

بررسی ترکیبات اسانس اندام‌های مختلف گیاه دارویی آنغوزه (*Ferula assa-foetida*) و مقایسه با صمغ گیاه

فروزان فرشاد بخت، آناهیتا رشتیان* و مصطفی گلدان‌ساز

گروه مرتع و آب‌خیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد، یزد، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۲۰، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۲/۱۱/۲۸)

چکیده

گیاه *Ferula assa-foetida* گیاه دارویی و بومی ایران است که به طور سنتی ارزش درمانی آن مورد توجه بوده است. در این تحقیق ترکیبات اسانس بخش‌های مختلف گیاه (ساقه، بذر و برگ گیاه) و صمغ آن که در طب سنتی استفاده می‌گردد با هم مقایسه گردید بدین منظور رویشگاه مرتعی مهم این گونه در شهرستان تفت یزد، شناسایی و در زمان ظهور تیرک گلدهی و بذر به صورت تصادفی از پایه‌های موجود، بخش‌های مورد بررسی به تعداد سه نمونه جمع‌آوری شد. اسانس نمونه‌ها با استفاده از دستگاه کلونجر گرفته و ترکیبات شیمیایی موجود در اسانس‌های حاصل از اندام‌های مختلف توسط کروماتوگرافی گازی (GC/FID) و طیف‌سنجی جرمی (GC-MS) شناسایی شد. در بررسی ترکیبات اسانس صمغ، برگ، ساقه و بذر گیاه آنغوزه ۲۵ ترکیب شناسایی شد که این ترکیبات ۹۰/۲۴ درصد اسانس صمغ، ۹۱/۸۴ درصد اسانس برگ، ۸۵/۰۹ درصد اسانس ساقه و ۹۵/۷۰ درصد اسانس بذر را تشکیل دادند. براساس نتایج به‌دست آمده مشخص شد که اکثر ترکیبات اصلی موجود در اسانس صمغ گیاه آنغوزه مشابه با ترکیبات سایر اندام‌های گیاه است. ترکیبات گوگرددار فرار به همراه ترکیبات سسکوئنی‌ترین‌ها ترکیبات غالب اسانس این چهار اندام بودند. به‌طور کلی سه ترکیب ای- پروپینیل- سک- بوتیل دی‌سولفید (E-propenyl sec-butyl disulfide) با ۱۱/۱ درصد، زد- پروپینیل- سک بوتیل دی‌سولفید (Z-Propenyl-sec-butyl disulfide) با ۳۵/۶۳ درصد و گاما- ایودسمول ($\gamma\text{-Eudesmol}$ <math><10\text{-epi}></math>) با ۸/۸۸ درصد مهم‌ترین ترکیبات اسانس هستند که بیش از ۵۰ درصد ترکیب اسانس را تشکیل می‌دهند. بیشترین شباهت بین ترکیب اسانس صمغ با برگ وجود داشت.

واژگان کلیدی: آنغوزه، برگ، تفت یزد، روغن فرار، طیف‌سنجی جرمی

مقدمه

اسانس‌ها ترکیب‌های شیمیایی فراری هستند که در قسمت‌های سطحی و درونی اندام‌های مختلف نظیر برگ‌ها، گل‌ها، میوه‌ها، جوانه‌ها و شاخه‌های گیاهان وجود دارند. اسانس‌ها از نظر کمیت و کیفیت و همچنین اجزا و مقدار نسبی عناصر تشکیل‌دهنده، از اندامی به اندام دیگر تفاوت دارند (مؤمنی و شاهرخی، ۱۳۷۰). در مقایسه بازده و ترکیب‌های

تحقیقات نشان می‌دهد که کمیت و کیفیت ترکیبات شیمیایی اسانس تولیدشده در اندام‌های مختلف گیاهان متفاوت بوده و تحت تأثیر عوامل محیطی و اکولوژیکی، زمان برداشت و ژنتیکی قرار می‌گیرد (رئسی و همکاران، ۱۴۰۰؛ Kanani et al., 2011).

کامل و گل، ۲۶ ترکیب و کمترین آنها در ساقه ۲۳ ترکیب است (بی‌نوا و همکاران، ۱۳۹۸).

گیاه آنغوزه با نام علمی *Ferula assa-foetida* L گیاهی دارویی، علفی، منوکارپیک و چند ساله از تیره چتریان که خاستگاه اصلی آن استپ‌های ایران و مناطقی از افغانستان است، بوی تند گوگردی شبیه به بوی سیر متعفن و طعم زننده دارد (Raghavan, 2007; Seideman, 2005; مظفریان، ۱۳۷۵). آنغوزه گیاهی است دارویی، مرتعی و صنعتی که بسته به نوع گیاه دو نوع آنغوزه تلخ و شیرین از آن برداشت می‌شود. علیرغم تفاوت ظاهری گیاهان و صمغ‌های مورد برداشت، هر دو نوع متعلق به گونه *Ferula assa-foetida* L است (Khorami, 2007; خسرویی و مهرابی، ۱۳۸۴). صمغ آنغوزه در سابق ادویه مرسوم رومی‌ها بوده و امروزه در هند به طور وسیع به عنوان ادویه در تهیه غذاها، انواع ماهی، سبزیجات و انواع سس‌ها مصرف می‌شود. بخش‌های سبز گیاه نیز به عنوان سبزی خورده می‌شود (Arndt, 1999; Bremness, 1994). از صمغ گیاه علاوه بر مصارف دارویی در صنایع عطرسازی و تهیه ضماد نیز استفاده می‌شود، در طب سنتی تأثیر ضد تشنج، ضد کرم، رفع بیماری‌های عصبی، اشتها آور، رفع تنبلی روده، رفع درد کلیه، تقویت حافظه، ضدروماتیسم، رفع ضرر اغذیه چرب، ضد گرفتگی عضلات و تأثیر بر فشار خون برای آنغوزه ذکر شده است همچنین در دامپزشکی جهت تهیه حمام‌های آرسنیکی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Khajeh et al., 2005; محمدی و همکاران، ۱۳۸۸).

این گیاه در نواحی بایر، زمین‌های ماسه‌ای خشک و حاوی ترکیبات آهکی مناطق گرم در ارتفاع ۲۴۰۰ - ۱۹۰۰ متر بالاتر از سطح دریا و در مناطقی با پستی و بلندی زیاد در شیب‌های ۱۵-۷۰ درصد با میزان بارندگی در حدود ۳۵۰-۲۵۰ میلی‌متر می‌روید. خاک رویشگاه‌های آنغوزه معمولاً دارای عمق کم، شیب زیاد و فرسایش یافته است. نوع مرغوب صمغ آنغوزه دارای ۶۲ درصد رزین، ۲۵ درصد صمغ، ۷-۳ درصد اسانس، ۱/۲۸ درصد اسید فرولیک آزاد و به مقدار بسیار جزئی وائیلین است (Vijn, 1982; Wyk and

اسانس اندام‌های مختلف (برگ، گل، ساقه و سرشاخه گلدار) بابونه شیرازی (*Matricaria chamomilla*) مشخص شد که بازده اسانس گل، برگ و سرشاخه گلدار بر حسب وزن خشک گیاه ۰/۰۶ درصد و ساقه ۰/۰۲ درصد است (Keneshloo et al., 2018). نتایج تجزیه اسانس برگ حضور ۲۳ ترکیب را نشان داد و ۱۴ ترکیب در اسانس ساقه و ۲۵ ترکیب در اسانس گل شناسایی شد همچنین در بررسی کمیت و کیفیت اسانس اندام‌های مختلف برازمبل (*Perovskia abrotanoides*) در رویشگاه طبیعی استان خراسان شمالی، میانگین محتوای اسانس اندام‌های مختلف برای برگ، گل و ساقه به ترتیب ۰/۱، ۲/۳ و ۰/۷ درصد (وزنی به وزنی) به دست آمد (پورحسینی و همکاران، ۱۳۹۶). در مجموع ۳۹، ۳۲ و ۳۵ ترکیب در اسانس برگ، گل و ساقه شناسایی شد همچنین در بررسی مقایسه کمی و کیفی اسانس اندام‌های مختلف (ساقه، برگ، گل و کل اندام هوایی) بومادران خزری (*Achillea filipendula* Lam) گزارش شد که بازده اسانس اندام‌های مختلف بومادران خزری بین ۰/۱۱ تا ۰/۷۷ درصد به دست آمد. بیشترین بازده اسانس در برگ (۰/۷۷ درصد) و کمترین آن در گل (۰/۶۷ درصد) مشاهده شد و در اسانس برگ ۱۵ و در ساقه ۱۳ ترکیب شناسایی شد. بازده اسانس کل اندام هوایی بومادران خزری ۰/۶ درصد به دست آمد (وجودی و همکاران، ۱۳۹۷). در ارزیابی میزان اسانس، فنل و فلاونوئید کل موجود در اندام‌های مختلف گیاه پولک (*Stachys schtschegleevi*) در منطقه جلغا مشخص شد که میزان اسانس در اندام برگ ۰/۳۳ درصد و در اندام گل ۰/۵۲ درصد است و بیشترین بازده اسانس و کیفیت ترکیبات مؤثره، در مرحله گلدهی و اندام گل بود. بین دو اندام رویشی و زایشی در گیاه دارویی پولک، از نظر میزان فنل و فلاونوئید کل تفاوت معنی‌داری وجود داشت (حضرتی و همکاران، ۱۳۹۷).

ترکیبات اسانس اندام‌های مختلف گیاه مورتلخ (*Salvia mirzayanii* Rech. F. & Esfand) مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که در اندام‌های مختلف برگ، گل، ساقه و گیاه کامل عملکرد اسانس به ترتیب ۳/۲، ۲/۶، ۰/۴ و ۲/۳ درصد وزنی است و بیشترین ترکیبات شیمیایی شناسایی شده در گیاه

و مقایسه آن با صمغ گیاه انجام شد.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر در اردیبهشت‌ماه سال ۱۳۹۹ در شهر تفت اجرا گردید. شهر تفت مرکز شهرستان تفت در 54° و $12'$ طول شرقی و 31° و $45'$ عرض شمالی و در ارتفاع ۱۵۵۵ متری از سطح دریا، در ۲۳ کیلومتری جنوب غربی یزد واقع است. این شهر در ارتفاع حدود ۱۰۵۵ متری، در حدود ۲۲ کیلومتری جنوب غربی شهر یزد، در دامنه شمالی توده کوهستانی شیرکوه، قرار دارد (جدول ۱). میانگین دمای سالانه این شهر، $16/5$ درجه است که در ارتفاعات، کمتر و به سوی بیابان‌ها بیشتر می‌شود. میانگین دمای گرم‌ترین ماه سال (تیر) $29/4$ و میانگین کم بارش‌ترین ماه (تیر) حدود صفر میلی‌متر و میانگین پر بارش‌ترین ماه (فروردین) حدود 34 میلی‌متر و میانگین دمای سردترین ماه سال (دی) $3/3^{\circ}$ است. بارش سالانه حدود 143 میلی‌متر است.

به منظور بررسی ترکیب اسانس اندام‌های مختلف گیاه دارویی آنغوزه (*Foetida-assa Ferula*) و مقایسه با صمغ گیاه آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار (هر تکرار ترکیب پنج پایه گیاه) انجام گرفت همچنین در اوایل خرداد ماه در هر منطقه ۱۵ پایه گیاهی مناسب به صورت تصادفی انتخاب و تیغ زده شد، که صمغ آنها در پنج نوبت جمع‌آوری شد. نمونه‌های جمع‌آوری شده در هوای آزاد خشک شده و سپس اسانس‌گیری شدند. تیمارهای آزمایشی شامل چهار تیمار اسانس در قسمت‌های برگ، ساقه، بذر و صمغ گیاه است، در این آزمایش درصد و ترکیبات اسانس در چهار قسمت مختلف گیاه مطابق روش‌های ذیل بررسی و سپس با مقادیر ترکیبات اسانس موجود در صمغ گیاه از نظر آماری با هم مقایسه شد.

به منظور اندازه‌گیری درصد اسانس، تمامی مواد خارجی به‌ویژه اجزا و اندام‌های گیاه کاملاً جدا شدند. پس از پاک‌کردن قسمت‌های مختلف، نمونه‌ها خرد شد، به‌منظور اندازه‌گیری میزان اسانس از دستگاه اسانس‌گیری کلونجر و به روش تقطیر با آب، ۵۰ گرم ماده اندام گیاهی نیم‌کوب شده در ۵۰۰ میلی‌لیتر

(Wink, 2004). اسانس آنغوزه مایعی صاف، بی‌رنگ و یا به رنگ زرد روشن یا قهوه‌ای با بوی بسیار بد که در مقابل هوا به سرعت اکسیده می‌شود. اسانس آنغوزه دارای ترکیبات گوگرد داری نظیر بوتیل پروپنیل دی‌سولفاید است که ۶۵ درصد آن را تشکیل می‌دهند. همچنین درصد‌های کمتری از آلفا- پینن، بتا- پینن، ۳- کارن، سیس- اوسمین و آلفا- هومولن است (Bamoniri and Mazoochi, 2009). چهل ترکیب در اسانس آنغوزه (*Ferula assa-foetida*) توده کرمان شناسایی شد که در مجموع (۹۹/۹۹درصد) اسانس را تشکیل دادند. ترکیبات عمده تشکیل‌دهنده اسانس توده کرمان به ترتیب عبارت از ای-۱- پروپنیل سیس-بوتیل دی‌سولفید ($55/64$ درصد)، بتا-پینن ($11/74$ درصد)، زد- بی اوسمین ($4/96$ درصد)، ای- بی- اوسمین ($3/8$ درصد)، زد-۱- پروپنیل سیس- بوتیل دی‌سولفید ($3/54$ درصد)، هستند (Nazari and Iranshahi, 2011).

در مطالعه بر روی شیمی تاکسونومی روغن‌های فرار ۱۸ گونه آنغوزه گزارش شد که در مجموع ۸۴ ماده تشکیل‌دهنده وجود دارد و $81/3$ تا $99/7$ درصد از کل ترکیب روغن‌ها را تشکیل می‌دهند. ترکیبات اصلی شناسایی‌شده عبارت بودند از آلفا- ترپینیل استات ($73/3$ درصد)، $2,3,4$ -تری متیل تیوفن ($2/49$)، سابینن ($75/3$)، وربینون ($69/4$)، β -پینن ($59-66$ درصد) زد بتا اوسمین ($41/7$ درصد). سسکوئی‌ترین و هیدروکربن‌های آلیفاتیک به عنوان کلاس‌های اصلی ترکیبات هستند (Kanani et al., 2011). در بررسی ترکیبات اسانس ۹ جمعیت آنغوزه (*Ferula assa-foetida* L.) در مراتع استان کرمان ترکیبات اصلی اسانس آنغوزه شامل ای‌پروپنیل سک بوتیل دی‌سولفید ($37-53$ درصد) و زد پروپنیل سک بوتیل- دی سولفید ($12-23$ درصد) بود (Moghaddam and Farhadi, 2015).

با توجه به اهمیت بالای گیاه آنغوزه و محدودبودن آن در طبیعت استفاده بهینه از تمام اندام‌های آن در صورتی که ترکیبات مؤثره صمغ را داشته باشند امری ضروری است به همین جهت بررسی ترکیبات اسانس در اندام‌های مختلف گیاه

جدول ۱- مشخصات خاک منطقه برداشت گیاه

منطقه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع m	بافت خاک	پتاسیم ppm	فسفر ppm	ازت %	مواد آلی %	کربن آلی %	شوری EC dS m ⁻¹	pH
۱	۵۳°۴۶'۱۹"	۲۲°۹۳'۰۸۷"	۱۷۵۳	Sandy-loam	۲۸۳/۲	۱۰/۸	۰/۰۵۱	۰/۸۳	۰/۶	۱۰۵۸	۸/۳۳
۲	۵۴°۸۳'۰۲"	۲۳°۴۴'۰۱"	۱۷۳۹	Sandy-loam	۹۱۳/۶	۱۵/۲	۰/۰۱۷	۰/۳۴	۰/۲	۱۵۵۰	۸/۲۹
۳	۵۴°۸'۰۲"	۲۱°۴۴'۰۱"	۱۷۳۰	Sandy-loam	۵۶۸/۸	۱۱	۰/۰۱۱	۰/۲۲	۰/۱۳	۵۸۰	۸/۲

Word صورت گرفت. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده شد و نمودارها با نرم‌افزار Excel رسم گردید. آنالیز تجزیه خوشه‌ای (Cluster analysis) با روش وارد (Ward) و براساس فاصله اقلیدسی (distance Euclidean) با استفاده از ماتریس داده‌های حاصل از اجزای تشکیل‌دهنده اسانس با نرم‌افزار SPSS ver 16 انجام شد.

نتایج

قبل از تجزیه واریانس، نرمال‌بودن توزیع داده‌ها و یکنواختی واریانس‌های درون تیماری بررسی و پس از اطمینان از برآورده شدن فرضیات موردنظر، تجزیه واریانس صورت گرفت. نتایج نشان داد که کلیه صفات مورد ارزیابی در این پژوهش از توزیع نرمال تبعیت می‌نمایند. در بررسی ترکیبات اسانس قسمت‌های صمغ، برگ، ساقه و بذر گیاه آنگوزه ۲۵ ترکیب شناسایی شد که در صمغ ۹۰/۲۴ درصد، در برگ ۹۱/۸۴ درصد، در ساقه ۸۵/۰۹ درصد و در بذر ۹۵/۷۰ درصد اسانس را تشکیل دادند که به شرح زیر است. بررسی نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که تمام ترکیبات شناسایی شده در اندام‌های مختلف گیاه با اختلاف آماری در سطح یک درصد معنی‌دار شدند.

براساس نتایج به‌دست آمده مشخص شد که سه ترکیب ای- پروپینیل- سک- بوتیل دی‌سولفید (E)-propenyl sec-butyl disulfide) و زد- پروپینیل- سک بوتیل- دی‌سولفید (Z)-Propenyl-sec-butyl disulfide) و گاما- ایودسمول γ -Eudesmol <10-epi> مهم‌ترین ترکیبات اسانس هستند که بیش از ۵۰ درصد ترکیب اسانس‌ها را تشکیل می‌دهند. نظر به اینکه ای- پروپینیل- سک بوتیل دی‌سولفید (۲۴/۵)

آب استفاده شد و درون بالن یک لیتری دستگاه ریخته شد. به مدت دو ساعت حرارت‌دهی ادامه‌یافت. اسانس حاصل در ظرفی از جنس شیشه قرار گرفت. دور شیشه را فویل گرفته و تا زمان استفاده در دمای ۴ درجه سلسیوس در یخچال نگهداری شد (آبیار و همکاران، ۱۳۹۸).

برای جداسازی ترکیب‌ها از دستگاه گاز کروماتوگرافی (GC) مدل Agilent، A7890 با ستون HP-5 (به طول ۳۷ میلی‌متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر، ضخامت لایه ۰/۲۵ میکرومتر) دتکتور FID استفاده شد. حرارت اجاق از ۶۷ تا ۲۳۷ درجه سانتی‌گراد با گرادیان حرارتی ۳ درجه سانتی‌گراد در هر دقیقه با زمان چرخش ۶۱/۶۶۷ دقیقه برنامه‌ریزی شد. سایر شرایط آنالیز عبارت بود از: گاز حامل هلیوم با سرعت جریان (فلو) ۸۱/۳۴۴ میلی‌لیتر در دقیقه، دمای اتاچک تزریق، ۲۴۰ درجه سانتی‌گراد دمای دتکتور ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد، نسبت اسپلیت ۴۰:۱ و حجم تزریق ۰/۱ میکرولیتر. جهت آنالیز GC/MS از دستگاه مدل Agilent 5975C متصل به طیف‌نگار جرمی مجهز به ستون HP-5MS (به طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر، ضخامت لایه ۰/۲۵ میکرومتر) استفاده شد. دمای منبع یونیزاسیون ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد بود. درصد نسبی هر یک از ترکیبات با توجه به سطح زیر منحنی هر ترکیب در طیف کروماتوگرافی گازی (GC) محاسبه شد. شناسایی اجزا با یک پارامتر اندیس بازداری و طیف‌های جرمی و مقایسه آنها با ترکیبات استاندارد صورت گرفت (Kanani et al., 2011).

در این آزمایش، به منظور تعیین نرمال‌بودن داده‌ها از نرم‌افزار Minitab (ver 16.2) و تمام محاسبات آماری و تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (ver 9.0) انجام شد. رسم نمودارها و جدول‌ها نیز توسط نرم‌افزارهای Excel و

جدول ۲- ترکیب‌های تشکیل دهنده اسانس آنگوزه به تفکیک اندام‌های مختلف گیاه

ردیف	نام ترکیب	درصد در اندام مختلف			
		صمغ	برگ	ساقه	بذر
۱	α -Pinene	۷/۸	۰/۰۶	۰/۱۷	۰/۷۷
۲	β -Pinene	۳/۴۶	۰/۰۸	۰/۱	۰/۴
۳	β -Myrcene	۰/۴۴	۱/۵	۰/۵۳	۰/۶۵
۴	trans-Verbenol	۰/۰۰۰۶	۰/۱۷۷	۰/۱۱۴	۰/۱۳۴
۵	n-Propyl-sec-butyl disulfide	۰/۸۲	۰/۲۲	۰/۶۶	۱/۳۴
۶	(Z)-Propenyl-sec-butyl disulfide	۱۷/۳۴	۱۴/۷	۷/۲۵	۴/۹۶
۷	(E)-propenyl sec-butyl disulfide	۲۴/۵	۲۷/۸	۲۸/۹۶	۶۱/۲۹
۸	Disulfide, bis(1-methylpropyl)	۰	۱/۰۳	۱/۹۴	۱/۴۲
۹	(E)-Caryophyllene	۰/۹۷	۰/۸	۱/۴۸	۱/۵۴
۱۰	Propionic acid, 3-(propylthio)	۲/۸	۱/۰۵	۰/۸۹	۱/۲۵
۱۱	3-Ethyl-2,4,5-trithiahexane	۵/۲۵	۱/۱۷	۲/۰۴	۲/۳
۱۲	Dihydro agarofuran < β >	۲/۳۸	۳/۲	۱/۶	۱/۱۹
۱۳	Agarofuran< α >	۰/۴۹	۱/۹۱	۱/۱۶	۰/۳۱
۱۴	Germacrene B	۶/۸۵	۰/۰۹۷	۴/۴۰	۰/۰۳۵
۱۵	Viridiflorol	۳/۵۱	۲/۹۶	۲/۱۵	۰/۶۳
۱۶	Guaiol	۰	۲/۱۸	۲/۴۷	۰/۸۱
۱۷	Eudesmol <5-epi-7-epi- α >	۱/۲۳	۲/۸۸	۲/۰۹	۰/۳۲۶
۱۸	γ -Eudesmol <10-epi>	۱۰/۳۴	۱۳/۳۴	۸/۵۷	۳/۲۵
۱۹	Agarospinol	۱/۷	۶/۳۷	۳/۰۴	۱/۲۴
۲۰	β -Eudesmol	۱/۳۳	۴/۸۵	۴/۶۳	۱/۳۱
۲۱	Valerianol	۳/۰۷	۵/۶۹	۳/۷۵	۱/۲
۲۲	Eudesmol <7-epi- α >	۱/۳۱	۳/۲۲	۱/۲۵	۰,۴۱
۲۳	Guaiol acetate	۱/۰۷	۰/۱۴	۱/۳۱	۰/۴۳
۲۴	Eudesmol acetate < β >	۰/۴۰۴	۰/۱۷۳	۰/۸۷۲	۰/۲۹
۲۵	Octadecane	۰	۰/۱۱	۱/۲۲	۰/۳۴

درصد)، زد- پروپینل- سک بوتیل دی سولفید (۱۷/۳۴ درصد)، آلفا-پینن (۷/۸ درصد)، جرماکرین بی (۶/۸۵ درصد) و گاما- ایودسمول (۱۰/۳۴ درصد) ترکیبات عمده اسانس صمغ بودند که در سایر اندام‌ها نیز بیشترین و مهمترین ترکیبات بوده‌اند. بر این اساس بیشترین مقدار ترکیب ای- پروپینل- سیک بوتیل دی سولفید در بذر گیاه با میانگین ۶۱/۲۹ درصد و

تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که مقدار ترکیب ای- پروپینل- سیک بوتیل دی سولفید نیز در اندام‌های مختلف گیاه متفاوت بوده و از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد است. بر این اساس بیشترین مقدار ترکیب ای- پروپینل- سیک بوتیل دی سولفید در بذر گیاه با میانگین ۶۱/۲۹ درصد و

ای- پروپینل- سک بوتیل دی سولفید (E)-Propenyl-

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات ارزیابی شده ترکیبات اسانس گیاه آنگوزه

منابع تغییرات	درجه آزادی	۳۳ تیلن، ۲۰۴۵	دی هیدرو آگاروفورن بتا	ویریدی فلورول	جرماکرین بی	آگاروفوران آلفا	بتا ایودیسمول	آگارو سیپرول
تکرار	۲	۰/۲۰	۰/۵۶	۰/۰۶۲	۰/۵۴۰	۰/۰۲۰	۰/۳۷۴	۰/۳۰۷
Treat	۳	۹/۴۵**	۲/۳۶**	۴/۷۱۴**	۳۲/۹۵**	۱/۵۸**	۱۱/۷۲**	۱۶/۱۱**
خطای آزمایشی	۶	۰/۱۷۶	۰/۱۵۶	۰/۲۳۴	۰/۳۰۷	۰/۰۱۶	۰/۵۲۰	۰/۵۳۵
CV (%)	-	۱۵/۵۷	۱۸/۸۹	۲۰/۹	۲۰/۱	۱۳/۴۱	۲۳/۲	۲۳/۶۵

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی داری، معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد و معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد

ادامه جدول ۳-

منابع تغییرات	درجه آزادی	گاما دیوسیمول	ایو دیسیمول	گوایول	ترنس ویربنول	بتا میرسن	بتا پینن	آلفا پینن
تکرار	۲	۰/۰۴۴	۰/۵۳۰	۰/۰۲۴	۰/۰۰۰۹	۰/۰۱۹	۰/۰۲۹	۰/۲۶۱
Treat	۳	۵۳/۸۲**	۳/۵۷۵**	۴/۰۶**	۰/۰۱۶**	۰/۶۹**	۸/۰۷**	۴۲/۲۷**
خطای آزمایشی	۶	۴/۳۸	۰/۰۱۴۶	۰/۰۵۸	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۸	۰/۰۲۸	۰/۲۶۶
CV (%)	-	۱۳/۵	۱۲/۸۹	۱۷/۶	۱۷/۲۱	۱۱/۲۶	۱۶/۷	۱۳/۱

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی داری، معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد و معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد

ادامه جدول ۳-

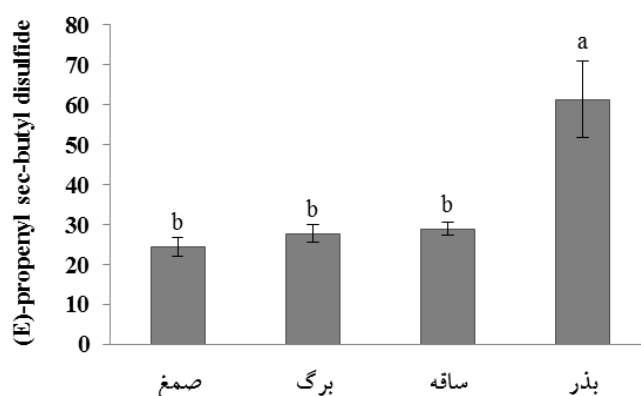
منابع تغییرات	درجه آزادی	ان پروپیل بوتیل دی سولفید	زد پروپیل سک بوتیل دی سولفید	ای پروپیل سک بوتیل دی سولفید	دی سولفید بیس (۱ متیل پروپیل)	ایکاربیوفیلن	پروپنوتیک اسید
تکرار	۲	۰/۰۰۰۱	۰/۴۶۳	۹۵/۸۷	۰/۰۰۶	۰/۰۰۰۵	۰/۳۰۱
Treat	۳	۰/۶۳**	۱۰۴/۳**	۸۹۶/۳۵**	۲/۰۲**	۱/۲۲**	۲/۳۳**
خطای آزمایشی	۶	۰/۰۱۹	۱/۹۵	۷۲/۵۶	۰/۰۷۱	۰/۰۹۵	۰/۱۲۹
CV (%)	-	۱۸/۰۳	۱۲/۶۱	۲۳/۹	۲۲/۲۳	۲۰/۶	۲۳/۲

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی داری، معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد و معنی داری در سطح احتمال ۱ درصد

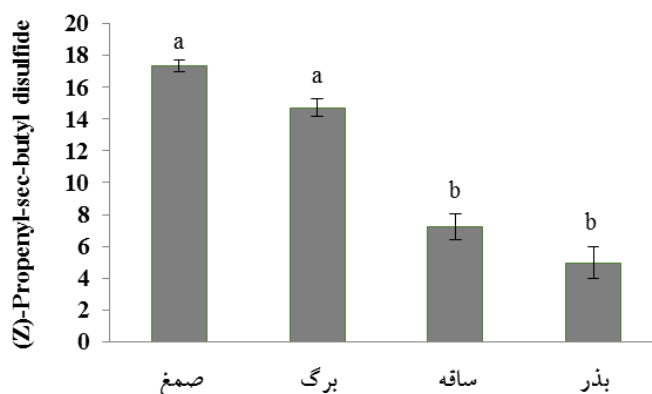
بوتیل دی سولفید در اندام های مختلف گیاه متفاوت بوده که این تفاوت از نظر آماری دارای اختلاف معنی دار در سطح یک درصد است. بر این اساس بیشترین مقدار زد- پروپیل- سیک بوتیل دی سولفید در صمغ گیاه با میانگین ۱۷/۳۴ درصد و کمترین مقدار آن در بذر گیاه با میانگین ۴/۹۷ درصد وجود دارد همچنین نتایج نشان داد که مقدار زد- پروپیل- سیک بوتیل دی سولفید در صمغ و برگ گیاه از نظر آماری با هم

کمترین مقدار آن در صمغ گیاه با میانگین ۲۴/۵ درصد وجود دارد (شکل ۱)، همچنین نتایج نشان داد که مقدار ای- پروپیل- سیک بوتیل دی سولفید در صمغ و برگ و ساقه گیاه از نظر آماری با هم اختلاف معنی داری ندارند (شکل ۱).

زد- پروپیل- سیک بوتیل دی سولفید (Z)-Propenyl-sec-butyl disulfide): بررسی نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که مقدار ترکیب زد- پروپیل- سیک



شکل ۱- مقایسه میانگین مقادیر مختلف ای- پروپینیل- سک بوتیل دی سولفید در قسمت‌های مختلف گیاه آنغوزه. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد. خطوط بالای ستون‌ها اشتباه معیار است.



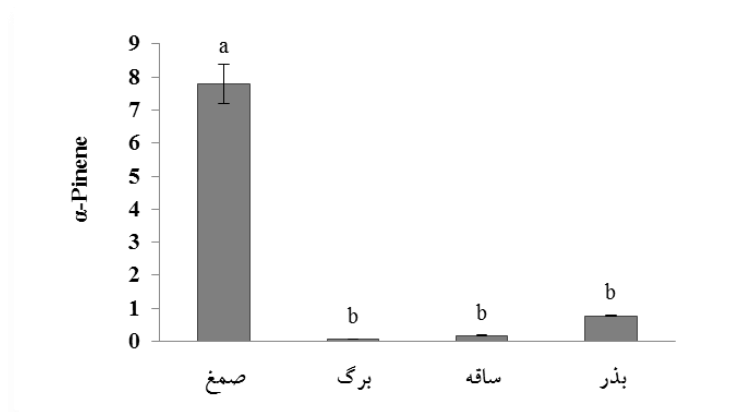
شکل ۲- مقایسه میانگین مقادیر مختلف زد- پروپینیل- سک بوتیل دی سولفید در قسمت‌های مختلف گیاه آنغوزه. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد. خطوط بالای ستون‌ها اشتباه معیار است.

اختلاف معنی‌داری ندارند (شکل ۲).
 دارای اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد است. بر این اساس بیشترین مقدار جرماکرن بی در ساقه گیاه با میانگین ۶/۸۵ درصد و کمترین مقدار آن در صمغ گیاه با میانگین ۰/۰۳ درصد وجود دارد (شکل ۴).

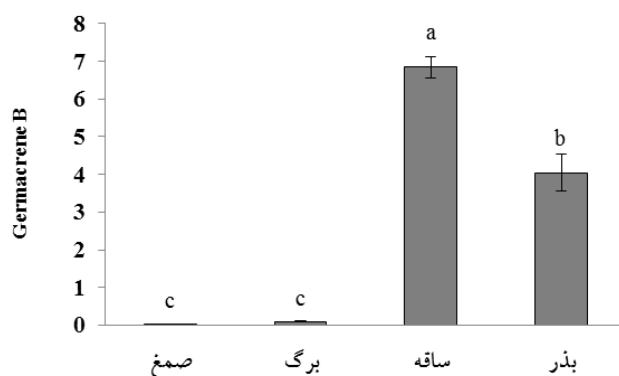
گاما- ایودسمول ($\gamma\text{-Eudesmol}$ <math><10\text{-epi}</math>):تجمع ترکیب گاما- ایودسمول در بخش‌های مختلف گیاه آنغوزه دارای اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد است (جدول ۳). براساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس بالاترین میزان گاما- ایودسمول در اسانس برگ وجود داشت (میانگین ۱۳/۳۴ درصد) و اسانس بذر گیاه کمترین میزان گاما- ایودسمول را دارا بود. صمغ گیاه نیز حاوی ۱۰/۳۴ درصد گاما- ایودسمول

نتایج حاصل از بررسی جدول تجزیه واریانس نشان داد (جدول ۳)، مقدار آلفاپینن در بخش‌های مختلف گیاه دارای اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد می‌باشد. بیشترین مقدار آلفاپینن در صمغ گیاه با میانگین ۷/۸ درصد و کمترین مقدار آن در برگ گیاه با میزان ۰/۰۶ درصد وجود داشت، بین مقادیر آلفاپینن در قسمت‌های برگ، ساقه و بذر اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۳).

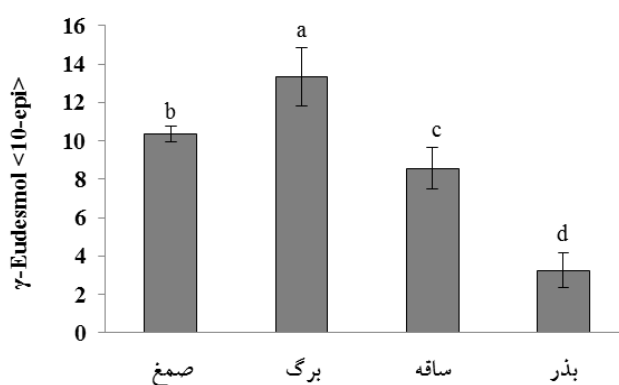
جرماکرن بی (Germacrene B): بررسی نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که مقدار ترکیب جرماکرن بی نیز در اندام‌های مختلف گیاه متفاوت بوده و از نظر آماری



شکل ۳- مقایسه میانگین مقادیر مختلف آلفا پینن در قسمت‌های مختلف گیاه آنغوزه. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد. خطوط بالای ستون‌ها اشتباه معیار است.



شکل ۴- مقایسه میانگین مقادیر مختلف جرماکرن بی در قسمت‌های مختلف گیاه آنغوزه. * حروف مشابه نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد. خطوط بالای ستون‌ها اشتباه معیار است.

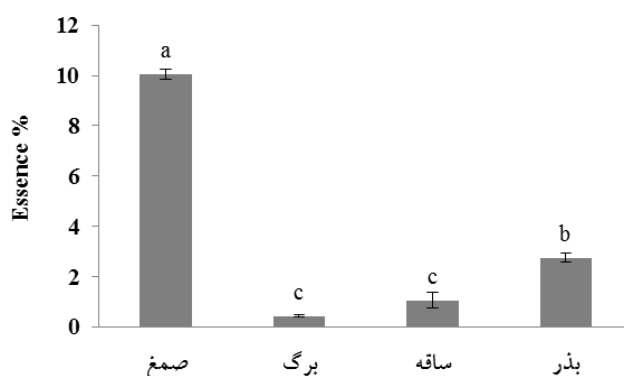


شکل ۵- مقایسه میانگین مقادیر مختلف گاما- ایودسمول در قسمت‌های مختلف گیاه آنغوزه. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد. خطوط بالای ستون‌ها اشتباه معیار است.

درصد اسانس: میزان درصد اسانس در قسمت‌های مختلف می‌باشد (شکل ۵).

درصد اسانس: میزان درصد اسانس در قسمت‌های مختلف

می‌باشد (شکل ۵).



شکل ۶- مقایسه میانگین مقادیر درصد اسانس در قسمت‌های مختلف گیاه آنغوزه. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد. خطوط بالای ستون‌ها اشتباه معیار است.

تمایز در اندام‌های مختلف گیاه است. براساس نتایج این تحقیق بازده متوسط تولید اسانس در صمغ، برگ، بذر و ساقه به ترتیب ۱۰/۰۶، ۰/۴۵، ۲/۷۶ و ۱/۰۸ درصد بود. میزان اسانس صمغ تقریباً بیش از ۲۰ برابر برگ و ۱۰ برابر ساقه و ۵ برابر بذر است بنابراین بیشترین میزان اسانس بعد از صمغ از بذر گیاه به دست می‌آید.

در بررسی ترکیبات اسانس صمغ، برگ، ساقه و بذر گیاه آنغوزه ۲۵ ترکیب شناسایی شد این ترکیبات در صمغ ۹۰/۲۴ درصد، در برگ ۹۱/۸۴ درصد، در ساقه ۸۵/۰۹ درصد و در بذر ۹۵/۷۰ درصد اسانس را تشکیل دادند که در جدول ۲ همراه با درصد ماده گزارش شده است. عمده‌ترین ترکیبات اسانس صمغ شامل: ای- پروپینل- سک بوتیل دی‌سولفید (۲۴/۵ درصد)، زد- پروپینل- سک بوتیل دی‌سولفید (۱۷/۳۴ درصد)، آلفا-پینن (۷/۸ درصد)، جرماکرین بی (۶/۸۵ درصد) و گاما-ایودسمول (۱۰/۳۴ درصد) است. در بررسی ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس گیاه آنغوزه تلخ برداشت‌شده از مراتع لارستان فارس مقدار آلفا پینن را در صمغ گیاه ۸/۱۵ درصد گزارش کردند (کاملی و همکاران، ۱۳۹۰) و آلفا پینن جز ترکیبات اصلی صمغ آنغوزه لار معرفی شده و همچنین مقدار آن را در صمغ گیاه ۹/۱۴ درصد گزارش شد (نظری و عزیززاده، ۱۳۹۳). آلفا پینن دارای خواص مهم و ویژه‌ای از جمله خاصیت ضدالتهابی، ضدباکتریایی و بازدارندگی سرطان است (جایمند و رضایی، ۱۳۸۵). به‌طور کلی، پینن‌ها که از شناخته‌شده‌ترین

گیاه دارای اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد است (جدول ۳). بیشترین میزان درصد اسانس مربوط به صمغ گیاه با میانگین ۱۰/۰۶ درصد می‌باشد درحالی‌که کمترین درصد اسانس مربوط به اندام برگ گیاه با میانگین ۰/۴۵ درصد است. درصد اسانس در ساقه و برگ از نظر آماری با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند (شکل ۶).

دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ترکیبات شیمیایی را در دو گروه اصلی قرار داد که در گروه اصلی اول برگ، ساقه و صمغ قرارداشتند و در زیر گروه دوم اسانس بذر قرار گرفت، باتوجه به آن می‌توان دریافت که ترکیبات ساقه و برگ با صمغ بیش از ۹۵ درصد بهم شباهت دارند اما بذر شباهت کمتری با صمغ دارد.

بحث و نتیجه‌گیری

امروزه ترکیب‌های شناسایی‌شده در گیاهان به عنوان داروهای جدید مورد استفاده قرار می‌گیرند و می‌توانند به عنوان کلیدی برای شناسایی روش‌های درمانی کم‌هزینه و دارای عوارض جانبی کمتر در درمان بسیاری از بیماری‌ها به‌کار روند. در پژوهش حاضر بررسی مقدار و ترکیب‌های فعال ثانوی در اسانس قسمت‌های مختلف گیاه آنغوزه نشان داد که مقادیر این ترکیبات در اندام‌های مختلف گیاه یکسان نیست. به‌طور کلی تولید مواد مؤثره در گیاهان می‌تواند نتیجه نمو گیاه در نظر گرفته شود که شامل تغییرات متابولسمی، مورفولوژیکی و

حسین‌آباد و جوپار کرمان به ترتیب ۴۲/۲۵، ۵۵/۴، ۶۳/۹۶، ۴۷/۴۴، ۶/۳۸ درصد گزارش کردند که با نتیجه تحقیق حاضر مطابقت دارد.

مقدار ترکیب بیس (۱-متیل پروپیل) دی‌سولفید را در صمغ گیاه آنگوزه توده کرمان ۱/۲۵ درصد و در توده لار ۰/۲ درصد گزارش شد (نظری و علیزاده، ۱۳۹۳) و مقدار این ترکیب را در صمغ آنگوزه مناطق چترود، ساردوئیه، کشتوئیه، حسین‌آباد و جوپار کرمان به ترتیب ۰/۴۵، ۰/۵۷، ۰/۸۶، ۰/۵۳ و ۰/۲۸ درصد گزارش شدند (نصیری بزنجانی و همکاران، ۱۳۹۶) در تحقیق حاضر مقدار این ترکیب در صمغ صفر بوده است.

براساس نتایج فوق مشخص می‌شود که مقدار بیس (۱-متیل پروپیل) دی‌سولفید در صمغ گیاه بسیار ناچیز و کمتر از ۰/۲ درصد است. گزارش شده است که مقدار ترکیب ای-کاریوفیلن در صمغ گیاه آنگوزه در توده لار ۰/۱۵۳ درصد است و همچنین این ترکیب در صمغ آنگوزه توده کرمان مشاهده نشده است (نظری و علیزاده، ۱۳۹۳) در تحقیق حاضر مقدار این ترکیب در صمغ گیاه ۰/۹ درصد بود و مقدار دی‌هیدرو آگاروفوران-بتا را در اسانس صمغ آنگوزه مناطق چترود، ساردوئیه، کشتوئیه، حسین‌آباد و جوپار کرمان را به ترتیب صفر، ۰/۱۱، صفر، صفر و ۰/۱۲ گزارش شدند (نصیری بزنجانی و همکاران، ۱۳۹۶) و همچنین مقدار آن را با میانگین ۳/۴۴ درصد جز ترکیبات عمده در اسانس صمغ آنگوزه لار گزارش شده است (Nazari and Iranshahi, 2011). در تحقیق حاضر مقدار دهیدروآگاروفوران بتا در صمغ گیاه ۲/۳۸ درصد بوده است که با گزارش محققین نامبرده متفاوت است.

در تحقیقی ۲۵ ترکیب در اسانس صمغ آنگوزه جمع‌آوری شده از ارتفاعات زرنند واقع در استان کرمان شناسایی شد که عمده‌ترین ترکیب‌های اسانس را ای- پروپنیل-سیس دی‌سولفید و جرماکریل بی تشکیل می‌دادند که به ترتیب مقادیر آنها برابر با ۴۰ و ۸۰ درصد بود (Dehpour et al., 2009). Khajeh و همکاران (۲۰۰۵) ترکیب جرماکریل بی را با میانگین ۷/۸ درصد جز ترکیبات اصلی آنگوزه معرفی کردند. در تحقیق حاضر میزان این ترکیب در صمغ ۶/۸۵ درصد است که با نتایج

ترین‌ها هستند، اهمیت تجاری ویژه‌ای دارند. از این ترکیب‌ها در ساختن صابون‌ها، کرم‌ها، عطرها، پاک‌کننده‌ها، رنگ، روغن جلا، لاک، کاغذ، داروهای ضد عفونی‌کننده، چسب، حشره‌کش‌ها، آفتکش‌ها و حلال‌ها استفاده می‌شود. همچنین، پین‌ها در تهیه ترکیب‌های ترپنوئیدی دیگر مانند ترپینولین، ترپین‌هیدرات، کامفور، کامفن و اوسیمین مورد استفاده قرار می‌گیرند. مقدار بتاپینن در آنگوزه مراتع اصفهان ۳/۴ درصد گزارش شد که با نتایج این تحقیق مشابه است. نظری و علیزاده (۱۳۹۳) نیز بتاپینن را جز ترکیبات عمده آنگوزه معرفی کرده و همچنین مقدار آن را در صمغ گیاه توده کرمان و لار به ترتیب ۱۱/۷۴ و ۷/۶۵ درصد گزارش کردند که بیشتر از مقدار بدست آمده از پژوهش حاضر است. در تحقیقاتی دیگر گزارش شده است که بتاپینن ۵ درصد (Sefidkon et al., 1998) و ۵/۹ درصد (Khajeh et al., 2005) اسانس صمغ را تشکیل داده است. بتاپینن از عمده‌ترین ترکیبات اسانس صمغ آنگوزه کرمان معرفی شده است (نصیری بزنجانی و همکاران، ۱۳۹۶). بتاپینن خواص ضد تشنج و ضدباکتری دارد (Jahani et al., 2015؛ امینی و همکاران، ۱۳۹۸).

در بررسی ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس گیاه آنگوزه تلخ برداشت‌شده از مراتع لارستان فارس مقدار زد- پروپنیل-سک بوتیل دی‌سولفید را در صمغ گیاه ۱۹/۳۴ درصد گزارش شد (کاملی و همکاران، ۱۳۹۰). مقدار این ترکیب را در صمغ گیاه آنگوزه توده کرمان ۳/۵۷ درصد و در توده لار ۱۲/۴۰ درصد گزارش شد (نظری و علیزاده، ۱۳۹۳). در تحقیق حاضر بیشترین مقدار زد- پروپنیل- سیک بوتیل دی‌سولفید در صمغ گیاه با میانگین ۱۷/۳۴ درصد وجود داشت. و مقدار ای- پروپنیل- سیک بوتیل دی‌سولفید را در صمغ گیاه آنگوزه توده کرمان ۵۵/۶۴ درصد و در توده لار ۲۴/۲۹ درصد گزارش شد همچنین ای- پروپنیل- سک بوتیل دی‌سولفید را یک ترکیب شاخص و عمده در اسانس صمغ آنگوزه در مناطق مختلف استان کرمان معرفی شد (نصیری بزنجانی و همکاران، ۱۳۹۶) و مقدار این ترکیب در مناطق چترود، ساردوئیه، کشتوئیه،

آنها مطابقت داشت.

Nazari و Iranshahi (۲۰۱۱) ترکیب گویول را از جمله ترکیبات اصلی صمغ الثورزینی آنگوزه معرفی کردند و مقدار ترکیب گویول را در اندام‌های ریشه (صمغ)، ساقه، گل و برگ گیاه آنگوزه اصفهان را به ترتیب ۰/۵۹، صفر، ۰/۱۲ و ۴/۱۳ درصد گزارش شد (امینی و همکاران، ۱۳۹۸) مقدار گویول در صمغ آنگوزه تفت (تحقیق حاضر) صفر است.

مقدار ایودسمول (5-epi-7-epi- α) در اسانس صمغ گیاه آنگوزه لار ۱/۱۱ درصد گزارش شد (نظری و علیزاده، ۱۳۹۳) مقدار ایودسمول در این تحقیق در صمغ گیاه ۱/۲۳ درصد است که با گزارش این محققین مطابقت دارد و مقدار ترکیب ایودسمول را در اندام‌های ریشه (صمغ)، ساقه، گل و برگ گیاه آنگوزه اصفهان را به ترتیب ۲/۲۵، ۰/۱۱، ۰/۲ و ۱/۴۲ درصد گزارش شد (امینی و همکاران، ۱۳۹۸). در تحقیق حاضر بیشترین مقدار این ترکیب در برگ گیاه با میانگین ۳/۲۲ درصد و کمترین مقدار آن در اسانس بذر گیاه با میانگین ۰/۴۱ درصد وجود دارد. مقدار ایودسمول (7-epi- α) در صمغ گیاه ۱/۳۱ درصد می‌باشد. مقدار گاما-ایودسمول (10-epi-) را در اسانس صمغ گیاه آنگوزه لار ۹/۵۳ درصد گزارش شد (نظری و علیزاده، ۱۳۹۳).

مقدار ترکیب آگاروسپیروول را در اندام‌های ریشه (صمغ)، ساقه، گل و برگ گیاه آنگوزه اصفهان را به ترتیب صفر، ۱/۰۶، ۰/۸۴ و ۰/۲۱ درصد گزارش شدند (امینی و همکاران، ۱۳۹۸). در تحقیق حاضر بیشترین مقدار آگاروسپیروول در برگ گیاه با میانگین ۶/۳۷ درصد و کمترین مقدار آن در بذر گیاه با میزان ۱/۲۴ درصد وجود دارد، ۱/۷ درصد آگاروسپیروول در صمغ گیاه شناسایی شد.

بتا ایودسمول را عمده ترکیب اسانس ساقه، ریشه و گل آنگوزه یزد گزارش کردند (Hadavand et al., 2014). مقدار ترکیب بتا-ایودسمول را در اندام‌های ریشه، ساقه، گل و برگ گیاه آنگوزه اصفهان را به ترتیب ۹/۸۷، ۸/۳۸، ۲/۷۳ و صفر درصد گزارش شدند (امینی و همکاران، ۱۳۹۸). در این تحقیق بالاترین میزان بتا-ایودسمول با میانگین ۴/۸۵ درصد در

اسانس برگ وجود داشت و اسانس بذر گیاه با میانگین ۱/۳۱ درصد کمترین میزان بتا-ایودسمول را دارا بود. صمغ گیاه نیز حاوی ۱/۳۳ درصد بتا-ایودسمول است.

مقدار والریانول را در اسانس صمغ گیاه آنگوزه لار ۲/۵۰ درصد گزارش شد (نظری و علیزاده، ۱۳۹۳). در این تحقیق مقدار والریانول در صمغ گیاه ۳/۰۷ درصد می‌باشد که به نتایج این محققین نزدیک است. همچنین در بررسی ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس گیاه آنگوزه تلخ برداشت‌شده از مراتع لارستان فارس مقدار گویول استات را در صمغ گیاه ۰/۱۵ درصد گزارش کردند (کاملی و همکاران، ۱۳۹۰). مقدار گویول استات را در صمغ آنگوزه خوزستان، فارس و یاسوج، به ترتیب ۱/۰۳، ۰/۴۳ و ۰/۹۸ درصد گزارش شد (آبیار و همکاران، ۱۳۹۸). در تحقیق حاضر مقدار گویول استات در صمغ گیاه ۱/۰۷ درصد است که با مقدار این ترکیب در صمغ خوزستان مطابقت دارد.

در بررسی محتوای ترکیبات فنیل پروپانوییدی صمغ و ترکیبات شیمیایی اسانس گیاه آنگوزه رویشگاه‌های کرمان ترکیبات دکانی شامل دکان، تری دکان، هگزادکان و تترادکانی را در اسانس صمغ گیاه گزارش شدند (نصیری بزنجانی و همکاران، ۱۳۹۶) در تحقیق حاضر مقدار این ترکیب در صمغ گیاه صفر است.

مقدار اسانس صمغ آنگوزه خوزستان (بهبهان) را ۳/۶۸ درصد گزارش کردند (آبیار و همکاران، ۱۳۹۸). به‌طورکلی شیرابه گیاه آنگوزه از سه بخش مهم رزین (۴۰-۶۴ درصد)، شیرابه (۲۵ درصد) و اسانس (۷-۱۰ درصد) تشکیل شده است (Nazari and Iranshahi, 2011). در این تحقیق بیشترین میزان درصد اسانس مربوط به صمغ گیاه با میانگین ۱۰/۰۶ درصد است که حدود سه برابر آنگوزه خوزستان است که علت آن می‌تواند تفاوت در شرایط اکولوژیکی گیاه و همچنین خصوصیات خاک منطقه باشد. مطالعه بر روی آنگوزه شیرین در زرند کرمان نشان داد که عواملی چون میزان رس، کلسیم، کربنات کلسیم و پتاسیم رطوبت خاک و هوا و بارندگی تأثیر معنی‌داری بر ترکم و میزان شیرابه و اسانس گیاه داشته است

(رئیس و همکاران، ۱۴۰۰).

براساس نتایج به دست آمده مشخص شد که اکثر ترکیبات ثانویه عمده و اصلی موجود در اسانس صمغ گیاه آنگوزه مشابه با ترکیبات عمده و اصلی سایر اندام‌های گیاه است که تنها از نظر مقدار ترکیب تفاوت وجود دارد. براساس این نتایج صمغ گیاه بالاترین مقادیر را در ترکیبات آلفاپینن، بتاپینن، زد-پروپینیل - سک بوتیل دی سولفید، پروپینوئیک اسید، جرماکرن بی، والریانول، گاما ایودسمول و ۳ اتیل، ۲،۴،۵، تریتی هگزان داشت درحالی که میزان ترکیبات اکتادکان، گویول، ترنس ورینول و دی سولفید- بیس ۱ متیل پروپیل در صمغ صفر بود. در اسانس ریشه ترکیبات ای-پروپینیل سک بوتیل دی سولفید و ان پروپیل-آی بوتیل دی سولفید بالاترین مقدار را داشتند. در ساقه گیاه، گویول استات، ایودسمول استات، گویول، اکتادکان، دی سولفید- بیس- ۱ متیل پروپیل بیشترین مقادیر را داشتند. در برگ گیاه ترکیبات بتامیرسن، دهیدروآگارفوران بتا، آگارفوران آلفا، ایودسمول‌ها، آگاروسپیروول و والریانول بالاترین مقادیر را نسبت به سایر اندام‌ها داشتند. نتایج این تحقیق همچنین نشان داد که در ترکیبات اسانس آنگوزه تفت ترکیباتی وجود دارد که در اسانس آنگوزه سایر مناطق یافت نشده است این ترکیبات شامل ایودسمول استات بتا، پروپینوئیک اسید (۳-پروپیل سیو)، آگارفوران آلفا، ۳-اتیل-

۲،۴،۵، تریتی هگزان، و یریدی فلورول هستند. براساس نتایج به دست آمده و توجه به سه ترکیب ای-پروپینیل - سک- بوتیل دی سولفید (E)-propenyl sec-butyl disulfide) و زد-پروپینیل - سک- بوتیل - دی سولفید (Z)-Propenyl-sec-butyl disulfide) و گاما- ایودسمول <10-epi> γ -Eudesmol که بیش از ۵۰ درصد درصد اسانس بخش‌های مختلف گیاه را تشکیل می‌دهد. می‌توان نتیجه گرفت که با توجه به شباهت بالای ترکیبات اندام برگ و ساقه گیاه به ترکیبات صمغ می‌توان از برگ این گیاه به عنوان دارو استفاده کرد زیرا ترکیبات گوگرددار فرار به همراه ترکیبات سسکوئی‌ترین‌ها ترکیبات غالب اسانس این چهار اندام بودند به طوری که دو ترکیب ای-پروپینیل - سک- بوتیل دی سولفید و زد- پروپینیل - سک- بوتیل - دی سولفید مهم‌ترین ترکیبات اسانس می‌باشند. البته با توجه به اینکه تغییر در میزان ترکیبات مؤثره در اندام‌ها و اسانس می‌تواند اثربخشی دارویی را تغییر دهد لازم است مطالعات بالینی و کامل‌تری بر روی آن صورت گیرد. تفاوت بین درصد و همچنین اجزای شیمیایی اسانس گیاه آنگوزه در پژوهش حاضر با دیگر مطالعات می‌تواند ناشی از شرایط محیطی محل رویش، مرحله رشدی و سن گیاه باشد (رئیس و همکاران، ۱۴۰۰).

منابع

- آبیار، سیما، فاخری، براتعی، و مهدی‌نژاد، نفیسه (۱۳۹۸). تأثیر عوامل اکولوژیکی رویشگاه‌های جنوب غرب ایران بر مقدار صمغ و ترکیب‌های شیمیایی اسانس گیاه دارویی آنگوزه. *فرآیند و کارکرد گیاهی*، ۱ (۳۰)، ۱۲۵-۱۳۵.
- امینی، هاجر، نقوی، محمدرضا، ایرانشاهی، مهرداد، یزدانفر، نجمه، و نصیری، جابر (۱۳۹۸). آنالیز ترکیب شیمیایی اندام‌های مختلف آنگوزه با استفاده از GC-MS. *مجله علوم گیاهان زراعی ایران*، ۵۰ (۳)، ۹۶-۸۹.
- بی‌نوا، صفیه، یآوری، علیرضا، و شکرپور، مجید (۱۳۹۸). بررسی کمی و کیفی اسانس اندام‌های مختلف گیاه دارویی مورتلخ *Salvia mirzayanii Rech. F. & Esfand* نشریه علمی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۳۵ (۶)، ۹۱۴-۹۲۶. doi.org/10.22092/ijmapr.2019.127082.2604
- جایمند، کامکار، و رضایی، محمدباقر (۱۳۸۵). اسانس، دستگاه‌های تقطیر، روش‌های آزمون و شاخص‌های بازداری در تجزیه اسانس. *انتشارات انجمن گیاهان دارویی*، ۱، ۶۱-۵۶.
- پورحسینی، سیدحسین، میرجلیلی، محمدحسین، نژاد ابراهیمی، صمد، سنبلی، علی (۱۳۹۶). بررسی کمیت و کیفیت اسانس اندام‌های مختلف برازمل (*Perovskia abrotanoides*) در رویشگاه طبیعی استان خراسان شمالی. *فصلنامه تولیدات گیاهی*، ۴۰ (۴)، ۶۲-۵۳.

- حضرتی، سعید، ملایی، سعید، و حبیب‌زاده، فرهاد (۱۳۹۷). ارزیابی میزان اسانس، فنل و فلاونوئید کل موجود در اندام‌های مختلف گیاه پولک. دومین کنفرانس بین‌المللی فناوری‌های نوین در علوم. ایران، آمل.
- خسروی، حسن، و مهرابی، علی‌اکبر (۱۳۸۴). بررسی اقتصادی برداشت گونه آنغوزه در منطقه طبس. *مجله منابع طبیعی ایران*، ۵۸(۴)، ۹۳۳-۹۴۲.
- رئیزی، صدیقه، خوانین‌زاده، علیرضا، شیرمردی، مصطفی، و وحیدی، مجتبی (۱۴۰۰). بررسی شرایط رویشی و برخی عوامل مؤثر در تغییر تراکم آنغوزه در دو رویشگاه زرنند کرمان (سریز و ریحان‌شهر). *مرتع*، ۱۵(۲)، ۳۰۹-۳۲۰.
- کاملی، زهره، علیزاده، اردلان، و ابوطالبی، عبدالحسین (۱۳۹۰). بررسی ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس گیاه آنغوزه تلخ برداشت‌شده از مراتع لارستان فارس. نخستین همایش ملی جهاد اقتصادی در عرصه کشاورزی و منابع طبیعی، قم.
- نصیری بزنجان، سعیده، رضوی‌زاده، رویا، و علمی، حکیمه (۱۳۹۶). بررسی محتوای ترکیبات فنیل پروپانوئیدی شیرابه و ترکیبات شیمیایی اسانس گیاه آنغوزه در برخی رویشگاه‌های طبیعی استان کرمان. *مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران)*، ۳۰(۳)، ۶۷۴-۶۸۷.
- نظری، علی، و علیزاده، اردلان (۱۳۹۳). تعیین ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس آنغوزه کرمان و لار. دومین همایش ملی کاربرد علوم و فناوری‌های نوین در کشاورزی. منابع طبیعی و محیط‌زیست دانشگاه آزاد اسلامی - واحد میبد.
- محمدی، رسول، شکوه امیری، م.ر، سپه‌وند، اصغر، رودبار محمدی، شهلا، شادزی، شهلا، میرصفایی، هاجر، و نورشرقی، راضیه (۱۳۸۸). فعالیت ضدقارچی *Ferula assa-foetida* علیه ایزوله‌های بالینی موکورمایکوریس. *نشریه دانشکده پزشکی اصفهان*، ۲۷(۱۰۰)، ۵۸۲-۵۸۸.
- مظفریان، ولی‌الله (۱۳۷۵). فرهنگ نام‌های گیاهان ایران. انتشارات فرهنگ معاصر.
- مومنی، تاج‌خانم، و شاهرخی، نوبهار (۱۳۷۰). اسانس‌های گیاهی و اثرات درمانی آنها. انتشارات دانشگاه تهران.
- وجودی، سارا، سفیدکن، فاطمه، صالحی، پروین، و صالحی سورمقی، محمدحسین (۱۳۹۷). مقایسه کمی و کیفی اسانس اندام‌های مختلف (ساقه، برگ، گل و کل اندام هوایی) بومادران خزری. *فصلنامه گیاهان دارویی*، ۱۷(۲)، ۹۱-۹۹.
- Arndt, A. (1999). *Seasoning savvy: How to cook with herbs, spices, and other flavorings*. The Haworth Herbal Press. USA.
- Bamoniri, A. & Mazoochi, A. (2009). Determination of bioactive and fragrant molecules from leaves and fruits of *Ferula assa-foetida* L. growing in central iran by nano scale injection. *Digest Journal*, 4, 231-328.
- Bremness, L. (1994). Dorling Kindersele. London Press.
- Dehpour, A. A., Ebrahimzadeh, M. A., Nabavi, S. F., & Nabavi, S. M. (2009). Antioxidant activity of the methanol extract of *Ferula assa-foetida* and its essential oil composition. *Grasas Aceites Journal*, 60(4), 405-412.
- Jahani, S., Salehi, M., Shakiba, A., Moradipour, A., & Forouzandeh, F. (2015). Production and study of antioxidant and antibacterial activities of gelatin nano-capsules containing *Ferula assa-foetida* essential oil. *Journal of Arak Medical University*, 18(5), 33-48.
- Hadavand Mirzaei, H. & Hasanloo, T. (2014). Assessment of chemical composition of essential oil of *Ferula assa-foetida* oleogumresin from two different sites of Yazd province in center of Iran. *Research Journal of Pharmacognosy*, 1(2), 51-54.
- Kanani, M. R., Rahiminejad, M. R., Mozaffarian, V., Kazempour Osaloo, Sh., & Nejad Ebrahimie, S. (2011). Chemotaxonomic significance of the essential oils of 18 *Ferula* species (Apiaceae) from Iran. *chemistry & Biodiversity Journal* 3,(8), 503-517.
- Khajeh, M., Yamini, Y., Bahramifar, N., Sefidkon, F., & Pirmoradei, M. R. (2005). Comparison of essential oils compositions of *Ferula assa-foetida* obtained by supercritical carbon dioxide extraction and hydro distillation methods. *Food Chemistry Journal*, 90(4), 636-644.
- Khorami, B. (2007). Plant love. *Livestock. Cultivation and Industry*, 76, 64-92.
- Keneshloo, F., Sefidkon, F., Keneshloo, H., & Alizadeh, M. A. (2018). Comparison of essential oil content and composition of different parts (leaf, flower, stem and flowering shoot) in *Anthemis haussknechtii* Boiss. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 32(3), 450-458.

- Moghaddam, M. & Farhadi, N. (2015). Influence of environmental and genetic factors on resin yield, essential oil content and chemical composition of *Ferula assa-foetida* L. populations. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 2(3), 69-76.
- Nazari, Z. E. & Iranshahi, M. (2011). Biologically active sesquiterpene coumarins from *Ferula* species. *Journal of Phytotherapy Research*, 25(3), 315-323.
- Raghavan, S. (2007). *Handbook of Spices, Seasonings, and Flavorings*. 3rd Ed. CRC press. USA.
- Sefidkon, F., Askari, F., & Mirza, M. (1998). Essential oil composition of *Ferula assa-foetida* L. from Iran. *Journal of Essential Oil Research*, 10(6), 687-689.
- Vijn, J. P. (1982). *Carlyle and Jean Paul: Their Spiritual Optics*. John Benjamins Publishing Company, Germany.
- Wyk, B. E. & Wink, M. (2004). *Medicinal plants of the world: An illustrated scientific guide to important medicinal plants and their uses*. Timber Press. USA.

Investigating the composition of essential oils in different parts of the *Ferula assa-foetida* medicinal plant and comparing with plant gum

Forozan Farshad bakht, Anahita Rashtian*, Mostafa Goldansaz

Rangeland and Watershed Department, Faculty of Natural Resources, Yazd University, Yazd, Iran

(Received: 2023/04/09, Accepted: 2024/02/17)

Abstract

Ferula assa-foetida is a medicinal plant native to Iran that has traditionally been considered for its therapeutic value traditionally. In this research, the composition of essential oils in different parts of the plant (stem, seed, and leaf) and its gum were compared. For this purpose, It was identified as the pasture habitat of this important species in Taft city (Yazd) and was randomly collected from the existing plant of the investigated sections in three samples at the time of appearance, flowering and seeds. The essential oils of the samples were taken using a Cloninger and the chemical compounds found in the essential oils obtained from different organs were analyzed by gas chromatography (GC/FID) and mass spectrometry (GC-MS). In the investigation of the essential compounds of the gum, leaf, stem, and seed parts of the plant, 25 compounds were identified, which made up 90.24% of the gum, 91.84% of the leaf, 85.09% of the stem, and 95.70% of the seed. Based on the obtained results, it was found that most of the main compounds in the essential oil of gum are similar to compounds in other organs. Volatile sulfur compounds, along with sesquiterpenes were the dominant compounds of the essential oils of these four organs. So the three compounds (E)-propenyl sec-butyl disulfide, (Z)-Propenyl-sec-butyl disulfide and γ -Eudesmol are the most important essential oil compounds, which account for more than 50% of the essential oil composition and there is the most similarity between the composition of gum essential oil and leaf.

Keywords: Essential Oil, *Ferula assa-foetida*, Leaf, Taft of Yazd, Mass spectrometry

Corresponding author, Email: arashtian@yazd.ac.ir