بررسی تاثیر پرتوهای فرابنفش بر کمیت وکیفیت اسانس گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) درمراحل مختلف رویشی

محمد باقر رضایی[1]، کامکار جایمند[1]، ابراهیم شریفی عاشورآبادی[1]، مهدخت مداح[2] و احمد مجد[3]

چکیده

با توجه به سوراخ شدن لایه ازن وافزایش پرتوهای فرابنفش ونظر به اثرات زیانبار این پرتوها بر گیاهان، در بررسی حاضر به مطالعه تاثیر پرتوهای فرابنفش حاصل از لامپ ۴۰ وات uv بر کمیت و کیفیت اسانس اندامهای مختلف گیاه رازیانه در مراحل مختلف رویشی ودر شرایط مزرعه‌ای پرداخته شد.

گیاه رازیانه از تیره چتریان و از جمله گیاهان دارویی ارزنده‌ای است که در صنایع داروسازی، عطرسازی، صنایع آرایشی وبهداشتی وصنایع غذایی کاربرد وسیعی دارد. بذر این گیاه دارای مقدار زیادی اسانس است که خواص دارویی گیاه را به آن نسبت می‌دهند.

اسانس بذر، گل، برگ در زمان قبل از گلدهی وزمان گلدهی و نیز ساقه در سه مرحله قبل از گلدهی، گلدهی و زمان رسیدن بذر گیاهان شاهد وپرتودهی شده به روش تقطیر با آب و بخار آب (روشKaiser) استخراج گردید وبه کمک دستگاه GC و GC/MS مورد تجزیه وشناسایی قرار گرفت.

مقدار اسانس در برگ، ساقه، گل و بذر گیاه در اغلب موارد کاهش یافت و ترکیبهای تشکیل دهنده آنها دستخوش تغییر شد. میزان ترانس آنتول که مهمترین و عمده‌ترین ترکیب اسانس این گیاه می‌باشد، در بذر و گل گیاهان تحت تیمار کاهش

۱- اعضای هیات علمی مؤسسه تحقیقات جنگلها ومراتع

۲- کارشناس ارشد علوم گیاهی

۳- عضو هیات علمی دانشگاه تربیت معلم

یافته و در ساقه با وجود میزان کم اسانس در این اندام، ترکیب مذکور افزایش یافته است ودربرگ،در مرحله قبل گلدهی کاهش ودر زمان گلدهی افزایش داشته است. استراگول، فنچون ولیمونن که از دیگر ترکیبهای عمده اسانس گیاه می‌باشند در اکثر موارد تحت تاثیر پرتوهای فرابنفش افزایش یافتند. نتایج نشان دادند که گیاه رازیانه نسبت به پرتوهای فرابنفش حساس است.

واژه‌های کلیدی: رازیانه، پرتوهای فرابنفش، آنتول و ترکیبهای اسانس.

مقدمه

درنتیجه فعالیتهای بشر محیط بیوسفر تغییر یافته است (Krupa و Kcikert، ۱۹۸۹). افزایش در غلظت کلرو فلوئور کربنها (CFCs)، متان ونیتروز اکسیدها در اتمسفر موجب تخریب لایه ازن (O3) استراتوسفر شده و به افزایش نفوذ پرتوهای فرابنفش B خورشیدی (UV-B,۲۸۰-۳۲۰nm) و رسیدن آن به سطح زمین منجر گردیده است .

پرتوهای UV-B باعث تغییرات زیادی در گیاهان می‌گردند از جمله بر رشد گیاه، ریخت شناسی، ساختار تشریحی آن و بر فرایندهای فیزیولوژیکی و به ویژه فتوسنتز اثر می‌گذارند. همچنین باعث تغییراتی در پراکنش زیر توده گیاه، ترکیبهای شیمیایی آن و فنولوژی گیاه می‌گردند. تحریک سنتز رنگدانه های جاذب uv نیز از اثرات دیگر پرتوهای uv بر گیاهان است (reviewed by Caldwell، ۱۹۹۵).

در پاسخ گیاهان به این پرتوها، سازوکارهای مختلفی در گیر می‌باشند که شامل افزایش گیرنده‌های نوری UV-B (Ballar، ۱۹۹۱ و ۱۹۹۵) تشکیل رادیکالهای آزاد، (Panagopoulos، ۱۹۹۰ و Cen و Bjom، ۱۹۹۴) و تخریب DNA باشد (Pang و Hays، ۱۹۹۱ و Quaite، ۱۹۹۲) .

تجمع ترکیبهای فنلی جاذب uv در پاسخ گیاه به پرتوهای بالای خورشیدی مشاهده شده است (Tevini و Day ۱۹۹۳ و Veit ۱۹۹۶). این ترکیبها گیاه را در برابر پرتوهای UV-B محافظت می‌کنند (Ormrod، ۱۹۹۵ و Ruber، ۱۹۹۶) .

پرتوهای فرابنفش باعث افزایش تولید اسانس در گیاه نعنا گردیده‌اند (مجد، رضایی و مهرپور، ۱۳۷۷)، میزان اسانس در گیاه ریحان نیز تحت تاثیر این پرتوها افزایش یافته است (مجد، رضایی و میرزاتونی، ۱۳۷۷). در هر دو گیاه نوع ومیزان ترکیبهای تشکیل دهنده اسانس دستخوش تغییر شده اند .

رازیانه گیاهی است علفی وچند ساله از تیره چتریان که ارتفاعی حدود ۱ تا ۱/۵ متر دارد. نام علمی آن *Foeniculum vulgare* Mill. می‌باشد. این گیاه یکی از قدیمیترین و ارزنده‌ترین گیاهان دارویی است که در تغذیه و صنعت نیز از آن استفاده فراوان بعمل می‌آید. کلیه اندامهای آن حاوی اسانس بوده و مورد استفاده قرار می‌گیرند. برگ خام گیاه قبل از ظهور گل به عنوان سبزی و چاشنی غذا بکار می‌رود و جوشانده آن برای تقویت چشم مفید است. مهمترین بخش گیاه میوه یا بذر آن است که به عنوان باد شکن، ضد اسپاسم، نیرو دهنده، آرامش بخش و زیاد کننده ترشحات شیر بکار می‌رود. اسانس میوه گیاه، علاوه بر صنایع داروسازی در صنایع عطر سازی، آرایشی وبهداشتی و نیز صنایع غذایی ونوشابه سازی کاربرد دارد .

بیشتر تحقیقات انجام شده به بررسی اثرات سطوح افزایش یافته UV-B بر گیاه تحت شرایط کنترل شده (اتاقکهای رشد و گلخانه‌ها) پرداخته اند که پاسخهای اکوسیستم را تحت شرایط واقعی مزرعه‌ای نشان نمی‌دهند. زیرا شدت اثرات پرتوهای V-B در شرایط مزرعه‌ای نسبت به شرایط کنترل شده کمتر است (Caldwell، ۱۹۹۴). در ارتباط با اثر این پرتوها بر گیاهان عالی بیشتر گیاهان زراعی و برخی درختان مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. گیاهان دارویی از جمله گیاهانی هستند که بشر از آنها استفاده‌های فراوان می‌برد، ولی کمتر از آنها حفاظت نموده و به بقای آنها توجه کرده

است. با بی توجهی به تاثیر تغییراتی که در محیط زیست بوجود آمده بر این دسته از گیاهان، شاید در آینده با از بین رفتن برخی گونه‌ها ویا تحولات نامطلوب در آنها مواجه شویم.

در این پژوهش رازیانه را که یک گیاه دارویی با ارزش و نیز دارای ترکیبهای اسانسی متنوعی است در شرایط مزرعه ای تحت تاثیر پرتوهای فرابنفش قرار دادیم و تغییرات ساختار تشریحی وتغییرات اسانس آن را در مراحل رویشی وزایشی مورد بررسی و مقایسه با گیاهان طبیعی قرار دادیم.

مواد روشها

کشت گیاهان: بذرهای رازیانه *Foeniculum vulgar* Mill. *Sup sp. vulgare* در سال ۱۳۷۵ در ایستگاه تحقیقاتی البرز واقع در ۵ کیلو متری جنوب شهرستان کرج (۱۳۲۰ متر بیش از سطح دریا، ۲۵ درجه و۴۸ دقیقه شمالی و۵۱ درجه شرقی) در کرتهایی به ابعاد ۶×۳ متر کشت شدند. هر کرت ۶ ردیف به فاصله ۵۰ سانتیمتر از یکدیگر داشت در هر ردیف فاصله گیاهان از یکدیگر ۴۰ سانتیمتر بود. آبیاری هفته ای یکبار صورت پذیرفت.

پرتودهی گیاهان: سه عدد چهار پایه چوبی به طول ۲ متر وبه عرض ۱۲۰ سانتیمتر را در وسط کرتهای آماده شده قرار دادیم. سطح زیر چهار پایه ۲متر مربع و فاصله لامپها از رأس گیاه حدود ۳۰ سانتیمتر بود. هر پایه حامل دو لامپ فرابنفش ۴۰ وات (Phylips TLK 40 W/09 N Holland) بود که مشخصات آن در جدول شماره ۱ آمده است.

جدول شماره ۱ - مشخصات طیفی لامپ UV(۴۰ وات)

λ max =355 A°	λ max =315 A°	λ max=210 A °
E=4*10 CTS/Sec	E=25*10 CTS/Sec	E=4.6*10 CTS/Sec
UV-A	UV-B	UV-C

در کلیه کرتها پرتودهی به طور همزمان در ۷۸/۲/۲۴ به مدت ۱۲ ساعت در روز آغاز گردید و پرتودهی در سه مرحله از رشد گیاه انجام شد. مرحله اول زمان قبل از گلدهی گیاه به مدت ۱۲روز پرتودهی (۷۸/۲/۲۴ تا ۷۸/۳/۵) (کرت ۱)، مرحله دوم پرتودهی تا زمان گلدهی گیاه به مدت ۲۷ روز ادامه داشت (۷۸/۲/۲۴ تا ۷۸/۳/۱۹) (کرت۲) و مرحله سوم که پرتودهی تا زمان رسیدگی کامل بذر به مدت ۱۳۰ روز (از ۷۸/۲/۲۴ تا ۷۸/۶/۲۸) ادامه یافت (کرت۳).

در پایان هر مرحله برداشت از نمونه های شاهد وتحت تیمار به طور همزمان وبه منظور اسانس‌گیری صورت گرفت، تنها در مرحله سوم علاوه بر بذرها وساقه گیاهان کرت ۳ و شاهد از بذرها و ساقه گیاهان کرتهای ۱و۲ نیز برای اسانس‌گیری بر داشت شد.

استخراج و شناسایی اسانس: برای استخراج اسانس، پس از تفکیک برگ، ساقه، گل و بذر گیاه جهت یکسان بودن شرایط پس از خشک شدن آنها در دمای معمولی اتاق و در سایه، اسانس هر یک از اندامها به طور جداگانه و به مدت ۴ ساعت به کمک تقطیر با آب و بخار آب (دستگاه Kaiser) استخراج گردید. اسانس حاصل به کمک یک میلی لیتر دی اتیل اتر جداسازی و به کمک سولفات سدیم آب‌گیری گردید. درصد اسانس حاصل بر اساس وزن خشک گیاه محاسبه شد.برای تشخیص ترکیبهای تشکیل دهنده اسانس، اسانس خالص، به دستگاه GC (کروماتوگرافی گازی) وGC/MS (کروماتوگرافی گازی متصل به طیف سنج جرمی) تزریق گردید.

مشخصات دستگاه مورد استفاده: دستگاه گاز کروماتوگرافی واریان ۳۴۰۰ متصل به دستگاه طیف سنج جرمی (saturn II)، ستونDB1 به طول ۶۰ متر، قطر ۲۵۰ میکرومتر، ضخامت لایه فاز ساکن ۰/۲۵ میکرومتر است.

دستگاه تله یونی Ion trap با گاز حامل هلیوم می‌باشد، فشار گاز سر ستون ۳ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع وانرژی 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 وآشکار 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 گرفته است و با مقادیری که در منابع مختلف منتشر گردیده بود مقایسه شد. علاوه بر اندیسهای بازداری کواتس، زمان بازداری ترکیبها نیز مورد توجه قرار گرفت و بررسی طیف‌های جرمی نیز جهت شناسایی ترکیبها انجام گرفت و شناسایی های صورت گرفته با 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

بررسی تغییرات کمی اسانسها: بر اساس جدول شماره ۲ میزان درصد اسانس اندامهای مختلف گیاه تحت تاثیر پرتوهای فرابنفش در اغلب موارد کاهش یافته است.تنها در بذر گیاهانی که به مدت ۱۲ روز در زمان قبل از گلدهی گیاه پرتودهی شدند افزایش میزان اسانس نسبت به گیاهان شاهد مشاهده گردید.

با توجه به کلیه تغییرات مشاهده شده در جدول شماره ۲، فعالترین زمان ازنظر تولید اسانس را می‌توان مربوط به زمان گلدهی گیاه دانست. همچنین حساس‌ترین مرحله نسبت به پرتوهای UV مرحله قبل از گلدهی به نظر می‌رسد، چرا که سبب بیشترین تغییرات در مقدار درصد اسانس گیاه شده است، اختلاف بین درصد اسانس

جدول شماره ۲- درصد اسانس اندامهای مختلف گیاهان شاهد وتیمار شده

میزان اسانس / زمان	برگ(٪)		ساقه(٪)		گل(٪)		بذر(٪)	
	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار	شاهد	تیمار
قبل از گلدهی ۱۲ روز پرتودهی	۱/۲۰	۰/۷۴	۰/۴۲	۰/۱۸	–	–	۲/۵	۲/۹۷
زمان گلدهی۲۷ روز پرتودهی	۱/۰۸	۱/۰۵	۰/۴۷	۰/۳۲	۲/ ۸	۱/۰۹	۲/۵	۲/۴۱
زمان بذر دهی ۱۳۰ روزپرتودهی	–	–	۰/۲۶	۰/۱۷	–	–	۲/۵	۲/۳۳

برگ گیاهان شاهد (۱/۲۰٪)وبرگ گیاهان تیمار شده(۰/۷۴٪) در این مرحله بیشتر از زمان گلدهی است. همین طور اختلاف بین درصد اسانس ساقه گیاهان شاهد و تیمار شده نیز در مرحله قبل از گلدهی بیشتر از زمان گلدهی و زمان رسیدن بذر است.

با تابش پرتوهای فرابنفش میزان اسانس در اغلب اندامهای گیاه کاهش یافت که با نتایجی که از درصد اسانس دو گیاه نعنا وریحان تحت تابش این پرتوها بدست آمده است مغایرت دارد (مجد، رضائی، مهرپور و میرزاتونی، ۱۳۷۷). دلیل مغایرت نتایج می‌تواند ناشی از پاسخهای متفاوت گیاهان مختلف به پرتوهای فرابنفش و یا مربوط به محل سنتز و نگهداری اسانس در هر گیاه باشد. در تیره نعنا کرکها حاوی مقادیر زیادی اسانس می‌باشند. در رازیانه اسانس در مجاری ترشحی وجود دارد واین گیاه فاقد کرک می‌باشد. نوع ترکیبهای اسانس و محل سنتز آنها نیز می‌تواند بر میزان اسانس تاثیر بگذارد. سنتز ترکیبها در اندامکهایی که بیشتر تحت تاثیر پرتوهایuv قرار می‌گیرند مانند کلروپلاستها بیشتر دستخوش تغییر می‌گردند. همچنین میزان جذب پرتوهای uv توسط ترکیبهای مختلف متفاوت است که می‌تواند در ایجاد تغییرات تاثیر بگذارد. بخش عمده اسانس رازیانه را ترکیبهایی که ماهیت فنلی دارند مانند آنتول و استراگول تشکیل می‌دهد. این احتمال وجود دارد که کاهش درصد اسانس، مربوط به تغییر مسیر پیش سازهای ساخت ترکیبهای اسانس باشد، یعنی اسیدهای آمینه آروماتیک که پیش ساز مشترک ترکیبهای فنلی اسانس وفلاونوئیدها هستند بیشتر به سمت سنتز ترکیبهای جاذب uvمانند فلاونوئیدها هدایت شوند.

بررسی تغییرات کیفی اسانسها: به کمک دستگاههای GC و GC/MS ترکیبهای تشکیل دهنده اسانسهای حاصل از بذر،گل، برگ (در دو مرحله رویشی) وساقه (در سه مرحله رویشی)، در هر گروه گیاهان شاهد و تیمار دیده مورد شناسایی قرار گرفت. از آنجا که برای شناسایی ترکیبها از ستون DB1 استفاده شده است پیک هایی که توسط

این ستون برای ۳ ترکیب لیمونن، ۱و۸ سینئول وآلفا فلاندرن بدست آمده است بسیار نزدیک بوده که به درستی قابل تفکیک نبودند، بنابراین میزان این سه ترکیب همراه با هم گزارش گردیده اند که در کلیه جداول با عنوان limonen+1,8-Cineole مشخص گردیده است. در اینجا به بررسی تغییرات درصد اسانسها می‌پردازیم.

بذر: باتوجه به جدول شماره ۳ از مقایسه ترکیبهای موجود در اسانس بذر کلیه کرتها چنین بر می‌آید که پرتودهی تا زمان گلدهی گیاه (۲۷روز پرتودهی) باعث افزایش تعداد ترکیبها در اسانس بذر گیاه شده است واکثر ترکیبهای آن نیز در مقایسه با سایر کرتها بیشترین درصد را نشان می‌دهند.

تابش پرتوهای uv باعث کاهش ترانس آنتول در اسانس حاصل از بذر گردیده و بیشترین درصد آنتول با ۸۴/۰۶٪ مربوط به شاهد بوده و پس از آن بذر کرت۱ با ۱۲ روز پرتودهی در زمان قبل گلدهی درصدی معادل ۸۳/۷۲٪ را نشان داده، کمترین درصد آنتول (۷۲/۸۳٪) مربوط به اسانس بذر کرت۲ با ۲۷ روز پرتودهی تا زمان گلدهی گیاه می‌باشد. میزان درصد آنتول در کرت۳ با ۱۳۰ روز پرتودهی تا زمان رسیدن بذر ۷۵/۱۴٪ بوده است.

فنچون تحت تاثیر پرتوهای uv افزایش یافته است، میزان استراگول نیز تحت تاثیر مدت زمان بیشتر پرتودهی افزایش نشان داده است. تغییرات میزان درصد استراگول و فنچون تقریبا مشابه به یکدیگر وعکس تغییرات درصد ترانس آنتول می‌باشد، چرا که بیشترین درصد استراگول (۵/۳۵٪) وفنچون(۱۱/۲۵٪) در اسانس بذرهای کرت۲ می‌باشد و کمترین میزان استراگول (۳/۰۴٪) دراسانس بذر کرت ۱ وکمترین میزان فنچون (۷/۶۶٪) در کرت شاهد مشاهده گردیده است. میزان درصد لیمونن + ۱و۸ سینئول +آلفا فلاندرن اسانس بذر تحت تاثیر پرتوهای فرابنفش افزایش داشته در بین اسانسهای بذر حاصل از ۴ کرت، ۷/۳۷٪ بیشترین میزان مخلوط لیمونن می‌باشد که در

اسانس کرت۲ (۲۷ روز پرتودهی) دیده شده است. پس از آن اسانس بذرهای کرت ۳ و کرت ۱ (به ترتیب ۱۳۰ روز و۱۲ روز پرتودهی) ودر نهایت شاهد به ترتیب با ۶/۸۹٪، ۴/۵۷٪ و ۳/۸۶٪ مخلوط لیمونن مشاهده شده است.

گل: در اثر تابش پرتوهای uv میزان درصد ترانس آنتول در اسانس گل کاهش یافته و از ۶۸/۴۰٪ در اسانس گل شاهد به ۵۷/۳۶٪ در گیاهان تیمار دیده رسیده است و در عوض میزان سیس آنتول در گیاهانی که ۲۷ روز پرتودهی شده اند اندکی افزایش یافته، فنچیل استات نیز به میزان ۱/۳۵٪ تشکیل گردیده است. همچنین از بررسی جدول شماره ۴ کاهش استراگول را از ۲/۴۷٪ (در شاهد) به ۲/۳۱٪ در اسانس گل گیاهان تیمار دیده و افزایش فنچون را از ۴/۵۸٪ (در شاهد) به ۶/۷۵٪ در اسانس گل پرتودهی شده مشاهده می‌نماییم.

افزایش درصد مخلوط لیمونن از ۱۹/۲۹٪ در شاهد به ۲۳/۵۶٪ درتیمار از دیگر تغییراتی است که در ترکیبهای اسانس حاصل از گل تحت تاثیر پرتوهای فرابنفش دیده شد. در گیاهان تیمار شده تشکیل پاراسیمن را نیز مشاهده می‌کنیم، با توجه به اینکه پاراسیمن از دهیدروژناسیون لیمونن بوجود می‌آید احتمال می‌رود تحت تابش پرتوهای uv چنین واکنشی رخ داده باشد. الفاپینن از جمله ترکیبهایی است که در اسانس کلیه اندامها دیده شده، ولی درصد آن در اسانس اندامهای رویشی بیش از اندامهای زایشی می‌باشد. تابش uv باعث افزایش درصد این ترکیب در اسانس گل و بذر گیاه گردیده است.

جدول شماره ۳- مقایسه درصد ترکیبهای اسانس بذرگیاهان شاهد و تیمارشده کرتهای ۱و ۲و۳ در زمان بذردهی

ردیف	نام ترکیب	شاخص کواتس	درصد ترکیب			
			۳ C	۳ T_1	۳ T_2	۳ T_3
۱	α - pinene	۹۲۹	۰/۳۴	--	۰/۹۸	۰/۶۲
۲	Sabinene	۹۶۲	--	--	۰/۱۸	--
۳	myrcene	۹۷۸	۰/۲۷	--	۰/۸۰	۰/۵۶
۴	p – cymene	۱۰۰۹	--	--	۰/۲۰	۰/۲۷
۵	1,8-cineole + limonene	۱۰۲۴	۳/۸۶	۴/۵۷	۷/۳۷	۶/۸۹
۶	γ - terpinene	۱۰۴۸	۰/۲۷	--	۰/۴۷	۰/۵۷
۷	fenchone	۱۰۶۷	۷/۶۶	۸/۶۵	۱۱/۲۵	۱۰/۹۵
۸	camphor	۱۱۱۶	--	--	۰/۲۶	۰/۲۲
۹	estragole	۱۱۷۶	۳/۴۹	۳/۰۴	۵/۳۵	۴/۵۹
۱۰	cis – carveol	۱۲۱۵	--	--	--	۰/۱۵
۱۱	trans – anethol	۱۲۶۵	۸۴/۰۶	۸۳/۷۲	۷۲/۸۳	۷۵/۱۴
۱۲	piperitenone oxide	۱۳۴۸	--	--	۰/۲۶	--
	کل		٪۱۰۰	٪۹۹	٪۱۰۰	٪۹۹

جدول شماره ۴-مقایسه درصد ترکیبهای اسانس گل گیاهان شاهد و تیمارشده در زمان گلدهی

ردیف	نام ترکیب	شاخص کواتس	درصد ترکیب	
			شاهد	تیمار
۱	α-Pinene	۹۲۹	۰/۴۰	۱/۰۵
۲	Sabinene	۹۶۲	--	۰/۲۷
۳	Myrcene	۹۷۸	۰/۵۴	۰/۸۲
۴	P-Cymene	۱۰۰۹	--	۱/۶۷
۵	*Limonene+1,8-Cineole*	۱۰۲۴	۱۹/۲۹	۲۳/۵۶
۶	γ-Terpinene	۱۰۴۸	۱/۳۳	۱/۳۱
۷	Fenchone	۱۰۶۷	۴/۵۸	۶/۷۵
۸	Estragol	۱۱۷۶	۲/۴۷	۲/۳۱
۹	*Cis-Carveole*	۱۲۱۵	۰/۸۱	۰/۶۷
۱۰	Fenchyl acetate	۱۲۲۱	--	۱/۳۵
۱۱	Cis-Anethol	۱۲۲۴	۱/۴۱	۱/۶۰
۱۲	Trans-Anethol	۱۲۶۵	۶۸/۴۰	۵۷/۳۶
۱۳	Piperitenone oxide	۱۳۴۸	۰/۳۶	۱/۲۱
۱۴	Germacrene D	۱۴۷۶	۰/۳۵	--
	TOTAL		٪۱۰۰	٪۹۹/۹

برگ:

برگ در مرحله گلدهی- با نظر به جدول شماره ۵، از مقایسه ترکیبهای اسانس در برگ شاهد وتیمار در زمان قبل گلدهی، افزایش تعداد ترکیبها، به ویژه ترکیبهای سزکوئی ترپنی را در گیاهان تحت تیمار لامپ ۴۰ وات uv مشاهده نمودیم. کاهش ترانس آنتول از ٪۵۸/۵۶ در شاهد به ٪۳۰/۶۵ در اسانس برگ تیمار دیده و افزایش ترکیبهای استراگول، فنچون، لیمونن+۱،۸- سینئول +آلفا- فلاندرن و فنچیل استات از دیگر تغییرات عمده ایست که در اسانس برگ گیاهان تحت تیمار به مدت۱۲ روز،

دیده شد. کاهش ترکیب آلفا-پینن از ۴/۲۰٪ در شاهد به ۳/۵۱٪ در اسانس برگ گیاهان تیمار دیده همراه با تشکیل بتا-پینن و بتا-اوسیمن بود. با توجه به اینکه آلفا- پینن در اثر نور آرایی حرارتی به اوسیمن تبدیل می‌گردد می‌توان احتمال داد که چنین واکنشی در گیاهان تحت تیمار صورت گرفته باشد. در زمان گلدهی حجم عمده ترکیبهای اسانس برگ را ترکیبهای منو ترپنی حلقوی اکسیژن دار تشکیل داده است وتحت تاثیر پرتوهای فرابنفش سزکوئی ترپنها و منوترپنهای هیدروکربنی خطی وحلقوی به ترکیبهای یاد شده اضافه گردیده است.

برگ در مرحله گلدهی- با توجه به جدول شماره ۶ تعداد ترکیبهای اسانس برگ در زمان گلدهی در گیاهان پرتودهی شده بیش از نمونه های شاهد گردیده است که ناشی از اضافه شدن انواع مختلف منوترپنها و سزکوئی ترپنها می‌باشد. افزایش ترانس - آنتول اسانس برگ تحت تیمار، از ۲۸/۲۹٪ در شاهد به ۳۶/۴۴٪ در تیمار بوده که حاکی از افزایش این ترکیب تحت تاثیر ۲۷ روز پرتودهی می‌باشد. علاوه بر آنتول، استراگول، فنچیل استات، میرسن و ترانس کاروئول نیز در اسانس برگ گیاهان پرتودیده افزایش یافته‌اند.

در مرحله گلدهی مخلوط لیمونن در اسانس برگ گیاهان تحت تیمار پرتوهای فرابنفش کاهش یافته است. میزان لیمونن و دوترکیب همراه آن در کل از ۵۸/۵۲٪ در برگ گیاهان شاهد به ۴۷/۸۹٪ در نمونه های تیمار دیده رسیده است. کاهش آلفا - پینن از ۴/۶۵٪ در نمونه شاهد به ۴/۳۴٪ در نمونه های پرتودیده همراه با تشکیل ۰/۳۷٪ بتا - پینن مشاهده گردید.

جدول شماره ۵- مقایسه درصد ترکیبهای اسانس برگ گیاهان شاهد و تیمارشده در زمان قبل گلدهی

ردیف	نام ترکیب	شاخص کواتس	درصد ترکیب	
			شاهد	تیمار
۱	α-Pinene	۹۲۹	۴/۲۰	۳/۵۱
۲	β-Pinene	۹۶۸	--	۰/۴۶
۳	Myrcene	۹۷۸	--	۱/۰۵
۴	Limonene+1,8-Cineole	۱۰۲۴	۲۷/۱۴	۳۸/۰۱
۵	(E)-β-Ocimene	۱۰۳۴	--	۰/۲۸
۶	Fenchone	۱۰۶۷	۲/۸۹	۳/۹۵
۷	Terpinolene	۱۰۶۷	--	۰/۳۹
۸	Estragol	۱۱۷۶	۱/۷۵	۴/۵۱
۹	Trans-Carveole	۱۲۰۶	۰/۴۱	۱/۲۵
۱۰	Cis-Carveole	۱۲۱۵	۰/۷۶	--
۱۱	Fenchyl acetate	۱۲۲۱	۲/۲۳	۴/۹۴
۱۲	Trans-Anethol	۱۲۶۵	۵۸/۵۶	۳۰/۶۵
۱۳	Sabinyl acetate	۱۲۷۶	۱/۵۷	--
۱۴	Piperitenone oxide	۱۳۴۸	۰/۴۲	--
۱۵	β-Elemene	۱۳۷۸	--	۰/۲۰
۱۶	Aromadendrene	۱۴۴۰	--	۰/۳۱
۱۷	α-Humulene	۱۴۴۳	--	۰/۶۷
۱۸	β-Farnesene	۱۴۴۶	--	۰/۶۵
۱۹	Allo-aromadendrene	۱۴۵۷	--	۰/۴۲
۲۰	γ-Muurolene	۱۴۶۳	--	۰/۲۵
۲۱	Germacrene D	۱۴۷۶	--	۱/۹۸
۲۲	γ-Cadinene	۱۴۹۰	--	۰/۲۰
۲۳	γ-Eudesmol	۱۶۳۷	--	۰/۲۵
۲۴	Farnesol isomer	۱۶۷۲	--	۰/۱۸
۲۵	(E,E)-Farnesyl acetate	۱۸۳۳	--	۱/۷۱

جدول شماره ۶- مقایسه درصدترکیبهای اسانس برگ گیاهان شاهد و تیمار شده درزمان گلدهی

ردیف	نام ترکیب	شاخص کواتس	درصد ترکیب	
			شاهد	تیمار
۱	α-*Pinene*	۹۲۹	۴/۶۵	۴/۳۴
۲	β-*Pinene*	۹۶۸	--	۰/۳۷
۳	Myrcene	۹۷۸	۱/۳۱	۱/۵۰
۴	Limonene+1,8 cineole	۱۰۲۴	۵۸/۵۲	۴۷/۸۹
۵	Fenchone	۱۰۶۷	۲/۵۳	۲/۲۰
۶	Terpinolene	۱۰۷۶	--	۰/۳۳
۷	Estragol	۱۱۷۶	۱/۰۳	۱/۳۷
۸	Trans-Carveole	۱۲۰۶	۱/۰۸	۱/۱۴
۹	Cis-Carveole	۱۲۱۵	--	۰/۵۳
۱۰	Fenchyl acetate	۱۲۲۱	۲/۵۵	۲/۶۸
۱۱	Trans-Anethol	۱۲۶۵	۲۸/۲۹	۳۶/۴۴
۱۲	Germacrene D	۱۴۷۶	--	۰/۴۷
۱۳	(E,E)-Farnesyl acetate	۱۸۳۳	--	۰/۳۲

ساقه :

با وجود اینکه درصد اسانس حاصل از ساقه نسبت به سایر اندامهای گیاه کمتر بود، اما تعداد ترکیبهای موجود در اسانس ساقه بیش از بقیه بوده است.

ساقه در مرحله قبل از گلدهی- در جدول شماره ۷ درصد ترکیبهای اسانس ساقه شاهد و تیمار دیده پس از ۱۲ روز پرتودهی مورد مقایسه قرار گرفت. نتیجه چنین نشان داد که در اسانس ساقه گیاهان تحت تیمار، افزایش ترانس - آنتول، فنچون و

آلفا- پینن و لیمونن+ ۱،۸- سینئول+ آلفا- فلاندرن و حذف استراگول ودر نهایت تشکیل فنچیل استات رخ داده است، سایر ترکیبها نیز دستخوش تغییراتی شده اند.

افزایش ترانس-آنتول از ۷۷/۹۹٪ در شاهد به ۷۹/۷۸٪ در اسانس ساقه تیمار دیده، همراه با حذف سیس -آنتول که در نمونه شاهد ۷/۴۸٪ بوده است یکی از تغییرات ایجاد شده است، ضمن اینکه در اسانس گیاهان تحت تیمار ۱۶/۷۸٪ فنچیل استات دیده می‌شود که در اسانس ساقه شاهد گزارش نشده است. مقدار فنچون از ۲/۴۸٪ در اسانس نمونه های شاهد به ۶/۸۵٪ در اسانس نمونه های تیمار دیده رسیده اما ۱/۷۴٪ استراگول موجود دراسانس ساقه گیاهان شاهد در اسانس گیاهان تحت تیمار حذف گردیده است. افزایش میزان مخلوط لیمونن از ۴/۵۶٪ در اسانس ساقه شاهد به ۴/۹۰٪ درگیاهان پرتودهی شده را می‌توان مشاهده نمود. تنوع ترکیبها در ساقه زیاد می‌باشد و تغییرات در همه انواع مختلف منوترپنها و سزکوئی ترپنها مشاهده می‌شود.

ساقه در مرحله گلدهی- در این مرحله از رشد گیاه، کاهش شدید تعداد ترکیبهای موجود در اسانس ساقه را در گیاهان پرتودیده در مقایسه باگیاهان شاهد مشاهده می‌نماییم (جدول شماره ۸). میزان درصد ترانس-آنتول در اسانس ساقه گیاهانی که ۲۷ روز تحت تیمار بودند ۴۹/۵۴٪ می‌باشد که در مقایسه با شاهد به میزان۴۴/۲٪، از خود افزایش نشان داده است و در عوض درصد سیس-آنتول با کاهش از ۱۳/۳۴٪ در اسانس ساقه شاهد به ۸/۷۴٪ در اسانس ساقه تیمار رسیده است. ضمن اینکه اسانس ساقه پرتودهی شده دارای ۱/۶۷٪ فنچیل استات است که در نمونه شاهد وجود ندارد. از دیگر موارد قابل مشاهده در اسانس ساقه در زمان گلدهی، می‌توان به کاهش فنچون واستراگول در اسانس گیاهان تحت تیمار اشاره نمود. از دیگر ترکیبهای کاهش یافته تحت تاثیر پرتوهای فرابنفش، آلفا - پینن می‌باشد که از ۵/۲۶٪ در شاهد به ۳/۴۸٪ در تیمار رسیده است. اسانس ساقه پرتودهی شده دارای ۲۸/۸۷٪ مخلوط لیمونن و اسانس

ساقه شاهد دارای ۲۳/۶۰٪ از این ترکیبها می‌باشد که افزایش مخلوط لیمونن را تحت تاثیر پرتوهای فرابنفش در ساقه و در زمان گلدهی نشان می‌دهد. تعداد سزکوئی ترپنها در ساقه گیاهان تیمار دیده به شدت کاهش یافته است.

ساقه در زمان رسیدن بذر- با توجه به جدول شماره ۹ میزان ترکیب ترانس-آنتول در اسانس ساقه در زمان رسیدن بذر بسیار کم شده، ولی تحت تاثیر ۱۳۰ روز پرتودهی این مقدار از ۰/۲۹٪ در نمونه شاهد به ۰/۴۶٪ در اسانس ساقه گیاهان تیمار دیده افزایش می‌یابد. استراگول نیز تحت تاثیر پرتوهای فرابنفش افزایش یافته، اما مقدار بسیار کم فنچون ومیزان ۳/۶۸٪ آلفا - پینن در اسانس ساقه شاهد تحت تاثیر پرتوهای فرابنفش حذف شده اند.

اما مخلوط لیمونن از جمله ترکیبهایی است که در زمان رسیدن بذر در اسانس ساقه شاهد درصد زیادی معادل ۵۶/۵۳٪ داشته وتحت تاثیر پرتوهای فرابنفش به ۲۵/۱۷٪ تقلیل یافته است.

یکی دیگر از ترکیبهایی که تحت تاثیر ۱۳۰ روز پرتودهی در اسانس ساقه کاهش یافته فنچیل استات می‌باشد که از ۱۶/۴۹٪ در اسانس ساقه شاهد به ۱۴/۱۸٪ در اسانس ساقه تیمار رسیده است. فرم سیس و ترانس - کاروئول ونیز ترانس -وربنیل استات از جمله ترکیبهایی هستند که تحت تاثیر پرتوهای فرابنفش به شدت افزایش یافته اند.

مقایسه تغییرات ترکیبهای اسانس ساقه کلیه کرتها در زمان رسیدن بذر- از مقایسه اسانس ساقه های شاهد وسه کرتی که تحت تابش پرتوهای uvبودند در زمان رسیدن بذر(جدول شماره ۹) چنین نتیجه می‌گیریم که پرتودهی با مدت زمان متفاوت ۱۲ روز، ۲۷ روز و ۱۳۰ روز بر نوع و میزان ترکیبهای اسانس تاثیر داشته است. پرتوهای فرابنفش به ویژه با بیشترین مدت تابش، به طور عمده باعث افزایش تعداد سزکوئی ترپنها می‌شود. اسانس ساقه گیاهان شاهد با ۲۹٪ ترانس-آنتول نشان می‌دهد

که در این مرحله مقدار ترانس - آنتول در ساقه به شدت کاهش می‌یابد. اما پرتوهای فرابنفش در هر ۳ کرت پرتودهی شده باعث افزایش میزان ترانس - آنتول اسانس ساقه در زمان رسیدن بذر گردیده است. این افزایش در کرت ۲ (که تا زمان گلدهی گیاه پرتودهی صورت گرفته)با ۱۹/۷۲٪ ترانس - آنتول بیشتراز سایرین بوده و در بین سه کرت پرتودهی شده کرت ۳ با ۱۳۰ روز پرتودهی با ۴۶٪ آنتول کمترین میزان افزایش را نشان داده است.

در این مرحله پرتوهای uv به‌طورکلی باعث حذف کامل فنچون شده اند، البته در اسانس ساقه شاهد نیز تنها ۰/۲۸٪ فنچون وجود دارد. استراگول نیز در ساقه و به ویژه در زمان رسیدن بذر کم وتحت تاثیر مدت طولانی تر پرتودهی اندکی افزایش یافته است، مخلوط لیمونن در ساقه ودر زمان رسیدن بذر درصد بالایی را نشان داد، به‌طوری‌که در شاهد با ۵۶/۵۳٪ بیشترین میزان این ترکیبها را مشاهده نموده واین ترکیبها نسبت به پرتوهای uv حساس هستند و به تدریج با افزایش مدت پرتودهی از مقدار آنها کم می‌شود به‌طوری که در کرت ۱با ۱۲ روز پرتودهی در این زمان ۵۴/۰۹٪، در کرت۲، ۵۱/۷٪ و در کرت ۳ با ۱۳۰ روز پرتودهی ۲۵/۱۷٪ لیمونن وجود دارد. تحت تاثیر مدت زمان طولانی تابش پرتوهای فرابنفش آلفا پینن کاهش ویا حذف می‌گردد، ولی مدت کم تابش باعث افزایش این ترکیب نسبت به شاهد گشته است. (اسانس ساقه شاهد ۳/۶۸٪، کرت۱ ۸/۷۹٪، کرت ۲ ۱/۴۵٪، کرت ۳ تیمار فاقد آلفاپینن است).

تحت تاثیر پرتوهای uv، سنتز ترانس -آنتول در بذر، گل و برگ در زمان قبل گلدهی کاهش یافته، اما در برگ در زمان گلدهی وساقه های تحت تیمار سنتز این ماده افزایش داشته است.

درصد فنچون تحت تابش پرتوهای فرابنفش در بذر، گل، برگ وساقه قبل گلدهی افزایش یافته است، ولیکن درصد این ترکیب در اسانس برگ و ساقه زمان گلدهی

کاهش ودر اسانس ساقه در زمان رسیدن بذر حذف گردیده است. البته دراین مرحله درصد فنچون در ساقه نمونه های شاهد نیز بسیار کم است. در میان اندامهای مختلف، بذر وبرگ آن در زمان قبل از گلدهی مصرف خوراکی و درمانی دارند. نظر به اینکه ترانس-آنتول طعمی شیرین داشته وخواص بسیاری به آن نسبت داده می‌شود و همچنین با توجه به اینکه فنچون ترکیبی تلخ مزه است کاهش ترانس آنتول وافزایش فنچون در بذر وبرگ تحت تاثیر پرتوهای فرابنفش باعث کاهش کیفیت وخواص برگ و بذر گیاه می‌گردند.

استراگول از دیگر ترکیبهای اصلی گیاه است که تحت تاثیر پرتوهای فرابنفش در اسانسهای بذر، برگ در زمانهای قبل گلدهی، گلدهی و اسانس ساقه در زمان بذردهی افزایش یافته است. اسانس حاصل از گل وساقه زمان گلدهی گیاهان پرتودیده کاهش درصد استراگول را نسبت به نمونه های شاهد نشان داده واسانس ساقه قبل از گلدهی تحت تیمار نیز فاقد استراگول است.

با تابش پرتوهای فرابنفش درصد مجموع ترکیبهای لیمونن + ۱، ۸- سینئول + بتا- فلاندرن در بذر، گل، برگ قبل از گلدهی و ساقه در زمان قبل گلدهی وگلدهی افزایش یافته است و در اسانس برگ زمان گلدهی نمونه های تحت تیمار کاهش ودر ساقه زمان بذردهی به شدت کاهش یافته است. البته با عدم تفکیک کامل این سه ترکیب نمی توان به طور دقیق تغییرات هر یک را بیان نمود. با توجه به اثرات ضد میکروبی لیمونن و ۱، ۸-سینئول افزایش این ترکیبها تحت تاثیر پرتوهای uv می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. در کل پرتوهای فرابنفش بر میزان کل این ۳ ترکیب بیشتر اثر افزایشی داشته‌اند، این در حالی است که در بررسی‌ای که پیرامون اسانس نعناع تحت تاثیر همین پرتوها توسط مجد، رضائی و مهرپور (۱۳۷۷) صورت گرفته لیمونن کاهش یافته است .

تحت تاثیر پرتوهای فرابنفش از بین ترکیبهای فنلی، ترانس-آنتول، در اکثر موارد کاهش یافته، ولی استراگول در اکثر موارد افزایش داشته است، که افزایش استراگول با

نتایجی که مجد، رضائی و میرزاتونی (۱۳۷۷) از تاثیر پرتوهای فرابنفش بر گیاه ریحان بدست آوردند (میرزا و همکاران، ۱۳۷۵)، مطابقت داشته است، ضمن اینکه فنچون که ماهیتی آلدئیدی دارد تحت تاثیر لامپ ۴۰ وات در اسانس ریحان افزایش یافته که این نتیجه نیز با نتایج حاصل بر روی اسانس رازیانه مشابه می‌باشد . همچنین تحت تاثیر پرتوهای فرابنفش در اندامهایی مانند برگ و ساقه رازیانه افزایش سزکوئی ترپنها را به ویژه در مرحله قبل گلدهی مشاهده نمودیم. مشابه همین امر در اسانس نعناع و ریحان نیز مشاهده گردیده است .

سپاسگزاری

بدین وسیله از مسئولان محترم مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع به ویژه اعضای محترم بخش تحقیقات گیاهان دارویی ومحصولات فرعی و کسانی که در انجام این تحقیق ما را یاری نمودند کمال تشکر وقدردانی را داریم.

جدول شماره ۷– مقایسه درصد ترکیبهای اسانس ساقهٔ گیاهان شاهد و تیمارشده در زمان قبل گلدهی

ردیف	نام ترکیب	شاخص کواتس	درصد ترکیب	
			شاهد	تیمار
۱	α-Pinene	۹۲۹	۰/۱۸	۰/۹۲
۲	Myrcene	۹۷۸	۰/۱۵	—
۳	Limonene+1,8-Cineole	۱۰۲۴	۴/۵۶	۴/۹۰
۴	γ-Terpinene	۱۰۴۸	۰/۱۵	—
۵	Fenchone	۱۰۶۷	۲/۴۸	۶/۸۵
۶	Terpinolene	۱۰۷۶	۰/۳۲	—
۷	Estragol	۱۱۷۶	۱/۷۴	—
۸	Trans-Carveole	۱۲۰۶	۰/۶۰	۰/۶۳
۹	Fenchyl acetate	۱۲۲۱	—	۱۶/۷۸
۱۰	Cis-Anethol	۱۲۲۴	۷/۴۸	—
۱۱	Trans-Cinnamaldehyde	۱۲۳۰	۰/۱۳	—
۱۲	Trans-Verbenyl acetate	۱۲۵۷	—	۳/۰۰
۱۳	Trans-Anethol	۱۲۶۵	۷۷/۹۹	۷۹/۷۸
۱۴	Piperitone oxide	۱۲۷۴	—	۲/۹۶
۱۵	Piperitenone oxide	۱۳۴۸	۰/۱۷	۱/۷۴
۱۶	β-Gurjunene	۱۴۱۷	۰/۱۶	—
۱۷	*Trans*-α-Bergamotene	۱۴۳۶	—	۰/۵۵
۱۸	Aromadendrene	۱۴۴۰	۰/۱۶	۰/۵۳
۱۹	α-Humulene	۱۴۴۳	۰/۶۱	۰/۱۰
۲۰	Allo-aromadendrene	۱۴۵۷	۰/۲۱	۰/۰۶
۲۱	γ-Muurolene	۱۴۶۳	۰/۱۵	—
۲۲	Germacrene D	۱۴۷۶	۰/۶۰	۰/۴۵
۲۳	γ-Cadinene	۱۴۹۰	—	۰/۲۳
۲۴	Caryophyllene oxide	۱۵۶۱	—	۰/۱۱
۲۵	Vridifelorol	۱۵۸۱	—	۰/۱۴
۲۶	Farnesol isomer	۱۶۷۲	۰/۱۸	۰/۶۴
۲۷	Trans-Farnesol	۱۶۹۳	۰/۱۸	—
۲۸	Benzyl benzoate	۱۷۳۲	۰/۱۱	—
۲۹	(E,E)-Farnesyl acetate	۱۸۳۳	۰/۱۴	—

جدول شماره ۸- مقایسه درصد ترکیبهای اسانس ساقه گیاهان شاهد و تیمار شده، در زمان گلدهی

ردیف	نام ترکیب	شاخص کواتس	درصد ترکیب	
			شاهد	تیمار
۱	α-Pinene	۹۲۹	۵/۲۶	۳/۴۸
۲	Camphene	۹۴۳	۰/۱۵	--
۳	Sabinene	۹۶۲	۰/۰۷	--
۴	β-Pinene	۹۶۸	۰/۶۴	۰/۴۱
۵	Myrcene	۹۷۸	۱/۰۶	۰/۸۳
۶	P-Cymene	۱۰۰۹	۰/۷۷	۰/۸۴
۷	Limonene+1,8-Cineole	۱۰۲۴	۲۳/۶۰	۲۸/۸۷
۸	(E)-β-Ocimene	۱۰۳۴	۰/۸۰	--
۹	γ-Terpinene	۱۰۴۸	۰/۱۹	۰/۳۶
۱۰	Fenchone	۱۰۶۷	۱/۸۳	۰/۹۱
۱۱	Terpinolene	۱۰۷۶	۰/۵۳	۰/۴۹
۱۲	α-Terpineol	۱۱۶۲	۰/۱۵	--
۱۳	Estragol	۱۱۷۶	۲/۰۷	۱/۶۴
۱۴	Trans-Carveole	۱۲۰۶	۰/۷	۰/۵۰
۱۵	Fenchyl acetate	۱۲۲۱	--	۱/۶۷
۱۶	Cis-Anethol	۱۲۲۴	۱۳/۳۴	۸/۷۴
۱۷	Trans-Cinnamaldehyde	۱۲۳۰	۰/۲۳	--
۱۸	Trans-Anethol	۱۲۶۵	۴۴/۲۲	۴۹/۵۴
۱۹	Piperitenone oxide	۱۳۴۸	۲/۱۲	۰/۸۹
۲۰	β-Elemene	۱۳۷۸	۰/۰۸	--
۲۱	α-Humulene	۱۴۴۳	۰/۲۰	--
۲۲	β-Farnesene	۱۴۴۶	۰/۱۰	--
۲۳	Allo-aromadendrene	۱۴۵۷	۰/۲۰	--
۲۴	γ-Muurolene	۱۴۶۳	۰/۱۲	--
۲۵	Germacrene D	۱۴۷۶	۰/۳۱	۰/۳۳
۲۶	Elemol	۱۵۲۷	۰/۱۴	--
۲۷	Spathulenol	۱۵۴۵	۰/۱۶	--
۲۸	Viridiflorol	۱۵۸۱	۰/۰۸	--
۲۹	Cedrol	۱۶۱۱	۰/۱۱	--
۳۰	α-Cadinol	۱۶۲۴	۰/۱۰	--
۳۱	γ-Eudesmol	۱۶۳۷	۰/۱۳	--
۳۲	Farnesol isomer	۱۶۷۲	۰/۱۰	--

جدول شماره۹– مقایسه درصد ترکیبهای اسانس ساقهٔگیاهان شاهد و گیاهان تیمارشده کرتهای ۱و۲و۳،در زمان بذردهی

ردیف	نام ترکیب	شاخص کواتس	درصد ترکیب			
			۳ C	۳ T_1	۳ T_2	۳ T_3
۱	α-Thujone	۹۱۷	--	--	۰/۲۱	--
۲	α-Pinene	۹۲۹	۳/۶۸	۸/۷۹	۱/۴۵	--
۳	Sabinene	۹۶۲	--	۰/۱۵	--	--
۴	β-Pinene	۹۶۸	۰/۵۶	۱/۲۲	۰/۱۹	--
۵	Myrcene	۹۷۸	۰/۴۸	۱/۲۰	۱/۰۶	۰/۴۶
۶	P-Cymene	۱۰۰۹	۱/۲۹	۱/۸۵	۱/۱۳	۰/۶۹
۷	Limonene+1,8-Cineole	۱۰۲۴	۵۶/۵۳	۵۴/۰۹	۵۱/۷۰	۲۵/۱۷
۸	(E)-β-Ocimene	۱۰۳۴	--	--	۰/۵۳	۰/۷۸
۹	γ-Terpinene	۱۰۴۸	--	--	۰/۲۶	--
۱۰	Fenchone	۱۰۶۷	۰/۲۸	--	--	--
۱۱	Terpinolene	۱۰۷۶	۰/۶۶	۰/۳۳	--	--
۱۲	α-Thujone	۱۰۹۸	--	۰/۲۸	--	۰/۳۴
۱۳	Cis-Verbenol	۱۱۱۲	۲/۸۵	۱/۰۷	۰/۳۴	۰/۴۹
۱۴	Camphor	۱۱۱۶	۰/۹۵	۰/۴۷	۰/۲۴	--
۱۵	Estragol	۱۱۷۶	۰/۶۱	۰/۶۱	۱/۱۰	۱/۱۳
۱۶	dihydro Carveol	۱۱۹۵	۰/۲۶	۰/۵۳	۰/۲۱	۰/۴۷
۱۷	Trans-Carveole	۱۲۰۶	۱/۷۲	۲/۱۰	۱/۸۳	۳/۳۳
۱۸	Cis-Carveole	۱۲۱۵	۶/۶۴	۷/۶۹	۲/۱۲	۱۴/۵۶
۱۹	Fenchyl acetate	۱۲۲۱	۱۶/۴۹	۱۰/۸۵	۱۲/۶۰	۱۴/۱۸
۲۰	Cis-Anethol	۱۲۲۴	--	--	--	۰/۳۸
۲۱	Trans-Cinnamaldehyde	۱۲۳۰	--	--	۰/۱۵	----
۲۲	Trans-Verbenyl acetate	۱۲۵۷	۰/۵۶	--	--	۱۹/۸۶
۲۳	Trans-Anethol	۱۲۶۵	۰/۲۹	۳/۸۸	۱۹/۷۲	۰/۴۶
۲۴	Bornyl acetate	۱۲۶۷	--	۰/۴۰	۰/۲۶	--
۲۵	Sabinyl acetate	۱۲۷۶	۰/۳۸	۰/۲۰	--	--
۲۶	Methyl acetate	۱۲۸۵	۰/۷۹	۰/۵۳	۰/۱۷	--
۲۷	Terpinene-4-yl acetate	۱۲۹۸	۰/۷۰	۰/۳۹	۰/۱۴	--
۲۸	Myrtenyl acetate	۱۳۱۳	۰/۵۱	۰/۳۰	--	--
۲۹	α-Terpinyl acetate	۱۳۳۱	۰/۲۸	--	--	--
۳۰	Piperitenone	۱۳۴۰	۱/۱۹	۰/۵۵	۰/۱۹	۰/۷۰

ردیف	نام ترکیب	شاخص کواتس	درصد ترکیب			
			۳ C	۳ T_1	۳ T_2	۳ T_3
۳۱	Piperitenone oxide	۱۳۴۸	۰/۵۹	۰/۳۱	—	۰/۵۰
۳۲	Neryl acetate	۱۳۵۴	۰/۷۵	۰/۳۴	—	—
۳۳	β-Elemene	۱۳۷۸	—	—	۰/۲۰	—
۳۴	β-Cubebene	۱۳۸۵	—	—	۰/۲۲	—
۳۵	Trans-α-Bergamotene	۱۴۳۶	—	—	—	۰/۵۰
۳۶	Aromadendrene	۱۴۴۰	—	۰/۲۳	—	۰/۵۲
۳۷	α-Humulene	۱۴۴۳	—	۰/۲۴	۰/۴۶	—
۳۸	Allo-aromadendrene	۱۴۵۷	—	۰/۲۷	۰/۵۰	۰/۳۷
۳۹	α-Guaiene	۱۴۶۳	—	۰/۱۷	—	—
۴۰	γ-Cadinene	۱۴۹۰	—	—	۰/۲۶	۴/۸۳
۴۱	β-Curcumene	۱۵۰۲	—	—	—	۰/۲۴
۴۲	(E)-Nerolidol	۱۵۲۲	۰/۳۸	—	—	۱/۳۵
۴۳	Elemol	۱۵۲۷	—	—	—	۰/۵۵
۴۴	Guaiol	۱۵۷۵	۰/۴۱	—	—	۰/۴۲
۴۵	Viridifelorol	۱۵۸۱	—	۰/۲۶	—	—
۴۶	Cubenol	۱۶۰۵	—	—	—	۰/۳۸
۴۷	α-Cadinol	۱۶۲۴	—	—	۰/۲۲	۱/۰۸
۴۸	Farnesol isomer	۱۶۷۲	—	—	۰/۱۷	—
۴۹	Trans-Farnesol	۱۶۹۳	—	—	۰/۲۰	—
	TOTAL		٪۹۹	٪۹۹	٪۱۰۰	٪۱۰۰

منابع

- امید بیگی، رضا، ۱۳۷۴. رهیافتهای تولیدات و فرآوری گیاهان دارویی. انتشارات طراحان نشر.

- زرگری، علی، ۱۳۶۷. گیاهان دارویی. جلد دوم.

- مهرپور، شهین، ۱۳۷۷. تاثیر پرتوهای فرابنفش بر ساختار تشریحی و تکوینی وکمیت وکیفیت اسانس گیاه نعنا. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی.

- میرزا مهدی، فاطمه سفید کن، لطیفه احمدی،۱۳۷۵. اسانسهای طبیعی، استخراج وشناسایی کمی وکیفی کاربردآنها.

- میرزاتونی، آناهید،۱۳۷۷. اثر پرتوهای فرابنفش بر ساختار تشریحی و تکوینی وکمیت وکیفیت اسانس گیاه ریحان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی.

- Bachereau. F,1998. Effect of solar radhation (uv nd visible) at high altitude on CAM-cycling and phenolic compound bhosynthesis in sedum album-physiol. Plant. 104:203-210

-Ballare C.L,1995. Inhibition of hypocotyl elongation by ultaviolet-B radiation in de-etiolating tomato seedling. I.The photoreceptor.-Physhiol.plant.93:584-592.

-Ballare,C.L.1991. Photomorphogenic effets of UV-B radiathon on hypocotyl elongation in wid type and stable- phytochrome-deficient mutant seed ling of cumember. Physiol.plant.83:652-658

-Bernath,J.1996. Mor phological and chemical evaluation of Fennel populations of different origin.J.Essent.Oil.Res.8:247-253

-Bornman,J.,1991. Effect of UV-B radiation on leaf optical properties measured whith fibre optics.J.Exp.Bot,42:547-554

-Caasi-Lit,M., 1997. UV-B radiation induces differdntial leaf damage, ultastractural changes and accumulation of specific phenolic compounds in rice cultivars.Aust.J.plant physiol.24:261-274

-Caldwell,M. 1994. Spectrales balance and UV-B sensitivity of soy bean :A field experiment.Plant cell Environ.

-Caldwell,M.,1995. Effets of increased solar ultraviolet radiation on terrestrial plant.Ambio,24:166-173

-Cen. Y.P.1990. The response of bean plants to UV-B radiation under different irradiances of background visible light.J.Exp.Bot.41:1489-1495

-Cen.Y.P.1994. Action spectra for enhancement of ultraweak luminesence by uv radiation hn leaves of Brassica napus.J.Photochem.photobiol.Biol. 22:125-129.

-Day,T.A. 1993. penetration of UV-B radiation in foliage : Evidence that the epidermis behaved as a non uniform filter. Plant cell Environ.16:735-741.

-Hao,x 1997. The effects of ultraviolet –B radiation and carbon dioxide on growth and photosynthesis of tomato.Can.J.Bot. 75:213-219.

-He, J.1994. chloroplast ultrastracture changes in pisum sativum associated with supplementary ultraviolet (UV-B) radiation.Plant cell Environ. 17:771-775

-Krupa, H. 1999. Chemotypes of Fennel (*Foeniculum vulgare Mill.).* J Essent. oil Res. 11:79-82

- Marotti, M. 1994. Effects of varietyand ontogenic stage on the essential oil composition and biological activity of Fennel. J.Essent. oil Res. 6:57-62

Study of the effect of ultraviolet radiations on quantity and quality of the essential oils of Fennel (*Foeniculum vulgare Mill.*) in vegetative phases

M. B. Rezaee[1], K. Jaimand [1], A. Sharifi Ashorabadi, M. Maddah[2] and A. Majd [3]

Abstract

Ozone layer depletion has increased ultraviolet-B radiation influence. As this radiation has harmful effects on plants, this research studies the essential oils quality and quantity changes of Fennel all affected by high ultraviolet radiation emanated form a 40-watt lamp in the field conditions in three phases: before flowering, flowering and after the formation of seed.

Fennel is one of the precious medicinal plants widely used in pharmacy, purfurm, cometic and hygienic industries as well as food industries. The seeds or fruits of this plant have so much essential oils that medicinal properties of the plant are attributed tothis essential oils.

The water and steam distilled (Long & Kaiser) essential oils of seeds, flowers, leaves and stems of Fennel in different vegetative phases was analyzed by GC and GC/MS.

The amount of essential oils in leaf, stem, flower and seeds has been decreased in the most of phases and essential oils' components changed under ultraviolet radiations. The amount of Trans-anthole, which is the most important compound of this essential oil, has been decreased in the seed and flower of under treatment plants but this compound has been increased in the stem in spite of less amount of essential oils in this organg, this compound has been decreased in leaf before flowering phase but incraesed in flowering period. The other main compounds, Estragol, Fenchon and Limonene have been increased, in most cases. This results indicates this plants is very sensetive to ultraviolet radiations.

Key word: *Foeniculum vulgare* Mill., Ultraviolet radiation, anthole and Essential oil composition.

1 - Research Institute of Forests and Rangelands, P.O. Box 13185-116, Tehran, Iran.

2 - Azad University Tehran

3 - Azad University, Tehran.