مجله پژوهش های معاصر در علوم و تحقیقات
سال هفتم، شماره ۷۲، تیر ۱۴۰۴
ISSN: ۲۶۷۶-۵۷۶٤
www.jocrisar.ir

مقایسه ترکیبات کیمیاوی جمعیت‌های گیاه آنغوزه(Ferula assa foetida) ایرانی، تاجیکستانی و قزاقستانی

نامزد پوهنیار کاظم حسن‌زاده [۱] ، پوهنیار حفیظ الله غفاری [۲] ، پوهنیار عبدالخالد احساس [۳]

[۱] استاد دیپارتمنت بیولوژی، دانشکده ساینس، دانشگاه بلخ (نویسنده مسئول)
[۲] استاد دیپارتمنت بیولوژی، دانشکده ساینس، دانشگاه بلخ
[۳] استاد دیپارتمنت بیولوژی، دانشکده ساینس، دانشگاه بلخ

چکیده

هدف ازاین تحقیق بررسی مقایسوی ترکیبات کیمیاوی اسانس گیاه آنغوزه (*Ferula assa foetida*) نوع ایرانی، تاجکستانی و قزاقستانی است که در ولایت بلخ مورد کشت و برداشت قرار می گیرد. استخراج اسانس این سه نوع گیاه با روش تقطیر با آب و توسط دستگاه کلونجر انجام شد. شناسایی ترکیبات تشکیل‌دهنده عصاره آنغوزه با استفاده از دستگاه GC-MS(گازکروماتوگرافی متصل به طیف سنجی جرمی) صورت گرفت. نتایج نشان داد که مهم‌ترین ترکیبات گیاه آنغوزه نوع ایرانی پروپنیل سیکین بیوتایل دی‌سولفید (۴۲.۷۲٪)، استون دی‌متیل مرکپتول(۱۴.۸۴٪) می‌باشند، مهم‌ترین ترکیبات گیاه آنغوزه نوع تاجکستانی پروپنیل سیکین بیوتایل دی‌سولفید (۱۹.۶۱٪)، استون و دی متیل مرکپتول(۱۸.۲۵٪)، و ۸ اتیل پنتادی‌دکان(۱۷.۹۷٪) بوده و مهم‌ترین ترکیبات کیمیاوی گیاه آنغوزه نوع قزاقستانی متیل -۲- متوکسی -۳- متیل بوتانوئید (۶۵.۵۳٪) و پروپنیل سک بیوتیل دی‌سولفید (۱۳.۶۱٪) می‌باشند. ترکیبات کیمیاوی که از اسانس آنغوزه ایرانی و تاجکستانی استخراج شده تفاوت قابل‌توجهی را نشان نمی‌دهد چون ترکیبات مشترک زیادی دارند. اما یکی از ترکیبات نمونه قزاقستانی که بیش از ۶۰٪ ترکیبات اسانس را به‌خود اختصاص داده یک نوع الکان است که در نوع ایرانی و تاجکستانی وجود ندارد. در مجموع نتایج این بررسی نشان داد که جمعیت های مختلف نبات آنغوزه یا انگوزه مطالعه شده در این تحقیق صمغ یا اسانس دارویی را تولید می کنند که از نظر ترکیبات کیمیاوی دارای تفاوت هایی با هم هستند که احتمالاً ناشی از تفاوت عوامل ایکولوژیک زیستگاه های محل کشت این جمعیت ها و تاثیر این عوامل برفاکتورهای مطالعه شده است.

واژه‌های کلیدی: پروپنیل سکین بوتیل دی سولفید، اسیتون دی متیل مرکاپتول، آنغوزه، اسانس.

مقدمه

گیاهان دارویی برای قرن‌ها در سیستم‌های طب سنتی فولکلور جهت زندگی سالم انسان‌ها از اهمیت بالایی برخوردار بوده‌اند، خواص درمانی این گیاهان قابل‌توجه است. باتوجه‌به عوارض جانبی ناخوشایند و بی‌اثربودن بسیاری از داروهای رایج، جستجو برای داروهای جدید با منشأ طبیعی در سال‌های اخیر شتاب بیشتری گرفته است. در این راستا انواع مختلف از جنس فرولا به‌ویژه در خاورمیانه و کشورهای آسیایی از جمله ایران، پاکستان، عراق، هند و غیره همواره موردتوجه بوده‌اند (حسینی و همکاران، ۲۰۱۹). آنغوزه گیاهی علفی، کرک‌دار، چندساله متعلق به فایلم مخفی البذر کلاس دو مشیمه یی ها ، سب کلاس جدا گل برگان، آردر چتریان، فامیل چتریان، جنس Ferula و نوع آنغوزه یا آنغوزه است. *Ferula assa-foetida* گیاهی است مونوکارپیک؛ بدین معنی که در طول رویش فقط یکبار به گل می‌رود و سپس دوره رویشی آن خاتمه می‌یابد. ریشه این گیاه راست، گوشت¬دار و نسبتاً ضخیم که شیره‌ای به نام آنغوزه را در خودساخته و ذخیره می‌کند. آنغوزه، شیره حاصل از تیغزدن ریشه و یا پایین ساقه گیاه آنغوزه است که در زبان محلی به آن Asafoetida، Anghuzeh، Heng و Bugane اطلاق شده و در مصارف تجاری متعدد به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد. لازم به ذکر است، گیاه آنغوزه به‌عنوان گیاه مفید دارویی بومی آسیای مرکزی از شرق ایران تا افغانستان است و در حال حاضر در معرض خطر انقراض قرار گرفته است. این گیاه برای درمان بیماری‌های مختلفی چون اختلالات سیستم هاضمه، اختلالات عصبی و مشکلات تنفسی و نیز درمان گزیدگی حشرات مورداستفاده قرار می‌گیرد(امینی و همکاران،۲۰۱۹).

فامیل Apiaceae شامل ۴۳۴ جنس و ۳۷۸۰ گونه یا نوع است گیاه آنغوزه و گیاهان متعلق به این فامیل گیاه‌شناسی دارای ویژگی مشترک معطر بودن و غنی‌بودن از روغن و رزین[۱] هستند که در برگ‌ها، ریشه‌ها، ساقه‌ها و میوه‌ها پخش می‌شوند و طعم‌های خاصی می‌دهند. گونه‌های این تیره در غذا، نوشیدنی و لوازم آرایشی مورداستفاده قرار می‌گیرند. گونه‌های این خانواده همچنین غنی از متابولیت‌های ثانویه هستند؛ مانند کومارین‌ها، فلاونوئیدها، ساپونین‌ها، استروئیدها و ترپنوئیدها. (جیودانو[۱] و همکاران،۲۰۲۲). کمک به درمان بیماری های مختلفی ازجمله اختلالات گوارشی، اختلالات عصبی، مشکلات تنفسی و درمان گزیدگی حشرات از مهم ترین موارد استفاده آنغوزه در طب سنتی است (امینی و همکاران، ۲۰۱۹). Ferula سومین جنس بزرگ از خانواده Apiacaea بوده و شامل حدود ۱۸۰ گونه است که دارای ۱۵ گونه بومی در ایران، ۹ گونه در ترکیه، ۷ گونه در چین، ۱ گونه در ایتالیا و بقیه گونه‌ها بومی چندین کشور دیگر هستند. اکثر گیاهان فرولا بوی تند دارند و می‌توان از آنها برای اهداف مختلف استفاده کرد. (حسینی، ۲۰۱۹).گیاه آنغوزه یکی از مهم ترین و پرخاصی ترین گیاهان دارویی(مخصوصاً در کشورافغانستان) میباشد که ازآن به روشهای مختلف(خام، جوشانده، عصاره، پودر و غیره) برای درمان بیماری های مختلف از قبیل : درد معده، تقویت قوای جنسی، بواسیر، مشکلات قاعدگی، خواص انتی اکسیدانتی، قارچ کش ، سرماخوردگی، صرع، باکتریا کش، مرض نقرس وغیره استفاده میشود.

در مطالعات مختلفی ترکیبات تشکیل دهنده اسانس انواع مختلف آنغوزه مورد بررسی قرار گرفته است .در همه این مطالعات ترکیبات گوگردی(سلفری) به عنوان اصلی ترین ترکیبات تشکیل دهنده اسانس آنغوزه معرفی شده است. باتوجه‌به این که امروزه از گیاهان دارویی در طبابت و صنعت غذایی استفاده بهینه صورت می‌گیرد، و گیاه آنغوزه یکی از پراهمیت‌ترین و پرخاصیت‌ترین گیاهان دارویی (مخصوصاً در کشورافغانستان) می‌باشد که از آن به روش‌های مختلف (خام، جوشانده، عصاره، پودر و غیره) برای درمان بیماری‌های مختلف از قبیل: درد معده، تقویت قوای جنسی، هموروئید، مشکلات قاعدگی، سرماخوردگی، صرع، خواص آنتی¬اکسیدانی، قارچ‌کش، باکتری‌کش، مرض نقرس و غیره استفاده می‌شود در افغانستان چون آب و هوای مناسب برای کشت آنغوزه وجود دارد تاجرین دانه آنغوزه نوع ایرانی و افغانستانی را از کشور های مربوطه وارد کشور کرده و در درسترس کشاورزان قرار میدهد و چون حاصل خوب میدهد و کشت آن نیز قانونی بوده و از طرف دیگر امروزه

---

۱. رزین : صمغ یا شیره گیاه آنغوزه

کشور هندوستان خریدار پروپاقرص جمعیت آنغوزه است که در افغانستان کشت و زرع می¬شود و حاضر است به هزینه گزاف آن را از تجار افغانستان خریداری کند و محصول نهایی آن را که به شکل ادویه است به کشور نامبرده و بقیه کشورهای آسیایی، آمریکایی و اروپایی بفرستند. همین امر باعث شده که کشاورزان کشت تریاک (که غیرقانونی بوده) و سایر اقلام زراعی را رها کرده و به سمت کشت آنغوزه رجوع نمایند. آنغوزه‌ای که در افغانستان کشت‌وزرع می‌شود از نوع آنغوزه ایرانی و افغانستانی است، مطالعات که صورت گرفته است نشان می¬دهد که تا به حال کسی این نمونه ها را مقایسه نکرده اند بنابراین در این تحقیق ترکیبات کیمیاوی اسانس و خواص آنتی¬اکسیدانی نمونه‌های ذکر شده مورد مقایسه قرار گرفته است تا معلوم شود که کدام نوع از این گیاه بیشترین ترکیبات کیمیاوی را دارد. در مورد گیاه آنغوزه نوع ایرانی و تاجکستانی مقالات فراوانی به زبان‌های فارسی و انگلیسی به چاپ رسیده؛ اما تعداد مقالات در مورد آنغوزه نوع قزاقستانی به تعداد انگشت‌شمار دیده می‌شود. این مقالات در زمینه‌های مختلف (ترکیبات اسانس، بررسی خواص انتی‌اکسیدانتی، بررسی رشد و نمو، تأثیر درجه حرارت، تأثیر هورمون‌ها...) نوشته شده اما تابه‌حال در مورد مقایسه ترکیبات کیمیاوی انواع آنغوزه ایرانی، تاجکستانی و قزاقستانی تحقیقی صورت نگرفته است. تعدادی از مقالات چاپ شده در زمینه موضوع این پایان‌نامه در زیر آورده شده است. Sharopov و همکاران در سال ۲۰۱۹ تحقیقی را روی آنغوزه نوع *Ferula tadshikorum* در بخش جنوبی کشور تاجکستان انجام دادند و نتایج نشان داد که از این گیاه ۲۱ نوع ترکیب کیمیاوی استخراج شده که ترکیبات حاوی گوگرد پروپنیل سکین بوتیل دی‌سولفید (۶۷.۲٪) ، پروپنیل-۱ - (متیل تیو) پروپیل دی‌سولفید (۱۶.۸٪) و پروپنیل سکین بوتیل دی سولفید (۴.۸٪) از شاخص ترین شان بود (Sharopov و همکاران ، ۲۰۱۹). گزارشات Nazari و Iranshahi در سال۲۰۱۱ نشان داد که ای-۱- پروپنیل سکین -بوتیل دی سولفید و زد-۱- پروپنیل سکین -بوتیل دی سولفید، آلفا پینن، بیتا پینن، گوآیول و کاراتول را به عنوان مهم ترین ترکیبات تشکیل دهنده صمغ یا اسانس Ferula assa foetida معرفی می کند (Nazari و Iranshahi، ۲۰۱۱). بررسی های انجام شده توسط نصیری برنجانی و همکاران در سال ۱۳۹٦ منجر به شناسایی ۵۱ ترکیب در اسانس *Ferula assa-foetida L* شد که ای -۱ -پروپنیل سکین بوتیل دی سولفید، ان پروپنیل سکین -بوتیل دی سولفید، زد -بتا اوسیمن و بتا -پینن عمده ترین ترکیبات تشکیل دهنده اسانس *Ferula assa-foetida L* این گونه معرفی شد(نصیری بزنجانی و همکاران، ۱۳۹۶). نتایج حاصل از مطالعه Bahrami و همکاران در سال ۲۰۱۳ نشان میدهد که ای -۱-پروپنیل سکین- بوتیل دی سولفید و زد ۱ -پروپنیل سکین- بوتیل دی سولفید و زد ۱ -پروپنیل سکین- بوتیل دی سولفید فراوان ترین ترکیبات تشکیل دهنده اسانس آنغوزه است(Bahrami و همکاران ،۲۰۱۳). امینی و همکاران در سال ۱۳۹۸ تحقیقی را روی Ferula assa foetida انجام دادند و بیان نمودند که عامل بوی ناخوشایند گیاه آنغوزه ترکیبات گوگرددار هستند، ترکیب پروپنیل سکین بوتیل دی سولفید عمده ترین ترکیب گوگرد دار (سلفر دار) اسانس گونه‌های مختلف *Ferula*، به‌ویژه *Ferula assa -foetida* است (امینی و همکاران،۱۳۹۸).

روش تحقیق

این تحقیق در آزمایشگاه مرکزی زیست شناسی گیاهی علوم پایه دانشگاه لرستان کشور ایران انجام شده که صمغ یا عصاره نمونه‌های آنغوزه تاجکستانی و قزاقستانی از نمونه‌های کشت شده در ولایت بلخ کشور افغانستان جمع‌آوری شد درحالی‌که شیرابه آنغوزه ایرانی از نمونه‌های شرق ایران و از خراسان تهیه شد.

روش استخراج اسانس

اسانس یا شیرابه‌های نامبرده در آزمایشگاه با روش تقطیر با آب (Hydrodistillation) و با استفاده از دستگاه کلونجر مدل آپاراتوس به دست آمد. بدین منظور ابتدا ۲۵ گرم از شیره موردنظر را گرفته سپس این وزن ذکر شده از شیرابه همراه با

حجم معینی از آب (نصف بالن) داخل بالن دستگاه کلونجر ریخته شد، پس از برقراری و تنظیم نمودن جریان آب سرد مبرد به صورتی که آب سرد وارد مبرد شده و بعد از سرد ساختن بخارات دوباره از دستگاه خارج می‌شد، پس از آن هیتر روشن و دمای آن روی بالاترین درجه ممکن تنظیم گردید. زمانی که محتویات بالن شروع به جوشیدن نمود، دما را کم کرده و اجازه داده شد که فرایند تقطیر به مدت ۲ ساعت انجام شود. در آخر با بازکردن شیر تخلیه، اسانس جداسازی شده را در شیشه‌های مخصوص اسانس گیری ریخته و دورادور شیشه‌ها را با فویل آلومینیومی پوشانده و تا زمان انجام آنالیز (GC-MS) در فریزر که درجه حرارت مناسب (۲۰- درجه سانتی‌گراد) برای نگه‌داری نیاز داشت قرار داده شد.

شناسایی ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس

اسانس‌های استخراج شده از شیره گیاهان موردنظر به دستگاه گاز کروماتوگرافی متصل به طیف سنجی جرمی (GC/MS) تزریق شد تا انواع ترکیبات‌آن مشخص شود دستگاه GC مورداستفاده از نوع Agilent ۶۸۹۰ با ستون HP-۵MS به طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت لایه ۰/۲۵ میکرومتر بود. برنامه ی دمایی ستون به این نحو تنظیم شد که دمای ابتدایی آون ۵۰ درجه سانتی‌گراد و توقف در این دما به مدت ۵ دقیقه با گرادیان حرارتی ۳ درجه سانتیگراد در هر دقیقه صورت گرفت، سپس افزایش دما تا ۲۴۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت ۱۵ درجه سانتی‌گراد در هر دقیقه و پس از آن افزایش دما به ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد با سه دقیقه توقف در این دما (۳۰۰) صورت گرفت. دما اتاقک تزریق ۲۹۰ درجه سانتیگراد و از گاز هلیم به‌عنوان گاز حامل با سرعت جریان ۰/۸ میلی‌لیتر در دقیقه استفاده شد. طیف سنج جرمی (MS) مورد استفاده مدل ۵۹۷۳ Agient با ولتاژ یونیزاسیون ۷۰ الکترون ولت، و روش یونیزاسیون EI ، دمای منبع یونیزاسیون ۲۲۰ درجه سانتی گراد بود. شناسایی طیف ها به کمک شاخص بازداری آنها و مقایسه ی آن با شاخص های موجود در کتب مرجع و با استفاده از طیف های جرمی ترکیبات استاندارد و استفاده از اطلاعات موجود در کتابخانه‌ی کامپیوتری صورت گرفت(همتی حسن گاویار، ۲۰۲۱).

نتایج

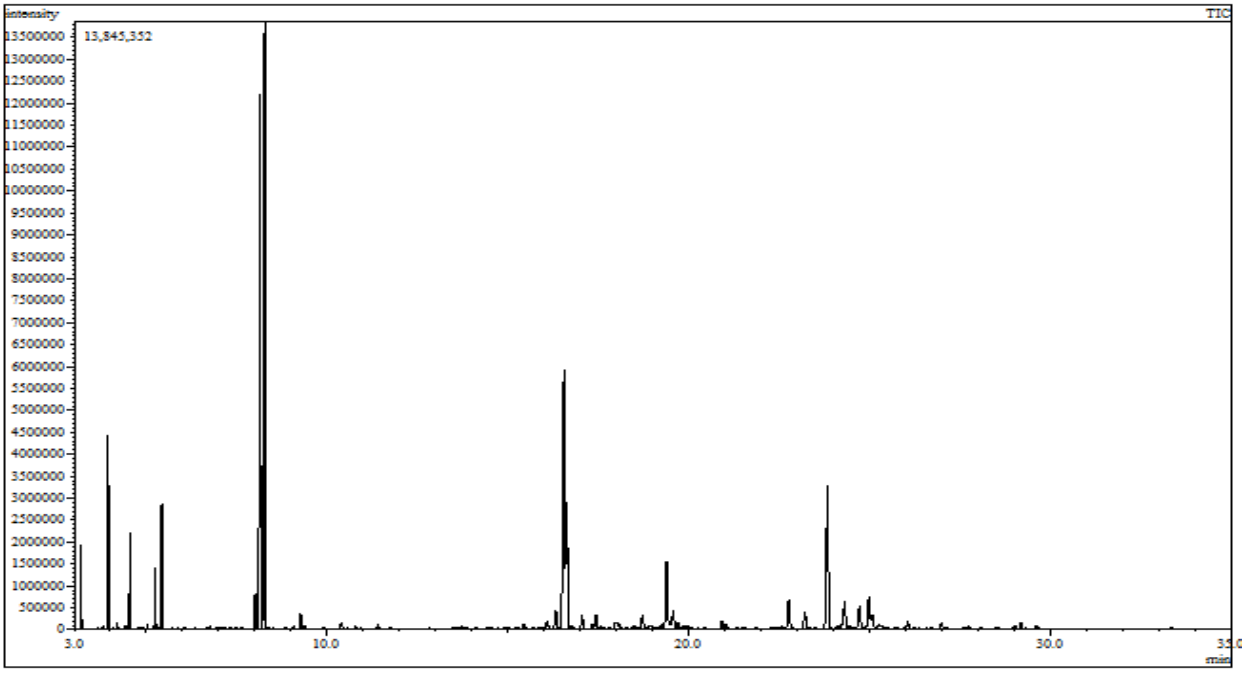
انالیز اسانس

ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس آنغوزه ایرانی

نتایج حاصل از آنالیز اسانس گونه آنغوزه ایرانی نشان می‌دهد که پروپنیل سیکین بیوتایل دی سولفید (۴۴.۷۲٪)، دی متیل مرکپتول(۱۴.۸۴٪) و گاما ایودیسمول(۸.۶۰٪) به ترتیب ترکیبات شاخص این گونه می‌باشد. نتایج این بررسی نشان داد که دی سولفیدها با ۴۲.۷۲٪ و تیوفن ها با ۱.۳۲٪ به ترتیب بیشترین و کمترین مقادیر را در شیرابه نمونه ایرانی دارد. در مجموع (۸۸.۵٪) ترکیبات موجود در گیاه آنغوزه نوع ایرانی شناسایی شده است

جدول(۱-۱) ترکیبات تشکیل دهنده اسانس آنغوزه نوع ایرانی

آنغوزه ایرانی		
Compound	**RI**	**Area%**
alpha.-Pinene	۹۳۹	۳,۸۸
Camphene	۹٦۱	۰,۱۰
beta.-Pinene	۱۰۰٤	۲,۳۸
۲,۳,٤-Trimethylthiophene	۱۰۲۲	۰,۱۱
trans-Ocimene	۱۰٤٦	۱,٥۰
cis-.beta.-Ocimene	۱۰٦۸	۳,۰۲
۳-Methyl-٤,٥-dithiaoctane	۱۲۷٤	۱,۲۲
propenyl sec butyl disulfide	**۱۳۱۱**	**٤۲,۷۲**
dimethyl mercaptole	**۱٤٤۱**	**۱٤,۸٤**
beta.-Eudesmene	۱٥۰۰	۰,٦۰
Dihydro-.beta.-agarofuran	۱٥۱۷	۳,۸۳
Guaiol	۱٦۰۷	۱,٥۲
alpha.-Eudesmol	۱٦۱۹	۰,۹۱
gamma.-Eudesmol	**۱٦۳٥**	۸,٦۰
Agarospirol	۱٦٤۸	۱,٤۱
Torreyol	۱٦٦٦	۱,۸۸
Terpenoids		۱۰,۸۸
Thiol and keton		۱٤,۸٤
Disulfide		٤۲,۷۲
Phenol		۹,٥۱
Cycloalkans		۹,۲٤
Thiophen		۱,۳۳
Other		
Total		۸۸,٥



نمودار (۱-۱)کروماتوگرام آنالیز GC-MS اسانس آنغوزه نوع ایرانی

آنغوزه نوع تاجیکستانی

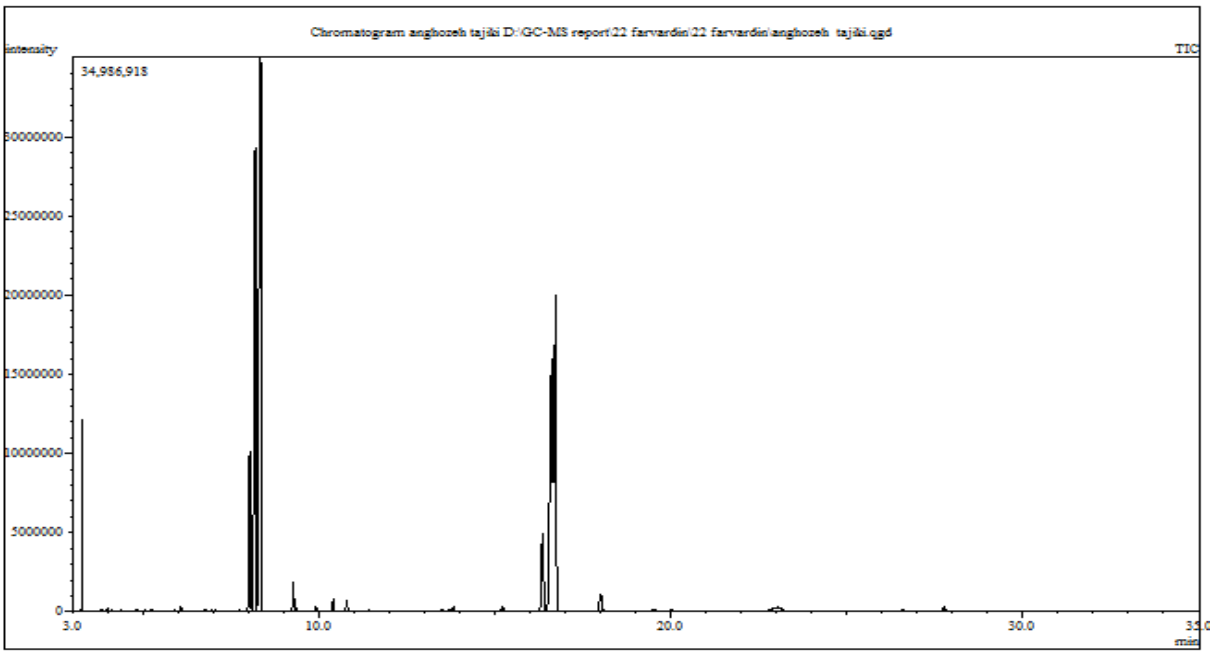
انالیز اسانس

نتایج به‌دست‌آمده از انالیز اسانس نوع آنغوزه تاجکستانی نشان داد که پروپنیل سیکین بیوتایل دی سولفید (۱۹،۶۱٪)، دی متیل مرکپتول(۱۸،۲۵٪)، و ۸ ایتیل پنتادیادکان(۱۷،۹۷٪) به ترتیب ترکیبات شاخص این نوع می‌باشد. نتایج نشان داد که دی‌سولفیدها با (۳۸.۵٪) و بنزن با (۰.۱۸٪) به ترتیب بیشترین و کمترین مقادیر در شیره نمونه تاجکستانی دارد. در مجموع (۶۴.۱۹٪) ترکیبات موجود در گیاه آنغوزه نوع تاجیکستانی شناسایی شده است.(جدول ۱-۲).

جدول (۱-۲) ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس آنغوزه نوع تاجکستانی

آنغوزه تاجکستانی		
Compound	**RI**	**Area%**
alpha.-Pinene	۹٤٥	۰,۱۰
Ethylbenzene	۹٥٦	۰,۰٤۳
Acetophenone	۱۰۹۸	۰,۱٤
۱-Methylpropyl disulfide	۱۳۱۰	۰,۹۲
Fenchyl acetate	۱۳۱۲	۰,۱۰
Allyl nicotinate	۱۳۱٤	٦,۰۸
propenyl sec butyl disulfide	**۱۳۳٤**	**۱۹,٦۲**
aceton, dimethyl mercaptole	**۱٤٤۳**	**۱۸,۲٥**
۸-Ethyl-٤,٥,٦,۷,۹-pentathiadecane	**۱٤٦۱**	**۱۷,۹۷**
۲,۳-Dimethyl-۳-hexanol	۱٥۱۰	۱,۰٤

Terpenoids		۰,۲۱
Benzene		۰,۱۸
Thiol and keton		۱۸,۲۵
Allyl nicotinate Alkan		٦,۰۷ ۱۷,۹۷
Disulfide		۳۸,۵
Total		٦٤,۱۹



نمودار (۱-۲) کروماتوگرام آنالیز GC-MS اسانس آنغوزه نوع تاجکستانی

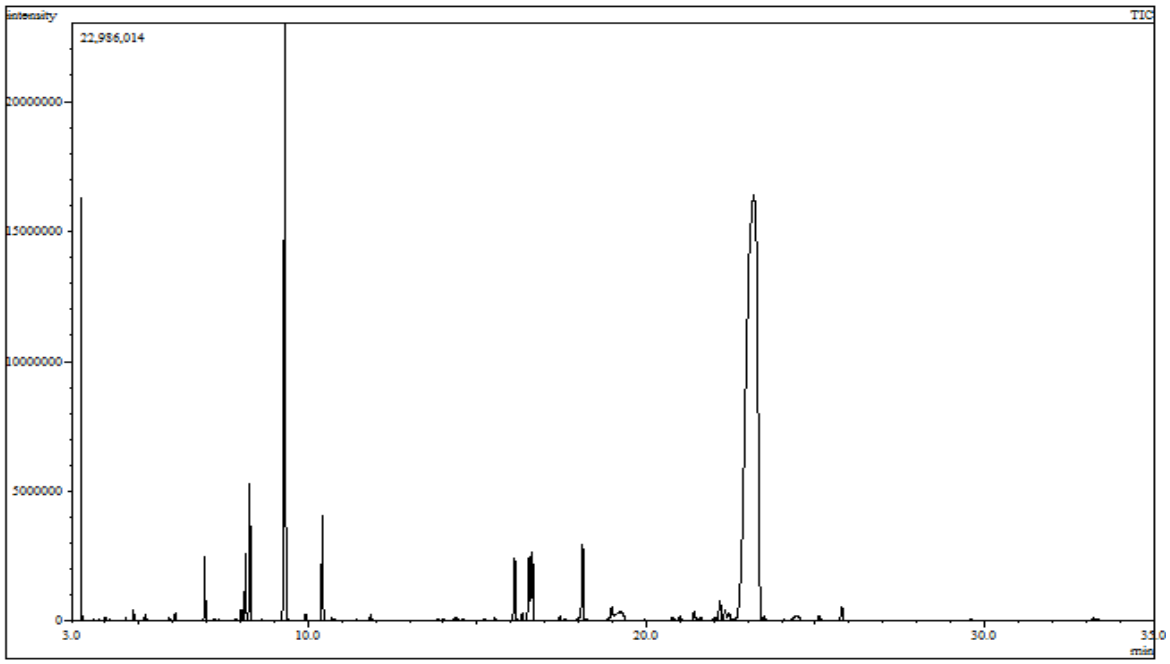
آنغوزه قزاقستانی

انالیز اسانس

نتایج به‌دست‌آمده از انالیز اسانس نوع آنغوزه قزاقستانی نشان داد که متیل -۲- متوکسی -۳- متیل بیوتانوئید (۶۵.۵۳٪) و پروپنیل سکین بیوتیل دی سولفید (۱۳.۶۱٪) به ترتیب ترکیبات شاخص این نوع هستند که الکان با (۶۵.۵۳٪) و الیل نیکوتینت با (۱.۰۴٪) به ترتیب بیشترین و کمترین مقادیر را در شیرابه نمونه قزاقی دارند. در مجموع (۸۷.۵۲٪) ترکیبات موجود در گیاه آنغوزه نوع قزاقستانی شناسایی شده است.(جدول ۱-۳).

جدول (۱-۳ ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس آنغوزه نوع قزاقستانی

آنغوزه نوع قزاقستانی		
Compound	**RI**	**Area%**
Methyl sec-butyl disulfide	۱۰۱۰	۰,۱٤
Isopropyl disulfide	۱۰۳۱	۰,۰٦
Acetophenone	۱۰۸۷	۰,۱
Allyl nicotinate	۱۲۸۰	۱,۰٤
Propenyl sec-butyl disulfide	**۱۳۱۱**	**۱٥,٦۸**
Caryophyllene	۱٤۲۹	۱,٤۱
Acetone, dimethyl mercaptole	۱٤٤۳	۱,٥۲
۲,۳-Dimethyl-۳-hexanol	۱٤۸۳	۱,۷۹
Caryophyllene oxide	۱٦۲۷	۰,۲٥
Methyl ۲-methoxy-۳-methylbutanoate	**۱٦۱۷**	**٦٥,٥۳**
Allyl nicotinate		۱,۰٤
Kethone		۱,٦۲
Cyclopenthyne		۱,٦٦
Disulfide		۱٥,۸۸
Alkan		٦٥,٥۳
Alchohole		۱,۷۹
Other		
Total		۸۷,٥۲



نمودار (۱-۳) کروماتوگرام آنالیز GC-MS اسانس آنغوزه نوع قزاقستانی

جدول(۱-۴) نتایج حاصل از ترکیبات اسانس گیاه آنغوزه سه نمونه ایرانی، تاجکستانی قزاقستانی

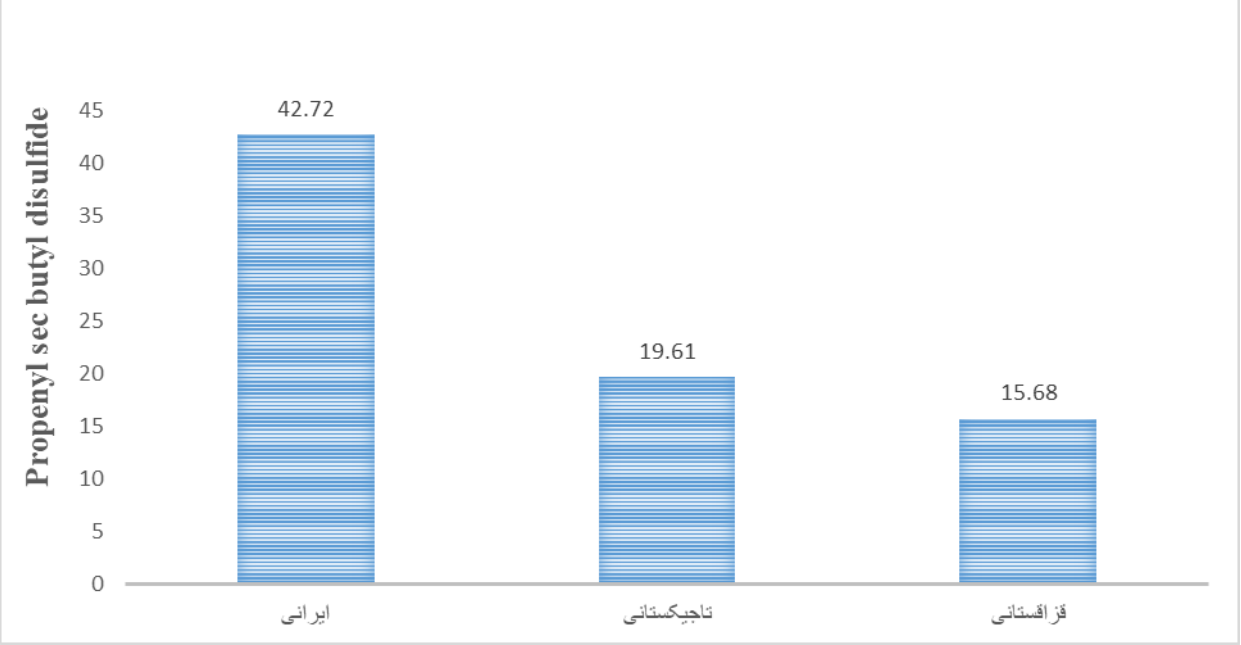
Area%			
Compound	**ایرانی**	**تاجیکستانی**	**قزاقستانی**
alpha.-pinene	۳,۸۸	۰,۱۰	-
Camphene	۰,۱۰	-	-
beta.-Pinene	۲,۳۸	-	-
۲,۳,٤-Trimethylthiophene	۰,۱۱	-	-
trans-Ocimene	۱,٤۹	-	-
Cis-.beta.-ocimene	۳,۰۱	-	-
۳-Methyl-٤,٥-dithiaoctane	۱,۲۱	-	-
propenyl sec butyl disulfide	**٤۲,۷۲**	**۱۹,٦۱**	**۱٥,٦۸**
acetone, dimethyl mercaptole	**۱٤,۸٤**	**۱۸,۲٥**	**۱,٥۲**
beta.-eudesmene	۰,٦۰	-	-
dihydro-.beta.-agarofuran	۳,۸۳	-	-
Guaiol	۱,٥۱	-	-
alpha.-eudesmol	۰,۹۱	-	-
gamma.-eudesmol	۸,٦	-	-

Agarospirol	۱,٤	-	-
Torreyol	۱,۸۷	-	-
Ethylbenzene	-	۰,۰٤	-
Acetophenone	-	۰,۱۳	۰,۱
۱-methylpropyl disulfide	-	۰,۹۲	
fenchyl acetate	-	۰,۱	
allyl nicotinate	-	٦,۰۷	۱,۰٤
۸-ethyl-٤,٥,٦,۷,۹-pentathiadecane	-	۱۷,۹۷	-
۲,۳-dimethyl-۳-hexanol	-	۱,۰٤	۱,۷۹
methyl sec-butyl disulfide	-	-	۰,۱٤
isopropyl disulfide	-	-	۰,۰٦
Caryophyllene	-	-	۱,٤۱
caryophyllene oxide	-	-	۰,۲٥
methyl ۲-methoxy-۳-methylbutanoate	-	-	٦٥,٥۳

۴-۱-۴. ترکیبات مشترک بین سه جمعیت آنغوزه:

۴-۱-۴-۱. Propenyl sec butyl disulfide:

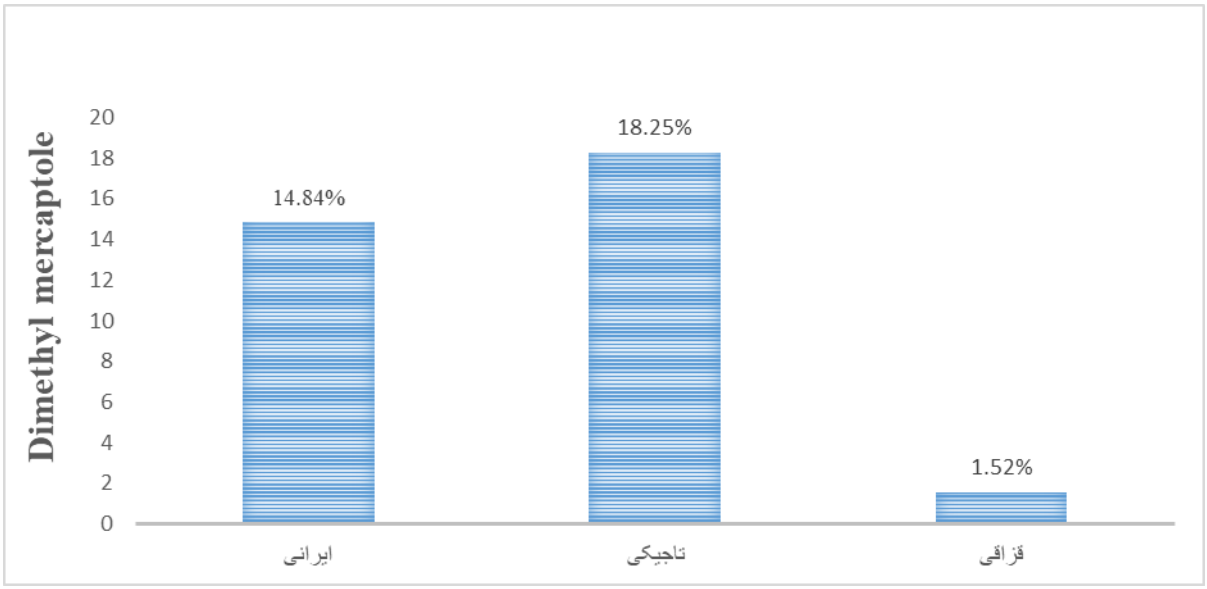
نتایج به‌دست‌آمده از آزمایش (GC-MS) نشان‌دهنده آن است که هر کدام از جمعیت‌های سه‌گانه آنغوزه دارای ترکیبات منحصربه‌فرد خویش بوده اما در میان آنها بعضی از این ترکیبات مشترک می‌باشد که از آن جمله اولین ترکیب که بیشترین وجه مشترک را دارد عبارت از Propenyl sec butyl disulfide است. مقدار این ترکیب در نمونه‌های ایرانی، تاجیکستانی و قزاقستانی به ترتیب (۴۲.۷۲٪)، (۱۹.۶۱٪) و (۱۵.۶۸٪) می‌باشد(نمودار ۴-۱)، بررسی تغییرات این ترکیب اصلی اسانس در جمعیت‌های آنغوزه مطالعه شده نشان داد که مقدار این ترکیب در آنغوزه ایرانی بیشتر از نمونه تاجکستانی و از تاجکستانی بیشتر از قزاقستانی است (قزاقستانی < تاجکستانی < ایرانی).



نمودار (۱-۴) تغییرات ترکیب Propenyl sec butyl disulfide به‌عنوان ترکیب شاخص اسانس نمونه‌های ایرانی، تاجکستانی و قزاقستانی.

Dimethyl mercaptole:

در انالیز (GC-MS) این ترکیب دومین ترکیب است که بعد از Propenyl sec butyl disulfide بیشترین مقدار را در گونه تاجکستانی، ایرانی و قزاقستانی به ترتیب به میزان (۱۸.۲۵٪)، (۱۴.۸۴٪) و (۱.۵۲٪) دارد (نمودار ۱-۴). نتایج این بررسی نشان داد که مقدار این ترکیب در آنغوزه تاجکستانی بیشتر از ایرانی و قزاقستانی است (قزاقستانی < ایرانی < تاجکستانی).



نمودار (۱-۵) تغییرات ترکیب Acetone, dimethyl mercaptole به‌عنوان دومین ترکیب شاخص در هر سه نمونه ایرانی، تاجکستانی و قزاقستانی.

بحث

مقایسه و تفسیر نتایج حاصل از بررسی‌های انجام شده روی ترکیبات اسانس آنغوزه ایرانی، تاجکستانی و قزاقستانی

آنالیز اسانس

جدول ۵-۱ مهم‌ترین ترکیبات موجود در اسانس نمونه‌های حاضر را نشان می‌دهد. بر طبق جدول زیر مهم‌ترین ترکیبات به‌دست‌آمده از این تحقیق قرار ذیل می‌باشد: Propenyl sec butyl disulfide در گونه ایرانی (٤٢,٧٢٪)، در گونه تاجیکستانی (١٩,٩٥٪) و در گونه قزاقستانی (١٥,٦٨٪) می‌باشد. به همین ترتیب Acetone, dimethyl mercaptole در گونه ایرانی (١٤,٨٤٪) ، در گونه تاجیکستانی (١٨,٦٥٪) ولی در گونه قزاقستانی ترکیب شاخص نیست، از طرفی دیگر Methyl ٢-methoxy-٣-methylbutanoate یک نوع الکان است که در گونه قزاقستانی (٦٥,٥٣٪) وجود دارد ولی در گونه ایرانی و تاجیکستانی وجود ندارد پس این ترکیبات در هر سه نمونه میزان یکسان نداشته و دارای تفاوت معنی‌دار بوده که این تفاوت‌ها می‌تواند به علت تفاوت در جمعیت گونه‌های موردمطالعه، زمان جمع‌آوری نمونه و شرایط اکولوژیکی آنها باشد.

جدول ۵-۱ نشان‌دهنده ترکیبات شاخص موجود در اسانس تعداد از گونه‌های آنغوزه ایرانی، تاجیکستانی و قزاقستانی

Species		Main compounds
Ferula assa- foetida	ایرانی	Propenyl sec butyl disulfide(٤٢,٧٢٪) Acetone, dimethyl mercaptole(١٤,٨٤٪) gamma.-eudesmol(٨,٦٠٪) α -Pinene(٣,٨٪)
	تاجیکستانی	Propenyl sec butyl disulfide(١٩,٦١٪) Acetone, dimethyl mercaptole(١٨,٢٥٪) ٨-Ethyl-٤,٥,٦,٧,٩-pentathiadecane(١٧,٩٧٪)
	قزاقستانی	Methyl ٢-methoxy-٣-methylbutanoate (٦٥,٥٣٪Propenyl sec-butyl disulfide(١٥,٦٨٪)

میزان ترکیب Propenyl sec-butyl disulfide در گونه (*Ferula assa-foetida*) (٥٩,٤٪) می‌باشند(Yuosefi et al.,٢٠١١). همچنان خاجه و همکاران در تحقیق دیگری که روی گونه (*Ferula assa- foetida*) انجام دادند، مقدار ترکیب متذکره را (٤٨,٧٪) بیان کردند (khajeh et al.,٢٠٠٥). اما در این اواخر Husseni و همکاران مقدار این ترکیب را در قسمت‌های مختلف ریشه، دانه و برگ به ترتیب (٤٣,١٪) ، (٤٨,٥٪) ، (٣١,٩٪) گزارش کردند. به‌همین ترتیب آلفا پینن که یک مونوترپن هیدروکربن موجود در تقریباً تمام انواع گونه‌های فرولا وجود دارد؛ اما در اسانس *Ferula assa-foetida* نوع ایرانی تحقیق حاضر (٣,٨٪) وجود دارد که در گزارش محققین دیگر مانند: Husseni و همکاران در ٢٠١٩ به ترتیب در گونه‌های *Ferula* مانند *F. lycia* Boiss (٥٩,٩٪)، (٢٠,٣٪) *Ferula gummosa* ، Hamzeh Amiri در ٢٠١٤ در گونه *Ferula microcolea* (٢٧,٣٪)، Gholamreza Kavoosi و Vahid Rowshan در گونه *F. assa-foetida*.L (٢١,٣٦٪) ، Hashimi و همکاران در (٢٠١٥) در گونه (٩,٠٥٪) *Ferula gummosa* ، Yuosefi و همکاران در ٢٠١١ در گونه *Ferula assa foetida* (٨,٨٪) و Khajeh و همکاران در ٢٠٠٥ نیز در گونه *Ferula assa- foetida* (٥,٩٪) را گزارش دادند ، که در مقایسه به این گزارش گونه ایرانی کمترین مقدار آلفا پینن را در خود دارد، این در حالی است که در گونه تاجیکستانی کمتر از گونه ایرانی و در گونه قزاقستانی اصلاً وجود ندارد. سایر ترکیبات شاخص موجود در نوع آنغوزه تحقیق حاضر از ترکیبات شاخص دیگر گونه‌ها نیست، مثلاً میزان ترکیب (Methyl ٢-methoxy-٣-methylbutanoate) در گونه قزاقی تحقیق حاضر (٦٥,٥٣٪) می‌باشد که مربوط خانواده الکان ها بوده و بیشترین فیصدی

ترکیبات این گونه را تشکیل داده که در دیگر گونه‌ها وجود ندارد، این تفاوت‌ها می‌تواند به علت تفاوت در نوع گونه‌های موردمطالعه، زمان جمع‌آوری نمونه و شرایط اکولوژیکی گیاه باشد. ترکیبات اسانسی موجود در گونه آنغوزه به دو گروه ترپنوئیدها و ترکیبات الیفاتیک دسته‌بندی شدند (جدول ۵-۲). ترپنوئیدها از ترکیبات بسیار مهم موجود در اسانس گونه ایرانی بوده که در صنعت داروسازی، تولید لوازم آرایشی، بهداشتی و تولید ویتامین‌های (A,D و E) مورداستفاده قرار می‌گیرد.

جدول ۵-۲ نشان‌دهنده ترکیبات شاخص موجود در اسانس تعداد از گونه‌های آنغوزه ایرانی، تاجیکستانی و قزاقستانی

Species	Main compounds	References
F. assa-foetida آنغوزه گونه ایرانی ترکیبات: قسمت میوه	β-Pinene (٤٥,٨٪), α-pinene (١٠,٩٪), *cis*-isolongifolanone (٤,١٪), β-phellandrene (٢,٧٪), myrcene (٢,٤٪), and carvacrol methyl ether(٢,٤٪)	Husseni et al.,٢٠١٩
F. assa-foetida آنغوزه گونه ایرانی ترکیبات: قسمت ریشه	Propenyl *sec*-butyl disulfide (٤٣,١٪), ١٠-epi-γ-eudesmol (١٢,٧٪),	
F. assa-foetida آنغوزه گونه ایرانی ترکیبات: قسمت دانه	Propenyl *sec*-butyl disulfide (٤٨,٥٪), bis [(١-methylthio) propyl]disulfide (١١,٠٪),	
F. assa-foetida آنغوزه گونه ایرانی ترکیبات: قسمت برگ	Propenyl *sec*-butyl disulfide (٣١,٩٪), ١٠-epi-γ-eudesmol (١٥,١٪),	
F. gummosa.	β-Pinene (٦٦,٣٪), α-pinene (٢٠,٣٪), and δ-٣-carene(٨,٦٪)	
F. lycia	α-Pinene (٥٩,٩٪), β-pinene(١٩,٠٪), limonene (٣,٢٪), and bornyl acetate (٢,١٪)	
Ferula microcolea	*α*-Pinene(٢٧,٣٪) β-Pinene(١٦,٤٪) Nonanal(٨,٧٪) β-Caryophyllene(٨,٥٪)	Hamzeh Amiri.,٢٠١٤
F. assa-foetida	Propenyl sec-butyl Disulfide(٤٧,٩٨٪) α -Pinene(١٠/٧٪) β -Pinene(١٠/٢٪)	Jahani et al.,٢٠١٥

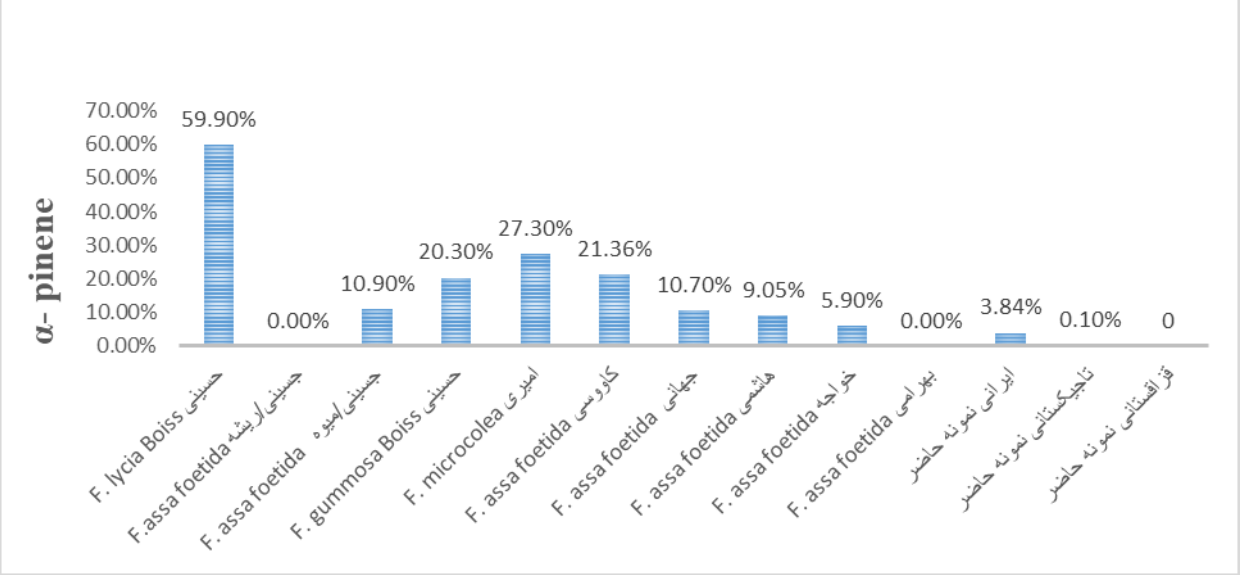
Ferula gummosa	β - pinene(۳۷,۹۰), α -Pinene (۹,۰۵), terpinen-٤-ol(۷,۷۸)	Hashimi et al.۲۰۱۵
F. assa-foetida	Propenyl sec-butyl disulfide(٤۸,۷٪) Germacrene B(۷,۸٪) a-Pinene(٥,۹٪)	Khajeh et al.,۲۰۰۵
F. assa-foetida.	epi-α-Cadinol (۲۳,۱٥ %), germacrene B (۱۰,۹۸ %), α-gurjunene (٦,۱۸ %), Propenyl *sec*-butyl disulfide (٥,۸۹ %)	Bahrami et al., ۲۰۱۳
F. assa-foetida	Propenyl sec-butyl disulfide(٥۹,٤٪) Glubolol(۱۲,٥٪) α -Pinene(۸,۸٪)	Yousefi et al.,۲۰۱۱
F. assa-foetida	β -Pinene((٤۷,۱٪) α -Pinene(۲۱,۳٦٪) ۱,۲-Dithiolane(۱۸,٦۳٪)	Gholamreza Kavoosi and Vahid Rowshan ۲۰۱۲

پس نظر به اطلاعات ذکر شده دلیل بد بو بودن تیره چتریان نیز همین ترکیبات دی سولفیدی می‌باشد، چرا که دی سولفیدها دارای دو گروه گوگرد (s-s) می‌باشد، که باعث تولید بوی نامطبوع در نوع آنغوزه می‌شود(Sharopov et al.,۲۰۱۸).

با ادغام جدول ۵-۱ و ۵-۲ به این نتیجه می‌رسیم که از بین همه ترکیبات متذکره سه ترکیب بیشترین وجه مشترک را بین همه آنها دارند که این ترکیبات به ترتیب آلفا پینن، Propenyl sec butyl disulfide و بتا پینن می‌باشد که در نمودار ها نشان داده شده است.

میزان آلفا-پینن

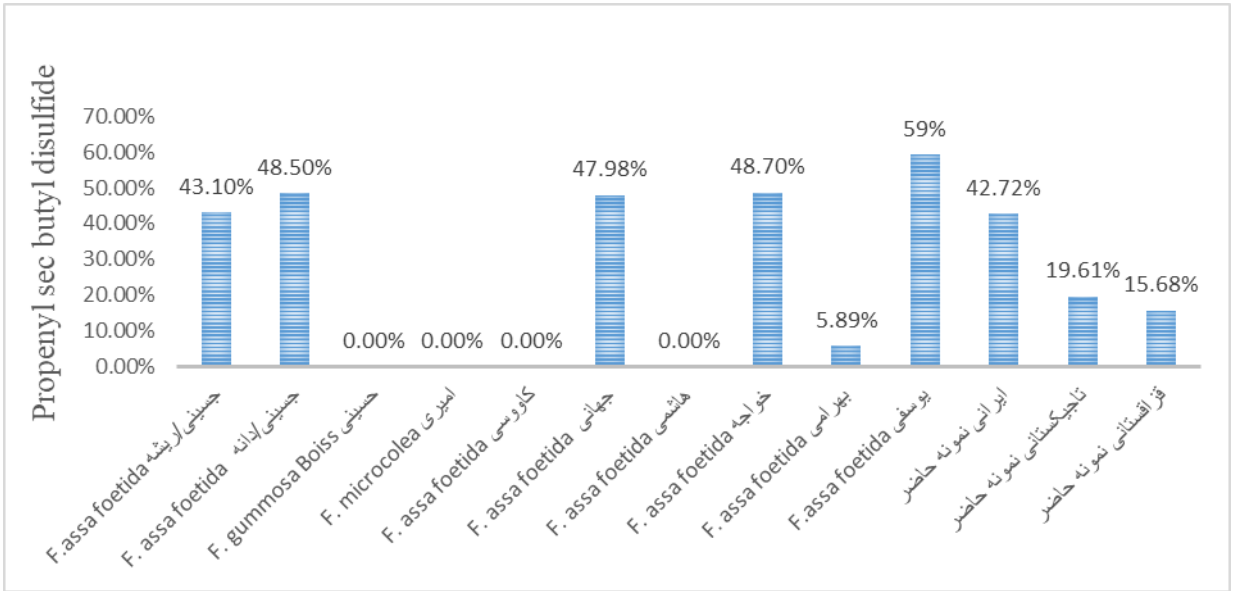
نتایج به‌دست‌آمده از آنالیز اسانس نشان‌دهنده آن‌است که میزان آلفا پینن در بین نمونه‌های حاضر و نمونه‌های که قبلا کار شده به‌صورت یکسان نیست به‌طور مثال: بیشترین میزان این ترکیب در گونه *F.lycia* Boiss و کمترین میزان آن در گونه-های تاجکستانی و ایرانی مطالعه حاضر و اما در گونه قزاقستانی، و گونه های که بهرامی و حسینی روی آن کار کرده است اصلا وجود ندارد. و به این لحاظ تفاوت معنی‌داری در بین شان وجود دارد که این تفاوت‌ها ناشی از تفاوت در جمعیت گونه‌ها ،نوع گونه‌ها و محیط اکولوژیکی آن می‌باشد.



نمودار (۵-۱) نشان دهنده میزان آلفا پینن در نمونه های مختلف است.

میزان Propenyl sec butyl disulfide

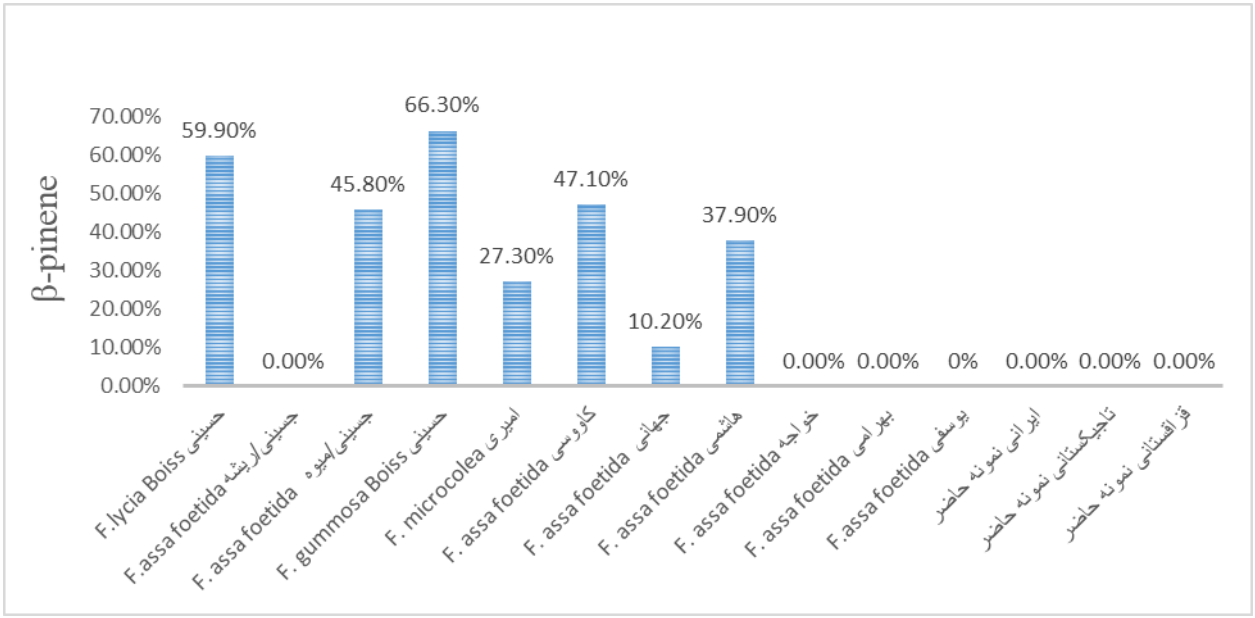
نتایج به‌دست‌آمده از آنالیز اسانس نشان‌دهنده آن‌است که میزان این ترکیب در بین نمونه‌های حاضر و نمونه‌های که قبلا کار شده به‌صورت یکسان نیست به‌طور مثال: بیشترین میزان این ترکیب در گونه *F.assa foetida* (۵۹٪) وجود دارد(یوسفی و همکاران ، ۲۰۱۱). کمترین میزان آن در گونه *Ferula assa- foetida* (۵.۸۹٪) وجود دارد (بهرامی و همکاران،۲۰۱۳). اما در گونه *Ferula gomusa* و گونه های که حمزه امیری، هاشمی، کاووسی و همکاران شان روی آنها تحقیق کردند این ترکیب اصلا وجود ندارد که در نمودار (۵-۲) نشان داده شده است و به این لحاظ تفاوت معنی‌داری در بین شان وجود دارد که این تفاوت ناشی از تفاوت در جمعیت گونه‌ها و محیط اکولوژیکی آن می‌باشد.



نمودار (۵-۲) نشان دهنده میزان Propenyl sec butyl disulfide در نمونه های مختلف است

میزان بتا-پینن

نتایج به‌دست‌آمده از آنالیز اسانس نشان‌دهنده آن‌است که میزان این ترکیب در بین نمونه‌های که محققین دیگر روی شان کار کرده به‌صورت یکسان نیست به‌طور مثال: بیشترین میزان این ترکیب در گونه *Ferula gomusa* (۶۶.۳۰٪) وجود دارد(حسینی و همکاران ، ۲۰۱۹). کمترین میزان آن در گونه *Ferula assa foetida* (۱۰٪) وجود دارد (جهانی و همکاران،۲۰۱۵). اما در هر سه نمونه مطالعه حاضر، و گونه های که خاجه ، بهرامی، یوسفی و همکاران شان روی آنها تحقیق کردند این ترکیب اصلا وجود ندارد که در نمودار (۵-۴) نشان داده شده است و به این لحاظ تفاوت معنی‌داری در بین شان وجود دارد که این تفاوت ناشی از تفاوت در جمعیت گونه‌ها و محیط اکولوژیکی آن می‌باشد.



نمودار (۵-۴) نشان دهنده میزان بتا- پینن در نمونه های مختلف است

گیاهان در طول زندگی خود توسط آفات و بیماریهای زیادی از جمله علف خوارها، نماتدها، قارچها و باکتریها مورد حمله قرار می گیرند. لذا برای دفاع از خود، دو ساز و کار دفاع مکانیکی (تولید خارها و کر کهای سخت، اجسام سیلیسی، سلولز و لیگنین) و شیمیایی (تولید متابولیت های ثانویه مانند آلکالوئیدها، گلوکوزینولاتها و فنلها) را اتخاذ می کنند (حمزه امیری و همکاران،۱۴۰۳). به نظر می رسد تولید اسانس های گوگردی (سلفری) در گیاه آنغوزه ناظر به دفاع کیمیاوی گیاه در برابر عوامل بیماری زا و علفخواران باشد.

پیشنهادات:

۱- مقایسه ترکیبات کیمیاوی اسانس و فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی در جمعیت‌های مختلف آنغوزه یا انگوزه.

۲- بررسی سایر فعالیت‌های بیولوژیکی جمعیت‌های آنغوزه ایرانی، تاجکستانی و قزاقستانی.

۳- شناسایی ترکیبات فینولی و فلاونوئیدی در این جمعیت‌ها صورت بگیرد.

۴- بررسی مقایسوی خصوصیات انتی اکسیدانتی در این جمعیت ها صورت بگیرد.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که نوع و درصد ترکیبات کیمیاوی تشکیل دهنده اسانس در جمعیت های مختلف گیاه آنغوزه متفاوت است. از آنجایی که میزان ترکیب مهم دارویی پروپنیل سکین بوتیل دی سولفید در جمعیت ایرانی بیشتر از جمعیت تاجکستانی و از جمعیت تاجکستانی بیشتر از جمعیت قزاقستانی بود؛ بنابراین جهت استفاده از متابولیت های ثانویه گوگردی مهم و دارویی این گیاه جمعیت ایرانی پیشنهاد می گردد.

فارسی

۱) امینی، هاجر، نقوی، محمدرضا، ایرانشاهی، مهرداد، یزدانفر، نجمه، و نصیری، جابر. (۱۳۹۸). آنالیز ترکیب کیمیاوی اندام های مختلف .Ferula assa-foetida L با استفاده از .GC-MS مجله علوم گیاهان زراعی ایران (علوم کشاورزی ایران)، ۵۰(۳)، ۹۶-۸۹ .

۲) جلیل زاده امین، قادر، یوسفی، علیرضا، و عباسی پوردلیوند، صدیقه. (۱۳۹۶). اثر ضد اسهالی عصاره هیدروالکلی گیاه آنغوزه بر موش های صحرایی. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی گرگان، ۱۹(۱ (پی در پی ۶۱))، ۷-۱۳.

۳) دلاور، حسن، سحرخیز، محمدجمال، و خاتون کازرانی، نرگس. (۱۳۹۳). بررسی ترکیب های کیمیاوی و خواص آللوپاتیک اسانس گیاه آنغوزه .(Ferula assa-foetida L.) تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۳۰(۳ (پیاپی ۶۵))، ۴۳۳-۴۴۴.

۴) رجبیان، طیبه، صبورا، عذرا، حسنی، بتول، و فلاح حسینی، حسن. (۱۳۸۶). اثر جیبرلیک اسید و سرمادهی بر جوانه زنی بذر آنغوزه .(Ferula assa-foetida L.) تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۳(۳ (پیاپی ۳۷))، ۳۹۱-۴۰۴.

۵) زنگویی، مصطفی، پارسا، سهیل، محمودی، سهراب، و جامی الاحمدی، مجید. (۱۳۹۱). تعیین درجه حرارت های کاردینال جوانه زنی بذر آنغوزه .(Ferula assafoetida) پژوهش های تولید گیاهی (علوم کشاورزی و منابع طبیعی)، ۱۹(۳)، ۱۹۳-۲۰۲.

۶) سعیدی فر مهدی, الهامی راد امیرحسین, حدادخداپرست محمدحسین, اخلاقی هاشم. (۱۳۹۶). ارزیابی فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره بادیان رومی (Pimpinella anisum) در سیستم های روغنی و امولسیونی.

۷) مشیری، فاطمه، گواهی، مصطفی، و رجایی لیتکوهی، هاجر. (۱۴۰۲). بررسی فعالیت آنتی اکسیدانی و تعیین محتوی فنلی و فلاونوئیدی کل عصاره های آبی و متانولی گیاه آنغوزه (Frula assafoetida) در شرایط آزمایشگاهی. کنفرانس بین المللی فناوری های نوین در علوم.

۸) مهرپور, کاشفی, مقدم, محمد. (۲۰۱۶). بررسی ترکیبات فیتوکیمیاوی و آنتی‌اکسیدانی اندام‌های مختلف گیاه دارویی Ferula assafoetida L.در دو رویشگاه طبیعی استان‌های سمنان و خراسان. اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی, ۴(۱), ۵۶-۶۸.

۹) نصیری, سعیده, رضوی زاده, رویا, علومی, حکیمه. (۱۳۹۶). بررسی محتوای ترکیبات فنیل پروپانوئیدی شیرابه و ترکیبات کیمیاوی اسانس گیاه آنغوزه (Ferula assa-foetida L.) در برخی رویشگاه‌های طبیعی استان کرمان. پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست شناسی ایران)(علمی), ۳۰(۳), ۶۷۴-۶۸۷.

۱۰) وهابی، لیلا، شاهانی پور، کهین، و منجمی، رامش. (۱۳۹۲). بررسی عملکرد آنتی اکسیدانی و میزان فنل عصاره های مختلف صمغ گیاه آنغوزه .(Ferula assa-foetida L) در خراسان جنوبی (مقاله کوتاه). اکوفیتو شیمی گیاهان دارویی، ۱(۴ (پیاپی ۴))، ۸۹-۹۶.

۱۱) هاشمی، زهرا، حجتی، محمد، و طاهانژاد، محمد. (۱۳۹۴). ارزیابی فعالیت آنتی اکسیدانی اسانس استخراج شده از گیاه باریجه (Ferula gummosa Boiss)در روغن مخصوص سرخ کردنی. پژوهش¬های علوم و صنایع غذایی ایران، ۱۱(۵)، ۴۳۱-۴۶۲.

۱۲) همتی حسن گاویار, پروانه, امیری, حمزه, آرمند, نظام. (۲۰۲۱). شناسایی ترکیب‌های تشکیل دهنده اسانس، بررسی خاصیت آنتی اکسیدانی و میزان فنل و فلاونوئید اندام‌های مختلف Postia puberula در مرحله بعد از گل‌دهی. مجله پژوهشهای گیاهی (علمی), ۳۴(۳), ۷۰۸-۷۱۸

۱۳) Agostini-Costa, T. D. S., Vieira, R. F., Bizzo, H. R., Silveira, D., & Gimenes, M. A. (۲۰۱۲). Secondary metabolites. Chromatography and its applications, ۱, ۱۳۱-۱٦٤.

۱۴) Ahmadi Koulaei, S., Hadjiakhoondi, A., Delnavazi, M. R., Tofighi, Z., Ajani, Y., & Kiashi, F. (۲۰۲۰). Chemical composition and biological activity of Ferula aucheri essential oil. Research Journal of Pharmacognosy, ۷(۲), ۲۱-۳۱.

۱۵) Ahmadvand, H., Amiri, H., Dehghani Elmi, Z., & Bagheri, S. (۲۰۱٤). Chemical composition and antioxidant properties of Ferula-assa-foetida leaves essential oil. Iranian Journal of Pharmacology and Therapeutics, ۱۲(۲), ٥۲-۰.

۱۶) Amiri, H. (۲۰۱٤). Chemical composition and antioxidant activity of essential oil and methanolic extracts of Ferula microcolea (Boiss.) Boiss (Apiaceae). International Journal of Food Properties, ۱۷(٤), ۷۲۲-۷۳۰.

۱۷) Bahrami, G., Soltani, R., Sajjadi, S. E., Kanani, M. R., Naderi, R., Ghiasvand, N., & Shokoohinia, Y. (۲۰۱۳). Essential oil composition of Ferula assa-foetida L. fruits from Western Iran. J. Rep. Pharm. Sci, ۲(۲), ۹۰-۹۷.

۱۸) Dawood, M. A., El Basuini, M. F., Yilmaz, S., Abdel-Latif, H. M., Alagawany, M., Kari, Z. A., ... & Van Doan, H. (۲۰۲۲). Exploring the roles of dietary herbal essential oils in aquaculture: A review. Animals, ۱۲(۷), ۸۲۳.

۱۹) Deveci, E., Tel-Çayan, G., & Duru, M. E. (۲۰۱۸). Phenolic profile, antioxidant, anticholinesterase, and anti-tyrosinase activities of the various extracts of Ferula elaeochytris and Sideritis stricta. International journal of food properties, ۲۱(۱), ۷۷۱-۷۸۳.

۲۰) Giordano, M., Petropoulos, S. A., Kyriacou, M. C., Graziani, G., Zarrelli, A., Rouphael, Y., & El-Nakhel, C. (۲۰۲۲). Nutritive and phytochemical composition of aromatic microgreen herbs and spices belonging to the apiaceae family. Plants, ۱۱(۲۲), ۳۰٥۷.

۲۱) Hassanabadi, M., Ebrahimi, M., Farajpour, M., & Dejahang, A. (۲۰۱۹). Variation in essential oil components among Iranian Ferula assa-foetida L. accessions. Industrial crops and products, ۱٤۰, ۱۱۱٥۹۸.

۲۲) Jahani, S., Salehi, M., Shakiba, A., Moradipour, A., & Forouzandeh, F. (۲۰۱٥). Production and study of antioxidant and antibacterial activities of gelatin nano-capsules containing Ferula assa-foetida essential oil. J. Arak Uni. Med. Sci, ۱۸(٥), ۳۳-٤۸.

۲۳) Karamian, R., Azizi, A., Asadbegy, M., and Pakzad, R., ۲۰۱٤. Essential oil composition and antioxidant activity of the methanol extracts of three Phlomis species from Iran, Journal of Biologically Active Products from Nature, ٤(٥-٦), PP: ۳٤۳-۳٥۳

۲۴) Kavoosi, G., & Rowshan, V. (۲۰۱۳). Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of essential oil obtained from Ferula assa-foetida oleo-gum-resin: effect of collection time. Food chemistry, ۱۳۸(٤), ۲۱۸۰-۲۱۸۷.

۲۵) Khajeh, M., Yamini, Y., Bahramifar, N., Sefidkon, F., & Pirmoradei, M. R. (۲۰۰٥). Comparison of essential oils compositions of Ferula assa-foetida obtained by supercritical carbon dioxide extraction and hydrodistillation methods. Food chemistry, ۹۱(٤), ٦۳۹-٦٤٤.

۲۶) Khalifaev, P. D., Sharopov, F. S., Safomuddin, A., Numonov, S., Bakri, M., Habasi, M., ... & Setzer, W. N. (۲۰۱۸). Chemical composition of the essential oil from the roots of Ferula

kuhistanica growing wild in Tajikistan. Natural Product Communications, ۱۳(۲), ۱۹۳٤٥۷۸X۱۸۰۱۳۰۰۲۲٦.

۲۷) Kose, E. O., Akta, Ö., Deniz, I. G., & Sarikürkçü, C. (۲۰۱۰). Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activity of essential oil of endemic Ferula lycia Boiss. J. Med. Plants Res, ٤(۱۷), ۱٦۹۸-۱۷۰۳.

۲۸) Li, T., Hu, W., Li, J., Zhang, X., Zhu, J., & Li, X. (۲۰۱۲). Coating effects of tea polyphenol and rosemary extract combined with chitosan on the storage quality of large yellow croaker (Pseudosciaena crocea). Food Control, ۲٥(۱), ۱۰۱-۱۰٦.

۲۹) Li, X., & Wang, Z. (۲۰۰۹). Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of the essential oil in leaves of Salvia miltiorrhiza Bunge. Journal of Essential Oil Research, ۲۱(٥), ٤۷٦-٤۸۰.

۳۰) Mohammadhosseini, M., Venditti, A., Sarker, S. D., Nahar, L., & Akbarzadeh, A. (۲۰۱۹). The genus Ferula: Ethnobotany, phytochemistry and bioactivities–A review. Industrial crops and products, ۱۲۹, ۳٥۰-۳۹٤.

۳۱) Naz, S., Siddiqi, R., & Asad Sayeed, S. (۲۰۰۸). Effect of flavonoids on the oxidative stability of corn oil during deep frying. International journal of food science & technology, ٤۳(۱۰), ۱۸٥۰-۱۸٥٤

۳۲) Pandey, K. B., Mehdi, M. M., Maurya, P. K., & Rizvi, S. I. (۲۰۱۰). Plasma protein oxidation and its correlation with antioxidant potential during human aging. Disease Markers, ۲۹(۱), ۳۱-۳٦.

۳۳) Sagyndykova, M., Imanbayeva, A., Suleimen, Y. M., & Ishmuratova, M. Y. (۲۰۱۹). Chemical composition and properties of essential oil of Ferula foetida (Bunge) Regel growing on Mangyshlak peninsula. Bull. Karaganda Univ, ٤, ۲٥-۳٤.

۳۴) Seyednezhad, S. M., Dehghan, H., & Fazli, M. (۲۰۲۳). Evaluation of antidiabetic effects, antioxidant activities, and phytochemical components of oleo-gum resins from three Iranian plants. Applied Chemistry, (Articles in Press).

۳٥) Sharopov, F. S., Khalifaev, P. D., Satyal, P., Sun, Y., Safomuddin, A., Musozoda, S., ... & Setze, W. N. (۲۰۱۹). The chemical composition and biological activity of the essential oil from the underground parts of Ferula tadshikorum (Apiaceae). Records of Natural Products, ۱۳(۱), ۱۸-۲۳.

۳٦) Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (۲۰۱٥). Plant physiology and development (No. Ed. ٦). Sinauer Associates Incorporated.

۳۷) Tepe, B., Sokmen, M., Akpulat, H. A., & Sokmen, A. (۲۰۰٦). Screening of the antioxidant potentials of six Salvia species from Turkey. Food Chemistry, ۹٥(۲), ۲۰۰-۲۰٤.

۳۸) Yang, L., Abduraimov, O., Tojibaev, K., Shomurodov, K., Zhang, Y. M., & Li, W. J. (۲۰۲۲). Analysis of complete chloroplast genome sequences and insight into the phylogenetic relationships of Ferula L. BMC genomics, ۲۳(۱), ۱-۱٤.

Comparison of chemical compositions of Iranian, Tajik and Kazakh populations of Ferula assa foetida

Abstract

The aim of this study is to compare the chemical composition of the essential oil of Ferula assa foetida (Iranian, Tajik and Kazakh species) which are cultivated and harvested in Balkh province. The essential oil of these three species was extracted by water distillation using a Clevenger apparatus. The components of the extract were identified using a GC-MS (gas chromatography coupled to mass spectrometry) device. The results showed that the most important compounds of the Iranian type of Ferula assa foetida plant are propenyl secine butyl disulfide (٤٢,٧٢٪), acetone dimethyl mercaptol (١٤,٨٤٪), the most important compounds of the Tajik type of Ferula assa foetida plant are propenyl secine butyl disulfide (١٩,٦١٪), acetone and dimethyl mercaptol (١٨,٢٥٪), and ٨-ethylpentadidecane (١٧,٩٧٪), and the most important chemical compounds of the Kazakh type of Ferula assa foetida plant are methyl-٢-methoxy-٣-methylbutanoid (٦٥,٥٣٪) and propenyl secine butyl disulfide (١٣,٦١٪). The chemical compounds extracted from the essential oil of Iranian and Tajik Ferula assa foetida do not show significant differences because they have many common compounds, but one of the Kazakh sample compounds that accounts for more than ٦٠٪ of the essential oil compounds is an alkane type that is not present in the Iranian and Tajik types. In general, the results of this study showed that the different populations of Ferula assa foetida or Ferula assa foetida studied in this study produce gum or medicinal essential oil that have differences in terms of chemical compounds, which is probably due to the differences in ecological factors of the habitats where these populations are cultivated and the effect of these factors on the studied factors.

Keywords: Propyl sec-butyl disulfide, acetone dimethyl mercaptol, *Ferula assa foetida*, essential oil.