



Investigation of secondary metabolites of *Dorema kopetdaghense* Pimenov
in Khorasan Razavi province

Zahra Mohamadzade Shabestari¹, Rahele Rahbarian^{2*}

¹ Department of Biology, Payam Noor University, Tehran, Iran

² Assistant Professor, Department of Biology, Payam Noor University, Tehran, Iran, Email: a_rahbarian@pnu.ac.ir

Article type:

Research article

Abstract

The *Dorema* genus belongs to the Apiaceae family, which includes aromatic and medicinal species. Many chemical compounds, including terpenes, coumarins and phenolic compounds, have been isolated from *Dorema* species, and a wide range of antimicrobial, anti-inflammatory, antioxidant, cytotoxic, etc. activities have been reported from this genus in modern medicine. Since the species of this genus have valuable medicinal properties, it is possible that *D. kopetdaghense* Pimenov is a valuable medicinal plant whose properties remain almost unknown, and limited studies have been done on its compounds and secondary metabolites. In this study, the chemical compounds present in the extract of shoot and root were studied separately. In this study, the plant was collected in spring and after drying, hydroalcoholic extract from the aerial parts and roots of the plant was prepared by Soxhlet extraction and the essential oil of the plant was prepared by Clevenger apparatus. Then, phenolic compounds, anthocyanins and fatty acids were measured by the HPLC method, alkaloids by LC-MS method and terpenoids by GC-MS method. Four phenolic compounds, rutin, quercetin, quercitrin, and luteolin were identified in the essential oil of the shoot and root of *D. kopetdaghense* Pimenov in shoot and root. 3 phenolic compounds, myricetin, m-coumaric acid and apigenin were found only in the aerial parts of the plant. 3 fatty acids campesterol, stigmasterol and beta-sitosterol were identified in shoot and root. 3 alkaloidal compounds cocsuline, berbamin and dauricine were reported in shoot and root. The most common compound identified in the plant was terpenoid content, which was reported as 38 compounds in aerial parts and 32 compounds in roots. Limonene, caryophyllene oxide, phytol, farnesol and neophytadine are the main terpene compounds identified in the plant.

Article history

Received: 2025-03-09

Revised: 2025-05-10

Accepted: 2025-05-20

Keywords

Dorema kopetdaghense

Endemic Khorasan

Phytochemistry

Phenolic compound

Extract

Cite this article as: Mohamadzade Shabestari, Z., Rahbarian, R. (2025). Investigation of secondary metabolites of *Dorema kopetdaghense* Pimenov in Khorasan Razavi province. *Eco-phytochemical Journal of Medicinal Plants*, 13(1): 61-76.



©The author(s)

Publisher: Islamic Azad University, Gorgan branch

Doi: <https://doi.org/10.71847/ejmp.2025.1201551>

بررسی فیتوشیمی گیاه *Dorema kopetdaghense* Pimenov از استان خراسان رضوی

زهرا محمدزاده شبستری^۱، راهله رهباریان^{*}

^۱ استادیار، گروه زیست شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران، رایانامه: a_rahbarian@pnu.ac.ir

نوع مقاله:

چکیده

مقاله پژوهشی

جنس *Dorema* متعلق به خانواده Apiaceae است که شامل گونه‌های آروماتیک و دارویی است. ترکیبات شیمیایی متعددی از جمله ترپن‌ها، کومارین‌ها و ترکیبات فنلی از گونه‌های *Dorema* جدا شده‌است و طیف وسیعی از فعالیت‌های ضد میکروبی، ضد التهابی، آنتی‌اکسیدانی، سمیت سلولی و... از این جنس در پزشکی مدرن گزارش شده‌است. از آنجا که گونه‌های این جنس خواص دارویی ارزشمندی دارند، این احتمال وجود دارد که *D. kopetdaghense* Pimenov یک گیاه دارویی ارزشمند باشد که خواص آن تقریباً ناشناخته مانده‌است و مطالعات محدودی درباره ترکیبات و متابولیت‌های ثانویه آن صورت گرفته‌است. در این مطالعه ترکیبات شیمیایی موجود در عصاره اندام هوایی و ریشه به طور جداگانه مورد مطالعه قرار گرفته‌است. در این مطالعه گیاه فصل بهار جمع آوری شد و پس از خشک شدن، عصاره هیدروالکلی از اندام هوایی و ریشه گیاه به وسیله سوکسله و اسانس گیاه بوسیله دستگاه کلونجر تهیه شد. سپس ترکیبات فنلی، آنتوسیانین‌ها و اسیدهای چرب به روش HPLC، آلکالوئیدها به روش LC-MS و ترپنوئیدها به روش GC-MS اندازه‌گیری شدند. در اسانس اندام هوایی و ریشه گیاه *D. kopetdaghense* Pimenov ۴ ترکیب فنلی روتین، کرسیتین، کوئرستین و لوتئولین در اندام هوایی و ریشه شناسایی شدند. ۳ ترکیب فنلی میریستین، m-کوماریک اسید و آپیزنین فقط در اندام هوایی گیاه یافت شد. ۳ اسید چرب کامپسترول، استیگمسترول و بتا-سیتوسترول در اندام هوایی و ریشه شناسایی شد. ۳ ترکیب آلکالوئیدی کوکسولین، برهامین و داوریسین در اندام هوایی و ریشه گزارش شد. بیشترین اجزای شناسایی شده در گیاه از دسته ترکیبات ترپنوئیدی بود که شامل ۳۸ ترکیب در اندام هوایی و ۳۲ ترکیب در ریشه بود. لیمونن، کاربوفیلن اکساید، فیتول و فارتنول از ترکیبات ترپنی شاخص شناسایی شده در گیاه هستند.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۱۹

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۲/۲۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۲/۳۰

واژه‌های کلیدی:

ترکیبات فنلی

عصاره

فیتوشیمی

گیاه بومی خراسان

گونه گیاهی

Dorema kopetdaghense

استناد: محمدزاده شبستری، زهرا؛ رهباریان، راهله. (۱۴۰۴). ارزیابی ترکیبات فیتوشیمیایی و فعالیت آنتی اکسیدانی گزنه سفید

(*Lamium album* L.) بومی استان مازندران. فصلنامه اکوفیتوشیمی گیاهان دارویی، ۱۳(۱)، ۷۶-۶۱.

Doi: <https://doi.org/10.71847/ejmp.2025.1201551>

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان

© نویسندگان.



مقدمه

ایران یکی از قدیمی‌ترین کشورها در زمینه استفاده از گیاهان دارویی است و اسنادی وجود دارد که نشان می‌دهد مردم ایران در استفاده از گیاهان برای اهداف دارویی پیشگام بوده‌اند. برخی از گیاهانی که در ایران کشت می‌شود و گونه‌های بومی دارویی ایران، جنس‌هایی مانند *Dorema*, *Stachys*, *Satureja*, *Thymus*, *Scrophularia* هستند که خواص آنتی‌اکسیدانی، ضد التهابی و ضد باکتریایی از خودشان نشان داده‌اند (Sharafzadeh, 2012). جنس *Dorema* متعلق به خانواده *Apiaceae* است که شامل گونه‌های آروماتیک و دارویی است و در سراسر جهان شامل ۱۲ گونه شناخته شده است (Iranshahi et al., 2007). جنس *Dorema* شامل ۷ گونه بومی در ایران است و معروف‌ترین آنها *Dorema aucheri* Boiss (بیلهر) و *Dorema ammoniacum* D.Don هستند. این دو گونه در طب سنتی در درمان عفونت و زخم‌های عفونی، اختلالات دستگاه گوارشی، آسم و برونشیت استفاده می‌شود (Amiri et al., 2016). *D. kopetdaghense* Pimenov جزو گونه‌های بومی ایران است که در معرض خطر انقراض قرار دارد و در فهرست قرمز IUCN قرار گرفته‌است. صمغ آن از ۴۰۰۰ سال پیش در ایران جمع‌آوری و در طب سنتی مورد استفاده قرار می‌گرفته‌است (Iranshahi et al., 2007). گونه *D. kopetdaghense* یک گیاه چندساله بزرگ با طول بیش از ۲ متر است. ریشه‌های ذخیره‌ای ضخیم و گل‌های منظم دو جنسه دارد. فقط یکبار در طول چرخه زندگی گل تولید می‌کند و فقط از طریق بذر تکثیر می‌شود (Zibae et al., 2020). در مطالعه‌ای که مظاهری تهرانی و همکاران (۲۰۲۱) بر روی رزین گیاه *D. ammoniacum* انجام دادند، منجر به جداسازی ترکیباتی مانند متیل اولئات، متیل پالمیتولئات، متیل لینولئات، متیل استئارات، اولئیک

اسید، پنتادکان، آلفا-گیورجیونن و بتا-یسیابولن شد و حضور ترکیبات فنلی، اسیدهای چرب و تریپنی در عصاره اولئوگام گیاه تایید شد. این گیاه خواص آنتی‌اکسیدانی و فعالیت ضد باکتریایی خوبی از خود نشان می‌دهد و کاندید مناسبی برای کاربردهای دارویی می‌باشد (Mazaheritehrani et al., 2021). در تحقیقی دیگر در رابطه با گونه *D. ammoniacum* اسانس ساقه و ریشه گیاه به صورت جداگانه به روش GC-MS بررسی شد. ترکیبات اصلی اسانس ساقه شامل هگزادکانال، آلفا-کادینول، سزکوئیسینول، اتیل لینولئات، لیسول، ۷-اُئودسمول هستند. همچنین اسانس دانه شامل ۲-پنتادکانون، ۱۱-اُئودسمول، ژرمارن-D، ۱۱-اُئودسمول می‌باشد. نتایج این مطالعه نشان داد که ترکیبات اسانس قسمت‌های مختلف گیاه با هم متفاوت هستند. تفاوت در ترکیبات اسانس بستگی به شرایط آب و هوایی و اکولوژی دارد و دلیل این تفاوت، نوع فعالیت و عملکرد متفاوت آن‌ها است (Hosseini et al., 2014). در مطالعه‌ای که بر روی اسانس اندام هوایی گونه *D. aucheri* با روش GC-MS انجام شد، ۲۵ ترکیب از اسانس گیاه شامل کاریوفیلن، فیتول، بتا-گیورجیونن و n-هگزادکانوئیک اسید جداسازی شد و مشخص شد که اسانس *D. aucheri* حاوی مقادیر بالایی از کاریوفیلن است (Hossiniyan et al., 2021). محققان مطالعه‌ای به منظور بررسی ترکیبات شیمیایی اسانس برگ و ساقه *D. aucheri* و *D. ammoniacum* انجام دادند. در این مطالعه هیدروکربن‌های سزکوئی‌ترین بیشترین متابولیت‌هایی بودند که در این دو گیاه شناسایی شدند. بتا-کاریوفیلن به عنوان جزء اصلی اسانس برگ *D. aucheri* شناسایی شد. آرومادرن و تترادکان به عنوان ترکیبات اصلی ساقه و برگ *D. ammoniacum* شناسایی شدند (Arabjafari et al., 2023). بررسی بر

روی گونه *D. glabrum* منجر به شناسایی ۲ ترکیب اصلی میریستین و المیسین شد. همچنین چند ترکیب شامل کلروژنیک اسید، مخلوطی از سینارین، مشتقات کافئویل کونینک اسید، ایزوکوئرسیتین و آستراگالین جداسازی شدند. در میان ترکیبات جدا شده مشتقات کافئویل کونینک اسید بالاترین فعالیت رادیکال‌های آزاد را نشان دادند (Delnavazi, 2015). در مطالعه‌ای از عصاره اندام هوایی گیاه *D. aucheri* (E) کاربوفیلن، فیتول، بتا-گیورجوننو_n هگزادکانوئیک اسید جداسازی شد و نشان داده شد که این عصاره اثرات سیتوتوکسیک قوی را دارا می‌باشد (Hosseiniyan et al., 2021). گزارش‌های اندکی در مورد ترکیبات شیمیایی شناسایی شده *D. kopetdaghense* Pimenov وجود دارد. ۵ مشتق سزکوئی ترپن، یک کومارین پرنیله شده و ۲ تا گلوکوزید استروئید از اندام هوایی و ریشه گیاه استخراج شده‌اند. از عصاره استونی اندام هوایی مشتقات سزکوئی ترپن کوپتداغین A, B, C (kopetdaghins) و یک کومارین پرنیله شده و دو ترکیب سیتوسترول O_۳- گلوکوزید و استیگماسترول O_۳- گلوکوزید شناسایی شدند و همچنین کوپتداغین‌های E, D, C, B, A و یک سزکوئی ترپن کومارین از عصاره ریشه استخراج شد (Iranshahi et al., 2007). طبق مطالعه انجام شده ۳ مشتق سزکوئی ترپن ریشه گیاه (کوپتداغین A, C, E) دارای فعالیت ضد التهابی قوی هستند و برای توسعه داروهای ضد التهابی موثر می‌باشند (Rabe et al., 2013). از آنجا که گونه‌های این جنس مانند *D. ammoniacum* D. Don خواص دارویی ارزشمندی دارند، این احتمال وجود دارد که *D. kopetdaghense* Pimenov یک گیاه دارویی ارزشمند باشد که خواص آن تقریباً ناشناخته مانده است (Iranshahi et al., 2007). گیاه *D. kopetdaghense* یکی از گیاهان بومی ایران و

خراسان است و در میان مردم به عنوان دارو و خوراکی استفاده می‌شود. مطالعات اندکی در مورد متابولیت‌ها و ترکیبات شیمیایی گیاه انجام شده است و خواص آن تقریباً ناشناخته است. در مطالعات پیشین وجود فنل‌ها، ترپنوئیدها و گلوکوزید تایید شده است. به همین دلیل این گونه گیاهی برای مطالعه انتخاب شده است و هدف از مطالعه، بررسی متابولیت‌های ثانویه و ترکیبات شیمیایی گیاه است (Mottaghipisheh et al., 2021)

مواد و روش‌ها

برداشت نمونه‌ها: گیاه *Dorema Kopetdaghense* در فصل بهار ۱۴۰۱ از منطقه زنگانلو در ۴۰ کیلومتری شهرستان درگز به سمت کلات جمع آوری شد و توسط کارشناس گیاه شناسی در گروه زیست شناسی دانشگاه پیام نور مشهد جنس و گونه آن تایید شد و کد هرباریومی ۴۵۹ *Dorema Kopetdaghense* Pimenov voucher specimen (NO.459) به آن تعلق گرفت. ساقه، گل، شاخه و برگ‌ها و ریشه گیاه به قطعات کوچکتری تقسیم شد. سپس نمونه‌ها به مدت یک هفته در شرایط بدون رطوبت، سایه و تهویه مناسب در دمای آزمایشگاه خشک شدند.

عصاره گیری و استخراج عصاره: عصاره گیری با دستگاه سوکسله انجام شد. ۳۰ گرم از اندام هوایی (ساقه، گل، شاخه و برگ‌ها) خشک و آسیاب شده و ۳۰ گرم از ریشه خشک و آسیاب شده گیاه وزن شد. با استفاده از دویست و هشتاد سی سی حلال اتانول ۹۶ درصد و صد و بیست سی سی آب به مدت ۵ ساعت در دو دستگاه سوکسله به صورت جداگانه عصاره هیدروالکلی اندام هوایی و ریشه گیاه استخراج شد. عصاره‌ها تا مراحل بعدی در ظروف شیشه‌ای در یخچال در شرایط خنک و تاریک نگهداری شدند. همچنین، اسانس اندام هوایی و ریشه

یک ستون تحلیل و یک ستون کمکی C18 انجام شد. مقداری از نمونه‌های استخراج شده تحت شرایط زیر به سیستم HPLC تزریق شد: ستون ابتدا با متانول-استیک اسید-آب به عنوان حلال A (۱۰:۲:۸۸) به مدت ۱۰ دقیقه متعادل شد. ترکیبات فنلی با یک گرادیان خطی سه مرحله ای شسته شدند (با سرعت جریان ۱/۰ میلی لیتر در دقیقه). مخلوطی از متانول-استیک اسید-آب به عنوان حلال B (۹۰:۲:۸) استفاده شد. تجزیه و تحلیل مجدداً برای هر نمونه تکرار شد. طول موج‌های مختلف ۲۸۰ و ۳۶۰ برای آشکارساز استفاده شد. شناسایی هر ترکیب در مقایسه زمان بازداری (retention time) و قله‌های شناسایی شده بوسیله آشکارساز طیف سنج ماوراء بنفش-مرئی با استانداردهای تزریق شده به دستگاه کروماتوگرافی انجام شد. از استانداردهای کوئرستین، مریستین، m-کوماریک اسید، گالیک اسید، کاتچین و کافئیک اسید و... در گستره غلظت ۲۰ میکروگرم بر میلی لیتر (Rodríguez-Delgado et al, 2002; Stalikas, 2007).

اندازه‌گیری محتوی آنتوسیانین‌ها به روش HPLC: آنالیز بر روی دستگاه Agilent مدل infinity isocratic lc 1220 با یک دستگاه آشکار ساز طیف سنج ماوراء بنفش-مرئی (UV/VIS) در طول موج ۵۲۰ نانومتر انجام شد. آزمایشات با استفاده از ستون c18 با طول ۲۵ سانتی متر، قطر ۴/۶ میلی متر و ضخامت لایه فاز ساکن ۵ میکرومتر (ID 5μm و 25cm×4.6 mm) انجام شد. فاز متحرک مورد استفاده یک شوینده گرادیان دو عنصری بود. حلال A: اسید فرمیک/آب (۱۰:۹۰) و حلال B: اسید فرمیک / استونیتریل (۱۰:۹۰). سرعت جریان ۱ میکرولیتر و دما ۲ درجه سانتی گراد بود. آنتوسیانین‌ها دارای حداکثر جذب در ۵۲۰ نانومتر هستند که این ترکیبات را از سایر فلاونوئیدهای موجود در عصاره گیاه متمایز می‌کند. از استانداردهای

گیاه بوسیله دستگاه کلونجر تهیه شد (Aslani et al., 2015).

اندازه‌گیری محتوی ترپنوئیدی گیاه به روش GC-MS: به منظور شناسایی محتوی ترپنوئیدی گیاه از دستگاه کروماتوگرافی گازی-طیف سنج جرمی یا GC-MS دستگاه Shimadza مدل QP2010SE ساخته کشور ژاپن استفاده شد. کروماتوگرافی گازی با ستون HP_5MS با طول ۳۰ متر، قطر ۲۵۰ میکرومتر و ضخامت لایه فاز ساکن ۰/۲۵ میکرومتر استفاده شد. شرایط عملیاتی GC به شرح زیر بود: دما به مدت ۳ دقیقه ۴۰ درجه سانتی گراد نگهداری شد و با گذشت هر ۵ دقیقه ۵ درجه سانتی گراد به دما دستگاه اضافه شد، تا در نهایت به ۳۰۰ درجه سانتی گراد برسد. این فرایند در مجموع ۶۰ دقیقه طول کشید. از گاز هلیوم با سرعت حجمی ثابت ۱ میلی لیتر بر دقیقه به عنوان گاز حامل استفاده شد. در این آنالیز مخلوط پس از جداسازی با ستون کروماتوگرافی به محفظه یونیزاسیون طیف سنج جرمی وارد شده، یونیزه شد و پس از آن با استفاده از تجزیه گر جرمی بر اساس نسبت جرم به بار (m/z) جداسازی شد. در پایان، شناسایی ترکیبات شیمیایی و مقایسه جرمی با داده‌های بروشور انجام شد. قله‌های شناسایی شده در منحنی کروماتوگرام توسط جریان‌های یونی در مقایسه با یک یا چند استاندارد داخلی اندازه‌گیری شدند و مقادیر اندازه‌گیری شده به صورت قله در منحنی نمایش داده شد. متابولیت‌ها براساس الگوهای طیف جرمی یا الگوهای یون‌ها یا داده‌های منحنی کروماتوگرام در زمان پایداری شناسایی شدند (Shen et al, 2017).

اندازه‌گیری محتوی فنلی گیاه به روش HPLC: آنالیز بر روی دستگاه Agilent مدل infinity isocratic lc 1220 با یک دستگاه آشکار ساز طیف سنج ماوراء بنفش-مرئی (UV/VIS) انجام شد. جداسازی بر روی

مالویدین-۳-O-گلوکوزید، سیانیدین-۳-گلوکوزید، سیانیدین-۳-روتینوزید، سیانیدین-۳-زیلوزید و دلفینیدین-۳-O-گلوکوزید در غلظت ۱ میلی گرم بر میلی لیتر به عنوان استاندارد خارجی استفاده شد (Oh et al, 2008; Hong et al, 1990).

اندازه گیری محتوی فیتوسترول به روش HPLC: تجزیه و تحلیل محتوی اسیدهای چرب گیاه با استفاده از کروماتوگرافی مایع Agilent سری infinity isocratic lc 1220 انجام شد که با یک آشکارساز طیف سنج ماوراء بنفش-مرئی که دارای چند طول موج است، جفت شده بود. جداسازی بر روی یک ستون فاز معکوس heypersil ODS و ستون C18 با طول ۲۵۰ میلی متر، قطر ۴/۴ میلی متر و ضخامت لایه فاز ساکن ۴ میکرومتر (250mm×4.6mm, 4μm) در دمای محیط انجام شد. فاز متحرک شامل استونیتریل با آب (حلال A) و سولفوریک اسید ۰/۲ درصد (حلال B) بود. سرعت جریان ۰/۵ میلی لیتر در دقیقه و حجم تزریق ۲۰ میکرولیتر بود. قله‌ها در ۲۸۰ نانومتر بررسی شدند. فاز متحرک که حاوی استونیتریل بود، نمونه را براساس نوع ساختار آنالیت‌ها مورد بررسی قرار داد. در سیستم ODS نمونه‌ها به ترتیب میزان خاصیت آبگریزیشان شستشو داده شدند. متابولیتی که خاصیت آبگریزی بیشتری دارد زودتر شسته شد. نمونه‌ها از طریق غشاء ۰/۴۵ میکرومتری فیلتر شدند و اسیدهای چرب با زمان بازداری متناسب و همانند در مقایسه با استاندارد شناسایی شدند. استانداردهای کلسترول، براسیکاسترول، کامپسترول، استیگماسترول، بتا-سیسترول و آوناسترول با گستره غلظت ۵/۰۰ میلی گرم بر ۱۰۰ گرم استفاده شد (Hosseinpour et al, 2016; Abidi, 2001).

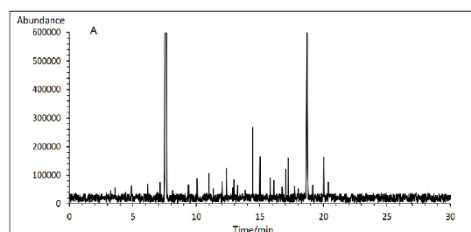
اندازه گیری محتوی آلکالوئیدی به روش LC-MS: آنالیز LC-MS یا کروماتوگرافی مایع با طیف سنج جرمی روشی برای جداسازی ترکیبات شیمیایی و

شناسایی اجزای سازنده یک محلول با دقت بالا است. به طور معمول نمونه‌های غیرفرار و تجزیه شونده در دماهای بالا که قابلیت بررسی با استفاده از روش GC-MS را ندارند، با استفاده از روش‌های کروماتوگرافی مایع مورد بررسی قرار می‌گیرند. جداسازی کروماتوگرافی عصاره‌ها بر روی دستگاه Agilent مدل ۱۲۰۰-۶۴۱۰ ساخت آمریکا انجام شد. محتوی آلکالوئیدی ابتدا بر روی یک ستون آلومینا (alumina) و سپس توسط TLC یا کروماتوگرافی ستونی بر روی سیلیکاژل جداسازی و شناسایی شد. این دستگاه به خاطر وجود ستون‌های حفره‌دار و متخلخل مواد را از درون مخلوط می‌کند و ذرات بزرگتر را عبور می‌دهد اما ذراتی که کوچکتر هستند در همان محیط مدام در حال چرخش هستند تا زمانی که بسته به سایزشان از دیواره ستون متخلخل عبور کنند (Weber et al., 2019).

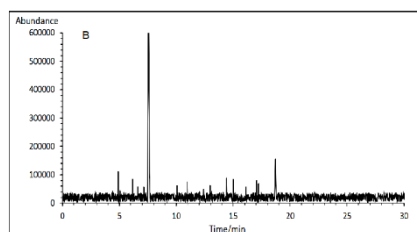
نتایج

شناسایی ترپنوئیدها: محتوی ترپنوئیدی گیاه *D. kopetdaghense* Pimenov به روش GC-MS بدست آمد. بر اساس نتایج بدست آمده از کروماتوگرام حاصل از دستگاه (شکل ۱)، در اسانس اندام هوایی گیاه ۳۵ ترکیب شناسایی شد که نماینده ۹۵/۰۷ درصد ترکیبات بود (جدول ۱). نام ترکیبات و درصد تشکیل دهنده آن‌ها در جدول ۱ آورده شده است. با توجه به جدول ۱ لیمونن (۴۳/۴۹ درصد)، بتاکاریوفیلن (۷۶/۳ درصد)، دلتاکادینن (۲۷/۱ درصد)، فarnesol (۶۹/۱ درصد)، کاریوفیلن اکساید (۲۴/۲ درصد)، فیتول (۲۸/۲ درصد) و نئوفیتادین (۹۸/۹ درصد) به عنوان ترکیبات شاخص شناسایی شدند. طبق جدول ۱ در اسانس ریشه گیاه ۳۱ ترکیب شناسایی شد که نماینده ۹۷/۰۴ درصد ترکیبات بود. فورفورال (۴۸/۴ درصد)، لیمونن (۴۳/۳۲ درصد)،

ترکیب شاخص در عصاره ریشه و اندام هوایی لیمون با فرمول مولکولی $C_{10}H_{16}$ می باشد. لیمون یک مونوترپن و یک هیدروکربن آلیفاتیک مایع بی رنگ می باشد. هیدروکربن آلکان با فرمول شیمیایی $C_{10}H_{22}$ به نام دکان و همچنین ایزومرهای ساختاری آن مانند دودکان، تری دکان، هپتادکان و پنتادکان در اندام هوایی و ریشه گیاه شناسایی شده اند.



بتاکاریوفیلن (۳/۶۶ درصد)، فارنسول (۳/۱۴ درصد)، کاریوفیلن اکساید (۲/۷۰ درصد)، آلفا پینن (۳/۳۱ درصد)، نوفیتادین (۶/۱۱ درصد) و فیتول (۱/۲۸ درصد) به طور مشترک در اسانس ریشه شناسایی شدند. ترکیباتی مانند دلتاکادین (۱/۲۷ درصد)، متیل دودسیل امین (۰/۳۱ درصد)، استیرن (۰/۴۸ درصد) و ۲،۶ دی متیل_۴_پیرن (۰/۳۲ درصد) فقط در اندام هوایی گیاه یافت شدند. همانطور که در شکل ۱ مشاهده می شود



شکل ۱: نمودار کروماتوگرام GC-MS ترپنوئیدهای شناسایی شده در اندام هوایی (A) و اسانس ریشه (B)

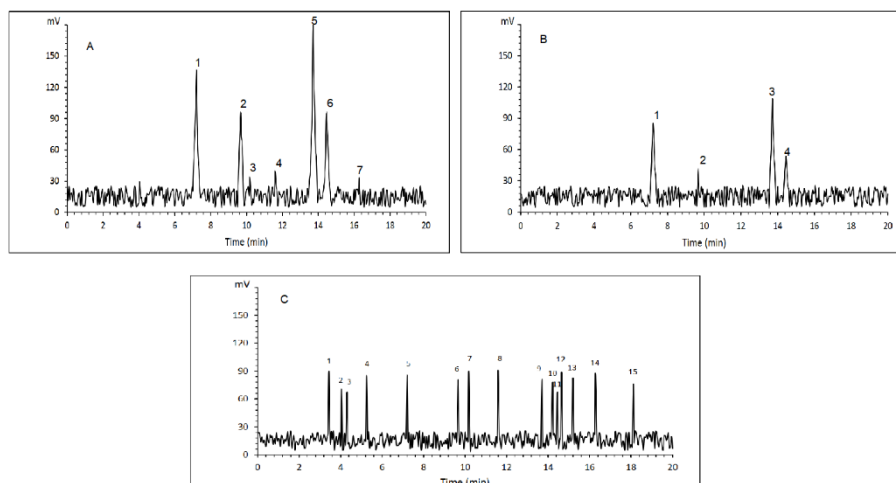
گیاه *D. kopetdaghense* Pimenov

بر میلی لیتر، مریستین (۱۰/۴۰ میکروگرم بر میلی لیتر)، روتین (۳۸/۳۱ میکروگرم بر میلی لیتر)، لوتولین (۳۳/۶۶ میکروگرم بر میلی لیتر)، آپیزنین (۹/۰۹ میکروگرم بر میلی لیتر) ترکیب پلی فنلی کوماریک اسید (۹/۰۷ میکروگرم بر میلی لیتر) شناسایی شدند. در اسانس ریشه گیاه روتین (۱۷/۸۳ میکروگرم بر میلی لیتر)، کرسیتین (۸/۸۶ میکروگرم بر میلی لیتر)، کوئرستین (۲۳/۹۹ میکروگرم بر میلی لیتر) و لوتولین (۱۴/۲۹ میکروگرم بر میلی لیتر) که ترکیبات فلاونوئیدی هستند شناسایی شدند. کوماریک اسید و آپیزنین و مریستین فقط در اندام هوایی شناسایی شدند.

شناسایی گروه های فنلی: ترکیبات فنلی مطابق با زمان بازداری (RT) بر حسب میکروگرم بر میلی گرم ارائه شده اند. نمودار ۲ منحنی کروماتوگرام اندام هوایی و ریشه گیاه که با استفاده از آشکارساز HPLC بدست آمده است را نشان می دهد. با توجه به جدول ۲ در مجموع ۱۴ ترکیب فنولی استاندارد و با غلظت های ۲۰/۰۰ میکروگرم بر میلی لیتر برای مقایسه و شناسایی ترکیبات فنولی عصاره های گیاه استفاده شد. ۷ ترکیب در اندام هوایی و ۴ ترکیب در ریشه گیاه شناسایی شد. بیشتر ترکیبات شناسایی شده فلاونوئیدی می باشند. طبق جدول ۲ در اسانس اندام هوایی گیاه ترکیبات فلاونوئیدی شامل کرسیتین (۲۸/۴۱ میکروگرم بر میلی لیتر)، کوئرستین (۵۵/۱۱ میکروگرم

جدول ۱: میزان ترپنوئیدهای شناسایی شده گیاه *D. kopetdaghense* Pimenov با استفاده از روش GC-MS

ردیف	ترکیبها	شاخص بازداری	اندام هوایی	ریشه
			درصد	درصد
۱	2-Butylamine	۴۷۱	۰/۶۴	۰/۵۲
۲	Furfural	۷۹۴	۰/۸۸	۴/۳۸
۳	Octane	۸۰۰	۰/۷۹	۱/۰۴
۴	Cyclohexane, 1,3-dimethyl, trans	۸۰۲/۸	۰/۶۳	۱/۳۷
۵	Butyl acetate	۸۰۴/۹	۰/۳۶	۱/۰۳
۶	Cyclohexane, 1,2-dimethyl, cis	۸۲۷	۰/۵۴	۱/۶۶
۷	Styrene	۹۱۴	۰/۴۸	—
۸	α -Pinene	۹۳۱	۰/۹۴	۳/۳۱
۹	β -Myrcene	۹۷۹	۰/۵۶	۱/۳۳
۱۰	Decane	۱۰۰۰	۱/۰۴	۲/۲۱
۱۱	Limonene	۱۰۲۰	۴۹/۴۳	۳۲/۴۳
۱۲	Phenyl Acetaldehyde	۱۰۴۸	۰/۴۶	۱/۱۸
۱۳	Sabinene	۱۰۷۳	۰/۳۵	۲/۲۹
۱۴	α -Terpinolene	۱۰۷۸	۱/۲۳	۲/۳۸
۱۵	Undecane	۱۱۰۰	۰/۹۲	۱/۲۴
۱۶	β -Fenchyl alcohol	۱۱۶۵	۱/۷۳	۱/۸۹
۱۷	2,6-Dimethyl-4-pyrone	۱۱۶۸/۶	۰/۳۲	—
۱۸	Dodecane	۱۲۰۰	۱/۰۷	۱/۵۵
۱۹	trans-Carveol	۱۲۰۶	۱/۱۸	۲/۴۲
۲۰	Limonene oxide	۱۲۹۴	۱/۴۸	۲/۹۳
۲۱	Tridecane	۱۳۰۰	۰/۶۷	۰/۸۱
۲۲	2-Methoxy amphetamine	۱۳۱۸	۰/۲۵	۱/۰۴
۲۳	β -Caryophyllene	۱۴۲۲	۳/۷۶	۳/۴۶
۲۴	Neryl acetone	۱۴۲۷	۲/۳۱	۳/۲۷
۲۵	1-Methyldodecylamine	۱۴۴۲	۰/۳۱	—
۲۶	Pentadecane	۱۵۰۰	۰/۸۲	۰/۸۳
۲۷	Δ -Cadinene	۱۵۰۹	۱/۲۷	—
۲۸	Caryophyllene oxide	۱۵۷۰	۲/۲۴	۲/۷۰
۲۹	Aptrol	۱۶۲۰	۱/۱۴	۲/۲۵
۳۰	Farnesol 2	۱۶۶۱	۱/۶۹	۳/۱۴
۳۱	Heptadecane	۱۷۰۰	۰/۴۰	۱/۴۵
۳۲	Neophytadiene	۱۸۲۷	۹/۹۸	۶/۱۱
۳۳	Eicosane	۲۰۰۰	۱/۰۴	۱/۳۵
۳۴	Phytol	۲۱۰۴	۲/۸۵	۱/۲۸
۳۵	Didodecyl phthalate	۳۰۶۷	۰/۳۴	۱/۱۲



شکل ۲: نمودار کروماتوگرام HPLC ترکیبات فنلی اندام هوایی (A) و اسانس ریشه (B) گیاه *D. kopetdaghense* Pimenov در مقایسه با نمودار کروماتوگرام استاندارد (C).

جدول ۲: ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی شناسایی شده در اندام هوایی و ریشه گیاه *D. kopetdaghense* Pimenov به روش HPLC

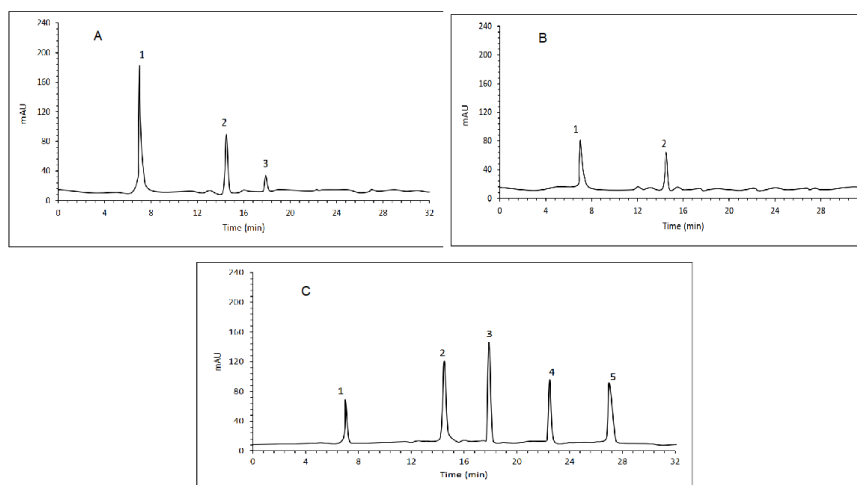
ردیف	ترکیبها	زمان بازداری	استاندارد		ریشه		اندام هوایی	
			قله شناسایی شده	غلظت	قله شناسایی شده	غلظت	قله شناسایی شده	غلظت
۱	Gallic acid	۳/۴۳	۷/۹۰	۲۰/۰۰	-	-	-	-
۲	p-hydroxybenzoic acid	۴/۰۵	۶/۲۲	۲۰/۰۰	-	-	-	-
۳	Catechin	۴/۳۱	۵/۹۴	۲۰/۰۰	-	-	-	-
۴	Epicatechin	۵/۲۶	۷/۵۲	۲۰/۰۰	-	-	-	-
۵	Rutin	۷/۲۱	۷/۵۵	۲۰/۰۰	۱۳/۶۷	۱۷/۸۳	۲۲/۰۳	۳۸/۳۱
۶	Quercitrin	۹/۶۷	۷/۱۳	۲۰/۰۰	۶/۴۲	۸/۸۶	۱۵/۴۳	۲۸/۴۱
۷	m-Coumaric acid	۱۰/۱۸	۷/۹۱	۲۰/۰۰	-	-	۵/۴۶	۹/۰۷
۸	Myricetin	۱۱/۵۹	۸/۰۲	۲۰/۰۰	-	-	۶/۳۵	۱۰/۴۰
۹	Quercetin	۱۳/۷۱	۷/۱۸	۲۰/۰۰	۱۷/۴۸	۲۳/۹۹	۳۰/۱۲	۵۵/۱۱
۱۰	Caffeic acid	۱۴/۲۳	۶/۸۶	۲۰/۰۰	-	-	-	-
۱۱	Luteolin	۱۴/۴۵	۵/۹۴	۲۰/۰۰	۸/۶۱	۱۴/۲۹	۱۵/۲۲	۳۳/۶۶
۱۲	Chlorogenic acid	۱۵/۱۹	۷/۲۸	۲۰/۰۰	-	-	-	-
۱۳	Apigenin	۱۶/۲۸	۷/۷۴	۲۰/۰۰	-	-	۵/۳۶	۹/۰۹
۱۴	Kaempferol	۱۸/۱۱	۶/۷۳	۲۰/۰۰	-	-	-	-

شناسایی آنتوسیانینها: آنتوسیانینها دارای حداکثر جذب در ۵۲۰ نانومتر هستند که این ترکیبات را از سایر فلاونوئیدهای موجود در عصاره گیاه متمایز می‌کند. آنتوسیانینها بر حسب زمان بازداری بر حسب میلی گرم بر گرم وزن خشک اندام هوایی و ریشه گیاه در مقایسه با آنتوسیانینهای استاندارد در

طول مشخص شناسایی شدند (شکل ۳). با توجه به جدول ۳، سه ترکیب در اندام هوایی و دو ترکیب در ریشه گیاه شناسایی شدند. قله‌های شناسایی شده در برابر ۵ ترکیب آنتوسیانین به عنوان استاندارد مرجع با غلظت‌های ۰/۱ میلی گرم بر میلی لیتر شناسایی و گزارش شدند. در اندام هوایی

میلی-لیتر) شناسایی شد. دو ترکیب پلی فنلی مالویدین-۳-O-گلوکوزید ($C_{23}H_{25}ClO_{12}$) و سیانیدین-۳-O-گلوکوزید ($C_{21}H_{21}ClO_{11}$) در اندام هوایی و ریشه عصاره گیاه شناسایی شدند که با توجه به جدول ۳ غلظت این دو در اندام هوایی نسبت به ریشه بیشتر گزارش شده است.

مالویدین-۳-O-گلوکوزید (۱۹/۶۸ میلی گرم بر میلی لیتر)، سیانیدین-۳-O-گلوکوزید (۹/۵۱ میلی گرم بر میلی لیتر) و سیانیدین-۳-O-روتینوزید (۱/۸۲ میلی گرم بر میلی لیتر) شناسایی شد. در ریشه گیاه فقط مالویدین-۳-O-گلوکوزید (۶/۳۷ میلی گرم بر میلی لیتر) و سیانیدین-۳-O-گلوکوزید (۳/۴۹ میلی گرم بر



شکل ۳: نمودار کروماتوگرام HPLC آنتوسیانین‌های اندام هوایی (A) و اسانس ریشه (B) گیاه *D. kopetdaghense* Pimenov در مقایسه با نمودار کروماتوگرام استاندارد (C).

جدول ۳: آنتوسیانین‌های شناسایی شده در اندام هوایی و ریشه گیاه به روش HPLC *D. kopetdaghense* Pimenov

ردیف	ترکیب‌ها	استاندارد	اندام هوایی	ریشه
		غلظت	غلظت	غلظت
۱	Malvidin-3-O-glucoside	۰/۱	۱۹/۶۸	۶/۳۷
۲	Cyanidin-3-glucoside	۰/۱	۹/۵۱	۳/۴۹
۳	Cyanidin-3-rutinoside	۰/۱	۱/۸۲	-
۴	Cyanidin-3-xyloside	۰/۱	-	-
۵	Delphinidin-3-O-glucoside	۰/۱	-	-

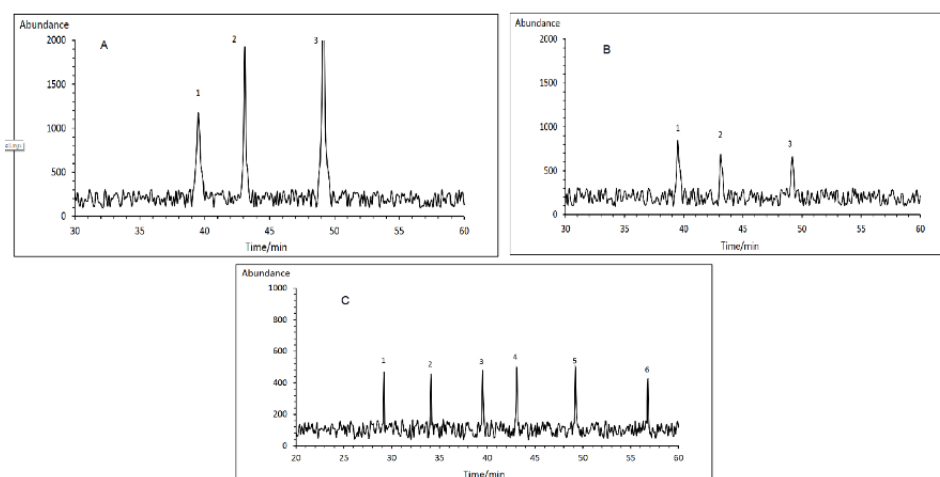
کامپسترو (۱۴/۸۱ میلی گرم بر گرم) و استیگمسترو (۲۳/۴۰ میلی گرم بر گرم) و در ریشه گیاه این سه ترکیب با غلظت‌های کمتر از اندام هوایی بتا-سیتوسترو (۴/۳۹ میلی گرم بر گرم)، کامپسترو (۵/۹۹ میلی گرم بر گرم) و استیگمسترو (۴/۵۹ میلی گرم بر گرم) شناسایی شدند.

شناسایی فیتوسترول‌ها: محتوی اسید چرب عصاره‌های گیاه با روش HPLC شناسایی و گزارش شد. با توجه به جدول ۴ از ۶ ترکیب فیتوسترول با غلظت‌های ۵/۰۰ میلی گرم بر ۱۰۰ گرم به عنوان استاندارد استفاده شد. در اندام هوایی گیاه سه ترکیب بتا-سیتوسترو (۳۷/۷۰ میلی گرم بر گرم)،

(۳۸/۰۷ درصد) می باشد. در ریشه گیاه این سه ترکیب به میزان بیشتری یافت شد که این ترکیبات به ترتیب کوکسولین (۲۳/۳۸ درصد)، برامین (۱۷/۲۹ درصد) و داوریسین (۹۱/۳۸ درصد) با این مقدار غلظت شناسایی شدند. برامین ($C_{37}H_{40}N_2O_6$) و داوریسین ($C_{38}H_{44}O_6N_2$) جزو آلکالوئیدهای بیس بنزیلیزوکینولین ها هستند که شامل دو بخش بنزیلیز و کینولین است که از طریق دی فیتیل اتر، بنزیل فیتیل اتر یا پیوندهای بی فیتیل به هم متصل شده اند.

استیگمسترول ($C_{29}H_{48}O$) یک استرول غیر اشباع است که دارای یک پیوند دوگانه در ساختار حلقه و یک پیوند دوگانه در زنجیره جانبی است.

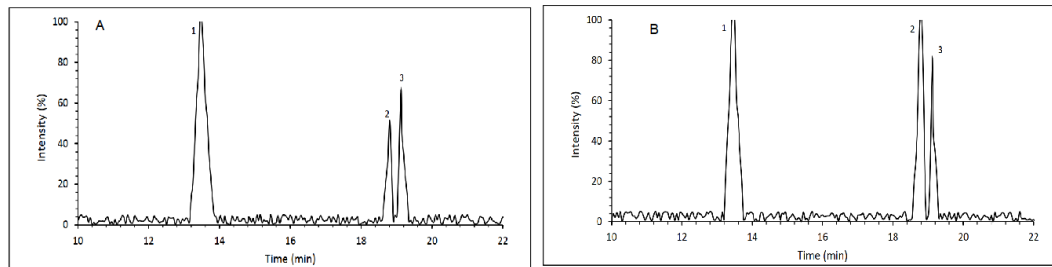
شناسایی آلکالوئیدها: سه ترکیب آلکالوئیدی بیس بنزیلیزوکینولین بر حسب واحد اندازه گیری نانوگرم بر میلی لیتر شناسایی شدند. همانطور که در جدول ۵ و نمودار ۵ مشاهده می شود، نتایج ارزیابی آلکالوئیدهای گیاه به روش LC-MS نشان می دهد که اندام هوایی دارای سه ترکیب آلکالوئیدی کوکسولین (۵۷/۹۸ درصد)، برامین (۳۱/۶۴ درصد) و داوریسین



شکل ۴: نمودار کروماتوگرام HPLC فیتوسترولهای اندام هوایی (A) و اسانس ریشه (B) گیاه *D. kopetdaghense* Pimenov در مقایسه با نمودار کروماتوگرام استاندارد (C).

جدول ۴: فیتوسترولهای شناسایی شده در اندام هوایی و ریشه گیاه به *D. kopetdaghense* Pimenov روش HPLC

ردیف	ترکیبها	زمان بازداری	استاندارد	ریشه	اندام هوایی
			غلظت	غلظت	غلظت
۱	Cholesterol	۲۹/۲	۵/۰۰	-	-
۲	Brassicasterol	۳۴/۱	۵/۰۰	-	-
۳	Campesterol	۳۹/۵	۵/۰۰	۵/۹۹	۱۴/۸۱
۴	Stigmasterol	۴۳/۰۹	۵/۰۰	۴/۵۹	۲۳/۴۰
۵	β -Sitosterol	۴۹/۲	۵/۰۰	۴/۳۹	۳۷/۷۰
۶	Δ^7 -Avenasterol	۵۶/۸	۵/۰۰	-	-



شکل ۵: نمودار کروماتوگرام LC-MS آلکالوئیدهای شناسایی شده در اندام هوایی (A) و اسانس ریشه (B) گیاه

D.kopetdaghense Pimenov

جدول ۵: آلکالوئیدهای شناسایی شده در اندام هوایی و ریشه گیاه *D. kopetdaghense Pimenov* به روش LC-MS

ردیف	ترکیبها	زمان بازداری	اندام هوایی	ریشه
			درصد	درصد
۱	Cocsuline	۱۳/۴۶	۵۷/۹۸	۱۲۳/۳۸
۲	Berberamine	۱۸/۸	۳۱/۶۴	۱۱۷/۲۹
۳	Dauricine	۱۹/۱۲	۳۸/۰۷	۹۱/۳۸

بحث

میلی-لیتر) در ریشه گیاه شناسایی شده است. روتین، کرسیتین و مریستین ۳ ترکیب فلاونوئیدی هستند که با غلظت بیش‌تری در اندام هوایی گیاه شناسایی شده‌اند. ۳ اسید چرب شناسایی شده کامپسترویل، استیگمسترویل و بتا-سیتوسترویل در اندام هوایی به ترتیب با غلظت‌های ۱۴/۸۱، ۲۳/۴۰ و ۳۷/۷۰ میلی گرم بر ۱۰۰ گرم نسبت به ریشه به ترتیب با غلظت‌های ۵/۹۹، ۴/۵۹ و ۴/۳۹ میلی گرم بر ۱۰۰ گرم گزارش شدند و غلظت استرویل‌های شناسایی شده در اندام هوایی نسبت به ریشه بیشتر گزارش شد. ۳ ترکیب آلکالوئیدی کوکسولین (۵۷/۹۸ درصد)، برامین (۳۱/۶۴ درصد) و داوریسین (۳۸/۰۷ درصد) در اندام هوایی و در ریشه گیاه کوکسولین (۱۲۳/۳۸ درصد)، برامین (۱۱۷/۲۹ درصد) و داوریسین (۹۱/۳۸ درصد) گزارش شد. غلظت کوکسولین در ریشه ۵۶ درصد نسبت به اندام هوایی، غلظت برامین در ریشه ۸۵/۶۵ درصد

در مطالعه‌ی حاضر متابولیت‌های ثانویه اندام هوایی و ریشه گونه گیاهی *D. kopetdaghense Pimenov* بررسی شد. نتایج نشان داد که اندام هوایی و ریشه گیاه حاوی ترکیبات آلکالوئیدی، فیتوسترولی، فنلی و ترپنوئیدی می‌باشد. میزان ترکیبات فنلی در اندام هوایی بیش‌تر از ریشه گزارش شد و ۷ ترکیب فنلی کرسیتین (۲۸/۴۱ میکروگرم بر میلی‌لیتر)، کوئرسیتین (۵۵/۱۱ میکروگرم بر میلی‌لیتر)، مریستین (۱۰/۴۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر)، روتین (۳۸/۳۱ میکروگرم بر میلی‌لیتر)، لوتئولین (۳۳/۶۶ میکروگرم بر میلی‌لیتر)، آپیزنین (۹/۰۹ میکروگرم بر میلی‌لیتر) و m-کوماریک اسید (۹/۰۷ میکروگرم بر میلی‌لیتر) در اندام هوایی و ۴ ترکیب فنلی روتین (۱۷/۸۳ میکروگرم بر میلی‌لیتر)، کوئرسیتین (۲۳/۹۹ میکروگرم بر میلی‌لیتر)، کرسیتین (۸/۸۶ میکروگرم بر میلی‌لیتر) و لوتئولین (۱۴/۲۹ میکروگرم بر

نسبت به اندام هوایی و داوریسین در ریشه ۵۳/۳۱ درصد نسبت به اندام هوایی بیشتر گزارش شده است. فعالیت زیستی برپامین شامل خاصیت ضد فشار خون، ضد آریتمی و ضد التهابی است (Tian and Zheng, 2017). بیشترین و مهم‌ترین ترکیب شناسایی شده در گیاه مورد مطالعه محتوی ترپنئیدی می‌باشد که ۳۵ ترکیب در اندام هوایی و ۳۱ ترکیب در ریشه گزارش شد. لیمونن، کاریوفیلن اکساید، فیتول، فارنسول و ثئوفتادین از ترکیبات ترپنی شاخص شناسایی شده در گیاه هستند. دلتا کادینن (۱/۲۷ درصد)، ۲،۶-دی متیل-۴-پیرون (۰/۳۲ درصد)، ۱-متیل دودسیل آمین (۰/۳۱ درصد) و استیرین (۰/۴۸ درصد) ترپنئیدهایی هستند که فقط در اندام هوایی گیاه شناسایی شدند.

گزارشات و مطالعات محدودی در مورد متابولیت‌های ثانویه و خواص دارویی و درمانی گیاه *D. kopetdaghense* Pimenov انجام شده است. در مطالعه‌ای که توسط Iranshahi و همکاران (۲۰۰۷) انجام شده است. ۵ مشتق سزکوئی ترپن، یک کومارین پرنیله شده و ۲ گلوکوزید استروئید از اندام هوایی و ریشه گیاه استخراج شدند. میزان متابولیت‌های ثانویه در اندام هوایی و ریشه از نظر کیفی یکسان ولی از نظر کمی متفاوت بوده است و مقدار سزکوئی ترپن در ریشه بیش‌تر از اندام هوایی گزارش شده است. در مطالعه حاضر، ترکیبات سزکوئی ترپن مانند فارنسول، کاریوفیلن اکساید، بتا کاریوفیلن و دلتا کادینن در اندام هوایی و ریشه گیاه شناسایی شدند. فارنسول یکی از ترکیبات اصلی اسانس گیاهان است. اشکال مختلفی از آن وجود دارد و به عنوان یک ماده اولیه ویژه برای تولید طیف گسترده ای از

محصولات مانند روغن‌های آرایشی، روان کننده‌ها تا سوخت ایفا می‌کند (Gupta and Phulara, 2021). بتا کاریوفیلن با مهار آدنیلات سیکلاز فعالیت ضد التهابی در سلول‌های انسانی از خود نشان می‌دهد (Agus, 2021). مقدار این سزکوئی ترپن‌ها در ریشه و اندام هوایی تقریباً برابر می‌باشد ولی دلتا کادینن فقط در اندام هوایی گیاه یافت شده است. همچنین ۲ ترکیب گلوکوزیدی مالویدین-۳-O-گلوکوزید و سیانیدین-۳-گلوکوزید شناسایی شد که غلظتشان در اندام هوایی نسبت به ریشه گیاه بیشتر گزارش شد. نتایج تحقیق ما تا حدودی همسو با نتایج پژوهش Iranshahi و همکاران (۲۰۰۷) می‌باشد.

در مطالعه‌ای که Mazaheritehrani و همکاران (۲۰۲۱) انجام دادند ترکیبات فنلی، پلی فنلی و سزکوئی ترپن در عصاره صمغ گیاه *D. ammoniacum* گزارش شد. ترکیبات ترپنئیدی آلفا-پینن، دکان، دی ال-لیمونن و دلتا-کادینن شناسایی شدند و یافته‌ها نشان داد که اسانس صمغ دارای فعالیت آنتی اکسیدانی متوسط می‌باشد. در پژوهش حاضر نیز آلفا-پینن، دکان، لیمونن و دلتا-کادینن جزو ترکیبات شناسایی شده در اندام هوایی و ریشه گیاه هستند. غلظت آلفا-پینن و دکان در ریشه به ترتیب ۳/۳۱ درصد و ۲/۲۱ درصد گزارش شد و در اندام هوایی آلفا-پینن ۰/۹۴ درصد و دکان ۱/۰۴ درصد اندازه‌گیری شد. بنابراین غلظت این دو متابولیت در ریشه نسبت به اندام هوایی بیشتر بوده است. در حالی که لیمونن در اندام هوایی با غلظت ۴۹/۴۳ درصد نسبت به ریشه با غلظت ۳۲/۴۳ درصد گزارش شده است و لیمونن متابولیت با بیشترین غلظت شناسایی شده در

میان سایر ترکیبات ترپنوئیدی است. لیمونن یکی از رایج ترین ترپن ها در طبیعت و یکی از اجزای اصلی اسانس مرکبات است. اثرات درمانی لیمونن به طور گسترده مورد مطالعه قرار گرفته است و اثرات ضد التهابی، آنتی اکسیدانی، ضد سرطان و ضد ویروس و سایر اثرات مفید آن در سلامتی اثبات شده است (Vieira et al., 2018). دلتا-کادینن با غلظت ۱/۲۷ درصد فقط از اندام هوایی استخراج شده است. در مجموع ۳۸ ترکیب ترپنوئیدی در اندام هوایی و ۳۲ ترکیب در ریشه گیاه شناسایی گردید که با نتایج حاصل از تحقیقات Mazaheritehrani و همکاران (۲۰۲۱) مطابقت داشت.

در تحقیقی Hosseini و همکاران (۲۰۱۴) اسانس ساقه و ریشه گیاه *D. ammoniacum* را بررسی کردند. نتایج این مطالعه نشان داد که ترکیبات اسانس قسمت های مختلف گیاه با هم متفاوت هستند. در اندام هوایی اسیدهای چرب شامل اتیل لینولات، هگزادکانال و ترکیبات سزکوئی ترپن مانند سزکوئی سینئول و در ریشه سزکوئی ترپن مانند آلفا و بتا-آئودسمول و ژرمارکن شناسایی شدند. همانطور که در جدول ۴ پژوهش حاضر مشاهده می شود، ترکیبات فیتوسترولی مانند کامپسترول، استیگمسترول و بتا-سیسترول در اندام هوایی و ریشه گیاه شناسایی شده اند. استیگمسترول یک استرول مهم گیاهی است که می تواند با جلوگیری از ارتقا و رشد آپوپتوز سلول های سرطانی، از رشد سلول های سرطانی جلوگیری کند (Ashraf and Bhatti, 2021). نتایج مربوط به مطالعه حاضر نشان می دهد که غلظت های شناسایی شده از کامپسترول، استیگمسترول و بتا-سیسترول در اندام هوایی به ترتیب ۳ برابر، ۶ برابر و ۹ برابر

نسبت به غلظت های گزارش شده این ترکیبات در ریشه گیاه بوده است. این پژوهش با نتایج تحقیقات Hosseini و همکاران (۲۰۱۴) تطابق داشت.

Batooli و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه ای ترکیبات شیمیایی اسانس اندام های رویشی و زایشی گیاه *D. ammoniacum* را بررسی کردند. در اندام هوایی، ریشه و میوه گیاه دی ترپن به نام فیتول شناسایی شد. مطالعات زیادی برای اثبات اینکه فعالیت ضد میکروبی یا سیتوتوکسیک مشاهده شده برای عصاره گیاهان مربوط به فیتول اسانس است، انجام شده است. فیتول و مشتقات آن طیف وسیعی از فعالیت های زیستی از جمله اثرات سیتوتوکسیک، آنتی اکسیدان، القاکننده اتوفازای و آپوپتوز و اثرات ضد میکروبی را نشان می دهد (Islam et al., 2018). همانطور که در جدول ۱ پژوهش حاضر این ترکیب در اندام هوایی و ریشه این گونه گیاهی *D. kopetdaghense* Pimenov هم شناسایی و گزارش شده است. غلظت شناسایی شده فیتول در اندام هوایی ۲/۲۸ درصد و در ریشه گیاه ۱/۲۸ درصد گزارش شده است. تحقیق Batooli و همکاران (۲۰۱۴) با نتایج این پژوهش برای شناسایی ترپن ها تطابق داشت.

Delnavazi و همکاران (۲۰۱۴) مطالعه ای بر روی ترکیبات شیمیایی گیاه *D. glabrum* انجام دادند که در این مطالعه چندین ترکیب فنلی و فلاونوئیدی مانند ایزوکوئرستین و مریسیتین شناسایی شدند. در جدول ۲ پژوهش حاضر نیز این ترکیبات در گونه گیاهی *D. kopetdaghense* Pimenov مورد مطالعه، شناسایی و گزارش شده اند. کوئرستین فلاونوئیدی است که بیش ترین مقدار را بین سایر ترکیبات فنلی

نتیجه گیری نهایی

در مطالعه حاضر گونه *D. kopetdaghense* Pimenov که یکی از گونه‌های بومی ایران و خراسان می‌باشد، مورد مطالعه قرار گرفت و ترکیبات شیمیایی و متابولیت‌های ثانویه آن در اندام هوایی و ریشه گیاه به صورت جداگانه بررسی و مقایسه شد. ترکیبات ترپنوئیدی به روش GC-MS، فنل‌ها به روش HPLC، آلکالوئیدها به روش LC-MS، آنتوسیانین‌ها و فیتوسترول‌ها به روش HPLC در گیاه شناسایی شدند. مشتقات کاریوفیلن، فیتول، مریستین، آپیزنین و مشتقات گلوکوزیده‌ها که در سایر گونه‌های *Dorema* وجود دارد در این گیاه نیز شناسایی شد.

گزارش شده در گیاه مورد مطالعه ما دارد و در اندام هوایی ۵۵/۱۱ میکروگرم در میلی گرم و در ریشه ۲۳/۹۹ میکروگرم در میلی گرم گزارش شده است. کوئرتستین فلاونوئیدی است که دارای خاصیت آنتی اکسیدانی و ضد سرطانی می باشد (Mamun et al., 2022). طبق مطالعات انجام شده فنل‌های طبیعی با القای توقف سلولی و آپوپتوز از تشکیل و رشد سلول‌های سرطانی جلوگیری می‌کنند (DaiJ et al., 2010). مطالعات نشان داده که فلاونوئیدها برای سلول‌های سرطانی سمی هستند ولی برای سلول‌های طبیعی سمیت کمتری دارند و در پیشگیری از سرطان ارزشمند هستند (Nijveldt RJ, 2001).

References

- Amiri, M.S. and Joharchi, M.R. (2016). Ethnobotanical knowledge of Apiaceae family in Iran: A review. *Avicenna journal of phytomedicine*. 6(6):621-35.
- Arabjafari, S., Golkar, P., Esfahani, M. T., and Taghizadeh, M. (2023). Composition of the essential oil of different plant organs in *Dorema ammoniacum* D. Don and *Dorema aucheri* Boiss. Accessions collected from Iran. *Nat Prod Res*, 2298-2302,(13)37.
- Abidi, S.L. (2001). Chromatographic analysis of plant sterols in foods and vegetable oils. *Journal of chromatography. A*, 935(1-2):173-201.
- Ashraf, R. and Bhatti, H. N. (2021). Chapter 10 - Stigmasterol. In M. Mushtaq & F. Anwar (Eds.), *A Centum of Valuable Plant Bioactives* (pp. 213-232): Academic Press.
- Aslani, E., Naghsh, N. and Ranjbar, M. (2015). Cytotoxic effects of aqueous and alcoholic extract of *Mentha spicata* leaves on K564 cell line. *Journal of advances in medical and biomedical research*, 22(95), 67-79.SID.
- Agus, H. H. (2021). Chapter 4 - Terpene toxicity and oxidative stress. In V. B. Patel and V. R. Preedy (Eds.), *Toxicology* (pp. 33-42): Academic Press.
- Batooli, H., Haghiri Ebrahimabadi, A., Mahmodi, B. and Mazochi, A. (2014). Comparison of essential oil chemical composition of vegetative and reproductive organs of *Dorema ammoniacum* D. Don. in Shahravaran, Kashan. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 30(5), 746-755.
- Dai, J. and Mumper, R.J. (2010). Plant phenolics: extraction, analysis and their antioxidant and anticancer properties. *Molecules*. 15(10):7313-52.
- Delnavazi, M., Tavakoli, S., Rustaie, A., Batooli, H. and Yassa, N. (2014). Antioxidant and antibacterial activities of the essential oils and extracts of *Dorema ammoniacum* roots and aerial parts. *Research Journal of Pharmacognosy*. 1(4):11-8.
- Delnavazi M.R., Hadjiakhoondi, A., Delazar, A., Ajani, Y., Tavakoli, S. and Yassa, N. (2015). Phytochemical and Antioxidant Investigation of the Aerial Parts of *Dorema glabrum* Fisch. & C.A. Mey. *Iranian journal of pharmaceutical research : IJPR*. 14(3):925-31.
- Gupta, P. and Phulara, S. (2021). *Biotechnology of terpenoid production from microbial cell factories*. Academic Press.
- Hossiniyan, S.A., Ghalamfarsa, F., Rostami-Yasuj, S., Salehpour, Z., Latifpour, M. and Hasanzadeh, S., et al. (2021). Chemical composition and cytotoxic activity of the essential oil from the aerial parts of *Dorema aucheri*. *Journal of Herbmed Pharmacology*. 10(3):344-50.

- Hosseini, S.A.R., Naseri, H.R., Azarnivand, H., Jafari, M., Rowshan, V. and Panahian, A.R. (2014). Comparing stem and seed essential oil in *Dorema ammoniacum* D. Don. from Iran. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*.17(6):1287-92.
- Hosseinpour, S., Aghbashlo, M., Tabatabaei, M. and Khalife, E. (2016). Exact estimation of biodiesel cetane number (CN) from its fatty acid methyl esters (FAMES) profile using partial least square (PLS) adapted by artificial neural network (ANN). *Energy Conversion and Management*. 124:389-98.
- Hong, V., Wrolstad, R.E. (1990). Use of HPLC separation/photodiode array detection for characterization of anthocyanins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 38(3):708-15.
- Iranshahi, M., Shaki, F., Mashlab, A., Porzel, A. and Wessjohann, L.A. (2007). Kopetdaghins A-E, sesquiterpene derivatives from the aerial parts and the roots of *Dorema kopetdaghense*. *Journal of natural products*.70(8):1240-3.
- Islam, M. T., Ali, E. S., Uddin, S. J., Shaw, S., Islam, M. A., Ahmed, M. I. and Atanasov, A. G. (2018). Phytol: A review of biomedical activities. *Food and Chemical Toxicology*, 121, 82-94.
- Mazaheritehrani, M., Hosseinzadeh, R., Mohadjerani, M., Tajbakhsh, M. and Ebrahimi, S. N. (2021). Evaluation of biological activities of essential oil and extracts of gum Vasha (*Dorema ammoniacum* D.). *Journal of Plant Production*, 27(4), 211-225.
- Mamun, A. A., Sufian, M. A., Uddin, M. S., Sumsuzzman, D. M., Jeandet, P., Islam, M. S. and Sarwar, M. S. (2022). Exploring the role of senescence inducers and senotherapeutics as targets for anticancer natural products. *European Journal of Pharmacology*, 928, 174991.
- Mottaghipisheh, J., Vitalini, S., Pezzani, R. and Iriti, M. (2021). A comprehensive review on ethnobotanical, phytochemical and pharmacological aspects of the genus *Dorema*. *Phytochemistry Reviews*. 20(5):945-89.
- Nijveldt, R.J., van Nood, E., van Hoorn, D.E., Boelens, P.G., van Norren, K. and van Leeuwen, P.A. (2001). Flavonoids: a review of probable mechanisms of action and potential applications. *The American journal of clinical nutrition*. 74(4):418-25.
- Oh, Y.S., Lee, J.H., Yoon, S.H., Oh, C.H., Choi, D.S., Choe, E., et al. (2008). Characterization and quantification of anthocyanins in grape juices obtained from the grapes cultivated in Korea by HPLC/DAD, HPLC/MS, and HPLC/MS/MS. *J Food Sci*. 73(5):C378-89.
- Rodríguez-Delgado, M.Á., González-Hernández, G., Conde-González, J.Ea. and Pérez-Trujillo, J.P. (2002). Principal component analysis of the polyphenol content in young red wines. *Food Chemistry*. 78(4):523-32.
- Rabe, S.Z.T., Iranshahi, M., Mahmoudi, M., Rastin, M. and Haghmorad, D. (2013). Anti-inflammatory effect of kopetdaghins A, C and E from *Dorema kopetdaghense*. *Cytokine*. 63(3):313.
- Sharafzadeh, S. and Alizadeh, O. (2012) Some Medicinal Plants Cultivated in Iran. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 2, 134-137.
- Stalikas, C.D. (2007). Extraction, separation, and detection methods for phenolic acids and flavonoids. *Journal of separation science*. 30(18):3268-95.
- Shen, X., Shi, L., Pan, H., Li, B., Wu, Y. and Tu, Y. (2017). Identification of triterpenoid saponins in flowers of four *Camellia Sinensis* cultivars from Zhejiang province: Differences between cultivars, developmental stages, and tissues. *Industrial Crops and Products*. 95:140-7.
- Tian, Y. and Zheng, J. (2017). Chapter Six - Metabolic Activation and Toxicities of bis-Benzylisoquinoline Alkaloids. In J. C. Fishbein and J. M. Heilman (Eds.), *Advances in Molecular Toxicology* (Vol. 11, pp. 241-272): Elsevier.
- Vieira, A. J., Beserra, F. P., Souza, M. C., Totti, B. M. and Rozza, A. L. (2018). Limonene: Aroma of innovation in health and disease. *Chemico-Biological Interactions*, 283, 97-106.
- Weber, C. and Opatz, T. (2019). Bisbenzylisoquinoline Alkaloids. *The Alkaloids Chemistry and biology*. 81:1-114.
- Zibae, E., Amiri, M.S., Boghrati, Z., Farhadi, F., Ramezani, M., Emami, S.A., et al. (2020). Ethnomedicinal Uses, Phytochemistry and Pharmacology of *Dorema* Species (Apiaceae): A Review. *Journal of pharmacopuncture*;23(3):91-123.