

تأثیر زمان جمع آوری بر میزان اسانس
و ترکیبهای شیمیایی اندامهای گیاه رازیانه
Foeniculum vulgare Mill.

محمد باقر رضایی^۱، کامکار جایمند^۱، احمد مجد^۲ و مهدخت مداح^۳

چکیده:

گیاه رازیانه که در صنایع مختلف دارویی، غذایی، بهداشتی و آرایشی کاربردهای فراوانی دارد، جهت بررسی مواد موثر موجود در اسانس، گیاه در زمانهای مختلف جمع آوری شده و اقدام به استخراج اسانس از اندامهای مختلف گردید. در مرحله اول اسانس برگ و ساقه قبل از گلدهی گیاه، در مرحله دوم اسانس برگ، ساقه و گل در زمان گلدهی گیاه و در نهایت در زمان رسیدن میوه (بذر) اسانس از ساقه و بذر گیاه با استفاده از دستگاه تقطیر با آب و بخار آب (Kaiser) استخراج گردیدند و به کمک دستگاههای GC و GC/MS مورد تجزیه و شناسایی قرار گرفتند.

بازده اسانس در اندامهای مختلف گیاه عبارت بودند از: بذر (۲/۵٪)، گل (۲/۸٪)، برگ در زمان قبل گلدهی و زمان گلدهی به ترتیب (۱/۰۸٪ و ۱/۲۰٪) و ساقه در زمان قبل از گلدهی، زمان گلدهی و زمان رسیدن بذر (۰/۲۶٪ - ۰/۴۷٪ - ۰/۴۲/۰٪). ترکیبهای عمده اسانس گل و بذر، ترانس آنتول (۸۴/۱٪ - ۶۸/۴٪)، فنچون (۷/۷٪ - ۴/۶٪)، استراگونول (۳/۵٪ - ۲/۵٪) و لیمونن + او۱ سینثول (۳/۹٪ - ۱۹/۳٪) بودند و مقدار آنها در ساقه و برگ به مرحله رویشی گیاه بستگی داشت. ترکیبهای

۱ عضو هیأت علمی موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع

۲ عضو هیأت علمی دانشگاه تربیت معلم و دانشگاه آزاد اسلامی

۳ کارشناس ارشد علوم گیاهی دانشگاه آزاد اسلامی

شاخص برگ در مرحله قبل از گلدهی و گلدهی به ترتیب عبارتند از: ترانس آنتول (۳/۰۲۸-۰/۵۸/۶)، فنچون (۲/۵/۰ - ۲/۹/۰)، استراگول (۱/۰ - ۱/۷/۰) و لیمونن + او ۸ سینئول (۵/۵۸/۰ - ۱/۲۷/۰). مقدار این ترکیبها در ساقه در زمان قبل از گلدهی، زمان گلدهی و زمان رسیدن بذر به ترتیب عبارتند از: ترانس آنتول (۳/۰/۰ و ۲/۴۴/۰ و ۰/۷۸/۰)، فنچون (۳/۰/۰ و ۱/۸/۰ و ۲/۵/۰)، استراگول (۶/۰/۰ و ۲/۱/۰ و ۱/۷/۰) و لیمونن + او ۸ سینئول (۵/۵۶/۰ و ۲۳/۶/۰ و ۴/۶/۰). با افزایش سن برگ و ساقه میزان ترانس آنتول کاهش و لیمونن افزایش یافت.

مقدمه

مشخصات گیاهشناسی رازیانه: رازیانه گیاهی است علفی و چند ساله از تیره چتریان که ارتفاعی حدود ۱ تا ۱/۵ متر دارد. ریشه ای غده ای و دوکی شکل و مستقیم دارد. ساقه های آن قائم، استوانه ای و منشعب و سبز رنگ است. برگهای این گیاه متناوب، به رنگ سبز تیره، ظریف با بریدگیهای کم و بیش عمیق می باشد. گلهای گیاه کوچک، زرد رنگ و منظم هستند که به صورت مجتمع در چتر مرکب قرار دارند. میوه گیاه کوچک به صورت دو فندقه، دوکی شکل و با دو انتهای باریک به رنگ سبز یا قهوه ای روشن می باشد.

خواص رازیانه: رازیانه یکی از قدیمیترین و ارزنده ترین گیاهان دارویی به شمار می رود که در تغذیه و صنعت نیز از آن استفاده های فراوان بعمل می آید (۲). کلیه اندامهای آن دارای اسانس است که کاربردهای مختلفی دارند. از دم کرده ریشه جوان و چوبی نشده آن به عنوان مدر و مسهل استفاده می شود. از ساقه های قائم، استوانه ای و منشعب آن، و نیز از باقیمانده تفاله های آن بعد از تقطیر به عنوان مکمل در جیره غذایی دام جهت افزایش تولید شیر استفاده می شود. برگهای آن پس از رشد کامل گیاه و قبل از ظهورگلها یا در شروع باز شدن اولین گل برداشت شده و به عنوان سبزی و

چاشنی غذا مورد استفاده قرار می‌گیرد. جوشانده برگ آن برای تقویت چشم بکار می‌رود. گل‌های این گیاه عسل دهنده‌های خوبی محسوب می‌شوند. در اکثر فارما کوبه‌ها خاصیت دارویی میوه گیاه مورد تاکید قرار گرفته است. اسانس میوه محتوی اترهای فنلی می‌باشد که عامل اصلی خاصیت دارویی آن محسوب می‌گردد. از میوه گیاه به عنوان بادشکن، ضد اسپاسم، نیرودهنده، آرامش بخش و زیاد کننده شیر استفاده می‌گردد. اسانس میوه رازیانه در صنایع عطر سازی، صنایع آرایشی و بهداشتی، صنایع نوشابه سازی و صنایع غذایی کاربردهای فراوانی دارد (۵-۱).

سابقه تحقیق: بر اساس تحقیقاتی که در کشورهای دیگر در مورد اسانس رازیانه انجام شده است، مشخص گردیده که کمیت ترکیبها و نسبتهای مربوط به اجزای تشکیل دهنده اسانس به طور گسترده‌ای تحت تاثیر ژنوتیپ، مرحله تکوینی، تکاملی و نیز شرایط محیطی و رشد و نمو گیاه می‌باشد (۱۲).

در ایران سفید کن (۱۳۷۷) درباره رازیانه تحقیقاتی را انجام داد. وی بازده اسانس بذر را که به روش کیزر استخراج کرده (۲/۶٪) و ترکیبهای شاخص را ترانس آنتول، لیمونن و فنچون گزارش کرده است (۷). همچنین شریفی در (۱۳۷۷) با استخراج اسانس بذر گیاه به روش کلونجر بازده اسانس را (۳/۴٪) گزارش کرد (۳). اما کمیت و کیفیت اسانس اندامهای مختلف گیاه به ویژه اندامهای رویشی آن مورد بررسی قرار نگرفته‌اند.

اسانس رازیانه از بیش از ۳۰ نوع ترکیب ترپنوئیدی تشکیل شده است که عمده ترین آنها ترانس آنتول، متیل کایوکول یا استراگول، فنچون و لیمونن می‌باشند (۱۲). میزان ترانس آنتول حاصل از اسانس بذر رازیانه که به روش کلونجر استخراج شده در لیتوانی ۵۰/۱٪ و در ازبکستان ۸۷٪ گزارش شده است (۱۳ و ۸) که تاثیر شرایط محیطی را بر درصد ترکیبهای اسانس نشان می‌دهد.

بر اساس تحقیقی که Bernath و همکارانش در ۱۹۹۶ انجام دادند در اندامهای رویشی مانند برگ و ساقه میزان آلفا - پینن خیلی بیشتر از دانه های مومی و رسیده می‌باشد، در حالی که فنچون و آنتول توزیع متضادی را نشان دادند(۹).

با توجه به اهمیت و کاربرد بخشهای مختلف رازیانه (۵-۱) و نظر به اینکه کمیت ترکیبهای تشکیل دهنده اسانس گیاه به شرایط محیطی و مرحله تکاملی آن وابسته می‌باشند (۱۲)، در این پژوهش مقدار و نوع اسانس اندامهای رازیانه در یکی از شرایط آب و هوایی کشور و در مراحل متفاوت رشد گیاه مورد بررسی قرار گرفت. هدف شناخت اجزا تشکیل دهنده اسانس و استفاده بهینه از این گیاه ارزشمند دارویی است.

منطقه مورد مطالعه: برای انجام بررسی، از اندامهای گیاه رازیانه کشت شده (*Foeniculum vulgare sub.sp vulgare*) در ایستگاه تحقیقاتی البرز کرج (۱۳۷۵) استفاده شد. این ایستگاه در ۵ کیلومتری جنوب شهرستان کرج و در ارتفاع ۱۳۲۰ متر بالاتر از سطح دریا و طول و عرض جغرافیایی ۲۵ درجه و ۴۸ دقیقه شمالی و ۵۱ درجه شرقی واقع است و همچنین بافت خاک آن شنی و سبک از نوع خاکهای آبرفتی و آب و هوایی نیمه خشک دارد. حداقل دمای ۲۰- درجه و حداکثر دمای ۳۸ درجه و میانگین بارندگی ۳۰ ساله آن ۲۳۰ میلی‌متر می‌باشد.

مواد و روشها

جمع آوری: اولین برداشت در مرحله قبل از گلدهی، از برگ و ساقه گیاه در اوایل خرداد ماه صورت گرفت. برداشت دوم در زمان گلدهی، و از اندامهای برگ، ساقه و گل گیاه در اواخر خرداد ماه انجام پذیرفت و در اواخر شهریور ماه پس از رسیدن کامل بذر، ساقه و بذر گیاه جمع آوری گردید. به منظور یکسان بودن وضعیت نمونه ها پس از خشک شدن گیاه، هر یک از اندامها به طور جداگانه خرد شده و آماده جهت اسانس گیری گردیدند.

استخراج و شناسایی اسانس: پس از توزین گیاه جهت استخراج اسانس از روش تقطیر با آب و بخار آب (Kaiser) استفاده شده است. مدت زمان هر بار اسانس‌گیری ۴ ساعت بود. اسانس جمع‌آوری شده به کمک سولفات سدیم آبیگری گردید و درصد اسانس حاصل بر حسب وزن خشک گیاه محاسبه گردید.

مشخصات دستگاه مورد استفاده: دستگاه گازکروماتوگراف واریان ۳۴۰۰، متصل به دستگاه طیف‌سنج جرمی (saturn II)، ستون DB 1 به طول ۶۰ متر، قطر ۲۵۰ میکرومتر، ضخامت لایه فاز ساکن ۰/۲۵ میکرومتر است.

دستگاه دتکتور تله یونی Ion trap با گاز حامل هلیوم می‌باشد، فشار گاز سر ستون ۳ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع و انرژی یونیزاسیون معادل ۷۰ الکترون ولت.

برنامه حرارتی ستون: دما ۲۵۰-۵۰ درجه سانتیگراد با افزایش دمای ۴ درجه سانتیگراد در دقیقه، درجه حرارت محفظه تزریق و آشکار ساز به ترتیب ۲۵۰ و ۲۶۵ درجه سانتیگراد تنظیم شد.

شناسایی ترکیبهای تشکیل دهنده: شناسایی طیف‌ها به کمک شاخصهای بازداری آنها با تزریق هیدروکربنهای نرمال (C7-C25) تحت شرایط یکسان با تزریق اسانسها صورت گرفت و با مقادیری که در منابع مختلف منتشر گردیده بود مقایسه شد. علاوه بر اندیسهای بازداری کوتاه، زمان بازداری ترکیبها نیز مورد توجه قرار گرفت و بررسی طیف‌های جرمی نیز جهت شناسایی ترکیبها انجام گرفت و شناسایی‌های صورت گرفته با استفاده از طیف‌های جرمی ترکیبهای استاندارد و استفاده از اطلاعات موجود در کتابخانه ترپنوئیدها در کامپیوتر GC/MS تایید گردید. درصد نسبی هر کدام از ترکیبهای تشکیل دهنده اسانسها با توجه به سطح زیر منحنی آن در طیف کروماتوگرام بدست آمده است.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج بدست آمده حداکثر میزان اسانس را بذر و گل و کمترین میزان را ساقه نشان داده است (جدول شماره ۱). در شناسایی ترکیبها، اسانس بذر دارای ۷ ترکیب و اسانس گل دارای ۱۱ ترکیب بود. همچنین در اسانس برگ، قبل از گلدهی ۱۰ ترکیب و زمان گلدهی ۸ ترکیب شناسایی گردیدند. اما تعداد ترکیبهای حاصل از ساقه از سایر اندامها بیشتر بود. تعداد ترکیبهای شناسایی شده اسانس ساقه، قبل از گلدهی ۲۴ ترکیب، در زمان گلدهی ۳۳ ترکیب و در زمان رسیدن بذر ۲۶ ترکیب بود.

۴ ترکیب ترانس آنتول، استراگول، فنچون و لیمونن + ۸۱ سینئول عمده ترین ترکیبهای اسانس بذر و گل را تشکیل می دهند. درصد ترکیبهای مذکور در برگ و ساقه گیاه به شدت تحت تأثیر مرحله رویشی آن است. به طور مثال از ترکیبهای برگ و ساقه، آلفا پینن، لیمونن + ۸۱ سینئول، سیس آنتول، ترانس آنتول و فنچیل استات درصدهای به نسبت بیشتری را دارند.

از جمله مهمترین ترکیبهای تشکیل دهنده اسانس گیاه رازیانه ترانس آنتول می باشد که بیشترین مقدار این ترکیب در اسانس حاصل از بذر به میزان ۸۴/۱٪ بود، بعد از آن به ترتیب ساقه در زمان قبل از گلدهی و گل واجد ۷۸٪ و ۶۸/۴۰٪ از این ترکیب بودند. نتایج نشان می دهند که مقدار ترانس آنتول در ساقه با گذشت زمان و تا زمان رسیدن بذر کاهش می یابد و به جای آن به تدریج لیمونن + ۸۱ سینئول افزایش می یابد، به طوری که بیشترین مقدار لیمونن + ۸۱ سینئول (۵/۵۶٪) در ساقه، در زمان رسیدن بذر می باشد. از نظر تغییرات مقدار ترانس آنتول و لیمونن + ۸۱ سینئول برگ وضعیتی مشابه ساقه را دارد.

بیشترین میزان آلفا پینن در زمان گلدهی در برگ (۴/۶۵٪) و در ساقه (۵/۲۶٪) وجود داشت و مقدار این ترکیب در اسانس گل و بذر کم بود. بیشترین مقدار فنچون

(۷/۶۶٪) و استراگول (۳/۴۹٪) از اسانس بذر گیاه و کمترین مقدار این دو ترکیب نیز از اسانس ساقه در زمان رسیدن بذر بدست آمد.

ترانس آنتول یکی از عمده ترین ترکیبهای اسانس رازیانه است. این مونوتیرین حلقوی اکسیژن دار فنلی که طعمی شیرین و بویی مطبوع دارد، کاربردهای فراوانی دارد، از جمله به عنوان طعم دهنده در صنایع غذایی و دارویی و نیز به عنوان معطر کننده در صابونها کاربرد دارد، علاوه بر این به عنوان عامل ضد نفخ در صنایع دارویی بکار می رود، ضمن اینکه کاربردهای شیمیایی فراوان دیگری نیز دارد (۶ و ۱۰). بذر بهترین اندام برای استخراج این ترکیب گیاه محسوب می شود.

طعم استراگول به اندازه آنتول شیرین نیست و این ترکیب در ساخت برخی اسانسهای مصنوعی بکار می رود، فنچون با بویی شبیه کافور و با طعمی تلخ در تهیه اسپری های خانگی بکار می رود (۶ و ۱۰)، لیمون با بویی شبیه لیمو و طعمی تلخ در عطر سازی و معطر سازی لوازم آرایشی و به عنوان طعم دهنده بکار می رود (۶ و ۱۰). اندامهای رویشی در مراحل پایانی رشد خود حاوی مقادیر زیادی از این ترکیب می باشند.

Bernath و همکارانش در ۱۹۹۶ نشان دادند که میزان ۵ ترکیب عمده ترانس آنتول، فنچون، لیمون، استراگول و آلفاپینن به میزان زیادی در بخشهای مختلف گیاه و مراحل فنولوژی آن متفاوت است. همچنین نشان دادند که مقدار آلفا پینن در اندامهای رویشی (برگ و ساقه) بیش از بذرها است، در حالی که فنچون و ترانس آنتول در بذرها بیشتر از اندامهای رویشی هستند (۹) که نتایج آنها با نتایج ما همسویی دارد.

Venskutonis و همکارانش در ۱۹۹۶، در لیتوانی اسانس برگ، گل، میوه و ساقه رازیانه را به روش کلونجر استخراج نمودند و نشان دادند که اسانس ساقه غنی از ترانس آنتول بود (۷۳/۶٪) و گلها مقادیر قابل ملاحظه ای لیمونن داشتند (۲۰/۷٪)، در حالی که میوه ها مقادیر زیادی آلفا پینن (۱۹/۵٪) داشتند (۱۳). در بررسی حاضر نیز مشاهده شد که ساقه در زمان قبل از گلدهی غنی از ترانس آنتول (۷۸٪) است. اما با

وجود اینکه گلها دارای ۱۹/۳٪ لیمونن + ۸۱ سینثول بودند، مقدار این ترکیب در برگهای زمان گلدهی گیاه (۵/۵۸٪) و در ساقه در زمان رسیدن بذر (۵/۵۶٪) بیشتر از گلها بود. ترکیب آلفا - پینن نیز در برگها و ساقه ها بیش از گلها و بذر رسیده بود که با نتایج Venskutonis و همکارانش مغایر بود.

در تحقیقی که شریفی در ۱۳۷۷ در مورد اسانس بذر رسیده رازیانه و به روش کلونجر انجام داده بود از بذرهای این گیاه به میزان ۷۳٪ ترانس آنتول، ۳/۲٪ استراگول و ۱/۳٪ فنچون و ۸/۸٪ لیمونن استخراج نمود (۳). در بررسی حاضر مقدار این ترکیبها در بذر رسیده به ترتیب ۸۴٪، ۳/۵٪، ۷/۶٪ و ۳/۸۶٪ بود، همان طور که مشاهده شد به جز لیمونن سایر ترکیبها مقادیر بیشتری داشتند که ممکن است به دلیل تفاوت در روش اسانس گیری باشد که صحت آن به تجربیات بیشتری نیاز دارد، زیرا بر اساس تحقیق سفیدکن (۱۳۷۷)، در اسانس بذر رازیانه که به روش کیرز استخراج شده بود، ۷۵٪ ترانس آنتول گزارش شد (۷). همان طور که مشاهده می شود این مقدار اختلاف زیادی با نتیجه ای که شریفی به روش کلونجر بدست آورده بود، ندارد.

جدول شماره ۱- درصد اسانس اندامهای مختلف گیاه رازیانه

زمان	برگ	ساقه	گل	بذر
قبل از گلدهی	۱/۲۰٪	۰/۴۲٪	-	-
زمان گلدهی	۱/۰۸٪	۰/۴۷٪	۲/۸٪	-
زمان رسیدن بذر	-	۰/۲۶٪	-	۲/۵۱٪

جدول شماره ۲- درصد ترکیبهای اساسی گل و بذریه رازیانه

ردیف	شاخص کواتس	نام ترکیب	درصد ترکیب	
			گل	بذر
1	929	α -Pinene	0.4	0.3
2	978	Myrcene	0.3	0.5
3	1024	Limonen+1,8 cineole	19.3	3.9
4	1048	γ -Terpinene	1.3	0.3
5	1067	Fenchone	4.6	7.6
6	1176	Estragol	2.5	3.5
7	1215	Cis-Carveole	0.81	-
8	1224	Cis-Anethol	1.41	-
9	1265	Trans-Anethol	68.4	84.1
10	1348	Piperitenone oxide	0.36	-
11	1476	Germacrene D	0.35	-
		Total	100%	100%

جدول شماره ۳- مقایسه درصد ترکیبهای اساسی برگ رازیانه

در زمان قبل از گلدهی (۱) و زمان گلدهی (۲)

ردیف	شاخص کواتس	نام ترکیب	درصد ترکیب	
			۱	۲
1	929	α -Pinene	4.2	4.6
2	978	Myrcene	-	1.3
3	1024	Limonen+1,8 cineole	27.1	58.5
4	1067	Fenchone	2.9	2.5
5	1176	Estragol	1.7	1.0
6	1206	Trans-Carveole	0.4	1
7	1215	Cis-Carveole	0.8	-
8	1221	Fenchyl acetate	2.2	2.5
9	1265	Trans-Anethol	58.6	28.3
10	1276	Sabinyl acetate	1.6	-
11	1348	Piperitenone oxide	0.4	-

جدول شماره ۴- مقایسه درصد ترکیبهای اسانس ساقه رازیانه در زمان قبل از گلدهی (۱) و زمان گلدهی (۲) و زمان بذردهی (۳)

ردیف	شاخص کوانس	نام ترکیب	درصد ترکیب		
			۱	۲	۳
1	929	α -Pinene	0.2	5.3	3.7
2	943	Camphene	-	0.1	-
3	962	Sabinene	-	0.1	-
4	968	β -Pinene	-	0.6	0.6
5	978	Myrcene	0.1	1.1	0.5
6	1009	P-Cymene	-	0.77	1.3
7	1024	Limonene+1,8-Cineole	4.6	23.6	56.5
8	1034	(E)- β -Ocimene	-	0.8	-
9	1048	γ -Terpinene	0.1	0.2	-
10	1067	Fenchone	2.5	1.8	0.3
11	1076	Terpinolene	0.3	0.2	0.7
12	1112	Cis-Verbenol	-	-	2.8
13	1116	Camphor	-	-	0.9
14	1162	α -Terpineol	-	0.1	-
15	1176	Estragol	1.7	2.1	0.6
16	1195	Dihydro Carveol	-	-	0.3
17	1206	Trans-Carveole	0.6	0.9	1.7
18	1215	Cis-Carveole	-	-	6.6
19	1221	Fenchyl acetate	-	-	16.5
20	1224	Cis-Anethol	7.5	13.3	-
21	1230	Trans-Cinnamaldehyde	0.1	0.2	-
22	1257	Trans-Verbenyl acetate	-	-	0.56
23	1265	Trans-Anethol	78	44.2	0.3
24	1276	Sabinyl acetate	-	-	0.4
25	1285	Methyl acetate	-	-	0.8
26	1298	Terpinene-4-yl acetate	-	-	0.7
27	1313	Myrtenyl acetate	-	-	0.5
28	1331	α -Terpinyl acetate	-	-	0.3
29	1340	Piperitenone	-	-	1.2
30	1348	Piperitenone oxide	0.2	2.1	0.6

ادامه جدول شماره ۴-

ردیف	شاخص کوآتس	نام ترکیب	درصد ترکیب		
			۱	۲	۳
31	1354	Neryl acetate	-	-	0.75
32	1378	β -Elemene	-	0.1	-
33	1417	β -Caryophyllene	0.2	-	-
34	1440	Aromadendrene	0.2	-	-
35	1443	α -Humulene	0.6	0.2	-
36	1445	β -Farnesene	-	0.1	-
37	1457	Allo-aromadendrene	0.2	0.2	-
38	1463	γ -Muurolene	0.1	0.1	-
39	1476	Germacrene D	0.6	0.3	-
40	1522	(E)-Nerolidol	-	-	0.4
41	1527	Elemol	-	0.1	-
42	1545	Spathulenol	-	0.2	-
43	1575	Guaiol	-	-	0.4
44	1581	Viridiflorol	-	0.8	-
45	1611	Cedrol	-	0.1	-
46	1624	α -Cadinole	-	0.1	-
47	1637	γ -Eudesmol	-	0.1	-
48	1672	Farnesol isomer	0.2	0.1	-
49	1693	Trans-Farnesol	0.2	0.1	-
50	1732	Benzyl benzoate	0.1	-	-
51	1833	(E,E)-Farnesyl acetate	0.1	-	-
		TOTAL	99.99%	99%	99.99%

سپاسگزاری

بدین وسیله از مسئولان محترم موسسه تحقیقات جنگها و مراتع به ویژه اعضای محترم بخش تحقیقات گیاهان دارویی و محصولات فرعی و کسانی که در انجام این تحقیق ما را یاری نمودند کمال تشکر و قدردانی را داریم.

منابع

- ۱- امید بیگی رضا، رهیافتهای تولید و فرآوری گیاهان دارویی ، انتشارات طراحان نشر، ۱۳۷۴
- ۲- زرگری علی، گیاهان دارویی، جلد دوم ، دانشگاه تهران، ۱۳۶۷
- ۳- شریفی عاشور آبادی ابراهیم، گزارش نهایی طرح تحقیقاتی بررسی تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد کمی و کیفی گیاه رازیانه، ۱۳۷۸
- ۴- قهرمان احمد، کروموفیتهای ایران، جلد دوم
- ۵- میر حیدری حسین، معارف گیاهی ، جلد دوم ، دفتر فرهنگ اسلامی، ۱۳۷۲
- ۶- میرزا مهدی ، فاطمه سفید کن ، لطیفه احمدی ، اسانسهای طبیعی، استخراج، شناسایی کمی و کیفی و کاربرد، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، ۱۳۷۵
- ۷- سفیدکن فاطمه، بررسی تغییرات کمی و کیفی اسانس رازیانه در مراحل رشد ، تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران جلد هشتم، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، ۱۳۷۹
- 8-Baser .K.H.C & Ozek .T. Essential oil of *Mediasia macrophylla* (Regel et Schmalh) pimen and *Foeniculum vulgare* Mill.from Uzbekistan .J.Essen.Oil.Res. Vol:9 .pp:249-250 ,1997
- 9-Bernath.J& Nemeth.E. Morphological and chemical evalation of Fennel population of different origin .J.Essent.oil.Res. Vol:8 . pp:247-253 . 1996
- 10-Guenther E..The essntial oils .Vol:2 .1984.
- 11-Kruger.H & Hammer K. Chemotypes of Fennel .J.Essent .Oil.Res .Vol:11 ,PP:79-82 : 1999
- 12-Marotti .M & Piccaglia .R. ,Effects of variety and ontogenic stage on the essential oil composition and biological activity of Fennel. J. Essent .oil .Res. Vol:6 .PP:57-62 .1994
- 13-Venskutonis P.R.& Dapkevicius A. ,Essential oils of Fennel from Lithuania.J.Essent.Oil.Res.Vol:8,pp:211-213.1996

Effect of harvesting time on quality and quantity of essential oil from different organs of Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.)

M.B.Rezaee, K.Jaimand, A.Majd and M.Maddah

Fennel is one of the precious medicinal plant, widely used in pharmacy, perfume, cosmetic, hygienic and food industries. The essential oils extracted by water and steam distilled (Long & Kaiser) method from seeds, flowers, leaves and stems of Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) in different vegetative phases was analyzed by GC and GC/MS.

Essential oils content in different organs were in seeds (2.5%), in flowers (2.8%) and in leaves and stems before flowering, flowering time and seed maturity time were (1.20%, 1.08%) and (0.42%, 0.47%, 0.26%) respectively

The major constituents in seeds and flowers were: trans-anethole (68.4%, 84.0%), fenchon (4.6%, 7.7%), estragol (2.5%, 3.5%), and limonene + 1,8-cineole (19.3%, 3.9%), which percentage of these component in leaves and stems externally were due to growing stage. This component in leaves before flowering and in flowering time were anethole (58.6%, 28.3%), fenchone (2.9%, 2.5%), estragol (1.7%, 1%) and limonene + 1,8-cineole (27.1%, 58.5%) and in stems before flowering, flowering time and after the formation of seed were respectively anethole (78%, 44.2%, 0.3%), fenchon (2.5%, 1.8%, 0.3%), estragol (1.7%, 2.1%, 0.6%) and limonene + 1,8-cineole (4.6%, 23.6%, 56.5%). With increasing of leaves and stems age, trans-anethole will decrease and limonene + 1,8-cineole are increased.