Eco-phytochemical of Medicinal Plants
Print ISSN: 2322-3235
Online ISSN: 2783-4697
Islamic Azad University Gorgan Branch
Iranian Society of Medical Plants

Fatty acid Profiles of some Plant species of the Apiaceae Family with an Approach to Chemotaxonomic Relationships

Zeinab Gholizadeh[1], Mehdi Ghasemi Nafchi[1*], Hamzeali Shirmardi[2]

[1] Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran, Email: mehdighasemin@sku.ac.ir

[2] Research Division of Natural Resources, Chaharmahal and Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (AREEO), Shahrekord, Iran.

Article type:
Research article

Article history
Received: 2024-4-27
Revised: 2024-4-29
Accepted: 2024-5-14

Keywords
Altitude
Apiaceae
Oil
Petroselinic Acid
Saturated Fatty Acid
Chemotaxonomy

Abstract

Plants are one of the important sources of fatty acids. Various types of saturated and unsaturated fatty acids are widely used in food industry, health, plant ecophysiology and chemotaxonomy. This study aimed to investigate the oil content, fatty acid profile, and chemotaxonomic relationships of some plant species of the Apiaceae family collected from Fars, Isfahan, Chaharmalal and Bakhtiari provinces in Iran. Oil extraction was done by soxhlet method and compounds were separated by gas chromatography after derivatization in the form of methyl ester. Species cluster analysis was done with a distance algorithm between two data and Euclidean similarity matrix using PAST 3.17 software. Based on the results, the average oil yield of plant species was estimated between 5.1% and 26.18% and there was a high positive correlation between the altitude of the habitats and the oil yield. Petroselinic acid (C18:1(n-6)) and alpha-linolenic acid (C18:3(n-3)) were the main compositions of fatty acids of all species. Oleic acid and gamma-linolenic acid were detected only in *Ferula* and *Pimpinella* species respectively. The rate of total omega-3 fatty acids varied from %10.42 to %17.99 among species. *Smyrnium cordifolium*, *Ferulago angulata*, *Tetrataenium lasiopetalum* and *Conium maculatum* were rich in petroselinic acid (60-78%). Chemical dendrogram based on eighteen fatty acids with high similarity coefficient distinguished *Ferula* species in one group and *Conium* in a separate group similar to botanical classification. The results show that the fatty acid composition of the seeds of some genera of the Apiaceae family, together with the morphological and molecular characteristics, can be used as a tool to solve the taxonomic complexities between the tribes and genera of the Apiaceae family to be used in the flora of Iran.

Cite this article as: Gholizadeh, Z., Ghasemi Nafchi, M., Shirmardi, H.Z. (2024). Fatty acid Profiles of some Plant species of the Apiaceae Family with an Approach to Chemotaxonomic Relationships. *Eco-phytochemical of Medicinal Plants*, 12(2): 97-110.

©The author(s)
Publisher: Islamic Azad University, Gorgan branch

اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی
شاپا چاپی: ۲۳۲۲-۳۲۳۵
شاپا الکترونیکی: ۲۷۸۳-۴۶۹۷
دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان
انجمن گیاهان دارویی ایران ثبت ۱۸۹۶۳

نیمرخ اسیدهای چرب برخی گونه‌های گیاهی تیره چتریان با رویکردی بر روابط کیموتاکسونومی

زینب قلی‌زاده[۱]، مهدی قاسمی‌نافچی[۱*]، حمزه‌علی شیرمردی[۲]

[۱] گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، ایران، رایانامه: mehdighasemin@sku.ac.ir

[۲] مربی پژوهشی، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۰۸
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۴/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۲۶

واژه‌های کلیدی:
اسید پتروسلینیک
اسید چرب اشباع
ارتفاع
چتریان
روغن
کموتاکسونومی

چکیده

گیاهان یکی از منابع مهم تأمین کننده‌ی اسیدهای چرب هستند. انواع اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع در صنایع غذایی، سلامت، اکوفیزیولوژی گیاهی و کموتاکسونومی کاربرد فراوان دارند. این پژوهش با هدف بررسی میزان روغن، نیمرخ اسیدهای چرب و روابط کموتاکسونومیک برخی گونه‌های گیاهی تیره‌ی چتریان جمع‌آوری شده از استان های فارس، اصفهان و چهارمحال وبختیاری در ایران انجام شد. استخراج روغن توسط روش سوکسوله و جداسازی ترکیبات با دستگاه کروماتوگرافی گازی پس از مشتق‌سازی به صورت متیل استر انجام شد. تجزیه خوشه‌ای گونه‌ها با الگوریتم فاصله بین دو داده و ماتریس تشابه اقلیدسی با استفاده از نرم‌افزار PAST 3.17 انجام گرفت. براساس نتایج، میانگین بازده روغن گونه‌های گیاهی بین ۵/۱ تا ۲۶/۱۸ درصد برآورد شد و همبستگی مثبت بالایی بین ارتفاع از سطح دریای رویشگاه‌ها و بازده روغن وجود داشت. اسید پتروسلینیک ((C18:1(n-6)) و پس از آن اسید آلفا-لینولنیک ((C18:3(n-3)) ترکیب اصلی اسیدهای چرب همه گونه‌ها بود. اسید اولئیک و اسید گاما-لینولنیک تنها به‌ترتیب در گونه‌های جنس *Ferula* و *Pimpinella* شناسایی شدند. درصد مجموع اسیدهای چرب امگا-۳ از ۱۰/۴۲ تا ۱۷/۹۹ بین گونه‌ها متغیر بود. *Smyrnium cordifolium*، *Ferulago angulata*، *Tetrataenium lasiopetalum* و *Conium maculatum* غنی از اسید پتروسلینیک (۶۰ تا ۷۸ درصد) بودند. دندروگرام شیمیایی براساس هجده اسیدهای چرب با ضریب تشابه بالا جنس‌های *Ferula* را در یگ گروه و *Conium* را در یک گروه جداگانه مشابه رده‌بندی گیاه‌شناسی از یکدیگر تمایز داد. نتایج نشان می‌دهد که ترکیب اسید چرب بذرهای برخی از جنس‌های تیره‌ی چتریان می‌تواند همراه با ویژگی‌های مورفولوژیکی و مولکولی، به‌عنوان یک ابزار جهت برطرف کردن پیچیدگی‌های تاکسونومیکی میان قبیله‌ها و جنس‌های تیره چتریان در فلور ایران مورد استفاده قرار گیرد.

استناد: قلی‌زاده، زینب؛ قاسمی‌نافچی، مهدی؛ شیرمردی، حمزه‌علی (۱۴۰۳). نیمرخ اسیدهای چرب برخی گونه‌های گیاهی تیره چتریان با رویکردی بر روابط کیموتاکسونومی. *فصلنامه اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی*، ۱۲ (۲)، ۱۱۰-۹۷.

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان
© نویسندگان.

مقدمه

اسیدهای چرب خوراکی از نظر بیوشیمیایی تری-گلیسیرید نامیده می‌شوند، زیرا هر مولکول چربی یک مولکول گلیسرول دارد که به سه مولکول از اسیدهای چرب مشابه یا متفاوت متصل است. بیشتر روغن‌های گیاهی از بذرهای گیاهان استخراج می‌شوند و ارزش غذایی بالایی دارند. این ترکیبات ممکن است از انواع اشباع یا غیراشباع باشند (Taceuchi et al., 1998) که در جنبه‌های مختلفی از آن‌ها استفاده می‌شود. در صنایع غذایی، روغن‌های گیاهی معمولا در پخت و پز مورد استفاده قرار می‌گیرند (Tickell and Tickell, 2003). بدن انسان و اغلب پستانداران قادر به ساختن برخی از اسیدهای چرب غیراشباع با بیش از یک پیوند دوگانه نیستند، ولی گیاهان قادر به ساخت اغلب اسیدهای چرب ضروری هستند. در سلامت و درمان بیماری‌ها، اسیدهای چرب ضروری می‌توانند بیماری های قلبی عروقی را کاهش دهند و همچنین موجب کاهش پیشرفت آترواسکلروز در بیماران مبتلا به عروق کرونری، کاهش فشار خون، کاهش کلسترول، بهبود دیابت و افزایش مقاومت بدن شوند. آنها اثرات مثبتی بر عملکرد سلول‌ها داشته و سبب جبران نقص عملکردی آنها مانند رشد بی‌رویه سلول‌های سرطانی و یا تقویت سیستم ایمنی بدن می-شوند (Namazi et al., 2011; Kozłowska et al., 2016; Akbar et al., 2024). در مباحث اکوفیزیولوژی گیاهی نیز، حضور و میزان اسیدهای چرب در بذر گیاهان در ارتباط با سازگاری به دماهای زیر صفر درجه‌ی سلسیوس و حفاظت سیستم‌های بیولوژیک آن‌ها در برابر سرمای شدید نقش دارند (Kodama et al., 1994). همچنین در رده‌بندی گیاهی، برای حل روابط بین گیاهان و فیلوژنی آن‌ها به عنوان داده‌های فیتوشیمیایی بکار می‌رود که به آن شیمی-تاکسونومی (Chemotaxonomy) گفته می‌شود (Bhargava, 2013). مطالعات گذشته به وضوح نشان داده است که ترکیب اسیدهای چرب بافت‌های فتوسنتزی یک روش جالبی برای مطالعات شیمی-تاکسونومیک و فیلوژنتیک تیره‌های نهاندانگان است (Mongrand et al., 2005).

در میان اسیدهای چرب، اسید پتروسلینیک (C18:1 cis-Δ6) یک اسید چرب نادر است که ویژه‌ی گیاهان تیره‌ی چتریان است. این اسید چرب حدود ۸۰ درصد از کل اسیدهای چرب موجود در بذرهای این تیره را تشکیل می‌دهد، درحالی که در برگ‌ها و سایر قسمت‌های این گیاهان به مقدار خیلی کم یافت می-شود (Hajib et al., 2023). اسید پتروسلینیک می‌تواند با تبدیل شدن به دیگر اسیدهای چرب، یک منبع سازگار با محیط زیست از این اسیدهای با ارزش را ارائه دهد (Ngo- Duy et al., 2009). شناسایی این اسید چرب غیرمعمول در بذر گونه‌های تیره‌ی چتریان می‌تواند به عنوان مشخصه‌ی مناسبی برای تأیید روابط رده‌بندی و فیلوژنیک بکار رود (Bagci et al., 2007). در تنها پژوهش صورت گرفته روی ترکیب اسیدهای چرب بذر تیره‌ی چتریان، مقدار این اسید از بذر *Kelussia odoratissima* به میزان ۷۵/۳۵ درصد گزارش شد (Saeedi and Omidbaigi, 2010). اسید پتروسلینیک از روغن بذر جعفری (*Petroselinum crispum*) در سال۱۹۰۹ استخراج و شناسایی شده است (Vongerichten and Köhler, 1909). تاکنون اسید پتروسلینیک به میزان بالایی در جنس‌هایی از تیره‌ی چتریان و نیز عشقه (Araliaceae) گزارش شده است (Calvin and Downie, 2007; Hajib et al., 2023).

کشور ایران یکی از مراکز اصلی تجمع و پراکنش انواع بیشماری از گیاهان تیره‌ی چتریان (Apiaceae) بوده که در برگیرنده‌ی نزدیک به ۱۲۲ جنس است که شماری از آن‌ها یک گونه‌ای بوده و در ردیف گیاهان

دارویی انحصاری ایران هستند (Mozaffarian, 2007). خانواده چتریان در منطقه فلور ایران چندان شناخته شده نیست. بسیاری از شرح های ارائه شده در فلورا ایرانیکا موقتی هستند و جنس‌های انحصاری کوچکی که قرابت‌های فیلوژنتیکی آنها مبهم است. جنس‌هایی مانند *Ferula*، *Prangos* و *Heracleum* دارای پیچیدگی از نظر طبقه‌بندی هستند (Ajani et al., 2008). بنابراین با توجه به تنوع گونه‌های تیره‌ی چتریان در ایران، هدف از انجام این پژوهش، شناسایی اسیدهای چرب روغن بذر و بررسی امکان استفاده از ترکیب اسیدهای چرب در روابط تاکسونومیک بین برخی گونه‌های تیره‌ی چتریان در ایران بود.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری بذر و استخراج روغن: بذر نه گونه گیاهی از جنس‌های مختلف تیره‌ی چتریان، از استان‌های چهارمحال و بختیاری، فارس و گشنیز به عنوان استاندارد جهت شناسایی اسید پتروسلینیک از استان اصفهان در نیمه اول شهریور ماه به صورت توده‌ای جمع‌آوری شد (جدول ۱). گونه‌های گیاهی توسط هرباریوم بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری و اصفهان شناسایی و تأیید شدند. استخراج روغن در سه تکرار با استفاده از دستگاه سوکسله و حلال هگزان به مدت تقریبی ۵ ساعت از ۵۰ گرم بذر پودر شده صورت گرفت و جداسازی هگزان از روغن با استفاده از دستگاه روتاری وکیوم انجام شد و میانگین بازده روغن (میلی گرم در ۱۰۰ گرم ماده‌ی خشک) گزارش شد.

جدول ۱: مشخصات گونه‌های مورد مطالعه از تیره‌ی چتریان

نام فارسی	مکان جمع‌آوری	ارتفاع از سطح دریا (متر)	نام علمی
باریجه	چهارمحال‌و بختیاری، لردگان	۳۱۰۱	*Ferula gummosa* Boiss.
آنغوزه تلخ	فارس، نیریز	۱۷۹۵	*Ferula assa-foetida* L.
آنغوزه شیرین	فارس، جندق	۱۸۰۲	*Ferula assa-foetia* L.
کما	چهارمحال‌و بختیاری، کیار	۲۰۵۰	*Ferula ovina* Boiss.
آوندول	چهارمحال‌و بختیاری، لردگان	۲٤۳۷	*Smyrnium cordifolium* Boiss.
گلپر برفی	چهارمحال‌و بختیاری، کوهرنگ	۲٤۰۰	*Tetrataenium lasiopetalum* (Boiss.) Manden.
شوکران	چهارمحال‌و بختیاری، کیار	۲۰۵٦	*Conium maculatum* L.
چویل	چهارمحال‌و بختیاری، لردگان	۳۲٦٦	*Ferulago angulata* (Schltdl.) Boiss.
جعفری کوهی	چهارمحال‌و بختیاری، کیار	۲۰۵٦	*Pimpinella* sp.
گشنیز	اصفهان، اصفهان	۱۳۱۲	*Coriandrum sativum* L.

مشتق سازی و شناسایی اسیدهای چرب: برای مشتق سازی اسیدهای چرب به متیل استرهای فرار، مقدار ۰/۰۵ گرم از روغن استخراج‌شده وزن و به آن ۵ میلی‌لیتر سود متانولی ۲ درصد و ۲ میلی‌گرم اسید چرب C15 به‌عنوان استاندارد داخلی اضافه شد و به مدت ۱۰ دقیقه درون یک بشر حاوی آب در حال جوش حرارت داده شد. سپس ۲/۱۸ میلی‌لیتر بورتری فلورید متانولی به آن اضافه و عمل رفلاکس به مدت ۲ تا ۳ دقیقه دیگر ادامه یافت. در ادامه ۱/۵ میلی‌لیتر هگزان به نمونه اضافه و برای رسوب دادن مولکول‌های گلیسرول، ۱ میلی‌لیتر نمک اشباع سدیم کلرید (۳۰۰ گرم در لیتر) به محلول اضافه و مخلوط

حاصل به‌شدت تکان داده شد. در پایان آب‌گیری از نمونه اسیدهای چرب، ۱ میلی‌لیتر از فاز رویی جدا و به همراه ۰/۵ گرم سدیم سولفات (به‌عنوان ماده‌ی جاذب رطوبت) به‌وسیله سانتریفیوژ با ۲۵۰۰ دور در دقیقه به مدت ۲ تا ۵ دقیقه مخلوط کرده و سپس فاز رویی به دستگاه کروماتوگرافی گازی تزریق شد (Moazzami Farida et al., 2016).

مشخصات دستگاه کروماتوگرافی گازی جهت جداسازی ترکیبات: مدل Unicam 4600 ساخت انگلستان مجهز به آشکارساز یونیزاسیون شعله‌ای (FID) و نوع ستون BPX70 با طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۲ میلی‌متر و ضخامت فاز ساکن ۰/۲۵ میکرون؛ گاز حامل هلیوم با فشار ۲۰ سانتی‌متر بر ثانیه، دمای محل تزریق ۲۵۰ درجه‌ی سلسیوس و دمای آشکارساز ۲۵۰ درجه‌ی سلسیوس، شروع دما از ١٦٥ درجه‌ی سلسیوس با سرعت ۲۰ درجه‌ی سلسیوس در هر ۵ دقیقه تا ۲۹۰ درجه‌ی سلسیوس تا پایان، تزریق به میزان ۰/۲ میکرولیتر و به روش شکافی/بدون شکاف با نسبت ۱:۱۰. برای شناسایی اسیدهای چرب، زمان بازداری هر یک از پیک‌ها با زمان بازداری استانداردهای متیل استر مقایسه شدند. میزان کل اسیدهای چرب به‌صورت میلی‌گرم اسید چرب به گرم روغن با معادله زیر محاسبه و به صورت درصد نیز بیان شد (Moazzami Farida et al., 2016).

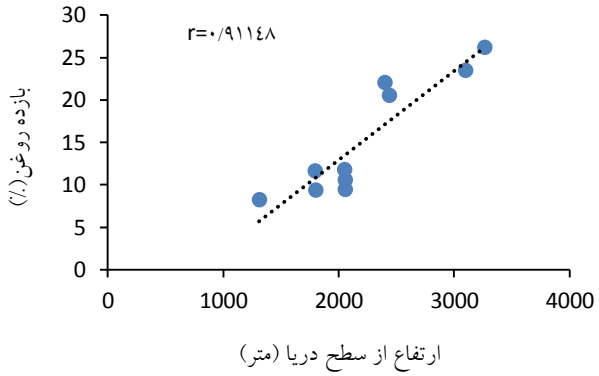
$$\text{مقدار کل اسیدهای چرب} = \frac{\text{سطح زیرپیک اسید چرب} \times \left(\frac{2}{\text{مساحت زیرپیک استاندارد داخلی}}\right)}{\text{وزن نمونه}}$$

تجزیه و تحلیل داده‌ها

آزمون همبستگی پیرسون جهت تعیین رابطه‌ی بین صفت ارتفاع از سطح دریا و بازده روغن با نرم افزار SPSS انجام شد. گروه‌بندی گونه‌ها توسط تجزیه‌ی خوشه‌ای با استفاده از نرم‌افزار PAST 3.17 انجام گرفت. خوشه‌بندی با استفاده از الگوریتم فاصله‌ی بین دو داده و ماتریس تشابه اقلیدسی صورت گرفت و دندروگرام با ضریب کوفنتیک ۰/۸۵ رسم شد. همچنین نمودارها توسط نرم افزار اکسل رسم شدند.

نتایج

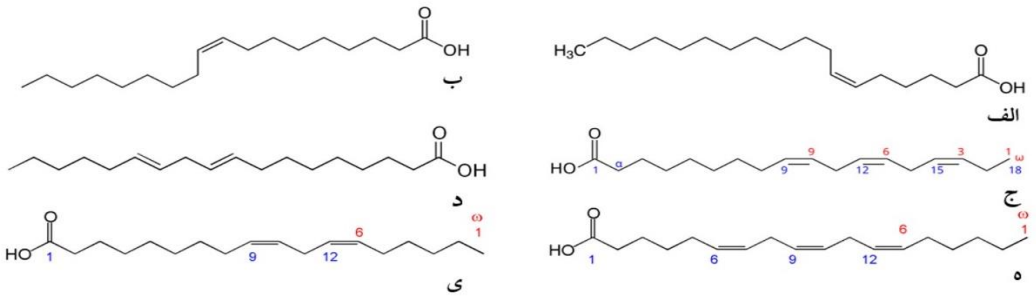
همبستگی بین ارتفاع از سطح دریا و بازده روغن گونه‌ها: همبستگی مثبت با ضریب r=۰/۹۱۱٤۸ بین ارتفاع از سطح دریا و بازده روغن گونه‌ها وجود داشت (شکل ۱) که نشان می‌دهد با افزایش ارتفاع، بازده روغن هم افزایش می‌یابد. کمترین بازده روغن ۹/۳۳ درصد در آنغوزه شیرین با ارتفاع ۱۸۰۲ متر از سطح دریا و بیشترین بازده روغن ۲٦/۱۸ درصد در چویل با ارتفاع ۳۲٦٦ متر از سطح دریا بدست آمد.



شکل ۱: نمودار همبستگی بین ارتفاع از سطح دریا و بازده روغن گونه‌های گیاهی از تیره چتریان

بازده روغن و میزان کل اسیدهای چرب (TFA): میزان بازده روغن، بین ۹/۳۳ درصد در آنغوزه شیرین تا ۲٦/۱۸ درصد در چویل متغیر بود (جدول۲). میزانTFA (میلی‌گرم / گرم روغن گیاهی)، در گونه-های مورد مطالعه تفاوت بسیاری را نشان داد به این ترتیب که کمترین میزان آن ٤/٥۳ میلی‌گرم / گرم روغن در آنغوزه شیرین و بیشترین میزان آن ۷۹/٦۰ میلی‌گرم/ گرم روغن در شوکران بدست آمد.

ترکیب و نوع اسیدهای چرب: در این پژوهش در مجموع تعداد ۱۸ اسید چرب شناسایی شد که از نظر نوع و مقدار بین گونه‌ها متفاوت بود. ساختار شیمیایی اسیدهای چرب اصلیشناسایی شده در روغن بذر برخی گونه های تیره چتریان در شکل ۲ نشان داده شده است. اسیدهای چرب مایریستیک، پالمیتیک، استئاریک، پتروسلینیک، آلفا-لینولنیک، آلفا-لینولئیک، آراشیدیک و آراشیدونیک در تمام گونه‌ها شناسایی شدند (جدول ۲). اولین اسید چرب شناسایی شده غالب اسید پتروسلینیک بود که بیشترین درصد در شوکران کبیر و گلپر برفی و کمترین درصد در آنغوزه تلخ بدست آمد، ولی درصد این اسید چرب در گونه-های جنس *Ferula* کمتر از دیگر جنس‌ها بود. از طرفی دیگر، اسید اولئیک تنها در گونه‌های جنس *Ferula* وجود داشت. آلفا-لینولنیک دومین اسید چرب مهم از نظر مقدار بود. اسید لینوایلائیدیک فقط در کما و اسید گاما-لینولنیک تنها در جعفری کوهی وجود داشت. بیشترین درصد اسید ایکوزنوئیک در *Ferula ovina* برآورد شد.



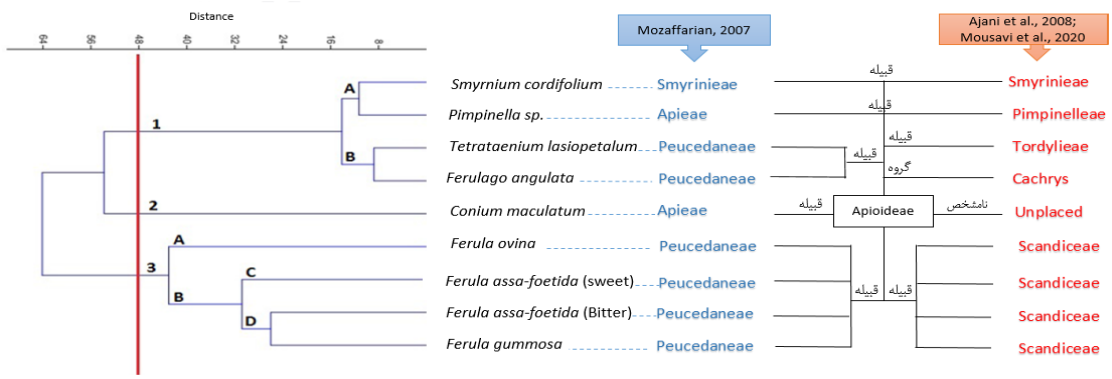
شکل ۲: ساختار شیمیایی اسیدهای چرب اصلی شناسایی شده از روغن بذر برخی گونه های تیره چتریان: الف: اسید پتروسلینیک، ب: اسید اولئیک، ج: اسید آلفا-لینولئیک، د: اسید لینوایلائیدیک، ه: اسید گاما-لینولنیک، ی: اسید آلفا-لینولنیک

به‌طورکلی اسیدهای چرب غیراشباع، بیشترین درصد اسیدهای چرب روغن اکثر گونه‌ها را شامل شدند که بیشترین درصد را شوکران (۹٥/٤٦) و کمترین آن باریجه (۳۱/۸۳) به خود اختصاص دادند (جدول ۲). همچنین، بیشترین و کمترین مقدار اسید چرب اشباع، به ترتیب در آنغوزه تلخ و شوکران به میزان ٦٤/۲۸ و ٤/۰۹ درصد بود. نتایج نشان داد که مجموع اسیدهای چرب با یک پیوند غیراشباع در گلپر برفی (۷۷/۷۷)، شوکران (۷۷/٤۰) و چویل (۷۰/۳٤) و همچنین درصد مجموع اسیدهای چرب با چند پیوند غیراشباع بین ۱۱/٤٤ تا ۲۹/٦۹ متغیر بود و بیشترین در جعفری کوهی برآورد شد. نتایج این پژوهش نشان داد که بیشترین درصد مجموع اسیدهای چرب اُمگا-٦ در گیاه جعفری کوهی (۱۹/۲۷) و درصد مجموع اسیدهای چرب امگا-۳ بین ۱۰/٤۲ تا ۱۷/۹۹ در گونه‌ها متغییر بود (جدول ۲). کمترین نسبت درصد اُمگا-٦ به اُمگا-۳ به ترتیب مربوط به آوندول و شوکران و بیشترین مربوط به جعفری کوهی (۱/۸٥) بود.

جدول ۲: درصد و ترکیب اسیدهای چرب روغن حاصل از بذر گونه های تیره چتریان

ردیف	اسید چرب	ساختار	باریجه	آنغوزه تلخ	آنغوزه شیرین	کما	آوندول	گلپر برفی	شوکران	چویل	جعفری کوهی
۱	Caprylic acid	C8:0	۲۷/۵۸	۲۰/۲۲	۱۸/۰۱	۱/۱۱	۰/۲۵	-	۰/۲۶	٤/٤۰	۱۱/۵٦
۲	Capric acid	C10:0	۵/٤۳	۲٤/۱۲	۲/۲۰	۱/۱۸	۰/٤۸	-	-	-	-
۳	Lauric acid	C12:0	۱/٦۳	۲/۹٦	٤/۸٤	-	۰/۱۸	-	-	-	-
٤	Myristic acid	C14:0	۰/٤۸	۱/۷۰	٤/٦۰	۰/٦٤	۰/۱۸	۰/۰٦	۰/۰۵	۰/۱۱	۰/۲۲
۵	Palmitic acid	C16:0	۲/۷۲	۱۱/۱۱	۱۲/۵۱	۲/٦۹	۵/۳۳	۵/۱۹	۳/۱۲	۵/۲۹	٤/۵۷
٦	Palmitoleic acid	C16:1(n-7)	۰/۲۷	–	۳/۰۰	۰/۱٦	۰/۳۷	۰/۲٤	۰/٤۲	۰/۵٦	۱/٦۳
۷	Margaric acid	C17:0	۰/۰۷	۰/۳٤	۰/۷۲	-	۰/۰۳	-	-	۰/۵٦	۱٦/۰٤
۸	Stearic acid	C18:0	۰/۵٦	۳/۳۳	۲/۷٤	۱/٤۲	۰/۹۳	۱/۱۱	۰/۵٦	۱/۲۳	۱/۷۹
۹	Petroselinic acid	C18:1(n-6)	۲۰/۱۲	۱۲/٦۲	۳۰/۲۰	۱۷/۰۸	٦۰/٦۷	۷٦/۹۳	۷٦/٦۸	٦۹/۷۰	٤۱/۵۰
۱۰	Oleic acid	C18:1(n-9)	۱/۰٤	۸/٦۸	۲/۳۵	۷/۵۷	-	-	-	-	-
۱۱	α-Linolenic acid	C18:3(n-3)	۱۰/۸۹	۱۰/۲٦	۱۰/۱۲	۱۱/۱۸	۱٦/۵۲	۱۵/۰۷	۱۷/۷۸	۱۷/۲۹	۱۰/۰۳
۱۲	Linoelaidic acid	C18:2(n-6)	-	-	-	٦/۳۰	-	-	-	-	-
۱۳	γ-Linolenic acid	C18:3(n-6)	-	-	-	-	-	-	-	-	۱۹/۱٦
۱٤	α-Linoleic acid	C18:2(n-3)	۰/۳۸	۲/٤۰	۱/۷۲	۰/۳۲	۰/۵٤	۰/٤۲	۰/۲۱	۰/۵٦	۰/۳۹
۱۵	Arachidic acid	C20:0	۰/۰۷	۰/۵۰	۰/۹۷	۰/۷۵	۰/۱۵	۰/۲۷	۰/۱۰	۰/۱۳	۰/۲۳
۱٦	Eicosanoid acid	C20:1	-	-	-	۳۰/۵٤	۰/٤۸	۰/٦۰	۰/۳۰	۰/۰۸	-
۱۷	Eicosatrienoic acid	C20:3(n-3)	-	-	۰/۹۳	۰/۰۷	-	-	-	-	-
۱۸	Arachidonic acid	C20:4(n-6)	۰/۱۷	۱/۷٦	۱/۲۹	۰/۷٦	۰/۰۵	۰/۱۳	۰/۰۷	۰/۱۲	۰/۱۱
	بازده روغن (درصد)		۱۹/۰٤	۱۱/٦٤	۹/۳۳	۱۱/۷۳	۲۰/۵٤	۲۲/۰۱	۹/۵٤	۲٦/۱۸	۱۰/۵۹
	میزان کل اسیدهای چرب (میلی‌گرم/ گرم روغن)		۲۲/۷۵	٤/۵۳	۸/۸۹	۲۰/۲۱	۳۵/۹٤	۷٦/۰۸	۷۹/٦۰	٤۰/۲٤	۲۱/٤۲
	مجموع اسیدهای چرب اشباع		۳۸/۹۷	٦٤/۲۸	٤٦/۵۹	۷/۷۹	۷/۵۳	٦/٦۳	٤/۰۹	۱۱/۷۰	۳٤/۲۱
	مجموع اسیدهای چرب غیراشباع		۳۱/۸۳	۳۵/۷٤	٤۹/٦۱	۷۳/۹۸	۷۸/٦۳	۹۳/۳۷	۹۵/٤٦	۸۸/۳۰	۷۲/۵۲
	مجموع اسیدهای چرب با یک پیوند غیراشباع		۲۰/۳۹	۲۱/۳۰	۳۵/۵۵	۵۵/۳۵	٦۱/۵۲	۷۷/۷۷	۷۷/٤۰	۷۰/۳٤	٤۳/۱۳
	مجموع اسیدهای چرب با چند پیوند غیراشباع		۱۱/٤٤	۱٤/٤۲	۱٤/۰٦	۱۸/٦۳	۱۷/۱۱	۱۵/٦۲	۱۸/۰٦	۱۷/۹۷	۲۹/٦۹
	نسبت اسیدهای چرب اشباع به غیراشباع		۱/۲۲	۱/۰۰	۰/۹٤	۰/۱۱	۰/۱۰	۰/۰۷	۰/۰٤	۰/۱۳	۰/٤۵
	امگا-٦		۰/۱۷	۱/۷٦	۱/۲۹	۷/۰٦	۰/۰۵	۰/۱۳	۰/۰۷	۰/۱۲	۱۹/۲۷
	امگا-۳		۱۱/۲۷	۱۲/٦٦	۱۲/۷۷	۱۱/۵۷	۱۷/۰٦	۱۵/٤۹	۱۷/۹۹	۱۷/۸۵	۱۰/٤۲
	نسبت امگا ٦ به امگا ۳		۰/۰۱	۰/۱٤	۰/۱۰	۰/٦۱	۰/۰۰۳	۰/۰۰۸	۰/۰۰۳	۰/۰۰۷	۱/۸۵

روابط کموتاکسونومیک بین گونه‌ها: تجزیه خوشه‌ای بر اساس ۱۸ ترکیب اسید چرب انجام شد و گونه‌های مورد مطالعه به ۳ گروه طبقه‌بندی شدند (شکل ۳). در گروه اول، گونه‌های آوندول و جعفری کوهی در زیرگروه A و گلپر برفی و چویل در زیرگروه B قرار گرفتند. گونه شوکران به تنهایی در گروه دوم قرار گرفت. تمامی جنس‌های ***Ferula*** در گروه سوم قرار گرفتند، به طوری که کما در زیر گروه 3A و آنغوزه شیرین در زیرگروه 3BC و آنغوزه تلخ به همراه باریجه در زیرگروه 3BD طبقه بندی شدند.



شکل ۳: دندروگرام مقایسه‌ی خوشه‌بندی جنس‌های تیره‌ی چتریان براساس ترکیب اسیدهای چرب، رده‌بندی مظفریان (١٣٨٦) براساس مورفولوژی و رده‌بندی Ajani و همکاران (٢٠٠٨) براساس توالی‌های nrDNA ITS

بحث

اثرات ارتفاع از سطح دریا بر بازده و ترکیب

روغن‌ها: پژوهش حاضر اولین گزارش از بازده روغن، ترکیبات آن و بررسی همبستگی آنها با ارتفاع از سطح دریا از گونه‌های مورد مطالعه در ایران است. پژوهش‌ها نشان داده است که بدون شک حضور و میزان اسیدهای چرب در بذر گیاهان در ارتباط با سازگاری به دماهای زیر صفر درجه‌ی سلسیوس و حفاظت سیستم‌های بیولوژیک آن‌ها در برابر سرمای شدید نقش دارند (Kodama et al., 1994). نتایج این پژوهش نشان داد که با افزایش ارتفاع از سطح دریا، بازده روغن افزایش می‌یابد (شکل ١). با افزایش ارتفاع از سطح دریا میزان روغن زیتون افزایش یافته است (Usanmaz et al., 2018) ولی در بررسی میزان روغن جمعیت‌های مختلف نسترن کوهی (*Rosa canina*)، با افزایش ارتفاع از سطح دریا میزان روغن کاهش یافته است (Nejadhabibvash et al., 2020). با افزایش ارتفاع به دلیل کاهش طول دوره رشد، میزان روغن کاهش می‌یابد ولی درصد ترکیبات اسید چرب تغییر می‌کند، به‌طوری‌که با افزایش ارتفاع درصد اسیدهای چرب غیراشباع به ویژه C18:3 افزایش و درصد اسیدهای چرب اشباع کاهش می‌یابند (Kodama et al., 1994; Beyhan et al., 2011). نتایج میزان بازده روغن حاصل از بذر جنس های مورد مطالعه را بین ٩/٣٣ در آنغوزه شیرین تا ٢٦/١٨ درصد در چویل نشان می‌دهد (جدول ٢). بازده روغن از زنیان ٦/٧٧ درصد، انیسون ٧/٠٣ درصد، آنغوزه ١٩/٩٣ درصد و گشنیز ١٢/٥٢ درصد از کشور هند گزارش شده است (Daga et al., 2022). در پژوهشی روی گیاهان تیره چتریان از ترکیه، بازده روغن گونه های جنس *Ferula* و *Ferulago* بین ١٠/١١ تا ١٤/٥٩ درصد بوده است (Ghafoor et al., 2019). در پژوهش حاضر میزان روغن در *Smyrnium cordifolium* ٢٠/٥٤ درصد بود. در پژوهشی روی شش گونه از جنس *Smyrnium*، میزان عملکرد روغن بین ١٥/٥٠ تا ٢٦/٦٠ درصد گزارش شده است (Kleiman and Spencer, 1982). میزان عملکرد روغن در گیاه چویل، ٢٦/١٨ درصد یافت شد. در مطالعه‌ای روی همین جنس در گونه‌ی *F. pauciradiata* به میزان ١٩/٥٥ درصد بدست آمده است (Bagci et al., 2007) که کمتر از نتایج ما بود. همچنین میزان عملکرد روغن در *F. ovina* ١٩/١٠ درصد، در *F. oopoda* ١٩/١٠ درصد، در *F. gummosa* ٤٦/٩٠ درصد، در *F. communis* ٩/٢٠ درصد و *F. assa-foetida* ١٠/٤٠ درصد بوده است (Kleiman and Spencer, 1982) که بیشتر از نتایج پژوهش ما بوده است. عملکرد روغن در بذر گونه‌های دیگر تیره چتریان از جمله رازیانه، ١٢/٢٢-١٤/٤ درصد (Cosge et al., 2008)، گشنیز ٢٦/٤ درصد (Msaada et al., 2009)، شوید ٩/٣ درصد

(Saleh-E-In and Roy, 2007) و زیره سبز ١٤/٥ درصد (Hemavathy and Prabhakar, 1988) گزارش شده است. به طور کلی پژوهش‌های دیگران، دامنه بازده روغن حاصل از گونه‌های این پژوهش را تائید می‌کند.

ترکیب اسیدهای چرب روغن‌ها: اسید چرب غالب روغن گونه‌ها اسید پتروسلینیک بود به طوریکه آوندول، گلپر برفی، شوکران و چویل به میزان ٦٠ تا ٧٧ درصد غنی از آن بودند (جدول ٢). یک بررسی روی ٤١٨ لاین از *Daucus carota* نشان داد که درصد اسید پتروسلینیک در بذر دامنه‌ای بین ٥٥-٨٨ درصد از کل اسیدهای چرب را شامل می‌شود (Liu and Hamond, 1994). در پژوهش دیگری میزان اسید پتروسلینیک در گونه‌های جنس *Heracleum* بین ٣٩ تا ٦٤/٢ درصد و در شوکران ٦٢/٩ درصد بوده است (Bagci *et al*., 2007). در تنها پژوهش صورت گرفته روی ترکیب اسیدهای چرب بذر تیره‌ی چتریان از ایران، مقدار این اسید در *Kelussia odoratissima* به میزان ٧٥/٣٥ درصد گزارش شد (Saeedi and Omidbaigi, 2010) که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. اسیدهای چرب اصلی روغن برگ‌های *Kelussia odoratissima* اسید لینولیک (٢٥/٤٦ درصد) و آلفا-لینولنیک (١٦/٦٦ درصد) است و اسید پتروسلینیک ٢/٥٣ درصد از کل اسیدهای چرب روغن برگ این گونه را شامل می‌شود (Ghasemi et al., 2015). همچنین میزان اسید پتروسلینیک در شوکران ٧٦/٨٥ بدست آمد که بیشتر از مقدار بدست آمده در مطالعه‌ی (Kleiman and Spencer, 1982) است. در مطالعه‌ای روی *Smyrnium olusatrum* از بین ١٢ اسید چرب شناسایی شده، اسید پتروسلینیک بیشترین درصد (به طور میانگین ٦٧/٥ درصد) را نسبت به دیگر اسیدهای چرب شناسایی شده داشته است (Caprioli et al., 2014). به طور کلی گونه‌های متعلق به خانواده‌ی چتریان یک منبع طبیعی عالی از اسید چرب پتروسلینیک هستند که یک اسید چرب کمیاب در نظر گرفته می‌شود. انیسون (*Pimpinella anisum*)، زیره سیاه (*Carum carvi*)، کرفس (*Apium graveolens*)، گشنیز (*Coriandrum sativum*)، زیره سبز (*Cuminum cyminum*)، شوید (*Anethum graveolens*)، رازیانه (*Foeniculum vulgar*) و جعفری (*Petroselinum crispium*) از دیگر منابع این اسید چرب هستند (Sayed-Ahmad et al., 2017). بر اساس مطالعات متعدد در بررسی اثر این اسید چرب نتایج حاکی از آن است که فعالیت ضد دیابت، ایجاد مقاومت به انسولین در دیابت نوع دوم، مهارکننده‌ی آنزیم توپوایزومراز، افزایش نفوذپذیری ایندومتاسین و پروپیلن گلیکول در پوست، فعالیت ضد میکروبی علیه چندین گونه باکتری، مخمرها و کپک‌ها داشته باشد. همچنین برای کاهش یا حفظ وزن، در مراقبت از فیبر کراتین جهت پیشگیری و کنترل میکروالتهاب فولیکول‌های مو، برای تقویت انسجام بافت پوست سر، به عنوان یک عامل ضدتحریک و ضدگزش، جهت جلوگیری از کدرشدن ناخن و درمان پرفشاری خون نیز بکار می‌رود. (Hajib et al., 2023).

براساس نتایج این پژوهش اسید آلفا-لینولنیک دومین ترکیب اصلی (١٠/٠٣ تا ١٧/٧٨ درصد) در روغن گونه‌های مورد مطالعه است. مقدار این ترکیب در گیاه آنغوزه از هند ١٠/٧٨ درصد (Daga et al., 2022) و در گیاه شوکران ٠/٢٠ درصد و گونه‌ای چویل ٤/٥٠ درصد و گونه‌های گلپر ٠/٣٢ تا ٠/٣٩ درصد از ترکیه (Bagci et al., 2007) گزارش شده است که مقدار بدست آمده در ایران بیشتر از مقادیر هند و ترکیه است. اسید آلفا-لینولنیک نقش‌های متنوعی از جمله پیشگیری از بیماری‌های قلبی عروقی، اثرات ضد التهابی، اثرات ضد سرطانی، تنظیم چربی خون و کاهش فشار خون ایفا می‌کند (Yan et al., 2024). اسید لینوایلایدیک فقط در گیاه *Ferula ovina* شناسایی شد که پیش‌تر از گیاه *Ephedra alte* گزارش شده است

(Salman et al., 2024). این یک اسید چرب ترانس است که معمولاً در طی فرآیند گرم کردن روغن‌های گیاهی یافت می‌شود و همچنین توسط باکتری در معده‌ی نشخوارکنندگان تولید می‌شود (Iwata et al., 2011). این اسید چرب مشتق شده از گونه‌ای ماهی دریایی، فعالیت ضد سرطانی سریع و مؤثری در برابر سلول‌های MCF-7 نشان داده است (Dutta et al., 2023).

در این پژوهش به جز گونه‌های جنس *Ferula* دیگر گونه‌ها فاقد اسید اولئیک بودند. مقدار آن در گونه‌ی *F.assa-foetida* در پژوهشی ٢٤/٦٤ درصد (Daga et al., 2022) و توسط Ghafoor و همکاران (٢٠١٩) از گونه‌های *Ferula* بین ١٠ تا ٦٦ درصد گزارش کردند که بیشتر از نتایج این پژوهش هستند. در دیگر پژوهش‌ها اسید اولئیک در روغن گونه‌های شوکران (٢١ درصد)، گلپر (٢٠ تا ٣٦ درصد) و چویل (٢١ تا ٤٨ درصد) شناسایی شده است (Bagci et al., 2007; Ghafoor et al., 2019) که در پژوهش حاضر وجود نداشت.

در پژوهش ما، برای اولین بار اسید گاما-لینولنیک فقط در جنس *Pimpinella* به میزان ١٩/١٦ درصد از تیره‌ی چتریان شناسایی شد. این اسید چرب از دیگر گونه‌های تیره‌ی چتریان تاکنون گزارش نشده است (Bagci et al., 2007; Ghafoor et al., 2019; Daga et al., 2022). اسید گاما-لینولنیک، نوعی اسید چرب است که اگرچه بدن می‌تواند آن را از اسید لینولئیک تولید کند، اما به طور مشروط ضروری است. فقط مقادیر کمی از آن را می‌توان در بسیاری از گیاهان یافت و معمولاً در بیشتر روغن‌های دانه‌های گیاهی تجاری وجود ندارد. منابع گیاهی کمی شامل روغن‌های گاوزبان اروپایی، گل مغربی، انگور فرنگی سیاه و اخیراً شاهدانه برای تولید تجاری اسید گاما لینولنیک جهت استفاده در صنایع غذایی، داروسازی، غذای حیوانات خانگی و صنایع آرایشی و بهداشتی استفاده شده است. اسید گاما لینولنیک نقش مهمی در جلوگیری از رشد سلول‌های سرطانی دارد (Rahimi et al., 2024; Baker, 2024).

اسید چرب ایکوزنوئیک، در پنج گونه از گونه‌های مورد مطالعه یافت شد که در چهار گونه کمتر از یک درصد ولی در *Ferula ovina*، به میزان ٣٠/٥٤ درصد بود. تمام مقادیر گزارش شده از دیگر پژوهش‌ها روی گونه‌های تیره‌ی چتریان بسیار کمتر (٠/٠٧ تا ٤/٢٠ درصد) از نتایج این پژوهش بوده است. از دیگر تیره‌های گیاهی، در گیاه *Selenia grandis* و *Alyssum maritimum* از تیره شب بو (Brassicaceae) این اسید چرب به ترتیب ٥٨/٥ درصد و ٤١/٨٠ درصد از کل اسیدهای چرب را تشکیل داده است. در گیاه *Marshallia caespitosa* از تیره‌ی کاسنی (Asteraceae) به میزان ٤٤ درصد گزارش شده است (Mikolajczak et al, 1963).

درصد اسیدهای چرب غیراشباع پژوهش حاضر در گونه‌های شوکران (٩٥/٦ درصد)، چویل (٨٨/٣٠ درصد) و گلپر برفی (٩٣/٣٧ درصد) بیشتر از مقادیر گزارش شده از ترکیه بود (Bagci et al., 2007). درصد اسیدهای چرب غیراشباع در *Ferula communis* از تونس ١٤ درصد گزارش شده که کمتر از گونه‌های *Ferula* (٣١ تا ٤٩ درصد) در ایران است. نسبت مجموع اسیدهای چرب اشباع به غیراشباع نشان می‌دهد که گونه‌های کما، آوندول، گلپر برفی، شوکران و چویل غنی از اسیدهای چرب غیراشباع هستند. در گیاهان مورد مطالعه توسط Bagci و همکاران (٢٠٠٧) میزان درصد اسیدهای چرب غیراشباع در دامنه‌ی ٨٥/٩ تا ٩٤/٧ درصد گزارش شد که با نتایج این پژوهش هم‌خوانی دارد. اسیدهای چرب غیراشباع تأثیر بسیار زیادی در جلوگیری از بیماری‌های قلبی دارند (Leibovitz and Tappel, 1990).

در پژوهش حاضر مجموع اسیدهای چرب اُمگا-٦ میزان ١٩/٢٧ درصد در جنس *Pimpinella* بود. این

مقدار با درصد اُمگا-٦ گیاه کلزا، کتان و زیتون برابری می‌کند و از میزان اُمگا-٦ نارگیل و پالم بیشتر است (Kris-Etherton et al., 2002). در سایر گونه‌ها مقدار آن بین ٠/٠٥ تا ١/٧٦ درصد برآورد شد. همچنین در این پژوهش درصد مجموع اسیدهای چرب اُمگا-٣ بین ١٠/٤٢ تا ١٧/٩٩ درصد بود. این مقدار برابر با درصد امگا-٣ کلزا و بیشتر از منابع مهم روغن‌های گیاهی مانند ذرت، زیتون، سویا و آفتابگران بوده ولی کمتر از کتان هستند (Kris-Etherton et al., 2002). هر دو اسید چرب امگا-٦ و امگا-٣ برای بدن ضروری هستند و باید به یک نسبت متعادل در بدن باشند. آن‌ها برای آنزیم‌هایی که آن‌ها را به ترکیب های فعال تبدیل کند، رقابت می‌کنند. بنابراین زمانی که امگا-٦ زیادی مصرف شود، از آنزیم‌های بیشتری استفاده کرده و منجر به ایجاد یک محیط پیش التهابی می‌شود. یکی از راهکارهای کاهش ابتلا به بیماری‌ها، عدم افزایش نسبت اسیدهای چرب اُمگا-٦ به اُمگا-٣ است (Simopoulos, 2002). این نسبت به جز در جنس *Pimpinella* (١/٨٥)، در دیگر گونه‌های گیاهی کمتر از ٠/١٤ بود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که بیشتر گونه‌های مورد مطالعه غنی از اسیدهای چرب اُمگا-٣ هستند.

روابط کموتاکسونومیک بین گونه‌ها: براساس نتایج این پژوهش، در دندروگرام خوشه‌بندی جنس‌های تیره‌ی چتریان (شکل ٣)، چهار گونه‌ی جنس *Ferula* شامل باریجه، آنغوزه‌ی شیرین، آنغوزه‌ی تلخ و کما در یک گروه قرار گرفتند. براساس رده‌بندی فلور ایران، تیره‌ی چتریان (Mozaffarian, 2007)، گونه‌های مورد مطالعه‌ی جنس *Ferula* در قبیله‌ی Peucedaneae و براساس بررسی توالی‌های nrDNA ITS (Nuclear ribosomal DNA-Internal Transcribed Spacer) همه چهار گونه جنس *Ferula* در قبیله Scandiceae قرار دارند (Ajani et al., 2008) که یافته‌های این پژوهش را تأیید می‌کنند. آنغوزه‌ی تلخ و شیرین با وجود داشتن یک نام علمی (*Ferula assa-foetida*) در زیرگروه‌های جداگانه قرار گرفتند. طبقه‌بندی آنغوزه به دو گروه تلخ و شیرین براساس بوی بذر و صمغی است که بهره‌برداران محلی تشخیص می‌دهند. ممکن است کمای جندقی با نام علمی *Ferula gabrielli* به اشتباه آنغوزه تلخ معرفی شود (Mozaffarian, 2013). کما به دلیل تنها گونه‌ی دارای اسید ایلائیدیک، درصد کم اسید پتروسلینیک و درصد زیاد اسید ایکوزانوئید در زیرگروهی جدا از دیگر گونه‌های جنس *Ferula* قرار گرفته است. در این پژوهش شوکران (*Conium maculatum*) با داشتن کمترین ضریب تشابه در دندروگرام خوشه‌بندی، در یک گروه جداگانه قرار گرفته است. اگرچه جنس *Conium* در قبیله‌ی Apieae (Mozaffarian, 2007) قرار دارد، ولی در مطالعات مولکولی قبیله و جایگاه این جنس نامشخص گزارش شده است (Ajani *et al.*, 2008; Winter *et al.*, 2008) که اختلاف زیاد با دیگر جنس‌ها در این پژوهش را توجیه می‌کند. گونه‌ی گلپر برفی و چویل در یک زیرگروه قرار گرفتند که ضریب تشابه بالا بین این دو گونه را نشان می‌دهد. هر دو گونه از درصد بالایی از اسید پتروسلینیک و اسید آلفا-لینولنیک برخوردارند که در قبیله‌ی Peucedaneae (Mozaffarian, 2007) قرار گرفته‌اند. براساس مطالعات مولکولی گلپر برفی در قبیله‌ی Tordylieae و چویل در گروه Cachrys جای دارند (Ajani, et al., 2008; Mousavi et al., 2020). این اختلاف می‌تواند ناشی از نبود اسیدهای چرب کاپریلیک و مارگاریک در روغن گلپر برفی باشد. با اینکه گونه‌ی آوندول و *Pimpinella* در یک زیرگروه قرار گرفته‌اند ولی از نظر رده‌بندی گیاهی به دو قبیله‌ی متفاوت تعلق دارند. اختلاف آنها در داشتن درصد بالای اسید مارگاریک و گاما-لینولنیک در روغن *Pimpinella* است. در میان اسیدهای چرب، اسید پتروسلینیک، یک اسید چرب نادر، ترکیب غالب روغن بذر بسیاری از گونه‌های تیره‌ی Apiaceae و

Araliaceae است (Stuhlfauth et al., 1985) این ویژگی می‌تواند به‌عنوان یک نشانگر در رده‌بندی مورد استفاده قرار گیرد به طوریکه داده‌های مولکولی روابط بسیار قوی بین این دو تیره را نیز نشان می‌دهد (Grayer et al., 1999). در پژوهشی روی گیاهان تیره چتریان، با استفاده از الگوی اسیدهای چرب و توکوکرومانول جنس‌های *Prangos*، *Heracleum*، *Conium* و *Ferulago* منطبق با رده‌بندی گیاهی در فلور ترکیه، تمایز یافتند و بر تعیین مقدار اسیدهای چرب غیرمعمول مانند اسید پتروسلینیک تأکید شده است (Bagci, 2007). در پژوهش حاضر گلپر برفی و شوکران در بین گونه‌ها با محتوی بیش از ٧٦ درصد اسید پتروسلینیک، منابع مهم این اسید چرب شناخته شدند. بررسی ترکیبات فرار جنس *Scandix* از قبیله‌ی Scandiceae در تیره‌ی چتریان نشان داد که استرهای فرار می‌تواند به عنوان نشانگرهای کموتاکسونومیک برای این جنس بکار رود (Radulović et al., 2013). استفاده از نیمرخ اسیدهای چرب در گونه‌های *Bupleurum* مورد مطالعه تنها تا حدی با تمایز گونه مطابقت داشت و در برخی موارد با آن در تضاد بوده است و توانایی اسیدهای چرب در تمایز تنها به گروه‌های خاصی از گونه‌ها محدود شده است (Tykheev et al., 2020). نتایج بررسی الگوی اسیدهای چرب بذر ١٢ جمعیت از ١٦ گونه‌ی *Salvia* از ایران را به‌منظور رده‌بندی شیمیایی تیز تأیید می‌کند که نیمرخ اسیدهای چرب می‌تواند به‌عنوان یک نشانگر برای تفکیک گونه‌ها منطبق با رده‌بندی گیاه‌شناسی استفاده شود (Moazzami Farida et al., 2016).

نتیجه‌گیری نهایی

براساس نتایج این پژوهش، دندروگرام شیمیایی براساس ترکیب اسیدهای چرب به خوبی گونه‌های گیاهی را به ویژه در جنس *Ferula* و *Conium* از یکدیگر تمایز داد. این نشان می‌دهد که ترکیب اسید چرب بذرهای برخی از جنس‌های تیره چتریان می‌تواند به عنوان یک الگوی شیمیایی با طبقه‌بندی‌های درون جنسی و بین جنسی مرتبط باشد. مطالعات روی بررسی محتوی اسیدهای چرب بسیاری از گونه‌های گیاهی تیره‌ی چتریان صورت نگرفته است. وجود مقادیر بالای اسید پتروسلینیک به عنوان نشانگر ویژه‌ی تیره‌ی چتریان و کاربردهای آن در صنایع مختلف و شناسایی اسیدهای چرب آلفا و گاما-لینولنیک به عنوان اسیدهای چرب ضروری و مفید، بر ضرورت بررسی نیمرخ اسیدهای چرب دیگر جنس‌های این تیره تأکید دارد. کشور ایران با داشتن ٣٦٣ گونه، ١٢٢ جنس که ١٢ جنس آن انحصاری هستند، یکی از مرکز مهم تنوع در تیره‌ی چتریان است. این تیره در کشور ایران کمتر شناخته شده است و بسیاری از گونه‌ها به ویژه گونه‌های انحصاری دارای پیچیدگی‌های تاکسونومیک هستند. با توجه به توانایی نیمرخ اسیدهای چرب روغن بذر در شناسایی و تمایز گونه‌ها می‌تواند همراه با ویژگی‌های مورفولوژیکی و مولکولی، به عنوان یک ابزار جهت توصیف روابط کموتاکسونومیک، تکامل میان قبیله‌ها و جنس‌های تیره چتریان در فلور ایران مورد استفاده قرار گیرد.

References

Ajani, Y., Ajani, A., Cordes, J. M., Watson, M. F., and Downie, S. R. 2008. Phylogenetic analysis of nrDNA ITS sequences reveals relationships within five groups of Iranian Apiaceae subfamily Apioideae. Taxon. 57(2): 383-401.

Akbar, S., Rahman, A., Ahmad, N., Imran, M., and Hafeez, Z. 2024. Understanding the Role of Polyunsaturated Fatty Acids in the Development and Prevention of Cancer. Nutrition and Dietary Interventions in Cancer. 57-93.

Bagci, E. 2007. Fatty acids and tocochromanol patterns of some Turkish Apiaceae (Umbelliferae) plants; a chemotaxonomic approach. Acta Botanica Gallica. 154(2): 143-151.

Baker, E. J. (2024). Alternative sources of bioactive omega-3 fatty acids: what are the options? Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care. 27(2): 106-115.

Beyhan, O., Elmastas, M., Genc, N., and Aksit, H. (2011). Effect of altitude on fatty acid composition in Turkish hazelnut (*Coryllus avellana* L.) varieties. African Journal of Biotechnology. 10(71): 16064-16068.

Bhargava, V. V., Patel, S. C., and Desai, K. S. 2013. Importance of terpenoids and essential oils in chemotaxonomic approach. International Journal of Herbal Medicine. 1(2): 14-21.

Caprioli, G., Fiorini, D., Maggi, F., Marangoni, M., Papa, F., Vittori, S., and Sagratini, G. 2014. Ascorbic acid content, fatty acid composition and nutritional value of the neglected vegetable Alexanders (*Smyrnium olusatrum* L., Apiaceae). Journal of Food Composition and Analysis. 35(1): 30-36.

Cosge, B., Kiralan, M. and Gürbüz, B. 2008. Characteristics of fatty acids and essential oil from sweet fennel (*Foeniculum vulgare* Mill. var. *dulce*) and bitter fennel fruits (*F. vulgare* Mill. var. *vulgare*) growing in Turkey. Natural Product Research. *22*(12): 1011-1016.

Daga, P., Vaishnav, S. R., Dalmia, A. and Tumaney, A. W. 2022. Extraction, fatty acid profile, phytochemical composition and antioxidant activities of fixed oils from spices belonging to Apiaceae and Lamiaceae family. Journal of Food Science and Technology. 1-14.

Dutta, A., Panchali, T., Khatun, A., Jarapala, S. R., Das, K., Ghosh, K. ... and Pradhan, S. 2023. Anti-cancer potentiality of linoelaidic acid isolated from marine Tapra fish oil (*Ophisthopterus tardoore*) via ROS generation and caspase activation on MCF-7 cell line. Scientific Reports. 13(1): 14125.

Ghafoor, K., Doğu, S., Mohamed Ahmed, I. A., Fadimu, G. J., Geçgel, Ü. Al Juhaimi, F. ... and Özcan, M. M. 2019. Effect of some plant species on fatty acid composition and mineral contents of *Ferulago*, *Prangos*, *Ferula*, and *Marrubium* seed and oils. Journal of food processing and Preservation. 43(5): e13939.

Ghasemi, M., Mirlohi, A., Ayyari, M., and Shojaeiyan, A. 2015. *Kelussia odoratissima* Mozaff. as a rich source of essential fatty acids and phthalides. Journal of HerbMed Pharmacology. 4(4): 115-120.

Grayer, R. J., Chase, M. W. and Simmonds, M. S. 1999. A comparison between chemical and molecular characters for the determination of phylogenetic relationships among plant families: an appreciation of Hegnauer's "Chemotaxonomie der Pflanzen". Biochemical Systematics and Ecology. 27(4): 369-393.

Hajib, A., El Harkaoui, S., Choukri, H., Khouchlaa, A., Aourabi, S., El Menyiy, N. ... and Matthaeus, B. 2023. Apiaceae Family an Important Source of Petroselinic Fatty Acid: Abundance, Biosynthesis, Chemistry, and Biological Proprieties. Biomolecules. 13(11): 1675.

Hemavathy, J., and Prabhakar, J. V. 1988. A research note lipid composition of cumin (*Cuminum cyminum* L.) seeds. Journal of Food Science. 53(5): 1578-1579.

Iwata, N. G., Pham, M., Rizzo, N. O., Cheng, A. M., Maloney, E., and Kim, F. 2011. Trans fatty acids induce vascular inflammation and reduce vascular nitric oxide production in endothelial cells. PLoS One. 6(12): e29600.

Kleiman, R. and Spencer, G. F. 1982. Search for new industrial oils: XVI. Umbelliflorae seed oils rich in petroselinic acid. Journal of the American Oil Chemists' Society. 59(1): 29-38.

Kodama, H., Hamada, T., Horiguchi, G., Nishimura, M. and Iba, K. 1994. Genetic enhancement of cold tolerance by expression of a gene for chloroplast [omega]-3 fatty acid desaturase in transgenic tobacco. Plant Physiology. 105 (2): 601-605.

Kozłowska, M., Gruczyńska, E., Ścibisz, I., and Rudzińska, M. 2016. Fatty acids and sterols composition, and antioxidant activity of oils extracted from plant seeds. Food chemistry. 213: 450-456.

Kris-Etherton, Penny M.; William S. Harris, and Lawrence J. Appel. 2002. Fish Consumption, Fish Oil, Omega-3 Fatty Acids, and Cardiovascular Disease. Circulation. 106: (21): 2747–57.

Leibovitz, B., Hu, M. L. and Tappel, A. L., 1990. Dietary supplements of vitamin E, beta-carotene, coenzyme Q10 and selenium protect tissues against lipid peroxidation in rat tissue slices. The Journal of Nutrition. 120(1): 97-104.

Liu, L., Hammond, E. G. and Wurtele, E. S. (1994). Accumulation of petroselinic acid in developing somatic carrot embryos. Phytochemistry. 37(3): 749-753.

Mikolajczak, K. L., Smith, C. R. and Wolff, I. A. 1963. Three new oilseeds rich in *cis*-11-eicosenoic acid. Journal of the American Oil Chemists' Society. 40(7): 294-295.

Moazzami Farida, S. H., Radjabian, T., Ranjbar, M., Salami, S. A., Rahmani, N., and Ghorbani, A. 2016. Fatty acid patterns of seeds of some *Salvia* species from Iran–a chemotaxonomic approach. Chemistry and Biodiversity. 13(4): 451-458.

Mongrand, S., Badoc, A., Patouille, B., Lacomblez, C., Chavent, M., and Bessoule, J. J. 2005. Chemotaxonomy of the Rubiaceae family based on leaf fatty acid composition. Phytochemistry. 66(5): 549-559.

Mousavi, S., Mozaffarian, V., Mummenhoff, K., Downie, S. R., and Zarre, S. 2020. An updated lineage-based tribal classification of Apiaceae subfamily Apioideae with special focus on Iranian genera. Systematics and Biodiversity. 19(1): 89-109.

Mozaffarian, V. 2013. Identification of medicinal and aromatic plant of Iran. Farhang Moaser Pub. 1444.

Msaada, K., Hosni, K., Taarit, M. B., Hammami, M., and Marzouk, B. 2009. Effects of growing region and maturity stages on oil yield and fatty acid composition of coriander (*Coriandrum sativum* L.) fruit. Scientia Horticulturae. 120(4): 525-531.

Namazi, L., Sahari, M.A., Zarringhalami, S. and Qanati, K. 2011. The possibility of functional oil formulation of Omega-3 and Omega-6 of *Linume usitatissmum*, *Cartamus tinctorius* L. seeds and evaluation of physico-chemical characteristics during 4 months. Iranian Journal of Medicinal Plants. 40(4): 144-159

Nejadhabibvash, F., Pirvash, A., and Khamoushi, S. 2020. Evaluation and comparison of oil content and fatty acid profiles of different populations of *Rosa canina* L. in different habitats of Azerbaijan, North-West Iran. Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants. 8(2): 45-59.

Ngo- Duy C. C., Destaillats F., Keskitalo M., Arul J., and Angers P. 2009. Triacylglycerols of Apiaceae seed oils: composition and regiodistribution of fatty acids. European journal of lipid science and technology. 111 (2): 164-169.

Radulović, N. S., Mladenović, M. Z., and Blagojević, P. D. 2013. A 'Low- Level'Chemotaxonomic Analysis of the Plant Family Apiaceae: The Case of *Scandix balansae* Reut. ex Boiss.(Tribe Scandiceae). Chemistry and Biodiversity. 10(7): 1202-1219.

Rahimi, K., Givi, M. E., Rezaie, A., Hekmatmanesh, M., and Ardakani, Y. S. 2024. The protective effects of Gamma-linolenic acid against indomethacin-induced gastric ulcer in rats. British Journal of Nutrition. 1-28.

Saeedi, K., and Omidbaigi, R. 2010. Chemical characteristics of the seed of Iranian endemic plant *Kelussia odoratissima*. Chemistry of natural compounds. 46: 813-815.

Saleh-E-In, M. M., and Roy, S. K. 2007. Studies on fatty acid composition and proximate analyses of *Anethum sowa* L. (dill) seed. Bangladesh Journal of Scientific and Industrial Research. 42(4): 455-464.

Salman, H. A., Yaakop, A. S., Al-Rimawi, F., Makhtar, A. M. A., Mousa, M., Semreen, M. H., and Alharbi, N. S. 2024. *Ephedra alte* extracts' GC-MS profiles and antimicrobial activity against multidrug-resistant pathogens (MRSA). Heliyon.

Sayed-Ahmad, B., Talou, T., Saad, Z., Hijazi, A., and Merah, O. 2017. The Apiaceae: Ethnomedicinal family as source for industrial uses. Industrial crops and products. 109: 661-671.

Simopoulos, A. P. 2002. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. Biomedicine and pharmacotherapy. 56(8): 365-379.

Stuhlfauth, T., Fock, H., Huber, H., and Klug, K. 1985. The distribution of fatty acids including petroselinic and tariric acids in the fruit and seed oils of the Pittosporaceae, Araliaceae, Umbelliferae, Simarubaceae and Rutaceae. Biochemical systematics and ecology. 13(4): 447-453.

Thomas, A., Matthäus, B. and Fiebig, H. J. 2000. Fats and fatty oils. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry.

Tickell, J. and Tickell, K. 2003. From the fryer to the fuel tank: the complete guide to using vegetable oil as an alternative fuel. Biodiesel America.

Tykheev, Z. A., Anenkhonov, O. A., Zhigzhitzhapova, S. V., Taraskin, V. V., Radnaeva, L. D., and Zhang, F. 2020. Do Compositions of Lipid Fraction Correspond to Species Differentiation in *Bupleurum* L. (Apiaceae)? Plants. 9(11): 1407.

Usanmaz, S., Öztürkler, F., Helvaci, M., Turgut, A. L. A. S., Kahramanoğlu, İ., and Aşkin, M. A. 2018. Effects of periods and altitudes on the phenolic compounds and oil contents of olives, cv. ayvalik. International Journal of Agriculture Forestry and Life Sciences. 2(2): 32-39.

Vongerichten, E. and Kohler, A. 1909. Uber Petroselinsäure, eine neue Olsaure. European Journal of Inorganic Chemistry: 42(2): 1638-1639.

Winter, P. J., Magee, A. R., Phephu, N., Tilney, P. M., Downie, S. R., and van Wyk, B. E. 2008. A new generic classification for African peucedanoid species (Apiaceae). Taxon. 57(2): 347-364.

Yan, H., Zhang, S., Yang, L., Jiang, M., Xin, Y., Liao, X. ... and Lu, J. 2024. The Antitumor Effects of α-Linolenic Acid. Journal of Personalized Medicine. 14(3): 260.