به زراعی کشاورزی
دوره ۱۵ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۲
صفحه‌های ۲۴-۱۳

ارزیابی محتوا و ترکیبات شیمیایی اسانس برخی اکوتیپ‌های رازیانهٔ ایران

کیوان بهمنی*[۱]، علی ایزدی دربندی[۲]، سیداحمد سادات نوری[۳]

۱. دانشجوی دکتری ژنتیک بیومتری، گروه علوم زراعی و اصلاح نباتات، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، پاکدشت ـ ایران
۲. دانشیار، گروه علوم زراعی و اصلاح نباتات، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، پاکدشت ـ ایران
۳. استاد، گروه علوم زراعی و اصلاح نباتات، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، پاکدشت ـ ایران

تاریخ وصول مقاله: ۹۰/۱۱/۲۶ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۱/۰۷/۱۵

چکیده

رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill) گیاهی از خانوادهٔ چتریان است که علاوه بر استفاده‌های دارویی، در مصارف تغذیه‌ای، تولید مواد آرایشی، عطرسازی، معطرکردن خوراکی‌ها و نوشیدنی‌ها کاربرد وسیعی دارد. با توجه به اهمیت بالای مقادیر و ترکیبات اسانس، محتوا و ترکیبات شیمیایی اسانس رازیانه‌های ایران بررسی شد. در این مطالعه ۵۰ اکوتیپ رازیانه از مناطق مختلف ایران جمع‌آوری شدند و در مزرعهٔ تحقیقاتی پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، کشت و در سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۰ مطالعه شد. با تعیین مرحلهٔ ۷۰ درصد خمیری دانه که بیشترین مقدار اسانس قابل استحصال را دارد، محتوای اسانس آن‌ها در ۲ سال متوالی و نیز ترکیبات شیمیایی اسانس آن‌ها بررسی شد. نتایج نشان داد که اکوتیپ‌های ساری، قزوین، چاهستان، کلیبر و حاجی‌آباد دیررس (۱۷۶ روز تا ۷۰ درصد خمیری)، الموت، دماوند، اردبیل، کوهین، گیوی، مغان، خاش، کاشان، مشکین‌شهر، خلخال، مرودشت و فزوه میان‌رس (۱۳۱ روز تا ۷۰ درصد خمیری دانه) و بقیهٔ اکوتیپ‌ها زودرس (۹۲ روز تا ۷۰ درصد خمیری) بودند. به‌صورت میانگین هر ۲ سال، اکوتیپ‌های رزن، فزوه، مرودشت، کاشان، ساری، کلیبر و اراک دارای محتوای اسانس بیش از ۳/۵درصد (به‌ترتیب با مقادیر ۳/۹۶، ۳/۶۹، ۳/۶۸، ۳/۶۶، ۳/۶۵، ۳/۶۵ و ۳/۵۴ درصد) بودند. نتایج بررسی ترکیبات شیمیایی اسانس با دستگاه GC-MASS نشان داد که بیشترین مقدار لیمونن مربوط به اکوتیپ سنندج، بیشترین مقدار فنچون متعلق به اکوتیپ ساری، بیشترین مقدار ترانس آنتول متعلق به اکوتیپ خاش و بیشترین مقدار متیل چاویکول متعلق به اکوتیپ کلیبر است. تأثیر اقلیم منطقهٔ منشأ هر اکوتیپ بر خصوصیات موردمطالعه، مشهود بود.

کلیدواژه‌ها: اسانس، آنتول، خمیری، رازیانه، متیل چاویکول.

* نویسنده مسئول Email: kbahmani0918@ut.ac.ir

۱. مقدمه

رشد روزافزون موارد استفاده و علاقهٔ مردم به فرآورده‌های گیاهان دارویی، تحقیقات و مطالعات بیشتری را در زمینه گیاهان دارویی می‌طلبد [۲۷]. این امر هم‌زمان با افزایش بیماری‌ها و ایجاد مقاومت به آنتی‌بیوتیک‌ها در داروی‌های رایج ضرورت بیشتری می‌یابد [۹]. بیشتر گیاهان دارویی در خود اسانس‌هایی تولید می‌کنند که با استفاده از آن‌ها خود را در برابر حملهٔ آفات، بیماری‌ها و علف‌خواران محافظت می‌کنند یا حشرات خاصی را برای انجام عمل گرده‌افشانی جذب می‌کنند. خانوادهٔ چتریان غنی از این متابولیت‌های ثانویه یا اسانس‌ها هستند که ارزش بالایی در داروسازی و اقتصاد دارند. بنابراین، بررسی محتوا و اجزای تشکیل‌دهندهٔ این اسانس‌ها مهم است [۱۸، ۱۰]. یکی از اسانس‌های مهم موجود در خانوادهٔ چتریان، اسانس رازیانه است. رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill) گیاهی است که به‌صورت بوته‌ای، پرشاخ و برگ و با گل‌های کوچک زرد رنگ به‌صورت چندساله موجود است [۹]. رازیانه از زمان‌های دور به‌عنوان گیاهی دارویی، سبزی و ادویه‌ای مهم شناخته شده است. قسمت‌های رویشی و اسانس رازیانه، ضداسپاسم، مدر، ضدسوء هاضمه و باد و نفخ شکم، ضدالتهاب و ضددرد است [۲۱، ۸۱۷، ۸، ۷]. اسانس رازیانه تأثیرات ضدمیکروبی و آنتی‌اکسیدانی دارد [۲۶، ۱۹، ۹]. امروزه، علاوه بر استفاده‌های دارویی از رازیانه در مصارف تغذیه‌ای، تولید مواد آرایشی، عطرسازی، معطرکردن خوراک‌ها و نوشیدنی‌ها کاربرد وسیع دارد. از برگ‌ها، گل‌آذین، گردهٔ گل، ساقه، ریشه، دانه‌ها و اسانس رازیانه به‌صورت مختلف استفاده می‌شود که در میان آن‌ها مصرف اسانس جایگاه مهم‌تری دارد [۵]. عناصر اصلی و مهم اسانس رازیانه شامل موارد زیر است: الف. ترانس آنتول که در مورد معطرسازی خوراک‌ها و عطرها، عامل ضدنفخ در داروهای گیاهی و نیز به‌عنوان یک فیتواستروژن، ب. متیل چاویکول مورد استفاده در معطرسازی خوراک و نوشیدنی، ج. لیمونن که به‌عنوان رزین و حلال، و د ـ فنچون به‌عنوان ضدافسردگی [۱۵، ۱۴، ۱۱، ۲]. خاصیت ضدسرطانی اسانس رازیانه (به‌خصوص لیمونن) نیز گزارش شده است [۸، ۶، ۳]. منشأ رازیانه مناطق ایران، ترکیه، عراق، سوریه، مصر و کشورهای جنوبی اروپا (مناطق مدیترانه‌ای) است و امروزه، نیز تنوع چشمگیری از رازیانه در این مناطق وجود دارد و همیشه محل جست و جوی پژوهشگران و محققان رازیانه بوده است. اکنون، رازیانه در بسیاری از کشورها از چین تا مصر و آمریکا و از روسیه تا ایتالیا و آفریقا کشت می‌شود [۲۵، ۲۴، ۸]. محتوای اسانس رازیانه از دیگر گیاهان دارویی هم‌خانوادهٔ خود بیشتر است، طوری که، در گزارشی [۱۸] محتوای اسانس چند گیاه دارویی خانوادهٔ چتریان به‌صورت زیر بیان شده است: هویج ۰/۵۹ درصد، جعفری ۲/۶ درصد، کرفس ۳ـ۲/۵ درصد، گشنیز ۱/۵ـ۰/۲ درصد، زیرهٔ سیاه ۴ـ۲/۵ درصد، انیسون ۳ـ۲ درصد، شوید ۴ـ۲/۵ درصد و رازیانه ۵/۵ـ۴ درصد، همان‌طور که آشکار است محتوای اسانس رازیانه از بسیاری از گیاهان هم‌خانوادهٔ خود بیشتر است. محتوا و ترکیبات شیمیایی اسانس تحت تأثیر اقلیم، فصل جمع‌آوری، سن گیاه، مرحلهٔ رسیدگی دانه‌ها و تنوع اطلاعات ژنتیکی گیاه است [۲۲، ۱۸، ۳]. در این میان نیز تنوع ژنتیکی به‌عنوان یکی از عوامل مهم محسوب می‌شود. تنوع ژنتیکی احتمالا از زمان‌های بسیار دور و بر اثر روابط متقابل گیاه و اقلیم و شرایط موجود در هر منطقه و جهش‌های پی در پی ژنوم و موارد دیگر ایجاد شده و گسترش یافته است و در هر اقلیم و منطقهٔ خاصی، گیاهانی ایجاد شده‌اند که نام صحیح‌تر آن‌ها اکوتیپ است که از بسیاری جهات تنوع چشمگیری دارند [۲۰]. کشور ایران نیز با توجه به وسعت و تنوع اقلیمی آن، یکی از مراکز تنوع مهم گیاهی از جمله رازیانه

است. بررسی تنوع محتوای اسانس رازیانه علاوه بر اینکه محققان را برای یافتن بهترین اکوتیپ‌های رازیانه کمک می‌کند در مبحث طبقه‌بندی و سیر تکاملی این گیاه (شیموتاکسونومی) نیز می‌تواند مهم باشد [۱۲].

۲. مواد و روش‌ها

در این بررسی بذور ۵۰ نمونهٔ رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill) از مناطق اقلیمی مختلف (از لحاظ ارتفاع، رطوبت، بارندگی، دما، طول و عرض جغرافیایی) ایران جمع‌آوری شدند که به‌صورت وحشی یا زراعی بودند (جدول ۱) و از آنجایی که هر کدام از نمونه‌های جمع‌آوری‌شده مربوط به یک منطقه با خصوصیات اکولوژی خاص خود بودند، نام اکوتیپ بر آن‌ها گذاشته شد. منبع اطلاعات جغرافیایی و اقلیمی استفاده‌شده در این تحقیق سایت سازمان هواشناسی کشور (www.weather.ir) است.

جدول ۱. مشخصات اقلیمی و جغرافیایی اکوتیپ‌های جمع‌آوری‌شدهٔ رازیانه از ایران

اکوتیپ	عرض جغرافیایی (شمالی)	طول جغرافیایی (شرقی)	ارتفاع (متر)	اکوتیپ	عرض جغرافیایی (شمالی)	طول جغرافیایی (شرقی)	ارتفاع (متر)
چاهستان	27 13°	56° 22	27	اردکان	30 13°	52° 26	1620
الموت	36 45°	50° 47	1500	بجستان	34 51°	58° 17	1265
اراک	34 6°	49° 46	1708	کاشان	33 59°	51° 27	982
خاش	28 13°	61° 12	1394	آباده	31 11°	52° 40	2030
فسا	28 58°	53° 41	1288	سرپل ذهاب	34 27°	45° 54	548
هشتگرد	35 65°	50° 43	1426	دیواندره	36 40°	46° 55	2142
مشکین‌شهر	38 23°	47° 40	1568	ارومیه	37 32°	45° 5	1313
دماوند	35 43°	52° 15	2000	سنندج	35 20°	47° 0	1373
ایتچه برون	37 53°	55° 57	460	کامیاران	34 47°	46° 56	1464
همدان	34 51°	48° 32	1749	دهگلان	35 10°	47° 30	1970
یزد	31 54°	54° 24	1230	سردشت	36 9°	45° 30	1670
اردبیل	38 15°	48° 17	1332	سقز	36 15°	46° 16	1522
حاجی‌آباد	28 19°	55° 55	931	کرمان	30 15°	56° 58	1753
قزوین	36 15°	50° 0	1278	نیریز	29 12°	54° 20	1632
تفرش	34 41°	50° 1	1978	برازجان	29 26°	51° 20	80
فزوه	32 36°	51° 26	1612	تبریز	38 5°	46° 17	1361
ساری	36 33°	53° 0	23	شبستر	38 0°	46° 11	1350
رفسنجان	30 25°	55° 54	1580	شیراز	29 36°	52° 32	1488
گیوی	37 41°	48° 28	1682	قم	34 42°	50° 51	877
کلیبر	38 52°	47° 1	1180	اصفهان	32 37°	51° 40	1550
خلخال	37 38°	48° 31	1769	محلات	33 91°	50° 45	1775
مرودشت	29 80°	52° 83	1502	رزن	35 21°	49° 4	1870
مغان	39 39°	47° 55	31	سبزوار	36 12°	57° 43	977
تهران	35 41°	51° 19	1190	کوهین	36 36°	49° 67	1527
اهواز	31 20°	48° 40	22	آران بیدگل	34 70°	52° 30	850

بذور اکوتیپ‌های نام‌برده در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشگاه تهران، در شهرستان پاکدشت با مشخصات اقلیمی ذکرشده در جدول ۲، در بهار سال ۱۳۸۹ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار کشت شدند. هر اکوتیپ در هر تکرار در ۱ کرت به مساحت ۱/۵ متر در ۱/۵ متر کاشته شد. جنس خاک رسی ـ شنی و از لحاظ میزان مواد غذایی در حد نرمال و قابل قبول برای گیاهان زراعی بود. عملیات وجین به‌صورت دستی انجام شد و هیچ نوع کود در این مزرعه استفاده نشد. پس از تنک‌کردن، تراکم نهایی هر اکوتیپ، ۱۰ بوته در مترمربع شد [۱۳]. صفات تعداد روز تا ۷۰ درصد خمیری دانه و محتوای اسانس در سال‌های ۹۰-۱۳۸۹ بررسی و ثبت شد، همچنین، کشت فقط یک‌بار انجام شد و مزرعه چندساله بود. برداشت به‌صورت دستی انجام شد.

جدول ۲. مشخصات اقلیمی منطقهٔ اجرای طرح (پاکدشت) به‌صورت میانگین سالانه

متوسط بارندگی سالانه (میلی‌متر)	۱۴۵
متوسط دمای سالیانه (سانتی‌گراد)	۱۸
ارتفاع (متر)	۱۰۲۱
عرض جغرافیایی	۳۵ ۲۸N

۱.۲. اسانس‌گیری

از آنجایی که بیشترین مقدار اسانس در مرحلهٔ خمیری دانه‌ها قابل استحصال است [۲۳] در این بررسی نیز اسانس از دانه‌های مرحلهٔ ۷۰ درصد خمیری هر سال گرفته شد. بعد از نمونه‌گیری و خشک‌کردن آن‌ها در دمای ۳۵° سانتی‌گراد، اسانس آن‌ها به کمک تقطیر با آب و با کمک دستگاه کلونجر به مدت ۳ ساعت گرفته شد. در هربار استفاده از این دستگاه ۱۰۰ گرم بذر خشک و پودر و ۱۰۰۰ سی‌سی آب مقطر استفاده شد. اسانس‌ها بعد از آبگیری با سدیم سولفات در دمای ۴ درجهٔ سانتی‌گراد برای بررسی ترکیبات شیمیایی اسانس نگه‌داری شدند. طی رشد گیاهان صفت روز تا ۷۰ درصد خمیری دانه نیز ثبت شد. در این مطالعه تجزیهٔ واریانس و محاسبهٔ همبستگی بین صفات با نرم‌افزار SAS و خوشه‌بندی اکوتیپ‌ها با نرم‌افزار SPSS انجام شد.

۲.۲. شناسایی ترکیبات شیمیایی اسانس

برای تعیین تنوع ترکیبات شیمیایی اسانس رازیانه‌های ایران، ۱۲ اکوتیپ از این رازیانه‌ها به‌گونه‌ای انتخاب شد که پراکنشی از کل ایران و اقلیم‌های مختلف را در بر بگیرد. برای شناسایی ترکیبات شیمیایی اسانس، از روش کروماتوگرافی گازی (GC) همراه با کروماتوگرافی گازی ـ طیف‌سنج جرمی (GC-MASS) استفاده شد. بدین ترتیب که از دستگاه کروماتوگراف گازی مدل Varian CP-3800، مجهز به ستون‌های موئینه VF-5 با قطر داخلی ستون ۰/۲۵ میلی‌متر، ضخامت فیلم ۰/۲۵ میلی‌متر و طول ستون ۳۰ متر و نیز گاز حامل هلیوم با سرعت ۱ میلی‌متر در دقیقه بود. هربار پس از تزریق مقدار بسیار کم اسانس، کروماتوگراف حاصله و طیف‌های جرمی ترکیبات مختلف موجود در آن بررسی شدند. شناسایی طیف‌ها با بانک اطلاعات جرمی، زمان بازداری، محاسبهٔ اندیس کواتس، مطالعهٔ طیف‌های جرمی هریک از اجزای اسانس و بررسی الگوهای شکست آن‌ها، مقایسه با طیف‌های استاندارد و مرجع انجام شد. نیز با توجه به سطح زیر منحنی هریک از پیک‌های کروماتوگرام GC و مقایسهٔ آن با سطح کل زیر منحنی، درصد نسبی هریک از اجزا حساب شد [۱۶، ۱].

۳. نتایج و بحث

۱.۳. تجزیهٔ واریانس

براساس نتایج تجزیهٔ واریانس، از لحاظ تعداد روز تا ۷۰

درصد خمیری دانه و محتوای اسانس بین اکوتیپ‌ها تفاوت‌های معنی‌داری وجود دارد (جدول ۳).

به‌دلیل معنی‌دارشدن اثر اکوتیپ در سال (جدول ۳)، اطلاعات هر سال به‌صورت جداگانه در سال اول (جدول ۴) و سال دوم (جدول ۵) تجزیه شد.

طبق جدول‌های ۴ و ۵ بین اکوتیپ‌های رازیانهٔ ایرانی از لحاظ تعداد روز تا ۷۰ درصد خمیری دانه و محتوای اسانس تفاوت‌های معنی‌داری وجود دارد و مقدار محتوای اسانس یکی از حساس‌ترین خصوصیات گیاهان دارویی و تحت تأثیر شرایط اقلیمی (دما و بارش) است [۴].

جدول ۳. تجزیهٔ واریانس صفات (میانگین مربعات) در ۲ سال

منابع تغییر	درجهٔ آزادی	تعداد روز تا ۷۰ درصد خمیری دانه	محتوای اسانس
اکوتیپ	49	4725**	2.8**
بلوک	2	6^{ns}	0.02^{ns}
خطای اصلی	98	24.8	0.09
سال	1	23461.3**	1.1**
سال*اکوتیپ	49	428.5**	1.5**
خطای فرعی	100	22.4	0.08
میانگین	-	110	2.48
ضریب تغییرات (درصد)	-	4.2	11.5

* و ** به‌ترتیب معنی‌داربودن در سطوح ۵ صدم و ۱ صدم احتمال و ns= بدون معنی

جدول ۴. تجزیهٔ واریانس صفات (میانگین مربعات) در سال اول

منابع تغییر	درجهٔ آزادی	تعداد روز تا ۷۰درصد خمیری دانه	محتوای اسانس
بلوک	2	51.7^{ns}	0.1^{ns}
اکوتیپ	49	3341.4**	0.3**
خطا	98	28	0.09
میانگین	-	101.1	2.54
ضریب تغییرات (درصد)	-	5.2	11.9

* و ** به‌ترتیب معنی‌داربودن در سطوح ۵ صدم و ۱ صدم احتمال و ns= بدون معنی

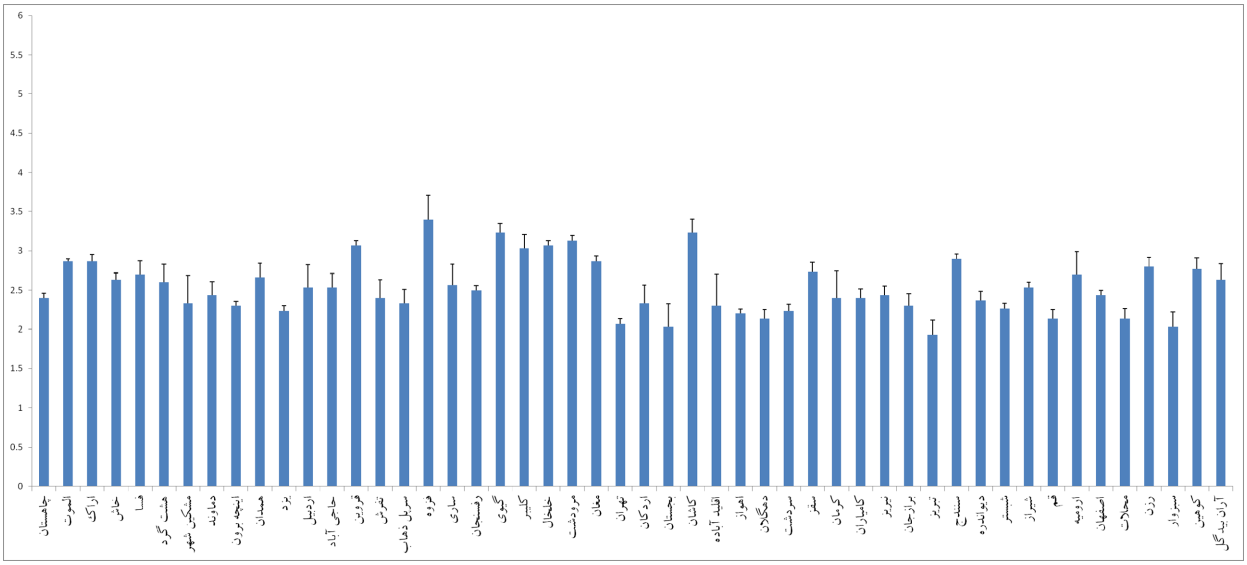
جدول ۵. تجزیهٔ واریانس صفات (میانگین مربعات) در سال دوم

منابع تغییر	درجهٔ آزادی	تعداد روز تا ۷۰درصد خمیری دانه	محتوای اسانس
بلوک	2	54.6*	0.2*
اکوتیپ	49	1812.1**	3.9**
خطا	98	17.6	0.06
میانگین	-	118.8	2.41
ضریب تغییرات (درصد)	-	3.5	10.7

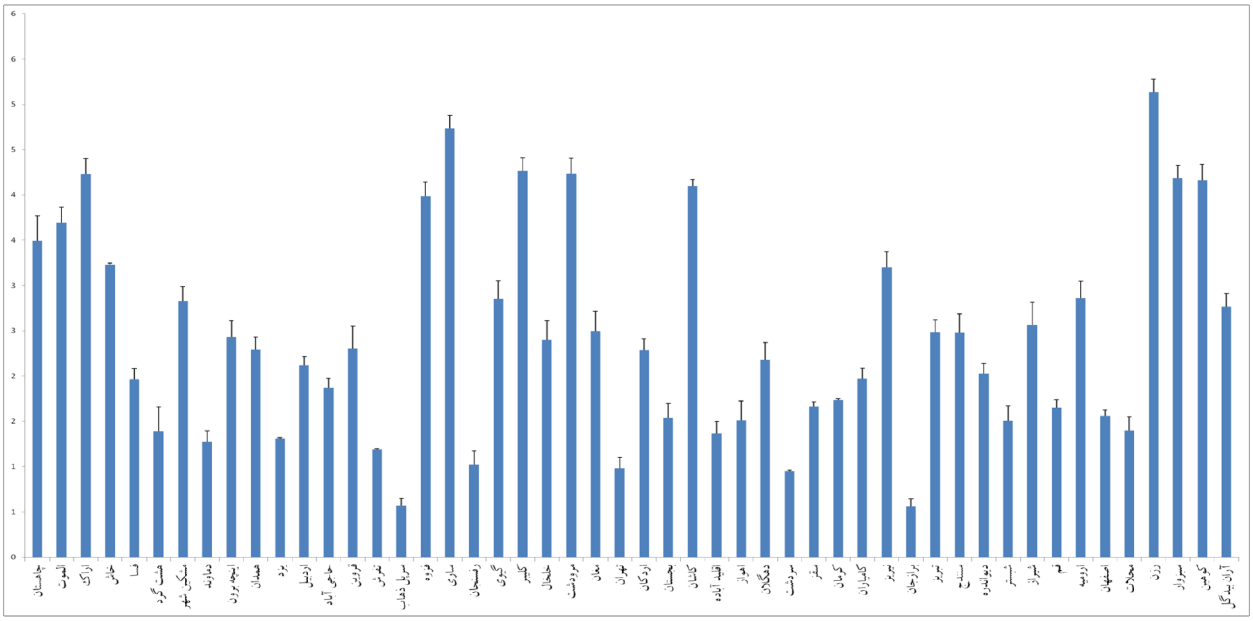
* و ** به‌ترتیب معنی‌داربودن در سطوح ۵ صدم و ۱ صدم احتمال و ns= بدون معنی

با توجه به اینکه اکوتیپ‌های مذکور همگی باهم و در یک مکان کاشته شده بودند (شرایط اقلیمی یکسان داشتند) می‌توان گفت تفاوت‌های مشاهده‌شده تا حد زیادی ناشی از اثرهای اقلیمی نبوده است و حاصل تفاوت‌های ژنتیکی است.

در شکل‌های زیر مقادیر محتوای اسانس ۵۰ اکوتیپ رازیانه‌های جمع‌شده از مناطق مختلف ایران در سال اول (شکل ۱) و دوم (شکل ۲) درج شده است.



شکل ۱. محتوای اسانس (محور عمودی: سی‌سی در ۱۰۰ گرم مادهٔ خشک) ۵۰ اکوتیپ رازیانهٔ جمع‌شده از مناطق مختلف ایران (محور افقی) در سال اول (۱۳۸۹)



شکل ۲. محتوای اسانس (محور عمودی: سی‌سی در ۱۰۰ گرم مادهٔ خشک) ۵۰ اکوتیپ رازیانهٔ جمع‌شده از مناطق مختلف ایران (محور افقی) در سال دوم (۱۳۹۰)

طبق نتایج شکل‌های ۱ و ۲، در سال اول اکوتیپ‌های با بیش از ۳ درصد محتوای اسانس شامل فزوه، گیوی، کاشان، مرودشت، قزوین، خلخال و کلیبر (به‌ترتیب با مقادیر ۳/۴، ۳/۲۳، ۳/۲۳، ۳/۱۳، ۳/۰۶، ۳/۰۶ و ۳/۰۳ درصد) بودند. در سال دوم اکوتیپ‌های با بیش از ۴ درصد محتوای اسانس شامل رزن، ساری، کلیبر، مرودشت، اراک، سبزوار، کوهین و کاشان (به‌ترتیب با مقادیر۵/۱۳، ۴/۷۳، ۴/۲۶، ۴/۲۳، ۴/۲۲، ۴/۱۸، ۴/۱۶ و ۴/۰۹ درصد) بودند. به‌صورت میانگین هر ۲ سال، اکوتیپ‌های با بیش از ۳/۵ درصد محتوای اسانس شامل رزن، فزوه، مرودشت، کاشان، ساری، کلیبر و اراک (به‌ترتیب با مقادیر ۳/۹۶، ۳/۶۹، ۳/۶۸، ۳/۶۶، ۳/۶۵، ۳/۶۵ و ۳/۵۴ درصد) بودند. احتمال می‌رود که دلیل تفاوت معنی‌دار محتوای اسانس در ۲ سال از تفاوت در بنیهٔ بوته، طول ریشه و صفات دیگر در سال‌های مختلف ناشی شده باشد.

۲.۳. تجزیهٔ خوشه‌ای برای صفت تعداد روز تا ۷۰ درصد خمیری دانه

بین اکوتیپ‌ها از نظر صفت تعداد روز تا ۷۰ درصد خمیری دانه در هر ۲ سال تفاوت معنی‌دار وجود دارد. نتایج تجزیهٔ خوشه‌ای براساس ضریب فاصلهٔ اقلیدسی و روش وارد[1]، برای صفت تعداد روز تا ۷۰درصد خمیری دانه به‌صورت میانگین دوساله، در شکل ۳ نشان داده شده است.

طبق نتایج تجزیهٔ خوشه‌ای برای صفت تعداد روز تا ۷۰ درصد خمیری دانه (دندروگرام ۱)، گروه ۱ شامل اکوتیپ‌های ساری، کلیبر، قزوین، چاهستان و حاجی‌آباد دیررس (متوسط ۱۷۶ روز تا ۷۰ درصد خمیری)، گروه ۲ شامل اکوتیپ‌های الموت، دماوند، اردبیل، کوهین، گیوی، مغان، خاش، کاشان، مشکین‌شهر، خلخال، مرودشت و فزوه میان‌رس (۱۳۱ روز تا ۷۰ درصد خمیری) و گروه ۳ شامل بقیهٔ اکوتیپ‌ها زودرس (۹۲ روز تا ۷۰ درصد خمیری) بودند. با نگاهی دقیق‌تر می‌توان فهمید که اکوتیپ‌های دیررس از مناطقی منشأ گرفته‌اند که طول دورهٔ رشد به‌دلیل استمرار شرایط مساعد دمایی و رطوبتی طولانی است. در مورد اکوتیپ‌های زودرس به‌دلیل کوتاه‌بودن طول دوره‌ای که هم رطوبت و هم دما به‌طور هم‌زمان وجود دارند طول فصل رشد کوتاه است. اکوتیپ‌های گروه میان‌رس از لحاظ شرایط رشدی مابین ۲گروه مذکور قرار دارند. در کل چنین استنباط می‌شود که صفت تعداد روز تا مرحلهٔ خمیری متأثر از خصوصیات اقلیمی منطقه منشأ است، طوری که ژنتیک اکوتیپ‌ها به مرور زمان تحت تأثیر قرار گرفته‌اند و این صفت از جانب گیاه به‌صورت ژنتیکی کنترل شده است و در آزمایش ما که همهٔ اکوتیپ‌ها در منطقه‌ای که از لحاظ اقلیمی دارای دورهٔ کوتاه مساعد رشد است (منطقهٔ پاکدشت رازیانه‌های زودرس دارد)، هر اکوتیپ عادت رشدی ناشی از محتوای ژنتیکی خود را نشان داده است. در این تحقیق تنها تفاوتی که بین اکوتیپ‌های وحشی و زراعی از لحاظ صفات بررسی‌شده مشاهده شد، این بود که اکوتیپ‌های زراعی بیشتر زودرس بودند.

۳.۳. همبستگی بین محتوای اسانس و تعداد روز تا ۷۰ درصد خمیری دانه

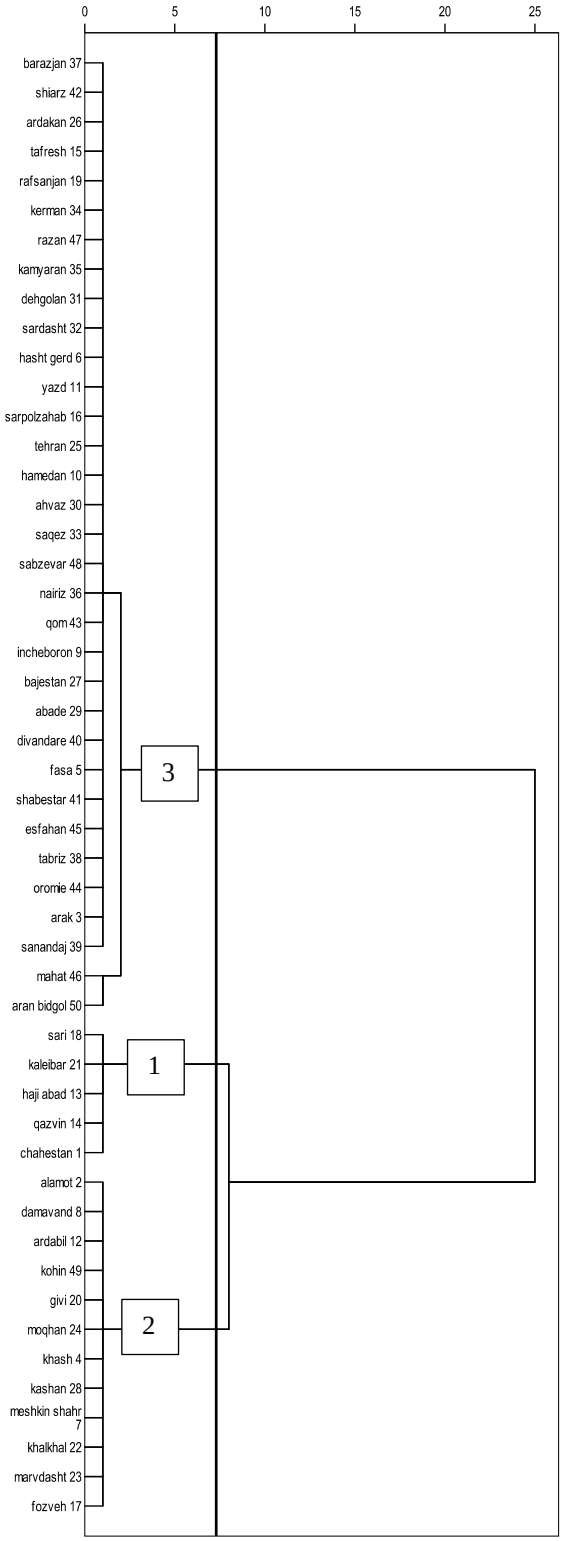
صفات محتوای اسانس و تعداد روز تا ۷۰ درصد خمیری دانه، در سال اول و دوم به‌طور بسیار معنی‌داری با هم همبستگی داشتند (برای سال اول $r = ۰/۵۲^{**}$ و برای سال دوم $r = ۰/۴۱^{**}$). یعنی هرچه تعداد روز تا ۷۰ درصد خمیری دانه بیشتر باشد محتوای اسانس هم بیشتر خواهد بود. احتمالا دلیل این همبستگی، مربوط به این است که با طولانی‌ترشدن دورهٔ خمیری و یا گل‌دهی، گیاه فرصت بیشتری برای ساخت مواد متابولیتی ثانویه داشته است و در نتیجه اسانس بیشتری تولید خواهد کرد.

1. Ward

۴.۳. بررسی ترکیبات شیمیایی اسانس

بعد از انتخاب ۱۲ اکوتیپ رازیانه به‌عنوان نمایندهٔ تمام اقلیم‌های ایران و اقدام به شناسایی ترکیبات اسانس آن‌ها (جدول ۶)، تجزیهٔ خوشه‌ای انجام شد که براساس نتایج، این ۱۲ اکوتیپ به ۴ گروه تقسیم شدند (شکل ۴): گروه اول شامل اکوتیپ‌های کوهین، کاشان، فزوه، خاش و مشکین‌شهر با خصوصیت ویژه مقدار زیاد ترانس آنتول، گروه دوم شامل اکوتیپ‌های چاهستان، شیراز و سبزوار با خصوصیت ویژه مقادیر متعادل از همهٔ مواد، گروه سوم شامل اکوتیپ‌های سنندج و محلات با خصوصیت ویژه مقدار زیاد لیمونن و گروه چهارم شامل اکوتیپ‌های ساری و کلیبر با خصوصیت ویژه مقدار زیاد فنچون و مقدار بسیار کم ترانس آنتول بود. با توجه به نتایج دندروگرام ۲، اکوتیپ‌هایی که در یک گروه قرار گرفته‌اند از لحاظ منطقهٔ منشأ دارای شباهت‌هایی هستند مثلا اکوتیپ‌های ساری و کلیبر هر دو با اقلیم معتدل و مرطوب در یک گروه و اکوتیپ‌های سنندج و محلات هر دو با اقلیم سرد کوهستانی در یک گروه قرار گرفته‌اند. همچنین، اقلیم گرم و خشک در گروه ۲ و اقلیم معتدل نیمه‌خشک در گروه ۱. ترکیبات شیمیایی اسانس اکوتیپ‌های مذکور در جدول ۶ آورده شده است.

نتایج GC-MASS (جدول ۶) نشان داد که بیشترین مقدار لیمونن مربوط به اکوتیپ سنندج، بیشترین مقدار فنچون متعلق به اکوتیپ ساری، بیشترین مقدار ترانس آنتول متعلق به اکوتیپ خاش و بیشترین مقدار متیل چاویکول متعلق به اکوتیپ‌های کلیبر و سنندج است، بنابراین، در صورت داشتن علاقه به جز خاصی از ترکیبات شیمیایی اسانس توصیه می‌شود از نتایج موجود در جدول ۶ استفاده شود، مثلا برای لیمونن بیشتر توصیه می‌شود از اکوتیپ‌های گروه ۳ و مخصوصا اکوتیپ سنندج استفاده شود. براساس نتایج حاصل از این تحقیق، می‌توان ادعا کرد

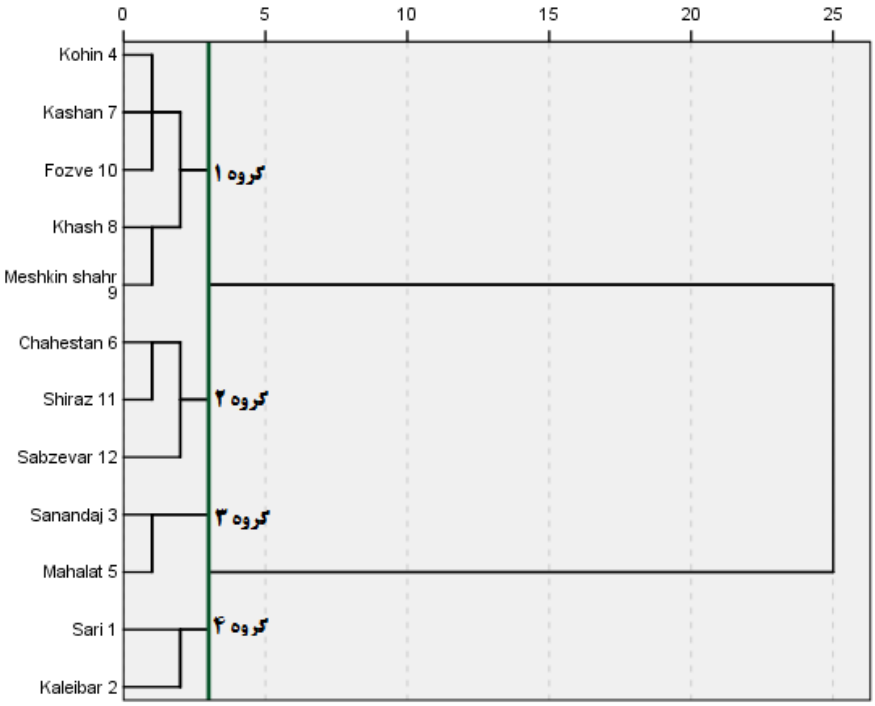


شکل ۳. تجزیهٔ خوشه‌ای اکوتیپ‌های رازیانه، برای صفت تعداد روز تا ۷۰ درصد خمیری دانه

اکوتیپ‌های رازیانهٔ ایرانی تنوع فیتوشیمیایی و خصوصیات بـا ارزشی دارند و ایران واجد یک ذخیرهٔ ارزشمند ژنتیکی رازیانه است. امکان انتخاب و معرفی اکوتیپ‌های مناسـب براسـاس محتوای و ترکیبات شیمیایی اسانس رازیانه، وجود دارد.

جدول ۶ ترکیبات شیمیایی اسانس و مقادیر مربوطه (درصد) در ۱۲ اکوتیپ رازیانهٔ ایران

	ساری	کلیبر	سنندج	محلات	کوهبنن	چاهستان	کاشان	خاش	مشکین‌شهر	فزوه	شیراز	سبزوار
α -Thujene	0.047	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0	0	0
α-Pinene	1.346	1.326	1.045	1.501	1.61	0.906	1.293	0.15	0.714	0.866	0.661	0.675
Camphene	0.202	0.144	0	0.024	0.087	0.08	0.021	0	0.021	0.067	0.023	0.047
Sabinene	0.203	0.224	0.233	0.283	0.14	0.199	0.129	0.018	0.11	0.142	0.134	0.135
β-Pinene	0.07	0.049	0.039	0.053	0.071	0.034	0.042	0	0.026	0.029	0.021	0.02
Myrcene	0.971	0.595	0.281	0.256	0.509	0.426	0.309	0.065	0.173	0.343	0.228	0.265
α-Phellandrene	9.406	0.275	0.121	0.114	0.103	0.08	0.113	0.012	0.06	0.084	0.085	0.08
p -Cymene	0.833	0.109	0.048	0.157	0.154	0.188	0.122	0.016	0.155	0.11	0.028	0.026
Limonene	5.626	11.025	15.711	9.524	11.762	8.355	13.034	6.724	5.826	6.913	9.489	5.296
α-Phellandrene	0.79	0.098	0	0.155	0.712	0.441	0	0	0.023	0	0	0
Delta.3-Carene	0.416	0	0	0.483	0	0	0.817	0.136	0.334	0.672	0.312	0.852
γ-Terpinene	0.897	1.276	0.184	0.475	0.864	1.872	1.119	0.094	0.478	0.894	0.081	0.082
β-Terpinolene	0.128	0.101	0	0	0.06	0.041	0	0	0.036	0.04	0	0.023
Fenchone	14.739	9.248	1.226	2.094	4.58	5.107	1.394	3.907	2.044	6.384	2.485	4.065
Camphor	0.276	0.173	0	0	0.066	0.069	0	0	0	0.114	0	0.052
Methyl chavicol	55.089	59.06	54.988	50.885	2.536	11.14	1.394	0.221	3.508	3.166	20.202	3.448
unknown	0.12	0	0	0	0.112	0	0.797	0	0	0	0	0
Fenchyl acetate (endo)	0.789	0.156	0	0	0.177	0.106	0.092	0	0	0.033	0	0
Fenchyl Acetate (exo)	6.178	1.007	0.033	0.048	0	0.398	0.302	0.032	0.029	0.093	0.067	0.036
Iso-bornyl acetate	0.138	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
trans-Anethole	1.247	14.932	25.86	33.863	76.041	70.217	77.255	88.609	86.296	79.883	65.905	68.531
α-Copaene	0.044	0	0	0	0.039	0.027	0.041	0	0	0.015	0.03	16.097
Germacrene-D	0.446	0.082	0.231	0.086	0.376	0.272	0.438	0	0.168	0.151	0.248	0.162
cis-Anethole	0	0	0	0	0	0.033	0.051	0.016	0	0	0	0.038



شکل ۴. تجزیهٔ خوشه‌ای اکوتیپ‌های رازیانه، براساس ترکیبات شیمیایی اسانس

پیشنهادها

با توجه به اینکه ایران یکی از مناطق منشأ رازیانه است، پیشنهاد می‌شود که اکوتیپ‌های بیشتر رازیانه از مناطق مختلف ایران جمع‌آوری شوند و صفات مورفولوژی بیشتری در مورد آن‌ها بررسی شود. همچنین، پیشنهاد می‌شود که آزمایش‌های چند سال و چند مکان در این زمینه انجام شود و بهترین اکوتیپ‌ها از لحاظ محتوای اسانس و یا عملکرد دانه شناسایی شوند.

تشکر و قدردانی

از مؤسسهٔ تحقیقاتی جنگل‌ها و مراتع کشور به‌دلیل در اختیار گذاشتن بذور برخی اکوتیپ‌های رازیانه قدردانی می‌شود.

منابع

1. Adams RP (2001) Identification of Essential oil Components by Gas Chromatography/ Quadropole Mass Spectroscopy Carol Stream IL :Allured Publishing Crop. P465.
2. Albert PM (1980) Fennel and anise as estrogenic agents. Journal of Ethnopharmacology. 2: 337-44.
3. Anand P, Kunnumakara A, Sundaram C, Harikumar K, Tharakan S, Lai O, Sung B and Aggarwal B (2008) Cancer is a preventable disease that requires major lifestyle changes. Pharmaceutical Research, 25, 2097-2116.
4. Aprotosoaie AC, Spac A, Hancianu M, Miron A, Tanasescu VF, Dorneanu V and Stanescu U (2010) The Chemical Profile of Essential Oils Obtained from Fennel Fruits (*Foeniculum Vulgare* Mill.). Farmarcia, 58:1.

5. Baldrich AM, Castano R and Baluja R (1986) Estudio de los aceites esenciales obtenidos de diferentes partes de la planta de Hinojo dulce cultivada en Cuba. Revista Cubana de Farmacia. v.20, p.101-106.

6. Bardon S, Picard K and Martel P (1998) Monoterpenes Inhibit Cell Growth, Cell Cycle Progression, and Cyclin D1 Gene Expression in Human Breast Cancer Cell Lines. Nutrition and Cancer. 52(1), 1-7.

7. Choi EM and Hwang JK (2004) Antiinflammatory, analgesic and antioxidant activities of the fruit of *Foeniculum vulgare*. Fitoterapia. 75 (6), 557-565.

8. El-Awadi ME and Esmat HA (2010) Physiological Responses of Fennel (*Foeniculum Vulgare* Mill) Plants to Some Growth Substances. The Effect of Certain Amino Acids and a Pyrimidine Derivative. Journal of American Science. 6(7).

9. Gulfraz M, Mehmood S, Minhas N, Jabeen N, Kausar R, Jabeen K and Arshad G (2008) Composition and antimicrobial properties of essential oil of Foeniculum vulgare. African Journal of Biotechnology. 7 (24): 4364-4368.

10. Gundidza M, Gweru N, Magwa ML, Ramalivhana NJ, Humphrey G, Samie A and Mmbengwa v (2009) Phytochemical composition and biological activities of essential oil of *Rhynchosia minima* (L) (DC) (Fabaceae). African Journal of Biotechnology. 8(5):721-724.

11. Jidong S (2007) D-Limonene: Safety and Clinical Applications. Alternative Medicine Review. V 12, Number 3.

12. Judzentiene A and Mockute D (2010) Essential oil composition of two yarrow taxonomic forms. Central European Journal of Biology.

13. Khorshidi J, Fazel Mirahmadi S and Fakhr Tabatabaei M (2010) Oil content and yield of Foeniculum vulgare Mill. cv. Soroksary seeds as affected by different plant cultivation densities. Journal of American Science. 6 (11): 1098-1100.

14. Lawless J (1992) The Encyclopedia of essential oils. Dorset: Element books Ltd. 96-7.

15. Marotti M, Dellacecca V, Piccaglia R, Giovanelli E, Palevitch D and Simon JE (1993) Agronomic and chemical evaluation of three "varieties" of *Foeniculum vulgare* Mill. Acta Horticulture. v. 331, p.63-69.

16. Mirza M and Ahmadi L (2000) Kovats Index calculation of essential oils constituents by DB5 column. Medicinal and Aromatic Plants Research Technical Publication, 5:126-149

17. Misharina TA and Polshkov AN (2005) Antioxidant properties of essential oils: autooxidation of essential oils grom laurel and fennel and effects of mixing with essential oil from coriander. Prikl Biokhim Mikrobiol. 41 (6): 693-702.

18. Olle M and Bender I (2010) The content of oils in umbelliferous crops and its formation. Agronomy Research 8 (Special Issue III). 687–696.

19. Ozbek H, Ugras S, Dulger H, Bavram I, Tuncer I, Ozturk G and Ozturk A (2003) Hepatoprotective effect of Foeniculum vulgare essential oil. Fitoterapia. 74 (3), 317-319.

20. Ozcan MM and Chalchat JC (2006) Effect of

collection time on chemical composition of the essential oil of Foeniculum vulgare subsp. piperitum growing wild in Turkey. European Food Research Technology. 224: 279–281.

21. Parejo I, Viladomat F, Bastida J, Rosas-Romero A, Flerlage N, Burillo J and Codina C (2002) Comparison between the radical scavenging activity and antioxidant activity of six distilled and nondistilled mediterranean herbs and aromatic plants. Journal of Agriculture and Food Chemistry. 50 (23), 6882-680.

22. Piccaglia R and Marotti M (2001) Characterization of some Italian types of wild fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). J. Agric Food Chem. 49 (1), 239-244.

23. Stefanini MB, Ming LC, Marques MOM, Meireles MAA, Moura LS and Marchese JA (2006) Seed productivity, yield and composition of the essential oil of fennel *Foeniculum vulgare* var. dulcis in the season of the year. Rev Bras. Pland Medicine, Botucatu. 8, 86-90.

24. Stefanini MB, Ming LC, Marques MOM, Facanali R, Meireles MAA, Moura L S, Marchese JA and Sousa L A (2006) Essential oil constituents of different organs of fennel (*Foeniculum vulgare var. vulgare*). Rev. Bras. Pl. Med, Botucatu. 8, 193-198.

25. Ravindran P N, Nirmal BK, Shiva Johny KN and Kallupurackal A (2006) Advances in Spices Research Agrobios (India).

26. Toma C, Pancan I, Chirita M and Zamfir A (2008) Electrospray ionization tandem mass spectrometric investigation of Melissa officinalis oil. Farmacia. 56(1), 92- 98.

27. Yaylayan VA (1991) Flavor techonology: recent trends and future perspectives. Canadian Institute of Food Science Technology Journal. 24, 2- 5.