الکترون ولت و محدوده جرمی از ۵۰۰-٤۰ بوده است.

دستگاه GC: از دستگاه گاز کروماتوگراف Agilent مدل 7890A، ستون HP-5 به طول ۳۰ متر، قطر ۰/۳۲ میلی‌متر و ضخامت لایه فاز ساکن ۰/۲۵ میکرون

استفاده شد. برنامه‌ریزی حرارتی ستون مشابه شرایط دستگاه GC/MS تنظیم شد. نوع آشکارساز FID با دمای ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد و نیتروژن با فشار ۱ میلی‌لیتر در دقیقه به‌عنوان گاز حامل و نسبت شکاف ۱ به ۱۰۰ استفاده شد.

عصاره‌گیری پلی‌فنل‌ها: عصاره‌گیری به روش خیساندن (Maceration) به‌مدت ٢٤ ساعت انجام شد. به یک گرم از نمونه گیاهی خشک و پودر شده، ۱۰ میلی‌لیتر متانول اضافه شد. نمونه عصاره‌گیری شده با استفاده از کاغذ صافی فیلتر و سپس زیر صافی پس از عبور از فیلتر ۰/۲۲ میکرومتر تا زمان آنالیز با دستگاه HPLC در یخچال نگهداری شد.

مشخصات دستگاه HPLC: دستگاه مورد استفاده از شرکت Agilent آمریکا مدل سری ۱۲۰۰، ستون C_{18} به طول ۱۵سانتی‌متر و قطر ذرات۵ میکرومتر، دتکتور DAD(دیود آرای) در طول موج‌های ۳۲۰ و ۲۸۰ نانومتر و دمای آون ۳۰ درجه سانتی‌گراد انتخاب گردید. سرعت شویش ۱ میلی‌لیتر بر دقیقه و حجم تزریق ۲۰ میکرولیتر استفاده شد. برنامه شویش گرادیان و ترکیب در صد حلال‌ها به‌صورت زیر انتخاب شد:

متانول (٪)	اسید فرمیک (۱٪)	زمان (دقیقه)
۱۰	۹۰	۰
۲۵	۷۵	۱۰
٦۰	٤۰	۲۰
۷۰	۳۰	۳۰
۷۰	۳۰	٤۰

اندازه‌گیری کمی ۱۸ ترکیب پلی فنولی استاندارد (سیناپیک اسید، گالیک اسید، کاتچین، کافییک اسید، کلرژنیک اسید، نارنجنین، کوئرستین، پارا- کوماریک اسید، کومارین، کارواکرول، وانیلین، ترانس فرولیک اسید، هسپردین، الاجیک اسید، اوجنول، هسپرتین، رزمارنیک اسید و تیمول)به روش استاندارد خارجی انجام شد. منحنی کالیبراسیون از ترسیم سطح زیر پیک استانداردها برحسب غلظت محلول‌های استاندارد به دست آمد. در محدوده غلظتی ۱۰۰۰-۰/۱ میلی‌گرم بر لیتر، تهیه شده در متانول برای هر کدام از استانداردها به طور جداگانه،این منحنی‌ها خطی بودند.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

نتایج با استفاده از برنامه آماری SPSS ویرایش ١٦، تجزیه و تحلیل و مقایسه میانگین بازده و ترکیب‌های اصلی اسانس‌ها به روش آزمون چند دامنه دانکن در سطح آماری ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفت.

نتایج

بازده اسانس *S. Bachtiarica* در ٦رویشگاه طبیعی: میانگین بازده اسانس *S. bachtiarica* در ٦ جمعیت مورد مطالعه بر حسب وزن خشک گیاه (w/w)، محاسبه گردید (جدول ۲). بازده اسانس ٦ جمعیت بین ۱/۱۵ (سپیدان) و ۲/٤۲٦۷ (استهبان) درصد بدست آمد. بازده اسانس جمعیت فیروزآباد- موک (۲/۰۷٦۷ درصد)، کوهنجان (۱/۳۲۳۳درصد)، آباده-دیدگان (۲/۰٥٦۷ درصد) و آباده-انارک (۱/٤۹ درصد) بدست آمد (جدول ۲). میانگین بازده اسانس در شش جمعیت مورد مطالعه با روش آزمون چند دامنه دانکن مورد مقایسه قرار گرفت (جدول ۲). در مقایسه میانگین بازده اسانس در شش جمعیت مورد مطالعه، نتایج حاصل از آزمون نشان داد که منطقه استهبان با سایر جمعیت‌ها اختلاف معنی‌دار دارد (در سطح ۵ درصد، جدول ۲). بهترین نتیجه به‌ترتیب مربوط به جمعیت‌های استهبان، فیروزآباد-موک، آباده-دیدگان، آباده-انارک، کوهنجان و سپیدان می‌باشد.

ترکیب‌های موجود دراسانس *S. bachtiarica* در ٦

رویشگاه طبیعی: جدول ۳ ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس گیاه *S. bachtiarica*، شاخص بازداری و درصد کمی آنها را در ٦ جمعیت مورد مطالعه نشان می‌دهد. در اسانس جمعیت فیروزآباد- موک، ٤٩ ترکیب شناسایی شد که ۹۷/۲ درصد ترکیب‌های اسانس را تشکیل می‌دهند که در این میان تیمول (٤١/٨ درصد)، پارا- سیمن (۳۲/۸ درصد)، گاما- ترپینن (٦/۲ درصد)، لینالول (۳/۳ درصد)، کاریوفیلن اکساید (۲/۰ درصد) و بورنئول (۱/۹ درصد) ترکیب‌های عمده بودند. در اسانس جمعیت کوهنجان ٤۳ ترکیب شناسایی شد که ۹۷/۵ درصد ترکیب‌های اسانس را تشکیل می‌دهند. تیمول (٤۹/۸ درصد)، پارا- سیمن (۲۲/۸ درصد)، گاما- ترپینن (۷/۵ درصد)، لینالول (۳/۵ درصد) و کاریوفیلن اکساید (۲/۰ درصد)، ترکیب‌های اصلی در این جمعیت بودند. در اسانس جمعیت آباده- دیدگان، ٤۳ ترکیب که ۹۸/۱ درصد کل ترکیب‌های اسانس را تشکیل می‌دهند، شناسایی شد. در این جمعیت، کارواکرول (٤۹/۷ درصد)، پارا- سیمن (۱۸/۰ درصد)، تیمول (۱۰/۹ درصد)، گاما-ترپینن (٤/۳ درصد)، لینالول (۳/٦ درصد)، بورنئول (۲/۱ درصد) و کاریوفیلن اکساید (۱/۷ درصد)، ترکیب‌های عمده بودند. ٤٨ ترکیب در جمعیت سپیدان که ۹۷/۷ درصد کل ترکیب‌های اسانس را تشکیل می‌دهند، شناسایی شد. ترکیب‌های اصلی در این رویشگاه طبیعی، پارا- سیمن (۳۲/٤ درصد)، تیمول (۲۷/۳ درصد)، کارواکرول (۱۲/٦ درصد)، گاما- ترپینن (۷/۰ درصد)، لینالول (۳/۹ درصد)، بورنئول (۳/۰ درصد) و کاریوفیلن اکساید (۲/۳ درصد) تعیین شد. در رویشگاه طبیعی آباده- انارک، ٤٨ ترکیب شناسایی شد که ۹۷/۷ درصد کل ترکیب‌های اسانس را تشکیل می‌دهند. تیمول (۲۵/۲ درصد)، کارواکرول (۲٤/٦ درصد)، پارا- سیمن (۲۲/٤ درصد)، گاما- ترپینن (۷/۲ درصد)، لینالول (۵/۱ درصد)، بورنئول (۳/۱ درصد) و کاریوفیلن اکساید (۱/٦ درصد)، ترکیب‌های اصلی این جمعیت بودند. ٤۵ ترکیب که ۹۷/٦ درصد کل ترکیب‌های اسانس را تشکیل می‌دهند، در جمعیت استهبان، شناسایی شد. تیمول (۳٤/۵ درصد)، پارا- سیمن (۲٤/۲ درصد)، کارواکرول (۱۸/۷ درصد)، گاما-ترپینن (٦/۳ درصد)، لینالول (۳/۳ درصد) و کاریوفیلن اکساید (۲/۰ درصد)، به‌عنوان ترکیب‌های عمده در این جمعیت تعیین شد (جدول ۳). در شش جمعیت مورد مطالعه مقادیر تیمول، کارواکرول و پارا-سیمن، به‌عنوان ترکیب‌های اصلی، متغیر گزارش شد. بیشترین مقدار این ترکیب‌ها در جمعیت‌های کوهنجان، آباده-دیدگان و فیروزآباد-موک مشاهده شد (٤۹/۸، ٤۹/۷ و ۳۲/۸ درصد). کمترین مقدار تیمول و پارا-سیمن (۱۰/۹ و ۱۸/۰ درصد) در رویشگاه طبیعی آباده-دیدگان و کمترین مقدار کارواکرول در جمعیت فیروزآباد-موک (۱/۱ درصد)، تعیین شد. سایر ترکیب‌های ٦ منطقه مورد مطالعه، همراه با درصد ترکیب و شاخص بازداری آنها در جدول ۳ آمده است. میانگین درصد ترکیب‌های اصلیدر شش جمعیت مورد مطالعه با روش آزمون چند دامنه دانکن مورد مقایسه قرار گرفت (جدول ۲). نتایج حاصل از آزمون نشان داد که شش جمعیت مورد مطالعه در مقدار تیمول با هم اختلاف معنی داری دارند (در سطح ۵ درصد، جدول ۲). در مقایسه درصد کارواکرول، در جمعیت‌های آباده- دیدگان، سپیدان، آباده- انارک و استهبان اختلاف معنی‌داری نسبت به دو جمعیت فیروزآباد- موک و کوهنجان مشاهده شد (در سطح ۵ درصد، جدول ۲). اختلاف معنی‌داری در درصد پارا- سیمن، به‌عنوان یکی دیگر از ترکیب‌های اصلی، در جمعیت‌های فیروزآباد- موک و سپیدان در مقایسه با چهار جمعیت دیگر مشاهده شد (در سطح ۵ درصد، جدول ۲).

گروه‌بندی ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس: ترکیب‌های اسانس مرزه بختیاری به ٤ گروه اصلی در تمام رویشگاه‌های مورد مطالعه تقسیم شدند (جدول ٣). منوترپن‌های اکسیژندار (٦٨/٩-٤٨/٥ درصد)، منو ترپنهیدروکربنی (٤٤/٦-٢٦/٤ درصد)، سسکویی ترپن‌های اکسیژندار (٣/١-٢ درصد) و سسکویی ترپنهیدوکربنی (١/٥-٠/٨ درصد). دو ترکیب تیمول و کارواکرول بخش عمده منوترپن‌های اکسیژندار (٦٠/٦-٣٩/٩ درصد) را تشکیل دادند. گروهبندی ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس در ٦ جمعیت مورد مطالعه در جدول ٣ خلاصه شده است.

جدول ٣: ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس مرزه بختیاری در شش رویشگاه استان فارس

ردیف	ترکیبات اسانس	شاخص بازداری	استهبان	آباده- انارک	سپیدان	آباده- دیدگان	کوهنجان	فیروزآباد - موک
١	(E)-2-Hexenal	٨٤٦	t	t	t	t	t[a]	-
٢	Tricyclene	٩٢٢	-	t	t	t	-	-
٣	α-Thujene	٩٢٦	٠/٣	٠/٥	٠/٥	٠/٣	٠/٤	٠/٤
٤	α-Pinene	٩٣٣	٠/٦	٠/٩	٠/٩	٠/٧	٠/٦	٠/٦
٥	Camphene	٩٤٨	٠/٢	٠/٨	١/٠	٠/٦	٠/٢	٠/٥
٦	Thuja-2,4(10)-diene	٩٥٣	t	t	t	t	-	t
٧	Sabinene	٩٧٣	t	t	t	t	t	t
٨	β-Pinene	٩٧٧	٠/١	٠/٢	٠/٢	٠/٢	٠/١	٠/٢
٩	Myrcene	٩٩١	١/٠	١/١	١/٠	١/٠	١/١	١/١
١٠	3-Octanol	٩٩٦	-	t	t	t	t	t
١١	α-Phellandrene	١٠٠٦	٠/١	٠/١	t	t	٠/١	t
١٢	δ-3-Carene	١٠١١	t	t	t	t	t	t
١٣	α-Terpinene	١٠١٧	١/٠	١/١	١/٠	٠/٧	١/٢	٠/٩
١٤	p-Cymene	١٠٢٥	٢٤/٢	٢٢/٤	٣٢/٤	١٨/٠	٢٢/٨	٣٢/٨
١٥	Limonene	١٠٣١	٠/٤	٠/٤	٠/٤	٠/٤	٠/٣	٠/٣
١٦	1,8-Cineole	١٠٣٢	t	t	t	t	t	t
١٧	(E)-β-Ocimene	١٠٤٧	t	t	t	t	t	t
١٨	γ-Terpinene	١٠٦٠	٦/٣	٧/٢	٧/٠	٤/٣	٧/٥	٦/٢
١٩	cis-Sabinene hydrate	١٠٦٧	٠/٣	٠/٤	٠/٣	٠/٤	٠/٤	٠/٤
٢٠	trans-Linalool oxide	١٠٧٢	t	t	t	t	t	t
٢١	Terpinolene	١٠٨٩	٠/٢	٠/٢	٠/٢	٠/٢	٠/٢	٠/٢
٢٢	Linalool	١٠٩٩	٣/٣	٥/١	٣/٩	٣/٦	٣/٥	٣/٣
٢٣	trans-Thujone	١١١٧	-	-	-	-	-	t
٢٤	cis-p-Menth-2-en-1-ol	١١٢٢	٠/١	٠/١	٠/١	t	٠/١	٠/١
٢٥	α-Campholenal	١١٢٦	-	t	t	-	-	t
٢٦	Camphor	١١٤٥	٠/٢	٠/١	٠/٢	٠/٢	٠/٢	٠/١
٢٧	Borneol	١١٦٦	٠/٧	٣/١	٣/٠	٢/١	٠/٥	١/٩
٢٨	Terpinen-4-ol	١١٧٧	٠/٦	٠/٦	٠/٦	٠/٧	٠/٧	٠/٧

ردیف	ترکیبات اسانس	شاخص بازداری	استهبان	آباده- انارک	سپیدان	آباده- دیدگان	کوهنجان	فیروزآباد - موک
۲۹	p-Cymen-8-ol	۱۱۸۵	۰/۳	t	۰/۲	۰/۲	۰/۳	۰/۱
۳۰	α-Terpineol	۱۱۹۰	t	۰/۲	t	t	۰/۱	۰/۳
۳۱	trans-Dihydro carvone	۱۲۰۶	t	–	t	–	t	–
۳۲	Thymol methyl ether	۱۲۳۵	t	–	t	t	۰/۲	t
۳۳	Neral	۱۲۳۹	۰/۱	t	t	–	t	t
۳۴	Cumin aldehyde	۱۲۴۴	–	–	–	–	–	–
۳۵	Carvacrol methyl ether	۱۲۴۵	t	t	t	t	t	t
۳۶	Geraniol	۱۲۵۴	t	t	–	–	۰/۱	۰/۱
۳۷	Thymol	۱۲۹۰	۳۴/۵	۲۵/۲	۲۷/۳	۱۰/۹	۴۹/۸	۴۱/۸
۳۸	Carvacrol	۱۲۹۸	۱۸/۷	۲۴/۶	۱۲/۶	۴۹/۷	۱/۶	۱/۱
۳۹	Thymol acetate	۱۳۵۶	۰/۴	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۱/۹	۰/۳
۴۰	Carvacrol acetate	۱۳۷۴	t	۰/۱	۰/۱	۰/۹	–	t
۴۱	(E)-Caryophyllene	۱۴۱۹	۱/۲	۱/۰	۱/۴	۰/۸	۱/۰	۱/۱
۴۲	Aromadendrene	۱۴۳۹	t	t	t	t	t	t
۴۳	α-Humulene	۱۴۵۳	۰/۱	t	۰/۱	t	t	t
۴۴	allo-Aromadendrene	۱۴۶۰	–	t	t	–	–	t
۴۵	Viridiflorene	۱۴۹۵	t	t	–	–	–	t
۴۶	β-Bisabolene	۱۵۰۹	–	t	t	–	–	t
۴۷	δ-Cadinene	۱۵۲۳	–	–	–	–	–	t
۴۸	Spathulenol	۱۵۷۸	۰/۳	۰/۲	۰/۲	۰/۱	۰/۲	۰/۳
۴۹	Caryophyllene oxide	۱۵۸۴	۲/۰	۱/۶	۲/۳	۱/۷	۲/۰	۲/۰
۵۰	Humulene epoxide II	۱۶۰۸	t	t	t	t	t	t
۵۱	Caryophylla-4(14),8(15)-dien-5-β-ol	۱۶۳۵	۰/۱	۰/۱	۰/۲	t	۰/۱	۰/۱
۵۲	Cedr-8(15)-en-9-α-ol	۱۶۵۷	۰/۱	t	۰/۱	t	۰/۱	۰/۱
۵۳	14-hydroxy-9-epi-(E)-Caryophyllene	۱۶۷۱	۰/۲	۰/۲	۰/۳	۰/۲	۰/۲	۰/۲
	monoterpene hydrocarbons		۳۴/۴	۳۴/۹	۴۴/۶	۲۶/۴	۳۴/۵	۴۳/۲
	oxygenated monoterpenes		۵۹/۲	۵۹/۷	۴۸/۵	۶۸/۹	۵۹/۴	۵۰/۲
	sesquiterpene hydrocarbons		۱/۳	۱/۰	۱/۵	۰/۸	۱/۰	۱/۱
	oxygenated sesquiterpenes		۲/۷	۲/۱	۳/۱	۲/۰	۲/۶	۲/۷
	مجموع		۹۷/۶	۹۷/۷	۹۷/۷	۹۸/۱	۹۷/۵	۹۷/۲

t[a]:trace:<٪ ۰/۱

ترکیب‌های پلی‌فنولی در ۶ رویشگاه طبیعی: نتایج حاصل از بررسی میزان ۱۸ ترکیب پلی فنولی با محاسبه سطح زیر منحنی‌های HPLC و مقایسه آنها با منحنی‌های استاندارد برای شش جمعیت مورد مطالعه در این تحقیق، به‌دست آمد (جدول ۴). نتایج حاصل از آنالیز نمونه‌های عصاره نشان داد که پلی فنول‌های نارنجنین، کارواکرول، هسپریدین، اوجنول، هسپرتین، رزمارنیک اسید و تیمول در شش جمعیت مورد مطالعه در مرزه بختیاری هستند. ترانس فرولیک اسید بجز جمعیت فیروزآباد- موک در پنج منطقه

دیگر گزارش شد (۰/۱۹-۰/۱٤ میلی‌گرم بر گرم). کافئیک اسید در دو جمعیت فیروزآباد- موک و کوهنجان کمتر از حد تشخیص دستگاه (میلی‌گرم بر گرم ۰/۱ >) مشاهده و در چهار جمعیت دیگر مشاهده نشد. کوئرستین تنها در جمعیت آباده- انارک (۰/۱۱ میلی‌گرم بر گرم) مشاهده شد. بررسی پلی فنول‌ها در جمعیت‌های فیروز آباد-موک و کوهنجان نشان داد که بیشترین میزان پلی فنول‌ها به‌ترتیب مربوط به تیمول (٦/٦۰ و ۱۱/٤۱ میلی‌گرم بر گرم)، اوجنول (۱/٥٤ و ۳/٤٦ میلی‌گرم بر گرم)، رزمارنیک اسید (۱/۱٤ و ۲/۰۱ میلی‌گرم بر گرم) می‌باشد (جدول ٤). کارواکرول (۷/۹۰ میلی‌گرم بر گرم)، تیمول (۱/۹٥ میلی‌گرم بر گرم) و اوجنول (۱/٥٦ میلی‌گرم بر گرم)، بیشترین میزان پلی فنول‌ها در جمعیت آباده-دیدگان نشان دادند. در جمعیت سپیدان، تیمول (۳/۸۸ میلی‌گرم بر گرم)، رزمارنیک اسید (۱/۱۷ میلی‌گرم بر گرم) و اوجنول (۰/۹۳ میلی‌گرم بر گرم) به‌عنوان پلی فنول‌های با بالاترین مقدار در این منطقه شناسایی شدند. تیمول (٥/۲۳ میلی‌گرم بر گرم)، کارواکرول (۳/۹۲ میلی‌گرم بر گرم) و رزمارنیک اسید (۱/۳۸ میلی‌گرم بر گرم)، بیشترین میزان را در جمعیت آباده-انارک نشان دادند. در جمعیت استهبان تیمول (۱۲/٤۸ میلی‌گرم بر گرم)، اوجنول (٥/۰۲ میلی‌گرم بر گرم) و کارواکرول (٤/۳۹ میلی‌گرم بر گرم)، بیشترین میزان پلی فنول‌ها در این رویشگاه نشان دادند (جدول ٤). ترکیب‌های فنولی تیمولدر شش جمعیت مورد بررسی، کارواکرول در سه جمعیت آباده- دیدگان، استهبان و آباده- انارک، اوجنول در تمام جمعیت‌ها بجز رویشگاه آباده- انارک و رزمارنیک اسید در تمام جمعیت‌ها بجز دو رویشگاه آباده- دیدگان و استهبان گزارش شدند.

جدول ٤: ترکیب‌های پلی فنولی مطالعه شده در عصاره متانولی مرزه بختیاری در شش جمعیت استان فارس

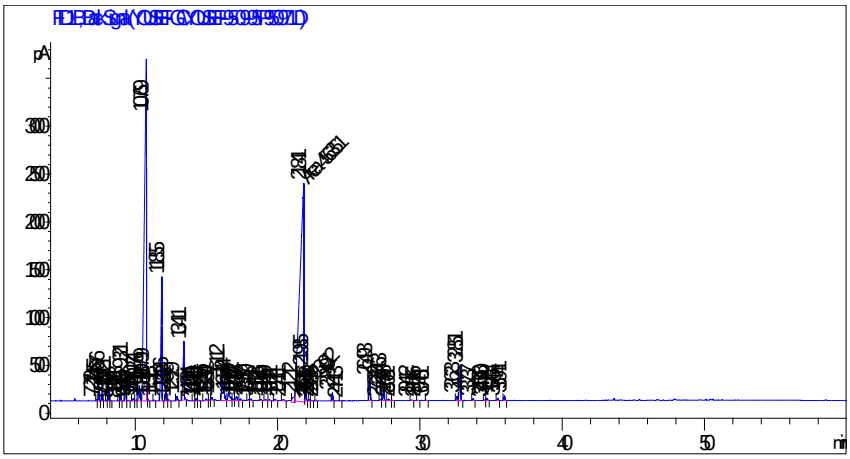
ترکیبات پلی فنولی (mg/g)	فیروزآباد- موک	کوهنجان	آباده- دیدگان	سپیدان	آباده- انارک	استهبان
Sinapic acid	-[a]	-	-	-	-	-
Gallic acid	-	-	-	-	-	-
Catechin	-	-	-	-	-	-
Caffeic acid	<LOD[b]	<LOD	-	-	-	-
Chloregenic acid	-	-	-	-	-	-
Narengenin	۰/٥۷	۰/٤۹	۰/۷٤	۰/۲۸	۰/٥٦	۰/٥۸
Quercetin	-	-	-	-	۰/۱۱	-
p-Coumaric acid	-	-	-	-	-	-
Coumarin	-	-	-	-	-	-
Carvacrol	۰/۳۱	۰/٤۳	۷/۹۰	۰/۷۰	۳/۹۲	٤/۳۹
Vanilin	-	-	-	-	-	-
trans-ferulic acid	-	۰/۱۹	۰/۱٦	۰/۱٤	۰/۱٤	۰/۱۷
Hesperedin	۰/٥۰	۰/۹۱	۰/٦۷	۰/٦٦	۱/۰۱	۰/٦۱
Ellagic acid	-	-	-	-	-	-
Eugenol	۱/٥٤	۳/٤٦	۱/٥٦	۰/۹۳	۱/۲۷	٥/۰۲
Hesperetin	۰/٥۹	۱/۲٦	۰/۸۹	۰/٤۲	۰/۷٤	۱/۲٦
Rosmarinic acid	۱/۱٤	۲/۰۱	۰/۸۱	۱/۱۷	۱/۳۸	۱/۳۳
Thymol	٦/٦۰	۱۱/٤۱	۱/۹٥	۳/۸۸	٥/۲۳	۱۲/٤۸

[a]-: مشاهده نشد ;[b]LOD: کمتر از حد تشخیص دستگاه

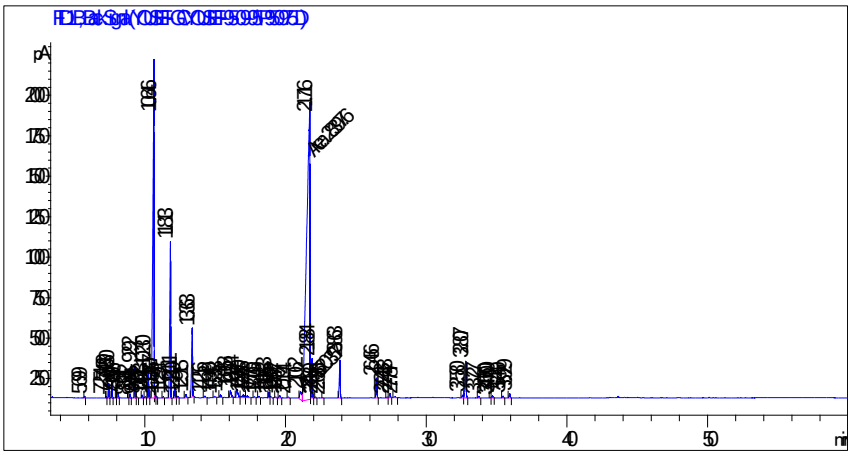
بحث

در نمونه‌های جمع آوری شده از استان فارس، محتوای اسانس ۱/۱۵ تا ۲/۴۳ درصد متغیر بود. بازده اسانس نمونه استهبان و سپیدان به‌ترتیب بیشترین و کمترین مقدار بودند. به نظر می‌رسد از بین شرایط اکولوژیک به غیر از اختلاف ارتفاع عامل موثر دیگر دما می‌باشد و ارتفاع تاثیر کمتری را داشته است. منطقه سپیدان از آب و هوای سرد برخوردار است در حالی که استهبان و فیروزآباد از هوای به نسبت گرم و خشک در فصل رشد برخودار هستند و این موضوع در رابطه با دو منطقه آباده نسبت به هم نیز صادق است.از مقایسه نتایج این تحقیق با گزارش محققین دیگر می‌توان اینگونه نتیجه‌گیری کرد که تفاوت در محتوای اسانس (درصد) به ژنتیک گیاه (گونه و اکوتیپ)، شرایط اکولوژیک، زمان برداشت و روش‌های استخراج اسانس، بستگی دارد. مشابه این گزارش، در بررسی انجام شده روی *S. bachtiarica*، بازده اسانس ۱/٤ تا ۲/۱ درصد برحسب وزن خشک گیاه در رویشگاه‌های مورد مطالعه گزارش شد (Ghasemi Pirbalouti et al., 2017). همچنین بازده اسانس *S. khuzistanica* (۳/۲۵ ٪) و *S. bachtiarica* (۲/۳٤ ٪) در مناطق خوزستان و فارس گزارش شده است (Alizadeh, 2017). نتایج این گزارش، تفاوت در ترکیب‌های اصلی اسانس با نتایج دیگر محققین نشان داد. تجزیه اسانس نشان داد که تیمول (۱۰/۹-٤۹/۸ درصد)، کارواکرول (۱/۱-٤۹/۷ درصد)، پارا-سیمن (۳۲/۸-۱۸/۰ درصد)، گاما- ترپینن (۷/۵-٤/۳ درصد)، لینالول (۵/۱-۳/۳ درصد) پارا- سیمن (۱۸/۰-۳۲/۸ درصد)، گاما- ترپینن (٤/۳-۷/۵ درصد)، لینالول (۳/۳-۵/۱ درصد)، بورنئول (۰/۵-۳/۱ درصد) و کاریوفیلن اکساید (۱/٦-۲/۳ درصد) را ترکیب‌های اصلی در شش رویشگاه مورد مطالعه نشان می‌دهد. با توجه به تغیرات کارواکرول و تیمول به‌عنوان ترکیب اصلی اسانس در مناطق مختلف می‌توان نتیجه گرفت که مناطقی که دارای تیمول بالاتری هستند کارواکرول کمتری دارند و بالعکس، می‌توان گفت که تغییر شرایط اکولوژیک تاثیر زیادی روی این دو ترکیب می‌گذارند. مقدار بالای پارا-سیمن در نمونه‌های جمع‌آوری شده از استان فارس نزدیک به نمونه‌های شهرکرد است که طی بررسی‌های قبلی گزارش شده است (Ahmadi et al., 2009). مطالعه ترکیب‌های تشکیل دهنده اسانس مرزه بختیاری جمع‌آوری شده در شش رویشگاه طبیعی استان فارس را نزدیک به سایر گونه‌های مرزه مانند *S. sahendica* و *S. spicigera* (Sefidkon et al., 2004)، *S. khuzistanica* (Sefidkon and Ahmadi, 2000) و *S. boissieri* (Kurkcuoglu, 2001) گزارش شده قبلی نشان می‌دهد. در تمام این گونه‌ها کارواکرول جزء ترکیبات اصلی بوده است اگرچه در بعضی از مناطق مورد مطالعه این تحقیق مانند فیروز آباد کوهنجان و سروستان که شرایط اکولوژیکی به ظاهر مشابهی دارند تیمول بیشترین ترکیب بود. در یک تحقیق دیگر از استان چهارمحال و بختیاری نشان داد که ترکیب‌های عمده اسانس این گونه، کارواکرول، گاما- ترپینن و تیمول بودند (Solaymani Babadi et al., 2012). همسو با نتایج ما، نتایج مطالعات دیگر (Ghasemi Pirbalouti et al., 2014, 2013; Ghasemi Pirbalouti and Dadfar, 2013) نیز نشان داد که منوترپن‌های هیدروکربنی و منوترپن‌های اکسیژن‌دار ترکیب‌های شیمیایی اصلی اسانس مرزه بختیاری را تشکیل می‌دهند. بیشترین و کمترین مقدار منوترپن‌های فنولی اکسیژندار (تیمول و کارواکرول) به‌ترتیب در جمعیت‌های آباده- دیدگان و سپیدان مشاهده شدند. مطابق مطالعه ما مرزه بختیاری رویشگاه طبیعی سپیدان، غنی از منوترپن‌های هیدروکربنی، سسکویی ترپن‌های اکسیژندار و

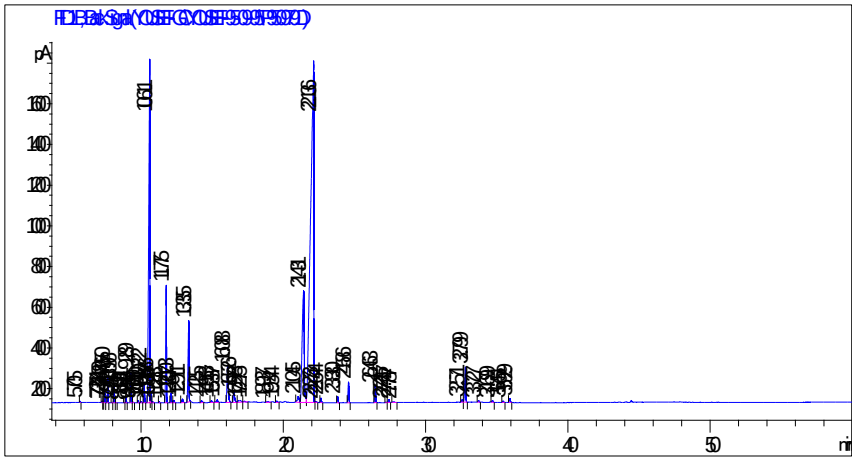
سسکویی‌ترپن‌های هیدروکربنی گزارش شد. بنابراین از مقایسه نتایج ما با سایر مطالعات می‌توان این گونه نتیجه‌گیری کرد که تغییرات اکولوژیکی از جمله طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا نقش مهمی در درصد ترکیب‌های تشکیل دهنده اسانس مرزه بختیاری (تیمول، کارواکرول و پارا- سیمن) داشته‌اند. ترکیب‌هایتشکیل دهنده اسانس گونه‌های مختلف گیاهی بسته به منطقه جغرافیایی، سن گیاه، روش خشک کردن و استخراج اسانس، متغیر می باشند (Jerkovic et al., 2001). همانطور که در جدول ٤ مشاهده می‌شود، تغییر رویشگاه سبب تغییر در ترکیب‌های پلی‌فنولی عصاره مرزه بختیاری شده است که این تغییرات می‌تواند خواص و کاربرد عصاره را تحت تاثیر قرار دهد. از آنجا که خواص ضدمیکروبی گیاه مرزه ناشی از ترکیب‌های فنولی مثل تیمول و کارواکرول است، لذا مقدار بیشتر ترکیب‌های پلی‌فنولی در یک جمعیت می‌تواند خواص ضدمیکروبی گیاه را افزایش دهد. جمعیت استهبان با مقدار بالای ترکیب‌های فنولی تیمول و اوجنول در عصاره، رویشگاه آباده-دیدگان با دارا بودن کارواکرول بیشتر و جمعیت کوهنجان با مقدار بالای ترکیب فنولی رزمارنیک اسید در عصاره این گیاه حایز اهمیت هستند.



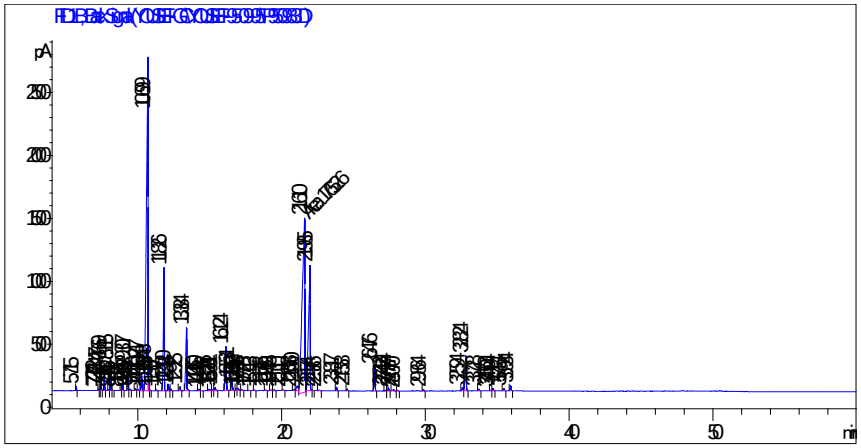
شکل ۱: کروماتوگرام GC اسانس مرزه بختیاری از جمعیت فیروزآباد-موک



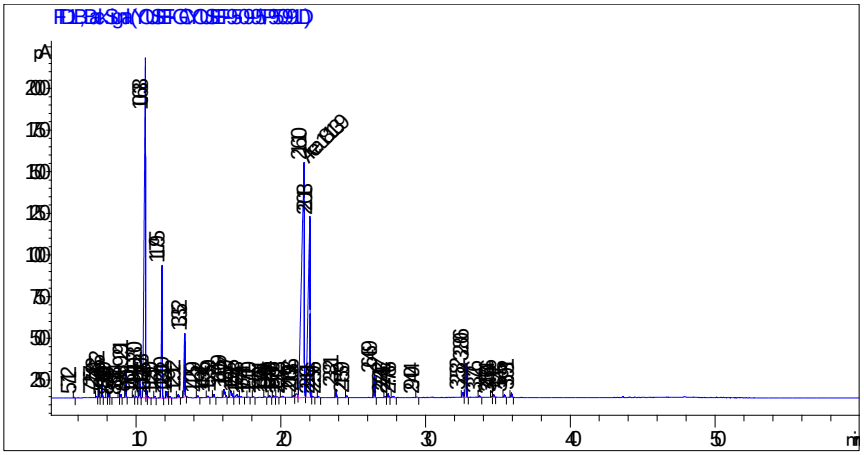
شکل ۲: کروماتوگرام GC اسانس مرزه بختیاری از جمعیت کوهنجان



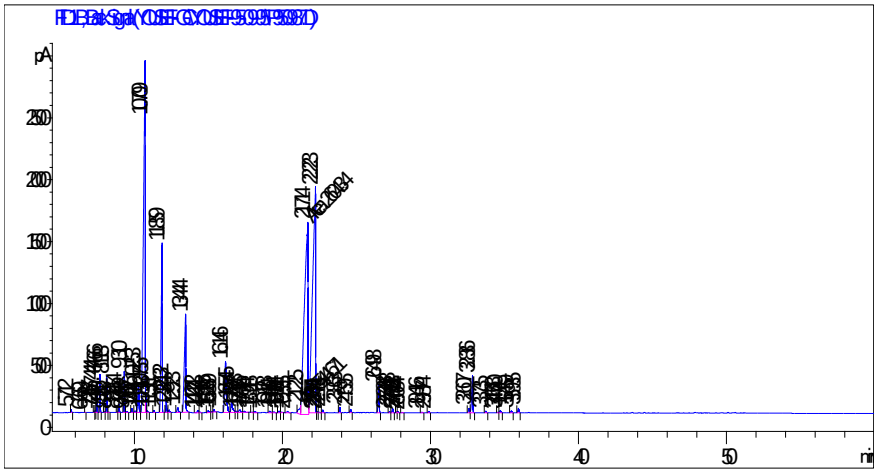
شکل ۳: کروماتوگرام GC اسانس مرزه بختیاری از جمعیت آباده- دیدگان



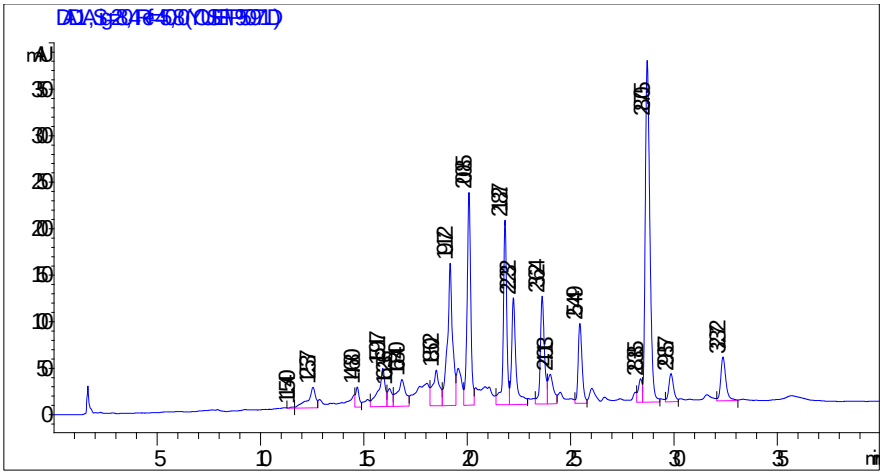
شکل ٤: کروماتوگرام GC اسانس مرزه بختیاری از جمعیت سپیدان



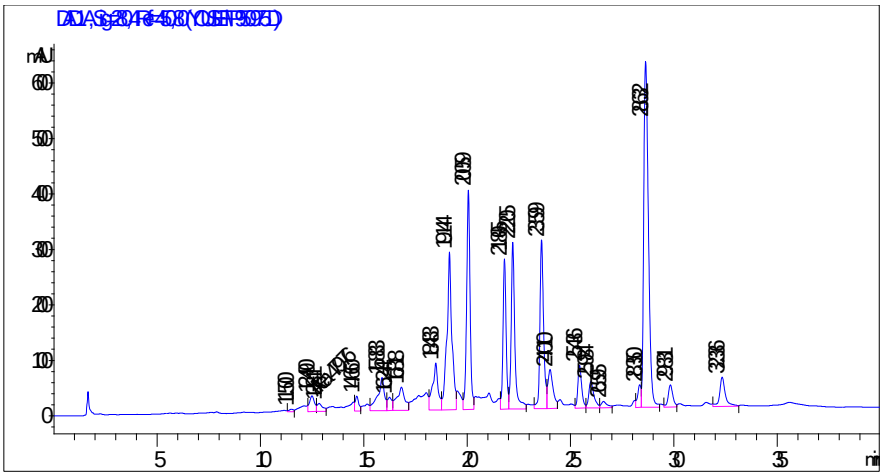
شکل ٥: کروماتوگرام GC اسانس مرزه بختیاری از جمعیت آباده-انارک



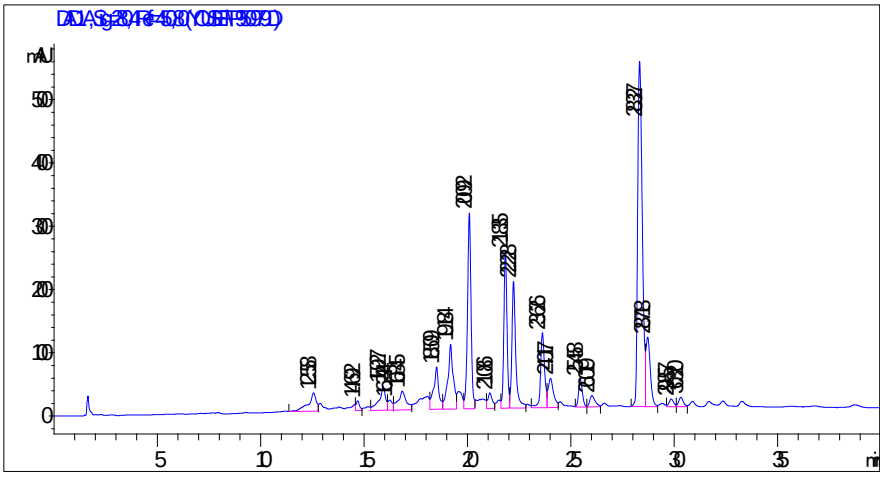
شکل ٦: کروماتوگرام GC اسانس مرزه بختیاری از جمعیت استهبان



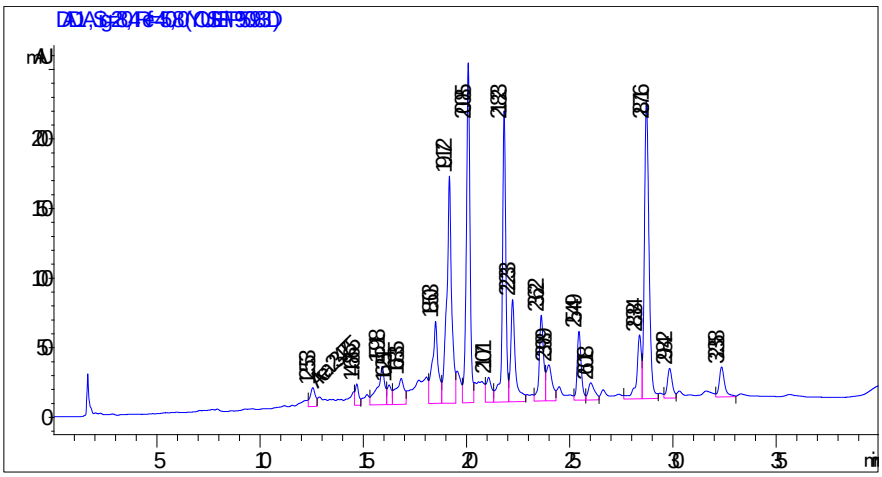
شکل ۷: کروماتوگرام HPLC عصاره مرزه بختیاری از جمعیت فیروزآباد–موک



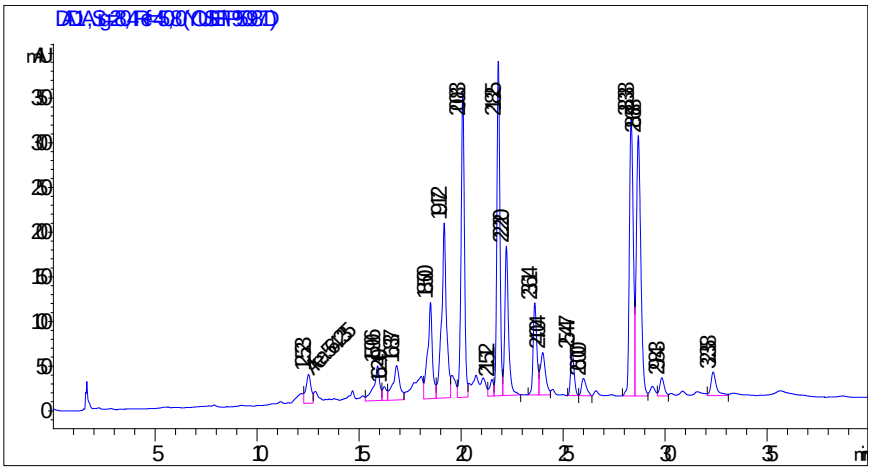
شکل ۸: کروماتوگرام HPLC عصاره مرزه بختیاری از جمعیت کوهنجان



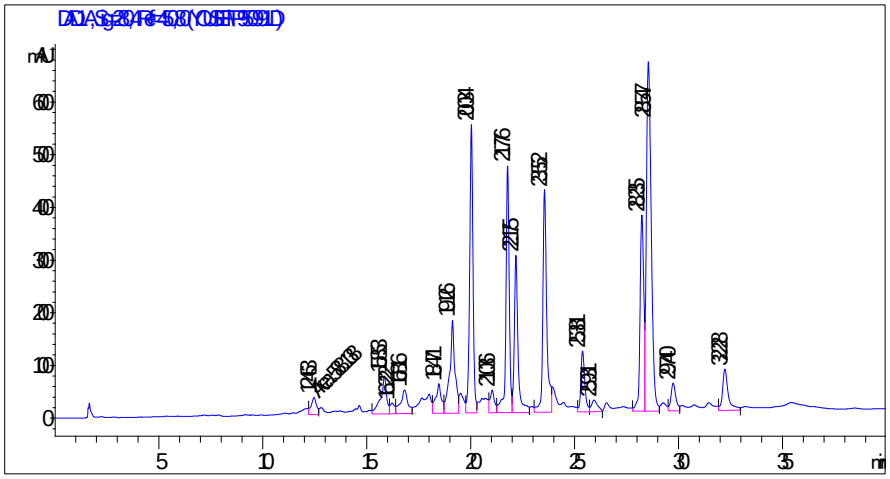
شکل ۹: کروماتوگرام HPLC عصاره مرزه بختیاری از جمعیت آباده-دیدگان



شکل ۱۰: کروماتوگرام HPLC عصاره مرزه بختیاری از جمعیت سپیدان



شکل ۱۱: کروماتوگرام HPLC عصاره مرزه بختیاری از جمعیت آباده-انارک



شکل ۱۲: کروماتوگرام HPLC عصاره مرزه بختیاری از جمعیت استهبان

نتیجه‌گیری نهایی

این پژوهش تنوع در خصوصیات فیتوشیمیایی اسانس و عصاره مرزه بختیاری در ٦ رویشگاه مورد بررسی در جنوب ایران نشان داد. بیشترین رویشگاه‌های طبیعی مرزه بختیاری در ارتفاع ۱۷۰۰ تا ۲٤۰۰ متر از سطح دریا در استان فارس مشاهده شدند. دو کموتیپ شامل تیمول در جمعیت‌های فیروزآباد- موک با۲۲۰۰ متر و کوهنجان با ارتفاع ۱۷۰۰ از سطح دریا و کارواکرول در آباده –دیدگان و آباده–انارک به‌ترتیب با ۲۳۰۰ و ۲۱۰۰ متر ارتفاع از سطح دریا تعیین شدند. این تحقیق نشان داد که شرایط خاص منطقه مانند دما و میزان بارندگی می‌تواند اثرات ارتفاع را تحت تاثیر قرار دهد. زیرا با وجود ارتفاعات نزدیک به هم، ترکیبات از الگوی ارتفاع تبعیت نکرد، بلکه بیشتر تابع دما بود. زیرا مناطقی مانند فیروز آباد و کوهنجان و همچنین آباده– دیدگان و آباده – انارک از نظر دمایی خیلی نزدیک به هم می‌باشند. این موضوع و مقایسه با همین گیاه از نقاط مختلف کشور و حتی جمعیت‌های مختلف از یک استان نشان می دهد که اسانس *S. bachtiarica* می‌تواند در برخی مناطق کشور بازده بیشتری داشته باشد که با توجه به ارزش اسانس این گونه، انجام تحقیقی وسیع‌تر در مورد تمام جمعیت‌های این گیاه ضروری می‌باشد.

سپاسگزاری

بدینوسیله مراتب تشکر و قدردانی خود را از مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع‌طبیعی فارس به‌دلیل امکاناتی که در اجرای این تحقیق در اختیار قرار دادند، اعلام می‌داریم.

References

1. Abbasi, K.H., Sefidkon, F. and Yamini, Y. 2005. Comparison of oil content and composition of two *Satureja* species (*Satureja hortensis* L. & *Satureja rechingeri* Jamzad) by hydrodistillation and Supercritical fluid extraction (SFE). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic plants, 21(3): 307-18.
2. Adams, R.P. 2007. Identification of essential oil components by gas chromatography /mass spectroscopy. Allured Publishing Corporation, Illinois, 1-804.
3. Ahmadi, Sh., Sefidkon, F., Babakhanlo, P., Asgari, F., Khademi, K. and Karimifar, M.A. 2009. Comparing essential oil composition of *Satureja bachtiarica* Bunge. before and full flowering stages in field and provenance. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 25 (2):159-169.

4. Alizadeh, A. 2017. Essential oil constituents, phenolic content and antioxidant activity of two endemic *Satureja* species from Iran. Bangladesh Journal of Botany, 46(3): 925-931.
5. British pharmacopoeia. 1988. 1988 British pharmacopoeia. London: HMSO, 2: 137-138.
6. Chorianopoulos, N., Evergetis, E. and Mallouchos, A. 2006. Characterization of the essential oil volatiles of *Satureja thymbra* and *Satuteja parnassica*: Influence of Harvesting Time and Antimicrobial Activity. Food chemistry, 54(8): 3139-3145.
7. Clevenger, J.F. 1928. Apparatus for determination 295 of essential oil. Journal of American Pharmaceutical. Association, 17: 346-349.
8. Ghasemi Pirbalouti, A., Nourafkan, H. and Solyamani-Babadi, E. 2017. Variation in chemical composition and antibacterial activity of essential oils from Bakhtiari Savory (*Satureja bachtiarica* Bunge.). Journal of Essential oil Bearing Plants, 20(2): 474-484.
9. Ghasemi Pirbalouti, A., Neshat, S.H., Rahimi, E., Hamedi, B. and Malekpoor, F. 2014. Chemical composition and antibacterial activity of essential oils of Iranian herbs against *Staphylococcus aureus* isolated from milk. International Journal of Food Properties, 17(9): 2063-2071.
10. Ghasemi Pirbalouti, A. and Dadfar, S. 2013. Chemical constituents and antibacterial activity of essential oil of *Satureja bachtiarica* (Lamiaceae). Acta Poloniae Pharmaceutica, 70 (5): 933-938.
11. Ghasemi Pirbalouti, A., Oraie, M., Pouriamehr, M. and Solaymani Babadi, E. 2013. Effects of drying methods on qualitative and quantitative of the essential oil of Bakhtiari savory (*Satureja bachtiarica* Bunge.). Industrial Crops and Products, 46: 324-327.
12. Ghasemi Pirbalouti, A., Nikobin Broujeni, V., Momeni, M., Malek Poor, F. and Hamedi, B. 2011a. Antibacterial activity of Iranian medicinal plants against *Streptococcus iniae* isolated from rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Archives of Biological Sciences, 63: 59-66.
13. Ghasemi Pirbalouti, A., Pirali, E., Pishkar, G., Jalali, S.M., Reyesi, M., Jafarian Dehkordi, M. and Hamedi, B. 2011b. The essential oils of some medicinal plants on the immune system and growth of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Journal of Herbal Drugs, 2 (2): 149-155.
14. Ghasemi Pirbalouti, A., Malek Poor, F., Momtaz, H. and Hamedi, B. 2010a. Antibacterial activity of some folklore medicinal plants used by Bakhtiari tribal in southwest Iran. International Journal of Biology, 2 (2): 55-63.
15. Ghasemi Pirbalouti, A., Rahimi, B. and Moosavi, S.A. 2010b. Antimicrobial activity of essential oils of three herbs against *Listeria monocytogenes* on chicken frankfurters. Acta agriculturae Slovenica, 95: 219-223.
16. Ghasemi Pirbalouti, A., Bahmani, M. and Avijgan, M. 2009. Anti-candida activity of some of the Iranian medicinal plants. Electronic Journal of Biotechnology, 5(4): 85-88.
17. Ghorbanpour, M., Hadian, J., Hatami, M., Salehi-Arjomand, H. and Aliahmadi, A. 2016. Comparison of chemical compounds and antioxidant and antibacterial properties of various *Satureja* species growing wild in Iran. Journal of Medicinal Plants, 15(59): 58-72.
18. Giweli, A., Džamić, M., Soković, A., M., S. Ristić, M. and D. Marin, P. 2012. Antimicrobial and antioxidant activities of essential oils of *satureja thymbra* growing wild in Libya. Molecules, 17(5): 4836-4850.
19. Glamočlija, J., Soković, M., Vukojević, J., Milenković, I. and van Griensven, L.J.L.D. 2006. Chemical composition and antifungal activities of essential oils of *Satureja thymbra* L. and *Salvia pomifera* ssp. *calycina* (Sm.) Hayek. Journal of Essential Oil Research, 18: 115-117.
20. Hadian, J., Akramian, M., Heydari, H., Mumivand, H. and Asghari, B. 2011. Composition and in vitro antibacterial activity of essential oils from four

Satureja species growing in Iran. Natutal Product Research, 26(2): 98-108.
21. Hashemi, MB., Niakousari, M. and Saharkhiz, M.J. 2011. Antioxidant activity of *Satureja bachtiarica* Bunge essential oil in rapeseed oil irradiated with UV rays. European Journal of Lipid Science and Technology, 113(9): 1132-1137.
22. Jerkovic, I., Mastelic, J. and Milos, M. 2001. The impact of both the season of collection and drying on the volatile constituents of *Origanum vulgare* L. ssp. *hirtum* grown wild in Croatia. International Journal of Food Science and Technology. 36(6): 649-654.
23. Kargar, V., Alizadeh, A. and Namayandeh, A. 2014. Essential oil constituents of *Satureja sahendica* Bornm. and *Satureja hortensis* L. cultivated in Iran. International Journal of Farming and Allied Sciences, 3(1): 91-94.
24. Kurkcuoglu, M., Tumen, G. and Baser, K.H.C. 2001. Essential oil constituents of *Satureja Biossieri* from Tutkey, Khimija Prirodnykh Soyedineniy, 37(4): 280-281.
25. Leake, G., Gasper, F. and Santos, R. 2003. Effect of water on the solubility of essential oils in dense CO_2. Jornal of Essential oil Research, 15(3): 172-177.
26. Moein, M. R., Karami, F., Tavallali, H. and Ghasemi, Y. 2012. Chemical composition of the essential oil of *Satureja bachtiarica* Bunge. from Iran. Iran. Iranian Journal of Pharmaceutical Sciences, 8(4): 277- 281.
27. Rojas, L.B. and Usubillaga, A. 2000. Composition of the essential oil of *Satureja brownie* (SW.) Briq. From Venexuela. Flavour and Fragrance Journal, 15(1): 21-22.
28. Sefidkon, F., Sadeghzadeh, L., Teimouri, M., Asgari, F. and Ahmadi, Sh. 2007. Antimicrobial effects of the essential oils of two *Satureja* species (*S. Khuzistanica* Jamzad and *S. bachtiarica* Bunge) in two harvesting time. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 23(2): 174-182.
29. Sefidkon, F. and jamzad, Z. 2005. Chemical composition of the essential oils of three Iranian *Satureja* species (*S.mutica*, *S.macrantha* and *S.intermedia*). Food Chemistry, 91 (1): 1-4.
30. Sefidkon, F., Jamzad, Z. and Barazandeh, M. 2005. Essential oil of *Satureja bachtiarica* Bunge as a rich source of carvacrol. Iranian Journal of pharmaceutical Research, 20 (4): 425-439.
31. Sefidkon, F. and jamzad, Z. 2004. Chemical composition of the essential oils of two Iranian *Satureja* species (S. *edmondi* and *S. isophylla*). Iranian journal of pharmaceutical Research, 3(2):91-91.
32. Sefidkon, F., Jamzad, Z., Mirza, M. 2004. Chemical variation in the essential oil of *Satureja sahendica* from Iran. Food Chem. 88, 325-328.
33. Sefidkon, F. and Ahmadi, sh. 2000. Essential oil of *Satureja khuzistanica* Jamzad, Journal of Essential Oil Research, 12(4): 427-428.
34. Simon, J.E., Chadwick, A.F. and Craker, L.E. 1984. Herbs: An Indexed Bioliography. 1971-1980. The Scientific Literature on Selected Herbs, and Aromatic and Medicinal Plant of the Temperate Zone. Archon books, Hamden, CT. 770 pp.
35. Solaymani Babadi, E., Ghasemi Pirbalouti, A., Nourafcan, H. and Hamedi, B. 2012. Bioactivity of essential oil of *bachtiari* Savory (Lamiaceae). Electronic Journal of Biology, 8(4): 73-78.
36. Teimori, M. 2009. Essential oil analysis and antibacterial activity of *Satureja bachtiarica* Bunge in Ardebile province, Journal of Plant Science and Research, 14, 19-26.
37. Viturro, C.I., Molina, A., Villa, W.C., Saavedra O.N., Zampini, M., Gonzalvez, E. and Garcia, E. 2000. Perliminary assay of adaptation in Juluy (Argentina) of *Satuteja hortensis*, *Ocimun basilicum* and *Coriandrum sativum*, Acta Horticulturae 500:47-67.

Variation in the essential oil constituents and Polyphenolic contents of six populations of *Satureja bachtiarica* Bunge. in Fars province

Yoosefi, S.[1], Rowshan, V.[2*], Larijani, K.[3], Naghdi badi, H.A.[4], Saboki, E.[5]

[1]phD student, Department of Horticulture, Field of Medicinal Plants, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

[2]Assistant Professor, Department of Natural Resource, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Shiraz, Iran

[3]Assistant Professor, Department of Chemistry, College of Science, Science and Research Branch. Islamic Azad University, Tehran, Iran

[4]Associate Professor, Medicinal Plants Research Centre, Institute of Medicinal Plants, ACECR, Karaj, Iran

[5]Assistant Professor, Department of Agricultural and Horticultural Research and Education Center and Natural Resources of Balochestan, AREEO, Balochestan, Iran

Received: 2018-6-13 ; Accepted: 2019-8-11

Abstract

Satureja bachtiarica Bunge. belonging to Lamiaceae family. is a native plant in Iran. In this study, the aerial parts of six populations of *S. bachtiarica* were collected at full flowering stages in Fars Province. After drying in laboratory conditions, the essential oils (EOs) and extracts were obtained by hydrodistillation and macerations methods, respectively. Chemical compositions of the EOs were analyzed by GC-FID and GC-MS and the phenolic contents were determined by HPLC analysis. EO yields were from 1.1 to 2.4 % (w/w) based on dried material. The major constituents of the EOs were thymol (10.9-49.8 %), carvacrol (1.1-49.7%), p-cymene (18.0-32.8 %), γ-terpinene (4.3-7.5 %), linalool (3.3-5.1%) and caryophyllene oxide (1.6-2.3 %). Among the populations, the EOs from the Kohanjan and Abadeh-Didegan had the highest thymol (49.8%) and carvacrol (49.7%) amount. Narengenin, carvacrol, hesperedin, eugenol, hesperetin, rosmarinic acid and thymol were the main phenolic compounds in the studied regions. These results showed that variation of ecological characters had effect on quality of *S. bachtiarica* EOs and extracts.

***Keywords*:** Carvacrol, Essential oil, Extract, Polyphenolic contents, *Satureja bachtiarica*.

*Corresponding author; vahid.rowshan@gmail.com